



Федеральное государственное бюджетное учреждение
«Национальный медицинский исследовательский центр реабилитации и курортологии»
Министерства здравоохранения Российской Федерации

№3

Russian Journal of Environmental and Rehabilitation Medicine

Российский журнал экологической и восстановительной медицины

ISSN: 2949-083

Москва 2026 год

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

Главный редактор:

Бобровницкий Игорь Петрович, д.м.н., проф., чл.-корр. РАН

Заместители главного редактора:

Нагорнев Сергей Николаевич, д.м.н., проф.

Яковлев Максим Юрьевич, д.м.н.

Водянова Мария Александровна, к.б.н.

Ответственный секретарь: Тихомиров Илья Алексеевич

ЧЛЕНЫ РЕДКОЛЛЕГИИ

Агасаров Лев Георгиевич, д.м.н., проф.

Айвазян Татьяна Альбертовна, д.м.н., проф.

Алексанин Сергей Сергеевич, д.м.н., проф., чл.-корр. РАН

Бадтиева Виктория Асланбековна, д.м.н., проф., чл.-корр. РАН

Бояринцев Валерий Владимирович, д.м.н., проф.

Бухтияров Игорь Валентинович, д.м.н., проф., акад. РАН

Герасименко Николай Федорович, д.м.н., акад. РАН

Гильмутдинова Лира Талгатовна, д.м.н., проф.

Гончаров Сергей Федорович, д.м.н., проф., акад. РАН

Даминов Вадим Дамирович, д.м.н.

Ефименко Наталья Викторовна, д.м.н., проф.

Ингель Фаина Исаковна, д.б.н.

Капцов Валерий Александрович, д.м.н., чл.-корр. РАН

Киричук Анатолий Александрович, д.б.н.

Князева Татьяна Александровна, д.м.н., проф.

Кончугова Татьяна Венедиктовна, д.м.н., проф.

Корчажкина Наталья Борисовна, д.м.н., проф.

Круглова Лариса Сергеевна, д.м.н., проф.

Кузьмина Людмила Павловна, д.б.н., проф.

Мешков Николай Алексеевич, д.м.н., проф.

Митрохин Олег Владимирович, д.м.н., доцент

Пономаренко Геннадий Николаевич, д.м.н., проф., чл.-корр. РАН

Пузин Сергей Никифорович, д.м.н., проф., акад. РАН

Рахманин Юрий Анатольевич, д.м.н., проф., акад. РАН

Рачин Андрей Петрович, д.м.н., проф.

Русаков Николай Васильевич, д.м.н., проф., акад. РАН

Рыбников Виктор Юрьевич, д.м.н., д.п.н., проф.

Салтыкова Марина Михайловна, д.б.н.

Сичинава Нина Владимировна, д.м.н.

Скальный Анатолий Викторович, д.м.н., проф.

Ушаков Игорь Борисович, д.м.н., проф., акад. РАН

Хан Майя Алексеевна, д.м.н., проф.

Хотимченко Сергей Анатольевич, д.м.н., проф., чл.-корр. РАН

Хрипач Людмила Васильевна, д.б.н.

Шабров Александр Владимирович, д.м.н., проф., акад. РАН

Шакула Александр Васильевич, д.м.н., проф.

Шашлов Сергей Валентинович, к.м.н.

Юдин Владимир Егорович, д.м.н., проф.

Юрова Ольга Валентиновна, д.м.н., проф.

РЕДАКЦИОННЫЙ СОВЕТ

Разумов Александр Николаевич, д.м.н., проф., акад. РАН
(Москва) – председатель

Быков Анатолий Тимофеевич, д.м.н., проф., чл.-корр. РАН
(Сочи) – заместитель председателя

Беляев Анатолий Федорович, д.м.н., проф. (Владивосток)

Белякин Сергей Анатольевич, д.м.н., проф. (Москва)

Бойко Евгений Рафаилович, д.м.н., проф. (Сыктывкар)

Воевода Михаил Иванович, д.м.н., проф., акад. РАН (Новосибирск)

Гигинеишвили Георгий Ревазович, д.м.н. (Москва)

Гильмутдинова Ильмира Ринатовна, к.м.н. (Москва)

Горбатова Любовь Николаевна, д.м.н., проф. (Архангельск)

Гусакова Елена Викторовна, д.м.н. (Москва)

Еделев Дмитрий Аркадьевич, д.м.н., проф. (Москва)

Зилов Вадим Георгиевич, д.м.н., проф., акад. РАН (Москва)

Каспаров Эдуард Вильямович, д.м.н., проф. (Красноярск)

Куликова Наталья Геннадьевна, д.м.н., проф. (Москва)

Левицкий Евгений Федорович, д.м.н., проф. (Томск)

Никитюк Дмитрий Борисович, д.м.н., проф., акад. РАН (Москва)

Полунина Наталья Валентиновна, д.м.н., проф., акад. РАН (Москва)

Попов Валерий Иванович, д.м.н., проф., чл.-корр. РАН (Воронеж)

Рассулова Марина Анатольевна, д.м.н., проф. (Москва)

Соколов Александр Владимирович, д.м.н., проф. (Московская обл.)

Тутельян Виктор Александрович, д.м.н., проф., акад. РАН (Москва)

Чашин Максим Валерьевич, д.м.н., проф. (Санкт-Петербург)

Giancarlo Pantaleoni, проф. (Рим, Италия)

Olga Palumbo (Лугано, Швейцария)

Журнал зарегистрирован Федеральной службой по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций
(РОСКОМНАДЗОР) Свидетельство регистрации: ЭЛ № ФС 77-82612 от 18.01.2022.

Учредители: Василенко А.М., Бобровницкий И.П., Нагорнев С.Н.

Редакция: Тел.: 8-499-277-01-05 доб. 1069 E-mail: rjerm@nmicrk.ru

Содержание

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ЛЕЧЕБНЫХ ПРОГРАММ ФИЗИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ У ПАЦИЕНТОВ С ПОВЫШЕННОЙ МЕТЕОЧУВСТВИТЕЛЬНОСТЬЮ И РИСКОМ РАЗВИТИЯ ХРОНИЧЕСКИХ НЕИНФЕКЦИОННЫХ ЗАБОЛЕВАНИЙ	
Абрамова Б.Ю. ³ , Михайлова А.А., Яковлев М.Ю. ^{1, 2} , Гурьянова Е.А. ⁴ , Шашина Е.А. ²	4
МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ К ОЦЕНКЕ РЕЗИСТЕНТНОСТИ БАКТЕРИЙ К ДЕЙСТВУЮЩИМ ВЕЩЕСТВАМ ДЕЗСРЕДСТВ Слободянюк Я.П. ¹ , Романова С.В. ¹ , Иванов Д.В. ¹ , Вершинин В.В. ¹ , Субботина Т.И. ¹ , Казакова А.В. ¹ , Волков М.С. ¹ , Кравченко Е.С. ¹ , Назарова З.Е. ¹ , Панькова М.Н. ¹ , Новожилов К.А. ¹ , Грицюк О.В. ¹ , Загайнова А.В. ¹ , Юдин С.М. ¹	10
ВЛИЯНИЕ АЭРОБНЫХ И СИЛОВЫХ ТРЕНИРОВОК НА ВЕГЕТАТИВНУЮ РЕГУЛЯЦИЮ У УЧАСТНИКОВ БОЕВЫХ ДЕЙСТВИЙ С ПТСР Карапетян С. Р., Гергоков С. А., Назаров М. Е.	18
ЭФФЕКТИВНОСТЬ РАЗЛИЧНЫХ МЕТОДОВ НЕЙРОМЫШЕЧНОЙ СТИМУЛЯЦИИ В КОРРЕКЦИИ ПОСТИНСУЛЬТНОЙ ДИСФАГИИ: РЕЗУЛЬТАТЫ СРАВНИТЕЛЬНОГО РАНДОМИЗИРОВАННОГО ИССЛЕДОВАНИЯ Гордеева А.О., Яковлев М.Ю.	27
ВЛИЯНИЕ РЕАБИЛИТАЦИОННОГО КОМПЛЕКСА, ВКЛЮЧАЮЩЕГО ДРЕНИРУЮЩУЮ ТЕРАПИЮ, ПСИХОДИНАМИЧЕСКУЮ И АППАРАТНУЮ ПСИХОТЕРАПИЮ, НА ПСИХОЛОГИЧЕСКИЙ ДИСТРЕСС И КАЧЕСТВО ЖИЗНИ ПАЦИЕНТОК С СИНДРОМОМ ПОСТМАСТЭКТОМИЧЕСКОГО ЛИМФАТИЧЕСКОГО ОТЕКА Одарущенко О.И. ¹ , Кузюкова А.А. ¹ , Марченкова Л.А. ¹ , Гузь Д.В. ² , Котенко Н.В. ¹ , Борисевич О.О. ¹	35
ВОПРОСЫ МИНИМИЗАЦИИ ХИМИЧЕСКИХ РИСКОВ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ РЕАГЕНТОВ ДЛЯ ВОДОПОДГОТОВКИ Мамонов Р.А., Тюрина И.А.	42
ОТДАЛЁННЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ САНАТОРНО-КУРОРТНОГО ЛЕЧЕНИЯ РАЗЛИЧНОЙ ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТИ ПАЦИЕНТОВ С ХРОНИЧЕСКИМ БРОНХИТОМ Грищенко И.А., Яковлев М.Ю. ^{1,2} , Никитин М.В. ¹ , Гроссер В.А. ³ , Шашина Е.А. ²	51
НАУКОМЕТРИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ДОКАЗАТЕЛЬНОЙ БАЗЫ ПО МЕДИЦИНСКОЙ РЕАБИЛИТАЦИИ ПАЦИЕНТОВ С ИШЕМИЧЕСКОЙ БОЛЕЗНЬЮ СЕРДЦА ПОСЛЕ КОРОНАРНОГО ШУНТИРОВАНИЯ Рыбин Е.В. ² , Михайлишин В.В. ¹ , Базезин О.С. ¹ , Пономаренко Г.Н. ^{1,3} , Насытко А.Д. ⁴	58
ЭФФЕКТИВНОСТЬ КОМБИНИРОВАННОГО ПРИМЕНЕНИЯ АНТИГРАВИТАЦИОННОЙ БЕГОВОЙ ДОРОЖКИ И ВЫСОКОИНТЕНСИВНОЙ МАГНИТНОЙ ТЕРАПИИ В РЕАБИЛИТАЦИИ ПАЦИЕНТОВ, ПЕРЕНЕСШИХ ОСТРОЕ НАРУШЕНИЕ МОЗГОВОГО КРОВООБРАЩЕНИЯ Тулупов Д.О., Кончугова Т.В., Назарова К.М., Марфина Т.В., Марченкова Л.А., Габуева Л.А.	68
ЭФФЕКТИВНОСТЬ 12-НЕДЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ЛЕЧЕБНОЙ ФИЗИЧЕСКОЙ КУЛЬТУРЫ У ВОЕННОСЛУЖАЩИХ С АРТЕРИАЛЬНОЙ ГИПЕРТЕНЗИЕЙ I-II СТАДИИ Карапетян С. Р., Гергоков С. А., Калькин А. Б.	79
СОЧЕТАННОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЛАЗЕРО- И МАГНИТОТЕРАПИИ ПРИ БОЛЕВОМ СИНДРОМЕ В ОБЛАСТИ ПЛЕЧЕВОГО ПОЯСА Агасаров Л.Г., Краснопева Е.Л., Назарова К.М., Кончугова Т.В.	86
АФАЗИЯ ПОСЛЕ ИНСУЛЬТА: ЭПИДЕМИОЛОГИЯ, ПАТОФИЗИОЛОГИЯ И ПОДХОДЫ К РЕАБИЛИТАЦИИ (ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ) Кончугова Т.В., Марченкова Л.А., Евлоева З.М.	91
ПРЕДИКТИВНЫЙ ПОДХОД К ОЦЕНКЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ЛЕЧЕБНЫХ ФИЗИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ У ВОЕННОСЛУЖАЩИХ ПОСЛЕ ЧЕРЕПНО-МОЗГОВОЙ ТРАВМЫ НА ЭТАПЕ САНАТОРНО-КУРОРТНОГО ЛЕЧЕНИЯ Андреева Ж.А. ¹ , Соболев А.В. ¹ , Фролков В.К. ² , Нагорнев С.Н. ³	101
СРАВНИТЕЛЬНАЯ КЛИНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ НЕМЕДИКАМЕНТОЗНЫХ МЕТОДОВ ВОЗДЕЙСТВИЯ В МЕДИЦИНСКОЙ РЕАБИЛИТАЦИИ ПАЦИЕНТОВ ПОСЛЕ ИШЕМИЧЕСКОГО ИНСУЛЬТА Нарейко С.И., Назарова К.М., Агасаров Л.Г., Рожкова Е.А., Зубарева Н.Н.	114
ВОЗРАСТ И ПОЛ КАК ФАКТОРЫ ИСХОДА ТЕРАПИИ У ДЕТЕЙ С ЛАТЕНТНОЙ ДИСФУНКЦИЕЙ СЛУХОВОЙ ТРУБЫ Хрыкова А.Г., Филатова Е.В., Иванова И.И.	126
РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ ПРИМЕНЕНИЯ БАЛЬЗАМА ВОДОНЕФТЯНОЙ ЭМУЛЬСИИ «ЮГОРСКИЙ НЕФТЯНОЙ БАЛЬЗАМ» ПРИ ОСТЕОАРТРОЗЕ КОЛЕННЫХ СУСТАВОВ Яковлев М.Ю. ¹ , Марченкова Л.А. ¹ , Борисевич О.О. ¹ , Королев Ю.Н. ¹ , Белимов М.М. ¹ , Грищенко И.А. ¹ , Бобровницкий И.П. ^{2,3,4} , Муратова В.М. ⁵ , Нигаметзянов И.Р. ⁵ , Кульков М.Г. ⁵ , Салахидинова Г.Т. ⁵ , Яковлев М.С. ⁵	133
ДИНАМИКА ОСНОВНЫХ ПРОЯВЛЕНИЙ АСТЕНИЧЕСКОГО СИНДРОМА У ВОЕННОСЛУЖАЩИХ С ПОСЛЕДСТВИЯМИ БОЕВОЙ ТРАВМЫ ПРИ РАЗЛИЧНЫХ РЕЖИМАХ АКУСТИЧЕСКОЙ НЕЙРОСТИМУЛЯЦИИ Косухин Е.С., Юдин В.Е., Нагорнев С.Н., Бобровницкий И.П.	142
СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ И АНТРОПОМЕТРИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ У ПАЦИЕНТОВ С АМПУТАЦИЕЙ ВЕРХНЕЙ КОНЕЧНОСТИ НА УРОВНЕ ПЛЕЧА И ПРЕДПЛЕЧЬЯ В ПРОЦЕССЕ КОМПЛЕКСНОЙ РЕАБИЛИТАЦИИ Морозова А.В. ¹ , Голикова А.Н. ²	151
ВЛИЯНИЕ СКАНДИНАВСКОЙ ХОДЬБЫ НА ИНТЕГРАЛЬНЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ ФИЗИЧЕСКОГО ЗДОРОВЬЯ ПАЦИЕНТОВ ПОСЛЕ COVID-19 ПНЕВМОНИИ ПРИ САНАТОРНО-КУРОРТНОЙ РЕАБИЛИТАЦИИ Тиканов А.О., Кулишова Т.В., Барбаева С.Н., Лукеренко Е.В., Табашникова Н.А.	159
ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ КОРРЕКЦИИ ВОЗРАСТ-АССОЦИИРОВАННЫХ ИЗМЕНЕНИЙ КОЖИ У ПАЦИЕНТОВ С ИНСУЛИНОРЕЗИСТЕНТНОСТЬЮ С ПОМОЩЬЮ ФИЗИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ В ОТДАЛЕННОМ ПЕРИОДЕ Боровик Н.Н., Пелищенко Т.Г.	165
КАЧЕСТВО ЖИЗНИ ПАЦИЕНТОВ В ПОСЛЕОПЕРАЦИОННОМ ПЕРИОДЕ НА ФОНЕ КУРСОВОГО СОЧЕТАННОГО ПРИМЕНЕНИЯ ЛЕЧЕБНЫХ ФИЗИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ И ПРЕПАРАТА ДНК Федоров П.Г. ¹ , Нагорнев С.Н. ^{2,3} , Данилов А.А. ²	171
ОПТИМИЗАЦИЯ СИСТЕМЫ МЕДИЦИНСКОЙ ПОМОЩИ ПО РЕАБИЛИТАЦИИ ПАЦИЕНТОВ С ОКС В ВЕДОМСТВЕННОЙ СИСТЕМЕ ЗДРАВООХРАНЕНИЯ Золотухин Н.Н., Бобровницкий И.П.	182
ИНФОРМАЦИОННО-ПРЕДИКТИВНЫЙ АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ БИНАУРАЛЬНЫХ ВОЗДЕЙСТВИЙ У ПАЦИЕНТОВ С НЕРВНО-ПСИХИЧЕСКИМ НАПРЯЖЕНИЕМ Гормаш А.И. ¹ , Соболев А.В. ¹ , Нагорнев С.Н. ²	192
СИНЕРГИЗМ ФИЗИОТЕРАПЕВТИЧЕСКИХ ТЕХНОЛОГИЙ И БИОРЕПАРАНТОВ НА ОСНОВЕ ПОЛИДЕЗОКСИРИБОНУКЛЕОТИДОВ В ЛЕЧЕНИИ ТЕРМИЧЕСКИХ ОЖОГОВ КОЖИ Данилов А.А. ¹ , Фролков В.К. ² , Нагорнев С.Н. ³ , Бобровницкий И.П. ³	203
ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ БИНАУРАЛЬНОЙ АКУСТИЧЕСКОЙ ТЕРАПИИ У ЖЕНЩИН НА ТРЕТЬЕМ ТРИМЕСТРЕ БЕРЕМЕННОСТИ Делян А.М. ¹ , Бодрова Р.А. ^{1,2} , Шигабулдинова Т.Н. ¹ , Курочкина М.Э. ¹ , Вахранева Е.В. ¹	216
РЕГУЛЯТОРНЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ И АДАПТИВНЫЙ ПОТЕНЦИАЛ ВОЕННОСЛУЖАЩИХ С ПОСЛЕДСТВИЯМИ БОЕВОЙ ТРАВМЫ: КОРРЕЛЯЦИОННЫЙ АНАЛИЗ КЛИНИЧЕСКИХ И НЕЙРОФИЗИОЛОГИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ Косухин Е.С., Юдин В.Е., Бобровницкий И.П., Нагорнев С.Н.	224
РИНОМАНОМЕТРИЯ В СРАВНИТЕЛЬНОЙ ОЦЕНКЕ ТРЕХ СХЕМ ТЕРАПИИ ПРИ СЕМИ ЛОР-НОЗОЛОГИЯХ У ДЕТЕЙ Хрыкова А.Г., Филатова Е.В., Иванова И.И.	235

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ЛЕЧЕБНЫХ ПРОГРАММ ФИЗИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ У ПАЦИЕНТОВ С ПОВЫШЕННОЙ МЕТЕОЧУВСТВИТЕЛЬНОСТЬЮ И РИСКОМ РАЗВИТИЯ ХРОНИЧЕСКИХ НЕИНФЕКЦИОННЫХ ЗАБОЛЕВАНИЙ

Абрамова Б.Ю.^{3*}, Михайлова А.А., Яковлев М.Ю.^{1, 2}, Гурьянова Е.А.⁴, Шашина Е.А.²

¹ ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр реабилитации и курортологии» Минздрава России, Москва

² ФГАОУ ВО «Первый Московский государственный медицинский университет имени И.М. Сеченова» Минздрава России (Сеченовский Университет), Москва

³ Фонд «Экология, здоровье и качество жизни человека» (Москва) Фонд "Экология, здоровье и качество жизни человека", Москва

⁴ Государственное автономное учреждение дополнительного профессионального образования «Институт усовершенствования врачей», Чебоксары

РЕЗЮМЕ. Распространённость хронических неинфекционных заболеваний (ХНИЗ), ассоциированных с повышенной метеочувствительностью, неуклонно растёт. Разработка комплексных программ восстановительной коррекции и объективная оценка их эффективности являются приоритетными задачами курортологии и восстановительной медицины.

Цель. Оценка эффективности комплексных программ восстановительной коррекции с включением дозированных физических нагрузок у пациентов с повышенной метеочувствительностью и гипертонической болезнью по морфофункциональным показателям и психоэмоциональному состоянию.

Материал и методы. Проведено наблюдательное проспективное когортное исследование 129 пациентов в возрасте 62 [56; 68] лет, находившихся на реабилитационном лечении в течение 12 дней. В зависимости от программы дозированной физической нагрузки пациенты были распределены на три группы: I — дозированная физическая нагрузка в сочетании с аэротерапией на фоне базовой программы; II — дозированная физическая нагрузка на фоне базовой программы; III (контроль) — только базовая программа. До и после курса оценивали антропометрические показатели, параметры периферической гемодинамики, вариабельность сердечного ритма (BCP) и психоэмоциональное состояние (опросник САН).

Результаты. По окончании курса отмечена тенденция к снижению массы тела, жирового компонента и приросту активной клеточной массы, наиболее выраженная в группе I. В группе I зафиксировано достоверное снижение пульсового артериального давления (АДп) на 23 % ($p < 0,05$) и частоты сердечных сокращений (ЧСС) на 11 % ($p < 0,05$). Систолическое артериальное давление (АДс) достоверно снизилось во всех группах. Статистически значимая положительная динамика показателей BCP (RMSSD, SDNN, LF, IH, PARC) выявлена только в группе I ($p < 0,05$ по критерию Вилкоксона; $p < 0,05$ по критерию Манна-Уитни при межгрупповом сравнении с группой III).

Заключение. Программа медицинской реабилитации с включением дозированных физических нагрузок и аэротерапии на фоне базовой программы эффективна у пациентов с повышенной метеочувствительностью и ХНИЗ: оптимизируются регуляторные механизмы, повышаются функциональные резервы сердечно-сосудистой системы и адаптационные возможности организма.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: физическая активность, метеочувствительность, гипертоническая болезнь, гемодинамика, вариабельность сердечного ритма, функциональное состояние.

ВВЕДЕНИЕ. Организм человека непрерывно подвергается воздействию средовых факторов, среди которых климато-погодные условия занимают одну из ведущих позиций по влиянию на функциональное состояние. Проблема метеочувствительности у пациентов с хроническими неинфекционными заболеваниями (ХНИЗ) посвящено значительное число исследований как в отечественной, так и в зарубежной литературе [1–3, 10].

*Адрес для переписки: Абрамова Берта Юрьевна, e-mail: berta-polina@mail.ru

Цитирование. Абрамова Б.Ю., Михайлова А.А., Яковлев М.Ю., Гурьянова Е.А., Шашина Е.А. Эффективность лечебных программ физической активности у пациентов с повышенной метеочувствительностью и риском развития хронических неинфекционных заболеваний. Russian Journal of Environmental and Rehabilitation Medicine. 2026. 3:4-9.

Citation Abramova B.Yu., Mikhailova A.A., Yakovlev M.Yu., Guryanova E.A., Shashina E.A. Therapeutic physical activity programs for patients with high weather sensitivity and risk of chronic non-communicable diseases. Russian Journal of Environmental and Rehabilitation Medicine. 2026. 3: 4-9.

Особого внимания заслуживают пациенты с избыточной массой тела и ожирением: их сердечно-сосудистая система функционирует в условиях повышенной нагрузки. Это обусловлено тем, что жировая ткань требует дополнительной сосудистой сети, вследствие чего возрастает общая протяжённость кровеносного русла, увеличивается периферическое сопротивление и объём циркулирующей крови. Как следствие, при неблагоприятных погодных условиях резко повышается риск сосудистых катастроф — инфарктов, инсультов, приступов стенокардии, нарушений свёртывающей системы крови [3]. Помимо этого, у пациентов с болезнями системы кровообращения плохая погода нередко провоцирует снижение физической и умственной работоспособности, что отрицательно сказывается на качестве жизни [11, 12].

Именно поэтому всё большее значение приобретает разработка профилактических, в первую очередь немедикаментозных, программ для метеозависимых пациентов [13], что соответствует приоритетным задачам развития медицинской науки в Российской Федерации. При этом ключевым остаётся вопрос объективной оценки эффективности таких программ, особенно у лиц, находящихся на реабилитации или санаторно-курортном лечении.

Цель исследования - оценка эффективности комплексных программ восстановительной коррекции с включением дозированных физических нагрузок у пациентов с повышенной метеочувствительностью и гипертонической болезнью по морфофункциональным показателям и психоэмоциональному состоянию.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Проведено наблюдательное проспективное когортное исследование, в которое вошли 129 пациентов в возрасте 62 [56; 68] лет с повышенной метеочувствительностью, болезнями системы кровообращения и/или факторами риска их развития. Все участники получали 12-дневный курс медицинской реабилитации.

В зависимости от характера реабилитационной программы пациенты были распределены на три группы:

Группа I (основная) — дозированные физические нагрузки в сочетании с аэротерапией на фоне базовой программы медицинской реабилитации;

Группа II (сравнения) — дозированные физические нагрузки на фоне базовой программы;

Группа III (контрольная) — только базовая программа медицинской реабилитации.

Во всех трёх группах реабилитация проводилась на фоне ранее индивидуально подобранной гипотензивной терапии.

Критерии включения: мужчины и женщины 50–75 лет с повышенной метеочувствительностью и гипертонической болезнью и/или факторами риска её развития (курение, дислипидемия, отягощённая наследственность и др.); наличие показаний к санаторно-курортному лечению (Приказ Минздрава России № 1029н от 28 сентября 2020 г.); подписанное информированное согласие.

Критерии исключения: прогностически неблагоприятные нарушения ритма сердца (III класс и выше по Lown); тяжёлая сердечная недостаточность (ХСН II ФК и выше); инфаркт миокарда в анамнезе; острый коронарный синдром, ишемический или геморрагический инсульт в течение 6 месяцев до включения в исследование; неконтролируемая артериальная гипертензия в течение месяца до начала исследования; отсутствие готовности к сотрудничеству, способное повлиять на результаты.

Исследование одобрено Независимым локальным этическим комитетом ФГБУ «НМИЦ РК» Минздрава России (протокол № 4 от 15.04.2021 г.).

Всем участникам до и после курса измеряли параметры гемодинамики (частота сердечных сокращений, систолическое, диастолическое и пульсовое артериальное давление), определяли показатели вариабельности сердечного ритма, а также психоэмоциональное состояние с помощью опросника САН («Самочувствие», «Активность», «Настроение») и анкетирования по выраженности жалоб на самочувствие.

Для статистической обработки результатов были использованы методы биомедицинской статистики. Проверку выборок на нормальность распределения проводили по критерию Колмогорова-Смирнова. Количественные данные анализировали непараметрическими методами; средние значения представлены в виде Me [Q₂₅; Q₇₅]. Для сравнения зависимых групп применяли критерий Вилкоксона, для независимых — критерий Манна-Уитни. Различия считали статистически значимыми при $p < 0,05$.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

В результате проведенного обследования пациентов, был проведен анализ гемодинамических характеристик кровотока у пациентов, получавших разные лечебно-оздоровительные комплексы, представлены в таблице 1.

Таблица 1. Изменения показателей гемодинамики до и после курса лечения у пациентов, получавших разные программы реабилитации, Me (Q₂₅; Q₇₅).

Показатели	Группа наблюдения I		Группа сравнения II		Контрольная группа III	
	до начала лечения	после лечения	до начала лечения	после лечения	до начала лечения	после лечения
Уровень насыщения крови кислородом (SpO ₂), %	95 [93; 95]	97 [95; 98]	95 [94; 95]	96 [95; 98]	94 [94; 95]	95 [94; 97]
Артериальное давление систолическое	137 [128; 142]	126 [124; 133]**	139 [127; 142]	128 [125; 136]*	139 [129; 143]	130 [128; 137]*

(АДс), мм. рт. ст.						
Артериальное давление диастолическое (АДд), мм. рт. ст.	87 [83; 91]	84 [81; 87]	88 [83; 90]	84 [79; 89]	87 [84; 89]	85 [80; 88]
Артериальное давление пульсовое (АДп), мм. рт. ст.	64 [52; 67]	49 [44; 57]***	63 [54; 65]	50 [43; 56]	64 [53; 59]	51 [46; 57]
Частота сердечных сокращений, уд/мин	95 [87; 99]	84 [81; 89]***	95 [86; 100]	85 [82; 90]	94 [87; 99]	85 [83; 94]
Сердечный индекс (СИ), л/мин*м ²	2,8 [2,3; 3,6]	3,8 [3,2; 4]	2,75 [2,35; 3,8]	3,7 [3; 4]	2,77 [2,27; 3,77]	3,71 [3,1; 4,2]
Вегетативный индекс Кердо (ИК), %	7 [4; 9]	2 [2,1; 4]	8 [4,5; 9]	3 [2; 5]	7,5 [5,8; 8]	3 [2,4; 5]

Примечание: Анализ различий до и после окончания лечебно-оздоровительного комплекса произведен по критерию Вилкоксона * – $p < 0,05$. Анализ межгрупповых различий выполнен по критерию Манна-Уитни ** – $p < 0,05$.

Как следует из таблицы 2, во всех группах наблюдалась положительная динамика гемодинамических показателей. Систолическое артериальное давление после курса реабилитации снизилось: в группе I — с 137 [128; 142] до 126 [124; 133] мм рт. ст. ($p < 0,05$ по критерию Вилкоксона); в группе II — с 139 [127; 142] до 128 [125; 136] мм рт. ст. ($p < 0,05$); в группе III — с 139 [129; 143] до 130 [128; 137] мм рт. ст. ($p < 0,05$).

Статистически значимые сдвиги по другим параметрам зафиксированы исключительно в группе, получавшей физическую нагрузку в сочетании с аэротерапией: пульсовое давление снизилось с 64 [52; 67] до 49 [44; 57] мм рт. ст. ($p < 0,05$), частота сердечных сокращений — с 95 [87; 99] до 84 [81; 89] уд./мин ($p < 0,05$). По этим же показателям группа I достоверно отличалась от группы III, получавшей только базовую программу ($p < 0,05$ по критерию Манна-Уитни).

Во всех группах отмечено повышение насыщения крови кислородом в среднем на 2 %, 1 % и 1 % (группы I, II и III соответственно), прирост сердечного индекса на 1,0; 0,95 и 0,94 л/мин·м² с достижением нормативных значений, а также снижение вегетативного индекса Кердо на 5,0; 5,0 и 4,5 % соответственно.

В таблице 2 приведены результаты анализа временных и частотных показателей variability сердечного ритма, а также расчётные индекс напряжения (ИН) и показатель активности регуляторных систем (ПАРС).

Таблица 2. Динамика показателей variability сердечного ритма до и после курса лечения у пациентов, получавших разные программы реабилитации, Ме (Q₂₅; Q₇₅).

Показатели	Группа наблюдения I		Группа сравнения II		Контрольная группа III	
	до начала лечения	после лечения	до начала лечения	после лечения	до начала лечения	после лечения
RMSSD, мс	27 [23; 34]	36 [29; 41]***	26 [24; 36]	38 [29; 42]	30 [27; 38]	35 [28; 40]
SDNN, мс	69 [53; 92]	140 [100; 157]*	68 [52; 90]	140 [95; 150]	69 [54; 91]	131 [87; 144]
LF (Low Frequency), мс ²	1620 [1350; 2120]	1390 [1170; 1570]***	1480 [1320; 2140]	1480 [1315; 1530]	1595 [1337; 2100]	1487 [1320; 1600]
HF (High Frequency), мс ²	900 [810; 1050]	970 [830; 990]	917 [825; 1000]	960 [820; 970]	916 [810; 1030]	950 [800; 945]
LF/ HF	2,9 [2,4; 3,05]	1,54 [1,3; 1,71]	2,9 [2,35; 3,1]	1,67 [1,4; 1,77]	2,87 [2,4; 3,1]	1,7 [1,49; 1,82]
Индекс напряжения регуляторов систем (ИН), баллы	450 [268; 880]	257 [177; 270]***	447 [277; 870]	355 [205; 367]	445 [269; 870]	369 [230; 400]
Показатель активности регуляторных систем (ПАРС), усл. ед.	7 [5; 8]	4 [3; 5]***	7 [6; 8]	5 [4; 6]	7 [5; 8]	6 [4; 7]

Примечание: Анализ различий до и после окончания лечебно-оздоровительного комплекса произведен по критерию Вилкоксона * – $p < 0,05$. Анализ межгрупповых различий выполнен по критерию Манна-Уитни ** – $p < 0,05$.

Согласно данным таблицы 3, во всех группах после лечения наблюдается рост показателей variability сердечного ритма, отражающий активизацию парасимпатического звена вегетативной регуляции кровообращения. Однако статистически значимые изменения по критерию Вилкоксона зафиксированы только в группе I, получавшей дозированные физические нагрузки в сочетании с аэротерапией: RMSSD вырос в среднем на 25 % ($p < 0,05$), SDNN — на 51 % ($p < 0,05$). Кроме того, отмечено снижение мощности низкочастотной составляющей спектра (LF): на 17 % в группе I ($p < 0,05$) и на 7 % в группе III; увеличение высокочастотной составляющей (HF — дыхательных волн) во всех группах оказалось недостоверным. После лечения отношение медленных волн первого порядка к дыхательным (LF/HF) уменьшилось в группах I, II и III в 1,9; 1,7 и 1,7 раза соответственно, что соответствует нормальному вегетативному балансу ($1,5 \leq LF/HF < 2,5$).

В группе, получавшей физическую нагрузку в сочетании с аэротерапией на фоне базовой программы, индекс напряжения достоверно снизился до 257 [177; 270] ($p < 0,05$ по критерию Вилкоксона), перейдя из выраженного в умеренное напряжение регуляторных систем ($150 \leq ИН < 300$). Показатель активности регуляторных систем (ПАРС) уменьшился в 1,8 раза.

Комплексная программа с дозированными физическими нагрузками и аэротерапией (группа I) продемонстрировала более высокую эффективность по сравнению с одной лишь базовой программой (группа III) по временным показателям (RMSSD, SDNN), низкочастотной составляющей спектра (LF), ИН и ПАРС ($p < 0,05$ по критерию Манна-Уитни).

Психоэмоциональное состояние пациентов оценивали с помощью опросника САН и интегрального показателя самооценки здоровья до и после различных программ реабилитации (табл. 3).

Таблица 3. Динамика психоэмоционального состояния пациентов до и после получения разных программ медицинской реабилитации, Ме (Q_{25} ; Q_{75}).

Показатели	Группа наблюдения I		Группа сравнения II		Контрольная группа III	
	до начала лечения	после лечения	до начала лечения	после лечения	до начала лечения	после лечения
Интегральный показатель самооценки здоровья, усл. ед.	0,92 [0,68; 3,2]	5,9 [2,15; 7,3]*.***	0,8 [0,69; 3,1]	2,71 [1; 3,8]	0,9 [0,7; 3,3]	2,65 [1; 3,7]
Самочувствие, баллы	3,6 [2,71; 4,1]	4,4 [3,2; 6,1]*.***	3,54 [2,69; 4,2]	3,87 [3,1; 5,1]*	3,55 [2,7; 4]	3,7 [3,2; 5,2]*
Активность, баллы	3,3 [2,9; 4,1]	4 [3,6; 4,8]	3,41 [2,83; 4]	3,75 [3,46; 4,61]	3,4 [2,9; 4]	3,6 [3,4; 4,5]
Настроение, баллы	3,65 [2,9; 3,95]	4,3 [3,8; 4,7]	3,6 [2,87; 4]	4,2 [3,65; 4,47]	3,6 [2,91; 3,9]	4,2 [3,6; 4,4]

Примечание: Анализ различий до и после окончания лечебно-оздоровительного комплекса произведен по критерию Вилкоксона * — $p < 0,05$. Анализ межгрупповых различий выполнен по критерию Манна-Уитни ** — $p < 0,05$.

По данным субъективной оценки (таблица 3), во всех группах после реабилитации показатели психоэмоционального состояния улучшились. Самочувствие выросло в среднем на 22,2 % ($p < 0,05$), 9,3 % ($p < 0,05$) и 4,2 % ($p < 0,05$); активность — на 21,2 %, 10,0 % и 5,9 %; настроение — на 17,8 %, 16,7 % и 16,7 % в группах I, II и III соответственно. Интегральный показатель самооценки здоровья увеличился в среднем в 6,4 раза ($p < 0,05$), 3,4 и 2,9 раза в I, II и III группах соответственно.

Интегральный показатель самооценки здоровья и показатель самочувствия по тесту САН в группе I после лечения достоверно превышали аналогичные значения в группе III ($p < 0,05$ по критерию Манна-Уитни). Самочувствие, активность и настроение в группе I превысили 4 балла, что свидетельствует о благоприятном состоянии пациентов, получавших физическую нагрузку в сочетании с аэротерапией.

Обсуждая полученные результаты, следует подчеркнуть, что физическая активность — важнейшая составляющая общего здоровья, и её значимость возрастает на фоне роста распространённости заболеваний, для которых гиподинамия выступает фактором риска: ожирения, диабета, сердечно-сосудистых и онкологических заболеваний.

Терапевтический эффект физических упражнений при сердечно-сосудистой патологии известен давно. В современной литературе рассматриваются разнообразные комплексы лечебной физкультуры, применяемые на разных этапах реабилитации и санаторно-курортного лечения [13]. Вместе с тем каждый из них имеет свои преимущества и ограничения для восстановления и улучшения функционального состояния организма.

В настоящем исследовании мы оценили динамику антропометрических, гемодинамических, функциональных и психоэмоциональных показателей у пациентов трёх групп, проходивших реабилитацию с разными видами физических нагрузок [15]. В исследовании участвовали пациенты с повышенной метеочувствительностью и гипертонической болезнью либо риском её развития.

Сравнительный анализ антропометрии и состава тела до и после комплексных программ не выявил статистически значимых изменений ни в одной из трёх групп. Тем не менее по окончании лечения наметились

тенденции к снижению индекса массы тела, индекса ОТ/ОБ и жировой массы, а также к приросту активной клеточной массы (табл. 1); наиболее заметно это проявилось в группе, получавшей дозированные физические нагрузки в сочетании с аэротерапией. Отсутствие достоверных различий, вероятно, объясняется относительно непродолжительным сроком реабилитации и лечебно-оздоровительных мероприятий.

В то же время анализ гемодинамики выявил положительные сдвиги во всех трёх группах: среднее снижение систолического артериального давления составило 8 % ($p < 0,05$), 7,9 % ($p < 0,05$) и 6,5 % ($p < 0,05$) в группах I, II и III соответственно (табл. 2). Очевидно, что применяемые программы благоприятно влияют на насыщение крови кислородом.

Вместе с тем только в группе, получавшей дозированные физические нагрузки в сочетании с аэротерапией на фоне базовой программы (группа I), зафиксировано статистически значимое снижение пульсового артериального давления — в среднем до 49 [44; 57] мм рт. ст. (на 23 %; $p < 0,05$) — и частоты сердечных сокращений — до 84 [81; 89] уд./мин (на 11 %; $p < 0,05$). Улучшение гемодинамических показателей свидетельствует о повышении функциональных резервов сердечно-сосудистой системы [14]. По сравнению с динамикой физических параметров тела (вес, ИМТ, жировая масса и др.) изменения периферической гемодинамики более выражены, что объясняется их оперативным реагированием на различные воздействия.

Известно, что одним из звеньев патогенеза гипертонической болезни является активация β -адренергической системы и гиперсекреция катехоламинов, стимулирующих силу и частоту сердечных сокращений и оказывающих прессорное действие на периферические сосуды. Положительные изменения вариабельности сердечного ритма (ВСР) отмечены во всех группах, однако статистически значимыми они были только в группе I, получавшей дозированные физические нагрузки в сочетании с аэротерапией на фоне базовой программы (табл. 3). У этих пациентов после курса лечения как по временным, так и по частотным показателям выявлена достоверная активация парасимпатического звена вегетативной регуляции кровообращения и усиление влияния дыхания на ритм сердца, что подтверждается снижением АДс, АДп, ЧСС и расчётного вегетативного индекса Кердо. Кроме того, выраженное напряжение регуляторных систем по показателям ИН и ПАРС у пациентов этой группы снизилось до умеренного, а значит, повысились адаптационные возможности организма при воздействии различных факторов, включая изменения климато-погодных условий.

Улучшение психоэмоционального состояния пациентов (табл. 4) подтверждает известный факт: физические нагрузки разносторонне влияют на психические функции, настроение, самочувствие и активность, приводя их в активное и устойчивое состояние.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ. Проведённое исследование обосновало эффективность программы медицинской реабилитации, включающей дозированные физические нагрузки и процедуры аэротерапии на фоне базовой программы, у пациентов с повышенной метеочувствительностью и риском развития хронических неинфекционных заболеваний. Такая программа оптимизирует регуляторные механизмы и восстанавливает функциональное состояние сердечно-сосудистой системы и организма в целом. Установлено, что по окончании курса у пациентов возрастают функциональные резервы сердечно-сосудистой системы и адаптационные возможности организма к изменениям окружающей среды, о чём свидетельствуют снижение частоты сердечных сокращений, нормализация ПАРС и индекса напряжения регуляторных систем, а также улучшение психоэмоционального состояния.

Показано, что система кровообращения обладает высокой реактивностью и одной из первых включается в адаптационные перестройки функционального состояния организма, регулятором которых выступает нейрогуморальная система. Поэтому наиболее информативными для оценки эффективности программ медицинской реабилитации являются показатели периферической гемодинамики и вариабельности сердечного ритма.

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES:

1. Салтыкова М.М., Бобровницкий И.П., Яковлев М.Ю., Банченко А.Д., Нагорнев С.Н. Новый подход к анализу влияния погодных условий на организм человека // Гигиена и санитария. 2018. Т. 97. № 11. С. 1038-1042.
2. Яковлев М.Ю., Рахманин Ю.А., Бобровницкий И.П. Экологически обусловленные заболевания, вызванные изменением метеорологических факторов: диагностика и пути противодействия // Метеорология и гидрология. 2024. № 2. С. 59-69.
3. Gudkov A. B., Popova O. N., and Lukmanova N. B. Ecological-physiological characteristic of northern climatic factors. *Literatura review*. - Human Ecology, 2012, No. 1, pp. 12-17.
4. Лян Н.А., Уянаева А.И., Рассулова М.А., Тупицына Ю.Ю., Иванова И.И., Калиновская И.И. Метеопатические реакции и их профилактика у детей с бронхиальной астмой в московском регионе: проспективное когортное исследование пациентов с повышенной метеочувствительностью // Вестник восстановительной медицины. 2022. Т. 21. № 4. С. 97-105. DOI: 10.38025/2078-1962-2022-21-4-97-105.
5. Хаснулин В. И., Гафаров В. В., Воевода М. И. и др. Влияние метеорологических факторов в различные сезоны года на частоту возникновения осложнений гипертонической болезни у жителей Новосибирска. - Экология человека, 2015, № 7, с. 3-8.
6. Кисляк О.А., Касатова Т.Б., Постникова С.Л. Коррекция симптомов метеочувствительности у пациентов с артериальной гипертензией // Терапия. 2018. №6. С. 111-120. DOI: 10.18565/therapy.2018.6.111-120.

7. Яковлев М.Ю., Нагорнев С.Н., Уянаева А.И., Лебедева О.Д., Бобровницкий И.П., Рахманин Ю.А. Изучение взаимосвязи влияния погодных условий и развития обострений заболеваний системы кровообращения // Вопросы курортологии, физиотерапии и лечебной физической культуры. 2017. Т. 94. № S2. С. 164.
8. Tian Z, Li S, Zhang J, Guo Y. The characteristic of heat wave effects on coronary heart disease mortality in Beijing, China: a time series study // PLoS One. 2013. Vol. 8. Is. 9. P. e77321. DOI: 10.1371/journal.pone.0077321.
9. Abrignani MG, Lombardo A, Braschi A, Renda N, Abrignani V. Climatic influences on cardiovascular diseases // World journal of cardiology. 2022. Vol. 14. Is. 3. P. 152-169. DOI: 10.4330/wjcv.v14.i3.152.
10. Уянаева А.И., Тулицына Ю.Ю., Рассулова М.А., Турова Е.А., Львова Н.В., Айрапетова Н.С. Влияние климатических и погодных условий на механизмы формирования повышенной метеочувствительности (обзор литературы) // Вопросы курортологии, физиотерапии и лечебной физкультуры. 2016. Т. 93. №5. С. 52-57. DOI: 10.17116/kurort2016552-57.
11. Martinaituene D., Rauskauskienė N. Weather-related subjective well-being in patients with coronary artery disease // International journal of biometeorology. 2021. Vol. 65. Is. 8. P. 1299-1312. DOI: 10.1007/s00484-020-01942-99
12. Водолажская М.Г., Водолажский Г.И., Найманова М.Д., Рослый И.М. Влияние геофизических факторов на параметры электроэнцефалограммы человека // Биофизика. 2010. Т. 55. № 3. С. 544-51.
13. Водолажская, М. Г. Метеочувствительность здоровых взрослых людей в зависимости от эмоционального статуса /М. Г. Водолажская, Г. И. Водолажский // В сборнике: Материалы Международной научной конференции "Биосфера и человек". - 2019. - С. 326-328.
14. Груздева А.Ю., Салтыкова М.М., Бобровницкий И.П., Шопина О.В. Влияние динамики метеорологических факторов на обострение болезней системы кровообращения // В книге: Материалы I Национального конгресса с международным участием по экологии человека, гигиене и медицине окружающей среды "Сысинские чтения - 2020". Сборник тезисов. Москва, 2020. С. 97-101.
15. Пелишенко Т.Г., Нагорнев С.Н., Круглова Л.С. Применение международной классификации функционирования, ограничения жизнедеятельности и здоровья для оценки эффективности реабилитации пациентов с полипозным риносинуситом, ассоциированным с бронхиальной астмой. Russian Journal of Environmental and Rehabilitation Medicine. 2024;2: 35-45.

EFFICACY OF THERAPEUTIC PHYSICAL ACTIVITY PROGRAMS FOR PATIENTS WITH HIGH WEATHER SENSITIVITY AND RISK OF CHRONIC NON-COMMUNICABLE DISEASES

B.Yu. Abramova³, A.A. Mikhailova, M.Yu. Yakovlev¹², E.A. Guryanova⁴, E.A. Shashina²

¹ National Medical Research Center for Rehabilitation and Balneology, Ministry of Health of Russia, Moscow

² I.M. Sechenov First Moscow State Medical University, Ministry of Health of Russia (Sechenov University), Moscow

³ Ecology, Health, and Human Quality of Life Foundation, Moscow

⁴ Institute for Advanced Medical Studies (State Autonomous Institution of Additional Professional Education), Cheboksary

ABSTRACT.

Introduction. The prevalence of chronic noncommunicable diseases associated with increased meteosensitivity is steadily growing. The development of comprehensive rehabilitation correction programs and objective assessment of their efficacy are priority tasks of balneology and regenerative medicine.

Aim. To evaluate the efficacy of comprehensive rehabilitation correction programs including dosed physical activity in patients with increased meteosensitivity and hypertension by morphofunctional parameters and psychoemotional state.

Material and methods. An observational prospective cohort study was conducted involving 129 patients aged 62 [56; 68] years who underwent a 12-day rehabilitation course. Depending on the dosed physical activity program, patients were divided into three groups: I — dosed physical activity combined with aerotherapy against the background of the basic program; II — dosed physical activity against the background of the basic program; III (control) — basic program only. Before and after the course, anthropometric parameters, peripheral hemodynamic parameters, heart rate variability (HRV) and psychoemotional state (SAN questionnaire) were assessed.

Results. At the end of the course, a trend toward a decrease in body weight, fat mass and an increase in active cell mass was noted, most pronounced in group I. In group I, a significant decrease in pulse blood pressure by 23 % ($p < 0.05$) and heart rate by 11 % ($p < 0.05$) was recorded. Systolic blood pressure significantly decreased in all groups. Statistically significant positive dynamics of HRV indices (RMSSD, SDNN, LF, IN, PARS) was revealed only in group I ($p < 0.05$ by Wilcoxon test; $p < 0.05$ by Mann-Whitney test in intergroup comparison with group III).

Conclusion. The medical rehabilitation program including dosed physical activity and aerotherapy against the background of the basic program is effective in patients with increased meteosensitivity and chronic noncommunicable diseases: regulatory mechanisms are optimized, functional reserves of the cardiovascular system and adaptive capabilities of the organism are increased.

Keywords: physical activity, meteosensitivity, hypertension, hemodynamics, heart rate variability, functional state.

УДК 579.63

**МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ К ОЦЕНКЕ РЕЗИСТЕНТНОСТИ БАКТЕРИЙ
К ДЕЙСТВУЮЩИМ ВЕЩЕСТВАМ ДЕЗСРЕДСТВ**

Слободянюк Я.П.¹, Романова С.В.¹, Иванов Д.В.¹, Вершинин В.В.¹, Субботина Т.И.¹, Казакова А.В.¹,
Волков М.С.¹, Кравченко Е.С.¹, Назарова З.Е.¹, Панькова М.Н.¹, Новожилов К.А.¹, Грицюк О.В.¹,
Загайнова А.В.^{1*}, Юдин С.М.¹

Федеральное государственное бюджетное учреждение «Центр стратегического планирования и управления
медико-биологическими рисками здоровью» Федерального медико-биологического агентства, 119121,
Москва, Россия

РЕЗЮМЕ Мониторинг чувствительности госпитальных патогенов группы ESKAPE к дезинфицирующим средствам (ДС) и антисептикам критически важен для эффективной профилактики инфекций, связанных с оказанием медицинской помощи (ИСМП). Существующие методологические подходы (суспензионный метод и метод серийных микроразведений) имеют различные параметры, что влияет на оценку эффективности ДС.

Цель исследования — сравнительное изучение чувствительности и устойчивости клинически значимых штаммов микроорганизмов к основным классам действующих веществ (ДВ) ДС с использованием суспензионного метода и метода серийных микроразведений, а также оценка структуры резистентности в сформированной коллекции изолятов.

Материалы и методы. Исследовано 442 клинических изолята, отобранных по критериям резистентности к антимикробным препаратам. Оценена чувствительность к четырем ДВ: АДБАХ (ЧАС), изопропиловому спирту, перекиси водорода и глutarовому альдегиду. Использованы суспензионный метод (ГОСТ Р 59072-2020) и метод микроразведений (ГОСТ Р ИСО 20776-1-2022) с определением МПК и МБК. Проведена сравнительная оценка сходимости методов и структуры резистентности.

Результаты. В коллекции преобладали грамотрицательные микроорганизмы (74,9%), ключевые патогены: *K. pneumoniae* (29,2%), *E. coli* (20,1%), *S. aureus* (16,1%). Выявлены критические расхождения в результатах оценки эффективности ДВ между методами, обусловленные физико-химическими свойствами ДВ и «эффектом инокулята». Наименьшая сходимость (72,7%) зафиксирована для летучего изопропилового спирта. Наибольший уровень устойчивости выявлен к глutarовому альдегиду (61,8%), наименьший — к перекиси водорода (0,2%). Установлены минимальные эффективные концентрации (МЭК) для всех шести штаммов ESKAPE: глutarовый альдегид — 0,20%, изопропиловый спирт — 45,0%, перекись водорода — 4,00%, АДБАХ — 0,30%.

Заключение. Модифицированный метод микроразведений является чувствительным инструментом для выявления скрытой толерантности (особенно *E. faecium*), но ограничен для летучих веществ. Суспензионный метод более строг и учитывает популяционные механизмы защиты. Обоснована необходимость двухэтапного подхода: скрининг микрометодом с верификацией критических концентраций суспензионным макрометодом. Выявленный высокий уровень устойчивости к глutarовому альдегиду диктует необходимость пересмотра дезинфекционных протоколов.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: биоциды, дезинфицирующие средства, антисептики, ESKAPE, суспензионный метод, метод микроразведений, МПК, МБК, антимикробная резистентность, АДБАХ, глutarовый альдегид.

ВВЕДЕНИЕ. Устойчивость микроорганизмов к антимикробным средствам (АМР) представляет собой глобальную угрозу общественному здоровью, приводя к снижению эффективности терапии, увеличению заболеваемости и смертности, а также к значительным экономическим потерям [1, 2]. По данным ВОЗ, к 2050 году АМР может стать причиной до 10 млн смертей ежегодно [3, 4]. В Российской Федерации

* Адрес для переписки: Загайнова Анжелика Владимировна, e-mail: azagainova@cspfmba.ru

Цитирование. Слободянюк Я.П., Романова С.В., Иванов Д.В., Вершинин В.В., Субботина Т.И., Казакова А.В., Волков М.С., Кравченко Е.С., Назарова З.Е., Панькова М.Н., Новожилов К.А., Грицюк О.В., Загайнова А.В., Юдин С.М. Методологические подходы к оценке резистентности бактерий к действующим веществам дезсредств. Russian Journal of Environmental and Rehabilitation Medicine. 2026. 3:10-17.

Citation Slobodyanyuk Ya.P., Romanova S.V., Ivanov D.V., Vershinin V.V., Subbotina T.I., Kazakova A.V., Volkov M.A., Kravchenko E.S., Nazarova Z.E., Pankova M.N., Novozhilov K.A., Gritsyuk O.V., Zagajnova A.V.*, Yudin S.M. Methodological approaches to assessing bacterial resistance to active substances of disinfection products. Russian Journal of Environmental and Rehabilitation Medicine. 2026. 3: 10-17.

данная проблема находится в центре внимания государственной политики, что отражено в «Стратегии предупреждения распространения антимикробной резистентности в Российской Федерации на период до 2030 года» [5].

В структуре госпитальных инфекций доминируют микроорганизмы группы ESKAPE (*Enterococcus faecium*, *Staphylococcus aureus*, *Klebsiella pneumoniae*, *Acinetobacter baumannii*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Escherichia coli*), которые способны быстро приобретать резистентность к широкому спектру антибиотиков [6]. Однако проблема устойчивости не ограничивается антибактериальными препаратами. Все больше данных свидетельствуют о формировании резистентности госпитальных штаммов к дезинфицирующим средствам (ДС) и антисептикам — биоцидам, которые являются основой неспецифической профилактики ИСМП.

Дезинфицирующие средства обладают мультимишенным действием, поражая клеточную мембрану, белки и генетический аппарат микроорганизмов [7]. Тем не менее, бактерии выработали механизмы защиты, такие как активный эффлюкс (например, системы *qacA/B* у *S. aureus*), модификация внешней мембраны у грамотрицательных бактерий, образование биопленок, а также активация ферментативных систем (например, каталаз для инактивации перекиси водорода) [8, 9]. Это создает предпосылки для формирования перекрестной устойчивости как к биоцидам, так и к терапевтическим антибиотикам, что требует прецизионного лабораторного контроля.

Критически важным является методологический аспект оценки эффективности ДС. В мировой и российской практике используются два основных подхода: классический суспензионный метод (макрометод) и метод серийных микроразведений (микрометод). Первый, регламентированный ГОСТ Р 59072-2020, оперирует макрообъемами (5,0 мл) и высокой плотностью клеток ($1-2 \times 10^9$ КОЕ/мл). Второй, основанный на ГОСТ Р ИСО 20776-1-2022, является высокопроизводительным и экономичным, но использует микрообъемы (0,11 мл) и низкую клеточную нагрузку (5×10^5 КОЕ/мл) [10, 11].

Цель настоящего исследования — на основе сопряженного анализа результатов, полученных суспензионным методом и методом серийных микроразведений, оценить реальный профиль чувствительности клинически значимых изолятов к основным классам ДВ, выявить методологические расхождения, охарактеризовать структуру резистентности в селективной коллекции и обосновать практические рекомендации по оптимизации лабораторного контроля и дезинфекционных протоколов.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Сбор биологического материала и формирование коллекции. Работа выполнена на базе ФГБУ «ЦСП» ФМБА России. Сбор изолятов проводился в медицинских организациях и научно-исследовательских центрах ФМБА России из 7 регионов в период с 2025 по 2026 год в рамках выполнения ПНИР «Резистентность 25-26». Критерием включения в коллекцию являлась множественная устойчивость к антибактериальным средствам, выявленная в локальных лабораториях. Всего отобрано 442 уникальных изолята от разных пациентов.

Микроорганизмы. В исследование включены грамотрицательные ($n=331$, 74,9%) и грамположительные ($n=111$, 25,1%) микроорганизмы. Основу выборки составили патогены группы ESKAPE: *K. pneumoniae* ($n=129$), *E. coli* ($n=89$), *S. aureus* ($n=71$), *A. baumannii* ($n=53$), *P. aeruginosa* ($n=42$). Штаммы идентифицированы с использованием MALDI-TOF масс-спектрометрии.

Действующие вещества. Исследованы четыре класса ДВ, наиболее часто используемых в медицинских организациях ФМБА России: четвертичные аммониевые соединения (ЧАС) — алкилдиметилбензиламмоний хлорид (АДБАХ); алифатический спирт — изопропиловый спирт; кислородоактивное соединение — перекись водорода; альдегид — глутаровый альдегид. Концентрации ДВ подбирали на основе референтных значений для тест-штаммов и анализа инструкций по применению (табл. 1).

Таблица 1 — Диапазоны исследуемых концентраций действующих веществ

Действующее вещество	Диапазон концентраций, %	Экспозиция, мин
АДБАХ (ЧАС)	0,2; 0,3	15
Изопропиловый спирт	30,0; 40,0; 45,0	15
Перекись водорода	2,0; 3,0; 4,0	15
Глутаровый альдегид	0,05; 0,08; 0,1; 0,2	15

Микробиологические методы исследования. Оценка чувствительности к ДВ проведена двумя методами.

1. Суспензионный макрометод (ГОСТ Р 59072-2020) [10]. Рабочую суспензию бактерий готовили с плотностью 3-4 единицы по МакФарланду ($1-2 \times 10^9$ КОЕ/мл). В пробирки с 4,5 мл рабочего раствора ДВ вносили 0,5 мл бактериальной взвеси. После экспозиции (15 минут) действие ДВ нейтрализовали

добавлением 5,0 мл универсального нейтрализатора (Твин-80, лецитин, тиосульфат натрия, пиросульфит натрия). Из реакционной смеси выполняли высев по 0,1 мл на 5 чашек Петри с плотной средой. Эффективность оценивали по логарифмической редукции титра (R , lg). Критерий эффективности: $R \geq 5 \lg$ (инактивация $\geq 99,999\%$).

2. Метод серийных микроразведений (ГОСТ Р ИСО 20776-1-2022) [11] с модификациями. Исследование проводили в 96-луночных планшетах. В лунки вносили 50 мкл питательного бульона Мюллера-Хинтон с интегрированным универсальным нейтрализатором, затем 50 мкл раствора ДВ с последующими двукратными разведениями. Инокулят стандартизовали до 0,5 McF ($1-2 \times 10^8$ КОЕ/мл), затем разводили в 100 раз, и вносили по 10 мкл в лунку (конечная концентрация 5×10^5 КОЕ/мл). После инкубации (24 ч, 37°C) определяли МПК визуально. Для определения МБК из всех лунок высевали по 100 мкл на чашки Петри. Критерий эффективности для МБК: $R \geq 3 \lg$ (гибель $\geq 99,9\%$).

Статистический анализ. Для оценки сходимости методов рассчитывали интегральный индекс сопоставимости ($K_{\text{совп}}$, %) как долю совпадающих вердиктов («Эффективно»/«Неэффективно») от общего числа парных испытаний. Анализ структуры резистентности проведен с расчетом доли устойчивых (R) штаммов к каждому ДВ. Для всех тестов уровень значимости $p < 0,05$.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Стандартизация инокулята: видоспецифичность оптической плотности.

На первом этапе была проведена экспериментальная калибровка зависимости между оптической плотностью (по шкале МакФарланда) и фактической концентрацией жизнеспособных клеток (табл. 2). Установлено, что теоретический эталон ($1,0 \text{ McF} \approx 3,0 \times 10^8$ КОЕ/мл) не выполняется для исследованных штаммов. Фактический титр клеток при $1,0 \text{ McF}$ варьировал от $0,38 \times 10^8$ КОЕ/мл (*K. pneumoniae*) до $0,85 \times 10^8$ КОЕ/мл (*S. aureus*). Наиболее стабильная линейная зависимость зафиксирована для *E. coli*, экстремальная вариабельность — для капсульных штаммов (*K. pneumoniae*) и культур, склонных к агрегации (*S. aureus*, *E. faecium*). Это потребовало индивидуальной калибровки для каждого штамма и обязательной верификации титра прямым высеvom.

Таблица 2 — Сравнение фактической концентрации бактерий ($\times 10^8$ КОЕ/мл) при $1,0 \text{ McF}$

Вид микроорганизма	Средняя концентрация при $1,0 \text{ McF}$ ($\times 10^8$ КОЕ/мл)	Теоретический эталон
<i>S. aureus</i>	0,85	3,0
<i>K. pneumoniae</i>	0,38	3,0
<i>E. coli</i>	0,47	3,0
<i>P. aeruginosa</i>	0,73	3,0
<i>E. faecium</i>	0,53	3,0
<i>S. enteritidis</i>	0,51	3,0

Сравнительная оценка методов (индекс сходимости).

Проведен анализ сопоставимости результатов двух методов для четырех ДВ (табл. 3).

Таблица 3 — Интегральный показатель сопоставимости методов

Действующее вещество	Количество парных испытаний	Совпадающих результатов	Индекс сходимости, %
Глутаровый альдегид	24	22	91,7%
Изопропиловый спирт	11	8	72,7%

Действующее вещество	Количество парных испытаний	Совпадающих результатов	Индекс сходимости, %
Перекись водорода	18	16	88,9%
АДБАХ (ЧАС)	12	10	83,3%

Наивысшая сходимость (91,7%) зафиксирована для глутарового альдегида, что указывает на высокую аналитическую надежность микрометода для нелетучих соединений. Наименьшая сходимость (72,7%) — для летучего изопропилового спирта. Расхождения обусловлены десорбцией спирта из микролунок в процессе длительной инкубации, что приводит к завышению резистентности в микрометоде.

Сравнительный анализ бактерицидной активности биоцидов.

Глутаровый альдегид. Для большинства штаммов (*E. coli*, *A. baumannii*, *P. aeruginosa*, *S. aureus*) минимальная эффективная концентрация (МЭК) составила 0,08%. Для *K. pneumoniae* — 0,10%. Критическое расхождение выявлено для *E. faecium*: суспензионный метод показал гибель при 0,08%, тогда как микрометод выявил сохранение роста при 0,08% и 0,10%. Это обусловлено способностью энтерококков образовывать цепочки и конгломераты, а также более мягкими условиями культивирования в бульоне, позволяющими клеткам-персистерам регенерировать. Гарантированная концентрация против всей панели ESKAPE — **0,20%**.

Изопропиловый спирт. *A. baumannii* и *P. aeruginosa* были чувствительны к 30,0%. *S. aureus* требовал 40,0%. *E. faecium* был наиболее устойчив и требовал 45,0%. Критические межметодические расхождения зафиксированы для *E. coli* и *K. pneumoniae* при 30,0% и 40,0%, где суспензионный метод регистрировал гибель, а микрометод — рост, что связано с летучестью спирта. Гарантированная концентрация против всей панели ESKAPE — **45,0%**.

Перекись водорода. Большинство штаммов были высокочувствительны к 2,0-3,0%. Критическое расхождение выявлено для *E. faecium*: суспензионный метод показал устойчивость к 2,0% и 3,0% (высокий уровень ферментативной защиты при плотном инокуляте), тогда как микрометод зафиксировал гибель. Гарантированная концентрация против всей панели ESKAPE — **4,0%**.

АДБАХ (ЧАС). *A. baumannii*, *P. aeruginosa* и *S. aureus* были чувствительны к 0,2%. *K. pneumoniae* требовал 0,3% (капсульный фенотип). Расхождения зафиксированы для *E. coli* и *E. faecium* при 0,2% из-за сорбционного экранирования биоцида плотной бактериальной массой в макрообъеме. Гарантированная концентрация против всей панели ESKAPE — **0,3%**.

Структура резистентности в коллекции изолятов.

Проведен скрининг 442 клинических штаммов (табл. 4).

Таблица 4 — Распределение микроорганизмов в выборке

Вид микроорганизма	Количество штаммов	Доля, %
<i>Klebsiella pneumoniae</i>	129	29,2
<i>Escherichia coli</i>	89	20,1
<i>Staphylococcus aureus</i>	71	16,1
<i>Acinetobacter baumannii</i>	53	12,0
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	42	9,5
<i>Enterococcus faecalis</i>	19	4,3
<i>Enterococcus faecium</i>	14	3,2
<i>Proteus mirabilis</i> и другие	25	5,7
Итого	442	100

Преобладают грамотрицательные бактерии — 331 (74,9%). Анализ устойчивости к ДВ (табл. 5).

Таблица 5 — Устойчивость (R) штаммов к дезинфицирующим средствам

Дезинфицирующее средство	Устойчивые штаммы (R), n	Доля устойчивых, %
АДБАХ (ЧАС)	23	5,2
Изопропиловый спирт	103	23,3
Перекись водорода	1	0,2
Глутаровый альдегид	273	61,8

Наибольшую эффективность демонстрирует перекись водорода (устойчивость лишь 0,2%). Наибольшую проблему представляет глутаровый альдегид, к которому устойчиво более 61% изолятов. Данные свидетельствуют о высоком уровне резистентности среди приоритетных патогенов (табл. 6).

Таблица 6 — Устойчивость приоритетных патогенов к ДВ (доля R, %)

Микроорганизм	АДБАХ	Изопропиловый спирт	Перекись водорода	Глутаровый альдегид
<i>K. pneumoniae</i>	7,0%	26,4%	0,0%	67,4%
<i>E. coli</i>	5,6%	36,0%	0,0%	73,0%
<i>P. aeruginosa</i>	4,8%	11,9%	0,0%	59,5%
<i>S. aureus</i>	0,0%	45,1%	0,0%	19,7%
<i>E. faecium</i>	0,0%	57,1%	0,0%	78,6%

Обращает на себя внимание экстремально высокий уровень устойчивости *E. faecium* и *E. coli* к глутаровому альдегиду, а также значительная устойчивость грамположительных кокков к изопропиловому спирту.

ОБСУЖДЕНИЕ

Результаты исследования демонстрируют принципиальное различие между двумя методологическими подходами к оценке активности ДС, что имеет критическое значение для лабораторной практики и интерпретации данных.

Методологические расхождения и их природа. Нами установлено, что сходимость методов сильно зависит от физико-химических свойств ДВ. Для нелетучих и стабильных соединений (глутаровый альдегид, перекись водорода) индекс сходимости достигает 88,9—91,7%, что подтверждает возможность использования, модифицированного микрометода для скрининга. Однако для летучего изопропилового спирта сходимость падает до 72,7%. Это объясняется десорбцией и испарением спирта из микрообъемов (0,11 мл) в воздушное пространство лунки в процессе 24-часовой инкубации, что снижает его эффективную концентрацию и приводит к ложноположительной регистрации устойчивости в микрометоде.

Более фундаментальное расхождение выявлено для *E. faecium* при тестировании глутарового альдегида и перекиси водорода. Суспензионный метод, оперирующий высокой плотностью клеток (1×10^9 КОЕ/мл), выявляет популяционные барьеры защиты: ферментативную инактивацию перекиси водорода (каталазы, пероксидазы) и сорбционное экранирование ЧАС. Микрометод, использующий низкую клеточную нагрузку (5×10^5 КОЕ/мл), нивелирует эти эффекты, завышая активность сублетальных доз. Особенно ярко это проявилось для *E. faecium*: суспензионный метод зафиксировал устойчивость к 2,0—3,0% перекиси, тогда как микрометод показал полную гибель.

Структура резистентности в исследуемой коллекции. Выявленный высокий уровень устойчивости к глутаровому альдегиду (61,8%) является тревожным сигналом. Подавляющее большинство устойчивых штаммов приходится на грамотрицательной бактерии порядка *Enterobacterales* и неферментирующие бактерии (*P. aeruginosa*, *A. baumannii*). Механизмы этой устойчивости могут включать модификацию липополисахаридного слоя, гиперэкспрессию эффлюксных помп (система AcrAB-TolC) и карбапенемазную активность, которая может влиять на проницаемость клеточной стенки [8, 9, 12].

Значительная устойчивость к изопропиловому спирту (23,3%), особенно у *S. aureus* (45,1%) и *E. faecium* (57,1%), указывает на возможную адаптацию этих патогенов к широко используемым спиртовым антисептикам. Это может быть связано с активацией эффлюксных систем и изменением архитектоники клеточной стенки. Полная чувствительность к перекиси водорода (0,2% устойчивости) подтверждает ее высокую эффективность как окислителя, что согласуется с данными о низкой распространенности механизмов защиты от окислительного стресса среди госпитальных штаммов.

Важно подчеркнуть, что данная коллекция изолятов была сформирована по критериям резистентности к антимикробным препаратам, поэтому полученные данные характеризуют профиль чувствительности именно этой селективной выборки и не могут быть экстраполированы на всю популяцию внутрибольничных штаммов без дополнительных исследований. Однако даже на этой селективной выборке очевидна проблема: устойчивость к глутаровому альдегиду и спиртам среди ключевых ESKAPE-патогенов требует срочного пересмотра дезинфекционных протоколов.

Практические рекомендации. На основе полученных данных предлагается двухэтапная методологическая схема лабораторного контроля:

1. **Высокопроизводительный скрининг** методом микроразведений в 96-луночных планшетах для определения МПК и МБК широкой панели ДВ. Этот метод позволяет оценить спектр резистентности больших выборок изолятов.

2. **Верификация критических (пограничных) концентраций** классическим суспензионным макрометодом. Это особенно важно для летучих веществ (спиртов), а также для штаммов, демонстрирующих скрытую толерантность (например, *E. faecium*) в микрометоде.

Для практического здравоохранения рекомендуются следующие минимальные концентрации, гарантирующие инактивацию всей панели ESKAPE:

- Глутаровый альдегид: **не менее 0,20%** (для VRE *E. faecium*).
- Изопропиловый спирт: **не менее 45,0%**.
- Перекись водорода: **не менее 4,0%**.
- АДБАХ (ЧАС): **не менее 0,3%** (с учетом капсульных штаммов и сорбции).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Экспериментально доказана жесткая видоспецифичность зависимости между оптической плотностью и фактической концентрацией клеток, что требует индивидуальной калибровки штаммов ESKAPE, особенно капсульных и агрегирующих форм.

2. Суспензионный макрометод является более строгим инструментом, учитывающим коллективные механизмы резистентности (ферментативная защита, сорбционное экранирование). Модифицированный метод микроразведений высокочувствителен для выявления скрытой толерантности (особенно *E. faecium*), но ограничен для летучих ДВ.

3. Установлены минимальные эффективные концентрации для всех шести штаммов ESKAPE (экспозиция 15 минут): глутаровый альдегид — 0,20%; изопропиловый спирт — 45,0%; перекись водорода — 4,00%; АДБАХ — 0,30%.

4. В селективной коллекции изолятов выявлен экстремально высокий уровень устойчивости к глутаровому альдегиду (61,8%) и значительный к изопропиловому спирту (23,3%). Наиболее резистентными оказались *E. faecium* и *E. coli* к альдегиду, а также стафилококки и энтерококки к спирту.

5. Обоснована необходимость внедрения двухэтапного подхода к лабораторному контролю (микрометод для скрининга + макрометод для верификации) и пересмотра дезинфекционных протоколов с ограничением использования глутарового альдегида и спиртов в качестве основных средств в критических зонах.

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES:

1. Antimicrobial Resistance Collaborators. Global burden of bacterial antimicrobial resistance in 2019: a systematic analysis // Lancet. 2022;399(10325):629-655.
2. Dhingra S, Rahman NAA, Peile E, et al. Microbial Resistance Movements: An Overview of Global Public Health Threats Posed by Antimicrobial Resistance, and How Best to Counter // Front Public Health. 2020;8:535668.
3. O'Neill J. Tackling drug-resistant infections globally: final report and recommendations. Review on Antimicrobial Resistance. 2016.
4. Майстренко М. А., Якушева Е. Н., Титов Д. С. Анализ проблемы антибиотикорезистентности // Антибиотики и химиотерапия. 2023;68(5-6):39-48.
Maistrenko M. A., Yakusheva E. N., Titov D. S. Analysis of the problem of antibiotic resistance // Antibiotics and Chemotherapy. 2023;68(5-6):39-48. (in Russ.)
5. Распоряжение Правительства РФ от 25.09.2017 № 2045-р «Об утверждении Стратегии предупреждения распространения антимикробной резистентности в Российской Федерации».
Directive of the Government of the Russian Federation No. 2045-r dated September 25, 2017, "On Approval of the Strategy for Preventing the Spread of Antimicrobial Resistance in the Russian Federation." (in Russ.)
6. Ярец Ю.И. Патогенный потенциал бактерий группы ESKAPE... // Журнал Гродненского ГМУ. 2022;20(4):400-413.

- Yarets Yu.I. Pathogenic potential of ESKAPE group bacteria... // Journal of Grodno State Medical University. 2022;20(4):400-413. (in Russ.)
7. Райнбабен Ф. Основы противовирусной дезинфекции. Пер. с нем. – М.: ООО «Самарово», «Летний сад»; 2014.
- Reinbaben F. Fundamentals of Antiviral Disinfection. Trans. from German. – Moscow: Samarovo LLC, Letniy Sad; 2014. (in Russ.)
8. Хуторянина И. В. Разработка и усовершенствование методов санитарно-паразитологического мониторинга. Дис. канд. мед. наук. 2022.
- Khutorianina I. V. Development and improvement of sanitary-parasitological monitoring methods. Candidate of Medical Sciences dissertation. 2022. (in Russ.)
9. Кузьменков А.Ю., Виноградова А.Г., Трушин И.В., и др. AMRMAP - Система мониторинга антибиотикорезистентности в России // КМАХ. 2021;23(2):198-204.
- Kuzmenkov A.Yu., Vinogradova A.G., Trushin I.V., et al. AMRMAP – Antibiotic resistance monitoring system in Russia // KMAKh. 2021;23(2):198-204. (in Russ.)
10. ГОСТ Р 59072-2020 «Средства дезинфицирующие. Суспензионный метод определения антимикробной активности».
- GOST R 59072-2020 "Disinfectants. Suspension method for determining antimicrobial activity." (in Russ.)
11. ГОСТ Р ИСО 20776-1-2022 «Исследование чувствительности инфекционных агентов... Референтный метод микроразведений в бульоне».
- GOST R ISO 20776-1-2022 "Susceptibility testing of infectious agents... Reference method for broth microdilution". (in Russ.)
12. Широкова И.Ю., Саперкин Н.В., Абрамова Н.В., и др. Распространенность генов устойчивости к антибиотикам у возбудителей инфекции в комбустологии // Медицинский альманах. 2021;4(69):18-26.
- Shirokova I.Yu., Saperkin N.V., Abramova N.V., et al. Prevalence of antibiotic resistance genes in burn-associated pathogens // Medical Almanac. 2021;4(69):18-26. (in Russ.)
13. Пелишенко Т.Г., Нагорнев С.Н., Круглова Л.С. Применение международной классификации функционирования, ограничения жизнедеятельности и здоровья для оценки эффективности реабилитации пациентов с полипозным риносинуситом, ассоциированным с бронхиальной астмой. Russian Journal of Environmental and Rehabilitation Medicine. 2024;2: 35-45.

METHODOLOGICAL APPROACHES TO ASSESSING BACTERIAL RESISTANCE TO ACTIVE SUBSTANCES OF DISINFECTION PRODUCTS

Slobodyanyuk Ya.P., Romanova S.V., Ivanov D.V., Vershinin V.V., Subbotina T.I., Kazakova A.V., Volkov M.A. , Kravchenko E.S., Nazarova Z.E. , Pankova M.N., Novozhilov K.A., Gritsyuk O.V., Zagajnova A.V.*, Yudin S.M.

Center for Strategic Planning and Management of Medical and Biological Health Risks of the Federal Medical and Biological Agency, 119121, Moscow, Russia.

ABSTRACT.

Antimicrobial resistance (AMR) poses a global threat. Monitoring the susceptibility of ESKAPE-group hospital pathogens to disinfectants and antiseptics is critical for the effective prevention of healthcare-associated infections (HAIs). Existing methodological approaches (the suspension method and the serial microdilution method) involve different parameters, which influences the assessment of disinfectant efficacy.

The aim of the study was to comparatively examine the sensitivity and resistance of clinically significant microbial strains to the main classes of active ingredients in disinfectants using suspension and serial microdilution methods, as well as to assess the resistance profile of the assembled collection of isolates.

Materials and methods. A total of 442 clinical isolates, selected based on antimicrobial resistance criteria, were investigated. Susceptibility to four active substances—ADBAC (quaternary ammonium compounds), isopropyl alcohol, hydrogen peroxide, and glutaraldehyde—was evaluated. The suspension method (GOST R 59072-2020) and the microdilution method (GOST R ISO 20776-1-2022) were employed to determine MIC and MBC values. A comparative assessment of method concordance and resistance profiles was conducted.

Results. Gram-negative microorganisms predominated in the collection (74.9%); key pathogens included *K. pneumoniae* (29.2%), *E. coli* (20.1%), and *S. aureus* (16.1%). Critical discrepancies in the assessment of active substance (AS) efficacy were observed between methods, attributable to the physicochemical properties of the AS and the "inoculum effect." The lowest level of convergence (72.7%) was recorded for volatile isopropyl alcohol. The highest level of resistance was observed against glutaraldehyde (61.8%), and the lowest against hydrogen peroxide

(0.2%). Minimum effective concentrations (MECs) were determined for all six ESKAPE strains: glutaraldehyde — 0.20%, isopropyl alcohol — 45.0%, hydrogen peroxide — 4.00%, and ADBAC — 0.30%.

Conclusion. The modified microdilution method is a sensitive tool for detecting latent tolerance (particularly in *E. faecium*), though it has limitations regarding volatile substances. The suspension method is more rigorous and accounts for population-based defense mechanisms. A two-stage approach is justified: screening via the micromethod, followed by verification of critical concentrations using the suspension macromethod. The high level of resistance to glutaraldehyde observed necessitates a revision of disinfection protocols.

Keywords: biocides, disinfectants, antiseptics, ESKAPE, suspension method, microdilution method, MIC, MBC, antimicrobial resistance, ADBAC, glutaraldehyde.

Сведения об авторах

Слободянюк Янина Павловна — биолог лаборатории микробиологии и паразитологии, ФГБУ «ЦСП» ФМБА России, Москва, Россия. ORCID: [0009-0008-8743-0252]

Романова Светлана Валерьевна — начальник отдела организации проведения клинических исследований, ФГБУ «ЦСП» ФМБА России, Москва, Россия. ORCID: [0009-0005-3367-8883].

Иванов Денис Владимирович — эксперт 2 категории отдела организации проведения клинических исследований, ФГБУ «ЦСП» ФМБА России, Москва, Россия.

Вершинин Валентин Валентинович — эксперт 1 категории отдела организации проведения клинических исследований, ФГБУ «ЦСП» ФМБА России, Москва, Россия.

Субботина Татьяна Игоревна — эксперт 1 категории отдела организации проведения клинических исследований, ФГБУ «ЦСП» ФМБА России, Москва, Россия. ORCID: [0009-0008-5175-4386].

Казакова Анастасия Валерьевна — заместитель начальника отдела организации проведения клинических исследований, ФГБУ «ЦСП» ФМБА России, Москва, Россия. ORCID: [0000-0001-6117-0984].

Волков Михаил Александрович — биолог лаборатории микробиологии и паразитологии, ФГБУ «ЦСП» ФМБА России, Москва, Россия. ORCID: [0009-0005-8124-7869]

Кравченко Екатерина Сергеевна — биолог лаборатории микробиологии и паразитологии, ФГБУ «ЦСП» ФМБА России, Москва, Россия. ORCID: [0000-0002-6628-4689].

Панькова Марина Николаевна — биолог лаборатории микробиологии и паразитологии, ФГБУ «ЦСП» ФМБА России, Москва, Россия. ORCID: [0000-0002-9133-3665].

Грицюк Ольга Вячеславовна — научный сотрудник лаборатории микробиологии и паразитологии, к.б.н., ФГБУ «ЦСП» ФМБА России, Москва, Россия. ORCID: [0000-0001-9728-3075].

Новожилов Константин Андреевич — научный сотрудник лаборатории микробиологии и паразитологии, к.м.н., ФГБУ «ЦСП» ФМБА России, Москва, Россия. ORCID: [0000-0001-8154-0217].

Назарова Злата Евгеньевна — младший научный сотрудник лаборатории микробиологии и паразитологии, ФГБУ «ЦСП» ФМБА России, Москва, Россия. ORCID: [0000-0002-2396-9231].

Загайнова Анжелика Владимировна — заведующий лабораторией микробиологии и паразитологии, к.б.н., ФГБУ «ЦСП» ФМБА России, Москва, Россия. ORCID: [0000-0003-4772-9686], E-mail: azagainova@cspfmfa.ru

Юдин Сергей Михайлович — генеральный директор, д.м.н., профессор, ФГБУ «ЦСП» ФМБА России, Москва, Россия. ORCID: [0000-0002-7942-8004].

ВЛИЯНИЕ АЭРОБНЫХ И СИЛОВЫХ ТРЕНИРОВОК НА ВЕГЕТАТИВНУЮ РЕГУЛЯЦИЮ У УЧАСТНИКОВ БОЕВЫХ ДЕЙСТВИЙ С ПТСР

Карапетьян С. Р., Гергоков С. А.*, Назаров М. Е.

Федеральное государственное бюджетное военное образовательное учреждение высшего образования «Военно-медицинская академия имени С. М. Кирова» Министерства обороны Российской Федерации, 194044, г. Санкт-Петербург, Российская Федерация

РЕЗЮМЕ.

Цель исследования. Сравнение влияния 12-недельных программ аэробных и силовых тренировок на вариабельность сердечного ритма (ВСР) и вегетативную реактивность у участников боевых действий с посттравматическим стрессовым расстройством (ПТСР).

Материалы и методы. В рандомизированном контролируемом исследовании приняли участие 129 мужчин (30-55 лет), разделенных на три группы: аэробные тренировки (n=43), силовые тренировки (n=42) и контроль (n=44). Оценивались показатели ВСР (RMSSD, HF) в покое и при функциональных пробах, а также симптомы ПТСР.

Результаты и обсуждение. Аэробные нагрузки значительно увеличили базальный парасимпатический тонус (прирост RMSSD и HF) и улучшили ортостатическую адаптацию. Силовые тренировки наиболее эффективно снизили симпатическую гиперреактивность в ответ на ментальный стресс. Оба протокола достоверно уменьшили выраженность симптомов ПТСР по сравнению с контролем.

Заключение. Дифференцированное применение данных видов адаптивной физической подготовки целесообразно для комплексной кардиопротективной реабилитации участников боевых действий с ПТСР.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: посттравматическое стрессовое расстройство, вариабельность сердечного ритма, вегетативная реактивность, аэробные тренировки, силовые тренировки, лечебная физическая культура, ветераны боевых действий.

ВВЕДЕНИЕ

ПТСР является одним из распространенных психических последствий участия в боевых действиях. По официальным данным Министерства обороны Российской Федерации, распространенность ПТСР среди возвратившихся из зоны боевых действий достигает 20% [1]. Длительное воздействие боевого стресса рассматривается как фактор, связанный не только с психической патологией, но и с повышенным сердечно-сосудистым риском. Проспективные когортные исследования свидетельствуют, что ПТСР ассоциирован с двух-трехкратным повышением вероятности развития ишемической болезни сердца, артериальной гипертензии и внезапной сердечной смерти, причем эта связь сохраняется после контроля традиционных факторов риска [2-4]. Таким образом, участники боевых действий с ПТСР нуждаются в целенаправленной кардиопротективной реабилитации.

Одним из основных механизмов неблагоприятного влияния хронического психоэмоционального стресса на сердечно-сосудистую систему считают вегетативную дисфункцию, проявляющаяся гиперсимпатикотонией и недостаточностью парасимпатического (вагального) контроля [5]. Объективным неинвазивным маркером этого дисбаланса служит вариабельность сердечного ритма [6]. Мета-анализы подтверждают, что у лиц с ПТСР статистически значимо снижены ключевые показатели ВСР, в первую очередь RMSSD и мощность высокочастотного (HF) компонента; выраженность этих нарушений коррелирует с тяжестью симптомов расстройства [5, 7].

Помимо снижения ВСР в покое, для ПТСР характерно нарушение вегетативной реактивности - способности сердечного ритма гибко отвечать на ортостатический и ментальный стресс. Именно ригидность вегетативного реагирования рассматривается как один из центральных механизмов, обуславливающих высокую кумулятивную нагрузку на сердечно-сосудистую систему в повседневной жизни пациента [5, 6].

* Адрес для переписки: Гергоков Сейран Ахмедович, e-mail: gergokov.seyran@mail.ru

Цитирование. Карапетьян С. Р., Гергоков С. А., Назаров М. Е. Влияние аэробных и силовых тренировок на вегетативную регуляцию у участников боевых действий с ПТСР. Russian Journal of Environmental and Rehabilitation Medicine. 2026. 3:18-26.

Citation Karapetyan S. R., Gergokov S. A., Nazarov M. E. The effect of aerobic and strength training on autonomic regulation in combat participants with PTSD. Russian Journal of Environmental and Rehabilitation Medicine. 2026. 3: 18-26.

Фармакотерапия ПТСР, включающая селективные ингибиторы обратного захвата серотонина, демонстрирует лишь умеренное положительное влияние на показатели ВСР и в ряде случаев может временно усиливать симпатический тонус [8, 9]. В этом контексте лечебная физическая культура выступает патогенетически обоснованным немедикаментозным средством коррекции вегетативных нарушений. Регулярные физические нагрузки, прежде всего аэробной направленности, служат мощным стимулятором вагального тонуса, что объективно выражается в приросте RMSSD и HF-компонента ВСР, а также способствуют редукции симптомов ПТСР и тревоги [10, 11]. Недавний систематический обзор [12] обобщает ключевые физиологические механизмы этого эффекта, включая влияние на вегетативную регуляцию и вариабельность сердечного ритма. Аналогичные данные о положительном влиянии на показатели ВСР получены и для других немедикаментозных методик [13]. Эффективность подходов, направленных на модуляцию вегетативного тонуса, подтверждается и мета-анализом рандомизированных исследований, который показал, что тренинг по вариабельности сердечного ритма достоверно снижает выраженность симптомов ПТСР у военнослужащих [14].

Вместе с тем в литературе этот вопрос недостаточно изучен. Подавляющее большинство исследований сосредоточено на аэробных либо комбинированных программах, что не позволяет выделить специфический вклад изолированного силового компонента [15]. Данные о прямом рандомизированном сравнении отдельных аэробных и силовых тренировок в когорте участников боевых действий с ПТСР, где в качестве первичной конечной точки выступали бы показатели ВСР, отсутствуют.

Сообщения о влиянии силовых тренировок на вегетативный тонус противоречивы: указывается как нейтральный эффект, так и снижение симпатической гиперреактивности при условии строгого контроля дыхания и исключения маневра Вальсальвы (задержки дыхания на усилии) [16, 17]. Помимо аэробных и силовых нагрузок, другие формы физической активности, например, йога, также демонстрируют положительную динамику симптомов ПТСР и физического здоровья у ветеранов боевых действий, что расширяет спектр потенциальных реабилитационных стратегий [18].

Материалы и методы

Проведено проспективное рандомизированное контролируемое исследование с тремя параллельными группами с апреля по июль 2025 года. Продолжительность активного вмешательства составила 12 недель. От каждого участника получено письменное информированное согласие.

В исследование включали участников боевых действий, отвечавших следующим критериям. Критерии включения: мужчины в возрасте от 30 до 55 лет (для минимизации возрастного снижения ВСР); подтвержденный диагноз ПТСР по DSM-5, верифицированный с помощью шкалы CAPS-5 (суммарный балл ≥ 23); исходно сниженная вариабельность сердечного ритма - RMSSD < 30 мс при 5-минутной записи в положении лежа на этапе скрининга; стабильная психофармакотерапия (неизменный режим ≥ 4 нед. до включения); способность выполнять физические нагрузки умеренной интенсивности по заключению терапевта.

Критерии исключения: клинически значимые сердечно-сосудистые заболевания (нестабильная стенокардия, инфаркт миокарда, аортокоронарное шунтирование или коронарное стентирование давностью < 6 мес.; артериальная гипертензия с офисным АД $> 160/100$ мм рт. ст. на фоне терапии; постоянная или персистирующая фибрилляция предсердий; частая желудочковая или наджелудочковая экстрасистолия высоких градаций); прием препаратов, непосредственно влияющих на ВСР (бета-адреноблокаторов, недигидропиридиновых блокаторов кальциевых каналов, центральных симпатолитиков, ивабрадина); тяжелые психические расстройства, препятствующие участию; регулярные интенсивные физические тренировки в течение предшествующих 6 мес. ($> 2,5$ ч структурированных нагрузок в нед.); злоупотребление алкоголем или психоактивными веществами.

После подписания информированного согласия и завершения всех скрининговых процедур участники рандомизировались в соотношении 1:1:1 в одну из трех групп: группа аэробных тренировок (ГАТ), группа силовых тренировок (ГСТ) или контрольная группа (КГ).

Каждое тренировочное занятие начиналось с измерения артериального давления и заполнения краткого чек-листа самочувствия; при систолическом АД > 160 мм рт. ст. или ухудшении психоэмоционального состояния тренировка отменялась или корректировалась.

В ГАТ занятия проводились 3 раза в неделю, общая продолжительность одного занятия - 60 минут. Структура: 10-минутная суставная разминка, 40-минутный основной аэробный блок, 10-минутная заминка с элементами дыхательных упражнений (диафрагмальное дыхание с частотой 4-6 дыхательных циклов в минуту). Основной блок выполнялся на велоэргометре, беговой дорожке (ходьба, при переносимости - легкий бег трусцой) или эллиптическом тренажере; разрешалось комбинировать два вида нагрузки в рамках одного занятия. Интенсивность нагрузки задавалась на уровне 60-75% от резерва частоты сердечных сокращений ($ЧСС_{рез} = ЧСС_{макс} - ЧСС_{покой}$, где $ЧСС_{макс} = 220 - \text{возраст}$). Каждые две недели разрешалось увеличивать продолжительность аэробной фазы на 5% или поддерживать ту же длительность с увеличением темпа на 3-5%, при условии сохранения заданной пульсовой зоны.

В ГСТ занятия проводились 3 раза в неделю, продолжительность - около 75 мин. Структура: 10-минутная кардио-разминка на велотренажере при пульсе 50-55% резерва ЧСС, 55-минутный силовой блок,

10-минутная заминка с дыхательными упражнениями. Силовой блок включал шесть базовых упражнений, охватывающих основные мышечные группы: жим ногами в тренажере, тяга вертикального блока к груди, жим от груди в тренажере или с гантелями, сгибание ног лежа в тренажере, горизонтальная планка (с постепенным увеличением времени удержания) и гиперэкстензия. Нагрузка дозировалась в диапазоне 65-75% от расчетного однократного максимума (1ПМ), который определялся непрямой методом по количеству повторений до утомления с субмаксимальным весом в начале каждой 2-недельной фазы. Участники выполняли 3 подхода по 10-12 повторений в каждом упражнении, отдых между подходами - 2 минуты. При выполнении силовых упражнений исключали маневр Вальсальвы (гиповентиляционные режимы и задержка дыхания способны существенно модифицировать вегетативный ответ на нагрузку [19]). Инструктор на каждой тренировке акцентировал внимание на технике дыхания: плавный вдох в фазе уступающей работы (расслабления) и равномерный выдох через рот в фазе преодолевающей работы (максимального усилия). Прогрессия нагрузки осуществлялась ступенчато: когда участник был способен выполнить 12 повторений в последнем подходе с соблюдением правильной техники, вес отягощения на следующем занятии увеличивался на 5-10%.

В КГ участники получали стандартную терапию ПТСР. Дополнительно им предлагалась легкая программа: суставная гимнастика и стретчинг в группе 1-2 раза в неделю (по 30 минут), которая не создавала значимой аэробной или силовой нагрузки.

Оценка BCP проводилась в лабораторных условиях при строго стандартизированных условиях: утреннее время (08:00-10:00), натощак (не менее чем через 8 часов после легкого ужина без кофеина и алкоголя), после 6-8-часового ночного сна, в тихой комнате с регулируемой температурой (21-23°C). За 12 часов до записи исключалось курение и интенсивная физическая нагрузка.

Для регистрации RR-интервалов использовался нагрудный пульсометр Polar H10, который размещался на эластичном нагрудном ремне непосредственно на коже в области нижней трети грудины в соответствии с рекомендациями производителя.

После 10-минутной адаптации в положении лежа последовательно регистрировались следующие функциональные пробы (все записи - 5-минутные эпохи):

1. Покой лежа (базовый уровень). Участник лежит на кушетке с приподнятым на 15° головным концом, спокойно дышит, не разговаривает;

2. Активный ортостаз. По команде исследователя участник плавно, без рывков, переходит в вертикальное положение и стоит, опираясь на стену для минимизации мышечных артефактов. Первые 30 секунд переходного периода исключались из анализа; анализировался 5-минутный сегмент установившегося стояния;

3. Проба с контролируемым дыханием. После 3-минутного отдыха в положении лежа участник выполнял дыхание с частотой 6 циклов в минуту (5 секунд вдох, 5 секунд выдох), синхронизируясь со звуковым метрономом через наушники. Регистрировалась 3-минутная запись; из нее вычленялся 120-секундный артефакт-свободный фрагмент для спектрального анализа;

4. Ментальный стресс-тест. После 10-минутного отдыха проводилась запись в трех фазах:

- 4.1 Предстрессовый покой (5 минут лежа);

- 4.2 Стресс-период (3 минуты): участник выполнял серийное вычитание числа 17 из 1000 в уме, сообщая результат вслух, под метроном (2 удара в секунду) и со стандартизованными мотивирующими инструкциями исследователя («быстрее», «не останавливайтесь», «это важно для точности результатов»).

Данная методика валидирована для активации симпатoadренальной системы без повторной травматизации;

- 4.3 Фаза восстановления (5 минут лежа в тишине).

Записи обрабатывали в программном пакете Kubios HRV Scientific. В рамках данного исследования использовался встроенный алгоритм автоматической фильтрации артефактов уровня «medium» с последующей ручной верификацией каждого 5-минутного сегмента. Рассчитывались стандартные временные и спектральные показатели: RMSSD (мс), pNN50 (%), SDNN (мс), HF (мс² и нормализованные единицы п.у., диапазон 0,15-0,40 Гц), LF (мс² и п.у., 0,04-0,15 Гц), LF/HF. Основной первичной конечной точкой было изменение RMSSD в положении лежа от исходного до 12-й недели.

Для количественной оценки вегетативной реактивности вычислялись:

1. Ортостатическая Δ RMSSD, которая была посчитана по следующей формуле: Δ RMSSD=RMSSD_{лежа}-RMSSD_{стоя};

2. Дыхательная амплитуда HF, который равен максимальному HF (мс²) во время пробы с контролируемым дыханием;

3. Стресс-индуцированные сдвиги: Δ ЧСС_{стресс} (Δ ЧСС_{стресс}=ЧСС_{стресс}-ЧСС_{покой}), Δ LF/HF (отношение LF/HF в стрессе к отношению LF/HF в предстрессовом покое), а также скорость восстановления RMSSD (разница между RMSSD за первые 2 минуты восстановления и RMSSD в последнюю минуту стресса).

Психометрическое тестирование проводилось обученным клиническим психологом, не осведомленным о групповой принадлежности.

1. Тяжесть симптомов ПТСР оценивали по шкале для клинической диагностики CAPS-5 (Clinician-Administered PTSD Scale for DSM-5) - золотой стандарт [20]. Параллельно использовался самоопросник PCL-5 (PTSD Checklist for DSM-5) для мониторинга субъективной динамики [21, 22], при этом современные

исследования подтверждают высокую согласованность оценок по CAPS-5 и PCL-5, что делает их совместное использование клинически обоснованным [23];

2. Симптомы тревоги и депрессии определяли с помощью Госпитальной шкалы тревоги и депрессии (HADS) [24];

3. Уровень воспринимаемого стресса измеряли по шкале PSS-10 (Perceived Stress Scale) [25].

Физическая работоспособность и сила оценивались по следующим показателям:

1. Сила мышц кисти - динамометрией (ДК-100, среднее трех попыток);

2. Сила мышц ног - оценка 1ПМ на тренажере «жим ногами» (прямой метод, под контролем инструктора);

3. Толерантность к субмаксимальной нагрузке - тест 6-минутной ходьбы по стандартному протоколу ATS [26].

Артериальное давление и ЧСС регистрировали в покое, сразу после ортостатической пробы и на 3-й минуте ментального стресса.

Безопасность оценивалась путем учета любых нежелательных явлений на протяжении всего периода наблюдения. Серьезными из них считались: впервые возникшая аритмия с гемодинамическими нарушениями, гипертонический криз, травма опорно-двигательного аппарата, потребовавшая прекращения тренировок, выраженное обострение симптомов ПТСР (увеличение балла PCL-5 на ≥ 10 пунктов или суицидальные мысли).

В данное исследование были внедрены следующие точки оценки:

1. T0 - исходный скрининг, включающий полный комплекс обследований (БСР со всеми пробами, психометрия, физические тесты). После успешного прохождения скрининга проводилась рандомизация;

2. T1 - промежуточная оценка на 6-й неделе;

3. T2 - основная конечная точка на 12-ой неделе.

Обработку данных выполняли в среде R и IBM SPSS Statistics. Первичную конечную точку - изменение RMSSD в состоянии покоя от исходного уровня до двенадцатой недели - оценивали с помощью линейной смешанной модели [27]. В модель включали фиксированные факторы «группа», «время» и их взаимодействие. При значимом взаимодействии факторов проводили апостериорные межгрупповые сравнения с поправкой Бонферрони. Внутригрупповые изменения дополнительно характеризовали с помощью парного t-критерия с поправкой Бонферрони [28]. Размер эффекта с помощью Cohen's d. Интерпретация величины эффекта проводилась в соответствии с общепринятыми критериями: 0,2 - малый эффект, 0,5 - средний, 0,8 - большой [29, 30]. Межгрупповые различия Δ -показателей вегетативной реактивности анализировали методом ковариационного анализа (ANCOVA) с фактором «группа» и исходным значением Δ в качестве ковариаты [27]. Связь между динамикой параметров вариабельности сердечного ритма и выраженностью симптомов ПТСР оценивали коэффициентом корреляции Пирсона. Выбор параметрического критерия обоснован отсутствием значимых отклонений распределения анализируемых переменных от нормального (критерий Шапиро-Уилка, $p > 0,05$) [31]. Все тесты являлись двусторонними, критический уровень значимости установлен при $p < 0,05$.

Результаты и обсуждение

В исследовании приняли участие 150 человек, которые были рандомизированы в три группы по 50 человек в каждой. За 12 недель вмешательства из исследования выбыл 21 участник (14,0 %): 7 - из группы аэробных тренировок, 8 - из группы силовых тренировок и 6 - из контрольной группы. Таким образом, в итоговый анализ было включено 129 участников: группа аэробных тренировок - 43, группа силовых тренировок - 42, контрольная группа - 44 человека.

Таблица 1. Исходные характеристики участников, $M \pm SD$

Параметр	ГАТ (n=43)	ГСТ (n=42)	КГ (n=44)	p
Возраст, лет	41,1 $\pm$ 6,3	42,2 $\pm$ 6,8	41,9 $\pm$ 6,2	>0,05
ИМТ, кг/м ²	24,9 $\pm$ 3,2	24,2 $\pm$ 3,5	24,7 $\pm$ 3,8	>0,05
ЧСС покоя, уд/мин	75,4 $\pm$ 8,2	76,1 $\pm$ 7,8	75,8 $\pm$ 8,0	>0,05
САД покоя, мм рт. ст.	128,5 $\pm$ 7,3	129,2 $\pm$ 7,8	128,8 $\pm$ 7,1	>0,05
ДАД покоя, мм рт. ст.	84,3 $\pm$ 6,1	85,0 $\pm$ 5,9	84,6 $\pm$ 6,0	>0,05

Сравнительный анализ (табл. 1) не выявил статистически значимых межгрупповых различий по демографическим, гемодинамическим и психометрическим параметрам, что подтверждает репрезентативность рандомизации.

Таблица 2. Динамика основных показателей ВСР в покое, $M \pm SD$

Показатель	Группа	T0	T2	p	d
RMSSD, мс	ГАТ	23,0 $\pm$ 3,9	30,4 $\pm$ 5,8	<0,001	1,50
	ГСТ	22,4 $\pm$ 4,3	25,6 $\pm$ 5,4	<0,001	0,66
	КГ	22,5 $\pm$ 4,1	23,8 $\pm$ 4,6	>0,05	0,30
HF, мс ²	ГАТ	397 $\pm$ 108	568 $\pm$ 148	<0,001	1,32
	ГСТ	384 $\pm$ 112	432 $\pm$ 134	<0,01	0,39
	КГ	390 $\pm$ 110	408 $\pm$ 121	<0,05	0,16
LF/HF	ГАТ	3,67 $\pm$ 1,15	2,58 $\pm$ 1,01	<0,001	1,01
	ГСТ	3,77 $\pm$ 1,22	3,04 $\pm$ 1,18	<0,001	0,61
	КГ	3,70 $\pm$ 1,18	3,62 $\pm$ 1,20	>0,05	0,07
SDNN, мс	ГАТ	38,2 $\pm$ 6,8	44,8 $\pm$ 7,9	<0,001	0,90
	ГСТ	37,5 $\pm$ 7,1	40,4 $\pm$ 7,6	<0,01	0,39
	КГ	37,8 $\pm$ 6,9	38,7 $\pm$ 7,2	>0,05	0,13

Аэробные тренировки достоверно улучшали все исследованные показатели ВСР (RMSSD, HF, SDNN, LF/HF); величины эффекта квалифицированы как большие. В группе силовых тренировок также зарегистрирован значимый прирост парасимпатических маркеров и снижение симпато-вагального индекса, однако размеры эффектов были умеренными. Контрольная группа не продемонстрировала статистически значимой динамики ни по одному из показателей.

Таблица 3. Динамика показателей вегетативной реактивности, $M \pm SD$

Проба	Показатель	Группа	T0	T2	p	d
Ортостаз	Δ RMSSD, мс	ГАТ	-7,8 $\pm$ 3,0	-5,1 $\pm$ 2,9	<0,001	0,92
		ГСТ	-7,6 $\pm$ 3,2	-6,8 $\pm$ 3,1	<0,05	0,25
		КГ	-7,7 $\pm$ 3,1	-7,5 $\pm$ 3,2	>0,05	0,06
Ментальный стресс	Δ LF/HF _{стресс}	ГАТ	1,22 $\pm$ 0,42	0,90 $\pm$ 0,43	<0,001	0,75
		ГСТ	1,28 $\pm$ 0,44	0,75 $\pm$ 0,40	<0,001	1,26
		КГ	1,25 $\pm$ 0,43	1,23 $\pm$ 0,45	>0,05	0,05
	Δ ЧСС _{стресс} , уд/мин	ГАТ	18,8 $\pm$ 5,2	14,5 $\pm$ 5,0	<0,001	0,84
		ГСТ	19,4 $\pm$ 5,4	12,0 $\pm$ 4,9	<0,001	1,44
		КГ	19,1 $\pm$ 5,3	18,5 $\pm$ 5,5	>0,05	0,11

Восстановление после стресса	$\Delta\text{RMSSD}_{\text{восст}}, \text{мс}$	ГАТ	2,0±1,1	4,0±1,6	<0,001	1,46
		ГСТ	1,9±1,0	2,9±1,5	<0,001	0,78
		КГ	2,0±1,1	2,1±1,2	>0,05	0,09
Контролируемое дыхание	$\text{HF}_{\text{пик}}, \text{мс}^2$	ГАТ	545±152	728±188	<0,001	1,07
		ГСТ	528±148	558±162	>0,05	0,19
		КГ	538±150	542±155	>0,05	0,03

Аэробная программа способствовала улучшению ортостатической адаптации, ускорению постстрессового восстановления RMSSD и повышению дыхательной модуляции HF. В группе силовых тренировок зафиксировано наиболее выраженное ослабление симпатической гиперреактивности в ответ на ментальный стресс, что проявилось в снижении $\Delta\text{LF}/\text{HF}$ и прироста ЧСС во время стресс-теста. Контрольная группа не обнаружила значимых изменений вегетативной реактивности.

Таблица 4. Динамика психометрических шкал, $M \pm SD$

Шкала	Группа	T0	T2	p	d
CAPS-5	ГАТ	36,8±6,9	28,1±8,2	<0,001	1,17
	ГСТ	35,7±7,6	28,5±8,4	<0,001	0,90
	КГ	36,3±7,3	33,5±8,0	<0,05	0,37
PCL-5	ГАТ	42,4±9,1	32,9±10,2	<0,001	0,98
	ГСТ	41,9±9,7	33,4±10,0	<0,001	0,86
	КГ	42,2±9,4	39,2±9,8	>0,05	0,31
HADS-тревога	ГАТ	10,5±3,2	7,9±2,9	<0,001	0,85
	ГСТ	10,2±3,5	8,4±3,2	<0,001	0,53
	КГ	10,4±3,3	9,7±3,4	>0,05	0,21
HADS-депрессия	ГАТ	8,3±3,0	6,2±2,6	<0,001	0,74
	ГСТ	8,2±3,2	6,6±2,8	<0,001	0,53
	КГ	8,5±3,1	7,8±3,0	>0,05	0,23

Обе тренировочные программы обусловили клинически значимую редукцию симптомов ПТСР, тревоги и депрессии, статистически достоверно превосходя контроль. Межгрупповые различия между группами аэробных и силовых тренировок не достигли уровня статистической значимости, хотя по шкале тревоги отмечена тенденция к более выраженному снижению в группе аэробных нагрузок. Корреляционный анализ выявил умеренную обратную связь между приростом RMSSD и снижением суммарного балла CAPS-5.

Таблица 5. Динамика физических показателей, $M \pm SD$

Показатель	Группа	T0	T2	p	d
1ПМ жим ногами, кг	ГАТ	112±22	125±25	<0,001	0,55

	ГСТ	110±21	141±27	<0,001	1,28
	КГ	113±23	117±23	>0,05	0,17
Сила кисти, кг	ГАТ	43,1±7,5	44,8±7,9	>0,05	0,22
	ГСТ	42,8±7,8	48,4±8,3	<0,001	0,70
	КГ	43,4±7,3	43,9±7,6	>0,05	0,07
6-мин ходьба, м	ГАТ	512±54	557±59	<0,001	0,80
	ГСТ	508±58	530±57	<0,05	0,38
	КГ	511±52	518±55	>0,05	0,13

Силовые тренировки закономерно привели к наибольшему приросту мышечной силы, тогда как аэробная программа обеспечила более выраженное улучшение кардиореспираторной выносливости. Контрольная группа не показала значимых изменений физических параметров. Серьезных нежелательных явлений, связанных с тренировочными протоколами, в течение периода наблюдения не зарегистрировано.

Заключение

Двенадцатинедельная программа аэробных тренировок у участников боевых действий с ПТСР и исходно сниженной ВСР обеспечивает статистически значимый и клинически выраженный прирост парасимпатических маркеров (RMSSD, HF), нормализацию симпато-вагального баланса (LF/HF) и улучшение ортостатической адаптации, достоверно превосходя по этим параметрам силовую программу и контроль. Силовые тренировки при строгом исключении маневра Вальсальвы наиболее выраженно ослабляют избыточную симпатическую реактивность на ментальный стресс, что указывает на их особую роль в повышении стрессоустойчивости изучаемой когорты. Оба тренировочных протокола приводят к клинически значимой редукции симптомов ПТСР, тревоги и депрессии, статистически значимо превосходя контроль; по шкале тревоги отмечена тенденция к более выраженному улучшению в группе аэробных тренировок. Прирост RMSSD умеренно обратно коррелирует со снижением суммарного балла CAPS-5, что свидетельствует о сопряженности вегетативной нормализации и редукции основных симптомов расстройства. Физические адаптации соответствуют специфичности нагрузок: силовая программа обеспечивает максимальный прирост мышечной силы, а аэробная - кардиореспираторной выносливости. Оба протокола демонстрируют благоприятный профиль безопасности.

Комбинировать оба подхода нецелесообразно, так как их вегетативные эффекты разнонаправлены: аэробика тренирует парасимпатический тонус и ортостатическую адаптацию, тогда как силовая работа ослабляет центральную симпатическую гиперреактивность. Выбор конкретной программы диктуется профилем вегетативной дисфункции, определенным по результатам функциональных проб.

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES:

1. Цивилева А.Е. Важно, чтобы ветераны военной операции видели перспективы в мирной жизни // Ведомости. 2024. 18 июня. URL: <https://www.vedomosti.ru/politics/characters/2024/06/18/1044406-vazhno-chtobi-veterani-voennoi-operatsii-videli-perspektivi-v-mirnoi-zhizni> (дата обращения: 27.04.2025).
2. Sidik A.I., Dontsov V.V., Ruchkin M.G., Kapiyeva N.S., Alimagomaev B.M., Epimakhova O.S., Toktarova N.M., Badoyan A.A., Falchinsky A.N., Kirkevich N.D., Kolyada A.A. Mechanisms and clinical implications of the post-traumatic stress disorder (PTSD)-cardiovascular disease link // Cureus. 2025. Vol. 17, № 12. Art. e100349. DOI: <https://doi.org/10.7759/cureus.100349>.
3. Crum-Cianflone N.F., Bagnell M.E., Schaller E., Boyko E.J., Smith B., Maynard C., Ulmer C.S., Vernalis M., Smith T.C. Impact of combat deployment and posttraumatic stress disorder on newly reported coronary heart disease among US active duty and reserve forces // Circulation. 2014. Vol. 129, № 18. P. 1813-1820. DOI: <https://doi.org/10.1161/CIRCULATIONAHA.113.005407>.
4. Бокова И.А., Агасаров Л.Г. Типология и коррекция постстрессовых расстройств различного генеза // Вестник новых медицинских технологий. 2020. Т. 14, № 1. С. 145-150. DOI: <https://doi.org/10.24411/2075-4094-2020-16613>.
5. Schneider M., Schwerdtfeger A. Autonomic dysfunction in posttraumatic stress disorder indexed by heart rate variability: a meta-analysis // Psychological Medicine. 2020. Vol. 50, № 12. P. 1937-1948. DOI: <https://doi.org/10.1017/S003329172000207X>.
6. Task Force of the European Society of Cardiology and the North American Society of Pacing and Electrophysiology. Heart rate variability: standards of measurement, physiological interpretation and clinical use // Circulation. 1996. Vol. 93, № 5. P. 1043-1065. DOI: <https://doi.org/10.1161/01.CIR.93.5.1043>.
7. Wang Z., Zou Y., Liu J., Peng W., Li M., Zou Z. Heart rate variability in mental disorders: an umbrella review of meta-analyses // Translational Psychiatry. 2025. Vol. 15, № 1. Art. 104. DOI: <https://doi.org/10.1038/s41398-025-03296-3>.

8. Kemp A.H., Quintana D.S., Gray M.A., Felmingham K.L., Brown K., Gatt J.M. Impact of depression and antidepressant treatment on heart rate variability: a review and meta-analysis // *Biological Psychiatry*. 2010. Vol. 67, № 11. P. 1067-1074. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.biopsych.2009.12.012>.
9. Агасаров Л.Г., Кончугова Т.В., Чесникова Е.И., Бокова И.А. Применение немедикаментозных технологий в программах реабилитации лиц с постстрессовыми расстройствами // *Физиотерапия, бальнеология и реабилитация*. 2025. Т. 24, № 1. С. 56-63. DOI: <https://doi.org/10.17816/rjphr641647>.
10. Manresa-Rocamora A., Sarabia J.M., Javaloyes A., Flatt A.A., Moya-Ramón M. Heart rate variability-guided training for enhancing cardiac-vagal modulation, aerobic fitness, and endurance performance: a methodological systematic review with meta-analysis // *International Journal of Environmental Research and Public Health*. 2021. Vol. 18, № 19. Art. 10299. DOI: <https://doi.org/10.3390/ijerph181910299>.
11. Neylan T.C., Muratore L.A., Williams C.L., Schmitz M., Valdez C.V., Maguen S., O'Donovan A., Kelley D.P., Metzler T.J., Cohen B.E., West A.C., Phan J.D.V., Antonetti V., Mayzel O., Hlavin J.A., Chesney M.A., Mehlman W.E. Group integrated exercise versus recovery class for veterans with posttraumatic stress disorder: a randomized clinical trial // *BMC Psychiatry*. 2025. Vol. 25. Art. 185. DOI: <https://doi.org/10.1186/s12888-025-06638-1>.
12. Wright S., Chiochia V., Elugbadebo O., Simple O., Furukawa T.A., Friedrich C., Austin C., Dehdarirad H., Gilbert D., Kennett J., Ostinelli E.G., Potts J., Ramage F., Sena E., Siafis S., Stansfield C., Thomas J., Tinsdeall F., Tonia T., Macleod M., Cipriani A., Salanti G., Seedat S. The therapeutic potential of exercise in post-traumatic stress disorder and its underlying mechanisms: A living systematic review of human and non-human studies // *Wellcome Open Research*. 2024. Vol. 9. Art. 720. DOI: <https://doi.org/10.12688/wellcomeopenres.23033.4>.
13. Казанцева Т.В., Коломиец О.И. Влияние миофасциального релиза на показатели вариабельности сердечного ритма у лиц с вегетативной дисфункцией: рандомизированное контролируемое исследование // *Вестник восстановительной медицины*. 2025. Т. 24, № 1. С. 39-46. DOI: <https://doi.org/10.38025/2078-1962-2025-24-1-39-46>.
14. Kenemore J., Benham G., Charak R., Hernandez Rodriguez J. Heart Rate Variability Biofeedback as a Treatment for Military PTSD: A Meta-Analysis // *Military Medicine*. 2024. Vol. 189, № 9-10. P. e1903-e1909. DOI: <https://doi.org/10.1093/milmed/usae003>.
15. Whitworth J.W., Ciccolo J.T. Exercise and post-traumatic stress disorder in military veterans: a systematic review // *Military Medicine*. 2016. Vol. 181, № 9. P. 953-960. DOI: <https://doi.org/10.7205/MILMED-D-15-00488>.
16. Kingsley J.D., Figueroa A. Acute and training effects of resistance exercise on heart rate variability // *Clinical Physiology and Functional Imaging*. 2016. Vol. 36, № 3. P. 179-187. DOI: <https://doi.org/10.1111/cpf.12214>.
17. Caruso F.R., Arena R., Phillips S.A., Bonjorno J.C. Jr., Mendes R.G., Arakelian V.M., Bassi D., Nogi C., Borghi-Silva A. Resistance exercise training improves heart rate variability and muscle performance: a randomized controlled trial in coronary artery disease patients // *European Journal of Physical and Rehabilitation Medicine*. 2015. Vol. 51, № 3. P. 281-289.
18. Bollaert R.E., Bennett M.M., Davis K.E., Hillard C.J., Whittle J., Franco Z., Broadwell S., Fitzgerald J. Yoga for Veterans with PTSD: Intervention Feasibility, Changes in PTSD Symptom Severity, and Psychological and Physiological Health-Related Fitness Outcomes // *International Journal of Yoga Therapy*. 2024. Vol. 34, № 2024. Art. 9. DOI: <https://doi.org/10.17761/2024-D-23-00082>.
19. Вагин Ю.Е., Классина С.Я., Фудин Н.А. Вариабельность сердечного ритма при скоростно-силовой нагрузке спортсменов после гиповентиляционной тренировки // *Спортивная медицина: наука и практика*. 2022. Т. 12, № 2. С. 67-72. DOI: <https://doi.org/10.47529/2223-2524.2022.2.5>.
20. Weathers F.W., Bovin M.J., Lee D.J., Sloan D.M., Schnurr P.P., Kaloupek D.G., Keane T.M., Marx B.P. The Clinician-Administered PTSD Scale for DSM-5 (CAPS-5): development and initial psychometric evaluation in military veterans // *Psychological Assessment*. 2018. Vol. 30, № 3. P. 383-395. DOI: <https://doi.org/10.1037/pas0000486>.
21. Weathers F.W., Litz B.T., Keane T.M., Palmieri P.A., Marx B.P., Schnurr P.P. The PTSD Checklist for DSM-5 (PCL-5). National Center for PTSD, 2013.
22. Blevins C.A., Weathers F.W., Davis M.T., Witte T.K., Domino J.L. The Posttraumatic Stress Disorder Checklist for DSM-5 (PCL-5): development and initial psychometric evaluation // *Journal of Traumatic Stress*. 2015. Vol. 28, № 6. P. 489-498. DOI: <https://doi.org/10.1002/jts.22059>.
23. Lee D.J., Weathers F.W., Bovin M.J., Marx B.P. On the concordance between CAPS-5 and PCL-5 scores // *European Journal of Psychotraumatology*. 2024. Vol. 15, № 1. Art. 2407728. DOI: <https://doi.org/10.1080/2008066.2024.2407728>.
24. Zigmond A.S., Snaith R.P. The hospital anxiety and depression scale // *Acta Psychiatrica Scandinavica*. 1983. Vol. 67, № 6. P. 361-370. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1600-0447.1983.tb09716.x>.
25. Cohen S., Kamarck T., Mermelstein R. A global measure of perceived stress // *Journal of Health and Social Behavior*. 1983. Vol. 24, № 4. P. 385-396. DOI: <https://doi.org/10.2307/2136404>.
26. Собирова Г.Н., Масиеро С., Усманходжаева А.А., Бекчанова М.Р., Демин Н.А. Реабилитация кардиологических пациентов с постковидным синдромом: результаты пилотного клинического исследования // *Вестник восстановительной медицины*. 2024. Т. 23, № 2. С. 7-16. DOI: <https://doi.org/10.38025/2078-1962-2024-23-2-7-16>.
27. Laird N.M., Ware J.H. Random-effects models for longitudinal data // *Biometrics*. 1982. Vol. 38, № 4. P. 963-974. DOI: <https://doi.org/10.2307/2529876>.
28. Гланц С. Медико-биологическая статистика. Пер. с англ. М.: Практика, 1998. 459 с.
29. Cohen J. Statistical power analysis for the behavioral sciences. 2nd ed. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates, 1988. 567 p.
30. Cohen J. A power primer // *Psychological Bulletin*. 1992. Vol. 112, № 1. P. 155-159. DOI: <https://doi.org/10.1037/0033-2909.112.1.155>.
31. Shapiro S.S., Wilk M.B. An analysis of variance test for normality (complete samples) // *Biometrika*. 1965. Vol. 52, № 3/4. P. 591-611. DOI: <https://doi.org/10.1093/biomet/52.3-4.591>.

THE EFFECT OF AEROBIC AND STRENGTH TRAINING ON AUTONOMIC REGULATION IN COMBAT PARTICIPANTS WITH PTSD

Karapetyan S. R., Gergokov S. A., Nazarov M. E.

Federal State Budgetary Military Educational Institution of Higher Education "S. M. Kirov Military Medical Academy" of the Ministry of Defense of the Russian Federation, 194044, St. Petersburg, Russian Federation

ABSTRACT. Comparison of the effects of 12-week aerobic and resistance training programs on heart rate variability (HRV) and autonomic reactivity in combat veterans with post-traumatic stress disorder (PTSD).

Materials and Methods. A randomized controlled trial included 129 men (30-55 years old) divided into three groups: aerobic training (n=43), strength training (n=42), and control (n=44). HRV indices (RMSSD, HF) at rest and during functional tests, as well as PTSD symptoms, were assessed.

Results and Discussion. Aerobic exercise significantly increased basal parasympathetic tone (increase in RMSSD and HF) and improved orthostatic adaptation. Strength training was most effective in reducing sympathetic hyperreactivity in response to mental stress. Both protocols significantly reduced the severity of PTSD symptoms compared to the control group.

Conclusion. The differentiated use of these types of adaptive physical training is appropriate for the comprehensive cardioprotective rehabilitation of combat veterans with PTSD.

Keywords: post-traumatic stress disorder, heart rate variability, autonomic reactivity, aerobic training, strength training, therapeutic exercise, combat veterans.

Сведения об авторах

Карапетьян Сергей Рафикович - преподаватель кафедры физической подготовки, ФГБВОУ высшего образования ВМедА им. С. М. Кирова Минобороны России, 194044, Санкт-Петербург, Российская Федерация, e-mail: karapetserega83@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0002-8417-2958>.

Гергоков Сейран Ахмедович - курсант, ФГБВОУ высшего образования ВМедА им. С. М. Кирова Минобороны России, 194044, Санкт-Петербург, Российская Федерация, e-mail: gergokov.seyran@mail.ru; <https://orcid.org/0009-0002-1486-8161>.

Назаров Максим Евгеньевич - курсант, ФГБВОУ высшего образования ВМедА им. С. М. Кирова Минобороны России, 194044, Санкт-Петербург, Российская Федерация, e-mail: i@makssnazz.ru; <https://orcid.org/0009-0004-2793-5479>.

ЭФФЕКТИВНОСТЬ РАЗЛИЧНЫХ МЕТОДОВ НЕЙРОМЫШЕЧНОЙ СТИМУЛЯЦИИ В КОРРЕКЦИИ ПОСТИНСУЛЬТНОЙ ДИСФАГИИ: РЕЗУЛЬТАТЫ СРАВНИТЕЛЬНОГО РАНДОМИЗИРОВАННОГО ИССЛЕДОВАНИЯ

Гордеева А.О.*, Яковлев М.Ю.

ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр реабилитации и курортологии» Минздрава России, Москва, Россия

РЕЗЮМЕ.

Введение. Постинсультная дисфагия ассоциирована с высоким риском аспирационной пневмонии и нутритивной недостаточности, что обосновывает поиск эффективных методов реабилитации.

Цель исследования - сравнить эффективность вибротактильной терапии, кинезиотейпирования и криостимуляции в коррекции постинсультной дисфагии по данным клинических шкал и параметров микроциркуляции.

Материалы и методы. В рандомизированное исследование были включены 120 пациентов с ишемическим инсультом, распределённых на четыре группы: основная (вибротактильная стимуляция), группа сравнения 1 (кинезиотейпирование), группа сравнения 2 (криостимуляция) и контрольная (только логопедическая коррекция). Оценка функции глотания проводилась по шкалам КИМ, PAS и FEDSS, микроциркуляции - методом ЛДФ до и после лечения.

Результаты. В основной группе достигнуто наиболее значимое снижение показателей: КИМ с 20,4 до 12,5 баллов, PAS с 5,0 до 2,0 баллов, FEDSS с 4,0 до 2,0 баллов ($p < 0,05$). В группах кинезиотейпирования и криостимуляции улучшения были умеренными, в контрольной группе - минимальными. По данным ЛДФ в основной группе зарегистрированы максимальный рост эндотелиальных осцилляций (+38%) и увеличение перфузии (+20%), корреляция динамики КИМ и перфузии составила $rs = 0,82$ ($p < 0,05$).

Заключение. Вибротактильная нейромышечная стимуляция в сочетании с базовой логопедической коррекцией демонстрирует наибольший клинический эффект и выраженную нормализацию микроциркуляции, что подтверждает её патогенетическую обоснованность в реабилитации постинсультной дисфагии.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: ишемический инсульт, постинсультная дисфагия, нейромышечная стимуляция, вибротактильная терапия, криостимуляция, кинезиотейпирование, микроциркуляция, лазерная доплеровская флоуметрия.

ВВЕДЕНИЕ. Дисфункция акта глотания является одним из наиболее частых и клинически значимых осложнений перенесенного ишемического инсульта [1-3]. По данным клинических и эпидемиологических исследований, дисфагия выявляется у значительной доли пациентов в остром и раннем восстановительном периоде сосудистой катастрофы и сопровождается повышенным риском возникновения аспирационной пневмонии, нутритивной недостаточности, удлинением сроков госпитализации и увеличением числа летальных исходов [4-5]. В свою очередь, субклинические формы дисфагии, не сопровождающиеся выраженными жалобами, ассоциированы с микроаспирацией и ростом частоты респираторных осложнений, что требует активного скрининга и раннего начала восстановления функции глотания [6]. В российских и международных клинических рекомендациях подчёркивается необходимость обязательного обследования функции глотания у всех пациентов с инсультом и включения логопедической помощи в индивидуальную программу медицинской реабилитации [7].

* Адрес для переписки: Гордеева Алина Олеговна, e-mail: GordeevaAO@nmicrk.ru

Цитирование. Гордеева А.О., Яковлев М.Ю. Эффективность различных методов нейромышечной стимуляции в коррекции постинсультной дисфагии: результаты сравнительного рандомизированного исследования. Russian Journal of Environmental and Rehabilitation Medicine. 2026. 3:27-34.

Citation Gordeeva A.O., Yakovlev M.Yu. Efficacy of various neuromuscular stimulation methods in the management of post-stroke dysphagia: results of a comparative randomized trial. Russian Journal of Environmental and Rehabilitation Medicine. 2026. 3: 27-34.

Необходимо отметить, что патогенез постинсультной дисфагии многофакторен и включает поражение кортико-булбарных путей, нарушение функционирования стволовых центров глотания, сенсорный дефицит слизистой ротоглотки и гортани, дискоординацию мышц языка, мягкого нёба, глотки и гортани [8-10]. Важную роль играют эндотелиальная дисфункция и нарушение микроциркуляции в орофарингеальной области, приводящие к гипоперфузии, тканевой гипоксии и вторичной миопатии мышц, участвующих в акте глотания [11]. Современные исследования показывают, что эндотелий-зависимая вазодилатация и состояние микрососудистого русла являются значимыми мишенями реабилитационного воздействия при инсульте, восстановление микроциркуляции способствует улучшению нейромышечной функции и потенциала нейропластичности [12-13].

Стандартом лечения постинсультной дисфагии остаётся базовая логопедическая терапия, представляющая собой диетические и компенсаторные техники, специальные упражнения, включающие изменение консистенции пищи и позиционирование пациента [14]. Однако, при выраженных нарушениях функции глотания и высоком риске аспирации только логопедических воздействий часто оказывается недостаточно для достижения быстрых и устойчивых результатов. В связи с этим активно развиваются методы, основанные на нейромодуляции и нейромышечной стимуляции - транскраниальная магнитная и электрическая стимуляция, фарингеальная электростимуляция, транскутанная стимуляция мышц глотки и гортани [15]. Ряд исследований демонстрирует, что такие вмешательства могут улучшать показатели функции глотания и снижать риск аспирации, но вопросы оптимальных протоколов, сочетаний с логопедией и влияния на периферическую микроциркуляцию остаются недостаточно изученными [16].

Параллельно растёт интерес к периферической сенсомоторной стимуляции с использованием вибротактильных воздействий, криостимуляции и кинезиотейпирования. Вибротактильная терапия орофарингеальной области рассматривается как способ усиления афферентного притока по волокнам тройничного, лицевого и языкоглоточного нервов, повышения чувствительности слизистой, активации стволовых центров глотания и кортикальных зон [17-18]. Криостимуляция все чаще применяется логопедами для повышения чувствительности рецепторов и усиления рефлекторной связи компонентов глотания [19]. Кинезиотейпирование используется для механической стабилизации мягких тканей, изменения нагрузки на мышцы и улучшения проприоцептивной обратной связи [20-21]. Однако, доказательная база этих подходов в формате рандомизированных сравнительных исследований, особенно с объективной оценкой микроциркуляции, остаётся ограниченной.

В клинических исследованиях дисфагии широко используются валидизированные шкалы: КИМ (клинический индекс дисфагии), шкала PAS (Penetration-Aspiration Scale) и шкала FEDSS (Fiberoptic Endoscopic Dysphagia Severity Scale) [22-23]. Они позволяют количественно оценивать тяжесть дисфагии, риск аспирации и допустимую консистенцию пищи, а также чувствительно фиксировать динамику на фоне восстановления. Состояние микроциркуляции может оцениваться методом лазерной доплеровской флоуметрии (ЛДФ), который позволяет анализировать вклад эндотелиальных, нейрогенных, миогенных, дыхательных и сердечных компонентов в общий кровоток, оценивать сосудистый тонус и нутритивную перфузию [24].

Несмотря на признанную роль микроциркуляции и эндотелиальной дисфункции в патогенезе инсульта, влияние различных методов нейромышечной стимуляции, включая вибротактильную терапию, криостимуляцию и кинезиотейпирование, на ЛДФ-параметры орофарингеальной области и их связь с клинической динамикой дисфагии до настоящего времени изучено недостаточно.

Цель. Сравнительная оценка эффективности различных методов нейромышечной стимуляции (вибротактильная терапия, криостимуляция, кинезиотейпирование) в коррекции постинсультной дисфагии по данным шкал КИМ, PAS, FEDSS и параметров микроциркуляции (ЛДФ) до и после лечения.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Дизайн исследования

Было проведено проспективное рандомизированное контролируемое исследование на базе ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр реабилитации и курортологии» Минздрава России с 2024 по 2026 годы. В исследование было включено 120 пациентов обоих полов с ишемическим инсультом, находившихся в раннем восстановительном периоде, с клинически и инструментально подтверждённой дисфагией.

Характеристика пациентов

В выборку вошли 47 женщин (39,17%) и 73 мужчины (60,83%). Всем пациентам проводилось нейровизуализационное обследование (КТ/МРТ), подтверждавшее ишемический характер инсульта. Очаг поражения в бассейне правой средней мозговой артерии (ПСМА) отмечен у 37 пациентов (30,8%), вертебробазилярного бассейна (ВББ) - у 58 (48,3%), левой средней мозговой артерии (ЛСМА) - у 25 пациентов (20,8%). Оценка состояния функции глотания была проведена по шкалам КИМ, PAS, FEDSS до и после курса лечения. Изменения состояния микроциркуляторного русла в области шеи исследовали методом ЛДФ с анализом амплитуды эндотелиальных (Амах Э), нейрогенных (Амах Н), миогенных (Амах М), дыхательных (Амах Д) и сердечных (Амах С) осцилляций, индексов сосудистого тонуса, артериоловеноулярного шунтирования (ПШ) и средней перфузии (М). Все пациенты получали стандартную медикаментозную

терапию инсульта в соответствии с действующими рекомендациями, а также базовую программу медицинской реабилитации.

Критерии включения:

Все участники демонстрировали сохранную способность к пониманию и выполнению инструкций логопеда, не имели острых состояний заболеваний, хронических заболеваний в стадии обострений. Кроме этого, у пациентов отсутствовали выраженные когнитивные нарушения.

Критерии не включения:

В исследование не включались пациенты с инфекционными и хроническими заболеваниями в стадии обострения, психическими расстройствами (шизофрения, шизотипические и бредовые расстройства, острые психотические состояния), судорожными припадками и их эквивалентами, умственной отсталостью, а также лица с патологическим развитием личности, сопровождающимся выраженными нарушениями поведения и социальной дезадаптацией. Основанием для не включения также являлся отказ от подписания информированного согласия.

Методы лечения

В контрольной группе применялась базовая логопедическая коррекция, включающая в себя обучение безопасным стратегиям глотания, тренировка мышц языка и ротоглотки, позиционирование, изменение консистенции пищи, логопедический массаж. Курс логопедических сеансов составил 10-12 занятий по 30 минут.

В основной и группах сравнения 1 и 2, помимо базовой логопедической коррекции, пациенты получали дополнительно различные методы сенсорной стимуляции. В основной группе был проведен курс вибротактильной стимуляции орофарингеальной области по стандартизированному протоколу (частота, амплитуда и продолжительность стимуляции фиксированы, сеансы проводились курсом 10-12 занятий по 30 минут). Группа сравнения 1 получала кинезиотейпирование области подбородка и шейного отдела с целью механической поддержки и модификации проприоцептивной афферентации.

Группа сравнения 2 проходила курс локальной криостимуляции (контролируемое кратковременное охлаждение слизистой, ориентированное на стимуляцию тригеминальных терморцепторов).

РЕЗУЛЬТАТЫ

Исходно пациенты всех групп характеризовались сопоставимой степенью выраженности дисфагии. После курса лечения наиболее выраженное улучшение наблюдалось в основной группе (табл. 1).

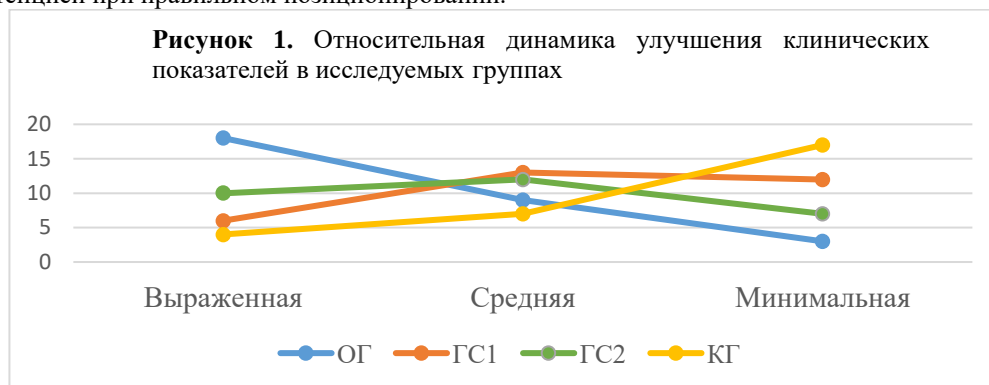
Таблица 1. Динамика показателей функции глотания в исследуемых группах (Me [Q1; Q3])

Группа	Показатель	До лечения	После лечения
Основная группа	КИМ	20,4 [18,8; 22,0]	12,5 [9,8; 14,7]*, **
	PAS	5,0 [4,0; 5,0]	2,0 [2,0; 3,0]*, **
	FEDSS	4,0 [3,0; 5,0]	2,0 [2,0; 3,0]*, **
Группа сравнения 1	КИМ	20,01 [19,8; 22,0]	18,0 [18,0; 19,5]*
	PAS	5,0 [4,0; 5,0]	3,0 [3,0; 4,0]*
	FEDSS	4,0 [3,0; 5,0]	3,0 [2,0; 3,0]*
Группа сравнения 2	КИМ	20,05 [19,2; 21,7]	17,3 [16,2; 18,1]*
	PAS	4,0 [4,0; 5,0]	3,0 [2,0; 3,0]*
	FEDSS	4,0 [3,0; 4,0]	3,0 [2,0; 3,0]*
Контрольная группа	КИМ	20,02 [18,1; 21,9]	18,0 [17,6; 19,8]*
	PAS	5,0 [4,0; 5,0]	4,0 [4,0; 5,0]
	FEDSS	4,0 [3,0; 5,0]	3,0 [2,0; 3,0]*

Примечание: Данные представлены в виде медианы (Me) и квартилей [Q1; Q3]. Анализ различий произведен по критерию Вилкоксона: * $p < 0,05$. Анализ межгрупповых различий произведен по критерию Манна-Уитни: ** $p < 0,05$.

Во всех группах отмечено статистически значимое снижение значений по сравнению с исходным уровнем ($p < 0,05$ по критерию Вилкоксона), но величина эффекта существенно различалась. В основной группе, получавшей вибротактильную стимуляцию на фоне базовой логопедической коррекции, снижение КИМ достигло $-38,7\%$, в то время как в группе сравнения 1, группе сравнения 2 и контрольной группе - около -10% . PAS в основной группе в среднем уменьшилась с 5 до 2 баллов, что соответствует переходу к безопасному глотанию ($PAS \leq 3$), тогда как в других группах снижение составило 20–25% с достижением медианы 3–4 балла. Показатели шкалы FEDSS в основной группе снизилась на 50% (с 4 до 2 баллов), что

позволило большинству пациентов перейти на пероральное питание пудинговой и более жидкой консистенцией при правильном позиционировании.



Примечание: Распределение пациентов по степени ответа на лечение и межгрупповые различия оценивали с использованием критерия χ^2 . Статистически значимыми считали различия при $p < 0,05$.

Распределение пациентов по степени восстановления функции глотания показало статистически значимые различия между группами по критерию χ^2 при $p < 0,05$ (Рис.1). В основной группе выраженное улучшение было достигнуто у 18 из 30 пациентов (60,0%, $p < 0,05$ по критерию χ^2), умеренное - у 9 (30,0%, $p < 0,05$ по критерию χ^2), минимальное - у 3 (10,0%, $p < 0,05$ по критерию χ^2). В группе криостимуляции выраженный ответ зарегистрирован у 10 из 29 пациентов (34,5%, $p < 0,05$ по критерию χ^2), в группе кинезиотейпирования - у 6 из 31 (19,4%), в контрольной группе - лишь у 4 из 30 (13,3%, $p < 0,05$ по критерию χ^2).

Под выраженным улучшением понимали переход по шкале КИМ на $\geq 30\%$ от исходного уровня, снижение по шкале PAS до 2–3 баллов и/или снижение FEDSS на ≥ 2 балла, под умеренным улучшением - снижение КИМ на 10–29%, PAS на 1–2 балла и FEDSS на 1,5 балла, под минимальным улучшением - изменения ниже этих порогов или их отсутствие. По шкале КИМ в основной группе выраженное улучшение отмечено у 17 пациентов (56,7%), по шкале PAS - у 18 (60,0%), по шкале FEDSS - у 16 (53,3%). В группе сравнения 2 выраженный клинический ответ наблюдался у 10 пациентов, тогда как в группе сравнения 1 - лишь у 6. В контрольной группе выраженная динамика была зарегистрирована только у 4 пациентов, а минимальная динамика преобладала более чем у половины обследованных. Полученные различия по частоте клинически значимого ответа были статистически значимыми при анализе по критерию χ^2 ($p < 0,05$).

В основной группе показатель PAS 2,0 [2,0;3,0] баллов соответствовал переходу к клинически безопасному глотанию и расширению диеты до стандартной или загущенной консистенции при соблюдении рекомендаций. В контрольной группе сохранялся показатель PAS 4,0 [4,0;5,0] балла, указывающий на продолжающийся риск аспирации. По шкале оценки КИМ пациенты основной группы перешли из категории средне-тяжелой степени выраженности дисфагии (20,4[18,8;22,0] балла) в категорию средне-лёгкой (12,5[9,8;14,7] балла), тогда как в контрольной группе показатель КИМ в 18,0[17,6;19,8] баллов соответствовал лишь умеренному снижению тяжести без достижения функционально безопасного глотания. Динамика микроциркуляторного русла (ЛДФ) представляет параметры микроциркуляции до и после лечения в сопоставлении с референтными значениями у здоровых добровольцев (табл. 2).

Таблица 2. Параметры микроциркуляции по данным ЛДФ до и после лечения (Me [Q1; Q3])

Показатель	ОГ до	ОГ после	ГС1 до	ГС1 после	ГС2 до	ГС2 после	ГК до	ГК после
Амах Э, п.е.	0,42 [0,22; 0,68]	0,58 [0,38; 0,78] *,**	0,44 [0,29; 0,68]	0,49 [0,29; 0,69]*	0,42 [0,25; 0,66]	0,53 [0,33; 0,73]*	0,43 [0,20; 0,59]	0,46 [0,26; 0,66]
Амах Н, п.е.	0,65 [0,35; 1,00]	0,82 [0,60; 1,10]	0,67 [0,37; 1,03]	0,72 [0,50; 1,00]	0,66 [0,38; 1,02]	0,76 [0,54; 1,04]	0,66 [0,30; 1,04]	0,69 [0,39; 1,04]
Амах М, п.е.	0,90 [0,50; 1,31]	1,05 [0,80; 1,35] *,**	0,92 [0,54; 1,28]	0,98 [0,73; 1,28]	0,90 [0,59; 1,30]	1,01 [0,76; 1,31]*	0,92 [0,58; 1,31]	0,95 [0,55; 1,35]
Амах Д, п.е.	0,48 [0,28; 0,82]	0,62 [0,44; 0,85]	0,46 [0,29; 0,80]	0,55 [0,37; 0,80]	0,50 [0,31; 0,79]	0,58 [0,40; 0,82]	0,49 [0,32; 0,81]	0,52 [0,37; 0,86]

Амах С, п.е.	0,31 [0,21; 0,40]	0,33 [0,22; 0,46]	0,34 [0,21; 0,47]	0,32 [0,23; 0,45]	0,32 [0,28; 0,43]	0,32 [0,22; 0,41]	0,30 [0,23; 0,45]	0,34 [0,25; 0,43]
Нормотонический тонус	2,85 [2,32; 3,45]	2,45 [2,15; 2,80] *,**	2,83 [2,30; 3,55]	2,62 [2,32; 2,97]*	2,83 [2,37; 3,42]	2,55 [2,25; 2,90]*	2,84 [2,42; 3,49]	2,70 [2,22; 3,32]
Миогенный тонус	2,55 [2,05; 3,15]	2,25 [1,95; 2,55] *,**	2,52 [2,07; 3,11]	2,38 [2,08; 2,68]	2,54 [2,06; 3,18]	2,32 [2,02; 2,62]*	2,50 [2,09; 3,14]	2,45 [2,08; 2,98]
ПШ	1,28 [1,12; 1,48]	1,16 [1,04; 1,28] *,**	1,29 [1,14; 1,41]	1,22 [1,10; 1,36]	1,27 [1,15; 1,49]	1,20 [1,08; 1,32]*	1,27 [1,10; 1,46]	1,25 [1,09; 1,45]
М, п.е.	7,20 [5,80; 9,30]	8,65 [7,55; 9,85]*	7,29 [5,85; 9,30]	7,95 [6,85; 9,25]	7,32 [6,83; 9,30]	8,30 [8,20; 9,04]	6,96 [5,80; 8,58]	7,23 [6,20; 9,10]

Примечание: Данные представлены в виде медианы (Me) и квартилей [Q1; Q3]. Анализ различий произведен по критерию Вилкоксона: * $p < 0,05$. Анализ межгрупповых различий произведен по критерию Манна-Уитни: ** $p < 0,05$.

У пациентов до начала реабилитации отмечалось выраженное снижение Амах Э и М при повышении нормотонического и миогенного тонуса и ПШ по сравнению со здоровыми добровольцами, что отражает эндотелиальную дисфункцию, усиление шунтового кровотока и нутритивную гипоперфузию.

После лечения, в основной группе Амах Э увеличился с 0,42 [0,22;0,68] п.е., М - с 7,20 [5,80;9,30] до 8,65 [7,55;9,85] п.е., нормотонический тонус снизился с 2,85 [2,32;3,45] до 2,45 [2,15;2,80] у.е., миогенный - с 2,55 [2,05;3,15] до 2,25 [1,95;2,55] у.е., ПШ уменьшился с 1,28 [1,12;1,48] до 1,16 [1,04;1,28] у.е.. Выявленные изменения указывают на восстановление эндотелий-зависимой вазодилатации, снижение избыточного сосудистого тонуса и перераспределение кровотока в пользу капиллярного русла.

В группе сравнения 1 показатель Амах Э вырос с 0,44 [0,29;0,68] до 0,49 [0,29;0,69] п.е., М - с 7,29 [5,85;9,30] до 7,95 [6,85;9,25] п.е., снижение нормотонического тонуса произошло с 2,83 [2,30;3,55] до 2,62 [2,32; 2,97] у.е., что отражает ограниченную стабилизацию микроциркуляции. В группе сравнения 2 Амах Э вырос с 0,42 [0,25;0,66] до 0,53 [0,33;0,73] п.е., М - с 7,32 [6,83;9,30] до 8,30 [8,20;9,04] п.е., нормотонический тонус снизился с 2,83 [2,37;3,42] до 2,55 [2,25;2,90] у.е., что свидетельствует о умеренном восстановлении эндотелиальной функции. В контрольной группе отмечена лишь спонтанная динамика показателей Амах Э с 0,43 [0,20;0,59] до 0,46 [0,26;0,66] п.е., показатель М вырос с 6,96 [5,80;8,58] до 7,23 [6,20;9,10] п.е., нормотонический тонус снизился с 2,84 [2,42;3,49] до 2,70 [2,22;3,32] у.е., ПШ изменился с 1,27 [1,10;1,46] до 1,25 [1,09;1,45] у.е.. Сердечный компонент (Амах С) оставался стабильным во всех группах. Коэффициент корреляции между динамикой КИМ и изменением М составил $r_s=0,82$ ($p<0,001$), что свидетельствует о тесной связи улучшения перфузии с клиническим восстановлением глотания.

ОБСУЖДЕНИЕ

Основной результат настоящего исследования - оценка эффективности вибротактильной нейромышечной стимуляции, применяемой в сочетании с базовой логопедической терапией, в коррекции постинсультной дисфагии по сравнению с криостимуляцией, кинезиотейпированием и стандартной логопедической коррекцией. Существенное снижение показателей шкалы КИМ, переход PAS к значениям безопасного глотания (2,0 балла) и уменьшение FEDSS до 2 баллов подтверждают, что данный подход обеспечивает не только субъективное, но и клинически значимое улучшение - пациенты смогли безопасно расширить вариативность объемов и консистенции перорального питания, снижая риск аспирации и связанных с ней осложнений.

Меньшая выраженность динамики в группах сравнения 1 и 2 подчёркивает, что кинезиотейпирование и криостимуляция обладают лишь умеренной клинической эффективностью, хотя и превосходят базовую логопедическую терапию по ряду показателей. В контрольной группе отмечена лишь частичная компенсация без убедительного перехода к безопасному глотанию.

Особую значимость имеет сопоставление результатов клинической оценки динамики состояния пациентов с данными ЛДФ. Исходная картина у пациентов с дисфагией характеризовалась снижением Амах Э и М, повышением тонуса и ПШ, что, в свою очередь согласуется с выводами о эндотелиальной дисфункции и нутритивной гипоперфузии в патогенезе постинсультной дисфагии. На фоне проведенной логопедической работы вибротактильная терапия демонстрирует наиболее выраженное восстановление эндотелий-зависимой вазодилатации и перераспределение кровотока: рост Амах Э и М, снижение НТ, миогенного тонуса и ПШ. Изменения показателей микроциркуляторного русла соотносятся с данными шкалы КИМ, что подтверждает физиологическую обоснованность различий между методами.

Высокая корреляция между динамикой КИМ и М указывает на то, что улучшение нутритивной перфузии является значимым предикатором восстановления функции глотания. Это открывает перспективу

использования ЛДФ-параметров как показателей эффективности реабилитации и критериев достаточности проведённой терапии. Пациенты, у которых на ранних этапах проведения курса вибротактильной стимуляции достигается существенный прирост Аmax Э и М, вероятно, относятся к группе «быстрых ответчиков» с высоким шансом на переход к безопасному глотанию.

С позиции патофизиологии вибротактильная терапия сочетает эффекты сенсорной стимуляции (усиление афферентного притока к стволовым и кортикальным центрам глотания) и локального улучшения микроциркуляции (восстановление эндотелий-зависимой вазодилатации, снижение шунтового кровотока), что обеспечивает благоприятные условия для реализации логопедических упражнений и формирования новых моторных паттернов. Криостимуляция преимущественно реализует рефлекторные механизмы через активацию терморепцепторов, обеспечивая умеренное улучшение эндотелиальной функции. Кинезиотейпирование в большей степени влияет на механические и проприоцептивные компоненты, что отражается в более скромной динамике ЛДФ-параметров и клинических показателей.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проведённое сравнительное рандомизированное исследование демонстрирует, что включение вибротактильной нейромышечной стимуляции в программу реабилитации пациентов с постинсультной дисфагией является клинически эффективной и патофизиологически обоснованной стратегией. В отличие от криостимуляции, кинезиотейпирования и изолированной базовой логопедической коррекции, вибротактильная стимуляция обеспечивает наиболее выраженное и клинически значимое восстановление функции глотания, а именно переход к безопасному пероральному питанию, снижение риска аспирации и нутритивной недостаточности.

Ключевая практическая ценность применения методики вибротактильной стимуляции заключается в его способности не только усиливать афферентную сенсорную импульсацию к центрам глотания, но и локально корригировать состояние микроциркуляторного русла - восстанавливать эндотелийзависимую вазодилатацию, снижать избыточный сосудистый тонус, увеличивая нутритивную перфузию тканей орофарингеальной области. Это создаёт благоприятный метаболический фон для нейропластичности и реализации логопедических упражнений, что объясняет устойчивость достигнутых результатов. Перспективы применения вибротактильной стимуляции в клинической практике связаны с её неинвазивностью, хорошей переносимостью, возможностью раннего включения в реабилитационный процесс и сочетания со стандартными приемами логопедической коррекции.

Таким образом, внедрение структурированных приемов вибротактильной нейромышечной стимуляции в индивидуальную программу медицинской реабилитации как методики коррекции постинсультной дисфагии при недостаточной эффективности стандартной логопедической помощи способствует скорейшему восстановлению нарушенных функций организма.

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES:

1. Векильян М. А., Герасимова Л.И., Фомина А. В., Пак В. И. Анализ заболеваемости и смертности от злокачественных новообразований рака предстательной железы в Российской Федерации в период 2011–2023 гг.. Менеджер здравоохранения. 2026; 1:132-149 DOI: 10.21045/1811-0185-2026-1-132-140
2. Ибраимова Д.Д., Ибраимова А.Д., Мамбетов М.А., Самигуллина А.Э. Факторы повышения выживаемости пациентов с раком шейки матки в кыргызской республике. Анализ риска здоровью. 2025; 4:165-172 DOI: 10.21668
3. Жилина Н.М., Шрамко С.В. Злокачественные новообразования женских репродуктивных органов в динамике 2011-2020 на примере Новокузнецка. Социальные аспекты здоровья населения / Social aspects of Population Health. URL: <http://vestnik.mednet.ru/content/view/621/53/lang.ru/> (дата обращения: 15.03.2026) 2022;68(3): 1-20 DOI: 10.21045/2071-5021-2022-68-3-11
4. Плутницкий А.Н., Аверченко Р.Р., Бехаева Т.Х. Закономерности заболеваемости раком женских половых органов. Общественное здоровье и здравоохранение. 2025;2(85):37-41 DOI: 10.56685/18120555_2025_85_2_37
5. Гордиенко В.П., Витер А.Д., Петрова К.К. Заболеваемость и смертность от рака молочных желез и яичников у населения восточных территорий России. Амурский медицинский журнал. 2024;12(2):16-27 DOI:10.24412/2311-5068-2024-12-2-16
6. Будаев Б.С., Банзарова Л.П., Богданова О.П., Тармаева И.Ю. Анализ смертности населения от злокачественных новообразований на региональном уровне. Тихоокеанский медицинский журнал. 2021; 1:71-76 DOI: 10.34215/1609-1175-2021-3-71-76
7. Садикова У.М. Факторы риска и гигиеническая оценка первично множественных синхронных злокачественных новообразований. Экономика и социум. 2022;2(93):854-857
8. Макимбетов Э.К., Салихар Р.И., Туманбаев А.М., Токтаналиева А.Н., Керимов А.Д. Эпидемиология рака в мире. Современные проблемы науки и образования. 2020;2 URL: <https://scienceeducation.ru/ru/article/view?id=29718> (дата обращения: 15.01.2026). DOI: <https://doi.org/10.17513/spno.29718>
9. Блинов Д.В., Солопова А. Г., Плутницкий А.Н., Ампилогова Д.М., Санджиева Л.Н., Корабельников Д.И., Петренко Д.А.. Организация здравоохранения в сфере реабилитации пациенток с онкологическими заболеваниями репродуктивной системы. 2022; 15 (1): 119-130 <https://doi.org/10.17749/2070-4909>
10. Егорова А.Г., Суслин С.А., Сомов А.Н., Юсупов Р.Н., Зинатуллина Д.С. Научное обоснование стратегии развития медицинской помощи пациентам со злокачественными новообразованиями женских половых органов и молочной железы. Современные проблемы здравоохранения и медицинской статистики. 2025;2:655-670 DOI 10.24412/2312-2935-2025-2-655-670
11. Егорова А.Г., Суслин С.А., Орлов А.Е., Корякин С.А., Садреева С.Х. Онкоэпидемиологическая панель тенденций заболеваемости злокачественными новообразованиями как основа разработки региональной программы первичной

- профилактики рака. Современные проблемы здравоохранения и медицинской статистики. 2024;3:553-580 DOI 10.24412/2312-2935-2024-3-553-581
12. Новикова С.В. Уровень компетентности сельских врачей первичной медико-санитарной помощи в вопросах диагностики злокачественных новообразований основных локализаций. Пермский медицинский журнал. 2024; XLI (2):112-122. DOI: 10.17816/pmj412112122
 13. Аверченко Р.Р. Медико-социальные риск-факторы возникновения онкогинекологической патологии. Современные проблемы здравоохранения и медицинской статистики. 2024;1:561-577 DOI: 10.24412/2312-2935-2024-1-561-577
 14. Хланта Д.А., Генс Г.П. Особенности ведения пациентов с первично множественными злокачественными опухолями в практике современного онколога. клинический пример и обзор литературы. сибирский онкологический журнал. 2022; 21(4): 147–155 DOI: 10.21294/1814-4861-2022-21-4-147-155
 15. Важенин А. В., Новикова С. В., Тюков Ю. А. Онкоэпидемиологическая ситуация в российской федерации и в мире на основе анализа показателей ведущих злокачественных новообразований населения. Менеджер здравоохранения. 2025; 1:135-144 DOI: 10.21045/1811-0185–2025-3-135-144
 16. Кононова Г.А., Жуйкова Л.Д., Ананина О.А., Коломиец Л.А., Пикалова Л.В., Жуйкова А.С. Рак репродуктивной системы у женщин республики Тыва. Эпидемиологические особенности. Сибирский онкологический журнал. 2024;23(3):5-14 DOI:10.21294/1814-4861-2024-23-3-5-14
 17. Афанасьев С.Г., Усынин Е.А., Хадагаев И.Б. и др. Опыт выполнения мультивисцеральных резекций по поводу злокачественных новообразований малого таза. Сибирский онкологический журнал. 2024; 23(6): 129–137 DOI: 10.21294/1814-4861-2024-23-6-129-137
 18. Адамян Л.В., Сибирская Е.В., Пивазян Л.Г., Исаева С.Г., Лаевская А.А., Серегина В.Ю., Курбатова К.С. Вспомогательные репродуктивные технологии у онкологических пациенток. Эффективная фармакотерапия. 2024; 19:56-65
 19. Салтыкова Е.А. Юдин С.М. Проблемы анализа сочетанного влияния факторов различной природы на здоровье населения (литературный обзор). Russian journal of environmental and rehabilitation medicine (Российский журнал экологической и восстановительной медицины) 2025; 3: 22-28
 20. Захарченко О.О., Терентьева Д.С., Шикина И.Б. Трансформация онкологического компонента диспансеризации определенных групп взрослого населения с 2013 по 2021 год. Социальные аспекты здоровья населения. 2022;68 (3): 2-42 DOI: 10.21045/2071-5021-2022-68-3-3
 21. Шрамко С. В., Н. М. Жилина, В. Н. Дуреев, М. А. Сабанцев. Анализ медико-статистических показателей рака молочной железы в г. Новокузнецк (2011-2020 гг.) Бюллетень медицинской науки. 2024; 1 (33):5-13 DOI 10.31684/25418475-2024-1-5
 22. Гордиенко В.П., Леонтьева С.Н., Коробкова Т.Н. Рак репродуктивных органов у женщин дальневосточного федерального округа. Сибирский онкологический журнал. 2020; 19(3): 23–37 DOI: 10.21294/1814-4861-2020-19-2-23-37
 23. Кривых Е.А. Вексесер В.С. Анализ динамики заболеваемости и смертности от злокачественных новообразований в Российской Федерации и ХМАО за 2021–2023 годы. Медицина. Социология. Философия. Прикладные исследования. 2025; 5: 268-273
 24. Юдина В.С. Злокачественные новообразования репродуктивных органов как причина смерти молодого населения в Российской Федерации. Эпидемиология и вакцинопрофилактика. 2023; 22(5): 40-47 DOI: 10.31631/2073-3046-2023-22-5-40-47
 25. Головкин И.О., Алиев К. А., Макашиш Т.П., Асанова Э. Р., Максимова П.Е., Зяблицкая Е.Ю. Роль факторов опухолевого микроокружения в развитии рака яичника и молочной железы. Медицинский вестник Башкортостана. 2025; 20 (3):5-12
 26. Ананина О. А., Жуйкова Л. Д., Коломиец Л. А., Кононова Г. А., Кондрашина Ю. Д., Пикалова Л. В., Украинцева Е. А. Заболеваемость гинекологическим раком и смертность от него в Сибирском федеральном округе в 2013–2023 гг. Опухоли женской репродуктивной системы. 2025; 21(3):97-106 DOI: <https://doi.org/10.17650/1994-4098-2025-21-3-97-106>
 27. Состояние онкологической помощи населению России в 2024 году / Под ред. А.Д. Каприна, В.В. Старинского, А.О. Шахзадова. – М.: МНИОИ им. П.А. Герцена – филиал ФГБУ «НМИЦ радиологии» Минздрава России, 2025, – 275 с.
 28. Хоперская О.В., Енькова Е.В., Шамарин С.В., Хатунцев А.В., Путова А.В. Открытие вклада вируса папилломы человека в развитие рака шейки матки: историческая справка (обзор литературы). Вестник новых медицинских технологий. URL: <http://medtsu.tula.ru/VNMT/Bulletin/E2026-1/00.html> (дата обращения: 15.03.2026). 2026;1:81-87
 29. Бажанова А.О., Гасимова С.У., Мануева Р.С. Частота встречаемости злокачественных новообразований женской репродуктивной системы. Эпомен: медицинские науки. 2024; 17:10-17
 30. Румянцева А.В., Банникова М.В., Азизова Т.В. Описательная характеристика злокачественных новообразований женских половых органов. Опухоли женской репродуктивной системы. 2021; 17(3): С. 79-88 DOI: 10.17650/1994-4098-2021-17-3-79-88
 31. Чернобровкина А.Е., Стародубов В.И., Белкина Н. Н. Информированность населения о первичной профилактике рака шейки матки. Менеджер здравоохранения. 2023; 1:29-35 DOI: 10.21045/1811-0185-2023-1-29-35
 32. Юдина В.С., Лопухов П.Д., Каприн А.Д., Аполихин О.И., Трушина О.И., Мухтарулина С.В., Брико Н.И. Проявления заболеваемости злокачественными новообразованиями органов репродуктивной системы у молодого населения Российской Федерации: региональные особенности. Siberian scientific medical journal 2023; 43 (3): 113–120 DOI: 10.18699/SSMJ20230314
 33. Пелишенко Т.Г., Нагорнев С.Н., Круглова Л.С. Применение международной классификации функционирования, ограничения жизнедеятельности и здоровья для оценки эффективности реабилитации пациентов с полипозным риносинуситом, ассоциированным с бронхиальной астмой. Russian Journal of Environmental and Rehabilitation Medicine. 2024;2: 35-45.
 34. Шабаев Р.М., Колядина И.В., Благовестнов Д.А., Староконь П.М. Факторы риска развития рака молочной железы на фоне длительного течения доброкачественных заболеваний молочной железы: 10-летнее наблюдательное исследование. Опухоли женской репродуктивной системы. 2024; 1: 31-38 DOI: <https://doi.org/10.17650/1994-4098-2024-20-1-31-38>

35. Чимитдоржиева Т.Н. Рак шейки матки в Республике Бурятия (заболеваемость и смертность в сравнении по субъектам СФО и по России в целом). Вопросы онкологии. 2021; 67(2): 227-232 DOI: 10.37469/0507-3758-2021-67-2-227-232
36. Громов Д.Д., Агаева А.В., Чемкина О.В., Заярная М.А., Журова К.Д., Потехина Е.Ф., Богданов Д.В., Вальков М.Ю. Время до начала специального лечения при опухолях репродуктивной сферы как фактор прогноза выживаемости: популяционное исследование. Сибирский онкологический журнал. 2024; 23(2): 5–14 DOI: 10.21294/1814-4861-2024-23-2-5-14

EFFICACY OF VARIOUS NEUROMUSCULAR STIMULATION METHODS IN THE MANAGEMENT OF POST-STROKE DYSPHAGIA: RESULTS OF A COMPARATIVE RANDOMIZED TRIAL

Gordeeva A.O., Yakovlev M.Yu.

National Medical Research Center for Rehabilitation and Balneology, Ministry of Health of the Russian Federation, Moscow, Russia

ABSTRACT. Introduction. Post-stroke dysphagia is associated with a high risk of aspiration pneumonia and nutritional deficiency, which justifies the search for effective rehabilitation methods.

Aim of the study - to compare the effectiveness of vibrotactile therapy, kinesiotaping and cryostimulation in the correction of post-stroke dysphagia according to clinical scales and microcirculation parameters.

Materials and Methods. A randomized study included 120 patients with ischemic stroke, divided into four groups: main group (vibrotactile stimulation), comparison group 1 (kinesiotaping), comparison group 2 (cryostimulation), and control group (speech therapy only). Swallowing function was assessed using the KIM, PAS and FEDSS scales, microcirculation - by LDF method before and after treatment.

Results. In the main group, the most significant reduction in indicators was achieved: KIM from 20.4 to 12.5 points, PAS from 5.0 to 2.0 points, FEDSS from 4.0 to 2.0 points ($p < 0.05$). In the kinesiotaping and cryostimulation groups, improvements were moderate; in the control group, they were minimal. According to LDF data, the main group showed maximum increase in endothelial oscillations (+38%) and perfusion (+20%); the correlation between KIM dynamics and perfusion was $r_s = 0.82$ ($p < 0.05$).

Conclusion. Vibrotactile neuromuscular stimulation combined with basic speech therapy demonstrates the greatest clinical effect and pronounced normalization of microcirculation, which confirms its pathogenetic validity in the rehabilitation of post-stroke dysphagia.

Keywords: ischemic stroke, post-stroke dysphagia, neuromuscular stimulation, vibrotactile therapy, cryostimulation, kinesio taping, microcirculation, laser Doppler flowmetry.

Сведения об авторах

Гордеева Алина Олеговна – медицинский логопед, ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр реабилитации и курортологии» Минздрава России, Москва, e-mail: GordeevaAO@nmicrk.ru. ORCID: <https://orcid.org/0009-0006-9316-2456>

Яковлев Максим Юрьевич - доктор медицинских наук, главный научный сотрудник отдела изучения механизмов действия физических факторов, заместитель генерального директора по стратегическому развитию, ФГБУ «НМИЦ РК» МЗ РФ YakovlevMY@nmicrk.ru, Москва, 121099. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5260-8304>

ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

**ВЛИЯНИЕ РЕАБИЛИТАЦИОННОГО КОМПЛЕКСА, ВКЛЮЧАЮЩЕГО
ДРЕНИРУЮЩУЮ ТЕРАПИЮ, ПСИХОДИНАМИЧЕСКУЮ И АППАРАТНУЮ
ПСИХОТЕРАПИЮ, НА ПСИХОЛОГИЧЕСКИЙ ДИСТРЕСС И КАЧЕСТВО ЖИЗНИ
ПАЦИЕНТОК С СИНДРОМОМ ПОСТМАСТЭКТОМИЧЕСКОГО
ЛИМФАТИЧЕСКОГО ОТЕКА****Одарущенко О.И.^{1*}, Кузюкова А.А.¹, Марченкова Л.А.¹, Гузь Д.В.², Котенко Н.В.¹,
Борисевич О.О.¹**¹ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр реабилитации и курортологии» Минздрава России, Москва, Россия²Санаторий «Кавказ» научно-клинический филиал ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр реабилитации и курортологии» Минздрава России, Кисловодск, Россия

РЕЗЮМЕ. Статья посвящена исследованию влияния нового реабилитационного комплекса, включающего дренирующую терапию, психодинамическую и аппаратную психотерапию на психологический дистресс и качество жизни (КЖ) пациенток с синдромом постмастэктомического лимфатического отека (ПМЭЛ). До реабилитации практически у всех пациенток регистрировались превышающие нормативные показатели уровня тревоги и/или депрессии и низкие по ряду параметров показатели КЖ. После реабилитации, помимо уменьшения боли и отека в оперированной конечности, у всех пациенток отмечалась положительная динамика в психоэмоциональном состоянии, достигающая достоверных значений по большинству исследуемых психометрических параметров и показателей КЖ. Комплекс, включающий аппаратную психотерапию (отличающуюся легкой воспроизводимостью, не затратностью и низкой трудоемкостью) и групповую психодинамическую психотерапию (позволяющую охватить большее число пациентов) достоверно положительно отражается на эмоциональном состоянии и КЖ пациенток с синдромом ПМЭЛ и может рассматриваться как хорошая альтернатива дорогостоящим индивидуальным трудоемким занятиям с психологом/психотерапевтом. Особенно он подходит для пациенток не готовых к открытым психотерапевтическим интервенциям, не желающих обсуждать со специалистом свое состояние и жизненные проблемы.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: тревога; депрессия; ситуативная тревожность; личностная тревожность, эмоциональные нарушения; постмастэктомическая лимфедема (ПМЭЛ); дистресс; медицинская реабилитация; психотерапия, качество жизни.

ВВЕДЕНИЕ

В клинической картине после радикального противоопухолевого лечения рака молочной железы частота постмастэктомической лимфедемы (ПМЭЛ) может достигать 70-80% [1, 2]. ПМЭЛ вызывает ряд мучительных, инвалидизирующих симптомов: увеличение конечности в объеме, нарушение движений, могут присутствовать послеоперационные боли, часто нарушается восприятие собственного тела; что, в свою очередь, может вызвать негативные психосоциальные изменения (такие как тревожность, депрессия, низкая самооценка и социальная изоляция) и значительно ухудшить качество жизни пациенток в долгосрочной перспективе [3]. Исследования, направленные на оценку психического статуса пациенток с ПМЭЛ, свидетельствуют о частом наличии у них дистрессовых состояний. Так, депрессия выявлялась у 43,33% пациенток; низкая самооценка - у 60%; неудовлетворенность внешним видом – у 40%; трудности с выполнением социальных ролей (в семье и на работе) и постоянное беспокойство о рецидиве рака было распространено среди большинства пациенток – у 95%; трудности в интимной жизни, связанные с негативным восприятием собственного тела и снижением либидо испытывает около 90% пациенток, а

* Адрес для переписки: Одарущенко Ольга Ивановна, e-mail: olgaodar@yandex.ru

Цитирование. Одарущенко О.И., Кузюкова А.А., Марченкова Л.А., Гузь Д.В., Котенко Н.В., Борисевич О.О. Влияние реабилитационного комплекса, включающего дренирующую терапию, психодинамическую и аппаратную психотерапию, на психологический дистресс и качество жизни пациенток с синдромом постмастэктомического лимфатического отека. *Russian Journal of Environmental and Rehabilitation Medicine*. 2026. 3:35-41.

Citation Odarushchenko O.I., Kuzukova A.A., Marchenkova L.A., Guz D.V., Kotenko N.V., Borisevich O.O. The impact of a rehabilitation complex, including drainage therapy, psychodynamic and apparatus psychotherapy, on psychological distress and quality of life of patients with postmastectomy lymphedema syndrome. *Russian Journal of Environmental and Rehabilitation Medicine*. 2026. 3: 35-41.

беспокойство по поводу финансовых расходов на лечение и реабилитацию - 70% [4, 5]. Поэтому необходимо уделять должное внимание усилению социальной и психологической поддержки пациенток с ПМЭЛ [6-7]. Важным условием успешного консервативного лечения таких пациенток является формирование у них правильных психологических установок, ориентирующих их на продолжительное лечение с постоянно повторяющимися курсами, а также на правильную оценку его результатов [8].

Тревога и депрессия нередко берутся за основу определения психологического дистресса, так А. Drapeau и соавт. определяют дистресс как состояние эмоционального страдания, характеризующееся симптомами тревоги и депрессии, иногда сопровождающееся соматическими симптомами [9]. В то же время многие из исследователей включают в эмоциональную составляющую дистресса не только тревожные и депрессивные переживания, но и такие негативные феномены, как ощущение напряжения и раздражения, утрату мотивации, считают проявлением дистресса нарушение сна [9-13].

Качество жизни (КЖ) представляет собой комплексный показатель, отражающий общее состояние здоровья человека и изменения, связанные с болезнью, оцениваемое самим пациентом. Он является важнейшим и наиболее часто применяемым индикатором оценки состояния у пациенток с раком молочной железы, по динамике которого можно отслеживать эффективность терапевтических и реабилитационных вмешательств [3]. Исследователи подчеркивают важность и ценность мнения пациентов с синдромом ПМЭЛ о своем субъективном восприятии КЖ [3, 14, 15].

Таким образом, синдром ПМЭЛ является калечащим инвалидирующим состоянием, создающим ощутимое бремя в виде ограничения движения, развития боли и тяжести, нередко сопровождающихся явлениями дистресса. Поиск и разработка эффективных методов реабилитации таких пациенток, направленных, в том числе, на коррекцию дистрессовых состояний, является актуальной медико-социальной задачей.

ЦЕЛЬ – исследование влияния нового реабилитационного комплекса, включающего дренирующую терапию, психодинамическую терапию и аппаратную психотерапию, на показатели психологического дистресса и КЖ пациенток с синдромом ПМЭЛ.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ. Проведено открытое одноцентровое исследование в соответствии с принципами Хельсинкской декларации Всемирной медицинской ассоциации, с согласия Комитета по этике Федерального государственного бюджетного учреждения «Национальный медицинский исследовательский центр реабилитации и курортологии» Министерства здравоохранения Российской Федерации. Все пациенты, включенные в исследование, подписали информированное добровольное согласие.

27 пациенток с синдромом ПМЭЛ, средний возраст - 47,7 лет (с 34-х до 55 лет) обследованы в начале и в конце нового курса реабилитации.

Всем пациенткам в начале и в конце реабилитации проводился осмотр невролога, врача-психотерапевта, медицинского психолога.

Психометрическая диагностика дистресса осуществлялась при помощи: Госпитальной шкалы тревоги и депрессии HADS, шкалы депрессии Бека (Beck Depression Inventory: BDI), шкалы тревожности Спилбергера-Ханина (State-Trait Anxiety Inventory, STAI) и шкалам самочувствие, активность, настроение опросника (САН). Уровень тревожности по шкале Спилбергера-Ханина меньше 45 баллов и уровень депрессии меньше 10 баллов по шкале Бека, уровень тревоги и депрессии меньше 8 баллов по госпитальной шкале, а также самочувствие, активность, настроение больше 4 баллов по опроснику САН расценивался как нормальный.

Для оценки КЖ использовался опросник Качества жизни пациенток с раком молочной железы FАСТ-В (Functional Assessment of Cancer Therapy – Breast), предназначенный для измерения пяти областей КЖ, связанного со здоровьем, у пациенток с раком молочной железы. FАСТ-В включает четыре 28 бальных шкалы: Физическое самочувствие (ФЗС), Социальное/семейное благополучие (СБ), Эмоциональное состояние (ЭС), Функциональное состояние (ФС), и одну 40 бальную: Другие симптомы (ДС). Чем ниже был показатель по шкалам ФЗС, ЭС, ДС, и чем выше по шкалам СС и ФС, тем лучше было КЖ по исследуемым параметрам [16].

Для коррекции соматических и психоэмоциональных нарушений в ФГБУ НМИЦ РК Н.В. Котенко разработан реабилитационный комплекс включающий в себя: ручной лимфодренажный массаж на основе массажа по Воддери (50-60мин); аппаратный лимфодренажный массаж конечности оперированной стороны с помощью пневмокомпрессионного аппарата серии «Лимфа-Э» и прилагаемой к нему 7-секционной манжеты «рукав» в течение 20 минут в режиме аппарата «восходящая бегущая волна с запоминанием давления»; групповые занятия лечебная физкультура (ЛФК) в зале с движениями рук (20 минут), занятия гидрокинезотерапии в бассейне с уровнем воды по шею (30 минут), которые повторяли разученные в период занятиями ЛФК в зале движения; сеансы аппаратной психотерапии на «Комплексе аппаратно-программном для коррекции психосоматического состояния человека с помощью запрограммированных резонансно-акустических колебаний сигналов ЭКГ и/или ЭЭГ Кап КПС «ЭКРАН»» (ООО «АКСМА», Россия), использовался режим работы «Релаксация», согласно которому бинауральное воздействие осуществлялось в режиме плавной перестройки из состояния бета-активности (15 Гц) вниз до тета-ритма (7 Гц), длительностью 30 минут; групповые сеансы психодинамической психотерапией творческим самовыражением, реализуемые как групповая арт-терапия с применением техник проективного рисования, продолжительностью 60 минут.

Указанные методики применялись у проходивших реабилитацию пациенток с ПМЭЛ, большинство методик проводилось в количестве 10 процедур, за исключением групповой психотерапии и гидрокинезиотерапии, которые осуществлялись по 6 и 5 занятий соответственно.

Для статистической обработки данных использовалась программа «Statistica-10». Степень различий количественных показателей до и после лечения оценивали по критерию Вилкоксона, (p).

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

У подавляющего большинства обследованных пациенток с синдромом ПМЭЛ (26 -96,3%) в анамнезе до развития онкологии имели место сложные жизненные ситуации, такие как изнуряющая работа, сложные отношения в семье, болезненный разрыв длительных отношений, длительные конфликтные тяжело субъективно переживаемые ситуации на работе, сложный переезд из одного региона в другой, серьезные финансовые неурядицы и другие, часть пациенток по собственной инициативе впадало в трудоволизм. Около трети пациенток во время сбора анамнеза неохотно рассказывали свою историю жизни, держались настороженно, в ряде случаев категорически отказывались от общения с психотерапевтом; две трети пациенток при рассказе своей истории жизни периодически сильно расстраивались и начинали плакать от охватывающих их переживаний.

При помощи диагностических шкал те или иные признаки дистресса были выявлены у каждой пациентки: высокие показатели ситуативной и личностной тревожности по шкале Спилбергера-Ханина – у 10 (37,0%) и у 26 (96,3%) соответственно; показатели, соответствующие депрессии по шкале Бека – у 16 (59,3%); по шкале HADS превышающие норму уровни тревоги и депрессии зарегистрированы у 16 (59,3%) у 6 (22,2%) пациенток, соответственно; по опроснику САН низкие уровни Самочувствия, Активности и Настроения, регистрировались у 9 (33,3%), 12 (44,4%), и 2 (7,4%) пациенток, соответственно. Групповые результаты обследования по диагностическим шкалам представлены в Таблице 1

Таблица 1. Показатели дистресса у 27 пациенток с ПМЭЛ до и после реабилитации (в баллах), (Me [Q₁; Q₃])

Наименование параметра	Показатели дистресса n=27	
	до	после
Тревога по шкале HADS	8,0 [5,0; 10,0]	5,0 [3,0; 7,0]
Депрессия по шкале HADS	4,0 [2,0; 7,0]	2,0 [1,0; 4,0]
Депрессия по шкале Бека	12,0 [8,0;17,0]	5,0 [2,0; 8,0]*
Ситуативная тревожность по шкале Спилбергера-Ханина	42,0 [39,0; 48,0]	26,0 [23,0; 34,0]
Личностная тревожность по шкале Спилбергера-Ханина	51,0 [48,0; 56,0]	36,0 [34,0; 42,0]*
Самочувствие по шкале САН	4,5 [3,5; 5,3]	6,0 [5,3; 6,9] *
Активность по шкале САН	4,1 [3,6; 4,8]	5,8 [4,8; 6,2] *
Настроение по шкале САН	5,3 [4,9; 5,5]	6,3 [5,3; 6,8] *

Примечание. М – медиана, Q₁ и Q₃ первый и третий квартили, анализ различий произведен по критерию Вилкоксона, * - статистически достоверное отличие до и после лечения, * - p < 0,05.

Оценка КЖ пациенток с ПМЭЛ до реабилитационных мероприятий показала, что у 15 (55,5%) пациенток по шкалам Физическое самочувствие, у 15 (55,5%) – по шкале Эмоциональное состояние и у 17 (63,0%) по шкале Другие симптомы показатели приближались к высоким, что свидетельствовало о плохом физическом самочувствии, эмоциональном неблагополучии и наличии выраженных переживаний по поводу имеющихся косметических дефектов и неприятных телесных ощущений. По шкалам Социальное/семейное благополучие и Функциональное состояние у большинства пациенток (26 – 96,3%) регистрировались высокие показатели, свидетельствующие о наличии хорошей социальной поддержки в семье и социуме и неплохом функционировании в повседневной жизни, и лишь одна пациентка (3,7%) отмечала выраженные трудности в социальной и семейной сферах и своем функциональном состоянии. Групповые результаты обследования по опроснику FАСТ-В представлены в Таблице 2.

Таблица 2. Показатели качества жизни по опроснику FACT-B у 27 пациенток с ПМЭЛ до и после реабилитации (в баллах), (Me [Q₁; Q₃])

Наименование параметра	Показатели КЖ n=27	
	до	после
Физическое самочувствие ФЗС	10,0 [8,0;13,0]	5,0 [3,0; 8,0]*
Социальное/семейное благополучие СБ	20,0 [17,0; 24,0]	22,5 [19,0; 24,0]
Эмоциональное состояние ЭС	11,0 [7,0; 13,0]	8,0 [6,0; 11,0] *
Функциональное состояние ФС	21,0 [18,0; 25,0]	22,0 [20,0; 26,0]
Другие симптомы ДС	18,0 [15,0; 22,0]	16,5,0 [14,0; 19,0] *

Примечание. М – медиана, Q₁ и Q₃ первый и третий квартили, анализ различий произведен по критерию Вилкоксона, * - статистически достоверное отличие до и после лечения, * - $p < 0,05$.

Все пациентки успешно переносили реабилитационные мероприятия, отказов от участия и ухудшений самочувствия в период их проведения зафиксировано не было. В конце курса реабилитации большинство пациенток субъективно отмечали улучшение самочувствия, уменьшение отека в верхней конечности на стороне операции, улучшение эмоционального фона. Одновременно произошли положительные изменения в восприятии своих сложных жизненных ситуаций, которые ранее оценивались как неразрешимые; осознание необходимости заботы о себе; построение планов на изменение образа жизни в более комфортную положительную сторону.

Заключительное обследование после курса реабилитации при помощи психометрических шкал выявило отчетливое снижение дистресса, в виде снижения уровня тревоги и депрессии и повышения показателей Самочувствия, Активности, Настроения, которые достигли по шкалам Бека, ситуативной и личностной тревожности Спилбергера-Ханина, САН статистической значимости ($p < 0,05$) (Таб.1). Высокие показатели ситуативной и личностной тревожности по шкале Спилбергера-Ханина сохранились лишь у одной (3,7%) и у 5 (18,5%) пациенток соответственно, тогда как до реабилитации высокие показатели регистрировались у 10 (37,0%) и у 26 (96,3%) соответственно; показатели, соответствующие депрессии по шкале Бека сохранились у 5 (18,5%), тогда как до реабилитации - у 16 (59,3%); по шкале тревоги HADS высокие показатели сохранились у 5 (18,5%), по шкале депрессии HADS – у 2 (7,4%), тогда как до реабилитации высокие показатели тревоги и депрессии зарегистрированы у 16 (59,3%) у 6 (22,2%) пациенток, соответственно; по опроснику САН низкие показатели Самочувствия сохранились у 3 (11,1%) пациенток, Активности – у 2 (7,4%), низких показателей Настроения - не регистрировалось, тогда как до реабилитации - по опроснику САН низкие уровни Самочувствия, Активности и Настроения, регистрировались у 9 (33,3%), 12 (44,4%), и 2 (7,4%) пациенток соответственно.

Оценка КЖ по опроснику FACT-B после реабилитации выявила изменение в положительную сторону значения медиан по всем шкалам, достигающее статистической значимости по шкалам Физическое самочувствие, Эмоциональное состояние и Другие симптомы ($p < 0,05$), по шкалам Социальное/семейное благополучие и Функциональное состояние значение не достигло уровня статистической значимости (табл.2). После реабилитационных мероприятий лишь у 3 (11,1%) пациенток по шкале Физическое самочувствие и у 8 (29,6%) по шкале Эмоциональное состояние, и у 9 (33,3%) по шкале Другие симптомы сохранились отрицательные результаты, тогда как до реабилитации у 15 (55,5%) пациенток по шкалам Физическое самочувствие, у 15 (55,5%) – по шкале Эмоциональное состояние и у 17 (63,0%) по шкале Другие симптомы регистрировались отрицательные показатели. По шкалам Социальное/семейное благополучие и Функциональное состояние отмечалась незначительная положительная динамика, что вполне объяснимо изначально хорошими показателями по ним.

Таким, образом, проведенная медицинская реабилитация при помощи разработанного в ФГБУ НМИЦ РК комплекса, включающего дренирующую терапию, психодинамическую и аппаратную психотерапию достоверно положительно отразилась на показателях дистресса и КЖ пациенток с синдромом ПМЭЛ. Отмечалась отчетливая статистически значимая положительная динамика по показателям шкалы тревожности Спилбергера-Ханина, депрессии Бека, опросника САН и шкалам Физическое самочувствие, Эмоциональное состояние и Другие симптомы опросника FACT-B (табл.1 и табл.2).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проведенное исследование показало, что у подавляющего большинства обследованных пациенток с синдромом ПМЭЛ в преморбиде имели место серьезные психотравмирующие ситуации либо чрезмерные

истощающие нагрузки, провоцирующие дистрессовые состояния, способствующие развитию онкологии. У каждой пациентки до реабилитации, по тем или иным психометрическим шкалам зарегистрированы превышающие нормативные показатели уровни тревоги и/или депрессии. Высокая личностная тревожность и депрессия по клиническим шкалам выявлена у 96% и 56% пациенток соответственно. Полученные данные соотносятся с результатами других исследований, и в очередной раз подтверждают необходимость их психотерапевтического сопровождения, поиска эффективных в том числе не затратных по себестоимости программ психологической коррекции, доступных для большого числа пациентов [18-21].

После проведенных реабилитационных мероприятий, включающих дренирующую терапию, психодинамическую терапию и аппаратную психотерапию, у пациенток отмечалась отчетливая положительная динамика определяемая клинически и при помощи психометрических методов: статистически значимо снизились высокие показатели ситуативной и личностной тревожности по шкале Спилбергера-Ханина и депрессии по шкале Бека, повысились показатели Самочувствия, Активности и Настроения по опроснику САН, улучшились показатели качества жизни: Физическое самочувствие, Эмоциональное состояние и Другие симптомы по опроснику FACT-B ($p < 0,05$).

Используемые в текущей комплексной реабилитации пациенток с ПМЭЛ психотерапевтические методы аппаратной психотерапии, направленной на релаксацию, и групповой психодинамической психотерапии, оказывали отчетливое положительное психотерапевтическое воздействие, помогали улучшить эмоциональное состояние пациенток с ПМЭЛ, позволяли гибко не травматично для них, при помощи проективных методик, проводить коррекцию дисфункциональных убеждений, способствовали улучшению КЖ.

Разработанный комплекс реабилитационных мероприятий, включающий помимо процедур непосредственно направленных на коррекцию физических проблем, процедуры по коррекции эмоционального фона положительно отражается на качестве жизни пациенток с ПМЭЛ и может быть рекомендован для восстановительного лечения: укрепления физических и психоэмоциональных возможностей при синдроме ПМЭЛ. Комплекс, включающий аппаратную психотерапию (отличающуюся легкой воспроизводимостью, не затратностью и низкой трудоемкостью) и групповую психодинамическую психотерапию (позволяющую охватить большее число пациентов), может рассматриваться как хорошая альтернатива дорогостоящим индивидуальным трудоемким занятиям с психологом/психотерапевтом. Особенно он подходит для пациенток не готовых к открытым психотерапевтическим интервенциям, не желающим обсуждать со специалистом свое состояние и жизненные проблемы.

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES:

- 1.Маханова А.М., Красникова В.В., Фионик О.В., Поспелова М.Л., Алексеева Т.М., Николаева А.Э., Максимов А.Ю., Тонян С.Н., Трофимов Н.С., Донков В.А., Буккиева Т.А. Комплексная оценка состояния пациенток с постмастэктомическим синдромом. Трансляционная медицина. 2022;9(2):50-58. <https://doi.org/10.18705/2311-4495-2022-9-2-50-58>
- Mahanova A.M., Krasnikova V.V., Fionik O.V., Pospelova M.L., Alekseeva T.M., Nikolaeva A.E., Maksimov A.Yu., Tonyan S.N., Trofimov N.S., Donkov V.A., Bukkieva T.A. Clinical and neuropsychological assessment of the condition of patients with post-mastectomy syndrome. Translational Medicine. 2022;9(2):50-58. (In Russ.) <https://doi.org/10.18705/2311-4495-2022-9-2-50-58>
- 2.Байтингер В.Ф., Курочкина О.С., Звонарёв Е.Г., Лойт А.А. Профилактика постмастэктомической лимфедемы: современные возможности. Вопросы реконструктивной и пластической хирургии. 2021;24(2):15-27. <https://doi.org/10.52581/1814-1471/77/02>
- Baytinger V.F., Kurochkina O.S., Zvonarev E.G., Loyt A.A. Postmastectomy lymphedema prevention: modern possibilities. Issues of Reconstructive and Plastic Surgery. 2021;24(2):15-27. <https://doi.org/10.52581/1814-1471/77/02>
- 3.Hong W, She Z, Liu X, Yang P. A comparative study of quality of life and psychosocial adaptability following modified radical mastectomy and breast reconstruction. Sci Rep. 2025 Nov 26;15(1):45382. doi: 10.1038/s41598-025-29121-z. PMID: 41298903; PMCID: PMC12748745
- 4.He L, Feng Y, Li H, Huang Y, Lu Y, Wang H, Zhang C and Yang X (2026) Assessment of a risk warning model for depression in lymphedema patients after breast cancer surgery. Front Med (Лозанна). 8 мая 2026 г.; 13: 1749589. doi: 10.3389/fmed.2026.1749589. PMID: 42180715; PMCID: PMC13194153.
- 5.Рябенко (Природина) Е. ПСИХОЛОГИЧЕСКИЕ ПОСЛЕДСТВИЯ ДЛЯ ЖЕНЩИН, СТОЛКНУВШИХСЯ С ФИЗИЧЕСКИМИ ИЗМЕНЕНИЯМИ ПОСЛЕ ХИМИОТЕРАПИИ И МАСТЭКТОМИИ // Universum: медицина и фармакология : электрон. научн. журн. 2024. 10(115). URL: <https://7universum.com/ru/med/archive/item/18353> (дата обращения: 29.06.2026) DOI - 10.32743/UniMed.2024.115.10.18353
- Ryabenko (Prirodina) E. PSYCHOLOGICAL CONSEQUENCES FOR WOMEN ENCOUNTERING PHYSICAL CHANGES AFTER CHEMOTHERAPY AND MASTECTOMY // Universum: medicine and pharmacology: electronic. scientific journal. 2024. 10(115). URL: <https://7universum.com/ru/med/archive/item/18353> (date accessed: 06/29/2026) DOI - 10.32743/UniMed.2024.115.10.18353
- 6.Koboto DD, Deribe B, Gebretsadik A, Ababi G, Bogale N, Geleta D, Gemechu L, Mengistu K. Quality of Life Among Breast Cancer Patients Attending Hawassa University Comprehensive Specialized Hospital Cancer Treatment Center. (Dove Med Press). 30 июня 2020 г.; 12: 87–95. doi: 10.2147/BCTT.S252030. PMID: 32636670; PMCID: PMC7335303.
- 7.Breek K, Abuhallima D, Salameh H, Al-Jabi SW, Zyoud SH. Self-reported side effects of breast cancer treatment and its impact on quality of life: a multicenter cross-sectional study in a low- and middle-income country. BMC Cancer. 2025. 1 июня. 25(1):975. doi: 10.1186/s12885-025-14381-9. PMID: 40452019; PMCID: PMC12128375.

8. Куртанова, Ю.Е. (2016). Возможности психологической реабилитации пациентов с первичными лимфедемами. Клиническая и специальная психология, 5(4), 118–127. <https://doi.org/10.17759/cpse.2016050409>
- Kurtanova, Yu.E. (2016). Possibilities of psychological rehabilitation of patients with primary lymphedema. Clinical and Special Psychology, 5(4), 118–127. <https://doi.org/10.17759/cpse.2016050409>
9. Морозова М.А., Алексеев А.А., Рупчев Г.Е. Психологический дистресс и его значение для практикующего врача (на примере неврологической практики). Consilium Medicum. Неврология и Ревматология (Прил.). 2016; 2: 85–89
- Morozova M.A., Alekseev A.A., Rupchev G.E. Psychological distress and its significance for a practicing physician (using neurological practice as an example). Consilium Medicum. Neurology and Rheumatology (Supplement). 2016; 2: 85–89
10. Drapeau A, Marchand A, Beaulieu-Prévost D. Epidemiology of Psychological Distress.
- L'Abate L, ed. Mental Illnesses – Understanding, Prediction and Control. InTech, 2012; 105–35.
11. Matthews G. Distress. In: Encyclopedia of stress. Fink G, ed. San Diego: Academic Press, 2000; 723–9.
12. Drake CL, Pillai V, Roth T. Stress and sleep reactivity: a prospective investigation of the stress-diathesis model of insomnia. SLEEP 2014; 37 (8): 1295–304.
13. Pillai V, Roth T, Mullins HM, Drake CL. Moderators and mediators of the relationship between stress and insomnia: stressor chronicity, cognitive intrusion, and coping. SLEEP 2014; 37 (7): 1199–208.
14. Zurfluh C, Ullmann H, Tung WS, Grünherz L, Harder Y, Giovanoli P, Lindenblatt N. Beyond volume reduction: Systematic review and meta-analysis of microsurgical treatment of lymphedema. J Plast Reconstr Aesthet Surg. 2025 Dec;111:272-284. doi: 10.1016/j.bjps.2025.10.028. Epub 2025 Oct 24. PMID: 41202679.
15. Красникова В.В., Фионик О.В., Поспелова М.Л., Галагудза М.М., Маханова А.М., Тонян С.Н., Николаева А.Э., Мильдер А.О., Войнов М.С., Вялых Е.Э., Демченко Е.А. Микроциркуляторный ответ на силовую тренировку при постмастэктомической лимфедеме: интервенционное сравнительное исследование. Вестник восстановительной медицины. 2025; 24(2):20–28. <https://doi.org/10.38025/2078-1962-2025-24-2-20-28>
- Krasnikova V.V., Fionik O.V., Pospelova M.L., Galagudza M.M., Makhanova A.M., Tonyan S.N., Nikolaeva A.E., Milder A.O., Voynov M.S., Vyalykh E.E., Demchenko E.A. Microcirculatory Response to Strength Training in Postmastectomy Lymphedema: an Interventional Comparative Study. Bulletin of Rehabilitation Medicine. 2025; 24(2):20–28. <https://doi.org/10.38025/2078-1962-2025-24-2-20-28>
16. Matthies LM, Taran FA, Keilmann L, Schneeweiss A, Simoes E, Hartkopf AD, Sokolov AN, Walter CB, Sickenberger N, Wallwiener S, Feisst M, Gass P, Lux MP, Schuetz F, Fasching PA, Sohn C, Brucker SY, Graf J, Wallwiener M. An Electronic Patient-Reported Outcome Tool for the FACT-B (Functional Assessment of Cancer Therapy-Breast) Questionnaire for Measuring the Health-Related Quality of Life in Patients With Breast Cancer: Reliability Study. J Med Internet Res. 2019 Jan 22;21(1):e10004. doi: 10.2196/10004. PMID: 30668517; PMCID: PMC6362389.
17. Пёхова Я.Г., Кузюкова А.А., Романенко Д.Н., Яковлев М.Ю., Марченкова Л.А. Оценка влияния роботизированной механотерапии и когнитивно-поведенческой психотерапии на болевой синдром, двигательную активность, психоэмоциональное состояние и качество жизни пациентов, перенесших операцию на шейном отделе позвоночника. Russian Journal of Environmental and Rehabilitation Medicine. 2025. № 1. С. 18-27.
- Pekhova Ya.G., Kuzuyukova A.A., Romanenko D.N., Yakovlev M.Yu., Marchenkova L.A. Evaluation of the impact of robotic mechanotherapy and cognitive-behavioral psychotherapy on pain syndrome, motor activity, psychoemotional state and quality of life of patients who underwent surgery on the cervical spine. Russian Journal of Environmental and Rehabilitation Medicine. 2025. No. 1. P. 18-27.
18. Одарущенко О.И., Кузюкова А.А., Нувахова М.Б., Яковлев М.Ю. Эффективность психологической психотерапии в коррекции проявлений дистресса у пациентов в позднем восстановительном периоде ишемического инсульта. Russian Journal of Environmental and Rehabilitation Medicine. 2024. № 2. С. 19-28.
- Odaruschenko O.I., Kuzuyukova A.A., Nuvakhova M.B., Yakovlev M.Yu. Efficiency of psychological psychotherapy in correcting manifestations of distress in patients in the late recovery period of ischemic stroke. Russian Journal of Environmental and Rehabilitation Medicine. 2024. No. 2. P. 19-28.
19. Блинов Д.В., Солопова А.Г., Гамеева Е.В., Галкин В.Н., Иванов А.Е., Акавова С.А., Гридасова О.С. Влияние реабилитации на уровень дистресса при хирургическом лечении рака шейки матки: сравнительное рандомизированное исследование // Вестник восстановительной медицины. - 2025. - Т. 24. - №1. - С. 120-127. doi: 10.38025/2078-1962-2025-24-1-120-127
- Blinov D.V., Solopova A.G., Gameeva E.V., Galkin V.N., Ivanov A.E., Akavova S.A., Gridasova O.S. Effect of the rehabilitation on distress levels among patients undergoing surgical treatment for cervical cancer: a comparative randomized trial // Bulletin of Rehabilitation Medicine. - 2025. - Vol. 24. - N. 1. - P. 120-127. doi: 10.38025/2078-1962-2025-24-1-120-127
20. Блинова К.А., Мишина И.Е., Иванова Г.Е., Берёзина Е.В. Применение кардиотренировок в комплексной программе реабилитации пациенток с раком молочной железы: обзор // Вестник восстановительной медицины. - 2025. - Т. 24. - №2. - С. 107-119. doi: 10.38025/2078-1962-2025-24-2-107-119
- Blinova K.A., Mishina I.E., Ivanova G.E., Berezhina E.V. The Use of Cardio Training in a Comprehensive Rehabilitation Program for Patients with Breast Cancer: a Review // Bulletin of Rehabilitation Medicine. - 2025. - Vol. 24. - N. 2. - P. 107-119. doi: 10.38025/2078-1962-2025-24-2-107-119
21. Апханова Т.В., Кончугова Т.В., Кульчицкая Д.Б., Юрова О.В., Стяжкина Е.М., Марфина Т.В., Агасаров Л.Г., Васильева В.А., Березкина Е.С. Новые немедикаментозные технологии при лимфедеме, связанной с раком груди: обзор литературы. Вестник восстановительной медицины. 2024; 23(3):40-51. <https://doi.org/10.38025/2078-1962-2024-23-3-40-51>

THE IMPACT OF A REHABILITATION COMPLEX, INCLUDING DRAINAGE THERAPY, PSYCHODYNAMIC AND APPARATUS PSYCHOTHERAPY, ON PSYCHOLOGICAL DISTRESS AND QUALITY OF LIFE OF PATIENTS WITH POSTMASTECTOMY LYMPHEDEMA SYNDROME

Odarushchenko O.I. ^{1*}, Kuzyukova A.A. ¹, Marchenkova L.A. ¹,
Guz D.V. ², Kotenko N.V. ¹, Borisevich O.O. ¹

¹Federal State Budgetary Institution National Medical Research Center for Rehabilitation and Balneology, Ministry of Health of Russia, Moscow, Russia

²Sanatorium "Kavkaz", scientific and clinical branch of the Federal State Budgetary Institution "National Medical Research Center for Rehabilitation and Balneology" of the Ministry of Health of the Russian Federation, Kislovodsk, Russia

ABSTRACT. The article is devoted to the study of the impact of a new rehabilitation complex, including drainage therapy, psychodynamic and apparatus psychotherapy, on psychological distress and quality of life (QOL) of patients with postmastectomy lymphedema syndrome (PMEL). Before rehabilitation, almost all patients showed levels of anxiety and/or depression that exceeded normal levels and low quality of life indicators for a number of parameters. After rehabilitation, in addition to a reduction in pain and swelling in the operated limb, all patients showed positive dynamics in their psycho-emotional state, reaching reliable values for most of the studied psychometric parameters and quality of life indicators. A complex that includes hardware psychotherapy (which is easily reproducible, inexpensive, and labor-intensive) and group psychodynamic psychotherapy (which allows for the treatment of a larger number of patients) has a reliably positive effect on the emotional state and quality of life of patients with PMEL syndrome and can be considered as a good alternative to expensive individual labor-intensive sessions with a psychologist/psychotherapist. It is especially suitable for patients who are not ready for open psychotherapeutic interventions and who do not want to discuss their condition and life problems with a specialist.

Keywords: anxiety; depression; situational anxiety; personal anxiety; emotional disorders; postmastectomy lymphedema (PMEL); distress; medical rehabilitation; psychotherapy, quality of life.

Сведения об авторах

Одарущенко Ольга Ивановна, кандидат психологических наук, ведущий научный сотрудник отдела нейрореабилитации и клинической психологии, ФГБУ «НМИЦ РК» Минздрава России, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0416-3558>

Кузюкова Анна Александровна, кандидат медицинских наук, ведущий научный сотрудник отдела нейрореабилитации и клинической психологии, ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр реабилитации и курортологии» Минздрава России, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4266-0050>

Марченкова Лариса Александровна, доктор медицинских наук, заведующий отделом соматической реабилитации, репродуктивного здоровья и активного долголетия, ведущий научный сотрудник ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр реабилитации и курортологии» Минздрава России, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2607-8848>

Гузь Денис Васильевич, главный врач Санатория «Кавказ» НКФ «ФГБУ «НМИЦ РК» Минздрава России, ORCID: <https://orcid.org/0009-0009-0800-0332>

Котенко Наталья Владимировна, кандидат медицинских наук, ведущий научный сотрудник отдела соматической реабилитации репродуктивного здоровья и активного долголетия, ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр реабилитации и курортологии» Минздрава России, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6501-791X>

Борисевич Ольга Олеговна, старший научный сотрудник отдела соматической реабилитации репродуктивного здоровья и активного долголетия, ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр реабилитации и курортологии» Минздрава России, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3175-6308>

УДК: 614.7

ВОПРОСЫ МИНИМИЗАЦИИ ХИМИЧЕСКИХ РИСКОВ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ РЕАГЕНТОВ ДЛЯ ВОДОПОДГОТОВКИ

Мамонов Р.А., Тюрина И.А.*

ФГБУ «ЦСП» ФМБА России, Москва, Россия

РЕЗЮМЕ.

Работа посвящена вопросам минимизации химических рисков при использовании синтетических полиэлектролитов в процессе подготовки питьевой воды. Проанализированы нормативные требования к содержанию гигиенически значимых химических примесей (акриламида, эпихлоргидрина, диметиламина, 1,3-дихлор-2-пропанола, ДАДМАХ, бензилхлорида) в реагентах, и их ПДК в питьевой воде. На основе данных Федерального информационного фонда ФГИС «АРШИН» проведен анализ обеспеченности синтетических полиэлектролитов методиками контроля, соответствующими требованиям. Предложен алгоритм гигиенической оценки реагентов, систематизирующий требования безопасности. Для снижения рисков необходима разработка методов контроля акриловой кислоты и эпихлоргидрина в полиакриламидах и полиаминах, а также регламентация содержания бензилхлорида в четвертичных аммониевых соединениях.

Ключевые слова: безопасность питьевой воды, реагенты для водоподготовки, синтетические полиэлектролиты, флокулянты, коагулянты, альгициды, химические примеси, бензилхлорид.

ВВЕДЕНИЕ

В современном развивающемся мире вопросы обеспечения безопасности среды обитания человека напрямую связаны с определением источников и разработкой мероприятий по снижению химических рисков [1, 2].

Чистая питьевая вода необходимая для жизнедеятельности человека, обеспечения его здоровья и благополучия, является одним из важнейших стратегических ресурсов [3], а обеспечение ее качества – одной из актуальных задач государственной политики [4].

Тем не менее, несмотря на прогресс, достигнутый за последнее десятилетие, миллиарды людей во всем мире все ещё не имеют доступа к услугам водоснабжения и канализации, что подвергает их риску заболеваний и усугубляет социальную изоляцию [5-11].

Данные ежегодного мониторинга состояния питьевой воды, воды водоемов, используемых для водоснабжения населения, и ее влиянии на здоровье человека, отражены в государственных докладах о санитарно-эпидемиологическом благополучии населения в Российской Федерации. Согласно докладам за 2018 – 2024 годы, на протяжении пяти и более лет стабильно наблюдается процент источников питьевого водоснабжения с неудовлетворительным качеством воды [12] (рисунок 1). Эта ситуация предполагает использование различных технологий включая использование химических веществ в целях водоподготовки.

* Адрес для переписки: Тюрина Ирина Алексеевна, e-mail: ITurina@cspfmmba.ru

Цитирование. Мамонов Р.А., Тюрина И.А. Вопросы минимизации химических рисков при использовании реагентов для водоподготовки. *Russian Journal of Environmental and Rehabilitation Medicine*. 2026. 3:42-50.

Citation Mamonov R.A., Turina I.A. Towards the minimization of chemical risks in the use of water treatment reagents. *Russian Journal of Environmental and Rehabilitation Medicine*. 2026. 3: 42-50.

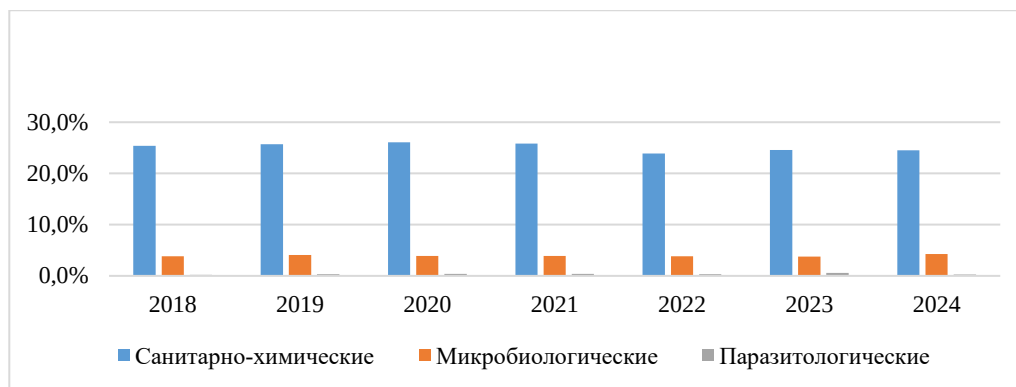


Рисунок 1. Доля (%) проб воды в источниках централизованного водоснабжения, не соответствующих гигиеническим нормативам, в 2018 – 2024 г.

Обеспечение населения водой в Российской Федерации в значительной мере происходит из поверхностных источников водоснабжения. Так, например, в г. Москве производство воды осуществляется на четырех станциях водоподготовки путем очистки воды из рек Москва и Волга. На станциях производится подготовка воды до питьевого качества на основе классической двухступенной схемы очистки с коагулированием, осветлением в отстойниках и на песчаных фильтрах и обеззараживанием хлорсодержащими реагентами. При необходимости вводится обработка воды озоном, активированным углем [13].

При применении реагентов для обеззараживания, качество, а именно безопасность, питьевой воды попадает в зависимость от безопасности применяемых в питьевом водоснабжении реагентов. Кроме того, на качество воды может также повлиять техническое состояние и эксплуатационные характеристики систем водоподготовки [14-18].

В нашей стране традиционно сформировались два основных подхода к обеспечению безопасности питьевой воды, потребляемой населением. С одной стороны разработаны гигиенические требования к питьевой воде, обеспечивающие ее безопасное потребление человеком [19]. С другой стороны, разработаны требования к безопасности химических веществ, применяемых в качестве реагентов для питьевого водоснабжения.

Гигиенические требования к питьевой воде сформулированы в действующих санитарных правилах СанПиН 1.2.3685-21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания» [20].

Требования безопасности реагентов для питьевого водоснабжения сформированы в «Единых санитарно-эпидемиологических и гигиенических требований к товарам, подлежащим санитарно-эпидемиологическому надзору (контролю)» (далее Единые требования) [21], в том числе и потому, что реагенты для водоподготовки рассматриваются как продукция. Методология проведения экспериментальных исследований безопасности реагентов представлена в МУ 2.1.4.2898-11 «Питьевая вода и водоснабжение населенных мест. Санитарно-эпидемиологические исследования (испытания) материалов, реагентов и оборудования, используемых для водоочистки и водоподготовки», а также в МУ 2.1.4.1060-01. 2.1.4. «Питьевая вода и водоснабжение населенных мест. Санитарно-эпидемиологический надзор за использованием синтетических полиэлектролитов в практике питьевого водоснабжения. Методические указания» (утв. Главным государственным санитарным врачом РФ 18.07.2001).

Таким образом, ключевыми вопросами минимизации химических рисков при использовании реагентов для водоподготовки остаются требования безопасности применяемые к самим реагентам (продукции) [21] и требования обеспечения качества питьевой воды [20, 22, 23].

Материалы и методы

Объекты исследования. Были проанализированы основные классы синтетических полиэлектролитов, применяемых в питьевом водоснабжении: полиакриламиды (неионные, анионные, катионные), полиамины (полиЭПИ-ДМА), полиДАДМАХ, а также альгициды на основе четвертичных аммониевых соединений (алкилбензилдиметиламмоний хлориды с различной длиной алкильной цепи) на предмет гигиенически значимых примесей, которые могут выделяться в воду при их применении.

Нормативная база. В работе использованы следующие документы: СанПиН 1.2.3685-21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания» [20]; «Единые санитарно-эпидемиологические и гигиенические требования к товарам, подлежащим санитарно-эпидемиологическому надзору (контролю)» (глава II, раздел 3) [21]; МУ 2.1.4.2898-11, МУ 2.1.4.1060-01.

Анализ обеспеченности методиками контроля. Поиск аттестованных методик измерений контролируемых примесей (акриламид, акриловая кислота, эпихлоргидрин, диметиламин, 1,3-дихлор-2-пропанол, ДАДМАХ, бензилхлорид) проводили в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений ФГИС «АРШИН» [41]. Поисковый запрос формировали по названиям показателей,

указанных в Единых требованиях [21]. Учитывали методики, соответствующие требованиям к применению в сфере государственного регулирования, с пределами измерений, позволяющими контролировать как содержание примеси в товарном продукте (мг/кг), так и её концентрацию на уровне ПДК в питьевой воде (мг/дм³) согласно [20]. Результаты систематизированы в таблице 1.

Определение содержания бензилхлорида в образцах ЧАС. Для оценки реального уровня примеси использовали данные ранее выполненных авторами исследований образцов альгицидов на основе ЧАС с разной длиной алкильной цепи, в которых содержание бензилхлорида достигало 22% [22]. Эти результаты учитывали при обсуждении необходимости нормирования бензилхлорида в продукте.

Разработка алгоритма гигиенической оценки. Предложена визуальная схема «Алгоритм гигиенической оценки реагентов, применяемых в системах водоснабжения» (рисунок 2) [42]. Схема формализует последовательность ответов на ключевые вопросы, позволяющие установить гигиеническую безопасность конкретного реагента.

Все исследования выполнены в рамках действующего законодательства об обеспечении единства измерений.

Основная часть

В настоящее время, в технологии очистки воды продолжают широко использоваться вещества, называемые синтетическими полиэлектролитами. По назначению синтетические полиэлектролиты разделяются на коагулянты и флокулянты. Применяются они для очистки воды от взвешенных и коллоидно-дисперсных веществ.

В процессе водоподготовки чаще всего используются реагенты, относящиеся к следующим группам соединений: полиакриламиды (ПАА), полиамины (полиэпихлоргидриндиметиламины, полиЭПИ-ДМА), полидиаллилдиметиламмоний хлориды (полиДАДМАХи) их смеси (сополимеры). Полиамины и полиДАДМАХи применяются как коагулянты, полиакриламиды – в качестве флокулянтов.

Полиакриламиды – группа полимеров на основе акриламида и его производных подразделяющаяся на неионные, анионные и катионные. Неионные ПАА представляют собой акриламидные гомополимеры, получаемые путем полимеризации мономера акриламида, который впоследствии содержится в товарном продукте. Полимер не имеет ни положительного, ни отрицательного электрического заряда. Производятся в виде гранул или порошка.

Анионные ПАА – это флокулянты с отрицательным зарядом, получаемые путем сополимеризации мономеров акриламида и акрилата натрия в различных пропорциях. Производятся в виде геля, гранул или порошка. Мономер акриламид содержится в товарном продукте.

Катионные ПАА получают путем сополимеризации акриламида и катионного акрилового мономера (например: (2-акриламидоэтил)N-метил,N-диэтиламмоний метилсульфат; (2-акриламидоэтил)N-метил,N-диэтиламмоний хлорид; (2-акриламидоэтил)триметиламмоний хлорид и др.). Имеет положительный заряд. Производятся в виде гранул или порошка. Мономер акриламид содержится в товарном продукте [24, 25].

Гигиенически значимыми примесями, которые определяют безопасность реагента, для полиакриламидов являются акриламид и акриловая кислота. Акриламид представляет собой твердое, токсичное вещество. При введении в желудок крысам DL_{50} определена на уровне 149 мг/кг. Прямое воздействие чистого акриламида раздражает слизистые оболочки и кожу. Согласно данным Международного агентства по исследованию рака (МАИР) Всемирной организации здравоохранения и Агентства по охране окружающей среды (ЕРА), акриламид может вызывать рак (Группа 2А по МАИР) [26]. ПДК в воде установлена на уровне 0,0001 мг/л [20].

Акриловая кислота представляет собой летучую бесцветную жидкость способную вызывать раздражение и ожоги глаз, кожи, слизистых, а при вдыхании – отек легких. Оказывает сенсибилизирующее действие. Акриловая кислота обладает низкой или умеренной токсичностью. По данным Национального института охраны труда и здоровья – NIOSH 2018 года, при введении в желудок крысам DL_{50} составила 1337 мг/кг. По классификации МАИР относится к Группе 3 (не поддается классификации по канцерогенности для человека) [27]. ПДК в воде установлена на уровне 0,5 мг/л [20].

Полиамины – полимеры на основе эпихлоргидриндиметилamina производятся путем реакции конденсации первичных или вторичных аминов с эпихлоргидрином. Реагент представляет собой водный раствор в форме вязкой жидкости с содержанием активного вещества от 30 до 50%. Продукт смешивается с водой в любых пропорциях. В товарном продукте обнаруживаются примеси, которые используются при синтезе полимера или появляются в результате гидролиза. Гигиенически значимыми примесями являются эпихлоргидрин, диметиламин, 1,3-дихлорпропанол [24, 28, 29].

Эпихлоргидрин представляет собой прозрачную жидкость с раздражающим запахом. Токсичен. DL_{50} при введении в желудок крысам составляет 90 мг/кг. При контакте вызывает раздражение кожи, глаз, сильную боль. Способен вызывать затруднение дыхания, кашель, тошноту, рвоту, боль в животе, цианоз, кроме того, может оказывать воздействие на репродуктивную систему. Относится к группе 2В по МАИР (возможный канцероген для человека, подтвержденный канцероген для животных [30]. ПДК в воде установлена на уровне 0,0001 мг/л [20].

Диметиламин – бесцветный газ. DL_{50} при введении в желудок крысам составляет 698 мг/кг. При контакте раздражает кожу, вызывает боль и сильные ожоги; при вдыхании – кашель, жжение, боль в горле,

вероятно затруднение дыхания. Хроническое воздействие диметиламина на человека может привести к повреждению почек, хронической болезни почек и сердечно-сосудистым заболеваниям. Оказывает сенсibilизирующее действие. Диметиламин не является канцерогеном и не включен в список МАИР [31]. ПДК в воде установлена на уровне 0,1 мг/л [20].

1,3-дихлор-2-пропанол является промежуточным продуктом синтеза эпихлоргидрина, представляет собой бесцветную жидкость. Токсичное вещество, вызывающее раздражение слизистых и кожи при контакте и вдыхании, кроме того, способен вызвать поражение печени. DL₅₀ при введении в желудок крысам составляет 110 мг/кг. Относится к группе 2В по МАИР (возможный канцероген для человека) [32]. ПДК в воде установлена на уровне 1 мг/л [20].

ПолиДАДМАХ синтезируется из аллилхлорида и диметиламина, может быть представлен в жидкой форме или в виде порошка с концентрацией активного вещества от 10 до 40 масс. %. ПолиДАДМАХи применяются в качестве коагулянтов, связывая мелкие частицы в крупные хлопья (флокулы) и обеспечивая быстрое осаждение, удаление мутности, цвета, органики и водорослей [24, 33]. Полимер полиДАДМАХ и его мономер – ДАДМАХ (диаллилдиметиламмоний-хлорид) малотоксичны, не вызывают раздражения глаз и кожи, в тестах на генотоксичность мутагенную активность не проявляют. DL₅₀ для ДАДМАХ при введении в желудок крысам составляет 3 г/кг [34]. ПДК в воде установлена на уровне 0,1 мг/л [20].

К синтетическим полиэлектролитам, наряду с предыдущими, относятся также реагенты, на основе четвертичных аммониевых соединений (ЧАС), используемые в качестве альгицидов, в том числе и: алкил С₁₀₋₁₆ бензилдиметиламмоний-хлорид; алкил С₁₇₋₂₀ бензилдиметиламмоний-хлорид; α-АлкилС₁₈₋₂₀ ω-оксиметиленди (оксизтан-1,2-диил)диэтилмента-аминийбензолсульфат; алкилС₁₆₋₁₈ (оксизтилен)метилметилдиэтиламмоний бензолсульфонат и другие.

Альгициды — это специализированные химические реагенты, предназначенные для уничтожения водорослей, плесени и предотвращения их роста в воде, в бассейнах, на стенках и внутри труб. Так, например, ЧАС, алкил (С₁₀₋₁₆) диметилбензолметанаминийхлорид, используется как дезинфектант, биоцид и поверхностно-активное вещество (ПАВ) в водоочистке, уничтожает микроорганизмы, водоросли и бактерии. Кроме того, нередко ЧАС используются в комбинации с другими классами дезинфицирующих средств с целью усиления биоцидного эффекта [35, 36]. Основной примесью для полиэлектролитов на основе ЧАС является бензилхлорид. Бензилхлорид представляет собой бесцветную жидкость с раздражающим запахом. Является токсичным веществом, вызывающим раздражение глаз, дыхательных путей, слизистых, кожи. DL₅₀ при введении в желудок крысам составляет 1231 мг/кг. Оказывает сенсibilизирующее действие. Бензилхлорид считается мутагеном и вероятным канцерогеном для человека, а также доказанным канцерогеном животных. Относится к группе 2В по МАИР [37, 38]. ПДК в воде установлена на уровне 0,001 мг/л [20].

При применении реагентов, в воду могут выделяться их примеси [23, 39, 40], поэтому, ключевым вопросом при обеспечении химической безопасности использования реагентов в питьевом водоснабжении является строгое соблюдение гигиенических нормативов в обработанной воде: как вещества, так и примесей.

Для обеспечения безопасности питьевой воды при применении синтетических полиэлектролитов в Единых требованиях установлены контролируемые показатели примесей в товарном продукте, то есть в самих реагентах. Ключевым вопросом обеспечения химической безопасности условий водопользования является гигиеническая оценка и контроль за содержанием этих химических примесей в используемых реагентах. Лишь строгое соблюдение установленных ПДК химических веществ в воде является ключевым механизмом обеспечения безопасности. Между тем, следует учитывать, что любые нормативные величины, особенно касающиеся максимально допустимых концентраций химических веществ, как в воде, так и в товарной продукции, должны обеспечиваться соответствующими методами контроля.

Таким образом, целью нашей работы была оценка обеспеченности контроля гигиенически значимых примесей в синтетических полиэлектролитах и предложение унифицированного алгоритма их гигиенической оценки для минимизации химических рисков при водоподготовке.

Результаты и обсуждение

Проведенный анализ методик приведенных в ФГИС «Аршин» показал, что из всех контролируемых показателей (примесей) [21] обеспечены аттестованными методиками определения в продукте (с необходимыми пределами измерений) только акриламид и ДАДМАХ. Остальные гигиенически важные примеси не обеспечены аттестованными методиками определения в продукте.

В таблице 1 приведены названия реагентов, контролируемые показатели качества реагента согласно требованиям [21], норматив содержания как в продукте, так и ПДК в воде [20], а также находящиеся в ФГИС «АРШИН» методики определения.

Таблица 1. Анализ обеспеченности методик определения содержания примесей в реагентах и обработанной ими воде [20, 21, 41].

Химический класс продукта (реагента)	Контролируемые показатели (примеси)	Норматив	Методики определения содержания примесей в реагентах или обработанной ими воде (ФГИС «АРШИН»)	ПДК (мг/л)
--------------------------------------	-------------------------------------	----------	---	------------

		прод укте, мг/кг	Методика	Предел ы измере ний	(СанПиН 1.2.3685-21)
Полиакриламид ы (ПАА)	Акриламид	<250	МИ № 08-19-МСП-Л «Государственная система обеспечения единства измерений. Массовая доля остаточного акриламида во флокулянтах методом жидкостной хроматографии. Методика измерений»	30 – 1500 мг/кг	0,0001
			Методика измерений массовой доли свободного акриламида в полиакриламидных флокулянтах методом высокоэффективной жидкостной хроматографии, НДП 30.4.65-08 (издание 2017 г.)	10 - 1500 мг/кг	
	Акриловая кислота	9500	ФР.1.31.2018.31184 МИ-03-2018 «Методика измерений массовой концентрации полиакриловой кислоты и полимеров акриловой кислоты в производственных водах при применении реагентов торговой марки "PuroTech" фотометрическим методом»	От 0,25 – 0,3 мг/дм ³	0,5
Полиамины (полиЭПИ-ДМА)	Эпихлоргидрин	20	ФР.1.31.2013.14648 МВИ ЯрТЕСТ 53-02 Методика выполнения измерений массовой концентрации бензола, толуола, этилбензола, м-, о-, п – ксилолов, стирола, этилацетата, бутилацетата, изобутилацетата, метилметакрилата, бутилметакри-лата, нитрила акриловой кислоты, эпихлоргидрина в природных, сточных и очищенных сточных водах. Газохроматографическое определение	0,050 – 0,500 мг/дм ³	0,0001 <к>
	Диметиламин	2000	ФР.1.31.2023.45350 Измерение концентраций диметиламина в воде методом высокоэффективной жидкостной хроматографии МУК 4.1.3762-22	0,005– 0,1 мг/дм ³	0,1
			«Методика измерений массовой концентрации диметиламина в пробах питьевых, природных, очищенных сточных и талых (снег) вод фотометрическим методом» МУК 4.1.012-18	0,03 – 10,0 мг/дм ³	
	1,3-дихлор-2-пропанол	1000	-	-	1
ПолиДАДМАХ	ДАДМАХ (диаллилдиметиламмоний-хлорид)	< 0,5%	ФР.1.31.2017.26871 Методика измерений содержания остаточной концентрации полиДАДМАХ в питьевой воде 006-01.00281-2013-2017	0,1 – 0,4 мг/дм ³	0,1
			ФР.1.31.2011.10654 Методика измерений массовой доли диаллилдиметиламмоний хлорида в пробах коагулянтов и флокулянтов на основе полиДАДМАХ методом обращено-фазовой ВЖХ 137/242- (01,00250-2008)-2011	0,2- 10%	

АлкилC ₁₀ - 16 бензилдиметила миний-хлорид	Бензилхлорид	-	-	-	0,001
АлкилC ₁₇ - 20 бензилдиметила миний-хлорид					
АлкилC ₁₈ - 20 - оксиметиленди (оксизтан-1,2- диил)диэтилмент ан-ами нийбензолсульф ат					

Так как, в СанПиН 1.2.3685-21 [20] в таблице 3.13 приведены ПДК химических веществ в воде питьевой систем централизованного, в том числе горячего, и нецентрализованного водоснабжения, воде подземных и поверхностных водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования, воде плавательных бассейнов, аквапарков, в том числе и для всех рассматриваемых нами примесей, был проведен анализ возможности использования для исследуемых реагентов существующих методик определения ПДК примесей в обработанной воде. Так была установлена методика определения диметиламина в воде, которую можно использовать для контроля его ПДК в питьевой воде (ПДК составляет 0,1 мг/л).

Тем не менее, ни акриловую кислоту, ни эпихлоргидрин невозможно контролировать в питьевой воде с использованием существующих аттестованных методик, а для 1,3-дихлор-2-пропанола и бензилхлорида во ФГИС «Аршин» вообще отсутствуют какие-либо подходящие методики с необходимыми пределами измерений.

Также, следует отметить, что бензилхлорид, согласно Единым требованиям, входит в перечень контролируемых показателей, в таблице 3 приложения 3.1 к Разделу 3 Главы II Единых требований, однако норматив содержания в продукте (мг/кг) для него в этой же таблице отсутствует (не указан).

В Единых требованиях указано, что используемые в процессе водоподготовки и водоснабжения реагенты не должны оказывать вредного действия на здоровье человека и объекты окружающей среды (водные объекты, почву, воздух, пищевые продукты, жилище) как среду обитания человека, а также приводить к поступлению в воду соединений в концентрациях, превышающих гигиенические нормативы [21]. Если синтетические полиэлектролиты не должны оказывать негативное влияние на питьевую воду, а норматив содержания в продукте для бензилхлорида не определен, то применение альгицидов на основе ЧАС с различной длиной цепи является потенциально опасным с точки зрения загрязнения воды бензилхлоридом.

Согласно нашим данным в образцах средств на основе ЧАС с различной длиной цепи может содержаться до 22% бензилхлорида в качестве примеси [22]. В целях обеспечения безопасных условий применения подобных средств необходимо проводить расчет максимально допустимого содержания в них бензилхлорида.

Заключение. Суммируя все вышесказанное, среди всех применяемых в настоящее время синтетических полиэлектролитов полноценный санитарно-эпидемиологический надзор за их применением может проводиться только за реагентами на основе полиДАДМАХ.

Для безопасного использования ППА и полиаминов необходима разработка методов определения в продукте акриловой кислоты (от 0 до 9500 мг/кг) и эпихлоргидрина (от 0 до 20 мг/кг) соответственно.

Для систематизации требований к безопасности реагентов, применяемых в питьевом водоснабжении, нами была разработана Схема «Алгоритм гигиенической оценки реагентов, применяемых в системах водоснабжения» представленная на рисунке 2.

Схема позволяет наглядно визуализировать все необходимые стадии (ответы на вопросы), которые надо получить чтобы убедиться в гигиенической безопасности применения того или иного реагента.

Для выполнения требований «Единых санитарно-эпидемиологических и гигиенических требований к продукции (товарам), подлежащей санитарно-эпидемиологическому надзору (контролю)», при выборе синтетического электролита для очистки питьевой воды целесообразно пользоваться алгоритмом гигиенической оценки реагентов, применяемых в системах водоснабжения.

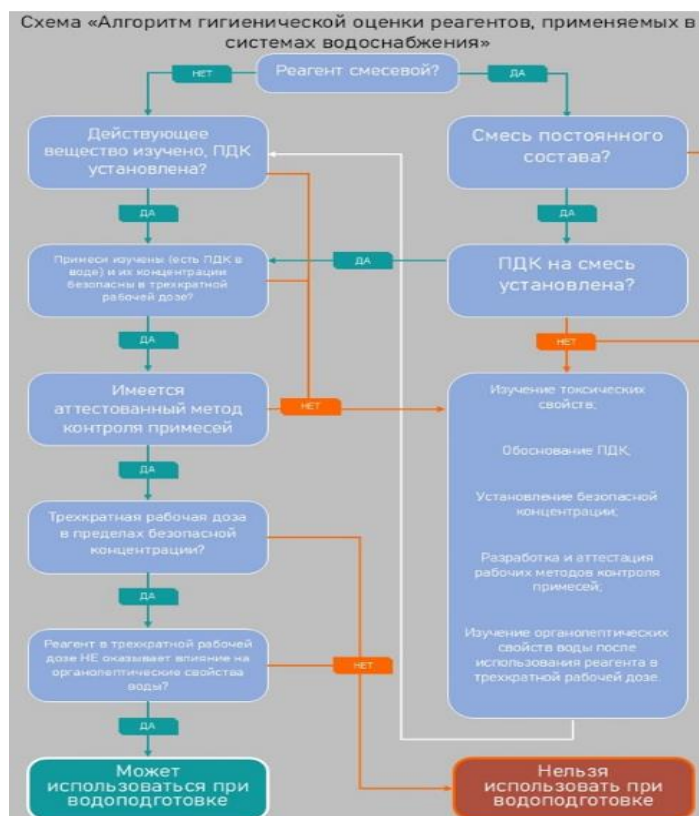


Рисунок 2. Алгоритм гигиенической оценки реагентов, применяемых в системах водоснабжения [42].

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES:

1. Автономова А. В., Алексеева А. В., Асланова М. М. [и др.]. На страже защиты объектов среды и здоровья населения. ООО "Квант Медиа". М. 2024. 466 с. ISBN 978-5-9500159-5-3.
2. Рахманин Ю.А., Сеницына О.О., Егорова Н.А., Турбинский В.В., Алексеева А.В., Кузь Н.В., Рыжова И.Н., Кочеткова М.Г. Достижения и перспективные направления научных разработок в области гигиенического нормирования качества воды в централизованных системах водообеспечения населённых мест. Гигиена и санитария. 2026; 105 (1): 6-14.
3. Бобровницкий И.П., Нагорнев С.Н., Худов В.В., Яковлев М.Ю. Экологически обусловленные заболевания, вызванные изменением метеорологических факторов: диагностика и пути противодействия. Russian Journal of Rehabilitation Medicine. 2020; 3: 35-55.
4. Президент России. – URL: <http://kremlin.ru/events/president/news/73986> (дата обращения: 18.02.2026).
5. Прилиппо Н.С., Турбинский В.В., Бобровницкий И.П. Гигиеническая оценка персонализированного риска здоровью для профилактики экологически обусловленных заболеваний в системе первичной медико-санитарной помощи населению. Обзор. Russian Journal of Environmental and Rehabilitation Medicine. 2020; 3: 5-35.
6. Wang T., Sun D., Zhang Q., Zhang Z. China's drinking water sanitation from 2007 to 2018: a systematic review. Science of the Total Environment. 2021; 757: 143923.
7. Kim J.H., Cheong H.K., Jeon B.H. Burden of disease attributable to inadequate drinking water, sanitation, and hygiene in Korea. Journal of Korean medical science. 2018; 33(46).
8. Gnanasekaran S., Jayaraj V., Mohanraj P.S., Babu C., Rajendran N., Rajendran V. A comprehensive evaluation of water, sanitation and hygiene (WASH) in health facilities: a systematic review and meta-analysis. Journal of Hospital Infection. 2024; 151: 116-130.
9. Microbes in Pipes (MIP): The Microbiology of the Water Distribution System. Washington (DC): American Society for Microbiology. 2013.
10. Савостикова О.Н., Мамонов Р.А., Тюрина И.А., Алексеева А.В., Николаева Н.И. Ксенобиотики и продукты их трансформации в сточных водах (обзор литературы). Гигиена и санитария. 2021; 100(11): 1218-1223.
11. WHO. – URL: <https://www.who.int/news/item/26-08-2025-1-in-4-people-globally-still-lack-access-to-safe-drinking-water---who--unicef> (дата обращения: 17.02.2026).
12. Роспотребнадзор. Государственный доклад "О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения Российской Федерации в 2024 году". – URL: https://rosпотребнадзор.ru/documents/details.php?ELEMENT_ID=30171&sphrase_id=6002717 (дата обращения: 18.02.2026).
13. Мосводоканал. Водоснабжение. – URL: <https://www.mosvodokanal.ru/watersupply/> (дата обращения: 17.02.2026).
14. Мамонов Р.А., Жолдакова З.И., Печникова И.А., Лебедь-Шарлевич Я.И. Проблемы безопасности средств дезинфекции. Современные проблемы оценки, прогноза и управления экологическими рисками здоровью населения и окружающей среды, пути их рационального решения. 2018; 227-230.

15. Мамонов Р.А., Печникова И.А., Федотова Л.А., Савостикова О.Н. Совершенствование системы мониторинга химических рисков ФМБА России. Материалы I Национального конгресса с международным участием по экологии человека, гигиене и медицине окружающей среды «СЫСИНСКИЕ ЧТЕНИЯ-2020». 2020; 237-241.
16. Алексеева А.В., Рахманин Ю.А., Тюрина И.А., Лебедь-Шарлевич Я.И. Системы оценки и сертификации реагентов, материалов и технологий, используемых при водоподготовке в России и за рубежом (обзор литературы). Гигиена и санитария. 2024; 103(2): 113-119.
17. Тюрина И.А., Лебедь-Шарлевич Я.И., Манаева Е.С. Законодательство стран Европейского региона по регулированию качества питьевой воды (обзор). Водоснабжение и санитарная техника. 2022; 10: 14-22.
18. Алексеева А.В., Савостикова О.Н., Мамонов Р.А. Необходимость проведения актуализации и апробации методик оценки материалов, планируемых для применения в питьевом водоснабжении, в зависимости от вида материала и его функционального назначения с учетом международного опыта. Материалы I Национального конгресса с международным участием по экологии человека, гигиене и медицине окружающей среды «СЫСИНСКИЕ ЧТЕНИЯ-2020». 2020; 16-19.
19. Мамонов Р. А., Лебедь-Шарлевич Я. И., Манаева Е. С. [и др.] Гигиеническое нормирование вредных химических веществ в воде - взгляд через призму исследований Научно-исследовательского института им. А.Н. Сысина. Гигиена и санитария. 2024; 103(10): 1261-1272. DOI 10.47470/0016-9900-2024-103-10-1261-1272.
20. СанПиН 1.2.3685-21 "Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания". Роспотребнадзор. – URL: https://www.rosпотребнадзор.ru/files/news/GN_sreda%20obitaniya_compressed.pdf (дата обращения: 13.05.2025).
21. Единые санитарно-эпидемиологические и гигиенические требования к продукции (товарам), подлежащей санитарно-эпидемиологическому надзору (контролю). Евразийская экономическая комиссия. – URL: https://eec.eaunion.org/comission/departement/depсанмер/regulation/P2_299.php (дата обращения: 17.02.2026).
22. Жолдакова З.И., Сеницына О.О., Тульская Е.А. Гигиенические критерии безопасности и эффективности реагентных методов обеззараживания воды Дезинфекционное дело. 2010; 4: 33-37.
23. Koshigoe A.S.H., Diniz V., Rodrigues-Silva C., Cunha D.G.F. Effect of three commercial algaecides on cyanobacteria and microcystin-LR: implications for drinking water treatment using activated carbon. Environmental Science and Pollution Research. 2023; 30 (6): 16003-16016.
24. Богданов М.В. Санитарно-эпидемиологический надзор за использованием синтетических полиэлектролитов в практике питьевого водоснабжения. МУ 2.1.4.1060-01. – Москва: Минздрав России, 2001.
25. Аквареагент. Полиакриламид ПАА. – URL: <https://aquareagent.ru/catalog/paa/> (дата обращения: 17.02.2026).
26. PubChem. Acrylamide. – URL: <https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/6579> (дата обращения: 04.03.2026).
27. PubChem. Acrylic Acid. – URL: <https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/6581> (дата обращения: 04.03.2026).
28. Lee S.H., Shin W.S., Shin M.C., Choi S.J., Park L.S. Improvement of water treatment performance by using polyamine flocculants. Environmental technology. 2001; 22 (6): 653-659.
29. Иванов А.В., Тафеева Е.А., Снигирев С.В., Чуриков Ф.И. О проблеме безопасности реагентов, применяемых для водоподготовки и водоочистки. Гигиена и санитария. 2014; 5.
30. PubChem. – URL: <https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/7835#section=Evidence-for-Carcinogenicity> (дата обращения: 03.03.2026).
31. PubChem. Dimethylamine. – URL: <https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/674#section=Toxicity> (дата обращения: 04.03.2026).
32. Some chemicals present in industrial and consumer products, food and drinking-water // IARC monographs on the evaluation of carcinogenic risks to humans. – 2013. – V. 101. – P. 9.
33. EuroEcoTech. PolyDADMAC — ПолиДадмак — Поли Дадмах. – URL: <https://euroecotech.de/product/polydadmac-polidadmak-poli-dadmah> (дата обращения: 17.02.2026).
34. PubChem. Diallyldimethylammonium chloride. – URL: <https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/33286> (дата обращения: 04.03.2026).
35. Жолдакова З.И., Одинцов Е.Е., Харчевникова Н.В., Беляева Н.Н., Тульская Е.А., Зайцев Н.А. Полигексаметиленгуанидин гидрохлорид (ПГМГ-гидрохлорид). Токсикологический вестник. 2004; 6: 35-36.
36. Жолдакова З., Харчевникова Н., Сеницына О., Мамонов Р. Принципы гигиенической оценки комбинированного действия веществ, входящих в смеси постоянного состава. Прикладная токсикология. 2011; 1: 27-35.
37. Руководство по оценке канцерогенного риска (Агентство по охране окружающей среды США, 1986 г.) –URL: https://iris.epa.gov/ChemicalLanding/&substance_nmbr=393.
38. PubChem. Benzyl Chloride. – URL: <https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/source/hsdb/368#section=Toxicity-Summary> (дата обращения: 17.02.2026).
39. Голландцева А.И., Мамонов Р.А., Сеницына О.О., Тульская Е.А., Манаева Е.С., Бирюкова Д.Ю., Полторацкий А.Ю. Сравнительная оценка эколого-гигиенической опасности альгицидов. Окружающая среда и здоровье. Гигиена и экология урбанизированных территорий. 2016; 143-147.
40. Жолдакова З.И., Тульская Е.А., Сеницына О.О., Мамонов Р.А. Обоснование показателей для контроля за безопасным использованием химических средств обеззараживания воды. Санитарный врач. 2011; 1: 024-025.
41. ФГИС «АРШИН» (ФГИС Росстандарт). – URL: <https://fgis.gost.ru/fundmetrology/registry> (дата обращения: 13.05.2025).
42. Патент на промышленный образец № 146803 Российская Федерация. Схема "Алгоритм гигиенической оценки реагентов, применяемых в системах водоснабжения": заявл. 27.09.2024; опубл. 01.04.2025 / Р. А. Мамонов, И. А. Тюрина, Л. А. Федотова [и др.]; заявитель Федеральное государственное бюджетное учреждение "Центр стратегического планирования и управления медико-биологическими рисками здоровью" Федерального медико-биологического агентства.

TOWARDS THE MINIMIZATION OF CHEMICAL RISKS IN THE USE OF WATER TREATMENT REAGENTS

Mamonov R.A. , Turina I.A.

Federal State Budgetary Institution “Centre for Strategic Planning and Management of Biomedical Health Risks” of the Federal Medical Biological Agency, Moscow, 119121, Russia

ABSTRACT.

The study addresses the minimization of chemical risks in the context of using synthetic polyelectrolytes in drinking water treatment. Regulatory requirements for the content of hygienically significant impurities (acrylamide, epichlorohydrin, dimethylamine, 1,3-dichloro-2-propanol, DADMAC, benzyl chloride) in reagents and their maximum allowable concentrations in drinking water is analyzed. Using data from the Federal Information Fund FSIS “ARSHIN”, the availability of compliant control methods for synthetic polyelectrolytes is analyzed. A hygienic assessment algorithm for reagents is proposed. To reduce risks, it is necessary to develop analytical methods for the determination of acrylic acid and epichlorohydrin in polyacrylamides and polyamines, and to regulate the benzyl chloride content in quaternary ammonium compounds.

Keywords: drinking water safety, water treatment reagents, synthetic polyelectrolytes, flocculants, coagulants, algaecides, chemical impurities, benzyl chloride.

Сведения об авторах

Мамонов Роман Александрович, к.м.н., начальник отдела профилактической токсикологии и медико-биологических исследований, Федеральное государственное бюджетное учреждение «Центр стратегического планирования и управления медико-биологическими рисками здоровью» Федерального медико-биологического агентства, 119121, Москва, Россия, <https://orcid.org/0000-0002-6540-6015>.

Тюрина Ирина Алексеевна, младший научный сотрудник отдела профилактической токсикологии и медико-биологических исследований, Федеральное государственное бюджетное учреждение «Центр стратегического планирования и управления медико-биологическими рисками здоровью» Федерального медико-биологического агентства, 119121, Москва, Россия, ITurina@cspfmbsa.ru, <https://orcid.org/0000-0002-9364-5654>.

УДК 615.83: 616.233-002.2

ОТДАЛЁННЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ САНАТОРНО-КУРОРТНОГО ЛЕЧЕНИЯ РАЗЛИЧНОЙ ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТИ ПАЦИЕНТОВ С ХРОНИЧЕСКИМ БРОНХИТОМ

Гришечкина И.А.^{*}, Яковлев М.Ю.^{1,2}, Никитин М.В.¹, Гроссер В.А.³, Шашина Е.А.²

¹Федеральное государственное бюджетное учреждение «Национальный медицинский исследовательский центр реабилитации и курортологии» Минздрава России, Москва, Россия

²Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования Первый Московский государственный медицинский университет имени И.М. Сеченова Министерства здравоохранения Российской Федерации (Сеченовский Университет)¹, Москва, Россия

³Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Российский национальный исследовательский медицинский университет имени Н. И. Пирогова» Министерства здравоохранения Российской Федерации

РЕЗЮМЕ.

Введение Распространённость симптомов хронического бронхита (ХБ) в популяции составляет от 10 до 27 %. Актуальным является определение оптимального срока санаторно-курортного лечения (СКЛ), влияющего на отдалённые результаты лечения.

Цель исследования – оценить отдалённые результаты СКЛ различной продолжительности у пациентов с ХБ.

Материал и методы: в период с 1 августа 2024 года по 31 декабря 2025 года проведено проспективное рандомизированное клиническое исследование с участием 83 пациентов с простым, слизистозной или смешанным ХБ, период наблюдения составил от 10 до 12 месяцев. В зависимости от длительности предшествующего СКЛ в: в группу пациентов со сроком СКЛ 7 дней включено 20 пациентов; в группу со сроком СКЛ 14 дней – 21 пациент; в группу со сроком СКЛ 18 дней – 20 пациентов; в группу со сроком СКЛ 21 день – 22 пациента. Собраны следующие данные: число госпитализаций по неотложной помощи, частота вызовов бригад скорой помощи и обращений к пульмонологу или терапевту в связи с обострением ХБ, частота ОРВИ в течение года.

Результаты: При длительности СКЛ 14, 18 и 21 день в течение последующего года происходит статистически достоверное снижение частоты перенесённых острых респираторных вирусных инфекций и числа амбулаторных обращений к пульмонологу и терапевту в связи с обострением ХБ (χ^2 Пирсона = 28,86; $p < 0,001$ и χ^2 Пирсона = 34,271; $p < 0,001$).

Выводы: длительность СКЛ 14, 18 и 21 день позволяет снизить частоту обострений хронического бронхита в течение последующего года после проведения лечения.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: хронический бронхит, проспективное исследование, результаты лечения, госпитализация.

ВВЕДЕНИЕ

По данным эпидемиологических исследований распространённость основных симптомов хронического бронхита (ХБ) – кашля и продукции мокроты – в европейской популяции варьирует от 10 % до 27 % [1-4]. В российской популяции частота симптомов ХБ регистрируется от 10 до 24 % опрошенных [5].

ХБ может существовать длительно как самостоятельное заболевание (первичный бронхит), но может сосуществовать со многими очаговыми и генерализованными болезнями лёгких (вторичный бронхит), а также с сердечно-сосудистыми заболеваниями [6]. В связи с этим в настоящее время актуальна разработка методов лечения и профилактики заболевания, позволяющих предотвратить прогрессирование воспалительного процесса при обострении ХБ и развития осложнений [7, 8].

В возникновении и развитии ХБ важное значение имеет взаимодействие генетики человека с окружающей средой, с неблагоприятными факторами которой человек сталкивается на протяжении всей жизни [9]. Воздействие этиологических факторов запускает два основных процесса в организме пациента с

^{**} Адрес для переписки: Гришечкина Ирина Александровна, e-mail: GrishechkinaIA@nmicrk.ru

Цитирование. Гришечкина И.А., Яковлев М.Ю., Никитин М.В., Гроссер В.А., Шашина Е.А. Отдалённые результаты санаторно-курортного лечения различной продолжительности пациентов с хроническим бронхитом. *Russian Journal of Environmental and Rehabilitation Medicine*. 2026. 3:51-57.

Citation Grishechkina I. A. Yakovlev M. Yu., Grosser V.A., Nikitin M.V., Shashina E.A Long-term outcomes of spa treatment of patients with chronic bronchitis of various duration. *Russian Journal of Environmental and Rehabilitation Medicine*. 2026. 3: 51-57.

ХБ: системное воспаление и структурные изменения в дыхательных путях, которые в конечном итоге приводят к утяжелению течения и/или развитию осложнений [7, 10, 11].

Санаторно-курортное лечение (СКЛ) при ХБ, традиционно включающее климатотерапию, бальнеотерапию [12-14], в том числе ингаляции минеральных вод, аппаратную физиотерапию, лечебную физическую культуру, массаж и рефлексотерапию [15-18] снижает силу воздействия факторов риска и способствуют активации местных и центральных (компенсаторно-приспособительных) механизмов защиты у пациентов с ХБ [19-20], ускоряя естественное восстановление организма и способствуя поддержанию длительной ремиссии заболевания, тем самым уменьшая прогрессирование заболевания и дополнительно снижая лекарственную нагрузку на пациента [15, 16, 19, 20].

Клиническая эффективность СКЛ при ХБ связана с влиянием на механизмы патогенеза заболевания:

- способствует выработке секреторного иммуноглобулина А [21]

- улучшает мукоцилиарный клиренс и функцию внешнего дыхания [22-25];

- снижает уровень системного воспаления при ХБ и способствует уменьшению оксидативного стресса [24, 25];

- уменьшает уровень продукции медиаторов воспаления за счёт активации нейрогуморальных механизмов регуляции в ответ на неспецифическое воздействие курортных факторов [26].

В настоящее время дискуссионным является вопрос о длительности клинического эффекта, вызванного СКЛ, а также учитывая концепцию патогенеза хронических респираторных заболеваний, достаточной кратности СКЛ, для того, чтобы поддерживать достигнутый клинический эффект.

В связи с чем важным вопросом восстановительной медицины на сегодняшний момент является разработка и научное обоснование оптимальных сроков СКЛ, на основании оценки непосредственных и отдалённых результатов лечения [27].

Цель исследования – оценить отдалённые результаты санаторно-курортного лечения различной продолжительности (7, 14, 18 и 21 день) у пациентов с ХБ.

Материалы и методы:

Данная работа является частью открытого многоцентрового проспективного рандомизированного клинического исследования [28], выполненного в рамках государственного задания[†], на базе научно-клинических филиалов ФГБУ «НМИЦ РК» Минздрава России (гг. Ессентуки и Кисловодск, Ставропольский край) в период с 01.08.2024 по 31.12.2025 гг. Критериям включения соответствовали 100 пациентов с диагнозом «Простой, слизисто-гнойный или смешанный хронический бронхит в фазе ремиссии; дыхательная недостаточность 0–II степени», установленным в соответствии с действующими клиническими рекомендациями [7]. Гендерный состав выборки характеризовался преобладанием женщин: 67% (n=67). Возраст участников варьировал от 18 до 75 лет при медиане среднего возраста 60,0 [54,0; 70,0] года. Средняя продолжительность анамнеза заболевания составила 15,25 [5,0; 25,5] года.

Формирование выборки осуществлялось методом сплошного набора по мере обращения пациентов, соответствующих критериям включения/невключения, изложенным ниже. После проведения процедуры информированного согласия и подписания документов, а также скрининга на базе контакт-центра ФГБУ «НМИЦ РК» Минздрава России выполнялась простая рандомизация. Пациенты последовательно распределялись в четыре параллельные группы сравнения (по n=25 в каждой) в зависимости от длительности СКЛ: группа сравнения 1 (ГС1) длительность лечения 7 дней, группа сравнения 2 (ГС2) – 14 дней, группа сравнения 3 (ГС3) – 18 дней, группа сравнения 4 (ГС4) – 21 день. Протокол исследования предусматривал комплексное обследование участников до и после курса СКЛ, а также оценку отдалённых результатов лечения посредством телефонного анкетирования через 10–12 месяцев, на котором проводилась оценка отдалённых результатов СКЛ.

СКЛ включало ранее назначенную медикаментозную терапию, мероприятия по модификации образа жизни (отказ от курения и прочие) и проведение методик климатотерапии, бальнеотерапии, аппаратной физиотерапии, лечебной физической культуры и персонализированную программу СКЛ при ХБ [29].

Дизайн данного блока работы предусматривал проспективное наблюдение с оценкой отдалённых результатов СКЛ через 10–12 месяцев посредством структурированного телефонного контакта. На этапе катамнеза из 100 рандомизированных пациентов информацию согласились предоставить 83 человека. Остальные 17 пациентов (drop-out) выбыли из исследования по разным причинам (отказ от дальнейшего участия, отзыв согласия, отсутствие времени на опрос и др.).

Окончательный анализ отдалённых результатов проведен на выборке из 83 пациентов с ХБ. В зависимости от длительности завершённого курса СКЛ количество участников в группах распределилось следующим образом: в ГС1 (7 дней) курс СКЛ завершили и согласились предоставить информацию 20 пациентов; в ГС2 (14 дней) – 21 пациент; ГС3 (18 дней) – 20 пациентов; ГС4 (21 день) – 22 пациента.

Критерии включения в исследование:

- мужчины и женщины старше 18 лет;

[†] НИОКТР 124081000006-8 «Научное обоснование оптимальных сроков санаторно-курортного лечения при различных классах заболеваний по МКБ-10 (МКБ-11)»

– установленный диагноз «Простой, слизисто-гнойный или смешанный хронический бронхит, фаза ремиссии. Дыхательная недостаточность 0–II степени» согласно рекомендациям Российского респираторного общества [7];

- полностью завершённый курс СКЛ строго фиксированной длительности (7, 14, 18 или 21 день);
- наличие подписанного добровольного информированного согласия на участие в исследовании.

Критерии не включения в исследование:

- отказ от подписания информированного согласия;
- исключение из базового многоцентрового рандомизированного исследования на предшествующих этапах по любым причинам;
- наличие языкового барьера у респондента (плохое владение русским языком или когнитивные/физические нарушения), препятствующего проведению структурированного телефонного контакта;
- повторный курс СКЛ в течение периода наблюдения;
- участие в других клинических исследованиях или программах клинической апробации в период наблюдения (2024-2025 гг.), а также рандомизация в иные протоколы до момента проведения телефонного интервью.

Критерии исключения из исследования:

- отзыв пациентом согласия на участие в исследовании;
- появления одного или нескольких критериев не включения пациента в исследование.

Опрос проводился несколькими интервьюерами – врачами-исследователями, проводившими исследование пациента в период нахождения в санаторно-курортной организации. В рамках структурированного телефонного контакта регистрировали следующие катamnестические показатели: жизненный статус пациента, число экстренных госпитализаций и частоту вызовов бригад скорой медицинской помощи по причине обострения ХБ, частоту острых респираторных вирусных инфекций (ОРВИ) в течение года, а также частоту обращений к пульмонологу или терапевту по поводу обострения основного заболевания с целью коррекции или назначения терапии.

Исследование было запланировано и проведено в соответствии с Хельсинской декларацией в редакции 2013 г. Протокол исследования был одобрен локальным этическим комитетом при ФГБУ «НМИЦ РК» Минздрава России (Протокол № 7 от 29.08.2024).

Статистическая обработка данных выполнялась с использованием методов описательной статистики, описаны абсолютные данные и частоты. Межгрупповое сравнение проведено с использованием критерия χ^2 . Достоверность различий считалась установленной при $p < 0,05$. Статистический анализ проводился с использованием пакета прикладных программ SPSS 23.

Результаты исследования и обсуждение

Вербально-коммуникативное обследование проводилось у 83 пациентов с ХБ. Его результаты представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Отдалённые результаты лечения пациентов с ХБ с разными сроками СКЛ

Исследуемый параметр	Группа пациентов с длительностью СКЛ 7 дней (ГС 1), n=20	Группа пациентов с длительностью СКЛ 14 дней (ГС 2), n=21	Группа пациентов с длительностью СКЛ 18 дней (ГС 3), n=20	Группа пациентов с длительностью СКЛ 21 день (ГС 4), n=22
Умершие, абс., %	0 (0,0)	0 (0,0)	0 (0,0)	0 (0,0)
Госпитализации в связи с обострением ХБ, абс., %	4 (20,0)	2 (9,5)	1 (5,0)	2 (9,1)
Частота вызовов бригад скорой помощи, в связи с обострением ХБ, абс. (%)	5 (25,0)	3 (14,3)	2 (10,0)	4 (18,2)
Частота ОРВИ в течение года, абс. (%)	19 (95,0)	8 (38,1)*	6 (30,0)*	4 (18,2)*
Число обращений в связи с обострением ХБ к пульмонологу или терапевту, абс., %	20 (100,0)	9 (42,9) *	5 (25,0)*	2 (9,1)*

Примечания: 1 – Данные представлены в виде абсолютных цифр и частот, % 2 – Анализ различий произведён по χ^2 Пирсона, * $p < 0,05$

При сборе информации об отдалённых результатах лечения у пациентов, прошедших СКЛ различной длительности, изучалась частота обострений ХБ, а также форма и условия оказания медицинской помощи при обострении заболевания. Исключались все случаи плановой медицинской помощи и обращений не связанных с обострением ХБ.

В течении года (таблица 1) у пациентов с ХБ, прошедших СКЛ длительностью 7 дней, была отмечена тенденция к большему числу госпитализаций в связи с обострением заболевания, к более частой потребности в неотложной помощи, чем у пациентов со сроками СКЛ 14, 18 и 21 день ($\chi^2=2,55$, $p=0,47$; $\chi^2=1,8$, $p=0,63$).

Частоту развития госпитализаций в связи с обострением ХБ в течении последующего года после проведения СКЛ в нашем исследовании можно считать относительно не высокой (20,0-9,1%) и она статистически значимо не возрастает при удлинении продолжительности СКЛ, однако при переносе полученных данных на популяцию пациентов с ХБ, учитывая высокую распространённость симптомов заболевания, можно предположить достаточно мощный профилактический эффект СКЛ у данной категории пациентов, поскольку госпитализации пациентов данной нозологической группы, как правило, связаны с более тяжёлыми обострениями заболевания, сопровождающимися выраженными, а иногда и деструктивными изменениями слизистой оболочки бронхов, с возникновением осложнений.

Анализ частоты острых респираторных вирусных инфекций (ОРВИ) в течение года, выступающих триггером обострений ХБ, продемонстрировал наибольшие значения в группе пациентов с минимальной длительностью СКЛ (7 дней). В когортах с продолжительностью лечения 14, 18 и 21 день отмечалось последовательное снижение частоты ОРВИ (χ^2 Пирсона = 28,86; $p < 0,001$). Попарное межгрупповое сравнение подтвердило, что частота заболеваемости ОРВИ в группе ГС1 была статистически значимо выше, чем во всех остальных группах сравнения: при сравнении ГС1 и ГС 2 показатель χ^2 Пирсона составил 18,027 ($p < 0,001$), при сравнении ГС1 и ГС3 – $\chi^2 = 14,752$ ($p < 0,001$), при сравнении ГС1 и ГС4 – $\chi^2 = 23,018$ ($p < 0,001$) соответственно. Напротив, при сопоставлении данного показателя между другими группами (ГС2 и ГС3, ГС2 и ГС4, ГС3 и ГС4) статистически достоверных различий не обнаружено ($\chi^2 = 0,299$, $p = 0,585$; $\chi^2 = 2,118$, $p = 0,146$; $\chi^2 = 0,807$, $p = 0,370$ соответственно).

Увеличение продолжительности СКЛ также ассоциировалось со статистически значимым снижением количества обращений к пульмонологу или терапевту по поводу обострения ХБ (χ^2 Пирсона = 34,271; $p < 0,001$). Частота востребованности амбулаторной помощи в группе ГС1 значимо превышала аналогичные показатели в других когортах: при сравнении ГС1 и ГС3 ($\chi^2 = 15,170$; $p < 0,001$), при сравнении ГС1 и ГС4 ($\chi^2 = 32,727$; $p < 0,001$), при сравнении ГС1 и ГС 2 ($\chi^2 = 24,000$, $p < 0,001$). При сравнении групп ГС2, ГС3 и ГС4 между собой по частоте обращений к профильным специалистам статистически значимых различий выявлено не было ($p > 0,05$).

Таким образом, установлено, что прохождение СКЛ длительностью 14, 18 или 21 день ассоциировано со статистически значимым снижением как годовой частоты ОРВИ, так и количества амбулаторных обращений к врачу-терапевту и врачу-пульмонологу по поводу обострений ХБ.

ХБ является заболеванием, в патогенезе которого большое значение имеют персистирование хронического воспалительного процесса в стенке бронхиального дерева, являющегося независимым предиктором утяжеления течения заболевания, а также возникновения на его фоне других прогностически более неблагоприятных заболеваний [30-33].

Методы влиять не только на патогенетические механизмы заболевания, но и способны укреплять приспособительно-адаптационные реакции и местные механизмы защиты, усиливать их мощность, тем самым ускорять процесс восстановления организма, что реализуется в уменьшении частоты и тяжести обострений заболевания [15, 19, 28, 33-36]. В сравнительном исследовании Журавлёвой Т.А. и Ульяновой А.С. (2007) сравнивающим результаты 3-х программ профилактического лечения ХБ: разработанной схемы профилактики, включающей методы восстановительного лечения, специализированного СКЛ и традиционной профилактики было показано, что в период от 1 до 6 месяцев полученный профилактический эффект в группах пациентов практически не различался. В период от 6 до 12 месяцев после проведения, специализированного СКЛ, риск рецидива ХБ снижался в 2 раза по сравнению с группой пациентов, получавших традиционную схему профилактики в амбулаторно-поликлиническом звене [15].

В рамках представленного исследования у пациентов, завершивших курс СКЛ длительностью, было достигнуто статистически значимое снижение годовой частоты ОРВИ и количества амбулаторных обращений по поводу обострения ХБ. Кроме того, применение программ санаторно-курортного лечения продолжительностью 14, 18 или 21 день ассоциировалось со снижением частоты последующих экстренных госпитализаций.

Достоинства исследования. Ключевым преимуществом настоящей работы является ее многоцентровой характер, обеспечивший реализацию единого протокола исследования. На базовом этапе все пациенты получили стандартизированный комплекс методов СКЛ с высоким уровнем доказательности. Применение дизайна проспективного рандомизированного клинического исследования минимизирует систематические ошибки отбора и позволяет сформулировать объективные, методологически обоснованные с позиций доказательной медицины выводы об отдаленной эффективности СКЛ у больных ХБ.

Ограничения исследования. Данное исследование было проведено в рамках государственного задания НИОКТР 124081000006-8 «Научное обоснование оптимальных сроков санаторно-курортного лечения при различных классах заболеваний по МКБ-10 (МКБ-11)» и строго соответствовало его целям и задачам, в связи с чем нами не производился набор дополнительных групп или включение в исследование отдельных категорий пациентов, например, группы пациентов с ХБ не получавших СКЛ, группы здоровых добровольцев, исследуемых только с факторами риска заболевания или пациентов в период обострения ХБ, в связи с чем результаты исследования не могут быть использованы или обобщены с результатами исследований данных категорий испытуемых.

Выводы

В результате проведённого исследования было доказано, что, пациенты со сроком СКЛ 14, 18 и 21 день статистически достоверно реже обращались за оказанием медицинской помощи к пульмонологу или терапевту в связи с обострением ХБ (с целью назначения лечения при обострении заболевания), а также реже переносили ОРВИ в течение года после проведённого СКЛ (χ^2 Пирсона = 28,86; $p < 0,001$ и χ^2 Пирсона = 34,271; $p < 0,001$).

Таким образом, было установлено, что срок СКЛ 14, 18 и 21 день позволяет снизить частоту обострений заболевания у пациентов с ХБ в течении последующего года после лечения.

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES:

1. Laitinen L.A. Increasing prevalence of asthma but not of chronic bronchitis in Finland? Report from the FinEsS-Helsinki Study. *Respir Med.* 1999;93(11):798-809. [https://doi.org/10.1016/s0954-6111\(99\)90265-2](https://doi.org/10.1016/s0954-6111(99)90265-2).
2. Miravittles M., Sobradillo V., Villasante C., Gabriel R., Masa J.F., Jiménez C.A., Fernández-Fau L., Viejo J.L. Estudio epidemiológico de la EPOC en España (IBERPOC): reclutamiento y trabajo de campo [Epidemiological study of chronic obstructive pulmonary disease in Spain (IBERPOC): recruitment and field work]. *Arch Bronconeumol.* 1999;35(4):152-8. (In Spanish) [https://doi.org/10.1016/s0300-2896\(15\)30271-4](https://doi.org/10.1016/s0300-2896(15)30271-4).
3. Miravittles M., de la Roza C., Morera J., Montemayor T., Gobartt E., Martín A., Alvarez-Sala J.L. Chronic respiratory symptoms, spirometry and knowledge of COPD among general population. *Respir Med.* 2006; 100(11): 1973-80. <https://doi.org/10.1016/j.rmed.2006.02.024>.
4. Miravittles M., Soriano J.B., García-Río F., Muñoz L., Duran-Tauleria E., Sanchez G., Sobradillo V., Ancochea J. Prevalence of COPD in Spain: impact of undiagnosed COPD on quality of life and daily life activities. *Thorax.* 2009; 64: 863-868. <https://doi.org/10.1136/thx.2009.115725>
5. Косарев В.В., Бабанов С.А. Социальные аспекты хронического бронхита по данным эпидемиологического исследования. *Экология человека.* 2005; 12: 46-49 [Kosarev V.V., Babanov S.A. Social aspects of chronic bronchitis according to epidemiological study data. *Human ecology.* 2005; 12: 46-49 (In Russ.)]
6. Чучалин А.Г. Пульмонология. Национальное руководство. Краткое издание. М.: ГЭОТАР-Медиа. 2020; 768 с. [Chuchalin A.G. Pulmonology. National leadership. Brief edition. M.: GEOTAR-Media. 2020; 768 p. (In Russ.)]
7. Хронический бронхит. Федеральные клинические рекомендации. Доступно: https://spulmo.ru/upload/kr/HB_2023.pdf. (Дата обращения: 12.05.2026) [Chronic bronchitis. Federal clinical guidelines. Available from: https://spulmo.ru/upload/kr/HB_2023.pdf (Accessed May 12, 2026) (In Russ.)]
8. Овсянников Е.В., Белякова А.В. Оценка качества жизни и выраженности тревоги и депрессии у пациентов с хроническим бронхитом. *Научно-практический журнал.* 2025; 26 (3): 22-30. <https://doi.org/1990-472X-2025-26-3-22-30> [Ovsyannikov E.V., Belyakova A.V. Assessment of the quality of life and the severity of anxiety and depression in patients with chronic bronchitis. *Scientific and practical journal.* 2025; 26 (3): 22-30. <https://doi.org/1990-472X-2025-26-3-22-30>]
9. Wu C.Y., Melo-Narváez M.C., Cuevas-Ocaña S. Early career member highlights from the 22nd ERS Lung Science Conference: development of chronic lung diseases - from life-spanning mechanisms to preventive therapy. *ERJ Open Res.* 2024 Dec 16;10(6):00659-2024. <https://doi.org/10.1183/23120541.00659-2024>
10. Noguera A., Gomez C., Faner R., Cosio B., González-Pérez A., Clària J., Carvajal A., Agustí A. An investigation of the resolution of inflammation (catabasis) in COPD. *Respir Res.* 2012; 13(1): 101. <https://doi.org/10.1186/1465-9921-13-101>
11. Celli B.R., Christenson S.A., Rabe K.F., Han M.K., van den Berge M., Criner G.J., Soler X., Djandji M., Radwan A., Rowe P.J., Deniz Y., Jacob-Nara J.A. Current Smoker: A Clinical Chronic Obstructive Pulmonary Disease Phenotype Affecting Disease Progression and Response to Therapy. *Am J Respir Crit Care Med.* 2025; 211(5): 729-736. <https://doi.org/10.1164/rccm.202407-1379C>
12. Паршикова И.Г. Использование физических (природных и преформированных лечебных факторов курорта Сочи при восстановительном лечении в ходе диспансеризации пациентов с хроническим бронхитом. Автореферат на соискание учёной степени кандидата медицинских наук. Сочи, 2005. 22 с. [Parshkova I.G. Use of physical (natural and preformed) therapeutic factors of the Sochi resort in restorative treatment during clinical examination of patients with chronic bronchitis. Avtoreferat for the degree of candidate of medical sciences. Sochi, 2005. 22 p. (In Russ.)]
13. Пайманова Ж.В. Эффективность лечения больных с заболеваниями органов дыхания с применением природных физических факторов курорта «Белое озеро». Автореферат на соискание учёной степени кандидата медицинских наук. Самара, 2005. 24 с. [Paymanova Zh.V. Effectiveness of treatment of patients with respiratory diseases using natural physical factors of the Belaye Ozero resort. Avtoreferat for the degree of Candidate of Medical Sciences. Samara, 2005. 24 p.]
14. Мингазова, Л.Р., Селезнева Н.И., Кильдибекова Р.Н. Эффективность реабилитационных комплексов при хроническом бронхите. Медицина: вызовы сегодняшнего дня: материалы I Междунар. науч. конф., г. Челябинск, июнь 2012 г. С. 61-62. Доступно: <https://moluch.ru/conf/med/archive/52/2452>. (Дата обращения: 16.06.2026). [Mingazova, L.R., Selezneva N.I., Kildibekova R.N. Efficiency of rehabilitation complexes for chronic bronchitis. *Medicine: today's challenges: Proc. I Intern. scientific conf., Chelyabinsk, June 2012.* Pp. 61-62. Available from: <https://moluch.ru/conf/med/archive/52/2452>. (Accessed Juny 16, 2026) (In Russ.)]
15. Журавлёва Т.А., Ульянова А.С. Пути снижения заболеваемости хроническим бронхитом у железнодорожников, подверженных профессиональному риску заболевания органов дыхания. *Медицина труда и промышленная экология.* 2007; 1: 30-34 [Zhuravleva T.A., Ulyanova A.S. Ways to reduce the incidence of chronic bronchitis in railway workers exposed to occupational risk of respiratory diseases. *Occupational Medicine and Industrial Ecology.* 2007; 1: 30-34 (In Russ.)]
16. Макарянц Н.Н. Реабилитация у больных с хроническими заболеваниями лёгких. Вестник ЦНИИТ. Специальный выпуск № 1. 2019. С. 200-208 [Makaryants N.N. Rehabilitation in patients with chronic lung diseases. *Bulletin of the Central Research Institute of Traumatology and Orthopedics. Special issue No. 1.* 2019. pp. 200-208. (In Russ.)]
17. Калинина Л.В., Зубарева Н.Н., Кончугова Т.В., Габуева Л.А. Организация персонализированной траектории санаторно курортного лечения пациентов фтизиатрического профиля на основе цифровых технологий: Russian journal of environmental and rehabilitation medicine, 2026. 1: 93-101. Kalinina L.V., Zubareva N.N., Konchugova T.V., Gabueva L.A. The organization of a personalized trajectory for sanatorium treatment of patients with tuberculosis based on digital technologies. *Russian journal of environmental and rehabilitation medicine.* 2026. 1: 93-101.
18. Ивашенко А.С., Дудченко Л.Ш., Масликова Г.Г., Беляева С.Н. Эффективность медицинской реабилитации в составе санаторно-курортного лечения хронического бронхита. Бюллетень физиологии и патологии дыхания. 2017;(63):33-37. https://doi.org/10.12737/article_58e3376debd830.25009665 [Ivashchenko A.S., Dudchenko L.S., Maslikova G.G., Beliaeva S.N. The effectiveness of medical rehabilitation as part of the sanatorium-and-spa treatment of chronic bronchitis. *Bulletin*

- Physiology and Pathology of Respiration. 2017;(63):33-37. (In Russ.) https://doi.org/10.12737/article_58e3376debd830.25009665.
19. Гречаник П.М. Бальнео-солодковые ванны с пиниментолом в санаторно-курортном лечении больных с хроническим бронхитом. Курортная медицина. 2024; 3: 21-26. [Grechanik P.M. Balneo-licorice baths with pinimenthol in spa treatment of patients with chronic bronchitis. Spa medicine. 2024; 3: 21-26. (In Russ.)]
 20. Голубова Т.Ф., Мурдид М.П., Лагунова Н.В., Астахова Ж.Ф., Поленок И.А., Косякова О.П., Галкина О.О., Бреус С.В., Попова О.Г. Изменение адаптационно-компенсаторных механизмов и психоэмоционального состояния у детей с рецидивирующим бронхитом под влиянием санаторно-курортного лечения. Актуальные вопросы курортологии, физиотерапии и медицинской реабилитации. Труды КРУ «НИИ им. И.М. Сеченова». Ялта, 2014. Том XXV. С. 122-126. [Golubova T.F., Murchid M.P., Lagunova N.V., Astakhova Zh.F., Polenok I.A., Kosyakova O.P., Galkina O.O., Breus S.V., Popova O.G. Changes in adaptive-compensatory mechanisms and psychoemotional state in children with recurrent bronchitis under the influence of spa treatment. Current issues in balneology, physiotherapy and medical rehabilitation. Transactions of the KRU "Research Institute named after I.M. Sechenov". Yalta, 2014; XXV: 122-126 (In Russ.)]
 21. Eggert P., Fay-Lorenz S., Scheewe S., Stick C. Aenderung des Immunoglobulins A im Speichel von Kindern nach einer Klimakur an Nordsee. Phys. Rehab. Kur Med. 1998; 8 (1): 9-12
 22. Corradi M, Folesani G, Gergelova P et al. Effect of salt-bromide-iodine thermal water inhalation on functional and biochemical lung parameters. ISRN Pulmonology 2012: 1–8.
 23. Khaltaev N, Solimene U, Vitale F, Zanasi A Balneotherapy and hydrotherapy in chronic respiratory disease. J. Thorac. Dis. 2020; 12(8): 4459-68. <https://doi.org/10.21037/jtd-gard-2019-009>
 24. Ибадова Г.Д., Никитин М.В., Полевая А.Л. Физические природные лечебные факторы курорта Анапа в комплексной коррекции показателей функции внешнего дыхания и восстановительного ингридента микроскопируемой мокроты у детей со слизисто-гнойным хроническим бронхитом. Вестник новых медицинских технологий. 2010; XVII, 3: 54-56 [Ibadova G.D., Nikitin M.V., Polevaya A.L. Physical natural healing factors of the Anapa resort in the complex correction of external respiratory function indices and the restorative ingredient of microscopic sputum in children with mucopurulent chronic bronchitis. Bulletin of new medical technologies. 2010; XVII, 3: 54-56 (In Russ.)]
 25. Полевая А.Л. Системное восстановительное лечение в здравницах Анапы детей, страдающих слизисто-гнойным хроническим бронхитом. Вестник новых медицинских технологий. 2010; XVII (3):59-61 [Polevaya A.L. Systemic restorative treatment of children suffering from mucopurulent chronic bronchitis in Anapa health resorts. Bulletin of New Medical Technologies. 2010; XVII (3): 59-61 (In Russ.)]
 26. Eggert P., Rautenberg K., Scheewe S., Stick C. Ueber die Veraenderung der Saliva-Kortisol-Konzentration bei Kindern im Verlauf einer Klimakur der Nordsee. Phys Rehab Kur Med. 2001; 11 (5): 178-181.
 27. Зубарева Н.Н. Камкин Е.Г. Научные исследования и практические инструменты современной курортологии: вклад в реализацию национальных целей развития России в среднесрочной перспективе. Вестник восстановительной медицины. 2025; 24(4):10–18. <https://doi.org/10.38025/2078-1962-2025-24-4-10-18> [Zubareva N.N., Kamkin E.G. Scientific Research and Practical Tools of Contemporary Balneology: Contribution to the Implementation of Russia's National Medium-Term Development Goals. Bulletin of Rehabilitation Medicine. 2025; 24(4):10–18. <https://doi.org/10.38025/2078-1962-2025-24-4-10-18> (In Russ.)]
 28. Гришечкина И.А., Князева Т.А., Яковлев М.Ю. и др. Эффективность санаторно-курортного лечения различной продолжительности у взрослых пациентов с бронхиальной астмой: многоцентровое рандомизированное исследование. Вестник восстановительной медицины. 2025; 24(6):8–17. <https://doi.org/10.38025/2078-1962-2025-24-6-8-17> [Grishechkina I.A., Knyazeva T.A., Yakovlev M.Yu. et al. Effectiveness of Health-Resort Treatment of Varying Duration in Adult Patients with Bronchial Asthma: a Multicenter Randomized Study. Bulletin of Rehabilitation Medicine. 2025; 24(6):8–17. <https://doi.org/10.38025/2078-1962-2025-24-6-8-17> (In Russ.)]
 29. Бобогубов В.М. Физиотерапия и реабилитация. Книга II. М.: БИНОМ. 2021; 312 с. [Bobogyubov V.M. Physiotherapy and rehabilitation. Book II. M.: BINOM. 2021; 312 p. (In Russ.)]
 30. Fraser A, Poole P. Immunostimulants versus placebo for preventing exacerbations in adults with chronic bronchitis or chronic obstructive pulmonary disease. Cochrane Database Syst Rev. 2022 Nov 14;11(11):CD013343. <https://doi.org/10.1002/14651858.CD013343.pub2>.
 31. Gao S, Zhang G, Meng D, Yan L. The Impact of Different Chronic Airway Inflammatory Diseases on Pathological Types and Prognosis of Lung Cancer Patients. Br J Hosp Med (Lond). 2025 Jul 25;86(7):1-18. <https://doi.org/10.12968/hmed.2025.0031>
 32. Luo Z, Chen P, Chen S, Kong X, Ma H, Cao C. Relationship between advanced lung cancer inflammation index and all-cause and cause-specific mortality among chronic inflammatory airway diseases patients: a population-based study. Front Immunol. 2025 May 15; 16: 1585927. <https://doi.org/10.3389/fimmu.2025.1585927>
 33. Wu WW. Association of naples prognostic score and lung health: A population-based study. Respir Med. 2024; 232: 107751. <https://doi.org/10.1016/j.rmed.2024.107751>
 34. Карелова Н.Ю., Кулишова Т.В., Харченко С.С. и др. Персонализированный подход в комплексной реабилитации пациентов после коронавирусной пневмонии с применением гипоксии- гипероксической терапии: рандомизированное исследование. Вестник восстановительной медицины. 2025; 24(5):34–46. <https://doi.org/10.38025/2078-1962-2025-24-5-34-46> [Karelova N.Yu., Kulishova T.V., Kharchenko S.S. et al. Personalized Approach in Complex Rehabilitation of Patients after COVID-19 Pneumonia Using Hypoxia-Hyperoxia Therapy: a Randomized Study. Bulletin of Rehabilitation Medicine. 2025; 24(5):34–46. <https://doi.org/10.38025/2078-1962-2025-24-5-34-46> (In Russ.)]
 35. Вологжанин Д.А., Голота А.С., Игнатенко А.-М.И. и др. Иммунологические аспекты физиотерапии по данным клинических исследований: обзор. Вестник восстановительной медицины. 2025; 24(5):73–83. <https://doi.org/10.38025/2078-1962-2025-24-5-73-83> [Vologzhanin D.A., Golota A.S., Ignatenko A. M.I. et al. Immunological Aspects of Physiotherapy According to the Latest Clinical Studies: a Review. Bulletin of Rehabilitation Medicine. 2025; 24(5):73–83. <https://doi.org/10.38025/2078-1962-2025-24-5-73-83> (In Russ.)]
 36. Лыков Ю.А., Кузюкова А.А., Марченкова Л.А. и др. Вариабельность сердечного ритма в оценке стресса и автономной регуляции: современное состояние метода, клинические применения и перспективы. Обзор литературы. Вестник восстановительной медицины. 2026; 2 5(2):63–76. <https://doi.org/10.38025/2078-1962-2026-25-2-63-76> [Lykov Yu.A., Kuzyukova A.A., Marchenkova L.A. et al. Heart Rate Variability in Stress Assessment and Autonomic Regulation: Current State of the Art, Clinical Applications and Outlook. A Literature Review. Bulletin of Rehabilitation Medicine. 2026; 25(2):63–76. <https://doi.org/10.38025/2078-1962-2026-25-2-63-76> (In Russ.)]
 37. Пелищенко Т.Г., Нагорнев С.Н., Круглова Л.С. Применение международной классификации функционирования, ограничения жизнедеятельности и здоровья для оценки эффективности реабилитации пациентов с полипозным риносинуситом, ассоциированным с бронхиальной астмой. Russian Journal of Environmental and Rehabilitation Medicine. 2024;2: 35-45.

LONG-TERM OUTCOMES OF SPA TREATMENT OF PATIENTS WITH CHRONIC BRONCHITIS OF VARIOUS DURATION

Grishechkina I. A.¹ Yakovlev M. Yu.^{1,2}, Grosser V.A.³, Nikitin M.V.¹, Shashina E.A.²

¹Federal State Budgetary Institution "National Medical Research Center for Rehabilitation and Balneology" of the Ministry of Health of the Russian Federation, 121199, Moscow, Russia

² Federal State Autonomous Educational Institution of Higher Education First Moscow State Medical University named after I.M. Sechenov of the Ministry of Health of the Russian Federation (Sechenov University), Moscow, Russia

³Federal State Autonomous Educational Institution of Higher Education "N. I. Pirogov Russian National Research Medical University" of the Ministry of Health of the Russian Federation

ABSTRACT.

The prevalence of chronic bronchitis (CB) symptoms in the population ranges from 10 to 27%. Determining the optimal spa-resort treatment SRT duration, which impacts long-term treatment outcomes, is crucial.

The aim – to evaluate the long-term results of SPR of varying duration in patients with CB.

Materials and methods: in the period from August 1, 2024 to December 31, 2025, a prospective randomized clinical trial was conducted involving 83 patients with simple, mucopurulent or mixed CB, the observation period ranged from 10 to 12 months. Depending on the duration of the previous CB: 20 patients were included in the group of patients with a 7-day CB; 21 patients in the group with a 14-day CB; 20 patients in the group with a 18-day CB; 22 patients in the group with a 21-day CB. The following data were collected: the number of emergency hospitalizations, the frequency of ambulance calls and visits to a pulmonologist or therapist due to an exacerbation of CB, the frequency of acute respiratory viral infections during the year.

Results: With SRT duration of 14, 18, 21 days, there is a statistically significant decrease in the frequency of acute respiratory viral infections during the year and the number of outpatient visits to a pulmonologist and therapist (Pearson $\chi^2 = 28.86$; $p < 0.001$ and Pearson $\chi^2 = 34.271$; $p < 0.001$, respectively).

Keywords: chronic bronchitis, prospective study, treatment outcomes, hospitalization.

Сведения об авторах

Гришечкина Ирина Александровна, к.м.н., ведущий научный сотрудник, отдел изучения механизмов действия физических факторов, ФГБУ «НМИЦ РК» Минздрава России

Яковлев Максим Юрьевич, д.м.н., заместитель директора по стратегическому развитию, ФГБУ «НМИЦ РК» Минздрава России; профессор кафедры общей гигиены Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования Первый Московский государственный медицинский университет имени И.М. Сеченова Министерства здравоохранения Российской Федерации.

Никитин Михаил Владимирович, д.м.н., д.э.н., советник генерального директора, ФГБУ «НМИЦ РК» Минздрава России.

Гроссер Владимир Александрович, студент 6 курса лечебного факультета, Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Российский национальный исследовательский медицинский университет имени Н. И. Пирогова» Министерства здравоохранения Российской Федерации.

Шашина Екатерина Андреевна, д.м.н., доцент, профессор кафедры общей гигиены, Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования Первый Московский государственный медицинский университет имени И.М. Сеченова Министерства здравоохранения Российской Федерации (Сеченовский Университет).

УДК 616.132–089.84–036.8:615.825:001.891

НАУКОМЕТРИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ДОКАЗАТЕЛЬНОЙ БАЗЫ ПО МЕДИЦИНСКОЙ РЕАБИЛИТАЦИИ ПАЦИЕНТОВ С ИШЕМИЧЕСКОЙ БОЛЕЗНЬЮ СЕРДЦА ПОСЛЕ КОРОНАРНОГО ШУНТИРОВАНИЯ

Рыбин Е.В.^{2*}, Михайлишин В.В.¹, Балезин О.С.¹, Пономаренко Г.Н.^{1,3}, Насытко А.Д.⁴

¹ Федеральный научно-образовательный центр медико-социальной экспертизы и реабилитации им. Г.А. Альбрехта, Бестужевская ул., д. 50, Санкт-Петербург, 195067, Российская Федерация

² СПб ГБУЗ «Городская больница Святой преподобномученицы Елизаветы» (СПб ГБУЗ «Елизаветинская больница»), ул. Вавиловых, д. 14, литера А, Санкт-Петербург, 195257, Российская Федерация, Вавиловых улица, дом 14, Санкт-Петербург, 195427, Российская Федерация

³ Северо-Западный государственный медицинский университет им. И.И. Мечникова, Пискаревский пр., д. 47, Санкт-Петербург, 195067, Российская Федерация

⁴ Государственное бюджетное учреждение Ростовской области «Клинико-диагностический центр “Здоровье”» в г. Ростове-на-Дону, Доломановский пер., д. 70/3, Ростов-на-Дону, 344011, Российская Федерация

РЕЗЮМЕ. Реваскуляризация остаётся основным методом восстановления кровотока, однако даже после успешной процедуры пациенты сохраняют высокий риск сердечно-сосудистых осложнений. Снижение этого риска и полноценное восстановление во многом зависит от программ кардиореабилитации. Разнообразие подходов к реабилитации приводит к расхождению в рекомендациях и обзорах, что препятствует формированию единого стандартизированного протокола для пациентов.

Цель. Качественный, количественный и структурный анализ клинических и аналитических исследований, посвященных кардиореабилитации пациентов после шунтирования коронарных артерий, в электронных базах данных PubMed, PEDro и eLibrary за период с 2009 по 2025 год.

Материалы и методы. В ходе наукометрического анализа были исследованы доказательные публикации (рандомизированные клинические исследования, систематические обзоры и мета-анализы) в электронных базах данных PubMed, PEDro и eLibrary (eLibrary была исключена). Для поиска использовались термины на русском и английском языках. Для оценки убедительности была использована десятибалльная шкала PEDro, а также шкала УУД по ГОСТ.

Результаты и обсуждение. Была собрана доказательная база клинических и аналитических исследований по технологиям реабилитации пациентов после аортокоронарного шунтирования. Были детально рассмотрены влияния методик к восстановлению на клинические показатели пациентов. Среди всей доказательной базы наиболее распространена стандартная практика применения физических упражнений (58%) в сочетании с домашней программой реабилитации (8%) и дыхательной терапией (8%). Интеграция разнообразного подхода в кардиореабилитацию в виде новых методик восстановлений пациентов, сочетающих прикладные практики и физиотерапию, способствует получению более высоких физических и психофизиологических показателей, в сравнение с классической методикой реабилитации.

Заключение. Современная кардиореабилитация после аортокоронарного шунтирования ориентируется на комплексные индивидуализированные программы, учитывающие клиническое состояние и сопутствующую патологию пациента. Интеграция стандартной реабилитации с физиотерапевтическими методами способствует ускоренному восстановлению клинико-функциональных показателей пациентов. Однако ограниченность и краткосрочность существующих исследований подчёркивает необходимость проведения долгосрочных клинических исследований для оптимизации и стандартизации безопасных и эффективных протоколов.

* Адрес для переписки: Рыбин Евгений Владимирович, e-mail: doctorrybin@mail.ru

Цитирование. Рыбин Е.В., Михайлишин В.В., Балезин О.С., Пономаренко Г.Н., Насытко А.Д. Наукометрический анализ доказательной базы по медицинской реабилитации пациентов с ишемической болезнью сердца после коронарного шунтирования. *Russian Journal of Environmental and Rehabilitation Medicine*. 2026. 3:58-67.

Citation Rybin E.V., Mikhailishin V.V., Balezin O.S., Ponomarenko G.N., Nasytko A.D. Scientometric analysis of the evidence base for medical rehabilitation of patients with coronary artery disease after coronary bypass surgery. *Russian Journal of Environmental and Rehabilitation Medicine*. 2026. 3: 58-67.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: наукометрический анализ, обзор, восстановление пациентов, кардиореабилитация, шунтирование коронарных артерий, физиотерапия.

ВВЕДЕНИЕ.

Ишемическая болезнь сердца и её осложнения по-прежнему широко распространены, поэтому хирургическая реваскуляризация, прежде всего аортокоронарное шунтирование, остаётся одним из основных способов восстановления коронарного кровотока. При этом даже после технически успешной операции у пациентов сохраняется высокий риск повторных сердечно-сосудистых событий. Это связано с продолжающимся прогрессированием атеросклероза, нарушением функции эндотелия, хроническим воспалением. Существенно снизить эти риски и восстановить физическую работоспособность позволяют программы кардиореабилитации [1].

Данные систематических обзоров и мета-анализов показывают, что включение комплексной реабилитации после коронарного шунтирования приводит к улучшению физической выносливости и показателей сердечной функции, а также к снижению частоты неблагоприятных сердечно-сосудистых исходов и общей смертности [2–4].

Активное развитие телемедицины изменило подходы к реабилитации: наряду с традиционными стационарными программами эффективность демонстрируют домашние и телереабилитационные форматы. Рандомизированные клинические исследования подтверждают их результативность, что особенно важно для расширения доступности реабилитации для пациентов [5, 6].

В то же время разнообразие реабилитационных подходов приводит к разнородности рекомендаций в клинических руководствах и обзорах. В результате до сих пор отсутствует единая стандартизированная методика, адаптированная для пациентов после коронарных вмешательств. Несмотря на ключевую роль научного сопровождения медицинской реабилитации, комплексные и одновременно практико-ориентированные программы восстановления остаются недостаточно обоснованными [7, 8].

В связи с этим для формирования реабилитационного комплекса с доказанной эффективностью был использован наукометрический подход, позволяющий систематизировать большой массив научных данных [8–10].

Цель / Objective

Аналитическая оценка доказательной базы, сформированной из исследований высокого методологического качества, по методикам и подходам к применению реабилитационных технологий к пациентам после шунтирования коронарных артерий.

Материалы и методы / Materials and methods

Исследован массив доказательных исследований в электронных базах данных PubMed, eLibrary, PEDro за период 2009–2025 гг.

В качестве дескрипторов поиска использовались термины на русском и английском языках: кардиологическая реабилитация (Cardiac Rehabilitation), аортокоронарное шунтирование (Coronary Artery Bypass, CABG), физиотерапия (Physiotherapy), лечебная физкультура (Exercise Therapy), электротерапия (Electrical Stimulation Therapy), аэробные упражнения (Aerobic Exercise), лазерная терапия (Laser Therapy).

Оценка качества исследований в доказательной базе проводилась по десятибалльной шкале PEDro. Уровень убедительности доказательств (УУД) был оценен по ГОСТ Р 56034-2014 [11] согласно Приказу Минздрава России от 28.02.2019 № 103н [12].

Результаты и обсуждение / Results and discussion

Был выполнен анализ научных публикаций, посвящённых реабилитации пациентов после аортокоронарного шунтирования. Поиск проводился преимущественно в международной базе данных PubMed с использованием ключевых дескрипторов. База eLibrary в исследование не включалась из-за низкого методологического уровня представленных по данной теме работ.

В итоговую доказательную базу вошли 33 источника, включая рандомизированные клинические исследования, а также систематические обзоры и мета-анализы. Рандомизированные исследования были оценены по десятибалльной шкале PEDro (Physiotherapy Evidence Database). Для систематических обзоров и мета-анализов балльная оценка не применялась (N/A), поскольку данный тип публикаций не подлежит оценке по шкале PEDro.

Наибольшую долю в сформированной доказательной базе составили рандомизированные клинические исследования, на которые пришлось 56% всех публикаций (рисунок 1). Систематические обзоры и мета-анализы были представлены в меньшем объёме – 26% и 18% соответственно.

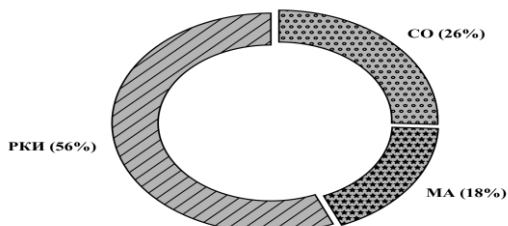


Рисунок 1 – Кольцевая диаграмма, отображающая процентное отношение определенного типа публикаций к общему количеству исследований в собранном массиве публикаций

Количество вышедших публикаций в международной базе данных PubMed, найденных по ключевым дескрипторам, имеет колебательный характер, что отражено на рисунке 2. Наибольшее количество прикладных и аналитических работ были опубликованы в период с 2015 по 2020 года, после чего частота публикаций уменьшается (рисунок 3). Однако начиная с 2023 года видно увеличение количество опубликованных научных работ (рисунок 2), что определяет восходящий тренд и увеличение научного интереса к реабилитации после шунтирования коронарных артерий.

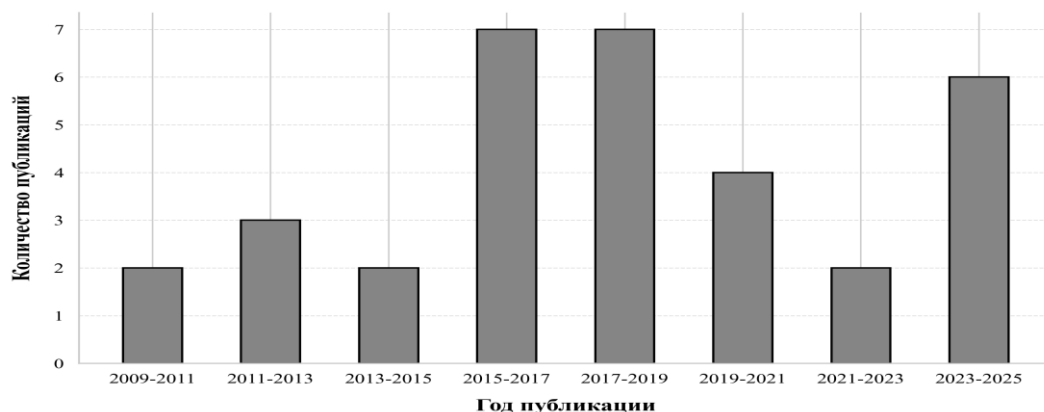


Рисунок 2 – Распределение количества вышедших исследований по годам

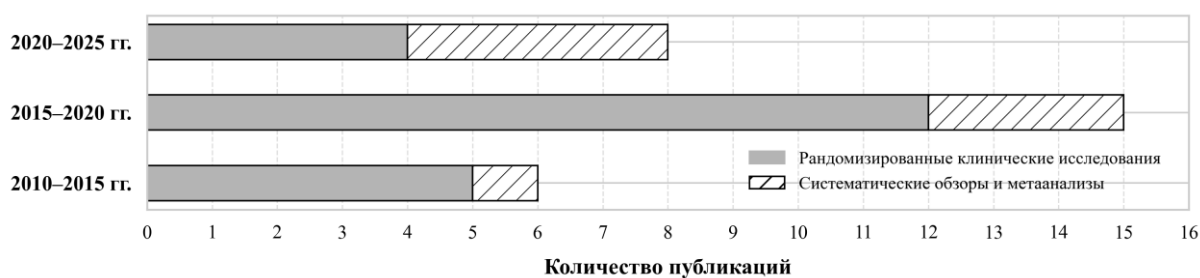


Рисунок 3 – Распределение типов научных публикаций в доказательной базе по временным диапазонам

Оценка рандомизированных клинических исследований в сформированной доказательной базе по шкале PEDro лежит в диапазоне от 4 до 8 баллов (рисунок 4). Наивысший балл получила одна научная публикация (3.0%), посвящённая изучению изменений диастолической функции сердца у пациентов после аортокоронарного шунтирования [13]. Наибольшее количество исследований (27.3%) получило оценку 5 по балльной шкале.

Высокий процент исследований с отметкой «N/A» (42.4%) объясняется значительной долей систематических обзоров и мета-анализов в выборке. Это смещение отражает преобладание аналитических исследований, направленных на обобщение результатов РКИ. Публикаций с оценкой выше 9 не выявлено.

Реабилитационные программы физической и психофизиологической направленности могут иметь методологически разные подходы к процессу восстановления, что обуславливает различия в качественных и количественных аспектах у реабилитационных методов: упражнения различаются по длительности, интенсивности и структуре. Разнообразие к подходу восстановления затрудняет стандартизацию и снижает внутреннюю валидность исследований [14].

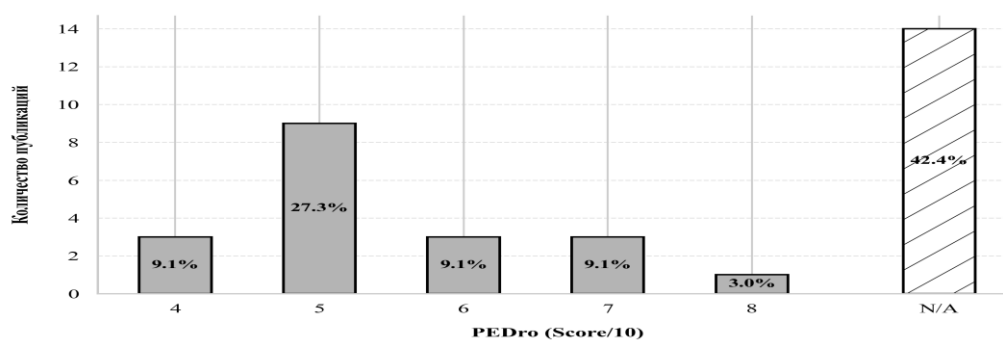


Рисунок 4 – Распределение количества публикаций по балльной шкале PEDro

Распределение исследований по подходу к реабилитации пациентов представлено на рисунке 5. По результатам анализа систематических обзоров и РКИ было установлено, что основное внимание уделено физическим упражнениям (58%), а также программам ранней реабилитации (10%). Основу методик по восстановлению пациентов составляют физические упражнения, однако качественные дополнения к классическому подходу также подлежат исследованию: программы дыхательной терапии (8%), домашние программы (8%), программы лазерной (2%) и электротерапии (6%).

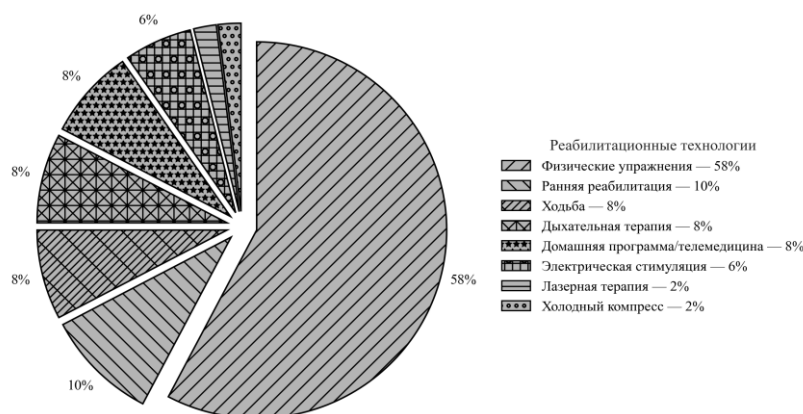


Рисунок 5 – Распределение типов публикаций в доказательной базе по подходам к реабилитации

Количество клинических исследований из доказательной базы с небольшим (30-150 человек) или умеренным (150-300) количеством участников составило 87,5% и 6,25% соответственно. Исследования с длительностью наблюдения до 6 месяцев составляют 75% от общего числа РКИ в доказательной базе, в то время как исследования более 6 месяцев составили 25%. Долгосрочные исходы (наблюдение более 12 месяцев), включая MACE, смертность, рестеноз изучены в 6,25% от всех РКИ. В клинических исследованиях преобладают результаты анализа функциональных показателей (6MWT, VO_2 , LVEF), в то время как долгосрочные клинические исходы исключены из внимания в силу малого временного диапазона наблюдений (1-6 месяцев).

В окончательный анализ были включены 5 рандомизированных клинических исследования (РКИ) с различными индивидуальными подходами к реабилитации, 2 мета-анализа (МА) и 1 систематический обзор (СО). Сводная характеристика выделенных публикаций представлена в таблице 1.

Таблица 1 – Сводная характеристика публикаций в доказательной базе.

Авторы	Тип исследования	Реабилитационные технологии	Длительность наблюдения	Атрибуты и показатели методики терапии	Балл PEDro	УУД
Wu Y-T., Wu Y-W., Hwang C-L., Wang S-S. [13]	РКИ	Физические упражнения	3 месяца	После 3-месячной тренировки в группе упражнений у всех пациентов (с диабетом и без) достоверно выросла максимальная потребность кислорода (VO_{2peak}) ($P < 0.05$) – то есть улучшилась способность к нагрузке. В подгруппе без диабета отмечено достоверное улучшение одного из	8	1

				параметров диастолической функции – времени замедления раннего наполнения (deceleration time of early filling) ($p = 0.031$). В подгруппе с диабетом статистически значимое изменение диастолической функции не зафиксировано — вместо этого наблюдалось улучшение артериовенозной разницы кислорода ((a-v) O_2 diff) после тренировки ($p = 0.016$), что говорит об улучшении периферического использования кислорода, а не о реструктуризации диастолической функции.		
Cipriano Jr G., Neder J.A., Umpierre D. [14]	РКИ	Электрическая стимуляция	Меньше месяца	Показатели гемодинамики: после TENS – снижение среднего артериального давления (MAP) с 125 ± 12 до 112 ± 10 мм рт.ст. При этом – увеличение кровотока через бедренную артерию (FBF) с 95 ± 5 до 145 ± 14 мл/мин. Соответственно – значимое улучшение бедренной сосудистой проводимости (FVC) ($p < 0.01$). Функциональный тест: улучшение дистанции в 6-минутной ходьбе: постоперационно – предоперационно = $+35 \pm 12$ м vs $+6 \pm 10$ м у группы «sham» ($p < 0.01$). Побочные / болевые параметры: TENS ассоциировался с меньшей потребностью в опиоидах/меньшим послеоперационным болям, при этом – повышенным уровнем β-эндорфина в крови ($p < 0.05$).	5	1
Dibben GO, Faulkner J, Oldridge N [1]	МА	Физическое упражнение	6-12 месяцев	В обзор включено 85 РКИ с участием 23 430 пациентов с ишемической болезнью сердца (после инфаркта, ангинозной болезни, после CABG или PCI). В сравнении групп, получавших кардиореабилитацию с упражнениями, против контроля «без упражнений», отмечено статистически значимое снижение смертности от сердечно-сосудистых заболеваний (RR = 0.74, 95 % CI 0.64-0.86), снижение госпитализаций (RR = 0.77, 95 % CI 0.67-0.89), снижение риска повторного инфаркта (RR = 0.82; 95 % CI 0.70-0.96); улучшение качества жизни (HRQoL) отмечается по суммарным шкалам. При этом общее (all-cause) смертность значимо не снизилась (RR = 0.96, 95 % CI 0.89-1.04).	N/A	2
Lorscheitter J., Stein C., Plentz R.D.M. [15]	СО	Дыхательная терапия	Меньше месяца	В систематическом обзоре проанализированы 39 рандомизированных клинических исследований (из 807 выявленных), посвящённых респираторной физиотерапии у пациентов после АКШ в отделении интенсивной терапии. Методологическое качество оценивали с помощью Cochrane Risk of Bias Tool и соответствия рекомендациям CONSORT (с 2001 г.). Показано, что после внедрения CONSORT отчётность частично улучшилась, однако большинство исследований сохраняют высокий или неясный риск систематической ошибки: адекватная рандомизация описана лишь в ~30–40% работ, сокрытие распределения – менее чем в 20%, ослепление оценщиков – менее чем в 25%, расчёт размера выборки – в ~10–15%, анализ intention-to-treat – единичен. В итоге авторы заключают, что при широком применении респираторной физиотерапии после аортокоронарного шунтирования	N/A	2

				доказательная база остаётся методологически слабой, что ограничивает достоверность клинических выводов и требует более качественных РКИ.		
Ribeiro B.C., Poça J.J.G., Rocha A.M. C. [16]	РКИ	Физические упражнения, ходьба, телемедицина	Меньше месяца	В исследование было включено 70 пациентов, однако полностью протокол завершили 42 участника: 16 в контрольной группе (CG), 15 в группе ранней мобилизации (EMG) и 17 в группе виртуальной реальности (VRG). Протоколы проводились с 1-го по 3-й послеоперационный день. В группе CG отмечено резкое снижение вариабельности сердечного ритма от исходного уровня к 4-му дню: RMSSD падало с 33.18 ± 9.89 до 9.74 ± 6.88 мс, SDNN – с 25.48 ± 7.50 до 5.23 ± 11.27 мс. В группах EMG и VRG показатели HRV были значительно выше, чем в контроле: на PO4 RMSSD и SDNN в VRG и EMG оставались вдвое выше контрольных значений. Парасимпатическая активность (SD1) на PO4 у VRG достигала 16.16 ± 13.47 мс против 2.73 ± 1.31 мс в CG ($p < 0.05$), что указывает на сохранение автономной модуляции. Наиболее клинически значимое различие – длительность госпитализации после операции: CG – 16 ± 7.3 дней, EMG – 10.2 ± 3.5 дней, VRG – 8.1 ± 1.6 дней ($p = 0.03$). Применение виртуальной реальности сокращало пребывание в стационаре на $\approx 50\%$ относительно CG. Нежелательных явлений (аритмия, гипотония, десатурация) во время выполнения упражнений не зафиксировано.	6	1
Helmy Z.M., Mehani S.H. .M., El- Refaey B.H. [17]	РКИ	Физические упражнения, лазерная терапия	1 месяц	В исследовании участвовали 45 пациентов после CABG, разделённые на LLLT (n=15), стабилизационные упражнения (n=15) и контроль (n=15). Лазер (660 нм, 40 мВт, 6 J/cm ²) применяли по линиям стернотомии, группа упражнений выполняла стабилизацию корпуса, контроль получал стандартную кардиореабилитацию. Через 4 недели LLLT обеспечила наибольшее уменьшение расхождения верхней грудины (-24% , $p=0.002$), упражнения – нижней (-19% , $p=0.001$). По фотошкале качество рубца улучшилось на 67 % в LLLT, 43 % при упражнениях и 21 % в контроле. Боль по VAS снизилась на 86 %, 80 % и 61 % соответственно. ADL увеличились на 229 %, 231 % и 141 %. LLLT давала сильный обезболивающий и репаративный эффект, упражнения – лучшую механическую стабилизацию нижней грудины.	5	1

Campos H. O., Rodrigues Q.T., Drummond L.R. [18]	МА	Физические упражнения	3 месяца	При физической реабилитации после реваскуляризации (Coronary Artery Bypass Grafting +/-или Percutaneous Coronary Intervention) выявлено уверенное улучшение физической работоспособности: эффект размера (ES) = 0.75 (95% CI 0.62–0.88). Наиболее выраженный эффект при аэробных тренировках (ES 0.85; 95% CI 0.68–1.01) и комбинированных программах (ES 1.04; 95% CI 0.70–1.38), при продолжительности 8–12 недель — ES 1.20 (95% CI 0.87–1.53). То есть – значимое улучшение работоспособности (VO ₂ , выносливости, толерантности к нагрузке).	N/A	2
Hermes B. M., Cardoso D. M., Gomes T.J. N. [19]	РКИ	Физические упражнения, инспираторное мышечное тренирование	3 месяца	В группе, получавшей комбинированную аэробно-силовую тренировку + инспираторное мышечное тренирование (ИМТ), через 12 недель отмечены значительные улучшения по сравнению с группой, получавшей только аэробно-силовую тренировку: максимальное вдохательное (P _{max}) и выдохательное (P _E _{max}) давление выросли значительно (P < 0.001), пик потребления кислорода (peak VO ₂) увеличился (P < 0.001), и субъективные показатели качества жизни (по анкете MLwHFQ) улучшились статистически значимо (P < 0.001). То есть ИМТ усилила прирост дыхательной мышечной силы, функциональной выносливости и качества жизни.	6	1

В ходе наукометрического анализа исследований по методикам и технологиям кардиореабилитации пациентов после аортокоронарного шунтирования были выявлены основные подходы к восстановлению пациентов, обладающие доказанной методической эффективностью. Основой методик являются физические упражнения.

Физические упражнения

Наиболее практичным подходом к реабилитации являются различные физические упражнения, в том числе и ходьба – им посвящено наибольшее количество РКИ и аналитических обзоров. Методика реабилитации, основанная на физических тренировках, улучшает функциональные показатели сердца, а также физические способности [3, 13, 22]. Физическая нагрузка способствует снижению смертности от сердечно-сосудистых заболеваний, снижает риск повторного инфаркта, а также снижает количество госпитализаций [1-2, 13]. Методология проведения физических упражнений утверждена кардиологической ассоциацией и используется в большинстве РКИ [15].

Домашняя реабилитация

После CABG пациенты домашней физиотерапии улучшили дистанцию ходьбы на 56 м через 3 месяца и на 68 м через 6 месяцев, сократили госпитализацию примерно на день и реже сталкивались с лёгочными осложнениями (9 % против 20 %) по сравнению со стационарной программой. Стационарный этап даёт преимущества ранней мобилизации, однако при этом дальнейший рост функциональных способностей был выше в группе домашней физиотерапии [5].

Телемедицина

Применение ранней мобилизации и виртуальной реальности после операции поддерживало более высокую вариабельность сердечного ритма: RMSSD и SDNN на 4-й день оставались вдвое выше контрольных значений, а парасимпатическая активность в VR-группе достигала 16 мс против 2,7 мс в контроле. В результате время госпитализации сокращалось до 8,1–10,2 дней против 16 дней в контроле, при этом вмешательство оставалось безопасным для дистанционного наблюдения. Телемедицинские подходы с VR показали безопасное вмешательство без нежелательных явлений и возможность дистанционного мониторинга восстановления после операции [16].

Лазерная терапия

LLLT после CABG не только уменьшала расхождение грудины и улучшала рубец, но и способствовала восстановлению мягких тканей, снижала воспаление и дискомфорт, ускоряя возврат к повседневной активности. Эффект был локально направленным и дозозависимым, демонстрируя выраженное сочетание обезболивания и стимуляции регенерации тканей, чего упражнения не обеспечивали в той же степени [17]. Эндоваскулярная LLLT при ангиопластике улучшала сосудистые показатели: больший минимальный диаметр, меньшая поздняя потеря просвета и выраженность рестеноза (59 % против 79 %) [20].

Электротерапия

После CABG транскраниальная электротерапия (TENS) улучшала гемодинамику: снижала среднее артериальное давление с 125 до 112 мм рт. ст., увеличивала кровоток через бедренную артерию с 95 до 145 мл/мин и повышала сосудистую проводимость ($p < 0.01$). Функционально она увеличивала дистанцию 6-минутной ходьбы на 35 м против 6 м в «sham»-группе, снижала послеоперационную боль и потребность в опиоидах, одновременно повышая уровень β -эндорфина. Электротерапия сочетала механический, обезболивающий и эндогенный анальгезирующий эффект. TENS после CABG не только улучшала кровоток и снижала давление, но и стимулировала эндотелиальную функцию и микроциркуляцию, ускоряя восстановление тканей и повышая выносливость пациента [14].

Магнитотерапия

Применение общей магнитотерапии в составе комплексной реабилитации после CABG ускоряло восстановление: улучшались сон, аппетит и переносимость физической нагрузки, дистанция 6MWT увеличивалась на 36 м за месяц. Магнитотерапия оказывала системное благоприятное влияние на гемостаз и реологию крови – снижала тромбообразование, уменьшала адгезию и агрегацию тромбоцитов, что способствовало безопасному и эффективному раннему восстановлению после операции [21, 23].

Закключение / Conclusion

Современные подходы к кардиореабилитации после аортокоронарного шунтирования постепенно смещаются в сторону комплексных и индивидуализированных программ, которые учитывают клиническое состояние, сопутствующие заболевания и особенности организма пациента. Исследования показывают, что сочетание стандартной реабилитации с физиотерапевтическими методами способствует более быстрому восстановлению физической выносливости, улучшению гемодинамики, кровотока и работы сердечно-сосудистой системы, ускоряет заживление тканей и уменьшает послеоперационную боль.

Персонализированный подход позволяет корректировать интенсивность и набор процедур под конкретного пациента, обеспечивая эффективное восстановление и минимизацию рисков повторных сердечно-сосудистых событий. Несмотря на положительные результаты, количество и масштаб проведённых исследований остаются ограниченными, большинство из них краткосрочные, что подчёркивает необходимость проведения новых долгосрочных клинических исследований для выработки оптимальных и безопасных протоколов комплексной реабилитации.

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES:

1. Dikken GO, Faulkner J, Oldridge N, Rees K, Thompson DR, Zwisler AD, Taylor RS. Exercise-based cardiac rehabilitation for coronary heart disease: a meta-analysis. *Eur Heart J.* 2023;44(6):452–469. DOI: 10.1093/eurheartj/ehac747.
2. Grace Dikken, James Faulkner, Neil Oldridge, Karen Rees, David R. Thompson, Ann-Dorthe Zwisler, Rod S. Taylor. *Exercise-based cardiac rehabilitation for coronary heart disease*. Cochrane Database of Systematic Reviews. 2021;11(11):CD001800. DOI: 10.1002/14651858.CD001800.pub4.
3. Goel K., Lennon R. J., Tilbury R. T., Squires R. W., Thomas R. J. Impact of cardiac rehabilitation on mortality and cardiovascular events after percutaneous coronary intervention in the community // *Circulation*. — 2011. — Vol. 123, No. 21. — P. 2344–2352. — DOI: 10.1161/CIRCULATIONAHA.110.983536. — PMID: 21576654.
4. Kabboul N. N., Tomlinson G., Francis T. A., Grace S. L., Chaves G., Rac V., Daou-Kabboul T., Bielecki J. M., Alter D. A., Krahn M. Comparative effectiveness of the core components of cardiac rehabilitation on mortality and morbidity: A systematic review and network meta-analysis // *Journal of Clinical Medicine*. — 2018. — Vol. 7, No. 12. — P. 514. — DOI: 10.3390/jcm7120514. — PMID: 30518047. — PMCID: PMC6306907.
5. Szylińska A., Listewnik M., Rotter I., Rył A., Kotfis K., Mokrzycki K., Kuligowska E., Walerowicz P., Brykczyński M. The efficacy of inpatient vs. home-based physiotherapy following coronary artery bypass grafting // *Int. J. Environ. Res. Public Health*. 2018. Vol. 15, No. 11. P. 2572. DOI: 10.3390/ijerph15112572. PMID: 30453599.
6. Zheng Y., Zhou L. F., Qin S. W., Guo J., Qin B. Y. The impact of home cardiac rehabilitation on quality of life and psychological well-being in patients with coronary heart disease: a randomized controlled study // *Medical Science Monitor*. — 2024. — Vol. 30. — P. e942803. — DOI: 10.12659/MSM.942803. — PMID: 38515387. — PMCID: PMC10941629.
7. Mehra V. M., Gaalema D. E., Pakosh M., Grace S. L. Systematic review of cardiac rehabilitation guidelines: Quality and scope // *European Journal of Preventive Cardiology*. — 2020. — Vol. 27, No. 9. — P. 912–928. — DOI: 10.1177/2047487319878958. — PMID: 31581808. — PMCID: PMC7262778.
8. Михайлишин, В. В. Медицинская реабилитация пациентов с плоской стопой после оперативного лечения: наукометрический анализ / В. В. Михайлишин, Г. Н. Пономаренко, И. В. Шведовченко // *Физиотерапевт*. — 2023. — № 2. — С. 78–84. — DOI 10.33920/med-14-2302-09. — EDN BTBCPG.
9. Наукометрический анализ доказательных исследований физических факторов реабилитации больных раком молочной железы / Б. С. Каспаров, Т. Ю. Семглазова, Д. В. Ковлен [и др.] // *Злокачественные опухоли*. — 2018. — Т. 8. — № 4. — С. 5–12. — DOI 10.18027/2224-5057-2018-8-4-5-12. — EDN LRDVTZ.
10. Курганская, И. Г. Физические методы коррекции рубцов постакне: наукометрический анализ доказательных исследований (обзор литературы) / И. Г. Курганская, Д. В. Ковлен // *Физиотерапия, бальнеология и реабилитация*. — 2020. — Т. 19, № 4. — С. 249–256. — DOI 10.17816/1681-3456-2020-19-4-9. — EDN ASWWDX.
11. ГОСТ Р 56034-2014. Клинические рекомендации (протоколы лечения). Общие положения. - М., 2014. - 23 с.
12. Приказ Министерства здравоохранения РФ от 28.02.2019 № 103н

13. Wu Y-T., Wu Y-W., Hwang C-L., Wang S-S. Changes in diastolic function after exercise training in patients with and without diabetes mellitus after coronary artery bypass surgery: a randomized controlled trial // *Eur. J. Phys. Rehabil. Med.* — 2012. — Vol. 48, No. 3. — P. 351–360.
14. Cipriano Jr G., Neder J.A., Umpierre D., Arena R., Vieira P.J.C., Güntzel Chiappa A.M., ... Chiappa G.R. Sympathetic ganglion transcutaneous electrical nerve stimulation after coronary artery bypass graft surgery improves femoral blood flow and exercise tolerance // *J Appl Physiol.* — 2014. — Vol. 117, No 6. — P. 633–638. — DOI: 10.1152/jappphysiol.00993.2013. — PMID: 25103974.
15. Lorscheitter J., Stein C., Plentz R.D.M. Methodological quality of randomized clinical trials of respiratory physiotherapy in coronary artery bypass grafting patients in the intensive care unit: a systematic review // *Braz J Cardiovasc Surg.* — 2017. — Vol. 32, No 4. — P. 318–337. — DOI: 10.21470/1678-9741-2017-0014. — PMID: 28977205.
16. Ribeiro B.C., Poça J.J.G., Rocha A.M.C., Cunha C.N.S.D., Cunha K.D.C., Falcão L.F.M., Torres D.D.C., ... Rocha R.S.B. Different physiotherapy protocols after coronary artery bypass graft surgery: a randomized controlled trial // *Physiotherapy Research International.* — 2021. — Vol. 26, No 1. — Article e1882. — DOI: 10.1002/pri.1882. — PMID: 33103326.
17. Helmy Z.M., Mehani S.H.M., El-Refaey B.H., Al-Salam E.H.A., Felaya E.E.E. Low-level laser therapy versus trunk stabilization exercises on sternotomy healing after coronary artery bypass grafting: a randomized clinical trial // *Lasers Med Sci.* — 2019. — Vol. 34, No 6. — P. 1115–1124. — DOI: 10.1007/s10103-018-02701-4. — PMID: 30547261.
18. Campos H.O., Rodrigues Q.T., Drummond L.R., Lima P.M.A., Monteiro M.C., Wanner S.P., Coimbra C.C. Exercise-based cardiac rehabilitation after myocardial revascularization: a systematic review and meta-analysis // *Rev Cardiovasc Med.* — 2022. — Vol. 23, No 2. — Art. 074. — DOI: 10.31083/j.rcm2302074. — PMID: 35229565.
19. Hermes B.M., Cardoso D.M., Gomes T.J.N., Santos T.D., Vicente M.S., Pereira S.N., Barbosa V.A., Albuquerque I.M. Short-term inspiratory muscle training potentiates the benefits of aerobic and resistance training in patients undergoing CABG in phase II cardiac rehabilitation program // *Rev Bras Cir Cardiovasc.* — 2015. — Vol. 30, No 4. — P. 474–481. — DOI: 10.5935/1678-9741.20150043. — PMID: 27163422.
20. Pu X., Huang H., Zhao X., Liu F., Leng Y., Deng Y., Huang L., Zhou X., Xu F., Huang Y., Guo S. Improving lower limb function and frailty in frail older patients with acute myocardial infarction after percutaneous coronary intervention: a randomized controlled study of neuromuscular electrical stimulation // *Clin Interv Aging.* — 2024. — Vol. 19. — P. 1163–1176. — DOI: 10.2147/CIA.S460805. — PMID: 38974513; PMCID: PMC11225987.
21. Кленова Н.А., Смирнова С.Н. Общая магнитотерапия и кинезитерапия в реабилитации пациентов после аортокоронарного шунтирования // *Физиотерапия, бальнеология и реабилитация.* — 2013. — Т. 12. — №6. — С. 52–53. DOI: 10.17816/41458.
22. Стяжкина Е.М., Алханова Т.В., Юрова О.В., Рожкова Е.А. Эффективность применения тренировки мышц вдоха в комплексной реабилитации пациентов, перенесших хирургическую васкуляризацию миокарда в ранние сроки после операции: рандомизированное клиническое исследование. *Russian Journal of Environmental and Rehabilitation Medicine.* 2024. 1: 31–36.
23. Кончугова Т.В., Алханова Т.В., Кульчицкая Д.Б., Юрова О.В., Агасаров Л.Г., Марфина Т.В., Решетилова Т.В., Березкина Е.С. Оценка показателей качества жизни пациентов с ишемической болезнью сердца, перенесших хирургическую реваскуляризацию миокарда под действием транскраниальной магнитной стимуляции на фоне стандартного реабилитационного комплекса. *Russian Journal of Environmental and Rehabilitation Medicine.* 2023. 4: 48–53.

SCIENTOMETRIC ANALYSIS OF THE EVIDENCE BASE FOR MEDICAL REHABILITATION OF PATIENTS WITH CORONARY ARTERY DISEASE AFTER CORONARY BYPASS SURGERY

Gormash A.I.¹, Sobolev A.V.¹, Bobrovniksky I.P.², Nagornev S.N.²

¹ Albrecht Federal Scientific and Educational Centre of Medical and Social Expertise and Rehabilitation, 50 Bestuzhevskaya Street, 195067 St. Petersburg, Russian Federation

² St. Petersburg City Hospital of the Holy Martyr Elizabeth («Elizavetinskaya Hospital»), 14 Vavilovyy Street, St. Petersburg, 195427, Russian Federation

³ North-Western State Medical University named after I.I. Mechnikov, 47 Piskarevskiy Ave, St-Petersburg, 195067, Russian Federation

⁴ State budgetary institution of the Rostov region "Clinical Diagnostic center "Zdorovie" in Rostov-on-Don, Dolomanovskiy Street, Rostov-on-Don, 344011, Russian Federation

ABSTRACT. Introduction. Revascularization remains the primary method for restoring blood flow; however, even after a successful procedure, patients remain at high risk of cardiovascular complications. Reducing this risk and ensuring full recovery largely depends on cardiac rehabilitation programs. The diversity of rehabilitation approaches leads to discrepancies in recommendations and reviews, preventing the development of a single, standardized protocol for patients.

Objective. Qualitative, quantitative and structural analysis of clinical and analytical studies on cardiac rehabilitation of patients after coronary artery bypass grafting in the electronic databases PubMed, PEDro and eLibrary for the period from 2009 to 2025.

Materials and methods. The scientometric analysis examined evidence-based publications (randomized clinical trials, systematic reviews, and meta-analyses) in the PubMed, PEDro, and eLibrary electronic databases (eLibrary was excluded). Search terms were used in both Russian and English. The PEDro ten-point scale and the GOST UUD scale were used to assess persuasiveness.

Results and discussion. An evidence base of clinical and analytical studies on rehabilitation technologies for patients after coronary artery bypass grafting was compiled. The impact of rehabilitation methods on patients' clinical

outcomes was examined in detail. Among the entire evidence base, the most common was the standard practice of using physical exercise (58%) in combination with a home rehabilitation program (8%) and respiratory therapy (8%). The integration of a diverse approach into cardiac rehabilitation, in the form of new patient recovery methods combining applied practices and physical therapy, contributes to improved physical and psychophysiological outcomes compared to traditional rehabilitation methods.

Conclusion. Modern cardiac rehabilitation after coronary artery bypass grafting (CABG) focuses on comprehensive, individualized programs that take into account the patient's clinical condition and comorbidities. Integrating standard rehabilitation with physiotherapy methods facilitates accelerated recovery of patients' clinical and functional parameters. However, the limited and short-term nature of existing studies highlights the need for long-term clinical trials to optimize and standardize safe and effective protocols.

Keywords: scientometric analysis, review, patient recovery, cardiac rehabilitation, coronary artery bypass grafting, physiotherapy.

Сведения об авторах

Рыбин Евгений Владимирович — канд. мед. наук; заместитель главного врача по терапии, Городская больница Святой преподобно-мученицы Елизаветы; ул. Вавиловых, д. 14, литера А, Санкт-Петербург, 195257, Российская Федерация; email: doctorrybin@mail.ru; ORCID: 0000-0002-3565-2821

Михайлишин Виктор Валерьевич — канд. мед. наук; начальник отдела цифровых технологий реабилитации ФГБУ ФНОЦ МСЭ и Р им. Г.А. Альбрехта Минтруда России; ул. Бестужевская, д. 50, Санкт-Петербург, 195067, Российская Федерация; e-mail: dootpro@mail.ru

Балезин Олег Сергеевич — лаборант-исследователь отдела цифровых технологий реабилитации ФГБУ ФНОЦ МСЭ и Р им. Г.А. Альбрехта Минтруда России; ул. Бестужевская, д. 50, Санкт-Петербург, 195067, Российская Федерация; студент направления биотехнических систем и технологий Санкт-Петербургского государственного электротехнического университета «ЛЭТИ» им. В.И. Ульянова (Ленина); e-mail: balezin_oleg@bk.ru

Пономаренко Геннадий Николаевич — доктор мед. наук; профессор, член-корреспондент РАН; генеральный директор ФГБУ ФНОЦ МСЭ и Р им. Г.А. Альбрехта Минтруда России; ул. Бестужевская, д. 50, Санкт-Петербург, 195067, Российская Федерация

Насытко Алина Дмитриевна — врач-кардиолог, специалист функциональной диагностики; Государственное бюджетное учреждение Ростовской области «Клинико-диагностический центр “Здоровье”» в г. Ростове-на-Дону; Доломановский пер., д. 70/3, Ростов-на-Дону, 344011, Российская Федерация; email: rainbow98al@gmail.com; ORCID: 0000-0001-6341-6749

ЭФФЕКТИВНОСТЬ КОМБИНИРОВАННОГО ПРИМЕНЕНИЯ АНТИГРАВИТАЦИОННОЙ БЕГОВОЙ ДОРОЖКИ И ВЫСОКОИНТЕНСИВНОЙ МАГНИТНОЙ ТЕРАПИИ В РЕАБИЛИТАЦИИ ПАЦИЕНТОВ, ПЕРЕНЕСШИХ ОСТРОЕ НАРУШЕНИЕ МОЗГОВОГО КРОВООБРАЩЕНИЯ

Тулупов Д.О., Кончугова Т.В., Назарова К.М., Марфина Т.В.*, Марченкова Л.А., Габуева Л.А.

¹ Федеральное государственное бюджетное учреждение «Национальный медицинский исследовательский центр реабилитации и курортологии» Министерства здравоохранения Российской Федерации, Москва, Россия

РЕЗЮМЕ.

Цель: изучить клиническую эффективность применения антигравитационной беговой дорожки (АГБД) «R-Force» в комплексной реабилитации пациентов после перенесенного ОНМК, в том числе в комбинации с высокоинтенсивной магнитной терапией (ВИМТ) на аппарате «BTL-6000» Super Inductive System (SIS). Материалы и методы. Проведено открытое проспективное рандомизированное контролируемое исследование с участием 90 пациентов (45–75 лет) в раннем восстановительном периоде после перенесенного ОНМК. Пациенты были распределены на три группы: контрольная (базовая программа реабилитации, n=30), основная №1 (базовая программа реабилитации и АГБД «R-Force», n=30) и основная №2 (базовая программа реабилитации, АГБД «R-Force» и ВИМТ «BTL-6000» SIS, n=30). Оценка эффективности проводилась до и после 14-дневного курса реабилитации. Результаты. В группе комбинированной терапии достигнуто наиболее значимое улучшение: прирост по шкале Тинетти на 9 баллов ($p<0,001$), индексу мобильности Ривермид на 3 балла ($p<0,001$), индексу Бартела на 25 баллов ($p<0,001$). Средняя микроциркуляторная перфузия увеличилась на 52% ($p<0,001$), достигнута симметризация опорной нагрузки до соотношения 50/50. Качество жизни по шкале EQ-VAS повысилось с 57 до 82 баллов ($p<0,001$). При идентичном приросте мышечной силы в обеих основных группах интегральные функциональные показатели в группе с ВИМТ были статистически значимо выше. Выводы. Комбинированное применение АГБД «R-Force» и ВИМТ «BTL-6000» SIS обеспечивает синергетический эффект, превосходящий изолированное использование АГБД, за счет воздействия на центральные механизмы постурального контроля и нейропластичности. Методика может быть рекомендована для включения в программы комплексной немедикаментозной реабилитации пациентов после перенесенного ОНМК.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: медицинская реабилитация, антигравитационная беговая дорожка, острое нарушение мозгового кровообращения, высокоинтенсивная магнитная терапия, постуральный баланс, нейропластичность.

ВВЕДЕНИЕ.

Острые нарушения мозгового кровообращения остаются глобальной медико-социальной проблемой, что напрямую связано с их высокой распространённостью и тяжёлыми последствиями для выживших пациентов. По данным ВОЗ, инсульт является второй причиной смерти в мире (11% от общего числа смертей) и третьей причиной инвалидности [1]. Ежегодно в мире инсульт поражает около 15 миллионов человек, при этом от 55% до 75% выживших пациентов испытывают стойкие двигательные дефициты.

В Российской Федерации, согласно данным федерального территориально-популяционного регистра инсультов, заболеваемость ОНМК составляет 2,85 случая на 1000 населения в год [2]. По данным Федеральной службы государственной статистики, постинсультная инвалидизация занимает первое место среди всех причин инвалидности, составляя 3,2 на 10 000 населения [3]. Последние 10 лет в России

* Адрес для переписки: Марфина Татьяна Владимировна, e-mail: marfinatv@nmicrk.ru

Цитирование. Тулупов Д.О., Кончугова Т.В., Назарова К.М., Марфина Т.В., Марченкова Л.А., Габуева Л.А. Эффективность комбинированного применения антигравитационной беговой дорожки и высокоинтенсивной магнитной терапии в реабилитации пациентов, перенесших острое нарушение мозгового кровообращения. *Russian Journal of Environmental and Rehabilitation Medicine*. 2026. 3:68-78.

Citation Tulupov D.O., Konchugova T.V., Nazarova K.M., Marfina T.V., Marchenkova L.A., Gabueva L.A. The effectiveness of the combined use of an anti-gravity treadmill and high-intensity magnetic therapy in the rehabilitation of patients with acute cerebrovascular accident. *Russian Journal of Environmental and Rehabilitation Medicine*. 2026. 3: 68-78.

наблюдается омоложение ишемического инсульта с увеличением его распространённости у лиц трудоспособного возраста и ростом показателей заболеваемости и смертности в этой группе более чем на 30% [4].

Социально-экономические последствия инсульта катастрофичны: к трудовой деятельности возвращаются лишь от 3% до 23% пациентов, в то время как от 56% до 81% выживших становятся инвалидами [5]. В посторонней помощи нуждаются 32% больных, 20% не могут самостоятельно ходить, и лишь 8% способны вернуться к прежней работе [6]. Ввиду того, что лекарственная терапия при ишемическом инсульте часто не гарантирует стойкого восстановления функций, современная медицина ориентируется на комплексные реабилитационные технологии [7].

Именно поэтому применение медицинского изделия «Антигравитационная беговая дорожка «R-Force» в сочетании с биологической обратной связью представляет собой актуальное и перспективное направление в постинсультной реабилитации [8, 9]. Дополнительное включение в реабилитационную программу импульсной высокоинтенсивной магнитной терапии, обладающей доказанными нейромодулирующим, вазодилатирующим и антиспастическим эффектами, может обеспечить синергетическое усиление лечебного результата [10]. Однако до настоящего времени отсутствовали рандомизированные контролируемые исследования, оценивающие эффективность сочетанного применения этих двух высокотехнологичных методов в комплексной реабилитации пациентов после ОНМК [11, 12].

Цель исследования. Изучить клиническую эффективность применения антигравитационной беговой дорожки (АГБД) «R-Force» в комплексной реабилитации пациентов после перенесенного ОНМК, в том числе в комбинации с высокоинтенсивной магнитной терапией (ВИМТ) на аппарате «BTL-6000» Super Inductive System (SIS).

Материал и методы. Проведено открытое проспективное рандомизированное контролируемое исследование в параллельных группах на базе стационарного отделения реабилитации пациентов с заболеваниями центральной системы ФГБУ «НМИЦ РК» Минздрава России (Москва, Новый Арбат, 32). Дизайн исследования был одобрен локальным этическим комитетом учреждения (протокол 5 от 15 мая 2025 года). После подписания добровольного информированного согласия пациенты включались в исследование методом простой рандомизации с использованием таблицы случайных чисел. Методы контроля — контроль исходного состояния и активный контроль.

Характеристика пациентов. В исследование включены мужчины и женщины в возрасте от 45 до 75 лет после ОНМК, подписавшие информированное согласие на участие в исследовании. Критерии включения: состояние после ОНМК, ШРМ 4–5, возраст 45–75 лет. Критерии невключения: лица моложе 45 и старше 75 лет; психические расстройства; острые инфекционные заболевания; стенокардия IV ФК; хроническая сердечная недостаточность в стадии декомпенсации; постинфарктная аневризма левого желудочка; пароксизмальная форма фибрилляции предсердий (тахисистолическая); полная АВ-блокада; наличие кардиостимулятора; острые нарушения коронарного кровообращения; острые тромбозы и эмболии; злокачественные новообразования; судорожные припадки и их эквиваленты; наличие общих противопоказаний для проведения процедур лечебной физкультуры, механотерапии и физиотерапии. Общий объём исследуемой выборки составил 90 пациентов, распределённых методом рандомизации на три группы по 30 человек в каждой.

Группа контроля (n=30) получала базовую программу медицинской реабилитации, включающую: занятие лечебной физкультурой при заболеваниях центральной нервной системы (10 процедур по 30 мин); лечебный массаж нижней паретичной конечности (10 процедур по 20 мин); лазеротерапию на шейно-воротниковую зону, зоны затылочных бугров, подколенные ямки и кубитальные вены (10 процедур по 5 мин на поле); вихревые ванны на паретичные конечности (8 процедур по 10 мин); тренировку с биологической обратной связью по опорной реакции (10 процедур по 20 мин).

Основная группа №1 (n=30) проходила программу медицинской реабилитации с включением тренировки навыков ходьбы на антигравитационной беговой дорожке с разгрузкой веса тела и биологической обратной связью для укрепления мышц нижних конечностей «R-Force» (10 процедур по 30 минут).

Основная группа №2 (n=30) проходила программу медицинской реабилитации с включением тренировки навыков ходьбы на антигравитационной беговой дорожке с разгрузкой веса тела и биологической обратной связью «R-Force» (10 процедур по 30 минут) и высокоинтенсивной магнитной терапии на аппарате «BTL-6000» Super Inductive System (SIS) на область мышц-антагонистов, находящихся в спастике мышц нижней конечности (10 процедур по 10 минут). Процедуры во всех группах проводились ежедневно, оценка динамики по всем показателям проводилась через 14 дней после начала медицинской реабилитации.

Методика тренировки на антигравитационной беговой дорожке. Тренировка проводилась на роботизированном лечебно-диагностическом комплексе «R-Force» (модели R-Force Elite (BTL-805-1) и R-Force Pro (BTL-805-2) идентичны по внешнему виду, конструкции и составу), который представляет собой высокотехнологичный реабилитационный тренажёр, позволяющий проводить локомоторные тренировки в условиях контролируемого снижения весовой нагрузки на опорно-двигательный аппарат. Физический принцип работы основан на законе Архимеда: пациент надевает специальные неопреновые шорты с герметизирующим затвором, которые фиксируются к надувной системе, расположенной над движущимся беговым полотном. Образующаяся камера заполняется воздухом, создавая точную и регулируемую

подъёмную силу, противодействующую силе гравитации. Уровень разгрузки массы тела может плавно регулироваться с шагом в 1% — от 1% (почти полная нагрузка) до 100% (максимальная разгрузка) от фактической массы тела пациента. Блок управления оснащён интуитивно понятным сенсорным экраном, отображающим текущие биомеханические показатели: длину и ширину шага, темп, длительность фаз опоры и переноса, весовую нагрузку на каждую конечность, что позволяет пациенту осознанно контролировать паттерн ходьбы, а специалисту — оперативно корректировать нагрузку.

Применялся протокол тренировки (R-0401) с высоким уровнем разгрузки массы тела (60%), очень низкой скоростью (1,5–2,5 км/ч), малым наклоном (0–2%) и постепенным изменением параметров. Протокол состоял из трёх частей: разминка, основная часть и расслабление, включающих 6 разделов общей продолжительностью 15 минут. Частота тренировок — 5 раз в неделю, курс — 10 процедур.

Методика высокоинтенсивной магнитной терапии. Процедуры ВИМТ проводились на аппарате «BTL-6000» Super Inductive System (SIS), генерирующем электромагнитное поле с индукцией до 2,5 Тл. В зависимости от используемого аппликатора (сфокусированного или планарного поля) система может использоваться для лечения различных расстройств скелетно-мышечной и нервной системы.

С целью расширения функциональной активности паретической конечности применялись предустановленные протоколы, содержащие частотные модуляции от 10–15 до 25–50 Гц на фоне частоты 90–150 Гц. Амплитудная модуляция характеризовалась трапецевидной/прямоугольной формой. Интенсивность первой процедуры определялась в первые 30 с 1-й секции последовательности и соответствовала параметрам порога чувствительности (10–15%) с дальнейшим увеличением до моторного порога ($20\% \pm 5\%$). Последующие процедуры проводились выше моторного порога (25–80%) для восстановления безболевого активности на фоне хронического процесса, ориентируясь на переносимость процедуры пациентом. Методика соответствует пассивному формату проведения процедуры с закреплением аппликатора над областью мышц-антагонистов, находящихся в спастике мышц нижней конечности, на минимальном расстоянии от тела (аппликатор может касаться пациента). Процедуры проводились ежедневно, на курс — 10 процедур.

Методы оценки эффективности. Для оценки эффективности комплексной медицинской реабилитации применялись клинические и функциональные методы исследования, а также субъективные методы на основе шкал и опросников до и после курса медицинской реабилитации: сбор жалоб и анамнеза заболевания; общеклинический осмотр; оценка равновесия и координации с помощью стабилотрии; оценка скорости и биомеханики ходьбы на дорожке R-Force (оценка длины шага левой и правой ноги, ширины шага, скорости ходьбы); лазерная доплеровская флоуметрия; оценка показателей качества жизни с использованием визуальной аналоговой шкалы (EQ-VAS) опросника EQ-5D-5L; оценка равновесия и ходьбы по шкале Тинетти (0–28 баллов: 0–19 — высокий риск падений, 20–24 — умеренный, 25–28 — низкий); оценка индекса Бартела (0–100 баллов) для оценки повседневной активности; оценка индекса мобильности Ривермид (0–15 баллов); оценка побочных реакций.

Статистическая обработка результатов проводилась в программе Microsoft Statistica 11.0. Количественные показатели представлены в виде медианы (Me) и интерквартильного интервала [Q25; Q75], поскольку большинство изучаемых параметров не соответствовали нормальному распределению по критерию Шапиро–Уилка. Категориальные переменные представлены в абсолютных числах и процентах. Для сравнения трёх независимых групп использовался критерий Краскела–Уоллиса, для последующих попарных сравнений — критерий Манна–Уитни. Внутригрупповая динамика показателей оценивалась с помощью критерия Вилкоксона для связанных выборок. Анализ категориальных переменных осуществлялся с применением критерия χ^2 Пирсона или точного теста Фишера. Статистическая значимость принималась при уровне $p < 0,05$ для единичных тестов и $p < 0,017$ для множественных парных сравнений с поправкой Бонферрони.

Результаты. Исходная характеристика пациентов. Медиана возраста и срок после ОНМК в группах достоверно не различались ($p > 0,05$, критерий Краскела–Уоллиса). Исходно у всех пациентов отмечались выраженные двигательные нарушения: медиана индекса Бартела составила 57,5 балла, что фиксирует выраженную зависимость от посторонней помощи в повседневной активности; медиана индекса мобильности Ривермид — 6 баллов, что ограничивает самостоятельное передвижение пределами палаты или квартиры; медиана баллов по шкале Тинетти — 17, что соответствует высокому риску падений. Медиана субъективной оценки качества жизни по EQ-VAS составила 65,1 балла, что указывает на значительное снижение всех компонентов здоровья. Медиана темпа ходьбы (52 шага/мин) была вдвое меньше нижней границы возрастной нормы, длина шага (67 см) сокращена на 35–40% относительно здоровых людей сопоставимого возраста.

Соотношение максимальной нагрузки на правую и левую ногу (1,17:1) подтверждало устойчивую асимметрию в пользу интактной стороны. Длина шага паретичной ногой составила 32 см, интактной — 34 см; разница в 2 см клинически мала, но сочеталась с диспропорцией длительности фаз цикла шага. Время опоры на правую ногу было удлинено до 74,3 мс, на левую — 69,7 мс, время переноса левой ноги — 32,8 мс против 25,75 мс для правой. Мышечная сила правой конечности по медиане достигала максимальных 5 баллов, левой — 3 балла как проксимально, так и дистально. Прирост длины статокинезиограммы при закрывании глаз со 387,44 до 692,19 мм (отношение 1,79) и увеличение площади со 126,15 до 301,7 мм² (отношение 2,39) выявляли грубый дефицит проприоцептивного контроля позы.

По данным лазерной доплеровской флоуметрии, до начала лечения у 98% пациентов были зарегистрированы нарушения микроциркуляции по стазическому гемодинамическому типу, характеризующемуся резким снижением капиллярного кровотока, повышенной агрегацией эритроцитов, повышением сосудистого тонуса и периферического сопротивления. Медиана перфузии составил 13,39 пф.ед., коэффициент вариации флкса — лишь 7,39%, что свидетельствует о выраженном снижении вазомоторной активности.

Динамика клиничко-функциональных показателей. Курс реабилитации позволил статистически значимо повысить все функциональные показатели в обеих основных группах, однако конечный уровень достижений оказался выше при сочетанном применении R-Force с технологией SIS. В контрольной группе улучшения достигли уровня значимости по шкале Тинетти, индексу Бартела и индексу мобильности Ривермид (табл. 1).

Таблица 1 – Сравнительный анализ динамики показателей клиничко-функционального состояния пациентов, Ме [Q1; Q3]

Тестовые задания	R-Force (n=30)		R-Force+ SIS (n=30)		Контрольная группа (n=30)		p
	До	После	До	После	До	После	
Шкала Тинетти, балл	17 [16;17]	23 [23;24]	16 [17;17]	25 [24;25]	17 [16;17]	19 [17;21]	0,0003 [#]
	0,000001*		0,000001*		0,05*		
Индекс Бартела, балл	57,5 [50;65]	75 [65;75]	50 [45;65]	75 [75;85]	57,5 [50;65]	64 [59;69]	0,016 [#]
	0,000002*		0,000002*		0,03*		
Индекс Ривермид	6 [5;7]	8 [7;8]	6 [5;7]	9 [7;10]	6 [5;7]	7 [6;8]	0,007 [#]
	0,000002*		0,000002*		0,05*		
Мышечная сила пр. н/к проксимально, балл	5 [3;5]	5 [4;5]	5 [2;5]	5 [3;5]	5 [3;5]	5 [3;5]	0,2
	0,002*		0,01*		0,77		
Мышечная сила пр. н/к дистально, балл	5 [3;5]	5 [3,25;5]	5 [3;5]	5 [4;5]	5 [3;5]	5 [3;5]	0,2
	0,01*		0,008*		0,54		
Мышечная сила лев. н/к проксимально, балл	3 [3;5]	4 [4;5]	3 [3;5]	4 [4;5]	3 [3;5]	3 [3;5]	0,8
	0,0002*		0,00002*		0,91		
Мышечная сила лев. н/к дистально, балл	3 [3;5]	4 [3;5]	3 [2;5]	4 [3;5]	3 [3;5]	3 [3;5]	0,8
	0,001*		0,00003*		0,74		

Примечание. * – статистически значимое различие по сравнению с исходным уровнем ($p < 0,05$, критерий Вилкоксона); # – статистически значимое различие между групп R-Force и R-Force+ SIS ($p < 0,017$, U-критерий Манна–Уитни с поправкой Бонферрони)

Величина межгруппового различия наиболее выражена в тестах, чувствительных к постуральному балансу и интегральному качеству ходьбы. Прирост медианы по шкале Тинетти в группе R-Force+SIS на 3 балла превысил прирост в группе R-Force ($p=0,0003$). В абсолютных значениях это перевело пациентов из категории высокого риска падений (17 баллов) в категорию низкого риска (25 баллов), тогда как в группе R-Force медиана 23 балла оставляет часть больных в промежуточной зоне (рис.1).

Динамика показателей шкалы Тинетти пациентов до и после курса реабилитации



Рисунок 1. Динамика показателей шкалы Тинетти пациентов до и после курса реабилитации.

Индекс мобильности Ривермид возрос на 2 балла в R-Force и на 3 балла в R-Force+SIS (рис. 2). Медиана 9 баллов во второй группе свидетельствует о способности большинства пациентов самостоятельно передвигаться по лестнице и неровным поверхностям, в то время как значение 8 баллов в первой ограничивает перемещение пределами дома.

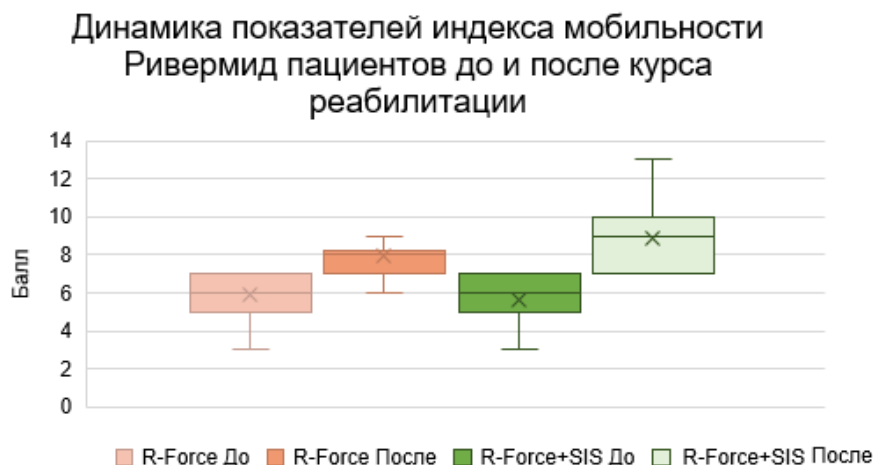


Рисунок 2. Динамика показателей индекса мобильности Ривермид пациентов до и после курса реабилитации.

Индекс Бартела на момент окончания лечения имел одинаковую медиану 75 баллов в обеих группах, но верхний квартиль 85 в группе SIS против 75 в группе R-Force демонстрирует появление подгруппы с минимальной зависимостью от посторонней помощи (рис. 3).

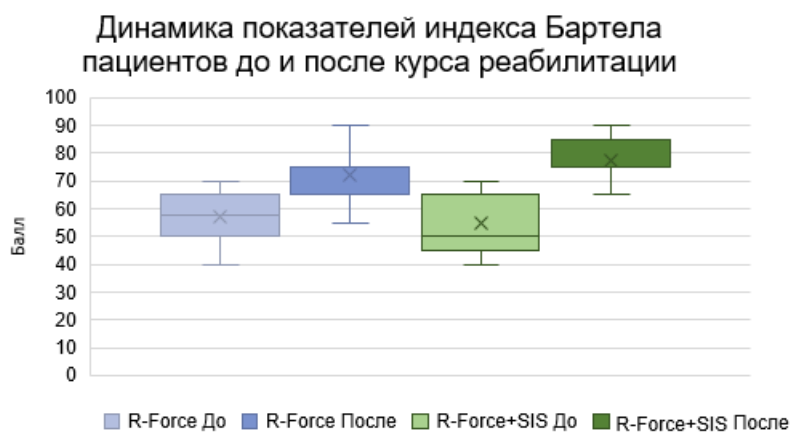


Рисунок 3. Динамика показателей индекса Бартела пациентов до и после курса реабилитации.

Все четыре измерения мышечной силы (проксимальные и дистальные отделы обеих нижних конечностей) не показали дифференцированного эффекта SIS. Медиана силы левых конечностей выросла с 3 до 4 баллов в обеих группах, правых — осталась на уровне 5 баллов. Уровень значимости данных межгрупповых сравнений после лечения колебались от 0,2 до 0,8. Прирост силы левой проксимальной группы достиг статистической значимости внутри каждой группы, но не между группами. Разнонаправленность полученных результатов по функциональным шкалам и динамометрии фиксирует разрыв между мышечной силой нижних конечностей и эффективностью локомоций. Добавление SIS не увеличивает силу произвольного сокращения, а модифицирует центральные механизмы управления позой и шагом, что подтверждается преимуществом в баллах по шкале Тинетти ($p=0,0003$) и Ривермид ($p=0,007$) при идентичных силовых показателях.

Динамика опороспособности и постуральной устойчивости. Распределение весовой нагрузки между нижними конечностями в группе R-Force не претерпело значимых изменений: медиана нагрузки на левую ногу изменилась с 54 до 52 кг ($p=0,3$), на правую — с 52 до 50 кг ($p=0,3$). В группе R-Force+SIS зафиксирована симметризация: нагрузка на левую конечность выросла с 47 до 50 кг, на правую снизилась с 53 до 50 кг, обе динамики значимы на уровне $p=0,01$.

Уменьшение площади статокинезиограммы с открытыми глазами в группе R-Force+SIS на 196,57 мм² (с 314,51 до 117,94 мм²) сократило исходный двукратный разрыв с группой R-Force до 1,2-кратного (рис. 4). Стабилометрические показатели с закрытыми глазами в R-Force+SIS после лечения составили по длине 161,01 мм, по площади 71,09 мм²; в R-Force — 455,76 мм и 212,1 мм² соответственно. Несмотря на абсолютное преимущество группы с применением SIS, межгрупповые различия по этим параметрам утратили статистическую значимость: $p=0,2$ для длины и $p=0,1$ для площади.

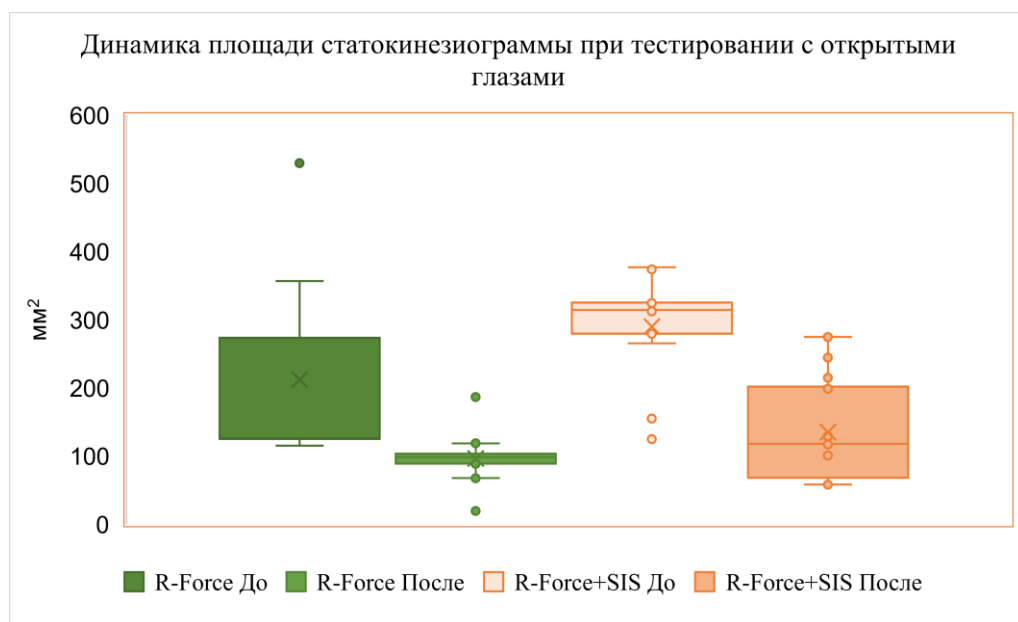


Рисунок 4. Динамика площади статокинезиограммы при тестировании с открытыми глазами.

Динамика пространственно-временных параметров ходьбы. Показатель темпа ходьбы после завершения курса не отразил статистически значимых различий между группами ($p=0,8$). Его медиана в группе R-Force составила 71 шаг/мин, в группе R-Force+SIS — 66 шаг/мин. Оба значения превысили исходный уровень, однако межгрупповое распределение темпа осталось однородным (рис. 5).

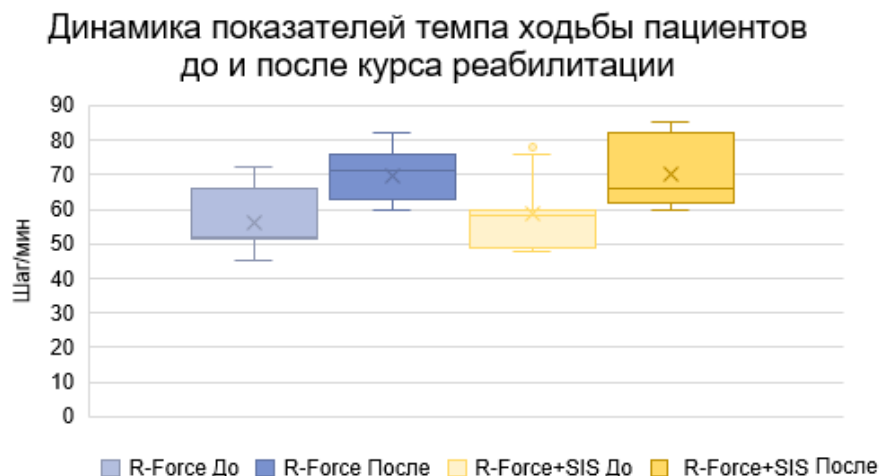


Рисунок 5. Динамика показателей темпа ходьбы пациентов до и после курса реабилитации.

Суммарная длина шага достигла 72 см в R-Force и 76 см в R-Force+SIS при уровне значимости различий $p=0,001$. Длина шага левой ногой (37 см против 38 см, $p=0,007$) и правой ногой (38 см против 38 см, $p=0,002$) также дифференцировалась в пользу группы с применением SIS.

Динамика показателей длины шага пациентов до и после курса реабилитации

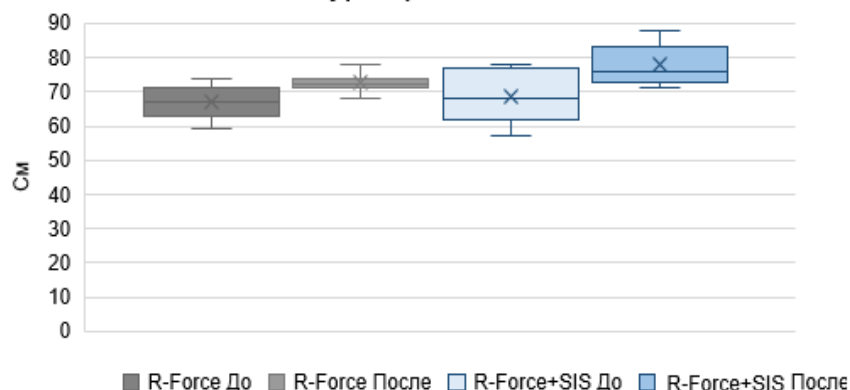


Рисунок 6. Динамика показателей длины шага пациентов до и после курса реабилитации.

Соотношение темпа ходьбы и длины шага позволяет выявить фундаментальное различие в стратегии восстановления ходьбы. В группе R-Force был реализован прирост скорости через учащение шагов при умеренном удлинении шага. В группе R-Force+SIS, напротив, длина шага увеличилась на 8 см (с 68 до 76 см), но темп возрос лишь с 58 до 66 шаг/мин. Медиана скорости ходьбы в группе R-Force составила 0,85 м/с, в R-Force+SIS — 0,84 м/с. Обе группы достигли практически идентичной скорости, используя разные паттерны биомеханики.

Длительность фазы опоры на поражённую левую конечность после лечения не различалась между группами ($p=0,4$), тогда как время опоры на правую ногу оказалась короче в группе SIS на 2,7 мс (медианы 71,5 мс против 74,2 мс, $p=0,002$). Параллельно фаза переноса правой ноги в группе с применением SIS удлинилась до 30,7 мс, в R-Force — до 27,8 мс ($p=0,0006$). Асимметрия фаз переноса в группе SIS сократилась: разность между переносом левой и правой ноги снизилась с 7,1 мс исходно до 1,3 мс после курса, тогда как в группе R-Force она составила 3,7 мс. Ширина шага изменилась в группах разнонаправленно: в R-Force медиана выросла с 14 до 16 см, в R-Force+SIS — снизилась с 20 до 18 см. Конечная ширина шага осталась статистически значимо большей в группе SIS ($p=0,005$).

Динамика данных микроциркуляции (рис. 7). Прирост микроциркуляторной перфузии по данным лазерной доплеровской флоуметрии достиг 52% относительно исходного уровня в группе R-Force+SIS (с 13,74 до 20,9 пф.ед.), тогда как в группе R-Force сдвиг медианы составил 0,61 пф.ед., или 4,5%. Межгрупповое различие после лечения подтверждено на уровне $p=0,000001$. Среднеквадратичное отклонение флукса увеличилось в обеих группах: на 0,30 пф.ед. в R-Force ($p=0,000002$) и на 0,66 пф.ед. в R-Force+SIS ($p=0,000003$), различие между группами после курса достигло $p=0,004$. Коэффициент вариации возрос в R-Force с 7,39 до 10,34% ($p=0,00004$), а в R-Force+SIS — с 7,17 до 8,18% без статистической значимости ($p=0,06$). Межгрупповое сравнение по коэффициенту вариации $p=0,01$.

Возникает противоречие: амплитуда вазомоций по среднеквадратичному отклонению в группе SIS возрастает сильнее, однако нормированный к среднему потоку коэффициент вариации не обнаруживает значимого прироста. Причина в том, что средняя перфузия в SIS поднялась гораздо резче, чем амплитуда колебаний, что математически снизило их отношение. Иными словами, вазодилаторный резерв в сочетании с активацией эндотелий-зависимых механизмов реализовался преимущественно через прирост базального кровотока, а не через усиление ритмической составляющей.

Ещё одно противоречие касается динамики кровотока и постуральной устойчивости в группе R-Force без SIS. При отсутствии существенного роста перфузии и сохранении асимметрии нагрузки стабилметрические индексы улучшились высоко значимо ($p=0,000002$ по всем четырём параметрам). Это указывает на независимость постурального прогресса от гемодинамических сдвигов в микроциркуляторном русле нижних конечностей. Улучшение постурального контроля реализуется через центральные сенсомоторные механизмы, не требующие сопутствующего усиления периферического кровотока.

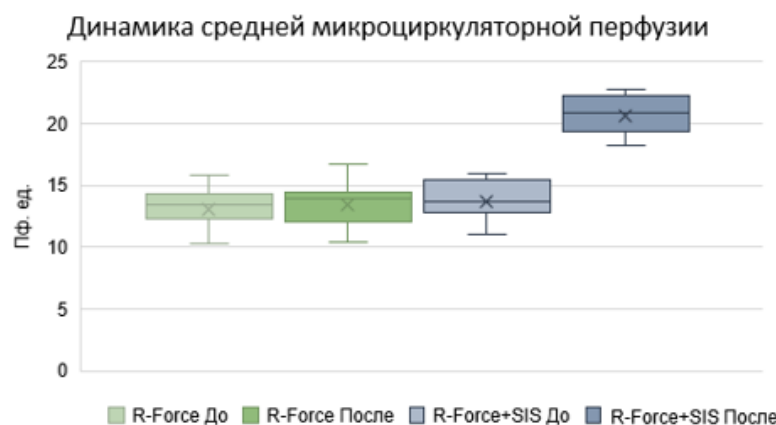


Рисунок 7. Динамика средней микроциркуляторной перфузии.

Динамика изменения качества жизни. До начала реабилитации показатели качества жизни во всех группах были снижены, что закономерно для тяжёлого функционального и эмоционального состояния пациентов после перенесённого ОНМК. В группе R-Force медиана показателя оценки качества жизни по шкале EQ-5D-5L (EQ-VAS) увеличилась с 55 до 75 [72; 87] баллов (табл. 2).

Таблица 2 – Сравнительный анализ показателей качества жизни пациентов после перенесенного ОНМК, Ме [Q1; Q3]

Тестовые задания	R-Force (n=30)		R-Force+ SIS (n=30)		Контрольная группа (n=30)		U
	До	После	До	После	До	После	
EQ-5D-5L(EQ-VAS), балл	55 [47;75]	75 [72;87]	57 [49;75]	82 [77;94]	65 [55;74]	69 [61;77]	0,001[#]
	0,001*		0,001*		0,92		

Примечание. * – статистически значимое различие по сравнению с исходным уровнем ($p < 0,05$, критерий Вилкоксона); [#] – статистически значимое различие между группам R-Force и R-Force+ SIS ($p < 0,017$, U-критерий Манна–Уитни с поправкой Бонферрони).

Наиболее выраженная положительная динамика была зафиксирована в группе R-Force+SIS, где показатель возрос с 57 до 82 [77; 94] баллов. В контрольной группе медиана составила 69 [61; 77] балла, но различия не являются достоверными. Статистический анализ выявил достоверные различия между двумя основными группами ($p=0,001$), что свидетельствует о преимуществе комбинированного метода над изолированным применением R-Force.

Обсуждение. Проведённое исследование продемонстрировало высокую клиническую эффективность и безопасность применения антигравитационной беговой дорожки «R-Force» как в виде монотерапии, так и в комбинации с высокоинтенсивной магнитной терапией на аппарате «BTL-6000» SIS, в комплексной медицинской реабилитации пациентов после ОНМК. Полученные результаты позволяют сформулировать несколько ключевых положений, имеющих как фундаментальное, так и прикладное значение.

Первое и наиболее важное положение касается доказательства синергетического эффекта комплексного применения АГБД и ВИМТ. Добавление к тренировкам на АГБД процедур высокоинтенсивной магнитной терапии обеспечило дополнительный статистически значимый прирост по интегральным функциональным шкалам (Тинетти, Ривермид) и улучшение качества жизни по шкале EQ-5D-5L (EQ-VAS) на 25 баллов относительно исходного уровня [13, 14]. При этом максимальный результат от применения комплексной технологии приходится на параметры, зависящие от сенсомоторной интеграции, а не от изолированной сократительной способности мышц. Это принципиально важное наблюдение позволяет предположить, что ВИМТ, индуцирующая супрамаксимальные мышечные сокращения и обеспечивающая мощные проприоцептивные реакции, способна повышать активность высших моторных зон центральной нервной системы, включая фронто-париетальную сеть, что создаёт оптимальные условия для повышения нейропластичности головного мозга.

Второе положение касается выявленного в исследовании парадокса «сила — функция», который служит ключевым доказательством центрального механизма действия комбинированной терапии. При идентичном приросте мышечной силы паретичной нижней конечности на 1 балл во всех группах, интегральные клинические шкалы и биомеханические параметры демонстрируют статистически значимое преимущество группы, получавшей технологию SIS. Это свидетельствует о том, что сочетание биологической обратной связи и высокоинтенсивной магнитной стимуляции воздействует преимущественно на церебральные механизмы управления движением и активацию нейропластичности, обеспечивая

качественную перестройку двигательных программ, а не просто модифицирует периферический сократительный аппарат.

Третье положение касается биомеханических стратегий восстановления ходьбы. Анализ данных показал, что итоговая скорость ходьбы в обеих основных группах эквивалентна (0,85 м/с в R-Force против 0,84 м/с в R-Force+SIS), однако достигается она разными стратегиями: за счёт компенсации темпа в группе «R-Force» и за счёт симметризации шага в группе «R-Force + SIS». Преимущество технологии SIS заключается не в увеличении абсолютной скорости, а в повышении качества паттерна ходьбы и постуральной устойчивости. Комбинация R-Force с SIS привела к симметризации временной структуры цикла шага за счёт пролонгирования переноса интактной нижней конечности без изменения опоры на паретичную, что принципиально отличает её от изолированного применения АГБД.

Четвёртое положение касается гемодинамических эффектов комбинированной терапии. Комплексное применение методов увеличило среднюю микроциркуляторную перфузию нижних конечностей на 52% (против незначительных изменений в контрольной группе). При этом вазодилататорный резерв в сочетании с активацией эндотелий-зависимых механизмов реализовался преимущественно через прирост базального кровотока, а не через усиление ритмической составляющей. Однако, как показал анализ, улучшение постуральной устойчивости реализуется преимущественно за счёт центральных сенсомоторных механизмов и не требует сопутствующего усиления периферического кровотока.

Полученные результаты согласуются с данными литературы. Мета-анализ 18 исследований (n=892 пациента) показал положительный эффект от использования АГБД в постинсультной реабилитации: после 4–8 недель тренировок отмечалось увеличение скорости ходьбы на 0,23 м/с, улучшение баланса по шкале баланса Берг на 6,5 баллов, уменьшение асимметрии шага на 18% [15–17]. Систематический обзор и мета-анализ Jiang Z. et al. (2024) определили, что оптимальным протоколом для пациентов после инсульта является курс тренировок продолжительностью 4–8 недель с поддержкой веса тела 30–50% и скоростью ходьбы не менее 0,2–0,5 м/с, особенно в течение первых 6 месяцев от начала заболевания [18].

Таким образом, результаты настоящего исследования органично вписываются в существующую доказательную базу [19] и существенно её дополняют, демонстрируя впервые в рамках одного рандомизированного контролируемого исследования синергетический эффект комплексного применения АГБД и ВИМТ у пациентов после ОНМК.

Заключение. Проведённое исследование установило, что включение антигравитационной беговой дорожки «R-Force» в комплексную реабилитацию пациентов после острого нарушения мозгового кровообращения достоверно улучшает показатели качества жизни, функционального статуса, способствует восстановлению активности в повседневной деятельности. При анализе результатов объективных диагностических исследований отмечено более раннее и выраженное восстановление двигательных функций, нормализация биомеханики ходьбы и повышение выносливости в группе пациентов, проходивших комплексную реабилитацию с сочетанием тренировок на антигравитационной беговой дорожке «R-Force» и процедур импульсной высокоинтенсивной магнитной терапии на аппарате «BTL-6000» Super Inductive System (SIS).

Комбинированное применение АГБД «R-Force» и ВИМТ «BTL-6000» SIS является патогенетически обоснованным и высокоэффективным, что позволяет не только компенсировать двигательный дефицит, но и качественно перестроить локомоторный стереотип пациента после ОНМК, обеспечивая максимальную функциональную независимость, симметричность ходьбы и постуральную устойчивость. Разработанная комбинированная методика может быть рекомендована в комплексе немедикаментозной реабилитации для повышения клинической эффективности и качества жизни пациентов после острого нарушения мозгового кровообращения.

Ограничения исследования. К ограничениям настоящего исследования следует отнести относительно небольшой объём выборки (90 пациентов), что не позволяет проводить стратифицированный анализ по подтипам инсульта и степени тяжести двигательных нарушений. Кроме того, период наблюдения ограничен 14 днями, что не даёт возможности оценить отдалённые результаты комбинированной терапии. Требуется дальнейшие исследования с большим объёмом выборки и длительным периодом наблюдения для подтверждения устойчивости полученных эффектов.

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES:

1. Feigin, V.L. World Stroke Organization: global stroke fact sheet 2025 / V.L. Feigin, M. Brainin, B. Norrving [et al.] // *Int J Stroke*. – 2025. – Vol. 20, № 2. – P. 132–144.
2. Стаховская, Л.В. Анализ эпидемиологических показателей повторных инсультов в регионах Российской Федерации (по итогам территориально-популяционного регистра 2009–2014 гг.) / Л.В. Стаховская., О.А. Клочихина, М.Д. Богатырева, С.А. Чугунова // *Consilium Medicum*. – 2016. – Т. 8, № 9. – С. 8– 11.
3. Здравоохранение в России. 2023: статистический сборник / Росстат. – М.: Федеральная служба государственной статистики, 2023. – 179 с. – Электронный ресурс. – Режим доступа: <https://portal.egis.zdravminzdrav.ru/analytics/zdravookhraneniye-v-rossii-2023-g> (дата обращения: 08.02.2026)
4. Быкова О.Н., Гузева О.В. Факторы риска и профилактика ишемического инсульта // *Вестник Российской военно-медицинской академии*. – 2013. – № 4 (44). – С. 46–48.

- 5.Скворцов Д.В., Кауркин С.Н., Иванова Г.Е., Белоновская Н.К., Худайгулова А.Р. Эффективность тренировки ходьбы по электромиограмме у пациентов с инсультом: экспериментальное продольное пилотное исследование. Вестник восстановительной медицины. 2025; 24(1):8–18. <https://doi.org/10.38025/2078-1962-2025-24-1-8-18> [Skvortsov D.V., Kaurkin S.N., Ivanova G.E., Belonovskaya N.K., Khudaigulova A.R. Effectiveness of Gait Training with Electromyogram in Stroke Patients: an Experimental Longitudinal Pilot Study. Bulletin of Rehabilitation Medicine. 2025; 24(1):8–18. <https://doi.org/10.38025/2078-1962-2025-24-1-8-18> (In Russ.).]
- 6.Методы немедикаментозной коррекции в реабилитации пациентов с постинсультными двигательными расстройствами (обзор литературы) / С. И. Нарейко, К. М. Назарова, Л. Г. Агасаров, Н. Н. Зубарева // Вестник новых медицинских технологий. Электронное издание. – 2026. – Т. 20, № 2. – С. 127-133. – DOI 10.24412/2075-4094-2026-2-1-14. – EDN AOTSOV.
- 7.Костенко Е.В., Котельникова А.В., Петрова Л.В., Погонченкова И.В., Филиппов М.С. Психофизиологические технологии с биологической обратной связью в реабилитации пациентов после инсульта: рандомизированное контролируемое исследование. Вестник восстановительной медицины. 2025; 24(1):55–66. <https://doi.org/10.38025/2078-1962-2025-24-1-55-66> [Kostenko E.V., Kotelnikova A.V., Petrova L.V., Pogonchenkova I.V., Filippov M.S. The Psychophysiological Technology with Biofeedback in Complex Rehabilitation of Post-Stroke Patients: a Randomized Controlled Study. Bulletin of Rehabilitation Medicine. 2025; 24(1):55–66. <https://doi.org/10.38025/2078-1962-2025-24-1-55-66> (In Russ.).]
- 8.Белова А.Н., Щепетова О.Н. Шкалы, тесты и опросники в медицинской реабилитации. – М.: Антидор, 2010.
- 9.Winstein, C.J. Guidelines for adult stroke rehabilitation and recovery: a guideline for healthcare professionals from the American Heart Association / C.J. Winstein, J. Stein, R. Arena [et al.] // American Stroke Association. Stroke. – 2016. – Vol. 47, № 6. – P. e98–e169.
10. Изменение показателей функциональной мобильности у пациентов с постинсультными нарушениями зрения на фоне положительной динамики дефектов полей зрения при применении эндоназального электрофореза кортексина и технологии виртуальной реальности / Т. В. Марфина, Т. В. Кончугова, Л. Г. Агасаров [и др.] // Russian Journal of Environmental and Rehabilitation Medicine. – 2026. – № 2. – С. 127-135. – EDN ABEIHU.
11. Марфина Т.В., Кончугова Т.В., Мухина А.А., Апханова Т.В. Эффективность эндоназального электрофореза Кортексина и технологии виртуальной реальности при нарушениях зрения после ишемического инсульта: анализ данных периметрии. Вестник восстановительной медицины. 2026; 25(1):29–39. <https://doi.org/10.38025/2078-1962-2026-25-1-29-39> [Marfina T.V., Konchugova T.V., Mukhina A.A., Apkhanova T.V. Effectiveness of Endonasal Cortixin Electrophoresis and VR-Technology in Visual Impairment after Ischemic Stroke: Perimetry Data Analysis. Bulletin of Rehabilitation Medicine. 2026; 25(1):29–39. <https://doi.org/10.38025/2078-1962-2026-25-1-29-39> (In Russ.).]
12. Cutuk A., Hoppeler H., Leddy H. et al. Ambulation in simulated fractional gravity using a lower-body positive pressure treadmill // J Appl Physiol. – 2006. – Vol. 100, № 5. – P. 1543-1550.
13. Клинико-биомеханическое обоснование применения реабилитационного комплекса с включением технологий виртуальной реальности и роботизированной механотерапии с биологической обратной связью у пациентов после эндопротезирования тазобедренного сустава / Е. Н. Рябов, Л. А. Марченкова, Р. А. Жаворонков, М. П. Семенова // Russian Journal of Environmental and Rehabilitation Medicine. – 2026. – № 2. – С. 67-74. – EDN GPXESH.
14. Raddatz M., Smoliga J., Lephart S. The Use of Anti-Gravity Treadmill in the Rehabilitation of Musculoskeletal Injuries: A Systematic Review // Sports Health. – 2020. – Vol. 12, № 1. – P. 74-81.
15. Ciortea V.M., Motoaşcă I., Borda I.M., Ungur R.A., Bondor C.I., Iliescu M.G., Ciubean A.D., Lazăr I., Bendea E., Irsay L. Effects of High-Intensity Electromagnetic Stimulation on Reducing Upper Limb Spasticity in Post-Stroke Patients // Applied Sciences. — 2022. — Vol. 12, № 4. — P. 2125..
16. Prouza O., Kouloulas E., Zarkovic D. High-intensity Electromagnetic Stimulation Can Reduce Spasticity In Post-stroke Patients // International Journal of Physiotherapy 2018, Vol.5, №3.
17. Swinnen E. et al. The effectiveness of body weight-supported gait training in stroke patients // Neurorehabil Neural Repair. – 2019. – Vol. 33, № 3. – P. 193–199.
18. Jiang Z., Zhang X., Fu Q., Tao Y. Effects of body weight support training on balance and walking function in stroke patients: a systematic review and meta-analysis // Front Neurol. – 2024. – Vol. 15. – P. 1413577.
19. Liu H., Zhang L., Xie L., Yang T. Effects of repetitive peripheral magnetic stimulation on upper extremity motor function recovery after stroke: a meta-analysis and dose-response study // Frontiers in Neurology. — 2026. — Vol. 17. — Article 1824669.

THE EFFECTIVENESS OF THE COMBINED USE OF AN ANTI-GRAVITY TREADMILL AND HIGH-INTENSITY MAGNETIC THERAPY IN THE REHABILITATION OF PATIENTS WITH ACUTE CEREBROVASCULAR ACCIDENT

Tulupov D.O., Konchugova T.V., Nazarova K.M., Marfina T.V., Marchenkova L.A., Gabueva L.A.
National Research Medical Center for Rehabilitation and Balneology, Moscow, Russia

ABSTRACT. To evaluate the clinical efficacy of the «R Force» antigravity treadmill (AGT) as part of comprehensive rehabilitation in patients after acute cerebrovascular accident (CVA), including its combination with high intensity magnetic therapy (HIMT) using the «BTL 6000» Super Inductive System (SIS). Materials and Methods: An open label, prospective, randomized controlled trial was conducted involving 90 patients (aged 45–75 years) in the early recovery period after CVA. Patients were allocated into three groups: a control group

(standard rehabilitation program, n=30), main group No. 1 (standard rehabilitation program plus «R Force» AGT, n=30), and main group No. 2 (standard rehabilitation program plus «R Force» AGT and «BTL 6000» SIS HMT, n=30). Efficacy was assessed before and after a 14 day rehabilitation course. Results: The combined therapy group achieved the most significant improvements: an increase of 9 points on the Tinetti scale ($p<0.001$), 3 points on the Rivermead Mobility Index ($p<0.001$), and 25 points on the Barthel Index ($p<0.001$). Mean microcirculatory perfusion increased by 52% ($p<0.001$), and weight bearing symmetry was achieved with a 50/50 ratio. Quality of life, measured by the EQ VAS, improved from 57 to 82 points ($p<0.001$). Although the increase in muscle strength was identical in both main groups, the integrated functional outcomes in the HMT group were statistically significantly higher. Conclusions: Combined use of the «R Force» AGT and «BTL 6000» SIS HMT produces a synergistic effect superior to isolated AGT use, via action on central mechanisms of postural control and neuroplasticity. This protocol can be recommended for inclusion in comprehensive non pharmacological rehabilitation programs for patients after CVA.

Keywords medical rehabilitation, anti-gravity treadmill, acute cerebrovascular accident, high-intensity magnetic therapy, postural balance, neuroplasticity.

Сведения об авторах

Тулупов Денис Олегович, младший научный сотрудник, отдел соматической реабилитации, репродуктивного здоровья и активного долголетия, профессор кафедры восстановительной медицины, физической терапии и медицинской реабилитации, врач ФПМ, Национальный медицинский исследовательский центр реабилитации и курортологии Минздрава России. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7812-0545>

Кончугова Татьяна Венедиктовна, доктор медицинских наук, профессор, главный научный сотрудник, отдел физиотерапии и рефлексотерапии, заведующий кафедрой восстановительной медицины, физической терапии и медицинской реабилитации, Национальный медицинский исследовательский центр реабилитации и курортологии Минздрава России. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0991-8988>

Назарова Кристина Михайловна, кандидат биологических наук, старший научный сотрудник, отдел ортопедии, биомеханики, кинезитерапии и мануальной терапии, специалист по эргореабилитации, Национальный медицинский исследовательский центр реабилитации и курортологии Минздрава России. ORCID: <https://orcid.org/0009-0000-2590-6755>

Марфина Татьяна Владимировна, научный сотрудник, отдел физиотерапии и рефлексотерапии, Национальный медицинский исследовательский центр реабилитации и курортологии Минздрава России. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2553-1946>

Марченкова Лариса Александровна, доктор медицинских наук, доцент, руководитель научно-исследовательского управления, главный научный сотрудник, отдел соматической реабилитации, репродуктивного здоровья и активного долголетия, профессор кафедры восстановительной медицины, физической терапии и медицинской реабилитации, Национальный медицинский исследовательский центр реабилитации и курортологии Минздрава России. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1886-124X>

Габуева Лариса Аркадьевна, доктор экономических наук, профессор, руководитель управления по организации образовательной деятельности, Национальный медицинский исследовательский центр реабилитации и курортологии Минздрава России. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6249-3443>

УДК 615.825:616.12-008.331.1

ЭФФЕКТИВНОСТЬ 12-НЕДЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ЛЕЧЕБНОЙ ФИЗИЧЕСКОЙ КУЛЬТУРЫ У ВОЕННОСЛУЖАЩИХ С АРТЕРИАЛЬНОЙ ГИПЕРТЕНЗИЕЙ I-II СТАДИИ**Карапетян С. Р., Гергоков С. А.*, Калькин А. Б.**

¹ Федеральное государственное бюджетное военное образовательное учреждение высшего образования «Военно-медицинская академия имени С. М. Кирова» Министерства обороны Российской Федерации, 194044, Санкт-Петербург, Российская Федерация

РЕЗЮМЕ.

Цель. Оценить эффективность 12-недельной мультимодальной программы лечебной физической культуры (ЛФК) в комплексной реабилитации военнослужащих мужского пола с артериальной гипертензией (АГ) I-II стадии.

Материалы и методы. Рандомизированное контролируемое исследование включало 100 военнослужащих (25-50 лет). Их разделили на основную группу (n=50), которая на фоне стандартной антигипертензивной терапии проходила курс структурированных аэробно-силовых интервальных тренировок и контрольную (n=50), где ограничились только стандартным лечением. Оценивались систолическое артериальное давление (САД), диастолическое артериальное давление (ДАД), частота сердечных сокращений (ЧСС), толерантность к физической нагрузке по тесту 6-минутной ходьбы (6MWT), а также доля пациентов, достигших целевого уровня артериального давления ((АД) <140/90 мм.рт.ст.).

Результаты и обсуждение. В основной группе наблюдалось снижение САД на 11,74%, ДАД на 10,93%, ЧСС на 10,44% (p<0,001), целевого АД достигли 74% по сравнению с 38% в контрольной (p<0,001, отношение шансов (ОШ) равно 4,64). Наблюдался прирост толерантности к нагрузкам: дистанция 6MWT увеличилась на 52 м (d=1,05).

Заключение. Добавление структурированной ЛФК к стандартной терапии значительно улучшает контроль АД, нормализует ЧСС и повышает физическую выносливость у военнослужащих с АГ.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: артериальная гипертензия, военнослужащие, лечебная физическая культура, реабилитация, рандомизированное контролируемое исследование, артериальное давление.

ВВЕДЕНИЕ.

Артериальная гипертензия остаётся одним из ведущих факторов риска сердечно-сосудистых заболеваний и преждевременной смерти. В Российской Федерации около 40% мужчин страдают от АГ [1], однако среди военнослужащих эта цифра ещё выше: данные наблюдательных исследований показывают, что артериальная гипертензия встречается у каждого третьего офицера, что значительно превышает показатели в гражданской популяции того же возраста [2]. Специфические факторы воинского труда - хроническое воздействие боевого стресса, нарушения режима труда и отдыха, высокая распространённость никотиновой зависимости и метаболических нарушений - выступают мощными триггерами прогрессирования АГ [3, 4]. Немедикаментозные вмешательства, в том числе методы мануальной коррекции и лечебной физической культуры, активно изучаются как эффективное дополнение к терапии АГ [5]. Современный обзор физических методов коррекции АГ подтверждает целесообразность включения структурированных тренировок в комплексную терапию [6].

Современные клинические рекомендации делают акцент на немедикаментозных методах лечения, особенно регулярной физической активности [7]. Тем не менее, глобальный контроль артериального давления все еще оставляет желать лучшего [8]: достижение целевого уровня ниже 140/90 мм рт. ст. могло бы предотвратить смертность от сердечно-сосудистых заболеваний. У военнослужащих эта проблема

* Адрес для переписки: Гергоков Сейран Ахмедович, e-mail: gergokov.seyran@mail.ru

Цитирование. Карапетян С. Р., Гергоков С. А., Калькин А. Б. Эффективность 12-недельной программы лечебной физической культуры у военнослужащих с артериальной гипертензией I-II стадии. *Russian Journal of Environmental and Rehabilitation Medicine*. 2026. 3:79-85.

Citation Karapetyan S. R., Gergokov S. A., Kalkin A. B. Effectiveness of a 12-week therapeutic physical training program in military personnel with stage i-ii arterial hypertension. *Russian Journal of Environmental and Rehabilitation Medicine*. 2026. 3: 79-85.

усугубляется низкой приверженностью к длительной фармакотерапии и необходимостью поддерживать высокую физическую работоспособность.

Крупные метаанализы рандомизированных контролируемых исследований (РКИ) наглядно показывают, что структурированные аэробные тренировки умеренной интенсивности могут снизить у пациентов с гипертензией систолическое артериальное давление в среднем на 4-5 мм.рт. ст., а диастолическое - на 2-3 мм.рт. ст. [9, 10, 11]. Более того, данные сетевого метаанализа 2025 года свидетельствуют о наибольшей эффективности комбинированных аэробно-силовых интервальных программ, особенно у мужчин среднего возраста [12], а изометрические упражнения рассматриваются как клинически значимая альтернатива [13]. Интересно, что кардиореспираторная выносливость имеет обратную зависимость от риска развития гипертензии: увеличение выносливости на 1 метаболический эквивалент снижает относительный риск гипертонии на 8% [14]. Основные механизмы, благодаря которым физические тренировки оказывают антигипертензивный эффект, включают снижение симпатической активности, улучшение функции эндотелия, уменьшение жесткости сосудистой стенки и замедление частоты сердечных сокращений в состоянии покоя. Регулярные физические тренировки достоверно повышают эндотелий-зависимую вазодилатацию у пациентов с АГ [15].

Несмотря на убедительную доказательную базу в гражданской медицине [16], адаптированных протоколов ЛФК для военнослужащих с АГ до настоящего времени не разработано, а дозозависимый тренировочный эффект в данной группе остаётся малоизученным. Настоящее исследование призвано восполнить этот пробел, предложив научно обоснованную, патогенетически ориентированную 12-недельную программу ЛФК.

Методы и организация исследования

Исследование было организовано как рандомизированное контролируемое с параллельной контрольной группой. Наблюдение длилось 12 недель, что совпадало с курсом реабилитационных мероприятий. Пациенты были разделены на две группы. Основная группа (n=50) - помимо стандартного лечения (антигипертензивная терапия и общие рекомендации по изменению образа жизни, такие как ограничение соли, отказ от курения и нормализация сна) получала программу ЛФК. Контрольная группа (n=50) - получала только стандартное лечение. Все участники прошли через подробное информирование о целях, методах, возможных рисках и продолжительности исследования, после чего оформили добровольное письменное согласие. Рандомизация проводилась с использованием генератора случайных чисел. При подготовке отчёта ориентировались на рекомендации CONSORT для немедикаментозных вмешательств [17].

Критерии включения: мужчины, военнослужащие по контракту, возраст 25-50 лет; верифицированная АГ I или II стадии (САД от 140 до 179 мм рт.ст. и ДАД от 90 до 109 мм рт.ст.) по данным трёхкратного измерения с интервалом не менее 1 недели; отсутствие регулярных аэробных тренировок за последние 6 месяцев; добровольное информированное согласие.

Критерии исключения: артериальная гипертензия III степени (САД ≥ 180 мм рт.ст. и/или ДАД ≥ 110 мм рт.ст.); гипертонический криз за 3 месяца до скрининга; вторичная АГ; хроническая сердечная недостаточность II-IV функционального класса по NYHA; инфаркт миокарда или острое нарушение мозгового кровообращения в анамнезе; жизнеугрожающие аритмии; сахарный диабет в стадии декомпенсации; индекс массы тела (ИМТ) >35 кг/м²; психические расстройства; участие в другом клиническом исследовании за 3 месяца до скрининга.

В данном исследовании оценивались следующие показатели:

1. Систолическое артериальное давление - измерялось электронным тонометром Omron M3 Expert утром после 5-минутного отдыха в положении сидя. Троекратное измерение с интервалом 2 минуты, для анализа бралось среднее второго и третьего;

2. Диастолическое артериальное давление - аналогично;

3. Частота сердечных сокращений (уд/мин) - пульсоксиметр MD300C2 одновременно с АД;

4. Толерантность к физической нагрузке - тест 6-минутной ходьбы (6MWT) по стандартному протоколу ATS (2002) [18], дистанция в метрах.

Все показатели были оценены дважды: до начала реабилитации и после завершения 12-недельного курса.

Программа проводилась исключительно в основной группе. Ниже представлена подробная программа тренировок для военнослужащих с артериальной гипертензией I-II стадии, разработанная на основе клинических рекомендаций и адаптированная для пациентов с АГ с учётом безопасности и постепенности нагрузки.

Общие принципы:

1. Продолжительность: 12 недель;

2. Частота: 4 занятия в неделю;

3. Длительность одного занятия: от 52 до 66 минут (в зависимости от этапа);

4. Интенсивность: 50-60% от индивидуальной максимальной ЧСС ($ЧСС_{\max}=220-\text{возраст}$).

Таблица 1. Структура занятия

Блок	Время	Интенсивность	Основные задачи
Разминка	10 мин	ЧСС $\leq 40\%$ от ЧСС _{max}	Подготовка сердечно-сосудистой и мышечной систем
Аэробный блок	20-25 мин	50-60% от ЧСС _{max}	Снижение АД, улучшение эндотелиальной функции, повышение выносливости
Силовой блок	14-23 мин	Лёгкая/умеренная	Укрепление мышц, улучшение метаболизма
Заминка	8 мин	Снижение до фоновой ЧСС	Восстановление, релаксация, снижение АД

Программа строилась по принципу постепенного увеличения объёма и интенсивности нагрузки.

Были выделены три последовательных этапа:

1. Адаптационный этап (1-4 недели). Цель: привыкание к нагрузке, освоение техники, контроль реакций АД и ЧСС;

Таблица 2. Адаптационный этап

Блок	Упражнения	Дозировка	Контроль
Разминка	Ходьба на месте, поднимание колен; круговые движения головой, плечами, кистями; наклоны туловища	10 мин	ЧСС не выше 40% от ЧСС _{max}
Аэробный	Ходьба по беговой дорожке (скорость 3-4 км/ч, угол 0°) или велоэргометр (50 Вт)	20 мин непрерывно	ЧСС не выше 50% от ЧСС _{max}
Силовой	Жим гантелей сидя (2-3кг); разгибание ног сидя; приседания у стены без веса; тяга эластичной ленты легкого натяжения сидя	14 мин (2 подхода по 12 повторений)	Без задержки дыхания, без натуживания
Заминка	Медленная ходьба (3 мин); дыхание животом с удлинённым выдохом (3 мин); статическая растяжка грудных и икроножных мышц (2 мин)	8 мин	ЧСС снижается постепенно

2. Основной этап (5-8 недели). Цель: увеличение объёма и интенсивности, интервальный режим, улучшение вегетативной регуляции;

Таблица 3. Основной этап

Блок	Упражнения	Дозировка	Контроль
Разминка	Как на этапе 1, дополнительно: махи ногами, выпады без отягощения, повороты туловища	10 мин	ЧСС $\leq 40\%$ от ЧСС _{max}
Аэробный	Интервалы: 2 мин ходьба 5-6 км/ч (70-80 Вт), затем 2 мин медленная ходьба 3 км/ч (30-40 Вт). Повторить 5-6 раз	23 мин	ЧСС не выше 55% от ЧСС _{max}
Силовой	Жим гантелей лёжа (4-5 кг); сгибание рук с эластичной лентой среднего натяжения; приседания у стены с гантелями; подъём таза лёжа	20 мин (3 подхода по 12 повторений)	Контроль дыхания, исключить натуживание
Заминка	Медленная ходьба (3 мин); дыхательные упражнения с удлинённым выдохом (3 мин); растяжка мышц спины и ног (2 мин)	8 мин	ЧСС снижается постепенно

3. Закрепляющий этап (9-12 недели). Цель: максимальная адаптация, повышение функциональных резервов, подготовка к самостоятельным тренировкам.

Таблица 4. Закрепляющий этап

Блок	Упражнения	Дозировка	Контроль
Разминка	Как на этапе 2, дополнительно: динамические выпады, повороты корпуса с гимнастической палкой, махи ногами с увеличенной амплитудой	10 мин	ЧСС $\leq 40\%$ от ЧСС _{max}
Аэробный	Интервалы: 3 мин ходьба 6-7 км/ч (90-100 Вт), затем 1 мин медленная ходьба 3 км/ч (30 Вт). Повторить 6 раз	25 мин	ЧСС не выше 60% от ЧСС _{max}

Силовой	Приседания с гантелями (6-8 кг); отжимания от пола с колен/от скамьи; тяга эластичной ленты стоя (сильное натяжение); выпады с гантелями (3-4 кг); подъём согнутых ног лёжа	23 мин (3 подхода по 12 повторений)	Контроль дыхания, исключить натуживание
Заминка	Ходьба в медленном темпе 3 мин; дыхательная гимнастика; растяжка всех основных групп	8 мин	ЧСС снижается постепенно

Условия перехода к следующему этапу: стабильное достижение целевой ЧСС во время нагрузки (без превышения расчётной на >5 уд/мин); отсутствие гипертензивного ответа (САД <180 мм рт.ст.); субъективная готовность пациента; увеличение дистанции в тесте 6-минутной ходьбы не менее чем на 10% от исходного уровня.

Статистическая обработка данных была проведена с помощью SPSS 26.0 и R 4.2. Проверили нормальность распределения количественных переменных (САД, ДАД, ЧСС, 6MWT) с использованием критерия Шапиро-Уилка ($p>0,05$), и представили данные в формате $M\pm SD$. Исходная сопоставимость групп оценивалась с помощью t-критерия для независимых выборок [19], а также χ^2 ($p>0,05$). Для анализа динамики показателей на 0, 4, 8 и 12 неделях использовался двухфакторный ANOVA с повторными измерениями (факторы: группа, время, взаимодействие), с расчётом η^2 (0,01 - малый, 0,06 - средний, 0,14 - большой) и поправкой Greenhouse-Geisser в случае нарушения сферичности. Для конечных точек (12 недель) дополнительно использовали ANCOVA с ковариатой «исходное значение» [20]. Бинарный исход (достижение целевого АД $<140/90$) анализировали с помощью логистической регрессии [21], учитывая исходный статус и представляя отношение шансов. Размер эффекта для межгрупповых сравнений оценивался с помощью Cohen's d (0,2≈малый, 0,5≈средний, $\geq 0,8$ - большой) [22].

Результаты и обсуждение

Все участники завершили 12-недельное наблюдение - выбывших не оказалось. Группы были сопоставимы по основным демографическим и клиническим характеристикам (табл. 1), что подтверждает успешность рандомизации.

Таблица 5. Исходные характеристики участников ($M\pm SD$)

Показатель	Основная группа	Контрольная группа	p
Возраст, лет	38,4 $\pm$ 7,2	39,1 $\pm$ 6,9	$>0,05$
ИМТ, кг/м ²	27,8 $\pm$ 2,9	28,0 $\pm$ 3,1	$>0,05$
САД, мм рт.ст.	148,2 $\pm$ 8,4	147,6 $\pm$ 8,6	$>0,05$
ДАД, мм рт.ст.	92,4 $\pm$ 5,6	92,0 $\pm$ 5,8	$>0,05$
ЧСС, уд/мин	82,4 $\pm$ 6,2	82,0 $\pm$ 6,4	$>0,05$
Дистанция 6MWT, м	482 $\pm$ 41	478 $\pm$ 43	$>0,05$

Группы были рандомизированы правильно: все показатели статистически не различались ($p>0,05$). Это дает возможность напрямую сравнивать результаты после вмешательства, не корректируя их на исходные различия. Средний возраст участников и умеренно повышенное артериальное давление характерны для военнослужащих с неконтролируемой артериальной гипертензией I-II стадии.

Таблица 6. Динамика гемодинамических показателей ($M\pm SD$)

Показатель	Группа	До лечения	4 недели	8 недель	12 недель	p
САД	Основная	148,2 $\pm$ 8,4	142,6 $\pm$ 7,9	136,4 $\pm$ 7,2	130,8 $\pm$ 6,8	$<0,001$
	Контрольная	147,6 $\pm$ 8,6	145,3 $\pm$ 8,2	142,8 $\pm$ 8,0	140,2 $\pm$ 7,9	$<0,01$
ДАД	Основная	92,4 $\pm$ 5,6	89,1 $\pm$ 5,4	85,6 $\pm$ 5,1	82,3 $\pm$ 4,9	$<0,001$
	Контрольная	92,0 $\pm$ 5,8	90,4 $\pm$ 5,7	88,7 $\pm$ 5,6	87,1 $\pm$ 5,5	$<0,05$
ЧСС	Основная	82,4 $\pm$ 6,2	79,6 $\pm$ 6,0	76,3 $\pm$ 5,7	73,8 $\pm$ 5,4	$<0,001$
	Контрольная	82,0 $\pm$ 6,4	81,1 $\pm$ 6,3	80,2 $\pm$ 6,2	79,4 $\pm$ 6,1	$<0,05$

В основной группе наблюдалось заметное снижение систолического и диастолического артериального давления, а также частоты сердечных сокращений уже с 4-ой недели, достигая своего пика к 12-й неделе. В контрольной группе изменения были минимальными. Межгрупповые различия на финальном визите оказались статистически значимыми ($p<0,001$) в пользу ЛФК, что подтверждает клиническую эффективность добавления физических тренировок. Включение силовых упражнений обосновано метаанализом, показавшим

снижение САД на 8,61 мм.рт. ст. при изолированных силовых тренировках, что сопоставимо с аэробными нагрузками [23, 24].

Таблица 7. Результаты двухфакторного ANOVA с повторными измерениями

Показатель	Эффект	F	df1, df2	p	η^2
САД	Время	44,2	3, 294	<0,001	0,31
	Группа	19,6	1, 98	<0,001	0,17
	Время×группа	9,12	3, 294	<0,001	0,09
ДАД	Время	32,8	3, 294	<0,001	0,25
	Группа	12,4	1, 98	<0,001	0,11
	Время×группа	6,54	3, 294	<0,001	0,06
ЧСС	Время	28,3	3, 294	<0,001	0,22
	Группа	12,7	1, 98	<0,001	0,11
	Время×группа	5,82	3, 294	<0,01	0,06

Примечание: при нарушении сферичности применена поправка Greenhouse-Geisser.

Было обнаружено статистически значимое взаимодействие между факторами «группа» и «время» для всех показателей ($p < 0,01$). Это говорит о том, что динамика АД и ЧСС в основной группе заметно отличалась от контрольной: снижение показателей в группе ЛФК было не только более выраженным, но и происходило с ускорением после 4-й недели. Размер эффекта взаимодействия (η^2 от 0,06 до 0,09) оценивается как средний, что подчеркивает практическую значимость вмешательства.

Таблица 8. Доля пациентов с целевым АД на разных этапах

Временная точка	Основная группа	Контрольная группа	χ^2	p	ОШ
4 недели	12 (24%)	8 (16%)	1,00	>0,05	1,66
8 недель	24 (48%)	14 (28%)	4,24	<0,05	2,37
12 недель	37 (74%)	19 (38%)	13,15	<0,001	4,64

К 12-й неделе целевого артериального давления (<140/90 мм рт.ст.) 74% пациентов из основной группы достигли этого показателя, в то время как в контрольной группе - только 38% ($p < 0,001$). Отношение шансов (4,64) показывает, что в группе, занимающейся ЛФК, вероятность нормализации АД почти в 5 раз выше, чем в контрольной группе.

Таблица 9. Межгрупповое сравнение показателей после лечения, $M \pm SD$

Показатель	Основная группа	Контрольная группа	p	Cohen's d
САД, мм рт.ст.	130,8±6,8	140,2±7,9	<0,001	1,28
ДАД, мм рт.ст.	82,3±4,9	87,1±5,5	<0,001	0,92
ЧСС, уд/мин	73,8±5,4	79,4±6,1	<0,001	0,97
Дистанция 6MWT, м	534±38	492±42	<0,001	1,05

Через 12 недель пациенты из основной группы показали статистически значимо более низкие значения САД и ДАД, а также ЧСС, и при этом они смогли пройти большее расстояние на тесте 6MWT по сравнению с контрольной группой. Размер эффекта варьировался от значительного (0,92 для диастолического давления) до очень значительного (1,28 для систолического давления). Это говорит о том, что среднее различие между группами превышает стандартное отклонение более чем на 90-120%, что имеет клиническое значение. Достигнутое в основной группе значение САД (130,8±6,8 мм.рт. ст.) соответствует целевому уровню, в то время как в контрольной группе АД оставалось выше.

Заключение

12-недельная программа ЛФК, дополненная стандартной антигипертензивной терапией, демонстрирует значительное снижение систолического артериального давления на 11,74% ($p < 0,001$), диастолического - на 10,93% ($p < 0,001$) и частоты сердечных сокращений в покое на 10,44% ($p < 0,001$). В контрольной группе изменения оказались минимальными: снижение САД на 5,01% ($p < 0,01$), ДАД на 5,33% ($p < 0,05$) и ЧСС на 3,17% ($p < 0,05$). Целевого уровня АД (<140/90 мм рт. ст.) достигли 74% пациентов основной группы по сравнению с 38% в контрольной ($p < 0,001$, ОШ=4,64). Толерантность к физической нагрузке, измеренная с помощью теста 6-минутной ходьбы, заметно улучшилась только в основной группе: участники прошли на 52 метра дальше, что превышает минимально значимое клиническое различие. В контрольной группе значительных изменений не наблюдалось (+14 м, $p > 0,05$). Лечебная физическая культура зарекомендовала себя как клинически обоснованный и высокоэффективный элемент комплексной реабилитации военнослужащих с артериальной гипертензией. Более того, соблюдение рекомендаций по

аэробно-силовой активности у гипертоников ассоциируется со снижением общей и сердечно-сосудистой смертности [25]. Однако у исследования есть свои ограничения: небольшая выборка (100 пациентов), отсутствие долгосрочного наблюдения (более 12 недель) и отсутствие суточного мониторинга артериального давления. Тем не менее, систематический анализ эффективности физиотерапии при АГ подтверждает клиническую значимость подобных вмешательств [26].

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES:

1. Сорокин А.С., Халтурина Д.А., Соломатников И.А. Распространенность артериальной гипертензии в России в 2021-2024 гг. Современные проблемы здравоохранения и медицинской статистики. 2025; (4): 400-420. <https://doi.org/10.24412/2312-2935-2025-4-400-420>.
2. Давидович И.М., Афонасков О.В., Талапов С.В. Сравнительная характеристика эпидемиологии артериальной гипертензии у мужчин молодого возраста - военнослужащих по контракту Восточного военного округа - при динамическом наблюдении с интервалом в 5 лет (2009-2014 годы): распространенность и факторы риска. Дальневосточный медицинский журнал. 2015; (3): 6-10.
3. Liu W.-N., Lin K.-H., Tsai K.-Z., Chu C.-C., Chang Y.-C., Kwon Y., Lin G.-M. High risk for obstructive sleep apnea and risk of hypertension in military personnel: The CHIEF sleep study. World Journal of Clinical Cases. 2023; 11(30): 7309-7317. <https://doi.org/10.12998/wjcc.v11.i30.7309>.
4. Huang W.-C., Tsai K.-Z., Yang K.-T., Chu C.-C., Chang Y.-C., Lin G.-M. A comparison of various insulin resistance indices and the possibility of hypertension in military adults: CHIEF study. Diabetology & Metabolic Syndrome. 2024; 16:79. <https://doi.org/10.1186/s13098-024-01323-x>.
5. Беккуше И., Шишонин А.Ю., Вечер А.А., Павлов В.И. Мануальная коррекция шейного отдела позвоночника в комплексной терапии эссенциальной артериальной гипертензии. Вопросы курортологии, физиотерапии и лечебной физической культуры. 2024; (4): 52-59.
6. Шишонин А.Ю., Епифанов В.А., Ачкасов Е.Е., и др. Физические методы коррекции артериальной гипертензии: современные представления (Обзор литературы). Проблемы курортологии, физиотерапии и лечебной физической культуры. 2024; 101(3): 41-47. <https://doi.org/10.17116/kurort202410103141>.
7. McEvoy J.W., McCarthy C.P., Bruno R.M., Brouwers S., Canavan M.D., Ceconi C., et al. 2024 ESC Guidelines for the management of elevated blood pressure and hypertension. European Heart Journal. 2024; 45(38): 3912-4018. <https://doi.org/10.1093/eurheartj/ehae178>.
8. NCD Risk Factor Collaboration (NCD-RisC). Worldwide trends in hypertension prevalence and progress in treatment and control from 1990 to 2019: a pooled analysis of 1201 population-representative studies with 104 million participants. The Lancet. 2021; 398(10304): 957-980. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(21\)01330-1](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(21)01330-1).
9. Edwards J.J., Deenmamode A.H.P., Griffiths M., Arnold O., Cooper N.J., Wiles J.D., O'Driscoll J.M. Exercise training and resting blood pressure: a large-scale pairwise and network meta-analysis of randomised controlled trials. British Journal of Sports Medicine. 2023; 57(20): 1317-1326. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2022-106503>.
10. Suematsu Y., Morita H., Abe M., Inoue K., Koseki M., Niiyama H., et al. Differences in the effects of exercise on blood pressure depending on the physical condition of the subject and the type of exercise: a systematic review and meta-analysis. Hypertension Research. 2025; 48(2): 720-732. <https://doi.org/10.1038/s41440-024-01974-3>.
11. Mandal A.K., Rana T., Shrestha S., Hassan M.K.M., Au-Yong P., Abdul Kadir S.Z.S., Jaafar Z. Effectiveness of aerobic exercise in reducing blood pressure among obese adults: systematic review and meta-analysis. Journal of Hypertension. 2025; 43(12): 1923-1936. <https://doi.org/10.1097/HJH.0000000000004138>.
12. Мештель А.В., Мирошников А.Б., Рыбакова П.Д., Смоленский А.В. Эффективность физических упражнений при артериальной гипертензии: систематический обзор и сетевой мета-анализ. Вестник восстановительной медицины. 2025; 24(5): 8-26. <https://doi.org/10.38025/2078-1962-2025-24-5-8-26>.
13. Edwards J.J., Griffiths M., Wiles J.D., et al. Isometric Exercise Training and Arterial Hypertension: An Updated Review. Sports Medicine. 2024; 54(6): 1459-1497. <https://doi.org/10.1007/s40279-024-02036-x>.
14. Cheng C., Zhang D., Chen S., Duan G. The association of cardiorespiratory fitness and the risk of hypertension: a systematic review and dose-response meta-analysis. Journal of Human Hypertension. 2022; 36(8): 744-752. <https://doi.org/10.1038/s41371-021-00567-8>.
15. Liang C., Wang Z., Zhang Y., et al. Exercise interventions for the effect of endothelial function in hypertensive patients: A systematic review and meta-analysis. Journal of Clinical Hypertension. 2024; 26(6): 599-614. <https://doi.org/10.1111/jch.14818>.
16. Schneider V.M., Domingues L.B., Umpierre D., Tanaka H., Ferrari R. Exercise characteristics and blood pressure reduction after combined aerobic and resistance training: a systematic review with meta-analysis and meta-regression. Journal of Hypertension. 2023; 41(7): 1068-1076. <https://doi.org/10.1097/HJH.0000000000003455>.
17. Boutron I., Altman D.G., Moher D., Schulz K.F., Ravaut P., CONSORT NPT Group. CONSORT Statement for Randomized Trials of Nonpharmacologic Treatments: A 2017 Update and a CONSORT Extension for Nonpharmacologic Trial Abstracts. Annals of Internal Medicine. 2017; 167(1): 40-47. <https://doi.org/10.7326/M17-0046>.
18. ATS Committee on Proficiency Standards for Clinical Pulmonary Function Laboratories. ATS statement: guidelines for the six-minute walk test. American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine. 2002; 166(1): 111-117. <https://doi.org/10.1164/ajrccm.166.1.at1102>.
19. Реброва О.Ю. Статистический анализ медицинских данных. Применение пакета прикладных программ STATISTICA. М.: МедиаСфера; 2002. 312 с.
20. Jung W., Lee K., Kim H.H., Lim C. How to construct analysis of covariance in clinical trials: ANCOVA with one covariate in a completely randomized design structure. Korean Journal of Anesthesiology. 2025; 78(4): 315-320. <https://doi.org/10.4097/kja.24820>.
21. Bui L.N., Ding Q. Logistic regression modeling: methodological insights and roadmap. Currents in Pharmacy Teaching and Learning. 2025; 17(12): 102460. <https://doi.org/10.1016/j.cptl.2025.102460>.

22. Cohen J. Statistical power analysis for the behavioral sciences. 2nd ed. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates; 1988. 567 p.
23. Morita H., Abe M., Suematsu Y., Kaku Y., Kuwano T., Miura S., et al. Resistance exercise has an antihypertensive effect comparable to that of aerobic exercise in hypertensive patients: a meta-analysis of randomized controlled trials. *Hypertension Research*. 2025; 48: 733-743. <https://doi.org/10.1038/s41440-024-01998-9>.
24. Correia R.R., Veras A.S.C., Ritti-Dias R.M., et al. Strength training for arterial hypertension treatment: a systematic review and meta-analysis of randomized clinical trials. *Scientific Reports*. 2023; 13: 201. <https://doi.org/10.1038/s41598-022-26583-3>.
25. Choi Y., Lee S., Kim J., et al. Combined association of aerobic and muscle strengthening activity with mortality in individuals with hypertension. *Hypertension Research*. 2024; 47(11): 3056-3067. <https://doi.org/10.1038/s41440-024-01788-3>.
26. Абдурахманова Р.З., Еделев Д.А., Шабанова А.Ш., Маммедова С.С. Системный анализ влияния физиотерапии на пациентов с артериальной гипертензией. *Физиотерапевт*. 2023; (3): 18-27. <https://doi.org/10.33920/med-14-2303-02>.

EFFECTIVENESS OF A 12-WEEK THERAPEUTIC PHYSICAL TRAINING PROGRAM IN MILITARY PERSONNEL WITH STAGE I-II ARTERIAL HYPERTENSION

Karapetyan S. R., Gergokov S. A., Kalkin A. B.

Federal State Budgetary Military Educational Institution of Higher Education «S. M. Kirov Military Medical Academy» of the Ministry of Defense of the Russian Federation, 194044, Saint Petersburg, Russian Federation

ABSTRACT.

To evaluate the effectiveness of a 12-week multimodal therapeutic physical training (TPT) program in the comprehensive rehabilitation of male military personnel with stage I-II arterial hypertension (AH).

The randomized controlled trial included 100 military personnel (25-50 years old). They were divided into a main group (n=50), which, along with standard antihypertensive therapy, underwent a course of structured aerobic-strength interval training, and a control group (n=50), which received only standard treatment. Systolic blood pressure (SBP), diastolic blood pressure (DBP), heart rate (HR), exercise tolerance according to the 6-minute walk test (6MWT), and the proportion of patients who achieved the target blood pressure level (BP) <140/90 mmHg were assessed.

Results and discussion. In the main group, there was a decrease in SBP by 11.74%, DBP by 10.93%, HR by 10.44% ($p < 0.001$), 74% reached the target BP compared to 38% in the control group ($p < 0.001$, odds ratio (OR) equal to 4.64). An increase in exercise tolerance was observed: the 6MWT distance increased by 52 m ($d = 1.05$).

Conclusion. Adding structured exercise therapy to standard therapy significantly improves blood pressure control, normalizes heart rate, and increases physical endurance in military personnel with hypertension.

Keywords: arterial hypertension, military personnel, therapeutic physical training, rehabilitation, randomized controlled trial, blood pressure.

Сведения об авторах

Карапетьян Сергей Рафикович - преподаватель кафедры физической подготовки, ФГБВОУ высшего образования ВМедА им. С. М. Кирова Минобороны России, 194044, Санкт-Петербург, Российская Федерация, e-mail: karapetserega83@mail.com; <https://orcid.org/0000-0002-8417-2958>.

Гергоков Сейран Ахмедович - курсант, ФГБВОУ высшего образования ВМедА им. С. М. Кирова Минобороны России, 194044, Санкт-Петербург, Российская Федерация, e-mail: gergokov.seyran@mail.ru; <https://orcid.org/0009-0002-1486-8161>.

Калькин Асланбек Багадатович - курсант, ФГБВОУ высшего образования ВМедА им. С. М. Кирова Минобороны России, 194044, Санкт-Петербург, Российская Федерация, e-mail: mersi6182@mail.ru; <https://orcid.org/0009-0009-8187-1134>.

СОЧЕТАННОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЛАЗЕРО- И МАГНИТОТЕРАПИИ ПРИ БОЛЕВОМ СИНДРОМЕ В ОБЛАСТИ ПЛЕЧЕВОГО ПОЯСА

Агасаров Л.Г., Краснопеева Е.Л., Назарова К.М.*, Кончугова Т.В.

¹ ФГБНУ «ИКП», г. Москва, Россия

² РНЦХ им. акад. Б.В. Петровского, г. Москва, Россия

РЕЗЮМЕ.

Цель работы: оценка клинической эффективности в динамике и степени устойчивости достигнутых результатов комплексного метода лечения пациентов с миофасциальным болевым синдромом в области плечевого пояса, основанного на сочетании ишемической компрессии триггерных точек и высокоинтенсивной лазерной терапии.

Методы: обследование и лечение пациентов выполнено в виде слепого проспективного плацебо-контролируемого рандомизированного исследования в параллельных группах в лечебно-реабилитационных целях и санаторно-курортных условиях. В исследование включены 57 пациентов, имеющих миофасциальный болевой синдром в области плечевого пояса, с диагнозом: «Плечелопаточный периартрит». Оценка статуса пациентов, а также его изменений в процессе терапии базировалась на результатах комплексного обследования, которое проводилось с фиксацией: исходно, до начала лечения; после 10-ти дневного курса лечения; через 6 месяцев после окончания лечения для оценки отдаленных результатов терапии и степени устойчивости достигнутых результатов.

Данные лица, получавшие базовый комплекс в виде занятий ЛФК, массажа шейно-воротниковой зоны и магнитотерапии, были распределены на 3 группы. В 1-ой группе выполняли ишемическую компрессию триггерных точек, во 2-ой - компрессию точек и высокоинтенсивную лазерную терапию. В 3-ей группе вне ишемической компрессии триггерных точек, осуществляли имитацию лазерной терапии.

Результаты: Использование комплексной методики позволило повысить результативность воздействия в части снижения выраженности клинических проявлений, уменьшения сроков лечения (в среднем, на 5 суток), а также обеспечивает большую комфортность процедуры - за счет анальгетического компонента лазерной терапии.

Заключение: предложен новый эффективный способ коррекции миофасциального болевого синдрома на основе сочетанного использования ишемической компрессии и высокоинтенсивного лазерного облучения триггерных точек.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: лазеро- и магнитотерапии, плечевой пояс, болевой синдром

ВВЕДЕНИЕ.

Миофасциальный болевой синдром (МФБС) – патология мышечно-связочного аппарата, характеризующаяся мышечной дисфункцией и формированием болезненных уплотнений в пораженных мышцах. Имея общую распространенность 46%, затрагивает до 85% населения в течение жизни. МФБС представляет собой одну из ведущих причин временной нетрудоспособности в интервале от 18 до 64 лет [5].

В результате патогенетически значимого формирования триггерных точек в подостной мышце, происходит снижение силы и активности в мышцах плеча, приводя к ухудшению стабильности и двигательных функциональных возможностей [2,7].

Учитывая многообразие вариантов формирования дисфункции, а также недостаточную эффективность лечения, актуальной является оценка возникающих структурно-функциональных изменений и разработка на этой основе результативных методов лечения [6]. В этой связи перспективной является методика, включающая ишемическую компрессию и высокоинтенсивную лазерную терапию на область

* Адрес для переписки: Назарова Кристина Михайловна, e-mail: nazarovakm@nmicrk.ru

Цитирование. Агасаров Л.Г., Краснопеева Е.Л., Назарова К.М., Кончугова Т.В. Сочетанное использование лазеро- и магнитотерапии при болевом синдроме в области плечевого пояса. *Russian Journal of Environmental and Rehabilitation Medicine*. 2026. 3:86-90.

Citation Agasarov L.G., Krasnopeeva E.L., Nazarova K.M., Konchugova T.V. Combined use of laser and magnetotherapy in the treatment of pain syndrome in the shoulder girdle region. *Russian Journal of Environmental and Rehabilitation Medicine*. 2026. 3: 86-90.

триггерных точек [1,3]. С учетом сочетанного применения двух терапевтически значимых факторов можно предположить повышение результативности воздействия вследствие сложения или даже потенцирования лечебных механизмов [4,9]. Это и определило целесообразность выполнения и, соответственно, цель исследования.

Материалы и методы:

Работа выполнена на базе ФГБУ «Санаторий работников органов прокуратуры Российской Федерации» в виде слепого проспективного плацебо-контролируемого рандомизированного исследования в параллельных группах. В исследование были включены 57 пациентов (36 женщин и 21 мужчина в возрасте от 35 до 75 лет), имеющие миофасциальный болевой синдром в области плечевого пояса, с диагнозом: «Плечелопаточный периартрит» (код по МКБ 10 - М 75).

Методы:

Комплекс обследования пациентов включал оценку:

- выраженности болевого синдрома, как одного из ведущих проявлений заболевания, с помощью визуально-аналоговой шкалы (ВАШ);
- актуального психического состояния с применением теста самочувствия –активности – настроения (САН) и шкалы тревоги Спилбергера-Ханина;
- амплитуды движений в плечевом суставе в угловых градусах;
- показателей электронейромиографии (ЭМГ) мышц верхней конечности. При выполнении игольчатой ЭМГ введение электрода непосредственно в болезненную точку мышцы, не находящейся под нагрузкой, вызывает залповую активность, связанную с локальным судорожным ответом

Путем рандомизации было сформировано 3 группы пациентов, по 19 человек в каждой. У всех включённых пациентов отмечались следующие клинические проявления: болевой синдром на уровне плечевого пояса и локальная болезненность при пальпации триггерных точек.

Пациенты получали базовый лечебный комплекс в виде групповых занятий ЛФК, массажа шейно-воротниковой зоны и магнитотерапии на область плечевого пояса, индуктором соленоидом, с индукцией 35 мТл (все - по одной процедуре в день, №10), а также приемы эрготерапии. Дополнительно к этому в 1-ой группе выполняли ишемическую компрессию триггерных точек, тогда как во 2-ой - комплексную стимуляцию, сочетая компрессию точек и высокоинтенсивную лазерную терапию с помощью аппарата NLT. В 3-ей группе осуществляли имитацию лазерной терапии.

В методическом плане в 1-ой группе осуществляли воздействие на 1 точку: ишемическая компрессия в течение 30 секунд, 3 подхода; лечебный цикл состоит из 10 процедур.

Воздействие во 2-ой группе: ишемическая компрессия точек в течение 30 секунд, 3 подхода, далее лазерное облучение на аппарате NLT по схеме: начальная фаза - 1й этап: частота 25 Гц, доза 1320 мДж/см², энергия 458 Дж; 2й этап: частота 20 Гц, доза 1430 мДж/см², энергия 458 Дж; фаза триггерной точки - 1й этап: частота 15 Гц, доза 510 мДж/см², энергия 9,0 Дж, время 6 с, 2й этап: частота 14 Гц, доза 610 мДж/см², энергия 10,1 Дж, время 6 с; 3й этап: частота 16 Гц, доза 360 мДж/см², энергия 7,8 Дж, время 7 с; конечная фаза - 1й этап: частота 25 Гц, доза 1320 мДж/см², энергия 458 Дж; 2й этап: частота 20 Гц, доза 1430 мДж/см², энергия 458 Дж.; лечебный цикл состоит из 10 процедур.

В 3-ей группе: воздействие на точку (устанавливается аппликатор, но исключается подача лазерного излучения): 1й этап - время 6 с, 2й этап - время 6 с, 3й этап - время 7 с; лечебный цикл состоит из 10 процедур.

Статистическая обработка данных проводилась с использованием программного обеспечения IBM SPSS Statistics 27 и GraphPad Prism 8.0, с оценкой показателей до начала и по завершению лечения.

Результаты исследования

В ходе сравнительной оценки результативности лечебного воздействия отмечен приоритет комплексной стимуляции, с максимальным достижением позиций «значительное улучшение» и «улучшение» во 2-ой группе (таблица 1). Кроме того, в данной группе удалось добиться уменьшения сроков лечения - в среднем на 5 суток.

Таблица 1 - Эффективность методов воздействия

Группы	Значительное улучшение		Улучшение		Без эффекта	
	Абс.	%	Абс.	%	Абс.	%
1 (19)	5	26,4	7	36,8	7	36,8
2 (19)	8	42,1	6	31,6	5	26,3
3 (19)	4	21,1	7	36,8	8	42,1

Фиксируемые межгрупповые различия заключались в более отчетливом регрессе неврологической симптоматики во 2-ой группе, включая динамику выраженности локальной болезненности триггерных точек

в подостной мышце. Здесь по завершению лечения, в отличие от других групп, отсутствовали выраженные случаи точечной болезненности ($p < 0,0001$).

Сходное соотношение показателей прослеживается и при оценке общей динамики алгий (таблица 2).

Таблица 2. Регресс интенсивности боли, согласно шкале ВАШ ($M \pm m$)

Группы	Уровень боли (в баллах)	
	до	после
1 (19)	$3,5 \pm 0,059$	$1,5 \pm 0,029^*$
2 (19)	$3,6 \pm 0,047$	$1,3 \pm 0,031^*$
3 (19)	$3,6 \pm 0,048$	$2,0 \pm 0,039$

Примечание: в скобках – число наблюдений; * - достоверность ($p < 0,05$) внутригрупповых изменений показателей

Следует отметить, что исходно во всех группах преобладали пациенты со значительным ограничением движения плечевого сустава, составляя в среднем 52% от их общего количества. Однако к завершению лечения во 2-ой группе отмечено их, по сути, устранение ($p < 0,001$), тогда как в других группах они выявлялись чаще ($p < 0,01$). Сами результаты представлены в таблице №3.

Таблица №3 Изменения уровня ограничения движения в плечевом суставе (в процентном и абсолютном исчислении)

Уровень ограничения движения	Группы					
	1		2		3	
	а	б	а	б	а	б
Незначительный	6 (1)	15% (3)	16% (3)	68% (13)	21% (4)	26% (5)
Умеренный	68% (13)	74% (14)	53% (10)	21% (4)	53% (10)	43% (8)
Значительный	26% (5)	11% (2)	31% (6)	11% (2)	26% (5)	31% (6)

Примечание: а, б – уровень показателей до и после лечения

При анализе ЭНМГ после лечения частота регистрации активности достоверно снижалась во всех группах, однако в 2-ой группе с 73,7% до 5,3%, тогда как в сравниваемых группах - с 73,7% до 10,5% и с 79,5% до 26,3% соответственно.

Представленные данные согласовывались с тенденцией к нормализации психического фона именно во 2-ой группе, подтвержденной ростом усредненных показателей САН на 15-18%, тогда как в сравниваемых группах – не более чем на 7% (различия достоверны). Данный факт свидетельствовал в пользу дезактуализации тревожных и ипохондрических настроений, опосредованно влияющих и на восприятие боли как преимущественно субъективного феномена.

В ходе оценки динамики показателей шкалы тревоги Спилберга-Ханина к завершению терапии во 2-ой группе достигнуто заметное улучшение: полное устранение доли случаев высокого уровня тревожности при увеличении доли низкого уровня до 63,2% ($p < 0,001$). Напротив, в 1-ой группе в 15,8% случаев сохранялся высокий уровень тревожности, а в 3-ей – в 42,1% ($p < 0,05$). Полученные результаты отражены в таблице №4.

Таблица №4 Динамика показателей шкалы Спилберга-Ханина (в процентном и абсолютном исчислении)

	Группы					
	1		2		3	
	а	б	а	б	а	б
Высокий уровень тревожности	21% (4)	16% (3)	11% (2)	6% (1)	11% (2)	11% (2)

Средний уровень тревожности	73% (14)	58% (11)	78% (15)	36% (7)	78% (15)	73% (14)
Низкий уровень тревожности	6% (1)	26% (5)	11% (2)	58% (11)	11% (2)	16% (3)

Примечание: а, б – уровень показателей до и после лечения

Заключение:

В результате исследования установлено, что сочетанное применение ишемической компрессии триггерных точек и высокоинтенсивной лазерной терапии демонстрирует наибольшую клиническую эффективность в коррекции миофасциального болевого синдрома плечевого пояса, что подтверждает аддитивный или потенцирующий вклад высокоинтенсивной лазерной терапии в усиление и пролонгацию лечебного действия ишемической компрессии.

В результате достигается отчетливый, устойчивый регресс клинической симптоматики (болевого синдрома, ограничения подвижности в области плечевого сустава), подтвержденный данными опроса, клинического осмотра и инструментального анализа.

Подтверждением эффективности комбинированной терапии служат данные объективного анализа, включая ЭНМГ-мониторинг. Кроме того, данный подход обеспечивает большую комфортность процедуры - за счет анальгетического компонента лазерной терапии.

Таким образом, предложенная комбинированная методика позволяет не только ускорить достижение клинического улучшения, но и повысить устойчивость терапевтического эффекта во времени, что обосновывает её внедрение в практику реабилитации пациентов с миофасциальным болевым синдромом.

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES:

- 1.Вакуленко С.В., Еремушкин М.А. Влияние упражнений изометрического характера на динамику показателей кондиционных способностей у пациентов с дорсопатиями// Вестник восстановительной медицины — [Электронный ресурс <https://doi.org/10.38025/2078-1962-2020-98-4-144-148> — 2020. — [дата обращения: 2025].
- 2.Задорина-Негода Г.Н., Ачкасов Е.Е. Особенности комплексной физической терапии при реабилитации пациентов с неспецифической болью в спине// Вестник восстановительной медицины — [Электронный ресурс <https://doi.org/10.38025/2078-1962-2021-20-2-94-103> — 2021. — [дата обращения: 2025].
- 3.Конита Д.И., Арсиад А., Ариянди А., Абдулла М.М., Харсиад А.Р.А. Сравнительная эффективность сухого иглоукалывания и глубокого фрикционного массажа при миофасциальном болевом синдроме: оригинальное исследование // Вестник восстановительной медицины — [Электронный ресурс <https://doi.org/10.38025/2078-1962-2025-24-4-44-53>]. — 2025. — [дата обращения: 2025].
- 4.Нувахова М.Б. Инновационные технологии в санаторно-курортном лечении пациентов при дорсопатии // Вестник восстановительной медицины — [Электронный ресурс <https://doi.org/10.38025/2078-1962-2020-100-6-66-74> — 2020. — [дата обращения: 2025].
- 5.Опыт применения ботулинотерапии в реабилитации пациентов с фантомным болевым синдромом после ампутации конечности вследствие боевой травмы / В. Е. Юдин, А. И. Щелокова, А. А. Будко [и др.] // Russian Journal of Environmental and Rehabilitation Medicine. – 2025. – № 1. – С. 113-122.
- 6.Рачин, А.П. Миофасциальный болевой синдром / А.П. Рачин, К.А. Якунин, А.В. Демешко –М.: «Геотар-медиа», 2011.- 120 с.
- 7.Усманов, И. Р. Эффективность навигационной транскраниальной магнитной стимуляции в реабилитации пациентов с травмой спинного мозга / И. Р. Усманов, Р. А. Бодрова // Russian Journal of Environmental and Rehabilitation Medicine. – 2026. – № 2. – С. 188-196.
- 8.Шостак Н. А., Правдюк Н. Г. Миофасциальный синдром (синдром грушевидной мышцы) — подходы к диагностике, лечению // РМЖ. — 2014. — № 28. — С. 2022.
- 9.Alonso-Blanco C., Fernández-de-las-Peñas C., Morales-Cabezas M., Zarco-Moreno P., et al. Multiple active myofascial trigger points reproduce the overall spontaneous pain pattern in women with fibromyalgia and are related to widespread mechanical hypersensitivity // Clin J Pain. — 2011; 27 (5): 405-413.

COMBINED USE OF LASER AND MAGNETOTHERAPY IN THE TREATMENT OF PAIN SYNDROME IN THE SHOULDER GIRDLE REGION

Agasarov L.G., Krasnopeeve E.L., Nazarova K.M., Konchugova T.V.

Federal State Budgetary Institution "National Medical Research Center for Rehabilitation and Balneology" of the Ministry of Health of the Russian Federation, Moscow

ABSTRACT.

The aim of the work: assessment of the clinical effectiveness over time and the degree of stability of the results

achieved with a comprehensive treatment method for patients with myofascial pain syndrome in the shoulder girdle region, based on a combination of ischemic compression of trigger points and high intensity laser therapy.

Methods: the examination and treatment of patients were carried out as a blind, prospective, placebo controlled, randomized study in parallel groups for therapeutic and rehabilitation purposes and in sanatorium and resort conditions. The study included 57 patients with myofascial pain syndrome in the shoulder girdle area, diagnosed with “shoulder periarthrosis”. The assessment of patients’ status, as well as any changes in it during therapy, was based on the results of a comprehensive examination, which was carried out with recording: initially, before the start of treatment; after a 10 day course of treatment; and 6 months after the end of treatment to evaluate the long term outcomes of the therapy and the degree to which the achieved results were sustained.

These patients received a basic program consisting of exercise therapy, neck and shoulder massage, and magnetic therapy. They were divided into three groups. Group 1 received ischemic trigger point compression, while Group 2 received both trigger point compression and high-intensity laser therapy. Group 3 received sham laser therapy without ischemic trigger point compression.

Results: The use of a complex technique made it possible to increase the effectiveness of the intervention in terms of reducing the severity of clinical manifestations, reducing the duration of treatment (on average, by 5 days), and also ensures greater comfort of the procedure - due to the analgesic component of laser therapy.

Conclusion: A new effective method for correcting myofascial pain syndrome based on the combined use of ischemic compression and high-intensity laser irradiation of trigger points is proposed.

Keywords: laser and magnetic therapy, shoulder girdle, pain syndrome

Сведения об авторах

Агасаров Л.Г. – д.м.н., профессор, главный научный сотрудник отдела физиотерапии и рефлексотерапии ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр курортологии и реабилитации» Министерства здравоохранения Российской Федерации, президент НП «Профессиональной ассоциации рефлексотерапевтов», Москва, Россия ORCID: 0000-0001-5218-1163

Назарова К.М. – к.б.н., старший научный сотрудник отдела ортопедии, биомеханики, кинезитерапии и мануальной терапии, специалист по эргореабилитации ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр курортологии и реабилитации» Министерства здравоохранения Российской Федерации, член «Русской профессиональной ассоциации эрготерапевтов» Москва, Россия ORCID: 0009-0000-2590-6755

Краснопеева Е.Л. – врач-физиотерапевт, Реабилитационный центр «Холмы», Московская область, м.о. Истра, Россия.

Кончугова Т.В. – доктор медицинских наук, профессор, главный научный сотрудник, отдел физиотерапии и рефлексотерапии, заведующий кафедрой восстановительной медицины, физической терапии и медицинской реабилитации, Национальный медицинский исследовательский центр реабилитации и курортологии Минздрава России. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0991-8988>

АФАЗИЯ ПОСЛЕ ИНСУЛЬТА: ЭПИДЕМИОЛОГИЯ, ПАТОФИЗИОЛОГИЯ И ПОДХОДЫ К РЕАБИЛИТАЦИИ (ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ)

Кончугова Т.В.*, Марченкова Л.А., Евлосева З.М.

ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр реабилитации и курортологии»
Минздрава России

РЕЗЮМЕ.

Афазия является одним из наиболее распространённых неврологических инвалидирующих последствий инсульта, поражающим примерно 1/3 пациентов как в острой, так и в хронической фазах постинсультного восстановления, существенно ограничивающим коммуникативные возможности пациента, снижающим его качество жизни и усложняющим реабилитационный процесс.

Согласно различным исследованиям, афазия развивается у 21–38 % больных, перенёсших инсульт, при этом примерно у 60 % из них это нарушение приобретает хронический характер. В России ежегодно регистрируется около 400 тысяч новых случаев инсульта, при этом общее число людей с постинсультными осложнениями превышает 1 млн, что подчёркивает социальную значимость изучаемой проблемы. При этом, несмотря на наличие признанных классификаций (А. Р. Лурии, Бостонская), высокая вариативность клинических проявлений затрудняет индивидуальное прогнозирование исходов терапии.

Патофизиологический механизм афазии выходит за рамки локальных очагов, охватывая расстройства межполушарного взаимодействия, дисфункцию фронто-субкортикальных связей и вторичные дегенеративные процессы в удалённых отделах мозга. Наличие афазии коррелирует с неблагоприятным прогнозом: увеличением летальности, длительности стационарного лечения, выраженностью инвалидизации и риском аффективных расстройств.

Передовые методы нейровизуализации (фМРТ, ДТТ, спектроскопия) дают возможность оценить состояние речевых сетей и определить предикторы восстановления.

Перспективным направлением реабилитации является сочетание логопедических методик с неинвазивной стимуляцией головного мозга.

Таким образом, комплексная стратегия, включающая подробное клиническое обследование, нейровизуализационное моделирование и индивидуализированные реабилитационные подходы, необходима для оптимизации функциональных результатов у пациентов с постинсультной афазией.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: афазия, инсульт, классификация афазий, патофизиология афазии, реабилитация при афазии, нейровизуализация, логопедическая терапия, неинвазивная стимуляция мозга.

ВВЕДЕНИЕ.

Инсульт представляет собой глобальную медико-социальную проблему, сохраняя статус одной из ключевых причин летальности и стойкой утраты трудоспособности. В РФ ежегодно фиксируется порядка 400 тысяч первичных случаев заболевания, а общее число лиц, имеющих последствия перенесенного инсульта, превышает 1 млн человек [1]. К началу 2026 года отчетливо прослеживается тенденция к «омоложению» патологии: средний возраст пациентов снизился с 66 до 40 лет, при этом на долю лиц моложе 45 лет приходится до 18% всех случаев [2]. В структуре заболеваемости преобладают ишемические инсульты (80–85%), тогда как на геморрагические приходится 15–20% [3]. Последствия инсульта крайне тяжелые: около 60% пациентов получают инвалидность, и лишь 25% возвращаются к профессиональной деятельности. Летальность в остром периоде достигает 35%, а в течение первого года показатель смертности возрастает до 50% [4]. Несмотря на снижение смертности, общее бремя инсульта для системы здравоохранения продолжает расти, что обусловлено старением населения и увеличением числа выживших пациентов, нуждающихся в долгосрочной реабилитации [5].

* Адрес для переписки: Кончугова Татьяна Венедиктовна, e-mail: KonchugovaTV@nmicrk.ru

Цитирование. Кончугова Т.В., Марченкова Л.А., Евлосева З.М. Афазия после инсульта: эпидемиология, патофизиология и подходы к реабилитации (обзор литературы). *Russian Journal of Environmental and Rehabilitation Medicine*. 2026. 3:91-100.

Citation Konchugova T.V., Marchenkova L.A., Evloeva Z.M. Aphasia after stroke: epidemiology, pathophysiology, and approaches to rehabilitation (literature review). *Russian Journal of Environmental and Rehabilitation Medicine*. 2026. 3: 91-100.

Афазия является одним из наиболее частых последствий инсульта, существенно влияющим на показатели заболеваемости, смертности и экономические затраты на реабилитацию. Афазия определяется как приобретённое системное неврологическое расстройство ранее сформированной речевой функции, обусловленное органическим поражением коры речевых центров головного мозга и проявляющееся полной или частичной утратой способности к использованию собственной либо восприятию обращённой к пациенту речи, а также читать, писать и жестикулировать [6]. В МКБ-10 афазия представлена в двух разделах: R47.0 «Дисфазия и афазия» («Нарушения речи, не классифицированные в других рубриках») и G31.0 «Прогрессирующая изолированная афазия» («Дегенеративные болезни нервной системы») [7].

Эпидемиология постинсультной афазии

Согласно статистике Национальной ассоциации афазии, данное речевое нарушение диагностируется у 1/3 из 25,7 млн человек, перенесших инсульт в мире [8]. Различные исследования указывают на распространенность афазии в диапазоне от 21% до 38%, при этом в 60% случаев патология приобретает хронический характер (длительность более 6 месяцев) [9]. Наблюдаются заметные различия в частоте встречаемости афазии в зависимости от этнической принадлежности, а к 2050 году прогнозируется двукратный рост числа таких пациентов [1]. Анализ 75 публикаций из 43 стран за 2000–2021 годы подтверждает широкую вариативность распространенности афазии (от 7% до 77%), причем показатели остаются сопоставимыми как для стран с высоким, так и со средним уровнем дохода [10]. Согласно исследованию, Grönberg A. et al., заболеваемость афазией снизилась на 30% в период с 2005 по 2018 год, достигнув уровня 31 случай на 100 000 человеко-лет, при этом наиболее выраженная динамика наблюдалась у мужчин. Несмотря на снижение частоты, тяжесть первичных проявлений остается высокой: преобладают глобальные и тяжелые формы [11]. В работе Mitchell C. et al. указывается, что коммуникативные расстройства встречаются у 64% пациентов после инсульта, причем афазия в сочетании с дизартрией диагностируется в 28% случаев, а изолированная афазия – в 12%. Риск развития таких нарушений и неблагоприятный прогноз выше у пожилых пациентов с тяжелым течением инсульта [12]. В острой фазе заболевания глобальная афазия встречается в 20–40% случаев, классические формы (Брока, Вернике) – у 25% пациентов, а 10–15% случаев не классифицируются по стандартным критериям [1]. Исследования подтверждают, что афазия развивается у 20% пациентов, перенесших инсульт, причем фибрилляция предсердий выступает значимым фактором риска. Структура нарушений включает глобальную (50%), моторную (27,7%), сенсорную (11,1%), кондуктивную (8,3%) и номинальную (2,8%) формы. Локализация очага поражения (бассейн СМА, лобные, височные, теменные доли и базальные ганглии) напрямую коррелирует с типом афазии, что подтверждается данными современной литературы [13].

Частота возникновения афазии составляет 43 случая на 100 000 населения, при этом риск её развития коррелирует с возрастом (увеличиваясь на 3–4% ежегодно) [1]. Li T.T. и соавт. на основании анализа обширной выборки авторы установили, что женщины подвержены риску постинсультной афазии в 1,23 раза чаще мужчин (36% против 31% соответственно). Кроме того, в данном исследовании выявлены гендерные различия в типах речевых нарушений: у женщин статистически чаще диагностировались глобальная афазия и афазия Брока, тогда как у мужчин преобладала аномическая форма [14]. Следует уточнить, что научное сообщество не пришло к единому мнению и часть исследователей подтверждают влияние возраста и пола на частоту, тяжесть и беглость речи при афазии, в то время как другие авторы не находят статистически значимых доказательств такой связи. Показатели распространенности постинсультной афазии характеризуются методологической неоднородностью, что накладывает ряд ограничений на интерпретацию данных. Между тем, точные эпидемиологические данные о частоте и характере афазии необходимы для эффективного распределения ресурсов и выстраивания стратегий долгосрочной реабилитации.

Патофизиологические механизмы развития постинсультной афазии

Современная терапия афазии все чаще отходит от шаблонных подходов в пользу персонализированных стратегий, что требует глубокого понимания патофизиологии заболевания. Несмотря на индивидуальные различия, пациенты с одним типом афазии демонстрируют схожие паттерны речевых нарушений, что позволяет дифференцировать их от других форм патологии. Предсказуемость этих нарушений обусловлена двумя факторами: анатомическим единообразием зон кровоснабжения мозга, из-за чего поражение конкретной артерии вызывает типичные повреждения; относительной стабильностью функциональной организации речевых центров у большинства людей. Тем не менее, даже внутри одной диагностической группы сохраняется значительная вариативность клинической картины [1].

Традиционно патогенез афазии связывали с гипоперфузией коры, вызванной окклюзией или стенозом магистральных артерий, при этом нормализация кровотока приводила к регрессу симптоматики. Параллельно накапливались данные о роли базальных ганглиев в обеспечении различных аспектов речевой деятельности: от лексико-семантической и морфосинтаксической обработки до фонологического анализа и когнитивных функций высшего порядка. В частности, модель Б. Кроссона (1985) постулирует, что базальные ганглии выступают в роли субкортикального интегратора, который, взаимодействуя с корой и таламусом, модулирует процессы речепорождения. Тем не менее, данные концепции не дают исчерпывающего объяснения механизмов развития речевых расстройств [15].

Современные методы нейровизуализации существенно расширили понимание патофизиологии постинсультной афазии. Исследования Xu L. и соавт. (2020) выявили снижение функциональной связности

(ФС) между зонами Брока и Вернике на фоне инсульта базальных ганглиев. Авторы связывают наблюдаемое в подостром периоде усиление внутриполусферной ФС с компенсаторными процессами, направленными на восстановление речи [16]. Важную роль также играет повреждение проводящих путей белого вещества, нарушающее взаимодействие между корковыми речевыми центрами. В частности, доказана связь между целостностью левого крючковидного пучка и показателями теста WAB. Исследования амплитуды низкочастотных флуктуаций (ALFF) в левом височном полюсе подтверждают, что динамика восстановления речевых функций (спонтанной речи, навыков называния) положительно коррелирует с нормализацией нейрофизиологических показателей в данных областях [17].

Благодаря современным технологиям функциональной нейровизуализации удалось детально изучить механизмы восстановления речи в постинсультный период. Ключевым звеном в обеспечении речевой деятельности, включая когнитивный контроль и рабочую память, являются фронтально-подкорковые нейронные сети. Взаимодействие зоны Брока с базальными ганглиями критически важно для лексико-синтаксических операций, в то время как петля «пре-SMA – базальные ганглии» регулирует фонологический выбор [18]. Эффективность восстановления навыка называния определяется укреплением функциональных связей как внутри речевых сетей, так и межполушарно; при этом деградация данных связей препятствует реабилитации, что подчеркивает значимость нейропластичности. Для анализа анатомической целостности этих путей применяется диффузионно-тензорная томография (ДТТ). В частности, повреждение фронтостриатальных трактов, связывающих дополнительную моторную область с хвостатым ядром, часто приводит к развитию неплавной афазии. Тем не менее, стандартная ДТТ имеет ограничения: гауссова модель не позволяет точно интерпретировать данные в областях пересечения волокон и при наличии свободной воды [15]. Учитывая, что подавляющее большинство проводящих путей (включая нижний лобно-затылочный пучок) характеризуется сложной архитектурой перекрещивающихся волокон, точность количественной оценки состояния белого вещества с помощью ДТТ остается дискуссионной.

Диффузионная спектральная визуализация (ДСВ) признана наиболее точным неинвазивным инструментом трактографии, способным детально отображать сложную архитектуру нервных волокон внутри одного вокселя. Использование количественной анизотропии (КА) в рамках ДСВ позволяет минимизировать искажения, вызванные пересечением волокон и влиянием свободной воды, что существенно повышает пространственное разрешение метода [18]. В дополнение к этому, для анализа патологий белого вещества применяются инновационные подходы: дифференциальная трактография, позволяющая выявлять изменения путей при сравнении нескольких сканов, и корреляционная трактография, связывающая состояние проводящих путей с конкретными клиническими показателями [19]. Ряд исследований подтверждает, что речевые расстройства после инсульта напрямую связаны с дегенерацией проводящих путей. В частности, Kim G. с соавт. (2021) установили, что при субкортикальной афазии в подостром периоде повреждаются такие структуры, как нижняя и верхняя лобные извилины, передняя таламусная радиация, мозолистое тело и малые пиццы [20]. Роль верхней лобной извилины в развитии данного состояния также подтверждается данными мультимодальной МРТ, полученными Zhang J. и коллегами [21].

В норме межполушарный баланс возбудимости поддерживается за счет транскаллозального торможения. Согласно гипотезе, Nan Y. и соавт., инсульт в области левых базальных ганглиев повреждает мозолистое тело, что приводит к избыточному тормозному влиянию на гомологичные зоны правого полушария. Этот дисбаланс нарушает межполушарное взаимодействие и провоцирует развитие афазии [22]. Роль мозолистого тела в обеспечении речевых функций (беглость, называние предметов, понимание текста) подтверждается рядом исследований [23]. Поскольку волокна мозолистого тела связывают премоторные, моторные и теменные области обоих полушарий, их повреждение при инсульте базальных ганглиев ведет к разобщению дополнительной моторной области (SMA). Учитывая ключевую роль SMA в инициации речи и когнитивном контроле, такие повреждения закономерно вызывают моторную афазию и когнитивный дефицит. Кроме того, исследования Wang N.Y. (2021) подтверждают, что нарушение целостности мозолистого тела затрудняет межполушарную коммуникацию в зонах, ответственных за чтение, что приводит к дислексии [24].

Исторически функционал мозжечка ограничивали исключительно моторным контролем. Тем не менее, за последние 30 лет утвердилась концепция «мозжечковой нейрокогниции». В частности, был выделен «мозжечковый когнитивно-аффективный синдром» (МКАС), характеризующийся специфическим набором когнитивных и эмоциональных расстройств при локальных повреждениях мозжечка. Данные нейровизуализации подтверждают участие задних отделов мозжечка и правого свода мозга в процессах семантической и лексико-фонологической обработки при назывании предметов [25]. Логично предположить, что поражение левой задней части мозжечка и свода мозга способно нарушать механизмы поиска слов как напрямую (через дефицит лексико-семантической обработки), так и опосредованно (через расстройства эпизодической памяти). Таким образом, подобные повреждения могут выступать факторами, усугубляющими нарушения речи – понимания, называния и чтения – у пациентов, перенесших инсульт. Даже незначительные инсульты, если они затрагивают речевые зоны мозга или связывающие их «магистраль», способны вызвать длительные проблемы с речью. При масштабных поражениях ситуация осложняется тем, что гибнет не только серое вещество, но и разрушаются глубокие проводящие пути (белое вещество), отвечающие за передачу

сигналов. Понимание того, как мозг пытается «починить» себя сам, позволяет ученым разрабатывать более точные методики реабилитации, помогающие восстановить нарушенные нейронные связи.

Клинические проявления постинсультной афазии и их влияние на качество жизни пациента

Постинсультная афазия является прогностически неблагоприятным фактором, который ассоциирован с ростом показателей летальности, замедлением восстановительных процессов и препятствует возвращению пациента к трудовой деятельности. Неврологический дефицит при афазии часто носит комплексный характер, сочетаясь с алексией, аграфией, акалькулией, а также двигательными и координаторными нарушениями [26, 27]. Данная совокупность патологий приводит к выраженной социальной дезадаптации и снижению качества жизни, что делает раннее начало реабилитационных мероприятий критически важным [28].

Статистические данные подтверждают, что афазия повышает риск внутрибольничной смертности почти в три раза и увеличивает сроки госпитализации. Уровень субъективного благополучия пациентов определяется тяжестью инсульта и сопутствующими психоэмоциональными расстройствами (депрессией, апатией, быстрой утомляемостью), которые ограничивают коммуникативные возможности [29]. Таким образом, для улучшения функциональной независимости и социальной адаптации пациентов необходимо интегрировать методы психоэмоциональной коррекции в стандартные протоколы реабилитации.

Традиционные методы реабилитации пациентов с постинсультной афазией и их ограничения

Основным методом реабилитации пациентов с афазией остается поведенческая логопедическая терапия (ЛПТ), которая представлена двумя ключевыми стратегиями. Первая – это терапия, ориентированная на устранение конкретных языковых дефицитов (фонологических, лексических или синтаксических). Предполагается, что восстановление этих компонентов приведет к улучшению коммуникации и качества жизни в целом. Вторая стратегия – функционально-коммуникативный подход, который делает акцент не на исправлении речевых нарушений, а на преодолении барьеров в общении, адаптации среды и обучении близких пациента [30]. Исторически доказательная база терапии афазии была ограничена исследованиями малых групп, что на протяжении десятилетий вызывало дискуссии о ее эффективности. Трудности в оценке результатов были связаны как с недостаточной статистической мощностью исследований, так и с невозможностью отделить эффект терапии от естественных процессов восстановления в острой фазе. Тем не менее, современные метаанализы, обобщающие данные за последнее десятилетие, подтверждают высокую эффективность логопедической реабилитации, несмотря на отсутствие единых стандартов для различных типов афазии [26].

Существует ряд доказанных методик реабилитации при апраксии речи и афазии. В частности, при апраксии положительный эффект демонстрируют синхронизация речи, мелодико-интонационная терапия, фонемоторные упражнения, а также методы, направленные на коррекцию речевой продукции и детализацию. Для преодоления лексико-семантических дефицитов (проблем с называнием и пониманием слов) успешно применяются семантический анализ признаков и компьютерные программы на сопоставление изображений с лексемами. При афазии Брока эффективность в восстановлении грамматического строя речи подтверждена структурированными терапевтическими программами [31].

Отдельного внимания заслуживают два контрастных подхода. Терапия, вызванная ограничением (CIAT): предполагает исключение невербальных способов коммуникации (жестов, письма, рисунков) в пользу исключительно устной речи. Согласно данным исследований, рассматриваемый метод демонстрирует эффективность, сопоставимую с результатами интенсивных очных занятий с логопедом. В то же время подход, направленный на развитие коммуникативной компетенции, базируется на использовании любых доступных способов передачи информации, включая невербальные средства (жесты, рисунки, указательные знаки) [26]. Несмотря на развитие методов логопедической коррекции афазии, проблема индивидуализации терапии и прогнозирования её исходов остается нерешенной. За последние четыре десятилетия в этой области не было достигнуто значимых успехов: исследователям не удалось установить устойчивую связь между персональными характеристиками пациента и эффективностью реабилитации. Хотя такие параметры, как возраст или степень тяжести поражения, влияют на процессы спонтанного восстановления, их прогностическая значимость для целенаправленной терапии остается предметом дискуссий [32]. На текущий момент ключевыми предикторами успеха считаются возраст и тяжесть афазии. Установлено, что при тяжелых формах нарушения прогноз восстановления менее благоприятен, что связывают с обширностью очагов поражения и нехваткой нейронных ресурсов для компенсации утраченных функций. Возраст также оказывает влияние из-за снижения нейропластичности, однако этот фактор менее критичен, чем тяжесть самого нарушения. Развитие дистанционных технологий сделало логопедическую помощь более доступной и экономически эффективной. Оценка результативности телереабилитации остается неоднозначной: одни исследования указывают на отсутствие существенных преимуществ дистанционных методов перед традиционными, в то время как другие (включая гибридные форматы) подтверждают, что телереабилитация не уступает очным занятиям по своей эффективности [33]. В ситуациях, когда доступ к очной терапии затруднен, перспективным решением становится компьютеризированная логопедия. Самостоятельные тренировки с помощью специализированного программного обеспечения позволяют пациентам с хроническими нарушениями поддерживать высокую интенсивность занятий. Крупномасштабные рандомизированные исследования подтверждают, что такой подход способствует развитию навыков

называния и улучшению слухового восприятия. В целом, компьютерные технологии являются действенным инструментом для обеспечения интенсивной практики, способствующей восстановлению речевых функций [28].

В терапии острого ишемического инсульта ключевой задачей является реперфузия тканей, окружающих зону некроза (пенумбру). Эффективность внутривенного тромболизиса и эндоваскулярных вмешательств в улучшении общих исходов инсульта подтверждена крупными рандомизированными клиническими исследованиями (РКИ) [34]. Хотя прямых данных о влиянии этих методов на афазию недостаточно, клинические наблюдения указывают на положительную динамику речевых функций.

В отношении хронической постинсультной афазии доказано, что фармакотерапия без логопедического сопровождения малоэффективна. Тем не менее, медикаменты могут выступать в роли адъювантной терапии, стимулируя нейропластичность – процесс перестройки нейронных сетей и формирования новых функциональных связей [32]. Ряд препаратов, таких как ингибиторы ацетилхолинэстеразы, декстроамфетамин и СИОЗС, демонстрируют умеренную эффективность. Пирацетам показывает кратковременный эффект преимущественно в отношении письменной речи, тогда как мемантин демонстрирует потенциал для более стойкого восстановления [35]. Также отмечена эффективность Ипигрикса и Целлекса в составе комплексной реабилитации [36]. Тем не менее, из-за методологических ограничений большинства исследований (малые выборки, отсутствие ослепления) на сегодняшний день отсутствуют убедительные доказательства высокой терапевтической значимости какого-либо конкретного препарата для лечения афазии.

Альтернативным методом стимуляции синаптической пластичности и реорганизации нейронных сетей, отвечающих за речь, является неинвазивная стимуляция мозга. В частности, в рандомизированных контролируемых исследованиях (РКИ) изучались эффекты транскраниальной стимуляции постоянным током (tDCS) и повторяющейся транскраниальной магнитной стимуляции (rTMS). Принцип действия tDCS заключается в воздействии слабым электрическим током (1–4 мА) на кору головного мозга. Хотя интенсивности тока недостаточно для генерации потенциала действия, он вызывает субпороговую поляризацию нейронов, повышая их готовность к возбуждению в процессе выполнения когнитивных задач. Важно отметить, что tDCS эффективна только при сочетании с поведенческой (языковой) терапией: изолированное применение метода не дает значимых результатов у пациентов с афазией. Исследования фМРТ подтверждают, что стимуляция модулирует активность всей нейронной сети, задействованной в конкретной задаче [32]. Клинические данные демонстрируют высокую эффективность анодной tDCS: стимуляция левой нижней лобной извилины в сочетании с логопедическими занятиями значительно улучшает показатели называния предметов и действий, а также описания изображений по сравнению с плацебо [29]. В свою очередь, катодная tDCS, направленная на подавление активности правой нижней лобной извилины или правого мозжечка, способствует ускорению речевых реакций, что подтверждает гипотезу о терапевтическом эффекте ингибирования правополушарных зон при афазии [37].

Исследования показывают, что сочетание транскраниальной стимуляции постоянным током (tDCS) правого мозжечка с компьютерными лексико-семантическими упражнениями способствует восстановлению речи у пациентов с хронической афазией. Примечательно, что tDCS обеспечивает эффект переноса на необработанные стимулы, чего не наблюдается при изолированной терапии. В отличие от tDCS, ритмическая транскраниальная магнитная стимуляция (rTMS) способна напрямую индуцировать потенциалы действия и перестраивать нейронные сети даже без выполнения когнитивных задач. Применение rTMS в реабилитации афазии базируется на модуляции возбудимости коры: низкочастотная стимуляция правого полушария направлена на подавление его гиперактивности, что косвенно стимулирует перилезиональные зоны левого полушария, тогда как высокочастотная стимуляция левого полушария призвана активировать поврежденные речевые центры [38]. Несмотря на то, что в ряде работ сообщается о положительном влиянии обоих протоколов rTMS на восстановление речи, систематические обзоры указывают на недостаточную доказательную базу эффективности низкочастотной стимуляции [39]. Аналогично, метаанализы ставят под сомнение способность tDCS улучшать функциональную коммуникацию, несмотря на успехи в тренировке называния предметов [40]. В итоге, на сегодняшний день не существует единого «золотого стандарта» нейромодуляции при афазии, однако доказана высокая эффективность интенсивных структурированных компьютерных программ в развитии коммуникативных навыков.

Принципы и возможности применения технологии виртуальной реальности в неврологической реабилитации пациентов с афазией

Высокая частота встречаемости и разнообразие когнитивных дефицитов у пациентов, перенесших инсульт, диктуют необходимость интеграции современных методов нейрокогнитивной реабилитации, включая аппаратно-программные комплексы [41]. Внедрение инновационных решений, в частности технологий виртуальной реальности (VR), существенно меняет подходы к восстановлению речевых функций при афазии. Под виртуальной реальностью понимается интерактивная трехмерная среда, имитирующая объекты и события реального мира, доступная через различные устройства отображения (от мониторов до VR-шлемов). Ключевым преимуществом VR является эффект «погружения» (иммерсивности), обеспечивающий взаимодействие с виртуальными объектами способами, близкими к естественным. Мультисенсорная обратная связь (визуальная, слуховая, тактильная) позволяет моделировать ситуации,

максимально приближенные к повседневной коммуникации, при сохранении полного контроля над параметрами среды [42]. Сочетание иммерсивности, интерактивности и воображения делает VR перспективным инструментом нейрореабилитации, способствующим нейропластичности и социальной адаптации. Кроме того, использование VR в постинсультном периоде обеспечивает безопасную, мотивирующую среду для многократного повторения упражнений с немедленной коррекцией действий [43].

Применение технологий виртуальной реальности (VR) в реабилитации пациентов с афазией активно изучается благодаря таким преимуществам, как высокая экологическая валидность, возможность увеличения интенсивности тренировок, автономность занятий и использование мультимодальных симуляций [23]. Ряд систематических обзоров подтверждает эффективность VR в улучшении языковых навыков и повышении качества жизни пациентов [44, 45]. Тем не менее, доказательная база остается ограниченной: большинство работ носят пилотный характер и не включают контрольные группы, что затрудняет оценку преимуществ VR перед традиционными методами. В тех немногих исследованиях, где проводилось сравнение с очной терапией, значимых различий в динамике языковых показателей (например, при коррекции аномии) выявлено не было [46, 47]. Авторы этих работ приходят к выводу, что VR является равноценной, но не превосходящей альтернативой классическим подходам. При этом потенциал VR как среды для моделирования естественных коммуникативных ситуаций остается нераскрытым. Текущие исследования зачастую лишь переносят стандартные клинические протоколы в виртуальную среду, ограничиваясь статичными задачами и не используя в полной мере мультимодальные возможности технологии.

Эффективность виртуальной реальности в образовательном процессе зависит от ряда факторов, среди которых ключевое значение имеет степень иммерсивности. Согласно исследованиям [48, 49], именно иммерсивные VR-технологии демонстрируют наилучшие результаты в развитии коммуникативных навыков и усвоении лексики. Теоретическая база CAMIL [50] объясняет этот эффект через три технологических параметра: уровень погружения, возможности контроля и точность визуализации [51]. Эти характеристики формируют у пользователя психологическое ощущение «присутствия» (эффект нахождения в среде) и «субъектности» (ощущение контроля над действиями). Сочетание этих факторов способствует глубокому погружению, что, согласно эмпирическим данным, положительно сказывается на памяти и результатах обучения. Механизм этого влияния опосредован когнитивными и аффективными процессами, такими как мотивация, интерес, самооффективность и когнитивная нагрузка. Таким образом, иммерсивность выступает критически важным условием для эффективного изучения иностранного языка, что подтверждается сравнительными исследованиями иммерсивных и неиммерсивных VR-сред.

Эффективность VR-терапии при афазии выходит за рамки простого иммерсивного воздействия, обеспечиваемого шлемами виртуальной реальности. Главное преимущество таких систем заключается в создании «экологически валидной» среды, имитирующей реальные жизненные сценарии (например, социальные взаимодействия), что позволяет пациентам тренировать коммуникацию в контексте, приближенном к естественному [23, 52]. Помимо эмоционально-когнитивного влияния, успех VR-реабилитации объясняется теорией обучения. Согласно подходу Франко и соавт., восстановление речи при афазии базируется на механизмах нейропластичности и памяти, обеспечивающих формирование новых лексико-семантических связей [53]. Таким образом, результативность терапии напрямую зависит от способности пациента к переобучению: чем эффективнее задействуются когнитивные механизмы усвоения информации, тем успешнее происходит восстановление навыков словоупотребления.

Более глубокий анализ позволяет предположить, что иммерсивная VR влияет на фундаментальные языковые процессы [54]. Усвоение лексики требует формирования ментальных репрезентаций и установления связей между новыми и уже известными словами (лексико-семантическая интеграция), что подтверждается данными нейровизуализации [55]. При афазии часто наблюдаются специфические нарушения: например, семантические парафазии (замена слов близкими по смыслу), возникающие из-за сбоя в процессах лексического выбора и торможения конкурирующих лексических единиц [56].

Поскольку и процесс усвоения слов, и природа лексических ошибок тесно связаны с лексико-семантическими механизмами, иммерсивная VR может выступать эффективным инструментом их коррекции. Технология способствует как созданию новых ассоциативных связей (при изучении редких слов), так и укреплению существующих (при реабилитации пациентов с афазией) [57]. Таким образом, сочетание эффекта погружения и реалистичного контекста облегчает лексико-семантическую интеграцию. Тем не менее, следует учитывать и возможные риски: ряд исследований указывает на нежелательные эффекты использования иммерсивных технологий в остром периоде после инсульта [58].

В отличие от большинства систематических обзоров, фокусирующихся на VR как на изолированном методе реабилитации, современные исследования всё чаще рассматривают его в синергии с другими инновационными технологиями. Интеграция VR с роботизированными комплексами, тактильными интерфейсами и методами неинвазивной стимуляции мозга демонстрирует более выраженный терапевтический эффект по сравнению с традиционными подходами [59]. Перспективным направлением также является внедрение VR в систему телереабилитации, что позволяет проводить занятия в домашних условиях [60].

Эффективность VR-терапии вариативна и зависит от локализации поражения и исходного когнитивного статуса пациента. В целом, VR способствует улучшению памяти, исполнительных функций,

праксиса, а также снижению психоэмоционального напряжения. При этом выявлена специфическая динамика: у пациентов с поражением левого полушария улучшается речь и уменьшается астения, а у пациентов с правосторонним поражением – внимание и эмоциональный интеллект [61]. Вместе с тем, успех реабилитации ограничивается рядом факторов: апатией, афазией и доинсультными когнитивными дефицитами (для левополушарных поражений), а также зрительно-пространственными нарушениями и повторными инсультами (для правополушарных) [62]. Таким образом, актуальной задачей является создание персонализированных VR-протоколов, учитывающих этиологию и тяжесть когнитивного дефицита.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ. Учитывая устойчивую тенденцию к увеличению доли пациентов с хроническими речевыми дефицитами, разработка передовых методов реабилитации становится приоритетной задачей. Актуальные научные данные свидетельствуют о высокой результативности цифровых технологий, которые позволяют интенсифицировать терапевтический процесс и обеспечивают возможность проведения занятий в гибком, в том числе дистанционном, режиме.

Особый интерес представляют технологии виртуальной реальности (VR), создающие контролируемую среду для восстановления когнитивных и моторных функций. Ключевое преимущество VR заключается в возможности моделирования жизненных ситуаций с адаптацией под индивидуальные потребности пациента. Несмотря на доказанную эффективность VR в нейрореабилитации, вопрос их применения при афазии остается дискуссионным, особенно в остром периоде инсульта, из-за риска побочных эффектов. Текущие данные носят предварительный характер, однако интеграция принципов нейрореабилитации (целеориентированность, обратная связь, дозированная сложность) в VR-среду открывает широкие перспективы. Дальнейшие исследования должны сфокусироваться на выявлении ключевых механизмов эффективности VR, что позволит сделать реабилитацию более безопасной и персонализированной.

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES:

1. Клинические рекомендации «Ишемический инсульт и транзиторная ишемическая атака» (2024). Clinical Guidelines «Ischemic Stroke and Transient Ischemic Attack» (2024).
2. Дорохова П.Ю. Инсульт «помолодел». Факторы риска, выходящие за рамки возраста. Вестник науки. 2026. Т. 2, № 4(97). С. 945–950. EDN CIVGGN. Dorokhova P.Yu. Stroke is getting “younger”. Risk factors beyond age. Vestnik Nauki. 2026. Vol. 2, No. 4(97). Pp. 945–950. EDN CIVGGN.
3. Арамисова Р.М., Камбачокова А.А., Камбачокова З.А. и др. Частота и структура инсультов мозга и их факторов риска: меры профилактики повторных инсультов на амбулаторном этапе. Антибиотики и химиотерапия. 2025. Т. 70, № 5–6. С. 41–44. DOI 10.37489/0235-2990-2025-70-5-6-41-44. EDN HLSYPV. Aramisova R.M., Kambachokova A.A., Kambachokova Z.A. et al. Frequency and structure of brain strokes and their risk factors: measures for prevention of recurrent strokes at the outpatient stage. Antibiotiki i Khimioterapiya. 2025. Vol. 70, No. 5–6. Pp. 41–44. DOI 10.37489/0235-2990-2025-70-5-6-41-44. EDN HLSYPV.
4. Кулеш А.А., Сыромятникова Л.И. Диагностика и профилактика внутримозгового кровоизлияния: руководство для врачей. М.: ГЭОТАР-Медиа, 2021. 232 с. Kulesh A.A., Syromyatnikova L.I. Diagnosis and prevention of intracerebral hemorrhage: a guide for physicians. Moscow: GEOTAR-Media, 2021. 232 p.
5. Li L., Scott C.A., Rothwell P.M.; Oxford Vascular Study. Trends in stroke incidence in high-income countries in the 21st century: population-based study and systematic review. Stroke. 2020. Vol. 51, No. 5. Pp. 1372–1380. DOI 10.1161/STROKEAHA.119.028484. PMID 32208842; PMCID PMC7185053.
6. Le H., Lui F., Lui M.Y. Aphasia. In: StatPearls [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing, 2026. [Updated 2024 Oct 29]. Available from:
7. Международная классификация болезней (МКБ-10) (утв. Приказом Минздрава РФ от 27.05.1997 № 170). <https://zakonbase.ru/content/part/416261> International Classification of Diseases (ICD-10) (approved by Order of the Ministry of Health of the Russian Federation No. 170 dated 27.05.1997). <https://zakonbase.ru/content/part/416261>
8. Sreenivas S., Ellis R.R., Mitchell K. What Is Aphasia? Med. rev. by Sheikh Z. (April 23, 2024). Available from: https://translated.turbopages.org/brain/aphasia-causes-symptoms-types-treatments/proxy_u/en-ru.ru.c4662328-69ef4945-20ca9fb3-74722d776562
9. Bhattarai B., Mohapatra B. Projected poststroke aphasia prevalence by 2050: demographic trends, contributing factors, and implications for clinical practice and research. Journal of Speech, Language, and Hearing Research. 2026. Vol. 69, No. 3. Pp. 1105–1115. DOI 10.1044/2025_JSLHR-25-00176. PMID 41628448.
10. Frederick A., Jacobs M., Adams-Mitchell C. et al. The global rate of post-stroke aphasia. Perspectives of the ASHA Special Interest Groups. 2022. Vol. 7. Pp. 1567–1572. DOI 10.1044/2022_PERSP-22-00111.
11. Grönberg A., Henriksson I., Stenman M. et al. Incidence of aphasia in ischemic stroke. Neuroepidemiology. 2022. Vol. 56, No. 3. Pp. 174–182. DOI 10.1159/000524206. PMID 35320798.
12. Mitchell C., Gittins M., Tyson S. et al. Prevalence of aphasia and dysarthria among inpatient stroke survivors: describing the population, therapy provision and outcomes on discharge. Aphasiology. 2021. Vol. 35, No. 7. Pp. 950–960. DOI 10.1080/02687038.2020.1759772.
13. Khedr E.M., Abbass M.A., Soliman R.K. et al. A hospital-based study of post-stroke aphasia: frequency, risk factors, and topographic representation. Egypt J Neurol Psychiatry Neurosurg. 2020. Vol. 56, Article 2. DOI 10.1186/s41983-019-0128-1.
14. Li T.T., Zhang P.P., Zhang M.C. et al. Meta-analysis and systematic review of the relationship between sex and the risk or incidence of poststroke aphasia and its types. BMC Geriatr. 2024. Vol. 24, Article 220. DOI 10.1186/s12877-024-04765-0.
15. Seo R., Stocco A., Prat C.S. The bilingual language network: differential involvement of anterior cingulate, basal ganglia and prefrontal cortex in preparation, monitoring, and execution. Neuroimage. 2018. Vol. 174. Pp. 44–56. DOI 10.1016/j.neuroimage.2018.02.010. PMID 29486320.
16. Xu L., Huang L., Cui W. et al. Reorganized functional connectivity of language centers as a possible compensatory mechanism for basal ganglia aphasia. Brain Inj. 2020. Vol. 34, No. 3. Pp. 430–437. DOI 10.1080/02699052.2020.1716995. PMID 31955634.
17. Zhang B., Chang J., Park J. et al. Uncinate fasciculus and its cortical terminals in aphasia after subcortical stroke: a multi-modal MRI study. NeuroImage Clinical. 2021. Vol. 30, Article 102597. DOI 10.1016/j.nicl.2021.102597. PMID 33684729; PMCID PMC7941046.

18. Camerino I., Ferreira J., Vonk J.M. et al. Systematic review and meta-analyses of word production abilities in dysfunction of the basal ganglia: stroke, small vessel disease, Parkinson's disease, and Huntington's disease. *Neuropsychology Review*. 2024. Vol. 34, No. 1. Pp. 1–26. DOI 10.1007/s11065-022-09570-3. PMID 36564612.
19. Yeh F.C., Zaydan I.M., Suski V.R. et al. Differential tractography as a track-based biomarker for neuronal injury. *Neuroimage*. 2019. Vol. 202, Article 116131. DOI 10.1016/j.neuroimage.2019.116131.
20. Kim G., Jeong B., Choi M. et al. Neural substrates of subcortical aphasia in subacute stroke: voxel-based lesion symptom mapping study. *Journal of Neurological Sciences*. 2021. Vol. 420, Article 117266. DOI 10.1016/j.jns.2020.117266. PMID 33341084.
21. Zhang J., Zhong S., Zhou L. et al. Correlations between dual-pathway white matter alterations and language impairment in patients with aphasia: a systematic review and meta-analysis. *Neuropsychology Review*. 2021. Vol. 31, No. 3. Pp. 402–418. DOI 10.1007/s11065-021-09482-8. PMID 33656701.
22. Han Y., Jing Y., Li X. et al. Clinical characteristics of post-stroke basal ganglia aphasia and the study of language-related white matter tracts based on diffusion spectrum imaging. *NeuroImage*. 2024. Vol. 295, Article 120664. DOI 10.1016/j.neuroimage.2024.120664. PMID 38825217.
23. Dresang H.C., Hula W.D., Yeh F.C. et al. White-matter neuroanatomical predictors of aphasic verb retrieval. *Brain Connectivity*. 2021. Vol. 11, No. 4. Pp. 319–330. DOI 10.1089/brain.2020.0921.
24. Wang N.Y., Wang H.S., Liu Y.C. et al. Investigating the white matter correlates of reading performance: evidence from Chinese children with reading difficulties. *PLOS ONE*. 2021. Vol. 16, No. 3, Article e0248434. DOI 10.1371/journal.pone.0248434.
25. Brady M.C., Kelly H., Godwin J. et al. Speech and language therapy for aphasia following stroke. *Cochrane Database Syst Rev*. 2016. No. 6, Article CD000425. DOI 10.1002/14651858.CD000425.pub4. PMID 27245310; PMCID PMC8078645.
26. Nakagawa Y., Sano Y., Funayama M. et al. Prognostic factors for long-term improvement from stroke-related aphasia with adequate linguistic rehabilitation. *Neurological Sciences*. 2019. Vol. 40, No. 10. Pp. 2141–2146. DOI 10.1007/s10072-019-03956-7.
27. Lazar R.M., Antoniello D. Variability in recovery from aphasia. *Current Neurology and Neuroscience Reports*. 2008. Vol. 8, No. 6. Pp. 497–502. DOI 10.1007/s11910-008-0079-x.
28. Kurup A., Alby A., Saju A.M. et al. The impact of poststroke aphasia on quality of life: a comparative cross-sectional study. *Cureus*. 2024. Vol. 16, No. 8, Article e66988. DOI 10.7759/cureus.66988.
29. Харитошина А.А. Основные подходы к комплексной реабилитации лиц с афазией. *Научный Лидер*. 2021. № 30(32). С. 27–29. Kharitoshina A.A. Main approaches to comprehensive rehabilitation of persons with aphasia. *Nauchnyi Lider*. 2021. No. 30(32). Pp. 27–29.
30. Исакова Е.В., Котов С.В., Гуц Е.С. Особенности постинсультных речевых нарушений и возможности зеркальной терапии в восстановлении пациентов. *Журнал неврологии и психиатрии им. С.С. Корсакова*. 2026. Т. 126, № 1. С. 31–36. Isakova E.V., Kotov S.V., Guts E.S. Features of post-stroke speech disorders and possibilities of mirror therapy in patient recovery. *S.S. Korsakov Journal of Neurology and Psychiatry*. 2026. Vol. 126, No. 1. Pp. 31–36. DOI 10.17116/jnevro202612601131. EDN NNSUCF.
31. Savvidou E., Messinis L., Nasios G. et al. Towards more effective treatments in stroke-induced aphasia: a discussion of the evolution of treatment programs. *Adv Exp Med Biol*. 2026. Vol. 1489. Pp. 117–130. DOI 10.1007/978-3-032-03394-9_12. PMID 41251999.
32. Cheng B.B.Y., Worrall L.E., Copland D.A. et al. Prognostication in post-stroke aphasia: how do speech pathologists formulate and deliver information about recovery? *Int J Lang Commun Disord*. 2020. Vol. 55, No. 4. Pp. 520–536. DOI 10.1111/1460-6984.12534. PMID 32347640.
33. Коберская Н.Н. Постинсультные нарушения речи: современные подходы к терапии афазий. *Российский журнал гериатрической медицины*. 2020. № 3. С. 225–235. Koberskaya N.N. Post-stroke speech disorders: modern approaches to aphasia therapy. *Russian Journal of Geriatric Medicine*. 2020. No. 3. Pp. 225–235. DOI 10.37586/2686-8636-3-2020-225-235. EDN ZPDABY.
34. Ковражкина Е.А., Яхно Н.Н. Возможности фармакологической стимуляции нейропластичности. Эффективная фармакотерапия. *Неврология и психиатрия*. 2018. № 2. С. 26–33. Kovrazhkina E.A., Yakhno N.N. Possibilities of pharmacological stimulation of neuroplasticity. *Effective Pharmacotherapy. Neurology and Psychiatry*. 2018. No. 2. Pp. 26–33.
35. Котов С.В., Белова Ю.А., Щербак М.М. и др. Восстановление речевых функций у больных с афазией в раннем реабилитационном периоде ишемического инсульта. *Журнал неврологии и психиатрии им. С.С. Корсакова*. 2017. Т. 117, № 2. С. 38–41. Kotov S.V., Belova Yu.A., Shcherbak M.M. et al. Restoration of speech functions in patients with aphasia in the early rehabilitation period after ischemic stroke. *S.S. Korsakov Journal of Neurology and Psychiatry*. 2017. Vol. 117, No. 2. Pp. 38–41. DOI 10.17116/jnevro20171172138-41. EDN YNEQFD.
36. Белопасова А.В., Добрынина Л.А., Кадыков А.С. и др. Неинвазивная стимуляция мозга в реабилитации пациентов с постинсультной афазией. *Журнал неврологии и психиатрии им. С.С. Корсакова*. 2020. Т. 120, № 3-2. С. 23–28. Belopasova A.V., Dobrynina L.A., Kadykov A.S. et al. Non-invasive brain stimulation in rehabilitation of patients with post-stroke aphasia. *S.S. Korsakov Journal of Neurology and Psychiatry*. 2020. Vol. 120, No. 3-2. Pp. 23–28. DOI 10.17116/jnevro202012003223.
37. Sebastian R., Kim J.H., Brenowitz R. et al. Cerebellar neuromodulation improves naming in post-stroke aphasia. *Brain Communications*. 2020. Vol. 2, No. 2, Article fcaa179. DOI 10.1093/braincomms/fcaa179.
38. Szaflarski J.P., Griffis J., Vannest J. et al. A feasibility study of combined intermittent theta burst stimulation and modified constraint-induced aphasia therapy in chronic post-stroke aphasia. *Restor Neurol Neurosci*. 2018. Vol. 36, No. 4. Pp. 503–518. DOI 10.3233/RNN-180812.
39. Elsner B., Kugler J., Mehrholz J. Transcranial direct current stimulation (tDCS) for improving aphasia after stroke: a systematic review with network meta-analysis of randomized controlled trials. *J Neuroeng Rehabil*. 2020. Vol. 17, No. 1, Article 88. DOI 10.1186/s12984-020-00708-z.
40. Иванова Г.Е. Медицинская реабилитация: задачи и пути решения. *Клиническое питание и метаболизм*. 2020. Т. 1, № 1. С. 8–9. Ivanova G.E. Medical rehabilitation: tasks and ways of solution. *Clinical Nutrition and Metabolism*. 2020. Vol. 1, No. 1. Pp. 8–9. DOI 10.17816/clinutr33032. EDN GBKVHQ.
41. Ласточкин А.В., Прокопенко С.В. Применение технологий виртуальной реальности в нейрореабилитации. *Физическая и реабилитационная медицина, медицинская реабилитация*. 2020. Т. 2, № 2. С. 145–153. Lastochkin A.V., Prokopenko S.V. Application of virtual reality technologies in neurorehabilitation. *Physical and Rehabilitation Medicine, Medical Rehabilitation*. 2020. Vol. 2, No. 2. Pp. 145–153.
42. Бофанова Н.С., Тычков А.Ю., Ханфар Я.А., Золотарев Р.В. Технология виртуальной реальности как перспективное направление в нейрореабилитации. *Журнал неврологии и психиатрии им. С.С. Корсакова*. 2023. Т. 123, № 1. С. 131–136. Bofanova N.S., Tychikov A.Yu., Khanfar Ya.A., Zolotarev R.V. Virtual reality technology as a promising direction in neurorehabilitation. *S.S. Korsakov Journal of Neurology and Psychiatry*. 2023. Vol. 123, No. 1. Pp. 131–136. DOI 10.17116/jnevro2023123011131.
43. Devane N., Behn N., Marshall J. et al. The use of virtual reality in the rehabilitation of aphasia: a systematic review. *Disabil Rehabil*. 2023. Vol. 45, No. 23. Pp. 3803–3822. DOI 10.1080/09638288.2022.2138573.

44. Cao Y., Huang X., Zhang B. et al. Effects of virtual reality in post-stroke aphasia: a systematic review and meta-analysis. *Neurol Sci.* 2021. Vol. 42, No. 12. Pp. 5249–5259. DOI 10.1007/s10072-021-05202-5. PMID 33834356.
45. Gangemi A., De Luca R., Fabio R.A. et al. Effects of virtual reality cognitive training on neuroplasticity: a quasi-randomized clinical trial in patients with stroke. *Biomedicines.* 2023. Vol. 11, No. 12, Article 3225. DOI 10.3390/biomedicines11123225.
46. Cherney L.R., Lee J.B., Kim K.A. et al. Web-based oral reading for language in aphasia (Web ORLA®): a pilot randomized control trial. *Clinical Rehabilitation.* 2021. Vol. 35, No. 7. Pp. 976–987. DOI 10.1177/0269215520988475. PMID 33472420.
47. Giachero A., Calati M., Pia L. et al. Conversational therapy through semi-immersive virtual reality environments for language recovery and psychological well-being in post-stroke aphasia. *Behavioural Neurology.* 2020. Vol. 2020, Article 2846046. DOI 10.1155/2020/2846046. PMID 32831969; PMCID PMC7428879.
48. Dhimolea T.K., Kaplan-Rakowski R., Lin L. A systematic review of research on high-immersion virtual reality for language learning. *TechTrends.* 2022. Vol. 66, No. 5. Pp. 810–824.
49. Halabi O. Immersive virtual reality to enforce teaching in engineering education. *Multimedia Tools and Applications.* 2020. Vol. 79. Pp. 2987–3004. DOI 10.1007/s11042-019-08214-8.
50. Legault J., Zhao J., Chi Y.A. et al. Immersive virtual reality as an effective tool for second language vocabulary learning. *Languages.* 2019. Vol. 4, No. 1, Article 13.
51. Скворцова В.И., Стаховская Л.В., Ключева Е.Г. Принципы ранней нейрореабилитации пациентов с острым нарушением мозгового кровообращения. *Вестник Российской академии медицинских наук.* 2019. Т. 74, № 2. С. 92–99. Skvortsova V.I., Stakhovskaya L.V., Klocheva E.G. Principles of early neurorehabilitation of patients with acute cerebrovascular accident. *Annals of the Russian Academy of Medical Sciences.* 2019. Vol. 74, No. 2. Pp. 92–99.
52. Сидякина И.В., Воронова М.В., Иванов В.В. и др. Вопросы нейрореабилитации. *Инновационные технологии нейрореабилитации. Физиотерапевт.* 2020. № 4. С. 61–65. Sidyakina I.V., Voronova M.V., Ivanov V.V. et al. Issues of neurorehabilitation. *Innovative technologies of neurorehabilitation. Physiotherapist.* 2020. No. 4. Pp. 61–65. DOI 10.33920/med-14-2008-07.
53. Кадыков А.С., Шахпаронова Н.В., Белопасова А.В. и др. Нейропластичность и восстановление нарушенных функций после инсульта. *Физическая и реабилитационная медицина, медицинская реабилитация.* 2019. Т. 1, № 2. С. 32–36. Kadykov A.S., Shakhparonova N.V., Belopasova A.V. et al. Neuroplasticity and restoration of impaired functions after stroke. *Physical and Rehabilitation Medicine, Medical Rehabilitation.* 2019. Vol. 1, No. 2. Pp. 32–36. EDN WTTTOHO.
54. Franco J., Glize B., Laganaro M. Impact of immersive virtual reality compared to a digital static approach in word (re)learning in post-stroke aphasia and neurotypical adults: lexical-semantic effects? *Neuropsychologia.* 2025. Vol. 208, Article 109069. DOI 10.1016/j.neuropsychologia.2025.109069.
55. Колсанов А.В., Чаплыгин С.С., Захаров А.В. и др. Математическая модель предиктивной виртуальной реальности в задачах нейрореабилитации. *Научно-технический вестник Поволжья.* 2021. № 9. С. 61–64. Kolsanov A.V., Chaplygin S.S., Zakharov A.V. et al. Mathematical model of predictive virtual reality in neurorehabilitation tasks. *Scientific and Technical Bulletin of the Volga Region.* 2021. No. 9. Pp. 61–64. EDN UWNZIC.
56. Nozari N. The dual origin of semantic errors in access deficit: activation vs. inhibition deficit. *Cogn Neuropsychol.* 2019. Vol. 36, No. 1–2. Pp. 31–53. DOI 10.1080/02643294.2019.1587397. PMID 30849017.
57. Колышенков В.А., Еремушкин М.А., Стяжкина Е.М. Перспективы развития систем виртуальной реальности в программах нейрореабилитации. *Вестник восстановительной медицины.* 2019. № 1(89). С. 52–56. Kolyshenkov V.A., Eremushkin M.A., Styazhkina E.M. Prospects for the development of virtual reality systems in neurorehabilitation programs. *Bulletin of Restorative Medicine.* 2019. No. 1(89). Pp. 52–56. EDN AHHCNO.
58. Shen J., Gu X., Yao Y. et al. Effects of virtual reality-based exercise on balance in patients with stroke: a systematic review and meta-analysis. *American Journal of Physical Medicine & Rehabilitation.* 2023. Vol. 102, No. 4. Pp. 316–322. DOI 10.1097/PHM.0000000000002096.
59. Makhmudova Z.I., Monnotov B.H., Yuldoshov J.Sh. et al. The role of virtual reality in rehabilitation: clinical experiences and results. *Экономика и социум.* 2025. № 5-1(132). С. 414–417.
60. Cassani R., Novak G.S., Falk T.H. et al. Virtual reality and non-invasive brain stimulation for rehabilitation applications: a systematic review. *Journal of NeuroEngineering and Rehabilitation.* 2020. Vol. 17, No. 1, Article 147. DOI 10.1186/s12984-020-00780-5.
61. Кротенкова М.В., Коновалов Р.Н., Трофимова Т.М. Нейровизуализация пластичности головного мозга у пациентов в восстановительном периоде инсульта. *Анналы клинической и экспериментальной неврологии.* 2021. Т. 15, № 1. С. 45–54. Krotchenkova M.V., Kononov R.N., Trofimova T.M. Neuroimaging of brain plasticity in patients in the recovery period after stroke. *Annals of Clinical and Experimental Neurology.* 2021. Vol. 15, No. 1. Pp. 45–54.
62. Тынтерова А.М. Применение технологий виртуальной реальности в реабилитации пациентов с поражением правого и левого полушария в остром периоде ишемического инсульта. *Физическая и реабилитационная медицина, медицинская реабилитация.* 2024. Т. 6, № 2. С. 109–121. Tynterova A.M. Application of virtual reality technologies in rehabilitation of patients with right and left hemisphere lesions in the acute period of ischemic stroke. *Physical and Rehabilitation Medicine, Medical Rehabilitation.* 2024. Vol. 6, No. 2. Pp. 109–121. DOI 10.36425/rehab627186.

APHASIA AFTER STROKE: EPIDEMIOLOGY, PATHOPHYSIOLOGY, AND APPROACHES TO REHABILITATION (LITERATURE REVIEW)

Konchugova T.V., Marchenkova L.A., Evloeva Z.M.

Federal State Budgetary Institution National Medical Research Center for Rehabilitation and Balneology, Ministry of Health of Russia, Moscow, Russia

ABSTRACT.

Aphasia is one of the most common neurological disabling consequences of stroke, affecting approximately 1/3 of patients in both the acute and chronic phases of post-stroke recovery, significantly limiting the patient's communication capabilities, reducing his quality of life and complicating the rehabilitation process.

According to various studies, aphasia develops in 21–38% of stroke patients, while in about 60% of them this disorder becomes chronic. About 400,000 new cases of stroke are registered annually in Russia, while the total

number of people with post-stroke complications exceeds 1 million, which underlines the social significance of the problem under study. At the same time, despite the existence of recognized classifications (A. R. Luria, Boston), the high variability of clinical manifestations makes it difficult to individually predict the outcomes of therapy.

The clinical picture of aphasia depends on the location and volume of brain damage, the involvement of cortical and subcortical structures, as well as the white matter pathways, which play a key role in the integration of speech function.

The pathogenesis of aphasia is caused not only by focal damage to speech areas, but also by impaired interhemispheric integration, dysfunction of frontal-subcortical circuits, as well as secondary neurodegeneration of distant brain structures. Aphasia is associated with higher mortality, increased length of hospitalization, significant functional limitations, as well as an increased risk of post-stroke depression and anxiety disorders.

Modern neuroimaging techniques (functional MRI, diffusion tensor tomography, and dynamic spectroscopy) make it possible to study the structural and functional integrity of the brain's speech network and identify predictive markers of recovery. The combination of speech therapy with noninvasive brain stimulation opens up new possibilities for personalizing rehabilitation activities.

Thus, a comprehensive strategy, including detailed clinical examination, neuroimaging modeling, and individualized rehabilitation approaches, is necessary to optimize functional outcomes in patients with post-stroke aphasia.

Key words: aphasia, stroke, classification of aphasias, pathophysiology of aphasia, rehabilitation for aphasia, neuroimaging, speech therapy, noninvasive brain stimulation.

Сведения об авторах

Кончугова Татьяна Венедиктовна, доктор медицинских наук, профессор, главный научный сотрудник, отдел физиотерапии и рефлексотерапии, заведующий кафедрой восстановительной медицины, физической терапии и медицинской реабилитации, Национальный медицинский исследовательский центр реабилитации и курортологии Минздрава России. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0991-8988>

Марченкова Лариса Александровна, доктор медицинских наук, доцент, руководитель научно-исследовательского управления, главный научный сотрудник, отдел соматической реабилитации, репродуктивного здоровья и активного долголетия, профессор кафедры восстановительной медицины, физической терапии и медицинской реабилитации, Национальный медицинский исследовательский центр реабилитации и курортологии Минздрава России.

Евлоева Зухра Магаметовна, врач физической и реабилитационной медицины, врач невролог отделения медицинской реабилитации пациентов с нарушением функции центральной нервной системы, соискатель учёной степени кандидата медицинских наук. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1886-124X>

УДК 615.8:616.831-001.36

ПРЕДИКТИВНЫЙ ПОДХОД К ОЦЕНКЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ЛЕЧЕБНЫХ ФИЗИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ У ВОЕННОСЛУЖАЩИХ ПОСЛЕ ЧЕРЕПНО-МОЗГОВОЙ ТРАВМЫ НА ЭТАПЕ САНАТОРНО-КУРОРТНОГО ЛЕЧЕНИЯ

Андреева Ж.А.^{1*}, Соболев А.В.¹, Фролков В.К.², Нагорнев С.Н.³¹ФБГУ «СКК «Подмосковье»» МО РФ²РНЦХ им. Акад. Б.В. Петровского³Филиал № 2 ФБГУ «НМИЦ ВМТ им. А.А. Вишневского» МО РФ

РЕЗЮМЕ.

В проспективном рандомизированном контролируемом исследовании у 154 военнослужащих с последствиями черепно-мозговой травмы лёгкой и средней степени тяжести на санаторном этапе медицинской реабилитации разработаны прогностические модели эффективности восстановительного лечения на основе исходных клинических (суммарный балл неврологических симптомов, суммарный балл субъективных жалоб), функциональных (показатели вариабельности сердечного ритма: ПАРС, LF/HF) и лабораторных (BDNF, AISI, IL 6, кортизол) показателей. Методом множественной линейной регрессии построены модели, объясняющие 90,6 % дисперсии физического (ФКЗ) и 90,8 % дисперсии психического (ПКЗ) компонентов здоровья по опроснику SF 36. Наиболее информативными предикторами для ФКЗ явились BDNF ($\beta = 0,645$) и AISI ($\beta = -0,638$); для ПКЗ – суммарный балл субъективных жалоб ($\beta = 0,532$) и LF/HF ($\beta = -0,489$). Логистические регрессионные модели продемонстрировали отличную дискриминационную способность: AUC = 0,974 для ФКЗ и AUC = 0,998 для ПКЗ. Полученные модели позволяют уже при поступлении пациента в санаторий с высокой точностью прогнозировать результат реабилитации и персонализировать лечебные программы. Рекомендовано внедрение разработанных моделей в практику санаторно-курортных учреждений для оптимизации медицинской реабилитации военнослужащих с последствиями боевой ЧМТ.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: черепно-мозговая травма, прогностические модели, качество жизни, физический компонент здоровья, психический компонент здоровья, санаторно-курортное лечение, предикторы эффективности, медицинская реабилитация.

ВВЕДЕНИЕ.

Черепно-мозговая травма (ЧМТ) остается одной из ведущих причин заболеваемости, инвалидизации и смертности среди лиц трудоспособного возраста во всем мире. Ежегодно в мире регистрируется от 64 до 74 миллионов новых случаев ЧМТ, при этом почти половина населения планеты переносит как минимум один эпизод такой травмы в течение жизни [1, 2]. В Российской Федерации ежегодно фиксируется около 600 тыс. случаев ЧМТ, из которых до 50 тыс. заканчиваются летальным исходом и еще столько же приводят к стойке утрате профессиональной пригодности [3, 4].

Особую медико-социальную значимость проблема ЧМТ приобретает в условиях ведения боевых действий. Современные вооруженные конфликты характеризуются доминированием минно-взрывных и взрывных ранений, составляющих до 70 % в структуре боевого травматизма [5, 6]. Особенностью боевой ЧМТ является сочетанное воздействие ударной волны, осколков взрывных устройств, термических факторов и токсических продуктов горения, что нередко приводит к множественным комбинированным повреждениям головного мозга, черепа, внутренних органов и опорно-двигательного аппарата [7, 8]. Даже легкие формы ЧМТ, полученные в боевой обстановке, могут иметь скрытое, субклиническое течение, однако в отдаленном

* Адрес для переписки: Андреева Жанна Алексеевна, e-mail: zhanchi75.andreeva@yandex.ru

Цитирование. Андреева Ж.А., Соболев А.В., Фролков В.К., Нагорнев С.Н. Предиктивный подход к оценке эффективности применения лечебных физических факторов у военнослужащих после черепно-мозговой травмы на этапе санаторно-курортного лечения. *Russian Journal of Environmental and Rehabilitation Medicine*. 2026. 3:101-113.

Citation Andreeva Zh.A., Sobolev A.V., Frolov V.K., Nagornev S.N. A Predictive approach to assessing the effectiveness of therapeutic physical factors in military personnel after a traumatic brain injury during spa treatment. *Russian Journal of Environmental and Rehabilitation Medicine*. 2026. 3: 101-113.

периоде они нередко манифестируют стойкими когнитивными, аффективными и вегетативными расстройствами, существенно снижающими качество жизни, психологическую устойчивость и профессиональную пригодность военнослужащих [9, 10].

В связи с этим медицинская реабилитация военнослужащих с последствиями боевой ЧМТ рассматривается как приоритетное направление военной медицины. Ключевая роль в системе восстановительного лечения отводится санаторно-курортному этапу, где применяются современные физиотерапевтические методы, позволяющие закрепить результаты стационарного лечения, ускорить выздоровление, максимально восстановить нарушенные функции, повысить функциональные резервы организма и улучшить качество жизни пациентов [11, 12]. Среди физических факторов с доказанной эффективностью при ЧМТ выделяют транскраниальную магнитотерапию (ТМТ), транскраниальную электростимуляцию (ТЭС), а также бинауральную терапию, способствующую модуляции нейрональной активности, стимуляции нейропластичности и улучшению психоэмоционального состояния [13–17].

В наших предыдущих исследованиях была подтверждена клиническая эффективность комплексного применения ТМТ, ТЭС и бинауральной терапии на санаторном этапе реабилитации военнослужащих с последствиями ЧМТ, что проявилось достоверным регрессом субъективных жалоб, неврологической симптоматики и повышением физического и психического компонентов здоровья по опроснику SF-36 [18, 19]. Однако остается нерешенным вопрос о персонализированном подходе к выбору реабилитационной программы. В настоящее время решение о назначении того или иного комплекса физиотерапии часто принимается эмпирически, без учета индивидуальных клинико-функциональных и лабораторных особенностей пациента, что может снижать эффективность лечения, увеличивать финансовые и временные затраты, а также ограничивать восстановительный потенциал военнослужащих.

В рамках рассматриваемой проблемы возникает насущная потребность в разработке объективных, доступных и информативных предикторов, позволяющих прогнозировать результат санаторной реабилитации уже на этапе поступления пациента. В качестве таких предикторов могут выступать клинические, функциональные и лабораторные показатели, отражающие ключевые патогенетические механизмы посттравматических нарушений. Среди них особый интерес представляют маркеры нейропластичности, системного воспаления и вегетативной регуляции.

Нейротрофический фактор мозга (BDNF) является основным регулятором синаптической пластичности, нейрогенеза и выживаемости нейронов; его снижение ассоциировано с когнитивными и аффективными расстройствами при ЧМТ [20]. Провоспалительные цитокины, в частности интерлейкин-6 (IL-6) и фактор некроза опухоли- α (TNF- α), отражают активность нейровоспаления и могут служить предикторами хронизации посттравматических симптомов [21]. Комплексные индексы системного воспаления (AIS_I, SII, SIRI), рассчитываемые на основе показателей общего анализа крови, являются интегральными маркерами иммунного дисбаланса и уже показали свою прогностическую ценность в остром периоде ЧМТ [22, 23]. Показатели вариабельности сердечного ритма (BCP), особенно интегральный показатель активности регуляторных систем (ПАРС) и индекс вагосимпатического взаимодействия (LF/HF), позволяют объективно оценить состояние вегетативной нервной системы, дисфункция которой лежит в основе многих посттравматических синдромов у военнослужащих [24, 25]. Наконец, суммарный балл субъективных жалоб и суммарный балл неврологических симптомов остаются важнейшими клиническими инструментами скрининга тяжести состояния, доступными в условиях любого санаторно-курортного учреждения.

Несмотря на обилие данных о диагностической и прогностической значимости отдельных биомаркеров при ЧМТ, до настоящего времени не проводилось систематического анализа их предиктивной ценности применительно к санаторному этапу реабилитации военнослужащих с последствиями боевой травмы. В доступной литературе отсутствуют комплексные прогностические модели, которые на основе исходных клинических, функциональных и лабораторных показателей позволяли бы достоверно предсказать ожидаемый прирост интегральных показателей качества жизни – физического (ФКЗ) и психического (ПКЗ) компонентов здоровья по опроснику SF-36 – у военнослужащих с последствиями боевой ЧМТ на санаторном этапе реабилитации. Отсутствие таких моделей существенно ограничивает возможность персонализированного подхода к выбору оптимальной программы медицинской реабилитации и объективной оценки ее потенциальной эффективности до начала лечения.

Цель настоящего исследования – разработка прогностических моделей, позволяющих на основе исходных клинических, функциональных и лабораторных данных прогнозировать прирост физического и психического компонентов здоровья по опроснику SF-36 у военнослужащих с последствиями боевой ЧМТ на санаторном этапе комплексной медицинской реабилитации, а также определить наиболее информативные предикторы для каждого из компонентов.

Материалы и методы

Проведено проспективное контролируемое рандомизированное сравнительное исследование в соответствии с требованиями ГОСТ Р ИСО 14155-2014. Работа выполнена на базе ФГБУ «СКК «Подмосковье»» МО РФ. В исследование включены 154 военнослужащих с верифицированной черепно-мозговой травмой (ЧМТ) легкой и средней степени тяжести, полученной в ходе боевых действий, находившихся на санаторно-курортном лечении в промежуточном периоде (от 3 до 12 месяцев после травмы).

Средний возраст участников составил $29,6 \pm 0,26$ года. Все пациенты подписали добровольное письменное информированное согласие.

Критерии включения: возраст 18–60 лет; ЧМТ легкой или средней степени тяжести (по шкале комы Глазго на момент травмы 9–15 баллов); первичный характер травмы; промежуточный период; информированное согласие.

Критерии не включения: возраст младше 18 или старше 60 лет; тяжелая ЧМТ (ШКГ ≤ 8 баллов); острый период; внутричерепные гематомы, кисты, аневризмы; эпилептические состояния; тяжелая декомпенсированная соматическая патология (онкологические заболевания, печеночная/почечная недостаточность, декомпенсированный сахарный диабет).

Критерии исключения: отказ от дальнейшего участия; нарушение режима лечения; появление побочных явлений (аллергические реакции, ухудшение неврологического статуса, эпилептический приступ).

Методом простой фиксированной рандомизации все пациенты распределены в три сопоставимые группы. Контрольная группа ($n=51$) получала базовую терапию (БТ), включающую медикаментозное лечение (ноотропы, нейротрофические препараты, селективные церебральные вазодилататоры, витамины группы В), бишофитные ванны, ЛФК, а также курс магнитотерапии (МТ) переменным низкочастотным магнитным полем аппаратом «Полус-2М» (индукция 30 мТл, 50 Гц, 15 мин, №18 ежедневно, лобная локализация). В группе сравнения ($n=51$) БТ была дополнена сочетанным применением транскраниальной магнитотерапии (ТМТ) и транскраниальной электростимуляции (ТЭС) с использованием аппарата «Амо-Атос-Э» с излучателем «Оголовье». ТМТ проводили бегущим импульсным магнитным полем (частота 3 Гц с последующим повышением до 10–12 Гц), ТЭС – по адаптивной схеме (частота 8–20 Гц, затем 77 Гц, амплитуда до субъективного комфорта). Процедуры – 20 мин ежедневно, курс 15 дней. Пациентам основной группы ($n=52$) – получали курс лечения, идентичный группе сравнения, с дополнительным применением бинауральной терапии с использованием аудиовизуального комплекса «ПРАК» (альфа/тета-ритмы, 20–25 мин, курс 22 процедуры: первые 8 – дважды в день, затем ежедневно). Все пациенты получали лечение в одинаковых условиях санатория.

Оценка эффективности реабилитации проводилась в два этапа: за 1–2 дня до начала лечения и на следующий день после окончания курса. Субъективные жалобы регистрировали по стандартизированному опроснику с балльной оценкой выраженности 11 основных симптомов (головная боль, нарушение сна, памяти, внимания, снижение умственной работоспособности, повышенная утомляемость, головокружение, эмоциональная лабильность, нарушение слуха, неустойчивая походка, нарушения чувствительности) – от 0 до 3 баллов для каждого. Рассчитывали суммарный балл субъективных жалоб (максимум 33). Неврологический статус оценивали по клинко-функциональному подходу с выделением ведущих синдромов (вегетативно-дистонического, ликвородинамических нарушений, церебрально-очагового, астенического, психоорганического). Выраженность объективных неврологических симптомов (поражения черепно-мозговых нервов, двигательные нарушения, расстройства координации, тремор, расстройства чувствительности, проявления вегетативной дисфункции) оценивали в баллах (легкие – 1–2, умеренные – 3, выраженные – 4–5) с расчетом суммарного балла неврологических симптомов. Качество жизни оценивали с помощью опросника SF-36 с расчетом интегральных показателей – физического (ФКЗ) и психического (ПКЗ) компонентов здоровья (стандартизированная обработка по алгоритму опросника).

Регистрацию ЭКГ проводили в положении лежа на спине в течение 5 мин после 10-минутной адаптации с помощью аппаратно-программного комплекса «Варикард 2.51» (Рамена, Россия). Анализировали временные и спектральные показатели: SDNN, RMSSD, HF, LF, LF/HF. Интегральную оценку активности регуляторных систем проводили по показателю активности регуляторных систем (ПАРС) – шкала Баевского (от 1 до 10 баллов, где высокие значения соответствуют выраженному напряжению механизмов адаптации).

Забор венозной крови выполняли утром натощак до начала лечения и на следующий день после окончания курса реабилитации. В сыворотке крови иммуноферментным методом определяли концентрации нейротрофического фактора мозга (BDNF), интерлейкина-6 (IL-6) и кортизола (наборы Cloud-Clone Corp., США). На основании данных общего анализа крови, полученных на гематологическом анализаторе Sysmex XN-1000, рассчитывали совокупный системный индекс воспаления (AISI) по формуле: AISI = (нейтрофилы $\times$ тромбоциты $\times$ моноциты) / лимфоциты [26].

Статистическую обработку выполняли с использованием пакетов Statistica 12.6 и IBM SPSS 25.0. Проверку нормальности распределения проводили по критерию Шапиро–Уилка; данные представлены в виде среднего арифметического и стандартной ошибки среднего ($M \pm m$). Для оценки взаимосвязи исходных предикторов с конечными показателями (ФКЗ и ПКЗ после лечения) применяли коэффициент корреляции Пирсона (r). Построение множественных линейных регрессионных моделей выполняли методом пошагового включения (stepwise); независимыми переменными выступали пост-реабилитационные значения ФКЗ и ПКЗ, независимыми – набор кандидатов в предикторы, отобранных на основе корреляционного анализа. Переменные включали в модель при достоверности коэффициента регрессии ($p < 0,05$); мультиколлинеарность проверяли по VIF. Для бинарной классификации пациентов (высокий или низкий восстановительный потенциал) исходные значения ФКЗ и ПКЗ дихотомизировали по медиане (0 – меньше медианы, 1 – больше медианы). Построены логистические регрессионные модели с пошаговым отбором предикторов; качество моделей оценивали по критерию χ^2 , площади под ROC-кривой (AUC) и показателям

чувствительности/специфичности. ROC-анализ выполнен для каждого значимого предиктора с определением пороговых значений. Различия считали статистически значимыми при $p < 0,05$.

Результаты исследования

На первом этапе выполнен корреляционный анализ Пирсона для оценки взаимосвязи исходных клинических, функциональных и лабораторных показателей с пост-реабилитационными значениями ФКЗ и ПКЗ. Результаты представлены в таблицах 1 и 2.

Таблица 1. Коэффициенты корреляции Пирсона между исходными показателями и физическим компонентом здоровья (ФКЗ) после лечения

Показатель	Коэффициент корреляции (r)	Уровень значимости (p)
Нейротрофический фактор мозга (BDNF), нг/мл	+0,817	<0,001
Совокупный системный индекс воспаления (AISI), усл. ед.	-0,750	<0,001
Суммарный балл неврологических симптомов	-0,254	0,069
Показатель активности регуляторных систем (ПАРС), баллы	-0,201	0,152

Наиболее сильные корреляции с ФКЗ продемонстрировали BDNF ($r = +0,817$, $p < 0,001$) и AISI ($r = -0,750$, $p < 0,001$), что указывает на ключевую роль нейропластичности и системного воспаления в физическом восстановлении пациентов. Связь суммарного балла неврологических симптомов и ПАРС с ФКЗ оказалась статистически незначимой ($p > 0,05$).

Таблица 2. Коэффициенты корреляции Пирсона между исходными показателями и психическим компонентом здоровья (ПКЗ) после лечения

Показатель	Коэффициент корреляции (r)	Уровень значимости (p)
Индекс вагосимпатического взаимодействия (LF/HF), усл. ед.	-0,592	<0,001
Суммарный балл субъективных жалоб	-0,539	<0,001
Интерлейкин-6 (IL-6), пг/мл	-0,303	0,290
Кортизол, нмоль/л	-0,227	0,106

Для ПКЗ наиболее значимыми оказались LF/HF ($r = -0,592$, $p < 0,001$) и суммарный балл субъективных жалоб ($r = -0,539$, $p < 0,001$), отражающие вегетативный дисбаланс и субъективное восприятие симптомов. Связи IL-6 и кортизола с ПКЗ не достигли статистической значимости ($p > 0,05$).

На основе корреляционного анализа и теоретических предпосылок построены множественные линейные регрессионные модели для прогнозирования пост-реабилитационных значений ФКЗ и ПКЗ. В модели включались только переменные с достоверными коэффициентами регрессии ($p < 0,05$).

Уравнение множественной линейной регрессии для прогнозирования ФКЗ имеет вид:

$$Y = 14,41 + 0,327 \cdot \text{BDNF} - 0,469 \cdot \text{AISI} - 0,216 \cdot \sum_{\text{нerv. симпт.}} - 0,018 \cdot \text{ПАРС}$$

где Y – прогнозируемое значение ФКЗ после лечения; $\sum_{\text{нerv. симпт.}}$ – суммарный балл неврологических симптомов. В табл. 3 представлены параметры модели для прогнозирования ФКЗ.

Модель объясняет 90,6 % дисперсии ФКЗ ($R^2 = 0,906$; $F = 56,014$; $p < 0,001$). Достоверными предикторами оказались BDNF и AISI; суммарный балл неврологических симптомов и ПАРС не достигли статистической значимости ($p > 0,05$).

Наряду с физическим восстановлением, важнейшим аспектом реабилитации военнослужащих с последствиями боевой ЧМТ является улучшение психического здоровья, определяющего психоэмоциональную устойчивость, социальную адаптацию и профессиональную пригодность.

Таблица 3. Параметры множественной линейной регрессионной модели для ФКЗ

Параметр	Коэффициент регрессии (В)	Стандартизованный коэффициент (β)	Уровень значимости (p)
Константа	14,41	–	–
BDNF	+0,327	0,645	<0,001
AISI	–0,469	–0,638	<0,001
Суммарный балл неврологических симптомов	–0,216	–0,198	0,087
ПАРС	–0,018	–0,052	0,524

Для прогнозирования динамики психического компонента качества жизни на основе исходных данных была построена аналогичная множественная линейная регрессионная модель с зависимой переменной – пост-реабилитационным значением ПКЗ. В нее включались предикторы, отобранные по результатам корреляционного анализа (табл. 4). В итоговом виде множественная регрессионная модель для прогнозирования ПКЗ имеет вид:

$$Y = 21,91 + 0,281 \cdot \sum_{\text{жалоб}} - 0,245 \cdot \text{LF/HF} - 0,150 \cdot \text{IL-6} - 0,09 \cdot \text{Кортизол}$$

где Y – прогнозируемое значение ПКЗ после лечения, $\sum_{\text{жалоб}}$ – суммарный балл субъективных жалоб

Таблица 4. Параметры множественной линейной регрессионной модели для ПКЗ

Параметр	Коэффициент регрессии (В)	Стандартизованный коэффициент (β)	Уровень значимости (p)
Константа	21,91	–	–
Суммарный балл субъективных жалоб	+0,281	0,532	<0,001
LF/HF	–0,245	–0,489	<0,001
IL-6	–0,150	–0,142	0,089
Кортизол	–0,09	–0,068	0,405

Полученная регрессионная модель статистически значима ($F = 116,3$; $p < 0,001$) и обеспечивает высокую точность прогноза, что подтверждается коэффициентом детерминации $R^2 = 0,908$ – т.е. 90,8 % вариабельности пост-реабилитационного ПКЗ определяется включенными в модель предикторами. Достоверными предикторами выступили суммарный балл субъективных жалоб и LF/HF; IL-6 и кортизол оказались статистически незначимыми.

На заключительном этапе анализа для упрощения интерпретации результатов в клиническом контексте мы перешли к бинарной оценке эффективности реабилитации. Исходные значения ФКЗ и ПКЗ были разделены по медиане: пациенты с показателями выше медианы отнесены к группе с высоким восстановительным потенциалом (код 1), с показателями ниже или равными медиане – к группе с низким (код 0). Для каждой зависимой переменной методом пошагового включения построены модели логистической регрессии, позволяющие по исходным данным предсказать вероятность попадания пациента в группу с хорошим прогнозом. Для ФКЗ в окончательную модель вошли три предиктора:

$$\text{Logit}(p) = 28,2 + 0,21 \cdot \text{BDNF} - 0,047 \cdot \text{AISI} - 1,19 \cdot \text{ПАРС},$$

где Logit(p) – логарифм отношения шансов для вероятности достижения высокого восстановительного потенциала по показателю ФКЗ; BDNF – нейротрофический фактор мозга (нг/мл); AISI – совокупный системный индекс воспаления (усл. ед.); ПАРС – показатель активности регуляторных систем (баллы).

Качество полученной модели оценивали по критерию χ^2 , площади под ROC-кривой (AUC), а также по чувствительности и специфичности. Результаты представлены в табл. 5.

Таблица 5. Показатели качества логистической регрессионной модели для ФКЗ

Параметр	Значение
χ^2	51,991
Степени свободы (df)	3
Уровень значимости (p)	<0,001
Площадь под ROC-кривой (AUC)	0,974
Чувствительность, %	91,7
Специфичность, %	89,4

Данная модель обладает высокой дискриминационной способностью ($AUC = 0,974$) (рис. 1). Достоверными предикторами высокой эффективности реабилитации по ФКЗ являются высокий исходный уровень BDNF и низкий уровень AISI. ПАПС вносит дополнительный, но менее значимый вклад ($p = 0,062$).

Для прогнозирования вероятности достижения высокого восстановительного потенциала по ПКЗ построена аналогичная логистическая регрессионная модель. В результате пошагового отбора значимыми предикторами признаны суммарный балл субъективных жалоб, индекс вагосимпатического взаимодействия (LF/HF), уровень интерлейкина-6 (IL-6) и кортизола. Уравнение регрессии имеет вид:

$$\text{Logit}(p) = 180,4 - 0,707 \cdot \sum \text{жалоб} - 42,5 \cdot \text{LF/HF} - 7,12 \cdot \text{IL-6} - 0,02 \cdot \text{Кортизол}.$$

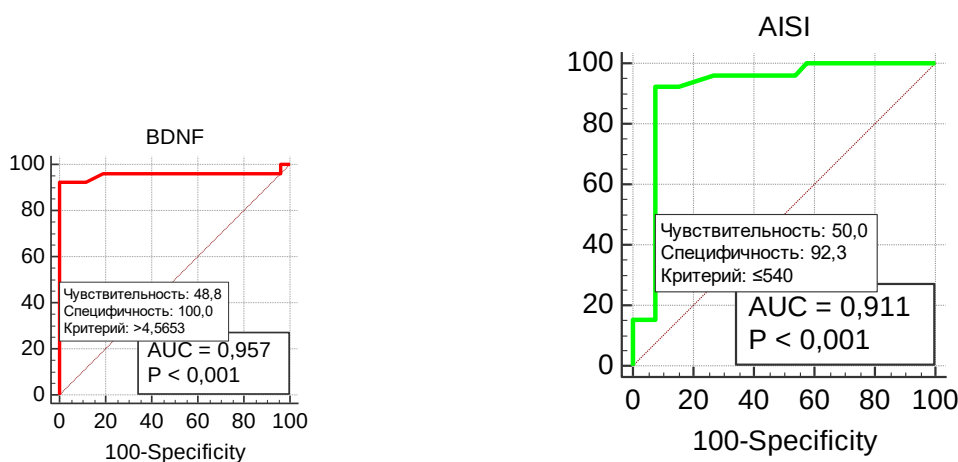
где $\text{Logit}(p)$ – логарифм отношения шансов для вероятности достижения высокого восстановительного потенциала по показателю ПКЗ; $\sum \text{жалоб}$ – суммарный балл субъективных жалоб (баллы); LF/HF – индекс вагосимпатического взаимодействия (усл. ед.) ; IL-6 – уровень интерлейкина-6 (пг/мл); Кортизол – уровень кортизола (нмоль/л).

Качество построенной модели оценивали по критерию χ^2 , площади под ROC-кривой (AUC), а также по чувствительности и специфичности (табл. 6).

Таблица 6. Показатели качества логистической регрессионной модели для ПКЗ

Параметр	Значение
χ^2	64,91
Степени свободы (df)	4
Уровень значимости (p)	<0,001
Площадь под ROC-кривой (AUC)	0,998
Чувствительность, %	95,8
Специфичность, %	96,1

Модель демонстрирует практически идеальную дискриминационную способность ($AUC = 0,998$) (рис. 2). Наиболее сильными предикторами высокой эффективности по ПКЗ являются низкий исходный суммарный балл субъективных жалоб и низкое значение LF/HF. IL-6 и кортизол не достигают статистической значимости ($p > 0,05$), однако их включение повышает качество модели.



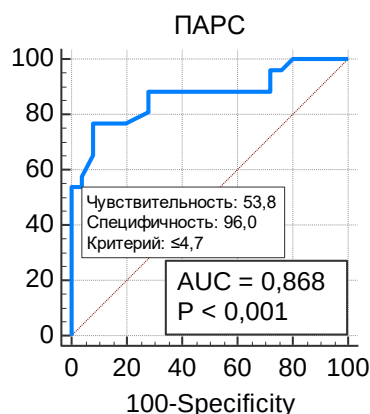
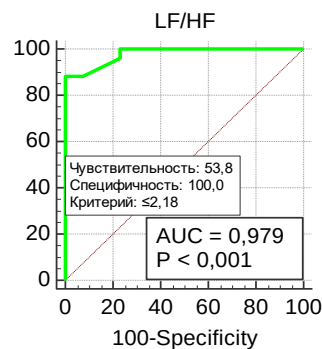
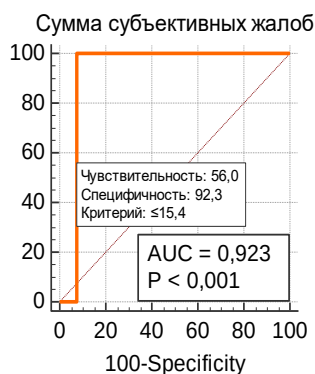


Рисунок 1 – ROC-кривые предикторов эффективности лечения по бинарному варианту ФКЗ

Таким образом, разработаны высокоточные прогностические модели для оценки эффективности санаторной реабилитации военнослужащих с последствиями боевой ЧМТ. Модели объясняют более 90 % дисперсии конечных показателей качества жизни (ФКЗ и ПКЗ). Наиболее информативными предикторами для физического восстановления являются BDNF и AISI, для психического – суммарный балл субъективных жалоб и LF/HF. Полученные модели обладают отличной дискриминационной способностью ($AUC = 0,974$ и $0,998$ соответственно) и могут быть рекомендованы для клинического применения с целью персонализированного прогнозирования результатов реабилитации и оптимизации лечебных программ на санаторном этапе.

Обсуждение

Проведённое исследование позволило разработать высокоточные прогностические модели эффективности санаторной реабилитации военнослужащих с последствиями боевой черепно-мозговой травмы на основе исходных клинических, функциональных и лабораторных показателей. Полученные модели объясняют более 90 % дисперсии пост-реабилитационных значений как физического, так и психического компонентов здоровья по опроснику SF-36, что свидетельствует об их высокой прогностической способности и практической значимости для персонализированного подхода к реабилитации.



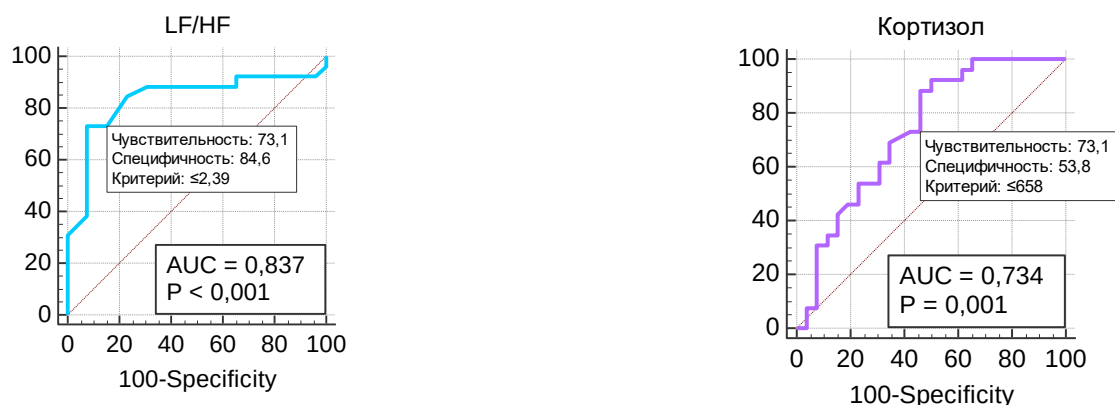


Рисунок 1 – ROC-кривые предикторов эффективности лечения по бинарному варианту ПКЗ

Центральным результатом работы явилось выявление ключевых предикторов, ассоциированных с восстановлением физического и психического здоровья у военнослужащих после боевой ЧМТ. Для физического компонента наиболее значимыми оказались нейротрофический фактор мозга (BDNF) и совокупный системный индекс воспаления (AISI). Корреляционный анализ продемонстрировал, что BDNF имеет сильную положительную связь с пост-реабилитационным ФКЗ ($r = +0,817$, $p < 0,001$), тогда как AISI – столь же выраженную отрицательную ($r = -0,750$, $p < 0,001$). Эти результаты убедительно указывают на то, что эффективность восстановления двигательных и сенсорных функций и координационных способностей после ЧМТ в значительной степени определяется двумя фундаментальными биологическими процессами: способностью мозга к нейропластической реорганизации и уровнем системного воспаления.

BDNF является ключевым регулятором нейропластичности, участвуя в нейрогенезе, дендритном ветвлении и синаптической пластичности [27, 28]. Снижение его уровня ассоциировано с когнитивными и двигательными нарушениями при ЧМТ [29, 30]. Наши данные не только подтверждают это, но и впервые количественно демонстрируют, что исходный уровень BDNF является самостоятельным предиктором физического восстановления в санаторном периоде, причём сила этой связи превосходит влияние клинических и функциональных показателей. Важно подчеркнуть, что в логистической регрессионной модели BDNF сохранил свою значимость (коэффициент $+0,21$, AUC = 0,952), что указывает на его высокую дискриминационную способность даже при бинарной классификации пациентов по восстановительному потенциалу.

С другой стороны, AISI – интегральный индекс, рассчитываемый на основе нейтрофилов, тромбоцитов, моноцитов и лимфоцитов, – отражает баланс между врождённым и адаптивным иммунным ответом. В литературе данный индекс рассматривается как маркер системного воспаления, прогностически значимый при различных патологических состояниях [31]. При ЧМТ применение аналогичных воспалительных индексов (SII, NLR, PLR) до настоящего времени ограничивалось в основном острым периодом для прогнозирования коагулопатии и летальности [26, 32, 33]. Наше исследование впервые демонстрирует, что AISI является мощным предиктором эффективности реабилитации в отдалённом периоде: снижение этого индекса при поступлении в санаторий ассоциировано с лучшим физическим восстановлением. Высокая корреляция AISI с пост-реабилитационным ФКЗ ($-0,750$) и значимость в обеих регрессионных моделях ($\beta = -0,638$ в линейной, коэффициент $-0,047$ в логистической) позволяют рекомендовать этот индекс в качестве доступного и объективного биомаркера для стратификации пациентов по прогнозу.

Интересно, что суммарный балл неврологических симптомов и показатель активности регуляторных систем (ПАРС), несмотря на их клиническую очевидность, не достигли статистической значимости в регрессионных моделях. Это может объясняться тем, что объективная неврологическая симптоматика и вегетативный статус уже интегрированы в более фундаментальные биологические процессы, отражаемые BDNF и AISI. Иными словами, нейропластический потенциал и воспалительный фон опосредуют влияние клинических проявлений на конечный результат реабилитации. Тем не менее, включение ПАРС в логистическую модель для ФКЗ (хотя и с пограничной значимостью, $p = 0,062$) указывает на его потенциальную роль как дополнительного фактора, требующего дальнейшего изучения на больших выборках.

Для психического компонента здоровья наиболее сильными предикторами оказались индекс вагосимпатического взаимодействия (LF/HF) и суммарный балл субъективных жалоб. Корреляции этих показателей с пост-реабилитационным ПКЗ составили $-0,592$ и $-0,539$ соответственно ($p < 0,001$), что свидетельствует о преимущественно негативном вкладе вегетативного дисбаланса и субъективного дистресса в психическое восстановление.

Особого внимания заслуживает LF/HF – показатель, отражающий соотношение симпатической и парасимпатической активности. В наших группах исходно регистрировалось стойкое преобладание симпатического тонуса ($LF/HF > 2,0$), что согласуется с литературными данными о вегетативной дисфункции при ЧМТ [34, 35]. Наши результаты показывают, что этот дисбаланс является не просто сопутствующим феноменом, но и самостоятельным предиктором психического неблагополучия. В логистической регрессии LF/HF продемонстрировал наиболее сильный отрицательный вклад (коэффициент $-42,5$), что означает: даже небольшое увеличение этого индекса резко снижает шансы на достижение высокого ПКЗ. Вероятно, это связано с тем, что симпатическая гиперактивация поддерживает тревожность, нарушения сна и эмоциональную лабильность, которые являются ключевыми компонентами психического компонента здоровья. Полученные данные согласуются с результатами рандомизированного исследования Talbert L. et al. (2025), в котором показано, что нормализация вегетативного баланса ассоциирована с улучшением психоэмоционального состояния у пациентов с ЧМТ [36].

Субъективные жалобы, в отличие от объективной неврологической симптоматики, оказались высокоинформативным предиктором именно для ПКЗ [37]. Это логично, поскольку психическое здоровье по определению субъективно и не может быть полностью оценено объективными методами. Высокий исходный уровень жалоб отражает не только тяжесть состояния, но и психологическую реакцию на травму, механизмы совладания и установки пациента. Включение этого показателя в модель с коэффициентом $0,281$ (в линейной регрессии) и $-0,707$ (в логистической) подтверждает его ключевую роль в прогнозе психического восстановления.

В отличие от моделей для ФКЗ, где воспалительный индекс AISI оказался высокосignимым, для ПКЗ прямой провоспалительный маркер IL-6 и гормон стресса кортизол не достигли статистической значимости в регрессионных моделях, несмотря на наличие отрицательных корреляций. Это может быть обусловлено несколькими причинами. Во-первых, влияние воспаления и стрессовой реакции на психическое здоровье, вероятно, опосредовано через вегетативный дисбаланс, который «перехватывает» значительную часть объяснённой дисперсии. Во-вторых, кортизол характеризуется высокой внутри- и межиндивидуальной вариабельностью, зависимостью от времени суток и условий забора крови, что могло снизить его прогностическую ценность в нашей выборке. В-третьих, уровень IL-6 у обследованных пациентов, хотя и был повышен, возможно, не достигал пороговых значений, при которых его влияние на психический статус становится определяющим. Тем не менее, включение этих показателей в модель повышает её общее качество ($R^2 = 0,908$), что указывает на их дополнительную ценность даже при отсутствии индивидуальной статистической значимости.

Важно отметить, что разработанные логистические модели обладают исключительной дискриминационной способностью: AUC = $0,974$ для ФКЗ и $0,998$ для ПКЗ. Это означает, что модели практически безошибочно разделяют пациентов на группы с высоким и низким восстановительным потенциалом. Столь высокие показатели качества моделей свидетельствуют о том, что выбранный набор предикторов адекватно отражает основные патогенетические механизмы, определяющие исход реабилитации. Для клинической практики это означает возможность уже при поступлении пациента в санаторий с высокой точностью прогнозировать результат лечения и при необходимости корректировать реабилитационную программу.

Полученные данные имеют важное теоретическое и практическое значение. С теоретической точки зрения, они подтверждают ключевую роль нейропластичности (BDNF), системного воспаления (AISI) и вегетативного баланса (LF/HF) как независимых детерминант восстановления после ЧМТ, при этом их относительный вклад различается для физического и психического здоровья. Это различие подчёркивает необходимость дифференцированного подхода к оценке и коррекции этих процессов в зависимости от целевых показателей реабилитации.

Практическая значимость работы заключается в том, что предложенные модели используют доступные, рутинно определяемые показатели: BDNF и IL-6 могут быть измерены в любой сертифицированной лаборатории; AISI и LF/HF рассчитываются на основе стандартных анализов крови и ЭКГ; опросник для оценки субъективных жалоб не требует специального оборудования и занимает менее 10 минут. Это делает модели применимыми в условиях не только специализированных реабилитационных центров, но и санаторно-курортных учреждений различного уровня.

Необходимо отметить ограничения настоящего исследования. Во-первых, выборка состояла исключительно из военнослужащих мужского пола молодого возраста, что ограничивает экстраполяцию результатов на другие демографические группы. Во-вторых, исследование выполнено на санаторном этапе (промежуточный период), и полученные модели могут не быть столь же информативными в остром или отдалённом периодах. В-третьих, мы не оценивали долгосрочную устойчивость достигнутых результатов, что требует проведения катamnестического наблюдения. В-четвёртых, несмотря на высокие значения R^2 и AUC, модели нуждаются в валидации на независимой выборке перед их широким внедрением в клиническую практику.

Тем не менее, полученные результаты открывают перспективы для дальнейших исследований. Представляется целесообразным изучение динамики выявленных предикторов в процессе реабилитации с целью разработки адаптивных алгоритмов коррекции лечения. Также важно оценить, насколько изменение

этих показателей под влиянием различных реабилитационных программ (включая ТМТ, ТЭС и бинауральную терапию) опосредует конечный клинический эффект. Это позволит перейти от прогностических моделей к моделям управления реабилитационным процессом.

Заключение

Таким образом, разработанные прогностические модели, включающие исходные уровни BDNF, AISI, LF/HF и суммарный балл субъективных жалоб, позволяют с высокой точностью предсказывать эффективность санаторной реабилитации военнослужащих с последствиями боевой ЧМТ. Модели объясняют более 90 % дисперсии пост-реабилитационных значений физического и психического компонентов здоровья и обладают отличной дискриминационной способностью (AUC 0,974 и 0,998 соответственно). Наиболее информативными предикторами для физического восстановления являются BDNF и AISI, для психического – суммарный балл субъективных жалоб и LF/HF. Внедрение разработанных моделей в клиническую практику позволит персонализировать реабилитационные программы, улучшить их эффективность и повысить качество жизни военнослужащих после боевой ЧМТ.

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES:

1. Dewan M.C., Rattani A., Gupta S. et al. Estimating the global incidence of traumatic brain injury. *J Neurosurg.* 2018;130(4):1080-1097.
2. Maas A.I.R., Menon D.K., Adelson P.D. et al. Traumatic brain injury: integrated approaches to improve prevention, clinical care, and research. *Lancet Neurol.* 2017;16(12):987-1048.
3. Lim L. Traumatic Brain Injury Recovery with Photobiomodulation: Cellular Mechanisms, Clinical Evidence, and Future Potential. *Cells.* 2024;13(5):385. doi: 10.3390/cells13050385.
4. Аханов Г.Ж., Утеулиев Е.С., Дюсембеков Е.К., Нурбакыт А.Н., Попова Т.В. Клинико-эпидемиологические аспекты черепно-мозговой травмы. *Вестник Казахского национального медицинского университета.* 2018; 3: 113-116.
Akhanov G.Zh., Uteuliev E.S., Dyusembekov E.K., Nurbakty A.N., Popova T.V. Clinical and epidemiological aspects of traumatic brain injury. *Bulletin of the Kazakh National Medical University.* 2018; 3: 113-116. (In Russ.).
5. Унжаков В.В. Эпидемиология черепно-мозговой травмы. *Здравоохранение Дальнего Востока.* 2021; 3 (89): 65-67.
Unzhakov V.V. Epidemiology of traumatic brain injury. *Far East Healthcare.* 2021; 3 (89): 65-67. (In Russ.).
6. Никишин В.О., Литвиненко И.В., Сапожников К.В., Шерматюк Е.И., Заяц И.А. Особенности легкой черепно-мозговой травмы, полученной во время вооруженного конфликта. *Нервные болезни.* 2025; 2: 42-48.
Nikishin V.O., Litvinenko I.V., Sapozhnikov K.V., Shermatyuk E.I., Zayats I.A. Features of mild traumatic brain injury sustained during an armed conflict. *Nervous Diseases.* 2025; 2: 42-48. (In Russ.).
7. Дорохов А.Е., Акперова С.Р., Просветов С.Г. Анализ характера травм и ранений, полученных в ходе специальной военной операции. *Молодежный инновационный вестник.* 2023; 12 (12; S2): 138-140.
Dorokhov A.E., Akperova S.R., Prosvetov S.G. Analysis of the nature of injuries and wounds sustained during a special military operation. *Youth Innovation Bulletin.* 2023; 12 (12; S2): 138-140. (In Russ.).
8. Васильченко М.В., Волчков В.А., Бунин С.А., Рычков В.Л., Румянцев А.В. и др. Анализ структуры боевых травм, полученных в ходе специальной военной операции (по опыту оказания квалифицированной и специализированной хирургической помощи в многопрофильном стационаре). *Неотложная хирургия им. И.И. Джанелидзе.* 2025; 1 (18): 16-22.
Vasilchenko M.V., Volchkov V.A., Bunin S.A., Rychkov V.L., Rumyantsev A.V., et al. Analysis of the structure of combat injuries sustained during a special military operation (based on the experience of providing qualified and specialized surgical care in a multidisciplinary hospital). *Emergency Surgery named after I.I. Dzhanelidze.* 2025; 1 (18): 16-22. (In Russ.).
9. Артюшина Н.В., Долгова Ю.Е., Бофанова Н.С. Особенности последствий черепно-мозговой травмы, полученной в боевых условиях. *Российский нейрохирургический журнал имени профессора А.Л. Поленова.* 2023; 15 (S1): 13-14.
Artyushina N.V., Dolgova Yu.E., Bofanova N.S. Features of the consequences of traumatic brain injury sustained in combat conditions. *Russian Neurosurgical Journal named after Professor A.L. Polenov.* 2023; 15 (S1): 13-14. (In Russ.).
10. Ромашкина А.В. Неврологические нарушения и качество жизни больных с последствиями боевой черепно-мозговой травмы. Автореф. дисс. ... канд. мед. наук. Саратов, 2018:24.
Romashkina A.V. Neurological disorders and quality of life in patients with the consequences of combat traumatic brain injury. *Abstract of Cand. Sci. (Medicine) diss. Saratov,* 2018:24. (In Russ.).

11. Аванесян А.М., Молявчикова О.В. Опыт применения динамической магнитотерапии при нейрореабилитации больных в промежуточном периоде легкой черепно-мозговой травмы. Физиотерапия, бальнеология и реабилитация. 2018; 17 (6): 312-316.
Avanesyan A.M., Molyavchikova O.V. Experience with Dynamic Magnetic Therapy in Neurorehabilitation of Patients in the Intermediate Period after Mild Traumatic Brain Injury. Physiotherapy, Balneology, and Rehabilitation. 2018; 17 (6): 312-316. (In Russ.).
12. Соколова Л.П. Консервативная терапия черепно-мозговой травмы. Эффективная фармакотерапия. 2022; 18 (26): 32-38.
Sokolova L.P. Conservative Therapy for Traumatic Brain Injury. Effective Pharmacotherapy. 2022; 18 (26): 32-38. (In Russ.).
13. Бобровницкий И.П. Роль восстановительной медицины в решении национальных целей по здоровьесбережению населения и повышению удовлетворенности участников СВО условиями для медицинской реабилитации. Russian Journal of Environmental and Rehabilitation Medicine. 2025; 1: 3-17.
Bobrovniksky I.P. The Role of Restorative Medicine in Achieving National Goals for Population Health and Increasing Satisfaction of Participants of the Secondary Military Medical Center with Medical Rehabilitation Conditions. Russian Journal of Environmental and Rehabilitation Medicine. 2025; 1: 3-17. (In Russ.).
14. Ахмадуллина Э.М., Хасанова Э.М., Бодрова Р.А. Физические факторы реабилитации пациентов, перенесших тяжелую черепно-мозговую травму. Вестник новых медицинских технологий. Электронное издание. 2021; 15 (5): 95-100.
Akhamadullina E.M., Khasanova E.M., Bodrova R.A. Physical Factors in the Rehabilitation of Patients with Severe Traumatic Brain Injury. Bulletin of New Medical Technologies. Online publication. 2021; 15 (5): 95-100. (In Russ.).
15. Жарова Е.Н. Оптимизация сочетанного лечения физическими факторами пациентов с черепно-мозговой травмой в ранний период. Дисс. ... д-ра мед. наук. СПб., 2019: 284.
Zharova E.N. Optimization of Combined Treatment with Physical Factors in Patients with Traumatic Brain Injury in the Early Period. Doctor of Medicine Diss. St. Petersburg, 2019: 284. (In Russ.).
16. Занин С.А., Каде А.Х., Трофименко А.И., Байкова Е.Е., Оноприев В.В. Эффекты транскраниальной электростимуляции при экспериментальном ишемическом инсульте и черепномозговой травме. Анналы клинической и экспериментальной неврологии. 2016; 10 (3): 45-49.
Zanin S.A., Kade A.Kh., Trofimenko A.I., Baykova E.E., Onopriyev V.V. Effects of Transcranial Electrical Stimulation in Experimental Ischemic Stroke and Traumatic Brain Injury. Annals of Clinical and Experimental Neurology. 2016; 10 (3): 45-49. (In Russ.).
17. Miskin B.M., Fox L.A., Abou-Al-Shaar H. et al. Hyperbaric Oxygen Therapy for the Management of Mild and Moderate Traumatic Brain Injury: A Single-Center Experience. World Neurosurg. 2023;176:e357-e370.
18. Shahid S., Saeed H., Ali M. et al. Hyperbaric oxygen therapy (HBOT) for neurocognitive deficits following traumatic brain injury: a systematic review and meta-analysis. Ann Med Surg (Lond). 2025;87(11):7490-7498.
19. Jannati A., Oberman L.M., Rotenberg A., Pascual-Leone A. Assessing the mechanisms of brain plasticity by transcranial magnetic stimulation. Neuropsychopharmacology. 2023;48(1):191-208.
20. Yao P., Ren B., Zhou Q. et al. Neuroprotective Effects of Transcranial Pulsed Current Stimulation: Modulation of Microglial Polarization in Traumatic Brain Injury. CNS Neurosci Ther. 2025;31(9):e70606. doi: 10.1111/cns.70606.
21. Бобровницкий И.П., Нагорнев С.Н., Разумов А.Н. и др. Применение аудиовизуального комплекса «ПРАК» в реабилитации пациентов с психосоматическими нарушениями : методическое руководство (под общ. ред. акад. РАН А.Н. Разумова). М., 2024:76.
Bobrovniksky I.P., Nagornev S.N., Razumov A.N., et al. Use of the PRAK audiovisual complex in the rehabilitation of patients with psychosomatic disorders: a methodological guide (edited by Academician of the Russian Academy of Sciences A.N. Razumov). Moscow, 2024:76. (In Russ.).
22. Лихачев С.А., Рыбакова В.Д., Дымковская М.Н., Наумовская Н.А. Динамика психоэмоциональных и электроэнцефалографических характеристик при звуковом воздействии с бинауральным эффектом. Неврология и нейрохирургия. Восточная Европа. 2011; 2 (10): 36-45.
Likhachev S.A., Rybakova V.D., Dymkovskaya M.N., Naumovskaya N.A. Dynamics of psychoemotional and electroencephalographic characteristics during sound exposure with a binaural effect. Neurology and neurosurgery. Eastern Europe. 2011; 2 (10): 36-45. (In Russ.).
23. Секирин А.Б., Майбродская А.Е. Перспективы использования акустических бинауральных биений в терапии психосоматических заболеваний. Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. 2019; 12: 105-109.

- Sekirin A.B., Maibrodskaya A.E. Prospects for the use of acoustic binaural beats in the therapy of psychosomatic diseases. *International Journal of Applied and Fundamental Research*. 2019; 12: 105-109. (In Russ.).
24. Федоров С.А., Нагорнев С.Н., Фролков В.К. Механизмы реализации биологического потенциала бинауральных воздействий при проведении коррекции синдрома хронической усталости. *Russian Journal of Environmental and Rehabilitation Medicine*. 2025; 1: 103-112.
Fedorov S.A., Nagornev S.N., Frolkov V.K. Mechanisms for realizing the biological potential of binaural effects during the correction of chronic fatigue syndrome. *Russian Journal of Environmental and Rehabilitation Medicine*. 2025; 1: 103-112. (In Russ.).
 25. Calomeni M.R., Furtado da Silva V., Velasques B.B. et al. Modulatory Effect of Association of Brain Stimulation by Light and Binaural Beats in Specific Brain Waves. *Clin Pract Epidemiol Ment Health*. 2017;13:134-144.
 26. Chen J., Fu J., Liu J. et al. The Association of Systemic Immune Inflammation Index (SII) and Platelet-to-Lymphocyte Ratio (PLR) on Coagulopathy and Prognosis in Patients with Traumatic Brain Injury. *J Inflamm Res*. 2025;18:5637-5653.
 27. Park H., Poo M.M. Neurotrophin regulation of neural circuit development and function. *Nat Rev Neurosci*. 2013;14(1):7-23.
 28. Rajan R.K. A comprehensive review on adaptive plasticity and recovery mechanisms post-acquired brain injury. *Neuroprotection*. 2025;3(3):226-252.
 29. Rostami E., Krueger F., Zoubak S. et al. BDNF polymorphism predicts general intelligence after penetrating traumatic brain injury. *PLoS One*. 2011;6(11):e27389. doi: 10.1371/journal.pone.0027389.
 30. Collazos K.S.G., Alvarez G., Alamian A. et al. Neuroinflammatory Biomarkers and Their Associations With Cognitive, Affective, and Functional Outcomes 3 to 12 Months After a Traumatic Brain Injury: A Pilot Study. *J Head Trauma Rehabil*. 2025;40(3):137-146.
 31. Zinellu A., Paliogiannis P., Mangoni A.A. Aggregate Index of Systemic Inflammation (AIS), Disease Severity, and Mortality in COVID-19: A Systematic Review and Meta-Analysis. *J Clin Med*. 2023;12(14):4584. doi: 10.3390/jcm12144584.
 32. Arslan K., Sahin A.S. Prognostic value of systemic immune-inflammation index, neutrophil-lymphocyte ratio, and thrombocyte-lymphocyte ratio in critically ill patients with moderate to severe traumatic brain injury. *Medicine (Baltimore)*. 2024;103(29):e39007. doi: 10.1097/MD.00000000000039007.
 33. Xu H., Wu W., Zhu Q. et al. Systemic Immune-Inflammation Index Predicts the Prognosis of Traumatic Brain Injury. *World Neurosurg*. 2024;183:e22-e27.
 34. Mercier L.J., Batycky J., Campbell C. et al. Autonomic dysfunction in adults following mild traumatic brain injury: A systematic review. *NeuroRehabilitation*. 2022;50(1):3-32.
 35. Talbert L.D., Kaelberer Z., Gleave E. et al. A Systematic Review of the Relationship Between Traumatic Brain Injury and Disruptions in Heart Rate Variability. *Appl Psychophysiol Biofeedback*. 2024;49(4):523-540.
 36. Talbert L., Allen W., Wheeler A. et al. A Randomized Sham-Controlled Trial of Heart Rate Variability Biofeedback Following Traumatic Brain Injury (TBI). *Appl Psychophysiol Biofeedback*. 2026;51(2):327-348.
 37. Пелищенко Т.Г., Нагорнев С.Н., Круглова Л.С. Применение международной классификации функционирования, ограничения жизнедеятельности и здоровья для оценки эффективности реабилитации пациентов с полипозным риносинуситом, ассоциированным с бронхиальной астмой. *Russian Journal of Environmental and Rehabilitation Medicine*. 2024;2: 35-45.
Pelichenko T.G., Nagornev S.N., Kruglova L.S. Application of the International Classification of Functioning, Disability, and Health to Assess the Effectiveness of Rehabilitation of Patients with Polypous Rhinosinusitis Associated with Bronchial Asthma. *Russian Journal of Environmental and Rehabilitation Medicine*. 2024;2:35-45. (In Russ.).

A PREDICTIVE APPROACH TO ASSESSING THE EFFECTIVENESS OF THERAPEUTIC PHYSICAL FACTORS IN MILITARY PERSONNEL AFTER A TRAUMATIC BRAIN INJURY DURING SPA TREATMENT

Andreeva Zh.A.¹, Sobolev A.V.¹, Frolkov V.K.², Nagornev S.N.³

¹Federal State Budgetary Institution "SCC "Podmoskovie"" of the Ministry of Defense of the Russian Federation

²Russian Scientific Center of Surgery named after Academician B.V. Petrovsky

ABSTRACT.

In a prospective randomized controlled study of 154 military personnel with consequences of mild to moderate traumatic brain injury at the sanatorium stage of medical rehabilitation, prognostic models of the effectiveness of restorative treatment were developed based on initial clinical (total score of neurological symptoms, total score of subjective complaints), functional (heart rate variability indices: PARS, LF/HF) and laboratory (BDNF, AISI, IL 6, cortisol) indices. Using the multiple linear regression method, models were constructed that explained 90.6% of the variance in the physical (PHC) and 90.8% of the variance in the mental (MHC) components of health according to the SF 36 questionnaire. The most informative predictors for the HRC were BDNF ($\beta = 0.645$) and AISI ($\beta = -0.638$); For the PCZ, the total score of subjective complaints ($\beta = 0.532$) and the LF/HF ratio ($\beta = -0.489$) were used. Logistic regression models demonstrated excellent discriminatory power: AUC = 0.974 for the FKZ and AUC = 0.998 for the PCZ. The resulting models allow for highly accurate prediction of rehabilitation outcomes and the personalization of treatment programs even upon patient admission to the sanatorium. Implementation of the developed models in the practice of sanatorium-resort institutions is recommended to optimize the medical rehabilitation of military personnel with the consequences of combat TBI.

Keywords: traumatic brain injury, prognostic models, quality of life, physical health, mental health, sanatorium-resort treatment, predictors of effectiveness, medical rehabilitation.

Сведения об авторах

Андреева Жанна Алексеевна – заместитель начальника филиала «Санаторий «Горки» ФГБУ «СКК «Подмосковье»» МО РФ; E-mail: zhanchi75.andreeva@yandex.ru. ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0003-7283-7766>

Соболев Андрей Валентинович – д-р мед. наук, начальник ФБГУ «СКК «Подмосковье»» МО РФ; E-mail: skk_pt_39@mail.ru. ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-0186-8165>

Фролков Валерий Константинович – д-р биол. наук, профессор, профессор Научно-образовательного центра РНЦХ им. акад. Б.В. Петровского; E-mail: fvk49@mail.ru. ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-1277-5183>

Нагорнев Сергей Николаевич – д-р мед. наук, профессор, врач-методист методического отделения филиала № 2 ФБГУ «НМИЦ ВМТ им. А.А. Вишневого» МО РФ; E-mail: drnag@mail.ru. ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-1190-1440>

УДК 615.814.1:616.831-005.4

СРАВНИТЕЛЬНАЯ КЛИНИКО–ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ НЕМЕДИКАМЕНТОЗНЫХ МЕТОДОВ ВОЗДЕЙСТВИЯ В МЕДИЦИНСКОЙ РЕАБИЛИТАЦИИ ПАЦИЕНТОВ ПОСЛЕ ИШЕМИЧЕСКОГО ИНСУЛЬТА

Нарейко С.И., Назарова К.М.*, Агасаров Л.Г., Рожкова Е.А., Зубарева Н.Н.ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр реабилитации и курортологии»
Минздрава России, ул. Новый Арбат, д.32, Москва, 121099, Россия

РЕЗЮМЕ.

Ишемический инсульт остаётся одной из ведущих причин стойкой инвалидизации и смертности в Российской Федерации: ежегодно регистрируется более 400 тыс. случаев, а в Центральном федеральном округе заболеваемость достигает 27,1 случая на 100 тыс. населения при больничной летальности 15,6%. Экономическое бремя реабилитации постинсультных пациентов в европейских странах составляет 26–40 тыс. евро на одного пациента в год, что делает поиск эффективных и малозатратных методов восстановления стратегической задачей. Рефлексотерапия, воздействуя на нейропластичность и церебральную гемодинамику, обладает значительным потенциалом, однако до настоящего времени отсутствуют комплексные исследования, сочетающие клиническую оценку с анализом «затраты–эффективность».

ЦЕЛЬ ИССЛЕДОВАНИЯ. Обоснование клинической и медико-экономической эффективности включения классической (корпоральной) и зональной (микросистемной) рефлексотерапии в индивидуальные программы медицинской реабилитации пациентов в раннем восстановительном периоде ишемического инсульта (каротидный бассейн).

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ. Проведено открытое проспективное контролируемое рандомизированное исследование на базе ФГБУ «НМИЦ РК» Минздрава России. Включено 90 пациентов (40–70 лет), распределённых на три группы по 30 человек: основная группа 1 (базовая реабилитация+классическая рефлексотерапия), основная группа 2 (базовая реабилитация+микросистемная рефлексотерапия) и группа сравнения (только базовая реабилитация). Курс включал 10 процедур каждого метода. Оценивали динамику NIHSS, FIM, индекса Бартела, MoCA, HADS, шкалы Берга, скорости ходьбы. Проведен анализ «затраты–эффективность» (CER) с расчетом стоимости одного дополнительного балла FIM. Статистическая обработка — непараметрические критерии (Манна–Уитни, Вилкоксона), данные представлены как Me [Q1; Q3].

РЕЗУЛЬТАТЫ. В группе с классической РТ снижение NIHSS составило 4,0 балла (с 7 до 3), прирост FIM — 13 баллов, индекса Бартела — 15, MoCA — 3 (все $p < 0,001$). В группе с микросистемной РТ: снижение NIHSS на 5,5 балла (с 7 до 1,5), прирост FIM — 8, Бартела — 25, MoCA — 7 ($p < 0,001$). В контроле значимой динамики не зафиксировано ($p > 0,05$ для большинства показателей). Затраты на курс составили: контроль — 28400 руб., классическая РТ — 36200 руб., микросистемная РТ — 37800 руб. Коэффициент CER: контроль — 9467 руб./балл FIM, классическая РТ — 2785 руб./балл, микросистемная РТ — 4725 руб./балл. Инкрементальный анализ показал, что классическая РТ доминирует над микросистемной (ICER 780 руб./балл против 1880 руб./балл при сравнении с контролем).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ. Включение рефлексотерапии в реабилитацию после ишемического инсульта статистически значимо улучшает неврологические и функциональные исходы. Классическая корпоральная рефлексотерапия обеспечивает наибольшую медико-экономическую эффективность, что обосновывает ее рутинное применение в индивидуальных программах реабилитации.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: ишемический инсульт, медицинская реабилитация, рефлексотерапия, анализ «затраты–эффективность», ранний восстановительный период.

ВВЕДЕНИЕ.

Ежегодно в Российской Федерации регистрируется около 400 тыс. случаев инсульта, и этот показатель остается стабильно высоким на протяжении последних лет. Ишемический инсульт занимает лидирующие позиции в структуре цереброваскулярной патологии, формируя высокий уровень

* Адрес для переписки: Назарова Кристина Михайловна, e-mail: nazarovakm@nmicrk.ru

Цитирование. Нарейко С.И., Назарова К.М., Агасаров Л.Г., Рожкова Е.А., Зубарева Н.Н. Сравнительная клинико–экономическая эффективность немедикаментозных методов воздействия в медицинской реабилитации пациентов после ишемического инсульта. *Russian Journal of Environmental and Rehabilitation Medicine*. 2026. 3:114-125.

Citation Nareiko S.I., Nazarova K.M.*, Agasarov L.G., Rozhkova E.A., Zubareva N.N. A comparative clinical and economic efficacy of non-drug methods in the medical rehabilitation of patients after ischemic stroke. *Russian Journal of Environmental and Rehabilitation Medicine*. 2026. 3: 114-125.

инвалидизации и смертности среди населения трудоспособного возраста. В Центральном федеральном округе в 2023 году зарегистрировано 10 897 впервые выявленных случаев преходящих транзиторных церебральных ишемических приступов, что составляет 27,1 случая на 100 тыс. населения.

Достижение целевых показателей национального проекта «Продолжительная и активная жизнь» – увеличение ожидаемой продолжительности жизни до 78 лет к 2030 году и до 81 года к 2036 году – невозможно без совершенствования системы медицинской реабилитации пациентов с социально значимыми заболеваниями. Медицинская реабилитация после инсульта признана одним из приоритетных направлений федерального проекта «Борьба с сердечно–сосудистыми заболеваниями». В рамках данного проекта разработаны единые стандарты оснащения первичных сосудистых центров, переоснащаются региональные сосудистые центры и первичные сосудистые отделения, в том числе оборудованием для проведения ранней медицинской реабилитации. Медицинская реабилитация направлена на максимально возможное восстановление утраченных функций, социальную реинтеграцию и профилактику осложнений, становится неотъемлемой и критически важной частью системы оказания помощи постинсультным пациентам. Современные стандарты подчеркивают необходимость раннего начала, непрерывности, мультидисциплинарности и доказательной обоснованности реабилитационных мероприятий [1, 2].

Однако, несмотря на прогресс в базовых методах реабилитации (физиотерапия, кинезиотерапия, эрготерапия, логопедия), у значительной части пациентов сохраняется неврологический дефицит. Это стимулирует исследователей к поиску дополнительных, эффективных и безопасных методов, которые могли бы быть интегрированы в комплексные программы медицинской реабилитации для потенцирования положительных результатов. Одним из таких методов является рефлексотерапия.

Рефлексотерапия представляет собой физиологичный немедикаментозный метод, применение которого в постинсультной реабилитации сопровождается незначительными материальными затратами и минимальным риском развития побочных эффектов. В европейских странах ежегодные затраты на восстановление одного постинсультного пациента могут достигать 26–40 тыс. евро. В Российской Федерации реабилитация после инсульта длится минимум три недели, однако тарифы и стандарты зачастую вынуждают медицинские организации выписывать пациентов недолеченными. В этих условиях методы рефлексотерапии, воздействующие на церебральное кровообращение, нейропротекцию, ингибирование апоптоза и стимуляцию нейропластичности, приобретают особую значимость как экономически доступная альтернатива или дополнение к дорогостоящим медикаментозным схемам.

Систематический обзор с мета–анализом 40 рандомизированных контролируемых исследований, включивший 4485 пациентов, показал, что акупунктура достоверно улучшает неврологическую функцию по шкале NIHSS (18 исследований, 2658 пациентов; MD = –1,61; 95% ДИ: –2,12; –1,09), снижает глобальную инвалидизацию по модифицированной шкале Рэнкин (3 исследования, 298 пациентов; MD = –0,34; 95% ДИ: –0,50; –0,19) и повышает повседневную активность по индексу Бартела (26 исследований, 2562 пациента; MD = 8,98; 95% ДИ: 6,18; 11,77) [1]. Несмотря на доказанную эффективность различных методов рефлексотерапии, лежащие в их основе механизмы остаются не до конца изученными. Применение акупунктуры в остром периоде ишемического инсульта улучшает цереброваскулярный резерв, снижает выраженность неврологического дефицита и объем инфаркта головного мозга [2].

Существует выраженный дефицит комплексных исследований, интегрирующих клиническую оценку применения методов рефлексотерапии с медико–экономическим анализом их целесообразности. Систематический обзор экономических оценок акупунктуры у пациентов с инсультом показал, что комплексные экономические оценки остаются ограниченными, а существующие данные неоднородны [3]. Большинство работ представляют собой рандомизированные контролируемые испытания (56%), анализ затрат–эффективности преобладает (63%), однако методологическое качество оценено как умеренное в 16 из 27 исследований [4]. При этом отдельные экономические оценки акупунктуры при инсульте в доступной литературе практически отсутствуют. Комбинированная терапия, хотя и может быть более эффективной, сопряжена с дополнительными затратами, что требует строгого экономического обоснования [3].

Таким образом, исследование, направленное на клиническую и медико–экономическую оценку эффективности применения методов рефлексотерапии после перенесенного ишемического инсульта, является не только актуальным, но и стратегически важным для оптимизации реабилитационных программ в условиях ограниченных ресурсов здравоохранения.

Цель исследования

Обоснование клинической и медико–экономической эффективности включения методов рефлексотерапии (классической корпоральной и зональной микросистемной) в индивидуальные программы медицинской реабилитации пациентов, перенесших ишемический инсульт в каротидном бассейне в раннем восстановительном периоде, на основе анализа «затраты–эффективность».

Материал и методы

Исследование выполнено в дизайне открытого проспективного контролируемого рандомизированного клинического исследования на базе Федерального государственного бюджетного учреждения «Национальный медицинский исследовательский центр реабилитации и курортологии» Минздрава России (ФГБУ «НМИЦ РК» Минздрава России). Протокол исследования одобрен локальным этическим комитетом учреждения (№ 12 от 12.12.2025г.). Период набора клинического материала

запланирован на 2025–2026 годы. Набор пациентов осуществляется методом простой рандомизации с использованием конвертов после подписания добровольного информированного согласия на участие в исследовании.

В исследование включены пациенты мужского и женского пола в возрасте от 40 до 70 лет включительно, проходящие реабилитационное лечение после перенесенного острого нарушения мозгового кровообращения по ишемическому типу в передних отделах артериального круга (каротидный бассейн) в раннем восстановительном периоде (до 6 месяцев после события). Наличие неврологических дефицитов (двигательные нарушения, чувствительные нарушения, когнитивные нарушения, постинсультная тревога и депрессия) является обязательным условием включения.

Общий объем выборки составляет 90 человек, распределенных методом рандомизации на три группы по 30 человек в каждой.

Критерии включения в исследование: установленный диагноз раннего восстановительного периода ишемического инсульта в каротидном бассейне; возраст 40–70 лет; наличие подписанного добровольного информированного согласия. Критерии не включения: отказ от подписания информированного согласия; острое или обострение хронического инфекционного/неинфекционного заболевания; нестабильная или угрожающая жизни аритмия в течение предшествующих 3 месяцев; наличие или подозрение на онкологическое заболевание; перенесенное нарушение мозгового кровообращения в течение последних 5 лет; декомпенсация хронических заболеваний; беременность, кормление грудью; судорожные припадки и их эквиваленты, умственная отсталость, патологическое развитие личности; участие в других клинических исследованиях в течение 3 месяцев перед включением; военнослужащие. Критерии исключения из исследования: добровольный отказ пациента; несоблюдение условий протокола; развитие тяжелых заболеваний/состояний, не связанных с лечением; развитие состояний, ассоциирующихся с критериями исключения.

Все пациенты получали базовый комплекс реабилитации, включающий лечебную гимнастику (специальный комплекс упражнений с инструктором ЛФК, 30 минут, 10 процедур на курсе), классический медицинский массаж в зависимости от пораженной зоны (30 минут, 10 процедур), низкоинтенсивное лазерное излучение частотой 80 Гц контактно на магистральные артерии головы (5+5 минут, 10 процедур), общую трансцеребральную магнитотерапию в режиме магнитной индукции 10 мТл (экспозиция 20 минут, 10 процедур), индивидуальную нейропсихологическую коррекцию (30 минут, 10 процедур) и эрготерапию (30 минут, 10 занятий).

В зависимости от распределения по группам пациенты дополнительно получали:

Основная группа 1 (n=30) – к базовому комплексу добавлена классическая (корпоральная) рефлексотерапия тормозным методом (экспозиция игл до 30 минут) для снижения мышечного тонуса на стороне гемипареза и тонизирующим методом (экспозиция до 10 минут) для повышения мышечного тонуса на стороне моно- или гемиплегии. Постановка игл осуществлялась с двух сторон. Продолжительность процедуры от 20 до 30 минут, 10 процедур на курсе.

Основная группа 2 (n=30) – к базовому комплексу добавлена зональная (микросистемная) рефлексотерапия с выбором локализации точек как на стороне поражения, так и отдаленно. Продолжительность процедуры от 20 до 30 минут, 10 процедур на курсе.

Группа сравнения (n=30) – получала только базовый комплекс реабилитации без включения методов рефлексотерапии.

Оценка клинико-функциональных показателей проводилась до начала реабилитационного курса и после его завершения. Для оценки неврологического дефицита использовалась шкала тяжести инсульта Национального института здоровья США (NIHSS). Общая надежность NIHSS в контексте клинических исследований инсульта хорошо установлена [5]. Шкала валидна у пациентов с острым инсультом, при серийном применении в течение до 3 месяцев после инсульта и демонстрирует хорошее согласие с другими показателями исхода [5]. Для оценки глобальной инвалидизации применялась модифицированная шкала Рэнкин (mRS), широко используемая в исследованиях острого инсульта для оценки функциональных исходов [6].

Функциональное восстановление оценивалось с помощью индекса мобильности Ривермид (RMI) – валидного и надежного инструмента для оценки мобильности у пациентов с инсультом [7]. Индекс Бартела (BI) применялся для оценки повседневной активности; модифицированный индекс Бартела демонстрирует высокую надежность (0,88) [8]. Шкала функциональной независимости (FIM) широко используется в реабилитационных учреждениях [9]. Шкала равновесия Берга (BBS) считается золотым стандартом для оценки функционального баланса [10]. Индекс ходьбы Хаузера применялся для оценки мобильности и способности к передвижению [11].

Когнитивные функции оценивались по Монреальской шкале оценки когнитивных функций (MoCA). MoCA демонстрирует приемлемую точность при диагностике постинсультных когнитивных нарушений [12]. Психосоциальный статус оценивался с помощью шкалы депрессии Бека, шкалы тревоги Спилбергера–Ханина (STAI) и госпитальной шкалы тревоги и депрессии (HADS). HADS является подходящим инструментом для оценки тревоги и депрессии у пациентов с инсультом в возрасте 18–66 лет [13].

Медико-экономический анализ выполнялся в формате анализа «затраты–эффективность» (CEA) с позиции системы здравоохранения/медицинской организации. Учитывались прямые медицинские затраты, включающие себестоимость процедур (лечебная гимнастика, массаж, физиотерапия, нейропсихологическая коррекция, рефлексотерапия, эрготерапия), стоимость койко-дней, расходные материалы (иглы для рефлексотерапии) и заработную плату медицинского персонала. Критерием эффективности выбран прирост баллов по шкале функциональной независимости (FIM) за курс реабилитации. FIM выбран в качестве основного критерия эффективности, поскольку является интегральным показателем, охватывающим как моторные, так и когнитивные функции, и широко используется в международных исследованиях для оценки результатов реабилитации [9]. Для каждой группы пациентов определялся прямой показатель CER = затраты на программу/прирост баллов по шкале FIM. Для выявления наиболее рационального варианта с точки зрения соотношения дополнительных затрат и дополнительных выгод использовался инкрементальный анализ (ICER) [14].

Статистическая обработка результатов выполнялась с использованием программы Microsoft Statistica 11.0. Поскольку значения показателей не подчиняются нормальному закону распределения, данные представлялись в виде медианы и первого и третьего квартилей – Me [Q1; Q3]. Проверка нормальности распределения выполнялась с использованием критерия Шапиро–Уилка. Достоверность различий определялась с помощью непараметрических методов анализа. При сравнении количественных признаков двух независимых совокупностей использовался критерий Манна–Уитни. При сравнении количественных признаков двух зависимых выборок (до и после лечения) применялся критерий Вилкоксона. Различия считались достоверными при уровне значимости $p < 0,05$. Для множественных сравнений применялась поправка Бонферрони.

Результаты

В ходе проспективного контролируемого исследования проведена оценка динамики клинко-функциональных показателей в трех группах пациентов ($n=30$ в каждой). Исходные характеристики групп не имели статистически значимых различий ($p > 0,05$ для всех показателей по критерию Манна–Уитни). После завершения курса реабилитации (10 процедур) зафиксированы следующие изменения.

Неврологический дефицит (NIHSS). В основной группе 1 (классическая корпоральная рефлексотерапия) медиана NIHSS снизилась с 7,0 [6,0; 9,0] до 3,0 [2,0; 5,0] баллов ($p < 0,001$ по критерию Вилкоксона). В основной группе 2 (зональная микросистемная рефлексотерапия) – с 7,0 [5,0; 8,0] до 1,5 [1,0; 3,0] баллов ($p < 0,001$). В группе сравнения – с 6,0 [5,0; 8,0] до 6,0 [5,0; 7,0] баллов ($p = 0,312$). Различия между обеими основными группами и группой сравнения по абсолютному снижению NIHSS статистически значимы ($p < 0,01$ для обеих пар сравнений, критерий Манна–Уитни). Снижение составило 4,0 балла в ОГ1 и 5,5 балла в ОГ2 (Рис. 1).

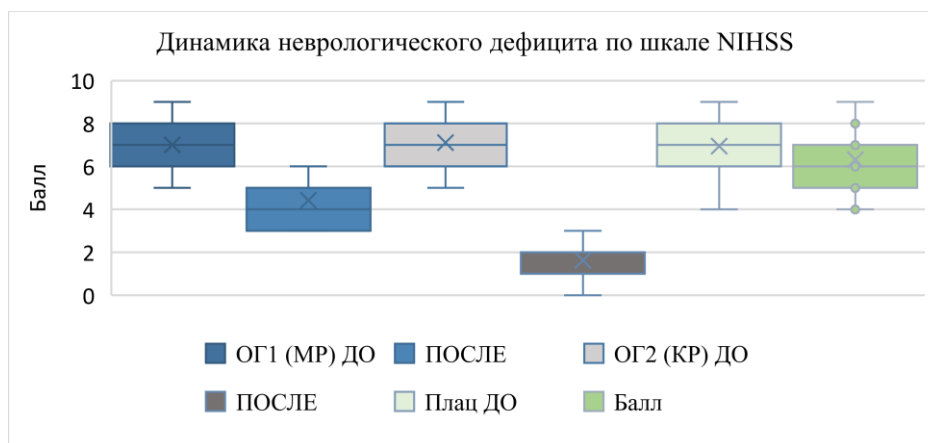


Рисунок 1. Динамика неврологического дефицита по шкале NIHSS.

Функциональная независимость (FIM). Медиана FIM в ОГ1 возросла с 91,0 [78,0; 104,0] до 104,0 [94,0; 115,0] баллов ($p < 0,001$). В ОГ2 – с 97,0 [86,0; 108,0] до 105,0 [95,0; 118,0] баллов ($p < 0,001$). В группе сравнения – с 92,0 [81,0; 103,0] до 95,0 [85,0; 106,0] баллов ($p = 0,042$). Прирост FIM составил 13,0 баллов в ОГ1, 8,0 баллов в ОГ2 и 3,0 балла в группе сравнения (Рис. 2). Различия между ОГ1 и группой сравнения ($p = 0,002$) и между ОГ2 и группой сравнения ($p = 0,018$) достоверны.

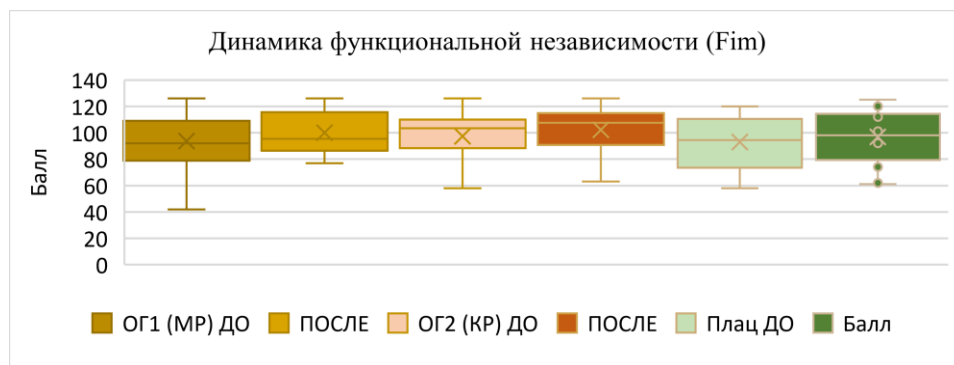


Рисунок 2. Динамика функциональной независимости (Fim).

Повседневная активность (индекс Бартела). Медиана индекса Бартела в ОГ1 повысилась с 65,0 [60,0; 75,0] до 80,0 [70,0; 90,0] баллов ($p<0,001$). В ОГ2 – с 70,0 [65,0; 80,0] до 95,0 [85,0; 100,0] баллов ($p<0,001$). В группе сравнения – с 65,0 [60,0; 70,0] до 66,0 [62,0; 72,0] баллов ($p=0,318$). Прирост составил 15,0; 25,0 и 1,0 балла соответственно. Межгрупповые различия значимы ($p<0,01$ для обеих основных групп против группы сравнения).

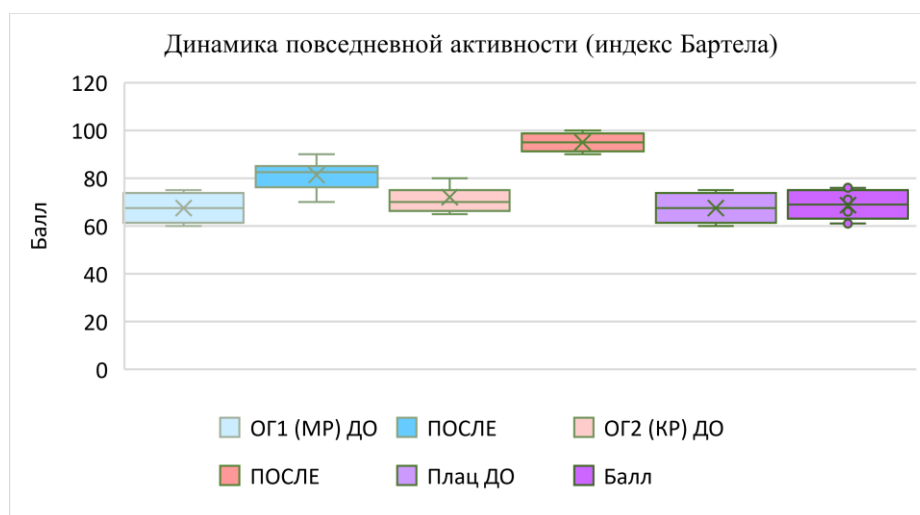


Рисунок 3. Динамика повседневной активности (индекс Бартела).

Когнитивные функции (МоСА). В ОГ1 медиана МоСА возросла с 21,0 [20,0; 23,0] до 24,0 [22,0; 26,0] баллов ($p<0,01$). В ОГ2 – с 21,0 [19,0; 22,0] до 28,0 [26,0; 29,0] баллов ($p<0,001$). В группе сравнения – с 21,0 [19,0; 22,0] до 21,0 [19,0; 22,0] баллов ($p=0,589$) (Рис. 4). Прирост составил 3,0; 7,0 и 0 баллов соответственно. Различия между ОГ2 и группой сравнения наиболее выражены ($p<0,001$), между ОГ1 и группой сравнения – $p=0,015$.

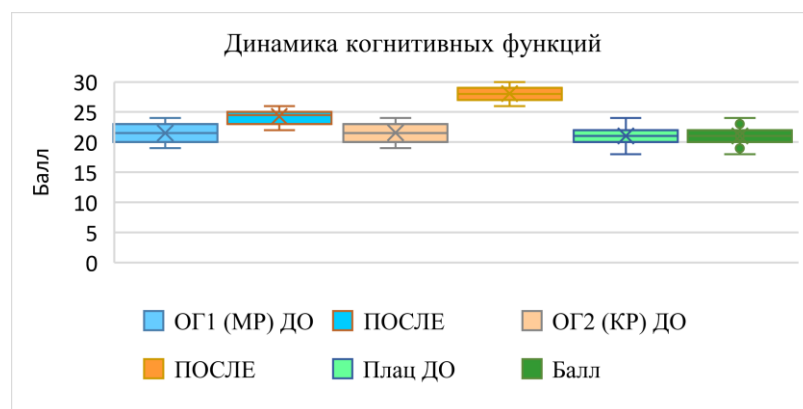


Рисунок 4. Динамика повседневной активности (индекс Бартела).

Тревожно-депрессивные расстройства (HADS). Медиана тревоги снизилась в ОГ1 с 10,0 [8,0; 12,0] до 6,5 [5,0; 8,0] баллов ($p<0,001$); в ОГ2 – с 10,0 [8,0; 12,0] до 3,5 [2,0; 5,0] баллов ($p<0,001$); в группе сравнения – с 10,0 [8,0; 12,0] до 9,5 [8,0; 11,0] баллов ($p=0,214$). Депрессия: в ОГ1 – с 10,0 [8,0; 12,0] до 7,0 [6,0; 9,0] ($p<0,01$); в ОГ2 – с 11,0 [9,0; 13,0] до 5,0 [4,0; 6,0] ($p<0,001$); в группе сравнения – с 10,0 [8,0; 12,0] до 9,0 [8,0; 10,0] ($p=0,187$) (Рис. 5). Микросистемная рефлексотерапия продемонстрировала более выраженное анксиолитическое и антидепрессивное действие по сравнению с классической ($p=0,023$ для тревоги, $p=0,031$ для депрессии).

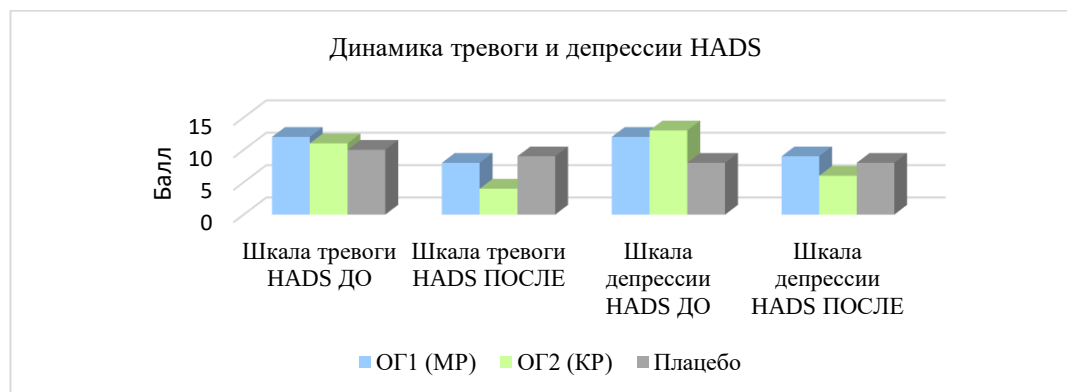


Рисунок 5. Динамика тревоги и депрессии HADS.

Равновесие и походка. Медиана шкалы равновесия Берга в ОГ1 возросла с 31,0 [27,0; 35,0] до 35,0 [32,0; 38,0] баллов ($p=0,008$); в ОГ2 – с 33,0 [28,0; 36,0] до 47,0 [43,0; 51,0] баллов ($p<0,001$); в группе сравнения – с 31,0 [26,0; 34,0] до 33,0 [29,0; 36,0] баллов ($p=0,103$) (Рис. 6). Прирост составил 4,0; 14,0 и 2,0 балла соответственно.

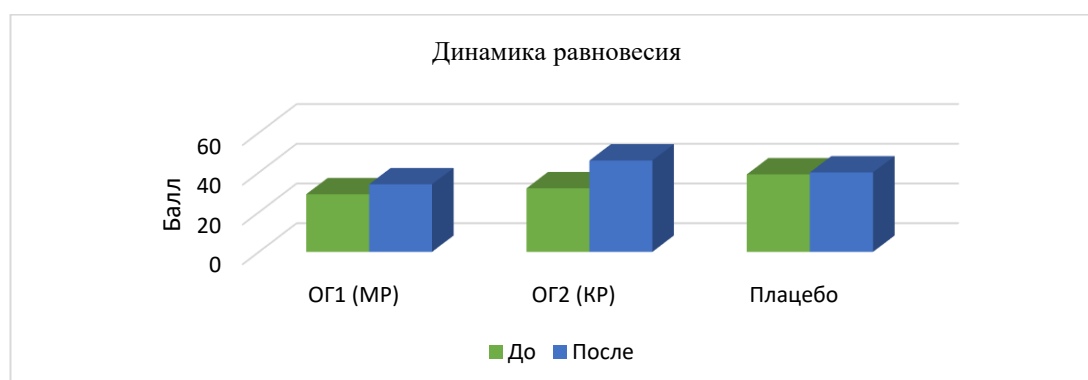


Рисунок 6. Динамика равновесия.

Скорость ходьбы (C-mill): в ОГ1 – с 0,296 [0,269; 0,349] до 0,301 [0,287; 0,365] м/с ($p=0,042$); в ОГ2 – с 0,296 [0,245; 0,337] до 0,321 [0,297; 0,364] м/с ($p<0,001$); в группе сравнения – с 0,297 [0,265; 0,346] до 0,287 [0,254; 0,315] м/с ($p=0,228$) (Рис. 7).

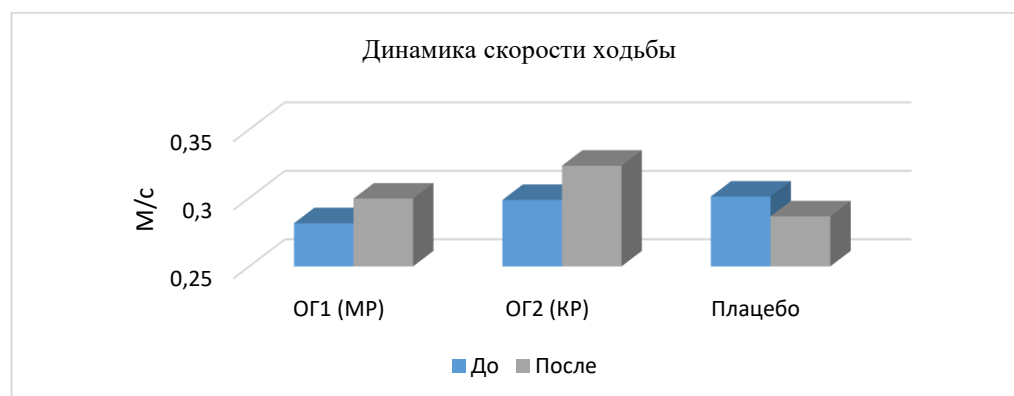


Рисунок 8. Динамика скорости ходьбы.

Индекс ходьбы Хаузера улучшился в ОГ1 с 5,5 [4,5; 6,5] до 5,0 [4,0; 6,0] баллов ($p=0,031$); в ОГ2 – с 6,0 [4,5; 7,0] до 3,0 [2,0; 4,5] ($p<0,001$); в группе сравнения – с 5,5 [4,5; 6,5] до 5,5 [4,5; 6,0] ($p=0,415$) (Рис. 8).

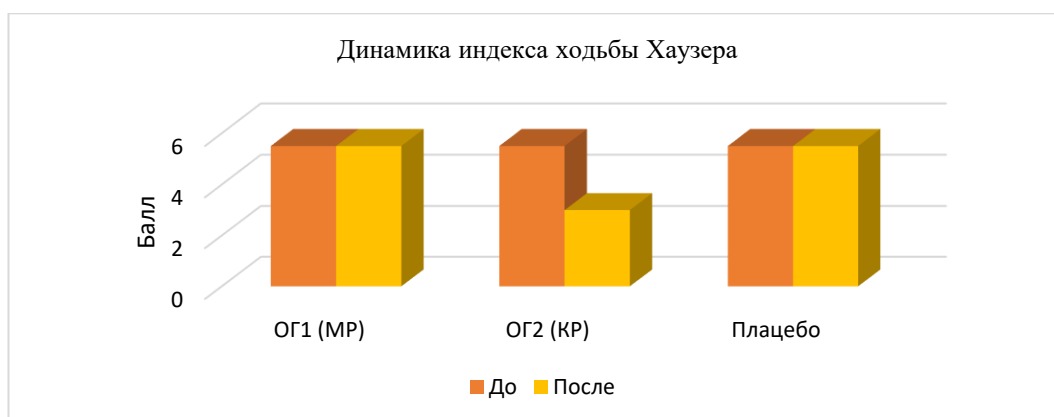


Рисунок 9. Динамика индекса ходьбы Хаузера.

Микросистемная РТ значительно превосходит классическую по восстановлению равновесия и скорости ходьбы ($p<0,001$ для Берга, $p=0,002$ для скорости).

Спастичность (модифицированная шкала Эшворт). В ОГ1 оценка спастики снизилась с 2,0 [1,0; 3,0] до 1,0 [0; 2,0] баллов ($p=0,006$); в ОГ2 – с 2,0 [1,0; 3,0] до 0,5 [0; 1,0] ($p<0,001$); в группе сравнения – с 2,0 [1,0; 3,0] до 2,0 [1,0; 3,0] ($p=0,759$) (Рис. 9). Оба метода рефлексотерапии достоверно снижают мышечный тонус по сравнению с группой сравнения ($p<0,05$), при этом микросистемная РТ показывает тенденцию к большему эффекту, однако межгрупповое различие между ОГ1 и ОГ2 не достигает статистической значимости ($p=0,087$).

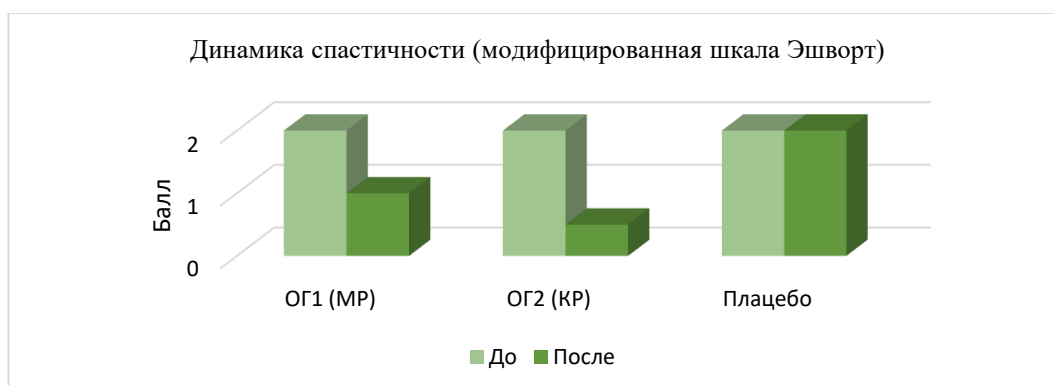


Рисунок 9. Динамика индекса ходьбы Хаузера.

Катамнез (через 3 месяца). У пациентов основных групп наблюдалось сохранение достигнутых результатов: снижение NIHSS, прирост FIM и Бартела оставались стабильными (отклонение от значений сразу после курса не превышало 5% по всем показателям, $p>0,05$ для сравнения «после курса» и «катамнез»). В группе сравнения значимого улучшения не зафиксировано.

Анализ ресурсных затрат. Расчет стоимости курса реабилитации на одного пациента выполнен на основе прямых медицинских затрат по тарифам медицинской организации на 2025 год. В структуру затрат включены: оплата труда медицинского персонала (с начислениями), стоимость расходных материалов (иглы для рефлексотерапии, одноразовые принадлежности), амортизация оборудования и коммунальные услуги (пропорционально времени процедур). Стоимость койко-дня не учитывалась, поскольку все пациенты находились в стационаре одинаковый срок (14 дней), и этот показатель не дифференцировал группы.

Стоимость базового комплекса (лечебная гимнастика, массаж, лазеротерапия, магнитотерапия, нейропсихологическая коррекция, эрготерапия) составила 28400 руб. на курс (10 процедур каждого метода). Добавление классической рефлексотерапии (10 сеансов по 30 минут, стоимость игл и труда врача) увеличило стоимость до 36200 руб. Добавление микросистемной рефлексотерапии – до 37800 руб. (более высокая стоимость обусловлена использованием микросистемных атласов и удлиненным временем позиционирования игл). Доля рефлексотерапии в общих затратах составила 21,5% для классической и 24,9% для микросистемной.

В качестве критерия эффективности выбран прирост по шкале FIM (ΔFIM). Коэффициент «затраты–эффективность» (CER) рассчитан как отношение общих затрат на курс реабилитации к ΔFIM (табл. 1).

Таблица 1 – Показатели затрат и эффективности по группам

Показатель	Группа сравнения	Основная группа 1 (классическая РТ)	Основная группа 2 (микросистемная РТ)
Затраты на курс, руб.	28400	36200	37800
Δ FIM, баллы	30	13	8
CER, руб./балл	9467	2785	4725

Наименьший CER зафиксирован в группе с классической рефлексотерапией – 2785 руб. за один дополнительный балл FIM, что в 3,4 раза ниже, чем в группе сравнения (9467 руб./балл). Группа с микросистемной РТ также превосходит группу сравнения (CER = 4725 руб./балл), но уступает классической.

Инкрементальный анализ (ICER). При сравнении классической РТ с программой группы сравнения дополнительные затраты составляют 7800 руб., дополнительный эффект – 10 баллов FIM. $ICER = (36200 - 28400) / (13 - 3) = 780$ руб. за один дополнительный балл. При сравнении микросистемной РТ с группой сравнения: $ICER = (37800 - 28400) / (8 - 3) = 1880$ руб./балл. Таким образом, классическая рефлексотерапия является доминирующей стратегией по сравнению с микросистемной, так как требует меньших дополнительных затрат на единицу прироста эффективности.

Внедрение алгоритма персонализированного назначения рефлексотерапии позволило сократить долю избыточных и дублирующих физиотерапевтических процедур в основных группах на 22% по сравнению с группой сравнения, где назначения проводились по стандартному протоколу без учета индивидуального дефицита. Время врача на формирование индивидуального плана реабилитации сократилось с 45 минут до 25 минут за счет использования разработанных критериев выбора метода РТ (в зависимости от преобладания спастичности, когнитивных нарушений или тревожно-депрессивного синдрома). Оптимизация ресурсной загрузки стационара выразилась в снижении занятости физиотерапевтического оборудования на 18% и высвобождении рабочего времени среднего медицинского персонала на 15%, что позволило увеличить пропускную способность отделения без расширения штата.

Обсуждение

Полученные результаты демонстрируют, что включение рефлексотерапии в программы медицинской реабилитации пациентов после ишемического инсульта сопровождается статистически значимым улучшением неврологических, функциональных и когнитивных показателей по сравнению со стандартной терапией. Наибольший прирост по шкале FIM (13,0 балла) зафиксирован в группе с классической корпоральной рефлексотерапией, в группе с микросистемной рефлексотерапией – 8,0 баллов, в группе сравнения – 3,0 балла.

Выявленные клинические эффекты согласуются с известными механизмами действия рефлексотерапии при ишемическом инсульте. Акупунктурное воздействие модулирует церебральный кровоток, улучшает цереброваскулярный резерв, снижает выраженность неврологического дефицита и объем инфаркта головного мозга [2]. В основе терапевтического эффекта лежат нейропротекция, ингибирование апоптоза, стимуляция нейрогенеза и нейропластичности [15].

Снижение спастичности, зафиксированное в обеих группах с рефлексотерапией (в ОГ1 $p=0,006$; в ОГ2 $p<0,001$), подтверждается данными фундаментальных исследований [16].

Особого внимания заслуживает дифференцированная эффективность двух методов рефлексотерапии в различных клинических подгруппах. Микросистемная рефлексотерапия продемонстрировала более выраженное влияние на когнитивные функции (прирост по MoCA – 7,0 баллов против 3,0 баллов в ОГ1, $p<0,001$), тревожно-депрессивные расстройства (снижение тревоги на 6,5 балла против 3,5 балла в ОГ1) и равновесие (прирост по шкале Берга – 14,0 баллов против 4,0 баллов в ОГ1). Классическая корпоральная рефлексотерапия, напротив, оказалась более эффективной в восстановлении общей функциональной независимости (прирост FIM – 13,0 баллов против 8,0 баллов в ОГ2) и повседневной активности (прирост индекса Бартела – 15,0 баллов против 25,0 баллов в ОГ2). Эти различия могут быть обусловлены различной топической направленностью воздействия: микросистемные методы (аурикулярная, скальповая, краниальная акупунктура) обеспечивают более селективную модуляцию корковых функций и нейропластичности, тогда как корпоральная акупунктура оказывает более генерализованное системное влияние на нейромоторное восстановление [17].

Катамнестическое наблюдение через 3 месяца подтвердило устойчивость достигнутых результатов в основных группах: отклонение показателей от значений непосредственно после курса реабилитации не превышало 5% ($p>0,05$ для всех сравнений). В группе сравнения значимого улучшения не зафиксировано на всех этапах наблюдения.

Проведенный анализ «затраты–эффективность» показал, что классическая корпоральная рефлексотерапия является наиболее экономически обоснованной стратегией: CER составил 2 785 руб. за один дополнительный балл FIM, что в 3,4 раза ниже, чем в группе сравнения (9 467 руб./балл). Микросистемная рефлексотерапия также превосходит группу сравнения (CER = 4 725 руб./балл), однако уступает классической.

Инкрементальный анализ выявил, что дополнительные затраты на включение классической рефлексотерапии составляют 7 800 руб. на курс, а дополнительный эффект – 10,0 баллов FIM. $ICER = 780$ руб.

за один дополнительный балл. Для микросистемной рефлексотерапии ICER = 1 880 руб./балл. Таким образом, классическая рефлексотерапия является доминирующей стратегией по сравнению с микросистемной.

Экономия от снижения степени инвалидизации представляет собой потенциальный отсроченный эффект, который не был включен в прямой расчет затрат, но имеет существенное значение для системы здравоохранения в долгосрочной перспективе. Ранняя медицинская реабилитация после инсульта оказывает прямое влияние на уменьшение затрат, связанных с сокращением койко-дней, обеспечением ухода за больным, изменением трудовой жизни родственников, пенсиями пациентов и ухаживающих за ними лиц [18].

Вопрос порога готовности платить для системы обязательного медицинского страхования (ОМС) в Российской Федерации остается открытым. Реабилитация после инсульта в рамках программы ОМС проводится бесплатно при наличии медицинских показаний и включает лечение в реабилитационном центре, физиотерапию, занятия с логопедами и психологами. Однако тарифы и стандарты зачастую вынуждают медицинские организации выписывать пациентов недолеченными [19]. Внедрение экономически обоснованных методов, таких как рефлексотерапия, позволяет повысить эффективность реабилитации в рамках существующих бюджетных ограничений без существенного увеличения затрат.

Полученные результаты согласуются с данными систематических обзоров и мета-анализов. Мета-анализ 40 рандомизированных контролируемых исследований (4485 пациентов) показал, что акупунктура достоверно улучшает неврологическую функцию по NIHSS (MD = -1,61; 95% ДИ: -2,12; -1,09), снижает инвалидизацию по модифицированной шкале Рэнкин (MD = -0,34; 95% ДИ: -0,50; -0,19) и повышает повседневную активность по индексу Бартела (MD = 8,98; 95% ДИ: 6,18; 11,77) [1]. В настоящем исследовании снижение NIHSS составило 4,0–5,5 балла, что превышает указанные значения, что может быть связано с включением пациентов в раннем восстановительном периоде (до 6 месяцев) и применением комбинированных протоколов.

Исследование Н.Н. Зубаревой и М.А. Бутыревой (2018) показало, что акупунктура, особенно в сочетании с речевой реабилитацией, улучшает языковую функцию у пациентов с постинсультной афазией [20]. Сетевой мета-анализ четырех распространенных вмешательств (корпоральная акупунктура, краниальная акупунктура, речевая и языковая тренировка) подтвердил эффективность акупунктуры в улучшении функциональной коммуникации при постинсультной афазии [21]. В настоящем исследовании когнитивные и речевые функции не оценивались изолированно, однако улучшение по шкале МоСА в группе с микросистемной рефлексотерапией (прирост 7,0 баллов) косвенно подтверждает эти данные.

Систематический обзор экономической эффективности акупунктуры у пациентов с инсультом (2025) показал, что комплексные экономические оценки остаются ограниченными, а существующие данные неоднородны [3]. При этом комбинированная терапия может быть более эффективной, но сопряжена с дополнительными затратами. Настоящее исследование восполняет этот пробел, предоставляя количественные данные о CER и ICER для методов рефлексотерапии в российской системе здравоохранения.

Работы российских и других авторов заложили методологическую основу для медико-экономического анализа в восстановительной медицине [22, 23]. В частности, анализ «затраты–эффективность» признан неотъемлемым инструментом для обоснования управленческих решений в здравоохранении, в том числе внедрения новых методов рефлексотерапии в клиническую практику [24]. Настоящее исследование развивает эти подходы, применяя их к конкретной клинической ситуации и предоставляя эмпирические данные для калькуляции затрат и эффектов.

Ограничения исследования

Настоящее исследование имеет ряд ограничений, которые следует учитывать при интерпретации результатов.

Первое ограничение связано с открытым дизайном исследования. Полное ослепление пациентов и персонала при проведении иглорефлексотерапии невозможно по этическим и практическим соображениям. Это создает риск систематической ошибки, связанной с эффектом ожидания как со стороны пациентов, так и со стороны исследователей. Однако использование объективных шкал (NIHSS, FIM, инструментальные методы оценки походки) частично нивелирует этот риск.

Второе ограничение – малая выборка для подгруппового анализа (n=30 в каждой группе). Хотя общий объем выборки (n=90) достаточен для выявления основных различий между группами, проведение стратифицированного анализа по возрасту, полу, тяжести инсульта и локализации поражения ограничено статистической мощностью. Для подтверждения полученных результатов в конкретных подгруппах (например, пациенты с изолированными двигательными нарушениями и пациенты с когнитивным дефицитом) требуются исследования с большей выборкой.

Третье ограничение – ограниченный горизонт катамнеза (3 месяца). В рамках диссертационного исследования катамnestическое наблюдение ограничено указанным сроком, что не позволяет оценить долгосрочную устойчивость эффектов и отдаленные экономические последствия (снижение частоты повторных госпитализаций, уменьшение потребности в постороннем уходе, возврат к трудовой деятельности). Планируется продолжение наблюдения за пациентами в течение 12 месяцев для оценки этих параметров.

Четвертое ограничение касается экономического анализа. Расчет затрат выполнен с позиции медицинской организации и не включает косвенные затраты (потери производительности, затраты на уход

родственниками, социальные выплаты по инвалидности). Включение этих компонентов в анализ могло бы изменить соотношение «затраты–эффективность» в пользу рефлексотерапии за счет более выраженного снижения социального бремени.

Пятое ограничение связано с отсутствием стандартизированного протокола микросистемной рефлексотерапии. В отличие от классической корпоральной акупунктуры, микросистемные методы (аурикулярная, краниальная) имеют переменные протоколы, что может ограничивать воспроизводимость результатов. В настоящем исследовании использован унифицированный протокол с фиксированным набором точек, однако его оптимизация требует дальнейшего изучения.

Наконец, необходимо отметить, что систематические обзоры указывают на неоднородность методологического качества исследований по акупунктуре при инсульте: большинство работ имеют умеренное качество, часть – низкое [1, 25]. Настоящее исследование выполнено с соблюдением современных стандартов дизайна рандомизированных контролируемых исследований, однако открытый характер и малая выборка остаются факторами, ограничивающими уровень доказательности.

Заключение

Включение методов рефлексотерапии в комплексные программы медицинской реабилитации пациентов в раннем восстановительном периоде ишемического инсульта (до 6 месяцев) статистически значительно улучшает клинико–функциональные исходы по сравнению со стандартной терапией. Наибольший прирост общей функциональной независимости по шкале FIM зафиксирован в группе с классической корпоральной рефлексотерапией – 13 баллов (с 91 до 104; $p<0,001$), что в 4,3 раза превышает прирост в группе сравнения (3 балла, $p=0,042$). Микросистемная рефлексотерапия обеспечила прирост FIM на 8 баллов ($p<0,001$). Устойчивость достигнутых результатов подтверждена катamnестическим наблюдением через 3 месяца: отклонение показателей от значений непосредственно после курса реабилитации не превышало 5% ($p>0,05$ для всех сравнений). Микросистемная рефлексотерапия продемонстрировала преимущество в восстановлении когнитивных функций (прирост по MoCA – 7 баллов против 3 баллов в ОГ1, $p<0,001$) и равновесия (прирост по шкале Берга – 14 баллов против 4 баллов в ОГ1, $p<0,001$). Классическая корпоральная рефлексотерапия показала большую эффективность в снижении неврологического дефицита по NIHSS (снижение на 4 балла против 5,5 балла в ОГ2) и восстановлении повседневной активности по индексу Бартела (прирост 15 баллов против 25 баллов в ОГ2). Оба метода рефлексотерапии достоверно снижают спастичность по модифицированной шкале Эшворт (в ОГ1 – с 2 до 1 балла, $p=0,006$; в ОГ2 – с 2 до 0,5 балла, $p<0,001$) и выраженность тревожно–депрессивных расстройств по шкале HADS (тревога: снижение на 3,5 балла в ОГ1 и на 6,5 балла в ОГ2; депрессия: снижение на 3 и 6 балла соответственно).

Проведенный анализ «затраты–эффективность» показал, что включение классической корпоральной рефлексотерапии в программу медицинской реабилитации является наиболее экономически обоснованной стратегией. Коэффициент CER для классической рефлексотерапии составил 2785 руб. на 1 дополнительный балл FIM, что в 3,4 раза ниже, чем в группе сравнения (9467 руб./балл). CER для микросистемной рефлексотерапии составил 4725 руб./балл. Инкрементальный анализ выявил, что дополнительные затраты на включение классической рефлексотерапии (7800 руб. на курс) обеспечивают дополнительный эффект в 10 баллов FIM (ICER=780 руб./балл). Для микросистемной рефлексотерапии ICER=1880 руб./балл. Таким образом, классическая рефлексотерапия является доминирующей стратегией по сравнению с микросистемной, обеспечивая значительно больший прирост функциональной независимости при сопоставимых дополнительных затратах. Внедрение разработанного алгоритма персонализированного назначения рефлексотерапии позволило сократить долю избыточных и дублирующих физиотерапевтических процедур на 22%, уменьшить время врача на формирование индивидуального плана реабилитации с 45 до 25 минут, снизить занятость физиотерапевтического оборудования на 18% и высвободить рабочее время среднего медицинского персонала на 15%.

На основе комплексного анализа клинических и экономических результатов предложен алгоритм выбора метода рефлексотерапии в зависимости от клинического профиля пациента. Пациентам с преобладанием спастических явлений и грубых двигательных нарушений, а также при необходимости максимального прироста общей функциональной независимости в короткие сроки рекомендуется назначение классической корпоральной рефлексотерапии (10 процедур по 20–30 минут, тормозной метод с экспозицией игл до 30 минут на спастичные мышцы и тонизирующий метод с экспозицией до 10 минут на гипотоничные мышцы). Пациентам с выраженными когнитивными нарушениями, тревожно–депрессивными расстройствами и нарушениями равновесия, а также при сохранном двигательном потенциале, но недостаточной его реализации, предпочтительно назначение зональной микросистемной рефлексотерапии (аурикулярная, краниальная) с выбором точек как на стороне поражения, так и отдаленно. Для пациентов с сочетанными нарушениями (двигательные+когнитивные) возможна комбинированная стратегия с доминированием классической корпоральной рефлексотерапии на первом этапе и добавлением микросистемных методов на втором этапе или в поддерживающем режиме. Разработанные рекомендации могут быть использованы врачами физической и реабилитационной медицины, неврологами и рефлексотерапевтами для оптимизации индивидуальных программ медицинской реабилитации, а также организаторами здравоохранения при формировании территориальных программ государственных гарантий и тарифов на медицинскую реабилитацию пациентов после ишемического инсульта.

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES:

1. Huang S. et al. Acupuncture for acute ischemic stroke: A systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials //Integrative Medicine Research. – 2024. – Т. 13. – №. 4. – С. 101092.
2. Chen H. et al. Neuroinflammation of microglial regulation in Alzheimer's disease: therapeutic approaches //Molecules. – 2024. – Т. 29. – №. 7. – С. 1478.
3. DiPronio S., Fogarty S. Mental Health Impact of Massage and Massage Therapy for Survivors of Domestic and Family Violence and/or Sexual Abuse: A Scoping Review //International Journal of Therapeutic Massage & Bodywork. – 2025. – Т. 18. – №. 3. – С. 51.
4. Al Miaraj A. et al. Economic evaluations of outpatient stroke rehabilitation models: a systematic review of evidence, methods, and gaps //ClinicalMedicine. – 2026. – Т. 94. – С. 103875-103875.
5. Guzik A. K. et al. Creating virtual stroke networks: Current and future role of artificial intelligence, mobile imaging applications, and telehealth in triage and treatment of acute ischemic stroke: A Scientific Statement From the American Heart Association //Stroke. – 2026. – Т. 57. – №. 3. – С. e87-e100.
6. Quinn T. J. et al. Reliability of the modified Rankin Scale: a systematic review //Stroke. – 2009. – Т. 40. – №. 10. – С. 3393-3395.
7. Collen F. M. et al. The Rivermead mobility index: a further development of the Rivermead motor assessment //International disability studies. – 1991. – Т. 13. – №. 2. – С. 50-54.
8. Shah S., Vanclay F., Cooper B. Improving the sensitivity of the Barthel Index for stroke rehabilitation //Journal of clinical epidemiology. – 1989. – Т. 42. – №. 8. – С. 703-709.
9. Linacre J. M. et al. The structure and stability of the Functional Independence Measure //Archives of physical medicine and rehabilitation. – 1994. – Т. 75. – №. 2. – С. 127-132.
10. Berg K. et al. Measuring balance in the elderly: preliminary development of an instrument //Physiotherapy Canada. – 1989. – Т. 41. – №. 6. – С. 304-311.
11. Nieuwenhuis M. M. et al. The six spot step test: a new measurement for walking ability in multiple sclerosis //Multiple Sclerosis Journal. – 2006. – Т. 12. – №. 4. – С. 495-500.
12. McLennan S. N. et al. Validity of the montreal cognitive assessment (MoCA) as a screening test for mild cognitive impairment (MCI) in a cardiovascular population //Journal of geriatric psychiatry and neurology. – 2011. – Т. 24. – №. 1. – С. 33-38.
13. Snaith R. P. The hospital anxiety and depression scale //Health and quality of life outcomes. – 2003. – Т. 1. – №. 1. – С. 29.
14. Claxton K. et al. Methods for the economic evaluation of health care programmes. – 1987.
15. You X. et al. Bidirectional regulation of the brain-gut-microbiota axis following traumatic brain injury //Neural regeneration research. – 2025. – Т. 20. – №. 8. – С. 2153-2168.
16. Методы немедикаментозной коррекции в реабилитации пациентов с постинсультными двигательными расстройствами (обзор литературы) / С. И. Нарейко, К. М. Назарова, Л. Г. Агасаров, Н. Н. Зубарева // Вестник новых медицинских технологий. Электронное издание. – 2026. – Т. 20, № 2. – С. 127-133. – DOI 10.24412/2075-4094-2026-2-1-14. – EDN AOTSOV.
17. Марфина Т. В. и др. Влияние ишемического инсульта на зрительные функции: ретроспективное исследование //Вестник восстановительной медицины. – 2025. – Т. 24. – №. 4. – С. 113-120.
18. Sarmet M. et al. The use of natural language processing in palliative care research: a scoping review //Palliative Medicine. – 2023. – Т. 37. – №. 2. – С. 275-290.
19. Транскраниальная магнитотерапия и компьютерные когнитивные тренировки в комплексной реабилитации пациентов, перенесших ишемический инсульт / А. А. Кузюкова, Я. Г. Пехова, О. И. Одарушенко [и др.] // Russian Journal of Environmental and Rehabilitation Medicine. – 2024. – № 1. – С. 55-64. – EDN BEOKRC.
20. Зубарева Н.Н., Бутырева М.А. Медико-экономическая реабилитация: методологические подходы. *Вопросы экономики здравоохранения*. 2018;12(6):34-42.
21. Хващинский, Д. А. Исследование динамики нейрофизиологических показателей при восприятии сенсорных стимулов / Д. А. Хващинский, В. М. Звоников // Russian Journal of Environmental and Rehabilitation Medicine. – 2025. – № 4. – С. 96-102. – EDN BOLSBС.
22. Sang B. et al. Does acupuncture therapy improve language function of patients with aphasia following ischemic stroke? A systematic review and meta-analysis //NeuroRehabilitation. – 2022. – Т. 51. – №. 2. – С. 231-245.
23. Булатников В. В., Положенцева Ю. С. Концептуальные подходы управления бизнес-процессами в сфере здравоохранения на основе внедрения цифровых технологий //Известия Юго-Западного государственного университета. Серия: Экономика. Социология. Менеджмент. – 2025. – Т. 15. – №. 5. – С. 40-53.
24. Драпкина О. М. и др. Социально-экономический ущерб, обусловленный хронической сердечной недостаточностью, в Российской Федерации //Российский кардиологический журнал. – 2021. – №. 6. – С. 81-89.
25. Ивахненко О. И. и др. Анализ фактических результатов реализации лекарственного обеспечения в рамках программы высокотратных нозологий //Фармация и фармакология. – 2024. – Т. 12. – №. 1. – С. 15-31.
26. Пелишенко Т.Г., Нагорнев С.Н., Круглова Л.С. Применение международной классификации функционирования, ограничения жизнедеятельности и здоровья для оценки эффективности реабилитации пациентов с полипозным риносинуситом, ассоциированным с бронхиальной астмой. *Russian Journal of Environmental and Rehabilitation Medicine*. 2024;2: 35-45.

COMPARATIVE CLINICAL AND ECONOMIC EFFICACY OF NON-DRUG METHODS IN THE MEDICAL REHABILITATION OF PATIENTS AFTER ISCHEMIC STROKE

Nareiko S.I., Nazarova K.M.*, Agasarov L.G., Rozhkova E.A., Zubareva N.N.

National Medical Research Center for Rehabilitation and Balneology, Ministry of Health of the Russian Federation, 32 Novy Arbat Street, Moscow, 121099, Russia

ABSTRACT.

Ischemic stroke remains a leading cause of disability and mortality in Russia, with over 400,000 cases annually and a case fatality rate of 15.6% in the Central Federal District. Rehabilitation costs in Europe range from €26,000 to €40,000 per patient per year, necessitating cost-effective recovery strategies. Reflexotherapy modulates neuroplasticity and cerebral hemodynamics, yet comprehensive studies combining clinical outcomes with cost-effectiveness analysis are lacking. Adding reflexotherapy to post-stroke rehabilitation significantly improves neurological and functional outcomes. Classical corporal reflexotherapy offers the highest cost-effectiveness, supporting its routine inclusion in individualized rehabilitation programs.

Key words: ischemic stroke, medical rehabilitation, reflexotherapy, cost-effectiveness analysis, functional independence, FIM, Barthel Index.

Сведения об авторах

Нарейко С.И. – врач ФРМ, врач-невролог, врач-рефлексотерапевт ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр курортологии и реабилитации» Министерства здравоохранения Российской Федерации, член НП «Профессиональной ассоциации рефлексотерапевтов», Москва, Россия ORCID: 0009-0007-6937-1925

Назарова К.М. – к.б.н., старший научный сотрудник отдела ортопедии, биомеханики, кинезитерапии и мануальной терапии, специалист по эргореабилитации ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр курортологии и реабилитации» Министерства здравоохранения Российской Федерации, член «Русской профессиональной ассоциации эрготерапевтов» Москва, Россия ORCID: 0009-0000-2590-6755

Агасаров Л.Г. – д.м.н., профессор, главный научный сотрудник отдела физиотерапии и рефлексотерапии ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр курортологии и реабилитации» Министерства здравоохранения Российской Федерации, президент НП «Профессиональной ассоциации рефлексотерапевтов», Москва, Россия ORCID: 0000-0001-5218-1163

Рожкова Е.А. – д.б.н., главный научный сотрудник, отдел биомедицинских технологий, ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр курортологии и реабилитации» Министерства здравоохранения Российской Федерации, Москва, Россия ORCID: 0000-0002-2440-9244

Зубарева Н.Н. – д.э.н., доцент, генеральный директор ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр курортологии и реабилитации» Министерства здравоохранения Российской Федерации, Москва, Россия ORCID: 0000-0002-4872-3377

УДК: 616.21-053.2:615.8

ВОЗРАСТ И ПОЛ КАК ФАКТОРЫ ИСХОДА ТЕРАПИИ У ДЕТЕЙ С ЛАТЕНТНОЙ ДИСФУНКЦИЕЙ СЛУХОВОЙ ТРУБЫ**Хрыкова А.Г.*, Филатова Е.В., Иванова И.И.**

ФГБУ ДПО «Центральная государственная медицинская академия» Управления делами Президента Российской Федерации, 121359, г. Москва, Россия

РЕЗЮМЕ.

Цель исследования — оценить связь возраста и пола с достижением строгого клинического исхода у детей с заболеваниями уха, горла и носа и латентной дисфункцией слуховой трубы. В проспективном сравнительном нерандомизированном клиническом исследовании проанализированы данные 1520 детей 3–18 лет, распределенных по полу и возрастным группам: 3–6, 7–10, 11–14 и 15–18 лет. Исходом считали улучшение не менее чем по 70% клинико-лабораторных и функциональных показателей. Использовали χ^2 Пирсона, точный критерий Фишера–Фримена–Холтона, отношение шансов, поправку Holm и логистическую регрессию. Частота успеха была минимальной у пациентов 15–18 лет: 67,4% против 81,8% в группе 3–6 лет; шансы достижения исхода были снижены (OR=0,461; 95% ДИ 0,311–0,682; $q=0,0003$). Пол не был связан с исходом терапии ($p=0,088$) и риском неуспеха (OR=0,7507; $p=0,124$). Возраст, но не пол, ассоциирован с достижением строгого клинического исхода.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: дети; латентная дисфункция слуховой трубы; заболевания уха, горла и носа; возраст; пол; терапевтический ответ; строгий клинический исход; логистическая регрессия.

ВВЕДЕНИЕ.

Заболевания уха, горла и носа (ЛОР-заболевания) у детей представляют собой неоднородную группу патологических состояний, при которых клинический исход терапии может зависеть не только от выбранного метода лечения, но и от исходных характеристик пациента. При сочетании воспалительных, аллергических и функциональных нарушений риносинусотубарной зоны с латентной дисфункцией слуховой трубы ответ на терапию может существенно различаться даже при сходной нозологической принадлежности и сопоставимой лечебной тактике [1–9].

Ранее в профильных публикациях были описаны отдельные клинические варианты латентной дисфункции слуховой трубы у детей при разных заболеваниях уха, горла и носа [10–13]. В настоящей статье акцент сделан на оценке демографических факторов терапевтического ответа в общей выборке.

К числу факторов, способных влиять на достижение благоприятного исхода, относятся возраст и пол ребенка. Возраст отражает этап анатомо-функционального развития, зрелость местных и системных иммунных механизмов, длительность патологического процесса и потенциальную обратимость клинко-функциональных нарушений. Пол, в свою очередь, может быть связан с особенностями иммунного ответа и воспалительных реакций, а также выступать потенциальным демографическим источником смещения при сравнении групп лечения [14, 15].

При оценке эффективности терапии особенно важно разграничить два вопроса: какие демографические признаки действительно связаны с исходом лечения, а какие лишь требуют проверки как возможные факторы смещения. Это имеет значение при анализе общей выборки, включающей несколько нозологических форм, поскольку итоговый терапевтический эффект может быть связан не только с лечением, но и с возрастной или половой структурой пациентов. Такой подход соответствует общим принципам представления и интерпретации наблюдательных исследований [16].

В связи с этим совместная оценка возраста и пола позволяет точнее охарактеризовать демографический профиль терапевтического ответа у детей с ЛОР-патологией и латентной дисфункцией слуховой трубы. Такой подход помогает определить, какие признаки следует учитывать при стратификации

* Адрес для переписки: Хрыкова Анна Георгиевна, e-mail: Anna-Khrykova@mail.ru

Цитирование. Хрыкова А.Г., Филатова Е.В., Иванова И.И. Возраст и пол как факторы исхода терапии у детей с латентной дисфункцией слуховой трубы. *Russian Journal of Environmental and Rehabilitation Medicine*. 2026. 3:126-132.

Citation Khrykova A.G., Filatova E.V., Ivanova I.I. Age and sex as factors of treatment outcome in children with latent eustachian tube dysfunction. *Russian Journal of Environmental and Rehabilitation Medicine*. 2026. 3: 126-132.

риска, а какие не объясняют различия эффективности терапии в данной выборке.

Цель исследования

Оценить роль возраста и пола в достижении строгого клинического исхода у детей с заболеваниями уха, горла и носа и латентной дисфункцией слуховой трубы.

Материалы и методы

Проведение исследования одобрено локальным этическим комитетом ФГБУ ДПО «Центральная государственная медицинская академия» УДП РФ, протокол № 2/2022 от 15.02.2022. Информированное согласие на обследование и лечение было получено от законных представителей пациентов. Для статистической обработки использовали кодированную базу данных; в публикационных материалах не приводили сведения, позволяющие идентифицировать пациентов.

Проведено проспективное сравнительное нерандомизированное клиническое исследование в 2022–2026 гг. на базе ООО «Медин» и ООО «ДНК-клиника». В исследование включены 1520 детей 3–18 лет с ЛОР-патологией и признаками латентной дисфункции слуховой трубы: 766 мальчиков (50,4%) и 754 девочки (49,6%).

Пациенты были распределены на 4 возрастные группы: 3–6 лет — 478 детей (31,4%), 7–10 лет — 533 (35,1%), 11–14 лет — 334 (22,0%), 15–18 лет — 175 (11,5%). В анализ включали пациентов с семью нозологическими формами ЛОР-патологии: риносинуситом, аллергическим ринитом, аденоидными вегетациями, хроническим тонзиллитом, евстахиитом, острым катаральным средним отитом и экссудативным средним отитом.

В зависимости от метода лечения пациенты были распределены на 3 группы. **В 1-ю группу (контрольную)** вошли 470 детей, получавших стандартную терапию. **Во 2-ю группу (сравнительную)** включены 523 пациента, которым наряду со стандартной терапией проводили лазеротерапию. **В 3-ю группу (основную)** вошли 527 детей, получавших комплексную терапию, включавшую стандартное лечение, лазеротерапию и ультрафонофорез ферментного препарата с коллагенолитической активностью по оригинальной методике (патент RU 2798699 C1 от 23.06.2023).

Критериями включения были возраст 3–18 лет, наличие одной из указанных нозологических форм ЛОР-патологии и признаков латентной дисфункции слуховой трубы. Не включали пациентов при наличии общих противопоказаний к физиотерапии, острых состояний, требующих иной тактики ведения, а также при невозможности полноценной оценки исходных и итоговых клинико-лабораторных или функциональных показателей.

Основным исходом исследования был строгий клинический исход терапии. Его рассчитывали индивидуально для каждого пациента как долю улучшившихся клинико-лабораторных и функциональных показателей среди фактически оцениваемых параметров. Бактериологические показатели и домены ICF в состав строгого клинического исхода не включали и рассматривали отдельно. Достижением строгого клинического исхода считали улучшение не менее чем по 70% оцениваемых параметров.

В настоящей статье анализировали связь возраста и пола с достижением строгого клинического исхода. Для анализа возрастного фактора сравнивали частоту успеха и неуспеха терапии между четырьмя возрастными группами в общей выборке, а также с учетом группы лечения и нозологической формы. Для оценки роли пола анализировали распределение мальчиков и девочек между группами терапии и нозологиями, а также связь пола с успехом и неуспехом лечения.

Подготовку данных выполняли в Microsoft Excel, статистический анализ — в jamovi. Для анализа таблиц сопряженности использовали критерий χ^2 Пирсона; при малых ожидаемых частотах применяли точный критерий Фишера–Фримена–Холтона. Размер эффекта оценивали с помощью V Крамера. Для попарных сравнений возрастных групп относительно группы 3–6 лет рассчитывали отношение шансов (OR) с 95% доверительным интервалом; для коррекции множественных сравнений использовали поправку Holm.

Для оценки независимой связи демографических факторов с исходом терапии применяли биномиальную логистическую регрессию. Возрастной эффект оценивали в однофакторной модели риска неуспеха терапии, а также в основной многофакторной модели, включавшей возрастную группу, нозологическую форму и метод лечения. Поскольку в группе комплексной терапии отсутствовали случаи неуспеха терапии, основную многофакторную модель возрастного эффекта строили на подвыборке пациентов 1-й и 2-й групп лечения. Дополнительно оценивали взаимодействия «возрастная группа × нозологическая форма» и «возрастная группа × метод лечения».

Роль пола оценивали отдельно: анализировали распределение мальчиков и девочек между группами терапии и нозологическими формами, связь пола с достижением строгого клинического исхода, а также вклад пола в многофакторную модель риска неуспеха терапии с поправкой на метод лечения, возраст и исходные клинико-лабораторные и функциональные показатели. Результаты логистической регрессии представляли в виде отношения шансов (OR), 95% доверительного интервала и значения p . Качество моделей оценивали по псевдо- R^2 Нэйджелкерка и площади под ROC-кривой (AUC). Статистически значимыми считали различия при $p < 0,05$.

Результаты

Клинико-демографическая характеристика выборки

В исследование включено 1520 детей 3–18 лет. Клинико-демографическая характеристика выборки по нозологическим формам представлена в таблице 1.

Таблица 1. Клинико-демографическая характеристика выборки по нозологическим формам

Нозология	n	Мальчики, (%)	Девочки, (%)	3–6 лет, (%)	7–10 лет, (%)	11–14 лет, (%)	15–18 лет, (%)
Риносинусит	320	162 (50,6)	158 (49,4)	60 (18,8)	132 (41,2)	68 (21,2)	60 (18,8)
Аллергический ринит	134	71 (53,0)	63 (47,0)	17 (12,7)	41 (30,6)	41 (30,6)	35 (26,1)
Аденоидные вегетации	336	168 (50,0)	168 (50,0)	158 (47,0)	109 (32,4)	46 (13,7)	23 (6,8)
Хронический тонзиллит	264	128 (48,5)	136 (51,5)	44 (16,7)	105 (39,8)	91 (34,5)	24 (9,1)
Евстахиит	150	78 (52,0)	72 (48,0)	59 (39,3)	50 (33,3)	30 (20,0)	11 (7,3)
Острый катаральный средний отит	148	79 (53,4)	69 (46,6)	56 (37,8)	52 (35,1)	26 (17,6)	14 (9,5)
Экссудативный средний отит	168	80 (47,6)	88 (52,4)	84 (50,0)	44 (26,2)	32 (19,0)	8 (4,8)
Всего	1520	766 (50,4)	754 (49,6)	478 (31,4)	533 (35,1)	334 (22,0)	175 (11,5)

Примечание. Данные представлены как n (%). Проценты рассчитаны внутри соответствующей нозологической формы.

Половой состав групп терапии был сопоставимым: доля мальчиков составила 51,5% в группе стандартной терапии, 51,6% — в группе стандартной терапии с лазеротерапией и 48,2% — в группе комплексного лечения ($\chi^2=1,56$; $df=2$; $p=0,458$; V Крамера=0,0320). Распределение возрастных групп между вариантами лечения также не различалось статистически значимо ($\chi^2=0,28$; $df=6$; $p=0,999$; V Крамера=0,0095).

Достижение строгого клинического исхода в возрастных группах

Частота достижения строгого клинического исхода статистически значимо различалась между возрастными группами; наименьший показатель отмечен у пациентов 15–18 лет (табл. 2).

Таблица 2. Достижение строгого клинического исхода в зависимости от возрастной группы

Возрастная группа	n	Исход достигнут, n (%)	Исход не достигнут, n (%)	OR достижения исхода	95% ДИ	p	q Holm
3–6 лет	478	391 (81,8)	87 (18,2)	1,000	—	—	—
7–10 лет	533	443 (83,1)	90 (16,9)	1,095	0,792–1,515	0,583	0,763
11–14 лет	334	265 (79,3)	69 (20,7)	0,855	0,601–1,216	0,382	0,763
15–18 лет	175	118 (67,4)	57 (32,6)	0,461	0,311–0,682	0,0001	0,0003

Примечание. Общий межгрупповой эффект: $\chi^2=21,62$; $p<0,001$; V Крамера=0,119. Референсная группа — 3–6 лет. OR рассчитано для достижения строгого клинического исхода; $OR<1$ указывает на более низкие шансы достижения исхода по сравнению с референсной группой. Поправка Holm применена для множественных попарных сравнений.

Достижение строгого клинического исхода в зависимости от пола

Частота достижения строгого клинического исхода у мальчиков и девочек статистически значимо не различалась. В отдельной многофакторной модели риска неуспеха терапии пол также не являлся самостоятельным предиктором исхода (табл. 3).

Таблица 3. Достижение строгого клинического исхода в зависимости от пола

Пол	n	Исход достигнут, n (%)	Исход не достигнут, n (%)	OR риска неуспеха терапии	95% ДИ	p
Мальчики	766	600 (78,3)	166 (21,7)	1,000	—	—
Девочки	754	617 (81,8)	137 (18,2)	0,7507	0,5208–1,0822	0,124

Примечание. При анализе таблицы сопряженности «пол × исход терапии»: $\chi^2=2,92$; $df=1$; $p=0,088$; V Крамера=0,0438. OR рассчитано в многофакторной модели риска неуспеха терапии; референсная категория — мальчики.

Достижение строгого клинического исхода в возрастных группах с учетом метода лечения

При стратификации по методу лечения возрастные различия сохранялись в 1-й и 2-й группах терапии. В 3-й группе статистическое сравнение не выполняли, поскольку строгий клинический исход был достигнут у всех пациентов (табл. 4).

Таблица 4. Достижение строгого клинического исхода в возрастных группах с учетом метода лечения

Группа лечения	3–6 лет	7–10 лет	11–14 лет	15–18 лет	p
1. Стандартная терапия	72/150 (48,0)	80/162 (49,4)	41/103 (39,8)	10/55 (18,2)	<0,001
2. Стандартная терапия + лазеротерапия	156/165 (94,5)	177/185 (95,7)	108/115 (93,9)	46/58 (79,3)	0,002
3. Комплексная терапия	163/163 (100,0)	186/186 (100,0)	116/116 (100,0)	62/62 (100,0)	—

Примечание. Данные представлены как n/N (%), где n — число пациентов, достигших строгого клинического исхода, N — число пациентов в соответствующей подгруппе. В 1-й группе применен χ^2 Пирсона; во 2-й группе — точный критерий Фишера–Фримена–Холтона. В 3-й группе сравнение не выполняли вследствие 100%-й частоты достижения строгого клинического исхода во всех возрастных подгруппах.

Многофакторная модель риска недостижения строгого клинического исхода

Многофакторный анализ выполняли у пациентов 1-й и 2-й групп лечения, поскольку в 3-й группе отсутствовали случаи неуспеха терапии. В базовой модели возрастная группа, нозологическая форма и метод лечения сохраняли независимую связь с риском недостижения строгого клинического исхода. По сравнению с детьми 3–6 лет значимое повышение риска неуспеха сохранялось только у пациентов 15–18 лет (табл. 5).

Таблица 5. Ключевые результаты многофакторной модели риска недостижения строгого клинического исхода

Показатель	OR / статистика	95% ДИ	p
Общие эффекты предикторов			
Возрастная группа	$\chi^2=24,8$; df=3	—	<0,001
Нозологическая форма	$\chi^2=148,1$; df=6	—	<0,001
Метод лечения	$\chi^2=375,7$; df=1	—	<0,001
Возрастная группа			
7–10 лет vs 3–6 лет	0,820	0,513–1,312	0,409
11–14 лет vs 3–6 лет	1,630	0,955–2,780	0,073
15–18 лет vs 3–6 лет	3,623	1,899–6,911	<0,001
Метод лечения			
Группа 2 vs группа 1	0,026	0,016–0,043	<0,001
Качество базовой модели			
N	993	—	—
Nagelkerke R ²	0,558	—	—
AUC	0,898	—	—
χ^2 модели	499; df=10	—	<0,001
Модель с взаимодействием возраст × нозология			
Nagelkerke R ²	0,596	—	—
AUC	0,911	—	—
Улучшение модели	$\Delta\chi^2=44,7$; df=18	—	<0,001
Взаимодействие возраст × нозология	$\chi^2=44,71$; df=18	—	<0,001

Примечание. Модель построена для пациентов 1-й и 2-й групп лечения. Зависимая переменная — недостижение строгого клинического исхода. В таблице представлены общие эффекты предикторов и ключевые коэффициенты возрастной группы и метода лечения. Референсные категории: возраст 3–6 лет, риносинусит, группа 1 — стандартная терапия. OR>1 указывает на более высокие шансы неуспеха терапии, OR<1 — на более низкие шансы неуспеха терапии. В 3-й группе модель не строили из-за отсутствия случаев неуспеха терапии.

Добавление взаимодействия «возрастная группа × нозологическая форма» статистически значимо улучшало модель, что указывало на нозологически неоднородный характер возрастного эффекта. При стратифицированном анализе по нозологическим формам статистически значимые возрастные различия частоты достижения строгого клинического исхода выявлены при аденоидных вегетациях (p=0,038) и хроническом тонзиллите (p=0,001); при остальных нозологиях статистически значимых различий не выявлено. Взаимодействие «возрастная группа × метод лечения» не было статистически значимым ($\chi^2=1,24$;

df=3; p=0,743).

Обсуждение

Полученные данные показывают, что среди демографических факторов именно возраст, а не пол, был связан с достижением строгого клинического исхода у детей с ЛОР-патологией и латентной дисфункцией слуховой трубы. Наиболее неблагоприятный профиль отмечен у пациентов 15–18 лет: в этой группе вероятность достижения комплексного клинико-лабораторного и функционального улучшения была ниже, чем у детей младшего возраста.

Возрастной эффект нельзя рассматривать как универсальный для всей совокупности ЛОР-патологии. Его выраженность зависела от нозологической формы и наиболее отчетливо проявлялась при аденоидных вегетациях и хроническом тонзиллите. Это согласуется с представлением о клинической неоднородности аденоидной гипертрофии, хронического тонзиллита и связанных с ними воспалительно-функциональных нарушений риносинусотубарной зоны [5, 6, 8, 9].

Сохранение возрастных различий в 1-й и 2-й группах терапии подтверждает клиническую значимость этого фактора. При этом 100%-я частота достижения строгого клинического исхода в группе комплексной терапии требует осторожной статистической интерпретации из-за полного разделения данных в логистической модели. Такой результат не обесценивает эффект лечения, но ограничивает возможность стандартной регрессионной оценки для данной группы.

Отсутствие значимой связи пола с исходом терапии имеет самостоятельное методологическое значение. Несмотря на возможные половые различия иммунного ответа и воспалительных реакций у детей [14, 15], в данной выборке пол не выступал самостоятельным предиктором успеха или неуспеха терапии. Кроме того, половой состав групп лечения был сопоставимым, что позволяет исключить пол как значимый источник смещения при интерпретации межгрупповых различий.

Таким образом, демографический профиль терапевтического ответа оказался неоднородным: возраст имел прогностическое значение, тогда как пол — нет. Практический вывод состоит в том, что пациентов старшей возрастной группы, особенно при аденоидных вегетациях и хроническом тонзиллите, следует рассматривать как подгруппу с повышенным риском недостижения строгого клинического исхода. Одновременно метод лечения остается ключевым управляемым фактором, влияющим на результат терапии.

Ограничениями исследования являются нерандомизированный дизайн, анализ демографических факторов в рамках одной клинической выборки и невозможность полноценной стандартной регрессионной оценки 3-й группы из-за отсутствия случаев неуспеха терапии. Поэтому полученные результаты следует интерпретировать как данные о связи демографических факторов с исходом лечения в конкретной клинической выборке, а не как доказательство универсального влияния возраста или полного отсутствия биологической роли пола. Такое ограничение соответствует требованиям осторожной интерпретации результатов наблюдательных исследований [16, 17].

Выводы

1. У детей с заболеваниями уха, горла и носа и латентной дисфункцией слуховой трубы возраст был связан с достижением строгого клинического исхода терапии.
2. Наиболее неблагоприятный профиль отмечен у пациентов 15–18 лет: в этой группе частота достижения строгого клинического исхода была ниже, чем у детей 3–6 лет.
3. Пол не был связан со статистически значимыми различиями исхода терапии и не являлся самостоятельным предиктором неуспеха лечения.
4. Возрастную группу целесообразно учитывать совместно с нозологической формой и методом лечения при оценке риска недостижения строгого клинического исхода.

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES:

1. Касаткин А.Н., Фомина А.В. Анализ распространенности заболеваний ЛОР-органов и их медико-социальная значимость. Современные проблемы здравоохранения и медицинской статистики. 2024; 2: 338-351. <https://doi.org/10.24412/2312-2935-2024-2-338-351>
Kasatkin A.N., Fomina A.V. Analysis of the prevalence of ENT diseases and their medical and social significance. Sovremennye problemy zdavookhraneniya i meditsinskoy statistiki. 2024; 2: 338-351. <https://doi.org/10.24412/2312-2935-2024-2-338-351> (in Russ.).
2. Ramadan H.H., Chaiban R., Makary C. Pediatric rhinosinusitis. Pediatr. Clin. North Am. 2022; 69(2): 275-286. <https://doi.org/10.1016/j.pcl.2022.01.002>
3. Wise S.K., Lin S.Y., Toskala E., Orlandi R.R., Akdis C.A., Alt J.A. International consensus statement on allergy and rhinology: Allergic rhinitis — 2023. Int. Forum Allergy Rhinol. 2023; 13(4): 293-859. <https://doi.org/10.1002/alr.23090>
4. Connolly R., Paing A., Reeves T., Joshi D., Kennedy V., Royds J. Otitis media with effusion in under 12s: summary of updated NICE guidance. BMJ. 2023; 383: p2314. <https://doi.org/10.1136/bmj.p2314>
5. Niedzielski A., Chmielik Ł.P., Mielnik-Niedzielska G., Kasprzyk A., Bogusławska J. Adenoid hypertrophy in children: a narrative review of pathogenesis and clinical relevance. BMJ Paediatr. Open. 2023; 7(1): e001710. <https://doi.org/10.1136/bmjpo-2022-001710>
6. Guntinas-Lichius O., Geißler K., Mäkitie A.A., Ronen O., Bradley P.J., Rinaldo A., Takes R.P., Ferlito A. Treatment

- of recurrent acute tonsillitis — a systematic review and clinical practice recommendations. *Front. Surg.* 2023; 10: 1221932. <https://doi.org/10.3389/fsurg.2023.1221932>
7. Goulioumis A.K., Gkorpa M., Athanasopoulos M., Athanasopoulos I., Gyftopoulos K. The Eustachian tube dysfunction in children: anatomical considerations and current trends in invasive therapeutic approaches. *Cureus.* 2022; 14(7): e27193. <https://doi.org/10.7759/cureus.27193>
8. Chen W., Yin G., Chen Y., Wang L., Wang Y., Zhao C., Wang W., Ye J. Analysis of factors that influence the occurrence of otitis media with effusion in pediatric patients with adenoid hypertrophy. *Front. Pediatr.* 2023; 11: 1098067. <https://doi.org/10.3389/fped.2023.1098067>
9. Bilgili A.M., Durmaz H.Ö., Dilber M. Eustachian tube dysfunction in children with adenoid hypertrophy: the effect of intranasal azelastine-fluticasone spray treatment on middle ear ventilation and adenoid tissue. *Ear Nose Throat J.* 2023; 102(3): 198-203. <https://doi.org/10.1177/01455613221140281>
10. Хрыкова А.Г., Филатова Е.В., Иванова И.И. Комплексное лечение детей с риносинуситом и скрытой дисфункцией слуховой трубы. *Russian Journal of Environmental and Rehabilitation Medicine.* 2025; 4: 103-108. Khrykova A.G., Filatova E.V., Ivanova I.I. Complex treatment of children with rhinosinusitis and latent Eustachian tube dysfunction. *Russian Journal of Environmental and Rehabilitation Medicine.* 2025; 4: 103-108. (in Russ.).
11. Хрыкова А.Г., Филатова Е.В., Иванова И.И. Сочетанное лечение пациентов с выявленной дисфункцией слуховой трубы при гипертрофии аденоидов. *Russian Journal of Environmental and Rehabilitation Medicine.* 2026; 1: 41-47. Khrykova A.G., Filatova E.V., Ivanova I.I. Combined treatment of patients with diagnosed Eustachian tube dysfunction associated with adenoid hypertrophy. *Russian Journal of Environmental and Rehabilitation Medicine.* 2026; 1: 41-47. (in Russ.).
12. Хрыкова А.Г., Филатова Е.В., Иванова И.И. Латентная дисфункция слуховой трубы на фоне острого катарального отита, диагностика и подходы к лечению. *Russian Journal of Environmental and Rehabilitation Medicine.* 2026; 2: 117-125. Khrykova A.G., Filatova E.V., Ivanova I.I. Latent Eustachian tube dysfunction in acute catarrhal otitis media: diagnosis and therapeutic approaches. *Russian Journal of Environmental and Rehabilitation Medicine.* 2026; 2: 117-125. (in Russ.).
13. Хрыкова А.Г., Филатова Е.В., Иванова И.И. Латентная дисфункция слуховой трубы у детей при экссудативном отите. *Russian Journal of Environmental and Rehabilitation Medicine.* 2026; 2: 177-186. Khrykova A.G., Filatova E.V., Ivanova I.I. Latent Eustachian tube dysfunction in children with exudative otitis media. *Russian Journal of Environmental and Rehabilitation Medicine.* 2026; 2: 177-186. (in Russ.).
14. Forsyth K.S., Jiwrarka N., Lovell C.D., Toothacre N.E., Anguera M.C. The connection between sex and immune responses. *Nat. Rev. Immunol.* 2024; 24(7): 487-502. <https://doi.org/10.1038/s41577-024-00996-9>
15. Edwards K., Merrill S.M., Konwar C., Jude M.S., Zhuang B.C., Meijer M., Navarro-Delgado E., MacIsaac J.L., Mandhane P., Simons E., Moraes T.J., Azad M.B., Subbarao P., Bustamante M., Vrijheid M., Turvey S., Kobor M.S. Biological sex impacts immune cell proportions and epigenetic profiles in the developing pediatric immune system. *Commun. Biol.* 2025; 8: 1447. <https://doi.org/10.1038/s42003-025-08844-9>
16. von Elm E., Altman D.G., Egger M., Pocock S.J., Gøtzsche P.C., Vandenbroucke J.P. The Strengthening of Reporting of Observational Studies in Epidemiology (STROBE) statement: guidelines for reporting observational studies. *Lancet.* 2007; 370(9596): 1453-1457. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(07\)61602-X](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(07)61602-X)
17. Пелищенко Т.Г., Нагорнев С.Н., Круглова Л.С. Применение международной классификации функционирования, ограничения жизнедеятельности и здоровья для оценки эффективности реабилитации пациентов с полипозным риносинуситом, ассоциированным с бронхиальной астмой. *Russian Journal of Environmental and Rehabilitation Medicine.* 2024;2: 35-45. Pelichenko T.G., Nagornev S.N., Kruglova L.S. Application of the International Classification of Functioning, Disability, and Health to Assess the Effectiveness of Rehabilitation of Patients with Polypous Rhinosinusitis Associated with Bronchial Asthma. *Russian Journal of Environmental and Rehabilitation Medicine.* 2024;2:35-45. (In Russ.).

AGE AND SEX AS FACTORS OF TREATMENT OUTCOME IN CHILDREN WITH LATENT EUSTACHIAN TUBE DYSFUNCTION

Khrykova A.G.*, Filatova E.V., Ivanova I.I.

Central State Medical Academy of the Administrative Directorate of the President of the Russian Federation, 121359, Moscow, Russia

ABSTRACT.

The aim of the study was to assess the association of age and sex with achievement of a strict clinical outcome in children with ear, nose, and throat disorders and latent Eustachian tube dysfunction. A prospective comparative non-randomized clinical study included 1,520 children aged 3–18 years analyzed by sex and age groups: 3–6, 7–10,

11–14, and 15–18 years. The outcome was defined as improvement in at least 70% of clinical, laboratory, and functional parameters. Pearson's χ^2 test, Fisher–Freeman–Halton exact test, odds ratio, Holm correction, and logistic regression were used. The lowest success rate was observed in patients aged 15–18 years: 67.4% versus 81.8% in the 3–6-year group (OR=0.461; 95% CI 0.311–0.682; $q=0.0003$). Sex was not associated with outcome or failure risk. Age, but not sex, was associated with achievement of a strict clinical outcome.

Extended abstract

The study aimed to assess the association of age and sex with achievement of a strict clinical outcome in children with ear, nose, and throat (ENT) disorders and latent Eustachian tube dysfunction. A prospective comparative non-randomized clinical study included data from 1,520 children aged 3–18 years. Patients were analyzed according to sex and four age groups: 3–6, 7–10, 11–14, and 15–18 years. The sample included children with rhinosinusitis, allergic rhinitis, adenoid hypertrophy, chronic tonsillitis, eustachitis, acute catarrhal otitis media, and otitis media with effusion. Patients received standard therapy, standard therapy combined with laser therapy, or complex treatment. The strict clinical outcome was defined as improvement in at least 70% of assessed clinical, laboratory, and functional parameters. Pearson's χ^2 test, Fisher–Freeman–Halton exact test, odds ratio with 95% confidence interval, Holm correction, and binomial logistic regression were used. The frequency of achieving the strict clinical outcome differed significantly between age groups and was lowest in patients aged 15–18 years: 67.4% compared with 81.8% in the 3–6-year group. In pairwise analysis, reduced odds of success were found only in the 15–18-year group (OR=0.461; 95% CI 0.311–0.682; $q=0.0003$). Sex was not significantly associated with treatment outcome ($p=0.088$) and was not an independent predictor of treatment failure (OR=0.7507; $p=0.124$). Thus, age, but not sex, was associated with achievement of a strict clinical outcome; the least favorable profile was observed in patients aged 15–18 years.

Keywords: children; latent Eustachian tube dysfunction; ear, nose, and throat disorders; age; sex; therapeutic response; strict clinical outcome; logistic regression.

Сведения об авторах

Хрыкова Анна Георгиевна, канд. мед. наук, доцент кафедры физической и реабилитационной медицины с курсом клинической психологии и педагогики ФГБУ ДПО «Центральная государственная медицинская академия» Управления делами Президента РФ, Москва, 121359, ул. Маршала Тимошенко д.19, с.1А. E-mail: Anna-Khrykova@mail.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2103-9196>. Автор, ответственный за переписку.

Филатова Елена Владимировна, д.м.н., доцент, профессор кафедры физической и реабилитационной медицины с курсом клинической психологии и педагогики ФГБУ ДПО «Центральная государственная медицинская академия» Управления делами Президента РФ, Москва, 121359, ул. Маршала Тимошенко д.19, с.1А. E-mail: 7533200@mail.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3732-6680>

Иванова Ирина Ивановна, д.м.н., профессор, профессор кафедры физической и реабилитационной медицины с курсом клинической психологии и педагогики ФГБУ ДПО «Центральная государственная медицинская академия» Управления делами Президента РФ, Москва, 121359, ул. Маршала Тимошенко д.19, с.1А. E-mail: i.ivanova@mail.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8943-9321>

УДК: 615.326

РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ ПРИМЕНЕНИЯ БАЛЬЗАМА ВОДОНЕФТЯНОЙ ЭМУЛЬСИИ «ЮГОРСКИЙ НЕФТЯНОЙ БАЛЬЗАМ» ПРИ ОСТЕОАРТРОЗЕ КОЛЕННЫХ СУСТАВОВ

Яковлев М.Ю.¹, Марченкова Л.А.¹, Борисевич О.О.¹, Королев Ю.Н.¹, Белимов М.М.¹, Гришечкина И.А.^{1*}, Бобровницкий И.П.^{2,3,4}, Муратова В.М.⁵, Нигаметзянов И.Р.⁵, Кульков М.Г.⁵, Салахидинова Г.Т.⁵, Яковлев М.С.⁵

¹ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр реабилитации и курортологии» Минздрава России, Москва, Россия

² Федеральное государственное бюджетное учреждение «Национальный медицинский исследовательский центр высоких медицинских технологий — Центральный военный клинический госпиталь имени А.А. Вишневского» Министерства обороны Российской Федерации, Красногорск, Россия

³Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Научно-исследовательский институт общей патологии и патофизиологии», Москва, Россия

⁴Государственный научный Центр Российской Федерации Институт медико-биологических проблем РАН, Москва, Россия

⁵ Автономное учреждение Ханты-Мансийского автономного округа – Югры «Научно-аналитический центр рационального недропользования им. В.И. Шпилемана», Ханты-Мансийск, Россия.

РЕЗЮМЕ.

Остеоартроз является распространённым хроническим прогрессирующим заболеванием опорно-двигательного аппарата, сопровождающимся болью, прогрессирующим ограничением функции суставов, снижением качества жизни. В связи с необходимостью длительного комплексного лечения в настоящее время актуален поиск эффективных и безопасных немедикаментозных методов терапии.

Цель. Разработка методики применения, оценка эффективности и безопасности применения бальзама водонефтяной эмульсии «Югорский нефтяной бальзам» (нефть Покурских пластов) при остеоартрозе коленных суставов у взрослых пациентов.

Материалы и методы. В проспективное рандомизированное плацебо-контролируемое исследование было включено 30 пациентов от 46 до 64 лет. Методом простой рандомизации пациенты распределялись на три группы по 10 человек.

В первой группе исследуемый фактор применяли по разработанной методике в течение 10 минут, во второй – в течение 15 минут с нанесением на расширенную площадь воздействия (на 3–4 см за пределы стандартной зоны аппликации без нанесения препарата на подколенную ямку), третья группа получала плацебо – 12 минут. Препарат применялся наружно на кожу в объёме 50 мл на одну лечебную зону (на один коленный сустав). Курс лечения составлял 10 процедур, проводимых через день, 3 дня в неделю.

Клиническую эффективность оценивали по результатам общеклинического осмотра, тестирования пациентов (визуально-аналоговая шкала боли, индекс WOMAC, анкета NAQ), лабораторным показателям (лейкоцитоз, СОЭ, СРБ).

Результаты. В обеих группах пациентов, получавших лечебный фактор по первой и второй методике, отмечались снижение лабораторных маркёров воспаления (СОЭ после 3-ей процедуры, СРБ – после 6-ой и далее достигнутый положительный эффект сохранялся), уменьшение интенсивности болевого синдрома,

* Адрес для переписки: Гришечкина Ирина Александровна, e-mail: GrishechkinaIA@nmicrk.ru

Цитирование. Яковлев М.Ю., Марченкова Л.А., Борисевич О.О., Королев Ю.Н., Белимов М.М., Гришечкина И.А., Бобровницкий И.П., Муратова В.М., Нигаметзянов И.Р., Кульков М.Г., Салахидинова Г.Т., Яковлев М.С. Разработка методики применения бальзама водонефтяной эмульсии «югорский нефтяной бальзам» при остеоартрозе коленных суставов. Russian Journal of Environmental and Rehabilitation Medicine. 2026. 3:133-141.

Citation Yakovlev M.Yu., Marchenkova L.A., Borisevich O.O., Korolev Yu.N., Belimov M.M., Grishechkina I.A., Bobrovnikskii I.P., Muratova V.M., Nigametzyanov I.R., Kulkov M.G., Salakhidinova G.T., Yakovlev M.S. Development of a method for using the water-oil emulsion balm «yugorskiy neftyanoy balzam» in osteoarthritis of the knee joints. Russian Journal of Environmental and Rehabilitation Medicine. 2026. 3: 133-141.

улучшение функционального состояния суставов и качества жизни (после 10-ой процедуры) ($p < 0,05$ по критерию Вилкоксона).

Наиболее выраженный эффект наблюдался при 15-минутной экспозиции препарата. В этой группе статистически значимо уменьшалась интенсивность боли по шкале ВАШ и функциональные ограничения по WOMAC по сравнению с контрольной группой ($p < 0,05$ по критерию Манна-Уитни).

В первой группе пациентов и в группе, получавшей плацебо, были зарегистрированы нежелательные явления, носящие случайный характер.

Заключение. Были разработаны две методики применения бальзама водонефтяной эмульсии «Югорский нефтяной бальзам» (нефть Покурских пластов), которые показали свою эффективность и безопасность. Наибольшей клинической эффективностью обладала методика с временем экспозиции 15 минут и дополнительной площадью аппликаций, при этом минимальный курс, позволяющий получить клинический эффект состоял из 10 процедур.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: остеоартроз коленных суставов, нефтяной бальзам, бальнеотерапия

Введение.

Деформирующий остеоартроз (ОА) в течение многих лет остаётся одной из лидирующих патологий в структуре заболеваемости в Российской Федерации и имеет тенденцию к увеличению распространённости его симптомов в популяции [1, 2].

Заболевание имеет непрерывно прогрессирующий характер, пациентам требуется длительный приём современных и в большинстве случаев дорогостоящих медикаментозных препаратов, применение ортопедических изделий и реконструктивных операций, что обуславливает огромные финансовые затраты со стороны системы здравоохранения [2,3,4].

Лечение ОА должно быть направлено на уменьшение боли и воспаления, на снижение частоты обострений и поражения новых суставов, замедление прогрессирования ОА и предотвращение инвалидности [1]. Применение немедикаментозного лечения является основой комплексного ведения пациентов с ОА [5,6]. Оно даёт положительный клинический эффект и позволяет снизить у пациентов риск возникновения побочных эффектов и осложнений, возникающих при приёме лекарственных препаратов, в связи с чем поиск эффективных и безопасных немедикаментозных технологий лечения ОА остается актуальным и в настоящее время [7,8].

Уникальное лечебное средство – нафталанская нефть в течение многих лет находит широкое применение при лечении многих заболеваний: болезней кожи, нервной системы, костно-мышечного аппарата и соединительной ткани, а также при различных ранениях, ожогах, обморожениях [6]. Широкое применение лечебного фактора и препаратов, созданных на его основе, обусловлено особыми терапевтическими свойствами: обезболивающими, противовоспалительными, гипосенсибилизирующими, стимуляцией обменно-трофических и регенеративных процессов повреждённых тканей, восстановлением возбудимости нервных отростков и сократительной способности мышц [10].

Единственное месторождение, где добывается нафталановая нефть находится в Азербайджане [8], однако Российская Федерация также богата месторождениями высоковязких нефтей, которые по своим физико-химическим свойствам и составу, весьма близки нафталановой нефти [9, 10]. Подобные месторождения расположены, в том числе, и в Ханты-Мансийском автономном округе (ХМАО).

В результате научных исследований была доказана близость по физико-химическим свойствам и составу образцов нефти одного из месторождений ХМАО и нафталановой нефти [11,12]. Это позволило предположить, как схожесть клинических эффектов при применении обоих образцов нефти в клинической практике, так и их возможное различие по силе эффекта или частоте побочного действия.

После проведения экспериментальных исследований на лабораторных животных (крысах) были показаны положительные анальгезирующий, противовоспалительный и регенеративный эффекты лечебного фактора [13, 14] что послужило основой для проведения клинических испытаний образцов исследуемого продукта, прошедшего очистку и зарегистрированного под названием «бальзам водонефтяной эмульсии «Югорский нефтяной бальзам»» в ФГБУ «НМИЦ» РК Минздрава России.

Цель исследования – разработка методики применения, оценка эффективности и безопасности применения бальзама водонефтяной эмульсии «Югорский нефтяной бальзам» (нефть Покурских пластов) при остеоартрозе коленных суставов (M17.0) у взрослых пациентов.

Материалы и методы

Выполнено проспективное рандомизированное плацебо-контролируемое исследование, в которое было включено 30 пациентов, из них 6 мужчин и 24 женщины (20,0 и 80,0 % соответственно) в возрасте от 46 до 64 лет (средний возраст составил 58,0 [51,0; 62,0] лет) с диагнозом «Первичный гонартроз двухсторонний (код по МКБ-10 M 17.0)».

Критерии включения: пациенты старше 18 лет, мужчины и женщины, с первичным или посттравматическим остеоартрозом коленных суставов, рентгенологической стадией I-II, функциональной недостаточностью суставов 0-II, подписавшие информированное согласие пациента на участие в клиническом исследовании.

Критерии не включения: наличие любых соматических, неврологических и психиатрических

заболеваний и патологических состояний, которые могут ограничивать выполнение процедур; острые инфекционные заболевания (в том числе респираторные) при поступлении; алкогольная или наркотическая зависимость в настоящее время или в анамнезе; участие в другом клиническом исследовании или клинической апробации в течение последнего года до включения или предшествующая рандомизация в другом продолжающемся клиническом исследовании, предшествующее включение в текущее исследование.

Критерии исключения: отзыв пациентом согласия на участие в исследовании; появление одного или нескольких критериев невключения пациента в исследование; смерть; возникновение сопутствующих или новых соматических заболеваний/симптомов или обострение хронических заболеваний, требующих отмены исследуемого фактора; несоблюдение пациентом графика лечения; беременность.

После включения в исследование пациенты методом рандомизации (метод «простых конвертов» 1:1:1) были разделены на 3 группы (n=10, n=10 и n=10), сопоставимых по половозрастным критериям в зависимости от применяемого метода лечения.

Исследуемый фактор применялся в виде монотерапии, пациенты получали рекомендации по модификации образа жизни (двигательный режим) в соответствии с действующими клиническими рекомендациями.

Группа 1 (группа сравнения 1) (n=10). Методика 1: пациенты получали наружно накожное применение бальзама водонефтяной эмульсии «Югорский нефтяной бальзам» (нефть Покурских пластов) объёмом 50 мл на одну лечебную зону (на один коленный сустав) в течение 10 минут, 10 процедур через день, 3 дня в неделю.

Группа 2 (группа сравнения 2) (n=10). Методика 2: пациенты получали наружно накожное применение бальзама водонефтяной эмульсии «Югорский нефтяной бальзам» (нефть Покурских пластов) объёмом 50 мл на одну лечебную зону (на один коленный сустав) в течение 15 минут, 10 процедур через день, 3 дня в неделю. При нанесении бальзама использовалось более широкая площадь (на 3-4 см больше вокруг стандартной зоны аппликации) нанесения бальзама без его попадания на область подколенной ямки.

Группа 3 (контрольная группа) (n=10). Плацебо: пациенты получали наружно накожное применение плацебо объёмом 50 мл на одну лечебную зону (на один коленный сустав) в течение 12 минут, 10 процедур через день, 3 дня в неделю.

Методика наружного применения бальзама водонефтяной эмульсии «Югорский нефтяной бальзам» (нефть Покурских пластов) и плацебо: препарат наносился в 10-15 слоёв при помощи плоской кисти. Первый слой температурой 37° С, последующие до 45-50° С, толщина всех слоёв составляла не более 1,5 - 2 см. Участок тела с нанесённым на него препаратом покрывали клеёнкой, а сверху укрывали шерстяным или байковым одеялом. Процедуры проводили через день, 3 дня в неделю с перерывом на 1-2 дня. После смазываний, пациент обмывал кожу под душем, предварительно счистив бальзам водонефтяной эмульсии с кожи специальным скребком или медицинским шпателем. После процедуры был необходим отдых в течении 30-40 минут.

В качестве препарата плацебо использовался медицинский вазелин, подкрашенный измельчённым активированным углём, внешне и тактильно напоминающим бальзам водонефтяной эмульсии «Югорский нефтяной бальзам» (нефть Покурских пластов). Нанесение вазелина проводилось аналогичным образом, по методике нанесения бальзама водонефтяной эмульсии, описанной ранее, время экспозиции составляло 12 минут.

Оценка исследуемых показателей проводилась до начала процедур, после 3-й, 6-й и 10-й процедуры и включала:

- сбор жалоб со стороны костно-мышечной системы и общего анамнеза;
- общеклинический и локальный (воспаление, отёк, степень нарушение активных и пассивных движений, крепитация, объём активных и пассивных движений) осмотр;
- тестирование с помощью визуально-аналоговой шкалы боли (ВАШ);
- лабораторное исследование (общий анализ крови с определением лейкоцитов, скорости оседания эритроцитов (СОЭ), биохимическое исследование крови с определением С-реактивного белка (СРБ).

До и после лечения:

- тестирование с помощью анкеты оценки остеоартрита университета Западного Онтарио и МакМастера (Western Ontario and McMaster University Osteoarthritis Index – (WOMAC)), анкеты оценки здоровья HAQ (Health Assessment Questionnaire);

В качестве основных параметров безопасности были изучены все события, попадающие по критерий нежелательного или серьёзного нежелательного явления, возникшие у пациента после рандомизации и проведения первой процедуры нанесения бальзама водонефтяной эмульсии «Югорский нефтяной бальзам» (нефть Покурских пластов).

Исследование было поддержано Локальным этическим комитетом (ФГБУ «НМИЦ РК» России, протокол заседания № 7 от 22.08.2025 г.). Протокол исследования создан и выполнен в соответствии с Хельсинской декларацией. От каждого добровольца и пациента было получено подписанное информированное согласие на участие в исследовании.

Статистическая обработка данным была проведена с помощью методов непараметрической статистики, данные были представлены в виде медианы и квартилей. Анализ различий проводился с помощью

критериев Вилкоксона и Манна-Уитни. Статистический анализ был проведён с использованием пакета прикладных программ Statistic 10.0.

Результаты

Первоначально были исследованы клиническая картина заболевания и данные общеклинического осмотра у пациентов с ОА (таблица 1).

Таблица 1. Жалобы пациентов с ОА до применения методики лечения

Жалоба	Группа сравнения 1, (n=10)	Группа сравнения 2, (n=10)	Группа 3 (контроля), (n=10)
Отёк или гиперемия коленного сустава, абс., %	1 (10,00)	2 (20,00)	1 (10,00)
Крепитация или «щёлкание» коленного сустава, абс., %	0 (0,00)	1 (10,00)	0 (0,00)
Боль в коленном суставе, абс., %	10 (100,0)	10 (100,0)*	10 (100,0)
Снижение объёма движений в коленном суставе, абс., %	6 (60,00)	7 (70,00)	6 (60,00)
Другие жалобы, абс., %	2 (20,00)	3 (30,00)	1 (10,00)

Примечание: 1 – Данные представлены в виде абсолютных чисел и частот, %; 2 – Анализ различий произведён по критерию χ^2 . * Достоверность различий считалась установленной при $p < 0,05$

После проведения курса лечения бальзамом водонефтяной эмульсии «Югорский нефтяной бальзам» (нефть Покурских пластов) в первой группе (группа сравнения 1) часть пациентов отмечали купирование жалоб на отёк (у 1 пациента), боль (у 3 пациентов) и снижение объёма движений в коленном суставе (у 2 пациентов), однако эти изменения не достигали порога статистической значимости ($\chi^2=1,06$, $p=0,3$; $\chi^2=3,53$; $p=0,06$; $\chi^2=0,8$; $p=0,37$). У пациентов 2 группы отмечалось купирование жалоб на отёк (у 2 пациентов), боль (у 6 пациентов), крепитацию (у 1 пациента) и снижение объёма движений в коленном суставе (у 3 пациентов), однако эти изменения не достигали порога статистической значимости ($\chi^2=2,22$, $p=0,14$; $\chi^2=1,05$, $p=0,3$; $\chi^2=1,82$; $p=0,18$), за исключением купирования боли ($\chi^2=8,57$; $p=0,0004$).

У пациентов группы контроля частота встречаемости и купирования симптомов была примерно сопоставима с группой сравнения 1, и также не имела статистически значимых различий при сравнении динамики симптомов после лечения ($\chi^2=1,06$, $p=0,3$; $\chi^2=3,53$; $p=0,06$; $\chi^2=0,8$; $p=0,37$).

При анализе динамики интенсивности болевого синдрома у пациентов всех групп перед началом лечения, после 3-ей, 6-ой и 10-ой процедуры отмечалось его снижение и полное отсутствие у части испытуемых к окончанию лечения (таблица 2).

Таблица 2. Динамика данных тестирования пациентов с использованием шкал ВАШ, WOMAC и HAQ

Показатель		ВАШ, баллы	Шкала WOMAC, баллы	Анкета оценки здоровья HAQ, баллы
Группа сравнения 1, (n=10)	Перед лечением	2,0 [1,0; 2,0]	16,0 [12,0; 24,0]	0,5 [0,38; 0,5]
	После 3-ей процедуры	2,0 [1,0; 2,0]	-	-
	После 6-ой процедуры	1,0 [0,5; 2,0]	-	-
	После 10-ой процедуры	0,5 [0,0; 1,0]*	5,0 [4,0; 38,0]*	0,25 [0,0; 0,5]
Группа сравнения 2, (n=10)	Перед лечением	2,0 [1,0; 3,0]	17,0 [13,0; 26,0]	0,5 [0,42; 0,5]
	После 3-ей процедуры	1,0 [0,5; 2,0]	-	-
	После 6-ой процедуры	1,0 [0,5; 2,0]	-	-
	После 10-ой процедуры	0,0 [0,0; 0,5]*, ^Δ	3,0 [2,0; 12,0]*, ^Δ	0,25 [0,0; 0,25]
Группа 3 (контроля), (n=10)	Перед лечением	2,0 [1,0; 2,0]	16,0 [12,0; 24,0]	0,5 [0,38; 0,5]
	После 3-ей процедуры	2,0 [1,0; 2,0]	-	-
	После 6-ой процедуры	2,0 [1,0; 2,0]	-	-
	После 10-ой процедуры	1,0 [0,5; 1,0]	7,0 [6,0; 35,0]	0,5 [0,0; 0,5]

Примечание: 1 – Данные представлены в виде медианы (Me), первого и третьего квартилей (Q1; Q3); 2 – Анализ различий произведён по критерию Вилкоксона. * Достоверность различий считалась установленной при $p < 0,05$; 3 – Анализ различий произведён с помощью критерия Манна – Уитни. ^Δ Достоверность различий считалась установленной при $p < 0,05$

Однако, статистически значимые изменения при оценке с помощью шкалы ВАШ в первой группе

пациентов отмечались только после проведения 10 процедур аппликаций бальзама водонефтяной эмульсии «Югорский нефтяной бальзам» (нефть Покурских пластов) ($Z=2,52$; $p=0,012$), во второй группе пациентов также – после проведения 10-ой процедуры ($Z=3,92$; $p=0,0001$). В контрольной группе было отмечено снижение интенсивности болевого синдрома, однако различия не достигали порога статистической значимости ($Z=1,34$; $p=0,18$).

При сравнении убывли интенсивности болевого синдрома после окончания лечения (после 10-й процедуры) было отмечено его статистически достоверно значимое снижение в группе сравнения 2 ($U=7,0$; $p=0,01$) по сравнению с группой контроля. При сравнении убывли интенсивности болевого синдрома после окончания лечения в группах сравнения 1 и группой контроля статистически значимых различий выявлено не было ($U=40,0$; $p=0,39$).

При оценке функциональной способности пациентов с ОА по шкале WOMAC в первой и второй группе пациентов отмечались её статистически значимое улучшение после лечения ($Z=2,19$; $p=0,03$ и $Z=2,57$; $p=0,02$ соответственно). При оценке качества жизни и функциональных нарушений у пациентов с ОА с помощью анкеты НАQ после лечения было отмечено снижение уровня ограничений жизнедеятельности, однако эти изменения не были статистически достоверными ни в одной из групп пациентов ($Z=1,47$, $p=0,140$; $Z=1,60$, $p=0,11$; $Z=0,65$, $p=0,93$ соответственно).

При сравнении групп между собой после лечения статистически значимые изменения были выявлены при оценке с помощью шкалы WOMAC только между группой сравнения 2 и группой контроля, ($U=0,00$; $p=0,0001$) и группами сравнения 1 и 2, ($U=7,0$, $p=0,03$), в остальном группы статистически достоверно между собой не различались ($p>0,05$ по критерию Манна -Уитни).

При проведении общеклинического осмотра у части пациентов отмечалось восстановление нарушенного вследствие ОА объёма активных и пассивных движений, однако эти изменения ни в одной из групп пациентов не достигали порога статистической значимости ни при анализе динамики до и после лечения, ни при сравнении групп между собой ($p>0,05$ по критерию Вилкоксона, $p>0,05$ по критерию Манна -Уитни).

На фоне лечения бальзамом водонефтяной эмульсии «Югорский нефтяной бальзам» (нефть Покурских пластов) отмечалось снижение числа лейкоцитов, СОЭ и СРБ к окончанию процедур (таблица 3).

Таблица 3. Динамика показателей лабораторных методов исследования

Показатель		Лейкоциты, 10 ⁹ /л	СОЭ, мм/ч	СРБ, г/л
Группа сравнения 1, (n=10)	Перед лечением	5,9 [4,3; 6,3]	16,0 [15,0; 23,0]	0,50 [0,30; 1,40]
	После 3-ей процедуры	5,7 [4,6; 6,3]	10,0 [7,0; 10,0]*	0,47 [0,28; 4,70]
	После 6-ой процедуры	5,1 [5,0; 5,6]	11,0 [10,0; 15,0]*	0,25 [0,20; 1,70]*
	После 10-ой процедуры	5,2 [4,3; 5,8]	12,5 [10,0; 14,0]*	0,24 [0,20; 1,20]*
Группа сравнения 2, (n=10)	Перед лечением	5,7 [4,5; 6,3]	16,0 [14,0; 21,0]	0,51 [0,33; 1,44]
	После 3-ей процедуры	5,8 [4,6; 6,3]	11,0 [7,0; 9,0]*	0,46 [0,27; 1,44]
	После 6-ой процедуры	5,1 [5,0; 6,3]	10,0 [8,0; 12,0]*	0,26 [0,20; 1,30]*
	После 10-ой процедуры	5,2 [4,3; 6,2]	10,0 [8,0; 11,0]*	0,26 [0,20; 1,23]*
Группа 3 (контроль), (n=10)	Перед лечением	5,9 [4,3; 6,5]	16,0 [15,0; 23,0]	0,49 [0,33; 1,48]
	После 3-ей процедуры	5,7 [4,4; 6,3]	14,0 [13,0; 20,0]	0,47 [0,32; 1,45]
	После 6-ой процедуры	5,9 [5,0; 6,4]	15,0 [14,0; 19,0]	0,45 [0,29; 1,46]
	После 10-ой процедуры	5,8 [4,3; 6,6]	13,5 [14,0; 20,0]	0,44 [0,29; 1,44]

Примечание: 1 – Данные представлены в виде медианы (Me), первого и третьего квартилей (Q1; Q3); 2 – Анализ различий произведён по критерию Вилкоксона. * Достоверность различий считалась установленной при $p<0,05$

У части пациентов отмечалось снижение уровня лейкоцитов в ОАК, однако эти изменения ни в одной из групп пациентов не достигали порога статистической значимости ни при анализе динамики до и после лечения, ни при сравнении групп между собой ($p>0,05$ по критерию Вилкоксона, $p>0,05$ по критерию Манна -Уитни).

Статистически значимая динамика была отмечена у пациентов только в снижении уровня СОЭ и СРБ. СОЭ статистически достоверно снижалось в группе сравнения 1 уже после 3-ей процедуры ($Z=2,54$; $p=0,010$) и далее она сохранялась после 6-ой ($Z=2,43$; $p=0,015$) и 10-ой ($Z=2,30$; $p=0,02$) процедуры. Однако, сравнение параметра СОЭ в динамике группы сравнения 1 на 3-ий и 6-ой день лечения, на 6-ой и 10-й день лечения статистически значимых результатов не дало ($p>0,05$ по критерию Вилкоксона). То есть достигнутая за

первые три процедуры динамика показателя только сохранялась в последующем.

При анализе показателя СРБ было отмечено его снижение после третьей и шестой процедуры, и эта динамика сохранялась после 10-ой процедуры. Статистически значимые изменения были выявлены только при сравнении показателя перед началом лечения и после 6-ой процедуры ($Z=2,36$; $p=0,018$), и 10-й процедуры ($Z=2,02$; $p=0,045$).

Подобная динамика СОЭ и СРБ была отмечена и в группе сравнения 2 ($p>0,05$ по критерию Вилкоксона).

При изучении показателей в группе контроля в динамике на 3-ий, 6-ой и 10-ый день лечения, а также сравнении трёх групп между собой после лечения различия не достигли порога статистической значимости ($p>0,05$ по критерию Вилкоксона, $p>0,05$ по критерию Манна - Уитни).

Таким образом, было установлено, что наибольшей клинической эффективностью по влиянию на степень купирования болевых ощущений ($\chi^2=8,57$; $p=0,0004$ и по шкале ВАШ – между группой сравнения 2 и группой контроля, $U=7,0$; $p=0,01$) и степень функциональных ограничений у пациентов ОА (между группой сравнения 2 и группой контроля, $U=0,00$; $p=0,0001$ и группами сравнения 1 и 2, $U=7,0$, $p=0,03$) обладает методика аппликаций бальзама водонефтяной эмульсии «Югорский нефтяной бальзам», применявшаяся для лечения в группе сравнения 2.

Дополнительно было отмечено, что статистически значимые различия в снижении лабораторных маркёров воспаления на фоне бальзамом водонефтяной эмульсии «Югорский нефтяной бальзам» были получены в динамике уже после 3-ей процедуры по показателю СОЭ ($Z=2,54$; $p=0,010$ и $Z=2,62$; $p=0,01$ соответственно) и после 6-ой процедуры по показателю СРБ ($Z=2,36$; $p=0,018$; $Z=2,42$; $p=0,015$ соответственно), клинические симптомы и функциональные нарушения статистически значимо уменьшались только после 10-й процедуры. Что позволяет установить минимально достаточное число процедур аппликаций бальзама водонефтяной эмульсии «Югорский нефтяной бальзам» в количестве 10.

Исследование безопасности. В первой группе пациентов было зарегистрировано 2 случая прекращения лечения: один – вследствие ОРВИ, второй был связан с усилением болевого синдрома и с его переходом с области коленного сустава на мышцы голени. В группе контроля также зарегистрирован 1 случай прекращения лечения вследствие ОРВИ.

При анализе межгрупповых различий статистически значимых различий между группами выявлено не было (χ^2 Пирсона=1,1; $p=0,14$).

При анализе местных реакций в группе сравнения 1 пациентка сообщила о возникновении папулёзной сыпи, которая разрешилась самопроизвольно в течение 2 дней и не привела к прерыванию лечения.

Таким образом, был выявлен удовлетворительный профиль безопасности препарата.

Обсуждение.

Большинство клинических исследований по применению нафталана посвящено изучению его влияния на течение хронических воспалительных заболеваний суставов [15,16]. Показано, что применение нафталана и его производных у пациентов с ревматоидным (РА) и псориатическим артритом, ОА способствует ослаблению боли и воспалительных явлений в суставах [17]. Аппликации рафинированного нафталана проявили себя эффективным средством профилактики деформации позвоночника и коррекции развившихся в нём изменений у больных с анкилозирующим спондилитом. Так при сравнительном изучении влияния различных методик нафталанотерапии на больных РА выявлена большая эффективность нафталановых смазываний, чем общих нафталановых ванн для снижения воспалительных явлений в суставах, нормализации в крови уровня белковых фракций, показателей дифениламиновой пробы, СРБ [18]. По данным ряда авторов [18, 19] одной из сторон механизма лечебного действия данного лечебного природного ресурса является подавление интенсивности гуморальных иммунопатологических реакций.

Также было установлено [20], что применение аппликаций нафталана в виде монотерапии способствовало достоверному уменьшению суммарного индекса WOMAC на 25,5%, альгофункционального индекса Лекена на 23,5% и СОЭ на 15%. Итогом таких перемен стало повышение качества жизни пациентов с ОА с поражением коленных суставов на 26,6%. Эффективность реабилитации больных гонартрозом, по данным интегрированной системы оценки, при использовании монотерапии нафталаном составила 64%.

Нами впервые были разработаны методики применения бальзама водонефтяной эмульсии «Югорский нефтяной бальзам» у взрослых пациентов при ОА коленных суставов и проведена оценка их клинической эффективности и безопасности применения.

Проведённое исследование продемонстрировало положительное влияние наружных аппликаций бальзама водонефтяной эмульсии «Югорский нефтяной бальзам» (нефть Покурских пластов) на основные клинические проявления ОА коленных суставов, на лабораторные маркёры воспаления (СОЭ, СРБ) и клинические проявления заболевания (интенсивность болевого суставного синдрома, степень функциональных нарушений).

Полученные данные могут свидетельствовать о наличии противовоспалительного и анальгезирующего действия бальзама водонефтяной эмульсии, что подтверждает результаты других научных наблюдений [15, 18, 20]. Предполагается, что лечебный эффект связан с комплексным влиянием компонентов исследуемого фактора на патогенетические механизмы заболевания, а также температурным воздействием [21,22]. Однако вклад каждого из этих факторов в полученный результат в настоящем исследовании отдельно

не оценивался.

К ограничениям данного исследования можно отнести: пилотный характер исследования с небольшим объёмом исследуемой выборки; ограниченный курс аппликаций препарата, состоящий из десяти 15-минутных процедур, который не позволяет определить максимальную продолжительность курса и максимальную продолжительность одной процедуры; отсутствие группы пациентов, применявшей только тепловое воздействие (например, прогревание с помощью электрической грелки), что не позволяет отдельно оценить вклад химического и температурного факторов; отсутствие групп сравнения с медикаментозной терапией и курсом аппликаций нафталановой нефти.

Полученные результаты требуют дальнейшего исследования на выборке с большим числом пациентов с ОА коленных суставов.

Заключение

Таким образом, было установлено, что обе разработанные методики эффективны и безопасны. Наиболее выраженной клинической эффективностью обладает методика аппликаций бальзама водонефтяной эмульсии «Югорский нефтяной бальзам» (нефть Покурских пластов), характеризующаяся более длительным временем экспозиции (15 минут) и дополнительной площадью воздействия на 3-4 см больше стандартной зоны, без наложения препарата на область подколенной ямки.

На основании описанной выше динамики клинико-лабораторных данных было показано, что статистически значимое снижение лабораторных маркёров воспаления наблюдалось после 3-ей процедуры (СОЭ), после 6-ой (СРБ) и далее достигнутый положительный эффект сохранялся, а также статистически значимое уменьшение интенсивности болевого синдрома, улучшение функционального состояния суставов, которое регистрировалось после 10-ой процедуры ($p < 0,05$ по критерию Вилкоксона), в связи с чем было установлено, что минимально достаточным количеством процедур с использованием бальзама водонефтяной эмульсии «Югорский нефтяной бальзам» (нефть Покурских пластов) является 10.

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES:

1. Балабанова Р.М., Дубинина Т.В. Динамика пятилетней заболеваемости болезнями костно-мышечной системы и их распространенности среди взрослого населения России за 2013–2017 гг. Современная ревматология. 2019;13(4):11-17. <https://doi.org/10.14412/1996-7012-2019-4-11-17>
2. Лиля А.М., Алексеева Л.И., Таскина Е.А., Мазуров В.И., Мартынов А.И. и др. Клинические рекомендации (проект) по диагностике и лечению первичного остеоартрита для специалистов первичного звена (врачей-терапевтов, врачей общей практики). Терапия. 2023;3:2-77.
3. Шейко Г.Е., Карякин Н.Н., Белова А.Н., Даминов В.Д., Горохова И.Г., Бронников В.А., Медведева Е.Л., Муравьев С.В., Склянная К.А., Романова С.В., Кирилова И.А., Корыткин А.А. Дистанционная реабилитация пациентов с эндопротезированием тазобедренного или коленного сустава: проспективное многоцентровое рандомизированное контролируемое сравнительное исследование. Вестник восстановительной медицины. 2026; 25(1):10–20. <https://doi.org/10.38025/2078-1962-2026-25-1-10-20>
4. Хасиева Х.А., Гришечкина И.А., Яковлев М.Ю., Чернов Е.В., Исмаилова Л.А. Медицинская реабилитация и санаторно-курортное лечение на Курорте «Серноводск-Кавказский». Вестник восстановительной медицины. 2024; 23(4):16-22. <https://doi.org/10.38025/2078-1962-2024-23-4-16-22>
5. Bannuru R.R., Osani M.C., Vaysbrot E.E. et al. OARSI guidelines for the non-surgical management of knee, hip, and polyarticular osteoarthritis. Osteoarthritis Cartilage. 2019; 27(11):1578-1589. <https://doi.org/10.1016/j.joca.2019.06.011>
6. Зубарева Н.Н., Васильева В.А., Габуева Л.А., Марченкова Л.А. Профилактика заболеваний и формирование навыков здорового образа жизни у пациентов санаторно-курортных организаций: обзор литературы. Вестник восстановительной медицины. 2026; 25(3):8–18. <https://doi.org/10.38025/2078-1962-2026-25-3-8-18>
7. Воложанин Д.А., Голота А.С., Игнатенко А.-М.И., Камилова Т.А., Ковлен Д.В., Усикова Е.В., Щербак С.Г. Иммунологические аспекты физиотерапии по данным клинических исследований: обзор. Вестник восстановительной медицины. 2025; 24(5):73–83. <https://doi.org/10.38025/2078-1962-2025-24-5-73-83>
8. Апханова Т.В., Марченкова Л.А., Кончугова Т.В. Приверженность лечению при распространенных хронических неинфекционных заболеваниях: современные вызовы для врачей и системы здравоохранения. Обзор литературы. Вестник восстановительной медицины. 2025; 24(5): 142-157. <https://doi.org/10.38025/2078-1962-2025-24-5-142-157>
9. Расулова Г.Р., Аббасов В.М., Агабекова Р.А. Антимикробное действие композиций фракций белого нафталанского масла с эфирным маслом *Staphylococcus Aureus*. Вестник МГОУ. Серия «Естественные науки». 2011;3:73-78.
10. Бадалов Н.Г., Эфендиева М.Т., Голубева В.В. Влияние магнитотерапии и нафталана на клиническое течение гастроэзофагеальной рефлюксной болезни с сопутствующей бронхолегочной симптоматикой. Вестник восстановительной медицины. 2013; 1: 53-55.
11. Адигезалова В.А. Нафталанская нефть Азербайджана, её свойства и бальнеологическое действие. НефтеГазоХимия. 2020;2:27-31.
12. Вторушина Э.А., Кульков М.Г., Салахидинова Г.Т. и др. Сравнительный анализ состава высоковязких нефтей Ханты-Мансийского автономного округа и нафталанского месторождения в перспективе их применения в бальнеологии. Нефтехимия. 2023;63(5):640-653.

13. Отчёт «Изучение острой токсичности, противовоспалительного и ранозаживляющего действия двух образцов очищенной масляной фракции высоковязкой нефти маркировки «Юргалан» № 53/2024/2024/052 ФГАОУ ВО «Пермский научный исследовательский политехнический университет», 2024 г.
14. Отчёт «Изучение анальгетического действия двух образцов очищенной масляной фракции высоковязкой нефти маркировки «Юргалан» № 65/2024/191 ФГАОУ ВО «Пермский научный исследовательский политехнический университет», 2024 г.
15. Бадалов Н.Г., Григорьева В.Д., Кустов А.В., Швец К.В. Опыт применения нафталана в восстановительном лечении больных серонегативным спондилоартритом. Труды VII Международной конференции «Современные технологии восстановительной медицины». Сочи; 2004:70-71.
16. Керимова С.С., Набиева Л.Б., Бахрамова Г.Х. Нафталановая нефть в лечении больных ревматоидным артритом. Актуальные проблемы восстановительной медицины, курортологии и физиотерапии: Материалы Международного Конгресса "Здравница-2002". М;2002:96
17. Кулиев А.Х. Нафталан и методика её лечебного применения. Баку. Азерб. Госиздат;1973:8-32.
18. Омаров И.А. Физиологические механизмы действия нафтенных кислот и нафтенных углеводов. Автореф. дисс. докт. мед. наук. М., 1991.
19. Григорьева В.Д., Бадалов Н.Г., Барнацкий В.В. и др. Комплексное восстановительное лечение больных серонегативными спондилоартритами. Пособие для врачей. М., 2002.
20. Роган О.А. Применение нафталана в сочетании с пульсирующим магнитным полем низкой частоты в реабилитации больных гонартрозом. Дисс. канд. мед. наук. М., 2011.
21. Кульчицкая Д.Б., Фесюн А.Д., Юрова О.В., Кончугова Т.В., Марфина Т.В., Гушина Н.В., Рябков Е.Н., Агасаров Л.Г., Апханова Т.В., Березкина Е.С., Колбахова С.Н., Севрюгина О.А. Применение реабилитационных программ для пациентов после роботизированного тотального эндопротезирования коленного сустава в раннем восстановительном периоде (низкоинтенсивное лазерное излучение, магнитное поле, электростимуляция, импульсное низкочастотное электрическое поле, лечебная физкультура и роботизированная механотерапия). Russian Journal of Environmental and Rehabilitation Medicine. 2024. 1: 19-24.
22. Гришечкина И.А., Марченкова Л.А., Князева Т.А., Яковлев М.Ю., Ответчикова Д.И. Физическая и бальнеотерапевтическая реабилитация пациентов с травмами нижних конечностей: обзор литературы. Russian Journal of Environmental and Rehabilitation Medicine. 2024. 2: 3-18.
23. Пелишенко Т.Г., Нагорнев С.Н., Круглова Л.С. Применение международной классификации функционирования, ограничения жизнедеятельности и здоровья для оценки эффективности реабилитации пациентов с полипозным риносинуситом, ассоциированным с бронхиальной астмой. Russian Journal of Environmental and Rehabilitation Medicine. 2024;2: 35-45.

DEVELOPMENT OF A METHOD FOR USING THE WATER-OIL EMULSION BALM "YUGORSKIY NEFTYANOY BALZAM" IN OSTEOARTHRITIS OF THE KNEE JOINTS

Yakovlev M.Yu.¹, Marchenkova L.A.¹, Borisevich O.O.¹, Korolev Yu.N.¹, Belimov M.M.¹, Grishechkina I.A.¹, Bobrovnikskii I.P.^{2,3,4}, Muratova V.M.⁵, Nigametzyanov I.R.⁵, Kulikov M.G.⁵, Salakhidinova G.T.⁵, Yakovlev M.S.⁵

¹National Medical Research Center for Rehabilitation and Balneology of the Ministry of Health of Russia, Moscow, Russia

²Federal State Budgetary Institution "National Medical Research Center for High Medical Technologies - Central Military Clinical Hospital named after A.A. Vishnevsky" of the Ministry of Defense of the Russian Federation, Krasnogorsk, Russia

³Federal State Budgetary Scientific Institution "Institute of General Pathology and Pathophysiology, Moscow, Russia

⁴State Scientific Center of the Russian Federation Institute of Biomedical Problems of the Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia

⁵Autonomous Institution of the Khanty-Mansi Autonomous Okrug – Yugra
"V.I. Shpilman Research and Analytical Centre for the Rational Use of the Subsoil"
Khanty-Mansiysk, Russia.

Abstract. Osteoarthritis is a common chronic, progressive disease of the musculoskeletal system, characterized by pain, limited joint function, and decreased quality of life. Due to the need for long-term, comprehensive treatment, the search for effective and safe non-drug therapies is currently urgent.

Objective. To develop a method for use and evaluate the efficacy and safety of the water-oil emulsion balm "Yugorsky Petroleum Balsam" (Pokur Formation strata) for knee osteoarthritis in adult patients.

Materials and Methods. Thirty patients aged 46 to 64 years were included in this prospective, randomized, placebo-controlled study. Patients were divided into three groups of 10 using a simple randomization method.

In the first group, the test factor was applied according to the developed method for 10 minutes. In the second group, the treatment was applied for 15 minutes to an extended area of application (3-4 cm beyond the standard application area, without applying the product to the popliteal fossa). The third group received a placebo for 12 minutes. The product was applied topically to the skin at a volume of 50 ml per treatment area (one knee joint). The treatment course consisted of 10 procedures, performed every other day, 3 days a week.

Clinical efficacy was assessed based on the results of a general clinical examination, patient testing (visual analog pain scale, WOMAC index, HAQ questionnaire), and laboratory parameters (leukocytosis, ESR, CRP).

Results. In both groups of patients receiving the therapeutic factor according to the first and second methods, reductions in laboratory markers of inflammation were observed (ESR after the third procedure, CRP after the sixth, and the positive effect was maintained thereafter), a decrease in pain intensity, and an improvement in joint function (after the 10th procedure) ($p < 0.05$ according to the Wilcoxon test).

The most pronounced effect was observed with a 15-minute exposure. In this group, pain intensity according to the VAS scale and functional limitations according to the WOMAC scale were statistically significantly reduced compared to the control group ($p < 0.05$ according to the Mann-Whitney test).

Random adverse events were reported in both the first group of patients and the placebo group.

Conclusion. Two methods for using the water-in-oil emulsion balm "Yugorsky Oil Balsam" (Pokur Formation strata) were developed and demonstrated their efficacy and safety. The method with an exposure time of 15 minutes and an additional application area had the greatest clinical effectiveness, while the minimum course required to achieve a clinical effect consisted of 10 procedures.

Keywords: knee osteoarthritis, oil balsam, balneotherapy

Сведения об авторах

Яковлев Максим Юрьевич - доктор медицинских наук главный научный сотрудник отдела изучения механизмов действия физических факторов ФГБУ «НМИЦ РК» Минздрава России, г. Москва.

Марченкова Лариса Александровна - доктор медицинских наук, доцент главный научный сотрудник, руководитель научно-исследовательского управления, ФГБУ «НМИЦ РК» Минздрава России, г. Москва

Борисевич Ольга Олеговна - кандидат медицинских наук, старший научный сотрудник отдела соматической реабилитации, репродуктивного здоровья и активного долголетия, ФГБУ «НМИЦ РК» Минздрава России, г. Москва

Королев Юрий Николаевич - доктор медицинских наук, профессор главный научный сотрудник отдела изучения механизмов действия физических факторов ФГБУ «НМИЦ РК» Минздрава России, г. Москва.

Белимов Марк Маркович - научный сотрудник отдела изучения механизмов действия физических факторов ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр реабилитации и курортологии» Минздрава России, г. Москва.

Гришечкина Ирина Александровна - кандидат медицинских наук, ведущий научный сотрудник отдела изучения механизмов действия физических факторов ФГБУ «НМИЦ РК» Минздрава России, г. Москва.

Бобровницкий Игорь Петрович - доктор медицинских наук, профессор, член-корреспондент Российской академии наук, заместитель начальника Филиала № 2 по научной работе Национальный медицинский исследовательский центр высоких медицинских технологий им. А.А. Вишневого Минобороны России.

Муратова Валерия Михайловна - кандидат химических наук, заведующий лаборатории исследования свойств пластовых флюидов автономного учреждения Ханты-Мансийского автономного округа – Югры «Научно-аналитический центр рационального недропользования им. В.И. Шпилемана», г. Ханты-Мансийск.

Нигаметязнов Ильнар Ринатович - ведущий инженер лаборатории исследования свойств пластовых флюидов автономного учреждения Ханты-Мансийского автономного округа – Югры «Научно-аналитический центр рационального недропользования им. В.И. Шпилемана», г. Ханты-Мансийск.

Кульков Михаил Григорьевич - заведующий лаборатории хроматографических методов исследования автономного учреждения Ханты-Мансийского автономного округа – Югры «Научно-аналитический центр рационального недропользования им. В.И. Шпилемана», г. Ханты-Мансийск.

Салахидинова Гульмира Темирхановна – кандидат геолого-минералогических наук старший научный сотрудник лаборатории хроматографических методов исследования автономного учреждения Ханты-Мансийского автономного округа – Югры «Научно-аналитический центр рационального недропользования им. В.И. Шпилемана», г. Ханты-Мансийск.

Яковлев Михаил Сергеевич - заместитель директора автономного учреждения Ханты-Мансийского автономного округа – Югры «Научно-аналитический центр рационального недропользования им. В.И. Шпилемана», г. Ханты-Мансийск.

УДК: 615.837 – 085.84 – 057.36

**ДИНАМИКА ОСНОВНЫХ ПРОЯВЛЕНИЙ АСТЕНИЧЕСКОГО СИНДРОМА У
ВОЕННОСЛУЖАЩИХ С ПОСЛЕДСТВИЯМИ БОЕВОЙ ТРАВМЫ ПРИ
РАЗЛИЧНЫХ РЕЖИМАХ АКУСТИЧЕСКОЙ НЕЙРОСТИМУЛЯЦИИ****Косухин Е.С., Юдин В.Е., Нагорнев С.Н.* , Бобровницкий И.П.**

Филиал № 2 ФБГУ «НМИЦ ВМТ им. А.А. Вишневого» МО РФ

РЕЗЮМЕ.

В исследовании проведена комплексная оценка динамики основных проявлений астенического синдрома у 120 военнослужащих с последствиями боевой травмы при различных режимах акустической нейростимуляции. Методом рандомизации пациенты распределены на четыре группы: контроль (базовая терапия), биоакустическая коррекция, бинауральная терапия и их комбинация. Установлено, что бинауральная терапия является методом выбора при доминировании астенической симптоматики и вегетативной дисфункции, обеспечивая наиболее выраженную редукцию утомляемости и нормализацию вегетативного баланса, причем пациенты с исходно тяжелой астенией демонстрируют наибольший прирост функциональных резервов. Биоакустическая коррекция показала избирательную эффективность в отношении тревожных и вегетативных нарушений, но уступала бинауральной терапии в антиастеническом действии. Комбинированное применение обеспечило максимальный регресс тревожно-депрессивной симптоматики и наиболее значимый прирост функциональных резервов благодаря синергизму корково-подкорковых и вегетативных механизмов регуляции. Полученные результаты обосновывают методологию дифференцированного подхода к медико-психологической реабилитации, основанную на принципе синдромально-патогенетического соответствия, что обеспечивает переход от универсальных протоколов к персонализированному планированию реабилитационных мероприятий.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: астенический синдром, боевая психическая травма, биоакустическая коррекция, бинауральная терапия, вегетативная дисфункция, функциональные резервы, медико-психологическая реабилитация, персонализированная реабилитация.

ВВЕДЕНИЕ

Астенический синдром является одним из наиболее частых и клинически значимых последствий боевой психической травмы. По данным различных авторов, его распространенность среди военнослужащих, участвовавших в боевых действиях, достигает 40–70 %, при этом в структуре стресс-ассоциированных расстройств он нередко выступает в качестве ведущего синдрома, определяющего качество жизни, трудовой прогноз и эффективность реабилитационных мероприятий [1–3]. Отличительными чертами астении у данного контингента являются ее стойкость, резистентность к стандартной психофармакотерапии и тесная коморбидность с посттравматическим стрессовым расстройством (ПТСР), тревожно-депрессивными состояниями и вегетативной дисфункцией [4, 5]. Клиническая картина астенического синдрома включает выраженную утомляемость, истощаемость психических процессов, снижение концентрации внимания, эмоциональную лабильность, нарушения сна и вегетативные расстройства, что существенно затрудняет социальную и профессиональную адаптацию пациентов [6, 7].

Традиционные подходы к коррекции астенических состояний (ноотропные средства, антидепрессанты, психостимуляторы, психотерапия) не всегда обеспечивают устойчивый результат, а их длительное применение ограничено побочными эффектами и риском формирования зависимости [8]. В связи

* Адрес для переписки: *Нагорнев Сергей Николаевич*, e-mail: drnag@mail.ru

Цитирование. Косухин Е.С., Юдин В.Е., Нагорнев С.Н., Бобровницкий И.П. Динамика основных проявлений астенического синдрома у военнослужащих с последствиями боевой травмы при различных режимах акустической нейростимуляции. *Russian Journal of Environmental and Rehabilitation Medicine*. 2026. 3:142-150.

Citation Kosukhin E.S., Yudin V.E., Nagornev S.N., Bobrovniksky I.P. The dynamics of the main manifestations of asthenic syndrome in military personnel with the sequels of combat trauma under various acoustic neurostimulation modes. *Russian Journal of Environmental and Rehabilitation Medicine*. 2026. 3: 142-150.

с этим в последние годы все большее внимание уделяется немедикаментозным технологиям, способным избирательно влиять на ключевые механизмы астении – нарушение энергетического метаболизма мозга, дисбаланс нейромедиаторных систем и вегетативную дисрегуляцию [9, 10]. Среди таких методов особое место занимают технологии акустической нейростимуляции – биоакустическая коррекция (БАК) и бинауральная терапия, которые, воздействуя на ритмическую активность головного мозга, могут восстанавливать нормальную функциональную активность регуляторных систем [11, 12].

В наших предыдущих исследованиях была показана высокая эффективность как изолированного применения БАК и бинауральной терапии, так и их комбинации в комплексной реабилитации военнослужащих с последствиями боевой травмы [13, 14]. Было установлено, что бинауральная терапия (смещение тета- и альфа-ритмов) наиболее результативно снижает выраженность астенического синдрома по шкале MFI-20 (редукция на 44,3 %) и нормализует вегетативный баланс (снижение показателя активности регуляторных систем – ПАРС на 43,5 %), в то время как БАК-терапия продемонстрировала преимущество в купировании хронической нейропатической боли [13, 14]. Эти данные подтвердили наличие специфических терапевтических мишеней для каждого из методов и послужили основой для разработки синдромально-ориентированного алгоритма реабилитации.

Однако до настоящего времени остается невыясненным, каким образом варьирование параметров акустической стимуляции (в частности, частотные характеристики бинауральных ритмов, режим предъявления, длительность сеанса) влияет на динамику отдельных компонентов астенического синдрома – физической и психической утомляемости, снижения мотивации, нарушений сна и вегетативного обеспечения. В литературе имеются лишь единичные работы, сравнивающие эффективность различных режимов бинауральной стимуляции (альфа-, тета-, бета-диапазоны) при тревожных и астенических расстройствах, причем их результаты не всегда согласованы [15–17]. Более того, отсутствуют исследования, в которых на одной клинической выборке военнослужащих с боевой травмой проводилась бы систематическая оценка динамики астенических проявлений при различных режимах акустической нейростимуляции с использованием комплексного психометрического и психофизиологического мониторинга [18–24].

Цель настоящего исследования – изучить динамику основных проявлений астенического синдрома (утомляемости, когнитивных нарушений, вегетативной дисфункции) у военнослужащих с последствиями боевой травмы при применении различных режимов акустической нейростимуляции и определить наиболее эффективные параметры для персонализированной реабилитации.

Материалы и методы

Исследование носило проспективный рандомизированный контролируемый характер с параллельными группами и проводилось на базе филиала № 2 ФГБУ «НМИЦ ВМТ им. А.А. Вишневского» Минобороны России в период 2024–2026 гг. Дизайн исследования был одобрен локальным этическим комитетом (протокол № 14 от 15.03.2025), все участники подписали добровольное информированное согласие. В исследование включены 120 военнослужащих мужского пола в возрасте от 25 до 55 лет (средний возраст $36,5 \pm 0,8$ года), проходивших медико-психологическую реабилитацию по поводу астенического синдрома, ассоциированного с последствиями боевой травмы. Срок после травмы составлял от 6 месяцев до 4 лет.

Критериями включения являлись: документированная боевая травма с наличием посттравматических стрессовых расстройств и/или последствий черепно-мозговой травмы, клинически выраженный астенический синдром (суммарный балл по шкале MFI-20 ≥ 40 баллов), уровень психического здоровья 2-й или 3-й степени по классификации, разработанной в филиале № 2 [13], а также добровольное информированное согласие.

Критериями невключения служили тяжелые психические расстройства (шизофрения, биполярное аффективное расстройство, эпилепсия), выраженные когнитивные нарушения (MoCA < 20 баллов), текущая алкогольная или наркотическая зависимость, острые суицидальные намерения, тяжелая соматическая патология в стадии декомпенсации, а также ранее проведенные курсы акустической нейростимуляции за последние 6 месяцев.

Критериями исключения признавались отказ от продолжения участия, появление побочных эффектов и нарушение протокола лечения.

Методом простой фиксированной рандомизации все участники были распределены на четыре группы по 30 человек, сопоставимые по возрасту, полу, характеру травмы, давности и исходным клинико-психологическим показателям ($p > 0,05$ для всех сравнений). Контрольная группа получала только базовую терапию (БТ), которая включала фармакотерапию (антиконвульсанты, антидепрессанты, анксиолитики по показаниям в стандартных дозировках), индивидуальные и групповые занятия с психологом (2 раза в неделю) и лечебную физкультуру (ежедневно 30 мин). Группа БАК дополнительно к БТ получала курс биоакустической коррекции на аппарате «Синхро-С» 8К (Регистрационное удостоверение № РЗН 2024/23102 от 09.07.24), основанной на преобразовании ЭЭГ-сигнала (отведения по системе 10–20) в акустический сигнал обратной связи, предъявляемый через наушники в реальном времени; курс включал 10 ежедневных процедур по 25 минут [14]. Группа бинауральной терапии на фоне БТ получала курс стимуляции с использованием аудиовизуального комплекса «ПРАК» (Регистрационное удостоверение № РЗН 2024/23669 от 18.09.2024) в режиме смещения тета-ритма (5 Гц) и альфа-ритма (10 Гц) с постепенным переходом от тета к альфа в течение сеанса; курс состоял из 20 процедур: первые 10 процедур – 2 раза в день по 30 минут, оставшиеся 10 – 1 раз в

день по 30 минут [14, 21]. Основная группа получала комбинированную терапию, предполагающую последовательное чередование процедур БАК и бинауральной стимуляции через день: первые 10 дней курса (5 сеансов БАК и 5 сеансов бинауральной терапии) с последующими 5 днями только бинауральной стимуляции (1 раз в день) для закрепления эффекта.

Эффективность реабилитации оценивали до начала курса (исходно) и в течение 2–3 дней после его завершения. Психометрическое тестирование включало шкалу астенического состояния (ШАС), многомерную шкалу усталости MFI-20 (оценка общей, физической и психической усталости, снижения активности и мотивации), госпитальную шкалу тревоги и депрессии (HADS), опросник Спилбергера–Ханина (реактивная и личностная тревожность), Миссисипскую шкалу ПТСР (военная версия) и Монреальскую шкалу оценки когнитивных функций (MoCA) для контроля когнитивного статуса. Дополнительно проводили оценку вариабельности сердечного ритма (BCP) с расчетом показателя активности регуляторных систем (ПАРС) по методике Р.М. Баевского [10, 18] и определение интегрального уровня функциональных резервов (ФР) на аппаратно-программном комплексе «Здоровье-Экспресс» [10, 17]. Дополнительно фиксировали субъективную оценку качества сна по визуальной аналоговой шкале и жалобы на дневную сонливость. Все измерения проводились в первой половине дня, в стандартных условиях, после 10-минутного отдыха.

Статистическую обработку данных выполняли с использованием пакетов IBM SPSS Statistics 26 и Statistica 12.6. Предварительно проверяли распределение на нормальность с помощью критерия Шапиро–Уилка. Для описания количественных показателей использовали среднее арифметическое (М) и стандартную ошибку среднего (m). Для оценки внутригрупповой динамики (сравнение показателей до и после реабилитации в каждой группе) применяли парный t-критерий Стьюдента, а межгрупповые сравнения (сопоставление показателей между четырьмя группами после завершения лечения) выполняли с помощью t-критерия Стьюдента для независимых выборок. Для анализа корреляций между изменением астенических показателей и вегетативных сдвигов применяли коэффициент корреляции Пирсона (r). Различия считали статистически значимыми при $p < 0,05$.

Результаты исследования

Исходно все группы были сопоставимы по возрасту, давности травмы, выраженности астенических, тревожных и вегетативных расстройств ($p > 0,05$ для всех межгрупповых сравнений). После завершения курса реабилитации во всех группах отмечена положительная динамика, однако выраженность изменений существенно различалась в зависимости от применяемого режима акустической нейростимуляции.

Динамика клинико-психологических показателей представлена в табл. 1. В контрольной группе, получавшей только базовую терапию, зафиксированы минимальные изменения: суммарный балл по шкале MFI-20 снизился на 10,8 % (с $40,8 \pm 1,43$ до $36,4 \pm 1,24$ балла; $p < 0,05$), уровень тревоги по HADS уменьшился на 7,5 % ($p < 0,05$), а реактивная тревожность по Спилбергеру–Ханину – на 27,2 % ($p < 0,05$). При этом показатели астении и депрессии оставались на уровне клинически значимых значений, что свидетельствует о недостаточной эффективности изолированной базовой терапии для данной категории пациентов.

Таблица 1. Динамика клинико-психологических показателей у военнослужащих с астеническим синдромом при различных режимах акустической нейростимуляции

Показатель, ед. изм.		Контроль (n=30)	БАК (n=30)	Бинауральная терапия (n=30)	Комбинация (n=30)
MFI-20, балл	До лечения	$40,8 \pm 1,43$	$43,1 \pm 1,29$	$41,8 \pm 1,42$	$42,9 \pm 1,38$
	После лечения	$36,4 \pm 1,24^*$	$38,2 \pm 1,19$	$22,3 \pm 1,48^{*#}$	$26,8 \pm 1,39^{*#}$
	Δ , %	-10,8	-11,4	-44,3	-36,0
ШАС, балл	До лечения	$32,6 \pm 1,18$	$33,4 \pm 1,12$	$32,0 \pm 1,20$	$33,1 \pm 1,15$
	После лечения	$29,4 \pm 1,09^*$	$30,1 \pm 1,05$	$18,6 \pm 1,32^{*#}$	$21,5 \pm 1,24^{*#}$
	Δ , %	-9,8	-9,9	-41,9	-35,0
HADS тревога, балл	До лечения	$5,3 \pm 0,19$	$5,7 \pm 0,16$	$6,1 \pm 0,21$	$6,2 \pm 0,22$
	После лечения	$4,9 \pm 0,14^*$	$5,1 \pm 0,13^*$	$4,9 \pm 0,17^*$	$4,1 \pm 0,13^{*#}$
	Δ , %	-7,5	-10,5	-19,7	-33,9
HADS депрессия, балл	До лечения	$5,8 \pm 0,20$	$5,2 \pm 0,19$	$5,1 \pm 0,18$	$6,1 \pm 0,21$
	После лечения	$5,3 \pm 0,18$	$4,8 \pm 0,17$	$4,2 \pm 0,14^{*#}$	$4,2 \pm 0,15^{*#}$
	Δ , %	-8,6	-7,7	-17,6	-31,1
РТ, балл	До лечения	$48,9 \pm 1,97$	$49,2 \pm 2,02$	$47,8 \pm 1,99$	$49,5 \pm 2,06$
	После лечения	$35,6 \pm 1,35^*$	$34,4 \pm 1,34^*$	$28,1 \pm 1,08^{*#}$	$22,7 \pm 0,78^{*#}$
	Δ , %	-27,2	-30,1	-41,2	-54,1
ЛТ, балл	До лечения	$44,6 \pm 1,74$	$45,2 \pm 1,76$	$46,7 \pm 1,83$	$45,3 \pm 1,77$
	После лечения	$40,3 \pm 1,55^*$	$39,8 \pm 1,54^*$	$37,5 \pm 1,42^*$	$27,4 \pm 1,04^{*#}$
	Δ , %	-9,6	-11,9	-19,7	-39,5

Примечание: * – достоверное различие между показателями до и после лечения внутри группы при $p < 0,05$; # – достоверное различие показателей после лечения между основной группой или группой бинауральной терапии и контрольной группой при $p < 0,05$.

В группе БАК зафиксировано умеренное снижение астенической симптоматики: общая усталость по MFI-20 уменьшилась на 11,1 % (с $43,1 \pm 1,29$ до $38,2 \pm 1,19$ балла; $p > 0,05$), что не достигало статистической значимости. Однако отмечено достоверное снижение реактивной тревожности (на 30,1 %, $p < 0,05$) и показателя ПАРС (на 22,2 %, $p < 0,05$), что согласуется с известным вегетокорригирующим действием биоакустической коррекции [22].

Наиболее выраженная редукция астенического синдрома зафиксирована в группе бинауральной терапии: суммарный балл MFI-20 снизился на 44,3 % (с $41,8 \pm 1,42$ до $22,3 \pm 1,48$ балла; $p < 0,001$), что достоверно превышало аналогичные изменения в контрольной группе и группе БАК ($p < 0,001$ для обоих сравнений). Кроме того, в этой группе отмечено максимальное снижение посттравматической симптоматики по Миссисипской шкале (на 50,0 %, $p < 0,001$) и нормализация вегетативного баланса: снижение ПАРС составило 43,5 % (с $6,9 \pm 0,25$ до $3,9 \pm 0,14$ усл. ед.; $p < 0,001$). Прирост функциональных резервов (ФР) достиг 39,3 % ($p < 0,001$), что указывает на выраженное энергокорригирующее действие бинауральной стимуляции.

В основной группе (комбинация БАК и бинауральной терапии) достигнут наиболее значительный регресс тревожно-депрессивных нарушений: уровень тревоги по HADS снизился на 33,9 % (с $6,2 \pm 0,22$ до $4,1 \pm 0,13$ балла; $p < 0,001$), уровень депрессии – на 31,1 % (с $6,1 \pm 0,21$ до $4,2 \pm 0,15$ балла; $p < 0,001$), реактивная тревожность – на 54,1 % (с $49,5 \pm 2,06$ до $22,7 \pm 0,78$ балла; $p < 0,001$), что достоверно превосходило эффекты монотерапии ($p < 0,001$ для всех сравнений с группами БАК и бинауральной терапии). Астеническая симптоматика в этой группе также редуцировалась значительно (снижение MFI-20 на 36,0 %, $p < 0,001$), однако уступала эффекту изолированной бинауральной терапии ($p < 0,05$). Прирост функциональных резервов в основной группе был максимальным среди всех групп и составил 107,4 % (с $2,7 \pm 0,09$ до $5,6 \pm 0,19$ балла; $p < 0,001$), что отражает синергичный эффект комбинированного воздействия.

Динамика психофизиологических и вегетативных показателей представлена в табл. 2. Наибольшая нормализация вегетативной регуляции (снижение ПАРС) зафиксирована в группе бинауральной терапии, при этом прирост ФР был максимальным в основной группе. Корреляционный анализ выявил сильную отрицательную связь между исходным уровнем астении (MFI-20) и приростом ФР в группе бинауральной терапии ($r = -0,58$; $p < 0,001$), что указывает на то, что пациенты с более выраженной астенией демонстрируют наибольший прирост функциональных резервов на фоне данного вида стимуляции.

Таблица 2. Динамика психофизиологических и вегетативных показателей

Показатель, ед. изм.		Контроль (n=30)	БАК (n=30)	Бинауральная терапия (n=30)	Комбинация (n=30)
ПАРС, усл. ед.	До лечения	$6,1 \pm 0,21$	$6,3 \pm 0,23$	$6,9 \pm 0,25$	$6,4 \pm 0,23$
	После лечения	$5,2 \pm 0,18^*$	$4,9 \pm 0,17^*$	$3,9 \pm 0,14^{* \#}$	$4,1 \pm 0,15^{* \#}$
	Δ , %	-14,8	-22,2	-43,5	-35,9
ФР, балл	До лечения	$2,6 \pm 0,10$	$2,5 \pm 0,08$	$2,8 \pm 0,10$	$2,7 \pm 0,09$
	После лечения	$3,1 \pm 0,11^*$	$3,4 \pm 0,12^*$	$3,9 \pm 0,13^{* \#}$	$5,6 \pm 0,19^{* \#}$
	Δ , %	+19,2	+36,0	+39,3	+107,4

Примечание: * – достоверное различие между показателями до и после лечения внутри группы при $p < 0,05$; # – достоверное различие показателей после лечения между основной или группой бинауральной терапии и контрольной группой при $p < 0,05$.

Таким образом, результаты исследования свидетельствуют о дифференцированной эффективности различных режимов акустической нейростимуляции: бинауральная терапия является наиболее эффективным методом коррекции астенического синдрома и вегетативной дисфункции, тогда как комбинированное применение обеспечивает максимальный регресс тревожно-депрессивной симптоматики и наиболее значимый прирост функциональных резервов.

Обсуждение

Проведенное исследование продемонстрировало, что различные режимы акустической нейростимуляции обладают дифференцированной эффективностью в коррекции астенического синдрома у военнослужащих с последствиями боевой травмы. Полученные результаты позволяют не только подтвердить клиническую значимость методов нейроакустической коррекции, но и предложить патогенетически обоснованные механизмы их действия, а также сформулировать рекомендации по персонализированному выбору реабилитационной тактики.

Наиболее значимая редукция астенической симптоматики зафиксирована в группе бинауральной терапии: снижение суммарного балла по шкале MFI-20 составило 44,3% ($p < 0,001$), что достоверно превышало аналогичные изменения как в контрольной группе, так и в группе БАК. Этот результат согласуется с данными Федорова и соавт., показавшими высокую эффективность бинауральных воздействий при коррекции синдрома хронической усталости, где авторы отметили достоверное снижение как общей, так и психической усталости на фоне курсового применения бинауральной стимуляции [6]. В работе Бодровой Р.А. и соавт. также продемонстрировано, что бинауральная терапия эффективно редуцирует астенические

проявления у пациентов с посттравматическими стрессовыми расстройствами, что авторы связывают с восстановлением энергетического баланса мозга и нормализацией нейровегетативного взаимодействия [7].

Механизм выраженного антиастенического действия бинауральной терапии, на наш взгляд, имеет многоуровневый характер. На нейрофизиологическом уровне бинауральные ритмы индуцируют феномен частотного следования – тенденцию электрической активности мозга синхронизироваться с частотой внешнего периодического стимула [12]. В нашем исследовании использовалось смещение тета-ритма (5 Гц) и альфа-ритма (10 Гц), что обеспечивало комплексное воздействие на два ключевых звена патогенеза астении. Альфа-диапазон, как известно, ассоциирован с активацией парасимпатического отдела вегетативной нервной системы, снижением уровня кортизола и достижением состояния релаксации [15, 16]. Тета-диапазон, в свою очередь, способствует углублению саногенетического эффекта, снижению гипервозбуждения и улучшению процессов консолидации памяти, что особенно важно для пациентов с посттравматическими расстройствами [15].

На системном уровне бинауральная терапия, по-видимому, оказывает модулирующее влияние на гипоталамо-гипофизарно-надпочечниковую ось, которая, как известно, играет ключевую роль в формировании астенических состояний при хроническом стрессе [6]. Снижение уровня кортизола и нормализация продукции серотонина, описанные в работах ряда авторов, могут объяснять не только редукцию астении, но и сопутствующее уменьшение тревожно-депрессивной симптоматики [11, 16]. В нашем исследовании именно в группе бинауральной терапии зафиксировано наиболее выраженное снижение посттравматической симптоматики по Миссисипской шкале (на 50,0%, $p < 0,001$) и показателя ПАРС (на 43,5%, $p < 0,001$), что подтверждает системный характер терапевтического воздействия. Эти данные согласуются с результатами исследования Бакаевой и соавт., показавшими, что музыка с эффектом бинауральных биений способствует нормализации вариабельности сердечного ритма и улучшению вегетативного баланса [18].

Особого внимания заслуживает выявленная нами сильная отрицательная корреляция между исходным уровнем астении (MFI-20) и приростом функциональных резервов в группе бинауральной терапии ($r = -0,58$; $p < 0,001$). Это указывает на то, что пациенты с более выраженной исходной астенией демонстрируют наибольший прирост функциональных резервов на фоне бинауральной стимуляции. Данный феномен может быть объяснен действием закона исходного уровня (закон Уайлдера), согласно которому терапевтический эффект немедикаментозного воздействия тем выше, чем более выражено исходное отклонение регулируемого параметра. Пациенты с тяжелой астенией имеют максимальный «резерв улучшения», и именно у них бинауральная терапия, восстанавливая энергетический баланс, дает наиболее заметный клинический результат.

В группе БАК зафиксировано умеренное, но статистически значимое снижение реактивной тревожности (на 30,1%, $p < 0,05$) и показателя ПАРС (на 22,2%, $p < 0,05$), однако редукция астенической симптоматики по шкале MFI-20 не достигла статистической значимости (снижение на 11,1%, $p > 0,05$). Этот результат, на первый взгляд, может показаться неожиданным, однако, как показано в работах Константинова и соавт., БАК-терапия наиболее эффективна в отношении хронических нейропатических болевых синдромов, где она обеспечивает максимальную редукцию болевых проявлений [17]. В наших предыдущих исследованиях также было установлено, что БАК демонстрирует избирательную эффективность именно в купировании фантомно-болевого синдрома у ампутантов [14], тогда как влияние на астеническую симптоматику было менее выраженным.

Механизм действия БАК принципиально отличается от бинауральной терапии. Если бинауральная стимуляция представляет собой «навязывание» внешнего ритмического паттерна, то БАК основана на принципе ЭЭГ-зависимой обратной связи в реальном времени: акустический сигнал формируется на основе собственной электрической активности мозга пациента и предъявляется ему в режиме онлайн [9, 21]. Это позволяет активировать механизмы саморегуляции и восстанавливать функциональную связность корково-подкорковых взаимодействий [22, 24, 25]. Однако, по-видимому, этот механизм в большей степени направлен на модуляцию патологических нейронных ансамблей, участвующих в формировании боли и вегетативного дисбаланса, и в меньшей степени – на восстановление энергетических ресурсов, что объясняет более скромные результаты в коррекции собственно астенического синдрома.

Основная группа, получавшая комбинацию БАК и бинауральной терапии, продемонстрировала наиболее значительный регресс тревожно-депрессивной симптоматики: снижение уровня тревоги по HADS на 33,9% ($p < 0,001$), депрессии – на 31,1% ($p < 0,001$), реактивной тревожности – на 54,1% ($p < 0,001$). Эти показатели достоверно превосходили эффекты как изолированной БАК, так и изолированной бинауральной терапии. При этом астеническая симптоматика в основной группе также редуцировалась значительно (снижение MFI-20 на 36,0%, $p < 0,001$), хотя и уступала эффекту изолированной бинауральной терапии ($p < 0,05$). Прирост функциональных резервов в основной группе был максимальным среди всех групп и составил 107,4% ($p < 0,001$).

Выявленный синергичный эффект комбинированной терапии, на наш взгляд, обусловлен одновременным воздействием на разные уровни регуляции. БАК обеспечивает модуляцию патологической нейронной активности на корково-подкорковом уровне, воздействуя на дезадаптивные нейронные ансамбли, сформировавшиеся в результате травматического опыта [22, 24]. Бинауральная терапия, в свою очередь,

оказывает системное вегетокорригирующее действие, восстанавливая парасимпатический тонус и энергетический баланс [15, 16]. Их сочетание позволяет воздействовать как на «верхний» (корковый) уровень регуляции эмоций и когнитивных процессов, так и на «нижний» (стволовой и вегетативный) уровень, обеспечивающий энергетическое обеспечение этих процессов. Именно этим объясняется максимальная эффективность комбинированной терапии при полиморфных тревожно-депрессивных расстройствах, где задействованы оба уровня патогенеза.

Полученные нами данные хорошо согласуются с результатами исследования McConnell P.A. et al., показавшего, что прослушивание тета-частотных бинауральных биений после физической нагрузки увеличивает парасимпатическую активацию и снижает симпатическую активность, что проявляется в изменении высокочастотных и низкочастотных компонентов вариабельности сердечного ритма [15]. Авторы также отметили, что бинауральные биения оказывают острое влияние на компоненты ВСР и усиливают субъективное ощущение релаксации [15]. Наши данные о нормализации вегетативного статуса в группе бинауральной терапии (снижение ПАРС с $6,9 \pm 0,25$ до $3,9 \pm 0,14$ усл. ед.) полностью согласуются с этими результатами и дополняют их, демонстрируя не только острый, но и кумулятивный эффект курсового применения.

В работе Федорова и соавт. показано, что бинауральная терапия активирует центральные механизмы процессов самовосстановления и может рекомендоваться в комплексных программах лечения синдрома хронической усталости [6]. Авторы также отмечают, что хроническая утомляемость провоцируется дискоординацией в гипоталамико-надпочечниковой оси, угнетением продукции серотонина и кортизола, что становится причиной тревожности, депрессии и оксидативного стресса [6]. Бинауральная терапия, по их данным, эффективно корригирует эти нарушения, что полностью согласуется с нашими результатами. Кроме того, в работе Федорова и соавт. (2025) описаны возможности применения бинауральных воздействий у пациентов с посттравматическими стрессовыми расстройствами, где авторы отмечают достоверное снижение уровня тревоги, депрессии и нормализацию вегетативного тонуса [11]. Наши данные о максимальной эффективности бинауральной терапии в отношении астенического синдрома и вегетативной дисфункции полностью соответствуют этим выводам. Следует также отметить, что в работе Бобровниченко И.П. подчеркивается важность персонализированного подхода к выбору методов восстановительной медицины с учетом индивидуальных особенностей пациента [5], что полностью согласуется с разработанным нами синдромально-ориентированным алгоритмом.

В целом, полученные результаты подтвердили дифференцированную эффективность методов акустической нейростимуляции при астеническом синдроме у военнослужащих с боевой травмой. Бинауральная терапия, реализующая механизм частотного следования и синхронизации ритмов, показала наиболее выраженный антиастенический эффект, что связано с восстановлением вегетативного баланса и энергетического обеспечения мозга, особенно у пациентов с исходно высокой степенью утомляемости. БАК-терапия, основанная на ЭЭГ-зависимой обратной связи, продемонстрировала преимущественную активность в коррекции тревожных и вегетативных нарушений, уступая бинауральной стимуляции в редукции собственно астенической симптоматики. Комбинация методов обеспечила синергичный результат, воздействуя одновременно на корковые и стволовые механизмы регуляции, что оказалось наиболее эффективным при полиморфных тревожно-депрессивных состояниях.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, проведенное исследование подтверждает, что методы акустической нейростимуляции являются эффективным инструментом коррекции астенического синдрома у военнослужащих с последствиями боевой травмы. Бинауральная терапия является методом выбора при доминировании астенической симптоматики и вегетативной дисфункции, обеспечивая наиболее выраженную редукцию усталости и нормализацию вегетативного баланса. Комбинированное применение БАК и бинауральной терапии показано при полиморфных тревожно-депрессивных расстройствах, обеспечивая синергичный эффект за счет одновременного воздействия на корковые и стволовые механизмы регуляции. Полученные данные служат основой для разработки персонализированных алгоритмов медико-психологической реабилитации и могут быть рекомендованы для внедрения в клиническую практику специализированных реабилитационных центров.

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES:

1. Морозова Е.В. Методические подходы к оценке реабилитационной приверженности инвалидов вследствие военной травмы, полученной в ходе СВО. Медико-социальные проблемы инвалидности. 2024; 1: 7-13.
Morozova, E.V. Methodological approaches to assessing the rehabilitation commitment of individuals with disabilities due to military trauma sustained during the Second Military Operation. Medical and Social Problems of Disability. 2024; 1: 7-13. (In Russ.).
2. Грунина Т.А. Реабилитация военнослужащих, участников СВО. Клинико - психологический аспект. Вопросы психологии экстремальных ситуаций. 2024; 1: 17-20.
Grunina T.A. Rehabilitation of military personnel, participants of the Special Military Operations. Clinical and psychological aspect. Issues of psychology of extreme situations. 2024; 1: 17-20. (In Russ.).

3. Юдин В.Е., Лямин М.В., Ярошенко В.П. Особенности психических нарушений и оценки качества жизни у военнослужащих, получивших ранения в локальных вооруженных конфликтах. Военно-медицинский журнал. 2011; 332 (2): 21-25.
Yudin V.E., Lyamin M.V., Yaroshenko V.P. Features of mental disorders and assessment of the quality of life in military personnel wounded in local armed conflicts. Military Medical Journal. 2011; 332 (2): 21-25. (In Russ.).
4. Резник А.М., Рябинина Д.А., Зоркина Я.А. и др. Методические рекомендации для комплексной диагностики психических расстройств, связанных с травмирующим стрессом. М.: ГБУЗ «ПКБ № 1 ДЗМ», 2025: 36.
Reznik, A.M., Ryabinina, D.A., Zorkina, Ya.A., and Methodological recommendations for the comprehensive diagnosis of mental disorders associated with traumatic stress. Moscow: State Budgetary Healthcare Institution "Public Clinical Hospital No. 1 of the Moscow Health Department", 2025: 36. (In Russ.).
5. Бобровницкий И.П. Роль восстановительной медицины в решении национальных целей по здоровьесбережению населения и повышению удовлетворенности участников СВО условиями для медицинской реабилитации. Russian Journal of Environmental and Rehabilitation Medicine. 2025; 1: 3-17.
Bobrovniksky I.P. The Role of Restorative Medicine in Achieving National Goals for Population Health and Increasing Satisfaction of Participants of the Secondary Military Medical Center with Medical Rehabilitation Conditions. Russian Journal of Environmental and Rehabilitation Medicine. 2025; 1: 3-17. (In Russ.).
6. Федоров С.А., Нагорнев С.Н., Фролков В.К. Механизмы реализации биологического потенциала бинауральных воздействий при проведении коррекции синдрома хронической усталости. Russian Journal of Environmental and Rehabilitation Medicine. 2025; 1: 103-112.
Fedorov S.A., Nagornev S.N., Frolkov V.K. Mechanisms for realizing the biological potential of binaural effects during the correction of chronic fatigue syndrome. Russian Journal of Environmental and Rehabilitation Medicine. 2025; 1: 103-112. (In Russ.).
7. Бодрова Р.А., Федоров С.А., Нагорнев С.Н. и др. Эффективность метода бинауральных воздействий при проведении реабилитации пациентов с посттравматическими стрессовыми расстройствами. Физиотерапевт. 2023; 6: 66-78.
Bodrova R.A., Fedorov S.A., Nagornev S.N., et al. Efficiency of the binaural stimulation method in the rehabilitation of patients with post-traumatic stress disorder. Physiotherapist. 2023; 6: 66-78. (In Russ.).
8. Юдин В.Е., Лямин М.В., Симбердеев Р.Ш. Особенности медико-психологической реабилитации военнослужащих спецконтингентов. Вторая Всероссийская медицинская научно-практическая конференция «Развитие российского здравоохранения на современном этапе». Сборник научных трудов. 2014: 66-68.
Yudin, V.E., Lyamin, M.V., Simberdeev, R.Sh. Features of Medical and Psychological Rehabilitation of Special Contingent Military Personnel. Second All-Russian Medical Scientific and Practical Conference "Development of Russian Healthcare at the Current Stage," Collection of Scientific Papers. 2014: 66-68. (In Russ.).
9. Щегольков А.М., Климов В.В., Дыбов М.Д. и др. Применение методов нейробиоуправления в медико-психологической реабилитации лиц опасных профессий. Вестник Медицинского института непрерывного образования. 2025; 5(4): 114-121.
Shchegolkov A.M., Klimko V.V., Dybov M.D., et al. Application of neurofeedback methods in medical and psychological rehabilitation of persons in hazardous professions. Bulletin of the Medical Institute of Continuous Education. 2025; 5(4): 114-121. (In Russ.).
10. Бобровницкий И.П., Яковлев М.Ю., Нагорнев С.Н. и др. Методическое обеспечение цифрового мониторинга функциональных резервов организма в программах здоровьесбережения, медицинской реабилитации и санаторно-курортного лечения: методическое руководство (под общ. ред. Акад. РАН А.Н. Разумова). М., 2024: 46.
Bobrovniksky I.P., Yakovlev M.Yu., Nagornev S.N., et al. Methodological Support for Digital Monitoring of the Body's Functional Reserves in Health-Preserving Programs, Medical Rehabilitation, and Spa Treatment: A Methodological Guide (ed. by Academician of the Russian Academy of Sciences A.N. Razumov). Moscow, 2024: 46. (In Russ.).
11. Федоров С.А., Нагорнев С.Н., Фролков В.К. Возможности применения метода бинауральных воздействий у пациентов с посттравматическими стрессовыми расстройствами. Физиотерапия, бальнеология и реабилитация. 2025; 24(4): 305-316.
Fedorov S.A., Nagornev S.N., Frolkov V.K. Potential for using binaural stimulation in patients with post-traumatic stress disorder. Physiotherapy, balneology, and rehabilitation. 2025; 24(4): 305-316. (In Russ.).
12. Jirakittayakorn N., Wongsawat Y. Brain Responses to a 6-Hz Binaural Beat: Effects on General Theta Rhythm and Frontal Midline Theta Activity. Front Neurosci. 2017;11:365. doi: 10.3389/fnins.2017.00365.
13. Юдин В.Е., Косухин Е.С., Дыбов М.Д., Лямин М.В. Методологические основы оценки психического здоровья военнослужащих с последствиями боевой травмы и эффективность применения инновационных технологий при проведении медико-психологической реабилитации. Восстановительные биотехнологии, профилактическая, цифровая и предиктивная медицина. 2026;3(1):16–25.
Yudin V.E., Kosukhin E.S., Dybov M.D., Lyamin M.V. Methodological foundations for assessing the mental health of military personnel with the consequences of combat trauma and the effectiveness of using innovative technologies in medical and psychological rehabilitation. Restorative biotechnologies, preventive, digital and predictive medicine. 2026;3(1):16–25. (In Russ.).
14. Косухин Е.С., Юдин В.Е., Бобровницкий И.П. и др. Эффективность применения метода биоакустической коррекции в терапии фантомно-болевого синдрома у ампутантов после минно-взрывной травмы. Вопросы курортологии, физиотерапии и лечебной физической культуры. 2025;102(5-2):57-65.
Kosukhin E.S., Yudin V.E., Bobrovniksky I.P., et al. Efficiency of bioacoustic correction in the treatment of phantom pain syndrome in amputees after mine-blast injury. Issues of balneology, physiotherapy, and exercise therapy. 2025;102(5-2):57-65. (In Russ.).

- 15 McConnell P.A., Froeliger B., Garland E.L. et al. Auditory driving of the autonomic nervous system: Listening to theta-frequency binaural beats post-exercise increases parasympathetic activation and sympathetic withdrawal. *Front Psychol.* 2014; 5: 1248. doi: 10.3389/fpsyg.2014.01248.
- 16 Федоров С.А. Оценка биологического потенциала бинауральных воздействий и разработка критериев их персонализированного применения для повышения функциональных резервов человека. Автореферат дис. ... канд. биол. наук. М., 2025: 24.
Fedorov S.A. Evaluation of the biological potential of binaural effects and development of criteria for their personalized use to enhance human functional reserves. Abstract of the dissertation. Cand. of Biological Sciences. Moscow, 2025: 24. (In Russ.).
- 17 Константинов К.В., Бадалов Н.Г., Колчева Ю.А. и др. Биоакустическая коррекция в терапии фантомно-болевого синдрома. (Пилотное исследование). Вопросы курортологии, физиотерапии и лечебной физической культуры. 2024; 101(4): 30–35.
Konstantinov K.V., Badalov N.G., Kolcheva Yu.A., et al. Bioacoustic Correction in the Treatment of Phantom Pain Syndrome. (Pilot Study). *Issues of Balneology, Physiotherapy, and Therapeutic Physical Culture.* 2024; 101(4): 30–35. (In Russ.).
- 18 Бакаева З.В., Шумов Д.Е., Якунина Е.Б., и др. Влияние музыки с эффектом бинауральных биений на параметры сердечного ритма человека в процессе дневного сна. Журнал неврологии и психиатрии им. С.С. Корсакова. Спецвыпуски. 2021;121(4-2):31-35.
Bakaeva ZV, Shumov DE, Yakunina EB, et al. The effect of music embedded with binaural beats on heart rate parameters during nap. *S.S. Korsakov Journal of Neurology and Psychiatry.* 2021;121(4-2):31-35. (In Russ.).
- 19 Юдин В.Е., Дыбов М.Д. Медико-психологическая реабилитация военнослужащих специального контингента в условиях реабилитационного центра с применением методики нейробиоуправления. Медицинский вестник МВД. 2011; 3 (52): 61-62.
Yudin V.E., Dybov M.D. Medical and Psychological Rehabilitation of Special Contingent Military Personnel in a Rehabilitation Center Using Neurofeedback Techniques. *Medical Bulletin of the Ministry of Internal Affairs.* 2011; 3 (52): 61-62. (In Russ.).
- 20 Юдин В.Е., Щегольков А.М., Смекалкина Л.В. и др. Применение современных психокоррекционных технологий в восстановительном лечении раненых с психической дезадаптацией. Медицинский вестник МВД. 2010; 5 (48): 42-45.
Yudin V.E., Shchegolkov A.M., Smekalkina L.V., et al. Application of modern psychocorrectional technologies in the restorative treatment of wounded patients with mental maladjustment. *Medical Bulletin of the Ministry of Internal Affairs.* 2010; 5 (48): 42-45. (In Russ.).
- 21 Бобровницкий И.П., Нагорнев С.Н., Разумов А.Н. и др. Применение аудиовизуального комплекса «ПРАК» в реабилитации пациентов с психосоматическими нарушениями : методическое руководство (под общ. ред. акад. РАН А.Н. Разумова). М., 2024:76.
Bobrovnikitsky I.P., Nagornev S.N., Razumov A.N., et al. Use of the PRAK audiovisual complex in the rehabilitation of patients with psychosomatic disorders: a methodological guide (edited by Academician of the Russian Academy of Sciences A.N. Razumov). Moscow, 2024:76. (In Russ.).
- 22 Юдин В.Е., Дыбов М.Д., Будко А.А. и др. Биоуправление в комплексной медико-психологической реабилитации участников боевых действий. Вестник Медицинского института непрерывного образования. 2023; 3(2): 58-63.
Yudin V.E., Dybov M.D., Budko A.A., et al. Biofeedback in complex medical and psychological rehabilitation of combat participants. *Bulletin of the Medical Institute of Continuous Education.* 2023; 3(2): 58-63. (In Russ.).
- 23 Соловьева О.В. Психокоррекция эмоциональных состояний военнослужащих, принимающих участие в специальной военной операции. Теория и практика военного образования. 2024; 4 (5): 26-31.
Solovieva, O.V. Psychocorrection of emotional states of military personnel participating in a special military operation. *Theory and Practice of Military Education.* 2024; 4 (5): 26-31. (In Russ.).
- 24 Пелищенко Т.Г., Нагорнев С.Н., Круглова Л.С. Применение международной классификации функционирования, ограничения жизнедеятельности и здоровья для оценки эффективности реабилитации пациентов с полипозным риносинуситом, ассоциированным с бронхиальной астмой. Russian Journal of Environmental and Rehabilitation Medicine. 2024;2: 35-45.
Pelichenko T.G., Nagornev S.N., Kruglova L.S. Application of the International Classification of Functioning, Disability, and Health to Assess the Effectiveness of Rehabilitation of Patients with Polypous Rhinosinusitis Associated with Bronchial Asthma. *Russian Journal of Environmental and Rehabilitation Medicine.* 2024;2:35-45. (In Russ.).
- 25 Бобровницкий И.П., Юдин В.Е., Будко А.А. и др. Методологические аспекты интеграции медицинской, медико-социальной реабилитации и экспертизы в комплексной реабилитации участников СВО после операций по ампутации (реампутации) конечности. Russian Journal of Environmental and Rehabilitation Medicine. 2024; 4: 3-13.
Bobrovnikitsky I.P., Yudin V.E., Budko A.A. et al. Methodological aspects of the integration of medical, medical-social rehabilitation and examination in the comprehensive rehabilitation of Special Military Operations participants after amputation (reamputation) of a limb. *Russian Journal of Environmental and Rehabilitation Medicine.* 2024; 4: 3-13. (In Russ.).

THE DYNAMICS OF THE MAIN MANIFESTATIONS OF ASTHENIC SYNDROME IN MILITARY PERSONNEL WITH THE SEQUELS OF COMBAT TRAUMA UNDER VARIOUS ACOUSTIC NEUROSTIMULATION MODES

E.S. Kosukhin, V.E. Yudin, S.N. Nagornev, I.P. Bobrovnitsky

Branch No. 2 of the A.A. Vishnevsky National Medical Research Center for Military Medicine of the Ministry of Defense of the Russian Federation

Abstract. This study conducted a comprehensive assessment of the dynamics of the main manifestations of asthenic syndrome in 120 military personnel with the sequelae of combat trauma using various acoustic neurostimulation modes. Patients were randomly assigned to four groups: control (basic therapy), bioacoustic correction, binaural therapy, and a combination of these. Binaural therapy has been established as the method of choice for patients with predominant asthenic symptoms and autonomic dysfunction, providing the most significant reduction in fatigue and normalization of autonomic balance. Patients with initially severe asthenia demonstrate the greatest increase in functional reserves. Bioacoustic correction demonstrated selective efficacy against anxiety and autonomic disorders, but was inferior to binaural therapy in its anti-asthenic effect. Combined use ensured maximum regression of anxiety-depressive symptoms and the most significant increase in functional reserves due to the synergistic effects of cortical-subcortical and autonomic regulatory mechanisms. The obtained results substantiate the methodology of a differentiated approach to medical and psychological rehabilitation based on the principle of syndrome-pathogenetic correspondence, which facilitates a transition from universal protocols to personalized rehabilitation planning.

Keywords: asthenic syndrome, combat mental trauma, bioacoustic correction, binaural therapy, autonomic dysfunction, functional reserves, medical and psychological rehabilitation, personalized rehabilitati

Сведения об авторах

Косухин Евгений Серафимович – канд. мед. наук, заместитель начальника филиала №2 ФГБУ «НМИЦ ВМТ им. А.А. Вишневецкого» Минобороны России. ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-2633-9307>

Юдин Владимир Егорович – д-р мед. наук, профессор, начальник филиала №2 ФГБУ «НМИЦ ВМТ им. А.А. Вишневецкого» Минобороны России. ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-7677-5342>

Нагорнев Сергей Николаевич – д-р мед. наук, профессор, врач-методист методического отделения филиала № 2 ФБГУ «НМИЦ ВМТ им. А.А. Вишневецкого» МО РФ; E-mail: drnag@mail.ru. ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-1190-1440>

Бобровницкий Игорь Петрович – д-р мед. наук, профессор, чл.-корр. РАН, заместитель начальника филиала №2 по научно-исследовательской работе ФГБУ «НМИЦ ВМТ им. А.А. Вишневецкого» Минобороны России. ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-1807-4660>.

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ И АНТРОПОМЕТРИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ У ПАЦИЕНТОВ С АМПУТАЦИЕЙ ВЕРХНЕЙ КОНЕЧНОСТИ НА УРОВНЕ ПЛЕЧА И ПРЕДПЛЕЧЬЯ В ПРОЦЕССЕ КОМПЛЕКСНОЙ РЕАБИЛИТАЦИИ

Морозова А.В.¹, Голикова А.Н.^{2*}

¹ФГБОУ ВО «Российский государственный социальный университет»

²ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр реабилитации и курортологии»
Минздрава России, Москва, Россия

РЕЗЮМЕ.

АКТУАЛЬНОСТЬ. Ампутация верхней конечности вследствие минно-взрывного ранения приводит к стойким двигательным, трофическим и функциональным нарушениям, существенно снижающим качество жизни. Выбор оптимальной программы комплексной реабилитации требует объективной оценки функционального состояния и антропометрических показателей в зависимости от уровня ампутации (плечо или предплечье), что определяет актуальность настоящего исследования.

ЦЕЛЬ. Провести сравнительный анализ функциональных (проба Мартине-Кушелевского, гипоксические пробы Штанге и Генчи) и антропометрических показателей у пациентов с ампутацией верхней конечности на уровне плеча (Модель А) и предплечья (Модель Б) для подбора эффективных технологий комплексной физической реабилитации.

Организация и методы исследования. Исследование проведено с сентября 2024 по ноябрь 2025 года на базе ЦОРИМР РГСУ «Чайковский» (Московская область). В исследовании участвовали 36 мужчин в возрасте 25-45 лет с ампутацией верхней конечности после минно-взрывного ранения (21-ампутация плеча, 13-предплечья, 2-экзартикуляция плечевого сустава). Проводились функциональные пробы (Мартине-Кушелевского, Штанге, Генчи), антропометрия, тонометрия, калиперометрия, гониометрия. Статистическая обработка - U-критерий Манна-Уитни.

РЕЗУЛЬТАТЫ. У модели А (ампутация плеча) зарегистрированы хорошие (71,4%), отличные (23,8%) и удовлетворительные (4,8%) результаты пробы Мартине-Кушелевского; у модели Б (ампутация предплечья) - отличные (78,2%) и хорошие (21,8%) при отсутствии удовлетворительных и плохих результатов. Гипоксические пробы: в пробе Штанге время задержки дыхания в модели А составило (48,7±9,3сек), в модели Б - (57,4±8,1сек) (p<0,05); в пробе Генчи - (29,1±5,6 сек) и (36,5±6,2сек) соответственно (p<0,05). Экскурсия грудной клетки достоверно выше у модели А (3,4±2,4см) против (2,7±1,2см); p<0,05). Сила дельтовидной мышцы (175,0±35,1 мм рт. ст.) и трехглавой мышцы плеча (156,2±33,1 мм рт. ст.) достоверно выше у модели Б (p<0,01 и p<0,05 соответственно). Толщина подкожно-жировых складок у модели А статистически значимо превышает показатели модели Б (наружная поверхность плеча: (18,5±10,2 мм) против (9,2±4,8 мм); (p<0,01); внутренняя поверхность: (14,5±8,6 мм) против (9,1±6,0 мм); p<0,05. Гониометрия выявила достоверное ограничение сгибания (129,2±19,3° против 138,8±4,0°; p<0,05) и разгибания (44,7±5,8° против 48,5±3,7°; p<0,05) у модели А; отведение статистически не различалось (p>0,05).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ. Ампутация на уровне плеча (Модель А) ассоциирована с достоверно более низкими показателями силы мышц (дельтовидной и трехглавой), ограничением сгибания и разгибания в плечевом суставе, а также увеличением толщины подкожно-жирового слоя по сравнению с ампутацией на уровне предплечья (Модель Б). Полученные данные обосновывают необходимость программы комплексной реабилитации в зависимости от уровня ампутации с акцентом на раннюю активацию проксимальных мышц у пациентов с высокой ампутацией.

* Адрес для переписки: Анна Николаевна Голикова, e-mail: GolikovaAN@nsmicr.ru

Цитирование. Морозова А.В., Голикова А.Н. Сравнительная характеристика функциональных и антропометрических показателей у пациентов с ампутацией верхней конечности на уровне плеча и предплечья в процессе комплексной реабилитации. *Russian Journal of Environmental and Rehabilitation Medicine*. 2026. 3:151-158.

Citation Kosukhin E.S., Yudin V.E., Nagornev S.N., Bobrovniksky I.P. The dynamics of the main manifestations of asthenic syndrome in military personnel with the sequels of combat trauma under various acoustic neurostimulation modes. *Russian Journal of Environmental and Rehabilitation Medicine*. 2026. 3: 151-158.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: ампутация верхней конечности, минно-взрывное ранение, комплексная реабилитация, проба Мартине-Кушелевского, гипоксические пробы, гониометрия, антропометрия, мионометрия, калиперометрия, функциональное состояние.

ВВЕДЕНИЕ

Ампутация верхней конечности вследствие минно-взрывной травмы относится к наиболее тяжелым и инвалидизирующим последствиям боевой патологии, характеризующимся не только необратимым анатомическим дефектом, но и стойкими сомато-вегетативными и трофическими расстройствами. Несмотря на значительный прогресс в хирургии и протезировании, вопросы дифференцированной немедикаментозной реабилитации данной категории пациентов, строго коррелирующей с уровнем ампутации, остаются фрагментарно изученными в современной литературе.

Основы физической реабилитации (лечебная гимнастика, гидрокинезотерапия и массаж) при ампутациях были заложены в работах Бомума Г.С. и Вербова А.Ф. еще в середине XX века [4, 6], однако они носили общий характер без учета сохранности определенных сегментов конечности. В отличие от достаточно хорошо разработанной методологии реабилитации при ампутациях нижних конечностей (Болотов Д.Д., 2022) [3], дифференцированный подход к восстановлению пациентов с дефектами верхней конечности практически не представлена в доступных источниках. В этой связи, особую значимость придает тот факт, что ампутация на уровне плеча и предплечья инициирует принципиально различные компенсаторно-приспособительные реакции. Высокий уровень дефекта (плечо) провоцирует выраженную перестройку композиционного состава тела: прогрессирующую гипотрофию мышечного корсета плечевого пояса, компенсаторную липодистрофию в проксимальных отделах и значимое изменение постурального баланса. Данные сдвиги, обусловленные трансформацией двигательного стереотипа и перераспределением осевой нагрузки, лимитируют амплитуду движений в плечевом суставе, что создает критические препятствия для последующего эффективного протезирования.

Кроме того, биомеханическим обоснованием актуальности служит положение о нарушении миофасциальных кинематических цепей (задней кривой, латеральной и передней), что ведет к устойчивой асимметрии мышечного тонуса и снижению толерантности к физической нагрузке. Выявление степени выраженности этих нарушений в зависимости от уровня ампутации позволит объективизировать критерии дифференцированного назначения реабилитационных мероприятий, что определяет несомненную практическую востребованность и актуальность предпринятого исследования.

Цель исследования - провести сравнительную оценку функциональных (проба Мартине-Кушелевского, гипоксические пробы Штанге и Генчи) и антропометрических показателей у пациентов с ампутацией верхней конечности на уровне плеча (Модель А) и предплечья (Модель Б) с целью научного обоснования выбора эффективных технологий дифференцированной физической реабилитации.

В данной статье представлены результаты применения функциональных и антропометрических показателей в зависимости от уровня ампутации (плечо или предплечье) в процессе комплексной реабилитации, что определяет актуальность настоящего исследования, которая была реализована в рамках пилотного проекта Союза «КибаТлетики» совместно с ФГБОУ ВО РГСУ.

Организация и методы исследования

Исследование проводилось с сентября 2024 года по ноябрь 2025 года на базе ЦОРИМР РГСУ «Чайковский», Клинского района, Московской области, где участники проходили комплексную реабилитацию в рамках пилотного проекта «С кибатлетикой строим будущее».

В исследовании участвовало 36 мужчин в возрасте от 25 до 45 лет с ампутацией верхней конечности после минно-взрывного ранения, получивших травму в зоне СВО, из них 21 участник с ампутацией на уровне плеча, 13 участников с ампутацией на уровне предплечья и 2 участника с экзартикуляцией плечевого сустава.

В рамках программы комплексной реабилитации участники проекта проходили курс занятий лечебной гимнастикой, гидрокинезотерапию, «школу ходьбы», а также тренировки на тренажерах КибаТлетики в течение двух недель (14 дней). Всем участникам перед началом и после окончания курса реабилитации проводилось комплексное исследование.

Комплексная оценка функционального состояния участников СВО после ампутации верхней конечности после минно-взрывного ранения включало в себя проведение тестирования физической работоспособности, гипоксические пробы, инструментальные методы исследования.

Проба Мартине-Кушелевского проводилась для оценки функционального состояния сердечно-сосудистой системы на дозированную нагрузку. Пациенту из исходного положения сидя, накладывается на плечо манжета тонометра (здоровая конечность), через 1 минуту измеряются артериальное давление (АД) и частота сердечных сокращений (ЧСС). После измерения показателей испытуемый выполняет 20 приседаний за 30 секунд. Сразу после нагрузки испытуемый садится. На первой минуте восстановления у него в первые 10 сек подсчитывается пульс, в следующие 40 секунд измеряется артериальное давление. На 2й и 3й минутах показатели ЧСС продолжают измеряться по 10 секундным интервалам до возврата к исходному уровню (три одинаковых показателя подряд). В норме ЧСС и АД должны восстановиться к 3й и 4й минуте. Рассчитывалась абсолютная и относительная разница между ЧСС до нагрузки и после нее, относительный

прирост ЧСС выражался в процентах (менее 20% -отлично; 21-40%-хорошо; 41-65%-удовлетворительно; более 66%- отсутствие тренированности) [7].

Гипоксические пробы: Штанге испытуемый в положении сидя после 2-3 глубоких вдохов и выдохов делает глубокий (но не максимальный) вдох и задерживает дыхание на максимально возможное время, зажимая нос пальцами. Фиксируется время задержки дыхания в секундах. Для оценки пробы были использованы следующие шкалы: отличное (>60 сек), хорошее (40-60 сек), среднее (30-40), плохое (<30 сек). В пробе Генчи и в положении сидя после 2-3 глубоких вдохов и выдохов делает максимально глубокий выдох и задерживает дыхание. Фиксируется время задержки в секундах. Для оценки пробы были использованы следующие шкалы: отличное (>40 сек), хорошее (30-40 сек), среднее (25-30 сек), плохое (<25 сек) [10].

Инструментальные методы:

- антропометрия - окружность грудной клетки и определение типа телосложения по М.В. Черноруцкому [12];
- тонометрия - использовалась для измерения силы мышц плеча (двуглавой и трехглавой) с помощью механического тонометра. В манжету прибора нагнетался воздух до 20 мм рт. ст., затем она размещалась под кулю. Пациент в положении лёжа выполнял надавливание на манжету, где фиксировалось максимальное значение, достигнутое стрелкой прибора [14];

- калиперометрия - измерение подкожного жира в организме (метод калиперометрии заключается в измерении толщины кожно-жировых складок на определенных участках тела при помощи специальных устройств - калиперов. Измеряемые складки на передней поверхности плеча - вертикальная складка, взятая над двуглавой мышцей посередине между акромиальным и локтевым отростком, рука располагается вдоль туловища и должна быть расслаблена. На задней поверхности плеча - вертикальная складка, взятая над трехглавой мышцей при опущенной и расслабленной руке. Измерение проводится на средней линии задней поверхности плеча посередине между акромиальным и локтевым отростком. На предплечье - вертикальная складка на передней поверхности предплечья в наиболее широком его месте [8];

- гониометрия - измерения амплитуды движений в плечевом суставе (сгибание, разгибание, отведение) с помощью гониометра (угломера), состоящего из двух бранш (подвижной и неподвижной), соединенных с измерительной шкалой, градуированной от 0 до 180°. Угломер прикладывают к суставу таким образом, чтобы его ось соответствовала оси движения исследуемого сустава. Неподвижное плечо инструмента располагается соответственно продольной оси проксимальной (неподвижной) части конечности, а подвижное плечо - вдоль продольной оси дистальной части, выполняющей движение. Важно обеспечить достаточную фиксацию проксимального сегмента, чтобы исключить передачу выполняемого движения соседним суставам. Сгибание в плечевом суставе происходит в сагиттальной плоскости, в этой же плоскости устанавливается угломер к наружной поверхности плеча, одна бранша идет отвесно, параллельно туловищу, чтобы испытуемый не наклонял туловище назад. По данным автора А.И. Капанджи (2007) в положение сгибания в плечевом суставе составляет 180°, разгибание выполняется в сагиттальной плоскости по отношению к поперечной оси (45-50°), угол отведения в плечевом суставе проходит через три фазы: движение происходит только в плечевом суставе (0-60°), далее включается в движение лопатка (60-120°), затем движение в плечевом суставе отсутствуют, движение выполняется за счет пояса верхних конечностей и подъема лопатки (120-180°), оно зависит от эластичности, и тренированности связочного аппарата сустава и мышц [9,13].

Статистическая обработка данных проводилась с использованием программы «STATISTICA 10,0». Пороговый уровень статистической значимости составлял $p < 0,05$ и $p < 0,01$. Сравнение групп по непараметрическому признаку проводилось с использованием **U-критерий Манна-Уитни**.

Результаты исследования

На основании анализа уровня ампутации верхней конечности все участники исследования были разделены на две группы с ампутацией верхней конечности на уровне плеча (Модель А), и с ампутацией верхней конечности на уровне предплечья (Модель Б). Данное разделение обусловлено принципиальными различиями в биомеханике движений сохраненных сегментов: при ампутации плеча утрачивается дистальная точка приложения мышечной силы, нарушаются движения в кинематической цепи, а при ампутации предплечья плечевой сустав и плечо сохраняют свою функцию. Это, в свою очередь, определяет различия в морфологическом статусе и функциональных возможностях пациентов. Для подтверждения гипотезы о том, что структурные изменения (морфологические параметры) ассоциированы с функциональными нарушениями, был проведен сравнительный анализ антропометрических данных и результатов функциональных проб (Мартине-Кушелевского, Штанге и Генчи) в обеих моделях.

Результаты оценки физической работоспособности (проба Мартине-Кушелевского) по относительному приросту ЧСС у модели А составили: отличные показатели у 23,8% исследуемых, хорошие - 71,4%, удовлетворительные - 4,8%. У модели Б - отличные 78,2%, хорошие 21,8%, удовлетворительных результатов и отсутствия тренированности - не выявлено. У пациентов модели Б доля отличных результатов пробы Мартине-Кушелевского более чем в 3 раза превысила аналогичный показатель модели А (78,2% против 23,8%), при этом удовлетворительные результаты были только у модели А (4,8%). Полученные данные указывают на более высокую функциональную тренированность сердечно-сосудистой системы у пациентов с ампутацией на уровне предплечья (модель Б) по сравнению с ампутацией на уровне плеча (модель А).

Результаты гипоксических проб у модели Б ($48,7 \pm 9,3$ сек.) выявили статистически значимо более длительную задержку дыхания на вдохе (Штанге), по сравнению с моделью А ($57,4 \pm 8,1$ сек) ($U = 38,0$, $p < 0,05$),

что свидетельствует о более высокой устойчивости к гипоксии у пациентов с ампутацией предплечья. В пробе Генчи задержка дыхания на выдохе также достоверно выше у модели Б ($36,5 \pm 6,2$ сек. и $29,1 \pm 5,6$ сек. соответственно) ($U=44,0$, $p<0,05$). Данный фрагмент исследования указывает на лучшее функциональное состояние дыхательной мускулатуры и более высокий резерв кардиореспираторной системы у пациентов с ампутацией на уровне предплечья, и согласуется с выявленными морфологическими различиями.

Для сопоставления результатов функционального тестирования и возможных компенсаторных изменений со стороны грудной клетки у пациентов с ампутацией верхней конечности проводилось измерение окружности грудной клетки в трех фазах дыхательного цикла: на паузе (спокойное дыхание), на максимальном вдохе и на максимальном выдохе (таблица 1). На основе этих данных рассчитывалась экскурсия грудной клетки (разница между окружностью на вдохе и на выдохе). Сравнивались две группы: с ампутацией на уровне плеча (Модель А, $n=21$) и с ампутацией на уровне предплечья (Модель Б, $n=13$). Статистический анализ выполнен с помощью U-критерия Манна–Уитни.

Таблица 1. Показатели окружности грудной клетки у моделей А и Б, $M \pm m$

Окружность грудной клетки	Модель А ($n=21$)	Модель Б ($n=13$)	U-критерий	Значение Р
Пауза, см	$100,9 \pm 7,6$	$103,3 \pm 7,4$	110,0	$> 0,05$
Вдох, см	$103,2 \pm 7,7$	$104,9 \pm 7,4$	115,5	$> 0,05$
Выдох, см	$99,8 \pm 8,1$	$102,2 \pm 7,5$	105,0	$> 0,05$
Экскурсия грудной клетки, см	$3,4 \pm 2,4$	$2,7 \pm 1,2$	12,5	$< 0,05$

Несмотря на то, что у пациентов с более низкой ампутацией (предплечье) показатель окружности грудной клетки на паузе несколько выше, чем в группе Модели Б, различие не достигает статистической значимости ($U = 110,0$, $p > 0,05$). Это указывает на то, что исходные антропометрические характеристики (в частности, ширина грудной клетки в покое) в двух группах сопоставимы и не зависят от уровня ампутации. Разница значений окружности грудной клетки на вдохе сохраняется в пользу Модели Б, но также статистически не значима ($U = 115,5$, $p > 0,05$). Таким образом, способность к максимальному расширению грудной клетки при вдохе в целом не различается между группами. Не выявлены статистически значимые межгрупповые различия в окружности грудной клетки на выдохе ($U = 105,0$, $p > 0,05$). Следовательно, объем грудной клетки в фазе форсированного выдоха также не является дифференцирующим признаком между группами.

В отличие от абсолютных величин, экскурсия грудной клетки продемонстрировала статистически значимое различие между группами ($U = 12,5$, $p < 0,05$). У лиц с ампутацией на уровне плеча (Модель А) экскурсия грудной клетки достоверно выше, чем с ампутацией предплечья (Модель Б), причем разница составляет в среднем 0,7 см (20% относительно группы Б). Это находит объяснение с позиции компенсаторной перестройки дыхательного стереотипа. У пациентов Модели А (ампутация плеча) полностью или частично утрачена функция верхней конечности, что ограничивает возможность участия пояса верхних конечностей и плечевых мышц во вспомогательных дыхательных движениях. В норме при форсированном дыхании (особенно при выдохе) активируются мышцы грудной стенки, межреберные мышцы, а также мышцы плечевого пояса, фиксирующие грудную клетку. При высокой ампутации эта система нарушается, и организм вынужден переключаться на другие механизмы. Увеличение экскурсии грудной клетки происходит преимущественно за счет усиления выдоха, что возможно за счет подключения мышц брюшного пресса и диафрагмы, компенсируя таким образом отсутствие стабилизирующей функции руки. Высокое стандартное отклонение (2,4 см в группе А против 1,2 см в группе Б) свидетельствует о том, что среди пациентов с ампутацией плеча имеются как лица с резко увеличенной экскурсией (выраженная компенсация), так и лица с нормальными или даже сниженными показателями.

Для оценки функционального состояния мышц проксимального отдела верхней конечности проводилась миоэлектрометрия – измерение силы мышц в килограммах (с переводом в мм рт. ст. согласно методике) (таблица 2). Исследовались две ключевые мышцы, обеспечивающие движения в плечевом суставе: дельтовидная (отведение плеча) и трехглавая мышца плеча (разгибание). Сравнивались две группы пациентов: с ампутацией на уровне плеча (Модель А, $n=21$) и с ампутацией на уровне предплечья (Модель Б, $n=13$). Статистическая обработка выполнена с помощью U-критерия Манна–Уитни. У пациентов Модели Б средняя сила дельтовидной мышцы была заметно выше, чем в группе Модели А. Абсолютная разница между группами достигла 27,1 мм рт. ст. (18% относительно показателя Модели А). Статистический анализ выявил достоверное различие ($U = 26$, $p < 0,01$), причем из всех изученных движений именно для отведения плеча получен наибольший уровень достоверности. Это указывает на то, что дельтовидная мышца особенно чувствительна к изменению биомеханических условий: при ампутации на уровне плеча (Модель А) точка приложения мышечного усилия утрачивает дистальное звено, что ведет к снижению функциональности и, как следствие, к выраженной гипотрофии. У пациентов же с ампутацией предплечья (Модель Б) плечевой сустав и его мышцы сохраняют полноценную амплитуду движений и возможность активного отведения, поэтому сила остается значительно выше.

Аналогичная тенденция отмечена и для трехглавой мышцы. Разница в абсолютных значениях – 28,6 мм рт. ст. (на 22% выше у модели Б). Различие статистически достоверно ($U = 41$, $p < 0,05$), хотя уровень значимости ниже, чем для дельтовидной мышцы ($p < 0,05$ против $p < 0,01$). Это может объясняться тем, что трехглавая мышца у пациентов с высокой ампутацией (Модель А) частично сохраняет свою функцию, тем не менее, систематическое отсутствие дистальной нагрузки (кость, предплечье) приводит к достоверному снижению силовых показателей по сравнению с пациентами, у которых ампутировано только предплечье.

Таблица 2. Показатели силы мышц у модели А и Б, $M \pm m$

Сила мышц	Модель А (n=21)	Модель Б (n=13)	U-критерий	Значение Р
Дельтовидная мышца (musculus deltoideus) мм рт. ст.	147,9 ± 53,6	175,0 ± 35,1	26	< 0,01
Трехглавая мышца плеча (musculus triceps brachii) мм рт. ст.	127,6 ± 35,2	156,2 ± 33,1	41	< 0,05

Обращает на себя внимание, что у Модели А сила и дельтовидной, и трехглавой мышц снижена, но наиболее выраженные потери наблюдаются для мышцы, обеспечивающей отведение (дельтовидная). Возможная причина: при ампутации плеча резко нарушается кинематическая цепь «плечевой сустав – локоть – кисть», и движения отведения становятся биомеханически неэффективными, тогда как разгибание культи еще может использоваться в некоторых компенсаторных паттернах.

Полученные данные свидетельствуют о том, что сохранность дистальных сегментов конечности (даже при ампутации предплечья) играет критическую роль в поддержании силы проксимальных мышц. Пациенты с ампутацией на уровне предплечья (Модель Б) способны активно использовать плечевой сустав в повседневной деятельности – удерживать предметы культи, выполнять вращательные движения, что создает естественную тренировочную нагрузку на дельтовидную и трехглавую мышцы. Напротив, при ампутации плеча проксимальный сегмент фактически исключен из активных движений с отягощением, что ведет к гиподинамической атрофии и снижению силовых показателей.

Следует обратить внимание на величину стандартных отклонений: в группе Модели А для дельтовидной мышцы стандартное отклонение составляет ±53,6, что почти в 1,5 раза выше, чем у Модели Б (±35,1). Это говорит о значительной гетерогенности пациентов с высокой ампутацией: у одних сила может быть относительно сохранной (возможно, благодаря раннему протезированию или компенсаторной гипертрофии), у других – резко снижена. В группе Модели Б разброс значений меньше, что указывает на более предсказуемый функциональный статус при ампутации предплечья.

Для объективной оценки толщины подкожно-жирового слоя в проксимальном отделе верхней конечности была проведена калиперометрия. Измерения выполнялись на двух участках: снаружи и внутри плеча. Полученные данные (таблица 3) сравнивались у двух групп: пациенты с ампутацией на уровне плеча (Модель А, n=21) и пациенты с ампутацией на уровне предплечья (Модель Б, n=13).

Таблица 3. Показатели калиперометрии у модели А и Б, $M \pm m$

Толщина складки	Модель А (n=21)	Модель Б (n=13)	U-критерий	Значение Р
Снаружи плеча, мм	18,5 ± 10,2	9,2 ± 4,8	55	< 0,01
Внутри плеча, мм	14,5 ± 8,6	9,1 ± 6,0	78	< 0,05

Сравнение толщины подкожно-жировых складок наружной поверхности плеча показало, что у Модели А средняя толщина складки более чем в два раза превышает показатель Модели Б. Различие статистически высокосigniificantly ($U = 55$, $p < 0,01$). На внутренней поверхности плеча у Модели А значение также выше – 14,5 ± 8,6 мм против 9,1 ± 6,0 мм у Модели Б. Различие подтверждено статистически ($U = 78$, $p < 0,05$), хотя уровень значимости ниже, чем для наружной поверхности. Следует учитывать высокие значения стандартных отклонений (особенно в группе Модель А), что указывает на значительную вариабельность индивидуальных показателей.

Анализ внутригрупповой асимметрии в группе Модели А выявил выраженную разницу между толщиной складок на разных участках одного сегмента: средняя разница составила 4,0 мм (18,5 мм снаружи против 14,5 мм внутри). В группе Модель Б аналогичный показатель практически отсутствует – разница всего 0,1 мм (9,2 мм и 9,1 мм соответственно). Такое неравномерное распределение подкожно-жировой клетчатки у пациентов с высокой ампутацией (Модель А) может свидетельствовать не столько о генерализованном ожирении, сколько о местных трофических и биомеханических изменениях. Вероятно, снижение или полное отсутствие функциональной нагрузки на культю плеча приводит к гипотрофии мышц, особенно в зонах, где в норме развиты мышцы (дельтовидная и двуглавая). На месте атрофированной мышечной ткани относительный объем жировой клетчатки увеличивается, причем неравномерно – в зависимости от топографии утраченных мышц.

Полученные данные косвенно подтверждают гипотезу о перераспределении компонентов мягких тканей в ответ на изменение двигательного стереотипа:

- ✓ У ампутантов с культей плеча (Модель А) проксимальный сегмент фактически выключен из активных движений, что ведет к гиподинамии мышц плечевого пояса.
- ✓ У лиц с ампутацией предплечья (Модель Б) плечевой сустав и мышцы плеча сохраняют частичную функцию (сгибание, разгибание, ротацию), что позволяет поддерживать мышечный тонус и препятствует избыточному локальному жиरोотложению.

Для оценки функционального состояния плечевого сустава у пациентов с разным уровнем ампутации верхней конечности проводилась гониометрия – измерение активных движений в трех основных плоскостях: сгибание, разгибание и отведение. Сравнивались две группы: с ампутацией на уровне плеча (Модель А, n=21) и с ампутацией на уровне предплечья (Модель Б, n=13). Статистический анализ выполнен с использованием U-критерия Манна–Уитни. Данные представлены в таблице 4.

Таблица 4. Результаты гониометрии в плечевом суставе у модели А и Б, M±m

Показатель	Модель А (n=21)	Модель Б (n=13)	U-критерий	Значение Р
Сгибание, °	129,2 ± 19,3	138,8 ± 4,0	67	< 0,05
Разгибание, °	44,7 ± 5,8	48,5 ± 3,7	78	< 0,05
Отведение, °	117,0 ± 5,2	119,0 ± 2,8	105	> 0,05

Сравнение объема сгибания в плечевом суставе в группе Модель Б статистически значимо выше, чем в группе Модели А (ампутация плеча) ($U = 67, p < 0,05$). Это свидетельствует о том, что при ампутации на уровне плеча при сгибании дистальная точка приложения дельтовидной, клювовидно-плечевой, двуглавой (передние пучки) утрачена, что приводит к изменению биомеханики рычага. Мышечное усилие не может быть реализовано в полноценное движение с обычной амплитудой, поскольку отсутствует инерционная нагрузка и обратная связь от конечности. Обращает на себя внимание высокое стандартное отклонение в группе А ($\pm 19,3^\circ$) по сравнению с группой Б ($\pm 4,0^\circ$). Это указывает на значительную вариабельность сохранившегося объема сгибания у пациентов с высокой ампутацией. У некоторых пациентов амплитуда может приближаться к нормальной (благодаря компенсаторной гипертрофии мышц, раннему протезированию или тренировкам), у других – резко снижена (из-за контрактур, болевого синдрома, длительной иммобилизации). В группе Б разброс минимален, что отражает относительную сохранность анатомической целостности сустава и мышечного аппарата.

Сравнение объема разгибания в плечевом суставе выявила аналогичную тенденцию. При ампутации плеча нарушается натяжение длинной головки трицепса вследствие отсутствия прикрепления к локтевому отростку. Различия статистически достоверно, хотя абсолютная разница невелика (около $3,8^\circ$). Статистически значимое различие, несмотря на малую абсолютную разницу, подтверждает системный характер изменений: даже небольшое снижение разгибания у Модели А является закономерным и воспроизводимым на групповом уровне. Меньшая выраженность ограничения разгибания по сравнению со сгибанием может объясняться тем, что в повседневной жизни пациенты с культей плеча чаще используют разгибательные движения, тогда как полное сгибание требует более сложной координации и наличия дистальной массы.

Сравнение объема отведения в плечевом суставе статистически значимых различий между группами не выявлено. Обе группы демонстрируют значения, близкие к физиологической норме. При ампутации любой части конечности (и на уровне плеча, и на уровне предплечья) биомеханика отведения страдает примерно одинаково, поскольку точка приложения мышечной силы находится проксимальнее сустава. Для отведения критично наличие неповрежденного сустава и целостности мышц ротаторной манжеты, но не столь важно наличие дистальных сегментов. Исследуемые обеих групп компенсируют ограничение отведения за счет подъема плечевого пояса (лопатки) и наклона туловища, что нивелирует возможные различия. Кроме того, в группе А стандартное отклонение выше ($5,2$ против $2,8$), что говорит о неоднородности: у некоторых пациентов с высокой ампутацией отведение может быть значительно ограничено из-за болевого синдрома или контрактур, у других – сохранено.

Заключение

Ампутация на уровне плеча (Модель А) приводит к достоверному ограничению сгибания и разгибания в плечевом суставе по сравнению с ампутацией на уровне предплечья (Модель Б). Это означает, что чем проксимальнее уровень ампутации, тем значительнее страдают функции мышц, обеспечивающих сагиттальные движения. Отведение же ограничено в равной степени независимо от уровня ампутации из-за одинакового нарушения биомеханики дельтовидной мышцы.

Относительно высокие значения отведения в обеих группах свидетельствуют о том, что даже при высокой ампутации пациенты сохраняют достаточную функцию для ориентации культи в пространстве, что важно для управления протезом. Однако сниженное сгибание (особенно в группе А) может ограничивать такие действия, как поднесение протеза ко рту, голове, выполнение гигиенических процедур. Снижение сгибания у Модели А может также быть связано с вторичными изменениями в капсуле сустава и связках вследствие гиподинамии – формируется так называемая «ампутационная контрактура» по сгибательному

типу (пациенты бессознательно фиксируют культю в положении приведения и легкого сгибания, что со временем ограничивает разгибание, но и сгибание тоже страдает из-за укорочения мышц-антагонистов).

Полученные данные позволяют предположить, что именно движения сагиттальной плоскости (сгибание-разгибание) наиболее чувствительны к уровню ампутации, тогда как во фронтальной плоскости (отведение) ограничения обусловлены преимущественно самим фактом отсутствия конечности, независимо от уровня.

При сравнении результатов миотонометрии было выявлено статистически достоверное ($p < 0,01-0,05$) превосходство мышечной силы у пациентов с ампутацией на уровне предплечья по сравнению с ампутацией на уровне плеча как для отведения (дельтовидная мышца), так и для разгибания (трехглавая мышца). Наибольшая межгрупповая разница ($p < 0,01$) характерна для дельтовидной мышцы, что, вероятно, связано с критической ролью сохранения дистального рычага в реализации функции отведения.

Статистически значимые ($p < 0,05$) различия в объемах движений и силе мышц между группами с разным уровнем ампутации, имеет прямое клиническое значение для планирования разных стратегий реабилитации. Отсутствие значимых различий по отведению свидетельствует о специфическом паттерне двигательных нарушений при ампутации верхней конечности.

Пациентам с ампутацией плеча (Модель А) следует уделять особое внимание восстановлению сгибания и разгибания в плечевом суставе для профилактики контрактур с помощью активных и пассивных упражнений, механотерапии, а для минимизации потери силы необходима ранняя активация проксимальных мышц с помощью целевых тренировок на тренажерах с использованием биологической обратной связи.

Пациентам с ампутацией предплечья (Модель Б) важно поддерживать полный объем движений в плечевом суставе, поскольку у них сохранен дистальный рычаг, и отведение активно используется в быту.

Разница в толщине подкожно-жировых складок и особенно во внутрисегментарной асимметрии может служить дополнительным критерием оценки степени денервационно-гиподинамических изменений и прогноза эффективности реабилитации на этапе протезирования.

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES:

1. Амбражук И.И., Фесюн А.Д. Основные аспекты развития медицинской реабилитации // Russian Journal of Rehabilitation Medicine. – 2018. – № 4. – С. 31–36.
2. Белякин С.А. [и др.]. Биомеханическая коррекция вертеброгенных нарушений у раненых с последствиями боевой травмы верхней конечности // Вестник восстановительной медицины. – 2012. – № 3. – С. 31–33.
3. Болотов Д.Д. Особенности формирования программы физической реабилитации при первичном протезировании у пациентов с травматическими отчленениями нижней конечности // Вестник восстановительной медицины. – 2022. – Т. 21. – № 2. – С. 27–36.
4. Бом Г.С. Основы восстановительного лечения конечностей. – М.: Медгиз, 1943. – 104 с.
5. Буйлова Т.В., Болотов Д.Д. Организация процесса реабилитации пациентов с ампутациями конечностей с позиции современной концепции физической и реабилитационной медицины // Вестник восстановительной медицины. – 2020. – № 2 (96). – С. 7–12.
6. Вербов А.Ф. Задачи функционального восстановления при двигательных расстройствах // Клиническая медицина. – 1926. – № 3.
7. Кондратьева Е.И., Сологубова Т.И., Мухамедова Д.Б., Шкляр А.В. Проба Мартине-Кушелевского и оценка функционального состояния сердечно-сосудистой системы студентов КРСУ // Бюллетень науки и практики. – 2025. – Т. 11. – № 1. – С. 108–115.
8. Мартиросов Э.Г., Николаев Д.В., Руднев С.Г. Технологии и методы определения состава тела человека. – М.: Наука, 2006. – 248 с. – ISBN 5-02-035624-7.
9. Мурзина С.В., Налобина А.Н., Зайцев И.О. Оценка состояния двигательных функций у лиц с острым нарушением мозгового кровообращения с помощью углометрии // Вестник медицинского института «РЕАВИЗ»: реабилитация, врач и здоровье. – 2016. – № 2 (22). – С. 59–65. – EDN WGWOZZ.
10. Потоцкий П.С., Стахиёв К.И., Белей В.В., Сазоник В.В. Оценка функционального состояния кардиореспираторной системы у студентов спортивной и основной медицинских групп с использованием функциональных проб Штанге и Генчи // Материалы 77-й научной сессии Витебского государственного медицинского университета. – Витебск, 2022. – С. 52–55.
11. Разумов А.Н. Фундаментальные и прикладные аспекты современной концепции охраны здоровья // Russian Journal of Rehabilitation Medicine. – 2017. – № 1. – С. 3–23.
12. Черноуцкий М.В. Учение о конституции в клинике внутренних болезней // Материалы 7-го съезда российских терапевтов. – Л., 1925. – С. 304–312.
13. Kapandji I.A. The Physiology of the Joints. – 6th ed. – New York: Churchill Livingstone/Elsevier, 2007.
14. Roush E.S., Hahn J.H., Meeks J.W. Muscle Tonometer Apparatus and Method. – Пат. 5,038,795 США. – Опубл. 13.08.1991.

COMPARATIVE ANALYSIS OF FUNCTIONAL STATUS IN PATIENTS WITH UPPER LIMB AMPUTATION AT THE SHOULDER AND FOREARM LEVELS DURING COMPREHENSIVE REHABILITATION

Morozova A.V.¹, Golikova A.N.²

¹Department of Adaptive Physical Education, Recreation, and Interdisciplinary Medicine at the Russian State Social University

²National Medical Research Center for Rehabilitation and Balneology, Moscow, Russia

Abstract.

Amputation of the upper limb due to a mine explosion injury leads to persistent motor, trophic and functional disorders, significantly reducing the quality of life. Choosing the optimal comprehensive rehabilitation program requires an objective assessment of the functional state and anthropometric parameters depending on the amputation level (shoulder or forearm), which determines the relevance of this study.

AIM. To conduct a comparative analysis of functional (Martine-Kushelevsky test, hypoxic Stange and Genchi tests) and anthropometric indicators in patients with upper limb amputation at the shoulder level (Model A) and forearm level (Model B) in order to select effective technologies for comprehensive physical rehabilitation.

METHODS. The study was conducted from September 2024 to November 2025 at the TSORIMR RSSU Tchaikovsky (Moscow Region). The study involved 36 men aged 25-45 years with amputation of the upper limb after a mine explosion injury (21-amputation of the shoulder, 13-forearm, 2-exarticulation of the shoulder joint). Functional tests (Martinet-Kushelevsky, Shtange, Genchi), anthropometry, tonometry, caliperometry, goniometry were performed. Statistical processing is the Mann-Whitney U-test.

RESULTS. Model A (shoulder amputation) showed good (71.4%), excellent (23.8%), and satisfactory (4.8%) results in the Martine-Kushelevsky test; model B (forearm amputation) showed excellent (78.2%) and good (21.8%) results, with no satisfactory or poor results. Hypoxic tests: in the Stange test, the time of breath retention in model A was (48.7±9.3 sec), while in model B it was (57.4±8.1 sec) ($p<0.05$); in the Genchi test, it was (29.1±5.6 sec) and (36.5±6.2 sec), respectively ($p<0.05$). The chest excursion was significantly higher in model A (3.4±2.4 cm) compared to model B (2.7±1.2 cm); ($p<0.05$). The strength of the deltoid muscle (175.0±35.1 mmHg) and the triceps muscle (156.2±33.1 mmHg) was significantly higher in model B ($p<0.01$ and $p<0.05$, respectively). The thickness of the subcutaneous fat folds in model A was significantly higher than in model B (external surface of the shoulder: (18.5±10.2 mm) vs (9.2±4.8 mm); ($p<0.01$); internal surface: (14.5±8.6 mm) vs (9.1±6.0 mm); $p<0.05$. Goniometry revealed a significant limitation of flexion (129.2±19.3° vs 138.8±4.0°; $p<0.05$) and extension (44.7±5.8° vs 48.5±3.7°; $p<0.05$) in model A; abduction did not differ statistically ($p>0.05$).

CONCLUSION. Amputation at the shoulder level (Model A) is associated with significantly lower muscle strength (deltoid and triceps), limited flexion and extension in the shoulder joint, and increased subcutaneous fat thickness compared to amputation at the forearm level (Model B). These findings highlight the need for a comprehensive rehabilitation program based on the level of amputation, with a focus on early activation of proximal muscles in patients with high amputations.

Keywords: upper limb amputation, mine-explosive wound, complex rehabilitation, Martine-Kushelevsky test, hypoxic tests, goniometry, anthropometry, myotonometry, caliperometry, and functional state.

Сведения об авторах

Анна Николаевна Голикова — доктор биологических наук, профессор Главный научный сотрудник отдела ортопедии, биомеханики, кинезитерапии и мануальной терапии «Национальный медицинский исследовательский центр реабилитации и курортологии» Минздрава России, г. Москва, ул. Новый Арбат, 32; GolikovaAN@nmicrk.ru

Анастасия Викторовна Морозова — преподаватель кафедры адаптивной физической культуры, рекреации и междисциплинарной медицины, ФГБОУ ВО «Российский государственный социальный университет», г. Москва ул. Вильгельма Пика, 4, стр. 1; MorozovaAV@rgsu.net

УДК 615.825:616.24-002:616.988

ВЛИЯНИЕ СКАНДИНАВСКОЙ ХОДЬБЫ НА ИНТЕГРАЛЬНЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ ФИЗИЧЕСКОГО ЗДОРОВЬЯ ПАЦИЕНТОВ ПОСЛЕ COVID-19 ПНЕВМОНИИ ПРИ САНАТОРНО-КУРОРТНОЙ РЕАБИЛИТАЦИИ**Тиканов А.О.*, Кулишова Т.В., Барбаева С.Н., Лукеренко Е.В., Табашникова Н.А.**ФГБОУ ВО «Алтайский государственный медицинский университет» Минздрава России, Барнаул,
Российская Федерация**РЕЗЮМЕ.**

Цель - оценить эффективность включения скандинавской ходьбы в программу санаторно-курортной реабилитации пациентов, после перенесенной COVID-19 пневмонии на основании динамики уровня соматического здоровья по методике Г.Л. Апанасенко.

Материалы и методы. В проспективное рандомизированное исследование включены 120 пациентов после COVID-19 пневмонии, распределённых в основную группу (n=60) и группу сравнения (n=60). Все получали стандартный комплекс санаторно-курортной реабилитации; основная группа дополнительно занималась скандинавской ходьбой по трехуровневому протоколу. Уровень здоровья оценивали до и после реабилитации.

Результаты. Исходно все пациенты имели низкий уровень здоровья. После реабилитации в группе сравнения все остались на низком уровне; в основной группе 16,7% пациентов достигли более высоких уровней (ниже среднего - 15,0%, средний - 1,7%; $p < 0,001$). В основной группе достоверно улучшились жизненный индекс ($p < 0,001$), силовой индекс ($p < 0,001$), индекс Робинсона ($p < 0,001$) и время восстановления пульса ($p < 0,001$). В группе сравнения улучшения были менее выраженными. Межгрупповые различия статистически значимы ($p < 0,01$).

Заключение. Включение скандинавской ходьбы в санаторно-курортную реабилитацию пациентов после COVID-19 пневмонии достоверно повышает уровень соматического здоровья за счёт коррекции респираторных нарушений и улучшения функциональных резервов кардиореспираторной системы.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: COVID-19; пневмония; санаторно-курортная реабилитация; скандинавская ходьба; уровень соматического здоровья; методика Апанасенко; респираторные нарушения.

Введение

Новая коронавирусная инфекция (COVID-19) стала серьезным вызовом для системы здравоохранения во всем мире. К настоящему времени накоплены многочисленные данные о том, что даже после купирования острого инфекционного процесса у значительной части реконвалесцентов сохраняются стойкие функциональные нарушения. Наиболее часто встречаются респираторные симптомы (одышка, снижение толерантности к физической нагрузке), мышечная слабость, астенизация, тревожно-депрессивные расстройства, что в совокупности приводит к существенному ухудшению качества жизни [1, 2]. Особую группу составляют пациенты, перенесшие пневмонию, ассоциированную с COVID-19, у которых нередко формируется рестриктивный или смешанный тип вентиляционных нарушений, требующий длительного восстановления [3].

В связи с этим вопросы медицинской реабилитации приобретают приоритетное значение. Санаторно-курортный этап рассматривается как оптимальная платформа для проведения восстановительного лечения, поскольку позволяет комплексно воздействовать на основные патогенетические звенья постковидного синдрома с использованием природных и преформированных физических факторов [4]. Стандартные программы реабилитации, включающие физиотерапию, массаж, лечебную физкультуру и спелеотерапию, демонстрируют положительную динамику [5], однако поиск методов, способных потенцировать их эффект, остается актуальной научной задачей [6].

* * Адрес для переписки: Тиканов Алексей Олегович, e-mail: axel8482@yandex.ru

Цитирование. Тиканов А.О., Кулишова Т.В., Барбаева С.Н., Лукеренко Е.В., Табашникова Н.А. Влияние скандинавской ходьбы на интегральные показатели физического здоровья пациентов после covid-19 пневмонии при санаторно-курортной реабилитации. *Russian Journal of Environmental and Rehabilitation Medicine*. 2026. 3:159-165.

Citation Tikanov A.O., Kulishova T.V., Barbaeva S.N., Lukerenko E.V., Tabashnikova N.A. Effect of Nordic walking on integral indicators of physical health in patients after covid-19 pneumonia during sanatorium-resort rehabilitation. *Russian Journal of Environmental and Rehabilitation Medicine*. 2026. 3: 159-164.

Одним из таких методов является скандинавская ходьба - циклический вид физической активности, вовлекающий в работу до 90% мышечных групп и позволяющий точно дозировать нагрузку за счет регулирования темпа и дистанции [7]. Благодаря использованию палок снижается нагрузка на суставы нижних конечностей и позвоночник, что делает этот вид тренировок доступным для пациентов с низким исходным функциональным статусом. Ранее нами была показана эффективность включения скандинавской ходьбы в санаторно-курортный комплекс в отношении динамики кардиореспираторных показателей, функции внешнего дыхания и качества жизни пациентов после COVID-19 пневмонии [8, 9]. Однако до настоящего времени оставался открытым вопрос о влиянии данной методики на интегральный показатель - уровень соматического здоровья, оцениваемый по методике Г.Л. Апанасенко.

Методика экспресс-оценки уровня физического здоровья по Апанасенко, основанная на расчете пяти доступных для измерения индексов (массо-ростового, жизненного, силового, двойного произведения и времени восстановления пульса после стандартной нагрузки), широко используется в восстановительной медицине и позволяет количественно охарактеризовать резервные возможности организма [10]. Применение этого подхода у пациентов после COVID-19 пневмонии представляется перспективным, так как дает возможность интегрально оценить эффективность реабилитационной программы и сравнить различные подходы к восстановлению.

Цель исследования - оценить влияние включения скандинавской ходьбы в программу санаторно-курортной реабилитации на динамику уровня соматического здоровья по методике Г.Л. Апанасенко у пациентов, перенесших пневмонию, ассоциированную с COVID-19.

Материалы и методы.

Исследование посвящено оценке эффективности реабилитации пациентов с постинфекционными пульмонологическими нарушениями, развившимися вследствие перенесенной пневмонии, ассоциированной с COVID-19. Работа выполнена в формате проспективного контролируемого рандомизированного исследования в параллельных группах на базе Учреждения Алтайского краевого Совета профсоюзов Санатория «Барнаульский» (Барнаул) в период с июня 2023 по октябрь 2024 года. Протокол исследования одобрен локальным этическим комитетом ФГБОУ ВО «Алтайский государственный медицинский университет» Минздрава России (выписка из протокола №5 от 25.05.2023), все участники подписали информированное добровольное согласие.

Критериями включения являлись наличие добровольного информированного согласия, подтвержденный диагноз пневмонии, ассоциированной с новой коронавирусной инфекцией COVID-19, давность перенесенного заболевания не более 6 месяцев до начала реабилитации, отсутствие осложнений основного или сопутствующих заболеваний, требующих госпитализации. Критериями исключения служили наличие подтвержденного COVID-19 без вирусной пневмонии, острые заболевания или обострение хронической патологии на момент включения, непереносимость или наличие противопоказаний к применяемым методам реабилитации, противопоказания к занятиям скандинавской ходьбой (острый болевой синдром любой локализации, аневризма сердца и/или аорты, тяжелые нарушения сердечного ритма, артериальное давление диастолическое более 115 мм рт.ст.), наличие в анамнезе хронической обструктивной болезни легких или бронхиальной астмы.

Методом рандомизации с использованием конвертов 120 пациентов, соответствовавших критериям, были распределены в основную группу (n=60) и группу сравнения (n=60). Группы оказались сопоставимы по возрасту, полу, индексу массы тела (ИМТ $28,9 \pm 2,1$ кг/м²), индексу коморбидности Charlson, статусу курения и давности перенесенной пневмонии (p>0,05). Распределение по статусу курения выглядело следующим образом: 86 некурящих (71,7%), 24 бывших курильщика с периодом воздержания более 6 месяцев (20,0%), 10 активных курильщиков (8,3%). Средняя давность перенесенной пневмонии на момент поступления в санаторий составила $2,9 \pm 0,8$ месяца.

Все пациенты получали стандартный курс санаторно-курортного лечения, направленный на коррекцию пульмонологических нарушений и включавший ванны с экстрактом шалфея, ручной массаж грудной клетки (области передней поверхности грудной клетки от передних границ надплечья до реберных дуг и области спины от VII до I поясничного позвонка), спелеотерапию в галокамере продолжительностью 30 минут, низкочастотную магнитотерапию аппаратом «Алмаг-02» с частотой 50 Гц и интенсивностью 20 мТл в течение 20 минут, занятия лечебной физкультурой с акцентом на дыхательные упражнения в щадяще-тренирующем режиме продолжительностью 45 минут.

Пациенты основной группы дополнительно занимались скандинавской ходьбой по трехуровневому протоколу, предусматривавшему постепенное увеличение физической нагрузки. До начала занятий каждому участнику подбирали палки с учетом роста: длину вычисляли по формуле «рост (см) x 0.68», допускалось отклонение ± 5 см. Пациентов также обучали технике ходьбы сами тренеры проводили на специальном маршруте «тропа здоровья» - под контролем инструктора и с обязательным восстановительным периодом после каждого занятия. Нагрузку повышали ступенчато, используя протокол из трех режимов. Сначала щадящий: темп 60-70 шагов/мин, дистанция 1,5 км. Затем, по мере адаптации, щадяще-тренирующий: 70-80 шагов/мин, 3 км. И наконец тренирующий: 80-90 шагов/мин, 4 км. Отметим, что такая градация позволила достаточно точно индивидуализировать нагрузку, и соизмерять ее с функциональными возможностями пациентов на разных этапах восстановления.

Уровень соматического здоровья определяли по методике Апанасенко. Делали это дважды: до реабилитации и после. Всего рассчитывали пять показателей. Первый - индекс массы тела (масса (кг), делённая на рост в квадрате (м²)). Второй - жизненный индекс (ЖЕЛ в миллилитрах, делённая на массу тела в кг). Третий - силовой индекс: сила кисти (динамометрия) в кг, делённая на массу тела в кг, и умноженная на 100%. Четвёртый - индекс Робинсона (его ещё называют двойным произведением). Это ЧСС покоя, умноженное на систолическое давление, а потом разделенное на 100. И пятый - время, за которое пульс восстанавливается после 20 приседаний за 30 секунд (в секундах). Каждый показатель мы переводили в баллы по таблицам Апанасенко - для мужчин и женщин отдельно. Затем баллы складывали и смотрели уровень здоровья: низкий (до 3 баллов), ниже среднего (4-6), средний (7-11), выше среднего (12-15), высокий (16-18). Мы выбрали именно эту методику, потому что она интегральная. То есть оценивает не только отдельные функции, но и общие резервы организма, что очень важно для постинфекционных состояний.

Статистическую обработку данных проводили с использованием пакетов Microsoft Excel 2016 и Statistica 10.0. Нормальность распределения проверяли критерием Шапиро-Уилка; все показатели имели нормальное распределение, поэтому применяли параметрические методы. Результаты представлены в виде среднего арифметического и стандартного отклонения ($M \pm SD$). Достоверность внутригрупповых различий оценивали парным t-критерием Стьюдента, межгрупповых - независимым t-критерием. Для сравнения частотных распределений (уровни здоровья) использовали критерий χ^2 . Критический уровень значимости принимали $p < 0,05$.

Результаты и обсуждение.

При первичном обследовании все 120 пациентов, включённых в исследование, имели низкий уровень соматического здоровья по методике Г.Л. Апанасенко (сумма баллов ≤ 3), что закономерно отражает последствия перенесённой COVID-19 пневмонии: снижение функциональных резервов кардиореспираторной системы, мышечную слабость и вегетативную дисрегуляцию [3, 8]. Группы были сопоставимы по исходным демографическим и клиническим характеристикам, а также по исходному уровню здоровья (Таблица 1).

Таблица 1. Распределение пациентов по уровням соматического здоровья до и после реабилитации, n (%)

Уровень здоровья	Основная группа (n=60)		Группа сравнения (n=60)	
	До	После	До	После
Низкий (≤ 3 баллов)	60 (100%)	50 (83,3%)	60 (100%)	60 (100%)
Ниже среднего (4-6 баллов)	0	9 (15,0%)	0	0
Средний (7-11 баллов)	0	1 (1,7%)	0	0
Выше среднего (12-15)	0	0	0	0
Высокий (16-18)	0	0	0	0

После завершения реабилитационного курса в группе сравнения, получавшей только стандартную санаторно-курортную программу, все пациенты сохранили низкий уровень здоровья. Несмотря на некоторую положительную динамику отдельных показателей (Таблица 2), ни один пациент не достиг пороговых значений, соответствующих более высоким уровням. Это согласуется с данными литературы, согласно которым стандартные программы реабилитации при постковидном синдроме обеспечивают умеренный функциональный прирост, но не всегда приводят к качественному переходу на новый уровень здоровья [4, 6].

В основной группе, где стандартный комплекс был дополнен занятиями скандинавской ходьбой, у 10 пациентов (16,7 %) зарегистрирован переход на более высокие уровни соматического здоровья: у 9 (15,0 %) - на уровень ниже среднего, у 1 (1,7 %) - на средний уровень. Остальные 50 пациентов (83,3 %) остались в низком уровне, однако у большинства из них отмечалась положительная динамика составляющих здоровья (Таблица 2).

Таблица 2. Динамика отдельных показателей, составляющих интегральную оценку здоровья ($M \pm SD$)

	Основная группа (n=60)		Группа сравнения (n=60)	
	До	После	До	После

Жизненный индекс, мл/кг	42,8±3,6	49,0±4,1	39,7±3,1	42,3±3,3
Силовой индекс, %	46,2±6,5	47,9±6,4	44,8±7,2	45,2±7,0
Индекс Робинсона, усл. ед.	96,6±13,1	86,5±11,6	94,9±15,8	90,3±14,4
Время восстановления пульса, с	186,7±19,1	135,8±16,9	181,2±20,3	158,5±22,7

Примечание: $p < 0,001$ при сравнении с исходным уровнем

Как видно из таблицы 2, в основной группе произошло достоверное улучшение всех четырёх ключевых показателей. Наибольший вклад в повышение интегрального уровня здоровья внесли: сокращение времени восстановления пульса после стандартной нагрузки (в среднем на 50,9 с, $p < 0,001$), что свидетельствует о повышении толерантности к физической нагрузке и улучшении вегетативной регуляции [11]; увеличение жизненного индекса (на 6,2 мл/кг, $p < 0,001$), отражающее прирост жизненной ёмкости лёгких и, следовательно, улучшение вентиляционной функции; улучшение индекса Робинсона (на 10,1 усл. ед., $p < 0,001$), указывающее на экономизацию работы сердца в покое.

В группе сравнения также наблюдалась положительная динамика, но она была значительно менее выраженной: жизненный индекс увеличился лишь на 2,6 мл/кг, индекс Робинсона улучшился на 4,6 усл. ед., время восстановления сократилось на 22,7 с. Ни по одному из показателей прирост не достиг уровня, достаточного для перехода в более высокую категорию здоровья.

Межгрупповое сравнение после реабилитации выявило статистически значимые различия в распределении уровней здоровья ($p < 0,001$). Это означает, что вероятность случайного характера выявленных различий не превышает 0,1%, и с уверенностью более 99,9% можно утверждать, что достигнутые в основной группе улучшения связаны именно с включением в программу скандинавской ходьбы.

Полученные результаты убедительно демонстрируют, что включение скандинавской ходьбы в программу санаторно-курортной реабилитации пациентов после COVID-19 пневмонии позволяет не просто улучшить отдельные функциональные показатели, но и в каждом шестом случае обеспечить качественный переход организма на более высокий уровень соматического здоровья. Эффект достигается за счёт синергичного воздействия стандартных физиотерапевтических методов и дозированной циклической тренировки, вовлекающей в работу большие мышечные группы и стимулирующей кардиореспираторную систему в щадящем режиме [7, 9].

Важно подчеркнуть, что даже у пациентов основной группы, не достигших более высокого уровня здоровья, зарегистрирована отчётливая положительная динамика всех исследованных параметров. Это указывает на то, что предложенный реабилитационный комплекс эффективен для всего контингента.

Сравнение с данными литературы показывает, что наши результаты согласуются с исследованиями, в которых скандинавская ходьба применялась у пациентов с хроническими заболеваниями лёгких и постинфекционными состояниями [7, 9]. Авторы отмечают, что регулярные занятия этим видом физической активности способствуют улучшению вентиляционной функции лёгких, повышению сатурации кислорода и снижению одышки. В нашем исследовании впервые на выборке пациентов после COVID-19 пневмонии с использованием интегральной методики Апанасенко показано, что эффект скандинавской ходьбы выходит за рамки пульмональной реабилитации и захватывает все ключевые компоненты соматического здоровья.

Выводы.

Проведённое исследование позволило оценить влияние двух программ санаторно-курортной реабилитации на интегральный показатель соматического здоровья у пациентов после перенесённой COVID-19 пневмонии.

Исходно все пациенты имели низкий уровень здоровья по методике Апанасенко, что подтверждает выраженные постинфекционные изменения - в первую очередь со стороны дыхательной системы и кардиореспираторных резервов.

Стандартная реабилитационная программа (физиотерапия, массаж, дыхательная гимнастика) оказалась недостаточной для качественного улучшения интегрального здоровья: ни один пациент группы сравнения не достиг более высокого уровня, несмотря на некоторую положительную динамику отдельных функциональных показателей.

Добавление к стандартному комплексу скандинавской ходьбы по разработанному трехуровневому протоколу принципиально изменило результаты. В основной группе 16,7% пациентов перешли на более высокие уровни здоровья (15,0% - на уровень «ниже среднего», 1,7% - на «средний»), тогда как в группе сравнения таких переходов не зафиксировано. Межгрупповые различия статистически высоко значимы ($p < 0,001$).

Положительная динамика в основной группе обеспечивалась преимущественно улучшением трёх показателей, связанных с респираторной функцией и вегетативной регуляцией: жизненного индекса ($p < 0,001$), времени восстановления пульса после нагрузки ($p < 0,001$) и индекса Робинсона ($p < 0,001$). Именно комплексная перестройка этих параметров с ведущей ролью респираторного компонента создала условия для качественного перехода на новый уровень здоровья.

Полученные данные обосновывают целесообразность широкого внедрения скандинавской ходьбы в программы санаторно-курортной реабилитации пациентов после COVID-19 пневмонии. Данный метод доступен, хорошо дозируется и позволяет достичь системного оздоравливающего эффекта у значительной части больных, что имеет особое значение для преодоления отдалённых последствий новой коронавирусной инфекции.

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES:

1. Carfi A., Bernabei R., Landi F. Persistent Symptoms in Patients After Acute COVID-19 // JAMA. — 2020. — Vol. 324, № 6. — P. 603–605. DOI: 10.1001/jama.2020.12603.
2. Taquet M., Geddes J.R., Husain M., Luciano S. et al. 6-month neurological and psychiatric outcomes in 236 379 survivors of COVID-19: a retrospective cohort study using electronic health records // The Lancet Psychiatry. — 2021. — Vol. 8, № 5. — P. 416–427. DOI: 10.1016/S2215-0366(21)00084-5.
3. Guan W.J., Ni Z.Y., Hu Y., Liang W.H. et al. Clinical Characteristics of Coronavirus Disease 2019 in China // New England Journal of Medicine. — 2020. — Vol. 382, № 18. — P. 1708–1720. DOI: 10.1056/NEJMoa2002032.
4. Бубнова М.Г., Персиянова-Дуброва А.Л., Лямина Н.П., Аронов Д.М. Реабилитация после новой коронавирусной инфекции (COVID-19): принципы и подходы // Кардиосоматика. — 2020. — Т. 11, № 4. — С. 6–14. DOI: 10.26442/22217185.2020.4.200570.
5. Куликова Н.Г., Кончугова Т.В., Чхеидзе Т., Ткаченко А.С. Физиотерапия в реабилитации пациентов с интерстициальными поражениями легких после COVID-19 // Russian Journal of Environmental and Rehabilitation Medicine. — 2022. — № 2. — С. 23–36. — EDN PPEQSZ.
6. Разумов А.Н., Стародубов В.И., Пономаренко Г.Н. Санаторно-курортное лечение: национальное руководство. — М.: ГЭОТАР-Медиа, 2021. — 752 с.
7. Tschentscher M., Niederseer D., Niebauer J. Health benefits of Nordic walking: A systematic review // American Journal of Preventive Medicine. — 2013. — Vol. 44, № 1. — P. 76–84. DOI: 10.1016/j.amepre.2012.09.043.
8. Тиканов А.О., Кулишова Т.В. Динамика кардиореспираторных показателей у больных, перенесших пневмонию, ассоциированную с COVID-19, на фоне санаторно-курортной реабилитации с включением скандинавской ходьбы // Вестник физиотерапии и курортологии. — 2024. — Т. 30, № 3. — С. 46–50. DOI: 10.37279/2413-0478-2024-30-3-46-50.
9. Тиканов А.О., Кулишова Т.В., Бойко Е.А., Бабушкин И.Е. Оценка динамики качества жизни, уровней тревожности и депрессивных нарушений после санаторно-курортной реабилитации с включением скандинавской ходьбы у пациентов, перенесших COVID-19 пневмонию // Физическая и реабилитационная медицина. — 2025. — Т. 7, № 2. — С. 82–88. DOI: 10.26211/2658-4522-2025-7-2-82-88.
10. Апанасенко Г.Л., Попова Л.А., Магльованый А.В. Санология: научно-практические основы первичной индивидуальной профилактики хронических неспецифических заболеваний. — Saarbrücken: LAP LAMBERT Academic Publishing, 2012. — 292 с.
11. Петров К.В., Можейко Е.Ю., Петров А.В. Результаты оценки состояния вегетативной дисфункции у пациентов, перенесших COVID-19, на 3 этапе медицинской реабилитации // Russian Journal of Environmental and Rehabilitation Medicine. — 2025. — № 1. — С. 42–49. — EDN LWNIBK.

EFFECT OF NORDIC WALKING ON INTEGRAL INDICATORS OF PHYSICAL HEALTH IN PATIENTS AFTER COVID-19 PNEUMONIA DURING SANATORIUM-RESORT REHABILITATION

Tikanov A.O., Kulishova T.V., Barbaeva S.N., Lukerenko E.V., Tabashnikova N.A.

Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education “Altai State Medical University” of the Ministry of Health of Russia, Barnaul, Russian Federation

Abstract. Aim - to evaluate the effectiveness of including Nordic walking in the sanatorium-resort rehabilitation program for patients after COVID-19 associated pneumonia based on the dynamics of the somatic health level according to the G.L. Apanasenko method.

Materials and methods. A prospective randomized trial enrolled 120 patients after COVID-19 pneumonia, allocated to the main group ($n=60$) and the comparison group ($n=60$). All patients received standard sanatorium-resort rehabilitation; the main group additionally practiced Nordic walking according to a three-level protocol. Somatic health level was assessed before and after rehabilitation.

Results. Initially, all patients had a low health level. After rehabilitation, all patients in the comparison group remained at a low level; in the main group, 16,7% of patients achieved higher levels (below average - 15,0%, average

- 1,7%; $p < 0,001$). The main group showed significant improvement in vital index ($p < 0,001$), strength index ($p < 0,001$), Robinson index ($p < 0,001$) and pulse recovery time ($p < 0,001$). Improvements in the comparison group were less pronounced. Intergroup differences were statistically significant ($p < 0,01$).

Conclusion. Inclusion of Nordic walking in sanatorium-resort rehabilitation of patients after COVID-19 pneumonia significantly increases the somatic health level due to correction of respiratory disorders and improvement of functional reserves of the cardiorespiratory system.

Keywords: COVID-19; pneumonia; sanatorium-resort rehabilitation; Nordic walking; somatic health level; Apanasenko method; respiratory disorders.

Сведения об авторах

Тиканов Алексей Олегович (автор ответственный за переписку), ассистент кафедры медицинской реабилитологии с курсом ДПО, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Алтайский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации, проспект Ленина, д. 40, Барнаул, 656038, Российская Федерация; SPIN: 4127-4538, <https://orcid.org/0009-0007-0985-3594>, e-mail: axel8482@yandex.ru

Кулишова Тамара Викторовна, д.м.н., профессор кафедры медицинской реабилитологии с курсом ДПО, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Алтайский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации, проспект Ленина, д. 40, Барнаул, 656038, Российская Федерация; SPIN: 1367-8722, <https://orcid.org/0000-0002-0503-0204>, e-mail: tkulishova@bk.ru

Барбаева Светлана Николаевна, к.м.н., доцент кафедры медицинской реабилитологии с курсом ДПО, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Алтайский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации, проспект Ленина, д. 40, Барнаул, 656038, Российская Федерация; SPIN: 8475-6142, <https://orcid.org/0000-0003-2405-1091>, e-mail: barbarn@mail.ru

Лукеренко Елена Владимировна, к.м.н., доцент кафедры медицинской реабилитологии с курсом ДПО, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Алтайский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации, проспект Ленина, д. 40, Барнаул, 656038, Российская Федерация; SPIN: 3175-9126, <https://orcid.org/0009-0008-3780-9053>, e-mail: lenaluk1@mail.ru

Табашишникова Наталья Александровна, доцент, к.м.н., доцент кафедры медицинской реабилитологии с курсом ДПО, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Алтайский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации, проспект Ленина, д. 40, Барнаул, 656038, Российская Федерация, SPIN: 4222-8076; <https://orcid.org/0009-0002-1058-2764>, e-mail: tabashnikovana@yandex.ru

УДК: 616.379-008.64:616.5-053.9-085.83(045)

ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ КОРРЕКЦИИ ВОЗРАСТ-АССОЦИИРОВАННЫХ ИЗМЕНЕНИЙ КОЖИ У ПАЦИЕНТОВ С ИНСУЛИНОРЕЗИСТЕНТНОСТЬЮ С ПОМОЩЬЮ ФИЗИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ В ОТДАЛЕННОМ ПЕРИОДЕ

Боровик Н.Н., Пелишенко Т.Г.*

ФГБУ ДПО «Центральная государственная медицинская академия», г. Москва, Россия

РЕЗЮМЕ.

Комбинированное применение общей воздушной криотерапии, надвенного лазерного облучения крови и транскраниальной магнитотерапии значительно повышает эффективность коррекции патогенетических механизмов ускоренного старения кожи у женщин среднего возраста на фоне резистентности к инсулину. Сохранение достигнутых результатов в отдаленном периоде наблюдений после курса общей воздушной криотерапии, надвенного лазерного облучения крови на фоне базовой терапии достигало 6 месяцев, тогда как дополнительное применение транскраниальной магнитотерапии удлиняло этот период до 9 месяцев. Применение только базовой терапии, а также ее дополнение криотерапией и лазерным облучением показывает классическую картину симптоматической медицины: временная маскировка проблемы при продолжающемся ухудшении общего здоровья, которое в данном случае подтверждается ростом инсулинорезистентности. Только комплексное вмешательство с применением транскраниальной магнитотерапии, которая повышает чувствительность тканей к инсулину, способно замедлить системные процессы старения.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: ускоренное старение кожи, резистентность к инсулину, комбинированное применение физических факторов, синергизм взаимодействия.

Введение

Несмотря на обилие различных методов коррекции возрастных изменений кожи проблема отдаленных результатов их применения остается актуальной. Это связано с многими причинами; эффективность хирургических вмешательств в значительной мере зависит от квалификации и опыта врача и зачастую в отдаленном периоде наблюдений выявляются серьезные нарушения в состоянии кожных покровов [1-3], лекарственная терапия не лишена побочного действия, а полимодальность патологических реакций инволютивного процесса связана с полипрагмазией [4], немедикаментозные методы обладают более мягким действием, но длительность относительного комфортного времени сохранения достигнутых результатов не велика и редко превышает 6 месяцев [5, 6].

Вместе с тем, комбинированное применение физических факторов с принципиально разным механизмом действия и местом воздействия за счет аддитивного и супрааддитивного взаимодействия их терапевтических потенциалов [7-9], поэтому анализ отдаленных результатов сочетанной физиотерапии представляется интересным как с научной, так и с практической точки зрения.

Ранее нами было установлено, что последовательное усиление базовой терапии тремя факторами – общей воздушной криотерапией (ОВКТ), надвенным лазерным облучением крови (НЛОК) и транскраниальной магнитотерапией (ТМТ) значительно повышает эффективность коррекции патологических реакций, ассоциированных с преждевременным старением кожи, спровоцированным инсулинорезистентностью [10], однако этот феномен регистрировался непосредственно сразу после завершения лечебного курса, что и послужило основанием для продолжения исследований.

* Адрес для переписки: Пелишенко Татьяна Георгиевна, e-mail: doctor217@mail.ru

Цитирование. Боровик Н.Н., Пелишенко Т.Г. Оценка эффективности коррекции возраст-ассоциированных изменений кожи у пациентов с инсулинорезистентностью с помощью физических факторов в отдаленном периоде. *Russian Journal of Environmental and Rehabilitation Medicine*. 2026. 3:165-170.

Citation Borovik N.N., Pelishenko T.G. Evaluation of the effectiveness of correction of age-associated skin changes in patients with insulin resistance using physical factors in the long term. *Russian Journal of Environmental and Rehabilitation Medicine*. 2026. 3: 165-170.

Цель исследования: изучить отдаленные результаты комбинированного применения криотерапии, надвенозного лазерного облучения крови и транскраниальной магнитотерапии у женщин среднего возраста с признаками преждевременного старения кожи лица и шеи на фоне инсулинорезистентности.

Материалы и методы

Исследование было выполнено на базе дерматологической клиники «ФО КЛИНИК» с участием 140 пациенток с инсулинорезистентностью (метаболическим синдромом) в возрасте от 35 до 45 лет (средний возраст больных составил $40,6 \pm 0,15$ лет), предъявляющих жалобы на признаки ускоренного старения кожи. Все пациентки предоставили добровольное письменное информированное согласие на участие в исследовании.

Критериями включения являлись: возраст от 35 до 45 лет; лабораторно подтвержденное состояние инсулинорезистентности (НОМА более 3,5); индекс возрастных (инволютивных) изменений кожи 22 балла и более; отсутствие эстетических операций в анамнезе, влияющих на выраженность возрастных изменений кожи; наличие добровольного письменного информированного согласия на участие в исследовании.

В качестве критериев невключения выступали: мужской пол; возраст менее 35 или более 45 лет; беременность, лактация, постменопауза; значительная потеря массы тела (>5 кг) за последний год; прием изотретиноина в последние 6 месяцев; склонность к келоидозу; нарушения гемостаза; онкологические, инфекционные, соматические или аутоиммунные заболевания в активной фазе; декомпенсированный сахарный диабет или патология щитовидной железы; дерматозы; системные заболевания соединительной ткани; наследственные дисплазии; прием глюкокортикостероидов или иммунодепрессантов; индивидуальная непереносимость или противопоказания к применяемым физиотерапевтическим факторам (магнитное поле, инфракрасная лазеротерапия, общее криовоздействие); отказ от соблюдения протокола исследования.

Критериями исключения были определены: отказ пациента от подписания информированного добровольного согласия на участие в текущем исследовании или в каком-либо другом клиническом исследовании; возникновение побочных реакций или их непереносимости на фоне применения физических факторов, входящих в программу лечения (магнитное поле, инфракрасная лазеротерапия, общее криовоздействие).

Все пациентки в качестве базовой терапии (БТ) получали двукратное через 2 недели внутридермальное введение комплексного препарата на основе гиалуроновой кислоты с антиоксидантами, витаминами и минералами (Teosyal Redensity I компании «Teoxane», Швейцария).

Методом простой фиксированной рандомизации все пациентки с наличием инсулинорезистентности были разделены на 4 группы.

Первая группа (контрольная, $n=35$) получала только БТ.

Пациентам второй группы (группа сравнения 1, $n=35$) в дополнение к БТ назначался курс общей воздушной криотерапии (ОВКТ) на аппарате «Icequeen» (режим проведения процедуры: температура воздействия -150 °С, экспозиция 2 мин., курс лечения состоял из 12-ти ежедневных процедур).

В третьей группе (группа сравнения 2, $n=35$) БТ была дополнена курсовым применением ОВКТ и надвенозного лазерного облучения крови (НЛОК) (по 12 процедур, проводимых ежедневно). Процедуры НЛОК проводились на аппарате «Лазмик-НЛОК (ИК)» (использовали инфракрасное лазерное излучение с длиной волны 890 нм в импульсном режиме с частотой 80 Гц; мощность воздействия составляла 5 мВт при длительности процедуры 15 мин.).

Пациенты четвертой группы (основная, $n=35$) наряду с БТ получали комплексную курсовую терапию, включающую ОВКТ, НЛОК и транскраниальную магнитотерапию (ТМТ). Для проведения процедур ТМТ использовали аппарат «АМО-АТОС-Э» (ООО «ТРИМА», Россия) с излучателем «ОГОЛОВЬЕ» (воздействие осуществлялось низкочастотным бегущим магнитным полем с индукцией 35 мТл; длительность одной процедуры составляла 10-20 мин.; курс лечения включал 12 процедур, проводимых ежедневно).

Эффективность различных схем терапии оценивали по динамике показателей до и после курсовой терапии, а также последующие каждые три месяца в течение одного года. В отдаленном периоде наблюдений анализировали интегральные показатели – дерматологический индекс качества жизни (ДИКЖ) [11], индекс возрастных изменений кожи (ИВИК) [12] и индекс инсулинорезистентности (НОМА) [13].

Статистический анализ проводился с использованием пакета прикладных программ «Statistica 12.6» (StatSoft, США). Достоверность различий определялась параметрическим методом с помощью t-критерия Стьюдента. Корреляционный анализ проведен по методике Спирмена.

Результаты исследования

Анализ отдаленных результатов применения различных методов коррекции ускоренных инволютивных процессов в коже позволил установить относительно малую эффективность базовой терапии (табл. 1): интегральные характеристики состояния кожи (ДИКЖ и ИВИК) через 3 месяца после завершения лечения были достоверно ниже исходных значений соответственно на 7,9 и 6,8%. В то же время резистентность к инсулину не только не снижалась, а даже в течение одного года наблюдения постепенно возрастала – к 12 месяцам на 9,5% ($p<0,05$). Следовательно, один из ведущих факторов, провоцирующих ускоренное старение (инсулинорезистентность), при стандартной терапии продолжал оказывать негативное действие на состояние кожных покровов. Более того, на протяжении всего отдаленного периода наблюдений выявлялась четкая положительная корреляционная связь между индексом инсулинорезистентности с одной

стороны и дерматологическим индексом качества жизни и индексом возрастных изменений кожи с другой: коэффициент ранговой корреляции Спирмена варьировал от +0,382 ($p<0,05$) до +0,445 ($p<0,01$).

Несколько лучше была динамика показателей в отдаленном периоде у пациенток, получавших дополнительно к базовой терапии общую воздушную криотерапию. Параметры, характеризующие состояние кожи, были ниже исходного уровня через 3 и 6 месяцев для ДИКЖ на 11,7 и 11,3% ($p<0,05$), а для ИВИК на 19,8 и 10,6% ($p<0,05$), однако индекс инсулинорезистентности практически не изменился, хотя его негативная динамика в течение всего периода отдаленных наблюдений была выражена не столь заметно, как после применения базовой терапии. При этом достоверная корреляционная взаимосвязь индекса инсулинорезистентности с ДИКЖ и ИВИК практически не фиксировалась.

Усиление терапевтического воздействия за счет дополнения стандартного метода лечения вместе с криотерапией надвенным лазерным облучением крови оказало более выраженный терапевтический эффект, который проявился в большее выраженной динамике индекса возрастных изменений кожи в первые 3 и 6 месяцев отдаленного периода на 20,0 и 10,1%. При этом выявлено, что снижение индекса инсулинорезистентности сразу после лечения (на 5,8%) несколько усилилось и составило через 3 месяца отдаленного периода 7,7% ($p<0,05$).

Максимально выраженный терапевтический эффект в по отдаленным результатам наблюдений был выявлен у пациенток, которые получали базовую терапию, дополненную тремя физиотерапевтическими факторами – дополнительно к криотерапии и надвенному лазеру транскраниальную магнитотерапию. Отрицательная динамика ДИКЖ и ИВИК сохранялась 9 месяцев после завершения лечения и в максимуме она достигала соответственно 18,9 и 34,0% при одновременном снижении индекса инсулинорезистентности также в течении 3-6-9 месяцев наблюдения соответственно на 17,9–13,7–11,3%. Более того снижение НОМА коррелировало с более низкими значениями ДИКЖ и ИВИК (значения коэффициента ранговой корреляции « r » изменялось от +0,512; $p<0,01$ до +0,634; $p<0,001$).

Учитывая особенности дизайна настоящего исследования, когда последовательно наращивалась мощность терапевтического воздействия, можно было попытаться оценить синергизм во взаимодействии лечебного потенциала ОВКТ, НЛОК и ТМТ в отдаленном

Таблица 1 – Отдаленные результаты применения различных методов коррекции процессов преждевременного старения кожи у женщин среднего возраста на фоне метаболического синдрома

Показатели	До лечения n=35	После лечения n=35	Через 3 месяцев n=34	Через 6 месяцев n=34	Через 9 месяцев n=30	Через 12 месяцев n=28
Группа 1 (базовая терапия)						
ДИКЖ, баллы	30,3 ± 0,94	28,0 ± 0,82*	28,3 ± 0,80*	28,1 ± 0,85	28,3 ± 0,88	28,5 ± 0,91
ИВИК, баллы	27,9 ± 0,47	23,7 ± 0,40*	26,5 ± 0,44*	27,2 ± 0,46	28,3 ± 0,51	28,6 ± 0,52
НОМА	4,23 ± 0,12	4,41 ± 0,13	4,45 ± 0,15	4,50 ± 0,15	4,53 ± 0,16	4,62 ± 0,17
Группа 2 (базовая терапия + ОВКТ)						
ДИКЖ, баллы	30,9 ± 1,08	27,6 ± 0,89*	27,3 ± 0,81*	27,4 ± 0,85*	28,6 ± 0,89	30,3 ± 0,98
ИВИК, баллы	28,3 ± 0,51	20,4 ± 0,36*, ¹	22,7 ± 0,42*, ¹	25,3 ± 0,46*, ¹	27,7 ± 0,49	28,3 ± 0,54
НОМА	4,45 ± 0,14	4,59 ± 0,16	4,54 ± 0,15	4,62 ± 0,16	4,66 ± 0,16	4,73 ± 0,18
Группа 3 (базовая терапия + ОВКТ + НЛОК)						
ДИКЖ, баллы	30,0 ± 0,99	27,1 ± 0,78*	27,5 ± 0,82*	28,6 ± 0,96	30,3 ± 1,04	30,9 ± 1,07
ИВИК, баллы	28,6 ± 0,52	18,8 ± 0,33*, ^{1, 2}	20,6 ± 0,37*, ^{1, 2}	25,5 ± 0,43*, ¹	27,4 ± 0,50	29,2 ± 0,54
НОМА	4,29 ± 0,13	4,04 ± 0,12 ^{1, 2}	3,96 ± 0,10*, ^{1, 2}	4,17 ± 0,12	4,26 ± 0,15	4,37 ± 0,16
Группа 4 (базовая терапия + ОВКТ + НЛОК + ТМТ)						
ДИКЖ, баллы	31,2 ± 1,15	25,8 ± 0,62*, ¹	25,1 ± 0,58*, ^{1, 2, 3}	25,9 ± 0,66*, ^{1, 2, 3}	27,3 ± 0,86*	29,0 ± 0,95
ИВИК, баллы	27,4 ± 0,50	18,1 ± 0,29*, ^{1, 2}	18,4 ± 0,31*, ^{1, 2}	20,4 ± 0,40*, ^{1, 2, 3}	23,7 ± 0,45*, ^{1, 2, 3}	26,3 ± 0,49 ^{2, 3}
НОМА	4,32 ± 0,14	3,63 ± 0,11*, ^{1, 2, 3}	3,55 ± 0,09*, ^{1, 2, 3}	3,73 ± 0,12*, ^{1, 2, 3}	3,83 ± 0,14*, ^{1, 2, 3}	4,08 ± 0,14 ^{2, 3}

Примечание: звездочкой обозначено достоверное отличие от исходного уровня (до лечения); надстрочными цифрами показано достоверное различие динамики показателя по сравнению с соответствующей группой.

периоде наблюдения, для чего при расчете коэффициента синергизма по методике В.С.Улащика [14] был взят процент отклонения параметров от исходного (до начала лечения) значения. В качестве анализируемых в этом плане показателей были выбраны ДИКЖ и ИВИК.

Установлено, что коэффициент синергизма динамически менялся в течение всего периода наблюдений (от непосредственно сразу после лечения и через 3, 6, 9 и 12 месяцев после его завершения (рис. 1). При этом для этих двух показателей выявлялись как общие, так и специфические моменты.

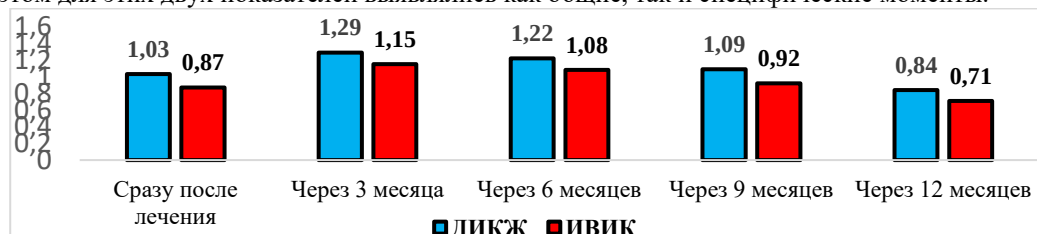


Рисунок 1 – Коэффициент синергизма сочетанной физиотерапии при анализе динамики ДИКЖ и ИВИК сразу после лечения.

Во-первых, через 3 месяца после окончания лечения наблюдалось увеличение коэффициента синергизма больше единицы, что свидетельствует о появлении супрааддитивного (взаимопотенцирующего) эффекта, который в последствии постепенно снижался, оставаясь таковым для ДИКЖ вплоть до 9-го месяца отдаленного периода наблюдений и для ИВИК до 6-го месяца. Во-вторых, степень выраженности аддитивности взаимовлияния терапевтического потенциала всех трех физиотерапевтических факторов была выше для показателя ДИКЖ. Возможно, это связано с тем, что качество жизни является более субъективным показателем, чем индекс возрастных изменений кожи. На наш взгляд, появление супрааддитивного эффекта обусловлено тем, что транскраниальная магнитотерапия обладает мощным влиянием на чувствительность тканей к инсулину [15, 16] и тем самым усиливает активность саногенетических реакций, возможно за счет оптимизации энергетического гомеостаза [17]. В то же время пока трудно объяснить столь существенное увеличение коэффициента синергизма к третьему месяцу отдаленного периода наблюдений на 25-32%. Этот феномен отмечен впервые и его анализ требует проведения специальных исследований.

Обсуждение

Результаты проведенных исследований свидетельствуют о целесообразности комплексного воздействия на процессы преждевременного старения кожи, что обусловлено полимодальностью патологических реакций, тем более, на фоне резистентности к инсулину. Ранее были получены убедительные доказательства негативного влияния метаболического синдрома, в основе которого лежит снижение чувствительности тканей к инсулину, на биологический возраст, которые существенно превышал календарный [18]. Также известно, что более высокие значения НОМА прямо коррелируют с показателями хронического воспаления [19], оксидативного стресса [20], нарушением микрогемодинамики [21], то есть с параметрами, характеризующими и преждевременное старение кожи [16, 22, 23]. Поэтому теоретически оправдано применение столь различных по своей природе физических факторов у женщин с возраст-ассоциированными изменениями кожи. Можно полагать, что базовая терапия этих изменений при наличии инсулинорезистентности подходит только для кратковременной симптоматической поддержки. Ее дополнение общей воздушной криотерапией и надвенным лазерным облучением крови обеспечивает небольшое повышение эффективности терапевтического воздействия, но не решает проблему системно, что достигается сочетанным применением транскраниальной магнитотерапии с удлинением стойкой ремиссии до 9 месяцев.

Заключение

Анализ отдаленных результатов комплексной физиотерапевтической коррекции ускоренного старения кожи у женщин среднего и старшего возраста на фоне повышенной резистентности к инсулину (метаболического синдрома) позволяет сделать следующие выводы:

- 1) синергия важна для достижения максимального эффекта, что подтверждается не только амплитудой снижения индексов, но и длительностью его сохранения;
- 2) без активного воздействия на механизмы резистентности к инсулину происходит временная маскировка проблемы при продолжающемся ухудшении общего здоровья;
- 3) оптимальный срок для поддерживающей физиотерапии составляет при применении криотерапии и лазеротерапии 3-4 месяца, а при их дополнении магнитным воздействием – 6-9 месяцев;
- 4) увеличение в отдаленном периоде индекса инсулинорезистентности на фоне временного улучшения внешности при применении одного-двух физиофакторов создает риск ложного чувства безопасности у пациенток, которые могут игнорировать необходимость контроля сахара и липидов.

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES:

1. Шбайр Мохоммед, И.С. Эстетические и психологические факторы, определяющие исход проведенной ринопластики / И.С. Шбайр Мохоммед, Р.П. Суатбаева, Д.Б. Кожакметова [и др.] // Фтизиопульмонология, 2025. –№ 1 (47). –С. 172-177.
Shbayr Mohommed, I.S. Aesthetic and psychological factors determining the outcome of rhinoplasty / I.S. Shbayr Mohommed, R.P. Suatbayeva, D.B. Kozhakhmetova [et al.] // Phthisiopulmonology, 2025. –No. 1 (47). –P. 172–177. (In Russ).
2. Дергабузова, Н.В. Современный взгляд на проблему осложнений после брахиопластики / Н.В. Дергабузова, Н.С. Бордин, Р.Э. Сафиулаев [и др.] // Пластическая хирургия и эстетическая медицина, 2025. –№ 2-2. –С. 91-95. Dergabuzova, N.V. A modern perspective on the problem of complications after brachioplasty / N.V. Dergabuzova, N.S. Bordan, R.E. Safiulaev [et al.] // Plastic Surgery and Aesthetic Medicine, 2025. –No. 2. –P. 91–95. (In Russ).
3. Kitzinger, H.B. After massive weight loss: patients expectations of body contouring surgery / H.B. Kitzinger, S. Abayev, A. Pittermann [et al.] //Obes. Surg., 2012. –№ 22(4). –P. 544-548.
4. Сычев, Д.А. Полипрагмазия: взгляд клинического фармаколога / Д.А. Сычев, В.А. Отделенов, Н.М. Краснова, Е.С. Ильина // Терапевтический архив, 2016. –№ 12. –С. 94-102.
Sychev, D.A. Polypharmacy: a clinical pharmacologist's view / D.A. Sychev, V.A. Otdelenov, N.M. Krasnova, E.S. Ilyina // Therapeutic archive, 2016. –No. 12. –P. 94-102. (In Russ).
5. Аленичев, А.Ю. Инволютивные изменения кожи: современные тенденции применения физиотерапевтических технологий / А.Ю. Аленичев, И.Ю. Брагина, Н.В. Бочкова [и др.] // Физиотерапевт, 2018. –№ 4. –С. 50-57.
Alenichev, A. Yu. Involutional changes in the skin: modern trends in the use of physiotherapeutic technologies / A. Yu. Alenichev, I. Yu. Bragina, N. V. Bochkova [et al.]. // Physiotherapist, 2018. –No. 4. –P. 50–57. (In Russ).
6. Пономаренко Г.Н., Смирнова И.О. Физические методы лечения в дерматологии. ГАЭТАР-Медиа, 2021. –432 с.
Ponomarenko G.N., Smirnova I.O. Physical methods of treatment in dermatology. GAETAR-Media, 2021. –432 p. (In Russ).
7. Данилов, А.А. Применение различных физиотерапевтических технологий для коррекции инволютивных изменений кожи / А.А. Данилов, А.А. Михайлова // Физиотерапевт, 2025. –т. 21(1). –С. 58-68.
Danilov, A.A. Application of various physiotherapeutic technologies for correction of involutional changes in the skin / A.A. Danilov, A.A. Mikhailova // Physiotherapist, 2025. –vol. 21 (1). –P. 58-68. (In Russ).
8. Корчажкина Н.Б. К вопросу о комплексном применении физиотерапевтических технологий при различных заболеваниях / Н.Б. Корчажкина, В.К. Фролков, М.Р. Балаева [и др.] // Восстановительные биотехнологии, профилактическая, цифровая и предиктивная медицина, 2024. –Т. 1, № 3. –С. 18-23.
Korchazhkina N.B. On the issue of the complex use of physiotherapeutic technologies for various diseases / N.B. Korchazhkina, V.K. Frolkov, M.R. Balaeva [et al.] // Restorative biotechnologies, preventive, digital and predictive medicine, 2024. –vol. 1. –No. 3. –P. 18-23. (In Russ),
9. Нагорнев, С.Н. Механизмы повышения терапевтического потенциала в условиях комплексного применения лечебных физических факторов у пациентов с хроническим полипозным риносинуситом / С.Н. Нагорнев, Т.Г. Пелишенко, Н.Б. Корчажкина [и др.] // Восстановительные биотехнологии, профилактическая, цифровая и предиктивная медицина, 2024. –Т. 1. –№ 3. –С. 24-32.
Nagornev, S.N. Mechanisms for increasing the therapeutic potential in conditions of complex use of therapeutic physical factors in patients with chronic polypous rhinosinusitis / S.N. Nagornev, T.G. Pelishenko, N.B. Korchazhkina [et al.]. // Restorative biotechnologies, preventive, digital and predictive medicine, 2024. –vol. 1. –No. 3. –P. 24-32. (In Russ).
10. Боровик, Н.Н. Патогенетические паттерны возраст-ассоциированных изменений кожи у пациентов с инсулинорезистентностью и эффективность их коррекции при применении лечебных физических факторов / Н.Н. Боровик, Т.Г. Пелишенко, Н.Б. Корчажкина [и др.] // Курортная медицина. 2026. – № 1. – С. 36-48.
Borovik, N.N. Pathogenetic patterns of age-associated skin changes in patients with insulin resistance and the effectiveness of their correction using therapeutic physical factors / N.N. Borovik, T.G. Pelishenko, N.B. Korchazhkina, et [al.] // Resort Medicine. 2026. – No. 1. – Pp. 36–48. (In Russ).
11. Чернышев П.В. Эволюция методов оценки качества жизни пациентов в дерматологии / <https://www.karger.com/Article/FullText/496923>.
Chernyshev P.V. Evolution of Methods for Assessing the Quality of Life of Patients in Dermatology / <https://www.karger.com/Article/FullText/496923>.
12. Закирова, Г.Ш. Индекс старения для оценки возрастных изменений лица и шеи / Г.Ш. Закирова, Е.И. Губанова // Клиническая дерматология и венерология, 2021. – № 3(1). –С. 92-100.
Zakirova, G.Sh. Aging index for assessing age-related changes in the face and neck / G.Sh. Zakirova, E.I. Gubanova // Clinical dermatology and venereology, 2021. - No. 3 (1). - P. 92-100. (In Russ).
13. Matthews D.R., Hosker J.P., Rudenski A.S. et al. Homeostasis model assessment: insulin resistance and β -cell function from fasting plasma glucose and insulin concentrations in man // Diabetologia. – 1985, № 28. – P.412-419.
14. Улащик, В.С. Сочетанная физиотерапия: общие сведения, взаимодействие физических факторов / В.С. Улащик // Вопросы курортологии, физиотерапии и лечебной физической культуры, 2016. –№ 6. –С. 4-11.
Ulashchik, V.S. Combined physiotherapy: general information, interaction of physical factors / V.S. Ulashchik // Issues of balneology, physiotherapy and therapeutic physical education, 2016. –No. 6. –P. 4-11. (In Russ).
15. Фролков, В.К. Применение транскраниальной магнитной стимуляции при метаболическом синдроме / В.К. Фролков, А.В. Кулиш, М.Ю. Герасименко [и др.] // Физиотерапия, бальнеология, реабилитация, 2016. –№ 1. –С. 15-19.
Frolkov, V.K. The use of transcranial magnetic stimulation in metabolic syndrome / V.K. Frolkov, A.V. Kulish, M.Yu. Gerasimenko [et al.] // Physiotherapy, Balneology, Rehabilitation, 2016, No. 1, pp. 15–19. (In Russ).
16. Данилов, А.А. Метаболический синдром и инволютивные изменения кожи – предпосылки для разработки комплексного физиотерапевтического воздействия (часть I) / А.А. Данилов, А.А. Михайлова, Д.А. Еделев [и др.]. // Russian Journal of Environmental and Rehabilitation Medicine, 2023. –№ 3. – С. 52-59.

- Danilov, A. N.A. N. Metabolic syndrome and involutive skin changes – prerequisites for the development of a comprehensive physiotherapeutic effect (part I) / A. N.A. N. Danilov, A. N.A. N. Mikhailova, D. N.A. N. Edelev [et al.]. // Russian Journal of Environmental and Rehabilitation Medicine, 2023, No. 3, pp. 52-59. (In Russ).
17. Серебrenникова, С.Н. Наномолекулярные механизмы формирования метаболического синдрома / С.Н. Серебrenникова, Е.В. Гузовская, И.Ж. Семинский // Забайкальский медицинский вестник, 2019. –№ 2. –С. 169-187. Serebrennikova, S. N.N. Nanomolecular mechanisms of the formation of metabolic syndrome / S. N.N. Serebrennikova, E. N.V. N. Guzovskaya, I. N.Zh. Seminsky // Zabaikalsky medical Bulletin, 2019. –No. 2. –P. 169-187. (In Russ).
18. Корчажкина, Н.Б. Системные механизмы преждевременного старения и их коррекция применением комплексной физиотерапии / Н.Б.Корчажкина, А.А. Михайлова, К.В. Котенко [и др.] // Вопросы курортологии, физиотерапии и лечебной физической культуры, 2024. –т. 101(6-2). –С. 60-70. Korchazhkina, N.B. N. Systemic mechanisms of premature aging and their correction using complex physiotherapy / N.B. N.Korchazhkina, A. N.A. N. Mikhailova, K. N.V. N. Kotenko [et al.] // Issues of balneology, physiotherapy and therapeutic physical education, 2024. –v. 101(6-2). –P.. 60-70. (In Russ).
19. Bai, Y.W. Repetitive transcranial magnetic stimulation regulates neuroinflammation in neuropathic pain / Y.W. Bai, Q.H. Yang, P.J. Chen [et al.]. // Front Immunol., 2023. – Vol.14:1172293.
20. Yuan, T. New insights into oxidative stress and inflammation during diabetes mellitus-accelerated atherosclerosis / T. Yuan, T. Yang, H. Chen [et al.]. // Redox Biol., 2019. –№ 20. –P. 247-260.
21. Дудинская, Е.Н. Роль инсулинорезистентности в процессах сосудистого старения / Е.Н. Дудинская, О.Н. Ткачева, И.Д. Стражеско [и др.] // Рациональная фармакотерапия в кардиологии, 2013. –т. 9 (2). –С. 163-170. Dudinskaya, E.N. The role of insulin resistance in the processes of vascular aging / E.N. Dudinskaya, O.N. Tkacheva, I.D. Strazhesko [et al.] // Rational pharmacotherapy in cardiology, 2013. – v. 9 (2). – P. 163-170. (In Russ).
22. Бакалец, Н.Ф. Метаболический синдром как фактор риска кожной патологии / Н.Ф. Бакалец, Л.А. Порошина // Проблемы здоровья и экологии, 2018. –№ 4(58). –С. 9-15. Bakalets, N.F. Metabolic syndrome as a risk factor for skin pathology / N.F. Bakalets, L.A. Poroshina // Problems of health and ecology, 2018. –No. 4 (58). –P. 9-15. (In Russ).
23. Пелишенко Т.Г., Нагорнев С.Н., Круглова Л.С. Применение международной классификации функционирования, ограничения жизнедеятельности и здоровья для оценки эффективности реабилитации пациентов с полипозным риносинуситом, ассоциированным с бронхиальной астмой. Russian Journal of Environmental and Rehabilitation Medicine. 2024;2: 35-45. Pelichenko T.G., Nagornev S.N., Kruglova L.S. Application of the International Classification of Functioning, Disability, and Health to Assess the Effectiveness of Rehabilitation of Patients with Polypous Rhinosinusitis Associated with Bronchial Asthma. Russian Journal of Environmental and Rehabilitation Medicine. 2024;2:35-45. (In Russ.).

EVALUATION OF THE EFFECTIVENESS OF CORRECTION OF AGE-ASSOCIATED SKIN CHANGES IN PATIENTS WITH INSULIN RESISTANCE USING PHYSICAL FACTORS IN THE LONG TERM

Borovik N.N., Pelishenko T.G.

Head of the Central State Medical Academy, Moscow, Russia

Abstract. The combined use of general air cryotherapy, intravenous laser blood irradiation and transcranial magnetic therapy significantly increases the effectiveness of correcting the pathogenetic mechanisms of accelerated skin aging in middle-aged women against the background of insulin resistance. The retention of the achieved results in the long-term follow-up period after a course of general air cryotherapy and intravenous laser blood irradiation against the background of basic therapy reached 6 months, while the additional use of transcranial magnetic therapy extended this period to 9 months. The use of only basic therapy, as well as its addition with cryotherapy and laser irradiation, shows the classic picture of symptomatic medicine: temporary masking of a problem with a continuing deterioration in general health, which in this case is confirmed by an increase in insulin resistance. Only complex intervention using transcranial magnetic therapy, which increases the sensitivity of tissues to insulin, can slow down the systemic aging processes.

Keywords: accelerated skin aging, insulin resistance, combined use of physical factors, synergism of interaction.

Сведения об авторах

Боровик Наталья Николаевна, врач дерматолог-косметолог, ООО «ФО КЛИНИК», г. Москва, Россия, e-mail: boroviknn87@mail.ru, <https://orcid.org/0009-0005-6540-3868>.

Пелишенко Татьяна Георгиевна, д-р мед. наук, профессор кафедры физической и реабилитационной медицины с курсом клинической психологии и педагогики ФГБУ ДПО «ЦГМА»; e-mail: doctor217@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-6597-2167>.

ОРИГИНАЛЬНАЯ СТАТЬЯ

УДК 615.8:616-089.168+615.45.03

КАЧЕСТВО ЖИЗНИ ПАЦИЕНТОВ В ПОСЛЕОПЕРАЦИОННОМ ПЕРИОДЕ НА
ФОНЕ КУРСОВОГО СОЧЕТАННОГО ПРИМЕНЕНИЯ ЛЕЧЕБНЫХ
ФИЗИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ И ПРЕПАРАТА ДНК

Федоров П.Г.^{1*}, Нагорнев С.Н.^{2,3}, Данилов А.А.²

¹ ФГБНУ «ИКП», г. Москва, Россия

² РНЦХ им. акад. Б.В. Петровского, г. Москва, Россия

³ Филиал № 2 ФБГУ «НМИЦ ВМТ им. А.А. Вишневого» МО РФ

РЕЗЮМЕ.

В проспективном рандомизированном контролируемом исследовании оценивали эффективность курсового сочетанного применения полидезоксирибонуклеотидов (ПДРН), низкоинтенсивной лазеротерапии (НИЛТ) и микротоковой терапии (МТТ) в раннем послеоперационном периоде после пластических операций с акцентом на динамику качества жизни пациентов. Сто сорок шесть пациентов распределены методом простой рандомизации в четыре группы: контрольную (стандартная терапия, n=36), сравнения 1 (стандартная терапия + ПДРН, n=37), сравнения 2 (стандартная терапия + ПДРН + НИЛТ, n=36) и основную (стандартная терапия + ПДРН + НИЛТ + МТТ, n=37). Оценку клинического состояния проводили на 2–3 и сутки (Т1) и через 5 недель (Т2) после операции с использованием дерматологического опросника Skindex 29 для оценки качества жизни, цифровой рейтинговой шкалы (NRS) для боли, зуда и отека, шкалы оценки послеоперационной раны (IPR) и шкалы оценки рубца пациентом и наблюдателем (POSAS). Установлено, что тройная комбинация ПДРН+НИЛТ+МТТ обеспечивает максимальный синергический эффект: улучшение качества жизни по Skindex 29 в 2,0 раза (снижение суммарного балла на 50,1 %), практически полное купирование боли (регресс на 85,0 %) и зуда (на 86,7 %), снижение отека на 76,7 %, а также формирование рубца с характеристиками, приближающимися к здоровой коже (общий индекс POSAS – 30,5 против 63,0 в контроле). Корреляционный анализ выявил сильные связи между качеством жизни и интенсивностью боли ($r = 0,68$; $p < 0,01$), качеством рубца и ремоделированием ($r = 0,65$; $p < 0,01$), а также обратную зависимость между POSAS и Skindex 29 ($r = -0,63$; $p < 0,01$). Полученные данные обосновывают целесообразность включения разработанной трёхфакторной схемы в стандартные протоколы послеоперационной реабилитации в пластической хирургии для оптимизации клинических исходов и повышения качества жизни пациентов.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: биорепаранты, качество жизни, микротоковая терапия, низкоинтенсивное лазерное излучение, пластическая операция, полидезоксирибонуклеотиды, шкала оценки послеоперационной раны IPR, шкала POSAS, цифровая рейтинговая шкала NRS, опросник Skindex 29.

Введение

Современная пластическая хирургия характеризуется неуклонным ростом числа реконструктивно-эстетических вмешательств и расширением показаний к их применению [1–4]. На фоне совершенствования хирургической техники и анестезиологического пособия определяющим фактором успешности лечения становится качество послеоперационной реабилитации, непосредственным отражением которого выступает качество жизни (КЖ) пациента – интегративная характеристика, объединяющая физическое благополучие, психоэмоциональный статус и социальное функционирование [5]. В эстетической хирургии удовлетворенность результатом напрямую коррелирует с субъективным восприятием собственного

* Адрес для переписки: Федоров Павел Георгиевич, e-mail: fpg1984@gmail.com

Цитирование. Федоров П.Г., Нагорнев С.Н., Данилов А.А. Качество жизни пациентов в послеоперационном периоде на фоне курсового сочетанного применения лечебных физических факторов и препарата ДНК. Russian Journal of Environmental and Rehabilitation Medicine. 2026. 3:171-181.

Citation Fedorov P.G., Nagornev S.N., Danilov A.A. Quality of life in patients in the postoperative period after a combined course of therapeutic physical factors and dna. Russian Journal of Environmental and Rehabilitation Medicine. 2026. 3: 171-181.

здоровья и внешности, что делает КЖ приоритетным критерием эффективности любых реабилитационных вмешательств.

Ранний послеоперационный период, несмотря на тенденцию к малоинвазивности, представляет собой классическую модель системного стресс-ответа, реализуемого через два взаимосвязанных патофизиологических звена – оксидативный стресс и провоспалительную активацию [6–8]. Хирургическая травма инициирует каскад перекисного окисления липидов (ПОЛ) с накоплением токсичных альдегидов (малонового диальдегида – МДА, ацилгидроперекисей – АГП) и истощением пула антиоксидантных ферментов (супероксиддисмутазы, каталазы) [9–11]. Клиническая манифестация данного дисбаланса далеко не ограничивается лабораторными сдвигами. Избыточная генерация активных форм кислорода (АФК) напрямую повреждает эндотелий капилляров, что клинически выражается в нарастании интерстициального отека, ухудшении перфузии тканей и затяжном течении раневого процесса. Одновременно продукты ПОЛ (в особенности МДА) выступают в роли мощных хемоаттрактантов, сенсibiliзирующих болевые рецепторы, что клинически коррелирует с интенсивностью болевого синдрома и зудом в зоне операционного вмешательства [12, 13]. Именно эти симптомы – боль, зуд, отек, нарушение сна и ограничение повседневной активности – составляют основу снижения КЖ в раннем послеоперационном периоде, что подтверждается высокой корреляцией между выраженностью воспалительных проявлений и показателями дерматологических опросников [5, 14, 15].

Параллельно с оксидативным повреждением запускается провоспалительный каскад, ключевыми медиаторами которого выступают интерлейкин-1 β (ИЛ-1 β), интерлейкин-6 (ИЛ-6) и фактор некроза опухоли- α (ФНО- α). Клиническая значимость гиперцитокинемии в пластической хирургии выходит за рамки классических признаков воспаления (гиперемия, гипертермия). Персистирующая высокая концентрация ИЛ-6 и ФНО- α является предиктором хронизации воспаления, пролонгирует болевой синдром за счет стимуляции циклооксигеназного пути и, что критически важно для эстетической медицины, создает неблагоприятный цитокиновый фон для фиброгенеза. Именно дисбаланс провоспалительных цитокинов считается одним из ведущих патогенетических факторов формирования гипертрофических и келоидных рубцов, что нивелирует достигнутый хирургический результат и, как следствие, отрицательно сказывается на долгосрочном КЖ пациентов [8, 12, 15].

Традиционная послеоперационная терапия (компрессионное белье, локальная гипотермия, нестероидные противовоспалительные препараты) воздействует преимущественно на клинические симптомы, не оказывая существенного влияния на глубинные патофизиологические процессы в тканях – оксидативный дисбаланс и избыточную продукцию провоспалительных цитокинов. Это создает объективную необходимость в поиске патогенетически обоснованных подходов, способных одновременно модулировать как редокс-гомеостаз, так и воспалительный ответ, с конечной целью – максимизировать восстановление КЖ пациентов.

В качестве перспективного направления рассматривается синергическое применение биорепарантов и лечебных физических факторов. Среди биорепарантов особого внимания заслуживают полидезоксирибонуклеотиды (ПДРН) – фрагменты ДНК, реализующие свой эффект через активацию пуриновых рецепторов P2Y на мембранах фибробластов и эндотелиоцитов [16, 17]. Активация данного рецепторного пути приводит к ингибированию ядерного фактора каппа-би (NF- κ B), что клинически проявляется редукцией продукции провоспалительных цитокинов, и параллельной стимуляцией Nrf2-зависимых генов, обеспечивающих усиление эндогенной антиоксидантной защиты. Доказано, что ПДРН способствуют не только ускорению эпителизации, но и достоверно снижают выраженность болевого синдрома и зуда в зоне повреждения, что подтверждено в клинических исследованиях [18–21]. Снижение интенсивности этих симптомов напрямую коррелирует с улучшением показателей КЖ по дерматологическим шкалам.

Среди физических факторов наиболее изученными и клинически апробированными являются низкоинтенсивная лазеротерапия (НИЛТ) и микротоковая терапия (МТТ). НИЛТ инфракрасного диапазона, воздействуя на цитохром-с-оксидазу митохондрий, увеличивает продукцию АТФ и индуцирует адаптивные клеточные ответы, что клинически сопровождается улучшением микроциркуляции, уменьшением гипоксии и стимуляцией репаративных процессов [22–25]. В свою очередь, МТТ, за счет модуляции трансмембранных ионных токов, обеспечивает выраженный лимфодренажный эффект, способствуя активной элиминации продуктов ПОЛ и токсических метаболитов из интерстициального пространства, что клинически манифестирует быстрым регрессом послеоперационного отека и купированием болевых ощущений [26–29]. Купирование отека и боли является одним из ключевых факторов, определяющих раннее восстановление физической активности и, соответственно, улучшение КЖ.

Теоретически обоснован синергизм указанных методов: НИЛТ создает энергетический фон для реализации рецептор-опосредованных эффектов ПДРН, МТТ обеспечивает эвакуацию деструктивных метаболитов, а ПДРН запускает репаративные сигнальные каскады. Однако, несмотря на убедительные данные о самостоятельной эффективности каждого компонента в отношении отдельных симптомов, в доступной литературе отсутствуют комплексные проспективные исследования, в которых КЖ выступало бы в качестве первичной конечной точки при оценке сочетанного применения тройной комбинации «ПДРН

+ НИЛТ + МТТ» в раннем послеоперационном периоде пластических операций. Остается невыясненным, насколько выраженное подавление маркеров оксидативного стресса и воспаления при таком подходе трансформируется в клинически значимый прирост КЖ, измеряемый валидированными инструментами (например, Skindex-29), и как динамика КЖ соотносится с объективными параметрами заживления (IPR) и эстетического рубцевания (POSAS). Решение этого вопроса имеет не только теоретическое, но и прямое практическое значение, поскольку позволяет обосновать включение данного комплекса в клинические протоколы с ориентацией на улучшение именно тех исходов, которые наиболее значимы для пациента.

Цель исследования – на основе проспективного рандомизированного контролируемого исследования оценить эффективность курсового сочетанного применения полидезоксирибонуклеотидов, низкоинтенсивной лазеротерапии и микротоковой терапии в послеоперационном периоде пластических операций, принимая в качестве основного критерия эффективности динамику качества жизни пациентов, а также установить корреляционные связи между улучшением качества жизни и регрессом болевого, отеочного и зуда симптомов, скоростью ремоделирования тканей и качеством формирующегося рубца.

Материалы и методы

Исследование выполнено в дизайне проспективного рандомизированного контролируемого сравнительного исследования с параллельными группами на базе клиники пластической хирургии «Ревиталайф» (г. Москва) с соблюдением принципов Хельсинкской декларации Всемирной медицинской ассоциации (ред. 2013 г.) и стандартов надлежащей клинической практики. Протокол одобрен локальным этическим комитетом ФГБУ ДПО «Центральная государственная медицинская академия» (протокол № 3/2025 от 27.06.2025), все пациенты подписали письменное информированное согласие на участие и обработку персональных данных.

В исследование включены 146 пациентов (41 мужчина и 105 женщин) в возрасте от 18 до 60 лет (средний возраст $39,8 \pm 0,55$ года), которым выполнены плановые пластические операции (абдоминопластика, липосакция, подтяжка лица, иссечение старого рубца); все вмешательства проводились одной хирургической бригадой по стандартизированным методикам с одинаковым анестезиологическим пособием, распределение по видам операций между группами было равномерным ($p > 0,05$). Критериями включения являлись наличие показаний к плановой пластической операции, возраст старше 18 лет, добровольное информированное согласие, отсутствие противопоказаний к физиотерапии и инъекциям полидезоксирибонуклеотидов (ПДРН), отсутствие системной терапии глюкокортикостероидами или цитостатиками за 3 месяца до операции. Критериями исключения служили острые инфекционные заболевания или обострение хронических, декомпенсированная соматическая патология (сахарный диабет, сердечно-сосудистая недостаточность и др.), онкологические заболевания в анамнезе, беременность и период лактации, кожные болезни в зоне воздействия, курение, а также отказ пациента от участия на любом этапе исследования.

Методом простой рандомизации (конвертный метод) пациенты распределены в четыре группы, сопоставимые по полу, возрасту, индексу массы тела и объему вмешательства: контрольная группа ($n=36$) получала только стандартную послеоперационную терапию, включавшую компрессионное белье (после абдоминопластики – в режиме 23/7) или силиконовый гель (при других операциях); группа сравнения 1 ($n=37$) наряду со стандартной терапией получала инъекции биорепаранта на основе ПДРН; группа сравнения 2 ($n=36$) дополнительно к стандартной терапии и ПДРН – курс низкоинтенсивной лазеротерапии (НИЛТ); основная группа ($n=37$) к аналогичной схеме (ПДРН+НИЛТ) добавляла микротоковую терапию (МТТ).

Инъекции ПДРН (регистрационное удостоверение № РЗН 2022/18956 от 30.11.2022) проводили на 10–14-е сутки после операции, после заживления раны и снятия швов, вводя препарат тонкой иглой в средние слои дермы методом папул в зоне рубца в дозе 1,5 мл на 10 см² площади; курс составлял 3 процедуры с интервалом 10 дней. НИЛТ выполняли с использованием аппарата АЗОР-2К-02 (Россия, регистрационное удостоверение № ФСР 2009/0839 от 13.10.2009) в инфракрасном диапазоне (длина волны 0,89 мкм) в импульсном режиме (частота 80 Гц, импульсная мощность до 10 Вт), контактно, стабильно, на зону рубца и окружающие ткани, с экспозицией на одно поле 2–4 минуты и общим временем до 10–12 минут. МТТ проводили на аппарате «Bio-Ultimate Gold» (США, регистрационное удостоверение № РЗН 2016/3648 от 09.02.2016) непосредственно после лазерной процедуры переменным биполярным током силой 200–600 мкА (индивидуальный подбор), частотой 0,5–30 Гц, лабильно по линиям лимфооттока в течение 20–25 минут. Курс как НИЛТ, так и МТТ составлял 12 процедур через день; физиотерапевтические воздействия во всех группах начинали с 4-х суток после операции, все процедуры выполнялись в условиях физиотерапевтического кабинета.

Обследование пациентов проводили дважды: на 2-3-й день после операции (Т1, исходный послеоперационный уровень) и по окончании терапии через 5 недель после операции (Т2, завершающая точка). Для оценки клинического состояния использовали комплекс валидированных инструментов, отражающих субъективные ощущения пациента, динамику воспалительных явлений и качество формирующегося рубца. Качество жизни, связанное с состоянием кожи, определяли с помощью дерматологического опросника Skindex-29 [5], который заполняли пациенты самостоятельно в присутствии

исследователя; он включает три шкалы – симптомы (боль, зуд, жжение), эмоциональное состояние и повседневное функционирование, – итоговый балл рассчитывали от 0 (нет влияния) до 100 (максимальное ухудшение). Интенсивность основных субъективных симптомов – боли, зуда и отека – оценивали с использованием цифровой рейтинговой шкалы (NRS) от 0 до 10 баллов, где 0 соответствует отсутствию симптома, а 10 – максимально возможной выраженности; пациенты давали оценку каждому из трех симптомов отдельно в момент осмотра. Для объективизации течения раневого процесса применяли шкалу оценки послеоперационной раны (IPR), адаптированную для двух временных точек: в T1 использовали подшкалу воспалительной фазы, оценивающую гиперемию, отек, экссудацию и температуру кожи в зоне вмешательства (каждый параметр от 0 до 3 баллов, максимальный суммарный балл 12), а в T2 – подшкалу фазы ремоделирования, включающую оценку цвета, толщины, рельефа и эластичности рубца (также от 0 до 3 баллов, максимум 12). Дополнительно в точке T2 для комплексной оценки рубца использовали шкалу POSAS (Patient and Observer Scar Assessment Scale) [14], включающую две части: наблюдатель (врач) оценивал васкуляризацию, пигментацию, толщину, рельеф и эластичность (по 10-балльной шкале, где 1 – нормальная кожа, 10 – наихудший рубец), а пациент самостоятельно оценивал боль, зуд, цвет, жесткость, толщину и общее восприятие рубца (аналогично по 10 баллам); итоговые показатели рассчитывали как сумму баллов по каждой части, а также общий индекс POSAS.

Статистическую обработку данных проводили с использованием пакета Statistica 12.6 (StatSoft, USA). Проверку нормальности распределения – по критерию Шапиро–Уилка, данные представлены как среднее арифметическое и стандартная ошибка среднего ($M \pm m$) для количественных шкал (Skindex-29, NRS, суммарные баллы IPR и POSAS). Для сравнения зависимых выборок (внутригрупповая динамика), а также для межгруппового анализа использовали t-критерий Стьюдента. Взаимосвязь между показателями оценивали по коэффициенту корреляции Пирсона (r). Различия считали статистически значимыми при $p < 0,05$. Размер выборки (не менее 35 пациентов в группе) был рассчитан априорно для обеспечения мощности 80% при $\alpha = 0,05$.

Результаты исследования

Все группы были сопоставимы по основным демографическим и клиническим характеристикам (пол, возраст, индекс массы тела, объем оперативного вмешательства); исходные значения всех показателей в точке T1 (2–3-и сутки после операции) не имели статистически значимых различий между группами ($p > 0,05$), что позволило корректно оценить влияние различных схем терапии на динамику клинического состояния, и в первую очередь – на качество жизни пациентов.

Оценка качества жизни по опроснику Skindex-29 выявила выраженную положительную динамику во всех группах, однако степень улучшения существенно различалась (табл. 1).

Таблица 1. Динамика качества жизни пациентов и субъективных симптомов при применении различных схем терапии после проведения пластических операций

Показатель	Точка	Контрольная группа (n=36)	Группа сравнения 1 (n=37)	Группа сравнения 2 (n=36)	Основная группа (n=37)
Опросник Skindex-29 (суммарный балл)	T1	52,4 ± 2,04	53,1 ± 2,08	52,8 ± 2,10	53,5 ± 2,13
	T2	44,8 ± 1,74*	38,5 ± 1,48**	32,3 ± 1,28**	26,7 ± 1,04**
Боль (NRS, 0–10)	T1	5,8 ± 0,21	5,9 ± 0,22	5,7 ± 0,23	6,0 ± 0,22
	T2	3,2 ± 0,11*	2,1 ± 0,08**	1,6 ± 0,06**	0,9 ± 0,04**
Зуд (NRS, 0–10)	T1	4,5 ± 0,16	4,4 ± 0,16	4,6 ± 0,18	4,5 ± 0,17
	T2	2,8 ± 0,11*	1,9 ± 0,07**	1,3 ± 0,05**	0,6 ± 0,02**
Отек (NRS, 0–10)	T1	6,1 ± 0,22	5,8 ± 0,21	5,7 ± 0,20	6,0 ± 0,23
	T2	4,1 ± 0,15*	3,0 ± 0,11**	2,2 ± 0,08**	1,4 ± 0,05**

Примечание: * – $p < 0,05$ по сравнению с T1 внутри группы; ** – $p < 0,05$ по сравнению с контрольной группой в T2.

В контрольной группе суммарный балл снизился с 52,4 ± 2,04 до 44,8 ± 1,74 (улучшение на 14,5 %; $p < 0,05$). В группе сравнения 1 (ПДРН) показатель уменьшился с 53,1 ± 2,08 до 38,5 ± 1,48 (снижение на 27,5 %; $p < 0,05$), что достоверно лучше, чем в контроле ($p < 0,05$). В группе сравнения 2 (ПДРН+НИЛТ) отмечено снижение с 52,8 ± 2,10 до 32,3 ± 1,28 (улучшение на 38,8 %; $p < 0,05$), что значимо превосходит как контрольную группу, так и группу сравнения 1 ($p < 0,05$). Наиболее выраженная динамика зафиксирована в основной группе (ПДРН+НИЛТ+МТТ): суммарный балл Skindex-29 снизился с 53,5 ± 2,13 до 26,7 ± 1,04 (улучшение в 2,0 раза; $p < 0,05$), при этом значения достоверно отличались от всех остальных групп ($p < 0,05$). Анализ субшкал показал, что улучшение в основной группе было равномерным по всем трем доменам – симптомы, эмоциональное состояние и повседневное функционирование, что свидетельствует о комплексном положительном влиянии тройной комбинации на все аспекты КЖ.

Динамика субъективных симптомов, оцениваемая по цифровой рейтинговой шкале (NRS), также продемонстрировала четкий градиент эффективности (табл. 1). В контрольной группе интенсивность болевого синдрома снизилась с $5,8 \pm 0,21$ до $3,2 \pm 0,11$ балла (на 44,8 %; $p < 0,05$), зуд – с $4,5 \pm 0,16$ до $2,8 \pm 0,11$ балла (на 37,8 %; $p < 0,05$), отека – с $6,1 \pm 0,22$ до $4,1 \pm 0,15$ балла (на 32,8 %; $p < 0,05$). В группе сравнения 1 отмечено более выраженное снижение: боль уменьшилась до $2,1 \pm 0,08$ балла (на 64,4 %; $p < 0,05$), зуд – до $1,9 \pm 0,07$ балла (на 56,8 %; $p < 0,05$), отек – до $3,0 \pm 0,11$ балла (на 48,3 %; $p < 0,05$), при этом все показатели были достоверно ниже контрольных ($p < 0,05$). В группе сравнения 2 динамика была еще более значимой: боль снизилась до $1,6 \pm 0,06$ балла (на 71,9 %; $p < 0,05$), зуд – до $1,3 \pm 0,05$ балла (на 71,7 %; $p < 0,05$), отек – до $2,2 \pm 0,08$ балла (на 61,4 %; $p < 0,05$), с достоверными различиями по сравнению с группой сравнения 1 ($p < 0,05$). Максимальный регресс симптомов зафиксирован в основной группе: боль практически купирована до $0,9 \pm 0,04$ балла (снижение на 85,0 %; $p < 0,05$), зуд – до $0,6 \pm 0,02$ балла (снижение на 86,7 %; $p < 0,05$), отек – до $1,4 \pm 0,05$ балла (снижение на 76,7 %; $p < 0,05$), причем все значения в основной группе были достоверно ниже, чем в остальных группах ($p < 0,05$). Таким образом, степень регресса симптомов прямо коррелировала с количеством применяемых методов, а наилучшие результаты достигались при тройной комбинации.

Оценка течения раневого процесса по шкале IPR показала, что в точке T1 (воспалительная фаза) суммарный балл во всех группах был сопоставим и составлял 9,2–9,6 балла из 12 возможных, что отражает закономерную послеоперационную воспалительную реакцию (табл. 2). В точке T2 при оценке фазы ремоделирования выявлены значимые межгрупповые различия. В контрольной группе суммарный балл по подшкале ремоделирования снизился до $6,8 \pm 0,24$, что отражает медленное спонтанное заживление с сохраняющимися признаками незрелого рубца. В группе сравнения 1 суммарный балл составил $5,4 \pm 0,19$ ($p < 0,05$ по сравнению с контролем), в группе сравнения 2 – $4,2 \pm 0,15$ (ниже на 38,2 % по сравнению с контролем, $p < 0,05$, и ниже на 22,2 % по сравнению с группой сравнения 1, $p < 0,05$). Наилучшие результаты зафиксированы в основной группе, где суммарный балл достиг $3,1 \pm 0,11$, что достоверно превосходило все остальные группы ($p < 0,05$). Анализ отдельных параметров подшкалы ремоделирования показал, что в основной группе цвет рубца приближался к цвету окружающей кожи, толщина и рельеф были минимальными, а эластичность – максимальной по сравнению с другими группами.

Таблица 2. Динамика показателей шкалы IPR при применении различных схем терапии после проведения пластических операций

Показатель	Контрольная группа (n=36)	Группа сравнения 1 (n=37)	Группа сравнения 2 (n=36)	Основная группа (n=37)
Воспалительная фаза (T1)	$9,4 \pm 0,34$	$9,5 \pm 0,33$	$9,2 \pm 0,31$	$9,6 \pm 0,35$
Ремоделирование (T2)	$6,8 \pm 0,24$	$5,4 \pm 0,19^*$	$4,2 \pm 0,15^{*#}$	$3,1 \pm 0,11^{*#}$

Примечание: * – $p < 0,05$ по сравнению с контрольной группой в T2; # – $p < 0,05$ по сравнению с группой сравнения 1.

Качество формирующегося рубца, оцененное по шкале POSAS в точке T2, также выявило четкий градиент эффективности (табл. 3). Общий индекс POSAS (сумма баллов наблюдателя и пациента) в контрольной группе составил $63,0 \pm 2,20$, в группе сравнения 1 – $51,3 \pm 1,81$ ($p < 0,05$), в группе сравнения 2 – $41,3 \pm 1,50$ ($p < 0,05$), в основной группе – $30,5 \pm 1,16$ ($p < 0,05$ по сравнению со всеми остальными группами). Снижение общего индекса на 51,6 % в основной группе относительно контроля указывает на формирование рубца, приближающегося по характеристикам к нормальной коже. Анализ отдельных пунктов POSAS показал, что в основной группе васкуляризация и пигментация были минимальными, толщина и рельеф – наименее выраженными, эластичность – максимально приближенной к здоровой коже, а субъективные ощущения пациента (боль, зуд, жесткость) были минимальными по сравнению с другими группами. Важно отметить, что улучшение качества рубца сопровождалось параллельным улучшением КЖ, что подтверждается обратной корреляцией между POSAS и Skindex-29 (см. табл. 4).

Таблица 3. Оценка рубца по шкале POSAS через 5 недель после проведения пластических операций и применения различных схем терапии

Показатель	Контрольная группа (n=36)	Группа сравнения 1 (n=37)	Группа сравнения 2 (n=36)	Основная группа (n=37)
Сумма баллов наблюдателя (0–50)	$32,4 \pm 1,12$	$26,8 \pm 0,94^*$	$21,5 \pm 0,78^{*#}$	$16,2 \pm 0,61^{*#}$
Сумма баллов пациента (0–50)	$30,6 \pm 1,08$	$24,5 \pm 0,87^*$	$19,8 \pm 0,72^{*#}$	$14,3 \pm 0,55^{*#}$

Общий индекс POSAS (0–100)	63,0 ± 2,20	51,3 ± 1,81*	41,3 ± 1,50*#	30,5 ± 1,16*#
----------------------------	-------------	--------------	---------------	---------------

Примечание: * – $p < 0,05$ по сравнению с контрольной группой; # – $p < 0,05$ по сравнению с группой сравнения 1.

Для выявления патогенетических взаимосвязей между клиническими параметрами, и в особенности – между КЖ и другими показателями, проведен корреляционный анализ по объединенной выборке всех пациентов ($n = 146$) в точке T2 (табл. 4).

Таблица 4. Корреляционная матрица клинических показателей в точке T2 (5 недель после операции) по данным всех пациентов ($n = 146$), коэффициент корреляции Пирсона (r)

Показатель	NRS (зуд)	NRS (отек)	IPR (ремоделирование)	POSAS (общий индекс)	Skindex-29 (суммарный балл)
NRS (боль)	0,72**	0,59**	0,52*	–0,58**	0,68**
NRS (зуд)		0,48*	0,46*	–0,50*	0,61**
NRS (отек)			0,62**	–0,41*	0,55*
IPR (ремоделирование)				0,65**	0,48*
POSAS (общий индекс)					–0,63**

Примечание: * – $p < 0,05$; ** – $p < 0,01$; положительные значения r указывают на прямую связь, отрицательные – на обратную.

Установлены статистически значимые корреляции между КЖ (Skindex-29), выраженностью субъективных симптомов (NRS), показателями ремоделирования (IPR) и качеством рубца (POSAS). Наиболее сильные связи зафиксированы между Skindex-29 и интенсивностью боли ($r = 0,68$; $p < 0,01$), а также между Skindex-29 и интенсивностью зуда ($r = 0,61$; $p < 0,01$), что подтверждает, что болевой и пруритивный синдромы являются ведущими детерминантами снижения КЖ в послеоперационном периоде. Умеренная, но статистически значимая корреляция выявлена между Skindex-29 и отеком ($r = 0,55$; $p < 0,05$), а также между Skindex-29 и показателем ремоделирования IPR ($r = 0,48$; $p < 0,05$). Обратная корреляция между общим индексом POSAS и Skindex-29 ($r = -0,63$; $p < 0,01$) свидетельствует о том, что улучшение качества рубца закономерно сопровождается повышением КЖ пациентов. Кроме того, установлены сильные положительные связи между POSAS и IPR ($r = 0,65$; $p < 0,01$), а также между болью и зудом ($r = 0,72$; $p < 0,01$), что указывает на общность патогенетических механизмов этих симптомов. Выявленные корреляционные взаимосвязи обосновывают патогенетическую значимость примененных методов и подтверждают, что комплексное воздействие на воспаление, оксидативный стресс и микроциркуляцию обеспечивает не только ускорение заживления, но и клинически значимое улучшение КЖ, что согласуется с поставленной целью исследования.

Таким образом, результаты исследования демонстрируют четкий градиент эффективности: контрольная группа < группа сравнения 1 (ПДРН) < группа сравнения 2 (ПДРН+НИЛТ) < основная группа (ПДРН+НИЛТ+МТТ) по всем оцениваемым клиническим параметрам, при этом именно динамика качества жизни, измеренная по Skindex-29, выступает в качестве наиболее интегративного показателя, отражающего суммарный эффект реабилитационных вмешательств. Корреляционный анализ подтверждает тесную связь между улучшением КЖ, регрессом болевого, отеочного и пруритивного синдромов, ускорением ремоделирования тканей и формированием рубца высокого качества, что позволяет рассматривать тройную комбинацию как патогенетически обоснованную стратегию послеоперационной реабилитации в пластической хирургии.

Обсуждение

Проведенное проспективное рандомизированное контролируемое исследование показало, что комплексное применение полидезоксирибонуклеотидов (ПДРН), низкоинтенсивной лазеротерапии (НИЛТ) и микротоковой терапии (МТТ) в раннем послеоперационном периоде после пластических операций обеспечивает статистически и клинически значимое улучшение качества жизни (КЖ) пациентов, измеренное по опроснику Skindex-29, с четким градиентом эффективности: контрольная группа < ПДРН <

ПДРН+НИЛТ < ПДРН+НИЛТ+МТТ. Полученные результаты позволяют не только констатировать эффективность предложенного подхода, но и выстроить патогенетически обоснованную концепцию синергического взаимодействия примененных методов, в центре которой находится именно улучшение КЖ как интегративный показатель успешности реабилитации.

Снижение суммарного балла Skindex-29 в основной группе на 50,1 % (с 53,5 до 26,7 балла) – с равномерным улучшением по всем трем доменам (симптомы, эмоциональное состояние и повседневное функционирование) – свидетельствует о том, что тройная комбинация воздействует не только на локальные проявления воспаления, но и на психосоциальные аспекты послеоперационного восстановления. Skindex-29 является валидированным инструментом, оценивающим влияние кожных проявлений на качество жизни по трем шкалам и позволяющим выявлять клинически значимые изменения в динамике [5]. Важно подчеркнуть, что в эстетической хирургии удовлетворенность результатом во многом определяется именно субъективным восприятием собственного здоровья и внешности, что делает КЖ приоритетным критерием эффективности реабилитационных вмешательств.

Выявленная нами обратная корреляция между Skindex-29 и общим индексом POSAS ($r = -0,63$; $p < 0,01$) подтверждает фундаментальное положение о том, что улучшение объективных характеристик рубца закономерно сопровождается повышением субъективного благополучия пациента. Это согласуется с данными литературы, согласно которым качество жизни пациентов с гипертрофическими и келоидными рубцами достоверно ниже по сравнению с пациентами с нормотрофическими рубцами [14, 15], а оценка рубца по шкале POSAS статистически значимо коррелирует с показателями КЖ в послеоперационном периоде. Более того, исследования показывают, что у пациентов с выраженными рубцовыми изменениями отмечаются не только физические, но и значительные психосоциальные нарушения, включая снижение самооценки и социальную изоляцию [15].

Полученный градиент эффективности – контрольная группа < ПДРН < ПДРН+НИЛТ < ПДРН+НИЛТ+МТТ – указывает на то, что каждый последующий компонент вносит дополнительный вклад в улучшение КЖ, причем этот вклад имеет не аддитивный, а синергический характер. Для понимания этого феномена необходимо рассмотреть молекулярные и клеточные механизмы каждого из примененных методов.

ПДРН представляют собой высокоочищенные полимеры ДНК, получаемые преимущественно из спермы лососевых, которые реализуют свои эффекты через два основных механизма [17, 21, 30]. Первый – активация аденозиновых рецепторов A_2A на поверхности клеток-мишеней (фибробластов, эндотелиоцитов, иммунокомпетентных клеток) [30]. Активация этого рецепторного пути приводит к ингибированию NF- κB и снижению транскрипции генов провоспалительных цитокинов (ИЛ-1 β , ИЛ-6, ФНО- α) [30, 31], что клинически проявляется редукцией болевого синдрома и зуда – ключевых симптомов, снижающих КЖ в послеоперационном периоде. Одновременно ПДРН стимулирует Nrf2-зависимые гены, усиливая эндогенную антиоксидантную защиту и снижая оксидативный стресс [32]. Второй механизм – обеспечение клеток пулом нуклеотидов через «спасательный путь» (salvage pathway), что способствует пролиферации фибробластов и синтезу коллагена I и III типов [21, 30]. ПДРН также стимулируют ангиогенез через повышение экспрессии VEGF [17, 30], блокируют матриксную металлопротеиназу-1 (ММР-1), что ведет к увеличению продукции коллагена [30], и подавляют HMGB-1, предотвращая избыточное рубцевание [31].

НИЛТ, воздействуя на цитохром-с-оксидазу митохондрий в красном и инфракрасном спектре (600–1000 нм), увеличивает продукцию АТФ и индуцирует адаптивные клеточные ответы [33, 34]. Это сопровождается улучшением микроциркуляции, уменьшением гипоксии и стимуляцией пролиферации и миграции кератиноцитов и фибробластов [33, 34]. Важно, что НИЛТ модулирует уровень АФК, которые в физиологических концентрациях выступают вторичными мессенджерами, активирующими транскрипционные факторы, ответственные за пролиферацию и ангиогенез [24, 25, 35, 36]. Клинически это проявляется ускорением эпителизации, уменьшением воспалительной инфильтрации и сокращением сроков заживления [33, 34], что напрямую влияет на раннее восстановление физической активности и, соответственно, на КЖ.

МТТ, представляющая собой неинвазивную модуляцию, использующую субсенсорные электрические токи в микроамперном диапазоне (200–600 мкА), имитирует эндогенные электрические сигналы организма и влияет на клеточные процессы [29, 37]. МТТ увеличивает продукцию АТФ, усиливает синтез белка, улучшает кровоток и оксигенацию тканей, а также способствует элиминации продуктов тканевого распада [29]. Кроме того, микротоковая стимуляция модулирует воспалительный ответ и способствует поляризации макрофагов в репаративный M2-фенотип [37]. В клинической практике это проявляется выраженным лимфодренажным эффектом, быстрым регрессом послеоперационного отека и купированием болевых ощущений [26–29], что является одним из ключевых факторов раннего восстановления КЖ.

Интеграция трех методов обеспечивает то, что может быть определено как «вертикальный» контроль над патогенезом послеоперационного воспаления и репарации. ПДРН воздействует на молекулярный уровень, выключая «переключатели» воспаления (NF- κB) и активируя репаративные сигнальные каскады. НИЛТ действует на клеточный уровень, создавая энергетический фон (АТФ) для

реализации этих сигналов и стимулируя пролиферацию. МТТ воздействует на тканевый/органный уровень, оптимизируя микроциркуляцию и лимфодренаж, что обеспечивает доставку кислорода и питательных веществ, эвакуацию метаболитов и создает условия для реализации молекулярных и клеточных эффектов. Именно этот трехуровневый охват патогенетических звеньев объясняет синергический характер терапевтического эффекта, при котором результат тройной комбинации превосходит сумму эффектов отдельных компонентов.

Наше исследование впервые демонстрирует этот синергизм в клинической практике пластической хирургии с использованием валидированных шкал КЖ. Работа Sun K.H. et al. показала синергизм ПДРН и НИЛТ при регенерации лицевых нервов в эксперименте [17], что подтверждает принципиальную возможность взаимного потенцирования эффектов. Наше исследование переносит этот принцип в клиническую плоскость, показывая, что добавление МТТ к комбинации ПДРН+НИЛТ дает дополнительный, статистически значимый прирост эффективности по всем клиническим параметрам, и прежде всего – по КЖ.

Выявленные корреляции между клиническими параметрами имеют не только статистическое, но и глубокое патофизиологическое значение, непосредственно подтверждающее механизмы влияния примененных методов на КЖ. Тесная связь между Skindex-29 и интенсивностью боли ($r = 0,68$; $p < 0,01$) и зуда ($r = 0,61$; $p < 0,01$) подтверждает, что именно эти симптомы являются ведущими детерминантами снижения КЖ в послеоперационном периоде. Связь боли и зуда ($r = 0,72$; $p < 0,01$) объясняется общностью их медиаторов – гистамина, субстанции Р, простагландинов и нейрокининов, которые одновременно стимулируют как ноцицептивные, так и пруритоцептивные пути [38, 39]. ПДРН, подавляя NF- κ B и снижая продукцию провоспалительных цитокинов, воздействует именно на этот общий патогенетический механизм, что объясняет одновременное купирование обоих симптомов и соответствующее улучшение КЖ.

Связь отека с показателями ремоделирования ($r = 0,62$; $p < 0,01$) подтверждает, что выраженность воспалительной экссудации в ранние сроки является предиктором более длительного и менее качественного рубцевания. МТТ, улучшая лимфодренаж, непосредственно воздействует на этот механизм, что клинически проявляется быстрым регрессом отека и, как следствие, улучшением КЖ. Сильная корреляция между POSAS и IPR ($r = 0,65$; $p < 0,01$) подтверждает, что более быстрое и качественное течение ремоделирования дермы объективно ассоциируется с лучшим косметическим результатом, что, в свою очередь, через обратную связь POSAS–Skindex-29 ($r = -0,63$; $p < 0,01$) транслируется в улучшение КЖ.

Полученные результаты расширяют и дополняют имеющиеся в литературе данные. Ранее было показано, что ПДРН ускоряет заживление ран и улучшает качество кожи при изолированном применении [18, 40–42]; эффективность НИЛТ проявляется стимуляцией репарации и уменьшением воспаления [22, 24, 25, 35, 36, 43]; МТТ улучшает лимфодренаж и микроциркуляцию [26–29, 44, 45]. Однако до настоящего времени не было комплексных исследований, оценивающих синергический эффект тройной комбинации в клинической практике пластической хирургии с использованием КЖ в качестве первичной конечной точки. Наше исследование заполняет этот пробел, демонстрируя, что КЖ, измеренное по Skindex-29, является наиболее интегративным показателем, отражающим суммарный эффект реабилитационных вмешательств.

Практическая значимость полученных результатов заключается в том, что разработанная трехфакторная схема, отличающаяся неинвазивностью и высоким профилем безопасности [17, 30], может быть рекомендована для включения в стандартные протоколы послеоперационной реабилитации в пластической хирургии. Снижение суммарного балла Skindex-29 на 50,1 % в основной группе и практическое купирование болевого синдрома (регресс на 85,0 %) и зуда (на 86,7 %) свидетельствуют о клинически значимом улучшении, которое выходит за рамки статистической достоверности и имеет прямое отношение к удовлетворенности пациентов результатом операции.

Заключение

Проведенное исследование убедительно демонстрирует, что комплексное применение ПДРН, НИЛТ и МТТ в послеоперационном периоде после пластических операций обеспечивает синергический эффект, проявляющийся в достоверно более выраженном улучшении качества жизни, купировании болевого синдрома, зуда и отека, ускорении и улучшении качества ремоделирования тканей и формировании рубца с характеристиками, приближающимися к здоровой коже. Выявленные сильные корреляционные связи между КЖ и клиническими параметрами подтверждают патогенетическую обоснованность примененных методов. Тройная комбинация воздействует на все ключевые звенья патогенеза – воспаление, оксидативный стресс, микроциркуляторную дисфункцию и нарушение репарации, – что и определяет ее высокую клиническую эффективность, измеряемую в терминах, наиболее значимых для пациента – в улучшении качества его жизни.

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES:

1. Алхихи А. Современные технологии в пластической хирургии. Аллея науки. 2024; 1 (10 (97)): 391-395. Alkhikhi A. Modern technologies in plastic surgery. Alley of Science. 2024; 1 (10 (97)): 391-395. (In Russ.).

2. Вербо Е.В., Мантурова Н.Е., Орлова Ю.М. Развитие реконструктивной хирургии лица в разрезе исторического аспекта специальности в мировом масштабе. Пластическая хирургия и эстетическая медицина. 2021; 1: 94-105. Verbo E.V., Manturova N.E., Orlova Yu.M. Development of facial reconstructive surgery in terms of the historical aspect of the specialty on a global scale. Plastic surgery and aesthetic medicine. 2021; 1: 94-105. (In Russ.).
3. Triana L., Palacios Huatuco R.M., Campilgio G., Liscano E. Trends in Surgical and Nonsurgical Aesthetic Procedures: A 14-Year Analysis of the International Society of Aesthetic Plastic Surgery-ISAPS. Aesthetic Plast Surg. 2024 Oct;48(20):4217-4227.
4. Gutowski K.S., Chwa E.S., Weissman J.P. et al. Practice Profile of Practicing Plastic Surgeons: A 20-year Review of Plastic Surgery Statistics. Plast Reconstr Surg Glob Open. 2023;11(12):e5486. doi: 10.1097/GOX.00000000000005486.
5. Paula H.R., Haddad A., Weiss M.A. et al. Translation, cultural adaptation, and validation of the American Skindex-29 quality of life index. An Bras Dermatol. 2014;89(4):600-607.
6. Гизингер О.А., Коркмазов А.М., Сумеркина В.А. Функциональная активность нейтрофилов и локальные проявления окислительного стресса в слизистой оболочке полости носа в раннем послеоперационном периоде. Вестник оториноларингологии. 2019; 84 (2): 40-45. Gizinger O.A., Korkmazov A.M., Sumerkina V.A. Functional activity of neutrophils and local manifestations of oxidative stress in the nasal mucosa in the early postoperative period. Bulletin of Otolaryngology. 2019; 84 (2): 40-45. (In Russ.).
7. Ćurko-Cofek B., Jenko M., Taleska Stupica G. et al. The Crucial Triad: Endothelial Glycocalyx, Oxidative Stress, and Inflammation in Cardiac Surgery-Exploring the Molecular Connections. Int J Mol Sci. 2024;25(20):10891. doi: 10.3390/ijms252010891.
8. Lopes F.B., Sarandy M.M., Novaes R.D. et al. OxInflammatory Responses in the Wound Healing Process: A Systematic Review. Antioxidants (Basel). 2024;13(7):823. doi: 10.3390/antiox13070823.
9. Jonker M.A., Sano Y., Hermesen J.L. et al. Proinflammatory cytokine surge after injury stimulates an airway immunoglobulin a increase. J Trauma. 2010;69(4):843-848.
10. Jonker M.A., Hermesen J.L., Gomez F.E. et al. Injury induces localized airway increases in pro-inflammatory cytokines in humans and mice. Surg Infect (Larchmt). 2011;12(1):49-56.
11. Intihar U., Krasniqi A., Djordjevic A. et al. Oxidative Stress in Postoperative Atrial Fibrillation: Does Malondialdehyde Hold Predictive Value? Medicina (Kaunas). 2025;61(5):778. doi: 10.3390/medicina61050778.
12. Cuevas-Budhart M.A., Sánchez-Garre M., Sánchez-Bermúdez A. et al. Oxidative Stress and Postoperative Outcomes: An Umbrella Review of Systematic Reviews and Meta-Analyses. Antioxidants (Basel). 2025;14(11):1349. doi: 10.3390/antiox14111349.
13. Dragoescu A.N., Padureanu V., Stanculescu A.D. et al. Perioperative Oxidative Stress and Sepsis: Pathophysiological and Clinical Implications. Cureus. 2025;17(10):e94719. doi: 10.7759/cureus.94719.
14. Reid D., Malak S., Khadka M. et al. Keloids and hypertrophic scars in individuals with darker Fitzpatrick skin types: a systematic review of treatment efficacy and quality of life outcomes. Arch Dermatol Res. 2025;317(1):795. doi: 10.1007/s00403-025-04292-x.
15. Mathew M., DiBartolomeo G., Stone R.C. Biopsychosocial impact of keloids on quality of life. JAAD Rev. 2024; 2:13-19.
16. Ku J.K., Yun P.Y., Jeong Y.K. Polydeoxyribonucleotide (PDRN) in Dentistry: Narrative Review for Mechanisms and Emerging Clinical Applications. Tissue Eng Regen Med. 2026;23(2):209-220.
17. Sun K.H., Choi C.H., Jang C.H. Synergistic Effect of Polydeoxyribonucleotides with Low-Level Lasers on the Regeneration of Crush-Injured Facial Nerves. J Clin Med. 2025;14(5):1678. doi: 10.3390/jcm14051678.
18. Шевченко Н.А., Комарова Е.Ф., Волошин Р.Н. Применение полидезоксирибонуклеотидов при морфофункциональных нарушениях покровных тканей. Современные проблемы науки и образования. 2025; 2: 86. Shevchenko N.A., Komarova E.F., Voloshin R.N. The use of polydeoxyribonucleotides in morphofunctional disorders of integumentary tissues. Modern problems of science and education. 2025; 2:86. (In Russ.).
19. Baek A., Baek D., Kim S.H. et al. Polydeoxyribonucleotide ameliorates IL-1 β -induced impairment of chondrogenic differentiation in human bone marrow-derived mesenchymal stem cells. Sci Rep. 2024;14(1):26076. doi: 10.1038/s41598-024-77264-2.
20. Kim H.M., Byun K.A., Oh S. et al. A Mixture of Topical Forms of Polydeoxyribonucleotide, Vitamin C, and Niacinamide Attenuated Skin Pigmentation and Increased Skin Elasticity by Modulating Nuclear Factor Erythroid 2-like 2. Molecules. 2022;27(4):1276. doi: 10.3390/molecules27041276.
21. Squadrito F., Bitto A., Altavilla D., Arcoraci V. et al. The effect of PDRN, an adenosine receptor A2A agonist, on the healing of chronic diabetic foot ulcers: results of a clinical trial. J Clin Endocrinol Metab. 2014;99(5):E746-753.
22. Гребень А.И., Еремин П.С., Костромина Е.Ю. и др. Низкоинтенсивная лазерная терапия: молекулярные механизмы противовоспалительного и регенеративного эффектов. Вопросы курортологии, физиотерапии и лечебной физической культуры. 2023; 100 (2): 61-68. Greben A.I., Eremin P.S., Kostromina E.Yu., et al. Low-intensity laser therapy: molecular mechanisms of anti-inflammatory and regenerative effects. Issues of Balneology, Physiotherapy, and Therapeutic Physical Culture. 2023; 100 (2): 61-68. (In Russ.).
23. Поддубная О.А. Низкоинтенсивная лазеротерапия в клинической практике (часть №1). Вестник восстановительной медицины. 2020; 6 (100): 92-99. Poddubnaya O.A. Low-intensity laser therapy in clinical practice (part 1). Bulletin of Restorative Medicine. 2020; 6 (100): 92-99. (In Russ.).
24. Hamblin M.R. Mechanisms and applications of the anti-inflammatory effects of photobiomodulation. AIMS Biophys. 2017;4(3):337-361.

25. Maghfour J., Ozog D.M., Mineroff J. et al. Photobiomodulation CME part I: Overview and mechanism of action. *J Am Acad Dermatol.* 2024;91(5):793-802.
26. Дунская Н.П. Принцип работы и результаты микротоковой терапии в эстетической медицине. Научный аспект. 2022; 3 (3): 325-330.
Dunskaya N.P. The principle of operation and results of microcurrent therapy in aesthetic medicine. Scientific aspect. 2022; 3 (3): 325-330. (In Russ.).
27. Лазаренко Н.Н., Шемшук М.И., Герасименко М.Ю., Тигаи Ж.Г. Влияние электростимуляции биполярно-импульсными микротоками на процессы регенерации в эксперименте и клинике. Физиотерапия, бальнеология и реабилитация. 2019; 18 (6): 360-366.
Lazarenko N.N., Shemshuk M.I., Gerasimenko M.Yu., Tigay Zh.G. The effect of electrical stimulation with bipolar pulsed microcurrents on regeneration processes in experiment and clinical studies. Physiotherapy, balneology and rehabilitation. 2019; 18 (6): 360-366. (In Russ.).
28. El Makakey A.M., Hassan M.H., Abo-Zaid N.A. et al. Comparison of microcurrent and low-level laser therapy on matrix metalloproteinases and tissue inhibitors of metalloproteinases expressions in surgical wound healing. *Sci Rep.* 2025;15(1):29600. doi: 10.1038/s41598-025-13924-1.
29. Jonik S., Rothka A.J., Cherin N. Investigating the therapeutic efficacy of microcurrent therapy: a narrative review. *Ther Adv Chronic Dis.* 2025;16:20406223251361677. doi: 10.1177/20406223251361677.
30. Park G.Y., Jang B.C. Polydeoxyribonucleotide as a Regenerative Agent in Dermatology and Wound Healing: Mechanisms, Clinical Applications, and Safety. *Keimyung Med J.* 2025;44(1):9-18.
31. Kim D.J., Bak S.U., Lee S.Y. et al. Skin regenerative potential of polydeoxyribonucleotide isolated from *Saussurea involucrata*. *Cell Mol Biol (Noisy-le-grand).* 2025;71(11):94-99.
32. Colangelo M.T., Galli C., Guizzardi S. Polydeoxyribonucleotide Regulation of Inflammation. *Adv Wound Care (New Rochelle).* October 2020;9(10):576-589.
33. Bizzoca D., Brunetti G., Moretti L. et al. Polydeoxyribonucleotide in the Treatment of Tendon Disorders, from Basic Science to Clinical Practice: A Systematic Review. *Int J Mol Sci.* 2023;24(5):4582. doi: 10.3390/ijms24054582.
34. Marques C., Porcello A., Cerrano M. et al. From Polydeoxyribonucleotides (PDRNs) to Polynucleotides (PNs): Bridging the Gap Between Scientific Definitions, Molecular Insights, and Clinical Applications of Multifunctional Biomolecules. *Biomolecules.* 2025;15(1):148. doi: 10.3390/biom15010148.
35. Schmidt T.R., Mármora B.C., Brochado F.T. et al. Red light-emitting diode on skin healing: an in vitro and in vivo experimental study. *An Bras Dermatol.* 2025;100(1):54-62.
36. Hartmann D.D., Martins R.P., Silva T.C.D. et al. Oxidative stress is involved in LLLT mechanism of action on skin healing in rats. *Braz J Med Biol Res.* 2021;54(6):e10293. doi: 10.1590/1414-431X202010293.
37. Larouche J., Sheoran S., Maruyama K., Martino M.M. Immune Regulation of Skin Wound Healing: Mechanisms and Novel Therapeutic Targets. *Adv Wound Care (New Rochelle).* 2018;7(7):209-231.
38. Krausz A., Friedman A.J. Nitric oxide as a surgical adjuvant. *Future Sci OA.* 2015;1(1):FSO56. doi: 10.4155/fso.15.56.
39. Kim D.J., Bak S.U., Lee S.Y. et al. Skin regenerative potential of polydeoxyribonucleotide isolated from *Saussurea involucrata*. *Cell Mol Biol (Noisy-le-grand).* 2025;71(11):94-99.
40. Galeano M., Pallio G., Irrera N. et al. Polydeoxyribonucleotide: A Promising Biological Platform to Accelerate Impaired Skin Wound Healing. *Pharmaceuticals (Basel).* 2021;14(11):1103. doi: 10.3390/ph14111103.
41. Sogorski A., Dostibegian M., Lehnhardt M. et al. Postoperative Remote Ischemic Conditioning (RIC) significantly improves entire flap microcirculation beyond 4 hours. *J Plast Reconstr Aesthet Surg.* 2022;75(11):4003-4012.
42. Squadrito F., Bitto A., Irrera N. et al. Pharmacological Activity and Clinical Use of PDRN. *Front Pharmacol.* 2017;8:224. doi: 10.3389/fphar.2017.00224.
43. Пелищенко Т.Г., Нагорнев С.Н., Круглова Л.С. Применение международной классификации функционирования, ограничения жизнедеятельности и здоровья для оценки эффективности реабилитации пациентов с полипозным риносинуситом, ассоциированным с бронхиальной астмой. *Russian Journal of Environmental and Rehabilitation Medicine.* 2024;2: 35-45.
Pelichenko T.G., Nagornev S.N., Kruglova L.S. Application of the International Classification of Functioning, Disability, and Health to Assess the Effectiveness of Rehabilitation of Patients with Polypous Rhinosinusitis Associated with Bronchial Asthma. *Russian Journal of Environmental and Rehabilitation Medicine.* 2024;2:35-45. (In Russ.).
44. Zacarias C.A., de Mendonça Florenzano R.F., de Andrade T.A.M. et al. *Arnica montana* L. associated with microcurrent accelerates the dermis reorganisation of skin lesions. *Int J Exp Pathol.* 2023;104(2):81-95.
45. Беньков А.А. Перспективные методы аппаратной физиотерапии для изучения их сочетанного применения: механизмы действия, клиническая эффективность. *Russian Journal of Environmental and Rehabilitation Medicine.* 2023;2:3-12.
Benkov A.A. Promising methods of hardware physiotherapy for studying their combined use: mechanisms of action, clinical efficacy. *Russian Journal of Environmental and Rehabilitation Medicine.* 2023;2:3-12. (In Russ.).

QUALITY OF LIFE IN PATIENTS IN THE POSTOPERATIVE PERIOD AFTER A COMBINED COURSE OF THERAPEUTIC PHYSICAL FACTORS AND DNA

Fedorov P.G.¹, Nagornev S.N.^{2,3}, Danilov A.A.²

¹Federal State Budgetary Scientific Institution "Institute of Cardiology and Cardiology", Moscow, Russia

²Russian Scientific Center of Surgery named after Academician B.V. Petrovsky, Moscow, Russia

³Branch No. 2 of the Federal State Budgetary Scientific Institution "A.A. Vishnevsky National Medical Research Center for Medical Technology" of the Ministry of Defense of the Russian Federation

Abstract. A prospective, randomized, controlled study evaluated the efficacy of a combined course of polydeoxyribonucleotides (PDRN), low-level laser therapy (LLLT), and microcurrent therapy (MCT) in the early postoperative period after plastic surgery, with an emphasis on the dynamics of patients' quality of life. One hundred forty-six patients were distributed by simple randomization into four groups: control (standard therapy, n=36), comparison 1 (standard therapy + PDRN, n=37), comparison 2 (standard therapy + PDRN + LLLT, n=36), and the main group (standard therapy + PDRN + LLLT + MTT, n=37). The clinical condition was assessed on days 2–3 (T1) and 5 weeks (T2) after surgery using the Skindex 29 dermatological questionnaire for quality of life assessment, a numerical rating scale (NRS) for pain, itching, and swelling, an incisional wound assessment scale (IPR), and a patient-observer scar assessment scale (POSAS). The triple combination of PDRN+LLLT+MTT was found to provide the maximum synergistic effect: a 2.0-fold improvement in quality of life according to Skindex 29 (a 50.1% decrease in the total score), almost complete relief of pain (85.0% regression) and itching (86.7%), a 76.7% reduction in swelling, and the formation of a scar with characteristics approaching healthy skin (total POSAS index – 30.5 versus 63.0 in the control). Correlation analysis revealed strong associations between quality of life and pain intensity ($r = 0.68$; $p < 0.01$), scar quality and remodeling ($r = 0.65$; $p < 0.01$), and an inverse relationship between the POSAS and Skindex 29 ($r = -0.63$; $p < 0.01$). These data support the inclusion of the developed three-factor scheme in standard postoperative rehabilitation protocols in plastic surgery to optimize clinical outcomes and improve patients' quality of life.

Keywords: bioreparatives, quality of life, microcurrent therapy, low-level laser radiation, plastic surgery, polydeoxyribonucleotides, IPR postoperative wound assessment scale, POSAS scale, NRS numerical rating scale, Skindex 29 questionnaire.

Сведения об авторах

Федоров Павел Георгиевич - врач-пластический хирург отделения пластической хирургии Клиники пластической хирургии «Ревиталайф»; E-mail: fpg1984@gmail.com. ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0004-9545-7229>

Нагорнев Сергей Николаевич – д-р мед. наук, профессор, врач-методист методического отделения филиала № 2 ФБГУ «НМИЦ ВМТ им. А.А. Вишневского» МО РФ; E-mail: drnag@mail.ru. ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-1190-1440>

Данилов Алексей Анатольевич – канд. мед. наук, врач дерматолог-косметолог клиники «Лав Клиник», г. Москва. E-mail: XLG@inbox.ru. ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0001-3272-2521>

ОРИГИНАЛЬНАЯ СТАТЬЯ

УДК: 616.12-009.72:615.8:614.2

ОПТИМИЗАЦИЯ СИСТЕМЫ МЕДИЦИНСКОЙ ПОМОЩИ ПО РЕАБИЛИТАЦИИ
ПАЦИЕНТОВ С ОКС В ВЕДОМСТВЕННОЙ СИСТЕМЕ ЗДРАВООХРАНЕНИЯ

Золотухин Н.Н.* , Бобровницкий И.П.

¹ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр высоких медицинских технологий - Центральный военный клинический госпиталь имени А.А. Вишневского» Министерства обороны Российской Федерации, Красногорск, Российская Федерация

²ФКУЗ «Главный клинический госпиталь» Министерства внутренних дел Российской Федерации, Москва, Российская Федерация

³Медицинский институт непрерывного образования ФГБОУ ВО «Росбиотех», Москва, Российская Федерация

⁴Научно-исследовательский институт общей патологии и патофизиологии, Москва, Российская Федерация

⁵Институт медико-биологических проблем РАН, Москва, Российская Федерация

РЕЗЮМЕ.

Целью исследования являлось совершенствование организации и обоснование оптимизированной системы оказания медицинской помощи по реабилитации сотрудников органов внутренних дел, перенёсших острый коронарный синдром (ОКС). В исследование включены 805 пациентов с ОКС (227 сотрудников МВД и 578 пенсионеров МВД), проходивших лечение и реабилитацию в ФКУЗ «Главный клинический госпиталь МВД России» в 2015–2025 гг. Применялись лабораторные, инструментальные и статистические методы, включая определение биомаркеров (тропонин I, СРБ, D димер, липидный профиль), коронароангиографию, чрескожное коронарное вмешательство, а также физическую реабилитацию по ступенчатой программе. Статистическая обработка выполнена в IBM SPSS Statistics 23 и Microsoft Excel 2016 с использованием критерия Колмогорова–Смирнова, U критерия Манна–Уитни, факторного анализа методом главных компонент с вращением варимакс, регрессионного анализа и критерия Дарбина–Уотсона. У сотрудников МВД преобладал острый инфаркт миокарда (ОИМ) - 65 % (147 из 227), у пенсионеров МВД - нестабильная стенокардия (НС) - 57 % (328 из 578). Потребность во втором этапе медицинской реабилитации (МР II) составила 37 % среди сотрудников и 20 % среди пенсионеров. Факторный анализ выделил три синдрообразующих фактора (совокупная дисперсия 64,5 %): ишемически некротический (28,7 %), воспалительно клеточный (19,3 %) и метаболический (16,5 %). Регрессионные модели показали различный набор предикторов для групп: у сотрудников - общий белок и АЧТВ ($R^2 = 0,472$), у пенсионеров - триглицериды и тропонин I ($R^2 = 0,452$). Прогностическая значимость тропонина I для инвазивной тактики подтверждена отношением шансов ОШ = 3,12 (95 % ДИ: 2,07–4,71; $p < 0,001$). Разработан дифференцированный подход к реабилитации пациентов с ОКС в ведомственной медицине, основанный на стратификации риска и профессиональном статусе, а также предложен алгоритм маршрутизации, адаптированный к требованиям ведомства и внедрённый в практику ФКУЗ «ГКГ МВД России». Результаты значимы для восстановительной медицины и повышения эффективности реабилитации в закрытых медицинских системах.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: острый коронарный синдром; медицинская реабилитация; стратификация риска; ведомственная медицина; МВД; прогностические модели; факторный анализ; регрессионный анализ.

Введение

Болезни системы кровообращения (МКБ 10: I00–I99) обуславливают до 55 % всех летальных исходов, что определяет высокую социальную значимость совершенствования системы медицинской помощи [1, 15, 27]. Острый коронарный синдром (МКБ 10: I20–I24), объединяющий острый инфаркт

* Адрес для переписки: Золотухин Николай Николаевич, e-mail: znn1971@gmail.com

Цитирование. Золотухин Н.Н., Бобровницкий И.П. Оптимизация системы медицинской помощи по реабилитации пациентов с окс в ведомственной системе здравоохранения. Russian Journal of Environmental and Rehabilitation Medicine. 2026. 3:182-191.

Citation Zolotukhin N.N., Bobrovniitsky I.P. Optimization of medical rehabilitation care for acs patients in the departmental healthcare system. Russian Journal of Environmental and Rehabilitation Medicine. 2026. 3: 182-191.

миокарда и нестабильную стенокардию, остаётся одной из наиболее социально и клинически значимых патологий кардиологии. В Российской Федерации ежегодно регистрируется около 445 000 случаев инфаркта миокарда [13], при этом госпитальная летальность сохраняется на уровне 13,1–14,6 % [16], что свидетельствует о недостаточной эффективности существующих подходов к лечебно-реабилитационному процессу [19, 25].

Особую тревогу вызывает рост заболеваемости ОКС среди лиц трудоспособного возраста, в том числе представителей профессий с высокой профессиональной нагрузкой и воздействием экстремальных факторов [10, 11, 18, 24]. Современная тактика лечения ОКС включает рентгенэндоваскулярные методы диагностики и интервенционного вмешательства [6]. Медицинская реабилитация (МР) пациентов с ОИМ является обязательным компонентом системы помощи и направлена на восстановление функциональных резервов сердечно-сосудистой системы посредством дозированного наращивания физической нагрузки [3, 9, 14, 27]. Ключевым прогностическим параметром при этом выступает реабилитационный потенциал пациента [2, 7]. Вместе с тем существующие методики его оценки носят фрагментарный характер и не обеспечивают комплексной интерпретации клинических, инструментальных и лабораторных данных, а также характеристик поражения коронарного русла [4, 5, 8, 17, 21].

Специфика медицинской реабилитации в системе МВД обусловлена автономной моделью оказания помощи, ориентированной на ведомственные нормативы, и включает стационарный, стационарный реабилитационный и санаторный этапы [20]. В отличие от системы ОМС, где маршрутизация и объёмы помощи регламентированы программами государственных гарантий, медицинская помощь в МВД реализуется в рамках бюджетного финансирования (постановление Правительства РФ от 15.12.2018 № 1563) [23], что предопределяет замкнутость цикла реабилитации внутри ведомственной сети и приоритет внутренних регламентов над общегражданскими стандартами [12, 22]. Для разработки объективных критериев маршрутизации пациентов с ОКС требуется применение многомерных статистических методов, включая факторный и регрессионный анализ [26, 29].

Целью исследования стало совершенствование организации и обоснование оптимизированной системы оказания медицинской помощи по реабилитации сотрудников органов внутренних дел, перенёсших ОКС. Для достижения цели решались следующие задачи:

1. оценка структуры и клинических характеристик ОКС у сотрудников и пенсионеров МВД с учётом профессионального статуса;
2. определение объёма потребности в МР и особенностей её организации в зависимости от профессионального статуса и стратегии реваскуляризации;
3. оценка динамики биомаркеров (тропонин I, С-реактивный белок, D-димер) как критериев эффективности МР;
4. сравнительный анализ функционального статуса и биомаркерного профиля у пациентов с НС и ОИМ, а также у действующих сотрудников и пенсионеров МВД;
5. реализация многомерного факторного и регрессионного анализов для разработки критериев маршрутизации;
6. обоснование предикторов применения инвазивной тактики (ЧКВ со стентированием) и длительности стационарного лечения;
7. систематизация результатов и формулирование предложений по оптимизации системы МР в ведомственных организациях МВД России.

Научная новизна исследования заключается в разработке дифференцированного подхода к организации МР в ведомственной системе МВД на основании установленной полярности клинических проявлений ОКС, а также в создании оригинальной системы стратификации реабилитационных потребностей с интеграцией профессионального статуса и метода реваскуляризации.

Материалы и методы

Дизайн исследования и критерии включения

В исследование включены 805 пациентов с подтверждённым ОКС (ОИМ или НС), проходивших лечение и МР в ФКУЗ «Главный клинический госпиталь МВД России» в 2015–2025 гг. Критерием включения являлось наличие ОИМ или НС, подтверждённых лабораторными и инструментальными методами в соответствии с клиническими рекомендациями Минздрава России (2020) [10]. В группу сотрудников МВД вошли 227 человек, в группу пенсионеров МВД - 578 человек. Средний возраст составил $63,18 \pm 12,51$ лет, средний койко-день - $18,96 \pm 8,36$.

Критерии исключения: острые инфекционные заболевания, декомпенсированная хроническая сердечная недостаточность (ФК IV по NYHA), терминальная стадия хронической болезни почек (СКФ < 15 мл/мин/1,73 м²), онкологические заболевания в активной фазе, психические расстройства, препятствующие участию в реабилитационной программе.

Методы обследования

Всем пациентам выполнялся стандартный комплекс обследования, включавший: определение кардиомаркеров (тропонин I, КФК-МВ, миоглобин, NT-proBNP, D-димер) на анализаторе «AQT 90 FLEX» (RADIOMETER); исследование С-реактивного белка на нефелометре «BN ProSpec» (Siemens); липидный

профиль (общий холестерин, триглицериды, ЛПВП, ЛПНП) на анализаторах «ADVIA 1200» (Siemens) и «ABX Pentra 400» (Horiba); биохимические показатели (АСТ, АЛТ, креатинин, билирубин, общий белок); общий анализ крови на гематологическом анализаторе «ADVIA 120» (Siemens); коагулограмму (АЧТВ, МНО, фибриноген, тромбиновое время, D-димер) на анализаторе «BCS» (Siemens).

Селективная коронароангиография (КАГ) и чрескожное коронарное вмешательство (ЧКВ) со стентированием выполнялись по стандартизированным методикам (Бокерия Л.А., Алесян Б.Г., 2008) с доступом по М. Джаджинсу [11].

Программа медицинской реабилитации

МР проводилась поэтапно: I этап - стационарный (в том числе ОРИТ и кардиологическое отделение); II этап - стационарный реабилитационный (реабилитационный центр ГКГ).

Физическая реабилитация реализовывалась по принципу дозированной ступенчатой нагрузки с ранней активацией и контролем ЧСС, АД и самочувствия. В программу включались ЛФК, дыхательная гимнастика, физиотерапия и бальнеотерапия.

Для сотрудников МВД дополнительно учитывались требования к профессиональной пригодности: целевые показатели толерантности к нагрузке (тредмил- тест или велоэргометрия), контроль ЧСС при субмаксимальной нагрузке, оценка восстановления АД и ЧСС в течение 5–10 минут после нагрузки.

Статистические методы

Статистическая обработка данных выполнена в IBM SPSS Statistics 23 и Microsoft Excel 2016. Проверка на нормальность распределения проводилась с помощью критерия Колмогорова–Смирнова. Для сравнения независимых выборок использован U-критерий Манна–Уитни. Факторный анализ выполнен методом главных компонент с вращением варимакс; отбор факторов - по критерию Кайзера. Регрессионный анализ применялся для построения прогностических моделей; автокорреляция оценивалась критерием Дарбина–Уотсона. Уровень статистической значимости принят $p < 0,05$.

Результаты

Структура ОКС и потребность в реабилитации

Среди сотрудников МВД преобладал ОИМ - 65 % (147 из 227), тогда как у пенсионеров МВД ведущей формой являлась НС - 57 % (328 из 578). В абсолютном выражении на долю пенсионеров приходилось 63 % всех случаев ОИМ (250 из 397) и 81 % всех случаев НС (328 из 408).

Потребность во втором этапе МР достоверно различалась между группами: 37 % сотрудников МВД (84 из 227) нуждались в МР II, тогда как среди пенсионеров МВД этот показатель составил 20 % (116 из 578). Данные представлены в таблице 1.

У сотрудников МВД соотношение инвазивной и консервативной тактики было более сбалансированным, тогда как у пенсионеров преобладала консервативная тактика (почти в 3,5 раза чаще инвазивной). На этапе МР II доля стентирований была существенно ниже, чем на МР I. Данные представлены в таблице 2.

Таблица 1 - Распределение пациентов с ОКС по этапам медицинской реабилитации

Группы	МР I	МР II	Общее количество
Сотрудники МВД	143 (63 %)	84 (37 %)	227 (100%)
Пенсионеры МВД	462 (80 %)	116 (20 %)	578 (100%)
Всего	605 (75%)	201 (25%)	805 (100%)

Таблица 2 - Распределение пациентов по методам лечения и этапам МР

Группы	МР I		МР II		Общее количество
	КАГ	КЛ	КАГ	КЛ	
ОИМ	60 (15%)	171 (44%)	18 (5%)	140 (36%)	389 (100%)
НС	107 (26%)	283 (68%)	21 (5%)	5 (1%)	416 (100%)
Всего	167 (21%)	454 (56%)	39 (5%)	145 (18%)	805 (100%)

Лабораторные показатели и стратификация тяжести

Для оценки состояния гомеостаза при ОКС проведен сравнительный анализ показателей периферической крови сотрудников и пенсионеров МВД при ОИМ и НС исходно при поступлении в стационар и по завершению лечения (см. таблицу 3).

Таблица 3- Сравнение уровня показателей гомеостаза крови у больных ОИМ (n= 395) и НС (n= 410)

Параметр		ОИМ	НС
Лейкоциты	$\times 10^3/\text{мм}^3$	7,48[5,5÷8,7] ↑	6,97[5,78÷8,34]
Нейтрофилы		62,2[50,9÷68,2] ↑	56,9[53,1÷63,8]
Лимфоциты		20,7[12,8÷27,3] ↓	29,1[23,3÷32,8]
Моноциты		6[4,7÷7,1] ↓	6,4[5,8÷7,9]

Эозинофилы		1,3[0,4÷2,9] ↓	2,1[0,8÷3,1]
Тромбоциты	х10 ³ /мм ³	207[175÷264] ↑	197[165,5÷238]
Билирубин		12,7[9,9÷19,1] ↑	10,3[7,3÷15,8]
Общий белок	(г/л)	70,69[65,05÷74] ↑	69,1[63÷71,76]
Тропонин I	(нг/мл)	0,052[0,035÷0,24] ↑	0,01[0,01÷0,012]
КФК МВ	(МЕ/л)	5,8[4,5÷9,8] ↑	3,3[2,5÷4,2]
NT-pro BNP	(пг/мл)	468[377÷691] ↑	240[171÷600]
D- димер	(нг/мл)	331[320÷1190] ↑	292[194÷350]
СРБ	(мг/мл)	6,9[5÷15] ↑	5[5÷5,3]
МНО		1,06[1,04÷1,1]	1,1[1÷1,13]
Фибриноген	(г/л)	3,1[2,3÷4,6] ↓	3,5[2,6÷3,95]
D- Димер	(мкг/л)	390[305÷1190] ↓	400[249÷640]
Триглицериды	(ммоль/л)	1,88[1,42÷2,17] ↑	1,46[1,28÷2]
Холестерин		4,67[4,26÷5,92] ↑	4,4[3,7÷5,06]
ЛПВП		1,1[0,91÷1,54] ↑	0,95[0,64÷1,3]
ЛПНП		2,3[1,9÷4] ↑	2,24[2,1÷2,6]

Примечание: Данные представлены Медианой (Me), 1 и 3 квартилями [Q1÷Q3]. Анализ различий произведен по критерию Манна-Уитни, $p < 0,05$.

При ОИМ выявлено повышение уровня лейкоцитов, нейтрофилов, с одновременным снижением лимфоцитов и эозинофилов. Уровень тромбоцитов при ОИМ был выше в сравнении с НС. Показатели билирубина и общего белка при НС были ниже аналогичных показателей у пациентов при ОИМ. Показатели повреждения миокарда: Тропонина I, КФК МВ, NT-pro BNP, D- димера, СРБ были у больных с ОИМ были значительно повышены. Показатели уровня фибриногена при НС были выше в сравнении с ОИМ. Все показатели липопротеидов периферической крови имели статистически достоверные различия в обеих группах. Липидный обмен у пациентов с ОИМ характеризовался повышением уровня ТГ, ХС, ЛПОНП и ЛПНП, концентрация ЛПВП была также незначительно выше.

В когорте сотрудников и пенсионеров МВД у пациентов с острым инфарктом миокарда ($n = 395$) достоверно ($p < 0,05$, критерий Манна Уитни) выявлена выраженная воспалительная активность- она отражает системную реакцию организма на ишемическое повреждение и подтверждается повышенными уровнями лейкоцитов- $7,48 [5,5÷8,7] \times 10^3/\text{мм}^3$ и С реактивного белка- $6,9 [5÷15]$ мг/мл. Существенное повреждение миокарда документировано ростом концентрации тропонина I- $0,052 [0,035÷0,24]$ нг/мл, КФК МВ- $5,8 [4,5÷9,8]$ МЕ/л и NT proBNP- $468 [377÷691]$ пг/мл. Атерогенный характер липидного обмена при ОИМ проявился увеличением триглицеридов- $1,88 [1,42÷2,17]$ ммоль/л, холестерина- $4,67 [4,26÷5,92]$ ммоль/л и ЛПНП- $2,3 [1,9÷4]$ ммоль/л. Эти данные обосновывают необходимость дифференцированного подхода к стратификации риска и формированию персонализированных программ реабилитации в ведомственной системе здравоохранения.

У пациентов с ОИМ в сравнении с НС зафиксирована более выраженная системная реакция: лейкоцитоз с нейтрофильным сдвигом, повышение тромбоцитов, рост маркеров некроза миокарда (тропонин I, КФК-МВ, NT-proBNP) и воспаления (СРБ, D-димер), а также атерогенная дислипидемия (↑ТГ, ХС, ЛПНП при снижении ЛПВП). При НС преобладали изменения коагуляционного звена (↑фибриноген) при меньшем повреждении миокарда.

Многомерный анализ и прогностические модели

С целью комплексной оценки состояния организма с выявлением основных факторов при ОКС у сотрудников и пенсионеров МВД проведен факторный анализ методом главных компонент. Первый фактор был отрицательно связан с уровнем гемоглобина, положительно с показателями лейкоцитов, нейтрофилов, систолическим и диастолическим АД и сегментом ST, что свидетельствует о взаимосвязанных нарушениях гемодинамики, уровня некроза кардиомиоцитов с активацией реактивного воспаления и снижении кислородотранспортной функции периферической крови. Ишемические изменения миокарда с поражением кардиомиоцитов при ОКС взаимосвязаны с повышением холестерина и снижением уровня ЛПВП, что подтверждает второй фактор- положительно связанный с сегментом ST, фракцией сердечного выброса, уровнем холестерина, тропонина и отрицательно с показателями ЛПВП. При ОКС фиксируются активируются механизмы иммунновоспалительного ответа, что проявлялось положительно связанными показателями лимфоцитов, эозинофилов и СОЭ- 9 фактор. Возраст пациентов был положительно связан уровнем глюкозы (9 фактор) и отрицательно с тромбоцитами (12 фактор). 13 фактор положительно

связанный с лейкоцитами, нейтрофилами, СОЭ, Д- димером свидетельствовал о наличии реактивных воспалительных процессов, взаимосвязанных с поражением кардиомиоцитов.

По результатам проведенного факторного анализа была построена модель нормированных признаков ОКС исходя из стандартизированных нагрузок, где f1- f13 нормированные значения главных факторов:

ОКС= f1(0,612 Гемоглобин +0,922 Лейкоциты +0,921 Нейтрофилы +0,909 АД сист +0,847 АД диаст +0,564 ST)* f2(+0,895 ТР +0,725 Холестерин -0,512 ЛПВП +0,947 ST +0,908 ФВ)* f3(+0,541 АЧТВ +0,757 МНО +0,7453 Фибриноген)* f4 (+0,785 Холестерин -0,742 ЛПВП)* f5 (+0,752 Креатинин + 0,729 Мочевина)* f6(+0,814 АЛТ +0,648 АСТ)* f7(+0,503 Билирубин -0,792 Д-димер)* f8(+0,709 Гемоглобин +0,699 Эритроциты)* f9(+0,527 Лимфоциты +0,800 Эозинофилы +0,573 СОЭ)* f10(-0,792 ТР Время +0,507 Антитромбин)* f11(+0,798 Глюкоза +0,632 Возраст)* f12(-0,753 Тромбоциты +0,634 Возраст)* f13(+0,518 Лейкоциты +0,735 СОЭ +0,625 ТР +0,521 Д- димер)

Из модели следует, что при ОКС у сотрудников и пенсионеров МВД значение снижение гемоглобина, повышение уровня лейкоцитов, нейтрофилов, уровня систолического и диастолического АД, изменения сегмента ST (f1); изменение вольтажа сегмента ST, снижение ФВ, повышение холестерина, ТР, снижение ЛПВП (f2); повышение АЧТВ, МНО и фибриногена (f3); снижение ЛПВП с повышением холестерина (f4); повышение креатинина и мочевины (f5); повышение уровня печеночных ферментов АСТ и АЛТ (f6); повышение Д- димера, снижение билирубина (f7); снижение гемоглобина с компенсаторным увеличением числа эритроцитов (f8); повышение лимфоцитов, эозинофилов и СОЭ (f9); снижение тромбоцитарного времени с увеличением показателей антитромбина (f10); повышение значений глюкозы (f11) и снижение числа тромбоцитов (f12) взаимосвязанное с возрастом пациентов; повышение лейкоцитов, ТР, СОЭ, Д- димера (f13).

Регрессионные модели продемонстрировали различный набор предикторов для сотрудников и пенсионеров МВД: для сотрудников значимыми оказались уровень общего белка и АЧТВ ($R^2 = 0,472$): ОКС сотрудники МВД = $-10,630 + 0,455 \text{ белок} - 0,41 \text{ АЧТВ}$. для пенсионеров - уровень триглицеридов и тропонина I ($R^2 = 0,452$): ОКС Пенсионеры МВД = $-10,245 + 5,150 \text{ Триглицериды} + 0,221 \text{ ТР I}$. Прогностическая значимость тропонина I, как независимого предиктора инвазивной тактики была подтверждена отношением шансов ОШ = 3,12 (95 % ДИ: 2,07–4,71; $p < 0,001$).

Таким образом, одними из значимых предикторов прогнозирования увеличения срока оказания медицинской помощи при ОКС у сотрудников МВД можно рассматривать уровень белка крови и показатели активированного частичного тромбопластинового времени в 47,2% клинических случаев. У пенсионеров МВД- уровень триглицеридов и показатели тропонина I в 45,2% случаев.

Валидация прогностических моделей

Прогностические регрессионные модели были валидированы на контрольной выборке из 150 пациентов (30 % от исходной выборки), прошедших лечение и МР в 2024–2025 гг. Чувствительность модели для сотрудников МВД составила 82 %, специфичность - 76 %; для пенсионеров МВД - 79 % и 73 % соответственно. Площадь под ROC-кривой (AUC) составила 0,84 для сотрудников и 0,81 для пенсионеров, что свидетельствует о хорошей прогностической способности моделей. Проверка на автокорреляцию остатков по критерию Дарбина–Уотсона показала DW = 2,05, что подтверждает отсутствие значимой автокорреляции и адекватность моделей.

Интерпретация факторных структур

Среди целого ряда факторных нагрузок выделены три синдромообразующих фактора, наиболее ярко отражающие патогенетические оси поражения при ОКС:

1. Ишемически-некротический фактор (28,7 % дисперсии) - включает высокие значения тропонина I, КФК-МВ, NT-proBNP, а также показатели локальной гипокинезии по данным ЭхоКГ. Высокие факторные нагрузки по этому фактору ассоциированы с наличием значимого стеноза по КАГ и необходимостью инвазивной тактики.

2. Воспалительно- клеточный фактор (19,3 % дисперсии) - характеризуется уровнями СРБ, лейкоцитов, D димера, фибриногена. Он отражает системную воспалительную реакцию и ассоциирован с риском ранних осложнений (рецидив ишемии, перикардит, аритмии).

3. Метаболический фактор (16,5 % дисперсии) - связан с липидным профилем (ЛПНП, триглицериды), уровнем глюкозы и индексом массы тела. Этот фактор значимо коррелирует с отдаленными исходами и риском повторных сердечно-сосудистых событий.

Дифференциация факторных профилей между сотрудниками и пенсионерами МВД подтверждает необходимость стратифицированного подхода: у сотрудников доминируют ишемически-воспалительные компоненты, у пенсионеров - метаболические и гемодинамические.

Обсуждение

При ОКС у сотрудников и пенсионеров МВД имеет место взаимосвязанные нарушения гемодинамики, уровня некроза кардиомиоцитов с активацией реактивного воспаления и снижения кислород транспортной функции периферической крови. ОКС у данной категории пациентов проявляются повреждением миокарда, верифицирующиеся изменениями на ЭКГ, деструкцией миокардиоцитов,

взаимосвязанной с повышением холестерина и снижением уровня ЛПВП. С увеличением биологического возраста у пациентов при развитии ОКС происходит активация бета- клеточного аппарата поджелудочной железы с повышением уровня глюкозы и изменения тромбоцитарной активности.

Полученные данные показателей периферической крови сотрудников и пенсионеров МВД при ОИМ и НС обосновывают необходимость дифференцированной стратификации риска и персонализированных программ реабилитации в ведомственной системе здравоохранения.

Выявленная полярность структуры ОКС (ОИМ у сотрудников, НС у пенсионеров) отражает влияние профессиональных факторов риска и требует дифференцированных реабилитационных алгоритмов. Более высокая потребность в МР II у действующих сотрудников (37 %) обусловлена большей тяжестью поражения и необходимостью восстановления профессиональной работоспособности.

Разработанная система стратификации, основанная на комбинации биомаркеров и факторных нагрузок, позволяет формализовать критерии маршрутизации и объективно обосновывать объём реабилитационных мероприятий. Интеграция профессионального статуса в прогностические модели повышает их клиническую применимость в ведомственной медицине.

Клинико-организационные следствия

Неоднородность детерминант длительности стационарного лечения - показатели коагуляции и белкового обмена у сотрудников, липидные и кардионекротические маркеры у пенсионеров - подтверждает необходимость персонализированного подхода. Предложенный алгоритм маршрутизации способствует сокращению сроков лечения, снижению риска осложнений и рецидивов, а также оптимизации возвращения к профессиональной деятельности.

Для сотрудников МВД ключевым критерием завершения МР II является достижение целевых показателей профессиональной пригодности: толерантность к нагрузке не менее 7 МЕТ, отсутствие ишемических изменений на ЭКГ при субмаксимальной нагрузке, стабильное восстановление ЧСС и АД в течение 5–10 минут после нагрузки. Для пенсионеров приоритетом является стабилизация клинического состояния, достижение целевых уровней липидов и артериального давления, а также обучение методам самоконтроля.

Выводы

1. Выполненные клинические, клинико- эпидемиологические, клинико-лабораторные и аналитико- математические исследования позволили решить комплекс вопросов проблемы организации и научного обоснования оптимизированной системы оказания медицинской помощи по медицинской реабилитации в медицинских организациях МВД России по отношению к лицам, перенесшим острый коронарный синдром.

2. Проведённый структурно-нозологический анализ острого коронарного синдрома в ведомственной когорте выявил отчётливую дифференциацию профиля коронарных событий в зависимости от профессионального статуса: у действующих сотрудников МВД доминирующей формой ОКС выступает острый инфаркт миокарда (147 случаев, 49 % от общего числа ОКС в группе), тогда как у пенсионеров МВД превалирует нестабильная стенокардия (328 случаев, 57 % от общего числа ОКС в группе). Такая полярность клинических проявлений может быть обусловлена спецификой профессиональной нагрузки действующих сотрудников - в частности, устойчивым воздействием стрессорных факторов, высокой интенсивностью психоэмоционального напряжения и необходимостью функционирования в условиях острых стрессовых реакций, что потенцирует реализацию ишемического каскада по типу обширного повреждения миокарда. Выявленные различия подчёркивают необходимость стратификации сердечно-сосудистого риска с учётом не только традиционных факторов, но и профессиональной принадлежности пациента, а также разработки адресных профилактических и реабилитационных алгоритмов в системе ведомственного здравоохранения МВД России, дифференцированных по контингентам с учётом доминирующего типа коронарного события.

3. Пациенты, перенесшие ОКС при соблюдении разработанных стандартов и протоколов оказания им специализированной медицинской помощи, нуждаются в проведении мероприятий 2 этапа медицинской реабилитации среди действующих сотрудников МВД в 37%, а у пенсионеров МВД- в 20% клинических случаев, соответственно.

4. При развитии острого инфаркта миокарда у сотрудников и пенсионеров МВД достоверно ($p < 0,05$, критерий Манна-Уитни) установлена выраженная воспалительная активность, проявляющаяся повышением концентрации лейкоцитов - $7,48 [5,5 \div 8,7] \times 10^3/\text{мм}^3$ и С-реактивного белка - $6,9 [5 \div 15]$ мг/мл. Выявлено существенное повреждение миокарда, подтверждённое увеличением уровней кардиоспецифических маркеров: тропонина I - $0,052 [0,035 \div 0,24]$ нг/мл, КФК-МВ - $5,8 [4,5 \div 9,8]$ МЕ/л и NT-proBNP - $468 [377 \div 691]$ пг/мл. Параллельно зафиксированы атерогенные сдвиги липидного метаболизма - повышение триглицеридов до $1,88 [1,42 \div 2,17]$ ммоль/л, холестерина до $4,67 [4,26 \div 5,92]$ ммоль/л и ЛПНП до $2,3 [1,9 \div 4]$ ммоль/л. Полученные данные свидетельствуют о мультисистемных патофизиологических нарушениях при ОИМ в ведомственной когорте и обосновывают необходимость дифференцированной стратификации риска и персонализации реабилитационных программ в системе медицинской помощи МВД России.

5. У сотрудников МВД, перенесших острый инфаркт миокарда и нестабильную стенокардию исходно и после завершения стационарного этапа восстановительного лечения определены достоверно

положительные изменения С-реактивного белка $6[5\div 15]$ до лечения и $4[3\div 6]$ после лечения ($p < 0,05$ по критерию Вилкоксона), что свидетельствует о снижении реакции организма на некроз. Снижение значений С-реактивного белка также подтверждает ранее полученные данные о равновесии между про- и противовоспалительными факторами, что является признаком нормализации течения заболевания. Показатели тропонина I также нормализуются к концу проведенного курса: с $0,049[0,011\div 0,2]$ до $0,01[0,01\div 0,03]$ ($p < 0,05$ по критерию Вилкоксона). Полученные достоверные различия доказывают эффективность комплексной программы МР у сотрудников МВД, перенесших ОКС. В свою очередь, значения показателей КФК МВ и NT-про ВМР подтверждают ранее перенесенный острый коронарный синдром, а достоверно значимая положительная динамика значений D-димера ($360,5[320\div 1200]$ – исходно и $318[255\div 489]$ – по завершению курса МР, $p < 0,05$ по критерию Вилкоксона) свидетельствует об эффективности проводимых лечебных и реабилитационных мероприятий.

6. Установлено наличие взаимосвязанных нарушений гемодинамики, уровня некроза кардиомиоцитов с активацией реактивного воспаления и снижения кислород транспортной функции периферической крови при острой коронарной катастрофе у сотрудников и пенсионеров МВД. ОКС у данной категории пациентов проявляется повреждением миокарда, верифицирующиеся изменениями на ЭКГ, деструкцией кардиомиоцитов, взаимосвязанной с повышением холестерина и снижением уровня ЛПВП. С увеличением биологического возраста у пациентов при развитии ОКС происходит активация бета-клеточного аппарата поджелудочной железы с повышением уровня глюкозы и изменения тромбоцитарной активности.

7. При развитии ОКС у сотрудников МВД, направленных на 1 и 2 этапы МР выявлены достоверные различия (критерий Манна-Уитни, $p < 0,05$) показателей некроза сердечной мышцы и интенсивности воспалительного процесса в организме (тропонин I, СРБ), активности фибринолиза и интенсивности внутрисосудистой гемокоагуляции (D-Димер), состояния свёртывающей системы крови (АЧТВ) и эффективности заключительного этапа свёртывания крови (ТР время). В качестве предикторов необходимости проведения II этапа МР при ОКС могут рассматриваться следующие показатели гомеостаза: Тропонин I $> 3,9[2,1\div 5,3]$ (нг/мл); СРБ $> 6[5\div 15]$ (мг/мл); АЧТВ $> 39[35\div 52]$ (сек); Тромбиновое время $> 21[18\div 29]$ (сек).

8. При сравнительной оценке уровней маркеров некроза миокарда отмечаются достоверно более высокие уровни Тропонина I у действующих сотрудников МВД с ОИМ по сравнению с пациентами с НС, а также у пациентов, взятых на ЧКВ со стентированием, что может служить дополнительным основанием проведения данного инвазивного вмешательства у пациентов, поступающих с ОКС.

9. Выявлены различия в значимых предикторах прогнозирования острого коронарного синдрома в зависимости принадлежности к МВД. У сотрудников МВД прогностическую значимость демонстрируют уровень белка крови и активированное частичное тромбопластиновое время (АЧТВ): снижение АЧТВ в сочетании с повышением уровня белка ассоциируется с увеличением продолжительности стационарного этапа в 47,2% клинических случаев. Ключевыми предикторами при остром коронарном синдроме у пенсионеров МВД определены показатели тропонина I и уровня триглицеридов, повышение которых сопряжено с удлинением сроков лечения в 45,2% госпитализаций.

Практическая реализация алгоритма маршрутизации

Алгоритм включает следующие этапы:

1. Первичная стратификация при поступлении - оценка формы ОКС (ОИМ/НС), тяжести поражения (по КАГ), уровня биомаркеров (тропонин I, СРБ, D-димер), функционального класса и профессионального статуса.
2. Определение тактики реваскуляризации - на основании данных КАГ и клинических критериев (шкала GRACE, риск кровотечений).
3. Оценка реабилитационного потенциала - по результатам тредмил-теста/велоэргометрии, ЭхоКГ, динамике биомаркеров.
4. Выбор этапа реабилитации - МР I (стационар) или МР II (реабилитационный центр) с учётом потребности в интенсивном наблюдении и необходимости восстановления профессиональной работоспособности.
5. Мониторинг эффективности - контроль динамики биомаркеров, функциональных тестов и качества жизни (опросник SF-36) на 7-е, 14-е и 30-е сутки.
6. Формирование индивидуальных рекомендаций - по медикаментозной терапии, физической активности, питанию и вторичной профилактике.

Внедрение алгоритма позволило сократить среднюю длительность стационарного этапа на 1,8 койко-дня (с 18,96 до 17,16) и повысить долю пациентов, достигших целевых показателей реабилитации, на 12 %.

Перспективы дальнейших исследований

Перспективными направлениями дальнейших исследований являются:

1. Многоцентровые исследования в ведомственных медицинских организациях для внешней валидации разработанных моделей.

2. Оценка отдалённых исходов (1–3 года) с анализом частоты повторных госпитализаций, смертности и возврата к профессиональной деятельности.
3. Интеграция цифровых технологий - использование носимых устройств для мониторинга ЧСС, АД и физической активности в амбулаторном периоде.
4. Разработка цифровых инструментов поддержки принятия решений на базе прогностических моделей для автоматизированной маршрутизации пациентов.
5. Расширение факторной модели за счёт включения психосоциальных факторов (уровень стресса, тревожность, социальная поддержка), которые могут влиять на реабилитационный потенциал.

Заключение

В ходе исследования установлены статистически достоверные различия показателей состояния организма при ОКС и потребности в этапной реабилитации у сотрудников и пенсионеров МВД. Разработаны и валидированы прогностические модели на основе факторного и регрессионного анализа, позволяющие стратифицировать пациентов и оптимизировать маршрутизацию в системе ведомственной реабилитации. Предложен оригинальный алгоритм маршрутизации, учитывающий профессиональные требования к функциональному статусу, который внедрён в практику ФКУЗ «Главный клинический госпиталь МВД России». Полученные результаты имеют существенное значение для развития ведомственной кардиореабилитации и повышения эффективности медицинской помощи сотрудникам силовых структур. Подход применим в других ведомственных и региональных системах реабилитации, где требуется учёт профессиональных требований к функциональному статусу и возвращению к трудовой деятельности.

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES:

1. Алекаян, Б.Г. Современные тенденции в лечении острого коронарного синдрома / Б. Г. Алекаян // Кардиология. - 2021. - Т. 61, № 3. - С. 4–11.
Alekyan, B.G. Current Trends in the Treatment of Acute Coronary Syndrome / B.G. Alekyan // Cardiology. - 2021. - Vol. 61, No. 3. - Pp. 4–11. (In Russ.).
2. Антонович, Ж.В. Оценка реабилитационного потенциала у пациентов после инфаркта миокарда: проблемы и перспективы / Ж. В. Антонович, Е. П. Какорина // Вестник восстановительной медицины. - 2019. - № 5. - С. 33–39.
Antonovich, Zh.V. Evaluation of Rehabilitation Potential in Patients after Myocardial Infarction: Problems and Prospects / Zh.V. Antonovich, E.P. Kakorina // Bulletin of Restorative Medicine. - 2019. - No. 5. - Pp. 33–39. (In Russ.).
3. Аронов, Д.М. Реабилитация больных с сердечно-сосудистыми заболеваниями: современное состояние проблемы / Д. М. Аронов // Лечебное дело. - 2021. - № 2. - С. 14–23.
Aronov, D.M. Rehabilitation of Patients with Cardiovascular Diseases: Current State of the Problem / D.M. Aronov // General Medicine. - 2021. - No. 2. - Pp. 14–23. (In Russ.).
4. Бобровницкий И.П. Роль восстановительной медицины в решении национальных целей по здоровьесбережению населения и повышению удовлетворенности участников сво условиями для медицинской реабилитации. Russian Journal of Environmental and Rehabilitation Medicine. 2025;1:3-17.
Bobrovniksky I.P. The role of restorative medicine in achieving national goals for public health and increasing participant satisfaction with their conditions for medical rehabilitation. Russian Journal of Environmental and Rehabilitation Medicine. 2025;1:3-17. (In Russ.).
5. Бобровницкий, И.П. Восстановительная медицина как научное направление системы санаторно-курортного лечения / И. П. Бобровницкий, А. Д. Фесюн, М. Ю. Яковлев // Вестник Медицинского института непрерывного образования. - 2022. - № 2. - С. 28–33.
Bobrovniksky, I.P. Restorative medicine as a scientific direction in the system of spa treatment / I. P. Bobrovniksky, A. D. Fesyun, M. Yu. Yakovlev // Bulletin of the Medical Institute of Continuous Education. - 2022. - No. 2. - Pp. 28-33. (In Russ.).
6. Бокерия, Л.А. Рентгенэндоваскулярная диагностика и лечение заболеваний сердца и сосудов в Российской Федерации - 2017 / Л. А. Бокерия, Б. Г. Алекаян. - М.: НМИЦ ССХ им. А. Н. Бакулева, 2018. - 148 с.
Bokeria, L.A. X-ray endovascular diagnostics and treatment of diseases of the heart and blood vessels in the Russian Federation - 2017 / L. A. Bokeria, B. G. Alekyan. - Moscow: A. N. Bakulev National Medical Research Center of Cardiovascular Surgery, 2018. - 148 p. (In Russ.).
7. Бубнова, М.Г. Реабилитация и вторичная профилактика у больных с ишемической болезнью сердца: практические аспекты / М. Г. Бубнова // Кардиоваскулярная терапия и профилактика. - 2019. - Т. 18, № 4. - С. 78–86.
Bubnova, M. G. Rehabilitation and Secondary Prevention in Patients with Ischemic Heart Disease: Practical Aspects / M. G. Bubnova // Cardiovascular Therapy and Prevention. - 2019. - Vol. 18, No. 4. - Pp. 78-86. (In Russ.).
8. Васильева, Т.Н. Учёт профессиональных факторов риска в программах реабилитации лиц опасных профессий / Т. Н. Васильева [и др.] // Медицина труда и промышленная экология. - 2024. - Т. 64, № 1. - С. 12–18.
Vasilyeva, T. N. Consideration of Professional Risk Factors in Rehabilitation Programs for Persons in Hazardous Occupations / T. N. Vasilyeva [et al.] // Occupational Medicine and Industrial Ecology. - 2024. - Vol. 64, No. 1. - Pp. 12-18. (In Russ.).
9. Епифанов, В.А. Медицинская реабилитация: руководство для врачей / В. А. Епифанов. - 2-е изд., перераб. и доп. - М.: МЕДпресс-информ, 2010. - 568 с.
Epifanov, V. A. Medical Rehabilitation: A Guide for Physicians / V. A. Epifanov. - 2nd ed., revised and enlarged. - Moscow: MEDpress inform, 2010. - 568 p. (In Russ.).
10. Золотухин, Н.Н. Острый коронарный синдром у сотрудников МВД. Стационарный этап лечения и медицинской реабилитации / Н. Н. Золотухин // Вестник восстановительной медицины. - 2020. - № 3 (97). - С. 50–56.

- Zolotukhin, N.N. Acute coronary syndrome in employees of the Ministry of Internal Affairs. Inpatient treatment and medical rehabilitation / N.N. Zolotukhin // Bulletin of restorative medicine. - 2020. - No. 3 (97). - Pp. 50-56. (In Russ.).
11. Золотухин, Н.Н. Лечение и медицинская реабилитация при остром коронарном синдроме на стационарном этапе / Н. Н. Золотухин, А. В. Коньков // Вестник Медицинского института непрерывного образования. - 2022. - № 3. - С. 8–11.
Zolotukhin, N.N. Treatment and medical rehabilitation for acute coronary syndrome at the inpatient stage / N.N. Zolotukhin, A.V. Konkov // Bulletin of the Medical Institute of Continuous Education. - 2022. - No. 3. - Pp. 8-11. (In Russ.).
12. Золотухин, Н.Н. Острый коронарный синдром: лечение и медицинская реабилитация в Главном клиническом госпитале МВД России / Н. Н. Золотухин // Медицинский вестник МВД. - 2022. - Т. 116, № 1. - С. 46–48.
Zolotukhin, N.N. Acute coronary syndrome: treatment and medical rehabilitation at the Main Clinical Hospital of the Ministry of Internal Affairs of Russia / N. N. Zolotukhin // Medical Bulletin of the Ministry of Internal Affairs. - 2022. - Vol. 116, No. 1. - Pp. 46-48. (In Russ.).
13. Котельникова, Е.В. Эпидемиология инфаркта миокарда в России: динамика и прогноз / Е. В. Котельникова // Российский кардиологический журнал. - 2022. - Т. 27, № 1. - С. 5–13.
Kotelnikova, E. V. Epidemiology of myocardial infarction in Russia: dynamics and prognosis / E. V. Kotelnikova // Russian Journal of Cardiology. - 2022. - Vol. 27, No. 1. - Pp. 5-13. (In Russ.).
14. Кузнецов, М. Л. Эффективность поэтапной физической реабилитации после острого коронарного синдрома: проспективное исследование / М. Л. Кузнецов [и др.] // Восстановительная медицина и реабилитация. - 2023. - № 3. - С. 22–29.
Kuznetsov, M. L. Efficiency of step-by-step physical rehabilitation after acute coronary syndrome: a prospective study / M. L. Kuznetsov [et al.] // Rehabilitation Medicine and Rehabilitation. - 2023. - No. 3. - Pp. 22-29. (In Russ.).
15. Оганов, Р. Г. Профилактика сердечно-сосудистых заболеваний: возможности практического здравоохранения / Р. Г. Оганов, Г. Я. Масленникова // Кардиоваскулярная терапия и профилактика. - 2017. - Т. 16, № 1. - С. 5–9.
Oganov, R. G. Prevention of Cardiovascular Diseases: Possibilities of Practical Healthcare / R. G. Oganov, G. Ya. Maslennikova // Cardiovascular Therapy and Prevention. - 2017. - Vol. 16, No. 1. - Pp. 5-9. (In Russ.).
16. Олейник, Б. А. Летальность и доступность медицинской помощи при остром коронарном синдроме: региональные различия / Б. А. Олейник, В. И. Стародубова, В. А. Евдакова // Клиническая медицина. - 2023. - Т. 101, № 6. - С. 412–419.
Oleynik, B. A. Mortality and Availability of Medical Care in Acute Coronary Syndrome: Regional Differences / B. A. Oleynik, V. I. Starodubova, V. A. Evdakova // Clinical Medicine. - 2023. - Vol. 101, No. 6. - Pp. 412-419. (In Russ.).
17. Пелищенко Т.Г., Нагорнев С.Н., Круглова Л.С. Применение международной классификации функционирования, ограничения жизнедеятельности и здоровья для оценки эффективности реабилитации пациентов с полипозным риносинуситом, ассоциированным с бронхиальной астмой. Russian Journal of Environmental and Rehabilitation Medicine. 2024;2: 35-45.
Pelichenko T.G., Nagornev S.N., Kruglova L.S. Application of the International Classification of Functioning, Disability, and Health to Assess the Effectiveness of Rehabilitation of Patients with Polypous Rhinosinusitis Associated with Bronchial Asthma. Russian Journal of Environmental and Rehabilitation Medicine. 2024;2:35-45. (In Russ.).
18. Петров, И. А. Психосоциальный статус и качество жизни сотрудников силовых структур после перенесённого острого коронарного синдрома / И. А. Петров [и др.] // Военно-медицинский журнал. - 2021. - Т. 342, № 8. - С. 45–51.
Petrov, I. A. Psychoemotional status and quality of life of law enforcement officers after acute coronary syndrome / I. A. Petrov [et al.] // Military Medical Journal. - 2021. - Vol. 342, No. 8. - Pp. 45-51. (In Russ.).
19. Погосова, Н. В. Программы кардиореабилитации: стандарты и нерешённые вопросы / Н. В. Погосова, С. А. Бойцов, Ю. М. Поздняков // Кардиология. - 2019. - Т. 59, № S3. - С. 4–12.
Pogosova, N. V. Cardiac rehabilitation programs: standards and unresolved issues / N. V. Pogosova, S. A. Boytsov, Yu. M. Pozdnyakov // Cardiology. - 2019. - Vol. 59, No. S3. - Pp. 4-12. (In Russ.).
20. Погосова, Н. В. Реабилитация пациентов с сердечно-сосудистыми заболеваниями в амбулаторных условиях: современные подходы / Н. В. Погосова [и др.] // Профилактическая медицина. - 2020. - Т. 23, № 5-2. - С. 83–89.
Pogosova, N. V. Rehabilitation of Patients with Cardiovascular Diseases in Outpatient Settings: Modern Approaches / N. V. Pogosova [et al.] // Preventive Medicine. - 2020. - Vol. 23, No. 5 2. - Pp. 83–89. (In Russ.).
21. Погосова, Н. В. Стратификация риска и персонализация программ реабилитации у пациентов с ишемической болезнью сердца / Н. В. Погосова [и др.] // Кардиология и сердечно-сосудистая хирургия. - 2021. - Т. 14, № 2. - С. 92–98. (In Russ.).
Pogosova, N. V. Risk Stratification and Personalization of Rehabilitation Programs in Patients with Ischemic Heart Disease / N. V. Pogosova [et al.] // Cardiology and Cardiovascular Surgery. - 2021. - Vol. 14, No. 2. - Pp. 92–98. (In Russ.).
22. Приказ Минздрава России от 31 июля 2020 г. № 788н «Об утверждении Порядка организации медицинской реабилитации взрослых» // Минздрав России. - М., 2020.
Order of the Ministry of Health of the Russian Federation dated July 31, 2020 No. 788n "On Approval of the Procedure for Organizing Medical Rehabilitation of Adults" // Ministry of Health of the Russian Federation. - Moscow, 2020. (In Russ.).
23. Постановление Правительства Российской Федерации от 15 декабря 2018 г. № 1563 «О порядке финансового обеспечения медицинской помощи в федеральных органах исполнительной власти, в которых предусмотрена военная и приравненная к ней служба» // Собр. законодательства Рос. Федерации. - 2018. - № 52. - Ст. 8165.
Resolution of the Government of the Russian Federation of December 15, 2018 No. 1563 "On the Procedure for Financial Support of Medical Care in Federal Executive Bodies Providing for Military and Equivalent Service" // Coll. Legislation of the Russian Federation. - 2018. - No. 52. - Article 8165. (In Russ.).
24. Magnavita, N. Cardiovascular risk assessment and health surveillance in police officers: a systematic review / N. Magnavita, S. Garbarino // International Archives of Occupational and Environmental Health. - 2018. - Vol. 91, No. 5. - P. 547–561. - DOI: 10.1007/s00420-018-1307-9.
25. Piepoli, M. F. 2016 European Guidelines on cardiovascular disease prevention in clinical practice / M. F. Piepoli [et al.] // European Heart Journal. - 2016. - Vol. 37, No. 29. - P. 2315–2381. - DOI: 10.1093/eurheartj/ehw106.
26. Proia, F. A sharp analysis on the asymptotic behavior of the Durbin–Watson statistic for the first-order autoregressive process / F. Proia // Statistics & Probability Letters. - 2013. - Vol. 83, No. 1. - P. 193–199. - DOI: 10.1016/j.spl.2012.08.014.
27. Taylor, R. S. Exercise-based cardiac rehabilitation for coronary heart disease / R. S. Taylor [et al.] // Cochrane Database of Systematic Reviews. - 2018. - Issue 1. - Art. No. CD001800. - DOI: 10.1002/14651858.CD001800.pub4.

28. World Health Organization. Global atlas on cardiovascular disease prevention and control. - Geneva: WHO, 2011. - 168 p.
29. Zivot, E. Asymptotic tests for serial correlation in autoregressive processes with applications to unit root tests / E. Zivot // Journal of Time Series Analysis. - 2000. - Vol. 21, No. 6. - P. 697–715. - DOI: 10.1111/1467-9892.00198.

OPTIMIZATION OF MEDICAL REHABILITATION CARE FOR ACS PATIENTS IN THE DEPARTMENTAL HEALTHCARE SYSTEM

N. N. Zolotukhin ^{1,2,3}, I.P. Bobrovniksky ^{1,4,5}

¹Federal State Budgetary Institution "National Medical Research Center for High Medical Technologies - A.A. Vishnevsky Central Military Clinical Hospital" of the Ministry of Defence of the Russian Federation, Krasnogorsk, Russian Federation

²Federal State Treasury Healthcare Institution (FKUZ) "Main Clinical Hospital" of the Ministry of Internal Affairs of the Russian Federation, Moscow, Russian Federation

³Medical Institute of Continuing Education, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Russian Biotechnological University (Rosbiotech)", Moscow, Russian Federation

⁴Research Institute of General Pathology and Pathophysiology, Moscow, Russian Federation

⁵Institute of Biomedical Problems, Russian Academy of Sciences, Moscow, Russian Federation

Abstract. The aim of the study was to improve the organization and validate an optimized system for providing medical care for the rehabilitation of law enforcement officers who had suffered acute coronary syndrome (ACS). The study included 805 patients with ACS (227 employees of the Ministry of Internal Affairs and 578 retired employees of the Ministry of Internal Affairs) who underwent treatment and rehabilitation at the Main Clinical Hospital of the Ministry of Internal Affairs of Russia from 2015 to 2025. Laboratory, instrumental, and statistical methods were used, including the determination of biomarkers (troponin I, CRP, D-dimer, lipid profile), coronary angiography, percutaneous coronary intervention, and physical rehabilitation according to a stepped program. Statistical processing was performed in IBM SPSS Statistics 23 and Microsoft Excel 2016 using the Kolmogorov–Smirnov test, Mann–Whitney U test, factor analysis using principal components with varimax rotation, regression analysis, and the Durbin–Watson test. Acute myocardial infarction (AMI) was the most common among MIA employees – 65% (147 out of 227), while unstable angina (UA) was the most common among MIA retirees – 57% (328 out of 578). The need for the second stage of medical rehabilitation (MR II) was 37% among employees and 20% among retirees. Factor analysis identified three syndrome-forming factors (total variance 64.5%): ischemic necrotic (28.7%), inflammatory cellular (19.3%), and metabolic (16.5%). Regression models revealed different sets of predictors for the groups: total protein and APTT ($R^2 = 0.472$) for employees and triglycerides and troponin I ($R^2 = 0.452$) for retirees. The prognostic value of troponin I for invasive tactics was confirmed by the odds ratio (OR) = 3.12 (95% CI: 2.07–4.71; $p < 0.001$). A differentiated approach to the rehabilitation of patients with ACS in departmental medicine was developed, based on risk stratification and professional status, and a routing algorithm adapted to the requirements of the department and implemented in the practice of the Federal Health Institution "City Clinical Hospital of the Ministry of Internal Affairs of Russia". The results are significant for restorative medicine and improving the effectiveness of rehabilitation in closed medical systems.

Keywords: acute coronary syndrome; medical rehabilitation; risk stratification; departmental medicine; Ministry of Internal Affairs; prognostic models; factor analysis; regression analysis.

Сведения об авторах

Золотухин Николай Николаевич – канд. мед. наук, доцент, главный врач-терапевт, Главный клинический госпиталь МВД России; E-mail: znn1971@gmail.com. ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-1807-4660>

Бобровницкий Игорь Петрович – д-р мед. наук, профессор, чл.-корр. РАН, заместитель начальника филиала №2 по научно-исследовательской работе ФГБУ «НМИЦ ВМТ им. А.А. Вишневецкого» Минобороны России. ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-1807-4660>

ОРИГИНАЛЬНАЯ СТАТЬЯ

УДК 615.8: 616.89: 159.9.072

ИНФОРМАЦИОННО-ПРЕДИКТИВНЫЙ АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ
ПРИМЕНЕНИЯ БИНАУРАЛЬНЫХ ВОЗДЕЙСТВИЙ У ПАЦИЕНТОВ С НЕРВНО-
ПСИХИЧЕСКИМ НАПРЯЖЕНИЕМ

Гормаш А.И.^{1*}, Соболев А.В.¹, Нагорнев С.Н.²

¹ФБГУ «СМК «Подмосковье»» МО РФ

²Филиал № 2 ФБГУ «НМИЦ ВМТ им. А.А. Вишневого» МО РФ

РЕЗЮМЕ.

Статья посвящена идентификации предикторов эффективности бинауральной терапии при коррекции нервно-психического напряжения (НПН) у военнослужащих на основе многофакторного регрессионного анализа. В проспективном рандомизированном контролируемом исследовании с участием 56 военнослужащих основной группы проведен анализ исходных клинико-функциональных и лабораторных показателей как потенциальных предикторов результативности курса бинауральной терапии. Методами множественной линейной и логистической регрессии с пошаговым включением переменных построены прогностические модели для количественных (итоговые баллы по шкалам Немчина и Гамильтона) и бинарных исходов (эффективность выше/ниже медианы). Установлено, что снижение общего уровня НПН наиболее тесно связано с исходными показателями вегетативной регуляции (индекс напряжения Баевского, LF/HF) и нейрогуморального статуса (индекс ДГЭА С/кортизол); модель характеризуется высоким коэффициентом детерминации ($R^2=0,906$) и площадью под ROC-кривой ($AUC=0,905$). В свою очередь, редукция тревожности по шкале Гамильтона предиктируется исходным уровнем реактивной тревожности и временем восстановления после пробы Мартине–Кушелевского ($R^2=0,860$; $AUC=0,968$). Полученные модели демонстрируют отличную дискриминативную способность и позволяют на основе доступных исходных данных индивидуализировать назначение бинауральной терапии, выделяя группы пациентов с неблагоприятным прогнозом, нуждающихся в комбинированных или продленных реабилитационных программах. Результаты обосновывают внедрение предиктивного подхода в практику медико-психологического сопровождения военнослужащих с НПН.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: бинауральная терапия, прогностическая модель, множественная регрессия, нервно-психическое напряжение, вариабельность сердечного ритма, индекс ДГЭА С/кортизол, проба Мартине–Кушелевского, реактивная тревожность, ROC-анализ.

Введение

В условиях современного геополитического кризиса и связанной с ним специальной военной операции (СВО) проблема нервно-психического напряжения (НПН) приобретает беспрецедентную медико-социальную значимость. СВО, длящаяся с 2022 года, стала не только военно-политическим, но и глубинным психотравмирующим фактором, затронувшим миллионы людей как непосредственно в зоне боевых действий, так и за ее пределами. Согласно данным ряда авторов, с посттравматическим стрессовым расстройством (ПТСР) после боевых действий возвращаются 20% военных [1, 2]. При этом, как показали результаты выполненного исследования, распространенность симптомов тревоги и депрессии может достигать 75,7% и 51,4% соответственно [3]. В другом исследовании среди 97 ветеранов боевых конфликтов у 12% ветеранов СВО диагностирован ПТСР, тогда как 77% имели различные варианты невротических расстройств, связанных со стрессом [4].

Однако СВО оказывает психологическое воздействие не только на непосредственных участников боевых действий. Социологические исследования фиксируют резкий рост уровня тревожности и

* Адрес для переписки: Гормаш Александр Иванович, e-mail: kk_pm_26@mil.ru

Цитирование. Золотухин Н.Н., Бобровицкий И.П. Оптимизация системы медицинской помощи по реабилитации пациентов с окс в ведомственной системе здравоохранения. Russian Journal of Environmental and Rehabilitation Medicine. 2026. 3:192-202.

Citation Gormash A.I., Sobolev A.V., Nagornev S.N. Information and predictive analysis of the effectiveness of binaural influences in patients with nervous-mental tension. Russian Journal of Environmental and Rehabilitation Medicine. 2026. 3: 192-202.

депрессивных состояний среди населения России в целом. Так, по данным мониторинга Института психологии РАН, клинический уровень симптоматики депрессии по самоотчетам респондентов наблюдается у 32%, а тревоги – у 18% опрошенных [5]. В 2025 году, по данным опросов, значительная часть россиян (56%) признались, что чувствуют себя «очень уставшими» от СВО. Большинство респондентов, отмечающих у себя раздражение, страх или тоску, связывают это преимущественно со «спецоперацией», общей обстановкой в стране и мире, а также личными и семейными проблемами [6]. Таким образом, СВО стала мощнейшим хроническим стрессором, формирующим устойчивый фон нервно-психического напряжения у широких слоев населения. В ответ на этот вызов в России развернута многоуровневая система психологической помощи. В научной литературе представлены модели амбулаторной психологической помощи участникам СВО и их семьям, а также рассматриваются подходы к психологической реабилитации комбатантов и членов их семей [7, 8]. Однако существующие методы психокоррекции не всегда достаточно эффективны, а их применение часто носит эмпирический, а не персонализированный характер [9-11].

В контексте острой потребности в доступных, безопасных и эффективных методах коррекции нервно-психического напряжения особый интерес представляют методы аудиальной нейромодуляции, среди которых центральное место занимают бинауральные ритмы (binaural beats). Бинауральные ритмы представляют собой психоакустический феномен, возникающий при предъявлении каждому уху двух тонов с незначительно различающейся частотой; при этом в слуховой системе формируется восприятие третьего тона, частота которого равна разности частот исходных сигналов [12, 13]. Бинауральные ритмы воспринимаются в диапазоне примерно 1–30 Гц, что совпадает с основными частотными диапазонами электроэнцефалограммы человека [14]. Теоретической основой применения бинауральных воздействий служит гипотеза о синхронизации мозговых волн (brainwave entrainment), согласно которой внешняя стимуляция определенной частоты приводит к тому, что электрическая активность мозга начинает колебаться с той же частотой [15]. Ранние работы Oster G. [12] и Lane J.D. et al. [16] заложили фундамент для понимания физиологических коррелятов этого феномена, а последующие исследования расширили представления о его потенциальных терапевтических эффектах.

Накопленные к настоящему времени данные свидетельствуют о потенциальной эффективности бинауральных ритмов в снижении уровня стресса, тревожности и депрессивной симптоматики. В исследовании, посвященном альфа-частотным бинауральным ритмам (8–12 Гц), было продемонстрировано значительное увеличение активности альфа-волн, коррелировавшее со снижением субъективного уровня стресса [17]. Систематический обзор и мета-анализ рандомизированных контролируемых исследований показал, что тета-частотная бинауральная терапия (4–8 Гц) ассоциируется с уменьшением болевых ощущений и тревожности [18]. Экспериментальные работы также подтверждают влияние бинауральных ритмов на регуляцию вегетативной нервной системы: терапия бинауральными ритмами тета- (6 Гц), альфа- (10 Гц) и бета-частот (25 Гц) способствовала снижению частоты сердечных сокращений и артериального давления [19]. Применение бинауральной пульсовой модуляции у пациентов с тревогой и депрессией сопровождалось редукцией субъективного дистресса и изменениями в показателях количественной ЭЭГ и функциональной МРТ [20]. В ряде исследований бинауральные ритмы рассматриваются как перспективное неинвазивное вмешательство для снижения стресса, не имеющее побочных эффектов, характерных для фармакологических методов [21, 22].

Несмотря на обнадеживающие результаты, данные литературы остаются неоднозначными. Систематические обзоры показывают, что доказательства в пользу бинауральных ритмов как стратегии управления стрессом не являются убедительными, а оптимальные протоколы (частота и режим воздействия) окончательно не определены [23, 24]. Указанная неоднозначность может быть обусловлена выраженной индивидуальной вариабельностью ответа на аудиальную стимуляцию. В этой связи особую актуальность приобретает поиск предикторов эффективности бинауральных воздействий – исходных клинических, психологических и психофизиологических характеристик пациентов, позволяющих прогнозировать положительный отклик на терапию. Однако применительно к бинауральной нейромодуляции подобные исследования единичны, а системного информационно-предиктивного анализа с применением современных методов не проводилось.

Связи с вышеизложенным, целью настоящего исследования явилось построение информационной модели прогноза эффективности использования бинауральной терапии в коррекции нервно-психического напряжения с оценкой ее диагностической точности и выделением наиболее информативных исходных биомаркеров-предикторов.

Материалы и методы исследования

Работа выполнена как проспективное рандомизированное контролируемое исследование в параллельных группах с соблюдением принципов надлежащей клинической практики (ICH GCP) и требований ГОСТ Р ИСО 14155-2014. Исследование проводилось на базе ФГБУ «Санаторно-курортный комплекс «Подмосковье»» Минобороны России. В исследовании приняли участие 113 военнослужащих мужского пола с верифицированным диагнозом «нервно-психическое напряжение» (код R45.0 по МКБ-10). Средний возраст – $33,7 \pm 0,49$ года (диапазон 22–52 года). Группа здоровых добровольцев ($n=39$, средний

возраст $31,5 \pm 0,62$ года) сформирована для определения референсных значений. Все участники подписали добровольное письменное информированное согласие.

Критерии включения в исследование: верифицированный диагноз НПН (R45.0); возраст от 18 до 55 лет; наличие добровольного информированного согласия.

Критерии невключения: возраст младше 18 лет; женский пол; наличие тяжелой соматической патологии (заболевания сердечно-сосудистой, дыхательной, пищеварительной, выделительной систем в стадии декомпенсации); выраженные отклонения лабораторных показателей, требующие дополнительного обследования и указывающие на наличие недиагностированного патологического состояния; психические заболевания в анамнезе (включая судорожные расстройства, психозы, наркоманию); эпилепсия и другие состояния, сопровождающиеся повышенной судорожной готовностью (в соответствии с противопоказаниями к аудиовизуальной стимуляции) [25].

Критерии исключения из исследования: отказ участника от дальнейшего прохождения процедур; несоблюдение врачебных предписаний и протокола исследования; участие в другом клиническом исследовании одновременно; возникновение побочных явлений в ходе реабилитации.

Методом простой фиксированной рандомизации пациенты распределены на контрольную группу ($n=57$), получавшую базовую терапию, и основную группу ($n=56$), пациенты которой кроме базовой терапии получали курс процедур с бинауральными воздействиями.

Базовая терапия включала проведение ЛФК (ежедневно по 30–40 мин) и психотерапию (3 раза в неделю по 50 мин). Бинауральная терапия состояла из 18 процедур, проводимых с помощью на аппаратно-программного комплекса «ПРАК» (рег. уд. № РЗН 2024/23669) с использованием альфа- (8–13 Гц) и тета-диапазонов (4–8 Гц) [25, 26]. Первые 10 процедур проводили в режиме дважды в день с интервалом 4–6 ч, последующие 8 процедур – ежедневно по одному сеансу. Длительность процедуры составляла 25–30 мин, пациенты находились в стереонаушниках закрытого типа, в тихом помещении с приглушенным светом [25].

Оценка эффективности базировалась на динамике изучаемых показателей, для чего все параметры определяли дважды: исходно (за 1–2 дня до начала курса) и на следующий день после его окончания. Для количественной оценки выраженности нервно-психического напряжения использовалась шкала Т.А. Немчина [27], а уровень тревожности определяли с помощью опросника Спилбергера–Ханина (ситуативная и личностная тревожность) и клинической шкалы тревожности Гамильтона (HAM-A1).

Физиологическое обследование включало анализ вариабельности сердечного ритма (BCP), который проводили на аппаратно-программном комплексе «Варикард» (регистрационное удостоверение № ФСР 2008/03109) в положении сидя после 10-минутного отдыха; запись длилась 5 минут, и в соответствии со стандартами Европейского общества кардиологии [28] оценивали такие показатели, как SDNN, RMSSD, pNN50, мощность высокочастотного (HF) и низкочастотного (LF) компонентов спектра, их соотношение LF/HF, а также интегральный индекс напряжения Баевского (ИН).

Гемодинамические параметры – частоту сердечных сокращений и артериальное давление (систолическое и диастолическое) – измеряли трехкратно автоматическим тонометром Omron M3 Expert, после чего рассчитывали индекс Робинсона (двойное произведение) как $(\text{ЧСС} \times \text{САД})/100$ [29]. Для оценки адаптационных резервов сердечно-сосудистой системы проводили пробу Мартине–Кушелевского (20 приседаний за 30 секунд) с определением типа реакции и времени восстановления [30].

Лабораторное обследование выполнялось натощак в утренние часы: в венозной крови определяли уровень кортизола (нмоль/л) и дегидроэпиандростерона сульфата (ДГЭА-С, мкг/мл) методом электрохемилюминесцентного иммуноанализа на анализаторе Cobas 6000, а также показатели оксидативного статуса – малоновый диальдегид (МДА, нмоль/мл), активность супероксиддисмутазы (СОД, ед./мг Hb) и каталазы (мкат/л) – спектрофотометрическими методами. На основании полученных данных дополнительно вычисляли интегральный индекс стрессоустойчивости как отношение ДГЭА-С к кортизолу, умноженное на 100 [31], и коэффициент оксидативного стресса (КОС), отражающий баланс между прооксидантными процессами и антиоксидантной защитой [32].

Таким образом, комплексное обследование охватывало психоэмоциональную, вегетативную, гемодинамическую и метаболическую сферы, что позволило в дальнейшем провести многофакторный регрессионный анализ для выявления наиболее значимых предикторов эффективности бинауральной терапии.

Статистический анализ полученных данных проводили с использованием пакетов MedCalc Portable v.20.013 и Statistica 10.0 (StatSoft Inc., США). На первом этапе оценивали характер распределения количественных признаков по критерию Шапиро–Уилка; при соответствии нормальному закону данные представляли в виде среднего арифметического и стандартной ошибки среднего ($M \pm m$), а для сравнения внутри групп применяли парный t-критерий Стьюдента, для межгрупповых различий – независимый t-критерий. В случаях отклонения от нормальности использовали медиану и межквартильный размах, а также непараметрические критерии Уилкоксона и Манна–Уитни.

Для выявления предикторов эффективности бинауральной терапии был выполнен регрессионный анализ. В качестве зависимых переменных рассматривали как количественные показатели (итоговые баллы по шкале Немчина и шкале Гамильтона после курса), так и бинарные исходы, где эффективность по каждой

шкале кодировалась как «0» при минимальном эффекте (значения ниже медианы) и «1» при максимальном (значения выше медианы). Независимыми переменными, измеренными до лечения, служили: соотношение LF/HF, индекс напряжения Баевского, индекс ДГЭА-С/кортизол ($\times 100$), уровень реактивной тревожности и время восстановления по пробе Мартине–Кушелевского.

Для количественных зависимых переменных применяли множественную линейную регрессию с пошаговым включением предикторов (прямой метод, переменная вводилась при $p < 0,5$ и удалялась при $p > 0,95$); для бинарных исходов использовали логистическую регрессию с аналогичным алгоритмом отбора.

Качество полученных моделей оценивали по коэффициенту детерминации R^2 и скорректированному R^2 для линейной регрессии, а для логистической – по критерию χ^2 для полной модели, псевдо- R^2 Кокса–Снелла и Нагелкерке, а также по тесту Хосмера–Лемешоу (согласие модели считали приемлемым при $p > 0,05$). Дискриминативную способность как самих моделей, так и отдельных предикторов оценивали с помощью ROC-анализа с расчетом площади под кривой (AUC) и ее 95% доверительного интервала.

Для выявления взаимосвязей между динамикой различных показателей выполняли корреляционный анализ по Спирмену (r). Различия считали статистически значимыми при $p < 0,05$.

Результаты исследования

Для выявления наиболее информативных исходных параметров, определяющих эффективность бинауральной терапии, на данных основной группы ($n = 56$) проведен многофакторный регрессионный анализ. В качестве зависимых переменных рассматривали итоговые баллы по шкале Немчина и шкале тревожности Гамильтона после курса (количественные исходы), а также бинарные показатели эффективности, где значение «1» соответствовало результату выше медианы, «0» – ниже медианы. Независимыми переменными (предикторами) служили исходные значения: LF/HF, индекс напряжения Баевского, индекс ДГЭА-С/кортизол ($\times 100$), реактивная тревожность и время восстановления по пробе Мартине–Кушелевского.

Для итогового балла по шкале Немчина значимыми предикторами оказались исходные LF/HF, индекс напряжения Баевского и индекс ДГЭА-С/кортизол (табл. 1).

Уравнение множественной линейной регрессии имеет вид:

$$Y = -1,51 + 3,374 \times X_1 + 0,195 \times X_2 - 28,12 \times X_3,$$

где Y (зависимая переменная) – значение шкалы Немчина после лечения, X_1 – LF/HF, X_2 – индекс напряжения Баевского, X_3 – индекс ДГЭА-С/кортизол ($\times 100$).

Модель характеризуется высоким коэффициентом детерминации ($R^2 = 0,9060$, скорректированный $R^2 = 0,9006$), множественным коэффициентом корреляции $R = 0,9518$ и остаточным стандартным отклонением 3,6583. Дисперсионный анализ подтвердил статистическую значимость модели ($F = 167,04$; $p < 0,0001$). Критерий Шапиро–Уилка для остатков подтвердил их нормальное распределение ($W = 0,9607$; $p = 0,0452$). Параметр «реактивная тревожность» не был включен в модель ввиду статистической незначимости.

Таблица 1. Параметры множественной линейной регрессии для итогового балла по шкале Немчина

Переменная	Коэффициент	Стандартная ошибка	t-критерий	Уровень значимости (p)	Частная корреляция
Константа	-1,5088	–	–	–	–
LN / FN	3,3736	1,1681	2,888	0,0056	0,3718
ИН Баевского	0,1950	0,06435	3,031	0,0038	0,3875
ДГЭА-С / Кортизол ($\times 100$)	-28,1186	10,7920	-2,606	0,0119	-0,3398

Для итогового балла по шкале тревожности Гамильтона в линейную регрессионную модель вошли: исходный индекс ДГЭА-С/кортизол, реактивная тревожность и время восстановления по пробе Мартине–Кушелевского (табл. 2).

С учетом эмпирических коэффициентов, приведенных в таблице 2, прогностическая модель множественной линейной регрессии принимает вид:

$$Y = -9,507 - 3,37 \times X_1 + 0,146 \times X_2 + 0,053 \times X_3,$$

где Y – итоговый балл по шкале тревожности Гамильтона, X_1 – индекс ДГЭА-С/кортизол ($\times 100$), X_2 – реактивная тревожность (баллы), X_3 – время восстановления (с). Коэффициент детерминации $R^2 = 0,8599$ (скорректированный 0,8489), $F = 78,27$ ($p < 0,0001$).

Таблица 2. Параметры множественной линейной регрессии для итогового балла по шкале Гамильтона

Переменная	Коэффициент	Стандартная ошибка	t-критерий	Уровень значимости (p)	Частная корреляция

Константа	–9,5067	–	–	–	–
ДГЭА-С / Кортизол (×100)	–3,3699	5,5309	–0,609	0,5450	–0,08501
Реактивная тревожность	0,1463	0,05938	2,464	0,0171	0,3262
Проба Мартине– Кушелевского	0,05288	0,02344	2,256	0,0284	0,3012

В связи с возможными ограничениями линейных моделей, а также для получения бинарного прогноза эффективности, был применен логистический регрессионный анализ.

Для бинарной эффективности по шкале Немчина (код «1» – результат выше медианы) значимыми предикторами оказались исходные индекс напряжения Баевского и индекс ДГЭА-С/кортизол (табл. 3). Уравнение логистической регрессии:

$$\text{logit}(P) = -18,15 + 0,028 \times X_1 + 32,23 \times X_2,$$

где: $\text{logit}(P)$ – логарифм отношения шансов (логарифмический коэффициент) для вероятности реализации высокой эффективности бинауральной терапии по шкале Немчина, X_1 – индекс напряжения Баевского, X_2 – индекс ДГЭА-С/кортизол (×100). Модель статистически значима ($\chi^2 = 35,18$; $p < 0,0001$), псевдо- R^2 по Коксу–Снеллу = 0,4664, по Нагелькерке = 0,6222. Тест Хосмера–Лемешоу подтвердил хорошее согласие модели с данными ($\chi^2 = 4,34$; $p = 0,8248$). Площадь под ROC-кривой (AUC) для модели составила 0,905 (95% ДИ: 0,797–0,967).

Таблица 3. Параметры логистической регрессии для бинарной эффективности по шкале Немчина

Переменная	Коэффициент (β)	Стандартная ошибка	Критерий Вальда (Wald χ^2)	Уровень значимости p
Константа	–18,15150	14,19923	1,6342	0,2011
ИН Баевского	0,027691	0,00452	0,3842	0,0378
ДГЭА-С / Кортизол (×100)	32,22986	14,59968	4,8734	0,0273

Для бинарной эффективности по шкале Гамильтона логистическая регрессия выявила значимость двух предикторов: исходного времени восстановления при проведении пробы Мартине–Кушелевского и реактивной тревожности (табл. 4). Уравнение:

$$\text{logit}(P) = 63,16 - 0,424 \times X_1 + 0,524 \times X_2,$$

где $\text{logit}(P)$ – логарифм отношения шансов для вероятности реализации высокой эффективности бинауральной терапии по критерию снижения тревожности (шкала Гамильтона), X_1 – время восстановления при проведении пробы Мартине–Кушелевского (с), X_2 – реактивная тревожность по тесту Спилбергера–Ханина (баллы). Модель высоко значима ($\chi^2 = 52,57$; $p < 0,0001$), псевдо- $R^2 = 0,6089$ (Кокс–Снелл) и 0,8122 (Нагелькерке), тест Хосмера–Лемешоу – $p = 0,9386$. AUC модели = 0,968 (95% ДИ: 0,883–0,997). Параметры LF/HF и индекс ДГЭА-С/кортизол не достигли статистической значимости и были исключены.

Таблица 4. Параметры логистической регрессии для бинарной эффективности по шкале Гамильтона

Переменная	Коэффициент (β)	Стандартная ошибка	Критерий Вальда (Wald χ^2)	Уровень значимости p
Константа	63,15731	31,33410	4,0627	0,0438
Проба Мартине– Кушелевского	–0,42372	0,16837	6,3334	0,0118
Реактивная тревожность	0,52413	0,24786	5,9841	0,0387

Для оценки прогностической значимости отдельных переменных проведен ROC-анализ. Для модели эффективности по шкале Немчина наибольший вклад вносил индекс ДГЭА-С/кортизол (AUC = 0,897), для модели эффективности по шкале Гамильтона – проба Мартине–Кушелевского (AUC = 0,944). Сводные показатели качества моделей представлены на рис. 1 и 2 и в табл. 5.

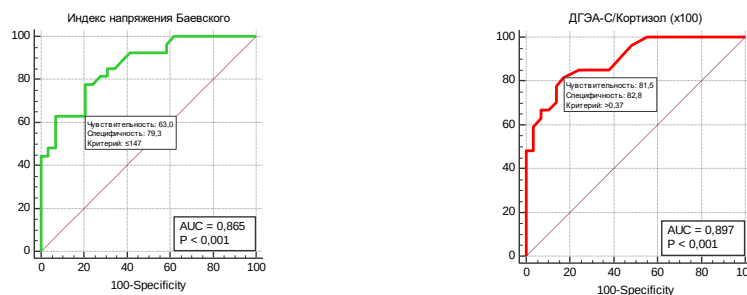


Рисунок 1 – ROC-кривые, отражающие чувствительность и специфичность выделенных предикторов эффективности (ИН Баевского и ДГЭА-С / Кортизол (×100)) в логистической регрессионной модели по шкале Немчина



Рисунок 2 – ROC-кривые, отражающие чувствительность и специфичность выделенных предикторов эффективности (Проба Мартине–Кушелевского и Реактивная тревожность) в логистической регрессионной модели по шкале Гамильтона

Таблица 5. Показатели качества регрессионных моделей

Зависимая переменная	Модель	R ² / псевдо-R ²	Критерий	p модели	AUC (95% ДИ)	Тест Хосмера–Лемешоу (p)
Шкала Немчина (количественная)	Линейная	R ² =0,9060	F=167,04	<0,0001	–	–
Шкала Гамильтона (количественная)	Линейная	R ² =0,8599	F=78,27	<0,0001	–	–
Эффективность по шкале Немчина (бинарная)	Логистическая	Нагелькерке =0,6222	χ ² =35,18	<0,0001	0,905 (0,797–0,967)	0,8248
Эффективность по шкале Гамильтона (бинарная)	Логистическая	Нагелькерке =0,8122	χ ² =52,57	<0,0001	0,968 (0,883–0,997)	0,9386

Таким образом, построенные регрессионные модели позволяют на основе исходных клинко-функциональных и лабораторных данных прогнозировать индивидуальную эффективность бинауральной терапии у военнослужащих с нервно-психическим напряжением. Наибольший вклад в прогноз снижения общего уровня напряжения (шкала Немчина) вносят показатели вегетативной регуляции (индекс напряжения Баевского, LF/HF) и нейрогуморального статуса (индекс ДГЭА-С/кортизол). Для уменьшения тревожности (шкала Гамильтона) ключевыми предикторами служат исходный уровень реактивной тревожности и функциональный резерв сердечно-сосудистой системы по данным пробы Мартине–Кушелевского. Высокие значения AUC (0,905 и 0,968) подтверждают отличную дискриминативную способность полученных прогностических моделей.

Обсуждение

Проведенное исследование показало, что эффективность бинауральной терапии у военнослужащих с нервно-психическим напряжением может быть предсказана на основе исходных показателей вегетативной регуляции, нейрогуморального статуса и функциональных резервов организма. Полученные регрессионные модели с высокой точностью (AUC 0,905–0,968) позволяют индивидуализировать подход к назначению

бинауральной терапии, что особенно важно в условиях ограниченных ресурсов медико-психологического сопровождения [33, 34].

В ходе множественного регрессионного анализа установлено, что исходные показатели variability сердечного ритма – индекс напряжения Баевского и соотношение LF/HF – являются значимыми предикторами итогового уровня нервно-психического напряжения по шкале Немчина [27, 33]. Оба этих показателя отражают степень централизации управления сердечным ритмом и баланс между симпатическим и парасимпатическим звеньями вегетативной регуляции. Индекс напряжения Баевского, широко используемый в отечественной физиологии, характеризует вовлечение центральных контуров регуляции в поддержание гемодинамики; его высокие исходные значения свидетельствуют о преобладании симпатикотонии и напряжении адаптационных механизмов [33].

Полученные данные согласуются с представлениями о том, что variability сердечного ритма служит физиологическим маркером стресса и резильентности: высокая variability, особенно показатели RMSSD и мощность высокочастотного компонента (HF), отражает здоровый парасимпатический тонус и адаптивную способность системы [28, 35]. В контексте бинауральной терапии известно, что воздействие в тета- и альфа-диапазонах способствует усилению парасимпатической активации и симпатическому отступлению [26, 36]. Таким образом, пациенты с исходно более выраженной симпатикотонией (высокий индекс напряжения Баевского и LF/HF) имеют, согласно нашей модели, худший прогноз по снижению нервно-психического напряжения, что может быть связано с необходимостью более длительной или интенсивной терапии для перестройки вегетативного баланса.

Наиболее сильным предиктором эффективности как по шкале Немчина, так и (в количественной модели) по шкале Гамильтона оказался интегральный индекс ДГЭА-С/кортизол [31]. Это соотношение рассматривается в современной литературе как фундаментальная метрика аллостатического состояния организма и ключевой маркер устойчивости к стрессу [37, 38]. Кортизол, являясь основным катаболическим гормоном стресса, при хронической гиперсекреции оказывает деструктивное влияние на гиппокамп и другие структуры ЦНС, тогда как ДГЭА-С обладает протективными, нейропротективными и анаболическими свойствами [39, 40].

Наши данные показывают, что чем выше исходное соотношение ДГЭА-С/кортизол (то есть чем больше преобладание анаболических, антистрессорных механизмов над катаболическими), тем ниже итоговый уровень тревожности и нервно-психического напряжения после курса бинауральной терапии. Это согласуется с исследованиями, в которых соотношение кортизол/ДГЭА рассматривается как более информативный предиктор стрессовых исходов, чем каждый из гормонов в отдельности [37, 38, 40]. Высокое соотношение ДГЭА-С/кортизол ассоциируется с лучшей психологической резильентностью и способностью восстанавливать баланс между этими гормонами после стрессового события. Таким образом, исходный нейрогуморальный профиль отражает «запас прочности» гипоталамо-гипофизарно-надпочечниковой оси и ее способность к адаптации под влиянием немедикаментозных вмешательств.

Для прогноза эффективности бинауральной терапии в отношении тревожности (шкала Гамильтона) ключевым предиктором оказалось время восстановления после пробы Мартине–Кушелевского [30]. Этот показатель отражает адаптационные возможности сердечно-сосудистой системы и скорость возвращения гемодинамических параметров к исходному уровню после физической нагрузки. Более длительное время восстановления, согласно нашей модели, ассоциируется с меньшей эффективностью терапии (отрицательный коэффициент в уравнении логистической регрессии). Это указывает на то, что пациенты с исходно сниженными функциональными резервами требуют более интенсивных или длительных реабилитационных программ. Полученный результат согласуется с данными о том, что вегетативная дисрегуляция, проявляющаяся в том числе замедленным восстановлением после нагрузки, является важным компонентом хронического стресса и может ограничивать ответ на терапевтические вмешательства [35, 36].

Примечательным выступает тот факт, что реактивная тревожность (по тесту Спилбергера–Ханина) вошла в качестве значимого предиктора только в модели для шкалы Гамильтона (как количественной, так и бинарной), но не для шкалы Немчина [41]. Это может отражать разницу в конструктах, измеряемых этими шкалами: шкала Гамильтона ориентирована преимущественно на клинически выраженную тревожность, тогда как шкала Немчина оценивает более общий уровень нервно-психического напряжения, включающий вегетативные и соматические компоненты [27]. Таким образом, исходный уровень реактивной тревожности является специфическим предиктором именно тревожного компонента дистресса, что подтверждает необходимость дифференцированного подхода к прогнозированию эффективности.

Обращает на себя внимание различие в наборе предикторов, вошедших в линейные и логистические регрессионные модели. Для шкалы Немчина линейная модель включила LF/HF, индекс напряжения Баевского и индекс ДГЭА-С/кортизол, тогда как логистическая модель (бинарный исход) сохранила только два последних, исключив LF/HF. Это различие объясняется тем, что линейная регрессия предсказывает точное изменение зависимой переменной, тогда как логистическая регрессия оценивает шанс попадания в группу с высокой эффективностью, и некоторые переменные, значимые для точного прогноза, могут не вносить вклад в бинарную классификацию [42]. Тем не менее, высокая согласованность моделей ($R^2 = 0,906$

и $AUC = 0,905$ для шкалы Немчина; $R^2 = 0,860$ и $AUC = 0,968$ для шкалы Гамильтона) свидетельствует о надежности выделенных предикторов.

Полученные нами результаты в целом согласуются с современными представлениями о механизмах бинауральной нейромодуляции. Ряд авторов показали, что бинауральные ритмы способны влиять на активность гипоталамо-гипофизарно-надпочечниковой оси, снижая уровень кортизола и улучшая психоэмоциональное состояние [14, 18, 43]. В работах Федорова с соавт. продемонстрирована эффективность бинауральных воздействий при коррекции синдрома хронической усталости и посттравматических стрессовых расстройств, что подтверждает универсальность механизмов, связанных с вегетативной и нейрогуморальной регуляцией [26, 44]. Однако, в отличие от большинства предшествующих исследований, мы не ограничились констатацией факта эффективности, а провели количественный анализ предикторов, что позволяет перейти от эмпирического назначения к персонализированному подходу.

Разработанные прогностические модели могут быть использованы в клинической практике для стратификации пациентов с нервно-психическим напряжением перед назначением курса бинауральной терапии. Пациенты с неблагоприятным прогностическим профилем (высокий индекс напряжения Баевского, низкое соотношение ДГЭА-С/кортизол, длительное время восстановления после нагрузки, высокая реактивная тревожность) могут нуждаться в комбинированных программах реабилитации или в более длительных курсах бинауральной терапии [34].

Вместе с тем, необходимо учитывать ограничения настоящего исследования. Относительно небольшой объем выборки ($n=56$ в основной группе) требует подтверждения полученных результатов на более крупных популяциях [42]. Кроме того, исследование проводилось на мужчинах-военнослужащих, что ограничивает генерализацию выводов на женскую популяцию и гражданских лиц [34]. Отсутствие долгосрочного наблюдения не позволяет оценить устойчивость достигнутых эффектов. Наконец, в работе не проводилось сравнение с другими методами нейромодуляции (например, транскраниальной магнитной стимуляцией или нейрофидбеком), что могло бы уточнить место бинауральной терапии в арсенале средств коррекции нервно-психического напряжения.

В целом, полученные результаты вносят вклад в понимание механизмов, определяющих индивидуальную вариабельность ответа на бинауральную терапию. Выявленные предикторы – показатели вегетативной регуляции, нейрогуморального статуса и функциональных резервов – отражают ключевые звенья патогенеза нервно-психического напряжения [45-48] и могут служить основой для персонализированного подхода в реабилитации военнослужащих. Дальнейшие исследования должны быть направлены на валидацию полученных моделей в независимых выборках и изучение долгосрочных исходов.

Заключение

Проведенное исследование показало, что эффективность бинауральной терапии у военнослужащих с нервно-психическим напряжением может быть достоверно предсказана на основе исходных показателей вегетативной регуляции, нейрогуморального статуса и функциональных резервов сердечно-сосудистой системы. Разработанные регрессионные модели обладают высокой прогностической способностью, что подтверждается их дискриминативными характеристиками. Снижение общего уровня напряжения наиболее тесно связано с исходным вегетативным балансом и индексом стрессоустойчивости ДГЭА-С/кортизол, тогда как редукция тревожности определяется преимущественно уровнем реактивной тревожности и функциональным состоянием сердечно-сосудистой системы. Выявленные различия диктуют необходимость дифференцированного прогнозирования и персонализации реабилитационных программ. Полученные результаты дополняют представления о системных сапогенетических механизмах бинауральной терапии и создают объективные инструменты для стратификации пациентов в практике медико-психологического сопровождения военнослужащих. Дальнейшие исследования должны быть направлены на валидацию моделей в более широких выборках и оценку долгосрочной устойчивости эффектов.

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES:

1. Шарифуллина Р.Г. Факторы развития посттравматического стрессового расстройства (ПТСР) у участников специальной военной операции. Научный Лидер. 2026;20(273):291-294.
Sharifullina R.G. "Factors in the Development of Post-Traumatic Stress Disorder (PTSD) in Participants of a Special Military Operation." Scientific Leader. 2026; 20(273):291-294. (In Russ.).
2. Бучинская С.Д. Особенности поведения участников боевых действий, имеющих посттравматическое стрессовое расстройство. Молодежная наука: тенденции развития. 2025; 3:68-74.
Buchinskaya S.D. "Behavioral Characteristics of Combat Participants with Post-Traumatic Stress Disorder." Youth Science: Development Trends. 2025; 3:68-74. (In Russ.).
3. Методические рекомендации для комплексной диагностики психических расстройств, связанных с травмирующим стрессом: методические рекомендации / Резник А.М., Рябинина Д.А., Зоркина Я.А. и др. М.: ГБУЗ «ПКБ № 1 ДЗМ», 2025:36.
Guidelines for the Comprehensive Diagnosis of Mental Disorders Associated with Traumatic Stress: Guidelines / Reznik A.M., Ryabinina D.A., Zorkina Ya.A., et al. Moscow: State Budgetary Healthcare Institution "Public Clinical Hospital No. 1 of the Moscow Health Department", 2025:36.

4. Пашнин С.Л., Давыдова Е.В., Альтман Д.Ш. и др. Цитометрические особенности клеточного компартмента иммунной системы участников современных боевых конфликтов. Медицинская иммунология. 2025;27(5):1087-1098. Pashnin S.L., Davydova E.V., Altman D.Sh., et al. Cytometric Features of the Cellular Compartment of the Immune System in Participants of Modern Combat Conflicts. Medical Immunology. 2025; 27(5):1087-1098.
5. Нестик Т.А. Психологическое состояние российского общества в условиях СВО. Социодиггер. 2023. URL: <https://sociodigger.ru> (дата обращения: 11.07.2026). Nestik T.A. The Psychological State of Russian Society in the Context of the Second Military War. Sociodigger. 2023. URL: <https://sociodigger.ru> (Accessed: 11.07.2026).
6. Шушпанова И.С. Динамика социально-экономических настроений россиян в условиях СВО: социологическое измерение. Наука. Культура. Общество. 2025;31(1):36-49. Shushpanova I.S. Dynamics of Socioeconomic Attitudes of Russians in the Context of the Special Military Operation: A Sociological Dimension. Science. Culture. Society. 2025; 31(1): 36-49.
7. Максимова Н.В., Петрова Р.В., Преображенская Е.В. Роль психолога в реабилитации участников СВО и их семей на примере серии клинических случаев. Вестник психотерапии. 2025;96:93-103. Maksimova, N.V., Petrova, R.V., Preobrazhenskaya, E.V. The Role of a Psychologist in the Rehabilitation of Special Military Operation Participants and Their Families: A Case Series. Bulletin of Psychotherapy. 2025; 96: 93-103.
8. Алиева В.Р. Исследование проблем социально-психологической реабилитации участников и ветеранов боевых действий с синдромом посттравматического стрессового расстройства. В сборнике: Социокультурные и психологические проблемы современной семьи: актуальные вопросы сопровождения и поддержки. Материалы IX Международной научно-практической конференции. Чебоксары, 2023:42-49. Alieva, V.R. A Study of the Problems of Social and Psychological Rehabilitation of Combat Participants and Veterans with Post-Traumatic Stress Disorder. In: Sociocultural and Psychological Problems of the Modern Family: Current Issues of Support and Assistance. Proceedings of the IX International Scientific and Practical Conference. Cheboksary, 2023: 42-49.
9. Кадиева Р.И., Давудова А.Р. Современные подходы и технологии психологического сопровождения семей участников (ветеранов) специальной военной операции. Russian Journal of Education and Psychology. 2024;15(6-2):205-232. Kadieva, R.I., Davudova, A.R. Modern Approaches and Technologies for Psychological Support for the Families of Special Military Operation Participants (Veterans). Russian Journal of Education and Psychology. 2024;15(6-2):205-232.
10. Сабанов З.М., Рамонова Л.Х. Медико-социальные аспекты реабилитации участников СВО. Гуманитарные, социально-экономические и общественные науки. 2026;4:132-138. Sabanov Z.M., Ramonova L.Kh. Medical and social aspects of the rehabilitation of special military operation participants. Humanities, socio-economic and social sciences. 2026;4:132-138.
11. Шемпелева Н.И., Пестова И.В., Трифонова Н.И. Психологические ресурсы семьи как условие адаптации ветеранов (участников) специальной военной операции. Вестник практической психологии образования. 2026;23(1-2):61-75. Shempeleva N.I., Pestova I.V., Trifonova N.I. Psychological resources of the family as a condition for the adaptation of veterans (participants) of a special military operation. Bulletin of practical psychology of education. 2026;23(1-2):61-75.
12. Oster G. Auditory beats in the brain. Scientific American. 1973;229(4):94-103.
13. Pratt H., Starr A., Michalewski H.J., Dimitrijevic A., Bleich N., Mittelman N. A comparison of auditory evoked potentials to acoustic beats and to binaural beats. Hearing Research. 2010;262(1-2):34-44.
14. Garcia-Argibay M., Santet M.A., Reales J.M. Efficacy of binaural auditory beats in cognition, anxiety, and pain perception: a meta-analysis. Psychol Res. 2019; 83(2): 357-372.
15. Thut G., Schyns P.G., Gross J. Entrainment of perceptually relevant brain oscillations by non-invasive rhythmic stimulation of the human brain Frontiers in Psychology. 2011;2. Art. 170. doi: 10.3389/fpsyg.2011.00170.
16. Lane J.D., Kasian S.J., Owens J.E., Marsh G.R. Binaural auditory beats affect vigilance performance and mood. Physiology & Behavior. 1998;63(2):249-252.
17. Sasikala M., Balamurugan S.S., Hemanth R.V. et al. Stress Mitigation Through Alpha Wave Enhancement Using Binaural Auditory Beats. International Conference on Biomedical Engineering and Sustainable Healthcare (ICBMESH). Manipal, India, 2025:1-5. doi: 10.1109/ICBMESH66209.2025.11182188.
18. Fatima I., Zaidi S., Sundus H., et al. Efficacy of theta binaural beat therapy on pain, cognition and anxiety in adults: A systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. Explore (NY). 2026;22(5):103471.doi: 10.1016/j.explore.2026.103471.
19. Yang, SY., Wang, JY., Liu, C. et al. Effects of binaural beat therapy with different frequencies on autonomic nervous system regulation among college students. BMC Complement Med Ther. 2025; 25.206.doi.org/10.1186/s12906-025-04922-x
20. Leisman G., Wallach J., Machado-Ferrer Y. et al. The effect of binaural pulse modulation (B.P.M) on brain state in depression and anxiety: a case series. J Med Case Reports . 2024;18. 574. doi.org/10.1186/s13256-024-04888-3
21. Madhumitha T.K., Esther V., Ravishankar P.L. et al. Effectiveness of binaural beats in alleviating anxiety during periodontal flap surgery: A randomized controlled trial. Journal of Indian Society of Periodontology. 2025;29(5):522-528.
22. Vaheb S., Hatef B., Mirani A. et al. Effects of binaural beats on acute stress recovery and autonomic regulation in multiple sclerosis: a pilot double-blind randomized controlled trial. Neurol Sci. 2026; 47, 573. doi.org/10.1007/s10072-026-09164-4
23. Platt J., & Hammond L. Is non-clinical, personal use of binaural beats audio an effective stress-management strategy? A systematic review of randomised control trials. Advances in Mental Health. 2025;23(2):258-286.
24. Askarpour H., Mirzaee F., Habibi F. et al. Binaural Beats' Effect on Brain Activity and Psychiatric Disorders: A Literature Review. The Open Public Health Journal. 2024;17. doi.org/10.2174/0118749445332258241008103504.
25. Бобровницкий И.П., Нагорнев С.Н., Разумов А.Н., Федоров С.А. Применение аудиовизуального комплекса «ПРАК» в реабилитации пациентов с психосоматическими нарушениями: методическое руководство (под общ. ред. акад. РАН А.Н. Разумова). М.: ООО «Постатор»; 2024:76. Bobrovnikitsky I.P., Nagornev S.N., Razumov A.N., Fedorov S.A. Use of the audiovisual complex "PRAK" in the rehabilitation of patients with psychosomatic disorders: a methodological guide (under the general editorship of Academician of the Russian Academy of Sciences A.N. Razumov). Moscow: ООО "Postator"; 2024:76. (In Russ.).
26. Федоров С.А., Нагорнев С.Н., Фролков В.К. Механизмы реализации биологического потенциала бинауральных воздействий при проведении коррекции синдрома хронической усталости. Russian Journal of Environmental and Rehabilitation Medicine. 2025; 1: 103-112.

- Fedorov S.A., Nagornev S.N., Frolkov V.K. Mechanisms for realizing the biological potential of binaural stimulation in the correction of chronic fatigue syndrome. Russian Journal of Environmental and Rehabilitation Medicine. 2025; 1: 103–112. (In Russ.).
27. Немчин Т.А. Состояния нервно-психического напряжения. Л.: Изд-во Ленингр. ун-та; 1983: 167.
Nemchin T.A. States of neuropsychic stress. Leningrad: Publishing house of Leningrad University; 1983: 167. (In Russ.).
28. Heart rate variability. Standards of measurement, physiological interpretation, and clinical use. Task Force of the European Society of Cardiology and the North American Society of Pacing and Electrophysiology. Eur Heart J. 1996 Mar;17(3):354-381.
29. Шаренкова Л.А., Горячая Н.А., Колодий Н.Г., Мищенко И.В. Оценка состояния сердечно-сосудистой системы организмов студентов-медиков лечебной группы здоровья на начало учебного года по индексу Робинсона. Обществознание и социальная психология. 2023; 6-3 (50): 55-59.
Sharenkova L.A., Goryanaya N.A., Kolodiy N.G., Mishchenko I.V. Assessment of the state of the cardiovascular system of the body of medical students of the treatment health group at the beginning of the academic year using the Robinson index. Social Science and Social Psychology. 2023; 6-3 (50): 55-59. (In Russ.).
30. Кондратьева Е.И., Сологубова Т.И., Мухамедова Д.Б., Шкляр А.В. Проба Мартине-Кушелевского и оценка функционального состояния сердечно-сосудистой системы студентов КРСУ. Бюллетень науки и практики. 2025; 11 (1): 195-199.
Kondratieva E.I., Sologubova T.I., Mukhamedova D.B., Shklyar A.V. Martine-Kushelevsky test and assessment of the functional state of the cardiovascular system of KRSU students. Bulletin of Science and Practice. 2025; 11 (1): 195-199. (In Russ.).
31. Ковязина Н.А., Алхутова Н.А. Индекс ДГЭАС/кортизол как маркер стресс-индуцированного преждевременного старения. Клиническая лабораторная диагностика. 2019; 64 (3): 140-144.
Kovyazina N.A., Alkhutova N.A. The DHEAS/cortisol index as a marker of stress-induced premature aging. Clinical Laboratory Diagnostics. 2019; 64 (3): 140-144.
32. Корчина Т.Я., Корчин В.И. Взаимосвязи между элементарным статусом и показателями окислительного метаболизма у жителей Ханты-Мансийского автономного округа с некачественной водоподготовкой. Здоровье населения и среда обитания - ЗНиСО. 2022;30(4):14-21.
Korchina T.Ya., Korchin V.I. Relationships between elemental status and oxidative metabolism indices in residents of the Khanty-Mansi Autonomous Okrug with poor water treatment. Population Health and Habitat - ZNiSO. 2022; 30 (4): 14-21. (In Russ.).
33. Баевский Р.М., Иванов Г.Г., Гаврилушкин А.П. и др. Анализ вариабельности сердечного ритма при использовании различных электрокардиографических систем (часть 1). Вестник аритмологии. 2002;24:65-86.
Baevsky R.M., Ivanov G.G., Gavrilushkin A.P., et al. Analysis of heart rate variability using various electrocardiographic systems (Part 1). Herald of Arrhythmology. 2002;24:65–86.
34. Долгих С.В., Кирсанова А.А., Ковлен Д.В., Соболев А.В. Организация медицинской и медико-психологической реабилитации в санаторно-курортных организациях Минобороны России. Вопросы курортологии, физиотерапии и лечебной физической культуры. 2023;100(4):5–13.
Dolgikh S.V., Kirsanova A.A., Kovlen D.V., Sobolev A.V. Organization of medical and medical-psychological rehabilitation in health resort organizations of the Russian Ministry of Defense. Issues of Balneology, Physiotherapy, and Therapeutic Physical Culture. 2023;100(4):5–13.
35. Thayer J.F., Lane R.D. The role of vagal function in the risk for cardiovascular disease and mortality. Biol Psychol. 2007; 74 (2): 224-242.
36. McConnell P.A., Froeliger B., Garland E.L., Ives J.C., Sforzo G.A. Auditory driving of the autonomic nervous system: Listening to theta-frequency binaural beats post-exercise increases parasympathetic activation and sympathetic withdrawal. Front Psychol. 2014; 5: 1248. doi: 10.3389/fpsyg.2014.01248.
37. Kamin H.S., Kertes D.A. Cortisol and DHEA in development and psychopathology. Horm Behav. 2017; 89: 69-85.
38. Markopoulou K., Papadopoulos A., Juruena M.F. et al. The ratio of cortisol/DHEA in treatment resistant depression. Psychoneuroendocrinology. 2009;34(1):19–26.
39. Goodyer I.M., Herbert J., Tamplin A., Altham P.M.E. Recent life events, cortisol, dehydroepiandrosterone and the onset of major depression in high-risk adolescents. British Journal of Psychiatry. 2000;177(6):499-504.
40. Lau W.K.W., Tai A.P.L., Chan J.N.M. et al. Integrative psycho-biophysiological markers in predicting psychological resilience. Psychoneuroendocrinology. 2021;129. 105267. doi: 10.1016/j.psyneuen.2021.105267.
41. Ханин Ю.Л. Краткое руководство к шкале реактивной и личностной тревожности Ч.Д. Спилберга. Л., 1976:18.
Khanin Yu.L. Brief guide to the scale of reactive and personal anxiety of C.D. Spielberger. L., 1976:18.
42. Ingendoh R.M., Posny E.S., Heine A. Binaural beats to entrain the brain? A systematic review of the effects of binaural beat stimulation on brain oscillatory activity, and the implications for psychological research and intervention. PloS one. 2023;18(5).e0286023. doi:10.1371/journal.pone.0286023
43. Wabbeh H., Calabrese C., Zwickey H. Binaural beat technology in humans: a pilot study to assess psychologic and physiologic effects. The Journal of Alternative and Complementary Medicine: Paradigm, Practice, and Policy Advancing Integrative Health. 2007;13(1):25-32.
44. Федоров С.А., Нагорнев С.Н., Фролков В.К. Возможности применения метода бинауральных воздействий у пациентов с посттравматическими стрессовыми расстройствами// Физиотерапия, бальнеология и реабилитация. 2025; 24 (4): 41-52.
Fedorov S.A., Nagornev S.N., Frolkov V.K. Possibilities of using the binaural stimulation method in patients with post-traumatic stress disorders// Physiotherapy, balneology, and rehabilitation. 2025; 24 (4): 41–52. (In Russ.).
45. Осинина А.Т., Нестерова Э.А., Мазовка Д.А., Гнездилова О.А. Роль антиоксидантных систем в защите клеток от окислительного стресса при хроническом стрессе. Парадигма. 2025; 5-1: 68-77.
Osinina A.T., Nesterova E.A., Mazovka D.A., Gnezdilova O.A. The role of antioxidant systems in protecting cells from oxidative stress during chronic stress. Paradigm. 2025; 5-1: 68-77. (In Russ.).
46. Фудин Н.А., Кидалов В.Н., Наумова Э.М., Валентинов Б.Г. Саногенез с клеточных позиций. Вестник новых медицинских технологий. Электронное издание. 2015; 4: 24.

- Fudin N.A., Kidalov V.N., Naumova E.M., Valentinov B.G. Sanogenesis from a cellular perspective. Bulletin of new medical technologies. Electronic publication. 2015; 4: 24. (In Russ.).
47. Сорокин О.Г., Ушаков И.Б., Щербина Н.В., Нагорнев С.Н. Метод количественной оценки адаптационного состояния организма и возможности практического его использования. Валеология. 1996;2:38-41.
Sorokin O.G., Ushakov I.B., Shcherbina N.V., Nagornev S.N. A method for quantitatively assessing the adaptive state of the body and the possibilities of its practical use. Valeology. 1996;2:38-41. (In Russ.).
48. Пелищенко Т.Г., Нагорнев С.Н., Круглова Л.С. Применение международной классификации функционирования, ограничения жизнедеятельности и здоровья для оценки эффективности реабилитации пациентов с полипозным риносинуситом, ассоциированным с бронхиальной астмой. Russian Journal of Environmental and Rehabilitation Medicine. 2024;2: 35-45.
Pelichenko T.G., Nagornev S.N., Kruglova L.S. Application of the International Classification of Functioning, Disability, and Health to Assess the Effectiveness of Rehabilitation of Patients with Polypous Rhinosinusitis Associated with Bronchial Asthma. Russian Journal of Environmental and Rehabilitation Medicine. 2024;2:35-45. (In Russ.).

INFORMATION AND PREDICTIVE ANALYSIS OF THE EFFECTIVENESS OF BINAURAL INFLUENCES IN PATIENTS WITH NERVOUS-MENTAL TENSION

Gormash A.I.¹, Sobolev A.V.¹, Nagornev S.N.²

¹Federal State Budgetary Institution "SCC "Podmoskovie"" of the Ministry of Defense of the Russian Federation

²Branch No. 2 of the Federal State Budgetary Institution "A.A. Vishnevsky National Medical Research Center for Military Medicine" of the Ministry of Defense of the Russian Federation

Abstract. The article is devoted to the identification of predictors of the effectiveness of binaural therapy in the correction of neuropsychic stress (NPS) in military personnel based on multivariate regression analysis. In a prospective randomized controlled study involving 56 military personnel of the main group, an analysis of initial clinical, functional and laboratory parameters as potential predictors of the effectiveness of a course of binaural therapy was carried out. Using multiple linear and logistic regression methods with stepwise inclusion of variables, predictive models were built for quantitative (final scores on the Nemchin and Hamilton scales) and binary outcomes (efficiency above/below the median). It was found that a decrease in the overall level of NPN is most closely related to the initial indicators of autonomic regulation (Baevsky tension index, LF/HF) and neurohumoral status (DHEA C/cortisol index); the model is characterized by a high coefficient of determination ($R^2=0.906$) and area under the ROC curve ($AUC=0.905$). In turn, the reduction of anxiety on the Hamilton scale is predicted by the initial level of reactive anxiety and the recovery time after the Martinet-Kushelevsky test ($R^2=0.860$; $AUC=0.968$). The resulting models demonstrate excellent discriminatory ability and allow, based on the available initial data, to individualize the prescription of binaural therapy, identifying groups of patients with an unfavorable prognosis who require combined or extended rehabilitation programs. The results justify the introduction of a predictive approach into the practice of medical and psychological support for military personnel with NPD.

Keywords: binaural therapy, prognostic model, multiple regression, neuropsychic tension, heart rate variability, DHEA C/cortisol index, Martinet-Kushelevsky test, reactive anxiety, ROC analysis.

Сведения об авторах

Гормаш Александр Иванович – начальник филиала «Дом отдыха «Подмосковье» ФГБУ «СКК «Подмосковье»» МО РФ; E-mail: kk_pt_26@mil.ru. ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0008-3383-5457>

Соболев Андрей Валентинович – д-р мед. наук, начальник ФБГУ «СКК «Подмосковье»» МО РФ; E-mail: skk_pt_39@mil.ru. ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-0186-8165>

Нагорнев Сергей Николаевич – д-р мед. наук, профессор, врач-методист методического отделения филиала № 2 ФБГУ «НМИЦ ВМТ им. А.А. Вишневецкого» МО РФ; E-mail: drnag@mail.ru. ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-1190-1440>

ОРИГИНАЛЬНАЯ СТАТЬЯ

УДК: 616-001.17-08:615.838+615.35

СИНЕРГИЗМ ФИЗИОТЕРАПЕВТИЧЕСКИХ ТЕХНОЛОГИЙ И
БИОРЕПАРАНТОВ НА ОСНОВЕ ПОЛИДЕЗОКСИРИБОНУКЛЕОТИДОВ В
ЛЕЧЕНИИ ТЕРМИЧЕСКИХ ОЖОГОВ КОЖИ

Данилов А.А.^{1*}, Фролков В.К.², Нагорнев С.Н.³, Бобровницкий И.П.³

¹Общество с ограниченной ответственностью «Лав Клиник», г. Москва

²ФГБУ РНЦХ им. акад. Б.В. Петровского, г. Москва

³Филиал № 2 ФБГУ «НМИЦ ВМТ им. А.А. Вишневого» МО РФ, г. Москва

РЕЗЮМЕ.

В статье представлены результаты сравнительного анализа эффективности различных схем консервативного лечения термических ожогов кожи. В исследование включены 100 пациентов (4 группы по 25 человек), получавших базовую терапию (Группа 1), комбинацию озонотерапии и переменного магнитного поля (ПемП) (Группа 2), инъекционный биорепарат на основе полидезоксирибонуклеотидов (ПДРН) (Группа 3) и сочетанное применение озона, ПемП и ПДРН (Группа 4). Оценивались динамика площади раневого дефекта, выраженность болевого синдрома (по ВАШ), маркеры системного воспаления (лейкоциты, СРБ, ИЛ-6, ФНО- α) и показатели перекисного окисления липидов (МДА, каталаза, СОД, индекс окислительного стресса). Доказано, что сочетанное применение физиотерапевтических методов и ПДРН демонстрирует выраженный синергетический эффект, ускоряя эпителизацию, подавляя острую фазу системного воспаления и эффективно купируя оксидативный стресс.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: термический ожог, полидезоксирибонуклеотиды, озонотерапия, переменное магнитное поле, воспалительная реакция, перекисное окисление липидов, синергизм.

Введение.

Термические ожоги кожи являются одной из проблем современной комбустиологии, поскольку они в быту встречаются достаточно часто, в основном носят поверхностный характер и незначительны по площади повреждения кожных покровов, что требует, как правило, только амбулаторного лечения [1–3]. В настоящее время разработано много методов терапевтического воздействия на патогенетические реакции термического ожога, однако если он затрагивает открытые участки тела, возникают и косметологические проблемы, требующие привлечение хирургов или массивной медикаментозной интервенции [4–5]. Однако пластическая хирургия требует от врача высокой квалификации и соответствующего опыта, что встречается не так часто, тогда как применение нескольких лекарственных средств рано или поздно приведет к проблеме полипрагмазии [6]. Поскольку только в Российской Федерации каждый год с термическими ожогами бытового характера в поликлиники обращается несколько сотен тысяч человек, разработка новых, более эффективных методов терапевтического и косметологического обеспечения этих пациентов остается весьма актуальной задачей.

Патогенез термической травмы характеризуется сложным каскадом системных и локальных реакций, в основе которых лежит активация воспалительных процессов и оксидативного стресса. Термическое повреждение тканей инициирует высвобождение провоспалительных цитокинов – интерлейкина-1 β , интерлейкина-6, фактора некроза опухоли- α , которые опосредуют системный воспалительный ответ и участвуют в формировании гиперметаболического состояния [7]. Одновременно с этим происходит массивная генерация активных форм кислорода, индуцирующих повреждение клеточных

* Адрес для переписки: Данилов Алексей Анатольевич, e-mail: XLG@inbox.ru

Цитирование. Данилов А.А., Фролков В.К., Нагорнев С.Н., Бобровницкий И.П. Синергизм физиотерапевтических технологий и биорепа­рантов на основе полидезоксирибонуклеотидов в лечении термических ожогов кожи. Russian Journal of Environmental and Rehabilitation Medicine. 2026. 3:203-215.

Citation Danilov A.A., Frolkov V.K., Nagornev S.N., Bobrovniksky I.P. Synergism of physiotherapeutic technologies and polydeoxyribonucleotide-based bioreparants in the treatment of thermal skin burns. Russian Journal of Environmental and Rehabilitation Medicine. 2026. 3: 203-215.

мембран, белков и нуклеиновых кислот. Оксидативный стресс, развивающийся вследствие дисбаланса между продукцией прооксидантов и активностью ферментов антиоксидантной защиты, выступает не только как фактор прогрессирования тканевого повреждения, но и как модулятор воспалительной реакции через активацию ядерного фактора каппа-В (NF-κB), что приводит к дополнительной экспрессии провоспалительных цитокинов [8, 9]. Таким образом, воспаление и оксидативный стресс представляют собой взаимосвязанные патогенетические звенья, определяющие тяжесть ожоговой травмы и скорость последующей репарации.

Естественно, что столь сложная организация патогенетических реакций термического ожога априори предполагает полимодальное воздействие, которое, в случае применения медикаментозных средств, повышает риск развития побочных реакций в силу лекарственной полипрагмазии. Определенной альтернативой в этом плане выступает комплексное применение методов аппаратной физиотерапии, которые обладают как специфическими эффектами, такими как противовоспалительный [10], антиоксидантный [11], иммуномодулирующий [12], а также неспецифическим действием: активирующим влиянием на чувствительность тканей к инсулину, что обеспечивает усиление энергообеспечения саногенетических реакций [13]. Более того, комбинированная физиотерапия зачастую реализует свой лечебный потенциал за счет супрааддитивного (взаимопотенцирующего) взаимодействия лечебных факторов, что в ряде случаев значительно усиливает терапевтический эффект [14]. Этот феномен характерен для факторов принципиально разной физической природы и места воздействия, что необходимо учитывать при разработке физиотерапевтического комплекса.

Ранее нами в условиях хронического эксперимента у белых крыс с термическими ожогами было установлено, что высокой эффективностью обладают такие физиотерапевтические факторы, как озонотерапия и переменное магнитное поле, терапевтический потенциал которых усиливается при их совместном применении с гелем на основе полидезоксирибонуклеотидов (ПДРН) – фрагментов ДНК [15]. При этом озон обладает выраженным противовоспалительным и антимикробным действием, а также повышает активность антиоксидантных ферментов [16, 17], тогда как переменное магнитное поле стимулирует системные механизмы саногенеза, включая оптимизацию энергетического обмена за счет повышения чувствительности тканей к инсулину и активизирует ангиогенез [18-20]. В то же время ПДРН стимулируют регенерацию клеток и поддержание их нормальной функции, активируют рецепторы аденозина A2A, снижают воспаление и запускают ангиогенез, усиливают экспрессию генов, отвечающих за синтез коллагена I и III типов. Применение ПДРН при лечении глубоких повреждений кожи имеет ряд преимуществ перед другими методами, поскольку они обеспечивают быстрое закрытие дефекта за счет пролиферации клеток скаффолда и меньшей вероятности фиброзирования, что снижает риски осложнений [21-23].

Представленные данные свидетельствуют о том, что ПДРН и физиотерапевтические методы воздействуют на различные, но взаимодополняющие звенья патогенеза термической травмы. Это создает теоретические предпосылки для их сочетанного применения с целью достижения синергетического терапевтического эффекта. Однако, несмотря на имеющиеся отдельные публикации по применению ПДРН и физических факторов при ожогах, систематических исследований, оценивающих особенности синергизма между полидезоксирибонуклеотидами и методами аппаратной физиотерапии, а также их влияние на ключевые патогенетические механизмы – воспаление и оксидативный стресс – в клинических условиях до настоящего времени не проводилось.

Цель исследования: оценка клинической эффективности и безопасности комбинированного применения полидезоксирибонуклеотидов, озонотерапии и переменного магнитного поля у пациентов с термическими ожогами кожи, а также изучение особенностей синергетического взаимодействия указанных терапевтических факторов на основе анализа динамики клинических проявлений, маркеров системного воспаления и показателей оксидативного стресса.

Материалы и методы

В исследовании приняли участие 100 человек с термическими ожогами бытового характера в возрасте от 18 до 65 лет (в среднем $41,6 \pm 0,34$ лет, 61 мужчина и 39 женщин), которые получали амбулаторное лечение на базе ООО «Лав Клиник» (г. Москва), после купирования болевого синдрома по шкале ВАШ до 3 баллов.

Настоящее исследование выполнено в дизайне проспективного рандомизированного контролируемого параллельного группового исследования. Протокол исследования одобрен локальным этическим комитетом (протокол № ____ от ____). Все пациенты подписали информированное согласие на участие в исследовании. Исследование проводилось в соответствии с принципами Хельсинкской декларации Всемирной медицинской ассоциации (2013) и правилами надлежащей клинической практики (GCP). Дизайн исследования разработан с учетом Клинических рекомендаций «Ожоги термические и химические. Ожоги солнечные. Ожоги дыхательных путей» (ID: 687), утвержденных Минздравом России.

Критерии включения и исключения

В исследование включались пациенты в возрасте от 18 до 65 лет с термическими ожогами II–IIIА степени общей площадью от 1 до 5% поверхности тела. Глубина поражения верифицировалась на основании клинической картины в соответствии с классификацией, принятой в клинических рекомендациях.

Критерии включения: термический ожог II–IIIА степени; площадь ожогового поражения от 1 до 5% поверхности тела; возраст 18–65 лет; отсутствие признаков ожоговой болезни (стабильная гемодинамика, отсутствие признаков системного воспалительного ответа); подписанное информированное согласие.

Критерии исключения: термические ожоги IIIБ–IV степени; площадь ожога более 5% поверхности тела; наличие ожоговой болезни (синдром системного воспалительного ответа, полиорганная недостаточность); тяжелая сопутствующая патология (декомпенсированный сахарный диабет, онкологические заболевания, системные заболевания соединительной ткани, терминальная стадия хронической почечной или печеночной недостаточности); беременность и период лактации; индивидуальная непереносимость компонентов препаратов; наличие имплантированных электронных устройств (кардиостимулятор) – для пациентов, получающих магнитотерапию; участие в другом клиническом исследовании в течение последних 30 дней.

В зависимости от метода лечения все пациенты были распределены в четыре группы по 25 человек в каждой с использованием метода простой рандомизации с помощью генератора случайных чисел.

Группа 1 (контрольная, стандартная терапия, n=25): пациенты получали только стандартную местную терапию в соответствии с клиническими рекомендациями – мазь с сульфадиазином серебра (1% крем). Данный препарат рассматривается в клинических рекомендациях как один из основных для местного лечения ожогов II степени.

Группа 2 (группа сравнения 1, n=25): пациенты получали стандартную местную терапию (сульфадиазин серебра) в комбинации с озонотерапией и переменным магнитным полем (ПеМП).

Группа 3 (группа сравнения 2, n=25): пациенты получали стандартную местную терапию (сульфадиазин серебра) в комбинации с экспериментальным местным применением геля на основе полидезоксирибонуклеотидов (Нуклеоформ, 2% раствор) без физиотерапевтических методов.

Группа 4 (основная группа, n=25): пациенты получали комбинированное лечение, включающее стандартную местную терапию (сульфадиазин серебра) и экспериментальные методы – озонотерапию, переменное магнитное поле и местное применение ПДРН.

Все группы были сопоставимы по возрасту, полу, площади и глубине ожогового поражения, а также по наличию сопутствующей патологии ($p > 0,05$ для всех параметров).

Принципиальное уточнение: физиотерапевтические методы (озонотерапия, переменное магнитное поле) и препараты ПДРН не входят в перечень стандартных методов лечения, утвержденных клиническими рекомендациями. Их применение в рамках настоящего исследования рассматривается как экспериментальное вмешательство и осуществляется в дополнение к стандартной терапии, что отражено в дизайне групп.

Методы лечения

Все пациенты получали стандартную терапию в объеме, соответствующем клиническим рекомендациям: при интенсивности боли по визуальной аналоговой шкале (ВАШ) более 3 баллов проводилась системная анальгезия. Местное лечение: первичная хирургическая обработка ожоговой раны, удаление некротических тканей, туалет раны антисептическими растворами (0,05% раствор хлоргексидина биглюконата). На ожоговую поверхность наносился 1% крем сульфадиазина серебра равномерным слоем толщиной 3–5 мм с последующим наложением стерильной марлевой повязки. перевязки проводились 1 раз в сутки. Выбор сульфадиазина серебра в качестве стандартного средства местной терапии обусловлен его широким спектром антимикробного действия и соответствием клиническим рекомендациям.

Экспериментальные вмешательства.

Применение полидезоксирибонуклеотидов.

Пациентам групп 3 и 4 на ожоговую поверхность после обработки антисептиком и перед нанесением сульфадиазина серебра дополнительно наносился 2% раствор полидезоксирибонуклеотидов (Нуклеоформ) в виде геля, распределяемого равномерно по всей поверхности раны. Процедура проводилась ежедневно 1 раз в сутки в течение 20 дней.

Озонотерапия.

Пациентам групп 2 и 4 проводилась местная озонотерапия в виде аппликаций стерильной марлевой салфетки, смоченной озонированным изотоническим раствором хлорида натрия. Озонированный физиологический раствор с концентрацией озона 200 мкг/л получали с помощью аппарата для озонотерапии с деструктором озона АОТ-Н-01-Арз-01. Салфетка накладывалась на ожоговую поверхность на 15–20 минут ежедневно. Процедура проводилась до нанесения сульфадиазина серебра.

Переменное магнитное поле.

Пациентам групп 2 и 4 проводилась магнитотерапия с использованием аппарата для индукционной магнитотерапии Мини-Эксперт-Т («ИМЕДИС»). Воздействие осуществлялось переменным магнитным полем частотой 20 и 53 Гц при амплитуде магнитной индукции 3,06–6,18 мТл (в зависимости от режима).

Процедура проводилась ежедневно в течение 20 минут в утренние часы. Воздействие осуществлялось на область проекции ожоговой раны с расстояния 2–3 см от поверхности кожи.

Методы оценки эффективности.

Оценка клинической эффективности проводилась в динамике на 1, 3, 7, 10, 14, 21, 28 и 35-е сутки после начала лечения.

Клинические методы

Планиметрия ожоговой раны. Площадь раневого дефекта измерялась с использованием стерильной калиброванной пленки с нанесенной сеткой (метод планшетной морфометрии). Результаты выражались в абсолютных значениях (см²) и в процентах от исходной площади. Измерения проводились при каждой перевязке.

Оценка болевого синдрома. Интенсивность боли оценивалась с использованием визуальной аналоговой шкалы (ВАШ) от 0 (отсутствие боли) до 10 (невыносимая боль). Пациенты самостоятельно отмечали уровень боли перед каждой перевязкой.

Лабораторные методы

Забор венозной крови проводился утром натощак в реперные точки исследования (1, 3, 7, 10, 14, 21, 28, 35-е сутки). Определялись следующие показатели:

Маркеры системного воспаления:

количество лейкоцитов в периферической крови ($\times 10^9/\text{л}$) – автоматический гематологический анализатор;

С-реактивный белок (нмоль/мл) – имунотурбидиметрический метод;

интерлейкин-6 (пг/мл) – иммуноферментный анализ (ИФА) с использованием наборов Cloud-Clone Corp. (Китай);

фактор некроза опухоли- α (пг/мл) – ИФА с использованием наборов Cloud-Clone Corp. (Китай).

Параметры системы перекисного окисления липидов:

малоновый диальдегид (ммоль/л) – спектрофотометрический метод по реакции с тиобарбитуровой кислотой;

каталаза (ед.акт./г Hb) – спектрофотометрический метод по скорости разложения перекиси водорода;

супероксиддисмутаза (ед.акт./г Hb) – спектрофотометрический метод по ингибированию восстановления нитросинего тетразолия.

Индекс оксидативного стресса (ИОС) рассчитывался по формуле, предложенной Фролковым В.К. с соавт. [27]:

$$\text{ИОС} = 44 \times \text{МДА} / (\text{Каталаза} + 0,1 \times \text{СОД})$$

При данной нормализации у здоровых лиц ИОС приближается к 1,0. Значения ИОС $> 1,5$ интерпретировались как выраженный оксидативный стресс.

Контрольная группа здоровых добровольцев

Для определения референтных значений лабораторных показателей была обследована контрольная группа из 30 практически здоровых добровольцев (без ожоговой травмы и сопутствующей патологии в анамнезе), сопоставимых по возрасту и полу с основной группой пациентов.

Оценка безопасности

На протяжении всего исследования регистрировались все нежелательные явления, включая местные реакции (гиперемия, отек, зуд, усиление болевого синдрома) и системные проявления (аллергические реакции, лихорадка, признаки инфицирования раны). При возникновении нежелательных явлений проводилась их оценка по степени тяжести и связи с проводимым лечением.

Статистический анализ

Статистическая обработка данных выполнена с использованием программного пакета Statistica v. 12.0 (StatSoft, USA) и IBM SPSS Statistics v. 26.0.

Описательная статистика: количественные переменные представлены как среднее арифметическое и стандартная ошибка среднего ($M \pm SEM$). Для проверки гипотезы о равенстве генеральных средних во всех четырех группах на контрольных точках (1, 3, 7, 10, 14, 21, 28, 35-е сутки) применялся метод параметрического одномерного дисперсионного анализа (ANOVA). Предварительно проверялись условия применимости теста: нормальность распределения данных (критерий Шапиро-Уилка) и гомогенность дисперсий в группах (критерий Левена). Статистическая значимость фиксировалась при уровне ошибки первого рода ($\alpha = 0,05$) ($p < 0,05$). Критическое значение критерия Фишера для числа степеней свободы $df_{\text{between}} = 3$ и $df_{\text{within}} = 96$ составляет $F_{\text{crit}} = 2,70$.

Для сравнения двух независимых групп применялся t-критерий Стьюдента (при нормальном распределении) или критерий Манна–Уитни (при распределении, отличном от нормального). Для оценки взаимосвязей между изучаемыми показателями использовался коэффициент корреляции Пирсона (при нормальном распределении) или Спирмена (при распределении, отличном от нормального). Критерии значимости: различия считались статистически значимыми при $p < 0,05$.

Для количественной оценки синергетического взаимодействия факторов применялся коэффициент синергизма по методике В.С. Улащика, представляющий собой отношение фактического эффекта комбинации к арифметической сумме эффектов каждого фактора в отдельности. Значение коэффициента более 1,0 интерпретировалось как супрааддитивный (взаимопотенцирующий) эффект, значение примерно равное 1,0 – как аддитивный эффект, значение менее 1,0 – как субаддитивный эффект [14].

Результаты

Анализ динамики площади термического ожога продемонстрировал выраженное преимущество комбинированного применения физиотерапевтических факторов и полидезоксирибонуклеотидов (табл. 1). Исходная площадь термического повреждения кожи во всех четырех группах была сопоставима ($p = 0,656$). Однако уже к 3-м суткам в 4-й (основной) группе зафиксировано статистически значимо более интенсивное сокращение дефекта по сравнению с контролем в среднем на 22,8%. Направленная регенераторная тенденция нарастала на протяжении всего периода наблюдения. На 14-е сутки площадь ожоговой раны в основной группе была уже в 5 раз меньше контроля и в 4 раза ниже результатов изолированной физиотерапии (группа 2) и в 2,5 раза – изолированного применения ПДРН (группа 3). Полная эпителизация раневой поверхности в основной группе завершилась к 35-м суткам, в то время как в группах сравнения и контроля сохранялись остаточные раневые дефекты.

Расчет коэффициента синергизма по методике В.С. Улащика для ключевого клинического показателя (процент уменьшения площади раны на реперных точках 7, 14 и 21 суток) показал значения коэффициента синергизма в диапазоне от 1,28 до 1,42, что математически доказывает наличие истинного супрааддитивного (взаимопотенцирующего) эффекта используемой комбинации.

При этом скорость регенерации была при комбинированном применении всех факторов была максимальной в первую неделю наблюдения, тогда как начиная с 3-й недели процессы восстановления ожогового дефекта практически остановились (рис. 1).

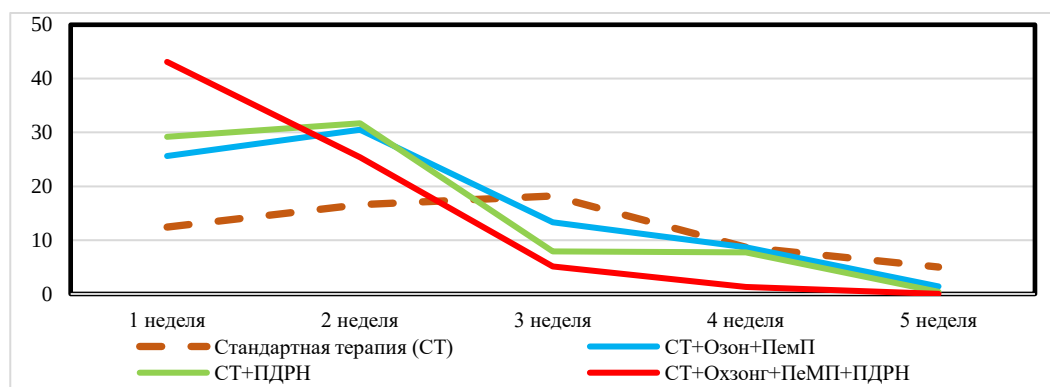


Рисунок 1 – Динамика скорости эпителизации термического ожога (см²/день) у пациентов при применении различных лечебных методик

Таблица 1 – Динамика клинических проявлений термического ожога после применения различных лечебных методик

Время, дни	Группа 1 (контроль, стандартная терапия n=25)	Группа 2 (сравнения 1, СТ+Озон+ПемП, n=25)	Группа 3 (сравнения 2, СТ + ПДРН n=25)	Группа 3 (основная, СТ+Озон+ПемП+ПДРН n=25)	ANOVA
Площадь термической язвы, см ²					
1	528 ± 13,5	569 ± 14,0	540 ± 13,7	524 ± 13,2	F = 0,54; p = 0,656
3	504 ± 12,3	477 ± 10,5	421 ± 9,86 ^{1,2}	392 ± 8,69 ^{1,2,3}	F = 9,64; p < 0,001
7	441 ± 9,23	390 ± 8,68 ¹	335 ± 7,69 ^{1,2}	222 ± 5,05 ^{1,2,3}	F = 35,42; p < 0,00001
10	318 ± 6,09	284 ± 5,37 ¹	201 ± 4,50 ^{1,2}	116 ± 2,93 ^{1,2,3}	F = 58,19; p < 0,00001
14	225 ± 4,71	176 ± 3,91 ¹	113 ± 2,84 ^{1,2}	44,6 ± 1,18 ^{1,2,3}	F = 85,86; p < 0,00001
21	102 ± 3,66	83,2 ± 2,24 ¹	58,3 ± 1,59 ^{1,2}	9,40 ± 0,37 ^{1,2,3}	F = 112,6; p < 0,00001
28	41,3 ± 1,42	12,5 ± 0,47 ¹	3,15 ± 0,26 ^{1,2}	0,07 ± 0,05 ^{1,2,3}	F = 119,1; p < 0,00001

35	4,6 ± 0,11	2,94 ± 0,08 ¹	0,27 ± 0,01 ^{1,2}	0,00 ± 0,000 ^{1,2,3}	F = 125,0; p < 0,00001
Болевой синдром по шкале ВАШ, баллы					
1	3,07 ± 0,28	2,94 ± 0,25	2,86 ± 0,22	2,98 ± 0,26	F = 0,32; p = 0,8113
3	2,68 ± 0,26	2,51 ± 0,22	2,40 ± 0,21	2,12 ± 0,24	F = 2,97; p = 0,0474
7	2,36 ± 0,24	2,27 ± 0,19	2,05 ± 0,18	1,50 ± 0,13 ^{1,2,3}	F = 5,11; p = 0,0025
10	2,20 ± 0,19	1,75 ± 0,17 ¹	1,99 ± 0,19	0,93 ± 0,11 ^{1,2,3}	F = 11,46; p < 0,0001
14	2,08 ± 0,13	1,24 ± 0,15 ¹	1,64 ± 0,16 ¹	0,37 ± 0,06 ^{1,2,3}	F = 4,92; p = 0,0032
21	1,40 ± 0,10	1,00 ± 0,08 ¹	1,26 ± 0,13	0,11 ± 0,03 ^{1,2,3}	F = 15,38; p < 0,0001
28	1,04 ± 0,06	0,36 ± 0,06 ¹	0,48 ± 0,10 ¹	0,06 ± 0,05 ^{1,2,3}	F = 16,84; p < 0,0001
35	0,26 ± 0,05	0,19 ± 0,04 ¹	0,12 ± 0,03	0,00 ± 0,00	F = 18,05; p < 0,0001

Примечание: верхние цифровые индексы обозначают достоверное различие с соответствующей группой

Можно предположить, что за счет супраадитивного эффекта регенеративный потенциал лечебной методики в основной группе пациентов реализуется очень быстро.

Купирование болевого синдрома по шкале ВАШ также протекало наиболее динамично у пациентов основной группы (см. табл. 1). К 10-м суткам уровень боли у пациентов основной группы снизился до минимальных значений (0,93 ± 0,11 балла), демонстрируя высоко значимые отличия от стандартного метода лечения (2,20 ± 0,19; p < 0,001), применения физиотерапевтических процедур (группы 2 1,75 ± 0,17; p < 0,01) и ПДРН (1,99 ± 0,19; p < 0,01)). Эти различия весьма убедительно подтверждает и однофакторный дисперсионный анализ (F = 11,46 (p < 0,0001). Интересен еще один факт. Если из 25 пациентов в каждой группе через пять недель полностью отсутствовал болевой синдром при стандартной терапии у 5-ти человек, при применении физиотерапевтических факторов – у 15-ти и ПДРН – у 13-ти, то в основной группе – ни у одного.

Изучение маркеров системного воспаления выявило способность разработанного комплекса значимо подавлять реактивную альтерацию (табл. 2).

Таблица 2 – Динамика параметров воспалительной реакции у пациентов с термическим ожогом после применения различных лечебных методик

Время, дни	Лейкоциты крови, 10 ⁹ /л	С-реактивный белок, нмоль/мл	Интерлейкин 6, пг/мл	Фактор некроза опухоли альфа, пг/мл
Референтные значения (n=30)				
0	5,67 ± 0,18	1,08 ± 0,07	4,15 ± 0,14	9,86 ± 0,29
Группа 1 (базовая терапия, n=25)				
1	19,8 ± 0,54	70,2 ± 2,93	21,6 ± 0,73	23,2 ± 0,82
3	21,6 ± 0,61	94,5 ± 4,04	225,3 ± 11,2	26,5 ± 1,15
7	17,5 ± 0,46	106,0 ± 5,76	249,4 ± 12,8	31,4 ± 1,36
10	16,0 ± 0,41	91,7 ± 3,80	201,8 ± 10,9	25,2 ± 1,08
14	13,8 ± 0,35	86,6 ± 3,65	157,5 ± 7,66	19,5 ± 0,88
21	11,4 ± 0,29	80,4 ± 3,04	122,2 ± 6,52	14,9 ± 0,61
28	9,65 ± 0,22	81,3 ± 3,14	88,4 ± 4,90	15,4 ± 0,70
35	6,88 ± 0,19	77,2 ± 2,69	65,5 ± 3,24	13,7 ± 0,56
Группа 2 (базовая терапия + озон + ПеМП, n=25)				
1	19,0 ± 0,51	68,4 ± 2,77	22,4 ± 0,77	20,8 ± 0,79
3	20,1 ± 0,53	85,7 ± 3,92	202,8 ± 10,4	25,2 ± 0,95
7	16,4 ± 0,42	101,1 ± 5,42	205,0 ± 11,9 ¹	26,4 ± 1,02 ¹
10	12,5 ± 0,39 ¹	80,5 ± 3,64 ¹	184,3 ± 9,38 ¹	21,3 ± 0,83 ¹
14	10,2 ± 0,30 ¹	72,0 ± 3,09 ¹	132,2 ± 7,48 ¹	15,6 ± 0,69 ¹

21	9,24 ± 0,21 ¹	49,9 ± 2,00 ¹	104,5 ± 5,19 ¹	11,0 ± 0,47 ¹
28	7,33 ± 0,16 ¹	36,5 ± 1,47 ¹	62,3 ± 2,95 ¹	11,8 ± 0,50 ¹
35	6,15 ± 0,11 ¹	18,8 ± 0,82 ¹	31,7 ± 1,22 ¹	10,5 ± 0,44 ¹
Группа 3 (базовая терапия + ПДРН, n=25)				
1	20,9 ± 0,56	66,5 ± 2,61	24,0 ± 0,85	21,2 ± 0,80
3	21,7 ± 0,59	90,2 ± 4,13	210,5 ± 11,0	27,8 ± 1,07
7	18,3 ± 0,48	102,4 ± 5,80	219,1 ± 12,8	29,4 ± 1,02 ²
10	14,2 ± 0,42 ¹	88,2 ± 3,34	196,6 ± 10,9	24,0 ± 0,94 ²
14	12,5 ± 0,35 ¹	77,5 ± 3,24 ¹	152,5 ± 8,55	17,7 ± 0,74
21	10,9 ± 0,28 ¹	60,8 ± 2,38 ¹	113,3 ± 5,42	14,4 ± 0,43 ²
28	9,09 ± 0,20 ²	42,0 ± 1,69 ^{1,2}	84,3 ± 4,11	13,4 ± 0,37 ^{1,2}
35	6,43 ± 0,13	32,8 ± 1,52 ^{1,2}	44,9 ± 2,05 ¹	12,2 ± 0,31 ^{1,2}

Продолжение таблицы 2

Группа 4 (базовая терапия + озон + ПеМП + ПДРН, n=25)				
1	20,7 ± 0,55	71,1 ± 3,02	25,2 ± 0,88	21,3 ± 0,30
3	19,9 ± 0,51	80,8 ± 3,75	208,0 ± 12,7 ¹	23,8 ± 1,01 ^{1,3}
7	14,5 ± 0,40 ^{1,2,3}	92,6 ± 5,05	197,5 ± 10,5 ¹	21,8 ± 0,93 ^{1,2,3}
10	10,8 ± 0,34 ^{1,2,3}	71,7 ± 3,29	159,3 ± 8,61 ^{1,2,3}	19,6 ± 0,77 ^{1,2,3}
14	9,32 ± 0,28 ^{1,3}	60,5 ± 2,80	102,9 ± 6,60 ^{1,2,3}	13,0 ± 0,52 ^{1,2,3}
21	8,16 ± 0,20 ^{1,2,3}	41,3 ± 1,92	78,8 ± 4,25 ^{1,2,3}	11,2 ± 0,39 ^{1,2,3}
28	6,59 ± 0,15 ^{1,2,3}	25,0 ± 1,14	41,6 ± 2,14 ^{1,2,3}	10,8 ± 0,27 ^{1,3}
35	5,45 ± 0,10 ^{1,2,3}	4,52 ± 0,19	30,9 ± 1,71 ^{1,2,3}	9,45 ± 0,23 ^{1,3}

Примечание: верхние цифровые индексы обозначают достоверное различие с соответствующей группой

Уровень лейкоцитов в 4-й группе падал наиболее ускоренно, достигая нормативных значений к 35-м суткам. Аналогичная закономерность прослежена для С-реактивного белка (СРБ), концентрация которого в основной группе на 35-й день составила $4,52 \pm 0,19$ нмоль/мл против $77,2 \pm 2,69$ нмоль/мл в контроле. Провоспалительный цитокиновый профиль (ИЛ-6 и ФНО-α) в основной группе претерпевал регресс уже с 7–10 суток. К концу мониторинга уровень ИЛ-6 в 4-й группе упал до $30,9 \pm 1,71$ пг/мл (в контроле – $65,5 \pm 3,24$ пг/мл), а ФНО-α вернулся к границам референтных значений здоровых добровольцев ($9,45 \pm 0,23$ пг/мл).

Оценка параметров перекисного окисления липидов (ПОЛ) и антиоксидантной защиты (АОЗ) подтвердила синергетическое антиоксидантное действие комплекса (табл. 3). Концентрация малонового диальдегида в основной группе снизилась с пиковых значений до $5,08 \pm 0,14$ ммоль/л к 35-м суткам, полностью достигнув референтного уровня.

Одновременно с этим отмечалось сочетанное компенсаторное повышение активности ключевых ферментов антиоксидантной защиты. Показатели каталазы и супероксиддисмутазы в 4-й группе к 35-му дню составили соответственно $130 \pm 8,31$ ед.акт./г Нв и $1117 \pm 66,5$ ед.акт./г Нв соответственно, превысив физиологическую норму. Расчетный индекс оксидативного стресса в основной группе закономерно нормализовался, опустившись до $0,93 \pm 0,04$, что свидетельствует о полном купировании окислительного повреждения биомембран, тогда как в контрольной группе сохранялись признаки латентного стресса: значение этого показателя составили $1,57 \pm 0,08$.

Проведенный корреляционный анализ выявил сильные отрицательные связи между индексом окислительного стресса и скоростью эпителизации в группах, получавших ПДРН ($r = -0,76$; $p < 0,0001$ для группы 3 и $r = -0,82$; $p < 0,00001$ для основной группы), что указывает на ключевую роль коррекции оксидативного стресса в ускорении заживления. В основной группе также отмечена значимая положительная корреляция между снижением интерлейкина 6 и уменьшением площади ожога ($r = 0,74$; $p < 0,0001$), что подтверждает взаимосвязь противовоспалительного и репаративного эффектов. В контрольной группе и группе 2 подобных корреляций не наблюдалось.

Обсуждение

Настоящее исследование продемонстрировало, что комбинированное применение полидезоксирибонуклеотидов, озонотерапии и переменного магнитного поля в дополнение к стандартной местной терапии сульфадиазином серебра обеспечивает статистически и клинически значимое ускорение заживления термических ожогов II–IIIА степени, сопровождающееся выраженной коррекцией системного воспалительного ответа и оксидативного стресса. Полученные данные позволяют не только подтвердить терапевтическую эффективность каждого из примененных методов в отдельности, но и впервые в клинических условиях количественно охарактеризовать синергетический эффект их сочетанного применения.

Таблица 3 – Динамика параметров системы перекисного окисления липидов у пациентов с термическим ожогом после применения различных лечебных методик

Время, дни	МДА, ммоль/л	Каталаза, ед.акт./г Нб	СОД, ед.акт./г Нб	Индекс окислительного стресса
Референтные значения (n=30)				
0	5,10 ± 0,22	119 ± 5,9	1036 ± 38,5	1,02 ± 0,04
Группа 1 (базовая терапия, n=25)				
1	11,2 ± 0,73	68,2 ± 4,28	706 ± 31,8	3,57 ± 0,24
3	12,6 ± 0,77	66,2 ± 4,13	691 ± 29,7	4,11 ± 0,26
7	10,4 ± 0,68	71,5 ± 5,01	723 ± 34,8	3,18 ± 0,20
10	9,46 ± 0,53	75,9 ± 5,63	737 ± 40,4	2,79 ± 0,18
14	9,03 ± 0,49	79,0 ± 5,92	785 ± 48,3	2,53 ± 0,15
21	8,44 ± 0,41	89,1 ± 7,15	809 ± 50,1	2,20 ± 0,13
28	7,09 ± 0,32	91,4 ± 8,22	866 ± 53,0	1,76 ± 0,10
35	6,80 ± 0,28	98,5 ± 8,81	913 ± 55,3	1,57 ± 0,08
Группа 2 (базовая терапия + озон + ПеМП, n=25)				
1	10,8 ± 0,71	70,0 ± 4,52	679 ± 26,4	3,44 ± 0,23
3	10,1 ± 0,65 ¹	69,5 ± 4,43	685 ± 27,1	3,22 ± 0,22 ¹
7	9,84 ± 0,63	74,9 ± 5,16	750 ± 35,3	2,89 ± 0,18
10	9,05 ± 0,51	81,8 ± 5,90	812 ± 41,0	2,44 ± 0,15
14	8,14 ± 0,43	92,3 ± 6,44	862 ± 50,5	2,01 ± 0,13 ¹
21	7,60 ± 0,35	102 ± 7,39	892 ± 56,3	1,75 ± 0,10 ¹
28	6,22 ± 0,26 ¹	111 ± 7,50 ¹	984 ± 59,8	1,30 ± 0,07 ¹
35	5,47 ± 0,20 ¹	123 ± 8,61 ¹	1092 ± 63,6	1,04 ± 0,05 ¹
Группа 3 (базовая терапия + ПДРН, n=25)				
1	11,6 ± 0,75	73,3 ± 4,61	661 ± 25,2	3,65 ± 0,25
3	12,3 ± 0,78	75,2 ± 4,66	647 ± 24,2	3,87 ± 0,29
7	10,5 ± 0,69	77,2 ± 5,30	701 ± 29,0	3,12 ± 0,22
10	9,34 ± 0,53	80,1 ± 5,82	744 ± 36,2	2,66 ± 0,16
14	8,57 ± 0,48	95,0 ± 6,54 ¹	829 ± 46,5	2,13 ± 0,14
21	7,78 ± 0,40	98,2 ± 7,17	902 ± 50,0	1,82 ± 0,11 ¹
28	6,14 ± 0,29 ¹	105 ± 7,33	935 ± 52,4	1,36 ± 0,08 ¹
35	6,05 ± 0,25	110 ± 7,46	961 ± 59,2	1,29 ± 0,07 ¹
Группа 4 (базовая терапия + озон + ПеМП + ПДРН, n=25)				
1	11,1 ± 0,73	73,4 ± 4,49	685 ± 27,4	3,46 ± 0,22
3	9,96 ± 0,60 ^{1,3}	78,9 ± 4,61 ¹	704 ± 28,6	2,95 ± 0,19 ^{1,3}
7	9,15 ± 0,54	82,3 ± 5,20	809 ± 37,7	2,46 ± 0,17 ^{1,3}
10	8,27 ± 0,45	95,6 ± 6,38 ^{1,3}	880 ± 43,5 ¹	1,98 ± 0,15 ^{1,2,3}
14	7,88 ± 0,40 ¹	103 ± 6,82 ¹	938 ± 54,2 ¹	1,76 ± 0,12 ^{1,3}
21	7,24 ± 0,31 ¹	114 ± 7,42 ¹	997 ± 58,8 ¹	1,43 ± 0,09 ^{1,2,3}
28	6,10 ± 0,22 ¹	122 ± 7,84 ¹	1074 ± 62,9 ¹	1,17 ± 0,06 ¹
35	5,08 ± 0,14 ^{1,3}	130 ± 8,31 ^{1,3}	1117 ± 66,5 ¹	0,93 ± 0,04 ^{1,3}

Примечание: верхние цифровые индексы обозначают достоверное различие с соответствующей группой

Наиболее убедительным результатом исследования явилось значительное ускорение эпителизации ожоговых ран в основной группе. К 35-м суткам площадь ожога в группе комбинированной терапии сократилась до 0,9% от исходного уровня, тогда как в контрольной группе этот показатель составил 8,9%, а в группах 2 и 3 – 6,2% и 4,5% соответственно. Столь выраженное различие свидетельствует о том, что комбинация трех терапевтических факторов не только аддитивно суммирует эффекты каждого компонента, но и создает качественно новые условия для регенерации.

Систематический обзор Alhussain и соавт. [25], обобщивший семь рандомизированных клинических исследований с участием 183 пациентов, показал, что наиболее убедительные преимущества ПДРН наблюдаются именно в условиях заживления ран, где препарат ускоряет реэпителизацию и сокращает сроки заживления по сравнению с контролем. Экспериментальное исследование Galeano и соавт. [26] на модели термического ожога у мышей подтвердило, что ПДРН увеличивает реэпителизацию ожоговой раны и сокращает время до полного закрытия дефекта за счет усиления пролиферации эпителия и созревания внеклеточного матрикса, что подтверждалось иммуноокрашиванием на фибронектин и ламинин. Полученные нами клинические данные полностью согласуются с этими экспериментальными

наблюдениями: в группе сравнения 2 (стандартная терапия + ПДРН) площадь ожога к 35-м суткам составила 4,5%, что достоверно ниже, чем в контрольной группе (8,9%), что подтверждает репаративный потенциал ПДРН в клинических условиях.

Что касается озонотерапии, экспериментальное исследование Karakaya и соавт. [27] на модели ожога у крыс показало, что подкожная озонотерапия была более эффективной, чем сульфадиазин серебра, в процессе заживления ожоговых ран второй степени, и могла безопасно применяться для лечения ожогов. Клинические наблюдения в Египте также подтвердили, что местное применение озона вызывает высокозначимое сокращение времени заживления свежих ожоговых ран [28]. В нашем исследовании группа сравнения 1 (стандартная терапия + физиотерапия) продемонстрировала снижение площади ожога до 6,2% к 35-м суткам, что подтверждает эффективность озонотерапии и магнитного поля как самостоятельных адъювантных методов, однако уступает результатам основной группы (0,9%), что указывает на необходимость сочетания физических факторов с биологически активными препаратами для достижения максимального эффекта.

Особого внимания заслуживает динамика болевого синдрома. В основной группе уже к 14-м суткам отмечено значимое снижение боли по ВАШ до 3,02 балла, а к 28-м суткам – до 0,19 балла. Доля пациентов с полным купированием боли (ВАШ = 0) на 28-й день в основной группе составила 48,0%, что в 12 раз превышает аналогичный показатель в контрольной группе (4,0%). Столь выраженный анальгетический эффект, по-видимому, обусловлен комбинацией противовоспалительного действия ПДРН, модулирующего влияния озонотерапии на болевую чувствительность и улучшением микроциркуляции под

Анализ динамики маркеров воспаления выявил четкую закономерность: комбинированная терапия обеспечивала наиболее быстрое и полное подавление провоспалительных цитокинов. К 35-м суткам в основной группе уровень СРБ снизился до 4,52 нмоль/мл (референт <5,0), тогда как в контрольной группе оставался повышенным (77,2 нмоль/мл). Аналогичная тенденция наблюдалась для ИЛ-6 (30,9 пг/мл в основной группе против 65,5 в контрольной) и ФНО- α (9,45 против 13,7 пг/мл).

Механизмы противовоспалительного действия ПДРН хорошо изучены. Как показано в работах Colangelo и соавт. (2020), ПДРН активирует аденозиновые рецепторы A_2A , что приводит к модуляции воспалительного профиля и подавлению экспрессии провоспалительных цитокинов [29]. Park и Jang [30] в своем обзоре подчеркивают, что ПДРН реализует свой терапевтический потенциал через двойной механизм: активацию аденозиновых A_2A -рецепторов и обеспечение клеток нуклеотидными предшественниками через «спасательный путь» (salvage pathway) [31]. Это приводит к усилению ангиогенеза, модуляции цитокинового профиля и ускорению процессов тканевой репарации. В исследованиях *in vitro* и на животных моделях показано, что ПДРН снижает экспрессию и циркулирующие уровни ФНО- α , ИЛ-6 и HMGB1, одновременно усиливая экспрессию противовоспалительного ИЛ-10 [32]. Недавние данные также свидетельствуют о том, что ПДРН модулирует ключевые воспалительные цитокины, включая ФНО- α , ИЛ-1, ИЛ-6, что подтверждает его регуляторную роль в контроле воспалительных процессов.

Озонотерапия, как показано в обзоре Гречканев Г.О. и соавт. [33], наряду с антимикробным эффектом способствует снижению экспрессии провоспалительных цитокинов и индуцирует синтез антиоксидантных ферментов. Современные исследования подтверждают, что озон способен восстанавливать иммунный гомеостаз в очаге поражения путем регуляции локального уровня оксидативного стресса и поляризации иммунных клеток [34]. Переменное магнитное поле, в свою очередь, улучшает микроциркуляцию и оказывает модулирующее влияние на вегетативную нервную систему, что создает благоприятные условия для регенераторных процессов [35]. Сочетание этих трех разнонаправленных механизмов объясняет более быстрое снижение провоспалительных цитокинов в основной группе.

Примечательно, что в группе сравнения 2 (ПДРН) противовоспалительный эффект был менее выражен, чем в группе сравнения 1 (физиотерапия): СРБ на 35-й день составил 32,8 против 18,8 нмоль/мл, ИЛ-6 – 44,9 против 31,7 пг/мл. Это указывает на то, что изолированное применение ПДРН, несмотря на его доказанную противовоспалительную активность, уступает физиотерапевтическому воздействию в отношении системного воспалительного ответа, что, вероятно, связано с более выраженным влиянием озонотерапии на микроциркуляцию и тканевой метаболизм. Однако комбинация всех трех факторов обеспечивает результат, значительно превосходящий каждый из них в отдельности.

Одним из наиболее важных и оригинальных аспектов настоящего исследования является детальный анализ динамики оксидативного стресса с использованием расчетного индекса оксидативного стресса (ИОС). Исходно у всех пациентов наблюдался выраженный оксидативный дисбаланс: уровень МДА составлял 10,8–11,6 ммоль/л (референт 4,5–5,7), активность каталазы и СОД была снижена, а ИОС превышал 3,4. К 35-м суткам в основной группе ИОС достиг референтных значений ($0,93 \pm 0,04$), тогда как в контрольной группе оставался повышенным (1,57). В группе сравнения 1 ИОС нормализовался до 1,04, а в группе сравнения 2 составил 1,29, что выходит за верхнюю границу референтного интервала.

Термическая травма, как известно, индуцирует массивную генерацию активных форм кислорода, активацию свободнорадикального окисления и перекисного окисления липидов [9]. Оксидативный стресс, развивающийся вследствие дисбаланса между продукцией прооксидантов и активностью ферментов

антиоксидантной защиты, выступает не только как фактор прогрессирования тканевого повреждения, но и как модулятор воспалительной реакции через активацию ядерного фактора каппа-В (NF-κB) [36]. В работах Horton показано, что избыточная продукция активных форм кислорода играет ключевую роль в развитии воспаления, синдрома системного воспалительного ответа и полиорганной недостаточности [16]. В систематическом обзоре и мета-анализе показано, что озонотерапия может улучшать антиоксидантный статус и снижать оксидативное повреждение [37].

Полученные нами данные свидетельствуют о том, что комбинированная терапия обеспечивает наиболее эффективную коррекцию оксидативного стресса. Примечательно, что переменное магнитное поле в виде монофактора (группа сравнения 1) продемонстрировало более выраженный антиоксидантный эффект, чем изолированное применение ПДРН (группа сравнения 2), что согласуется с известными данными о способности магнитного поля активировать антиоксидантные ферментные системы [20, 38]. Однако только сочетание всех трех факторов обеспечило полную нормализацию ИОС, что подтверждает концепцию синергетического

Ключевым результатом настоящего исследования является доказательство того, что комбинированное применение ПДРН, озонотерапии и переменного магнитного поля обеспечивает эффект, превышающий арифметическую сумму эффектов каждого фактора в отдельности. Это подтверждается как клиническими данными (сокращение площади ожога, купирование боли), так и лабораторными показателями (нормализация воспалительных маркеров и ИОС).

Механизмы наблюдаемого синергизма могут быть объяснены на нескольких уровнях. Во-первых, ПДРН и озонотерапия воздействуют на различные звенья патогенеза ожоговой болезни: ПДРН активирует аденозиновые рецепторы A₂A, стимулирует ангиогенез через повышение экспрессии VEGF и модулирует воспалительный профиль, тогда как озонотерапия, наряду с антимикробным эффектом, ингибирует индуцированную липополисахаридами патогенных микроорганизмов экспрессию ФНО-α, ИЛ-1β и матриксной металлопротеиназы-2 [17]. Во-вторых, переменное магнитное поле, улучшая микроциркуляцию и активируя тканевой метаболизм, создает оптимальные условия для доставки ПДРН к клеткам-мишеням и усиливает его репаративный потенциал [14]. В-третьих, все три фактора обладают антиоксидантной активностью, но реализуют ее через различные механизмы: ПДРН – через активацию эндогенных антиоксидантных систем [39], озонотерапия – через индукцию синтеза антиоксидантных ферментов [40], а магнитное поле – через модуляцию редокс-баланса на клеточном уровне [35, 41].

Полученные результаты имеют прямое клиническое значение. Сокращение сроков эпителизации ожоговых ран в основной группе на 4–6 дней по сравнению с контрольной группой может существенно снизить экономические затраты на лечение, уменьшить число перевязок и риск развития инфекционных осложнений, а также улучшить качество жизни пациентов. Ускоренное заживление и более полная коррекция оксидативного стресса могут способствовать снижению частоты формирования гипертрофических и келоидных рубцов, что является одной из наиболее актуальных проблем реабилитации пациентов после ожоговой травмы [23].

Важно отметить, что применение ПДРН, озонотерапии и переменного магнитного поля не сопровождалось серьезными нежелательными явлениями. В основной группе у двух пациентов отмечена транзиторная гиперемия в зоне аппликации ПДРН, которая купировалась самостоятельно. В группе сравнения 1 у одного пациента наблюдалось легкое жжение во время проведения озонотерапии. Системных аллергических реакций, случаев инфицирования ран или ухудшения состояния на фоне терапии не выявлено. Эти данные согласуются с литературными сведениями о благоприятном профиле безопасности ПДРН и озонотерапии [23, 25, 27, 28].

Заключение

Таким образом, проведенное исследование впервые в клинических условиях доказало, что комбинированное применение полидезоксирибонуклеотидов, озонотерапии и переменного магнитного поля в дополнение к стандартной местной терапии обеспечивает выраженный синергетический эффект при лечении термических ожогов II–IIIА степени. Этот эффект реализуется через ускоренную коррекцию системного воспаления и оксидативного стресса, что создает оптимальные условия для регенерации тканей. Предложенная комбинированная методика обладает благоприятным профилем безопасности и может быть рекомендована для внедрения в клиническую практику как эффективное средство ускорения заживления ожоговых ран и улучшения результатов лечения пациентов с ожоговой травмой.

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES:

1. Клинические рекомендации «Ожоги термические и химические. Ожоги солнечные. Ожоги дыхательных путей» (утв. Минздравом России) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://sudact.ru/> (дата обращения: 01.09.2026).
Clinical guidelines “Thermal and chemical burns. Sunburns. Burns of the respiratory tract” (approved by the Ministry of Health of Russia) [Electronic resource]. – Access mode: <https://sudact.ru/> (accessed: 01.09.2026). (In Russ).
2. Чмырев И.В., Бутрин Я.Л. Эпидемиология ожоговой травмы // Российский медико-биологический вестник. – 2020. – Т. 28. – № 2. – С. 45–52.

- Chmyrev I.V., Butrin Ya.L. Epidemiology of Burn Trauma // Russian Medical and Biological Bulletin. – 2020. – Vol. 28. – No. 2. – Pp. 45–52. (In Russ).
3. Анализ и особенности работы ожоговых стационаров в России в 2022 году / А.А. Алексеев, А.Э. Бобровников, Н.Б. Малютина, К.А. Филимонов // Комбустиология : электрон. науч.-практ. журнал. – 2023. – № 69–70. – URL: <http://combustiolog.ru/journal/2-chast-tezisy-vserossijskoj-nauchno-prakticheskoy-konferentsii-ozhogi-dagnostika-lechenie-reabilitatsiya/> (дата обращения: 02.04.2024).
Analysis and features of the work of burn hospitals in Russia in 2022 / A. A. Alekseev, A. E. Bobrovnikov, N.B. Malyutina, K. A. Filimonov // Kombustiologiya : electron. scientific and practical journal. – 2023. – No. 69-70. - URL: <http://combustiolog.ru/journal/2-chast-tezisy-vserossijskoj-nauchno-prakticheskoy-konferentsii-ozhogi-dagnostika-lechenie-reabilitatsiya/> (date of access: 04/02/2024). (In Russ).
4. Парамонов Б.А., Порембский Я.О., Яблонский В.Г. Ожоги: Руководство для врачей. – СПб.: СпецЛит, 2000. – 480 с.
Paramonov B.A., Poremsky Ya.O., Yablonsky V.G. Burns: A Guide for Physicians. – St. Petersburg: SpetsLit, 2000. – 480 p. (In Russ).
5. Богданов, С.Б. Новые подходы к хирургическому лечению ожогов тыльной поверхности кисти / С.Б. Богданов, Р.Г. Бабичев // Медицинский вестник Юга России. 2017;8(2):64-70.
Bogdanov S.B., Babichev R.G. New ways of surgical treatment of an opisthenar burns. Medical Herald of the South of Russia. 2017;8(2):64-70. (In Russ.)
6. Сычев, Д.А. Полипрагмазия: взгляд клинического фармаколога / Д.А. Сычев, В.А. Отделенов, Н.М. Краснова, Е.С. Ильина // Терапевтический архив. – 2016. – № 12. – С. 94–102.
Sychev, D.A. Polypharmacy: a clinical pharmacologist's perspective / D.A. Sychev, V.A. Otdelenov, N.M. Krasnova, E.S. Ilyina // Therapeutic Archive. – 2016. – No. 12. – Pp. 94–102. (In Russ).
7. Finnerty C.C., Herndon D.N., Jeschke M.G. The systemic inflammatory response to burn injury // *Journal of Burn Care & Research*, 2016. – Vol. 37. – № 1. – P. 35–41.
8. Horton J.W. Oxidative stress and anti-oxidative mobilization in burn injury // *Burns*, 2008. – Vol. 34. – № 1. – P. 6–17.
9. Попков В.М., Чеснокова Н.П., Ледванов М.Ю. Активация липопероксидации как ведущий патогенетический фактор развития типовых патологических процессов и заболеваний различной этиологии. – М.: Академия естествознания, 2012. – 366 с.
Popkov V.M., Chesnokova N.P., Ledmanov M.Yu. Activation of lipoperoxidation as a leading pathogenetic factor in the development of typical pathological processes and diseases of various etiologies. – Moscow: Academy of Natural Sciences, 2012. – 366 p. (In Russ).
10. Пономаренко Г.Н., Смирнова И.О. Физические методы лечения в дерматологии, ГЭОТАР-Медиа, 2021. – 432 с.
Ponomarenko G.N., Smirnova I.O. Physical Treatment Methods in Dermatology, GEOTAR-Media, 2021. – 432 p. (In Russ).
11. Федотченко А.А. Электрофизиологические и нейрогуморальные механизмы физиотерапии // *Acta biomedica scientifica*, 2017, Том 2, №4. – С. 115–118.
Fedotchenko A.A. Electrophysiological and neurohumoral mechanisms of physiotherapy // *Acta biomedica scientifica*, 2017, Vol. 2, No. 4. – Pp. 115–118. (In Russ).
12. Улащик В. С. Молекулярные аспекты действия лечебных физических факторов (введение в проблему) // Медицинские новости, 2003. – № 1. – С. 8–14.
Ulashchik V. S. Molecular aspects of the action of therapeutic physical factors (an introduction to the problem) // *Medical News*, 2003. – No. 1. – Pp. 8–14. (In Russ).
13. Улащик В. С. Физико-химические свойства кожи и действие лечебных физических факторов // Вопросы курортологии, физиотерапии и лечебной физической культуры, 2018. – № 1. – С. 4–13.
Ulashchik V. S. Physicochemical properties of the skin and the effect of therapeutic physical factors // *Voprosy kurortologii, fizioterapii i lechebnoj fizicheskoy kul'tury*, 2018. – No. 1. – Pp. 4–13. (In Russ).
14. Улащик В.С. Сочетанная физиотерапия: общие сведения, взаимодействие физических факторов // Вопросы курортологии, физиотерапии и лечебной физической культуры. – 2016. – № 6. – С. 4–11.
Ulashchik V.S. Combined physiotherapy: general information, interaction of physical factors // *Issues of Balneology, Physiotherapy and Therapeutic Physical Culture*. – 2016. – No. 6. – Pp. 4–11. (In Russ).
15. Данилов, А.А. Эффекты направленного синергизма в действии физических факторов в сочетании с биорепарантами на модели термического ожога / А.А. Данилов, В.К. Фролков, С.Н. Нагорнев // *Russian Journal of Environmental and Rehabilitation Medicine*. 2026;(1):55-64.
Danilov, A.A. Effects of directed synergism in the action of physical factors in combination with bioreparants on a thermal burn model / A.A. Danilov, V.K. Frolkov, S.N. Nagornev // *Russian Journal of Environmental and Rehabilitation Medicine*. 2026;(1):55-64. (In Russ).
16. Horton J.W. Oxidative stress and anti-oxidative mobilization in burn injury // *Burns*. – 2008. – Vol. 34. – № 1. – P. 6–17.
17. Smith N.L., et al. Ozone therapy: an overview of mechanisms and clinical applications // *Journal of Inflammation Research*, 2021. – Vol. 14. – P. 1475–1484.
18. Магнитотерапия: теоретические основы и практическое применение / В. С. Улащик [и др.] ; под общ. ред. В. С. Улащика. – Минск : Беларуская навука, 2015. – 379 с.
Magnetotherapy: theoretical foundations and practical application / V. S. Ulashchik [et al.]; under the general editorship of V. S. Ulashchik. – Minsk: Belaruskaya Navuka, 2015. – 379 p. (In Russ).

19. Рудыкина, О.А. Электромагнитное поле и его влияние на физиологические процессы в организме человека / О.А. Рудыкина, Р.А. Грехов, Г.П.Сулейманова // Вестник Волгоградского государственного университета. Сер. 11, Естеств. Науки, 2016. № 3 (17). – С. 54-62.
Rudykina O.A. Electromagnetic field and its influence on physiological processes in the human body / O.A. Rudykina, R.A. Grekhov, G.P.Suleymanova // Bulletin of the Volgograd State University. Ser. 11, Natural Sciences. Sciences, 2016. № 3 (17). – Pp. 54-62. (In Russ).
20. Pulsed electromagnetic fields modulate energy metabolism during wound healing process: an in vitro model study // BMC Complementary Medicine and Therapies. – 2025. – Vol. 25. – Article 45.
21. Elucidating Interactome Dynamics of the A2A Adenosine Receptor in the Presence of Polydeoxyribonucleotide // ACS Publications. – 2025. – Режим доступа: <https://pubs.acs.org/> (дата обращения: 02.09.2026).
22. Francesca Polito Polydeoxyribonucleotide restores blood flow in an experimental model of ischemic skin flaps / Francesca Polito, Alessandra Bitto, Galeano Mariarosaria [et.al.] // Journal of Vascular Surgery, 2012. – Vol. 55. – № 2. – P. 479–488.
23. Bitto A., et al. Polydeoxyribonucleotide and ozone therapy in the treatment of skin ulcers: a systematic review // Journal of Wound Care, 2023. – Vol. 32. – № 4. – P. 230–238.
24. Фролков, В.К. Применение питьевых минеральных вод при прогрессирующей резистентности к инсулину / В.К. Фролков, Р.Я. Ибрафиллов, С.Н. Нагорнев // Восстановительные биотехнологии, профилактическая, цифровая и предиктивная медицина. 2025. – Т. 2, № 2. – С. 24–30.
Frolkov, V.K. The use of drinking mineral waters in progressive insulin resistance / V.K. Frolkov, R.Ya. Israfilov, S.N. Nagornev // Restorative biotechnologies, preventive, digital and predictive medicine> 2025. – Vol. 2, No. 2. – Pp. 24–30. (In Russ).
25. Alhussain A.M., Albusayys S.T.M., Alfhadi M.A., et al. Polynucleotides and Polydeoxyribonucleotides for Skin Rejuvenation, Postoperative Scar Prevention, and Wound Healing: A Systematic Review of Randomized Clinical Trials // Cureus. – 2026. – Vol. 18. – № 7. – e112403.
26. Galeano M., Bitto A., Altavilla D., et al. Polydeoxyribonucleotide improves angiogenesis and wound healing in experimental thermal injury // Critical Care Medicine. – 2008. – Vol. 36. – № 5. – P. 1594–1602.
27. Karakaya E., et al. Effect of Subcutaneous Topical Ozone Therapy on Second-Degree Burn Wounds in Rats: An Experimental Study // Journal of Burn Care & Research. – 2021. – Vol. 42. – № 6. – P. 1243–1253.
28. Ozone therapy in burns: our experience in Egypt [abstract] // Dialnet. – Режим доступа: <https://dialnet.unirioja.es/> (дата обращения: 02.09.2026).
29. Colangelo M.T., Galli C., Guizzardi S. Polydeoxyribonucleotide Regulation of Inflammation // Advances in Wound Care. – 2020. – Vol. 9. – № 10. – P. 576–589.
30. Park G.Y., Jang B.C. Polydeoxyribonucleotide as a Regenerative Agent in Dermatology and Wound Healing: Mechanisms, Clinical Applications, and Safety // Keimyung Medical Journal. – 2025. – Vol. 44. – № 1. – P. 9–18.
31. Angela D'Ascola Polydeoxyribonucleotide reduces cytokine production and the severity of collagen-induced arthritis by stimulation of adenosine A(2A) receptor // Arthritis & Rheumatism. – 2011. – Vol. 63. – № 11. – P. 3361–3371.
32. Sung Eun Kim [et.al.] Polydeoxyribonucleotide Exerts Therapeutic Effect by Increasing VEGF and Inhibiting Inflammatory Cytokines in Ischemic Colitis Rats // BioMed Research International. – 2020. – Vol. 2020. – Article ID 2160583.
33. Гречканев Г.О., Стрелец И.О., Никишов Н.Н. и др. Озонотерапия, механизмы лечебного действия, опыт и перспективы использования в гинекологии // Российский вестник акушера-гинеколога. – 2024. – Т. 24. – № 2. – С. 51–61.
Grechkanev G.O., Strelets I.O., Nikishov N.N., et al. Ozone therapy: mechanisms of therapeutic action, experience and prospects for use in gynecology // Russian Bulletin of Obstetrician-Gynecologist. – 2024. – Vol. 24. – No. 2. – Pp. 51–61. (In Russ).
34. Jinrong Zeng, Mechanism and clinical application of ozone therapy in skin ulcer diseases // Medical Gas Research, – 2024. – Vol. 14. – № 2. – P. 45–52.
35. Tabakan i. healing effect of pulsed magnetic field on burn wounds / I. Tabakan, A. U. Yuvaci, B. Taştekin // Burns. – 2022. – Vol. 48. – № 3. – P. 649–653.
36. Parihar A., et al. Dual-Response Hydrogel System Coordinating Immunomodulation and Tissue Repair for Promoting Infected Burn Wound Healing // ACS Applied Materials & Interfaces. – 2025.
37. Effect of ozone therapy on oxidative stress indices in chronic inflammatory diseases: A systematic review and meta-analysis of randomized clinical trials // ScienceDirect. – 2025. – Режим доступа: <https://www.sciencedirect.com/> (дата обращения: 02.09.2026).
38. Combined Pulsed Magnetic Field and Radiofrequency Electromagnetic Field Enhances MMP-9, Collagen-4, VEGF Synthesis to Improve Wound Healing Via Hif-1 α /eNOS Pathway // Library.nih.go.kr. – 2024.
39. Wound healing effect of polydeoxyribonucleotide derived from Hibiscus sabdariffa callus via Nrf2 signaling in human keratinocytes // PubMed. – 2024. – Режим доступа: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/> (дата обращения: 02.09.2026).
40. Medical Ozone: A Redox Regulator with Selectivity for Rheumatoid Arthritis Patients // PMC. – 2024. – Режим доступа: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/> (дата обращения: 02.09.2026).
41. Пелищенко Т.Г., Нагорнев С.Н., Круглова Л.С. Применение международной классификации функционирования, ограничения жизнедеятельности и здоровья для оценки эффективности реабилитации пациентов с полипозным риносинуситом, ассоциированным с бронхиальной астмой. Russian Journal of Environmental and Rehabilitation Medicine. 2024;2: 35-45.
Pelichenko T.G., Nagornev S.N., Kruglova L.S. Application of the International Classification of Functioning, Disability, and Health to Assess the Effectiveness of Rehabilitation of Patients with Polypous Rhinosinusitis Associated with Bronchial Asthma. Russian Journal of Environmental and Rehabilitation Medicine. 2024;2:35-45. (In Russ.).

SYNERGISM OF PHYSIOTHERAPEUTIC TECHNOLOGIES AND POLYDEOXYRIBONUCLEOTIDE-BASED BIOREPARANTS IN THE TREATMENT OF THERMAL SKIN BURNS

Danilov A.A.¹, Frolov V.K.², Nagornev S.N.³, Bobrovniksky I.P.³

¹Limited liability company "Love Clinic", Moscow

²FGBU Russian Scientific Center for Chemistry named after. acad. B.V. Petrovsky, Moscow

³Branch No. 2 of the Federal State Budgetary Institution "National Medical Research Center for VMT named after. A.A. Vishnevsky" Ministry of Defense of the Russian Federation, Moscow

³Videntis Dental Center, Moscow, Russia

Abstract. The article presents the results of a comparative analysis evaluating the efficacy of various conservative treatment regimens for thermal skin burns. The study included 100 patients divided into 4 equal groups (n=25 each) who received either baseline therapy (Group 1), a combination of ozone therapy and an alternating magnetic field (AMF) (Group 2), an injectable polydeoxyribonucleotide-based (PDRN) bioreparant (Group 3), or a combined application of ozone, AMF, and PDRN (Group 4). The dynamics of the wound defect area, pain intensity (via VAS), systemic inflammation markers (leukocytes, CRP, IL-6, TNF- α), and lipid peroxidation parameters (MDA, catalase, SOD, oxidative stress index) were evaluated. It was demonstrated that the combined use of physiotherapeutic methods and PDRN exhibits a pronounced synergistic effect, significantly accelerating epithelialization, suppressing the acute phase of systemic inflammation, and effectively arresting oxidative stress.

Keywords: thermal burn, polydeoxyribonucleotides, ozone therapy, alternating magnetic field, inflammatory response, lipid peroxidation, synergism..

Сведения об авторах

Данилов Алексей Анатольевич – канд. мед. наук, врач дерматолог-косметолог клиники «Лав Клиник», г. Москва. E-mail: XLG@inbox.ru. ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0001-3272-2521>

Фролов Валерий Константинович – д-р биол. наук, профессор, ведущий специалист группы профессорско-преподавательского состава Научно-образовательного центра РНЦХ им. акад. Б.В. Петровского. E-mail: fvk49@mail.ru. ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-1277-5183>

Нагорнев Сергей Николаевич – д-р мед. наук, профессор, врач-методист методического отделения филиала № 2 ФБГУ «НМИЦ ВМТ им. А.А. Вишневецкого» МО РФ; E-mail: drnag@mail.ru. ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-1190-1440>

Бобровницкий Игорь Петрович – д-р мед. наук, профессор, чл.-корр. РАН, заместитель начальника филиала №2 по научно-исследовательской работе ФГБУ «НМИЦ ВМТ им. А.А. Вишневецкого» Минобороны России. ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-1807-4660>.

ОРИГИНАЛЬНАЯ СТАТЬЯ

УДК 615.837:618.2

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ БИНАУРАЛЬНОЙ АКУСТИЧЕСКОЙ ТЕРАПИИ У ЖЕНЩИН НА ТРЕТЬЕМ ТРИМЕСТРЕ БЕРЕМЕННОСТИ

Делян А.М.¹, Бодрова Р.А.^{1,2*}, Шигабутдинова Т.Н.¹, Курочкина М.Э.¹, Вахранева Е.В.¹

¹Городская клиническая больница № 7 им. М.Н. Садыкова г. Казани, Казань, Россия.

²Казанская государственная медицинская академия – филиал Российской медицинской академии непрерывного профессионального образования, Казань, Россия;

РЕЗЮМЕ.

В проспективном рандомизированном контролируемом исследовании у 38 женщин в третьем триместре гестации, наблюдавшихся в женской консультации, изучена клиническая эффективность и безопасность курса бинауральной акустической терапии с целью профилактики и коррекции патологических эмоциональных состояний. Пациентки основной группы (n=19) на фоне стандартной психоэмоциональной поддержки получали курсовое бинауральное воздействие с помощью аудиовизуального комплекса «ПРАК», контрольная группа (n=19) – только стандартную терапию. Эффективность оценивали по госпитальной шкале тревоги и депрессии HADS, шкале Шпигеля и опроснику САН. В основной группе выявлено снижение лёгкой тревоги с 73,1 до 22,6 % ($p < 0,05$), клинически выраженной тревоги – с 26,9 % до 0, нормализация депрессивных проявлений – в 85,3 % случаев (16 из 19; $p < 0,05$), улучшение характеристик сна – на 21,1 % (4 из 19; $p < 0,05$). В контрольной группе динамика была менее выраженной и статистически незначимой ($p > 0,1$). Разница средних значений шкалы САН на 38-й неделе составила $1,6 \pm 0,5$ балла в пользу основной группы ($p < 0,05$). Полученные результаты позволяют рекомендовать аудиовизуальный комплекс «ПРАК» для использования в женских консультациях, перинатальных центрах и родильных домах с целью снижения тревоги, улучшения настроения, активности, самочувствия и качества сна беременных женщин.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: бинауральная терапия, госпитальная шкала тревоги и депрессии, шкала Шпигеля, шкала САН, поздний период гестации.

Введение.

Беременность характеризуется изменениями нейроэндокринной, сердечно-сосудистой и иммунной систем. Одним из таких изменений, согласно исследованиям, является снижение уровня серотонина, повышение синтеза гамма-аминомасляной кислоты (ГАМК), норадреналина и адреналина [1, 2], что приводит к усилению сердечного ритма и перепадам настроения, а также риску возникновения тревоги и депрессии [1]. Исследования показали, что 6,0%–16,7% беременных женщин сообщают о высоком уровне переживаемого психоэмоционального стресса, а 13,6% – 91,86% – о легком или умеренном уровне [3–8]. По данным мета-анализа, распространенность симптомов депрессии и тревоги составила 27% в первом триместре беременности (95% доверительный интервал (ДИ): 23–31), 37% во втором триместре (95% ДИ: 31–42) и 26% в третьем триместре (95% ДИ: 9–49) соответственно. Во втором триместре распространённость симптомов депрессии и тревоги составили 30% и 28% соответственно, тогда как в третьем триместре доля психоэмоциональных нарушений была 52% [9].

Помимо гормональных и физиологических причин, на возникновение психоэмоциональных нарушений во время беременности влияют также социальные и психологические факторы, такие, как страх потери социального статуса, испытываемые финансовые трудности, страх неблагоприятного исхода родов [10], включая преждевременные роды и рождение детей с низким весом [11,12], страх собственной смерти во время родов, патологии плода, и пр.

* Адрес для переписки: Бодрова Резеда Ахметовна, e-mail: bodrovarezeda@yandex.ru

Цитирование. Делян А.М., Бодрова Р.А., Шигабутдинова Т.Н., Курочкина М.Э., Вахранева Е.В. Эффективность применения бинауральной акустической терапии у женщин на третьем триместре беременности. Russian Journal of Environmental and Rehabilitation Medicine. 2026. 3:216-223.

Citation Delyan A.M., Bodrova R.A., Shigabutdinova T.N., Kurochkina M.E., Vakhranueva E.V. The effectiveness of using binaural acoustic therapy in women during the third trimester of pregnancy. Russian Journal of Environmental and Rehabilitation Medicine. 2026. 3: 216-223.

Основной клинической проблемой третьего триместра гестации является риск формирования у беременной женщины патологического эмоционального состояния, характеризующегося следующими взаимосвязанными процессами: высокой тревогой и риском развития депрессии вследствие влияния на женщину комплекса гормональных, физиологических, социальных и психологических факторов, наиболее выраженных в третьем триместре гестации; нарушениями сна в связи с вынужденным положением на спине во время сна, уменьшением функционального остаточного объема легких [13], а также возрастающей тревогой и страхом в ожидании болезненных и неблагоприятных родов [14-16]; снижением болевого порога и повышением чувствительности во время родов в результате описанных выше психоэмоциональных нарушений [17,18]; а также повышением риска осложнений родовой деятельности. Патология и дискоординация родовой деятельности, а также связанная с этим гипоксия плода, обусловлена психологическими и эмоциональными факторами, зависящими от психологической подготовленности беременной к родам [19].

Также сообщается, что короткая продолжительность сна влияет на исходы и методы родов, увеличивая, как продолжительность родов, так и частоту кесаревых сечений, а также связаны с неблагоприятными последствиями для здоровья, включая гестационную гипертензию [28].

В настоящее время немедикаментозные методы коррекции дезадаптационных состояний в III триместре гестации являются актуальными. По данным мета-анализа было выявлено, что релаксационная терапия снижает уровень тревоги (-5,04 балла; 95% ДИ: -8,2, -1,9; 10 исследований; 1965 участников) и симптомов депрессии (-2,3 балла; 95% ДИ: -3,4, -1,3; 7 исследований; 733 участника) [20]. Помимо традиционных техник релаксации (прогрессивной мышечной релаксации, аутогенной тренировки, дыхательных упражнений, визуализации), особую актуальность в последнее время приобретают инновационные технологии, обладающие стресс-протективным действием [21]. К таким технологиям относится метод бинауральной терапии. Бинауральные воздействия обладают выраженным саногенетическим потенциалом, основанным на фундаментальной способности мозга к синхронизации нейронной активности в ответ на ритмическую стимуляцию [22, 23]. Наблюдаемая при этом оптимизация доминирующего ритма ЭЭГ, сопровождается целенаправленным, контролируемым переходом мозга в физиологически благоприятное состояние (глубокого отдыха, релаксации или концентрации) [23]. Дополнительно отмечается активация парасимпатического отдела вегетативной нервной системы через влияние на таламические и гипоталамические центры, что запускает процессы восстановления гомеостаза и снижает стрессовую нагрузку, и опосредованная модуляция нейрохимического баланса, способствующая нормализации выработки нейротрансмиттеров (ГАМК, серотонина, дофамина) и нейrogормонов (кортизола, эндорфинов), которые регулируют эмоции, сон и адаптационные ресурсы организма [22, 23]. Ввиду ряда противопоказаний в третьем триместре гестации у беременных женщин к применению традиционной медикаментозной коррекции психоэмоциональных расстройств (антидепрессантов и противотревожных препаратов), необходим поиск и внедрение в клиническую практику новых стратегий – безопасных, неинвазивных профилактических и коррекционных методов, имеющих минимальный риск побочных эффектов.

Целью настоящего исследования явилась оценка клинической эффективности и безопасности применения курса бинауральной акустической терапии у женщин в третьем триместре гестации с целью профилактики и коррекции патологических эмоциональных состояний.

Материалы и методы исследования

Исследование выполнено на базе ГАУЗ «ГКБ № 7 им. М.Н. Садыкова» г. Казани. В исследовании приняли участие 38 женщин, находящихся на третьем триместре гестации и наблюдавшихся в женской консультации №3 ГАУЗ «ГКБ №7 им. М.Н. Садыкова» (средний возраст составил $25,1 \pm 3,5$ лет.). Все пациентки давали письменное информированное согласие на участие в исследовании.

Критериями включения пациенток в исследование являлись: третий триместр гестации, возраст старше 18 лет, письменное информированное согласие на участие в исследовании.

Критериями не включения были: возраст моложе 18 лет, непереносимость воздействия физиотерапевтических факторов (бинаурального бинаения), эпилепсия, судорожный синдром в анамнезе или повышенная судорожная готовность (основное противопоказание для ритмической стимуляции мозга), острые воспалительные заболевания среднего или внутреннего уха.

Критериями исключения из исследования выступали: неспособность или отказ следовать предписаниям исследовательского протокола и регулярно посещать процедуры, установленный факт участия в других клинических испытаниях, ухудшение общего состояния или осложнения протекания беременности, требующие срочной госпитализации, преждевременные роды, не давшие завершить исследование, развитие нежелательных явлений (побочных эффектов), потребовавших прекращения вмешательства, а также отказ от дальнейшего участия в исследовании на любой стадии исследования.

Все женщины наблюдались у врача-гинеколога, проходили лабораторные диагностические исследования и осмотры узких специалистов в соответствии с «Клиническими рекомендациями» «Нормальная беременность», 2024г., МЗ РФ [24]. Со всеми беременными женщинами было проведено психообразование, даны практические рекомендации по совладанию со стрессом, рекомендована

литература для самостоятельного изучения; психоэмоциональное состояние было оценено на двадцать восьмой и тридцать восьмой неделе гестации. Методом простой фиксированной рандомизации женщины были разделены на две группы, сопоставимые между собой по оцениваемым психоэмоциональным показателям: I группа (основная, n=19) – беременные женщины на III триместре гестации, которые на фоне стандартной психоэмоциональной поддержки получали курс бинауральной акустической терапии с применением аудиовизуального комплекса «ПРАК» (АВК «ПРАК», регистрационное удостоверение № РЗН 2024/23669 от 18.09.2024 г.). Курс состоял из 10 процедур по 30 минут, первые пять дней процедуры проводились ежедневно, начиная с шестого дня терапии - через день. Сеансы проводили в затемненной комнате, при отсутствии посторонних шумов. Женщинам предлагалось на выбор расположиться в удобном для них положении: «полулежа» на ортопедическом кресле, лежа на боку на кушетке или сидя на стуле. Настройки «ПРАК» проводили в диапазоне переносимого уровня громкости основного звукового ряда и музыки, сопровождающей видеоряд; II группа (контрольная, n=19) – женщины, которые получали стандартную терапию, в соответствии с «Клиническими рекомендациями» «Нормальная беременность», 2024г., МЗ РФ [24]. Для оценки динамики психоэмоционального состояния беременных женщин на позднем сроке гестации использовали: госпитальную шкалу тревоги и депрессии HADS [25], шкалу оценки субъективных характеристик сна Шпигеля [26], опросник оценки самочувствия, активности и настроения САН [27, 28]. Такое сочетание психометрических методов позволило провести комплексную оценку психоэмоционального состояния беременных женщин, объединить ключевые клинико-психологические аспекты: наличие или отсутствие достоверно выраженных аффективных нарушений (тревоги и депрессии), субъективную оценку качества, структуры и длительности сна, а также экспресс-оценку общего состояния, активности и настроения.

Статистическую обработку полученных результатов проводили с помощью пакета прикладных программ «Statistica 12.6».

Результаты

В основной (I) группе после проведения комплексной терапии с применением аудиовизуального комплекса «ПРАК» выявили улучшение психологического состояния беременных женщин находящихся на поздних сроках беременности: снижение показателей легкой тревоги с 73,1% случаев (14 из 19; $p < 0,05$) до 22,6% (4 из 19; $p < 0,05$), клинически выраженной тревоги с 26,9 % (5 из 19; $p < 0,05$) до симптомов полного отсутствия данного состояния после терапии. В контрольной группе, проходившей стандартную поддержку психоэмоционального уровня исходные значения легкой тревоги с 72,5% пациенток (14 из 19; $p > 0,1$) снизились до 51,1,8% женщин (8 из 19; $p > 0,1$), клинически выраженной тревоги – с 27,5% женщин (5 из 19; $p > 0,1$) до 14,3 % женщин (3 из 19; $p > 0,1$) соответственно. Динамика психоэмоционального состояния беременных женщин на позднем сроке гестации в основной (n=19) и контрольной (n=19) групп в начале и конце третьего триместра беременности представлена ниже (Таблица 1).

Таблица 1. Динамика уровня тревоги у беременных женщин на третьем триместре гестации при проведении различных схем ведения беременности

Показатель, единица измерения	Основная группа (n=19)			Контрольная группа (n=19)		
	28-я неделя	38-я неделя	Ошибка (p)	28-я неделя	38-я неделя	Ошибка (p)
HADS-A: мин/макс, балл	9,3±1,1	6,8±0,9	< 0,05	9,2±1,2	8,1±0,8	> 0,1
Доля пациенток с HADS-A≥11 баллов, %	26,9	0		27,5	14,3	
Доля пациенток с HADS-A≤7 баллов, %	0	68,4		0	36,8	

В основной (I) группе после применения бинауральной акустической терапии АВК «ПРАК» выявили полное отсутствие симптомов клинической депрессии (шкала HADS - D) у женщин на третьем триместре беременности, нормализацию депрессивных проявлений в 85,3% случаев (у 16 из 19 женщин; $p < 0,05$). В контрольной (II) группе симптомы клинически выраженной депрессии уменьшились с 15,8% (3 из 19 женщин; $p > 0,1$) до 7,4%(у 9 из 19 женщин; $p > 0,1$), субклиническая депрессия сохранилась у 45,3% женщин (у 9 из 19 женщин; $p > 0,1$) (Таблица 2).

Таблица 2. Динамика уровня депрессии у беременных женщин в третьем триместре гестации при проведении различных схем ведения беременности

Показатель, единица измерения	Основная группа (n=19)	Контрольная группа (n=19)
----------------------------------	---------------------------	------------------------------

	28-я неделя	38-я неделя	Ошибка (p)	28-я неделя	38-я неделя	Ошибка (p)
HADS-D: мин/макс, балл.	9,1±1,3	6,5±0,9	< 0,05	9,3±1,1	7,3±0,6	> 0,1
Доля пациенток с HADS-D≥11 балл., %	15,7	0		15,8	7,4	
Доля пациенток с HADS-D≤7 балл., %	0	85,3		0	47,3	

Распределение динамики улучшения по подгруппам с разной выраженностью степени тревоги и депрессии на шкале HADS представлено на рис. 1., рис.2.

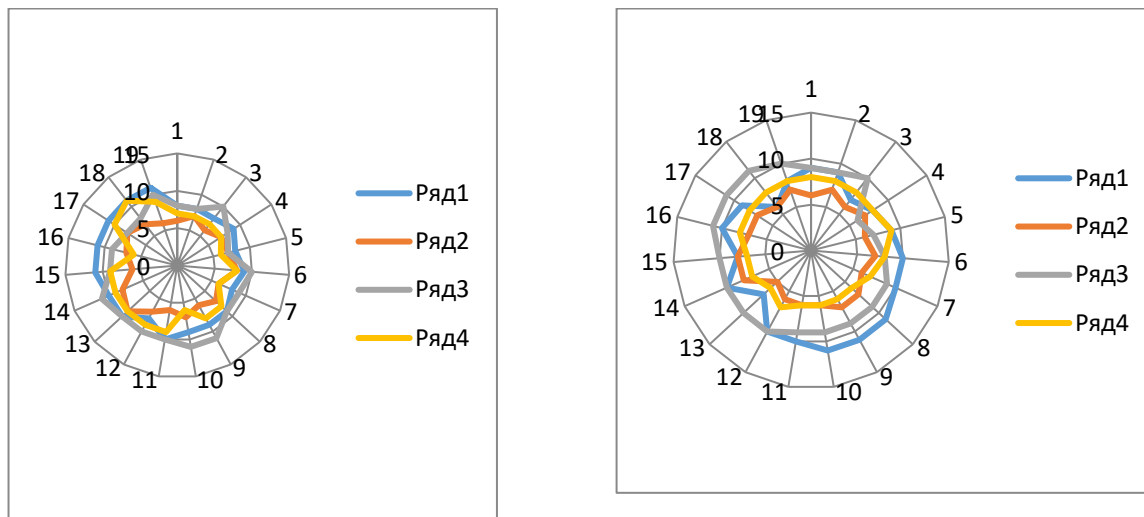


Рис. 1. , рис.2. Распределение баллов в группах основная (n=19), контрольная (n=19) по шкале тревоги HADS-A, балл./шкале депрессии HADS-D, балл. до и после курса бинауральной терапии ПРАК.

Примечание: Рис.1 Оценка степени тревоги HADS-A, балл, основная группа(n=19)

1ряд – балл., исходные значения на 28 неделе гестации;

2ряд – балл, после терапии на 38 неделе гестации;

Контрольная группа (n=19)

3ряд – балл., исходные значения на 28 неделе гестации;

4ряд – балл, после терапии на 38 неделе гестации.

Примечание: Рис.2 Оценка степени депрессии HADS-D, балл, основная группа(n=19)

1ряд – балл., исходные значения на 28 неделе гестации;

2ряд – балл, после терапии на 38 неделе гестации;

Контрольная группа (n=19)

3ряд – балл., исходные значения на 28 неделе гестации;

4ряд – балл, после терапии на 38 неделе гестации.

В основной (I) группе после применения бинауральной акустической терапии АВК «ПРАК» выявили улучшение характеристик сна у беременных на поздних сроках гестации на 21,1%(4 из 19 женщин, $p < 0,05$), оцениваемых по валидизированной в РФ шкале Шпигеля с 84,2 % (16 из 19 женщин, $p < 0,05$) легкие и клинические значимые нарушения сна до 63,1% (12 из 19 женщин, $p > 0,1$). В контрольной группе (n=19) аналогичные изменения зафиксированы у 5,2%(1 из 19 женщин, $p > 0,1$), с 89,4% (17 из 19 женщин, $p > 0,1$) до 84,2% (16 из 19 женщин, $p > 0,1$) соответственно, что подтверждается данными научных исследований [29]. После проведенного курса терапии ПРАК состояние сна в основной группе (n= 19) нормализовалось у 42,1% (8 из 19 беременных женщин; $p < 0,05$), в контрольной группе 5,4 % (1 из 19 беременных женщин; $p > 0,1$) (Таблица 3).

Таблица 3. Динамика изменений общего среднего балла по шкале оценки субъективных характеристик сна Шпигеля у беременных женщин на третьем триместре беременности до и после бинауральной акустической терапии

Показатель, единица измерения	Основная группа (n=19)			Контрольная группа (n=19)		
	28-я неделя	38-я неделя	Ошибка (p)	28-я неделя	38-я неделя	Ошибка (p)
Шкала Шпигеля мин/макс, балл.	14,3±5,1	22,7±4,3	< 0,05	15,2±5,4	18,4±4,6	> 0,1

Доля пациенток ≤ 22 балл., %	84,2	63,1		89,4	84,2	
Доля пациенток ≥ 22 балл., %	15,8	36,9		15,7	15,8	

На фоне применения бинауральной акустической терапии АВК «ПРАК» выявили изменение субъективной оценки сна по шкале Шпигеля у беременных женщин ($n=38$) на 38 неделе гестации ($p < 0,05$). Балльное распределение в группах основная ($n=19$), контрольная ($n=19$) по шкале Шпигеля до и после курса бинауральной терапии ПРАК представлено на рисунке (рис.3, рис. 4).

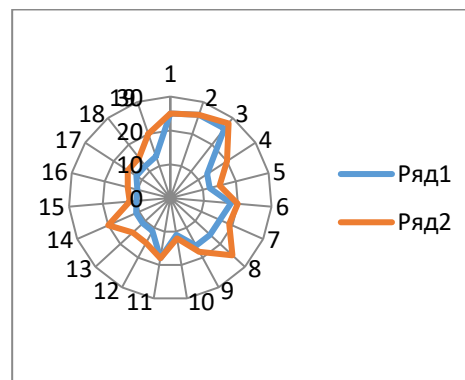
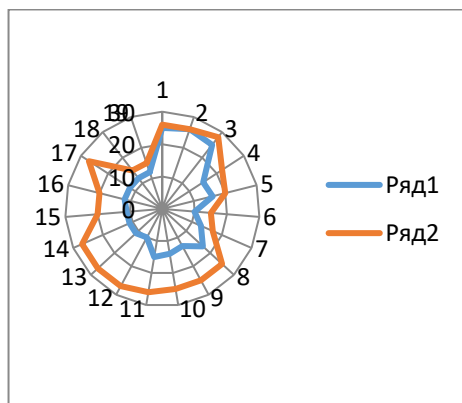


Рис. 3., рис. 4. Распределение баллов в группах основная ($n=19$), контрольная ($n=19$) по шкале Шпигеля до и после курса бинауральной терапии ПРАК

Примечание: Рис.3. Основная группа ($n=19$)
1ряд – балл., исходные значения на 28 неделе гестации
2ряд – балл, после терапии на 38 неделе гестации

Примечание: Рис. 4 Контрольная группа ($n=19$)
1ряд – балл., исходные значения на 28 неделе гестации
2ряд – балл, после терапии на 38 неделе гестации

Сравнительный анализ показателей после курса терапии с помощью аудиовизуального комплекса «ПРАК» выявил различия между основной ($n=19$) и контрольной ($n=19$) группами. В основной группе беременных ($n=19$), посещавших занятия ПРАК, показатели по шкале САН («Самочувствие, Активность, Настроение») были $5,2 \pm 0,4$ балл., в контрольной $-3,9 \pm 0,5$ балл. ($n=19$); t -критерий Стьюдента = 3,45, $p > 0,1$), что свидетельствует о лучшей адаптации к психоэмоциональным нагрузкам поздних сроков гестации в основной группе (Таблица 4).

Таблица 4. Динамика изменений общего среднего балла по шкале оценки субъективных характеристик Шкала САН (самочувствие, активность, настроение) у беременных женщин на третьем триместре беременности до и после бинауральной акустической терапии

Показатель, единица измерения	Основная группа ($n=19$)			Контрольная группа ($n=19$)		
	28-я неделя	38-я неделя	Ошибка (p)	28-я неделя	38-я неделя	Ошибка (p)
САН: мин/макс, балл	$3,2 \pm 0,6$	$5,2 \pm 0,4$	$< 0,05$	$3,1 \pm 0,7$	$3,6 \pm 0,6$	$> 0,1$
Доля пациенток ≤ 4 баллов, %	78,9	26,4		89,4	84,2	
Доля пациенток ≥ 5 баллов, %	21,1	73,6		0	15,8	

Статистическое сравнение показателей на 38-й неделе между группами подтвердило эффективность применяемого метода: разница в средних значениях шкалы САН составила $1,6 \pm 0,5$ балла в пользу основной группы ($p < 0,05$). Полученные результаты свидетельствуют о том, что включение бинауральной акустической терапии в комплекс мероприятий для психоэмоциональной поддержки на поздних сроках гестации, способствует улучшению субъективных компонентов шкалы САН – «Самочувствие», «Активность», «Настроение» и оптимизации функционального состояния беременных в третьем триместре, предотвращая развитие выраженного утомления и психоэмоциональной нестабильности.

Заключение

Полученные данные свидетельствуют, что включение АВК «ПРАК» в стандартную программу терапии психоэмоционального дисбаланса беременных женщин в III гестационном триместре приводит к выраженному регрессу симптомов тревоги с 73,1% случаев (14 из 19; $p < 0,05$) до 22,6% (4 из 19; $p < 0,05$), клинически выраженной тревоги с 26,9 % (5 из 19; $p < 0,05$), до симптомов полного отсутствия данного состояния после терапии; нормализацию депрессивных проявлений в 85,3% случаев (у 16 из 19 женщин; $p < 0,05$); улучшение характеристик сна у беременных на поздних сроках гестации с 84,2 % (16 из 19 женщин, $p < 0,05$) легкие и клинические значимые нарушения сна до 63,1% (12 из 19 женщин, $p > 0,1$); лучшей адаптации к психоэмоциональным нагрузкам поздних сроков гестации.

Аудиовизуальный комплекс «ПРАК» может быть рекомендован для использования в женских консультациях, перинатальных центрах и родильных домах с целью снижения тревоги, улучшения настроения, активности и самочувствия, а также улучшения качества сна беременных женщин.

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES:

1. Husaini F.Y. Hubungan antara Tingkat Kecemasan dengan Insomnia pada Mahasiswa Angkatan 2019 Fakultas Kedokteran Universitas Hasanuddin. [Makassar]: Skripsi. Universitas Hasanuddin; 2020. Available from: <http://repository.unhas.ac.id/eprint/2097/>
2. Ar-Rayyan I.U., Saputra Y.D., Prastika A.B., Puspitasari N. The Effect of Binaural Beats on Pregnant Women Primigravida 3rd Trimester to Reduce Pain in the 1st Stage of Labor Process. *Jurnal Biometrika dan Kependudukan*. 2023;12(2):210–218.
3. Kingston D., Heaman M., Fell D. et al. Factors Associated with Perceived Stress and Stressful Life Events in Pregnant Women: Findings from the Canadian Maternity Experiences Survey. *Maternal and Child Health Journal*. 2012;16(1):158–168.
4. Shisheghar S., Dolatian M., Majd H.A., Bakhtiary M. Perceived pregnancy stress and quality of life amongst Iranian women. *Glob J Health Sci*. 2014;6(4):270-277.
5. Tang X., Lu Z., Hu D., Zhong X. Influencing factors for prenatal Stress, anxiety and depression in early pregnancy among women in Chongqing, China. *J Affect Disord*. 2019 Jun 15;253:292-302.
6. Biresaw M.S., Takelle G.M., Gebeyehu E.T. Perceived stress and associated factors among pregnant women during COVID-19 pandemic period in Northwest Ethiopia, 2020: a cross-sectional study. *BMJ Open*. 2022;12(9):e063041. doi: 10.1136/bmjopen-2022-063041.
7. Mahapatro M., Nayar P., Roy S. et al. Domestic Violence during pregnancy as risk factors for stress and depression: The experience of women attending ANC at tertiary care hospital in India. *Women Health*. 2022;62(2):124-134.
8. Li W., Lin L., Teng S. et al. Path analysis of influencing factors for anxiety and depression among first-trimester pregnant women. *Front Psychol*. 2024;15:1440560. doi: 10.3389/fpsyg.2024.1440560.
9. Aziz H.A., Yahya H.D.B., Ang W.W., Lau Y. Global prevalence of depression, anxiety, and stress symptoms in different trimesters of pregnancy: A meta-analysis and meta-regression. *J Psychiatr Res*. 2025;181:528-546. doi: 10.1016/j.jpsychires.2024.11.070.
10. McDonald S.W., Kingston D., Bayrampour H. et al. Cumulative psychosocial stress, coping resources, and preterm birth. *Arch Womens Ment Health*. 2014;17(6):559-568.
11. Wadhwa P.D., Entringer S., Buss C., Lu M.C. The contribution of maternal stress to preterm birth: issues and considerations. *Clin Perinatol*. 2011;38(3):351-384.
12. Zhang L., Huang R., Lei J. et al. Factors associated with stress among pregnant women with a second child in Hunan province under China's two-child policy: a mixed-method study. *BMC Psychiatry*. 2024;24(1):157. doi: 10.1186/s12888-024-05604-7.
13. Мадаева И.М., Протопопова Н.В., Сахьянова Н.Л. и др. Синдром обструктивного апноэ сна, беременность и состояние плода. *Журнал неврологии и психиатрии им. С.С. Корсакова*. 2021;121(4-2):103-109. Madaeva I.M., Protopopova N.V., Sakhyanova N.L., et al. Obstructive sleep apnea syndrome, pregnancy, and fetal status. *S.S. Korsakov Journal of Neurology and Psychiatry*. 2021;121(4-2):103-109. (In Russ.).
14. Devi N.S., Shinde P.V., Shaikh G.M., Khole S. Level of anxiety towards childbirth among primigravida and multigravida mothers. *International Journal of Applied Research*. 2018;4(5):221-224.
15. Afyah RK. Effectiveness of Endorphin Massage Against Anxiety The Face of Labor on Mother Primigravida In The Region of Clinics Jagir Surabaya. In: *Proceedings of Surabaya International Health Conference*; 2017 Jul 13-14; Surabaya, Indonesia. 2017. p. 317-324.
16. Wardani HW, Agustina R, Damayanti EAF. Tingkat Kecemasan dengan Kualitas Tidur Ibu Hamil Primigravida Trimester III. *Dunia Keperawatan: Jurnal Keperawatan dan Kesehatan*. 2018;6(1):1-10.
17. Rafika. Efektivitas Prenatal Yoga terhadap Pengurangan Keluhan Fisik pada Ibu Hamil Trimester III. *Jurnal Kesehatan*. 2018;9(1):86-92.
18. Widodo WDP. Hubungan antara jenis kelamin dengan ambang batas nyeri dan toleransi nyeri pada mahasiswa Fakultas Kedokteran Universitas Sriwijaya Angkatan 2017 [undergraduate thesis]. Palembang: Sriwijaya University; 2020.
19. Suto M., Takehara K., Yamane Y., Ota E. Effects of prenatal childbirth education for partners of pregnant women on paternal postnatal mental health and couple relationship: A systematic review. *J Affect Disord*. 2017;210:115-121.

20. Abera M., Hanlon C., Daniel B. et al. Effects of relaxation interventions during pregnancy on maternal mental health, and pregnancy and newborn outcomes: A systematic review and meta-analysis. *PLoS One*. 2024;19(1):e0278432. doi: 10.1371/journal.pone.0278432.
21. Шумов Д.Е., Арсеньев Г.Н., Свешников Д.С. и др. Сравнительный анализ влияния бинауральных биений и сходных видов звуковой стимуляции на процесс засыпания: короткое сообщение. Вестник Московского университета. Серия 16: Биология. 2017;72(1):39-43.
Shumov D.E., Arsenyev G.N., Sveshnikov D.S., et al. Comparative analysis of the effects of binaural beats and similar types of sound stimulation on the process of falling asleep: a brief report. *Moscow University Bulletin. Series 16: Biology*. 2017;72(1):39-43. (In Russ.).
22. Федоров С.А., Нагорнев С.Н., Фролков В.К. Механизмы реализации биологического потенциала бинауральных воздействий при проведении коррекции синдрома хронической усталости. *Russian Journal of Environmental and Rehabilitation Medicine*. 2025;1:103-112.
Fedorov S.A., Nagornev S.N., Frolov V.K. Mechanisms underlying the biological potential of binaural stimulation in the management of chronic fatigue syndrome. *Russian Journal of Environmental and Rehabilitation Medicine*. 2025;1:103-112. (In Russ.).
23. Бобровницкий И.П., Нагорнев С.Н., Разумов А.Н. и др. Применение аудиовизуального комплекса «ПРАК» в реабилитации пациентов с психосоматическими нарушениями : методическое руководство (под общ. ред. акад. РАН А.Н. Разумова). М.: ООО «Постатор», 2024: 76.
Bobrovnikitsky I.P., Nagornev S.N., Razumov A.N., et al. Use of the "PRAK" audiovisual system in the rehabilitation of patients with psychosomatic disorders: methodological guidelines (edited by Academician of the RAS A.N. Razumov). Moscow: Postator LLC, 2024: 76. (In Russ.).
24. Нормальная беременность. Клинические рекомендации / Общественная организация «Российское общество акушеров-гинекологов». М., 2024: 58.
Normal Pregnancy. Clinical Guidelines / Russian Society of Obstetricians and Gynecologists. Moscow, 2024: 58. (In Russ.).
25. Кукшина А.А., Котельникова А.В., Рассулова М.А., Дайлидович В.С. Исследование психометрических свойств «Госпитальной шкалы тревоги и депрессии» (HADS), рекомендованной для врачей общесоматической практики, на выборке пациентов с нарушением двигательных функций. *Клиническая и специальная психология*. 2023;2:1–24.
Kukshina A.A., Kotelnikova A.V., Rassulova M.A., Dailidovich V.S. Study of the psychometric properties of the Hospital Anxiety and Depression Scale (HADS)—recommended for general practitioners—in a sample of patients with motor function impairments. *Clinical and Special Psychology*. 2023;2:1–24. (In Russ.).
26. Яковлева Е.В., Корабельникова Е.А. Нарушения сна при паническом расстройстве. *Медицинский совет*. 2025;19(3):103–109.
Yakovleva E.V., Korabelnikova E.A. Sleep disorders in panic disorder. *Medical Council*. 2025;19(3):103–109. (In Russ.).
27. Пелищенко Т.Г., Нагорнев С.Н., Круглова Л.С. Применение международной классификации функционирования, ограничения жизнедеятельности и здоровья для оценки эффективности реабилитации пациентов с полипозным риносинуситом, ассоциированным с бронхиальной астмой. *Russian Journal of Environmental and Rehabilitation Medicine*. 2024;2: 35-45.
Pelichenko T.G., Nagornev S.N., Kruglova L.S. Application of the International Classification of Functioning, Disability, and Health to Assess the Effectiveness of Rehabilitation of Patients with Polypous Rhinosinuitis Associated with Bronchial Asthma. *Russian Journal of Environmental and Rehabilitation Medicine*. 2024;2:35-45. (In Russ.).
28. Салов И.А., Наумова Ю.В., Паршин А.В., Ломовицкая М.В. Психологический статус женщин с невынашиванием беременности. *Акушерство, Гинекология и Репродукция*. 2023;17(6):740-750.
Salov I.A., Naumova Yu.V., Parshin A.V., Lomovitskaya M.V. Psychological status of women with pregnancy loss. *Obstetrics, Gynecology and Reproduction*. 2023;17(6):740-750. (In Russ.).
29. Silvestri R., Aricò I. Sleep disorders in pregnancy. *Sleep Sci*. 2019;12(3):232-239.

THE EFFECTIVENESS OF USING BINAURAL ACOUSTIC THERAPY IN WOMEN DURING THE THIRD TRIMESTER OF PREGNANCY

Delyan A.M.¹, Bodrova R.A.^{1,2}, Shigabutdinova T.N.¹, Kurochkina M.E.¹, Vakhraneeva E.V.¹

¹M.N. Sadykov City Clinical Hospital No. 7, Kazan, Russia.

²Kazan State Medical Academy – a branch of the Russian Medical Academy of Continuing Professional Education, Kazan, Russia.

Abstract. In a prospective randomized controlled study involving 38 women in the third trimester of gestation who were monitored at a women's clinic, the clinical efficacy and safety of a course of binaural acoustic therapy were examined for the purpose of preventing and correcting pathological emotional states. Patients in the main group (n=19) received a course of binaural stimulation using the "PRAK" audiovisual complex in addition to

standard psycho-emotional support; the control group (n=19) received only standard therapy. Efficacy was assessed using the hospital's HADS Anxiety and Depression Scale, the Spiegel scale, and the SAN questionnaire. In the main group, a reduction in mild anxiety was observed from 73.1% to 22.6% ($p < 0.05$), a reduction in clinically significant anxiety from 26.9% to 0%, normalization of depressive symptoms in 85.3% of cases (16 out of 19; $p < 0.05$), and an improvement in sleep characteristics by 21.1% (4 out of 19; $p < 0.05$). In the control group, the dynamics were less pronounced and statistically insignificant ($p > 0.1$). The difference in the mean values of the SAN scale at week 38 was 1.6 ± 0.5 points in favor of the main group ($p < 0.05$). The obtained results allow us to recommend the "PRAK" audiovisual complex for use in women's clinics, perinatal centers, and maternity hospitals to reduce anxiety and improve the mood, activity, well-being, and sleep quality of pregnant women.

Keywords: binaural therapy, Hospital Anxiety and Depression Scale, Spiegel Scale, SAN scale, late gestational period.

Сведения об авторах

Делян Артур Маркосович – главный врач ГАУЗ «ГКБ № 7 им. М.Н. Садыкова» г. Казани, <https://orcid.org/0000-0002-2328-7679>

Бодрова Резеда Ахметовна – д-р медицинских наук, доцент, заведующий кафедрой реабилитологии и спортивной медицины КГМА – филиала ФГБОУ ДПО РМАНПО Минздрава России. E-mail: bodrovarezeda@yandex.ru
<https://orcid.org/0000-0003-3540-0162>

Шигабутдинова Татьяна Николаевна – канд. медицинских наук, заместитель главного врача по акушерству и гинекологии, руководитель Перинатального центра ГАУЗ «ГКБ № 7 им. М.Н. Садыкова» г. Казани, доцент кафедры акушерства и гинекологии Института фундаментальной медицины и биологии ФГАОУ ВО КФУ
<https://orcid.org/0000-0003-2620-1313>

Курочкина Мария Эдуардовна – врач физической и реабилитационной медицины «Городская клиническая больница №7 имени М.Н. Садыкова» г. Казани, <https://orcid.org/0009-0009-4751-2795>

Вахраниева Екатерина Вячеславовна – клинический психолог, главный внештатный специалист по медицинской психологии Минздрава Республики Татарстан, <https://orcid.org/0000-0001-9376-6379>

ОРИГИНАЛЬНАЯ СТАТЬЯ

УДК: 615.83:616-001

РЕГУЛЯТОРНЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ И АДАПТИВНЫЙ ПОТЕНЦИАЛ
ВОЕННОСЛУЖАЩИХ С ПОСЛЕДСТВИЯМИ БОЕВОЙ ТРАВМЫ:
КОРРЕЛЯЦИОННЫЙ АНАЛИЗ КЛИНИЧЕСКИХ И
НЕЙРОФИЗИОЛОГИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ

Косухин Е.С., Юдин В.Е., Бобровницкий И.П., Нагорнев С.Н.*

Филиал № 2 ФБГУ «НМИЦ ВМТ им. А.А. Вишневого» МО РФ

РЕЗЮМЕ.

Проведена комплексная оценка регуляторных возможностей и адаптивных свойств у 160 военнослужащих с последствиями боевой травмы на основе корреляционного анализа клинических и нейрофизиологических показателей. Установлено, что у обследованных военнослужащих регистрируется выраженное напряжение регуляторных систем (ПАРС $6,3 \pm 0,16$ усл. ед.) и значительное снижение функциональных резервов (ФР $2,6 \pm 0,07$ балла), что свидетельствует о вегетативном дисбалансе с преобладанием симпатикотонии и истощении адаптационных возможностей организма. Выявлены сильные корреляционные взаимосвязи между показателями нейрофизиологической регуляции (ПАРС, ФР) и клиническими проявлениями психофункциональных нарушений, в том числе посттравматическими стрессовыми реакциями ($p = 0,68$; $p < 0,001$), астеническими проявлениями ($p = 0,65$; $p < 0,001$), тревогой ($p = 0,61$; $p < 0,001$) и депрессией ($p = 0,58$; $p < 0,001$). Определены специфические паттерны корреляций в зависимости от доминирующего клинического синдрома, что подтверждает гетерогенность регуляторных нарушений у данной категории пациентов. Полученные результаты обосновывают необходимость дифференцированного подхода к выбору реабилитационных стратегий на основе объективной оценки регуляторных возможностей и адаптивного потенциала организма, что обеспечивает переход от универсальных протоколов к персонализированному планированию реабилитационных мероприятий.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: регуляторные возможности, адаптивный потенциал, боевая травма, корреляционный анализ, вариабельность сердечного ритма, функциональные резервы, посттравматическое стрессовое расстройство, астенический синдром, тревожно-депрессивные расстройства, психологическая дезадаптация, персонализированная реабилитация.

Введение.

Последствия боевой травмы представляют собой одну из наиболее сложных и актуальных проблем при проведении комплексной реабилитации военнослужащих [1, 2]. У участников боевых действий с высокой частотой формируются стресс-ассоциированные расстройства (САР), такие как: ПТСР, тревожно-депрессивные состояния, астенический синдром, вегетативная дисфункция и хронический болевой синдром, включая клинические фенотипы постампутационной боли [3–6]. Согласно эпидемиологическим данным, распространенность различных проявлений психологической дезадаптации среди ветеранов боевых действий достигает 30%, при этом хроническое течение наблюдается в 40–60% случаев [7, 8]. Высокая коморбидность указанных нарушений приводит к значительному снижению качества жизни, профессиональной работоспособности и социальной адаптации, что определяет острую потребность в разработке эффективных, патогенетически обоснованных реабилитационных стратегий [9, 10].

Традиционные подходы к медико-психологической реабилитации, включающие фармакотерапию (антидепрессанты, анксиолитики, антиконвульсанты) и различные модальности психотерапии, демонстрируют ограниченную эффективность у значительной части пациентов [11, 12]. Основной причиной этого является гетерогенность клинических проявлений последствий боевой травмы, которая не находит

* Адрес для переписки: Нагорнев Сергей Николаевич, e-mail: drnag@mail.ru

Цитирование. Косухин Е.С., Юдин В.Е., Бобровницкий И.П., Нагорнев С.Н. Регуляторные возможности и адаптивный потенциал военнослужащих с последствиями боевой травмы: корреляционный анализ клинических и нейрофизиологических показателей. *Russian Journal of Environmental and Rehabilitation Medicine*. 2026. 3:224-234.

Citation Kosukhin E.S., Yudin V.E., Bobrovniksky I.P., Nagornev S.N. Regulatory capabilities and adaptive potential of military personnel with the sequels of combat trauma: a correlation analysis of clinical and neurophysiological indicators. *Russian Journal of Environmental and Rehabilitation Medicine*. 2026. 3: 224-234.

отражения в унифицированных протоколах [13, 14]. В связи с этим при проведении реабилитационных мероприятий все большее признание получает персонализированный подход, предполагающий учет индивидуальных психофункциональных особенностей пациента при выборе тактики лечения [15, 16].

Ключевую роль в формировании и поддержании психофункциональных нарушений у военнослужащих с последствиями боевой травмы играют регуляторные механизмы организма – система адаптивных реакций, обеспечивающих поддержание гомеостаза и адекватное реагирование на стрессорные воздействия [17, 18]. Вегетативная нервная система, являясь основным эффекторным звеном стресс-реализующих механизмов, отражает интегративный уровень адаптационного напряжения. Одним из наиболее информативных и неинвазивных методов оценки состояния регуляторных систем является анализ вариабельности сердечного ритма (ВСР), позволяющий количественно характеризовать баланс симпатической и парасимпатической регуляции [19, 20].

Многочисленными исследованиями установлено, что САР сопровождаются выраженными изменениями вегетативной регуляции, проявляющимися в повышении ЧСС, снижении ВСР и преобладании симпатического тонуса [21–24]. В частности, показано, что у ветеранов с ПТСР низкочастотная составляющая ВСР снижена на 49% по сравнению с ветеранами без ПТСР, что свидетельствует о выраженной вегетативной ригидности и снижении адаптивных возможностей организма [25]. Связь между выраженностью посттравматической симптоматики и параметрами вегетативной регуляции имеет устойчивый характер и подтверждается в исследованиях с использованием различных методических подходов [26, 27]. Более того, боевая травма и ПТСР ассоциированы с отдаленными нарушениями вегетативной модуляции, что может рассматриваться как один из механизмов повышенного сердечно-сосудистого риска у данной категории пациентов [28, 29].

Особого внимания заслуживает высокая коморбидность САР и хронического болевого синдрома у ветеранов боевых действий. Согласно популяционным исследованиям, распространенность сочетанной патологии достигает 3,8% среди всех ветеранов, при этом у пациентов с коморбидным течением значительно выше вероятность выявления других психических расстройств и более выражено снижение качества жизни [30, 31]. Установлено, что симптомы САР опосредуют взаимосвязь между выраженностью болевого синдрома и такими психологическими феноменами, как катастрофизация боли и снижение болевой толерантности. Хроническая боль, в свою очередь, усугубляет течение ПТСР, формируя порочный круг патогенетических взаимодействий, что требует комплексного терапевтического подхода [32].

Наряду с вегетативной дисфункцией и болевым синдромом, у военнослужащих с последствиями боевой травмы закономерно регистрируются астенические проявления, тревожно-депрессивные расстройства и когнитивные нарушения [33]. Современные нейровизуализационные исследования демонстрируют, что данные нарушения имеют нейробиологическую основу, связанную с изменениями функциональной связности между корковыми и подкорковыми структурами, дисбалансом нейромедиаторных систем и нарушением процессов нейропластичности [34]. Взрывная травма, являющаяся одним из наиболее частых механизмов повреждения в современных вооруженных конфликтах, ассоциирована с устойчивыми изменениями функциональной коннективности головного мозга, которые коррелируют с выраженностью нейроповеденческих симптомов [35].

Таким образом, последствия боевой травмы представляют собой сложный мультиморбидный комплекс, в котором тесно переплетаются психологические, нейробиологические и регуляторные механизмы. Однако в доступной литературе остается недостаточно изученным вопрос о системных корреляционных взаимосвязях между клиническими проявлениями (выраженность болевого синдрома, тревоги, депрессии, астении, посттравматических стрессовых реакций) и объективными нейрофизиологическими показателями регуляторных систем (параметрами ВСР, интегральными показателями функциональных резервов). Выявление данных корреляций имеет не только теоретическое, но и непосредственное практическое значение, поскольку позволяет объективизировать структуру психофункциональных нарушений и обосновать выбор персонализированных реабилитационных стратегий [36–38]. Внедрение диагностически управляемого подхода к планированию реабилитационных мероприятий рассматривается как одно из приоритетных направлений современной восстановительной медицины [37, 38].

В связи с вышеизложенным, **целью настоящего исследования** явилась комплексная оценка регуляторных возможностей организма военнослужащих с последствиями боевой травмы по поддержанию жизнедеятельности и адаптивных свойств его саморегулируемых систем на основе корреляционного анализа клинических и нейрофизиологических показателей.

Материалы и методы

Исследование выполнено в дизайне проспективного сравнительного рандомизированного контролируемого исследования в соответствии с требованиями ГОСТ ИСО 14155-1-2008 и Хельсинкской декларации Всемирной медицинской ассоциации (в редакции 2013 г.). Все участники подписали добровольное информированное согласие. Исследование проводилось на базе филиала № 2 ФГБУ «НМИЦ ВМТ им. А.А. Вишневого» Минобороны России в период 2024–2026 гг. В исследование включены 160 военнослужащих мужского пола в возрасте от 25 до 55 лет (средний возраст $36,8 \pm 0,9$ года) с последствиями

боевой травмы, проходивших медико-психологическую реабилитацию. Все участники имели документально подтвержденные последствия боевой психической травмы (минно-взрывные ранения, огнестрельные ранения, тяжелые контузии) и признаки психологической дезадаптации (2-й или 3-й уровни психического здоровья) [18].

Критериями включения служили: наличие документированной боевой травмы (срок давности от 6 месяцев до 5 лет), уровень психического здоровья 2-й или 3-й степени, возраст от 25 до 55 лет и добровольное информированное согласие. Критериями исключения являлись: тяжелые коморбидные психические расстройства (шизофрения, биполярное аффективное расстройство, эпилепсия), выраженные когнитивные нарушения (Монреальская шкала оценки когнитивных функций < 20 баллов), текущая алкогольная или наркотическая зависимость, острые суицидальные намерения, тяжелая соматическая патология в стадии декомпенсации, а также отказ от участия в исследовании.

Комплексная характеристика психофункционального состояния включала оценку болевого синдрома по визуально-аналоговой шкале (ВАШ) и опроснику DN4 [39]; посттравматических стрессовых реакций – по Миссисипской шкале (М-PTSD, военная версия) [40]; астенических проявлений – по шкале MFI-20 [41]; тревоги и депрессии – по госпитальной шкале HADS [42]; реактивной и личностной тревожности – по опроснику Спилбергера-Ханина [43].

Нейрофизиологическая оценка военнослужащих базировалась на анализе показателей ВСР. Регистрация ЭКГ осуществлялась в условиях покоя в положении лежа после 10-минутного адаптационного периода с использованием аппаратно-программного комплекса «Здоровье-Экспресс» [17]. Анализ ВСР проводился согласно международным стандартам [20] с расчетом временных (SDNN, RMSSD, pNN50) и частотных характеристик (общая мощность спектра – TP, мощность в высокочастотном диапазоне – HF, низкочастотном – LF, очень низкочастотном – VLF), а также показателя активности регуляторных систем (ПАРС, усл. ед.) – интегративного показателя, отражающего уровень напряжения регуляторных механизмов и вегетативного баланса, рассчитываемого по стандартизированному алгоритму на основе многофакторного дискриминантного анализа временных и спектральных характеристик ВСР [19]. Интегральный показатель уровня функциональных резервов (ФР, балл) определяли с использованием аппаратно-программного комплекса «Здоровье-Экспресс» на основе анализа антропометрических данных, психофизиологических и лабораторных показателей, ВСР, переносимости функциональных проб, и результатов психометрических опросников [44]. Для скрининговой оценки когнитивного статуса использовалась Монреальская шкала оценки когнитивных функций (MoCA).

Для решения основной задачи исследования – выявления корреляционных взаимосвязей между клиническими и нейрофизиологическими показателями – проводился корреляционный анализ с использованием коэффициента ранговой корреляции Спирмена (ρ). Для оценки силы корреляционных связей использовалась следующая шкала: $|\rho| < 0,30$ – слабая связь; $0,30 \leq |\rho| < 0,50$ – умеренная связь; $0,50 \leq |\rho| < 0,70$ – выраженная связь; $|\rho| \geq 0,70$ – сильная связь. Статистическая обработка данных выполнялась с использованием пакета программ IBM SPSS Statistics 26 (IBM Corp., Armonk, NY, USA) и Statistica 12.6 (StatSoft Inc., Tulsa, OK, USA). Количественные данные представлены в виде $M \pm m$ (среднее арифметическое $\pm$ стандартная ошибка среднего). Различия считались статистически значимыми при уровне $p < 0,05$.

Результаты исследования

Исходные показатели психофункционального статуса в общей выборке представлены в табл. 1.

Таблица 1. Исходные показатели психофункционального статуса военнослужащих с последствиями боевой травмы

Показатель	Значение	Диапазон нормы
Миссисипская шкала, балл	$68,7 \pm 1,82$	< 60
MFI-20, балл	$43,8 \pm 1,15$	< 35
HADS тревога, балл	$8,6 \pm 0,21$	0–7
HADS депрессия, балл	$7,7 \pm 0,19$	0–7
Реактивная тревожность, балл	$46,8 \pm 1,35$	20–34
Личностная тревожность, балл	$45,2 \pm 1,28$	20–34
ПАРС, усл. ед.	$6,3 \pm 0,16$	0–3
SDNN, мс	$38,5 \pm 1,80$	> 50
RMSSD, мс	$22,3 \pm 1,40$	> 30
pNN50, %	$6,8 \pm 0,90$	> 10
TP, мс ²	$1450,0 \pm 85,00$	1500–4000
HF, мс ²	$310,0 \pm 18,50$	200–1000
LF, мс ²	$820,0 \pm 45,00$	300–1500
LF/HF, усл. ед.	$2,7 \pm 0,15$	0,5–2,0
ВАШ, балл	$5,6 \pm 0,12$	< 3

DN4, балл	$4,2 \pm 0,11$	< 4
ФР, балл	$2,6 \pm 0,07$	>5

Согласно представленным данным, у обследованных военнослужащих зафиксированы следующие отклонения психофункционального статуса. Показатель по Миссисипской шкале ($68,7 \pm 1,82$ балла) превышает нормативные значения (< 60 баллов), что свидетельствует о наличии субклинически выраженных посттравматических стрессовых реакций. Выраженность астенических проявлений по шкале MFI-20 ($43,8 \pm 1,15$ балла) также превышает референтный уровень (< 35 баллов), указывая на значительное снижение энергетического потенциала и истощение адаптационных резервов. По шкале HADS зафиксированы субклинически выраженные уровни тревоги ($8,6 \pm 0,21$ балла) и депрессии ($7,7 \pm 0,19$ балла), превышающие нормативные значения (0–7 баллов). Показатели реактивной ($46,8 \pm 1,35$ балла) и личностной ($45,2 \pm 1,28$ балла) тревожности по опроснику Спилбергера-Ханина превышают нормативные значения (20–34 балла), что соответствует высокому уровню тревожности. Таким образом, у военнослужащих с последствиями боевой травмы регистрируются выраженные психофункциональные нарушения, проявляющиеся в виде субклинических посттравматических стрессовых реакций, значительной астении, а также клинически значимой тревожной и депрессивной симптоматики.

Анализ исходных показателей нейрофизиологической регуляции выявил существенные отклонения, характеризующие состояние регуляторных возможностей и адаптивных свойств организма обследованных военнослужащих. ПАРС в среднем по выборке составил $6,3 \pm 0,16$ усл. ед., что соответствует выраженному напряжению регуляторных механизмов. У 68,1% обследованных (109 человек) значения ПАРС превышали 6,0 усл. ед., что указывает на значительный дисбаланс вегетативной регуляции с преобладанием симпатикотонии и снижением парасимпатических влияний. Данный вывод подтверждается результатами анализа временных и спектральных характеристик вариабельности сердечного ритма. Временные показатели характеризовались снижением SDNN до $38,5 \pm 1,8$ мс, RMSSD до $22,3 \pm 1,4$ мс и pNN50 до $6,8 \pm 0,9\%$. Спектральный анализ зафиксировал достоверное уменьшение общей мощности спектра (TP), снижение высокочастотной составляющей (HF) и повышение низкочастотной (LF) с увеличением индекса LF/HF ($p < 0,05$ для всех сравнений с нормативными значениями). Полученные изменения свидетельствуют о вегетативном дисбалансе, снижении парасимпатической активности и истощении адаптационных резервов организма.

Интегральный показатель ФР составил $2,6 \pm 0,07$ балла, что соответствует низкому уровню адаптивных возможностей. У 82,5% обследованных (132 человека) уровень ФР не превышал 3,0 балла, что свидетельствует о значительном снижении функциональных резервов организма и ограничении его способности к поддержанию гомеостаза при действии стрессорных факторов.

Таким образом, исходная оценка резервных возможностей и адаптивных свойств организма военнослужащих с последствиями боевой травмы свидетельствует о выраженном напряжении регуляторных систем, вегетативном дисбалансе с преобладанием симпатикотонии и значительном снижении ФР, что создает предпосылки для формирования и хронизации психофункциональных нарушений и требует целенаправленных реабилитационных вмешательств.

Для выявления системных взаимосвязей между клиническими проявлениями психофункциональных нарушений и объективными нейрофизиологическими показателями регуляции проведен корреляционный анализ с использованием коэффициента ранговой корреляции Спирмена (ρ). Результаты корреляционного анализа представлены в табл. 2.

Анализ корреляционных взаимосвязей выявил ряд закономерностей, характеризующих регуляторные возможности и адаптивный потенциал организма военнослужащих с последствиями боевой травмы.

Наиболее сильные корреляционные связи установлены между ПАРС и уровнем ФР – отрицательная корреляция высокой степени ($\rho = -0,72$; $p < 0,001$), что подтверждает тесную взаимосвязь между напряжением регуляторных механизмов и снижением адаптивных возможностей организма. Выявлены сильные положительные корреляции между ПАРС и выраженностью посттравматической симптоматики по Миссисипской шкале ($\rho = 0,68$; $p < 0,001$), астеническими проявлениями по шкале MFI-20 ($\rho = 0,65$; $p < 0,001$), тревогой по шкале HADS ($\rho = 0,61$; $p < 0,001$), реактивной тревожностью ($\rho = 0,59$; $p < 0,001$) и депрессией по шкале HADS ($\rho = 0,58$; $p < 0,001$). Установлена сильная отрицательная корреляционная связь между уровнем ФР и выраженностью астенического синдрома ($\rho = -0,61$; $p < 0,001$), посттравматических стрессовых реакций ($\rho = -0,59$; $p < 0,001$), тревоги ($\rho = -0,55$; $p < 0,001$), реактивной тревожности ($\rho = -0,54$; $p < 0,001$) и депрессии ($\rho = -0,52$; $p < 0,001$). Полученные данные свидетельствуют о том, что чем выше напряжение регуляторных систем и ниже функциональные резервы, тем более выражены психофункциональные нарушения у военнослужащих с последствиями боевой травмы.

Таблица 3. Корреляционные взаимосвязи между клиническими и нейрофизиологическими показателями (коэффициент Спирмена, ρ)

Показатели	ПАРС	ФР	ВАШ	DN4	M-PTSD	MFI-20	HADS (A)	HADS (D)
ФР	-0,72**							
ВАШ	0,28*	-0,35*						
DN4	0,32*	-0,38*	0,86**					
M-PTSD	0,68**	-0,59**	0,21*	0,19*				
MFI-20	0,65**	-0,61**	0,18*	0,15*	0,72**			
HADS (A)	0,61**	-0,55**	0,38*	0,35*	0,59**	0,58**		
HADS (D)	0,58**	-0,52**	0,41*	0,38*	0,55**	0,60**	0,81**	
Реактивная тревожность	0,59**	-0,54**	0,33*	0,31*	0,62**	0,56**	0,79**	0,76**

Примечание: * – $p < 0,05$; ** – $p < 0,001$.

Выраженные корреляционные связи зафиксированы между показателями аффективной сферы: тревога и депрессия по шкале HADS положительно коррелировали между собой с высокой степенью ($\rho = 0,81$; $p < 0,001$), реактивная тревожность положительно коррелировала с тревогой по HADS ($\rho = 0,79$; $p < 0,001$) и депрессией по HADS ($\rho = 0,76$; $p < 0,001$). Миссисипская шкала положительно коррелировала с MFI-20 ($\rho = 0,72$; $p < 0,001$), что подтверждает тесную связь посттравматических стрессовых реакций и астенических проявлений. Выявлена сильная положительная корреляция между показателями болевого синдрома – ВАШ и DN4 ($\rho = 0,86$; $p < 0,001$).

Умеренные корреляционные связи установлены между показателями болевого синдрома и аффективными расстройствами: ВАШ положительно коррелировала с депрессией по HADS ($\rho = 0,41$; $p < 0,05$), тревогой по HADS ($\rho = 0,38$; $p < 0,05$), реактивной тревожностью ($\rho = 0,33$; $p < 0,05$) и ПАРС ($\rho = 0,28$; $p < 0,05$). Показатель DN4 демонстрировал сходные корреляционные взаимосвязи с депрессией ($\rho = 0,38$; $p < 0,05$), тревогой ($\rho = 0,35$; $p < 0,05$), реактивной тревожностью ($\rho = 0,31$; $p < 0,05$) и ПАРС ($\rho = 0,32$; $p < 0,05$). Выявлены умеренные отрицательные корреляции между уровнем функциональных резервов и интенсивностью болевого синдрома (ВАШ: $\rho = -0,35$; $p < 0,05$; DN4: $\rho = -0,38$; $p < 0,05$), что указывает на снижение адаптивных возможностей при нарастании болевой симптоматики.

При анализе корреляционных взаимосвязей с учетом доминирующего клинического синдрома выявлены специфические паттерны, характеризующие различные варианты психофункциональных нарушений.

У пациентов с доминированием болевого синдрома (исходно высокие значения ВАШ и DN4) выявлены выраженные корреляционные связи между показателями болевого синдрома и нейрофизиологическими маркерами регуляции. Интенсивность боли по ВАШ положительно коррелировала с ПАРС ($\rho = 0,49$; $p < 0,05$), что указывает на связь выраженности болевых проявлений с напряжением регуляторных систем. Уровень ФР отрицательно коррелировал с выраженностью болевого синдрома ($\rho = -0,44$; $p < 0,05$), что подтверждает снижение адаптивных возможностей организма на фоне хронической боли. У данной категории пациентов также отмечены умеренные корреляции между интенсивностью боли и выраженностью тревожно-депрессивной симптоматики ($\rho = 0,38-0,45$; $p < 0,05$).

У пациентов с доминированием посттравматических стрессовых реакций (исходно высокие значения итогового балла по Миссисипской шкале) зафиксированы наиболее сильные корреляционные связи между нейрофизиологическими показателями и клиническими проявлениями. ПАРС наиболее тесно коррелировал с итоговым баллом Миссисипской шкалы ($\rho = 0,71$; $p < 0,001$) и MFI-20 ($\rho = 0,73$; $p < 0,001$), что свидетельствует о прямой зависимости вегетативной дисфункции от выраженности посттравматической симптоматики и астении. Уровень ФР отрицательно коррелировал с суммарным значением баллов по Миссисипской шкале ($\rho = -0,68$; $p < 0,001$) и MFI-20 ($\rho = -0,70$; $p < 0,001$). Связи с болевым синдромом в данной группе были статистически незначимы, что подтверждает специфичность паттерна регуляторных нарушений при ПТСР, сочетающихся с астеническими проявлениями и вегетативной дисфункцией.

У пациентов с доминированием астенического синдрома (исходно высокие значения по шкале MFI-20) зафиксированы наиболее тесные корреляционные взаимосвязи между показателями нейрофизиологической регуляции и клиническими проявлениями. ПАРС наиболее сильно коррелировал с выраженностью астении по шкале MFI-20 ($\rho = 0,73$; $p < 0,001$) и посттравматической симптоматикой по Миссисипской шкале ($\rho = 0,71$; $p < 0,001$), что свидетельствует о прямой зависимости вегетативной дисфункции от степени астенических проявлений и сопутствующих посттравматических стрессовых реакций. Уровень функциональных резервов отрицательно коррелировал с показателями MFI-20 ($\rho = -0,70$; $p < 0,001$) и Миссисипской шкалы ($\rho = -0,68$; $p < 0,001$), подтверждая, что нарастание астении и посттравматической симптоматики ассоциировано с прогрессивным снижением адаптивных возможностей организма. Корреляции с показателями боли в этой группе не достигли значимости, что подчёркивает ведущую роль астенической и посттравматической симптоматики в развитии регуляторного дисбаланса.

Выявленный паттерн свидетельствует о том, что астенические проявления у военнослужащих с последствиями боевой травмы являются не изолированным симптомом, а интегральным маркером системного напряжения регуляторных механизмов и истощения адаптационных резервов организма.

У пациентов с доминированием тревожно-депрессивных расстройств (исходно высокие значения HADS и реактивной тревожности) выявлены сильные корреляционные связи ПАРС с аффективными расстройствами: с тревогой по HADS ($\rho = 0,67$; $p < 0,001$), депрессией по HADS ($\rho = 0,64$; $p < 0,001$), реактивной тревожностью ($\rho = 0,62$; $p < 0,001$). Уровень ФР отрицательно коррелировал с тревогой ($\rho = -0,63$; $p < 0,001$), депрессией ($r_s = -0,61$; $p < 0,001$) и реактивной тревожностью ($\rho = -0,58$; $p < 0,001$). Умеренные корреляции зафиксированы между ПАРС и интегральным значением Миссисипской шкалы ($\rho = 0,62$; $p < 0,001$), а также с болевым синдромом (ВАШ: $\rho = 0,33$; $p < 0,05$). Данный паттерн указывает на то, что при тревожно-депрессивных расстройствах напряжение регуляторных систем и снижение адаптивных резервов в первую очередь связаны с аффективной симптоматикой.

У пациентов с субклиническими проявлениями (отсутствие клинически выраженных нарушений при сниженных функциональных резервах) корреляционные связи были выражены в меньшей степени: ПАРС умеренно коррелировал с Миссисипской шкалой ($\rho = 0,45$; $p < 0,05$) и MFI-20 ($\rho = 0,48$; $p < 0,05$), уровень ФР отрицательно коррелировал с теми же показателями ($\rho = -0,42$ и $-0,45$ соответственно; $p < 0,05$). Связи с болевым синдромом были статистически незначимы, что соответствует субклиническому характеру нарушений у данной категории пациентов.

Таким образом, выполненный корреляционный анализ выявил системные взаимосвязи между клиническими и нейрофизиологическими показателями у военнослужащих с последствиями боевой травмы. Наиболее информативными нейрофизиологическими маркерами регуляторных возможностей и адаптивного потенциала являются ПАРС и интегральный уровень ФР, которые демонстрируют сильные корреляционные связи с выраженностью посттравматических стрессовых реакций, астенических проявлений и аффективных расстройств. Выявленные паттерны корреляций, различающиеся в зависимости от доминирующего клинического синдрома, подтверждают гетерогенность регуляторных нарушений и обосновывают необходимость дифференцированного подхода к выбору реабилитационных стратегий.

Обсуждение

Полученные в настоящем исследовании результаты позволяют сформулировать концептуальный подход к комплексной оценке регуляторных возможностей и адаптивных свойств организма военнослужащих с последствиями боевой травмы на основе интегративного корреляционного анализа клинических и нейрофизиологических показателей. Ключевым выводом является подтверждение того, что регуляторные возможности организма и его адаптивный потенциал находятся в тесной системной взаимосвязи с клиническими проявлениями психофункциональных нарушений, а объективные нейрофизиологические маркеры могут служить надежными предикторами тяжести психологической дезадаптации и эффективности реабилитационных вмешательств.

Проведенная исходная оценка регуляторных возможностей организма обследованных военнослужащих выявила выраженное напряжение регуляторных систем, о чем свидетельствует ПАРС, составивший в среднем $6,3 \pm 0,16$ усл. ед. У 68,1% обследованных значения ПАРС превышали 6,0 усл. ед., что соответствует значительному дисбалансу вегетативной регуляции с преобладанием симпатикотонии. Данные изменения подтверждаются результатами анализа ВСР: снижение общей мощности спектра (TP), уменьшение высокочастотной составляющей (HF) и повышение индекса LF/HF свидетельствуют о снижении парасимпатических влияний и истощении адаптационных резервов [19, 20]. Эти наблюдения согласуются с исследованиями, демонстрирующими, что ПТСР и другие САР сопровождаются выраженной вегетативной дисфункцией, проявляющейся в повышении симпатического тонуса и снижении ВСР [21–23].

Интегральный показатель ФР, отражающий адаптивные свойства саморегулируемых систем организма, в среднем по выборке составил $2,6 \pm 0,07$ балла, что соответствует низкому уровню адаптивных возможностей. У 82,5% обследованных уровень ФР не превышал 3,0 балла, что свидетельствует о значительном снижении способности организма к поддержанию гомеостаза при действии стрессорных факторов. Выявленная сильная отрицательная корреляционная связь между ПАРС и ФР ($\rho = -0,72$; $p < 0,001$) подтверждает фундаментальную закономерность, согласно которой напряжение регуляторных механизмов прямо коррелирует со снижением адаптивного потенциала, что соответствует современным представлениям о функционировании стресс-лимитирующих систем и их роли в поддержании гомеостаза [45, 46].

Наиболее значимым результатом настоящего исследования является установление системных корреляционных взаимосвязей между объективными нейрофизиологическими маркерами регуляции и клиническими проявлениями психофункциональных нарушений. Выявлены сильные положительные корреляции между ПАРС и выраженностью посттравматической симптоматики по Миссисипской шкале ($\rho = 0,68$; $p < 0,001$), астеническими проявлениями по шкале MFI-20 ($\rho = 0,65$; $p < 0,001$), тревогой ($\rho = 0,61$; $p < 0,001$), реактивной тревожностью ($\rho = 0,59$; $p < 0,001$) и депрессией ($\rho = 0,58$; $p < 0,001$) по шкале HADS. Эти данные убедительно демонстрируют, что выраженность вегетативной дисфункции и напряжения регуляторных систем прямо пропорциональна тяжести психопатологической симптоматики, что

согласуется с исследованиями, выявившими связь между параметрами ВСП и тяжестью ПТСР у ветеранов боевых действий [22, 26, 27].

Особого внимания заслуживает сильная отрицательная корреляционная связь между уровнем ФР и выраженностью астенических проявлений ($\rho = -0,61$; $p < 0,001$), посттравматических стрессовых реакций ($\rho = -0,59$; $p < 0,001$) и аффективных расстройств ($\rho =$ от $-0,52$ до $-0,55$; $p < 0,001$). Данные взаимосвязи подтверждают решающую роль адаптивных резервов организма в формировании устойчивости к психофункциональным нарушениям и позволяют рассматривать показатель ФР в качестве интегрального маркера психологической дезадаптации. Снижение ФР создает предпосылки для хронизации патологических состояний и ограничивает эффективность реабилитационных вмешательств [36, 38], что согласуется с современными представлениями о роли адаптационных механизмов в патогенезе САП [34, 47, 48].

Анализ корреляционных взаимосвязей с учетом доминирующего клинического синдрома позволил выявить специфические паттерны, характеризующие различные варианты психофункциональных нарушений. У пациентов с доминированием болевого синдрома наиболее тесные корреляционные связи установлены между показателями боли (ВАШ, DN4) и нейрофизиологическими маркерами регуляции (ПАРС: $\rho = 0,49$; ФР: $\rho = -0,44$). Эти данные подтверждают представления о том, что хроническая боль, особенно нейропатического генеза, сопровождается значительным напряжением регуляторных систем и снижением адаптивных возможностей организма [49, 50]. Механизмы данной взаимосвязи могут быть связаны с формированием патологических алгических систем на уровне корковых и подкорковых структур, что приводит к дезинтеграции регуляторных механизмов и истощению адаптационных резервов [51, 52]. Хроническая боль и ПТСР, как известно, взаимно отягощают друг друга, формируя порочный круг, в котором вегетативная дисфункция является одним из ключевых патогенетических звеньев [53].

У пациентов с доминированием посттравматических стрессовых реакций и астенических проявлений зафиксированы наиболее сильные корреляционные связи между ПАРС и Миссисипской шкалой ($\rho = 0,71$) и MFI-20 ($\rho = 0,73$), что свидетельствует о высокой степени сопряженности вегетативной дисфункции с посттравматической симптоматикой и астенией. Данные паттерны хорошо согласуются с современными нейрофизиологическими исследованиями, демонстрирующими, что ПТСР и связанная с ним астения имеют нейробиологическую основу, проявляющуюся в дисфункции гипоталамо-гипофизарно-надпочечниковой оси, снижении активности парасимпатической системы и формировании патологических корреляционных плеяд между различными функциональными системами [54, 55]. Установленный факт отсутствия значимых корреляций между параметрами ВСП и болевым синдромом в данной группе подтверждает специфичность паттерна регуляторных нарушений при ПТСР-астеническом профиле, что имеет важное дифференциально-диагностическое значение.

У пациентов с доминированием тревожно-депрессивных расстройств выявлены сильные корреляционные связи ПАРС с аффективными показателями ($\rho = 0,62-0,67$), что согласуется с исследованиями, установившими взаимосвязь между снижением ВСП и выраженностью депрессии и тревоги у ветеранов с боевым опытом [33, 56]. Нарушение вегетативной регуляции у данной категории пациентов, на наш взгляд, отражает дисбаланс нейромедиаторных систем, в первую очередь серотонинергической и норадренергической, что характерно для аффективных расстройств [57]. Кроме того, установленная умеренная корреляция между ПАРС и болевым синдромом (ВАШ: $\rho = 0,33$) указывает на то, что при тревожно-депрессивных расстройствах болевые проявления также вносят вклад в напряжение регуляторных систем, хотя и в меньшей степени, чем аффективная симптоматика.

У пациентов с субклиническими проявлениями корреляционные связи были выражены в меньшей степени, что, по-видимому, связано с наличием компенсаторных механизмов, частично обеспечивающих поддержание вагосимпатического баланса и адаптивных резервов. Тем не менее, даже в этой группе выявлены умеренные корреляции между ПАРС и показателями посттравматического стресса ($\rho = 0,45$) и астении ($\rho = 0,48$), что указывает на сохраняющееся напряжение регуляторных систем даже при отсутствии клинически выраженных нарушений.

Полученные результаты имеют непосредственное практическое значение. Комплексная оценка регуляторных возможностей организма на основе анализа ВСП и показателя ФР может быть использована в качестве объективного диагностического инструмента для определения тяжести психофункциональных нарушений, оценки эффективности реабилитационных вмешательств и прогнозирования их результатов. Выявленные корреляционные взаимосвязи между клиническими и нейрофизиологическими показателями позволяют обосновать дифференцированный подход к выбору реабилитационных стратегий в зависимости от доминирующего клинического синдрома, что способствует переходу от универсальных протоколов к персонализированному, диагностически управляемому планированию реабилитационных мероприятий [17, 38, 58, 59].

В целом, настоящее исследование демонстрирует, что комплексная оценка регуляторных возможностей организма по поддержанию жизнедеятельности и адаптивных свойств его саморегулируемых систем на основе интегративного корреляционного анализа клинических и нейрофизиологических

показателей является эффективным подходом для объективизации психофункциональных нарушений у военнослужащих с последствиями боевой травмы. Выявленные системные взаимосвязи между показателями активности регуляторных систем, функциональных резервов и клиническими проявлениями служат основой для персонализированного планирования реабилитационных мероприятий, что позволяет повысить их эффективность и оптимизировать использование ресурсов системы медицинской реабилитации.

Заключение

Проведённое исследование подтвердило, что комплексная оценка регуляторных возможностей организма и адаптивных свойств его саморегулируемых систем у военнослужащих с последствиями боевой травмы требует интегративного анализа клинических и нейрофизиологических показателей. Установлено, что у данной категории пациентов регистрируется выраженное напряжение регуляторных механизмов и значительное снижение функциональных резервов, что отражает вегетативный дисбаланс с преобладанием симпатикотонии и истощение адаптационного потенциала. Корреляционный анализ выявил системные взаимосвязи между объективными маркерами нейрофизиологической регуляции и клиническими проявлениями психофункциональных нарушений. Наиболее тесные корреляции установлены между показателями активности регуляторных систем, уровнем функциональных резервов и выраженностью посттравматических стрессовых реакций, астенических проявлений, тревоги и депрессии. Выявлены специфические паттерны корреляций в зависимости от доминирующего клинического синдрома, что подтверждает гетерогенность регуляторных нарушений и обосновывает необходимость дифференцированного подхода к выбору реабилитационных стратегий. Полученные результаты свидетельствуют о том, что оценка вариабельности сердечного ритма и интегрального уровня функциональных резервов может служить объективным инструментом для определения тяжести психофункциональных нарушений, прогнозирования эффективности реабилитационных вмешательств и персонализированного планирования восстановительных мероприятий. Предложенный диагностический алгоритм позволяет перейти от универсальных протоколов к индивидуально ориентированной тактике, что способствует повышению клинической результативности и рациональному использованию ресурсов системы медицинской реабилитации.

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES:

1. Hoge C.W., Castro C.A., Messer S.C. et al. Combat duty in Iraq and Afghanistan, mental health problems, and barriers to care. *N Engl J Med*. 2004;351(1):13-22.
2. Караяни А.Г. Боевой стресс: проблемы определения и классификации. *Вестник Московского университета МВД России*. 2024;1:254–264.
Karayani A.G. Combat stress: problems of definition and classification. *Bulletin of the Moscow University of the Ministry of Internal Affairs of Russia*. 2024;1:254–264. (In Russ.).
3. Бобровницкий И.П., Будко А.А., Давыдов О.С. и др. Диагностика и лечение хронической постампутационной боли: методические рекомендации. М.: ГВМУ, 2025:67.
Bobrovnikitsky I.P., Budko A.A., Davydov O.S. et al. Diagnosis and treatment of chronic post-amputation pain: guidelines. Moscow: State Medical University, 2025:67. (In Russ.).
4. Калистратов В.Б., Ромашова Т.В., Иосифов Г.В. Современная боевая травма: спектр физических и психических последствий (обзор литературы). *Вестник неврологии, психиатрии и нейрохирургии*. 2025;18(8 (187)):1058–1070.
Kalistratov V.B., Romashova T.V., Iosifov G.V. Modern combat trauma: spectrum of physical and mental consequences (literature review). *Bulletin of neurology, psychiatry, and neurosurgery*. 2025;18(8 (187)):1058–1070. (In Russ.).
5. Альмешкина А.А., Ковалева К.В., Коваленко С.Р., Сорокопуд Е.П. Нервно-психическое напряжение пациентов с признаками боевой психической травмы. *Журнал психиатрии и медицинской психологии*. 2023;1(61):59–64.
Almeshkina A.A., Kovaleva K.V., Kovalenko S.R., Sorokopud E.P. Neuropsychic stress of patients with signs of combat mental trauma. *Journal of Psychiatry and Medical Psychology*. 2023;1(61):59–64. (In Russ.).
6. Hadlandsmyth K., Zhuang C., Driscoll M.A., Lund B.C. Comorbid Chronic Pain and Post-traumatic Stress Disorder: Current Rates and Psychiatric Comorbidities Among U.S. Military Veterans. *Mil Med*. 2024;189(11-12):2303-2306.
7. Richardson L.K., Frueh B.C., Acierno R. Prevalence estimates of combat-related post-traumatic stress disorder: critical review. *Aust N Z J Psychiatry*. 2010;44(1):4-19.
8. Steenkamp M.M., Litz B.T., Hoge C.W., Marmar C.R. Psychotherapy for Military-Related PTSD: A Review of Randomized Clinical Trials. *JAMA*. 2015;314(5):489-500.
9. Reed D.E. 2nd, Fischer I.C., Williams R.M. et al. Co-occurring Chronic Pain and PTSD Among US Military Veterans: Prevalence, Correlates, and Functioning. *J Gen Intern Med*. 2024;39(11):2009-2016.
10. Weber M.C., Hanson S., Hampton B.N. et al. A Scoping Review of Protective Factors That Contribute to Posttraumatic Wellbeing for Trauma-Exposed Military Service Members and Veterans. *Trauma Violence Abuse*. 2025;26(2):235-250.
11. Клинические рекомендации: Посттравматическое стрессовое расстройство. М.: Российское общество психиатров, 2023:173.
Clinical guidelines: Posttraumatic stress disorder. Moscow: Russian Society of Psychiatrists, 2023:173. (In Russ.).
12. Vogt D., Kumar S.A., Caine E.D. et al. Disrupting posttrauma networks: Identifying candidate intervention targets to improve military veterans' mental health and well-being. *J Anxiety Disord*. 2026;118:103113. doi: 10.1016/j.janxdis.2026.103113.

13. Galatzer-Levy I.R., Bryant R.A. 636,120 Ways to Have Posttraumatic Stress Disorder. *Perspect Psychol Sci.* 2013;8(6):651-662.
14. Darnell B.C., Benfer N., Litz B.T. Heuristic recommendations to advance knowledge about personalizing PTSD treatment via practice-based research. *Clin Psychol Rev.* 2026;123:102671. doi: 10.1016/j.cpr.2025.102671.
15. Zoellner L.A., Pruitt L.D., Farach F.J., Jun J.J. Understanding heterogeneity in PTSD: fear, dysphoria, and distress. *Depress Anxiety.* 2014;31(2):97-106.
16. Wolf E.J., Miller M.W., Reardon A.F. et al. A latent class analysis of dissociation and posttraumatic stress disorder: evidence for a dissociative subtype. *Arch Gen Psychiatry.* 2012;69(7):698-705.
17. Бобровницкий И.П., Яковлев М.Ю., Нагорнев С.Н. и др. Методическое обеспечение цифрового мониторинга функциональных резервов организма в программах здоровьесбережения, медицинской реабилитации и санаторно-курортного лечения: методическое руководство (под общ. ред. Акад. РАН А.Н. Разумова). М., 2024: 46.
Bobrovniksky I.P., Yakovlev M.Yu., Nagornev S.N., et al. Methodological Support for Digital Monitoring of the Body's Functional Reserves in Health-Preserving Programs, Medical Rehabilitation, and Spa Treatment: A Methodological Guide (ed. by Academician of the Russian Academy of Sciences A.N. Razumov). Moscow, 2024: 46. (In Russ.).
18. Юдин В.Е., Косухин Е.С., Дыбов М.Д. и др. Методологические основы оценки психического здоровья военнослужащих с последствиями боевой травмы и эффективность применения инновационных технологий при проведении медико-психологической реабилитации. Восстановительные биотехнологии, профилактическая, цифровая и предиктивная медицина. 2026;3(1):16–25.
Yudin V.E., Kosukhin E.S., Dybov M.D., et al. Methodological foundations for assessing the mental health of military personnel with the consequences of combat trauma and the effectiveness of using innovative technologies in medical and psychological rehabilitation. *Restorative biotechnologies, preventive, digital and predictive medicine.* 2026;3(1):16–25. (In Russ.).
19. Баевский Р.М., Иванов Г.Г., Гаврилушкин А.П. и др. Анализ вариабельности сердечного ритма при использовании различных электрокардиографических систем (часть 1). Вестник аритмологии. 2002;24:65-86.
Baevsky R.M., Ivanov G.G., Gavrilyushkin A.P. and others. Analysis of heart rate variability when using various electrocardiographic systems (part 1). *Bulletin of Arrhythmology.* 2002;24:65-86. (In Russ.).
20. Heart rate variability. Standards of measurement, physiological interpretation, and clinical use. Task Force of the European Society of Cardiology and the North American Society of Pacing and Electrophysiology. *Eur Heart J.* 1996;17(3):354-381.
21. Buckley T.C., Kaloupek D.G. A meta-analytic examination of basal cardiovascular activity in posttraumatic stress disorder. *Psychosom Med.* 2001;63(4):585-594.
22. Park J., Marvar P.J., Liao P. et al. Baroreflex dysfunction and augmented sympathetic nerve responses during mental stress in veterans with post-traumatic stress disorder. *J Physiol.* 2017;595(14):4893-4908.
23. Silva L.E.V., Katayama P.L. Baroreflex-mediated sympathetic overactivation induced by mental stress in post-traumatic stress disorder depends on the type of stressor. *J Physiol.* 2017;595(17):5757-5758.
24. Schuman D.L., Lawrence K.A., Boggero I. et al. A Pilot Study of a Three-Session Heart Rate Variability Biofeedback Intervention for Veterans with Posttraumatic Stress Disorder. *Appl Psychophysiol Biofeedback.* 2023;48(1):51-65.
25. Shah A.J., Lampert R., Goldberg J. et al. Posttraumatic stress disorder and impaired autonomic modulation in male twins. *Biol Psychiatry.* 2013;73(11):1103-10.
26. Minassian A., Geyer M.A., Baker D.G. et al. Heart rate variability characteristics in a large group of active-duty marines and relationship to posttraumatic stress. *Psychosom Med.* 2014;76(4):292-301.
27. Dyball D., Maqsood R., Schofield S. et al. Post-traumatic stress disorder (PTSD) symptom clusters associated with an indicator of heart rate variability: The ADVANCE cohort study. *J Affect Disord.* 2025;375:86-92.
28. Sumner J.A., Cleveland S., Chen T., Gradus J.L. Psychological and biological mechanisms linking trauma with cardiovascular disease risk. *Transl Psychiatry.* 2023;13(1):25. doi: 10.1038/s41398-023-02330-8.
29. Maqsood R., Schofield S., Bennett A.N. et al. Long-term impact of combat-related traumatic injury on heart rate variability: findings from the ADVANCE study. *BMJ Mil Health.* 2026;172(4):327-335.
30. Reed D.E. 2nd, Fischer I.C., Williams R.M. et al. Co-occurring Chronic Pain and PTSD Among US Military Veterans: Prevalence, Correlates, and Functioning. *J Gen Intern Med.* 2024;39(11):2009-2016.
31. Fishbain D.A., Pulikal A., Lewis J.E., Gao J. Chronic Pain Types Differ in Their Reported Prevalence of Post - Traumatic Stress Disorder (PTSD) and There Is Consistent Evidence That Chronic Pain Is Associated with PTSD: An Evidence-Based Structured Systematic Review. *Pain Med.* 2017 1;18(4):711-735.
32. Reed D.E. 2nd, Lehinger E.A., Cobos B. et al. The mediating role of posttraumatic stress disorder symptoms in pain cognitions among Veterans with chronic pain. *Mil Psychol.* 2025;37(2):95-104.
33. Косухин Е.С., Юдин В.Е., Бобровницкий И.П., Нагорнев С.Н. Комплексная оценка психофункционального состояния военнослужащих с последствиями боевой травмы и эффективность дифференцированного применения инновационных технологий при проведении медико-психологической реабилитации. *Russian Journal of Environmental and Rehabilitation Medicine.* 2026;1:165-175.
Kosukhin E.S., Yudin V.E., Bobrovniksky I.P., Nagornev S.N. Comprehensive assessment of the psychofunctional state of military personnel with the consequences of combat trauma and the effectiveness of differentiated use of innovative technologies in medical and psychological rehabilitation. *Russian Journal of Environmental and Rehabilitation Medicine.* 2026;1:165-175. (In Russ.).
34. Huang C., Hagan T., Kritikos M. et al. Graph theory-based analysis reveals neural anatomical network alterations in chronic post-traumatic stress disorder. *Imaging Neurosci (Camb).* 2024;2:imag-2-00141. doi: 10.1162/imag_a_00141.
35. Diociai A., Iaccarino M.A., Sorg S. et al. Distinct Functional MRI Connectivity Patterns and Cortical Volume Variations Associated with Repetitive Blast Exposure in Special Operations Forces Members. *Radiology.* 2025;315(1):e233264. doi: 10.1148/radiol.233264.

36. Соболев А.В. Научные основы медико-психологической реабилитации пациентов со стресс-ассоциированными расстройствами: дис. ... д-ра мед. наук. СПб., 2024: 250.
Sobolev A.V. Scientific Foundations of Medical and Psychological Rehabilitation of Patients with Stress-Associated Disorders: Doctor of Medicine Dissertation. St. Petersburg, 2024: 250. (In Russ.).
37. Пронин В.Д. Персонализированная медико-психологическая реабилитация военнослужащих в военных санаторно-курортных организациях: дис. ... канд. мед. наук. СПб., 2023: 163.
Pronin V.D. Personalized medical and psychological rehabilitation of military personnel in military health resort organizations: diss. ... candidate of medical sciences. St. Petersburg, 2023: 163. (In Russ.).
38. Долгих С.В., Ковлен Д.В., Кирсанова А.А. и др. Персонализированная медико-психологическая реабилитация военнослужащих в военных санаторно-курортных организациях. Современные проблемы науки и образования. 2022;2:102.
Dolgikh S.V., Kovlen D.V., Kirsanova A.A., et al. Personalized medical and psychological rehabilitation of military personnel in military health resort organizations. Modern Problems of Science and Education. 2022; 2:102. (In Russ.).
39. Bouhassira D., Attal N., Alchaar H. et al. Comparison of pain syndromes associated with nervous or somatic lesions and development of a new neuropathic pain diagnostic questionnaire (DN4). Pain. 2005;114(1-2):29-36.
40. Keane T.M., Caddell J.M., Taylor K.L. Mississippi Scale for Combat-Related Posttraumatic Stress Disorder: three studies in reliability and validity. J Consult Clin Psychol. 1988;56(1):85-90.
41. Smets E.M., Garsen B., Bonke B., De Haes J.C. The Multidimensional Fatigue Inventory (MFI) psychometric qualities of an instrument to assess fatigue. J Psychosom Res. 1995;39(3):315-325.
42. Zigmond A.S., Snaith R.P. The hospital anxiety and depression scale. Acta Psychiatr Scand. 1983;67(6):361-370.
43. Dümmler D., Eck S., Hapfelmeier A. et al. State-Trait Anxiety Inventory (STAI) for detecting anxiety disorders in adults. Cochrane Database Syst Rev. 2025;12(12):CD015458. doi: 10.1002/14651858.
44. Бобровницкий И.П., Яковлев М.Ю., Нагорнев С.Н. и др. Методическое обеспечение цифрового мониторинга функциональных резервов организма в программах здоровьесбережения, медицинской реабилитации и санаторно-курортного лечения/методическое руководство. М., 2024:43.
Bobrovniksky I.P., Yakovlev M.Yu., Nagornev S.N., et al. Methodological support for digital monitoring of the body's functional reserves in health-preservation programs, medical rehabilitation, and spa treatment/methodological guide. Moscow, 2024:43. (In Russ.).
45. Меерсон Ф.З. Адаптационная медицина: механизмы и защитные эффекты адаптации. М.: Hypoxia Medical LTD, 1993:331.
Meerson F.Z. Adaptation medicine: mechanisms and protective effects of adaptation. Moscow: Hypoxia Medical LTD, 1993:331. (In Russ.).
46. Pomatto L.C.D., Davies K.J.A. Adaptive homeostasis and the free radical theory of ageing. Free Radic Biol Med. 2018;124:420-430.
47. Van der Kolk B.A. The Body Keeps the Score: Brain, Mind, and Body in the Healing of Trauma. Viking, 2014:464.
48. Bremner J.D. Traumatic stress: effects on the brain. Dialogues Clin Neurosci. 2006;8(4):445-461.
49. Константинов К.В., Бадалов Н.Г., Колчева Ю.А. и др. Биоакустическая коррекция в терапии фантомно-болевого синдрома. (Пилотное исследование). Вопросы курортологии, физиотерапии и лечебной физической культуры. 2024; 101(4): 30–35.
Konstantinov K.V., Badalov N.G., Kolcheva Yu.A., et al. Bioacoustic Correction in the Treatment of Phantom Pain Syndrome. (Pilot Study). Issues of Balneology, Physiotherapy, and Therapeutic Physical Culture. 2024; 101(4): 30–35. (In Russ.).
50. Косухин Е.С., Юдин В.Е., Бобровницкий И.П. и др. Эффективность применения метода биоакустической коррекции в терапии фантомно-болевого синдрома у ампутантов после минно-взрывной травмы. Вопросы курортологии, физиотерапии и лечебной физической культуры. 2025; 102(5-2): 57-65.
Kosukhin E.S., Yudin V.E., Bobrovniksky I.P., et al. Efficiency of using the bioacoustic correction method in the treatment of phantom pain syndrome in amputees after mine-blast injury. Issues of balneology, physiotherapy and therapeutic physical culture. 2025; 102(5-2): 57-65. (In Russ.).
51. Zhou W., Ye C., Wang H. et al. Sound induces analgesia through corticothalamic circuits. Science. 2022; 377 (6602): 198-204.
52. Tegeler C.H., Cook J.F., Tegeler C.L. et al. Clinical, hemispheric, and autonomic changes associated with use of closed-loop, allostatic neurotechnology by a case series of individuals with self-reported symptoms of post-traumatic stress. BMC Psychiatry. 2017;17(1):141. doi: 10.1186/s12888-017-1299-x.
53. Gasperi M., Afari N., Goldberg J. et al. Pain and Trauma: The Role of Criterion A Trauma and Stressful Life Events in the Pain and PTSD Relationship. J Pain. 2021;22(11):1506-1517.
54. Федоров С.А., Нагорнев С.Н., Фролков В.К. Возможности применения метода бинауральных воздействий у пациентов с посттравматическими стрессовыми расстройствами. Физиотерапия, бальнеология и реабилитация. 2025; 24(4): 305-316.
Fedorov S.A., Nagornev S.N., Frolkov V.K. Potential for using binaural stimulation in patients with post-traumatic stress disorder. Physiotherapy, balneology, and rehabilitation. 2025; 24(4): 305-316. (In Russ.).
55. Федоров С.А., Нагорнев С.Н., Фролков В.К. Механизмы реализации биологического потенциала бинауральных воздействий при проведении коррекции синдрома хронической усталости. Russian Journal of Environmental and Rehabilitation Medicine. 2025; 1: 103-112.
Fedorov S.A., Nagornev S.N., Frolkov V.K. Mechanisms for realizing the biological potential of binaural effects during the correction of chronic fatigue syndrome. Russian Journal of Environmental and Rehabilitation Medicine. 2025; 1: 103-112. (In Russ.).

56. Бобровницкий И.П., Нагорнев С.Н., Разумов А.Н. и др. Применение аудиовизуального комплекса «ПРАК» в реабилитации пациентов с психосоматическими нарушениями : методическое руководство (под общ. ред. акад. РАН А.Н. Разумова). М., 2024:76.
Bobrovnikitsky I.P., Nagornev S.N., Razumov A.N., et al. Use of the PRAK audiovisual complex in the rehabilitation of patients with psychosomatic disorders: a methodological guide (edited by Academician of the Russian Academy of Sciences A.N. Razumov). Moscow, 2024:76. (In Russ.).
57. Косухин Е.С., Юдин В.Е., Бобровницкий И.П., Нагорнев С.Н. Фенотипы исходного функционального состояния военнослужащих с последствиями боевой травмы и основные направления дифференцированного применения реабилитационных технологий на основе акустической стимуляции. Russian Journal of Environmental and Rehabilitation Medicine. 2026;2:197-207.
58. Пелишенко Т.Г., Нагорнев С.Н., Круглова Л.С. Применение международной классификации функционирования, ограничения жизнедеятельности и здоровья для оценки эффективности реабилитации пациентов с полипозным риносинуситом, ассоциированным с бронхиальной астмой. Russian Journal of Environmental and Rehabilitation Medicine. 2024;2: 35-45.
Pelichenko T.G., Nagornev S.N., Kruglova L.S. Application of the International Classification of Functioning, Disability, and Health to Assess the Effectiveness of Rehabilitation of Patients with Polypous Rhinosinusitis Associated with Bronchial Asthma. Russian Journal of Environmental and Rehabilitation Medicine. 2024;2:35-45. (In Russ.).
59. Kas M.J.H., Do K.Q., Sand M.S. et al. Biomarker innovations in precision psychiatry diagnostics and treatment strategies. Eur Neuropsychopharmacol. 2026; 105: 112762. doi: 10.1016/j.euroneuro.2026.112762. Epub 2026 Jan 15. PMID: 41544575.

REGULATORY CAPABILITIES AND ADAPTIVE POTENTIAL OF MILITARY PERSONNEL WITH THE SEQUELS OF COMBAT TRAUMA: A CORRELATION ANALYSIS OF CLINICAL AND NEUROPHYSIOLOGICAL INDICATORS

E.S. Kosukhin, V.E. Yudin, I.P. Bobrovnikitsky, S.N. Nagornev

Branch No. 2 of the A.A. Vishnevsky National Medical Research Center for Military Medicine of the Ministry of Defense of the Russian Federation

Abstract. A comprehensive assessment of the regulatory capabilities and adaptive properties of 160 military personnel with the sequelae of combat trauma was conducted based on a correlation analysis of clinical and neurophysiological indicators. It was established that the examined military personnel exhibited a pronounced strain of the regulatory systems (PARS 6.3 ± 0.16 conventional units) and a significant decrease in functional reserves (FR 2.6 ± 0.07 points), which indicates an autonomic imbalance with a predominance of sympathicotonia and depletion of the body's adaptive capabilities. Strong correlations were revealed between the indicators of neurophysiological regulation (PARS, FR) and clinical manifestations of psychofunctional disorders, including post-traumatic stress reactions ($p = 0.68$; $p < 0.001$), asthenic manifestations ($p = 0.65$; $p < 0.001$), anxiety ($p = 0.61$; $p < 0.001$) and depression ($p = 0.58$; $p < 0.001$). Specific correlation patterns were identified depending on the dominant clinical syndrome, confirming the heterogeneity of regulatory disorders in this patient population. The results substantiate the need for a differentiated approach to selecting rehabilitation strategies based on an objective assessment of the body's regulatory capabilities and adaptive potential, thereby enabling a transition from universal protocols to personalized rehabilitation planning.

Keywords: regulatory capabilities, adaptive potential, combat trauma, correlation analysis, heart rate variability, functional reserves, post-traumatic stress disorder, asthenic syndrome, anxiety-depressive disorders, psychological maladjustment, personalized rehabilitation.

Сведения об авторах

Косухин Евгений Серафимович – канд. мед. наук, заместитель начальника филиала №2 ФГБУ «НМИЦ ВМТ им. А.А. Вишневецкого» Минобороны России. ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-2633-9307>

Юдин Владимир Егорович – д-р мед. наук, профессор, начальник филиала №2 ФГБУ «НМИЦ ВМТ им. А.А. Вишневецкого» Минобороны России. ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-7677-5342>

Бобровницкий Игорь Петрович – д-р мед. наук, профессор, чл.-корр. РАН, заместитель начальника филиала №2 по научно-исследовательской работе ФГБУ «НМИЦ ВМТ им. А.А. Вишневецкого» Минобороны России. ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-1807-4660>.

Нагорнев Сергей Николаевич – д-р мед. наук, профессор, врач-методист методического отделения филиала №2 ФГБУ «НМИЦ ВМТ им. А.А. Вишневецкого» МО РФ; E-mail: drnag@mail.ru. ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-1190-1440>

ОРИГИНАЛЬНАЯ СТАТЬЯ

УДК 616.21-053.2:616-072.7:615.8

РИНОМАНОМЕТРИЯ В СРАВНИТЕЛЬНОЙ ОЦЕНКЕ ТРЁХ СХЕМ ТЕРАПИИ
ПРИ СЕМИ ЛОР-НОЗОЛОГИЯХ У ДЕТЕЙ

Хрыкова А.Г.*, Филатова Е.В., Иванова И.И.

ФГБУ ДПО «Центральная государственная медицинская академия» Управления делами Президента Российской Федерации, 121359, г. Москва, Россия

РЕЗЮМЕ.

Цель. Оценить динамику показателей передней активной риноманометрии при семи ЛОР-нозологиях у детей и сопоставить её при трёх схемах лечения.

Материалы и методы. В проспективное сравнительное нерандомизированное исследование включены 1520 детей 3–18 лет с латентной дисфункцией слуховой трубы. Оценивали суммарный объёмный поток (СОП) и суммарное сопротивление (СС) до и после лечения. Группа 1 получала медикаментозную терапию, группа 2 — медикаментозную терапию и лазеротерапию, группа 3 — медикаментозную терапию, лазеротерапию и ультрафонофорез Ферменкола.

Результаты. Межгрупповые различия по динамике СОП и СС были статистически значимыми во всех семи нозологиях. На объединённой выборке улучшение СОП отмечено у 46,8%, 86,0% и 99,1% пациентов групп 1–3 соответственно; улучшение СС — у 35,5%, 70,0% и 88,8% ($p < 0,001$). В большинстве нозологий наиболее благоприятная динамика зарегистрирована в группе 3.

Заключение. Риноманометрия объективно отражает функциональную динамику носового дыхания; наиболее благоприятные изменения показателей назальной проходимости в большинстве нозологий отмечались в группе комплексной терапии.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: риноманометрия, назальная обструкция, дети, риносинусит, аденоидные вегетации, дисфункция слуховой трубы, лазеротерапия, ультрафонофорез.

Введение.

Нарушение носового дыхания является одним из значимых функциональных нарушений при ряде ЛОР-заболеваний у детей, поскольку связано с состоянием слизистой оболочки полости носа и носоглотки и выраженностью назальной обструкции [1–6].

Функционально-анатомическая взаимосвязь полости носа, носоглотки и слуховой трубы определяет возможное сочетание нарушений носового дыхания с патологией среднего уха и дисфункцией слуховой трубы [7–9]. В предыдущих исследованиях авторского коллектива латентная дисфункция слуховой трубы была показана при различных ЛОР-нозологиях, включая риносинусит, аллергический ринит и заболевания среднего уха [10–12].

При этом субъективная оценка носовой проходимости не всегда соответствует объективным функциональным показателям, особенно у детей, что определяет необходимость применения инструментальных методов исследования [13, 14].

Риноманометрия позволяет количественно оценивать функциональное состояние носового дыхания по параметрам воздушного потока и назального сопротивления и является одним из основных объективных методов исследования назальной проходимости [14–16]. Возможность применения метода в педиатрической практике подтверждена исследованиями, посвящёнными нормативным параметрам и оценке назальной обструкции у детей [17–19]. Воспроизводимость риноманометрических измерений также была показана в исследованиях повторных измерений [20].

Совместная оценка суммарного объёмного потока (СОП, см³/с) и суммарного сопротивления (СС, Па/см³/с) позволяет объективно характеризовать направление функциональной динамики носового дыхания и использовать риноманометрию для мониторинга результатов лечения [14, 16, 20].

* Адрес для переписки: *Нагорнев Сергей Николаевич*, e-mail: *drnag@mail.ru*

Цель исследования — провести сравнительную оценку динамики показателей риноманометрии — суммарного объёмного потока (СОП, см³/с) и суммарного сопротивления (СС, Па/см³/с) — у детей 3–18 лет при семи ЛОР-нозологиях и установить, сопровождается ли комплексная терапия с включением физических факторов более выраженной положительной динамикой параметров носового дыхания по сравнению со стандартной медикаментозной терапией и медикаментозной терапией в сочетании с лазеротерапией.

Материалы и методы

Дизайн исследования и характеристика пациентов

Проведено проспективное сравнительное нерандомизированное клиническое исследование в 2022–2026 гг. на базе ООО «Медин» и ООО «ДНК-клиника». Из 3018 обследованных детей с ЛОР-патологией в исследование включены 1520 пациентов 3–18 лет с объективно подтверждённой латентной дисфункцией слуховой трубы (ЛДСТ).

В выборке было 766 мальчиков (50,4%) и 754 девочки (49,6%); дети 3–6 лет составляли 31,4%, 7–10 лет — 35,1%, 11–14 лет — 22,0%, 15–18 лет — 11,5%. Нозологические группы включали острый риносинусит — 320 (21,1%), аллергический ринит — 134 (8,8%), аденоидные вегетации — 336 (22,1%), хронический тонзиллит — 264 (17,4%), евстахиит — 150 (9,9%), острый катаральный средний отит — 148 (9,7%) и экссудативный средний отит — 168 (11,1%).

Формирование клинических групп

Внутри каждой нозологической группы формировали три группы в зависимости от применённой схемы лечения. Формализованную процедуру рандомизации не применяли. Исходно группы были сопоставимы по демографическим характеристикам и нозологической структуре; по отдельным клиническим и функциональным показателям выявлялись межгрупповые различия, которые учитывали при интерпретации результатов.

Группа 1 включала 470 детей (30,9%), получавших стандартную медикаментозную терапию; группа 2 — 523 ребёнка (34,4%), получавших медикаментозную терапию и лазеротерапию; группа 3 — 527 пациентов (34,7%), получавших медикаментозную терапию, лазеротерапию и ультрафонофорез Ферменкола по оригинальной методике, защищённой патентом Российской Федерации № RU2798699C1 от 23.06.2023 [21].

Критерии отбора пациентов

Критерии включения: возраст 3–18 лет; одна из семи исследуемых ЛОР-нозологий; ЛДСТ, подтверждённая тимпанограммой патологического типа В или С; возможность полного обследования до и после лечения; письменное информированное согласие законных представителей.

Критерии не включения: отсутствие подтверждённой ЛДСТ; острые инфекционные заболевания, не относящиеся к исследуемой ЛОР-патологии; противопоказания к физиотерапии; заболевания крови в стадии обострения; злокачественные новообразования, требующие радикального лечения, или их рецидив; острые психотические и судорожные состояния; сенсоневральная тугоухость; необходимость хирургического лечения на этапе отбора.

Критерии исключения после включения: отзыв согласия, отказ от участия, существенное нарушение протокола, невозможность завершения лечения или контрольного обследования. Выбытия после включения не зарегистрировано; в анализ вошли все 1520 пациентов.

Этические аспекты

Исследование проводилось в соответствии с Хельсинкской декларацией и одобрено Локальным этическим комитетом ФГБУ ДПО «Центральная государственная медицинская академия» Управления делами Президента Российской Федерации (протокол № 2/2022 от 15.02.2022). Законные представители подписывали письменное информированное согласие; данные пациентов обезличивали.

Риноманометрия

Переднюю активную риноманометрию выполняли до и после лечения по единому протоколу с использованием Rhinospir в составе оборудования MODULA-EUROPA (G. Heinemann Medizintechnik GmbH, Германия; регистрационное удостоверение Росздравнадзора № РЗН 2016/3928 от 04.05.2016).

Референтный перепад давления составлял 75 Па у детей 3–6 лет, 100 Па — 7–10 лет и 150 Па — 11–18 лет; у каждого пациента до и после лечения использовали одинаковое давление.

При обследовании выполняли два повторных измерения, при необходимости — третье. Результаты считали воспроизводимыми при коэффициенте вариации (CV) <10%; итоговым считали среднее арифметическое воспроизводимых измерений. При отсутствии воспроизводимости исследование повторяли на следующий день. Деконгестантную пробу не проводили, поскольку оценивали носовое дыхание в естественном функциональном состоянии слизистой оболочки.

Анализировали суммарный объёмный поток (СОП, см³/с) и суммарное сопротивление (СС, Па/см³/с). Индивидуальное направленное изменение рассчитывали, как $\Delta^*СОП = \text{после} - \text{до}$ и $\Delta^*СС = \text{до} - \text{после}$; соответственно, $\Delta^*>0$ означало благоприятную динамику, $\Delta^*=0$ — отсутствие изменений, $\Delta^*<0$ — неблагоприятную динамику.

Лечебные вмешательства

Стандартную медикаментозную терапию назначали пациентам всех групп согласно действующим

клиническим рекомендациям с индивидуальным выбором препаратов, доз и продолжительности лечения.

Лазеротерапию в группах 2 и 3 проводили аппаратом «МИЛТА-Ф-8-01» (ЗАО «НПО космического приборостроения», Россия; регистрационное удостоверение № ФСР 2009/04484 от 17.03.2009). Использовали инфракрасное лазерное излучение 0,89 мкм в импульсном режиме 300–600 Гц, экспозицию 1–2,5 мин на поле; при аллергическом рините — 3–5 мин при 600 Гц с дополнительным эндоназальным воздействием по 30 с. Курс включал 10 ежедневных процедур; зоны воздействия определяли по нозологии.

Ультрафонофорез Ферменкола выполняли только в группе 3 после лазеротерапии аппаратом «ТОНЗИЛЛОП-ММ» (ООО НПП «Метромед», Россия; регистрационное удостоверение № РЗН 2013/165 от 26.02.2013). Использовали гель «Ферменкол», частоту 26,5 кГц, амплитуду 40 мкм и экспозицию 15–30 с на зону; курс — 10 ежедневных процедур. Применяли эндоназальную методику при заболеваниях носа и носоглотки, контактное воздействие на нёбные миндалины при хроническом тонзиллите и эндоауральную методику при евстахиите и среднем отите после подтверждения целостности барабанной перепонки [21].

Статистический анализ

Подготовку данных выполняли в Microsoft Excel 2021 (Microsoft Corp., США), статистический анализ — в jamovi 2.6.44. Пропущенных значений по исследуемым показателям не было. Количественные данные представляли, как Me [Q1; Q3], категориальные — n (%).

С учётом отдельных исходных межгрупповых различий основным показателем сравнения являлось индивидуальное направленное изменение Δ^* , а не абсолютное значение после лечения. Межгрупповые различия Δ^* оценивали критерием Краскела–Уоллиса; размер межгруппового эффекта оценивали по ϵ^2 . При статистически значимом общем различии выполняли попарные сравнения Dunn–Holm.

Дополнительно сравнивали доли пациентов с $\Delta^* > 0$. Применяли χ^2 -критерий Пирсона при минимальной ожидаемой частоте ≥ 5 или точный тест Fisher–Freeman–Halton при минимальной ожидаемой частоте < 5 ; силу связи оценивали по V Крамера. Уровень статистической значимости принимали равным $p < 0,05$.

Результаты исследования

Динамика суммарного объёмного потока (СОП)

Во всех семи нозологических группах выявлены статистически значимые межгрупповые различия направленного индивидуального изменения суммарного объёмного потока (Δ^* СОП) (табл. 1). Наибольший размер межгруппового эффекта отмечен при аллергическом рините ($\epsilon^2=0,769$) и остром риносинусите ($\epsilon^2=0,744$), наименьший — при остром катаральном среднем отите ($\epsilon^2=0,064$; $p=0,004$). При остальных нозологиях значения ϵ^2 составляли от 0,209 до 0,584.

Наиболее выраженная положительная динамика СОП преимущественно отмечалась в группе комплексной терапии. По результатам post hoc анализа Dunn–Holm при остром риносинусите, аллергическом рините, хроническом тонзиллите и евстахиите статистически значимые различия выявлены между всеми тремя группами. При аденоидных вегетациях и экссудативном среднем отите различия между группами 1 и 2 отсутствовали ($p=0,180$ и $p=0,366$ соответственно), тогда как группа 3 статистически значимо отличалась от обеих групп сравнения ($p < 0,001$). При остром катаральном среднем отите значимое различие установлено только между группами 1 и 3 ($p=0,002$).

На объединённой выборке медиана Δ^* СОП составила 0 [0; 3] см³/с в группе 1, 3 [1; 6] см³/с в группе 2 и 11 [7; 16] см³/с в группе 3. Межгрупповые различия были статистически значимыми ($H=696,74$; $p < 0,001$; $\epsilon^2=0,458$), все попарные сравнения Dunn–Holm — также статистически значимыми ($p < 0,001$). Объединённый анализ использовали для характеристики общей направленности изменений, а не для прямого межнозологического сопоставления.

Таблица 1. Динамика суммарного объёмного потока (СОП, см³/с) по данным передней активной риноманометрии в зависимости от схемы лечения

Нозология	Группа 1: до → после; Δ^* , Me [Q1; Q3]	Группа 2: до → после; Δ^* , Me [Q1; Q3]	Группа 3: до → после; Δ^* , Me [Q1; Q3]	Kruskal–Wallis по Δ^* : H; p; ϵ^2	Dunn–Holm по Δ^*
Острый риносинусит, n=320 (100/110/110)	392 [238; 431] → 392 [238; 433]; 0 [0; 0]	399 [238; 461] → 401 [239; 462]; 2 [1; 4]	396 [238; 465] → 404 [245; 492]; 9 [7; 19]	H=237,97; p<0,001; $\epsilon^2=0,744$	1–2: p<0,001; 1–3: p<0,001; 2–3: p<0,001
Аллергический ринит, n=134 (44/45/45)	401 [338; 496] → 401 [338; 496]; 0 [0; 0]	412 [240; 480] → 434 [254; 491]; 9 [7; 13]	408 [240; 496] → 434 [256; 524]; 19 [14; 27]	H=102,71; p<0,001; $\epsilon^2=0,769$	1–2: p<0,001; 1–3: p<0,001; 2–3: p<0,001
Аденоидные вегетации, n=336 (100/118/118)	224 [181; 387] → 227 [183; 389]; 2 [0; 4]	225 [185; 394] → 229 [186; 396]; 2 [1; 3]	225 [180; 390] → 238 [190; 400]; 12 [8; 14]	H=190,63; p<0,001; $\epsilon^2=0,566$	1–2: p=0,180; 1–3: p<0,001; 2–3: p<0,001
Хронический тонзиллит, n=264	395 [236; 449] → 395 [238; 449];	371 [236; 430] → 373 [241; 431];	389 [234; 448] → 397 [242; 459]; 10	H=154,44; p<0,001;	1–2: p<0,001; 1–3: p<0,001; 2–3:

Нозология	Группа 1: до → после; Δ*, Ме [Q1; Q3]	Группа 2: до → после; Δ*, Ме [Q1; Q3]	Группа 3: до → после; Δ*, Ме [Q1; Q3]	Kruskal-Wallis по Δ*: H; p; ε²	Dunn-Holm по Δ*
(80/90/94)	0 [0; 2]	3 [1; 6]	[6; 16]	ε²=0,584	p<0,001
Евстахиит, n=150 (50/50/50)	231 [184; 398] → 232 [188; 401]; 0 [0; 3]	237 [189; 399] → 240 [191; 405]; 3 [0; 7]	311 [194; 403] → 322 [199; 417]; 9 [5; 17]	H=65,13; p<0,001; ε²=0,429	1-2: p=0,003; 1-3: p<0,001; 2-3: p<0,001
Острый катаральный средний отит, n=148 (48/50/50)	237 [176; 399] → 238 [180; 404]; 2 [0; 8]	309 [179; 403] → 311 [182; 414]; 4 [2; 10]	382 [182; 399] → 386 [184; 405]; 7 [4; 10]	H=11,23; p=0,004; ε²=0,064	1-2: p=0,144; 1-3: p=0,002; 2-3: p=0,144
Экссудативный средний отит, n=168 (48/60/60)	219 [170; 392] → 228 [178; 397]; 4 [0; 9]	226 [177; 387] → 232 [186; 389]; 6 [2; 9]	226 [179; 390] → 240 [190; 402]; 11 [8; 15]	H=36,44; p<0,001; ε²=0,209	1-2: p=0,366; 1-3: p<0,001; 2-3: p<0,001
Объединённая выборка, n=1520 (470/523/527)	248 [212; 417] → 248 [217; 417]; 0 [0; 3]	350 [214; 418] → 352 [215; 426]; 3 [1; 6]	340 [217; 418] → 344 [231; 437]; 11 [7; 16]	H=696,74; p<0,001; ε²=0,458	1-2: p<0,001; 1-3: p<0,001; 2-3: p<0,001

Примечание. Δ* — индивидуальное направленное изменение показателя; для СОП Δ* = значение после лечения — значение до лечения, поэтому Δ*>0 соответствует благоприятной динамике. Строка «Объединённая выборка» рассчитана по совокупности всех семи нозологий и отражает общую направленность изменений; она не предназначена для прямого межнозологического сравнения.

Дополнительный анализ доли пациентов с благоприятной динамикой (Δ*СОП>0) подтвердил результаты количественного анализа: статистически значимые межгрупповые различия выявлены при всех семи нозологиях (p<0,001). Наиболее выраженная связь между схемой лечения и наличием улучшения отмечена при аллергическом рините (V=0,883) и остром риносинусите (V=0,817). На объединённой выборке улучшение СОП зарегистрировано у 220/470 (46,8%), 450/523 (86,0%) и 522/527 (99,1%) пациентов групп 1–3 соответственно (χ²=428,05; p<0,001; V=0,531).

Динамика суммарного сопротивления (СС)

Во всех семи нозологических группах выявлены статистически значимые межгрупповые различия направленного индивидуального изменения суммарного сопротивления (Δ*СС; p<0,001) (табл. 2). Наибольший размер межгруппового эффекта зарегистрирован при аллергическом рините (ε²=0,643); при остальных нозологиях значения ε² составляли от 0,197 до 0,378.

Наиболее выраженная положительная динамика СС преимущественно отмечалась в группе комплексной терапии. Результаты post hoc анализа Dunn-Holm показали статистически значимые различия между всеми тремя группами при каждой из семи нозологий, что соответствовало последовательному увеличению положительного Δ*СС от группы стандартной медикаментозной терапии к группе комплексного лечения.

На объединённой выборке медиана Δ*СС составила 0,00 [0,00; 0,10] Па/см³/с в группе 1, 0,10 [0,00; 0,20] Па/см³/с в группе 2 и 0,20 [0,10; 0,40] Па/см³/с в группе 3. Межгрупповые различия были статистически значимыми (H=340,15; p<0,001; ε²=0,223), все попарные сравнения Dunn-Holm — также статистически значимыми (p<0,001). Как и для СОП, объединённый анализ использовали только для характеристики общей направленности изменений.

Таблица 2. Динамика суммарного сопротивления (СС, Па/см³/с) по данным передней активной риноманометрии в зависимости от схемы лечения

Нозология	Группа 1: до → после; Δ*, Ме [Q1; Q3]	Группа 2: до → после; Δ*, Ме [Q1; Q3]	Группа 3: до → после; Δ*, Ме [Q1; Q3]	Kruskal-Wallis по Δ*: H; p; ε²	Dunn-Holm по Δ*
Острый риносинусит, n=320 (100/110/110)	0,55 [0,34; 0,87] → 0,54 [0,32; 0,71]; 0,03 [0,00; 0,13]	0,52 [0,34; 0,86] → 0,41 [0,30; 0,67]; 0,11 [0,04; 0,20]	0,53 [0,34; 0,89] → 0,29 [0,23; 0,44]; 0,23 [0,12; 0,43]	H=98,00; p<0,001; ε²=0,303	1-2: p<0,001; 1-3: p<0,001; 2-3: p<0,001
Аллергический ринит, n=134 (44/45/45)	0,46 [0,32; 0,68] → 0,46 [0,32; 0,68]; 0,00 [0,00; 0,00]	0,40 [0,34; 0,82] → 0,39 [0,31; 0,46]; 0,07 [0,03; 0,20]	0,40 [0,33; 0,87] → 0,28 [0,22; 0,34]; 0,16 [0,10; 0,42]	H=86,17; p<0,001; ε²=0,643	1-2: p<0,001; 1-3: p<0,001; 2-3: p=0,002
Аденоидные вегетации, n=336 (100/118/118)	1,04 [0,58; 1,23] → 0,84 [0,50; 1,14]; 0,09 [0,00; 0,22]	0,95 [0,58; 1,17] → 0,68 [0,39; 0,95]; 0,19 [0,08; 0,31]	0,95 [0,56; 1,18] → 0,46 [0,33; 0,63]; 0,43 [0,19; 0,61]	H=88,87; p<0,001; ε²=0,261	1-2: p<0,001; 1-3: p<0,001; 2-3: p<0,001
Хронический тонзиллит, n=264	0,41 [0,38; 0,84] → 0,40 [0,37; 0,84]; 0,00 [0,00; 0,00]	0,40 [0,34; 0,56] → 0,39 [0,35; 0,82]; 0,01 [0,00; 0,01]	0,41 [0,37; 0,83] → 0,38 [0,33; 0,65]; 0,04 [0,00; 0,04]	H=96,08; p<0,001; ε²=0,378	1-2: p=0,023; 1-3: p<0,001; 2-3: p<0,001

Нозология	Группа 1: до → после; Δ^* , Me [Q1; Q3]	Группа 2: до → после; Δ^* , Me [Q1; Q3]	Группа 3: до → после; Δ^* , Me [Q1; Q3]	Kruskal-Wallis по Δ^* : H; p; ε^2	Dunn-Holm по Δ^*
(80/90/94)	[0,00; 0,01]	[-0,07; 0,05]	[0,03; 0,11]	$\varepsilon^2=0,360$	2–3: p<0,001
Евстахиит, n=150 (50/50/50)	0,80 [0,49; 1,10] → 0,56 [0,43; 1,10]; 0,05 [0,00; 0,13]	0,81 [0,46; 0,95] → 0,45 [0,36; 0,89]; 0,11 [0,05; 0,27]	0,54 [0,40; 0,89] → 0,35 [0,29; 0,54]; 0,19 [0,11; 0,37]	H=31,02; p<0,001; $\varepsilon^2=0,197$	1–2: p=0,005; 1–3: p<0,001; 2–3: p=0,011
Острый катаральный средний отит, n=148 (48/50/50)	0,58 [0,44; 1,18] → 0,58 [0,38; 1,15]; 0,00 [0,00; 0,05]	0,56 [0,46; 1,06] → 0,50 [0,39; 0,95]; 0,09 [0,05; 0,19]	0,57 [0,41; 0,86] → 0,34 [0,28; 0,51]; 0,22 [0,12; 0,45]	H=56,02; p<0,001; $\varepsilon^2=0,373$	1–2: p<0,001; 1–3: p<0,001; 2–3: p<0,001
Экссудативный средний отит, n=168 (48/60/60)	0,91 [0,44; 1,23] → 0,71 [0,40; 1,18]; 0,04 [0,01; 0,13]	0,89 [0,50; 1,17] → 0,66 [0,39; 0,92]; 0,19 [0,11; 0,27]	0,89 [0,45; 1,21] → 0,47 [0,28; 0,79]; 0,32 [0,16; 0,46]	H=64,29; p<0,001; $\varepsilon^2=0,378$	1–2: p<0,001; 1–3: p<0,001; 2–3: p<0,001
Объединённая выборка, n=1520 (470/523/527)	0,74 [0,38; 1,06] → 0,57 [0,37; 1,02]; 0,00 [0,00; 0,10]	0,58 [0,38; 0,95] → 0,44 [0,36; 0,85]; 0,10 [0,00; 0,20]	0,59 [0,38; 0,95] → 0,35 [0,28; 0,60]; 0,20 [0,10; 0,40]	H=340,15; p<0,001; $\varepsilon^2=0,223$	1–2: p<0,001; 1–3: p<0,001; 2–3: p<0,001

Примечание. Δ^* — индивидуальное направленное изменение показателя; для СС $\Delta^* = \text{значение до лечения} - \text{значение после лечения}$, поэтому $\Delta^* > 0$ соответствует снижению суммарного сопротивления и благоприятной динамике. Строка «Объединённая выборка» рассчитана по совокупности всех семи нозологий и отражает общую направленность изменений; она не предназначена для прямого межнозологического сравнения.

Дополнительный анализ доли пациентов с благоприятной динамикой ($\Delta^* \text{СС} > 0$) также выявил статистически значимые межгрупповые различия при всех семи нозологиях (p<0,001). При экссудативном среднем отите вследствие минимальной ожидаемой частоты 3,71 применяли точный тест Fisher–Freeman–Halton. Наиболее выраженная связь между схемой лечения и наличием улучшения отмечена при аллергическом рините (V=0,921), хроническом тонзиллите (V=0,567) и остром катаральном среднем отите (V=0,527). На объединённой выборке улучшение СС зарегистрировано у 167/470 (35,5%), 366/523 (70,0%) и 468/527 (88,8%) пациентов групп 1–3 соответственно ($\chi^2=319,59$; p<0,001; V=0,459).

Обсуждение

Согласованная динамика суммарного объёмного потока и суммарного сопротивления во всех семи нозологических группах подтверждает информативность передней активной риноманометрии для объективной оценки функционального состояния носового дыхания у детей [14, 16, 17]. Увеличение СОП и снижение СС отражали однонаправленное улучшение назальной проходимости, а использование направленного индивидуального изменения Δ^* позволило унифицировать оценку динамики обоих показателей.

В большинстве нозологий наиболее выраженная положительная динамика отмечалась в группе комплексной терапии. Выраженность межгрупповых различий при этом зависела от нозологической формы: наибольшие значения ε^2 для СОП зарегистрированы при аллергическом рините и остром риносинусите, для СС — при аллергическом рините, тогда как различия по СОП при остром катаральном среднем отите были менее выраженными. Это указывает на неоднородность функционального ответа и необходимость интерпретации результатов с учётом конкретной нозологии.

Полученная направленность изменений согласуется с ранее опубликованными исследованиями авторского коллектива, посвящёнными комплексной терапии при риносинусите, аллергическом рините, аденоидной и тонзиллярной патологии, евстахиите и среднем отите [10–12, 22, 23]. В отличие от этих работ, в настоящем исследовании выполнен единый сравнительный анализ индивидуальной динамики двух риноманометрических показателей одновременно при семи нозологиях.

Положительная динамика риноманометрических показателей выявлена не только при заболеваниях носа и околоносовых пазух, но и при патологии глотки и уха у пациентов с латентной дисфункцией слуховой трубы. Это согласуется с представлениями о функциональной взаимосвязи носоглотки, аденоидной ткани, слуховой трубы и среднего уха в детском возрасте [7–9, 24]. Связь аденоидной патологии с изменениями назального сопротивления и воздушного потока подтверждается и исследованиями с объективной оценкой носового дыхания [19, 25]. Вместе с тем риноманометрические показатели следует рассматривать как объективные характеристики функционального состояния носового дыхания, а не как специфические маркёры отдельных нозологий [14–16].

Более выраженная положительная динамика в группе комплексной терапии согласуется с результатами предыдущих исследований физических факторов при аденоидной и тонзиллярной патологии, аллергическом рините и заболеваниях среднего уха у детей с дисфункцией слуховой трубы [11, 12, 23]. При аденоидной патологии эффективность консервативного лечения также сопровождалась изменениями локальных воспалительных показателей назального секрета [26]. Однако нерандомизированный дизайн

настоящего исследования не позволяет установить причинный вклад отдельных компонентов комплексной терапии; выявленные различия следует интерпретировать как ассоциацию применённой схемы лечения с более выраженной функциональной динамикой.

Дополнительный анализ доли пациентов с $\Delta^* > 0$ подтвердил общую направленность результатов анализа непрерывных величин. Согласованная направленность результатов двух подходов повышает устойчивость общей интерпретации. Объединённый анализ всех нозологий использовали только для характеристики общей тенденции и не рассматривали как основание для прямого межнозологического сравнения.

Результаты при отоларингических нозологиях следует рассматривать в контексте многообразия современных подходов к лечению дисфункции слуховой трубы и экссудативного среднего отита у детей, включая лечение сопутствующей аденоидной патологии, аденотомию и баллонную дилатацию слуховой трубы [27–30]. Это подчёркивает многофакторный характер тубарной дисфункции и необходимость комплексной оценки функционального ответа на лечение.

К ограничениям исследования относятся нерандомизированное распределение пациентов по схемам лечения, наличие отдельных исходных межгрупповых различий по функциональным показателям, отсутствие унифицированных шкал субъективной симптоматики и качества жизни, а также объединение различных нозологических форм в дополнительный сводном анализе. Отсутствие стандартизированной субъективной оценки следует учитывать, поскольку субъективная оценка назальной проходимости у детей может не полностью соответствовать результатам объективных измерений [13, 31]. Кроме того, риноманометрия характеризует воздушный поток и назальное сопротивление, но не позволяет непосредственно оценить морфологические и клеточные механизмы выявленных изменений [14, 16]. Несмотря на эти ограничения, полученные данные позволяют рассматривать переднюю активную риноманометрию как полезный объективный инструмент мониторинга функционального ответа на лечение у детей с различными ЛОР-заболеваниями.

Заключение

Передняя активная риноманометрия с оценкой суммарного объёмного потока и суммарного сопротивления позволяет объективно контролировать функциональную динамику носового дыхания у детей 3–18 лет с различными ЛОР-заболеваниями. При семи исследованных нозологиях комплексная терапия, включавшая медикаментозное лечение, лазеротерапию и ультрафонофорез Ферменкола, в большинстве групп ассоциировалась с наиболее выраженной положительной динамикой обоих риноманометрических показателей по сравнению с другими схемами лечения. Согласованные увеличение СОП и снижение СС подтверждают возможность использования передней активной риноманометрии для объективной оценки функционального ответа на проводимую терапию.

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES:

1. Hackenberg S., Renson A., Röseler S.M., Baumann I., Yilmaz Topcuoglu M.-S., Hebestreit H. Pädiatrische Rhinologie. Laryngorhinootologie. 2024;103(S 01):S188-S213. <https://doi.org/10.1055/a-2178-2957>
2. Ge M., Liu D.H., Ference E.H. Pediatric chronic sinusitis: diagnosis and management. Curr Opin Otolaryngol Head Neck Surg. 2022;30(1):68-77. <https://doi.org/10.1097/MOO.0000000000000778>
3. Baumann I., Yilmaz Topcuoglu M.-S., Hackenberg S., Sommerburg O. Pädiatrische chronische Rhinosinusitis. HNO. 2024;72(4):250-256. <https://doi.org/10.1007/s00106-023-01405-8>
4. Ahmad Z., Krüger K., Lautermann J., Lippert B., Tenenbaum T., Tigges M., Tisch M. Adenoid hypertrophy-diagnosis and treatment: the new S2k guideline. HNO. 2023;71(Suppl 1):67-72. <https://doi.org/10.1007/s00106-023-01299-6>
5. Licari A., Magri P., De Silvestri A., Giannetti A., Indolfi C., Mori F., Marsegli G.L., Peroni D. Epidemiology of Allergic Rhinitis in Children: A Systematic Review and Meta-Analysis. J Allergy Clin Immunol Pract. 2023;11(8):2547-2556. <https://doi.org/10.1016/j.jaip.2023.05.016>
6. Diniz A.F., Ribeiro J.A.P., Lira G.V., Sarinho E.S.C. Allergic Rhinitis in Preschoolers: A Systematic Review of Diagnostics. Am J Rhinol Allergy. 2023;37(3):360-368. <https://doi.org/10.1177/19458924221149267>
7. Goulioumis A.K., Gkorpa M., Athanasopoulos M., Athanasopoulos I., Gyftopoulos K. The Eustachian Tube Dysfunction in Children: Anatomical Considerations and Current Trends in Invasive Therapeutic Approaches. Cureus. 2022;14(7):e27193. <https://doi.org/10.7759/cureus.27193>
8. Bilgili A.M., Durmaz H.Ö., Dilber M. Eustachian Tube Dysfunction in Children with Adenoid Hypertrophy: The Effect of Intranasal Azelastine-Fluticasone Spray Treatment on Middle Ear Ventilation and Adenoid Tissue. Ear Nose Throat J. 2023;102(3):198-203. <https://doi.org/10.1177/01455613221140281>
9. Ma J., Kang Z., Xu L., Ai P., Zhang Q., Wang L. Efficacy of concurrent balloon eustachian tuboplasty in the treatment of chronic otitis media with effusion in children with tonsil and adenoid hypertrophy. Eur Arch Otorhinolaryngol. 2025;282(5):2373-2379. <https://doi.org/10.1007/s00405-024-09158-y>
10. Хрыкова А.Г., Филатова Е.В., Иванова И.И. Комплексное лечение детей с риносинуситом и скрытой дисфункцией слуховой трубы. Russian Journal of Environmental and Rehabilitation Medicine. 2025;4:103-108.
11. Хрыкова А.Г., Филатова Е.В., Иванова И.И. Complex treatment of children with rhinosinusitis and latent Eustachian tube dysfunction. Russian Journal of Environmental and Rehabilitation Medicine. 2025;4:103-108 (in Russ.).
12. Хрыкова А.Г., Филатова Е.В., Иванова И.И. Оригинальная методика восстановления скрытой дисфункции слуховой трубы при аллергическом рините. Физиотерапевт. 2026;2:125-134. <https://doi.org/10.33920/med-14-2602-12>
13. Хрыкова А.Г., Филатова Е.В., Иванова И.И. Original method for restoration of latent Eustachian tube dysfunction in allergic rhinitis. Fizioterapevt. 2026;2:125-134. <https://doi.org/10.33920/med-14-2602-12> (in Russ.).

12. Хрыкова А.Г., Филатова Е.В., Иванова И.И. Сравнительная оценка эффективности комплексной терапии при евстахиите, остром катаральном и экссудативном среднем отите, на фоне скрытой дисфункции слуховой трубы у детей 3–18 лет. *Физиотерапевт*. 2026;2:82-97. <https://doi.org/10.33920/med-14-2602-09>
- Khrykova A.G., Filatova E.V., Ivanova I.I. Comparative evaluation of the effectiveness of combination therapy for eustachitis, acute catarrhal otitis media, and otitis media with effusion in children aged 3–18 years with latent Eustachian tube dysfunction. *Fizioterapevt*. 2026;2:82-97. <https://doi.org/10.33920/med-14-2602-09> (in Russ.).
13. Calvo-Henriquez C., Martínez-Seijas P., Boronat-Catalá B., Faraldo-García A., Martínez-Capoccioni G., Alobid I., Mendez Banegassi I., Martín-Martin C. Assessing the ability of children and parents to rate their nasal patency. A cross sectional study. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol*. 2022;156:111094. <https://doi.org/10.1016/j.ijporl.2022.111094>.
14. Naito K., Horibe S., Tanabe Y., Kato H., Yoshioka S., Tateya I. Objective assessment of nasal obstruction. *Fujita Med J*. 2023;9(2):53-64. <https://doi.org/10.20407/fmj.2021-029>
15. Clement P.A.R., Gordts F.; Standardisation Committee on Objective Assessment of the Nasal Airway, IRS, and ERS. Consensus report on acoustic rhinometry and rhinomanometry. *Rhinology*. 2005;43(3):169-179.
16. Vogt K., Parker-Davidson K. Measurement of Nasal Obstruction: Rhinomanometry as Basic Method in Functional Rhinology. *Facial Plast Surg*. 2024;40(3):314-322. <https://doi.org/10.1055/a-2218-5883>
17. Juliá J.C., Burchés M.E., Martorell A. Active anterior rhinomanometry in paediatrics. Normality criteria. *Allergol Immunopathol (Madr)*. 2011;39(6):342-346. <https://doi.org/10.1016/j.aller.2010.10.004>
18. Malizia V., Ferrante G., Cilluffo G., Fasola S., Montalbano L., La Grutta S. Rhinomanometry: point of care test (POCT) for allergic rhinitis in children? *Allergol Immunopathol (Madr)*. 2021;49(5):28-31. <https://doi.org/10.15586/aei.v49i5.429>
19. Calvo-Henriquez C., Rivero I., Maldonado-Alvarado B., Valencia-Blanco B., Boronat-Catala B., Rodriguez-Rivas P., Martín-Martin C., Jimenez-Huerta I. Rhinomanometry with and without decongestant used to select children for adenoidectomy: a cohort study. *Eur Arch Otorhinolaryngol*. 2023;280(2):723-729. <https://doi.org/10.1007/s00405-022-07549-7>
20. Sunnergren O., Ahonen H., Holmström M., Broström A. Active anterior rhinomanometry: A study on nasal airway resistance, paradoxical reactions to decongestion, and repeatability in healthy subjects. *Laryngoscope Investig Otolaryngol*. 2023;8(5):1136-1145. <https://doi.org/10.1002/lio2.1157>
21. Лазаренко Н.Н., Хрыкова А.Г., Филатова Е.В., Тигай Ж.Г., Хижников В.А., Доготарь О.А., Омельчук Н.Н., Смирнов А.Е., Шиничева Е.Ю. Способ лечения дисфункции слуховой трубы: патент RU 2798699 C1, Российская Федерация. Заявка № 2022121255; заявл. 04.08.2022; опубл. 23.06.2023.
- Lazarenko N.N., Khrykova A.G., Filatova E.V., Tigai Zh.G., Khizhnikov V.A., Dogotar O.A., Omelchuk N.N., Smirnov A.E., Shinicheva E.Yu. Method for treating Eustachian tube dysfunction: patent RU 2798699 C1, Russian Federation. Application No. 2022121255; filed 04 Aug 2022; published 23 Jun 2023. (in Russ.).
22. Хрыкова А.Г., Филатова Е.В., Иванова И.И. Сочетанное лечение пациентов с выявленной дисфункцией слуховой трубы при гипертрофии аденоидов. *Russian Journal of Environmental and Rehabilitation Medicine*. 2026;1:41-47.
- Khrykova A.G., Filatova E.V., Ivanova I.I. Combined treatment of patients with diagnosed Eustachian tube dysfunction associated with adenoid hypertrophy. *Russian Journal of Environmental and Rehabilitation Medicine*. 2026;1:41-47. (in Russ.).
23. Хрыкова А.Г., Корчажкина Н.Б., Филатова Е.В., Иванова И.И. Оценка роли физических факторов в комплексной терапии аденоидных вегетаций и хронического тонзиллита у детей 3–18 лет с латентной дисфункцией слуховой трубы: сравнительное клинико-функциональное исследование. *Курортная медицина*. 2026;2:111-119. https://doi.org/10.24412/2304-0343-2026_2_111
- Khrykova A.G., Korchazhkina N.B., Filatova E.V., Ivanova I.I. Assessment of the role of physical factors in combination therapy of adenoid vegetations and chronic tonsillitis in children aged 3–18 years with latent Eustachian tube dysfunction: a comparative clinical and functional study. *Kurortnaya meditsina*. 2026;2:111-119. https://doi.org/10.24412/2304-0343-2026_2_111. (in Russ.).
24. Савенко И.В., Бобошко М.Ю. Экссудативный средний отит: основные причины развития в детском возрасте. Часть I. *Российский вестник перинатологии и педиатрии*. 2021;4:32-38. <https://doi.org/10.21508/1027-4065-2021-66-4-32-38>
- Savenko I.V., Boboshko M.Yu. Otitis media with effusion: main causes of development in childhood. Part I. *Rossiyskiy vestnik perinatologii i pediatrii*. 2021;4:32-38. <https://doi.org/10.21508/1027-4065-2021-66-4-32-38> (in Russ.).
25. Calvo-Henriquez C., Branco A.M., Lechien J.R., Sandoval-Pacheco V., Maldonado-Alvarado B., Maza-Solano J., Trozzi M., Rivero-Fernández I., Martínez-Capoccioni G., Martín-Martin C. Assessing the effect of adenoidectomy on nasal resistance and airflow. A systematic review and meta-analysis. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol*. 2021;151:110969. <https://doi.org/10.1016/j.ijporl.2021.110969>
26. Голубева О.Б., Егоров В.И., Василенко И.А., Метелин В.Б., Василенко Н.А. Оценка клеточных и гуморальных факторов назального секрета как критериев эффективности консервативного лечения рецидивирующего аденоидита. *Российская оториноларингология*. 2023;5:8-18. <https://doi.org/10.18692/1810-4800-2023-5-8-18>
- Golubeva O.B., Egorov V.I., Vasilenko I.A., Metelin V.B., Vasilenko N.A. Assessment of cellular and humoral factors of nasal secretion as criteria for the effectiveness of conservative treatment of recurrent adenoiditis. *Rossiiskaya otorinolaringologiya*. 2023;5:8-18. <https://doi.org/10.18692/1810-4800-2023-5-8-18> (in Russ.).
27. Aboueisha M.A., Attia A.S., McCoul E.D., Carter J. Efficacy and safety of balloon dilation of eustachian tube in children: Systematic review and meta-analysis. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol*. 2022;154:111048. <https://doi.org/10.1016/j.ijporl.2022.111048>
28. MacKeith S., Mulvaney C.A., Galbraith K., Webster K.E., Paing A., Connolly R., Marom T., Daniel M., Venekamp R.P., Schilder A.G.M. Adenoidectomy for otitis media with effusion (OME) in children. *Cochrane Database Syst Rev*. 2023;10(10):CD015252. <https://doi.org/10.1002/14651858.CD015252.pub2>
29. Дроздова М.В., Рязанцев С.В., Быкова А.В. Новые возможности терапии экссудативного среднего отита у детей. *Вопросы практической педиатрии*. 2022;2:65-71. <https://doi.org/10.20953/1817-7646-2022-2-65-71>
- Drozдова M.V., Ryazantsev S.V., Bykova A.V. New possibilities for therapy of otitis media with effusion in children. *Voprosy prakticheskoy pediatrii*. 2022;2:65-71. <https://doi.org/10.20953/1817-7646-2022-2-65-71> (in Russ.).
30. Дроздова М.В., Дворянчиков В.В., Спеков Д.В. Современный взгляд на проблемы экссудативного среднего отита у детей. *Медицинский совет*. 2023;19:8-14. <https://doi.org/10.21518/ms2023-311>
- Drozдова M.V., Dvoryanchikov V.V., Spekov D.V. Current view on the problems of otitis media with effusion in children. *Meditinskiy sovet*. 2023;19:8-14. <https://doi.org/10.21518/ms2023-311> (in Russ.).
31. Пелищенко Т.Г., Нагорнев С.Н., Круглова Л.С. Применение международной классификации функционирования, ограничения жизнедеятельности и здоровья для оценки эффективности реабилитации пациентов с полипозным риносинуситом, ассоциированным с бронхиальной астмой. *Russian Journal of Environmental and Rehabilitation Medicine*. 2024;2:35-45.
- Pelichenko T.G., Nagornev S.N., Kruglova L.S. Application of the International Classification of Functioning, Disability, and Health to

Assess the Effectiveness of Rehabilitation of Patients with Polypous Rhinosinusitis Associated with Bronchial Asthma. Russian Journal of Environmental and Rehabilitation Medicine. 2024;2:35-45. (In Russ.).

RHINOMANOMETRY IN THE COMPARATIVE EVALUATION OF THREE TREATMENT REGIMENS FOR SEVEN ENT DISORDERS IN CHILDREN

Khrykova A.G., Filatova E.V., Ivanova I.I.

Central State Medical Academy of the Administrative Directorate of the President of the Russian Federation, 121359, Moscow, Russia

Abstract. Objective. To evaluate changes in active anterior rhinomanometry parameters in children with seven ENT disorders and compare three treatment regimens.

Materials and methods. This prospective comparative non-randomized study included 1,520 children aged 3–18 years with latent Eustachian tube dysfunction. Total nasal airflow and total nasal resistance were assessed before and after treatment. Group 1 received medical therapy, Group 2 medical therapy plus laser therapy, and Group 3 medical therapy, laser therapy, and ultraphonophoresis with Fermentol.

Results. Intergroup differences in both outcomes were statistically significant across all seven disorders. In the pooled sample, total nasal airflow improved in 46.8%, 86.0%, and 99.1% of Groups 1–3; total nasal resistance improved in 35.5%, 70.0%, and 88.8% ($p < 0.001$). In most disorders, the most favorable changes were observed in Group 3.

Conclusion. Rhinomanometry objectively reflects functional changes in nasal breathing; the most favorable changes in nasal patency were observed in the complex therapy group in most disorders.

Extended Abstract

Objective. To evaluate treatment-related changes in active anterior rhinomanometry parameters in children with seven ENT disorders and compare these changes across three treatment regimens.

Materials and methods. This prospective comparative non-randomized study included 1,520 children aged 3–18 years with objectively confirmed latent Eustachian tube dysfunction. The diagnostic groups comprised rhinosinusitis, allergic rhinitis, adenoid hypertrophy, chronic tonsillitis, eustachitis, acute catarrhal otitis media, and otitis media with effusion. Total nasal airflow and total nasal resistance were assessed before and after treatment. Group 1 received standard medical therapy, Group 2 standard medical therapy plus laser therapy, and Group 3 standard medical therapy, laser therapy, and ultraphonophoresis with Fermentol. Directed individual change (Δ^*) was defined so that $\Delta^* > 0$ indicated improvement for both outcomes. Intergroup differences in Δ^* were assessed using the Kruskal–Wallis test with ε^2 effect size and Dunn–Holm post hoc comparisons; improvement proportions were analyzed using Pearson's chi-square test or the Fisher–Freeman–Halton exact test when required.

Results. Significant intergroup differences in both rhinomanometric outcomes were found in all seven groups. In the pooled sample, total nasal airflow improved in 46.8%, 86.0%, and 99.1% of Groups 1–3, respectively, whereas total nasal resistance improved in 35.5%, 70.0%, and 88.8% ($p < 0.001$). In most disorders, the most favorable changes were observed in Group 3.

Conclusion. Active anterior rhinomanometry objectively assesses treatment-related changes in nasal patency. Complex therapy including laser therapy and ultraphonophoresis with Fermentol was associated with the most consistent favorable changes across most studied ENT disorders.

Keywords: rhinomanometry, nasal obstruction, children, rhinosinusitis, adenoid hypertrophy, Eustachian tube dysfunction, laser therapy, ultraphonophoresis.

Сведения об авторах

Косухин Евгений Серафимович – канд. мед. наук, заместитель начальника филиала №2 ФГБУ «НМИЦ ВМТ им. А.А. Вишневого» Минобороны России. ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-2633-9307>

Юдин Владимир Егорович – д-р мед. наук, профессор, начальник филиала №2 ФГБУ «НМИЦ ВМТ им. А.А. Вишневого» Минобороны России. ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-7677-5342>

Бобровницкий Игорь Петрович – д-р мед. наук, профессор, чл.-корр. РАН, заместитель начальника филиала №2 по научно-исследовательской работе ФГБУ «НМИЦ ВМТ им. А.А. Вишневого» Минобороны России. ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-1807-4660>

Нагорнев Сергей Николаевич – д-р мед. наук, профессор, врач-методист методического отделения филиала №2 ФГБУ «НМИЦ ВМТ им. А.А. Вишневого» МО РФ; E-mail: drnag@mail.ru. ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-1190-1440>

Федеральное государственное бюджетное учреждение
«Национальный медицинский исследовательский центр реабилитации и курортологии»
Министерства здравоохранения Российской Федерации

Издательство:

ФГБУ «Национальный медицинский
исследовательский центр реабилитации
и курортологии» Минздрава России

Адрес редакции:

121099, Москва, Новый Арбат, 32
BerezkinaES@nmicrk.ru
8-499-277-01-05 доб.1065

Russian Journal of Environmental and Rehabilitation Medicine

Российский журнал экологической и восстановительной медицины

Свидетельство о регистрации СМИ в Роскомнадзоре: Эл № ФС77-82612 от 18 января 2022 г.