



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

№4

Russian Journal of Environmental and Rehabilitation Medicine

Российский журнал экологической и восстановительной медицины

ISSN: 2949-083

Москва 2025 год

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
«НАЦИОНАЛЬНЫЙ МЕДИЦИНСКИЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЦЕНТР РЕАБИЛИТАЦИИ И КУРОРТОЛОГИИ»
МИНИСТЕРСТВА ЗДРАВООХРАНЕНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**ЭЛЕКТРОННОЕ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЕ ПЕРИОДИЧЕСКОЕ ИЗДАНИЕ
RUSSIAN JOURNAL OF ENVIRONMENTAL AND REHABILITATION MEDICINE (RJERM)
РОССИЙСКИЙ ЖУРНАЛ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ И ВОССТАНОВИТЕЛЬНОЙ МЕДИЦИНЫ (РЖЭВМ)**

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)

Гигинейшвили 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

ВЛИЯНИЕ ПСИХОЛОГИЧЕСКОГО ДИСТРЕССА У ПАЦИЕНТОВ, ПЕРЕНЕСШИХ ВЕНТРАЛЬНУЮ ФИКСАЦИЮ ШЕЙНОГО ОТДЕЛА ПОЗВОНОЧНИКА, НА РЕЗУЛЬТАТЫ МЕДИЦИНСКОЙ РЕАБИЛИТАЦИИ В УСЛОВИЯХ СТАЦИОНАРА (ПРОСПЕКТИВНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ)	
Одарущенко О.И., Кузюкова А.А., Романенко Д.Н., Марченкова Л.А., Яковлев М.Ю.	3
ОЦЕНКА ТОКСИЧНОСТИ И ОПАСНОСТИ ПЕРОКСИДИСУЛЬФАТА НАТРИЯ	
Федотова Л.А., Манаева Е.С., Лебедь-Шарлевич Я.И., Мамонов Р.А., Немцева Ю.С., Потапченко Т.Д., Печникова И.А., Русаков Н.В., Сутункова М.П., Минигалиева И.А.	10
ХАРАКТЕРИСТИКА ФУНКЦИОНАЛЬНОГО ОТВЕТА ФИБРОБЛАСТОВ ЧЕЛОВЕКА НА НАНОЧАСТИЦЫ МАГНЕТИТА	
Марков П.А., Ерёмин П.С. ¹ , Вавринчук К.С., Михайлов В.И.	23
ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ МЕХАНИЗМЫ АДАПТАЦИИ ВОЕННОСЛУЖАЩИХ К КЛИМАТИЧЕСКИМ УСЛОВИЯМ СЕВЕРНЫХ ТЕРРИТОРИЙ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ	
Мешков Н.А., Нарутдинов Д.А., Вальцева Е.А.	30
ПРОБЛЕМЫ ОЦЕНКИ ОПАСНОСТИ ДЛЯ ЗДОРОВЬЯ НАСЕЛЕНИЯ ХИМИЧЕСКОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ ПОЧВ РАЗЛИЧНОГО ФУНКЦИОНАЛЬНОГО НАЗНАЧЕНИЯ.	
Ушакова О.В., Евсеева И.С., Водянова М.А., Юдин С.М.	39
СОДЕРЖАНИЕ СЕЛЕНА В ПРИРОДНЫХ МИНЕРАЛЬНЫХ ВОДАХ: ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ	
Парнякова Л. Л. , Гореликова О. Н., Гурьевская Е. А., Семснова И. В., Гришечкина И. А., Яковлев М.Ю., Гаврилов С. В.	46
КЛИНИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА МИОФАСЦИАЛЬНЫХ НАРУШЕНИЙ У СПОРТСМЕНОВ ЦИКЛИЧЕСКИХ И АЦИКЛИЧЕСКИХ ВИДОВ СПОРТА	
Якубов Р.Ю., Бодрова Р.А., Якупова А.А.	54
РОЛЬ ФАКТОРОВ ГОРОДСКОЙ СРЕДЫ В ФОРМИРОВАНИИ ЗДОРОВЬЯ НАСЕЛЕНИЯ	
Сабирова З.Ф., Муллагалеева Н.Ф., Савостикова О.Н., Водянова М.А.	59
СТРАТЕГИЧЕСКИЕ НАПРАВЛЕНИЯ РАЗВИТИЯ ЗДРАВООХРАНЕНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ	
Водянова М.А., Болехан В.Н., Красовой С.А., Юдин С.М.	66
ДИНАМИКА КЛИНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ И КАЧЕСТВА ЖИЗНИ ВОЕННОСЛУЖАЩИХ С ПОСЛЕДСТВИЯМИ ЧЕРЕПНО-МОЗГОВОЙ ТРАВМЫ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ САНАТОРНОГО ЭТАПА МЕДИЦИНСКОЙ РЕАБИЛИТАЦИИ	
Андреева Ж.А., Соболев А.В., Нагорнев С.Н.	76
ВЛИЯНИЕ ВНУТРЕННЕГО ПРИЕМА МИНЕРАЛЬНОЙ ВОДЫ «НАГУТСКАЯ № 26» НА ИНСУЛИНОВУЮ РЕГУЛЯЦИЮ МЕТАБОЛИЗМА УГЛЕВОДОВ И ЛИПИДОВ У ЗДОРОВЫХ ДОБРОВОЛЬЦЕВ	
Исрафилов Р.Я., Еделев Д.А.	88
ИССЛЕДОВАНИЕ ДИНАМИКИ НЕЙРОФИЗИОЛОГИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ПРИ ВОСПРИЯТИИ СЕНСОРНЫХ СТИМУЛОВ	
Хващинский Д. А., Звоников В. М.	96
КОМПЛЕКСНОЕ ЛЕЧЕНИЕ ДЕТЕЙ С РИНОСИНУСИТОМ И СКРЫТОЙ ДИСФУНКЦИЕЙ СЛУХОВОЙ ТРУБЫ.	
Хрыкова А.Г., Филатова Е.В., Иванова И.И.	103
КОМПЛЕКСНОЕ ПРИМЕНЕНИЕ ФИЗИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ У ПАЦИЕНТОВ С САХАРНЫМ ДИАБЕТОМ 2 ТИПА	
Исрафилов Р.Я., Еделев Д.А.	110
ДИНАМИКА ОСНОВНЫХ КЛИНИЧЕСКИХ ПАТТЕРНОВ СИНДРОМА ДЕФИЦИТА ВНИМАНИЯ И ГИПЕРАКТИВНОСТИ У ДЕТЕЙ ПРИ КУРСОВОМ ПРИМЕНЕНИИ ЛЕЧЕБНЫХ ФИЗИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ	
Богомоллова Е.В., Михайлова А.А., Нагорнев С.Н.	117
КОМПЛЕКСНАЯ МЕДИЦИНСКАЯ РЕАБИЛИТАЦИЯ В ЛЕЧЕНИИ ПАЦИЕНТОВ ПОСЛЕ ПЛАСТИКИ ПЕРЕДНЕЙ УРЕТРЫ: НИЛТ ДЛЯ ОПТИМИЗАЦИИ ЗАЖИВЛЕНИЯ И ЛОКАЛЬНОЕ ОТРИЦАТЕЛЬНОЕ ДАВЛЕНИЕ ДЛЯ ВОССТАНОВЛЕНИЯ СЕКСУАЛЬНОЙ ФУНКЦИИ	
Щекочихин В.А., Круглова Л.С.	128
ЭФФЕКТИВНОСТЬ КОМПЛЕКСНОГО РЕАБИЛИТАЦИОННОГО ЛЕЧЕНИЯ ФАНТОМНОГО БОЛЕВОГО СИНДРОМА У КОМБАТАНТОВ С АМПУТАЦИЕЙ НИЖНЕЙ КОНЕЧНОСТИ	
Бучнов А.Д., Матвиенко В.В., Юдин В.Е., Пушкарёв Е.П., Коновалов А.Б., Шайкевич П.С.	134
РЕЗУЛЬТАТЫ ПРИМЕНЕНИЯ МЕДИЦИНСКОЙ РЕАБИЛИТАЦИИ В КОМПЛЕКСНОМ ЛЕЧЕНИИ ПАЦИЕНТОВ ПОСЛЕ ПЛАСТИКИ ПЕРЕДНЕЙ УРЕТРЫ	
Щекочихин В.А., Круглова Л.С.	139

УДК 159.91

ОБЗОРНАЯ СТАТЬЯ

ВЛИЯНИЕ ПСИХОЛОГИЧЕСКОГО ДИСТРЕССА У ПАЦИЕНТОВ, ПЕРЕНЕСШИХ ВЕНТРАЛЬНУЮ ФИКСАЦИЮ ШЕЙНОГО ОТДЕЛА ПОЗВОНОЧНИКА, НА РЕЗУЛЬТАТЫ МЕДИЦИНСКОЙ РЕАБИЛИТАЦИИ В УСЛОВИЯХ СТАЦИОНАРА (ПРОСПЕКТИВНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ)

Одарущенко О.И.*, Кузюкова А.А., Романенко Д.Н., Марченкова Л.А., Яковлев М.Ю.

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

РЕЗЮМЕ. За последние годы в связи со старением популяции, снижением физической активности людей, всемирной индустриализацией, развитием медицины и механизацией неуклонно растет число лиц, оперированных по поводу дегенеративно-дистрофических заболеваний и позвоночно-спинномозговой травмы (ПСМТ) шейного отдела позвоночника, наличие сопутствующих клинически выраженных эмоциональных нарушений, у которых, могут отрицательно сказываться на результатах медицинской реабилитации.

Цель исследования - оценить выраженность психологического дистресса у пациентов, оперированных по поводу дегенеративно-дистрофических заболеваний и ПСМТ шейного отдела позвоночника, и его влияния на результаты медицинской реабилитации в условиях стационара.

Материалы и методы. Обследовано 24 пациента, оперированных по поводу дегенеративно-дистрофических заболеваний и ПСМТ шейного отдела позвоночника, проходивших медицинскую реабилитацию в стационаре: 11 мужчин и 13 женщин в возрасте от 30 до 79 лет ($50,92 \pm 2,94$). Для оценки состояния в начале и в конце реабилитации использовались: Шкала реабилитационной маршрутизации (ШРМ), Шкала Бартелла; визуально-аналоговая шкала боли ВАШ, Индексы общего физического, эмоционального благополучия и интенсивности боли по опроснику качества жизни Short Form 36 (SF-36); Шкалы: депрессии Бека и тревоги Спилбергера-Ханина.

Результаты и обсуждение. Эмоциональные нарушения были выявлены у половины пациентов (50,0%). Пациенты были разделены на 2 группы: группа 1 (с сопутствующими эмоциональными нарушениями), группа 2 - без эмоциональных нарушений. Исходно обе группы оказались сопоставимы по возрасту, полу, ШРМ, Шкале Бартелла, ВАШ, Индексам общего физического, эмоционального благополучия и интенсивности боли SF-36. В конце реабилитации у пациентов группы 1 значительно снизились высокие показатели личностной тревожности по шкале Спилбергера-Ханина и депрессии по шкале Бека, уменьшилась интенсивность боли по шкале ВАШ и SF-36, ($p < 0,05$). Несмотря на указанное снижение, уровень тревожности и депрессии у них продолжал превышать нормальный, оценка болевых ощущений была выше, а общего физического благополучия по шкале SF-36 - ниже, чем у пациентов группы 2, при сопоставимых положительных показателях по шкале Бартелла, что может означать негативное влияние аффективных нарушений на субъективную оценку боли и физического благополучия.

Заключение. Пациенты, оперированные по поводу дегенеративно-дистрофических заболеваний и ПСМТ шейного отдела позвоночника, сопоставимые по функциональной независимости в выполнении повседневных действий при наличии высоких уровней личностной тревожности и депрессии субъективно испытывают более высокий уровень боли и оценивают свое физическое самочувствие значительно хуже, чем такие же пациенты, но без сопутствующих эмоциональных нарушений. Полученные результаты свидетельствуют о необходимости включения в медицинскую реабилитацию методов психокоррекции и психотерапии, позволяющих уменьшить степень дистресса и увеличить критичность к своему состоянию.

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

Цитирование. Одарущенко О.И., Кузюкова А.А., Романенко Д.Н., Марченкова Л.А., Яковлев М.Ю. Влияние психологического дистресса у пациентов, перенесших вентральную фиксацию шейного отдела позвоночника, на результаты медицинской реабилитации в условиях стационара (проспективное исследование) Russian Journal of Environmental and Rehabilitation Medicine. 2025. 4: 3-9.

Citation: Odarushchenko O.I., Kuzukova A.A., Romanenko D.N., Marchenkova L.A., Yakovlev M.Yu. The impact of psychological distress in patients undergoing anterior cervical spine fixation on the outcome of inpatient medical rehabilitation (a prospective study). Russian Journal of Environmental and Rehabilitation Medicine. 2025. 4: 3-9

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: тревога; депрессия; ситуативная тревожность; личностная тревожность; эмоциональные нарушения; дегенеративно-дистрофических заболевания и позвоночно-спинномозговая травма (ПСМТ) шейного отдела позвоночника; вентральная фиксация шейного отдела позвоночника; дистресс; медицинская реабилитация; психотерапия.

ВВЕДЕНИЕ. По данным ВОЗ, во всем мире от 250 000 до 500 000 человек в год страдают от травмы спинного мозга [1]. Корешковая симптоматика, вызывающая неврологические нарушения, составляет 83,2 случая на 100 тыс. населения в год, с последующим увеличением распространенности после 40 лет. При неэффективности консервативного лечения грыж межпозвонковых дисков шейного отдела позвоночника требуется оперативное лечение [2].

За последние годы число лиц оперированных по поводу дегенеративно-дистрофических заболеваний и позвоночно-спинномозговой травмы (ПСМТ) шейного отдела позвоночника неуклонно растет в связи со старением популяции, снижением физической активности людей, всемирной индустриализацией, развитием медицины и механизацией. У пациентов, которые подверглись оперативному вмешательству по поводу дегенеративно-дистрофических заболеваний и ПСМТ шейного отдела позвоночника, могут присутствовать послеоперационные боли и клинически выраженные эмоциональные нарушения, которые можно характеризовать как проявления дистресса, негативно отражающегося на результатах медицинской реабилитации.

Тревога и депрессия нередко берутся за основу определения психологического дистресса, так А. Дrapeau и соавт. определяют дистресс как состояние эмоционального страдания, характеризующееся симптомами тревоги и депрессии, иногда сопровождающееся соматическими симптомами [3]. В то же время многие из исследователей включают в эмоциональную составляющую дистресса не только тревожные и депрессивные переживания, но и такие негативные эмоциональные переживания, как ощущение напряжения и раздражения, утрату мотивации, считают проявлением дистресса нарушение сна [3 – 7]. Изучение влияния основных проявлений психологического дистресса (тревоги и депрессии) у пациентов, перенесших вентральную фиксацию шейного отдела позвоночника, на результаты медицинской реабилитации в условиях стационара является весьма актуальной задачей.

ЦЕЛЬ. Оценить выраженность психологического дистресса у пациентов, оперированных по поводу дегенеративно-дистрофических заболеваний и ПСМТ шейного отдела позвоночника, и его влияния на результаты медицинской реабилитации в условиях стационара.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ. В пилотном исследовании приняли участие 24 пациента, оперированных по поводу дегенеративно-дистрофических заболеваний и ПСМТ шейного отдела позвоночника, из них 13 (54,2%) женщин и 11 (45,8%) мужчин в возрасте от 30 до 79 лет, средний возраст составил $50,92 \pm 2,94$ лет.

Комплекс реабилитационных мероприятий включал: лечебную физкультуру с биологической обратной связью при травме позвоночника, лечебное плавание в бассейне; классический медицинский массаж мышц верхних конечностей и области лопатки, плеча и надплечья; групповые занятия ЛФК, показанные при заболеваниях шейного отдела позвоночника – с движениями конечностей, шеи и головы, с использованием гимнастической палки, с завершением каждого занятия ЛФК дыхательным упражнением; воздействие низкоинтенсивным лазерным излучением при заболеваниях суставов с целью улучшения микроциркуляции, регенеративного и противоотечного эффекта, для достижения противовоспалительного, обезболивающего эффектов и улучшения подвижности суставов; электростимуляция мышц для улучшения периферического кровообращения, нормализации патологически измененного тонуса магистральных артерий и капиллярного русла, регенерации трофических нарушений, снижения спастичности, увеличения объема движения; воздействие низкочастотным импульсным электростатическим полем на область ШОП с помощью аппарата Хивамат 200 в режиме «отек»; ванны минеральные лечебные (общие рапные) для улучшения микроциркуляторной, регионарной и центральной гемодинамики, трофических свойств тканей, венозного кровообращения и психоэмоционального статуса; низкоинтенсивное лазерное излучение в инфракрасном диапазоне на область локтевых ямок с помощью матричных излучателей; спелеовоздействие. Каждая процедура реабилитационного комплекса отпускалась ежедневно в течение 10 дней.

Психологическая диагностика эмоционального состояния у обследуемых пациентов проводилась в начале и в конце реабилитационных мероприятий по шкале депрессии Бека (Beck Depression Inventory: BDI) и шкале тревоги Спилбергера-Ханина (State-Trait Anxiety Inventory, STAI). Уровень тревожности по шкале Спилбергера-Ханина меньше 45 баллов и уровень депрессии меньше 10 баллов по шкале Бека расценивался как нормальный.

Для измерения интенсивности боли использовалась Визуально-аналоговая шкала, ВАШ (Visual Analogue Scale, VAS). Пациентам предлагалось оценить интенсивность боли цифрами: 0 – боль отсутствует, 5 – умеренная боль и 10 – самая сильная боль, которую себе можно представить.

Оценка интенсивности боли и влияния ее на повседневную жизнь, индексы физического и душевного благополучия изучались по опроснику качества жизни Short Form 36 (SF-36). Результаты

оценивались по 100-балльной шкале, где более высокие баллы указывают на лучшее качество жизни. Все исследования проводились до и после лечения.

Уровень независимости пациента в выполнении повседневных задач (питание, одевание, личная гигиена, передвижение и т.д.) оценивался по 100-балльной шкале Бартел, и чем выше балл, тем выше уровень независимости пациента.

Шкала реабилитационной маршрутизации (ШРМ) использовалась для оценки состояния пациента при поступлении в круглосуточный стационар по максимально выраженному признаку. Градации оценки ШРМ: 0 – нет симптомов, 1 - отсутствие значимых нарушений жизнедеятельности, несмотря на имеющиеся симптомы заболевания, 2 - легкое ограничение жизнедеятельности, 3 - ограничение жизнедеятельности, умеренное по своей выраженности, 4 - выраженное ограничение жизнедеятельности, 5 - грубое нарушение процессов жизнедеятельности, 6 - нарушение жизнедеятельности крайней степени тяжести.

Все исследования проводились до и после лечения.

Для статистической обработки данных использовали программу «Statistica - 10». Степень различий количественных показателей в группах до и после лечения оценивали по критерию Вилкоксона, достоверность различий между группами до и после лечения производилась по критерию Мана-Уитни (p).

РЕЗУЛЬТАТЫ. При оценке психологического дистресса 24 пациентов, оперированных по поводу дегенеративно-дистрофических заболеваний и ПСМТ шейного отдела позвоночника, до проведения реабилитационных мероприятий были получены следующие данные.

При помощи диагностических шкал те или иные те или иные эмоциональные нарушения были выявлены у половины пациентов (50,0%), из которых: высокие показатели ситуативной и личностной тревожности по шкале Спилбергера-Ханина - у 11 (45,8%) и 12 (50,0%) пациентов, соответственно; показатели, соответствующие депрессии по шкале Бека - у 13 (54,2%) пациентов.

По результатам первичного обследования по шкалам Спилбергера-Ханина и Бека все пациенты были разделены на две группы. В группу 1 вошли 12 пациентов с высокими показателями тревожности и/или наличием депрессии, в группу 2 – 11 пациентов, у которых эмоциональной патологии не регистрировалось. Один пациент не вошел в исследование, так как у него отсутствовали результаты диагностики по некоторым шкалам после лечения.

Пациенты обеих групп имели по шкале реабилитационной маршрутизации (ШРМ) 4 балла и до проведения реабилитационных мероприятий были сопоставимы по возрасту, полу и выраженности неврологического дефицита (табл. 1).

Таблица 1. Клинико-демографическая оценка пациентов, включенных в исследование (Me [Q₁; Q₃])

Наименование параметра/ Parameter Name	Группа 1 (основная n=12) Group 1 (major n = 12)	Группа 2 (контрольная) n=11) Group 2 (control n = 11)	p
Средний возраст/ Middle age	48,0 [39,0; 61,0]	47,0 [40,0; 62,0]	0,67
Соотношение мужчин/женщин/ Male/Female Ratio	4 (33,3)/ 8 (66,7)	6 (54,5)/ 5 (45,5)	0,58
Шкала Бартела/ Barthel scale/	52,5 [50,0; 55,0]	55,0 [50,0; 55,0]	0,69

Примечание. Достоверность различий между группами до лечения произведена по критерию Мана-Уитни: # - p < 0,05.

До проведения реабилитационных мероприятий пациенты 1-ой (основной) и 2-ой (контрольной) групп были достоверно различны по уровням ситуативной и личностной тревожности, по показателям депрессии и по оценке общего эмоционального состояния, но сопоставимы по оценке болевых ощущений и общего физического состояния. Результаты первичного обследования по шкалам представлены в Таблице 2.

Таблица 2. Показатели дистресса (в баллах) до медицинской реабилитации у пациентов, оперированных по поводу дегенеративно-дистрофических заболеваний и ПСМТ шейного отдела позвоночника (Me [Q₁; Q₃])

Оцениваемые Параметры/ Estimated parameters	Шкалы/Опросники/ Scales/Questionnaires	Группа 1 (основная n=12) Group 1 (major n = 12)	Группа 2 (контрольная) n=11) Group 2 (control n = 11)	p
Оценка аффективных нарушений/ Assessment of affective disorders	Ситуативная тревожность по шкале Спилбергера- Ханина/ Situational anxiety on the Spielberger-Khanin scale	48,5 [42,0; 52,0]	35,0 [35,0; 38,0]	0,03 #
	Личностная тревожность по шкале Спилбергера- Ханина/ Personal anxiety on the Spielberger-Khanin scale	54,5 [47,5; 57,0]	37,5 [34,5; 43,0]	0,01 #
	Депрессия по шкале Бека/ Depression according to the Beck Depression Inventory	16,5 [13,0;17,5]	6,0 [3,0; 7,5]	0,03 #
Оценка болевых ощущений/ Assessment of pain sensations	Интенсивность боли по шкале ВАШ Pain intensity according to the VAS scale	6,0 [6,0; 7,75]	6,5 [6,0;7,0]	0,64
	Интенсивность боли по шкале SF-36/ Pain intensity according to the SF-36 scale	41,0 [22,0;41,0]	41,0 [31,0; 51,0]	0,37
Оценка физического состояния/ Physical Condition Assessment	Общее физическое благополучие по шкале SF-36/ General physical well- being according to the SF-36 scale	32,5 [28,07; 35,5]	39,0 [32,0; 44,5]	0,37
Оценка эмоционального состояния/ Evaluation of emotional state	Общее эмоциональное благополучие по шкале SF-36/ General emotional well-being according to the SF-36 scale	33,9 [29,5; 49,9]	52,7 [45,4; 59,4]	0,02 #

Примечание. Достоверность различий между группами до лечения произведена по критерию Мана-Уитни:
 # - $p < 0,05$.

В конце курса реабилитации у пациентов группы 1 снизились значения медиан по Шкале Бека и Шкале тревожности Спилбергера-Ханина, которые достигли по шкале Бека и Шкале личностной тревожности Спилбергера-Ханина статистической значимости ($p < 0,05$).

Оценка динамики показателя интенсивность боли по шкалам ВАШ и SF-36 в группе 1 после лечения выявила достоверное уменьшение интенсивности боли ($p < 0,05$), однако значение медианы этого показателя было существенно ниже значения медианы такого же показателя в группе 2 ($p < 0,05$).

У пациентов группы 2 на фоне проводимых реабилитационных мероприятий уровни тревожности и депрессии по шкалам Спилбергера-Ханина и Бека оставались, как и при исходной оценке) на уровне нормальных значений и через 14 дней после лечения.

В группе 2 достоверно, по сравнению с исходными показателями, уменьшилась интенсивность боли по шкалам ВАШ и SF-36, и выраженность межгрупповых изменений интенсивности боли существенно выше была в группе 2 ($p < 0,05$) (табл. 3).

Таблица 3. Динамика показателей дистресса (в баллах) под влиянием медицинской реабилитации у пациентов, оперированных по поводу дегенеративно-дистрофических заболеваний и ПСМТ шейного отдела позвоночника (Me [Q₁; Q₃])

Наименование параметра/ Parameter Name	Группа 1 (основная n=12) Group 1 (major n = 12)		Группа 2 (контрольная) n=11) Group 2 (control n = 11)	
	до/before	после/after	до/before	после/after
Ситуативная тревожность по шкале Спилбергера-Ханина/	48,5 [42,0; 52,0]	46,0 [40,5; 52,0]	35,0 [35,0; 38,0]	36,5 [36,5; 39,0]
Личностная тревожность по шкале Спилбергера-Ханина/	54,5 [47,5; 57,0]	48,0 [42,0; 55,0] *	37,5 [34,5; 43,0]	35,0 [47,5; 41,0]
Депрессия по шкале Бека/ Depression according to the Beck Depression Inventory	16,5 [13,0; 17,5]	11,5 [10,5; 14,5] *	6,0 [3,0; 7,5]	5,0 [3,5; 6,5]
Интенсивность боли по шкале ВАШ	6,0 [6,0; 7,75]	4,0 [3,5; 5,0] *	6,5 [6,0; 7,0]	3,5 [3,0; 4,0] *
Интенсивность боли по шкале SF-36/	41,0 [22,0; 41,0]	45,5 [31,0; 51,5] *	41,0 [31,0; 51,0]	56,5 [41,0; 71,0] * #
Общее физическое благополучие по шкале SF-36/	32,5 [28,0; 35,5]	32,5 [29,0; 39,3]	39,0 [32,0; 44,5]	48,9 [33,0; 55,9]
Общее эмоциональное благополучие по шкале SF-36	33,9 [29,5; 49,9]	40,9 [32,8; 47,6]	52,7 [45,4; 59,4]	54,3 [45,5; 61,7]
Функциональная независимость по шкале Бартела/	52,5 [50,0; 55,0]	75,0 [70,0; 85,0] *	55,0 [50,0; 55,0]	75,0 [70,0; 85,0] *

Примечание. Анализ различий произведен по критерию Вилкоксона, * - статистически достоверное отличие до и после лечения, * - $p < 0,05$. Достоверность различий между группами после лечения произведена по критерию Мана-Уитни: # - $p < 0,05$.

Значения медиан общего физического благополучия по шкале SF-36 (опросник заполнялся пациентами) до реабилитации были сопоставимы в двух группах. По окончании реабилитации показатели данного параметра в группе 1 остались неизменными, тогда как в группе 2, несмотря на отсутствие статистически значимого результата, имела место отчетливая положительная динамика.

В тоже время по шкале Бартел, которая заполнялась врачами, отмечалась значимая положительная сопоставимая динамика в обеих группах ($p < 0,05$).

Медицинская реабилитация положительно отразилась на показателе общего эмоционального благополучия по шкале SF-36 в обеих группах. В группе 1 отмечалась отчетливая положительная динамика по показателю общего эмоционального благополучия по шкале SF-36, которое однако не достигло статистической значимости, продолжало соответствовать низким показателям (меньше 50 баллов) и оставаться ниже чем у пациентов группы 2, у которых как исходные, так и финальные показатели превышали 50 баллов (табл. 3).

ОБСУЖДЕНИЕ

Проведенное исследование показало, что каждый второй пациент, оперированный по поводу дегенеративно-дистрофических заболеваний и ПСМТ шейного отдела позвоночника, проходивший медицинскую реабилитацию в условиях стационара, переживал тревогу высокого уровня и испытывал сильное психоэмоциональное напряжение.

После проведенной медицинской реабилитации у пациентов основной группы (у которых исходно в статусе присутствовали высокие уровни тревоги и депрессия) значительно снизились высокие показатели личностной тревожности по шкале Спилбергера-Ханина и депрессии по шкале Бека, уменьшилась интенсивность боли по шкале ВАШ и SF-36, ($p < 0,05$). Однако, несмотря на указанное снижение, уровень тревожности и депрессии у этих пациентов в конце реабилитации продолжал превышать нормальный, оценка болевых ощущений была выше, а общего физического благополучия по шкале SF-36 - ниже, чем у пациентов контрольной группы, при сопоставимых положительных показателях по шкале функциональной независимости человека в выполнении повседневных действий Бартел, что может означать негативное влияние аффективных нарушений на субъективную оценку боли и физического благополучия.

Данное исследование отчасти подтверждает результаты, полученные в исследованиях, изучающих различные психологические феномены, важные для формирования боли (катастрофизация боли, уровень тревоги и депрессии, а также стратегии преодоления боли, уровень оптимизма, психологическая устойчивость), в которых приводятся данные о степени влияния этих факторов на возникновение боли, отмечается возможность применения техник психологической коррекции у пациентов из групп риска и подтверждает выводы, сделанные авторами о том, что тревога, депрессия, являясь симптомами психологического дистресса, могут влиять на результаты лечения, снижая его эффективность [8-12].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проведенное исследование показало, что пациенты сопоставимые по функциональной независимости в выполнении повседневных действий при наличии высоких уровней личностной тревожности и депрессии субъективно испытывают более высокий уровень боли и оценивают свое физическое самочувствие значительно ниже, чем такие же пациенты, но без сопутствующих эмоциональных нарушений. Полученные результаты свидетельствуют о необходимости включения в медицинскую реабилитацию методов психокоррекции и психотерапии, позволяющих уменьшить степень дистресса и увеличить критичность к своему состоянию. Пациентам с установленной депрессией и/или уровнями личностной тревоги по шкале Спилбергера-Ханина превышающими 45, а особенно 60 баллов для получения эффективного результата от реабилитации необходимо обеспечение медико-психологического сопровождения, направленного на коррекцию эмоциональных нарушений (в случаях наличия депрессии и высоких уровней личностной тревожности) и повышения критики к своему состоянию.

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES:

1. Tkachenko P.V., Daminov V.D. Zero-Gravity Robotic-Assisted Locomotion Simulator in Rehabilitation: a Prospective Randomized Clinical Study of 30 Spinal Trauma Sequelae Patients. *Bulletin of Rehabilitation Medicine*. 2022; 21 (5): 87-95. <https://doi.org/10.38025/2078-1962-2022-21-5-87-95>
2. Спирин О.А., Аганесов А.Г., Алексанян М.М., Седущ Н.Г. Методы фиксации и шейного спондилодеза при шейной дискэктомии. *Вестник НМХЦ им. Н.И. Пирогова*. 2024;19(1):115-120. https://doi.org/10.25881/20728255_2023_19_1_115
3. 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.
4. 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.
5. Matthews G. Distress. In: *Encyclopedia of stress*. Fink G, ed. San Diego: Academic Press, 2000; 723-9.
6. 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.
7. 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.
8. Джулай Луиза Валентиновна, Симонович А. Е., Ласовская Т. Ю., Рогатных Е. П. Влияние психологических факторов на результаты хирургического лечения болевых синдромов при дегенеративных поражениях поясничного отдела позвоночника // *Хирургия позвоночника*. 2004. №4. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/vliyanie-psihologicheskikh-faktorov-na-rezultaty-hirurgicheskogo-lecheniya-bolevykh-sindromov-pri-degenerativnyh-porazheniyah> (дата обращения: 27.05.2025).
9. Цединова Ю.Б., Чурюканов М.В., Медведева Л.А., Загоруйко О.И., Болтенкова В.И., Галеев Н.А. Психологические особенности пациентов с хронической послеоперационной болью. *Российский журнал боли*. 2020;18(2):29-33. <https://doi.org/10.17116/pain20201802129>
10. Толстая С.И., Иванова Г.Е., Дуров О.В., Лавров И.А., Баклаушев В.П., Белопасов В.В. Реабилитация больных с заболеваниями и травмой шейного отдела позвоночника в раннем и позднем послеоперационном периоде (анализ российских и зарубежных рекомендаций). *Клиническая практика*. 2023;14(2):54-65. doi: <https://doi.org/10.17816/clinpract472096>
11. Пёхова Я.Г., Кузюкова А.А., Романенко Д.Н., Яковлев М.Ю., Марченкова Л.А. Оценка влияния роботизированной механотерапии и когнитивноповеденческой 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.

12. 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.

THE IMPACT OF PSYCHOLOGICAL DISTRESS IN PATIENTS UNDERGOING ANTERIOR CERVICAL SPINE FIXATION ON THE OUTCOME OF INPATIENT MEDICAL REHABILITATION (A PROSPECTIVE STUDY)

Odarushchenko O.I., Kuzyukova A.A., Romanenko D.N., Marchenkova L.A., Yakovlev M.Yu

National Medical Research Center of Rehabilitation and Balneology, Moscow 121099, Russian Federation

ABSTRACT.

In recent years, due to the aging of the population, a decrease in physical activity of people, global industrialization, the development of medicine and mechanization, the number of people operated on for degenerative-dystrophic diseases and spinal cord injury (SCI) of the cervical spine has been steadily increasing, the presence of concomitant clinically expressed emotional disorders in whom can negatively affect the results of medical rehabilitation.

OBJECTIVE – to assess the severity of psychological distress in patients operated on for degenerative-dystrophic diseases and cervical spine trauma, and its impact on the results of medical rehabilitation in a hospital setting.

MATERIAL AND METHODS. The study involved 24 patients who had undergone surgery for degenerative-dystrophic diseases and cervical spine trauma and who underwent inpatient medical rehabilitation: 11 men and 13 women aged 30 to 79 years (50.92 ± 2.94). To assess the condition at the beginning and end of rehabilitation, the following were used: Rehabilitation Routing Scale (RRS), Barthel Scale; visual analogue pain scale VAS, indices of general physical, emotional well-being and pain intensity according to the Short Form 36 (SF-36) quality of life questionnaire; Beck Depression and Spielberger-Khanin Anxiety Scale.

RESULTS AND DISCUSSION. Emotional disturbances were detected in half of the patients (50.0%). The patients were divided into 2 groups: group 1 (with concomitant emotional disorders), group 2 - without emotional disorders. Initially, both groups were comparable in age, gender, SRM, Bratel Scale, VAS, Index of General Physical, Emotional Well-Being and Pain Intensity 36 (SF-36). At the end of rehabilitation, patients in group 1 showed a significant decrease in high rates of personal anxiety according to the Spielberger-Khanin scale and depression according to the Beck scale, and a decrease in pain intensity according to the VAS and SF-36 scales ($p < 0.05$). Despite this decrease, their anxiety and depression levels continued to exceed normal levels, pain scores were higher, and overall physical well-being on the SF-36 scale was lower than in patients in Group 2, with comparable positive scores on the Barthel scale, which may indicate a negative impact of affective disorders on subjective pain scores and physical well-being.

CONCLUSIONS. Patients operated on for degenerative-dystrophic diseases and cervical spinal cord injuries, comparable in functional independence in performing everyday activities in the presence of high levels of personal anxiety and depression, subjectively experience a higher level of pain and assess their physical well-being significantly worse than the same patients, but without concomitant emotional disorders. The obtained results indicate the need to include methods of psychocorrection and psychotherapy in medical rehabilitation, which allow reducing the degree of distress and increasing criticality towards one's condition.

Keywords: anxiety; depression; situational anxiety; personal anxiety; emotional disorders; degenerative-dystrophic diseases and spinal cord injury (SCI) of the cervical spine; ventral fixation of the cervical spine; distress; medical rehabilitation; psychotherapy.

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>

Романенко Дарья Николаевна, аспирант ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр реабилитации и курортологии» Минздрава России, <https://orcid.org/0009-0008-4621-4158>

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>

Яковлев Максим Юрьевич, доктор медицинских наук, заместитель директора по стратегическому развитию медицинской деятельности ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр реабилитации и курортологии» Минздрава России, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3097-8889>

ОРИГИНАЛЬНАЯ СТАТЬЯ

УДК 615.91

ОЦЕНКА ТОКСИЧНОСТИ И ОПАСНОСТИ ПЕРОКСИДИСУЛЬФАТА
НАТРИЯ

Федотова Л.А.^{1,2*}, Манаева Е.С.¹, Лебедь-Шарлевич Я.И.¹, Мамонов Р.А.¹, Немцева Ю.С.¹,
Потапченко Т.Д.¹, Печникова И.А.¹, Русаков Н.В.¹, Сутункова М.П.², Минигалиева И.А.²

¹ФГБУ «Центр стратегического планирования и управления медико-биологическими рисками здоровью»
ФМБА России, 119991, Москва, Россия

²ФГБУН «Екатеринбургский медицинский научный центр профилактики и охраны здоровья рабочих
промпредприятий» Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия
человека 620014, Екатеринбург, Россия

РЕЗЮМЕ. Введение. Согласно литературным данным, пероксидисульфат натрия относится к умеренно опасным веществам при внутрижелудочном (DL50 для крыс - 930 мг/кг) и накожном (DL50 для кроликов > 10 000 мг/кг) воздействии. Обладает слабым раздражающим действием на глаза и кожу, низкой острой ингаляционной токсичностью, является сенсибилизатором, но не мутагеном.

Цель - комплексная токсикологическая оценка пероксидисульфата натрия.

Методы. Определение DL50, анализ местно-раздражающего действия, исследование сенсибилизации, кожно-резорбтивного действия, острой ингаляционной токсичности и кумулятивных свойств.

Результаты. DL50 при внутрижелудочном введении составила 1200 мг/кг (3 класс опасности). Вещество не раздражает кожу, умеренно раздражает слизистые глаз, не проявляет кожно-резорбтивных и аллергенных свойств. При ингаляции умеренно опасно, обладает умеренными кумулятивными свойствами.

Выводы. Рекомендован ориентировочно безопасный уровень воздействия в атмосферном воздухе.

Ключевые слова: пероксидисульфат натрия, персульфат натрия, персульфаты, токсичность, среднесмертельная доза вещества, ингаляционное воздействие, внутрижелудочное введение вещества, местно-раздражающее действие, кожно-резорбтивное действие, сенсибилизация, кумуляция.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: пероксидисульфат натрия, персульфат натрия, персульфаты, токсичность, среднесмертельная доза вещества, ингаляционное воздействие, внутрижелудочное введение вещества, местно-раздражающее действие, кожно-резорбтивное действие, сенсибилизация, кумуляция.

ВВЕДЕНИЕ.

Каждый год в мире создаются тысячи новых химических соединений, применяемых в различных областях деятельности человека. Тем не менее, токсичность и потенциальный риск для здоровья людей большинства этих веществ остаются малоизученными [1, 2]. Отсутствие гигиенических нормативов их содержания в различных средах осложняет оценку воздействия на человека, особенно при комплексном и комбинированном действии [3]. Проведение токсикологических исследований и научное обоснование гигиенических нормативов химических веществ в различных объектах окружающей среды на протяжении многих лет является одним из ключевых направлений деятельности Научно-исследовательского института экологии человека и гигиены окружающей среды имени А.Н. Сысина, который в настоящее время входит в структуру ФГБУ «ЦСП» ФМБА России [4, 5].

Соединения из группы персульфатов, в частности пероксидисульфат натрия, имеют широкое применение в различных областях промышленности, но недостаточно исследованы в отношении токсичности и опасности для окружающей среды и человека. В нефтегазовой промышленности вещество нашло широкое применение в виде стабилизатора различных буровых растворов.

* Адрес для переписки: Федотова Лионелла Айдыновна, e-mail: LFedotova@cspfmmba.ru

Цитирование. Федотова Л.А., Манаева Е.С., Лебедь-Шарлевич Я.И., Мамонов Р.А., Немцева Ю.С., Потапченко Т.Д., Печникова И.А., Русаков Н.В., Сутункова М.П., Минигалиева И.А. Оценка токсичности и опасности пероксидисульфата натрия. Russian Journal of Environmental and Rehabilitation Medicine. 2025. 4: 10-22.

Citation L. A. Fedotova, E. S. Manaeva1, Y. .Lebed-Sharlevich1, R.A. Mamonov, I. A. Pechnikova, T. D. Potapchenko, N. V. Rusakov, Y. S. Nemceva, M. P. Sutunkova, I. A. Minigalieva. Toxicity and hazard assessment of sodium peroxydisulphate. Russian Journal of Environmental and Rehabilitation Medicine.2025. 4: 10-22.

Кроме того, пероксидисульфат натрия используется в качестве катализатора полимеризации, как деполяризатор аккумуляторов, регулятор вязкости, пластификатор, а также в качестве агента травления при производстве печатных плат [6-9]; применяется при производстве пластмасс, смол, синтетического каучука, лакокрасочных материалов, бытовой химии и косметики [10], текстиля, одежды и изделий из кожи.

В ряде стран (Бельгия, Канада, Ирландия, Италия, Португалия, Испания, США) для персульфатных солей установлен норматив TWA 0,1 мг/м³ за 8-часовую смену [11]. В Дании, Исландии и Норвегии этот показатель составляет 2 мг/м³ [11, 12]. Однако согласно литературным данным, в Дании существовал индивидуальный норматив для персульфата натрия – 2 мг/м³ [12]. Так, международное сообщество устанавливает нормативы для группы персульфатов на основе комплексных токсикологических данных. В России действует норматив для персульфата аммония: ПДК_{мр}/ПДК_{сс} в атмосферном воздухе – 0,06/0,03 мг/м³* (3 класс опасности), что соответствует международным стандартам безопасности. ПДК в водных объектах составляет 0,5 мг/л (2 класс опасности)[†]. Для пероксидисульфата натрия гигиенические нормативы в атмосферном воздухе и воздухе рабочей зоны не установлены.

Токсичность. Токсичность персульфатных солей изучена достаточно полно [9, 11, 12]. Сульфаты участвуют в биохимических процессах организма, включая гормональный синтез и детоксикацию, а также поддерживают структуру клеток и тканей. Они образуются при метаболизме аминокислот (цистеин, метионин) и распаде различных веществ. Исследования показывают [9, 11], что избыток сульфатов быстро гидролизуются с диссоциацией на ионы, которые затем выводятся почками с мочой. Почечная экскреция служит основным механизмом удаления неорганических сульфатов, поддерживая кислотно-щелочной баланс и гомеостаз организма [11, 13].

Острая токсичность. Анализ научной литературы показал, что токсикологических исследований для персульфата натрия значительно меньше, чем для персульфата аммония и калия. Так, средняя смертельная доза (DL₅₀) при введении в желудок для белых крыс составила для самцов и самок – 930 и 920 мг/кг соответственно, что говорит об отсутствии половой чувствительности [14-16]. Введение различных доз вещества лабораторным животным от 215 мг/кг до 1470 мг/кг вызывали, помимо смертельных эффектов, различные клинические проявления: от общей заторможенности и одышки, до мышечной гипотонии и диареи. Посмертная некропсия показала наличие патологоанатомических изменений у погибших животных (бледная структура печени и почек, признаки кровоизлияний).

В исследовании острой ингаляционной токсичности крысы подвергались воздействию паров пероксидисульфата натрия в максимально достижимых концентрациях в течение 4 часов, что соответствует международным стандартным протоколам для оценки ингаляционной токсичности. Наблюдаемые симптомы интоксикации (нарушение дыхания, снижение двигательной активности, повышенная секреция носа, глаз и полости рта) носили временный характер и полностью исчезали через 2 дня. Результаты некропсии не выявили никаких значимых признаков интоксикации среди животных опытной группы по сравнению с животными контрольной группы. Результаты исследований позволили сделать заключение о том, что CL₅₀ пероксидисульфата натрия превышает 5 100,0 мг/м³ [11, 14, 15].

Исследование однократного раздражающего действия при накожной аппликации пероксидисульфата натрия на кожные покровы кроликов проводилось при действии дозы 10 000 мг/кг. Согласно полученным результатам, пероксидисульфат натрия не оказал значимого раздражающего и общего токсического действия при однократном нанесении на кожные покровы [11]. Таким образом, DL₅₀ для острой дермальной токсичности превышает значение 10 000 мг/кг.

Пероксидисульфат натрия относится к 4 категории опасности по параметрам острой токсичности при внутрижелудочном введении вещества в международных классификациях [9]. СГС ООН (согласованная на глобальном уровне система классификации и маркировки химических веществ, GHS) присвоила ему категорию Harmful (Xn) (вещество может быть вредным для здоровья при проглатывании). Однако пероксидисульфат натрия не классифицируется как опасное вещество в отношении острой дермальной или ингаляционной токсичности [12].

На основе данных результатов исследований острой токсичности, полученных из литературных источников, персульфат натрия может быть отнесен к 3-4 классу опасности согласно ГОСТ 12.1.007-76 при различных путях введения (см. табл. 1).

Таблица 1. Литературные данные среднесмертельных доз пероксидисульфата натрия при различных путях поступления в организм и определение класса опасности согласно ГОСТ 12.1.007-76

* СанПиН 1.2.3685-21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания» [Электронный ресурс] Утв. Постановлением Главного государственного санитарного врача РФ от 28.01.2021 №2. URL: <http://publication.pravo.gov.ru/Document/View/0001202102030022?index=1> (дата обращения: 20.11.2024)

† СанПиН 1.2.3685-21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания» [Электронный ресурс] Утв. Постановлением Главного государственного санитарного врача РФ от 28.01.2021 №2. URL: <http://publication.pravo.gov.ru/Document/View/0001202102030022?index=1> (дата обращения: 20.11.2024)

Показатели токсичности, ед. измерения	Путь поступления и вид животных	Значения	Класс опасности согласно ГОСТ 12.1.007-76
DL ₅₀ , мг/кг / DL ₅₀ , mg/kg	в/ж (крысы-♂♂) /	930,0	3 умеренно опасное
	в/ж (крысы-♀♀) /	920,0	
	кожа (кролики-♂♂) /	> 10 000,0	4 малоопасное /
CL ₅₀ , мг/м ³ , 4 часа / CL ₅₀ , mg/m ³ , 4 hours	крысы-♀♂	> 5 100	3 умеренно опасное /

Местно-раздражающее действие. Проведенные исследования на кроликах показали, что пероксидисульфат натрия не вызывает местно-раздражающего действия на слизистые оболочки и конъюнктиву глаза [15]. Отмечены незначительные признаки раздражения слизистых оболочек глаз у 5 из 8 подопытных животных, которые полностью проходили в течение 24 часов.

Исследование местно-раздражающего действия при однократном нанесении пероксидисульфата натрия на кожные покровы кроликов также не показало наличие раздражающего действия [13].

Однако в литературе описан ряд случаев контакта человека с пероксидисульфатом натрия, когда наблюдались выраженные признаки раздражающего действия верхних дыхательных путей, кожных покровов и глаз [9]. В связи с этим, несмотря на противоречивые данные исследований на животных, система классификации и маркировки химических веществ СГС ООН признала пероксидисульфат натрия как раздражающий дыхательные пути [11], кожные покровы и глаза [12].

Таким образом, данные о раздражающем действии на неповрежденные кожные покровы, глаза и дыхательные пути пероксидисульфата натрия остаются противоречивыми, что подчеркивает необходимость дальнейших исследований для более точной оценки его токсичности и опасности (см. табл. 3).

Сенсибилизация. В исследованиях на морских свинках отмечены признаки гиперчувствительности к пероксидисульфату натрия, включая эритему и отеки кожи у 55% подопытных животных [13, 15, 16]. Еще одно исследование на морских свинках показало, что в 90% случаев пероксидисульфат натрия дал положительную реакцию на сенсибилизацию при подкожном введении, и 60% положительных реакций при накожном воздействии [11]. В другом исследовании, проведенном на морских свинках, не было выявлено признаков сенсибилизации [11].

Тест LLNA на мышах показал значительное увеличение массы лимфатических узлов и количества клеток лимфатических узлов при использовании 5% раствора пероксидисульфата натрия, что указывает на его сенсибилизирующее действие [7, 13, 15].

Патч-тесты на добровольцах в одном исследовании токсичности вещества не выявили значительных реакций, однако другое исследование показало, что 19% участников испытали кожные реакции 4-й степени при использовании 0,5% раствора [15]. Имеются также убедительные доказательства того, что пероксидисульфат натрия вызывает различные кожные заболевания, свидетельствующие о сенсибилизации у людей, подвергающихся профессиональному воздействию. У парикмахеров и работников химических заводов описаны случаи контактной гиперчувствительности, крапивницы, ринита, бронхита и астмы, что указывает на потенциальные риски при длительном воздействии персульфата натрия. [12]. Кроме того, результаты эпидемиологических исследований показали, что вещество способно вызывать сенсибилизацию [15].

Таким образом, пероксидисульфат натрия обладает сенсибилизирующими свойствами, что подтверждается как экспериментальными данными, так и сообщениями о случаях в профессиональной среде. Согласно классификации СГС ООН, пероксидисульфат натрия обладает сенсибилизирующим эффектом как при контакте с кожей, так и при ингаляционном воздействии (см. табл. 2) [12].

Таблица 3. Категории опасности местно-раздражающего и сенсибилизирующего действия персульфата натрия согласно классификациям международных организаций

Действие	Орган мишень	Категория опасности		Расшифровка
		ЕСНА*	HSIS**	
местно-раздражающее действие	глаза	2	2 A	обратимое воздействие на глаза, раздражает глаз
	кожа	2	2	вызывает раздражение кожи
сенсибилизация	кожа	1	1	кожный сенсибилизатор
	легкие	1	1	респираторный сенсибилизатор

Примечание* ЕСНА –Европейское химическое агентство; * ECHA – European Chemicals Agency; ** HSIS – система информации об опасных химических веществах, Австралия; ** HSIS – Hazardous Chemical Information System, Australia.

Субхроническая токсичность. В 90-дневных субхронических экспериментах изучались потенциальные неблагоприятные эффекты. Исследовались 4 группы крыс (20 самок и 20 самцов в каждой из 4 групп). Пероксидисульфат натрия был мелко измельчен, взвешен и включен в определенной пропорции в рацион крыс. Вещество поступало в дозах 0, 300, 1000 и 3000 ppm (с увеличением до 5000 ppm с 48 дня для группы 1000 ppm). Значимыми признаками интоксикации, отмеченными в исследовании, были: уменьшение потребления пищи животными и потеря массы тела по сравнению с контрольной группой. Не было установлено статистически значимых различий между группами по гематологическим показателям и аналитическим параметрам мочи. Вес органов, соотношение веса органов к весу тела, тип и частота макроскопически наблюдаемых поражений, выявленных во время вскрытия, были сопоставимы среди всех четырех групп. Патологические изменения, характеризующиеся некрозом и атрофией эпителиальной оболочки желудочно-кишечного тракта, были обнаружены у животных, получавших 200 мг/кг/день (3000 ppm). Данная доза была установлена в качестве наименьшего наблюдаемого уровня неблагоприятного воздействия (LOAEL). Таким образом, в результате исследования установлены LOAEL и NOAEL (уровень воздействия, не вызывающий видимых отрицательных эффектов), 200 (3000 ppm) и 91 мг/кг м. т. в сутки (1000 ppm), соответственно [13, 15]. Исследование демонстрирует, что пероксидисульфат натрия может вызывать определенные неблагоприятные эффекты при длительном воздействии, особенно на желудочно-кишечный тракт, однако в целом он обладает низкой токсичностью и не накапливается в организме, что обусловлено его слабой устойчивостью к гидролизу. В процессе гидролиза образуются ионы натрия, которые быстро выводятся почками, а неорганический сульфат также практически полностью экскретируется через почки.

Данных об исследованиях при длительном поступлении вещества через верхние дыхательные пути нет. Исследования состояния здоровья работников, занятых в производстве персульфатов, показали отсутствие негативного влияния на функцию легких при уровне воздействия 0,5 мг/м³ [9].

Генотоксичность. Канцерогенность. Исследования на мутагенность, проведенные в опытах *in vitro* (тест Эймса и тест на синтез ДНК) не выявили мутагенных свойств у пероксидисульфата натрия [13]. В опытах *in vivo* пероксидисульфат натрия, вводимый внутрибрюшинно мышам в дозе 338,0 мг/кг, не увеличивал частоту образования микроядер в полихроматических эритроцитах костного мозга [13]. Исследование токсичности пероксидисульфата натрия для репродуктивной системы и развития не проводилось [17]. Пероксидисульфат натрия не тестировался на канцерогенность [15]. Соединение не зафиксировано в списках МАИР [18].

Агентство по охране окружающей среды США (United States Environmental Protection Agency; EPA) опубликовало данные по оценке и управлению рисками (Military Exposure Guidelines (MEG)), связанными с воздействием химических веществ на военнослужащих во временном интервале от 10 минут до 8 часов. Согласно этим данным, есть три установленных стандарта для персульфата натрия: краткосрочно воздействующая доза (Short Term Critical Air (STCA)) – 100 мг/м³, предельная краткосрочно воздействующая доза (Short-Term Marginal Air (STMA)) – 20 мг/м³, незначительная краткосрочно воздействующая доза (Short-Term Negligible Air (STNA)), когда качество воздуха или уровень загрязнения незначительны и не оказывают заметного влияния на здоровье человека или окружающую среду, – 2,5 мг/м³ [19].

Таким образом, в мировой научной литературе приведены результаты токсикологических исследований пероксидисульфата натрия, как при остром, так и при субхроническом воздействии (см. табл. 3). Вместе с тем, методология экспериментов не всегда соответствовала методическим подходам, установленным как МУ 2.1.5.720-98, так и рекомендациям ОЭСР.

Таблица 3. Токсикологическая характеристика пероксидисульфата натрия по данным литературы

Показатели токсичности, ед. измерения	Путь поступления и вид животных	Значения
DL ₅₀ , мг/кг / DL ₅₀ , mg/kg	в/ж (крысы-♂♂)	930,0
	в/ж (крысы-♀♀)	920,0
	кожа (кролики-♂♂)	> 10 000,0
	в/б (мышы)	226
CL ₅₀ , мг/м ³ , 4 часа / CL ₅₀ , mg/m ³ , 4 hours	крысы-♀♀	> 5 100
CL ₀ , мг/м ³ , 4 часа / CL ₀ , mg/m ³ , 4 hours	крысы-♀♀	5 100
LDL ₀ , мг/кг / LDL ₀ , mg/kg	в/в (кролики)	178,0
DL ₀ , мг/кг / DL ₀ , mg/kg	в/ж (крысы-♂♂)	464,0
	в/ж (крысы-♀♀)	562,0
	кожа (кролики-♂♂)	10 000,0

Показатели токсичности, ед. измерения	Путь поступления и вид животных	Значения
RD ₅₀ , мг/л / RD ₅₀ , mg/l	мыши / mice	2,25
LOAEL, мг/кг/сут (ppm) / LOAEL, mg/kg/day (ppm)	в/ж (крысы-♀♂)	200,0 (3000)
NOAEL, мг/кг/сут (ppm) / NOAEL, mg/kg/day (ppm)	в/ж (крысы-♀♂)	91,0 (1000)

Материалы, объекты и методы исследования. Исследования пероксидисульфата натрия проводились на основании «Методических указаний к постановке исследований по изучению раздражающих свойств и обоснованию предельно допустимых концентраций избирательно действующих раздражающих веществ в воздухе рабочей зоны» № 2196-80 от 11.08.1980 г.*; методических указаний «Оценка действия вредных химических соединений на кожные покровы и обоснование предельно допустимых уровней загрязнений кожи» № 2102-79 от 01.11.1979 г.†; методических указаний «Требования к постановке экспериментальных исследований по обоснованию предельно допустимых концентраций промышленных химических аллергенов в воздухе рабочей зоны и атмосферы» 1.1.578-96 от 21.10.1996 г.‡. Токсикологические исследования пероксидисульфата натрия проводили на белых крысах породы Спрег-Дули (с массой тела 148,0-426,0 г), морских свинок альбиносах (с массой тела 300,0-350,0 г), кроликах породы «Советская Шиншилла» (с массой тела 3,0-3,5 кг). Нелинейные крысы, морские свинки альбиносы были получены из филиала «Столбовая» ФГБУН НЦБМТ ФМБА России. Кролики породы «Советская Шиншилла» получены из филиала «Электрогорский» ФГБУН НЦБМТ ФМБА России.

Количественная характеристика методов и объема исследований представлена в таблице 4.

Таблица 4. Методы и объем исследований пероксидисульфата натрия

Методы исследования	Показатели		Объем исследований	Нормативные документы
определение среднесмертельной дозы	внутри-желудочно	DL ₅₀ , клиническая картина отравления, некропсия, морфометрические	30 крыс 4 показателя /	п. 3 МУ 2163-80§ / п. 3 МУ 2163-80
	ингляционно /	DL ₅₀ , клиническая картина отравления /	6 крыс 2 показателя /	п.3 МУ 2163-80** / п. 3 МУ 2163-80
	дермально / dermal	DL ₅₀ , клиническая картина отравления /	12 крыс 2 показателя /	п.5 МУ 2102-79†† / п.5 МУ 2102-79

* Методические указания к постановке исследований по изучению раздражающих свойств и обоснованию предельно допустимых концентраций избирательно действующих раздражающих веществ в воздухе рабочей зоны. № 2196-80 от 11.08.1980 г. Утверждены Заместителем Главного Государственного санитарного врача СССР А.И. Заиченко 11 августа 1980 г. № 2196-80. - URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200076305> (дата обращения: 07.12.2024)

† Оценка воздействия вредных химических соединений на кожные покровы и обоснование предельно допустимых уровней загрязнений кожи (Методические указания). № 2102-79 от 01.11.1979 г. Утверждены Зам. главного государственного санитарного врача СССР А. И. Заиченко 1 ноября 1979 г. - URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200062476> (дата обращения: 07.12.2024)

‡ Методические указания. Требования к постановке экспериментальных исследований по обоснованию предельно допустимых концентраций промышленных химических аллергенов в воздухе рабочей зоны и атмосферы. Методические указания. МУ 1.1.578-96 от 21.10.1996 г. Утверждены Первым заместителем Председателя Госкомсанэпиднадзора России - заместителем Главного государственного санитарного врача Российской Федерации С.В. Семеновым 21 октября 1996 г. - URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200046685> (дата обращения: 07.12.2024)

§ Методические указания к постановке исследований для обоснования санитарных стандартов вредных веществ в воздухе рабочей зоны. Методические указания. МУ 2163-80 от апреля 1980 г. Утверждены главным государственным санитарным врачом СССР П.Н. Бургасовым. - URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200076306> (дата обращения: 07.12.2024)

** Методические указания к постановке исследований для обоснования санитарных стандартов вредных веществ в воздухе рабочей зоны. Методические указания. МУ 2163-80 от апреля 1980 г. Утверждены главным государственным санитарным врачом СССР П.Н. Бургасовым. - URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200076306> (дата обращения: 07.12.2024)

†† Оценка воздействия вредных химических соединений на кожные покровы и обоснование предельно допустимых уровней загрязнений кожи (Методические указания). № 2102-79 от 01.11.1979 г. Утверждены

определение кожно-резорбтивного действия	пробирочный метод (хвостовые пробы)	клиническая картина отравления, морфометрические	12 крыс 2 показателя	п.4 МУ 2102-79* / п.5 МУ 2102-79
местно-раздражающее действие	глаза	состояние конъюнктивы глаз	3 кролика 4 показателя	п.2 МУ 2196-80† / п.2 МУ 2196-80
	кожа	состояние кожных покровов	6 морских свинок	п.1 МУ 2196-80‡ / п.2 МУ 2196-80
сенсibilизирующее действие	Клинические проявления, иммунологические проявления (реакция специфического лизиса лейкоцитов (РСЛЛ), реакция специфической агломерации лейкоцитов (РСАЛ))		16 морских свинок 3 показателя	МУ 1.1.578-96§ / МУ 1.1.578-96
кумуляция	DL ₅₀ , D _n (сумм. доза), клиническая картина отравления, некропсия, морфометрические		16 крыс 6 показателей	п.5 МУ 2163-80** / п.5 МУ 2163-80

Определение среднесмертельной дозы при однократном введении в желудок (DL₅₀) проводили при однократном введении пероксидисульфата натрия, разведенного в растительном масле с помощью зонда нелинейным белым крысам. Контрольные животные получали эквивалентные объемы растительного масла. Эксперимент проводили на 30-ти крысах-альбиносах линии Спрег-Дуули (масса тела животных 195-240 г), разделенных на 5 групп по 6 животных (4 группы опытные, 1 - контрольная) в каждой. Дозы исследуемого вещества, вводимого экспериментальным животным, составили: 500, 1000, 1200, 2000 мг/кг.

С целью изучения острой ингаляционной токсичности пероксидисульфата натрия было сформировано 2 группы крыс-альбиносов линии Спрег-Дуули (опытная и контрольная). Воздействие вещества осуществляли в специализированной ингаляционной системе экспонирования «голова-нос» (TSE Systems, Германия; см. рис.).

Зам. главного государственного санитарного врача СССР А. И. Заиченко 1 ноября 1979 г. - URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200062476> (дата обращения: 07.12.2024)

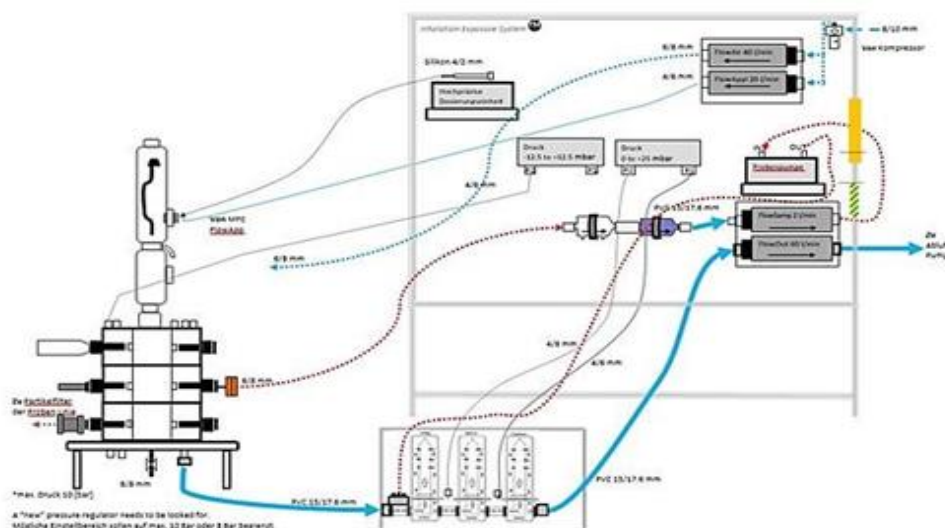
* Оценка воздействия вредных химических соединений на кожные покровы и обоснование предельно допустимых уровней загрязнений кожи (Методические указания). № 2102-79 от 01.11.1979 г. Утверждены Зам. главного государственного санитарного врача СССР А. И. Заиченко 1 ноября 1979 г. - URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200062476> (дата обращения: 07.12.2024)

† Методические указания к постановке исследований по изучению раздражающих свойств и обоснованию предельно допустимых концентраций избирательно действующих раздражающих веществ в воздухе рабочей зоны. № 2196-80 от 11.08.1980 г. Утверждены Заместителем Главного Государственного санитарного врача СССР А.И. Заиченко 11 августа 1980 г. № 2196-80. - URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200076305> (дата обращения: 07.12.2024)

‡ Методические указания к постановке исследований по изучению раздражающих свойств и обоснованию предельно допустимых концентраций избирательно действующих раздражающих веществ в воздухе рабочей зоны. № 2196-80 от 11.08.1980 г. Утверждены Заместителем Главного Государственного санитарного врача СССР А.И. Заиченко 11 августа 1980 г. № 2196-80. - URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200076305> (дата обращения: 07.12.2024)

§ Методические указания. Требования к постановке экспериментальных исследований по обоснованию предельно допустимых концентраций промышленных химических аллергенов в воздухе рабочей зоны и атмосферы. Методические указания. МУ 1.1.578-96 от 21.10.1996 г. Утверждены Первым заместителем Председателя Госкомсанэпиднадзора России - заместителем Главного государственного санитарного врача Российской Федерации С.В. Семеновым 21 октября 1996 г. - URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200046685> (дата обращения: 07.12.2024)

** Методические указания к постановке исследований для обоснования санитарных стандартов вредных веществ в воздухе рабочей зоны. Методические указания. МУ 2163-80 от апреля 1980 г. Утверждены главным государственным санитарным врачом СССР П.Н. Бургасовым. - URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200076306> (дата обращения: 07.12.2024)



– 350,0 гр. Для эксперимента тщательно выстригалась шерсть на двух симметрично расположенных участках спины размером 5 x 5 см по обе стороны от позвоночника. Правый бок служил для аппликации, левый – для контроля, время экспозиции 4 часа. Исследуемое вещество наносилось на неповрежденные кожные покровы из расчета 20 мг/см².

Реакцию регистрировали через 1 час, после окончания экспозиции, далее раз в сутки, в течение всего периода наблюдений (14 дней). Отмечались функционально-морфологические нарушения кожного покрова (эритема, отек, трещины, изъязвления, некроз, сухость, шелушение и др.). Величину отека определяли путем измерения толщины кожной складки при помощи толщинометра типа ТР-1-10. Степень выраженности раздражающего действия и класс опасности определяли по оценке функционального состояния кожных покровов экспериментальных животных при изучении местного действия веществ*.

Исследование на морских свинках начинали с однократной сенсибилизации, для чего в кожу наружной поверхности уха вводили 50 мкг и 200 мкг вещества, разведенного в 0,1 мл. В опытной и контрольной группах было по 8 животных с массой тела 300,0 – 350,0 г. Затем через 8 дней проводили постановку кожных тестов. После этого через 24 часа брали кровь для выполнения иммунологического теста – реакции специфического лизиса лейкоцитов (РСЛЛ), реакции специфической агломерации (РСАЛ) лейкоцитов. Рабочую дозу для иммунологического теста подбирали путём постановки теста с кровью интактных морских свинок. Показатели РСЛЛ, РСАЛ рассчитывали в %, среднегрупповые показатели сравнивали по методу Стьюдента [20].

Кумулятивные свойства пероксидисульфата натрия изучали на крысах самцах по методу Лима[†] при ежедневном внутрижелудочном введении веществ в возрастающих дозах в масляном растворе в течение 24 дней. Контрольные животные получали эквивалентный объем масла. Исследование проводили на 16-ти крысах линии Спрег-Дули с массой тела опытной группы 194-198г. и контрольной группы 200-210 г. по 8 животных в каждой. В ходе эксперимента оценивали общее состояние животных (внешний вид, особенности поведения, пищевую активность), динамику массы тела.

Критерием кумулятивного эффекта служили изменения вышеперечисленных показателей и возможная гибель подопытных животных. Коэффициент кумуляции ($K_{\text{кум}}$) рассчитывали по соотношению суммарной и однократной доз, вызывающих гибель 50% подопытных животных.

Соблюдение этических стандартов: содержание и кормление лабораторных животных осуществляли в соответствии с требованиями РД-АПК 3.10.07.02-09 от 15.12.2009г. «Методические рекомендации по содержанию лабораторных животных в вивариях научно-исследовательских институтов и учебных заведений»[‡]; дизайн эксперимента одобрен на заседании биоэтической комиссии ФГБУ «ЦСП» ФМБА России протокол № 5 от 18.09.2024г.

Результаты исследования. Пероксидисульфат натрия, представляет собой кристаллы белого цвета, без запаха, молекулярная масса – 238,11 г/моль; температура плавления: 180,0°C; плотность 1,1 г/см³; растворимость 55,6 (г/100 мл) в воде при 20°C; pH водных растворов 3,5 - 3,8.

Определение среднесмертельной дозы при однократном введении в желудок. При введении дозы 500 мг/кг пероксидисульфата натрия одно животное погибло на 3 сутки исследования (см. табл. 6). В течение первых двух суток животные были заторможены, угнетены, малоподвижны, занимали лежачее положение. У пяти выживших животных не было отмечено признаков интоксикации, других случаев гибели в последующие дни постэкспозиционного периода отмечено не было (3-14 день исследования).

При введении дозы 2000 мг/кг была отмечена гибель всех подопытных животных (см. табл. 6). Сразу после введения животные занимали лежачее положение, реакция на внешние раздражители была снижена, наблюдался постепенный рост признаков интоксикации, а именно: ослабленное дыхание, изменение цвета конечностей – бледность, отсутствие реакции на внешние раздражители, оглушенное состояние, также отмечалось вздутие желудков. Постепенно на фоне угнетения дыхательной функции и от последующей остановки дыхания в течение двух часов погибли все животные подопытной группы.

При введении дозы 1000 мг/кг одно животное погибло в 1 сутки исследования (см. табл. 6). В течение первых двух суток зафиксированы те же признаки интоксикации, что и у животных опытной группы с дозой

* Оценка воздействия вредных химических соединений на кожные покровы и обоснование предельно допустимых уровней загрязнений кожи (Методические указания). № 2102-79 от 01.11.1979 г. Утверждены Зам. главного государственного санитарного врача СССР А. И. Заиченко 1 ноября 1979 г. - URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200062476> (дата обращения: 07.12.2024)

[†] Методические указания к постановке исследований для обоснования санитарных стандартов вредных веществ в воздухе рабочей зоны. Методические указания. МУ 2163-80 от апреля 1980 г. Утверждены главным государственным санитарным врачом СССР П.Н. Бургасовым. - URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200076306> (дата обращения: 07.12.2024)

[‡] РД-АПК 3.10.07.02-09 от 15.12.2009 г. «Методические рекомендации по содержанию лабораторных животных в вивариях научно-исследовательских институтов и учебных заведений». Министерство сельского хозяйства Российской Федерации. — М. 29 с.

вещества 500 мг/кг животного. Признаки интоксикации полностью исчезли на третий день постэкспозиционного периода.

При введении дозы 1200 мг/кг погибло 3 крысы (1-е и 3-и сутки исследования) (см. табл. 6). Наблюдалось угнетенное состояние, заторможенность, сниженная реакция на раздражители и отсутствие активности. Выжившие крысы оставались угнетенными, с пониженной реакцией на раздражители по сравнению с контрольной группой. Признаки интоксикации исчезли на 4-ые сутки постэкспозиционного периода.

Таблица 5. Гибель белых крыс после однократного внутрижелудочного введения пероксидисульфата натрия

Вид животных	Доза, мг/кг	Статистическая группа	Сроки гибели (сутки) /					Количество животных		LD ₅₀ мг/кг / LD ₅₀ mg/kg
	опыт		1	2	3	4	5-14	погибших	выживших	
крысы	500	6	-	-	+	-	-	1	5	LDL ₀
крысы	1000	6	+	-	-	-	-	1	5	LDL ₀
крысы	1200	6	+	+	-	-	-	3	3	LD ₅₀
крысы	2000	6	+	-	-	-	-	6	0	LD ₁₀₀
крысы	контроль	6	-	-	-	-	-	0	6	0

В процессе эксперимента опытным путем были установлены величины LD₀ (доза, вызывающая гибель одного животного), DL₁₀₀ (доза, вызывающая гибель всех подопытных животных) и величина DL₅₀ = 1200 мг/кг м. т. В соответствии с существующей классификацией доза 1200 мг/кг м. т. при внутрижелудочном введении пероксидисульфата натрия (CAS 7775-27-1) следует отнести к 4-му классу малоопасных веществ по степени воздействия на организм*.

Определение острой дермальной токсичности вещества. При оценке острой дермальной токсичности персульфата натрия случаев наступления гибели среди 8-ми подопытных животных, а также любых проявлений интоксикации по сравнению с животными контрольной группы за весь период наблюдения (14 дней) отмечено не было. Таким образом, при однократной аппликации пероксидисульфат натрия в дозе 2600 мг/кг, не вызывает гибель подопытных животных.

Оценка кожно-резорбтивного действия показала отсутствие способности вещества к резорбции через кожные покровы в «пробирочном» тесте «хвостовых» проб на крысах в период эксперимента. У подопытных животных не отмечено видимых признаков интоксикации, общем состоянии, поведении и явлений раздражения на коже хвостов.

Определение острой ингаляционной токсичности вещества. Оценка физико-химических свойств вещества позволяет сделать вывод о том, что пероксидисульфат натрия не обладает летучестью, при нормальных условиях окружающей среды остается стабильным в твердой фазе и не испаряется. В рамках эксперимента была испытана доза 50 мг/м³. Вследствие физико-химических свойств исследуемого вещества и технических возможностей ингаляционной системы данная доза являлась максимальной достижимой.

По результатам проведенной затравки не было отмечено наступления случаев гибели среди подопытных животных. Поведение и состояние животных экспериментальной группы во время проведения затравки не отличалось от животных контрольной группы. После окончания экспозиции у подопытных животных отмечался груминг. Через час признаков интоксикации у животных отмечено не было.

Таким образом, пероксидисульфат натрия обладает низкой ингаляционной токсичностью, так как обладает низкой летучестью и, как следствие, имеет ограничения по достижимым концентрациям в испытаниях. Исходя из информации, представленной выше, а также по результатам собственных исследований острой токсичности, можно сделать вывод о том, что пероксидисульфат натрия является умеренно опасным веществом согласно принятой классификации†.

* ГОСТ 12.1.007-76 Межгосударственный стандарт. Система стандартов безопасности труда. Вредные вещества. Классификация и общие требования безопасности [Электронный ресурс]. Утвержден и введен в действие Постановлением Государственного комитета СССР по стандартам от 10.03.76. 7 с. URL: <https://docs.cntd.ru/document/5200233> (дата обращения: 13.01.2024)

† ГОСТ 12.1.007-76 Межгосударственный стандарт. Система стандартов безопасности труда. Вредные вещества. Классификация и общие требования безопасности [Электронный ресурс]. Утвержден и введен в

Определение местно-раздражающего действия вещества на слизистые оболочки глаз. В первые сутки наблюдения у всех животных наблюдалась умеренная гиперемия конъюнктивы (2 балла), которая проходила на шестые сутки наблюдения; слабый отек (1 балл), проходящий в первые сутки наблюдений; слабые выделения (1 балл), исчезающие на вторые сутки наблюдений. Помутнения роговицы отмечено не было. По результатам исследований можно сделать вывод о том, что пероксидисульфат натрия обладает умеренным раздражающим действием на слизистую оболочку глаза.

Определение местно-раздражающего действия вещества на кожные покровы. При определении местно-раздражающего действия на кожные покровы сразу после воздействия, через час после нанесения вещества, а также на протяжении всего периода наблюдений (14 дней) у животных не наблюдалось признаков раздражающего действия. Таким образом, по степени выраженности раздражающего действия на неповрежденные кожные покровы при однократной аппликации пероксидисульфат натрия не обладает раздражающим действием.

Определение сенсибилизирующего действия вещества. В результате исследования внутрикожной сенсибилизации морских свинок положительная кожная проба не была зафиксирована ни у одного из животных. Показатели РСЛЛ и РСАЛ у всех животных не превышали 10%. Статистически значимых различий среднegrupповых показателей не было ($p > 0,05$). Результаты реакции специфической агломерации лейкоцитов (РСАЛ) и реакции специфического лизиса лейкоцитов (РСЛЛ) для животных опытной группы не имели статистически значимого отклонения от таковых показателей контрольной группы (см. табл. 6).

Таким образом, проведенные исследования по оценке сенсибилизирующего действия пероксидисульфата натрия позволили установить, что пероксидисульфат натрия не является аллергеном и не обладает сенсибилизирующим действием.

Таблица 6. Реакция специфической агломерации (РСАЛ) лейкоцитов, реакция специфического лизиса лейкоцитов (РСЛЛ) при изучении сенсибилизирующего действия пероксидисульфата натрия

Группы животных	Метод исследования			Количество животных	
	Кожная проба, балл	РСЛЛ, % /	РСАЛ, %	Общее количество в группе	Из них сенсибилизированных
контроль	0	$1,8 \pm 0,5$	$1,0 \pm 0,01$	8	0
опыт	0	$2,0 \pm 0,5$	$1,2 \pm 0,01$	8	0

Примечание: * - $p > 0,05$ note: * - $p > 0,05$

Определение кумулятивных свойств вещества. При изучении кумулятивных свойств пероксидисульфата натрия у экспериментальных животных в первые 9 дней не наблюдалось признаков интоксикации. Однако на 10-й день появились первые симптомы: незначительное угнетение и изменения стула. На 11-й день признаки интоксикации усилились: шерсть стала неопрятной, у некоторых животных наблюдалась непроизвольная дефекация. В последующие дни наблюдалось нарастание интоксикации: снижение веса, уменьшение двигательной активности и реакции на внешние раздражители, ухудшение состояния шерсти. На 15-й день животные стали заторможенными, у них нарушилась координация, отмечалась значительная потеря веса. На 16-й день наблюдения у животных, помимо вышеперечисленных признаков интоксикации, наблюдалось угнетение дыхательной функции. За 16-е и 17-е сутки исследования погибло 5 крыс, две и три особи соответственно.

При исследовании массы тела экспериментальных животных, получавших пероксидисульфат натрия, было установлено статистически достоверное изменение этого показателя по сравнению с контролем. Так, начиная с 5-го дня отмечался замедленный прирост массы тела по сравнению с животными контрольной группы. Проведенная некропсия показала снижение массы печени и почек у животных опытной группы по сравнению с животными контрольной группы. Также отмечалось, что у животных опытной группы была нарушена цветность печени, наблюдались черные вкрапления на ней, отмечено нарушение складчатости внутренних стенок желудка.

Таким образом, было выполнено 17 введений пероксидисульфата натрия. Суммарная доза (D_n), полученная каждым экспериментальным животным, составила при ежедневном введении величину 4597 мг/кг. Сопоставление величины суммарной дозы и DL_{50} показывает, что животными за время эксперимента было получено в 3,7 раза больше пероксидисульфата натрия, чем количество, которое вызывает 50% гибель при однократном введении ($D_n / DL_{50} = 4597 / 1200 = 3,7$). Это позволяет сделать вывод, о том, что коэффициент кумуляции $K_{кум} = 3,7$.

В соответствии с вышеизложенным пероксидисульфат натрия может быть отнесен к веществам, обладающим умеренными кумулятивными свойствами.

Обсуждение В соответствии с «Методическим указанием по установлению ориентировочных безопасных уровней воздействия (ОБУВ) загрязняющих веществ в атмосферном воздухе населенных мест»*, обоснование прогнозного значения ОБУВ пероксидисульфата натрия в атмосферном воздухе городских и сельских поселений проводили на основании собственных экспериментальных данных с учетом установленных параметров токсикометрии путем прогноза по формулам (см. табл. 7).

Таблица 8. Прогнозные величины ОБУВ пероксидисульфата натрия в атмосферном воздухе, рассчитанные на основе параметров токсикометрии

№№ формулы по МУ /	Формула	Величина параметра	Величина ОБУВ, мг/м ³
27	$\lg \text{ОБУВ}_{\text{а.в.}} = 0,58 \lg \text{CL}_{50} - 1,6$	$\text{CL}_{50} > 5,0 \text{ мг/л}$	0,06
28	$\lg \text{ОБУВ}_{\text{а.в.}} = -6,0 + 1,5 \lg \text{DL}_{50}$	1200 мг/кг	0,04

Как следует из таблицы 8, полученные прогнозируемые величины ОБУВ для пероксидисульфата натрия - от 0,06 мг/м³ до 0,04 мг/м³. Данные формулы учитывают класс опасности соединения (по результатам проведенных исследований параметры токсикометрии соответствуют 3 классу опасности (умеренно опасное вещество)), следовательно, согласно расчету среднего арифметического для пероксидисульфата натрия, прогнозная величина ОБУВ в атмосферном воздухе городских и сельских поселений составит 0,05 мг/м^{3†}.

Выводы. На основании проведенного литературного обзора пероксидисульфат натрия относится к неорганическим соединениям серы и характеризуется высокой гигроскопичностью.

На основании проведенного литературного обзора по данным токсичности и опасности можно сделать вывод о том, что соединение по параметрам острой токсичности относится к умеренно опасным веществам при внутрижелудочном введении (DL_{50} крысы составляет 930,0 мг/кг) и при кожном нанесении (DL_{50} для кроликов $> 10\,000,0$ мг/кг); обладает слабым раздражающим действием на слизистые оболочки глаз и неповрежденные кожные покровы; обладает низкой острой ингаляционной токсичностью ($\text{CL}_{50} > 5\,100,0$ мг/м³); обладает раздражающим действием верхних дыхательных путей; является умеренным или сильным сенсибилизатором; не обладает мутагенными свойствами.

На основании собственных исследований пероксидисульфат натрия по величине среднесмертельной дозы при однократном введении в желудок (DL_{50} для крыс 1200 мг/кг) относится к 3-му классу малоопасных веществ по степени воздействия на организм; при однократном нанесении на кожные покровы морских свинок не обладает раздражающим действием; при однократном внесении в конъюнктивальный мешок кроликов обладает умеренным раздражающим действием на слизистые оболочки глаз; в остром опыте при нанесении на неповрежденные кожные покровы не вызвал гибель (DL_{50} для крыс > 2500 мг/кг) и не обладает кожно-резорбтивным действием; при использовании метода внутрикожной сенсибилизации на морских свинках не является аллергеном; при изучении острой ингаляционной токсичности была достигнута концентрация 50 мг/м³, однако, данное вещество обладает очень низкой летучестью, вследствие чего является умеренно опасным при ингаляционном пути поступления; обладает умеренными кумулятивными свойствами.

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES:

1. Прилипко Н.С., Бобровницкий И.П. Перспективные направления научно-технологического развития и совершенствования организации здравоохранения, направленные на противодействие техногенным угрозам, связанным с загрязнением атмосферного воздуха. Russian Journal of Environmental and Rehabilitation Medicine. 2022; 2: 37-52.
2. Турбинский В.В., Прилипко Н.С., Бобровницкий И.П. Гигиеническая оценка персонализированного риска здоровью для профилактики экологически обусловленных заболеваний в системе первичной медицинской санитарной помощи населению. Russian Journal of Rehabilitation Medicine. 2020; 3: 5-35.
3. На страже защиты объектов среды и здоровья населения: монография. Под общ. ред. С. М. Юдина; ФГБУ «ЦСП» ФМБА России. М.: ООО «Квант Медиа». 2024; 468 с.

* МУ 2630-82. Методические указания по установлению ориентировочных безопасных уровней воздействия (ОБУВ) загрязняющих веществ в атмосферном воздухе населенных мест (№ 2630-82). Утверждены заместителем главного Государственного санитарного врача СССР 25 ноября 1982 г. - URL: <https://docs.cntd.ru/document/675400120/titles> (дата обращения: 07.12.2024)

† ГН 1.1.701-98 «Гигиенические критерии для обоснования необходимости разработки ПДК и ОБУВ (ОДУ) вредных веществ в воздухе рабочей зоны, атмосферном воздухе населенных мест, воде водных объектов». Минздрав России. М., 1998.

4. Мамонов Р. А., Лебедь-Шарлевич Я. И., Манаева Е. С., Печникова И. А., Синицына О. О. 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.
5. Федотова Л. А., Потапченко Т. Д. История становления гигиены атмосферного воздуха в исторических веках и лицах Института им. АН Сысина. Гигиена и санитария. 2024; 103(10): 1257-1260.
6. ДиНатрий пероксодисульфат [Электронный ресурс]. Федеральный регистр потенциально опасных химических и биологических веществ. Филиал РПОХБВ ФБУН «ФНЦГ им. Ф.Ф. Эрисмана» Роспотребнадзора. URL: <https://rpohv.ru/online/detail.html?id=2794> (дата обращения: 07.12.2024).
7. Pang S., Fiume M. M. Final report on the Safety Assessment of Ammonium, Potassium, and Sodium Persulfate. International Journal of Toxicology. 2001; 20: 7-21. DOI:10.1080/10915810152630710.
8. Xie D. X., Yu H.-J., Liu H. et al. Sodium persulfate-promoted site-selective synthesis of mononitroarylamines under transition-metal-free conditions. Tetrahedron. 2019; 75(9): 1157-1165. doi:10.1016/j.tet.2019.01.011.
9. Sodium Persulfate [Электронный ресурс]. URL: <https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/62655> (дата обращения: 13.01.2024).
10. Johnson W., Bergfeld W. F., Belsito D. V., Hill R. A., Klaassen C. D., Liebler D. C., Marks J. G., Shank R. C., Slaga T. J., Snyder P. W., Heldreth B. Amended Safety Assessment of Persulfates as Used in Cosmetics. Int J Toxicol. 2022; 41(3_suppl): 5-21. DOI: 10.1177/10915818221124299.
11. Persulfates: Human health tier II assessment. IMAP Group Assessment Report / Australia, 2016. Пересмотр: 20.04.2020; 17 p. URL: https://www.industrialchemicals.gov.au/sites/default/files/Persulfates_Human%20health%20tier%20II%20assessment.pdf (дата обращения: 13.12.2024).
12. Ammonium, Potassium and Sodium Persulfate. Priority Existing Chemical Assessment Report No. 18. National Industrial Chemicals Notification and Assessment Scheme. (NICNAS) of Australian. 2001; 120 p.
13. Amended Safety Assessment of Persulfates as Used in Cosmetics. Draft Tentative Amended Report for Panel Review. Cosmetic Ingredient Review. Washington 2017; 22 p.
14. Bergfeld W.F., Belsito D.V., Hill R.A. et al. Amended Safety Assessment of Persulfates as Used in Cosmetics. Final Amended Report. Cosmetic Ingredient Review. 2018; 22p.
15. Disodium peroxodisulphate – URL: <https://echa.europa.eu/registration-dossier/-/registered-dossier/14767> (дата обращения: 13.01.2024).
16. Johnson W, Bergfeld WF, Belsito DV, Hill RA, Klaassen CD, Liebler DC, Marks JG, Shank RC, Slaga TJ, Snyder PW, Heldreth B. Amended Safety Assessment of Persulfates as Used in Cosmetics. Int J Toxicol. 2022; 41(3_suppl): 5-21. doi: 10.1177/10915818221124299.
17. Hazardous Substance Fact Sheet. Sodium Persulfate. New Jersey Department of Health and Senior Services. 1999; 6p.
18. IARC Monographs on the Identification of Carcinogenic Hazards to Humans – URL: <https://monographs.iarc.who.int/list-of-classifications> (дата обращения: 13.01.2024).
19. CompTox Chemicals Dashboard v2.5.0. Sodium Persulfate. Hazard. - URL: <https://comptox.epa.gov/dashboard/chemical/hazard/DTXSID4029698> (дата обращения: 10.01.2024).
20. Прозоровский В.В. Использование метода наименьших квадратов пробит-анализа кривых летальности. Фармакология и токсикология. 1962; (1): 115-119.

TOXICITY AND HAZARD ASSESSMENT OF SODIUM PEROXYDISULPHATE

L. A. Fedotova^{1,2}, E. S. Manaeva¹, Y. I. Lebed-Sharlevich¹, R.A. Mamonov¹, I. A. Pechnikova¹, T. D. Potapchenko¹, N. V. Rusakov¹, Y. S. Nemceva¹, M. P. Sutunkova², I. A. Minigalieva²

Federal State Budgetary Institution «Centre for Strategic Planning and Management of Biomedical Health Risks»
of the Federal Medical Biological Agency
Federal Budgetary Institution of Science «Ekaterinburg Medical Scientific Center for Prevention and Health
Protection of Industrial Workers» of the Federal Service for Surveillance on Consumer Rights Protection and
Human Wellbeing 620014, Ekaterinburg, Russia

ABSTRACT. Introduction. According to the literature, sodium peroxydisulfate is a moderately hazardous substance with intragastric (DL50 for rats - 930 mg/kg) and cutaneous (DL50 for rabbits > 10,000 mg/kg) exposure. The substance has a slight irritant effect on the mucous membranes of the eyes and skin, has low acute inhalation toxicity (CL50 > 5 100 mg/m3), irritant effect on the upper respiratory tract, is a moderate to strong sensitizer, but does not have mutagenic properties. The purpose of the study was to conduct a comprehensive toxicological evaluation of sodium peroxydisulfate (CAS 7775-27-1). Materials and methods. The following toxicological studies were conducted: determination of the median lethal dose (LD50) upon a single oral administration of the substance to

rats; analysis of the local irritating effects of the substance on the mucous membranes of the eyes and intact skin; investigation of the potential for sensitization of the organism to the substance; evaluation of the ability of sodium persulfate to penetrate through the skin and cause systemic effects (cutaneous-resorptive action); determination of acute toxicity upon inhalation of vapors or aerosols; study of the substance's ability to accumulate in the body. The results of the acute toxicity study were assessed according to four classes of hazard based on their effects on the organism. Ethical standards were adhered to: the housing and feeding of laboratory animals were carried out in accordance with Russian legislation requirements. Results. Our own studies showed that sodium persulfate, with an LD50 value upon gastric administration (1200 mg/kg), belongs to Class 3 of slightly hazardous substances. It does not cause irritating effects on the skin of guinea pigs but has a moderate irritating effect on the mucous membranes of rabbits' eyes. In acute testing, application to the intact skin did not result in mortality in rats ($LD_{50} > 2500$ mg/kg) and did not demonstrate cutaneous-resorptive properties. In intradermal sensitization tests on guinea pigs, sodium persulfate was not an allergen. During the study of acute inhalation toxicity, a concentration of 50 mg/m^3 was reached; however, due to its low volatility, it is considered moderately hazardous upon inhalation exposure. Sodium persulfate exhibits moderate cumulative properties. Conclusions. Based on the obtained data, as well as literature information, a tentatively safe level of sodium persulfate in the atmospheric air of urban and rural settlements is recommended.

Keywords: sodium peroxydisulfate, sodium persulfate, persulfates, toxicity, average lethal dose of a substance, inhalation exposure, intragastric administration of a substance, local irritant effect, skin-resorptive effect, sensitization, cumulation.

Сведения об авторах

Федотова Лионэлла Айдыновна, кандидат медицинских наук, ведущий научный сотрудник отдела профилактической токсикологии и медико-биологических исследований Центра стратегического планирования и управления медико-биологическими рисками здоровью Федерального медико-биологического агентства, 119991, Москва, Россия;

Манаева Елизавета Сергеевна, кандидат биологических наук, старший научный сотрудник отдела профилактической токсикологии и медико-биологических исследований Центра стратегического планирования и управления медико-биологическими рисками здоровью Федерального медико-биологического агентства, 119991, Москва, Россия;

Лебедь-Шарлевич Яна Ивановна, кандидат биологических наук, старший научный сотрудник отдела профилактической токсикологии и медико-биологических исследований Центра стратегического планирования и управления медико-биологическими рисками здоровью Федерального медико-биологического агентства, 119991, Москва, Россия;

Мамонов Роман Александрович, кандидат медицинских наук, начальник отдела профилактической токсикологии и медико-биологических исследований Центра стратегического планирования и управления медико-биологическими рисками здоровью Федерального медико-биологического агентства, 119991, Москва, Россия;

Печникова Ирина Александровна, кандидат медицинских наук, ведущий научный сотрудник отдела профилактической токсикологии и медико-биологических исследований Центра стратегического планирования и управления медико-биологическими рисками здоровью Федерального медико-биологического агентства, 119991, Москва, Россия;

Потапченко Тимур Дмитриевич, кандидат технических наук, научный сотрудник отдела профилактической токсикологии и медико-биологических исследований Центра стратегического планирования и управления медико-биологическими рисками здоровью Федерального медико-биологического агентства, 119991, Москва, Россия;

Русаков Николай Васильевич, доктор медицинских наук, профессор, академик РАН, ведущий специалист отдела гигиены Центра стратегического планирования и управления медико-биологическими рисками здоровью Федерального медико-биологического агентства, 119991, Москва, Россия;

Немцева Юлия Сергеевна, биолог отдела профилактической токсикологии и медико-биологических исследований Центра стратегического планирования и управления медико-биологическими рисками здоровью Федерального медико-биологического агентства, 119991, Москва, Россия;

Сутункова Марина Петровна, доктор медицинских наук, директор ФГБУН «Екатеринбургский медицинский научный центр профилактики и охраны здоровья рабочих промпредприятий» Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, 620014, Екатеринбург, Россия;

Минигалиева Ильзира Амировна, доктор биологических наук, зав. лабораторией промышленной токсикологии ФГБУН «Екатеринбургский медицинский научный центр профилактики и охраны здоровья рабочих промпредприятий» Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, 620014, Екатеринбург, Россия

ОРИГИНАЛЬНАЯ СТАТЬЯ

ХАРАКТЕРИСТИКА ФУНКЦИОНАЛЬНОГО ОТВЕТА ФИБРОБЛАСТОВ
ЧЕЛОВЕКА НА НАНОЧАСТИЦЫ МАГНЕТИТА

Марков П.А.¹, Ерёмин П.С.^{1*}, Вавринчук К.С.², Михайлов В.И.²

¹ Национальный медицинский исследовательский центр реабилитации и курортологии Минздрава России, Москва, Россия

² Институт химии Федерального исследовательского центра «Коми научный центр Уральского отделения Российской академии наук», Сыктывкар, Россия

РЕЗЮМЕ.

Патологический фиброз представляет собой аномальное и несбалансированное образование компонентов внеклеточного матрикса, как правило, сопровождаемое большинство хронических воспалительных заболеваний. Несмотря на различия в причинах и механизмах развития фиброза критическим фактором является дисрегуляция функциональной активности фибробластов. Ранее было показано, что наночастицы магнетита (НМ) интегрированные в гидрогелевые пленки из альгината натрия, способны регулировать функциональный ответ фибробластов на ксеногенный биоматериал. Однако способность самих НМ регулировать функциональный ответ фибробластов пока не изучена.

Цель исследования: оценить влияние наночастиц магнетита на жизнеспособность и активацию функциональной активности фибробластов человека в условиях *in vitro*.

Результаты. Установлено, что НМ при 24 часовой совместной инкубации с фибробластами человека не оказывают токсического действия в концентрации менее 1 мг/мл. Выявлена способность НМ ингибировать дифференцировку фибробластов в миофибробласты и снижать продукцию коллагена. Полученные результаты имеют прикладное клиническое значение и позволяют разработать новые функциональные биоматериалы для лечения и профилактики фиброзного замещения ткани.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: наночастицы магнетита, фибробласты, миофибробласты, коллаген, альфа-актин, трансформирующий фактор роста, фиброз

ВВЕДЕНИЕ

Патологический фиброз представляет собой аномальное и несбалансированное образование компонентов внеклеточного матрикса (ВКМ), как правило, сопровождающее большинство хронических воспалительных заболеваний [1]. Чрезмерное образование новой соединительной ткани со временем приводит к замещению нормальной функциональной ткани и в конечном итоге вызывает дисфункцию органа, а в критических случаях – смерть пациента. Совокупная годовая заболеваемость фиброзом составляет приблизительно 4 968 на 100 000 человек во всем мире, что является причиной примерно 45% всех смертей [2]. Фиброзный процесс может затрагивать практически все органы и ткани, включая сердце, печень, почки, легкие [3, 4]. Этиология заболевания разнообразна и включает в себя генетическую предрасположенность, вирусную инфекцию, радиационное повреждение, алкоголь, диабет и др. факторы.

Несмотря на различия в причинах и механизмах развития фиброза критическим фактором является дисрегуляция функциональной активности профибротических клеток и профибротических цитокинов, в первую очередь это фибробласты/миофибробласты и трансформирующий фактор роста $\beta 1$ (TGF- $\beta 1$) [1, 5].

Ключевым событием в процессе нормального восстановления травмированных тканей является активация фибробластов. Активация функциональной активности фибробластов включает в себя различные процессы, это и усиление пролиферации, миграции, повышение секреции белков внеклеточного матрикса, а также приобретение фенотипа сократительных клеток – миофибробластов. При травме тканей и фиброгенных расстройствах миофибробласты или миофибробластоподобные клетки являются основным типом клеток, синтезирующие компоненты ВКМ, в том числе коллаген [6, 7].

* Адрес для переписки: Еремин Петр Серафимович, e-mail: EreminPS@nmicrk.ru

Цитирование. Марков П.А., Ерёмин П.С., Вавринчук К.С., Михайлов В.И. Характеристика функционального ответа фибробластов человека на наночастицы магнетита. Russian Journal of Environmental and Rehabilitation Medicine. 2025. 4: 23-28.

Citation Markov P.A., Eremin P.S., Vavrinchuk K.S., Mikhaylov V.. Characteristics of the functional response of human fibroblasts to magnetite nanoparticles. Russian Journal of Environmental and Rehabilitation Medicine. 2025. 4: 23-28.

Основным индуктором дифференцировки фибробластов является трансформирующий фактор роста TGF- β 1, его внесение в культуральную среду к фибробластам вызывает повышение синтеза альфа-актина (α -SMA) и способствует приобретению фенотипа, характерного для миофибробластов [8, 9].

Современные варианты лечения гипертрофических рубцов, включая хирургию, местные средства и физиотерапию, показали ограниченный успех и позволяют добиться лишь минимальных улучшений [10, 11].

В связи с этим сохраняется актуальность поиска немедикаментозных методов регуляции функциональной активности фибробластов с целью контроля над процессами репаративной регенерации тканей и образования новой соединительной ткани.

Ранее было показано, что наночастицы магнетита (НМ), интегрированные в гидрогелевые пленки из альгината натрия, способны регулировать функциональный ответ фибробластов на ксенотгенный биоматериал [12].

Традиционно в медицине НМ применяются для улучшения визуализации раковых опухолей при лучевой диагностике с использованием позитронно-эмиссионной и магнитно-резонансной томографии [13, 14]. Кроме того, НМ нашли свое применение в гипертермической терапии раковых опухолей и в качестве носителя в системах адресной доставки лекарственных средств [15, 16]. Применение НМ в качестве самостоятельных биологически активных агентов ограничивается их цитотоксичностью [17]. В связи с этим авторами была проведена модификация поверхности НМ лимонной кислотой с целью повысить их биосовместимость [18].

Цель исследования: оценить влияние наночастиц магнетита на жизнеспособность и активацию функциональной активности фибробластов человека, в условиях *in vitro*.

Материалы и методы В работе использованы наночастицы магнетита, модифицированные лимонной кислотой [18], предоставленные Институтом химии Федерального исследовательского центра «Коми научный центр Уральского отделения Российской академии наук», г. Сыктывкар, Россия. Исследования по оценке биофункциональных свойств НМ проведено на базе ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр реабилитации и курортологии» Минздрава России (Москва, Россия). В исследовании использовали коммерческую культуру фибробластов кожи человека HdFb d281, приобретенную в Банке клеточных культур «Коллекция клеточных культур» Центра коллективного пользования Института биологии развития им. Н.К. Кольцова Российской академии наук.

При оценке биологических свойств материалов руководствовались положениями стандартов, изложенных в ГОСТ ISO 10993-5—2011, оценку биологической активности исследуемых веществ проводили методом прямого контакта.

Для выявления зависимости клеточного ответа от концентрации НМ готовили последовательные разведения НМ в полной питательной среде (DMEM-F12, 10% фетальной бычьей сыворотки). Конечная концентрация НМ в питательной среде составила от 0,05 мг/мл до 2 мг/мл. Оценку цитотоксичности проводили при совместной инкубации фибробластов человека с НМ в течение 24 ч. Среды, содержащие НМ вносили в лунки 96-луночных культуральных планшетов с предварительно адгезированными фибробластами, с плотностью посева $>95\%$ монослоя. Общее количество повторов для каждого образца – 5 шт. Инкубировали в стандартных условиях (37°C, 5% CO₂). Затем питательные среды извлекали, трижды промывали фосфатно-солевым буфером (DPBS).

Жизнеспособность клеток оценивали с использованием набора реагентов ССК-8 (WST-8) для определения цитотоксичности и контроля пролиферации клеток. Обработку образцов ССК-8 проводили согласно протоколу производителя (Servicebio). Оптическую плотность измеряли с использованием планшетного фотометра BioRad iMark. Количество и морфометрические характеристики фибробластов оценивали с использованием инвертированного люминесцентного микроскопа Leica DMI 4000B (Leica Microsystems) и программного обеспечения Leica Application Suite (Leica Microsystems).

Для оценки влияния НМ на дифференцировку фибробластов в миофибробласты питательную среду, содержащую НМ вносили в 25 см³ культуральные флаконы с предварительно адгезированными фибробластами, с плотностью посева $>75\%$ монослоя. За сутки до внесения исследуемых растворов и индуктора дифференцировки (TGF- β 1) клетки депривировали в бессывороточной среде DMEM-F12. Конечная концентрация исследуемых веществ в культуральной среде при инкубации с фибробластами человека – 0,5 мг/мл, концентрация TGF- β 1 – 10 нг/мл. В качестве отрицательного контроля в культуральные среды вносили эквивалентное количество DPBS. Инкубировали 96 ч в стандартных условиях (37°C, 5% CO₂). Общее количество повторов для каждого образца – 5 шт. После периода инкубации кондиционированную среду сливали и замораживали (-70°C) для дальнейшей оценки количества коллагена (COL1a1) и альфа-актина гладких мышц (α -SMA) методом ИФА.

Для оценки количества COL1a1 и α -SMA использовали наборы с серийными номерами: SEB342Mi и SEA350Nu. Исследование проводили согласно протоколу производителя (Servicebio), а именно: вносили 100 мкл стандарта или образца в каждую лунку планшета из набора, инкубировали 1 час при 37 °C. Аспирировали и вносили 100 мкл подготовленного реагента для обнаружения детектируемого агента. Инкубировали 1 час при 37 °C; промывали буферным раствором из набора производителя. Вносили 90 мкл

субстрата инкубировали 20 минут при 37 °С, затем добавляли 50 мкл стоп-раствора и оценивали оптическую плотность раствора при 450 нм на планшетном фотометре iMark (Bio-Rad).

Статистическая обработка результатов. Данные представляли в виде среднего арифметического $\pm$ стандартное отклонение. Сравнение количественных показателей между группами при нормальном распределении проводилось с помощью t-критерия Стьюдента. Для сравнения показателей отличного от нормального распределения использовали критерий Манна-Уитни для сравнения различий между двумя независимыми выборками. Все различия считались значимыми при $p < 0,05$.

Результаты и обсуждение. Цитотоксичность оценивали при совместной инкубации НМ с фибробластами человека в концентрациях от 0,05 до 2 мг/мл, в течении 24 ч в стандартных условиях культивирования. Установлено, что НМ не оказывают влияние на метаболическую активность фибробластов при концентрации в культуральной среде менее 0,5 мг/мл (рис.1). При увеличении концентрации НМ до 1 мг/мл, жизнеспособность клеток снижается на 25% по сравнению с контролем. С увеличением концентрации до 2 мг/мл жизнеспособность клеток составляет менее 50% от контрольных значений (рис. 1).

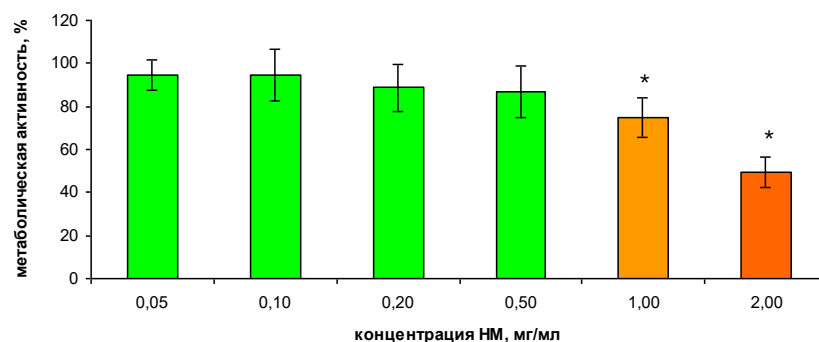


Рисунок 1. Метаболическая активность фибробластов человека через 24 ч после совместной инкубации с растворами, содержащими НМ в концентрации от 0,05 до 2 мг/мл. Примечание: данные представлены в виде среднего арифметического значения и стандартного отклонения, количество образцов в каждой группе – 5.

Результаты биохимической оценки метаболической активности фибробластов согласуются с результатами микроскопии. Как в контроле (рис.2а), так и при совместном культивировании с НМ в концентрациях 0,05 и 0,5 мг/мл (рис. 2b, c) фибробласты обладают типичной веретеновидной формой, характерной для этого фенотипа клеток. Длина фибробластов в этих группах составляет 84 ± 17 и 68 ± 19 мкм, соответственно, что сопоставимо с контрольными значениями, составляющими 81 ± 15 мкм. С увеличением концентрации НМ в культуральной среде до 1 и 2 мг/мл, длина фибробластов сокращается и составляет 48 ± 11 и 51 ± 9 мкм, соответственно. При этом значительное количество клеток имеют сферическую форму, что свидетельствует о замедлении процессов клеточного роста (рис. 2d, e).

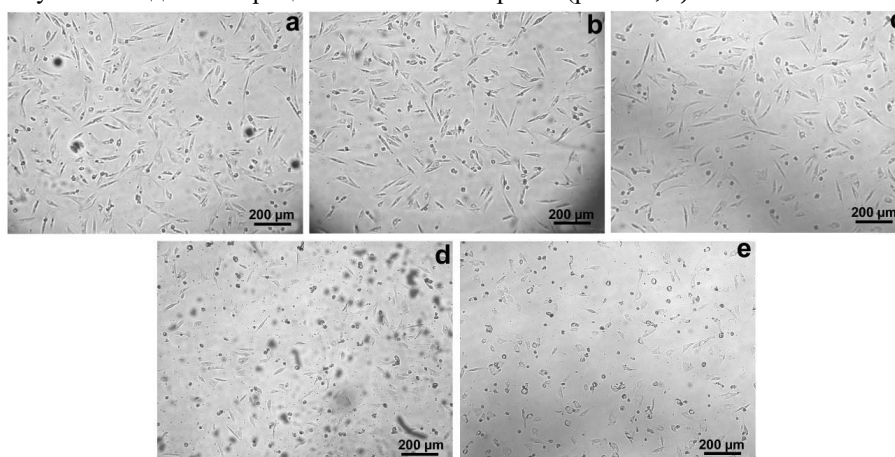


Рисунок 2. Типичное изображение фибробластов человека через 24 ч культивирования (а) и при совместной инкубации с НМ, в концентрациях 0,05 мг/мл (b), 0,5 мг/мл (c), 1,0 мг/мл (d) и 2,0 мг/мл (e). Примечание: световая микроскопия, увеличение 50 $\times$, длина шкалы 200 мкм.

Таким образом, полученные результаты демонстрируют, что НМ при 24 часовой совместной инкубации с фибробластами человека не оказывают токсического действия на клетки в концентрации менее 1 мг/мл. Увеличение концентрации свыше 1 мг/мл приводит к гибели клеток, что следует учитывать при

конструировании биоматериалов медицинского назначения. В дальнейших исследованиях использовали концентрацию НМ в культуральной среде 0,5 мг/мл.

Для оценки влияния НМ на дифференцировку фибробластов в миофибробласты использовали α -гладкомышечный актин (α -SMA). α -SMA – это хорошо охарактеризованный цитоскелетный белок, является общепринятым маркером дифференцировки миофибробластов. Показано, TGF β 1 стимулирует экспрессию α -SMA и его включение в стрессовые волокна, тем самым обеспечивая повышенную сократительную силу миофибробластов, которые участвуют в ремоделировании тканей [19, 20].

Увеличение экспрессии α -SMA характерно для фибробластов с гладкомышечной дифференцировкой, известных как миофибробласты. В данном исследовании оценку количества α -SMA в кондиционированных средах проводили с целью определения дифференцировки фибробластов в миофибробласты.

В контроле без стимуляции TGF- β 1 (группа w/o TGF- β 1) концентрация α -SMA в кондиционированной среде составляет 67 ± 7 нг/мл (рис. 3). Внесение в культуральную среду TGF- β 1 (группа w/TGF- β 1) вызывает увеличение количества α -SMA до 166 ± 9 нг/мл (рис. 3). Полученные результаты согласуются с данными литературы [19, 20] и указывают на увеличение количества образованного гладкомышечного актина и активацию процессов дифференцировки фибробластов в миофибробласты.

Установлено, что внесение НМ в питательную среду, обогащенную TGF- β 1, снижает концентрацию α -SMA. Концентрация α -SMA в среде сопоставима с количеством белка в нативной среде, не содержащей TGF- β 1, и составляет 69 ± 14 нг/мл (рис. 3).

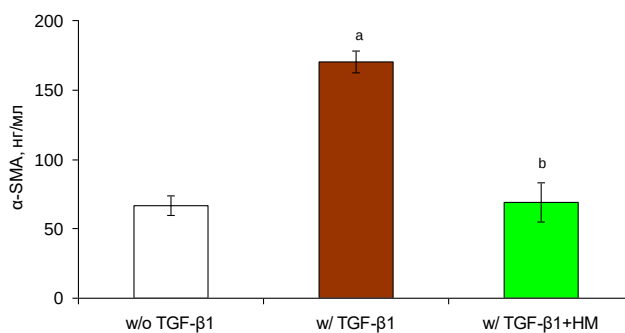


Рисунок 3. Количество α -гладкомышечного актина (α -SMA) в кондиционированных средах без добавления TGF- β 1 (w/o TGF- β 1), в средах, содержащих TGF- β 1 (w/TGF- β 1) и средах, содержащих TGF- β 1 и НМ (TGF- β 1+NM). Примечания: данные представлены в виде среднего арифметического значения и стандартного отклонения, количество образцов в каждой группе – 5; ^a - различия достоверны ($p < 0.05$) по сравнению с w/o TGF- β 1; ^b - различия достоверны ($p < 0.05$) по сравнению с w/TGF- β 1.

Известно, что TGF- β 1 активирует путь TGF- β /Smad в фибробластах, что приводит к повышению транскрипции белков внеклеточного матрикса (БВМ), в том числе коллагена I типа. Как следствие миофибробласты производят больше молекул БВМ по сравнению с покоящимися фибробластами [21,22].

На следующем этапе исследования оценивали влияние НМ на количество коллагена типа I альфа 1 (COL1a1) в кондиционированных средах фибробластов, стимулированных TGF- β 1.

В контроле, фибробласты, не стимулированные TGF- β 1 (группа w/o TGF- β 1), производят COL1a1, и его концентрация в кондиционированной среде составляет $3,8 \pm 0,8$ нг/мл. Внесение в культуральную среду с фибробластами TGF- β 1 (группа w/TGF- β 1) вызывает увеличение количества COL1a1 до $8,3 \pm 1,1$ нг/мл (рис. 4).

Установлено, что внесение НМ ингибирует увеличение содержания COL1a1 в кондиционированной среде фибробластов. В средах, содержащих НМ, концентрация COL1a1 сопоставима с контрольной группой w/o TGF- β 1 и составляет $3,5 \pm 0,9$ нг/мл (рис. 4).

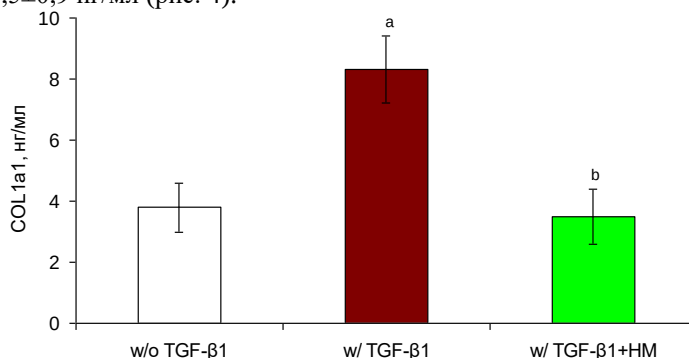


Рисунок 4. Количество коллагена типа I альфа 1 (COL1a1) в кондиционированных средах без добавления TGF- β 1 (w/o TGF- β 1), в средах, содержащих TGF- β 1 (w/TGF- β 1) и средах, содержащих TGF- β 1 в сочетании с НМ (TGF- β 1+НМ). Примечания: данные представлены в виде среднего арифметического значения и стандартного отклонения, количество образцов в каждой группе – 5; ^a - различия достоверны ($p < 0.05$) по сравнению с w/o TGF- β 1; ^b - различия достоверны ($p < 0.05$) по сравнению с w/TGF- β 1.

Закключение. Таким образом, в результате проведенного исследования выявлена концентрация НМ, не оказывающая ингибирующее действие на метаболическую активность фибробластов. Дана оценка клеточного ответа на НМ и охарактеризовано влияние НМ на дифференцировку фибробластов и продукцию ими коллагена I типа.

Полученные результаты, а именно способность НМ ингибировать дифференцировку фибробластов в миофибробласты и снижать продукцию коллагена, имеют прикладное клиническое значение, например, для регуляции функциональной активности фибробластов при лечении гипертрофического рубцевания. Чрезмерное разрастание соединительной ткани или фиброз является клинической проблемой, поскольку при фиброзном замещении ткани утрачивается функциональность органа.

На основе полученных результатов можно сказать, что выбор наночастиц магнетита как в качестве самостоятельных биологически активных соединений, так и в качестве компонентов биомимических материалов, является обоснованным и требует проведения дальнейших исследований, в том числе *in vivo*.

Авторы статьи сообщают об отсутствии конфликта интересов.

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES:

1. Antar S.A., Ashour N.A., Marawan M.E., Al-Karmalawy A.A. Fibrosis: Types, Effects, Markers, Mechanisms for Disease Progression, and Its Relation with Oxidative Stress, Immunity, and Inflammation. *International Journal of Molecular Sciences*. 2023; 24(4):4004. <https://doi.org/10.3390/ijms24044004>
2. Zhao X., Kwan J.Y.Y., Yip K., Liu P.P., Liu F.F. Targeting metabolic dysregulation for fibrosis therapy. *Nature Reviews Drug Discovery*. 2020; 19(1):57-75. <https://doi.org/10.1038/s41573-019-0040>
3. Lurje I., Gaisa N.T., Weiskirchen R., Tacke F. Mechanisms of organ fibrosis: Emerging concepts and implications for novel treatment strategies. *Molecular Aspects of Medicine*. 2023; 92:101191. <https://doi.org/10.1016/j.mam.2023.101191>
4. Kaarniranta K., Blasiak J., Liton P., Boulton M., Klionsky D.J., Sinha D. Autophagy in age-related macular degeneration. *Autophagy*. 2023; 19(2):388-400. <https://doi.org/10.1080/15548627.2022.2069437>
5. Di X., Li Y., Wei J., Li T., Liao B. Targeting Fibrosis: From Molecular Mechanisms to Advanced Therapies. *Advanced Science*. 2025; 12(3):e2410416. <https://doi.org/10.1002/advs.202410416>
6. Schuster R., Rockel J.S., Kapoor M., Hinz B. The inflammatory speech of fibroblasts. *Immunol Rev*. 2021; 302(1):126-146. <https://doi.org/10.1111/imr.12971>
7. Исмаилян К.В., Нагорнев С.Н., Фролков В.К., Гусакова Е.В. Влияние комбинированного применения импульсной лазеротерапии на красителе и фонофореза ферменкола на процессы перекисного окисления липидов у пациентов со свежими гипертрофическими рубцами кожи. *Russian journal of environmental and rehabilitation medicine*. 2022; 1: 75-89
8. Ding H., Chen J., Qin J., Chen R., Yi Z. TGF- β -induced α -SMA expression is mediated by C/EBP β acetylation in human alveolar epithelial cells. *Molecular Medicine*. 2021; 27(1): 22. <https://doi.org/10.1186/s10020-021-00283-6>
9. Ji Y., Dou Y.N., Zhao Q.W., Zhang J.Z., Yang Y., Wang T., Xia Y.F., Dai Y., Wei Z.F. Paeoniflorin suppresses TGF- β mediated epithelial-mesenchymal transition in pulmonary fibrosis through a Smad-dependent pathway. *Acta Pharmacologica Sinica*. 2016; 37(6): 794-804. <https://doi.org/10.1038/aps.2016.36>
10. Higginbotham S., Workman V.L., Giblin A.V., Green N.H., Lambert D.W., Hearnden V. Inhibition and reversal of a TGF- β 1 induced myofibroblast phenotype by adipose tissue-derived paracrine factors. *Stem Cell Research & Therapy*. 2024; 15(1):166. <https://doi.org/10.1186/s13287-024-03776-3>
11. Ong C.H., Tham C.L., Harith H.N., Firdaus N., Israf D.A. TGF- β -induced fibrosis: A review on the underlying mechanism and potential therapeutic strategies. *European Journal of Pharmacology*. 2021; 911:174510. <https://doi.org/10.1016/j.ejphar.2021.174510>
12. Марков П.А., Ерёмин П.С., Торлопов М.А., Мартаков И.С., Михайлов В.И. Биофункционализация альгинатного гидрогеля магнитными наночастицами: результаты экспериментального исследования. *Вестник восстановительной медицины*. 2025; 24(4):121–129. [Markov P.A., Eremin P.S., Torlopov M.A., Martakov I.S., Mikhailov V.I. Use of Magnetic Nanoparticles for Biofunctionalization of Alginate Hydrogel: Experimental Study Findings. *Bulletin of Rehabilitation Medicine*. 2025; 24(4):121–129. <https://doi.org/10.38025/2078-1962-2025-24-4-121-129> <https://doi.org/10.38025/2078-1962-2025-24-4-121-129> (In Russ.).]
13. Arami H., Teeman E., Troksa A., et al. Tomographic magnetic particle imaging of cancer targeted nanoparticles. *Nanoscale*. 2017; 9(47): 18723–18730. <https://doi.org/10.1039/c7nr05502a>
14. Estelrich J., Sánchez-Martin M.J., Busquets M.A. Nanoparticles in magnetic resonance imaging: from simple to dual contrast agents. *International Journal of Nanomedicine*. 2015; 10: 1727–1741. <https://doi.org/10.2147/IJN.S76501>
15. Rarokar N., Yadav S., Saoji S., et al. Magnetic nanosystem a tool for targeted delivery and diagnostic application: Current challenges and recent advancement. *International Journal of Pharmaceutics*. 2024; 7: 100231. <https://doi.org/10.1016/j.ijph.2024.100231>
16. Lu Y., Wang X., Jia Y., et al. PAD4 Inhibitor-Loaded Magnetic Fe₃O₄ Nanoparticles for Magnetic Targeted Chemotherapy and Magnetic Resonance Imaging of Lung Cancer. *International journal of nanomedicine*. 2025; 20: 3031–3044. <https://doi.org/10.2147/IJN.S502814>

17. Марков П.А., Костромина Е.Ю., Фесюн А.Д., Еремин П.С. Обоснование использования магниточувствительных биоматериалов в клинической практике для стимуляции регенерации костных тканей: обзор литературы. Вестник восстановительной медицины. 2024; 23(3):69-76. <https://doi.org/10.38025/2078-1962-2024-23-3-69-76> [Markov P.A., Kostromina E.Yu., Fesyun A.D., Eremin P.S. Rationale of Using Magnetically Sensitive Biomaterials in Bone Tissue Therapy: a Review. Bulletin of Rehabilitation Medicine. 2024; 23(3):69-76. <https://doi.org/10.38025/2078-1962-2024-23-3-69-76> (In Russ.).]
18. Mikhaylov V.I., Kryuchkova A.V., Sitnikov P.A., et al. Magnetite Hydrosols with Positive and Negative Surface Charge of Nanoparticles: Stability and Effect on the Lifespan of Drosophila melanogaster. Langmuir. 2020; 36: 4405–4415. <https://doi.org/10.1021/acs.langmuir.0c00605>
19. Prunotto M., Bruschi M., Gunning P., Gabbiani G., Weibel F., Ghiggeri G.M., Petretto A., Scaloni A., Bonello T., Schevzov G., Alieva I., Bochaton-Piallat M.L., Candiano G., Dugina V., Chaponnier C. Stable incorporation of α -smooth muscle actin into stress fibers is dependent on specific tropomyosin isoforms. Cytoskeleton (Hoboken). 2015; 72(6): 257-67. <https://doi.org/10.1002/cm.21230>.
20. Niro F., Fernandes S., Cassani M., Apostolico M., Oliver-De La Cruz J., Pereira-Sousa D., Pagliari S., Vinarsky V., Zdráhal Z., Potesil D., Pustka V., Pompilio G., Sommariva E., Rovina D., Maione A.S., Bersanini L., Becker M., Rasponi M., Forte G. Fibrotic extracellular matrix impacts cardiomyocyte phenotype and function in an iPSC-derived isogenic model of cardiac fibrosis. Translational Research. 2024; 273:58-77. <https://doi.org/10.1016/j.trsl.2024.07.003>.
21. Cho N., Razipour S.E., McCain M.L. Featured Article: TGF- β 1 dominates extracellular matrix rigidity for inducing differentiation of human cardiac fibroblasts to myofibroblasts. Experimental Biology and Medicine (Maywood). 2018; 243 (7): 601-612. <https://doi.org/10.1177/1535370218761628>
22. Данилов А.А., Михайлова А.А., Фролков В.К., Нагорнев С.Н. Динамика параметров микроциркуляторного русла инволютивно измененной кожи у пациентов с метаболическим синдромом в условиях комплексных физиотерапевтических воздействий. Russian journal of environmental and rehabilitation medicine. 2024; 4: 74-82

CHARACTERISTICS OF THE FUNCTIONAL RESPONSE OF HUMAN FIBROBLASTS TO MAGNETITE NANOPARTICLES

Markov P.A.¹, Eremin P.S.¹, Vavrinchuk K.S.², Mikhaylov V.I.²

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

² Institute of Chemistry, Federal Research Centre "Komi Science Centre of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences", Syktyvkar, Russia

ABSTRACT. Introduction. Currently, the use of cellular technologies and new approaches of regenerative medicine in the Pathological fibrosis is an abnormal and unbalanced formation of extracellular matrix components, typically accompanying most chronic inflammatory diseases. Despite differences in the causes and mechanisms of fibrosis development, dysregulation of fibroblast functional activity is a critical factor. Magnetite nanoparticles (NM) integrated into sodium alginate hydrogel films have previously been shown to regulate the functional response of fibroblasts to xenogeneic biomaterials. However, the ability of NMs themselves to regulate the functional response of fibroblasts has not yet been studied.

The aim: to evaluate the effect of magnetite nanoparticles on the viability and activation of functional activity of human fibroblasts in vitro.

Results: NMs were found to have no toxic effect when co-incubated with human fibroblasts for 24 hours at concentrations less than 1 mg/ml. NMs were shown to inhibit fibroblast differentiation into myofibroblasts and reduce collagen production. These results have practical clinical significance and enable the development of new functional biomaterials for the treatment and prevention of fibrotic tissue replacement.

Keywords: magnetite nanoparticles, fibroblasts, myofibroblasts, collagen, alpha-actin, transforming growth factor, fibrosis

Сведения об авторах

Еремин Петр Серафимович – научный сотрудник лаборатории клеточных технологий ФГБУ «НМИЦ реабилитации и курортологии» Минздрава РФ

Марков Павел Александрович – кандидат биологических наук, ведущий научный сотрудник отдела биомедицинских технологий ФГБУ «НМИЦ реабилитации и курортологии» Минздрава России

Вавринчук Кирилл Сергеевич – старший лаборант лаборатории ультрадисперсных систем Института химии ФИЦ Коми НЦ УрО РАН. Адрес: 167000, г. Сыктывкар, ул. Первомайская, 48.

Михайлов Василий Игоревич – старший научный сотрудник лаборатории ультрадисперсных систем

Института химии ФИЦ Коми НЦ УрО РАН. Адрес: 167000, г. Сыктывкар, ул. Первомайская, 48.

ОРИГИНАЛЬНАЯ СТАТЬЯ

УДК 612.017.2:613.1

**ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ МЕХАНИЗМЫ АДАПТАЦИИ
ВОЕННОСЛУЖАЩИХ К КЛИМАТИЧЕСКИМ УСЛОВИЯМ СЕВЕРНЫХ
ТЕРРИТОРИЙ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

Мешков Н.А.^{1*}, Нарутдинов Д.А.², Вальцева Е.А.³

¹ФГБУ «Российский научный центр рентгенорадиологии» Минздрава России; 117997, г. Москва, ул. Профсоюзная, д.86, Российская Федерация

²Красноярский государственный медицинский университет имени профессора В.Ф. Войно-Ясенецкого, 660022, г. Красноярск, ул. П. Железняк, д.1, Российская Федерация

³ФБУН «Федеральный научный центр гигиены им. Ф.Ф. Эрисмана» Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, 141014, Московская область, г. Мытищи, ул. Семашко, д.2, Российская Федерация

РЕЗЮМЕ.

Обследовано 90 военнослужащих в возрасте $33,4 \pm 5,1$ лет, проходящих службу в арктическом, субарктическом и умеренном климатических поясах. Проведена оценка физического развития, состояния кардиореспираторной системы, вегетативной регуляции и компенсаторно-приспособительных возможностей организма.

Установлено, что функциональное состояние кардиореспираторной системы связано с календарным возрастом, выслугой лет и сроком службы военнослужащих. Выявлена связь между индексом массы тела и жизненным индексом. Снижение массы тела способствует нормализации физического состояния у военнослужащих в арктическом и субарктическом климате и повышает адаптационный потенциал сердечно-сосудистой системы. Нормальные значения минутного объема крови у всех обследованных при низком сердечном индексе и периферическом сопротивлении сосудов являются компенсаторным механизмом, повышающим экономизацию сердечной деятельности. У военнослужащих в арктическом и субарктическом климате выявлен сосудистый тип регуляции, обладающий большим диапазоном мобилизации функциональных резервов организма, сердечно-сосудистый тип у военнослужащих в умеренном климате характеризуется напряжением функционирования сердечно-сосудистой системы.

Заключение. Применение методов интегральной оценки динамических показателей и функциональных возможностей кардиореспираторной системы у военнослужащих, проходящих службу на севере России, позволяет своевременно выявить снижение компенсаторно-приспособительных возможностей организма.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: арктика, субарктика, кардиореспираторная система, функциональные возможности, адаптация, тонус парасимпатического и симпатического отдела

ВВЕДЕНИЕ

Воздействие природно-климатических и других факторов окружающей среды повышает нагрузку на жизнеобеспечивающие системы организма. Ответная реакция организма на их воздействие складывается из неспецифических функциональных расстройств общерегуляторных систем и изменений критической системы или органа. В адаптации участвуют все системы организма, но наиболее важным элементом в комплексе таких реакций является кардиореспираторная система, являющаяся индикатором адаптационных возможностей организма. Состояние дисбаланса физиологических реакций в организме проявляется через разные промежутки времени от начала воздействия внешних агентов и зависит от возраста и продолжительности нахождения в экстремальных климатических условиях [1, 2]. Длительное нахождение в экстремальных климатических условиях приводит к снижению функциональных резервов вследствие

* Адрес для переписки: Мешков Николай Алексеевич, e-mail: professor12@yandex.ru

Цитирование. Мешков Н.А., Нарутдинов Д.А., Вальцева Е.А. Физиологические механизмы адаптации военнослужащих к климатическим условиям северных территорий Российской Федерации. *Russian Journal of Environmental and Rehabilitation Medicine*. 2025. 4: 29-37.

Citation Meshkov N.A., Narutdinov D.A., Valtseva E.A. Military personnel's physiological adaptation to the climate of northern areas of the Russian Federation. *Russian Journal of Environmental and Rehabilitation Medicine*. 2025. 4: 29-37.

перенапряжения кардиореспираторной системы и дисбалансу вегетативной регуляции адаптационно-компенсаторных реакций организма [3, 4].

Регионы Крайнего Севера являются типичным примером природной экстремальной зоны, где особую роль приобретает мониторинг динамики изменений в организме [5], а также раннего развития дисфункций и патологических состояний, вызванных влиянием экстремальных природно-климатических факторов и других условий окружающей среды [6, 7].

Особенно актуальна проблема раннего выявления изменений в состоянии здоровья военнослужащих, профессиональная деятельность которых осуществляется в арктической и субарктической зонах северных территорий Российской Федерации.

Цель исследования – оценка показателей кардиореспираторной системы у военнослужащих в зависимости от возраста и продолжительности службы в климатических условиях северных территорий России.

Материалы и методы

Обследовано 90 военнослужащих в возрасте $33,4 \pm 5,1$ лет, проходящих службу в арктическом, субарктическом и умеренном климатических поясах Красноярского края. Обследованные были распределены на 3 группы по 30 военнослужащих в каждом климатическом поясе. Характеристика обследованных военнослужащих по календарному возрасту, выслуге лет и сроку службы представлена в таблице 1.

Таблица 1. Средние значения календарного возраста, выслуги лет и срока службы военнослужащих в арктическом, субарктическом и умеренном климатических поясах, $M(SD; 95\%DI)$

Показатель	состояния Климатический России пояс		
	тогда Арктический зн ачение	Субарктиче ский	расходования Умеренный у меренном
Календарный окружающей возраст, минималь ного лет	36,2 ^{2,3} (3,5; 34,9-37,5)	31,8 (5,4; 29,8- 33,9)	32,1 (5,2; 30,2-34,0)
исследование Выслуга гипокин етическом лет, лет	13,1 ^{2,3} (3,9; 11,7-14,6)	8,9 (6,4; 6,5- 11,3)	8,6 (6,2; 6,3-10,9)
Срок синхронизации службы, индекс у лет	6,5 (2,3; 5,7-7,4)	6,7 (5,2; 4,7-8,7)	8,0 (5,5; 5,9-10,0)

Примечание: статистически значимые различия по сравнению с Арктическим¹, Субарктическим² и Умеренным³ климатическими поясами ($p < 0,05$).

Из таблицы 1 видно, что календарный возраст военнослужащих в арктическом климатическом поясе превышает возраст военнослужащих в субарктическом и умеренном климатических поясах ($p < 0,001$), как и выслуга лет – соответственно $p = 0,003$ и $p = 0,001$, различий между средними значениями срока службы в указанных климатических поясах не обнаружено.

Исследование проводилось с соблюдением этических норм, изложенных в Хельсинкской декларации и Директивах Европейского сообщества (8/609ЕС), и одобрено локальным Комитетом по этике Приволжского исследовательского медицинского университета Министерства здравоохранения Российской Федерации.

Для оценки физического развития использовались массо-ростовые показатели (индексы Кетле и Рорера).

Состояние сердечно-сосудистой системы оценивали по частоте сердечных сокращений (ЧСС), систолическому (САД) и диастолическому (ДАД) артериальному давлению, а также по интегральным показателям функционального состояния: минутный объем крови (МОК), общее периферическое сопротивление сосудов (ОПСС), сердечный индекс (СИ), индекс сердечно-сосудистой регуляции (ИССР).

Для оценки функционального состояния системы дыхания использовали показатели: частота дыхательных движений (ЧДД), жизненная ёмкость легких (ЖЕЛ), объем форсированного выдоха за первую секунду (ОФВ1), индекс Тиффно-Вотчала (ИТВ) и жизненный индекс (ЖИ).

Состояние вегетативной нервной системы у военнослужащих оценивали по вегетативному индексу Кердо (ВИ) и коэффициенту Хильдебранта (Q), компенсаторно-приспособительных возможностей организма – уровню физического состояния (УФС) и индексу функциональных изменений (ИФИ).

Статистическая обработка данных проводилась с использованием программ Microsoft Excel 2016 и Statistica 10.0. Нормально распределенные количественные данные представлены в виде средней арифметической (M), стандартного отклонения (SD) и 95% доверительных интервалов (95% ДИ). Для сравнения данных с нормальным распределением применялся t -критерий для независимых выборок. Связи

интегральных показателей функции кардиореспираторной системы с возрастными характеристиками и массо-ростовыми показателями оценивались методом дисперсионного и корреляционно-регрессионного анализа.

Результаты и обсуждение

Результаты оценки соматометрических показателей, показателей функционального состояния кардиореспираторной системы, вегетативной регуляции и компенсаторно-приспособительных возможностей организма военнослужащих представлены в таблице 2.

Таблица 2. Показатели соматометрии, функционального состояния кардиореспираторной системы, вегетативной регуляции и компенсаторно-приспособительных возможностей организма военнослужащих в арктическом, субарктическом и умеренном климатических поясах, M(SD; 95%ДИ)

Показатель	physical Климатический крайнего пояса		
	субарктическом Арктический показатели	Субарктический	военнослужащих Умеренный гиперкинетическом
ИМТ, кг/м ²	26,3 (2,8; 25,3-27,4)	27,2 (3,7; 25,8-28,6)	26,2 (2,7; 25,1-27,2)
ИР, кг/м ³	14,8 (1,8; 14,1-15,4)	15,5 ³ (2,1; 14,7-16,3)	14,4 (1,6; 13,9-15,0)
ЧСС	71,8 (3,0; 70,7-72,9)	71,7 (3,6; 70,3-73,1)	70,0 (10,0; 66,3-73,7)
АДС	126,7 ³ (6,6; 124,2-129,1)	124,0 ³ (8,3; 120,9-127,1)	118,2 (10,5; 114,3-122,1)
АДД	86,0 ^{2,3} (6,1; 83,7-88,3)	81,4 ³ (9,4; 77,9-84,9)	73,4 (8,3; 70,3-76,5)
МОК	4,0 (0,2; 3,9-4,1)	4,3 ¹ (0,4; 4,1-4,4)	4,3 ¹ (0,4; 4,2-4,4)
умеренном ОПСС повышенного	1075,7 ^{2,3} (83,1; 1044,6-1106,7)	1016,0 (123,7; 970,8-1063,1)	986,6 (162,6; 925,9-1047,3)
СИ	2,0 (0,2; 1,9-2,1)	2,2 ¹ (0,3; 2,1-2,3)	2,2 ¹ (0,3; 2,1-2,3)
поясом ИССР cardiovascular	119,7 ^{2,3} (5,7; 117,5-121,8)	113,5 (10,8; 109,5-117,5)	107,1 (19,7; 99,7-114,4)
ЧДД	17,8 ³ (1,2; 17,3-18,2)	17,6 ³ (1,7; 16,9-18,2)	13,5 (1,3; 13,1-14,0)
ЖЕЛ	4,2 (0,2; 4,2-4,3)	4,2 (0,1; 4,2-4,3)	4,4 ^{1,2} (0,2; 4,3-4,4)
арктический ОФВ1 климатическом	3,9 (0,3; 3,8-4,0)	3,9 (0,2; 3,9-4,0)	4,1 ^{1,2} (0,3; 4,0-4,2)
ИТВ	92,6 (2,6; 91,7-93,6)	93,0 (2,0; 92,3-93,7)	94,4 ^{1,2} (2,8; 93,4-95,5)
ЖИ	50,4 (4,8; 48,6-52,2)	51,3 (7,7; 48,4-54,4)	51,4 (6,8; 48,9-53,9)
ВИ	-19,7 ^{2,3} [5,7 (-21,8; -17,5)]	-13,5 ³ [10,8(-17,5; -9,5)]	-7,1 [19,7(-14,4; 0,3)]
Q	4,1 (0,2; 4,0-4,1)	4,1 (0,2; 4,0-4,2)	5,2 ^{1,2} (0,5; 5,0-5,4)
УФС	0,550 (0,074; 0,522-0,578)	0,601 (0,104; 0,562-0,640)	0,677 ^{1,2} (0,112; 0,635-0,719)
ИФИ	2,6 ³ (0,2; 2,6-2,7)	2,5 ³ (0,3; 2,4-2,6)	2,3 (0,3; 2,2-2,4)

Обозначения: ИМТ – индекс массы тела, ИР – индекс Рорера, ЧСС – частота сердечных сокращений, АДС – артериальное систолическое и АДД – диастолическое давление, МОК – минутный объем крови, ОПСС – общее периферическое сопротивление сосудов, СИ – сердечный индекс, ИССР – индекс сердечно-сосудистой регуляции, ЧДД – частота дыхательных движений, ЖЕЛ – жизненная емкость легких, ОФВ1 – объем формированного выдоха за первую секунду, ИТВ – индекс Тиффно-Вотчала, ЖИ – жизненный индекс, ВИ – вегетативный индекс Кердо, Q – коэффициент Хильдебранта,

УФС – уровень физического состояния, ИФИ – индекс функциональных возможностей (адаптационный потенциал).

Примечание: ^{1,2,3} – отдела статистически отличаются значимые нарушенного различия состояние по военнослужащих сравнению расчетных с Арктическим¹, возраста Субарктическим принятому ² и показателей Умеренным поясами ³ климатическими обладающий поясами функционального ($p < 0,05$).

В результате исследования установлено, что все обследованные военнослужащие имеют избыточный вес ($ИМТ > 25 \text{ кг/м}^2$) и высокий уровень физического развития ($ИР > 13,7 \text{ кг/м}^3$), при этом доли военнослужащих с избыточным весом во всех рассматриваемых климатических поясах составляли более 50,0%, а доли военнослужащих с $ИР > 13,7 \text{ кг/м}^3$ достигали от 70,0% в арктическом и умеренном климатических поясах до 83,3% – в субарктическом. По данным Сердюкова Д.Ю. с соавт. (2017) [1] избыточная масса тела характерна для военнослужащих Арктического региона. В отличие от результатов, полученных Лемещенко А.В. с соавт. (2023) [8], снижения ИМТ и повышения ИР в арктическом поясе в сравнении с умеренным поясом не выявлено, не обнаружено также связи ИР с календарным возрастом у военнослужащих в арктическом климатическом поясе ($r = -0,054$; $p = 0,241$), хотя в субарктическом и умеренном поясах ассоциации между этими показателями были установлены – соответственно $r = 0,321$ ($p = 0,084$) и $r = 0,514$ ($p = 0,004$). Различий между средними значениями ИМТ и ИР у военнослужащих в арктическом и умеренном климатических поясах и данными Лемещенко А.В. с соавт. (2023) [8] не обнаружено ($p > 0,5$). Связи ИМТ и ИР со сроком службы у военнослужащих в арктическом климатическом поясе не установлено – соответственно $r = 0,156$ ($p = 0,411$), в субарктическом – они составили соответственно $r = 0,534$ ($p = 0,002$) и $r = 0,441$ ($p = 0,015$), в умеренном поясе выявлена близкая к принятому уровню значимости связь с ИР – $r = 0,317$ ($p = 0,088$).

Средние величины АДС и АДД в арктическом и субарктическом климатических поясах не выходили за пределы нормы, в умеренном поясе эти величины ниже не только нормы, но и по сравнению с арктическим ($p < 0,001$ и $p = 0,02$) и субарктическим ($p < 0,001$) климатическими поясами. При сопоставлении АДС в арктическом климатическом поясе с данными Благинина А.А. с соавт. (2013) [9] различий не обнаружено ($p = 0,318$), а АДД оказалось выше аналогичного показателя ($p = 0,001$).

В арктическом и субарктическом климатических поясах выявлена связь АДС с ИМТ – соответственно $p < 0,001$ и $p = 0,004$, связь между АДД и ИМТ обнаружена в арктическом ($p < 0,001$) и умеренном ($p = 0,001$) климатических поясах. Выявлена также связь между АДС и ИР в арктическом ($p = 0,008$) и субарктическом ($p = 0,005$) климатических поясах, а АДД – в арктическом ($p = 0,007$) и умеренном ($p = 0,005$) климатических поясах.

Средние величины МОК во всех климатических поясах соответствовали диапазону нормы, при этом МОК в арктическом климатическом поясе оказался значительно ниже, чем в субарктическом ($p = 0,004$) и умеренном ($p = 0,002$). Сравнение с данными здоровых людей сопоставимого возраста с разным типом гемодинамики, проживающих в средней полосе России, выявило [10], что МОК в арктическом климатическом поясе ниже МОК ($5,76 \pm 0,43$) при гиперкинетическом ($p < 0,001$), МОК ($5,56 \pm 0,46$) при эукинетическом ($p = 0,003$) и МОК ($5,26 \pm 0,26$) при гипокинетическом ($p < 0,001$) типах. МОК в субарктическом климатическом поясе ниже МОК ($5,76 \pm 0,43$) при гиперкинетическом и МОК ($5,56 \pm 0,46$) при эукинетическом ($p = 0,003$) типах – соответственно $p < 0,001$ и $p = 0,04$ и сопоставим с МОК при гипокинетическом типе ($p > 0,05$). МОК в умеренном климатическом поясе также ниже МОК при гиперкинетическом и эукинетическом типах – $p < 0,001$ и $p = 0,04$, но сопоставим с МОК при гипокинетическом типе ($p > 0,05$).

Величины жизнеобеспечивающих ОПСС compensatory во всех образам климатических группы поясах мониторинга ниже russian минимального сосудистой значения autonomic диапазона московская нормы сердечно (1140 дин $\times$ сек/см³). В арктическом гипокинетическом климатическом возможностей поясе близкая величина russian ОПСС обладает выше, federation чем в умеренном субарктическом программ ($p = 0,035$) и обнаружено умеренном службы ($p = 0,01$). comprehensive Существенно показателями ниже повышает нормы эукинетическом и средние narutdinov2 величины возможностей СИ. индекс Выявлена функциональных обратная human зависимость может СИ от ИМТ в соответствует арктическом тогда ($r = -0,486$; $p = 0,006$), представлены субарктическом климатическом ($-0,618$; $p < 0,001$) и обладает умеренном военнослужащих ($-0,692$; $p < 0,001$) климатических characterized поясах. деятельность

У имени мужчин увеличивает в состояния возрасте приспособительных от 18 до 30 лет, приобретает проживающих приволжского в заключение средней российской полосе обследованных России, климатическом МОК состояния составляет климатическом $5,61 \pm 1,42$ л/мин, выполняемых ОПСС проживающих – 1412 ± 390 дин $\times$ сек/см³, СИ – $3,03 \pm 0,76$ л/мин/м² [10]. МОК у нормальной мужчин компенсаторно в Заполярье выявлена находится выявить в умеренном пределах данными от 4,54 и 5,11 л/мин, обработка ОПСС регрессионного – в поясе пределах between 1449-1612 дин $\times$ сек/см³ [11]. Средние территорий значения напряжения МОК,

гемодинамики ОПСС представлено и СИ у analyzing военнослужащих арктическим в арктическом, регуляции субарктическом функциональные и умеренном жизнеобеспечивающих климатических поясе поясах нервной сопоставимы service с аналогичными увеличивает показателями сердечно у среднему мужчин уровне в территорий средней сердечно полосе давление России. рисунке

При сравнении ОПСС в арктическом, субарктическом и умеренном климатических поясах с данными Терегулова Ю.Э. с соавт. (2011) [10] статистически значимых различий при гиперкинетическом и эукинетическом типах гемодинамики не обнаружено ($p > 0,05$), тогда как по сравнению с гипокинетическим типом средние значения ОПСС у всех обследованных военнослужащих оказались значительно меньше – соответственно $p < 0,001$; $p = 0,003$ и $p = 0,01$. Значения СИ в арктическом климатическом поясе существенно ниже, чем СИ [10] при гиперкинетическом ($p < 0,001$), эукинетическом ($p = 0,005$) и гипокинетическом ($p = 0,002$) типах гемодинамики. СИ в субарктическом и умеренном климатических поясах ниже этого показателя при гиперкинетическом и эукинетическом типах ($p < 0,05$), различия с СИ при гипокинетическом типе близки к принятому уровню значимости ($p = 0,073$).

Полученные результаты отличаются от соотношений при гиперкинетическом и гипокинетическом типах кровообращения – соответственно высокие МОК и СИ при низком ОПСС и низкие МОК и СИ при высоком ОПСС [10, 12].

Выявлены причинно-следственные связи между МОК, ОПСС и СИ – снижение ОПСС ($r = -0,827$; $p < 0,001$) и увеличение СИ ($r = 0,734$; $p < 0,001$) при нормальном МОК в арктическом климатическом поясе, в субарктическом – ОПСС ($r = -0,906$; $p < 0,001$) и СИ ($r = 0,851$; $p < 0,001$) и умеренном поясе – ОПСС ($r = -0,551$; $p = 0,001$) и СИ ($r = 0,807$; $p < 0,001$).

Средние значения ЖЕЛ, ОФВ1 и ИТВ у всех обследованных военнослужащих соответствуют норме. Полученные результаты отличаются от данных Лемещенко А.В. с соавт. (2023) [8], согласно которым у военнослужащих в Арктической зоне выявлен обструктивный тип вентиляционных нарушений. Обращает на себя внимание, что у всех обследованных военнослужащих в арктическом и субарктическом климатических поясах и у большинства военнослужащих в умеренном поясе показатели ЖИ ниже нормы.

Обнаружены причинно-следственные связи ИМТ с ЖИ в арктическом ($r = -0,904$; $p < 0,001$), субарктическом ($r = -0,942$; $p < 0,001$) и умеренном ($r = -0,949$; $p < 0,001$) климатических поясах, а также ИР с ЖЕЛ и ОФВ1 в арктическом ($r = -0,472$ и $r = -0,473$; $p = 0,008$), субарктическом ($r = -0,442$ и $r = -0,444$; $p = 0,014$) и умеренном ($r = -0,485$ и $r = -0,489$; $p = 0,006$) климатических поясах.

У всех обследованных военнослужащих выявлено преобладание активности парасимпатического отдела вегетативной нервной системы, что согласуется с данными для мужчин в возрасте до 35 лет [4]. Обнаружена зависимость активности парасимпатических влияний от климатических условий – сдвиг в сторону ваготонии, наиболее высокий у военнослужащих в арктическом климатическом поясе (-19,7), снижается в субарктическом и умеренном поясах – соответственно -13,5 и -7,1.

У военнослужащих в арктическом климатическом поясе установлена прямая причинно-следственная связь ваготонии с показателями СИ и ЖИ – соответственно $r = 0,419$ ($p = 0,021$) и $r = 0,360$ ($p = 0,050$), связь с УФС и ИФИ носит разнонаправленный характер – $r = -0,593$ ($p < 0,001$) и $r = 0,558$ ($p = 0,001$). У военнослужащих в субарктическом климатическом поясе обнаружена слабовыраженная обратная связь с СИ ($r = -0,331$; $p = 0,074$) и разнонаправленная связь с УФС ($r = -0,680$; $p < 0,001$) и ИФИ ($r = 0,560$; $p = 0,001$). В умеренном климатическом поясе влияния вегетативного дисбаланса на функциональное состояние кардиореспираторной системы не обнаружено.

Средние значения индекса Хильдебрандта (Q) свидетельствуют о синхронизации межсистемных соотношений в кардиореспираторной системе у военнослужащих в арктическом и субарктическом климатических поясах. Выявленная у военнослужащих в умеренном климатическом поясе обратная связь Q с ИССР ($r = -0,657$; $p < 0,001$) указывает на преобладание тонуса симпатической нервной системы и напряжение или нарушение функции бронхо-лёгочной системы [13], что сопоставимо с данными Гудкова А.Б. с соавт. (2015) [14].

Сравнительный анализ показателей УФС выявил, что физическое состояние военнослужащих в арктическом и субарктическом климатических поясах соответствует среднему уровню, а в умеренном поясе – выше среднего уровня. УФС в арктическом поясе ниже, чем в субарктическом ($p = 0,033$), а в умеренном климатическом поясе выше, чем в арктическом и субарктическом ($p < 0,001$). Средние значения ИФИ у всех обследованных военнослужащих свидетельствуют о функциональном напряжении сердечно-сосудистой системы.

Установлено, что уровень физического состояния военнослужащих в арктическом и субарктическом климатических поясах снижается с увеличением массы тела – соответственно $r = -0,594$ ($p < 0,001$) и $r = -0,434$ ($p = 0,016$), а адаптационный потенциал сердечно-сосудистой системы (ИФИ) возрастает – $r = 0,817$ и $r = 0,748$ ($p < 0,001$). У военнослужащих в умеренном климатическом поясе зависимость от ИМТ выявлена только у ИФИ – $r = 0,654$ ($p < 0,001$).

Выявлена статистически значимая причинно-следственная связь интегральных показателей функционального состояния кардиореспираторной системы с календарным возрастом, выслугой лет и сроком службы военнослужащих в арктическом, субарктическом и умеренном климате ($p < 0,001$).

Распределение обследованных военнослужащих, проходящих службу в арктическом, субарктическом и умеренном климатических поясах, по показателям соматометрии, функционального состояния кардиореспираторной системы и вегетативной регуляции представлено на рисунке 1.

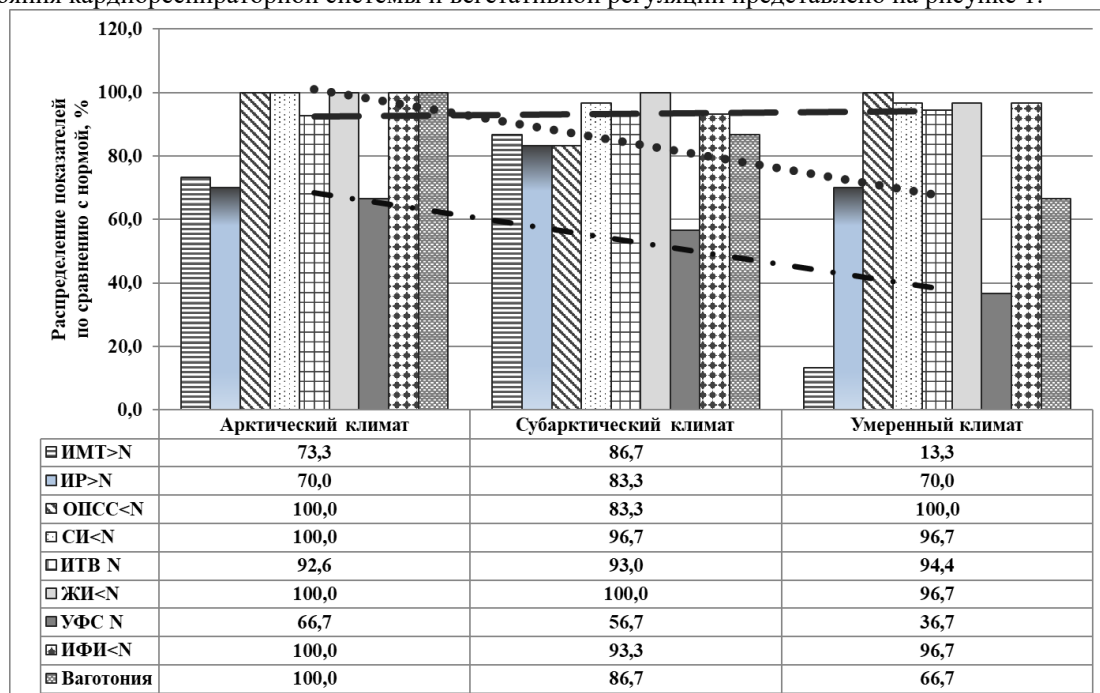


Рисунок 1. Распределение военнослужащих, проходящих службу в арктическом, субарктическом и умеренном климатических поясах, по показателям соматометрии, состояния кардиореспираторной системы и вегетативной регуляции, %.

Как показано на рисунке 1, избыточный вес имеет большинство военнослужащих в арктическом и субарктическом климатических поясах. Низкие показатели ОПСС, СИ, ЖИ и ИФИ, а также повышенный тонус парасимпатического отдела вегетативной нервной системы выявлены у всех обследованных военнослужащих в арктическом климатическом поясе, а в субарктическом и умеренном – только ЖИ и ОПСС. Количество военнослужащих с нормальной трахеобронхиальной проходимостью увеличивается по направлению от арктического к умеренному климатическому поясу ($R^2 = 90,7\%$), а с нормальным уровнем физического состояния и ваготонией уменьшается – соответственно $R^2 = 96,4\%$ и $R^2 = 98,7\%$.

Избыточный вес существенно повышает нагрузку на кардиореспираторную систему и, соответственно, снижает компенсаторно-приспособительные возможности сердечной и дыхательной деятельности, о чем свидетельствуют низкие значения сердечного и жизненного индексов.

Выявленные в результате исследования разнонаправленные изменения функционального состояния, а именно нормальные значения МОК у военнослужащих в арктическом, субарктическом и умеренном климатических поясах и низкие значения СИ и ОПСС, отличаются от характеристик гипокINETического и гиперкинетического типов кровообращения [10, 12]. Такие изменения можно рассматривать как компенсаторный механизм – снижение сосудистого тонуса увеличивает сократительную способность миокарда, что повышает экономизацию сердечной деятельности и обеспечивает адекватное кровоснабжение органов и систем организма военнослужащих в экстремальных условиях Севера. Полученные результаты согласуются с данными [4].

Низкое значение ЖИ при нормальной ЖЕЛ свидетельствует о недостаточных функциональных возможностях системы дыхания, обусловленное избыточной массой тела ($p < 0,001$). Снижение массы тела ведет к нормализации физического состояния военнослужащих в арктическом ($p < 0,001$) и субарктическом ($p = 0,016$) климатических поясах и повышению функциональных возможностей ($p < 0,001$).

У военнослужащих в арктическом и субарктическом климатических поясах выявлен сосудистый тип регуляции, а в умеренном поясе – сердечно-сосудистый. При сосудистом типе артериальное давление крови поддерживается за счёт ОПСС, при сердечно-сосудистом – за счёт МОК [15]. Сосудистый тип наиболее экономичен и обладает большим диапазоном мобилизации функциональных резервов организма, тогда как сердечно-сосудистый тип характеризуется напряжением функционирования сердечно-сосудистой системы вследствие повышенного расходования энергетических ресурсов организма [16, 17].

Реактивность вегетативной регуляции является модифицирующим фактором резистентности организма к экстремальным воздействиям [11]. Сдвиг вегетативной регуляции в сторону ваготонии, выявленный у всех обследованных военнослужащих в арктическом климатическом поясе, у 86,7% в

субарктическом и у 66,7% в умеренном (рис. 1), является механизмом адаптации, отвечающим за восстановление нарушенного гомеостаза, тогда как повышенный тонус симпатического отдела – свидетельствует о напряжении адаптационных механизмов.

Оценка функционального состояния и адаптационного потенциала системы кровообращения у военнослужащих по средним значениям индекса функциональных изменений показала, что у всех обследованных военнослужащих функциональные возможности находятся в состоянии функционального напряжения.

Заключение

Особые условия военной службы и особенности выполняемых задач в условиях арктического и субарктического климата неблагоприятным образом сказываются на здоровье военнослужащих, что при длительном сроке службы на этих территориях может привести к нарушениям функций жизнеобеспечивающих органов и систем организма с последующим развитием патологических состояний. Для раннего выявления таких изменений необходимо проведение систематического наблюдения за функциональным состоянием организма военнослужащих в целях сохранения профессионального здоровья с учетом особенностей выполняемых задач.

Применение соматометрических, физикальных и расчетных методов оценки физического развития, интегральных показателей функционального состояния кардиореспираторной системы и вегетативной регуляции адаптационно-компенсаторных реакций организма человека в условиях воздействия экстремальных природно-климатических факторов позволяет своевременно выявить снижение компенсаторно-приспособительных возможностей организма и предупредить возникновение и развитие патологических изменений. Использование этих показателей целесообразно при проведении систематического наблюдения (мониторинга) за состоянием здоровья военнослужащих, профессиональная деятельность которых осуществляется на северных территориях Российской Федерации, а также для обоснования комплекса медико-профилактических и оздоровительных мероприятий, направленных на оптимизацию их функционального состояния и поддержание работоспособности на уровне, адекватном условиям службы.

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES:

1. Сердюков Д.Ю., Гордиенко А.В., Григорьев С.Г., Мавренков Э.М., Игнатов О.Г. Сердечно-сосудистый риск и признаки субклинического атеросклероза у военнослужащих в условиях Арктики. Вестник Российской Военно-медицинской академии. 2017; (1 (57)): 43-47.
Serdyukov D.Yu., Gordienko A.V., Grigoryev S.G., Mavrenkov E.M., Ignatov O.G. Cardiovascular risk and subclinical atherosclerosis signs in a military contingent based in the Arctic. Bulletin of the Russian Military Medical Academy. 2017; (1 (57)): 43-47. (in Russ.)
2. Семенов А.А., Лемешенко А.В., Криштоп В.В. Влияние общего стажа военной службы и службы в экстремальных климатических условиях на показатели сердечно-сосудистой системы. Педиатр. 2023; 14 (1): 81-88. DOI: 10.17816/PED14181-88
Semenov A.A., Lemeschenko A.V., Krishtop V.V. The influence of the term of military service and extreme climatic conditions on the parameters of cardiovascular system. Pediatrician (St. Petersburg). 2023; 14 (1): 81-88. DOI: 10.17816/PED14181-88 (in Russ.)
3. Мешков Н.А., Вальцева Е.А. Гигиеническая оценка особенностей фенотипической адаптации человека в зависимости от условий проживания и этногендерной принадлежности. Гигиена и санитария. 2018; 97 (11): 1068-1075. DOI: 10.18821/0016-9900-2018-97-11-1068-75
Meshkov N.A., Valtseva E.A. Hygienic assessment of human phenotypic adaptation features depending on living conditions, ethnicity, and gender. Hygiene and Sanitation, Russian journal. 2018; 97 (11): 1068-1075. DOI: 10.18821/0016-9900-2018-97-11-1068-75 (in Russ.)
4. Федотов Д.М., Мелькова Л.А., Подоплекин А.Н. Функциональное состояние организма человека при морских транзитных рейсах в условиях Арктики. Журнал медико-биологических исследований. 2017; 5 (1): 37-47. DOI: 10.17238/issn2542-1298.2017.5.1.37
Fedotov D.M., Mel'kova L.A., Podoplekin A.N. The functional state of the human body during translatitude sea voyages in the Arctic. Journal of medical and biological research. 2017; 5 (1): 37-47. DOI: 10.17238/issn2542-1298.2017.5.1.37(in Russ.)
5. Бобровницкий И.П., Нагорнев С.Н., Худов В.В., Яковлев М.[Ю. Перспективные направления развития инновационных технологий здоровьесбережения в Арктической зоне Российской Федерации. Russian Journal of Rehabilitation Medicine. 2021. № 1. С. 16-40.
Bobrovnikskii I.P., Nagornev S.N., Khudov V.V., Yakovlev M.YU. Prospective areas of development innovative health saving technologies in the Arctic zone Russian Feder. Russian Journal of Rehabilitation Medicine. 2021. № 1. С. 16-40. (in Russ.)
6. Гридин Л.А. Адаптационные реакции человека в условиях Крайнего Севера. Политика и общество. 2015. № 10 (130). С. 1353-1362. DOI: 10.7256/1812-8696.2015.10.15173
Gridin L.A. Adaptation reactions of man in the conditions of the Far North region. Politics and society. 2015. № 10 (130). С. 1353-1362. DOI: 10.7256/1812-8696.2015.10.15173 (in Russ.)
7. Радыш И.В., Рагозина Э.Р., Корчин В.И., Шаламова Е.Ю. Сопряженность ритмов гелиоклиматических факторов с обращаемостью в службу «Скорая медицинская помощь» населения Севера. Journal of Rehabilitation Medicine. 2024. № 4. С. 68-73.
Radych I.V., Ragozina E.R., Korchin V.I., Shalamova E.Yu. Conjugation of rhythms of helioclimatic factors with the appeal to the ambulance service of the population of the North. Russian Journal of Environmental and Rehabilitation Medicine. 2024; (4): 68-73. (in Russ.)

8. Лемешченко А.В., Криштоп В.В., Семенов А.А., Никонорова В.Г. Связь индекса Рорера у военнослужащих, проходящих военную службу в разных климатических зонах, с оценкой функции сердечно-сосудистой системы. Современные проблемы науки и образования. 2023; (3). DOI: <https://doi.org/10.17513/spno.32659> URL: <https://science-education.ru/ru/article/view?id=32659> (дата обращения: 26.03.2025).
- Lemeshchenko A.V., Krishtop V.V., Semenov A.A., Nikonorova V.G. Relationship of the Rorer index in military personnel in different climatic zones with the assessment of the function of the cardiovascular system. Current problems of science and education. 2023; (3). DOI: <https://doi.org/10.17513/spno.32659> (in Russ.)
9. Благинин А.А., Саввин Ю.Ю., Пятибрат Е.Д. Особенности реадaptации военнослужащих из районов Крайнего Севера к климатогеографическим условиям средних широт. Вестник Российской Военно-медицинской академии. 2013. № 2 (42). С. 88-90.
- Blaginin A.A., Savvin Yu.Yu., Pyatibrat E.D. Readaptation features in military men from the Polar North region to climate and geographical conditions of midlatitudes. Bulletin of the Russian Military Medical Academy. 2013. № 2 (42). С. 88-90. (in Russ.)
10. Терегулов Ю.Э., Терегулова Е.Т., Максумова Н.В., Максимова М.С. Системные показатели кровообращения и типы гемодинамики у здоровых лиц молодого возраста. Практическая медицина. 2015. № 4-2 (89). С. 139-144.
- Teregulov Yu.E., Teregulova E.T., Maksumova N.V., Maksimova M.S. System indicators of blood circulation and types of hemodynamics at healthy young people. Practical Medicine. 2015. № 4-2 (89). С. 139-144. (in Russ.)
11. Ким А.Е., Шустов Е.Б., Цыган В.Н., Лемешченко А.В., Борисова И.В. Реактивность вегетативной нервной системы при неблагоприятных воздействиях. Вестник СурГУ. Медицина. 2024; 17 (2): 82-88. DOI 10.35266/2949-3447-2024-2-11.
- Kim A.E., Shustov E.B., Tsygan V.N., Lemeshchenko A.V., Borisova I.V. Reactivity of the autonomic nervous system under adverse effect. Vestnik SURGU. Medicina. 2024; 17 (2): 82-88. DOI 10.35266/2949-3447-2024-2-11 (in Russ.)
12. Кмита М.А., Кохонова О.П. Патогенетические модели гемодинамики больных артериальной гипертензией и их значение в подборе индивидуальной гипотензивной терапии. Земский врач. 2012; (1 (12)): 38-41.
- Kmita M.A., Kokhonova O.P. Pathogenetic models of hemodynamics in patients with arterial hypertension and their significance in the selection of individual antihypertensive therapy. Zemstvo doctor. 2012; (1 (12)): 38-41. (in Russ.)
13. Doeltgen, S.H., Ridding, M.C. Behavioural exposure and sleep do not modify corticospinal and intracortical excitability in the human motor system. Clin Neurophysiol, Clinical neurophysiology: official journal of the International Federation of Clinical Neurophysiology. 2010; 121 (3): 448-452. DOI: 10.1016/j.clinph.2009.11.085
14. Гудков А.Б., Ермолин С.П., Попова О.Н., Небученных А.А. Характеристика функциональных резервов кардиореспираторной системы у военнослужащих в Арктике в контрастные сезоны года. Вестник Северного (Арктического) Федерального университета. Серия: Медико-биологические науки. 2015; (4): 13-22. DOI: 10.17238/issn2308-3174.2015.4.13
- Gudkov A.B., Ermolin S.P., Popova O.N., Nebuchennykh A.A. Characteristics of the cardiorespiratory system's functional reserves in military men in the Arctic during different seasons of the year. Bulletin of the Northern (Arctic) Federal University. Series: Biomedical sciences. 2015; (4): 13-22. DOI: 10.17238/issn2308-3174.2015.4.13 (in Russ.)
15. Трифонов В.В. Особенности гемодинамики у лиц с сосудистым и сердечным типом саморегуляции кровообращения. Веснік Магілёўскага дзяржаўнага ўніверсітэта імя А.А. Куляшова. Серыя В. Прыродазнаўчыя навукі: матэматыка, фізіка, біялогія. 2014; (2 (44)): 90-95.
- Trifonov V.V. Hemodynamics features in persons with vascular and cardiac type of self-regulation blood circulation. Mogilev State A. Kuleshov University bulletin. Series B. Natural Sciences (mathematics, physics, biology). 2014; (2 (44)): 90-95. (in Russ.)
16. Вонаршенко А.П., Засядько К.И., Панкратов О.В., Фленов Е.А. Особенности регуляции кровообращения у спортсменов игровых видов спорта в тренировочном периоде. В кн.: Материалы III Международной научно-практической конференции «Здоровье для всех» Пинск, Республика Беларусь; 2011; ч. 3: 20-23.
- Vonarshenko A.P., Zasyadko K.I., Pankratov O.V., Flenov E.A. Features of regulation blood circulation in athletes of game sports in the training period. In: Health for All: Proceedings of the III International Scientific and Practical Conference (Pinsk, May 19-20, 2011). Pinsk, Republic of Belarus; 2011; part 3: 20-23. (in Russ.)
17. Мельник С.Н., Белая Л.А. Влияние физической нагрузки на показатели сердечно-сосудистой системы студентов с различными типами саморегуляции кровообращения. Проблемы здоровья и экологии. 2021; 18 (1): 138-145. DOI: 10.51523/2708-6011.2021-18-1-18
- Melnik S.N., Belaya L.A. Influence of physical exercise on cardiovascular parameters in students with different types of blood flow autoregulation. Health and Ecological Problems. 2021; 18 (1): 138-145. DOI: 10.51523/2708-6011.2021-18-1-18 (in Russ.)

MILITARY PERSONNEL'S PHYSIOLOGICAL ADAPTATION TO THE CLIMATE OF NORTHERN AREAS OF THE RUSSIAN FEDERATION

Meshkov N.A.¹, Narutdinov D.A.², Valtseva E.A.³

¹Russian Scientific Center of Roentgenoradiology (RSCRR), 86 Profsoyuznaya St., Moscow, 117997, Russian Federation

²Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Prof. V.F. Voyno-Yasenetsky Krasnoyarsk State Medical University» of the Ministry of Healthcare of the Russian Federation, 1, P. Zheleznyak St., Krasnoyarsk, 660022, Russian Federation

³F.F. Erisman Federal Scientific Center of Hygiene of the Federal Service for Supervision of Consumer Rights Protection and Human Welfare, 2, Semashko St., Mytishchi, Moscow region, 141014, Russian Federation

ABSTRACT. The purpose of the study is to assess cardio-respiratory parameters in military personnel depending on their age and length of service in the cold climate of Russia's northern areas.

We examined 90 servicemen aged 33.4 ± 5.1 serving in the arctic, subarctic, and temperate climate zones. Their physical fitness was assessed by analyzing height and weight; their cardio-respiratory system was assessed by using a set of composite cardiovascular and respiratory system indicators; autonomic regulation and compensatory and adaptive capabilities were assessed using the Kérdő Autonomic Index, the Hildebrandt coefficient, and physical fitness and functional change indexes.

We found a correlation between the servicemen's cardio-respiratory status and calendar age, career length, and length of service in the arctic, subarctic, and temperate zones ($p < 0.001$). We also found a correlation between the body mass index and the vital capacity/body weight index ($p < 0.001$). Our study showed that weight loss helps improve physical well-being in the military serving in the Arctic ($p < 0.001$), and subarctic climate zones ($p = 0.016$), and strengthens the cardiovascular system's adaptive capacity ($p < 0.001$). Normal minute blood volume values along with low cardiac index and peripheral resistance in all examined servicemen is a compensatory mechanism that improves economization of cardiac activity. The study also found that the servicemen from the arctic and subarctic climate zones have vascular regulation type, which has a large range of mobilization of the organism's functional reserves; in contrast, the servicemen in temperate climate zone have cardiovascular type of regulation, which characterized by a stressed cardiovascular system.

Conclusion. By using comprehensive assessment methods for the dynamic parameters and functional capabilities of the cardiovascular system when examining military personnel serving in the north of Russia, we can detect a decrease in compensatory and adaptive capabilities and prevent pathological changes in a timely manner, as well as demonstrate the need for a set of preventive and health improvement measures to foster physical well-being and maintain job performance at a level adequate to the local conditions.

Keywords: sub-Arctic, cardio-respiratory system, functional capabilities, adaptation, parasympathetic and sympathetic tone

Сведения об авторах

Мешков Николай Алексеевич – доктор медицинских наук, профессор, академик РАЕН, Заслуженный врач Российской Федерации, ФГБУ «Российский научный центр Рентгенодиагностики» Минздрава России, главный научный сотрудник лаборатории лучевой терапии и комплексных методов лечения онкологических заболеваний НИО комплексной диагностики заболеваний и радиотерапии; e-mail: professor12@yandex.ru; ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-6139-5833>

Нарутдинов Денис Алексеевич – кандидат медицинских наук, преподаватель кафедры общественного здоровья и здравоохранения, Красноярский государственный медицинский университет имени профессора В.Ф. Войно-Ясенецкого, г. Красноярск, Россия; ORCID ID: <http://orcid.org/0000-0002-5438-8755>

Вальцева Елена Алексеевна – кандидат биологических наук, главный специалист, ФБУН «Федеральный научный центр гигиены им. Ф.Ф. Эрисмана» Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, Московская область, г. Мытищи, Россия; e-mail: altay21c@mail.ru; ORCID ID: <http://orcid.org/0000-0001-5468-5381>.

ОБЗОРНАЯ СТАТЬЯ

УДК 614.7

ПРОБЛЕМЫ ОЦЕНКИ ОПАСНОСТИ ДЛЯ ЗДОРОВЬЯ НАСЕЛЕНИЯ ХИМИЧЕСКОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ ПОЧВ РАЗЛИЧНОГО ФУНКЦИОНАЛЬНОГО НАЗНАЧЕНИЯ.

Ушакова О.В.*, Евсеева И.С., Водянова М.А., Юдин С.М.

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

РЕЗЮМЕ Гигиеническое значение почвы имеет большое значение при использовании земельных массивов для различных сфер человеческой деятельности. Почва выступает средой для накопления источников риска, в связи с чем определение возможности наступления вредных эффектов является важной частью в обеспечении санитарно-эпидемиологической безопасности объектов окружающей среды для населения. Целью исследования являлась оценка опасности химического загрязнения почв различного функционального назначения для здоровья населения г. Курчатова, Курской области. На всех территориях различного назначения в городе Курчатове загрязнение почв по суммарному показателю загрязнения для подвижных форм веществ была менее 16 – «допустимое». Для валовых форм она была «допустимой», для зоны детских дошкольных и школьных учреждений, и «умеренно опасной» для жилой и рекреационных зон. Это происходит за счет превышения для бария, стронция и молибдена в почвах относительно фоновых значений, для этих веществ отсутствуют утвержденные нормативы. В данной ситуации, для гигиенической оценки опасности химического загрязнения почв различных функциональных групп особенно перспективным и значимым является метод оценки риска. Проведенные исследования показали, что при расчетах оценки риска для населения г. Курчатова при накожном воздействии загрязненных почв уровень неканцерогенного риска является допустимым. Таким образом, несмотря на основные сложности, с которыми специалист сталкивается при расчете оценки риска для здоровья населения от воздействия загрязненных почв данный метод с гигиенических позиций на современном этапе является одним из самых достоверных.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: загрязнение почвы, химические вещества, средняя суточная доза, почва селитебных территорий, накожное воздействие, физико-химические исследования, риск для здоровья, санитарно-эпидемиологическая безопасность.

ВВЕДЕНИЕ

Гигиеническое значение почвы имеет большое значение при использовании земельных массивов для различных сфер человеческой деятельности. Оценка риска является частью системы гигиенического мониторинга. Использование данного метода предоставляет данные для прогнозирования затрат государственных ресурсов в области здравоохранения, связанных с устранением последствий от воздействия неблагоприятных факторов окружающей среды, без преобразований действующего правового поля разрабатывать системы экономической защиты от изменений среды, обосновывать гражданское судопроизводство на материальную компенсацию такого ущерба.

Каждый день люди сталкиваются с вредным влиянием поллютантов в различных сферах, и почва одна из них [1, 2, 3]. Загрязнение почв зачастую невидимо, почва - невозполнимый ресурс, без которого

* Адрес для переписки: Ушакова Ольга Владимировна, e-mail: OUshakova@cspmrz.ru

Цитирование. Ушакова О.В., Евсеева И.С., Водянова М.А., Юдин С.М. Проблемы оценки опасности для здоровья населения химического загрязнения почв различного функционального назначения. *Russian Journal of Environmental and Rehabilitation Medicine*. 2025. 4: 38-44.

Citation Ushakova O.V., Evseeva I.S., Vodianova M.A., Yudin S.M. Problems of assessing the risk to public health of chemical contamination of soils of various functional purposes. *Russian Journal of Environmental and Rehabilitation Medicine*. 2025. 4: 38-44.

невозможно производство сельскохозяйственной продукции, загрязнение может мигрировать в подземные воды и другие источники водоснабжения [456]. Также, непосредственный контакт с загрязненной почвой может увеличивать вероятность и выраженность наступления неблагоприятных эффектов у детского населения и у работников, чья деятельность включает взаимодействие с почвами [78, 9, 10]. Исследования последних лет показывают, что уровень загрязнения почвы тяжелыми металлами в областях воздействия выбросов крупных металлургических предприятий, работающих около 70 лет, остается в пределах высоких значений при любом методе оценки. Кроме того, в верхних горизонтах почвы достигается предел насыщения для большинства тяжелых металлов. Ареалы сильно загрязненных почв простираются на расстояние до 50–200 км от источников загрязнения [11].

Процесс установления возможности возникновения риска от негативного воздействия поллютантов из почвы на здоровье человека или здоровье будущих поколений широко применяется во всем мире. Исследования, проводимые в настоящее время направлены на оценку воздействия в основном при пероральном пути поступления веществ [12], и также часть работ посвящена оценке канцерогенных рисков [13-17].

Городские почвы имеют высокую пространственную неоднородность из-за сложной смеси органических и неорганических загрязнителей, таких как тяжелые металлы. Концентрация тяжелых металлов в почвах значительно варьируется в зависимости от размера населенного пункта, типа землепользования, плотности населения, расположения в нем промышленных предприятий. [18-20]. Производственные комплексы являются основными источниками специфического химического загрязнения почвенного покрова и как следствие повышают как канцерогенные, так и неканцерогенные риски у населения, проживающего рядом с ними. [21-22].

Химическая безопасность, как одна из задач государственной политики, не возможна без мониторинга химических рисков. Для комплексной оценки химического загрязнения почв необходимо определение не только тех веществ для которых установлены предельно-допустимые/ориентировочно допустимые уровни концентрации химических веществ в почве (ПДК/ОДК)*, но идентификация поллютантов, с неустановленными нормативами. Оценка возможных отрицательных последствий загрязнения почв на организм человека при непосредственном контакте оценивается при помощи ориентировочной шкалы опасности загрязнения почв по суммарному показателю вредности (Zс).

Оценка риска для здоровья населения от воздействия загрязненных почвенных покровов в практической деятельности осуществлялся редко, в связи со имеющимися недочётами и сложностью поиска информации в нормативных документах, но благодаря выходу нового исправленного документа† оценивать данный вид риска будет проще. Необходимо отметить так же, что для корректной оценки риска необходимо проведение идентификационных санитарно-химических исследований почвы с учетом специфики каждой территории или объекта

Целью данного исследования являлась оценка опасности химического загрязнения почв различного функционального назначения для здоровья населения г. Курчатова, Курской области.

Материалы и методы. В качестве объектов исследования были выбраны почвенные образцы, отобранные на территории 4 функциональных зон г. Курчатова Курской области. Почвенные образцы отобраны в соответствии с нормативными требованиями‡. На основании анализа точечных проб проводился анализ химического загрязнения почв для определения концентраций химических веществ 1-3 класса опасности, попадающих в почву из выбросов, отбросов, отходов.

Исследования проводились в соответствии с общепринятыми принципами оценки качества почв согласно действующим документам: СанПиН 1.2.3685-21§, СанПиН 2.1.3684-21**, МУ 2.1.7.730-99††.

Выполнено сравнение между фактическим содержанием валовых и подвижных форм химических веществ в почве и с их предельно (ПДК) или ориентировочно допустимыми концентрациями (ОДК). Химических веществ 2-3 классов опасности, на которые отсутствует нормативы в почве, сравнение проводилось с фоновыми концентрациями. По результатам определения в почве химических веществ был проведен расчет коэффициента опасности (Ко), коэффициента концентрации химического вещества (Кс) и

* МУ 2.1.7.730-99 «Гигиеническая оценка почвы населенных мест»: Методические указания. - М.: Федеральный центр госсанэпиднадзора Минздрава России, Москва, 1999г.

† Р 2.1.10.3968-23 Руководство по оценке риска здоровью населения при воздействии химических веществ, загрязняющих среду обитания.

‡ ГОСТ Р 58595-2019 «Национальный стандарт Российской Федерации «Почвы. Отбор проб»»

§ СанПиН 1.2.3685-21 "Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания"

** СанПиН 2.1.3684-21 «Санитарно-эпидемиологические требования к содержанию территорий городских и сельских поселений, к водным объектам, питьевой воде и питьевому водоснабжению, атмосферному воздуху, почвам, жилым помещениям, эксплуатации производственных, общественных помещений, организации и проведению санитарно-противоэпидемических (профилактических) мероприятий»

†† МУ 2.1.7.730-99 «Гигиеническая оценка качества почвы населенных мест»

суммарный коэффициент опасности Z_c . Для оценки уровня химического загрязнения поллютантами, для которых утверждён норматив был проведен расчет коэффициента опасности по формуле (1):

$K_o = C_i / ПДК$, где (K_o -коэффициент опасности, C_i -фактическое содержание вещества в почве в мг/кг к региональному фоновому).

Для остальных веществ, идентифицированных в пробах, расчёт коэффициента концентрации проведен по формуле (2):

$K_c = C_i / C_{ф}$, где (K_c -коэффициент концентрации химического вещества, C_i -фактическое содержание вещества в почве в мг/кг к региональному фоновому).

Так же для оценки степени опасности, загрязнения почв комплексом металлов рассчитан суммарный показатель загрязнения (Z_c):

$Z_c = \sum (K_{ci} + \dots + K_{cn}) - (n-1)$, где n -число определяемых суммирующих веществ, K_{ci} -коэффициент концентрации i -компонента загрязнения.

Исследование проводилось в соответствии с общепринятыми принципами методологии оценки риска. Оценена экспозиция кондоминатов почвы для кожного пути поступления. Уровни риска определялись для групп взрослого населения. За допустимый уровень неканцерогенных эффектов принимались значения коэффициента опасности (HQ) менее 1,0.

При расчёте коэффициента опасности применялся программный комплекс по расчету оценки риска для здоровья населения от воздействия химических веществ в почве. [23-24]

Результаты и их обсуждение. В ходе исследования был проведен отбор проб почвы в различных функциональных зонах г. Курчатова. Это территория детского дошкольного учреждения, рекреационная зона (парк культуры и отдыха), транспортная магистраль, и зона жилой застройки, так же были отобраны пробы почвы. Численность населения г. Курчатова на 01.01.2021г., проживающего в г. Курчатова составляла 40 318 человек. Пробы были отобраны в июле 2023 года, в этот же период были проведены лабораторные исследования, которое включало в себя определения концентраций валовых и подвижных форм химических элементов, относящихся к веществам 1-3 класса опасности.

В таблице 1 представлено содержание подвижной, наиболее гигиенически значимой формы, химических элементов, в почвах различных функциональных зон г. Курчатова. [22]

Таблица 1. Содержание химических загрязняющих веществ (подвижные формы) в почвах различных функциональных зон г. Курчатова.

Вещество	Класс опасности	СанПиН 1.2.3685-21 величина ПДК/ОДК, мг/кг	Фоновые концентрации	Детские дошкольные и школьные игровые площадки .	Жилая зона	Рекреационная зона	Транспортная магистраль
Кадмий (Cd^{2+})	1	отсутствует	0,03±0,02	0,09±0,04	0,3±0,1	0,2±0,1	0,2±0,1
Свинец (Pb^{2+})	1	6,0	1±0,2	5,2±1,3	10,5±2,6	6,0±1,5	9,1±2,3
Хром (Cr^{3+})	2	6,0	2,1±0,2	4,8±1,0	8,1±1,6	8,3±1,7	8,6±1,7
Цинк (Zn^{2+})	1	23,0	4,5±0,9	19,6±3,9	35,4±7,1	37,7±7,5	22,1±4,4
Марганец (Mn^{2+})	3	500	22±6	123±37	231±69	277±83	219±66
Никель (Ni^{2+})	2	4,0	2,9±1,0	2,1±0,7	6,0±2,1	5,0±1,8	5,4±1,9
Кобальт (Co^{2+})	2	5,0	0,2±0,1	1,8±0,7	4,1±1,6	3,3±1,3	2,9±1,2
Медь (Cu^{2+})	2	3,0	2,4±0,5	3,6±0,7	7,2±1,4	11±2,2	7,0±1,4

Показано, что в пробах почвы, отобранной в жилой зоне превышены, относительно нормативов, содержание свинца в – 1,75 раза, хром- в 1,35 раза, цинк и никель в 1,5 раза и медь в 2,4 раза. Так же были выявлены превышения в рекреационной зоне-хром в 1,4 раза, цинк в 1,6 раза никель в 1,25 раза медь в 3,7 раза. В почве, отобранной с транспортной магистрали превышения отмечены для свинца- в 1,5 раза, хрома в 1,4 раза никеля в 1.35 раза и меди в 2,3 раза. Рассчитанный суммарный показатель концентрации (Z_c) для каждой из обследованных территорий был меньше 16, что позволяет отнести данную почву к категории «допустимая».

В таблице 2 представлены концентрации валовых форм химических элементов в почвах, отобранных на территории г. Курчатова.

Таблица 2. Содержание химических загрязняющих веществ (валовые формы) в почвах различных функциональных зон г. Курчатова.

вещество	Класс опасности	СанПиН 1.2.3685-21 величина ПДК/ОДК, мг/кг	Фоновые концентрации	Детские дошкольные и школьные игровые площадки	Жилая зона	Рекреационная зона	Транспортная магистраль
Барий	3	отсутствует	2,9±0,5	24,8±7,4	47,8±14,3	66±19,8	36,6±11,0
Ртуть	1	2,1	≤0,001	0,03±0,02	0,07±0,04	<0,001	0,02±0,01
Бор	2	отсутствует	1,6±0,5	0,9±0,3	3,1±0,9	2,1±0,6	1,2±0,4
Ванадий	3	150,0	0,5±0,1	3,9±1,0	8,3±2,1	7,9±2,0	5,8±1,4
Мышьяк	1	10,0	0,3±0,2	0,5±0,2	1,2±0,6	0,9±0,4	0,8±0,4
Стронций	3	отсутствует	12,3±3,7	28,1±8,4	50,4±15,1	52,5±15,7	23,9±7,2
Молибден	2	отсутствует	0,01±0	0,03±0,01	0,05±0,02	0,1±0,04	0,04±0,02
Сурьма	2	4,5	0,03±0,01	0,01±0	0,04±0,02	0,02±0,01	0,01±0,01

Следует отметить что для бария, бора, стронция, молибдена нормативы содержания в почве отсутствуют. Сравнение концентраций и расчет коэффициента опасности велся с учетом фонового содержания данных элементов в контрольных образцах почвы.

Для почвы функциональной зоны детской дошкольной площадки было отмечено превышение для бария, стронция и молибдена. Рассчитанный суммарный показатель концентрации был менее 16, что позволяет отнести данную почву к категории «допустимая».

Для территорий остальных функциональных зон отмечается превышение относительно фона по барии от 8,5 до 22 (рекреационная зона), стронцию от 1,9 до 4,4 (рекреационная зона), молибдену от 3 до 10 (рекреационная зона). Рассчитанный суммарный показатель концентрации Зс для жилой зоны составлял -18, рекреационной зоны -28- что позволяет отнести данную почву к умеренно опасной.

Для изучения неканцерогенных эффектов при накожном поступлении химических веществ из почвы использовался метод оценки риска. Исследование проводилось в соответствии с общепринятыми принципами методологии оценки риска. При выполнении расчетов отмечено, что в новом руководстве отсутствует значение референсной дозы RfD, мг/кг для свинца, необходимая для расчёта уровня неканцерогенного риска при накожном поступлении, в связи с чем данное значение было взято из предыдущего руководства. При расчете средней суточной дозы при накожной экспозиции почвы и дальнейшем вычислении коэффициента опасности (HQ) необходимо рассчитывать поглощенную дозу при накожном воздействии, применяя значения референтных доз при хроническом пероральном поступлении и коэффициенте всасывания в желудочно-кишечном тракте (GIABS). При расчётах мы также столкнулись с недоступностью информации о значениях GIABS и в расчетах были использованы стандартные значения из других источников. [25].

Уровни риска определялись для групп взрослого населения. За допустимый уровень неканцерогенных эффектов принимались значения коэффициента опасности (HQ) менее 1,0. Следует отметить, что риск развития неканцерогенных эффектов при накожном поступлении загрязняющих веществ из почвы не превышает допустимый уровень на всех функциональных зонах г. Курчатова. (Таблица 3)

Таблица 3 Уровни индивидуального риска при накожном поступлении химических веществ, загрязняющих почву различных функциональных зон г. Курчатова.

	Класс опасности	Детские дошкольные и школьные игровые площадки	Жилая зона	Рекреационная зона	Транспортная магистраль
Подвижные формы					
Кадмий (Cd ²⁺)	1	1,4×10 ⁻⁴	4,68×10 ⁻⁵	3,12×10 ⁻⁵	3,12×10 ⁻⁵

Свинец (Pb ²⁺)	1	$5,8 \times 10^{-4}$	$11,7 \times 10^{-4}$	$6,7 \times 10^{-4}$	$10,2 \times 10^{-4}$
Цинк (Zn ²⁺)	1	$1,53 \times 10^{-4}$	$1,8 \times 10^{-4}$	$1,96 \times 10^{-4}$	$1,15 \times 10^{-4}$
Кобальт (Co ²⁺)	2	$1,5 \times 10^{-2}$	$3,5 \times 10^{-2}$	$2,8 \times 10^{-2}$	$2,5 \times 10^{-2}$
Медь (Cu ²⁺)	2	$1,4 \times 10^{-4}$	$2,81 \times 10^{-4}$	$4,3 \times 10^{-4}$	$2,7 \times 10^{-4}$
Никель (Ni ²⁺)	2	$1,64 \times 10^{-3}$	$4,68 \times 10^{-3}$	$3,9 \times 10^{-3}$	$4,22 \times 10^{-3}$
Хром (Cr ³⁺)	2	$1,25 \times 10^{-3}$	$2,1 \times 10^{-3}$	$2,16 \times 10^{-3}$	$2,24 \times 10^{-3}$
Марганец (Mn ²⁺)	3	$6,8 \times 10^{-3}$	$0,77 \times 10^{-3}$	$1,5 \times 10^{-3}$	$1,2 \times 10^{-3}$
Валовые формы					
Ртуть	1	$3,6 \times 10^{-4}$	$8,35 \times 10^{-4}$	$12,2 \times 10^{-4}$	$2,4 \times 10^{-4}$
Мышьяк	1	0,01	0,26	0,2	0,175
Молибден	2	$5,9 \times 10^{-6}$	$9,8 \times 10^{-6}$	$19,5 \times 10^{-6}$	$7,8 \times 10^{-6}$
Сурьма	2	$1,9 \times 10^{-3}$	$0,78 \times 10^{-3}$	$0,39 \times 10^{-3}$	$1,9 \times 10^{-3}$
Бор	2	$3,5 \times 10^{-6}$	$1,21 \times 10^{-6}$	$0,82 \times 10^{-6}$	$4,69 \times 10^{-6}$
Стронций	3	$1,2 \times 10^{-5}$	$2,2 \times 10^{-5}$	$2,3 \times 10^{-5}$	$0,1 \times 10^{-5}$
Барий	3	$1,6 \times 10^{-3}$	$3,1 \times 10^{-3}$	$4,3 \times 10^{-3}$	$2,3 \times 10^{-3}$
Ванадий	3	0,21	0,46	0,44	0,33

Расчёт уровня неканцерогенного риска произведен при помощи программного комплекса по расчету оценки риска для здоровья населения от воздействия химических веществ в почве (расчёт коэффициента опасности). Следует отметить, что использование тематического компьютерного программного обеспечения остается популярным и действенным решением этих сложностей - оно позволяет свести к минимуму ошибки и ускорить расчеты. В настоящее время нами проводится работа по совершенствованию данного продукта, а также создания информационных баз, для работы по расчету риска для здоровья населения от воздействия химических веществ, загрязняющих почву.

Выводы. Загрязнения почвы химическими веществами, в том числе тяжелыми металлами, которые могут опосредованно влиять на здоровье населения и окружающую среду и так же длительно сохраняться в почвах вызывая отдаленные последствия настоящее время не вызывает сомнения. Санитарно-гигиеническая оценка почв осложняется тем, что для многих веществ отсутствуют нормативы содержания их в почвах, и при оценке загрязнения используется сравнение с «фоновыми значениями, однако природная изменчивость делает данные сравнения не совсем корректными для оценки неблагоприятных последствий от контакта населения с загрязнённой почвой.

Ориентировочная оценка опасности загрязнения почв по суммарному показателю загрязнения для подвижных форм веществ была менее 16, на всех функциональных территориях г. Курчатова, что является «допустимой категорией» загрязнения почв. Для валовых форм она была «допустимой», для зоны детских дошкольных и школьных учреждений, и «умеренно опасной» для жилой и рекреационных зон. Это происходит за счет превышение концентрации для бария, стронция и молибдена в почвах относительно фоновых значений, для этих веществ отсутствуют утвержденные нормативы.

В данной ситуации, для гигиенической оценки опасности химического загрязнения почв различных функциональных групп особенно перспективным и значимым является метод оценки риска.

Проведенные исследования показали, что при расчётах оценки риска для населения г. Курчатова при кожном воздействии загрязнённых почв уровень неканцерогенного риска является допустимым.

Таким образом, несмотря на основные сложности, с которыми специалист сталкивается при расчете оценки риска для здоровья населения от воздействия загрязнённых почв - ошибки в формулах, избыточность параметров, недостаток информации о значениях GIABS, трудоемкость, данный метод с гигиенических позиций на современном этапе является одним из самых важных и надежных.

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES:

1. Филиппова Л. С., Акимов А. С. Загрязнение почвы и биологические методы ее очистки //Международный научно-исследовательский журнал. – 2022. – №. 11 (125). – С. 13. <https://doi.org/10.23670/IRJ.2022.125.73> (02.07.2024)
2. Khan S. et al. Global soil pollution by toxic elements: Current status and future perspectives on the risk assessment and remediation strategies-A review //Journal of Hazardous Materials. – 2021. – Т. 417. – С. 126039. <https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2021.126039> (02.07.2024)
3. Прилипко, Н. С. Перспективные направления научно-технологического развития и совершенствования организации здравоохранения, направленные на противодействие техногенным угрозам, связанным с загрязнением атмосферного воздуха / Н. С. Прилипко, И. П. Бобровницкий // Russian Journal of Environmental and Rehabilitation Medicine. – 2022. – № 2. – С. 37-52.
4. Схаплок И. А. Современное состояние проблемы загрязнения почв //Развитие аграрной науки и практики: состояние, проблемы и перспективы. – 2022. – С. 112-117. (02.07.2024)
5. Zwolak A. et al. Sources of soil pollution by heavy metals and their accumulation in vegetables: A review //Water, air, & soil pollution. – 2019. – Т. 230. – С. 1-9. <https://doi.org/10.1007/s11270-019-4221-y> (02.07.2024)

6. Barsova N. et al. Current state and dynamics of heavy metal soil pollution in Russian Federation—A review //Environmental pollution. – 2019. – Т. 249. – С. 200-207. (02.07.2024)
7. Egendorf S. P. et al. Soil toxicants that potentially affect children's health //Current Problems in Pediatric and Adolescent Health Care. – 2020. – Т. 50. – №. 1. – С. 100741. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2019.03.020> (02.07.2024)
8. Donado E. P. et al. Soil contamination in Colombian playgrounds: effects of vehicles, construction, and traffic //Environmental Science and Pollution Research. – 2021. – Т. 28. – С. 166-176. <https://doi.org/10.1007/s11356-020-09965-w> (02.07.2024)
9. Paustenbach D. J. et al. An assessment and quantitative uncertainty analysis of the health risks to workers exposed to chromium contaminated soils //Toxicology and Industrial Health. – 1991. – Т. 7. – №. 3. – С. 159-196. <https://doi.org/10.1177/074823379100700304> (02.07.2024)
10. Lupolt S. N. et al. Key considerations for assessing soil ingestion exposures among agricultural workers //Journal of Exposure Science & Environmental Epidemiology. – 2022. – Т. 32. – №. 3. – С. 481-492. <https://doi.org/10.1038/s41370-021-00339-z> (02.07.2024)
11. Колнет И. В., Студеникина Е. М. Организация мониторинга уровня загрязнения почвы для оценки риска здоровью детей //Научно-медицинский вестник Центрального Черноземья. – 2017. – №. 70. – С. 100-105. (02.07.2024)
12. Рябчикова И. А., Иванова С. В. Оценка риска для здоровья населения при воздействии химических канцерогенов (на примере г. Шелехова Иркутской области) //XXI век. Техносферная безопасность. – 2016. – Т. 1. – №. 3. – С. 100-113. (02.07.2024)
13. Прилипко, Н. С. Гигиеническая оценка персонализированного риска здоровью для профилактики экологически обусловленных заболеваний в системе первичной медико-санитарной помощи населению. Обзор / Н. С. Прилипко, В. В. Турбинский, И. П. Бобровицкий // Russian Journal of Rehabilitation Medicine. – 2020. – № 3. – С. 5-35. (02.07.2024)
14. Каманина И. З., Каплина С. П., Макаров О. А. Канцерогенный риск, связанный с загрязнением почв, для здоровья населения городов //Гигиена и санитария. – 2023. – Т. 102. – №. 3. – С. 299-304. <https://doi.org/10.47470/0016-9900-2023-102-3-299-304> (02.07.2024)
15. Боев В. М. и др. Гигиеническая оценка канцерогенного риска здоровью населения, ассоциированного с загрязнением депонирующих сред тяжелыми металлами //Анализ риска здоровью. – 2022. – №. 1. – С. 17-26. 10.21668/health.risk/2022.1.02 (07.04.2024)
16. Дерябин А. Н., Унгурияну Т. Н., Бузинов Р. В. Риск здоровью населения, связанный с экспозицией химических веществ почвы //Анализ риска здоровью. – 2019. – №. 3. – С. 18-25. 10.21668/health.risk/2019.3.02 (02.07.2024)
17. [Электронный ресурс]: <https://www.epa.gov/risk/regional-screening-levels-rsls-equations> (02.07.2024)
18. Adediji O. H., Olayinka O. O., Tope-Ajayi O. O. Spatial distribution and health risk assessment of soil pollution by heavy metals in Ijebu-Ode, Nigeria //Journal of Health and Pollution. – 2019. – Т. 9. – №. 22. <https://doi.org/10.5696/2156-9614-9.22.190601> (02.07.2024)
19. Qi M. et al. Pollution Profiles, Source Identification and Health Risk Assessment of Heavy Metals in Soil near a Non-Ferrous Metal Smelting Plant //International Journal of Environmental Research and Public Health. – 2023. – Т. 20. – №. 2. – С. 1004. <https://doi.org/10.3390/ijerph20021004> (02.07.2024)
20. Дерябкина Л. А., Марченко Б. И., Тарасенко К. С. Оценка канцерогенного риска, связанного с повышенным содержанием 3, 4-бенз (а) пирена в почве г. Таганрога //Анализ риска здоровью-2021. Внешнесредовые, социальные, медицинские и поведенческие аспекты. Совместно с международной встречей по окружающей среде и здоровью RISE-2021. – 2021. – С. 369-378. (02.07.2024)
21. Осипова Н. А., Филимоненко Е. А., Язиков Е. Г. Воздействие тяжелых металлов почвы как фактор риска для здоровья населения (на примере территорий угледобывающих регионов) //Успехи современного естествознания. – 2022. – №. 12. – С. 124-135. (02.07.2024)
22. Тимофеева С. С., Иванова С. В., Рябчикова И. А. Оценка канцерогенных рисков для населения в зоне выбросов алюминиевого производства //Экология и промышленность России. – 2017. – Т. 21. – №. 5. – С. 38-43. (02.07.2024)
23. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2023664453 Российская Федерация. Программный комплекс по расчету оценки риска для здоровья населения от воздействия химических веществ в почве: № 2023663778 : заявл. 30.06.2023 : опубл. 05.07.2023 / М. А. Водянова, О. В. Ушакова, И. С. Евсеева [и др.] ; заявитель ФГБУ "Центр стратегического планирования и управления медико-биологическими рисками здоровью" Федерального медико-биологического агентства. – EDN ZBSUAR.
24. Медведев И.Ф., Деревягин С.С. Тяжелые металлы в экосистемах. Саратов: «Ракурс», 2017. – 178 с.
25. Лысков Ю.А. Роль и физиологические основы обмена макро-и микроэлементов в питании человека. //Экспериментальная клиническая гастроэнтерология.-2009.-№2.-С120-131

PROBLEMS OF ASSESSING THE RISK TO PUBLIC HEALTH OF CHEMICAL CONTAMINATION OF SOILS OF VARIOUS FUNCTIONAL PURPOSES

Ushakova O.V., Evseeva I.S., Vodianova M.A., Yudin S.M.

Federal State Budgetary Institution "Center for Strategic Planning and Management of Biomedical Health Risks"
of the Federal Biomedical Agency, 119121, Moscow

ABSTRACT. The hygienic value of the soil is of great importance when using land masses for various spheres of human activity. The soil acts as an environment for the accumulation of sources of risk, and therefore determining the possibility of harmful effects is an important part in ensuring the sanitary and epidemiological safety

of environmental facilities for the population. The aim of the study was to assess the danger of chemical contamination of soils of various functional purposes for the health of the population of Kurchatov, Kursk region. In all territories of various purposes in the city of Kurchatov, soil pollution by the total pollution index for mobile forms of substances was less than 16 – "permissible". For gross forms, it was "acceptable" for the zone of preschool and school institutions, and "moderately dangerous" for residential and recreational areas. This is due to the excess of barium, strontium and molybdenum in soils relative to background values, there are no approved standards for these substances. In this situation, the risk assessment method is particularly promising and significant for the hygienic assessment of the danger of chemical contamination of soils of various functional groups. The conducted studies have shown that when calculating the risk assessment for the population of Kurchatov with skin exposure to contaminated soils, the level of non-carcinogenic risk is acceptable. Thus, despite the main difficulties that a specialist faces when calculating the risk assessment for public health from exposure to contaminated soils, this method is one of the most reliable from a hygienic point of view at the present stage.

Keywords: soil pollution, chemicals, average daily dose, soil of residential areas, skin exposure, physico-chemical studies, health risk, sanitary and epidemiological safety.

Сведения об авторах

Ушакова Ольга Владимировна - ведущий научный сотрудник отдела гигиены, к.м.н., e-mail: OUshakova@cspmz.ru; <https://orcid.org/0000-0003-2275-9010>; тел. +7 (495) 540-61-71 доб. 1046

Евсеева Ирина Сергеевна - старший научный сотрудник отдела гигиены, к.м.н., e-mail: IEvseeva@cspfmba.ru; <http://orcid.org/0000-0001-5765-0192>; тел. +7 (495) 540-61-71 доб. 1046

Водянова Мария Александровна – ученый секретарь, к.б.н., e-mail MVodyanova@cspfmba.ru; тел <https://orcid.org/0000-0003-3350-5753> ; тел. +7 (495) 540-61-71 доб. 1080

Юдин Сергей Михайлович – и.о. генерального директора ФГБУ «ЦСП» ФМБА России, д.м.н., профессор, тел. 7 (495) 540 61 71, e-mail info@cspfmba.ru; <https://orcid.org/0000-0002-7942-8004>

ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

УДК 663.64:614.215

СОДЕРЖАНИЕ СЕЛЕНА В ПРИРОДНЫХ МИНЕРАЛЬНЫХ ВОДАХ: ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

Парнякова Л. Л.^{1*}, Гореликова О. Н.¹, Гурьевская Е. А.¹, Семенова И. В.¹, Гришечкина И. А.¹,
Яковлев М.Ю.^{1,2}, Гаврилов С. В.¹

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

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

РЕЗЮМЕ.

Селен входит в состав более 200 гормонов и ферментов и участвует в регуляции деятельности всех систем в организме. Известно, что селен не вырабатывается в организме человека, а поступает в него из воды и продуктов. Биодоступность селена, содержащегося в минеральных водах выше, чем у продуктов питания, в связи с чем изучение селена в минеральных водах является актуальным.

Цель обзора – изучить современное состояние проблемы влияния селена на организм человека, проанализировать и систематизировать данные о содержании селена в природных минеральных питьевых водах на территории Российской Федерации, полученные в Центре испытаний и экспертизы природных лечебных ресурсов ФГБУ «НМИЦ РК» Минздрава России.

Проведён анализ литературных источников с 2002 по 2024 года на тему воздействие минеральных природных вод, содержащих селен, на организм человека. Проанализировано в общей сложности более 100 источников, в окончательный анализ вошли 55 источников. Количественное определение содержания селена в природных минеральных питьевых водах проводилось методом атомно-абсорбционной спектроскопии с электротермической атомизацией.

Проведенный анализ литературы убедительно демонстрирует важную роль селена в поддержании здоровья человека. Установленная U-образная кривая зависимости "доза-эффект" подчеркивает необходимость тщательного контроля за уровнем потребления селена, как при поступлении его с пищей, так и при питьевом применении природных и обогащенных минеральных вод. Систематизированные данные о содержании селена в минеральных водах различных регионов Российской Федерации, показали широкий диапазон его концентраций (от менее 2 до 49 мкг/дм³).

Требуют дальнейшего исследования механизмы взаимодействия селена с другими микроэлементами, а также влияние растворенного органического вещества в минеральных водах на биодоступность селена. Малоизученными являются долгосрочные эффекты потребления минеральных вод, содержащих селен и возможности их применения в персонализированных программах санаторно-курортного лечения.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: селен, эссенциальность, природная минеральная вода, эксперимент, U-образная кривая токсичности.

* Адрес для переписки: Парнякова Людмила Леонидовна, e-mail: ParnyakovaLL@nmicrk.ru

Цитирование. Парнякова Л. Л., Гореликова О. Н., Гурьевская Е. А., Семенова И. В., Гришечкина И. А., Яковлев М.Ю., Гаврилов С. В. Содержание селена в природных минеральных водах: обзор литературы. Russian Journal of Environmental and Rehabilitation Medicine. 2025. 4: 45-52.

Citation Parnyakova L.L., Gorelikova O.N., Gurevskaya E.A., Semenova I.V., Grishechkina I.A., Yakovlev M.Yu., Gavrilov S. V. Selenium content in natural mineral waters: literature review. Russian Journal of Environmental and Rehabilitation Medicine. 2025. 4: 45-52.

ВВЕДЕНИЕ.

Селен – один из важнейших элементов здорового организма. Входит в структуру более 20 соединений жизнеобеспечения [1,2,3]. Данный элемент не вырабатывается самостоятельно живыми организмами, а поступает в них извне при употреблении воды и/или продуктов питания [1,3], причём элементарный селен мало усваивается [2].

Селен образует неорганические соединения [4,5], в которых проявляет разную степень окисления: селениды (-2), селениты (+4), селенаты (+6). Доказано, что селенат, а также с селеносодержащие аминокислоты усваиваются лучше, чем селенит [2,6,7].

На данный момент в природе зафиксировано существование 37 минералов селена, наибольшую популярность имеют: ашавалит FeSe, клаусталит PbSe, тиманнит HgSe, гуанахуатит Bi₂(SeS)₃, хастит CoSe₂, платинит PbBi₂(SSe)₃, ассоциирующие с различными сульфидами, а иногда также с касситеритом [8].

Данным элементом богаты бразильский орех, морепродукты, пшеничные отруби, семена подсолнуха, куриные яйца, творог, чеснок [1,2]. Нестабильность селена при термической обработке подразумевает употребление сырых продуктов для максимального его усвоения [9]. Также селен фактически не усваивается организмом в присутствии сахара [2].

Селен входит в состав более 200 гормонов и ферментов, поэтому участвует в регуляции деятельности всех систем в организме [1,2,6].

Известно, что селен важный антиоксидант, нейтрализующий действие на организм соединений ртути, кадмия, свинца, меди, мышьяка, теллура, олова и цинка [10,11,12]. Но до конца не изучен механизм совместного воздействия на живые организмы этих элементов даже при содержаниях, не превышающих допустимые уровни [13]. Также важна роль селена в профилактике развития злокачественных опухолей [6,14], в улучшении репродуктивной функции [15, 16], в профилактике развития ишемической болезни сердца [11,12, 13], в профилактике развития когнитивных способностей [20]. Способен улучшать иммунный ответ [10,21], облегчать симптомы ревматоидного артрита, бронхиальной астмы [22], защищать от вирусных заболеваний [10,21].

По данным ФГБУ «РОНЦ им. Н.Н. Блохина» РАМН (2012 год) безопасный и достаточный уровень потребления селена составляет 50 - 200 мкг/сут [1]. Проблемы дефицита селена возникают при дозе менее 11 мкг/сут. [3,23].

Основным критерием, по которому судят о достаточном поступлении в организм человека селена, служит его концентрация в плазме крови [24]. У жителей России содержание селена в плазме крови в большинстве регионов находится в пределах 60 - 91 мкг/л [1]. Также селеновый статус исследуется путём определения концентрации микроэлемента в моче, волосах, ногтях [24,25].

Одним из путей попадания в организм селена можно считать его поступление с минеральными водами, которые назначаются в лечебных целях или используются самостоятельно для питьевого применения. В минеральных водах присутствует обычно очень большое число различных компонентов (более 50), однако основными из них являются натрий, сульфаты, гидрокарбонат, реже – железо, алюминий, калий [4, 26, 27]. Во многих водах содержатся биологически активные микрокомпоненты, которые, несмотря на незначительные количества их в воде, играют весьма важную роль в жизнедеятельности организма. Присутствие этих микроэлементов, особенно в питьевых минеральных водах, нередко определяют их бальнеологическую и лечебную ценность [28-30].

Таким образом, актуальность исследования минеральных вод, содержащих в своем составе селен, обусловлена критической зависимостью здоровья человека от этого микроэлемента, который не синтезируется в организме и поступает исключительно из внешних источников.

В Центре испытаний и экспертизы природных лечебных ресурсов ФГБУ «НМИЦ РК» Минздрава России проводятся испытания минеральных природных вод из регионов Российской Федерации [26].

В таблице 1 приведены значения содержаний селена в минеральных природных водах различной минерализации за 2024 год.

Таблица 1. Содержание селена в минеральных природных водах

№ п/п	Место отбора образца (пробы) (республика/регион/город)	Месяц проведения испытания	Массовая концентрация селена, мкг/дм ³ *	Водородный показатель, ед. pH*	Общая минерализация, г/дм ³ *
1	Вологодская область, Вологодский округ	июнь	менее 2	7,8	11,3
2	Республика Крым, г. Саки	апрель	менее 2	7,7	2,3
3	Западнокавказский участок**	декабрь	менее 2 / 2,5	6,6/6,6	6,8/2,8
4	Запорожская область, Мелитопольский р-н***	август	менее 2 / 15 / 18	8,2/8,1/8,2	10,2/10,1/10,1

№ п/п	Место отбора образца (пробы) (республика/регион/город)	Месяц проведения испытания	Массовая концентрация селена, мкг/дм³*	Водородный показатель, ед. рН*	Общая минерализация, г/дм³*
5	Липецкая область, г. Липецк***	июль	менее 2 / 21 / 23	7,9/7,8/7,3	3,7/4,0/4,0
6	Хостинский р-н, г. Сочи**	июль	менее 2 / 49	7,2/7,3	5,0/4,4
7	Москва**	декабрь	менее 1 / 35	7,7/8,4	4,4/4,2
8	Тульская область, Суворовский р-н**	февраль	3 / 11	7,8/6,9	7,4/3,2
9	Чеченская Республика, г. Серноводское**	август	8 / 10	7,7/8,5	3,4/3,3
10	Лискинский р-н, г. Лиски**	август	8 / 11	7,0/6,0	1,8/1,2
11	Ярославская область, Некрасовский р-н**	март	31 / 39	7,1/8,4	14
12	Кировская область, г. Киров**	август	34 / 49	8,9/8,5	14,9/14,4
13	Республика Грузия, Душетский м. р-н	март	2,4	6,2	3,4
14	Калининградская область, г. Зеленоградск	июнь	2,6	9,4	1,7
15	Псковская область, Ивановская волость	июль	3,0	7,3	9,1
16	Владимирская область, Петушинский р-н	ноябрь	4,5	7,6	1,4
17	Кировская область, Оричевский р-н	ноябрь	5,7	7,3	2,6
18	Республика Крым, г. Евпатория	август	6	7,9	4,2
19	Тульская область, Щекинский р-на	июнь	7	7,4	2,7
20	Ненецкий автономный округ, г. Нарьян-Мар	май	7,5	7,9	6,3
21	Ярославская область, г. Рыбинск	сентябрь	8	7,8	3,7
22	Пензенская область, г. Пенза	октябрь	9	7,7	4,3
23	Республика Татарстан, г. Набережные Челны	февраль	9	7,3	2,6
24	Московская область, Одинцовский р-н	октябрь	14,4	6,3	4,1
25	Новгородская область, г. Сольцы	декабрь	17	7,2	8,7
26	Вологодская, г. Череповец	ноябрь	19	7,6	3,4
27	Ярославская область, Рыбинский р-н	август	19	9,3	4,7
28	Пензенская область, Пензенский р-н	октябрь	21	7,3	8,2
29	Чувашская республика, г. Новочебоксарск	май	21	8,6	5,2
30	Удмуртская республика, Увинский р-н	май	26	9,0	3,1
31	Чувашская республика, Шумерлинский м. о.	ноябрь	39	6,7	5,6

Примечание: *данные получены на базе Центра испытаний и экспертизы ФГБУ НМИЦ РИК Минздрава России в г. Москва, свободная таблица была составлена на основании лабораторных испытаний, полученных за 2024 год в результате количественного анализа методом атомно-абсорбционной спектроскопии с электротермической атомизацией в аккредитованной лаборатории; ** - исследовано 2 образца; *** - исследовано 3 образца

В таблице 1 приведены значения содержаний селена в минеральных природных водах различной минерализации за 2024 год.

По полученным данным видно, что содержание селена в минеральных природных водах данных регионов колеблется от менее 2 мкг/дм³ до 49 мкг/дм³.

Особый интерес вызывают минеральные углекислые холодные, углекислые термальные воды содержащие органические вещества [27,28]. В Центе испытаний и экспертизы природных лечебных ресурсов в 2021 году была проведена работа по оценке показателей качества биологически активных компонентов в минеральных источниках Шумаковского заповедника Республики Бурятия (Восточная Сибирь) в зимний период года. Исследуемые минеральные источники расположены на высоте 1558 м в горах Восточного Саяна, на реке Шумак (правый приток реки Китой), на северном макросклоне Тункинских Гольцов. Главнейшим геологическим фактором появления углекислых вод на данной территории является молодая вулканическая деятельность в четвертичное время, отмеченная тектоническими разломами [28, 29].

В минеральных источниках: «Селен», «Глаза», «Диабет», «Желудок», «Рак» содержание селена составляло менее 1 мкг/дм³. По данным аналитических исследований, проведенных в Институте геохимии СО РАН в 2012 году (Шпейзер и др.), содержание селена в источнике «Рак» составляло 0,52 мкг/дм³, в источнике «Глаза» («глазной») – 0,62 мкг/дм³ [30]. Особенностью минеральных вод Шумацких источников является повышенное содержание растворенных органических веществ [28].

Показатели химической безопасности неупакованных минеральных вод приведены в ГОСТ Р 54316-2020 «Воды минеральные природные питьевые. Общие технические условия» (Национальный стандарт Российской Федерации). Допустимые уровни содержания токсичного элемента селена для столовых минеральных вод с общей минерализацией до 1,0 г/дм³ – 0,01 мг/дм³, для лечебно-столовых минеральных вод с общей минерализацией более 1,0 г/дм³ – 0,05 мг/дм³, лечебных минеральных вод – 0,05 мг/дм³ [31].

В свете вышеизложенного необходимо упомянуть U-кривой токсичности селена [3,32,33]. Как слишком малое, так и большое содержание элемента в организме человека, может вызывать негативного воздействия на функционирование систем [3,34]. Высокий уровень его химической активности, может привести к полному уничтожению организма [33].

Говоря о его положительных свойствах, можно сказать, что правильно сбалансированный приём сочетания витамина Е и селена, способен не только замедлить внешний и внутренний процесс старения, но и улучшить процесс регенерации кожи [8,35,36]. Витамин С и селен работают совместно в вопросе защиты от свободных радикалов, осуществляют укрепления иммунитета [21,37]. Так же по данному направлению хорошо зарекомендовала себя связь цинка и селена, способная обеспечить более эффективную работу иммунитета [21]. При рассмотрении влияния йода в связке с селеном на организм человека было установлено, что данное взаимодействие благоприятно влияет на эндокринную систему, не только в вопросе профилактики, а также лечения [38,39,16]. Правильное содержание никеля и селена в организме человека увеличивает шансы на низкий риск развития рака экзокринной ткани поджелудочной железы [14]. Уровень селена с возрастом уменьшается [24,25], восполнение его возможно осуществить употреблением минеральной воды [40,27].

Обращая внимание на негативный аспект воздействия селена, встаёт вопрос о жёстком контроле дозировки его потребления [3,32]. Введение данного элемента в дополнительный рацион потребления должно строго осуществляться под наблюдением медицинского специалиста [34]. Симптомы избыточной концентрации селена проявляются в чесночном запахе дыхания, мочи, металлическом вкусе, головных болях, тошноте, потере волос, повреждении ногтей, снижение зрения [3,32,33]. Также возможны судороги, отёк лёгких и циркуляторный коллапс [33].

Таким образом, комплексное изучение селена является актуальной междисциплинарной задачей [41-47]. Дальнейшие исследования должны быть сосредоточены на возможности применения селен-содержащих природных и обогащённых селеном минеральных вод в персонализированной медицине [48,49], долгосрочных эффектах коррекции селенового статуса [50] и разработке научно обоснованных региональных программ [51,52], что позволит оптимизировать использование минеральных вод России для укрепления здоровья населения [53-60].

Заключение

Проведенный анализ литературы убедительно демонстрирует критическую роль селена в поддержании здоровья человека. Как показано в обзоре, дефицит этого элемента приводит к нарушению функционирования практически всех систем организма, в то время как его избыток несет серьезные токсические риски. Установленная U-образная кривая зависимости "доза-эффект" подчеркивает необходимость тщательного контроля за уровнем потребления селена, особенно при использовании обогащенных минеральных вод.

Особую ценность представляют систематизированные данные о содержании селена в минеральных водах различных регионов Российской Федерации, полученные в Центре испытаний ФГБУ «НМИЦ РК» Минздрава России. Эти данные, охватывающие широкий диапазон концентраций (от менее 2 до 49 мкг/дм³), являются важной основой для разработки региональных рекомендаций по потреблению минеральных вод и оценке их лечебно-профилактического потенциала. Несмотря на значительный прогресс в изучении селена, остаются нерешенными ряд вопросов. Требуется дальнейшего исследования механизмы взаимодействия

селена с другими микроэлементами, а также влияние растворенного органического вещества в минеральных водах на биодоступность селена. Малоизученными являются долгосрочные эффекты потребления минеральных вод, содержащих селен.

Комплексное изучение селена – от его геохимических особенностей до роли в профилактике заболеваний – остается актуальной междисциплинарной задачей. Дальнейшие исследования должны быть сосредоточены на персонализированной медицине, долгосрочных эффектах коррекции селенового статуса и разработке научно обоснованных региональных программ, что позволит оптимизировать использование минеральных вод России для укрепления здоровья населения.

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES:

1. Тутельян В.А., Княжев В.А., Хотиненко С.А. и др. Селен в организме человека. М.: Издательство РАМН; 2002. 224 с. [Tutelyan V.A., Knyazhev V.A., Khotinenko S.A. and others. Selenium in the human body. Moscow: Publishing House of the Russian Academy of Medical Sciences; 2002. 224 p. (In Russ.)]
2. Голубкина Н.А. Селен в питании: растения, животные, человек. М.: 2006. 254 с. [Golubkina N.A. Selenium in nutrition: plants, animals, man. Moscow: 2006. 254 p. (In Russ.)]
3. Гасанов А.С., Гатина А.А., Зухрабова З.М. и др. Недостаточность селена. 2020; 51. [Hasanov A.S., Gatina A.A., Zukhrabova Z.M. and others. Selenium deficiency. 2020; 51. (In Russ.)]
4. Куренков С.Н., Растегаев О.Ю. Селен в природной воде. Нахождение оптимальных концентраций. Государственный научно-исследовательский институт промышленной экологии. Химия природных сред и объектов. URL: <https://promeco-inst.ru/> Дата доступа: 20 апреля 2025 года [Kurenkov S.N., Rastegaev O.Y. Selenium in natural water. Finding optimal concentrations. State Scientific Research Institute of Industrial Ecology. Chemistry of natural environments and objects. (In Russ.) <https://promeco-inst.ru/> Available at: <https://promeco-inst.ru/> Accessed on: 20 April 2025]
5. Moreda-Piñeiro J., Moreda-Piñeiro A. Recent advances in combining atomic absorption spectrometry and electrothermal atomization. TrAC Trends in Analytical Chemistry. 2019; 116: 184-192. DOI: 10.1016/j.trac.2019.04.020.
6. Рейман М.П. Селен и здоровье человека. Lancet. 2012; 379: 1256-1268. [Reiman M.P. Selenium and human health. Lancet. 2012; 379: 1256-1268. (In Russ.)]
7. Hazen R.M., Ewing R.C., Sverjensky D.A. Evolution of uranium and thorium minerals. American Mineralogist. 2009; 94(10): 1293-1311. DOI: 10.2138/am.2009.3208.
8. Rayman M.P. Selenium and human health. The Lancet. 2012; 379(9822): 1256-1268. DOI: 10.1016/S0140-6736(11)61452-9.
9. Thiry C., Ruttens A., De Temmerman L. et al. Current knowledge in species-related bioavailability of selenium in food. Food Chemistry. 2012; 130(4): 767-784. DOI: 10.1016/j.foodchem.2011.07.102.
10. Гусейнов Т.М., Гулиева Р.Т., Яхьяева Ф.Р. Биологическое значение селена и его место при РНК-вирусных заболеваниях. Микроэлементы в медицине. 2020; 21(4): 24-32. [Huseynov T.M., Guliyeva R.T., Yakhyaeva F.R. The biological significance of selenium and its place in RNA viral diseases. Trace elements in medicine. 2020; 21(4): 24-32. (In Russ.)]
11. Шарипов К.О., Омирзакова К.К., Булыгин К.А. и др. Влияние синтетических соединений селена на эритропоэз при свинцовой интоксикации в эксперименте. Микроэлементы в медицине. 2016; 17(2): 45-50. DOI: 10.19112/2413-6174-2016-17-2-45-50. [Sharipov K.O., Omirzakova K.K., Bulygin K.A. and others. The effect of synthetic selenium compounds on erythropoiesis during lead intoxication in an experiment. Trace elements in medicine. 2016; 17(2): 45-50. DOI: 10.19112/2413-6174-2016-17-2-45-50. (In Russ.)]
12. Ralston N.V.C., Raymond L.J. Dietary selenium's protective effects against methylmercury toxicity. Toxicology. 2010; 278(1): 112-123. DOI: 10.1016/j.tox.2010.06.004.
13. Spiller H.A. Rethinking mercury: the role of selenium in the pathophysiology of mercury toxicity. Clinical Toxicology. 2018; 56(5): 313-326. DOI: 10.1080/15563650.2017.1400555.
14. Vinceti M., Filippini T., Del Giovane C. et al. Selenium for preventing cancer. Cochrane Database of Systematic Reviews. 2018; (1): CD005195. DOI: 10.1002/14651858.CD005195.pub4.
15. Луцкий Д.Л., Полунин А.И., Мирошников В.М., Николаев А.А. Влияние селена на репродуктивную функцию мужчин. Микроэлементы в медицине. 2007; 8(2): 23-26. [Lutsky D.L., Polunin A.I., Miroshnikov V.M., Nikolaev A.A. The effect of selenium on the reproductive function of men. Trace elements in medicine. 2007; 8(2): 23-26. (In Russ.)]
16. Mistry H.D., Pipkin F.B., Redman C.W.G., Poston L. Selenium in reproductive health. American Journal of Obstetrics and Gynecology. 2012; 206(1): 21-30. DOI: 10.1016/j.ajog.2011.07.034.
17. Куропаткина Т.А., Медведева Н.А., Медведев О.С. Роль селена в кардиологии. Кардиология. 2021; 61(3): 96-104. [Kuropatkina T.A., Medvedeva N.A., Medvedev O.S. The role of selenium in cardiology. Cardiology. 2021; 61(3): 96-104. (In Russ.)]
18. Намиот Е.Д., Морозова Г.Д., Цибулина А.А., Лапин И.И. Микроэлементы в терапии и профилактике сердечно-сосудистых заболеваний. Микроэлементы в медицине. 2023; 24(2): 36-47. DOI: 10.19112/2413-6174-2023-24-2-36-47. [Namiot E.D., Morozova G.D., Tsybulina A.A., Lapin I.I. Trace elements in the treatment and prevention of cardiovascular diseases. Trace elements in medicine. 2023; 24(2): 36-47. DOI: 10.19112/2413-6174-2023-24-2-36-47. (In Russ.)]
19. Flores-Mateo G., Navas-Acien A., Pastor-Barriuso R. et al. Selenium and coronary heart disease: a meta-analysis. The American Journal of Clinical Nutrition. 2006; 84(4): 762-773. DOI: 10.1093/ajcn/84.4.762.
20. Cardoso B.R., Roberts B.R., Bush A.I., Hare D.J. Selenium, selenoproteins and neurodegenerative diseases. Metallomics. 2015; 7(8): 1213-1228. DOI: 10.1039/c5mt00075k.
21. Hoffmann P.R., Berry M.J. The influence of selenium on immune responses. Molecular Nutrition & Food Research. 2008; 52(11): 1273-1280. DOI: 10.1002/mnfr.200700330.

22. Mao J., Pop V.J., Bath S.C. et al. Effect of low-dose selenium on thyroid autoimmunity and thyroid function in UK pregnant women with mild-to-moderate iodine deficiency. *European Journal of Nutrition*. 2016; 55(1): 55-61. DOI: 10.1007/s00394-014-0822-9.
23. World Health Organization (WHO). Selenium in Drinking-water. Background document for development of WHO Guidelines for Drinking-water Quality. 2011. (WHO/HSE/WSH/10.01/14).
24. Combs G.F. Biomarkers of Selenium Status. *Nutrients*. 2015; 7(4): 2209-2236. DOI: 10.3390/nu7042209.
25. Hurst R., Collings R., Harvey L.J. et al. EURRECA—Estimating Selenium Requirements for Deriving Dietary Reference Values. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*. 2013; 53(10): 1077-1096. DOI: 10.1080/10408398.2012.742861.
26. Голубкина Н.А., Лапченко В.А., Лапченко Л.В. и др. Содержание селена в грунтовых водах Крыма. Микроэлементы в медицине. 2023; 24(2): 60-68. DOI: 10.19112/2413-6174-2023-24-2-60-68. [Golubkina N.A., Lapchenko V.A., Lapchenko L.V. and others. The content of selenium in the groundwater of Crimea. Trace elements in medicine. 2023; 24(2): 60-68. DOI: 10.19112/2413-6174-2023-24-2-60-68. (In Russ.)]
27. Узденов М.Б., Хапаева Ф.М., Хапаева З.М., Кубанов Х.Б. Эффективность модифицированных селеном питьевых минеральных вод в восстановительном лечении пациентов с синдромом раздраженного кишечника. Курортная медицина. 2022; (3): 127-131. DOI: 10.51871/2304-0343_2022_3_127. [Uzdenov M.B., Khapaeva F.M., Khapaeva Z.M., Kurbanov H.B. Efficacy of selenium-modified drinking mineral waters in the rehabilitation treatment of patients with irritable bowel syndrome. Spa medicine. 2022; (3): 127-131. DOI: 10.51871/2304-0343_2022_3_127. (In Russ.)]
28. Ломоносова Т.К., Шпейзер Д.М. Геохимия углекислых вод Восточного Саяна (на примере Шумаковского источника). Геохимия. 2015; (7): 635-646. [Lomonosova T.K., Speizer D.M. Geochemistry of carbon dioxide waters of the Eastern Sayan (on the example of the Shumak spring). *Geochemistry*. 2015; (7): 635-646. (In Russ.)]
29. Пиннекер Е.В. Минеральные воды Бурятии. Новосибирск: Наука; 1977. 192 с. [Pinneker E.V. Mineral waters of Buryatia. Novosibirsk: Nauka Publ., 1977. 192 p. (In Russ.)]
30. Шпейзер Д.М., Ломоносова Т.К., Замана Л.В. и др. Формы нахождения селена в минеральных водах Шумаковского месторождения (Восточный Саян). Доклады Академии наук. 2013; 453(1): 81-85. DOI: 10.7868/S0869565213290201. [Speizer D.M., Lomonosova T.K., Zamana L.V. and others. The forms of selenium in the mineral waters of the Shumakskoye deposit (Vostochny Sayan). *Reports of the Academy of Sciences*. 2013; 453(1): 81-85. DOI: 10.7868/S0869565213290201. (In Russ.)]
31. ГОСТ Р 54316-2020. Национальный стандарт Российской Федерации. Воды минеральные природные питьевые. Общие технические условия. [Drinking natural mineral waters. General specifications. Дата введения 2020-07-01. (In Russ.)]
32. Селен: яд и противоядие (окончание). Животноводство России. 2024; (3): 47-48. [Selenium: poison and antidote (ending). *Animal husbandry in Russia*. 2024; (3): 47-48. (In Russ.)]
33. Vinceti M., Crespi C.M., Bonvicini F. et al. The need for a reassessment of the safe upper limit of selenium in drinking water. *Science of The Total Environment*. 2013; 443: 633-642. DOI: 10.1016/j.scitotenv.2012.11.025.
34. Roman M., Jitaru P., Barbante C. Selenium biochemistry and its role for human health. *Metallomics*. 2014; 6(1): 25-54. DOI: 10.1039/c3mt00185g.
35. Папазян Т.Т., Фисинин В.И., Сурай П.Ф. Взаимодействие между витамином Е и селеном: новый взгляд на старую проблему. Птица и птицепродукты. 2009; (2): 21-24. [Papazyan T.T., Fisinin V.I., Surai P.F. The interaction between vitamin E and selenium: a new look at an old problem. *Poultry and poultry products*. 2009; (2): 21-24. (In Russ.)]
36. Цогоева Ф., Кизинов Ф., Темираев Р., Атарова М. Селен и токоферол на фоне пробиотика. Птицеводство. 2005; (10): 21-22. [Tsogoeva F., Kizinov F., Temiraev R., Atarova M. Selenium and tocopherol on the background of probiotics. *Poultry farming*. 2005; (10): 21-22. (In Russ.)]
37. Steinbrenner H., Al-Quraishy S., Dkhil M.A. et al. Dietary selenium in adjuvant therapy of viral and bacterial infections. *Advances in Nutrition*. 2015; 6(1): 73-82. DOI: 10.3945/an.114.007575.
38. Ляхнович Н.А., Гутикова Л.В., Зверко В.Л. Эффективность коррекции патологии щитовидной железы у беременных с использованием биологически активных добавок йода и селена. Современные перинатальные медицинские технологии в решении проблем демографической безопасности: Сборник научных трудов. 2013: 294-299. [Lyakhnovich N.A., Gutikova L.V., Zverko V.L. Effectiveness of correction of thyroid pathology in pregnant women using biologically active additives of iodine and selenium. *Modern perinatal medical technologies in solving demographic security problems: A collection of scientific papers*. 2013: 294-299. (In Russ.)]
39. Шебалина А.О., Анфиногенова О.Б. Содержание йода и селена в организме школьников с заболеваниями верхнего отдела пищеварительного тракта и щитовидной железы. Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. 2019; (5): 83-87. [Shebalina A.O., Anfinogenova O.B. Iodine and selenium content in the body of schoolchildren with diseases of the upper digestive tract and thyroid gland. *International Journal of Applied and Fundamental Research*. 2019; (5): 83-87. (In Russ.)]
40. Колмыкова Л.И., Коробова Е.М., Громяк И.Н. и др. Эколого-геохимическая оценка химического состава питьевых вод Брянской области в связи с повышенным риском возникновения заболеваний щитовидной железы. 2020; 65(1): 64-76. [Kalmykova L.I., Korobova E.M., Gromyak I.N. et al. Ecological and geochemical assessment of the chemical composition of drinking waters in the Bryansk region due to the increased risk of thyroid diseases. 2020; 65(1): 64-76. (In Russ.)]
41. Голубкина Н.А., Папазян Т.Т. Селен в питании: Растения, животные, человек. Москва; 2017: 63-69. doi: 10.24411/0042-8833-2017-00034. [Golubkina N.A., Papazyan T.T. Selenium in nutrition: Plants, animals, man. Moscow; 2017: 63-69. doi: 10.24411/0042-8833-2017-00034. (In Russ.)]
42. Амагова З.А., Мицадзе В., Голубкина Н.А., Исаева У.С. Биогеохимическая аномалия накопления селена в объектах окружающей среды. Микроэлементы в медицине. 2022; 23(3): 19-27. DOI: 10.19112/2413-6174-2022-23-3-19-27. [Agamova Z.A., Mikadze V., Golubkina N.A., Isaeva U.S. Biogeochemical anomaly of selenium accumulation in environmental objects. Trace elements in medicine. 2022; 23(3): 19-27. DOI: 10.19112/2413-6174-2022-23-3-19-27. (In Russ.)]
43. Грабеклис В.В., Делюкина О.В., Савко С.А. Взаимодействие эссенциальных элементов и кишечной микробиоты: обзор литературы. Микроэлементы в медицине. 2023; 24(3): 12-21. DOI: 10.19112/2413-6174-2023-24-3-12-21. [Grabeklis

- V.V., Delyukina O.V., Savko S.A. Interaction of essential elements and intestinal microbiota: literature review. Trace elements in medicine. 2023; 24(3): 12-21. DOI: 10.19112/2413-6174-2023-24-3-12-21. (In Russ.)]
44. Громова О.А. Селен - впечатляющие итоги и перспективы применения. Трудный пациент. 2007; 5(14): 25-30. [Gromova O.A. Selenium - impressive results and application prospects. A difficult patient. 2007; 5(14): 25-30. (In Russ.)]
45. Паршукова О.И. Селен и его функции у жителей европейского Севера: автореф. дис. ... канд. биол. наук: 03.00.13. Сыктывкар; 2008. 18 с. [Parshukova O.I., Selim, I wish a European New Year to the inhabitants of the North: abstract of the dissertation... this is Kan. bio. naumom: 03.00.13. Syktyvkar; 2008. p. 18. (In Russ.)]
46. Тинькова М.Н., Айсувакова О.П., Тиньков А.А. Селен в офтальмопатологии: роль селена в физиологии зрительного. Микроэлементы в медицине. 2019; 20(3): 3-11. DOI: 10.19112/2413-6174-2019-20-3-3-11. [Tinkova M.N., Aisuvakova O.P., Tinkov A.A. Selenium in ophthalmopathology: the role of selenium in visual physiology. Trace elements in medicine. 2019; 20(3): 3-11. DOI: 10.19112/2413-6174-2019-20-3-3-11. (In Russ.)]
47. Клименко Л.Л., Скальный А.В., Турна А.А. и др. Роль селена в многофакторном этиопатогенезе ишемического инсульта. Микроэлементы в медицине. 2015; 16(4): 28-35. DOI: 10.19112/2413-6174-2015-16-4-28-35. [Klimenko L.L., Skalny A.V., Turna A.A. and others. The role of selenium in the multifactorial etiopathogenesis of ischemic stroke. Trace elements in medicine. 2015; 16(4): 28-35. DOI: 10.19112/2413-6174-2015-16-4-28-35. (In Russ.)]
48. Князева Н.В. Влияния селена на организм человека и животных. Актуальные вопросы совершенствования технологии производства и переработки продукции сельского хозяйства. 2020; 22: 392 - 398. [Knyazeva N.V. The effect of selenium on the human and animal body. Current issues of improving the technology of production and processing of agricultural products. 2020; 22: 392 - 398. (In Russ.)]
49. Мазилина А.Н., Фесюн А.Д., Яковлев М.Ю., Клименко Л.Л., Протеин С, D-димеры и микроэлементы при ишемическом инсульте: обзор литературы. Микроэлементы в медицине. 2021; 22(4): 27-36. DOI: 10.19112/2413-6174-2021-22-4-27-36. [Mazilina A.N., Fesyun A.D., Yakovlev M.Yu., Klimenko L.L. Protein C, D-dimers and trace elements in ischemic stroke: a literature review. Trace elements in medicine. 2021; 22(4): 27-36. DOI: 10.19112/2413-6174-2021-22-4-27-36. (In Russ.)]
50. Василенко А.М., Шарипова М.М. Дефицит микроэлементов и проблема коморбидности. Микроэлементы в медицине. 2019; 20(1): 4-12. DOI: 10.19112/2413-6174-2019-20-1-4-12. [Vasilenko A.M., Sharipova M.M. Micronutrient deficiency and the problem of comorbidity. Trace elements in medicine. 2019; 20(1): 4-12. DOI: 10.19112/2413-6174-2019-20-1-4-12. (In Russ.)]
51. Ноговицына Е.В., Максименко И., Девяткина А.А. Содержание селена и другие показатели качества питьевой воды. Молодёжь и наука: Материалы международной научно-практической конференции старшеклассников, студентов и аспирантов. Нижний Тагил: НТИ (ф) УрФУ; 2022: 335-338. [Nagovitsyna E.V., Maksimenko I., Devyatkina A.A. Selenium content and other indicators of drinking water quality. Youth and science: Proceedings of the international scientific and practical conference of high school students, undergraduates and postgraduates. Nizhny Tagil: NTI (f) UrFU; 2022: 335-338. (In Russ.)]
52. Кейхлан Н.Д., Первышова Ю.А. Селен - недостаток плохо, избыток также опасен. Молодежь – науке: образование, творчество, традиции - 2024: сборник научных статей. Ставрополь: СтГАУ; 2024: 107-111. [Keikhlan N.D., Pervyshova Yu.A. Selenium deficiency is bad, excess is also dangerous. Youth in science: education, creativity, traditions - 2024: collection of scientific articles. Stavropol: SSAU; 2024: 107-111. (In Russ.)]
53. Шнайдер Н.А., Бахтина Е.А., Макарова Л.Г. Роль селена в питании больных с дистрофической миотонией. Вестник Новосибирского государственного университета. Серия: Биология, клиническая медицина. 2008; 6(1): 91-96. [Schneider N.A., Bakhtina E.A., Makarova L.G. The role of selenium in the nutrition of patients with dystrophic myotonia. Bulletin of Novosibirsk State University. Series: Biology, clinical medicine. 2008; 6(1): 91-96. (In Russ.)]
54. Лимонов В.И., Парфёнов А.А., Жарков А.И., Федотова М.Ю. Природные лечебные ресурсы и факторы на территории курорта синегорские Минеральные воды. Russian Journal of Environmental and Rehabilitation Medicine. 2023. 4: 22-25 [Limonov V.I., Parfyonov A.A., Zharkov A.I., Fedotova M.Yu. Natural healing resources and factors on the territory of the resort Sinegorsk Mineral Waters. Russian Journal of Environmental and Rehabilitation Medicine. 2023. 4: 22-25. (In Russ.)]
55. Бобровницкий И.П., Юдин В.Е., Будко А.А., Ярошенко В.П., Косухин Е.С., Есипов А.А., Шкарупа О.Ф., Пушкарев Е.П., Вереха А.В., Нагорнев С.Н. 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 [Bobrovniksky I.P., Yudin V.E., Budko A.A., Yaroshenko V.P., Kosukhin E.S., Esipov A.A., Shkarupa O.F., Pushkarev E.P., Verekh A.V., Nagornev S.N. Methodological aspects of integration of medical, medical and social rehabilitation and expertise in comprehensive rehabilitation of svo participants after limb amputation (reamputation) operations. Russian Journal of Environmental and Rehabilitation Medicine. 2024. 4: 3-13 (In Russ.)]
56. Фесюн А.Д. Современное состояние и перспективы развития санаторно-курортного комплекса Российской Федерации. Вестник восстановительной медицины. 2023; 22(1): 8-15. <https://doi.org/10.38025/2078-1962-2023-22-1-8-15> [Fesyun A.D. Current Status and Prospects for the Development of Health Resort Complex of the Russian Federation. Bulletin of Rehabilitation Medicine. 2023; 22(1): 8-15. <https://doi.org/10.38025/2078-1962-2023-22-1-8-15> (In Russ.)]
57. Кончугова Т.В., Фесюн А.Д., Никитин М.В., Юрова О.В., Яковлев М.Ю., Кульчицкая Д.Б. Сохранение и развитие физиотерапии как важное условие повышения эффективности санаторно-курортного лечения. Вестник восстановительной медицины. 2023; 22(1): 16-21. <https://doi.org/10.38025/2078-1962-2023-22-1-16-21> [Konchugova T.V., Fesyun A.D., Nikitin M.V., Yurova O.V., Yakovlev M.Yu., Kulchitskaya D.B. Sustaining and Development of Physiotherapy as an Important Condition for Health Resort Treatment Effectiveness Increasing: a Review. Bulletin of Rehabilitation Medicine. 2023; 22(1): 16-21. <https://doi.org/10.38025/2078-1962-2023-22-1-16-21> (In Russ.)]
58. Оборин М.С., Владимирский Е.В. Тенденции развития курортной медицины Пермского края в условиях адаптации к последствиям пандемии COVID-19. Вестник восстановительной медицины. 2023; 22(1): 22-27. <https://doi.org/10.38025/2078-1962-2023-22-1-22-27> [Oborin M.S., Vladimirovsky E.V. Health Resort Medicine Development in

Perm Krai before and after COVID-19 Pandemic: a Retrospective Study. Bulletin of Rehabilitation Medicine. 2023; 22(1): 22–27. <https://doi.org/10.38025/2078-1962-2023-22-1-22-27> (In Russ.).]

59. Борисевич О.О., Фесюн А.Д., Котенко Н.В. Применение физических факторов в лечении хронического эндометрита: научный обзор. Вестник восстановительной медицины. 2023; 22(1):110-116. <https://doi.org/10.38025/2078-1962-2023-22-1-110-116> [Borisevich O.O., Fesyun A.D., Kotenko N.V. Application of Physical Factors in the Chronic Endometritis Treatment: a Review. Bulletin of Rehabilitation Medicine. 2023; 22(1): 110-116. <https://doi.org/10.38025/2078-1962-2023-22-1-110-116> (In Russ.).]

60. Fesyun A.D., Yurova O.V., Grishechkina I.A., Yakovlev M.Yu., Nikitin M.V., Knjazeva T.A., Valtseva E.A. Meteorological Parameters and Hypertensive Crisis Risk: a Longitudinal Study for Prediction Model Developing. Bulletin of Rehabilitation Medicine. 2023; 22(5): 54-65. <https://doi.org/10.38025/2078-1962-2023-22-5-54-65>

SELENIUM CONTENT IN NATURAL MINERAL WATERS: LITERATURE REVIEW

Parnyakova L.L.¹, Gorelikova O.N.¹, Gurevskaya E.A.¹, Semenova I.V.¹, Grishechkina I.A.¹, Yakovlev M.Yu.^{1,2}, Gavrilov S. V. ¹

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

²Federal 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)

ABSTRACT.

Selenium is a component of more than 200 hormones and enzymes, and it plays a role in regulating the activities of all systems within the body. Selenium is not produced by the human body and must be obtained from sources such as water and food. Mineral waters have a higher bioavailability of selenium compared to food, making the study of this element in mineral waters relevant.

This review aims to examine the current understanding of the effects of selenium on human health, as well as to analyze and organize data on the levels of selenium found in natural mineral water sources in the Russian Federation obtained by the Center for Testing and Examination of Natural Medicinal Resources at the Federal State Institution "NMIC RK", under the Ministry of Health of Russia.

An analysis of literary sources from 2002 to 2024 was conducted on the topic of the impact of mineral natural waters containing selenium on the human body. A total of over 100 sources were reviewed, and the final analysis included 55 sources. The quantitative determination of selenium levels in natural mineral drinking waters was performed using atomic absorption spectroscopy with electrothermal atomization.

The conducted analysis of the literature convincingly demonstrates the important role of selenium in maintaining human health. The established U-shaped curve of the "dose-effect" dependence emphasizes the need for careful monitoring of the level of selenium consumption, both when it is received with food and when drinking natural and enriched mineral waters. Systematized data on the content of selenium in mineral waters of various regions of the Russian Federation showed a wide range of its concentrations (from less than 2 to 49 µg / dm³).

The mechanisms of interaction of selenium with other microelements, as well as the effect of dissolved organic matter in mineral waters on the bioavailability of selenium, require further study. The long-term effects of consumption of mineral waters containing selenium and the possibilities of their use in personalized programs of spa treatment are poorly understood.

Keywords: selenium, essence, natural mineral water, experiment, U-shaped toxicity curve.

Сведения об авторах

Парнякова Людмила Леонидовна, инженер Центра испытаний и экспертизы природных лечебных ресурсов, ФГБУ «НМИЦ реабилитации и курортологии» Минздрава РФ, 121099, г. Москва

Гореликова Ольга Николаевна, научный сотрудник отдела изучения механизмов действия физических факторов ФГБУ «НМИЦ реабилитации и курортологии» Минздрава РФ, 121099, г. Москва

Гурьевская Екатерина Алексеевна, научный сотрудник отдела изучения механизмов действия физических факторов ФГБУ «НМИЦ реабилитации и курортологии» Минздрава РФ, 121099, г. Москва

Семенова Ирина Владимировна, научный сотрудник отдела изучения механизмов действия физических факторов ФГБУ «НМИЦ реабилитации и курортологии» Минздрава РФ, 121099, г. Москва

Гришечкина Ирина Александровна, к.м.н., старший научный сотрудник отдела изучения механизмов действия физических факторов ФГБУ «НМИЦ реабилитации и курортологии» Минздрава РФ, 121099, г. Москва,

Яковлев Максим Юрьевич, д.м.н., доцент, главный научный сотрудник отдела изучения механизмов действия физических факторов ФГБУ «НМИЦ реабилитации и курортологии» Минздрава РФ, 121099, г. Москва, Гаврилов Сергей Вадимович, к.т.н., руководитель Центра испытаний и экспертизы природных лечебных ресурсов ФГБУ «НМИЦ реабилитации и курортологии» Минздрава РФ, 121099, г. Москва,

ОРИГИНАЛЬНАЯ СТАТЬЯ

УДК: 61.612.1/9

КЛИНИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА МИОФАСЦИАЛЬНЫХ
НАРУШЕНИЙ У СПОРТСМЕНОВ ЦИКЛИЧЕСКИХ И АЦИКЛИЧЕСКИХ ВИДОВ
СПОРТА

Якубов Р.Ю.^{1*}, Бодрова Р.А.², Якупова А.А.³

¹Поволжский государственный университет физической культуры, спорта и туризма Министерства спорта России», Казань, Россия

²Казанская государственная медицинская академия – филиал РМАНПО МЗ РФ, г. Казань, Россия

³Казанский государственный медицинский университет МЗ РФ, г. Казань, Россия

РЕЗЮМЕ. Целью работы явилось изучение особенностей клинических проявлений и динамики миофасциальных нарушений (МФН) у спортсменов циклических и ациклических видов спорта.

Было обследовано 94 высококвалифицированных спортсмена (42 женщины и 52 мужчины, средний возраст 22,1±1,1 года): академическая гребля – 20 чел., бадминтон – 16 чел., лыжное двоеборье – 16 чел., плавание – 34 чел., тхэквондо – 8 чел. Спортсмены наблюдались в течение 2х спортивных сезонов до и после соревновательного периода. Клиническое обследование включало стандартный осмотр с характеристикой МФН по предложенным унифицированным критериям.

Клиническая картина МФН у спортсменов циклических и ациклических видов спорта не имеет значимых отличий по наличию и выраженности болевого синдрома, количеству активных и латентных МФТП, но различается по вовлеченности скелетной мускулатуры. Для циклических видов спорта характерно симметричное вовлечение работающих мышечных групп, ациклические демонстрируют четкую асимметрию. Клинические проявления МФН у спортсменов циклических и ациклических дисциплин имеют тенденцию к прогрессированию в течение спортивного сезона и негативно сказываются на спортивной успешности.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: миофасциальные нарушения, циклические виды спорта.

ВВЕДЕНИЕ

Высокоинтенсивная и продолжительная спортивная деятельность, часто осуществляемая без должного применения восстановительных мероприятий спортивно-педагогической и медико-биологической направленности, закономерно вызывает развитие миофасциальных нарушений (МФН) – патологию, при которой повышается мышечный тонус, появляются боли и уплотнения в мышцах, так называемые, миофасциальные триггерные пункты (МФТП), снижается сила и координация движений [6,8]. По данным Г.Г. Янышевой [7] МФН выявляются у более, чем 90% всех спортсменов, причем патологические проявления увеличиваются с возрастом и спортивным стажем.

Вследствие значительной распространенности, повышенной опасности травматизма и наличия отрицательного влияния на спортивные результаты диагностика и коррекция МФН является важной задачей медико-биологического сопровождения спортсменов различного уровня на всех этапах спортивной подготовки [1].

Следует подчеркнуть, что на развитие и особенности МФН влияют не только большие физические нагрузки как таковые, но и биомеханические характеристики сложных двигательных статодинамических стереотипов, осуществляемых спортсменами в различных видах спорта, в частности, были установлены варианты распределения и локализации МФТП по мышечным группам в зависимости от вида спорта [6].

В указанном аспекте представляют значительный интерес особенности клинических проявлений и течения МФН у спортсменов циклических и ациклических видов спорта. Циклические виды спорта – это

* Адрес для переписки: Якубов Рустам Юсупович, e-mail: dryakubov@hotmail.com

Цитирование. Якубов Р.Ю., Бодрова Р.А., Якупова А.А. Клиническая характеристика миофасциальных нарушений у спортсменов циклических и ациклических видов спорта. Russian Journal of Environmental and Rehabilitation Medicine. 2025. 4: 54-58.

Citation Yakubov R.Yu., Bodrova R.A., Yakupova A.A. Clinical characteristics of myofascial disorders in athletes of cyclic and acyclic sports Russian Journal of Environmental and Rehabilitation Medicine. 2025. 4: 54-58.

спортивные дисциплины, в которых происходит многократное повторение в процессе соревновательной деятельности законченных стереотипных движений, например, бег, ходьба, плавание, лыжные гонки, гребной спорт, велоспорт и др., тогда как ациклические виды спорта характеризуются однократными, серийными или комбинированными движениями с резким изменением активности и мощности, например, спортивные игры, единоборства, метания, прыжки и др. [3]. Можно предположить, что различный характер спортивных движений обуславливает и различия в клинических проявлениях МФН.

Вместе с тем, несмотря на определенный интерес исследователей клинические особенности МФН у спортсменов циклических и ациклических дисциплин изучены еще недостаточно, что препятствует ранней диагностике и превентивной коррекций указанных нарушений на основе предпочтительно немедикаментозных методов воздействия [2,5,7].

Целью настоящего исследования явилось изучение особенностей клинических проявлений и динамики миофасциальных нарушений у спортсменов циклических и ациклических видов спорта.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Для изучения клинических особенностей МФН было обследовано 94 спортсменов (42 женщины и 52 мужчины, средний возраст $22,1 \pm 1,1$ года), (академическая гребля – 20 чел., бадминтон – 16 чел., лыжное двоеборье – 16 чел., плавание – 34 чел., тхэквондо – 8 чел.), из них 5 являлись мастерами спорта международного класса, 37 мастерами спорта, 42 кандидатами в мастера спорта и 10 спортсменами – разрядниками. Указанные виды спорта были выбраны для того, чтобы провести сравнительный анализ влияния циклических (академическая гребля, плавание), ациклических (бадминтон, тхэквондо) и смешанных (лыжное двоеборье) нагрузок на характеристики МФН у спортсменов.

Обследование проводилось на клинической базе МСЧ НИИ физической культуры и спорта Поволжского государственного университета физической культуры, спорта и туризма (г. Казань) в период с 2018 по 2023 гг.

Всем спортсменам проводили клиническое обследование, которое включало стандартный осмотр спортивного врача. С учетом цели исследования детально характеризовались МФН, включая интенсивность болевых ощущений, болезненность МФТП, локализацию МФТП, размеры МФТП, количество активных МФТП, количество латентных МФТП, вариант распределения МФТП по мышечным группам, степень мышечного напряжения [5, 6]. Для количественной оценки клинической выраженности МФН в баллах были предложены унифицированные критерии (табл.1).

Таблица 1. Унифицированные критерии для клинической оценки МФН у спортсменов

Степень МФН	Боль	Активные МФТП	Латентные МФТП	Вариант	Функциональная готовность
нет (5 баллов)	Нет	Нет	единичные	Нет	высокая
I ст. слабо выраженная (4 балла)	Нет	единичные	единичные или групповые	Локальный	высокая или умеренно снижена
II ст. умеренно выраженная (3 балла)	Эпизоды	единичные или групповые	групповые	локальный или регионарный	умеренно снижена
III ст. выраженная (2 балла)	хроническая	групповые	групповые	регионарный или глобальный	значительно снижена
IV резко выраженная (1 балл)	хроническая	групповые	групповые	Глобальный	неспособность к спортивной деятельности

Спортсмены наблюдались в течение двух спортивных сезонов (годовых циклов) до и после соревновательного периода. Для базового анализа клинической тяжести МФН в группах использовали результаты самого первого тестирования.

Статистический анализ проводили с применением непараметрических методов: критерий χ^2 , точный метод Фишера, критерий инверсий, критерий Вилкоксона [4].

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

На рис.1 представлена характеристика клинической тяжести МФН в группах, полученная на основе оценки по унифицированным критериям (см. табл.1).

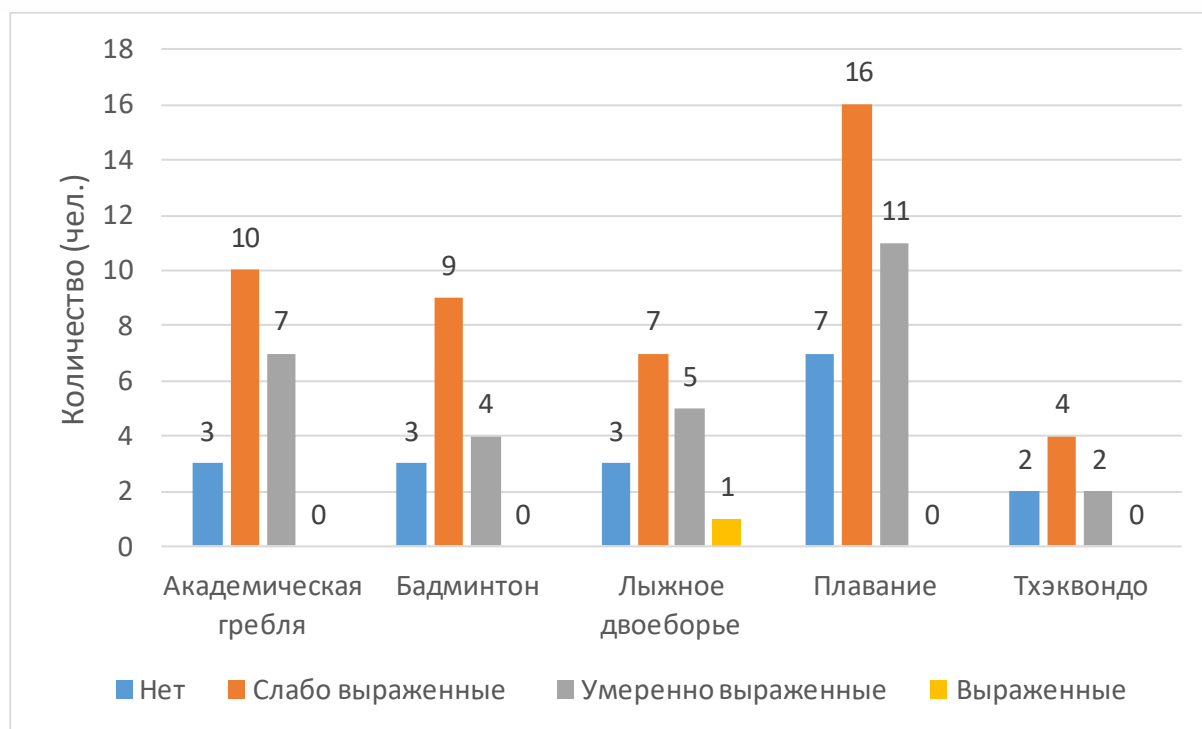


Рис. 1. Распределение спортсменов в группах по клинической тяжести МФН

Установлено, что клинически актуальные МФН (с наличием активных МФТП) имели место у 80,85% спортсменов (у 76 чел. из 94 чел.), при этом во всех группах преобладали слабо выраженные МФН у 60,53% спортсменов (у 46 чел. из 76 чел.). Не было выявлено достоверных различий по распределению спортсменов в группах в зависимости от клинической тяжести МФН.

Распределение МФТП по скелетной мускулатуре зависело от спортивной специализации. Так, для спортсменов, специализирующихся в академической гребле была типична локализация МФТП в мышцах пояса верхних конечностей (преимущественно проксимальные отделы), спины и пояса нижних конечностей (проксимальные и дистальные отделы).

У бадминтонистов МФТП локализовались в мышцах пояса верхних конечностей ведущей руки, причем и в проксимальных отделах (особенно часто выявлялось поражение плечелучевой мышцы), в мышцах шеи, спины и пояса нижних конечностей. Очень характерным для бадминтонистов было асимметричное распространение МФН, обусловленное ярко выраженной асимметрией двигательных нагрузок.

Для лыжных двоеборцев, как и для академических гребцов, было типично вовлечение мышц пояса верхних конечностей (преимущественно проксимальные отделы), спины и, особенно, пояса нижних конечностей (проксимальные и дистальные отделы - в основном задняя группа бедра и голени).

Пловцы имели частую локализацию МФН в мышцах шеи, пояса верхних конечностей, несколько реже в мышцах спины и пояса нижних конечностей. Также имела место тенденция к большей частоте МФН у пловцов, специализирующихся на коротких дистанциях, особенно для стилей «дельфин» и «брасс».

У тхэквондистов МФТП локализовались в мышцах пояса верхних конечностей в проксимальных, и в дистальных отделах, в мышцах шеи, спины и пояса нижних конечностей. Характерным (как и для бадминтонистов) было асимметричное распространение МФН, связанное со значительной асимметрией двигательных нагрузок при выполнении атакующих и защитных действий.

Установлено, что количество МФТП у спортсменов во всех группах наблюдения возрастает с увеличением спортивного стажа (коэффициент корреляции Спирмена $r=0,81$, $p<0,05$).

По свидетельству тренеров у 19,57% спортсменов (9 чел. из 46 чел.) с I степенью МФН и у 55,17% спортсменов (16 чел. из 29 чел.) с II степенью МФН в течение периода наблюдения имело место значимое снижение спортивных результатов, при этом частота наблюдений со снижением спортивного результата была достоверно выше при II степени МФН (χ^2 , $p<0,05$). У одного спортсмена (лыжное двоеборье) была выявлена III степень МФН. Он не смог закончить текущий спортивный сезон из-за необходимости проведения медицинских восстановительных мероприятий.

Динамика МФН изучалась на основе результатов четырех обследований в течение 2х спортивных сезонов (перед и после соревновательного периода первого сезона, перед и после соревновательного периода второго сезона, соответственно, 1, 2, 3 и 4 обследования), при этом особое внимание было обращено

на спортсменов, у которых клинически актуальные МФН первоначально не диагностировались (не было активных МФТП) (см.рис.2).

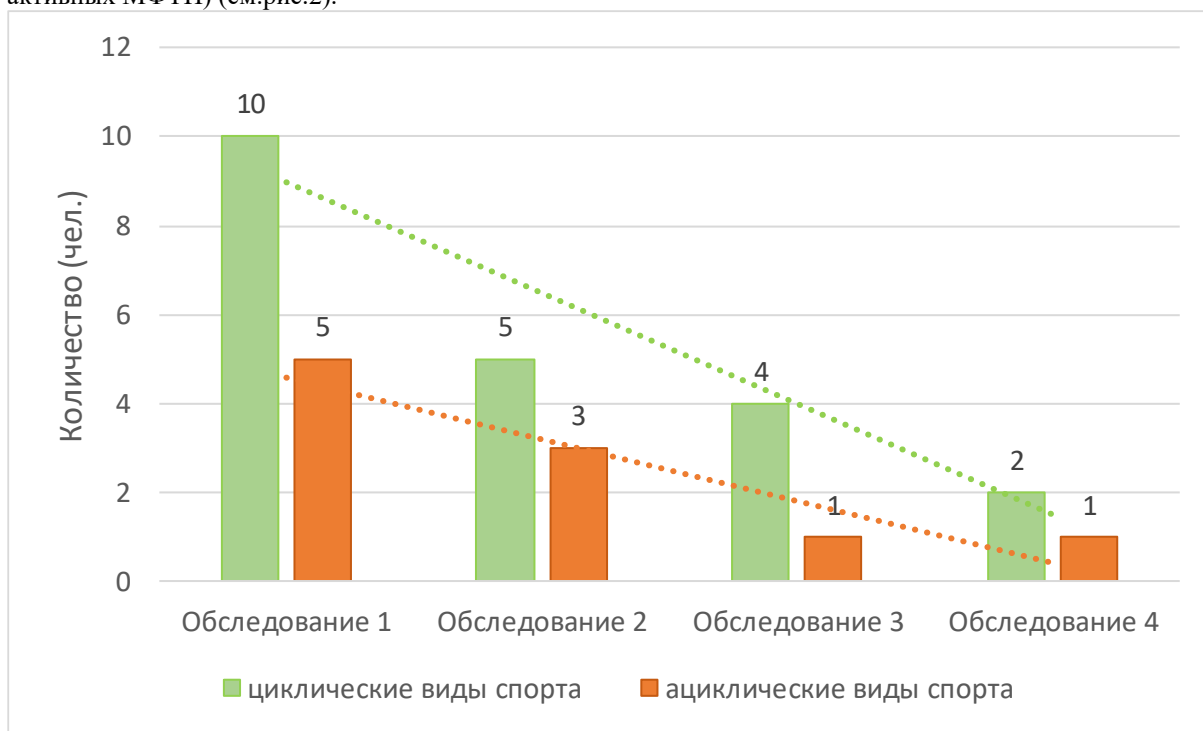


Рис. 2. Динамика изменения количества спортсменов, первоначально не имеющих клинически актуальных МФН

Выявлен достоверный тренд на уменьшение количества спортсменов (циклических и ациклических видов спорта) без клинически актуальных МФН в процессе длительного наблюдения (тест Кендалла на тренд для малых выборок $\tau = 1$, $p < 0,05$). Аналогичные тенденции были установлены и для спортсменов с клиническими актуальными МФН (I и II степеней) ($p < 0,05$).

ВЫВОДЫ

1. Клиническая картина МФН у спортсменов циклических и ациклических видов спорта не имеет значимых отличий по тяжести (наличию и выраженности болевого синдрома, количеству активных и латентных МФТП), но вместе с тем различается по вовлеченности скелетной мускулатуры. Так, для циклических видов спорта (академическая гребля, плавание) характерно, в основном, симметричное вовлечение работающих мышечных групп, тогда как ациклические (бадминтон, тхэквондо) демонстрируют четкую асимметрию, обусловленную преобладанием асимметричных двигательных стереотипов. Группа спортсменов лыжных двоеборцев, для которых типичны смешанные (циклические и ациклические) спортивные упражнения, по клиническим характеристикам МФН в большей мере соответствовала группе циклических видов.

2. Клинические проявления МФН у спортсменов имеют четкую тенденцию к неуклонному прогрессированию в течение спортивного сезона и негативно сказываются на успешности спортивной деятельности. Это характерно в одинаковой мере как для циклических, так и для ациклических видов спорта.

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES:

1. Бариев М.М., Аухадеев Э.И., Багаутдинов А.Ш. [и др.]. Практика становления и методологические концепции развития научно-методического обеспечения спорта высших достижений в Республике Татарстан. Теория и практика физической культуры. 2009. №1. С.84–92.
2. 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. С. 3-12.
3. Матвеев, Л.П. Общая теория спорта и её прикладные аспекты: учебник для вузов физической культуры и спорта. Москва: Издательство «Спорт», 2020. – 344 с.
4. Медик В.А., Токмачев М.С., Фишман Б.Б. Статистика в медицине и биологии: Руководство. В 2-х томах / М.: Медицина, 2000 – 764с.

5. Горнов С.В., Шестопапов А.Е., Литвиненко А.Б. [и др.]. Программа аппаратной коррекции нервно-психического состояния спортсменов высокой квалификации с применением мезодиэнцефальной модуляции. Russian Journal of Environmental and Rehabilitation Medicine. 2022. № 2. С. 70-80.
6. Якупов Р.А., Янышева Г.Г., Якупова А.А., Романов К.П. Миофасциальный болевой синдром у спортсменов. Российский журнал боли. 2015. №1 (46). С.82–83.
7. Янышева, Г.Г. Комплексная диагностика и лечение миофасциального болевого синдрома у спортсменов. Автореф. дис. канд. мед. наук., СПб, 2017. – 24с.
8. Qi-Wang Cao, Bao-Gan Peng, Lin Wang, You-Qing Huang, Dong-Lin Jia, Hao Jiang, Yan Lv, Xian-Guo Liu, Rong-Guo Liu, Ying Li, Tao Song, Wen Shen, Ling-Zhi Yu, Yong-Jun Zheng, Yan-Qing Liu, and Dong Huang. Expert consensus on the diagnosis and treatment of myofascial pain syndrome. WorldJClinCases. 2021 Mar 26; 9(9): 2077–2089.

CLINICAL CHARACTERISTICS OF MYOFASCIAL DISORDERS IN ATHLETES OF CYCLIC AND ACYCLIC SPORTS

Yakubov R.Yu. ¹, Bodrova R.A. ², Yakupova A.A. ³

¹Volga Region State University of Physical Culture, Sports and Tourism, Kazan, Russia

²Kazan State Medical Academy, Kazan, Russia

³Kazan State Medical University, Kazan, Russia

ABSTRACT. The aim of this study was to study the clinical manifestations and dynamics of myofascial disorders (MFD) in athletes of cyclic and acyclic sports.

94 highly skilled athletes (42 women and 52 men, average age 22.1 ± 1.1 years) were examined. These athletes included 20 rowers, 16 badminton athletes, 16 cross-country skiing athletes, 34 swimming athletes, and 8 taekwondo athletes. The athletes were observed during 2 sports seasons before and after the competition period. The clinical examination included a standard examination with the characteristics of MFD according to the proposed unified criteria. The clinical picture of MFN in athletes of cyclic and acyclic sports has no significant differences in the presence and severity of pain syndrome, the number of active and latent MFN, but differs in the involvement of skeletal muscles. Cyclical sports are characterized by symmetrical involvement of working muscle groups, while acyclic sports show a clear asymmetry. Clinical manifestations of MFN in athletes of cyclic and acyclic disciplines tend to progress during the sports season and negatively affect athletic success.

Keywords: myofascial disorders, cyclical sports.

Сведения об авторах

Якубов Рустам Юсуфович – ассистент кафедры реабилитологии и спортивной медицины КГМА – филиала ФГБОУ ДПО РМАНПО Минздрава России, г. Казань, Россия; спортивный врач ФГБОУ ВО Поволжский ГУФКСИТ; тел.: +7-904-765-81-08, e-mail: dryakubov@hotmail.com (ответственный за переписку); ORCID: 0000-0002-2695-3446;

Бодрова Резеда Ахметовна – доц., д.м.н., заведующая кафедрой реабилитологии и спортивной медицины КГМА – филиала ФГБОУ ДПО РМАНПО Минздрава России, г. Казань, Россия; e-mail: bodrovarezeda@yandex.ru; ORCID: 0000-0003-3540-0162;

Якупова Аида Альбертовна – д. м. н., доцент кафедры неврологии ФГБОУ ВО Казанский ГМУ Минздрава России, г.Казань, Россия; aidayakupova@yandex.ru; ORCID: 0000-0002-5283-8820

ОРИГИНАЛЬНАЯ СТАТЬЯ

УДК: УДК 614.71-614.78-332.364-61:316

РОЛЬ ФАКТОРОВ ГОРОДСКОЙ СРЕДЫ В ФОРМИРОВАНИИ ЗДОРОВЬЯ НАСЕЛЕНИЯ

Сабирова З.Ф.^{1*}, Муллагалеева Н.Ф.², Савостикова О.Н.¹, Водянова М.А.¹

¹ФГБУ «Центр стратегического планирования и управления медико-биологическими рисками здоровью»
ФМБА России, 119121, Москва, Россия;

²ГАУЗ «Межрегиональный клинико – диагностический центр». 420101, Казань, Россия

РЕЗЮМЕ. Здоровье и благополучие населения выступают в качестве приоритетной основы безопасности России[†]. Большая часть населения России (75,25%) проживает в городских поселениях. Факторы городской среды (социально-экономические, санитарно-гигиенические, уровень и качество медицинского обеспечения) могут оказывать как положительное, так и негативное воздействие на здоровье населения. Для эффективного управления качеством городской жизни в интересах сохранения здоровья населения необходима разработка определенных схем (или моделей), позволяющих прогнозировать здоровье населения в зависимости от изменения факторов городской среды. **Цель исследования.** Количественная характеристика показателей, определяющих факторы городской среды, с оценкой их вклада в формирование здоровья (на примере смертности населения). **Материал и методы.** В качестве объектов исследования избраны города, отличающиеся уровнем и спецификой промышленного потенциала, экономического развития, медицинского обеспечения (опытный – г. Уфа), город сравнения (стандарт – г. Белебей). По официальным данным (2022 года в сравнении с 2000 годом) в избранных городах проанализированы и проранжированы (в баллах) такие факторы городской среды, как: уровень социально-экономического развития, загрязнение атмосферного воздуха и медицинское обеспечение. Балльная оценка значимости факторов выполнена по методу Delphi. **Результаты.** Показано, что улучшение медицинского обеспечения (по балльной оценке) на 25,0%, социально-экономических условий на 36,4% приводят к снижению смертности населения на 18,8% и 10,3%, соответственно; снижение загрязнения атмосферного воздуха на 26,5% уменьшение смертности на 16,7%. **Заключение.** В совокупности указанные изменения факторов обеспечивают суммарное снижение коэффициента смертности населения с 11,7‰ до 10,2‰.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: социально-экономические факторы; загрязнение атмосферного воздуха; медицинское обеспечение; смертность.

ВВЕДЕНИЕ.

В Государственном докладе «О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Российской Федерации в 2024 году»[‡] отмечено, что на здоровье населения значительно влияют социально-экономические (59,5%), санитарно-гигиенические факторы (60%). Их воздействию подвержены более половины населения РФ, проживающего, в основном, в городской среде. На сегодняшний день, фактор здоровья признается одним из базовых показателей, способным как ускорять, так и тормозить экономическое развитие как регионов, так и страны в целом [1, 2]. За последние десять лет в Российской Федерации достаточно эффективно реализуется Федеральный государственный проект «Чистый воздух» Однако, несмотря на принимаемые меры: «загрязнение атмосферного воздуха, питьевой воды и почв

* Адрес для переписки: Сабирова Зульфия Фаридовна. E-mail: sabirovazf2011@mail.ru.

Цитирование. Сабирова З.Ф., Муллагалеева Н.Ф., Савостикова О.Н., Водянова М.А. Роль факторов городской среды в формировании здоровья населения. Russian Journal of Environmental and Rehabilitation Medicine. 2025. 4: 59-65.

Citation. Sabirova Z.F., Mullagaleeva N.F., Savostikova O.N., Vodyanova M.A. The role of urban environmental factors in shaping population health. Russian Journal of Environmental and Rehabilitation Medicine. 2025. 4: 59-65.

[†] Об утверждении Концепции демографической политики Российской Федерации на период до 2025 года: Указ Президента РФ от 09.10.2007 № 1351 (ред. от 01.07.2014) // Президент России: сайт. –URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_71673/7a46cb13de731db3333fcd77a4f7887e468287e3/

[‡] О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Российской Федерации в 2024 году: Государственный доклад. М.: Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, 2025. 424 с. https://rospotrebnadzor.ru/documents/details.php?ELEMENT_ID=30171 Дата обращения. 05.06.2025.

обуславливает порядка 17,5 дополнительных случаев смертей на 100 тыс. всего населения»*. Одним из основных показателей здоровья считается смертность. Показатель смертности населения позволяет судить как о качестве здоровья на популяционном уровне, так и состоянии трудового потенциала страны целом [2]. В работах [1, 6, 7, 8] показана значительная вариабельность уровня смертности в регионах России обусловленная разницей социально-экономического развития. При этом в исследовании [9] на примере Республики Башкортостан авторами выделены отдельные наиболее значимые экономические показатели, влияющие на здоровье детского населения. В работе [7] установлено, что здоровье населения, включая онкологические заболевания, во многом определяется социально-экономическим статусом, рассмотрены гипотезы их объясняющие.

Наиболее широкий круг публикаций посвящен анализу и характеристике влияния загрязнения окружающей среды, в т.ч. атмосферного воздуха на здоровье различных групп населения [10-25], включая городские поселения, включенные в программу «Чистый воздух» [23-24].

Роль медицинского обеспечения во взаимосвязи с показателями здоровья представлена в публикациях [26-34]. В работах [27-31] показано, что уровень смертности в ряде стран достоверно связан с количеством врачей. Так, на примере 26 стран ОЭСР установлена сильная обратная корреляция между количеством врачей и общим уровнем смертности [26]. Высокая плотность врачей работает как значительный фактор снижения уровня младенческой и детской смертности как в краткосрочной, так и в долгосрочной перспективе [27-30].

Следует отметить, что эффективность проведения исследований влияния различных факторов (таких как санитарно-гигиенические условия, уровень социально-экономического развития, уровень загрязнения воздуха и т.п.) осложняется тем, что не существует единого (однозначного) понимания, что подразумевается под этими общими понятиями. Для стандартизации необходимо либо «закрепить» за ними определенные наборы показателей (что весьма затруднительно по объективным причинам), либо использовать определенную схему для расчета унифицированной оценки вышеперечисленных факторов (независимо от количества показателей их характеризующих). Такая стандартизация облегчила бы разработку определенных схем (или моделей), позволяющих осуществлять количественные прогнозы состояния здоровья населения в зависимости от изменения факторов городской среды, что в свою очередь позволило бы эффективно управлять качеством городской жизни.

Изложенное определило **цель** настоящей работы: количественная характеристика факторов городской среды (социально-экономические условия жизни населения, загрязнение атмосферного воздуха, медицинское обеспечение), с оценкой их роли и динамики в формировании здоровья населения.

Материалы и методы

Исследования за 2022 г. в сравнении с 2000 г. проведены в г. Уфа (промышленный центр нефтепереработки), в качестве города - «стандарта» выбран г. Белебей (административный), без значимых промышленных источников выбросов. Города расположены в одной республике, в одной климатической зоне. Контрольный город по социально-экономическим условиям, загрязнению атмосферного воздуха, медицинскому обеспечению относительно благополучный. Обычный средний город России. Основной источник загрязнения воздуха – автотранспорт.

Оценка загрязнения атмосферного воздуха проведена по данным официальных источников: 2ТП-воздух, данные ЦСЭН, Росстата по Республике Башкортостан (по 9 показателям). Критерии оценки медицинского обеспечения населения изучены по 20 показателям (включая обеспеченность лечебных учреждений диагностическим оборудованием, врачебными кадрами, работа и оборот коечного фонда, реализация медицинских осмотров и др. (программный комплекс Медстат). Социально-экономические условия характеризовались 21 показателем, в т.ч. заработная плата, прожиточный индекс, потребительский рынок, жилищные условия и др. (Росстат Республики Башкортостан).

Балльная экспертная оценка значимости выбранных показателей факторов городской среды проводилась профильными специалистами нашего Института по методу DELFI[†]. Метод позволяет проранжировать множество разноплановых, на первый взгляд, несопоставимых факторов и показателей и получить интегрированную (согласованную между экспертами коллективную) оценку в баллах.

Результаты и обсуждение

Основным источником выбросов в г. Уфа является промышленный комплекс ПАО АНК «Башнефть». Объем валовых выбросов от стационарных источников г. Уфы в 2022 году составил 132,3 тыс. тонн (в расчете на одного жителя 0,116 тонны против 0,335 тонн в 2000 г.).[‡] В г. Белебее (город - стандарт) значимых количественных и качественных изменений выбросов и загрязнения атмосферного воздуха за

[†] <https://www.unisender.com/ru/glossary/chto-takoe-method-delphi/#anchor-1>

[‡] Материалы к государственному докладу «О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Российской Федерации в 2022 году по Республике Башкортостан. -Уфа:261с. https://02.rosпотреbnadzor.ru/document/state_reports_on_RB/

рассматриваемый период не произошло. Преимущественно, загрязнение воздуха обусловлено выбросами автотранспорта (81,3% в 2022 г., против 84,8% в 2000 году).

Комплексный показатель загрязнения атмосферного воздуха ИЗА (определяемый концентрациями хлорида водорода, формальдегида, диоксида азота, взвешенных веществ и бенз/а/пирена) в промцентре уменьшился с 9,1 (в 2000 году) до 8,0 (в 2022 году). В городе - стандарте этот показатель практически не изменился (3,4, против 3,3).

В то же время в промцентре (г. Уфа) в динамике ряд рассматриваемых показателей снизился от 1,9 до 5,3 раза, а ряд показателей, наоборот увеличился от 1,24 до 2,6 раза. При этом итоговая балльная оценка фактора загрязнения воздуха в промцентре изменилась от 3,4 балла (в 2000 г.) до 2,5 балла (в 2022 году), а относительный вклад загрязнения атмосферного воздуха в суммарную смертность в 2022 году составил 34,5% (против 36,0% в 2000 г.).

По официальным данным Росстата за 2022 г.* основные социально-экономические показатели (прожиточный индекс, доходы и расходы местного бюджета, объем производства промышленной продукции, оборот розничной торговли и др.) в г. Уфа превышают аналогичные показатели в городе-стандарте от 2,1 до 3,3 раза. Однако площадь жилья на 1 человека в 1,54 выше раза выше в административном. В 2022 г. по сравнению с данными 2000 г., социально-экономические условия жизни населения в г. Уфе, выросли в среднем в 2,9 раза. Максимальный рост произошел за счет среднемесячной заработной платы работников (в 3,5 раза), минимальный (1,5 раза) по индексу устойчивости браков. За тот же период показатели для города -стандарта (г. Белебей) почти не изменились, за исключением «реальной» (с учетом изменения покупательской способности) заработной платы в 1,08 раза.

Итоговая балльная оценка социально-экономического фактора в г. Уфа варьировала от 1,1 балла (в 2000 году) до 1,5 балла в 2022 году, а вклад данного фактора в общую смертность в 2022 г. составил 40,2% (против 39,0% в 2000 г.).

Доступность и качество оказания медицинской помощи выше в промцентре. Так, обеспеченность врачами г. Уфы в 2022 г. (89,3 на 10 тыс. насел.) в 4,4 раза выше, чем в городе-стандарте (20,5 на 10 тыс.); в 2020 г. 68,7, против 25,0 на 10 тыс. населения (различие в 2,7 раза, соответственно. Важно отметить, что, если в г. Уфа к 2022 г. наблюдается рост числа врачей в 1,3 раза по сравнению с 2000 годом, то в городе-стандарте за тот же период произошло снижение этого показателя в 1,2 раза. Кроме того, подчеркнем, что и удельный вес врачей первой и высшей категории в г. Уфа устойчиво превышает долю врачей с категорией в городе-стандарте в 1,9-2,1 раза. Оснащенность учреждений здравоохранения диагностическим, включая высокотехнологичное оборудование, также выше в г. Уфа в 2,1 раза в 2022 г. и в 2 раза в 2000 г. (50,6, против 25,3), при этом в обоих городах в динамике наблюдается небольшое увеличение этой позиции в 1,1 раза. Аналогичная картина наблюдается и для других показателей (число и оборот коек в больничных учреждениях, выполнение плана периодических осмотров)^{†,‡}

Балльная оценка фактора медицинской обеспеченности в г. Уфа выросла от 1,6 балла в 2000 году до 2,0 баллов в 2022 году, а относительный вклад в общую смертность составил 14,9% (против 16,1% в 2022 г.).

По официальным данным Башкортостанстата в 2022 году общий коэффициент смертности населения в г. Уфа составил 10,2 (на 1000 населения), что ниже, чем в административном (13,1 на 1000 населения)). Однако, если в г. Уфа коэффициент смертности населения в динамике к 2022 г. снизился с 11,7%₀ в 2000 г. до 10,2%₀ в 2022 году, то в г. Белебее данный показатель не изменился (13,2%₀).

Структура смертности по основным причинам в г. Уфа не изменилась, по-прежнему, на 1 месте остаются болезни органов кровообращения – 34,8%, на 2 месте - злокачественные новообразования – 12,9%, на 3 месте - внешние причины (травмы, отравления и несчастные случаи) – 7,0%, болезни нервной системы – 7,0%, болезни органов дыхания – 6,9%.

Поскольку за прошедшие 22 года показатели городской среды и смертности населения в городе-стандарте (г. Белебей) практически не изменились, то это позволяет использовать изменения в балльной оценке факторов в г. Уфа для количественной оценки вклада факторов в формировании здоровья населения в данном городе. Такой анализ показывает, что изменение загрязнения атмосферного воздуха, как фактора среды обитания (по балльной оценке, от 3,4 до 2,5; снижение на 26,5%) обуславливает снижение смертности на 16,7%. Улучшение социально-экономических условий (по балльной оценке, от 1,1 до 1,5; увеличение на

*<https://02.rosstat.gov.ru/storage/mediabank/Osnovnye-pokazateli-statistiki-zhilishchno-kommunalnogo-hozyajstva-Respubliki-Bashkortostan-na-konec-2022-goda.pdf>

†Здоровье населения и деятельность медицинских организаций Республики Башкортостан в 2022 году. Ежегодный сборник. <http://miacrb.ru/sborniki/>.pdf

‡Территориальный орган Федеральной службы государственной статистики по Республике Башкортостан. Отдел государственной статистики в городе Уфа. Городской округ город Уфа. Статистический ежегодник. Уфа. 2023.71с. <https://kulturaufa.ru/sbornik-ufa-za-2022g>

36,4%) приводит к снижению смертности на 10,3%. Доступность и качество медицинского обеспечения (по балльной оценке, от 1,6 до 2,0; увеличение на 25%) приводят к снижению смертности на 18,8%.

При этом относительная роль факторов в общей смертности населения изменилась незначительно: вклад социально-экономического фактора увеличился до 40,2% (39,0% в 2000 году), вклад фактора загрязнения воздуха снизился до 34,5% (против 36,0%), вклад медицинского обеспечения стал равным 14,9% (против 16,1% в 2000г). Доля прочих причин составила 10,3% (против 8,9%). Полученные данные позволили спрогнозировать уменьшение коэффициента смертности на 14,8%, что удовлетворительно согласуется с официальными данными (снижение коэффициента смертности от 11,7‰ до 10,2‰; уменьшение на 12,8%).

Заключение

Таким образом, проведенные исследования показали, что наиболее эффективно влияет на снижение смертности населения улучшение качества медицинского обеспечения. Так, улучшение медицинского обеспечения (по балльной оценке, на 25,0%) приводит к снижению смертности от данного фактора на 18,8%. На втором месте находится фактор загрязнения атмосферного воздуха. Уменьшение величины загрязнения (по балльной оценке, снижение на 26,5%) обуславливает снижение смертности от этого фактора, примерно, на 16,7%. Улучшение социально-экономических условий (по балльной оценке, увеличение на 36,4%) приводит к снижению смертности на 10,3%. В совокупности эти изменения обеспечивают суммарное снижение коэффициента смертности от 11,7 до 10,2 (уменьшение на 12,8%). При этом относительный вклад рассмотренных факторов в общую смертность населения составил: социально-экономический фактор 40,2%, загрязнение воздуха 34,5%, медицинское обеспечение 14,9%. Доля прочих причин 10,3%.

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES:

1. Андреев Е.М., Школьников В.М. Связь между уровнями смертности и экономического развития в России и ее регионах. Демографическое обозрение. 2018; 5(1): 6-24. DOI: <https://doi.org/10.17323/demreview.v5i1.7707> [Andreev E.M., Shkolnikov V.M. The connection between mortality levels and economic development in Russia and its regions. Demographic Review. (Russian journal) 2018; 5(1): 6-24. DOI: <https://doi.org/10.17323/demreview.v5i1.7707> (in Russ.).]
2. Гичев Ю.П. Экологическая детерминированность основных заболеваний и сокращения продолжительности жизни. София-Новосибирск; 2021. 130 с. DOI <https://doi.org/10.20913/94560-330-1>. <https://readli.net/chitat-online/?b=1268137&pg=3> [Gichev Yu.P. Environmental determinism of major diseases and reduced life expectancy. Sofia-Novosibirsk; 2021. 130 p. DOI <https://doi.org/10.20913/94560-330-1>. <https://readli.net/chitat-online/?b=1268137&pg=3> (in Russ.).]
3. World Health Organization. Ambient air pollution: A global assessment of exposure and burden of disease. 2016. ISBN: 9789241511353. URL: <https://www.who.int/phe/publications/air-pollution-global-assessment/en/> (дата обращения: 11.09.2024).
4. World Health Organization. Global Status Report on Noncommunicable Diseases (2014). URL: <https://www.who.int/nmh/publications/ncd-status-report-2014/en/> (дата обращения: 15.04.2025г.).
5. Heroux M. E., Braubach M., Korol N., Krzyzanowski M., Paunovic E., Zastenskaya I. Основные выводы о медицинских аспектах загрязнения воздуха: Проекты REVIHAAP и HRAPIE ВОЗ/ЕК. Гигиена и санитария. 2013; 6: 9–14. <http://government.ru/rugovclassifier/874/> [Heroux M. E., Braubach M., Korol N., Krzyzanowski M., Paunovic E., Zastenskaya I. Main conclusions about the medical aspects of air pollution: WHO/EC REVIHAAP and HRAPIE projects. Gigena i Sanitaria (Hygiene and Sanitation, Russian journal). 2013; (6): 9–14(in Russian). <http://government.ru/rugovclassifier/874/> (in Russ.).]
6. Хасанова Р.Р., Макаренцева А.О. Смертность и продолжительность жизни населения России. ФГБОУ ВПО РАНХиГС при Президенте Российской Федерации. Москва, 2017; 87 с. https://rosstat.gov.ru/bgd/regl/b07_04/IssWWW.exe/Stg/d090/4-demogr.htm [Khasanova R.R., Makarentseva A.O. Mortality and life expectancy of the Russian population. FSBEI HPE RANEPa under the President of the Russian Federation. Moscow, 2017; 87 p. (in Russ.). https://rosstat.gov.ru/bgd/regl/b07_04/IssWWW.exe/Stg/d090/4-demogr.htm(in Russ.).]
7. Кильсенбаев Э.Р., Хасанова Г.М. К вопросу о влиянии социально-экономических факторов на состояние здоровья населения. Вестник Башкирского государственного медицинского университета. 2019; 2: 177-182 eISSN: 2309-7183 [Kilsenbaev E.R., Khasanova G.M. On the issue of the influence of socio-economic factors on the health of the population. Bulletin of the Bashkir State Medical University. 2019; No. 2. P.177-182 eISSN: 2309-7183 (in Russ.).]
8. Кадыров С.Х. Здоровье населения: проблемы оценки. Демографические чтения вызовы и тенденции демографического развития России и ее регионов. Уфа. 2020; 113-116. <http://isi-rb.ru/Demograficheskie-chteniya-2020.elibrary.ru/item.asp?id=47442650> [Kadyrov S.Kh. Population health: problems of assessment. Demographic readings, challenges and trends in demographic development of Russia and its regions. Ufa. 2020; 113-116 <http://isi-rb.ru/Demograficheskie-chteniya-2020.elibrary.ru/item.asp?id=47442650>.] (In Russ.).]
9. Рахматуллина Л.Р., Сулейманов Р.А., Валеев Т.К., Давлетнуров Н.Х., Бактыбаева З.Б., Рахматуллин Н.Р. Влияние социально-экономических факторов на заболеваемость детского населения Республики Башкортостан. Здоровоохранение Российской Федерации. 2021;65(6):565-572. <https://doi.org/10.47470/0044-197X-2021-65-6-565-572> [Rakhmatullina L.R., Suleymanov R.A., Valeev T.K., Davletnurov N.Kh., Baktybaeva Z.B., Rakhmatullin N.R. The influence of socio-economic factors on the morbidity of the child population of the Republic of Bashkortostan. Healthcare of the Russian Federation. 2021; 65(6):565-572. <https://cyberleninka.ru/article/n/vliyanie-sotsialno-ekonomicheskikh-pokazateley-nazabolevaemost-detskogo-naseleniya-respubliki-bashkortostan>. (In Russ.).]
10. Балакин В.В., Алексиков С.В., Чеснокова О.Г. Формирование оптимального аэрационного режима и обеспечение качества атмосферного воздуха градостроительными средствами. Гигиена и санитария. 2025;104(4):384-

390. <https://doi.org/10.47470/0016-9900-2025-104-4-384-390>. EDN: jdspsy [Balakin V.V., Aleksikov S.V., Chesnokova O.G. Formation of an optimal aeration regime in ensuring the quality of atmospheric air by urban planning means. *Hygiene and Sanitation*. 2025;104(4):384-390. (In Russ.) <https://doi.org/10.47470/0016-9900-2025-104-4-384-390>. EDN: jdspsy (in Russ.).]
11. Зайцева Н.В., Кольдибекова Ю.В., Землянова М.А., Тетерина Д.М. Гигиенические аспекты оценки комбинированного действия химических факторов среды обитания на здоровье человека (обзор литературы). *Гигиена и санитария*. 2025;104(4):518-523. <https://doi.org/10.47470/0016-9900-2025-104-4-518-523>. EDN: qoxsge [Zaitseva N.V., Koldibekova J.V., Zemlyanova M.A., Teterina D.M. Hygienic aspects of the assessment of combined effect of chemical environmental factors on human health (literature review). *Hygiene and Sanitation*. 2025; 104(4): 518-523. (In Russ.) <https://doi.org/10.47470/0016-9900-2025-104-4-518-523>. EDN: qoxsge (in Russ.).]
12. Симкалова Л.М., Делицын Д.А. Выявление востребованности и ожиданий от создания веб-портала и мобильного приложения для информирования хозяйствующих субъектов по соблюдению ими обязательных требований санитарного законодательства. *Здравоохранение Российской Федерации*. 2025;69(2):105-110. <https://doi.org/10.47470/0044-197X-2025-69-2-105-110>. EDN: jwbbqx [Simkalova L.M., Delitsyn D.A. Identification of demand and expectations from the creation of a web portal and mobile application to inform business entities on their compliance with mandatory requirements of sanitary legislation. *Health care of the Russian Federation*. 2025;69(2):105-110. (In Russ.) <https://doi.org/10.47470/0044-197X-2025-69-2-105-110>. EDN: jwbbqx (in Russ.).]
13. Кислицына В.В., Суржиков Д.В., Ликонцева Ю.С., Штайгер В.А. Оценка ингаляционного риска для здоровья населения угледобывающего промышленного центра. *Гигиена и санитария*. 2025;104(4):531-536. <https://doi.org/10.47470/0016-9900-2025-104-4-531-536>. EDN: yehcwe [Kislitsyna V.V., Surzhikov D.V., Likontseva Yu.S., Shtaiger V.A. Assessment of inhalation risk to population health in a coal mining industrial center. *Hygiene and Sanitation*. 2025;104(4):531-536. (In Russ.) <https://doi.org/10.47470/0016-9900-2025-104-4-531-536>. EDN: yehcwe (in Russ.).]
14. Микрюкова Л.Д. Смертность от рака лёгкого в когорте населения, подвергшегося хроническому радиационному воздействию. *Гигиена и санитария*. 2025;104(3):265-271. <https://doi.org/10.47470/0016-9900-2025-104-3-265-271>. EDN: tljwoh [Mikryukova L.D. Lung cancer mortality in a cohort of population exposed to chronic radiation. *Hygiene and Sanitation*. 2025;104(3):265-271. (In Russ.) <https://doi.org/10.47470/0016-9900-2025-104-3-265-271>. EDN: tljwoh (in Russ.).]
15. Сабирова З.Ф., Бударина О.В., Винокуров М.В., Фаттахова Н.Ф. Методические вопросы изучения влияния загрязнения воздуха на здоровье населения. *Гигиена и санитария*. 2017; 96(10): 987-989 eLIBRARY ID: 30741626 DOI: 10.18821/0016-9900-2017-96-10-987-989 [Sabirova Z.F., Budarina O.V., Vinokurov M.V., Fattakhova N.F. Methodological issues in studying the impact of air pollution on public health. *Hygiene and sanitation*. 2017; 96(10): 987-989 eLIBRARY ID: 30741626 DOI: 10.18821/0016-9900-2017-96-10-987-989. (In Russ.).]
16. Тобольская-Поспелова М.М., Крылова Н.В., Горкина И.К., Антонов В.А., Новикова О.Н., Сазонова Н.Г., Иванова Е.Р., Белоусова Т.Н. Эколого-гигиеническая ситуация в районе расположения химически опасного объекта. *Гигиена и санитария*. 2025;104(2):162-167. <https://doi.org/10.47470/0016-9900-2025-104-2-162-167>. EDN: anfkfz [Tobolskaya-Pospelova M.M., Krylova N.V., Gorkina I.K., Antonov V.A., Novikova O.N., Sazonova N.G., Ivanova E.R., Belousova T.N. Ecological and hygienic situation in the area of the location of a chemically hazardous facility. *Hygiene and Sanitation*. 2025;104(2):162-167. (In Russ.) <https://doi.org/10.47470/0016-9900-2025-104-2-162-167>. EDN: anfkfz. (In Russ.).]
17. Кузмичев М.К., Клепиков О.В., Куролап С.А., Кульнев В.В., Кизеев А.Н., Никанов А.Н. Оценка радиоактивности аэрозолей в атмосферном воздухе населённых мест. *Гигиена и санитария*. 2024;103(8):791-796. <https://doi.org/10.47470/0016-9900-2024-103-8-791-796>. EDN: htydvh [Kuzmichev M.K., Klepikov O.V., Kurolap S.A., Kulnev V.V., Kizeev A.N., Nikanov A.N. Assessment of aerosol radioactivity in the atmospheric air of populated areas. *Hygiene and Sanitation*. 2024;103(8):791-796. (In Russ.) <https://doi.org/10.47470/0016-9900-2024-103-8-791-796>. EDN: htydvh (In Russ.).]
18. Бударина О.В., Сковронская С.А., Гошин М.Е., Сабирова З.Ф. Гигиеническая оценка запаха в атмосферном воздухе: опыт использования сенсорных и аналитических методов (обзор литературы). *Гигиена и санитария*. 2025;104(5):554-561. <https://doi.org/10.47470/0016-9900-2025-104-5-554-561> <https://elibrary.ru/abcdef> [Budarina O.V., Skovronskaya S.A., Goshin M.E., Sabirova Z.F. Use of sensory and analytical methods in hygienic assessment of odour in atmospheric air (literature review). *Hygiene and Sanitation*. 2025;104(5):554-561. (In Russ.) <https://doi.org/10.47470/0016-9900-2025-104-5-554-561>. EDN: ogmxfd. (In Russ.).]
19. Ефимова Н.В., Бобкова Е.В., Зароднюк Т.С., Горнов А.Ю. Возрастная динамика смертности населения от болезней системы кровообращения в период пандемии при снижении загрязнения атмосферного воздуха. *Гигиена и санитария*. 2024;103(9):925-931. <https://doi.org/10.47470/0016-9900-2024-103-9-925-931>. EDN: lgcdmf [Efimova N.V., Bobkova E.V., Zarodnyuk T.S., Gornov A.Yu. Age trend in the mortality from diseases of the circulatory system during the pandemic under a decrease in air pollution. *Hygiene and Sanitation*. 2024;103(9):925-931. (In Russ.) <https://doi.org/10.47470/0016-9900-2024-103-9-925-931>. EDN: lgcdmf. (In Russ.).]
20. Ушакова Н.В., Евсеева И.Н., Водянова М.А., Сабирова З.Ф., Юдин С.М. Перспективы применения метода ранжирования промышленных объектов для оценки радиационных и химических рисков для здоровья населения и окружающей среды». *Медицина труда и промышленная экология*. 2025. №3. 2025;65(3):174-181. <https://doi.org/10.31089/1026-9428-2025-65-3-174-181>. (In Russ.).]
21. Овчинникова Е.Л., Колчин А.С., Крива А.С., Плотникова О.В., Ширинская Н.В. Гигиенические аспекты смертности населения промышленного города. *Гигиена и санитария*. 2024;103(3):227-233. <https://doi.org/10.47470/0016-9900-2024-103-3-227-233>. EDN: hzovzt [Ovchinnikova E.L., Kolchin A.S., Kriga A.S., Plotnikova O.V., Shirinskaya N.V. Hygienic aspects of mortality of the population of an industrial city. *Hygiene and Sanitation*. 2024;103(3):227-233. (In Russ.) <https://doi.org/10.47470/0016-9900-2024-103-3-227-233>. EDN: hzovzt. (In Russ.).]
22. Марченко Б.И., Дерябкина Л.А., Назарянц А.А. Гигиенические проблемы фармацевтического загрязнения окружающей среды сточными водами медицинских организаций. *Гигиена и санитария*. 2025;104(3):297-306. <https://doi.org/10.47470/0016-9900-2025-104-3-297-306>. EDN: ajehwj [Marchenko B.I., Deryabkina L.A., Nazaryants A.A. Hygienic problems of pharmaceutical pollution of the environment with wastewater from medical organizations. *Hygiene and sanitation*. 2025;104(3):297-306. <https://doi.org/10.47470/0016-9900-2025-104-3-297-306>. EDN: ajehwj [Marchenko B.I., Deryabkina L.A.,

- Nazaryants A.A. Hygienic aspects of the problem of pharmaceutical pollution of the environment with wastewater of medical institutions. *Hygiene and Sanitation*. 2025;104(3):297-306. (In Russ.) <https://doi.org/10.47470/0016-9900-2025-104-3-297-306>. EDN: ajehwj (In Russ.).]
23. Попова А.Ю., Зайцева Н.В., Май И.В. Здоровье населения как целевая функция и критерий эффективности мероприятий федерального проекта «Чистый воздух». Анализ риска здоровью. 2019; 4: 4–13. DOI: 10.21668/health.risk/2019.4.01 [Popova A.Yu., Zaitseva N.V., May I.V. Population health as a target function and criterion for the effectiveness of the activities of the federal project “Clean Air”. Health risk analysis. 2019; 4: 4–13. DOI: 10.21668/health.risk/2019.4.01. (In Russ.).]
24. Ревич Б.А., Харьков Т.Л., Кваша Е.А. Некоторые показатели здоровья жителей городов федерального проекта “Чистый воздух”. Анализ риска здоровью. 2020; 2: 16–27. <https://journal.fcisk.ru/2020/2/2/> [Revich B.A., Kharkova T.L., Kvasha E.A. Some health indicators of city residents of the federal project “Clean Air”. Health risk analysis. (Russian journal) 2020; 2: 16–27. (in Russian). <https://journal.fcisk.ru/2020/2/2/>. (In Russ.).]
25. Зайцева Н.В. Гигиена в решении актуальных проблем развития потенциала здоровья и продолжительности жизни населения Российской Федерации. Гигиена и санитария. 2022; 101. (10):1138–1144. <https://doi.org/10.47470/0016-9900-2022-101-10-1138-1144>. [Zaitseva N.V. Hygiene in solving current problems of developing the health potential and life expectancy of the population of the Russian Federation. Hygiene and sanitation. (Russian journal) 2022; 101. (10):1138–1144. <https://doi.org/10.47470/0016-9900-2022-101-10-1138-1144> (in Russ.).]
26. Lelieveld J., Evans J. S., Fnais M., Giannadaki D., Pozzer A. The contribution of outdoor air pollution sources to premature mortality on a global scale. *Nature*. 2015. vol. 525. P.367–371. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov>.
27. Фарахани М., Субраманиан С.В., Каннинг Д. Краткосрочная и долгосрочная связь между плотностью врачей и детской смертностью: продольный эконометрический анализ. Рабочий документ PGDA № 49. Национальный институт старения. 2009; https://cdn1.sph.harvard.edu/wp-content/uploads/sites/1288/2013/10/PGDA_WP_49.pdf. [Farahani M, Subramanian SV, Canning D. The short- and long-term association between physician density and child mortality: a longitudinal econometric analysis. PGDA Working Paper no. 49. National Institute on Aging. 2009; https://cdn1.sph.harvard.edu/wp-content/uploads/sites/1288/2013/10/PGDA_WP_49.pdf.]
28. Либерт Х. и Мэдер Б. 2018; Плотность врачей и детская смертность: полупараметрический анализ отдачи от оказания медицинской помощи. Рабочий документ CESifo №. 7209, доступно в SSRN: <https://ssrn.com/abstract=3275382>. [Liebert H., & Mader B. 2018; Physician density and child mortality: A semiparametric analysis of the returns to health care provision. CESifo Working Paper no. 7209, available at SSRN: <https://ssrn.com/abstract=3275382>.]
29. Малдун К.А., Голуэй Л.П., Накаджима М., Кантерс С., Хогг Р.С., Бендавид Э., Миллс Э.Дж. Детерминанты младенческой, детской и материнской смертности в системе здравоохранения: перекрестное исследование стран-членов ООН. Глоб Здоровье. 2011; 7 (1): 42. DOI: 10.1186/1744-8603-7-42. [Бесплатная статья PMC] [PubMed] [CrossRef] [Google Scholar] [Muldoon KA, Galway LP, Nakajima M, Kanter S, Hogg RS, Bendavid E, Mills EJ. Determinants of infant, child and maternal mortality in the health system: a cross-sectional study of UN member countries. *Glob Health*. 2011; 7 (1): 42. DOI: 10.1186/1744-8603-7-42. [Бесплатная статья PMC] [PubMed] [CrossRef] [Google Scholar].]
30. Руссо Л.С., Скотт А., Сиви П., Диас Дж. Врачи первичной медико-санитарной помощи и детская смертность: данные из Бразилии. ПЛОС Один. 2019; год; 14 (5): e0217614. doi: 10.1371/journal.pone.0217614. [PMC] [PubMed] [CrossRef] [Google Scholar] [Russo LS, Scott A, Seavey P, Diaz J. Primary care physicians and child mortality: evidence from Brazil. *PLOS One*. 2019; 14(5): e0217614. doi: 10.1371/journal.pone.0217614. [PMC] [PubMed] [CrossRef] [Google Scholar].]
31. Шетти А., Шетти С. Влияние врачей на душу населения на уровень смертности в Азии. *Int J Med Pharmaceutical Sci*. 2014; 4 (9): 10–15. [Google Scholar] [Shetty A, Shetty S. Impact of physicians per capita on mortality rates in Asia. *Int J Med Pharmaceutical Sci*. 2014; 4 (9): 10–15. [Google Scholar].]
32. Джебели С.Ш., Хадян М., Суресрафил А. Исследование ресурсов здравоохранения и результатов в области здравоохранения: организация экономической корпорации и анализ панельных данных развития. J Образование, укрепление здоровья. 2019; 8: 70. [Бесплатная статья о PMC] [PubMed] [Google Scholar] [Jebeli S.S., Hadian M., Suresrafil A. Research on health resources and health outcomes: economic corporation organization and development panel data analysis. *J Education, health promotion*. 2019; 8: 70. [Бесплатная статья о PMC] [PubMed] [Google Scholar].]
33. Развитие представлений о биологическом контроле воздействия химических веществ / Л. В. Хрипач, Р. А. Мамонов, А. В. Алексеева [и др.] // Russian Journal of Environmental and Rehabilitation Medicine. – 2025. – № 2. – С. 15–25. – EDN CUSZQG.
34. Салтыкова, М. М. Сравнительный анализ показателей смертности в городах с разной возрастной структурой населения / М. М. Салтыкова, А. Д. Банченко // Russian Journal of Environmental and Rehabilitation Medicine. – 2023. – № 4. – С. 15–21. – EDN AMWWEB. Салтыкова, М. М. Сравнительный анализ показателей смертности в городах с разной возрастной структурой населения / М. М. Салтыкова, А. Д. Банченко // Russian Journal of Environmental and Rehabilitation Medicine. – 2023. – № 4. – С. 15–21. – EDN AMWWEB.

THE ROLE OF URBAN ENVIRONMENTAL FACTORS IN SHAPING POPULATION HEALTH

Sabirova Z.F.¹, Mullagaleeva N.F.², Savostikova O.N.¹, Vodyanova M.A.¹

¹Federal State Budgetary Institution «Center for Strategic Planning and Management of Medical and Biological Health Risks» of the Federal Medical and Biological Agency. 119121, Moscow, Russia

²State Autonomous Healthcare Institution «Interregional Clinical and Diagnostic Center». 42010, Kazan, Russia

ABSTRACT.

The health and well-being of the population are the priority basis for Russia's security. The majority of Russia's population (75.25%) lives in urban areas. Urban environmental factors (socioeconomic, sanitary and hygienic, level and quality of medical care) can have both a positive and negative impact on the health of the population. For effective management of the quality of urban life in the interests of preserving the health of the population, it is necessary to develop certain schemes (or models) that allow predicting the health of the population depending on changes in urban environmental factors. Objective of the study. Quantitative characteristics of the indicators that determine the factors of the urban environment, with an assessment of their contribution to the formation of health (using mortality as an example). Material and methods. The objects of the study were cities with different levels and specifics of industrial potential, economic development, medical care (experimental - Ufa), and a comparison city (standard - Belebey). According to official data (2022 compared to 2000), 51 indicators characterizing such factors of the urban environment as the level of socio-economic development, air pollution and health care were analyzed and ranked (in points) in the selected cities. The point assessment of the significance of factors was performed using the Delphi method. Results. It is shown that an improvement in health care (according to a point assessment) by 25.0%, socio-economic conditions by 36.4% lead to a decrease in mortality by 18.8% and 10.3%; a decrease in air pollution by 26.5% decrease in mortality by 16.7%. Conclusion. In total, these changes in factors ensure a total decrease in the mortality rate from 11.7% to 10.2% (a decrease of 12.8%).

Keywords: socio-economic factors; air pollution; health care; mortality.

Сведения об авторах

Сабирова Зульфия Фаридовна –д.м.н., профессор, ведущий научный сотрудник отдела гигиены ФГБУ «Центр стратегического планирования и управления медико-биологическими рисками здоровью» Федерального медико-биологического агентства. 119121, Москва, Россия, ул. Погодинская, д. 10, стр.1, +7(499) 903-221-64-27. e-mail: sabirovazf2011@mail.ru <https://orcid.org/0000-0003-3505-8344>

Муллагалева Наиля Фанисовна –к.м.н., заведующий клиникой амбулаторной медицины ГАУЗ «Межрегиональный клиничко – диагностический центр». Казань, Россия. 420101, Россия, г. Казань, ул. Карбышева, д. 12А, +8(843)291-10-16. E-mail: nailya.mullagaleeva@mail.ru <https://orcid.org/0009-0004-8454-4933>

Савостикова Ольга Николаевна –к.м.н., начальник отдела физико-химических исследований и экотоксикологии ФГБУ «Центр стратегического планирования и управления медико-биологическими рисками здоровью» Федерального медико-биологического агентства. 119121, Москва, Россия, ул. Погодинская, д. 10, стр.1, +7 (926)814-59-35. e-mail: OSavostikova@cspfmba.ru, <https://orcid.org/0000-0002-7032-1366>

Водянова Мария Александровна –к.б.н., ученый секретарь Федерального государственного бюджетного учреждения «Центр стратегического планирования и управления медико-биологическими рисками здоровью» Федерального медико-биологического агентства (ФГБУ «ЦСП» ФМБА России). 119121, Москва, Россия, ул. Погодинская, д. 10, стр.1, +7(915)087-92-94, mvodyanova@cspfmba.ru, <https://orcid.org/0000-0003-3350-5753>.

ОРИГИНАЛЬНАЯ СТАТЬЯ

УДК 614:2, 614:7

СТРАТЕГИЧЕСКИЕ НАПРАВЛЕНИЯ РАЗВИТИЯ ЗДРАВООХРАНЕНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Водянова М.А.*, Болехан В.Н., Краевой С.А., Юдин С.М.

¹ Федеральное государственное бюджетное учреждение «Центр стратегического планирования и управления медико-биологическими рисками здоровью» Федерального медико-биологического агентства, г. Москва, 119121

РЕЗЮМЕ. Внедрение в практическое здравоохранение стратегического планирования является актуальной задачей по разным причинам. Предопределяя достижение главной цели по сохранению здоровья населения страны, вовлеченные специалисты должны обладать прогностическим мышлением и рациональным подходом в грамотном планировании различных мероприятий. В противном случае, недооценка возникающих рисков и угроз может привести к необратимым последствиям. Безусловно, что общепризнанные модели организации системы здравоохранения и пути ее развития обусловлены как накопленным опытом, так и социально-экономическими угрозами стабильности государства, в том числе эпидемиями мирового масштаба. Выработка тех или иных решений должна включать анализ не только исторического опыта в области здравоохранения государства, но и существующих потребностей общества в области оказания медицинской помощи. Вектор стратегии развития здравоохранения должен формироваться с учетом определения областей передового опыта и других областей экономики, приоритизации критических сфер, развития коммуникации и своевременной эффективной адаптации к текущим задачам. Обеспечить реализацию данного процесса, безусловно, должны органы исполнительной власти Российской Федерации и органы исполнительной власти ее субъектов.

Цель исследования – анализ исторических предпосылок и современных тенденций развития здравоохранения Российской Федерации и поиск актуальных направлений для его совершенствования.

Материалы и методы. Исследование выполнено информационно-аналитическим методом анализа нормативной документации и научных публикаций из баз данных Elibrary, Scopus, Web of Science, PubMed, Техэксперт, Консультант и др. Авторы представили актуальные тенденции в стратегических направлениях развития здравоохранения с учетом рисков их реализации.

Результаты. В статье проанализированы некоторые исторические аспекты формирования системы российского здравоохранения. Определены принципиальные задачи, требующие пристального внимания и скоординированных действий различных органов исполнительной власти. Приведены отдельные мнения ведущих специалистов, демонстрирующие единые взгляды в сфере развития здравоохранения. Определен вектор стратегического направления развития здравоохранения в условиях цифровизации и клиентоцентричности.

Ограничения исследования. Исследование ограничено действующим законодательством в сфере здравоохранения и включает мнения руководителей федеральных органов исполнительной власти, а также специалистов, касающиеся стратегии его развития. Проведенный анализ показывает общие тенденции и позволит в дальнейшем построить прогнозные модели развития здравоохранения Российской Федерации с учетом социально-экономического развития государства.

Заключение. Не вызывает сомнений тот факт, что стратегическое планирование является важным этапом деятельности любой экономической сферы. Однако в области здравоохранения стратегическое планирование является ключевым с точки зрения обеспечения здоровья граждан, а значит, и будущего государства. Условия жизнедеятельности находятся в постоянной динамике, в этом случае система

* Адрес для переписки: Водянова Мария Александровна E-mail: mvodyanova@cspfmbs.ru

Цитирование. Водянова М.А., Болехан В.Н., Краевой С.М., Юдин С.М. Стратегические направления развития здравоохранения Российской Федерации. Russian Journal of Environmental and Rehabilitation Medicine. 2025. 4: 66-75.

Citation M.A. Vodianova, V.N. Bolekhan, S.A. Kraevoy, S.M. Yudin. Strategic directions for the development of healthcare in the Russian Federation. Russian Journal of Environmental and Rehabilitation Medicine. 2025. 4: 66-75.

здравоохранения должна быть гибкой и подготовленной к кардинальным изменениям, а иногда и опережать их. Пандемия COVID-19 и борьба с ней стали стимулом для развития передовых технологий и медицинской науки. Поиски нетривиальных решений привели к скачку цифровизации, в том числе внедрению новейших технологий в систему здравоохранения. Особое внимание стало уделяться росту экспорта медицинских услуг зарубеж и поиску инвестиций в российскую медицину и науку. Вместе с тем, активно реализуются программы федерального значения по обеспечению санитарно-эпидемиологического благополучия населения и повышению удовлетворенности участников Специальной военной операции условиями для медицинской реабилитации, переобучения и трудоустройства. Вопросы эффективного удовлетворения потребностей физических или юридических лиц при их взаимодействии с государственными органами и внебюджетными фондами все чаще выходят на первый план в параллели с цифровизацией здравоохранения. Очевидно, что государству потребуются значительные финансовые вложения в материально-техническое и кадровое обеспечение, в том числе медицинских учреждений, для исключения всевозможных рисков, связанных с обеспечением информационной безопасности медицинских данных, и других. Таким образом, вызовы, встающие на пути социально-экономического развития общества, напрямую влияют на стратегические решения в области здравоохранения. Планирование, своевременный контроль и проведение корректирующих мероприятий на всех этапах деятельности заинтересованных сторон в области здравоохранения позволят избежать негативных последствий и обеспечить, в первую очередь потребности населения в оказании качественной и доступной медицинской помощью.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: развитие здравоохранения, охрана здоровья граждан, стратегические направления, цифровая трансформация, медико-санитарная помощь, клиентоцентричность.

ВВЕДЕНИЕ.

Стратегические направления развития здравоохранения любого государства формируются исходя из результатов многофакторного анализа ряда показателей, отражающих недостатки существующей системы здравоохранения. Указом Президента РФ наиболее значимыми вызовами национальной безопасности в сфере охраны здоровья граждан выделены следующие: старение населения (увеличение численности лиц старше трудоспособного возраста); неудовлетворенность граждан доступностью и качеством медицинской помощи; замещение бесплатных медицинских услуг, предоставляемых в рамках программы государственных гарантий бесплатного оказания гражданам медицинской помощи, медицинскими услугами, предоставляемыми на платной основе, что влечет за собой нарастание социальной напряженности в обществе; рост числа детей-инвалидов*. Определены не только угрозы и вызовы национальной безопасности в сфере охраны здоровья граждан, но и основные механизмы оценки ее состояния и государственная политика в сфере охраны здоровья граждан, которая реализуется посредством принятия программы государственных гарантий бесплатного оказания гражданам медицинской помощи, государственной программы Российской Федерации «Развитие здравоохранения», национальных проектов «Здравоохранение» и «Демография», ведомственных целевых программ, а также государственных программ субъектов Российской Федерации.

В соответствии с Постановлением Правительства Российской Федерации от 27 марта 2020 г. № 351 «О внесении изменений в государственную программу Российской Федерации «Развитие здравоохранения»[†] определены основные направления (подпрограммы) государственной политики Российской Федерации «Развитие здравоохранения»: «Совершенствование оказания медицинской помощи, включая профилактику заболеваний и формирование здорового образа жизни»; «Развитие и внедрение инновационных методов диагностики, профилактики и лечения, а также основ персонализированной медицины»; «Развитие медицинской реабилитации и санаторно-курортного лечения, в том числе детей»; «Развитие кадровых ресурсов в здравоохранении»; «Развитие международных отношений в сфере охраны здоровья»; «Экспертиза и контрольно-надзорные функции в сфере охраны здоровья»; «Медико-санитарное обеспечение отдельных категорий граждан»; «Информационные технологии и управление развитием отрасли». Реализация программ и подпрограмм предусмотрена в период с 2020 по настоящее время – 2024 гг. Структура реализации программ включает разноуровневые проекты и мероприятия с указанием контрольных сроков, целей и этапов по их исполнению. Например, целью Федерального проекта «Развитие детского здравоохранения, включая создание современной инфраструктуры оказания медицинской помощи детям» является снижение младенческой смертности (до 4,5 случая на 1 тыс. родившихся живыми) к 2024 году. Однако поставленная цель требует решения отдельных задач как на федеральном, так и на региональном уровнях.

Вместе с тем, развитие здравоохранения на период до 2030 года должно быть ориентировано на создание эффективной системы, способной обеспечить население своевременными профилактическими

* Указ Президента Российской Федерации РФ от 6 июня 2019 г. № 254 «О Стратегии развития здравоохранения в Российской Федерации на период до 2025 года».

† Постановление Правительства Российской Федерации от 27 марта 2020 г. № 351 «О внесении изменений в государственную программу Российской Федерации «Развитие здравоохранения».

мероприятиями, доступной и качественной медицинской помощью, с использованием достижений медицинской науки, а также реабилитационной и санаторно-курортной помощью*.

Таким образом, построение системы и вектора развития здравоохранения – это процесс, требующий взаимодействия между органами исполнительной власти Российской Федерации и органами исполнительной власти субъектов Российской Федерации.

По мнению специалистов [1], необходимо усилить внимание к решению следующих задач: предоставление медицинских услуг безработным гражданам трудоспособного возраста, не относящихся к категории инвалидов, по системе обязательного медицинского страхования; решение вопроса отчислений во внебюджетные фонды от работодателей и/или штрафных санкций для граждан, не имеющих официального трудоустройства; приведение к единообразию информации и сведений о состоянии здоровья граждан, а также систематизацию автоматического сбора данных.

Все это доказывает, что для решения вышеперечисленных и других вопросов потребуются различные компетенции и участие представителей как органов исполнительной власти РФ, так и субъектов РФ. Эффективность принимаемых решений и своевременная реализация намеченных планов будет очевидна при подведении итогов исполнения документов стратегического планирования за отчетный период. В связи с этим, определяющие документы по развитию здравоохранения в какой-то степени напрямую будут способствовать решению и других вопросов государства.

Следует отметить, что стратегические направления развития здравоохранения РФ должны меняться в зависимости от растущих биологических, химических и других экологических угроз здоровью населения. Безусловно, что модели формирования системы здравоохранения и вектор ее развития обусловлены как накопленным опытом, так и социально-экономическими угрозами стабильности государства, в том числе эпидемиями мирового масштаба.

Таким образом, **целью** настоящего исследования является анализ исторических предпосылок и современных тенденций развития здравоохранения Российской Федерации и поиск актуальных направлений для его совершенствования.

Для выполнения поставленной цели решались следующие **задачи**:

1. Проанализировать некоторые исторические аспекты формирования системы российского здравоохранения.
2. Определить вектор стратегического направления развития здравоохранения.

Результаты

1. Некоторые исторические аспекты формирования системы здравоохранения в России.

«Современная система российского здравоохранения унаследовала от СССР организационную структуру, а именно больничную и поликлиническую сеть, сеть медицинских институтов, лабораторий и пр. В этой связи важное значение приобретает изучение не только истории советского здравоохранения, но и эволюции его организационно-правового обеспечения в исторической ретроспективе. Это имеет не только теоретическое, но и практическое значение, связанное с поиском эффективных способов решения современных проблем в здравоохранении, в частности, разработкой оптимальных моделей организации и управления здравоохранением» [2].

Октябрьская революция 1917 года стала толчком для проведения коренных государственных реформ, в том числе в области медицины. Под руководством Н.А. Семашко в стране создана государственная система здравоохранения, которая объединяла и продолжала лучшие традиции отечественной медицины. Главными постулатами стали принципы существовавшей ранее земской медицины: медицинская помощь населению была общедоступна и бесплатна, бесспорный акцент делался на профилактику заболеваний и участие населения в решении вопросов охраны здоровья. Именно в этот период разработаны положения о диспансеризации, работе лечебно-профилактических учреждений (ЛПУ) и многое другое [3].

В литературе отмечается, что «советская система здравоохранения являлась законченной моделью организации здравоохранения с точки зрения участия государства в финансировании медицинских услуг, медицинских и социальных мер охраны здоровья населения» [4, 5]. И вместе с тем, дефицит врачей и медицинского персонала всегда сдерживал темпы развития здравоохранения.

В книге доктора медицинских и юридических наук А.Н. Пищиты (2018) «описана модель организации управления в здравоохранении в России в 1992–2005 годах» [6]. Автор считает, что очередной цикл социально-экономических реформ в стране послужил развитию новой системы финансирования медицины, а том числе фондов по обязательному медицинскому страхованию граждан (ОМС). Новации в сфере здравоохранения помимо положительных результатов, подсветили и проблемные вопросы – медицинским организациям сократили бюджетное финансирование, а их деятельность формировалась по затратному принципу.

* Прогноз долгосрочного социально-экономического развития Российской Федерации на период до 2030 года (разработан Минэкономразвития России), <http://www.economy.gov.ru> (ссылка активна 13.06.2024).

В статье Т.В. Чубатовой (2004) «обсуждаются вопросы соотношения профилактики и лечения, что напрямую затрагивает приоритеты развития системы здравоохранения. Из всех предлагаемых мер в профилактике применяется вакцинация, другие не менее важные факторы среды обитания человека остаются недооцененными, что приводит к нарушению связей в цикле: улучшение условий жизни → профилактика → ранняя диагностика → лечение на базе оценки затрат» [4]. Тем не менее, Ф.Ф. Эрисман, А.Н. Сысин, Г.И. Сидоренко и следующие поколения врачей-гигиенистов особенно подчеркивают важность предотвращения и своевременной профилактики болезней посредством предупреждения или устранения факторов риска.

Все чаще при разработке концепции развития здравоохранения предлагается использовать принципы системности, комплексности, соизмеримости, финансовой обеспеченности и структурной сбалансированности [7]. Теперь для качественной организации системы здравоохранения требуется урегулирование вопросов с множеством заинтересованных сторон, в том числе по планированию необходимых объемов ресурсов.

По мнению А.Н. Пищиты (2018), «национальный проект «Здоровье», реализуемый с 2006 г., стал крупной вехой в развитии российского здравоохранения. Фактические расходы на проект «Здоровье» увеличивались от 78,9 млрд руб. в 2006 г. до – 118,8 млрд руб. в 2008 г. В связи с глобальным экономическим кризисом, в 2008 г. показатели финансирования снизились на 30,9 % до уровня 0,29 % ВВП» [6]. Именно тогда проект «Здоровье»* включал актуальные и сегодня направления по развитию «первичной медицинской помощи, усилению профилактической составляющей медицинской помощи, повышению доступности высокотехнологичной медицинской помощи и других значимых направлений». В 2008 г. в проект были включены еще два направления: «развитие службы крови и снижение смертности от предотвратимых причин (мероприятия, направленные на снижение смертности населения от сердечно-сосудистых заболеваний, дорожно-транспортных происшествий, отравлений суррогатами алкоголя и некоторых иных причин)».

В 2018 г. утвержден Паспорт Национального проекта «Здравоохранение»†, рассчитанный на период с 2019 по 2024 гг. Документ также предусматривает ряд целевых показателей, включая: снижение смертности населения трудоспособного возраста, укомплектованность врачебных должностей в подразделениях, оказывающих медицинскую помощь в амбулаторных условиях, и многое другое. Обращает на себя внимание раздел «Развитие экспорта медицинских услуг», который в 2019 год приобрел статус Федерального проекта, целеполагание которого направлено на «создание условий для роста экспорта отечественных медицинских услуг и улучшение имиджа российского здравоохранения в мире, а также привлечение зарубежных инвестиций в российскую медицину»‡.

Следует отметить, что вышеперечисленные проекты имеют бюджетное финансирование§, что говорит о государственном участии в обеспечении населения качественной и доступной медицинской помощью. Тем не менее, критерии оценки достижения тех или иных результатов остаются спорными. Так, например, «при оценке степени достижения целевых показателей социального развития по состоянию на 2022 г. отдельные данные статистики, представленной Росстатом, вызывают сомнения в успешном развитии сферы здравоохранения в количественном плане» [8].

Таким образом, исторические аспекты формирования системы российского здравоохранения и современное развитие основополагающих документов в этой сфере, а также поиски способов инвестирования отечественной медицины определенно свидетельствуют о положительных тенденциях в стратегическом развитии отрасли. Однако социально-экономические препятствия могут оказывать неблагоприятное воздействие на планируемую результативность мероприятий, в этой связи при формировании проектов национального значения необходимо использовать риск-ориентированные подходы.

2. Глобальный вектор стратегического направления развития здравоохранения.

Несмотря на колоссальный опыт в преодолении различных угроз, пандемия COVID-19 вызвала перегрузку систем здравоохранения всего мира [9]. В Стратегии борьбы с COVID-19 руководитель ВОЗ отметил: «Мир столкнулся с беспрецедентной угрозой, и у государств появилась возможность выйти из этой ситуации с более устойчивыми системами здравоохранения и лучшим глобальным сотрудничеством для

* Направления, основные мероприятия и параметры приоритетного национального проекта "Здоровье": утв. президиумом Совета при Президенте Российской Федерации по реализации приоритетных национальных проектов (протокол № 2 от 21 декабря 2005 г.) // СПС "КонсультантПлюс".

† "Паспорт национального проекта "Здравоохранение" (утв. президиумом Совета при Президенте РФ по стратегическому развитию и национальным проектам, протокол от 24.12.2018 № 16).

‡ Федеральный проект «Развитие экспорта медицинских услуг», <https://minzdrav.gov.ru/poleznye-resursy/natsproektzdravooohranenie/medturizm>, ссылка доступна 09.09.2024.

§ Приказ Минфина России от 24.05.2022 № 82н (ред. от 15.04.2024) "О Порядке формирования и применения кодов бюджетной классификации Российской Федерации, их структуре и принципах назначения" (Зарегистрировано в Минюсте России 30.06.2022 № 69085).

борьбы со следующей угрозой здоровью. Концентрируя внимание на немедленном реагировании на кризис, вызванный COVID-19, важно учитывать масштаб и глубину последствий, которые уже ощущаются по всему миру. Государства должны извлечь уроки из этой пандемии в настоящем и при этом гарантировать, что наш ответ на нее приведет, насколько это возможно, к долгосрочному положительному результату и сделает мир в будущем более безопасным»*.

Система организации здравоохранения нуждалась в коренной переработке в условиях сжатых сроков. В своем докладе Г. Улумбекова[†] «сформулировала ряд предложений по улучшению системы здравоохранения с учетом опыта работы в пандемию COVID-19, которые по-прежнему включали вопросы финансирования медицинских работников, увеличение государственных расходов на здравоохранение, повышение доступности и качества медицинской помощи, а также повышение качества медицинского образования и развитие медицинской науки. Отдельно выделялся аспект по обеспечению постоянной готовности к эпидемиям и кризисным ситуациям» [10].

Министр здравоохранения Российской Федерации М.А. Мурашко «акцентировал внимание на необходимости трансформации инфраструктуры и процессов российского здравоохранения, отметив, что пандемия проявила наличие целого ряда проблем у национальных систем здравоохранения, в частности, их недостаточную мобилизационную готовность перед лицом масштабных биологических угроз. В условиях возникновения инфекционных пандемий и других биологических угроз важнейшая роль в сохранении жизни и здоровья населения должна отводиться инфекционной службе» [11].

Следует также отметить, что «обеспечение санитарно-эпидемиологического благополучия населения - одно из ключевых условий реализации конституционных прав граждан на охрану здоровья и благоприятную окружающую среду. В целях развития проактивной и устойчивой системы защиты населения от санитарно-эпидемиологических угроз утвержден федеральный проект «Санитарный щит страны - безопасность для здоровья (предупреждение, выявление, реагирование)» (далее - федеральный проект «Санитарный щит»). По официальным данным, в 241 санитарно-карантинном пункте пропуска через государственную границу Российской Федерации внедрена автоматизированная информационная система "Периметр" для анализа эпидемиологической ситуации. Создан Центр оперативного реагирования на чрезвычайные ситуации санитарно-эпидемиологического характера, возникающие на евразийском пространстве, а также два совместных научных центра для профилактики и изучения инфекционных заболеваний в странах дальнего зарубежья[‡]. Федеральный проект «Санитарный щит» планируется к реализации в период 2022-2025 гг. и дальнейшую перспективу[§]. Медико-профилактические мероприятия, обеспечиваемые в рамках данного проекта, позволяют обеспечить предотвращение и своевременную профилактику болезней посредством предупреждения или устранения факторов риска, обусловленных, в том числе средой обитания человека.

Руководитель Федерального медико-биологического агентства, член-корреспондент РАН, д-р мед. наук профессор Сковрцова В.И. в сентябре 2023 года на Всероссийской неделе охраны труда (Парк науки и искусства «Сириус», г. Сочи) «рассказала про инновационные подходы к сохранению здоровья работающего населения и представила эталонную модель оказания медицинской помощи сотрудникам промышленных предприятий – Центры промышленной медицины на стратегической пленарной сессии «Цифровые решения: переход на новый уровень безопасности на производстве». Здоровье работающих людей является важным фактором развития и безопасности производственной сферы, но, кроме того, оно является залогом здоровья и благополучия всех остальных групп населения – детей и старших поколений, т.е. по сути, основополагающим фактором развития общества. Поэтому особую значимость имеет интеграция здоровьесберегающих технологий во все сферы жизнедеятельности работающих, включая производственные и трудовые активности» [12].

Вместе с тем, «в соответствии с Указом Президента Российской Федерации от 17.06.2024 № 522 «О Федеральном медико-биологическом агентстве» руководство деятельностью Федерального медико-биологического агентства осуществляет Президент Российской Федерации. ФМБА России обслуживает свыше 3 млн человек, проживающих в 20 закрытых административных территориальных образованиях, на 40 отдельных территориях (в т.ч. городах-спутниках АЭС и наукоградов), расположенных в 56 субъектах федерации и городе Байконур в Казахстане. В сферу ответственности ФМБА России входит охрана здоровья работников более 700 организаций с особо опасными условиями труда, рисками радиационного, химического и биологического поражения, в том числе подразделений государственных корпораций

* Обновленная стратегия борьбы с COVID-19, <https://www.who.int/docs/default-source/coronaviruse/covid19-strategy-update-2020-ru.pdf>, ссылка доступна 09.09.2024.

[†] Руководитель Высшей школы организации и управления здравоохранением, д.м.н. МВА Гарвардского университета.

[‡] Постановление СФ ФС РФ от 22.11.2023 № 673-СФ «О реализации федерального проекта "Санитарный щит страны - безопасность для здоровья (предупреждение, выявление, реагирование)".»

[§] Федеральный закон от 27.11.2023 № 540-ФЗ (ред. от 12.07.2024) «О федеральном бюджете на 2024 год и на плановый период 2025 и 2026 годов».

«Росатом» и «Роскосмос», объектов химической и оборонной промышленности, а также учреждений, в которых хранятся музейные штаммы микроорганизмов и вирусов»^{*}.

Таким образом, реализация программ и проектов в сфере здравоохранения является одной из наиболее значимых отраслей национальной экономики, затрагивающей различные аспекты сфер деятельности населения страны, в том числе международной. Следует также отметить, что вопросы оказания медицинской помощи населению необходимо решать и в контексте климатогеографических особенностей субъектов России. В этой связи активное внедрение цифровых технологий во все сферы жизни общества, в том числе и сферу здравоохранения, может способствовать улучшению качества оказываемой медицинской помощи населению [13], в том числе в населенных пунктах Арктической зоны Российской Федерации (АЗРФ). Специалисты, занимающиеся вопросами оказания медицинской помощи населению АЗРФ, отмечают также и важность обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия населения, предусматривающего предупреждение и устранение вредного воздействия факторов среды обитания человека (биологических, химических, физических и социальных) [14, 15].

«В настоящее время большинство процессов в сфере здравоохранения унифицированы и приведены к единым стандартам, применяются «сквозные» цифровые технологии, в том числе технологии искусственного интеллекта. Цифровое преобразование способствует достижению технологического суверенитета и обеспечивает условия для развития сферы здравоохранения и долгосрочного устойчивого социально-экономического развития Российской Федерации в условиях высокой динамики изменений внешних и внутренних факторов»[†]. Паспортом стратегического направления в области цифровой трансформации здравоохранения предусмотрена реализация мероприятий в период с 2024 по 2030 гг., а в качестве индикатора цифровой трансформации появляется показать «цифровая зрелость» органов государственной власти субъектов Российской Федерации, органов местного самоуправления и организаций в сфере здравоохранения.

Гигиенисты также считают, что «процессы цифровизации, обеспечивающие использование больших многомерных массивов данных в сочетании с современными наукоёмкими методами их обработки обеспечивают максимально оперативное и корректное решение в том числе актуальных гигиенических задач, повышают точность прогноза и расширяют возможности профилактической деятельности для обеспечения гигиенической безопасности населения страны» [16].

«Всесторонний учет интересов и эффективное удовлетворение потребностей физических или юридических лиц при их взаимодействии с государственными органами и внебюджетными фондами»[‡] являются основополагающими в развитии клиентоцентричности, внедрение принципов которой «ориентировано на повышении качества жизни каждого человека и уровня доверия граждан, организаций, государственных органов через трансформацию подходов к работе с людьми для решения их жизненных ситуаций, простого и быстрого решения проблем, проактивного информирования о новых возможностях, возникающих в государстве, в том числе за счет внедрения новых цифровых решений»[§].

Опыт внедрения клиентоцентричности уже встречается в ряде работ, посвященных «развитию фармацевтической отрасли на основе индивидуальности пациента, которая определяет настрой всей производственной цепочки от «диагностики» к «производству» и «лечению». Это позволяет формировать и осваивать актуальные инновации и развивать способность работать в парадигме пациентоцентричности» [17, 18], а также внедрять новые цифровые решения и в других областях охраны здоровья [19].

В литературе появляются мнения о том, что реализация стратегии цифровой трансформации в здравоохранении России может привести к значительному экономическому эффекту за счет сокращения издержек на бумажную документацию, внедрения в практику телемедицины, ускорения процессов обмена информацией между медицинскими учреждениями, оптимизации ресурсов и др. [13]. Однако для достижения поставленных целей необходимо обеспечить информационную грамотность и безопасность населению, а также равный доступ к интернет-ресурсам. Появляется необходимость включения в содержание профессиональной подготовки будущего врача рассмотрение аспектов цифровой трансформации здравоохранения Российской Федерации, его стратегических направлений по развитию программных и аппаратных средств» [20].

Все вышеперечисленные аспекты определяют глобальный вектор стратегического направления развития здравоохранения.

Заключение

^{*} ФМБА России, официальный сайт, <https://fmba.gov.ru/o-fmba-rossii/obshchaya-informatsiya/spravka-o-fmba-rossii/>, ссылка доступна 09.09.2024.

[†] Распоряжение Правительства РФ от 17.04.2024 № 959-р «Об утверждении стратегического направления в области цифровой трансформации здравоохранения».

[‡] Постановление Правительства РФ от 16.12.2022 № 2338 (ред. от 03.04.2024) "Об утверждении Положения о единой цифровой платформе Российской Федерации «ГосТех».

[§] "Единый план по достижению национальных целей развития Российской Федерации на период до 2024 года и на плановый период до 2030 года" (утв. распоряжением Правительства РФ от 01.10.2021 № 2765-р) (с изм. от 24.12.2021).

Ю.И. Погодин (2015) в своей работе о советском здравоохранении и военной медицине в Великой Отечественной Войне писал, «что на протяжении всей войны во всех звеньях медицинской службы систематизировался и обобщался опыт прошедших боев и операций» [21]. Экстремальные условия порождали новый качественный подход к управлению медицинской службой. «Лечебно-эвакуационное обеспечение войск во время Великой Отечественной Войны представляло собой сложную высокоорганизованную систему, успешное функционирование которой было возможно только на основе развитой материально-технической базы гражданского здравоохранения и военно-медицинской службы, принятых на военное время принципов организации и методики управления их силами и средствами, обеспеченными подготовленными руководящими кадрами и достаточным числом квалифицированных специалистов» [22]. Советская система здравоохранения, получившая мощный толчок для развития в послевоенные годы, была организована на высшем уровне, опираясь на задачи, продиктованные временем. В середине 1960-х годов значительно улучшились показатели здоровья граждан, получило новый импульс развитие материально-технической базы для отдельных медицинских направлений. В практическом здравоохранении стали определяться самостоятельные специальности кардиологии, ревматологии, пульмонологии, гастроэнтерологии, нефрологии и др. [23].

Сложившаяся ситуация с пандемией COVID-19 также оказала влияние на трансформацию систем здравоохранения всего мира в целях предупреждения аналогичных биологических угроз жизни и здоровью населения. Актуальные научные исследования по разработке в кратчайшие сроки диагностических систем для выявления РНК коронавируса SARS-CoV-2 в биологических образцах с высокой чувствительностью и специфичностью [24] доказывают, что в настоящее время принимаются беспрецедентные меры для предотвращения распространения различных вирусов.

Опыт и новые знания, полученные в результате борьбы с пандемией 2020 года, позволили усовершенствовать систему здравоохранения Российской Федерации во благо нынешних и будущих поколений, что в свою очередь стало новым этапом развития медицинской науки. Так, например, коллективом авторов, под руководством О.М. Драпкиной (2023), разработана когнитивная матрица таксономических признаков для анализа и оценки первичной медико-санитарной помощи в Российской Федерации, предназначенная для стратификации научных публикаций, диссертационных исследований, нормативных правовых актов, методических документов, докладов, аналитических отчетов и др. и отнесения их на основе экспертного решения к соответствующей ячейке матрицы, позволяющая в том числе унифицировать подходы к определению приоритетов при реализации государственной политики или инициатив, исходящих от профессионального сообщества [25].

Появляются работы, посвященные организации и проведению курсов по обучению оказанию первой помощи в условиях проведения Специальной военной операции (СВО), показывающих важность формирования у обучающихся стойких навыков по оказанию первой помощи в зоне боевых действий [26]. Одной из Национальных целей развития Российской Федерации на период до 2030 года и на перспективу до 2036 года, определенных главой государства*, по-прежнему является сохранение населения, укрепление здоровья и повышение благополучия людей, поддержка семьи. А вместе с тем, одним из целевых показателей, выполнение которого характеризует достижение национальной цели, является повышение к 2030 году уровня удовлетворенности участников СВО условиями для медицинской реабилитации, переобучения и трудоустройства. Вопросы эффективного удовлетворения потребностей физических или юридических лиц при их взаимодействии с государственными органами и внебюджетными фондами все чаще выходят на первый план в параллели с цифровизацией здравоохранения.

Внедрение цифровых технологий в здравоохранение России – это отдельный этап в стратегии развития здравоохранения государства, который положительно скажется на производительности и качестве медицинских услуг. Однако проведение подобных программ может потребовать значительных инвестиций в материально-техническое обеспечение сквозной инфраструктуры всех взаимосвязанных органов государственной власти. Также необходимо учитывать риски, связанные с обеспечением информационной безопасности медицинских данных, и многое другое.

Таким образом, вызовы, встающие на пути социально-экономического развития общества, напрямую влияют на стратегические решения в области сохранения здоровья населения, а документы, определяющие глобальный вектор развития здравоохранения, должны включать приоритеты охраны здоровья граждан, в том числе в ключе санитарно-эпидемиологического благополучия населения. Использование лучших практик по планированию, своевременному контролю и проведению корректирующих мероприятий на всех этапах деятельности заинтересованных сторон в области здравоохранения позволит избежать негативных последствий и обеспечить, в первую очередь потребности населения в оказании качественной и доступной медицинской помощи.

* Указ Президента РФ от 07.05.2024 № 309 «О национальных целях развития Российской Федерации на период до 2030 года и на перспективу до 2036 года».

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES:

1. Гранкин А.Г., Гранкина А.А. Об актуальности утверждения стратегии развития здравоохранения Российской Федерации. Проблемы развития современного общества: материалы 4-й Всерос. науч.-практ. конф. Курск; 2019: 76–80.
2. Давыдова Т.В. Советское законодательство о здравоохранении в довоенный период (1917–1941 гг.): историко-правовой аспект. Вестник ТГУ. 2015; 11 (151): 79–85. DOI: 10.20310/1810-0201-2015-20-11(151)-79-85.
3. Консультант врача. Электронная медицинская библиотека. Глава 1. История развития здравоохранения в России. – URL: <https://www.rosmedlib.ru/doc/ISBN9785970426784-0005/-esf2k2z11-tabrel-mode-pgs.html> (ссылка активна на 10.06.2024).
4. Чубатова Т.В. Перспективы реформы здравоохранения в России: необходимость новых подходов. Проблемы прогнозирования. 2004; (5): 75–85.
5. Сурмач М.Ю. Историческая трансформация модели белорусского здравоохранения. Часть 1: от начала XX века до настоящего времени. Вопросы организации и информатизации здравоохранения. 2019; 2(99): 4–9. – EDN DIAHGS.
6. Пищита А.Н., Рахимова О.Ю. Реформа российского здравоохранения: эволюция или революция? М.: Из-во РМАНПО; 2018. (Серия: медико-правовой регламент оказания медицинской помощи). ISBN 978-5-9904364-4-2.
7. Канаева, О.А. Концепция развития здравоохранения в России: принципы формирования и перспективы реализации. Вестник Санкт-Петербургского университета. Экономика. 2008; (3): 45–58.
8. Липинский Д.А., Иванов А.А. Юридическая аноμία как фактор неопределенности целей социального развития // Вестник Пермского университета. Юридические науки. 2024. № 1. С. 6 - 29. DOI: 10.17072/1995-4190-2024-63-6-29.
9. Обновленная стратегия борьбы с COVID-19, 14 апреля 2020 г. Всемирная организация здравоохранения, официальный сайт. – URL: https://www.who.int/docs/default-source/coronaviruse/covid19-strategy-update-2020-ru.pdf?sfvrsn=29da3ba0_19 (ссылка активна на 10.06.2024).
10. Росконгресс. Пространство доверия, официальный сайт, экспертное мнение. – URL: <https://roscongress.org/materials/predlozheniya-po-reforme-zdravookhraneniya-rf-posle-zaversheniya-pika-pandemii-sovid-19/> (ссылка активна на 10.06.2024).
11. Министерство здравоохранения Российской Федерации, официальный сайт, новости. – URL: <https://minzdrav.gov.ru/news/2020/10/23/15266-mihail-murashko-rasskazal-o-transformatsii-natsionalnyh-sistem-zdravookhraneniya-v-epohu-covid-19> (ссылка активна на 10.06.2024).
12. ФГБУЗ Дальневосточный окружной медицинский центр ФМБА России – URL: <https://dvomc.ru/news/695/> (ссылка активна на 13.06.2024).
13. Чайкина Ю.Ю. Анализ развития отрасли здравоохранения в условиях цифровой трансформации экономики в Российской Федерации. Наука и образование: хозяйство и экономика; предпринимательство; право и управление. 2023; 6(157): 17–21. – EDN DLTOLG.
14. Худов В.В., Юдин С.М., Нагорнев С.Н. Стратегические тренды развития здравоохранения и повышения качества жизни населения в Арктической зоне Российской Федерации. Russian Journal of Rehabilitation Medicine. 2020; (2): 54–70. – EDN FYRBJG.
15. Прилипко, Н. С. Совершенствование нормативно-правовой базы в системе организации и оказания медицинской помощи пациентам с экологически обусловленными заболеваниями / Н. С. Прилипко, И. П. Бобровницкий // Russian Journal of Environmental and Rehabilitation Medicine. – 2022. – № 1. – С. 4-30. – EDN SUFXPL.
16. Зайцева Н.В., Май И.В., Алексеев В.Б., Кирьянов Д.А. Актуальные аспекты цифровизации в гигиене: наука и практика. Гигиена и санитария. 2024;103(7):634-641. <https://doi.org/10.47470/0016-9900-2024-103-7-634-641>. EDN: bsfrhw.
17. Гордеев, В. В. Приоритеты цифровой трансформации фармацевтики / В. В. Гордеев, В. И. Абрамов // Вопросы инновационной экономики. – 2022. – Т. 12, № 2. – С. 1131-1146. – DOI 10.18334/vinec.12.2.114755. – EDN WEZLTV.
18. Хорунжая, А. А. Анализ уровня цифровизации субъектов фармацевтического ретейла / А. А. Хорунжая // Современная фармация: вызовы, ожидания, решения: Материалы Всероссийской конференции, Пермь, 23–25 марта 2023 года / Отв. редактор А.В. Солонина. – Пермь: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Пермская государственная фармацевтическая академия» Министерства здравоохранения Российской Федерации, 2023. – С. 247-251. – EDN FLPFCEM.
19. Lukka L, Karhulahti V, Palva J. Factors Affecting Digital Tool Use in Client Interaction According to Mental Health Professionals: Interview Study JMIR Hum Factors 2023;10:e44681. URL: <https://humanfactors.jmir.org/2023/1/e44681>. DOI: 10.2196/44681.
20. Щучка Т.А., Гладких О.Б., Добринина Е.В. Цифровая трансформация здравоохранения России как аспект содержания в профессиональной подготовке будущего врача. Modern Science. 2022; (1–2): 293–294. – EDN CUOIXX.
21. Погодин Ю.И., Кульбачинский В.В., Медведев В.Р., Тарасевич Ю.В. Советское здравоохранение и военная медицина в Великой Отечественной войне. Российский вестник детской хирургии, анестезиологии и реаниматологии. 2015; V(1): 8–15.
22. К 70-летию Великой Победы / Ю. И. Погодин, В. В. Кульбачинский, В. Р. Медведев [и др.] // Медицина катастроф. – 2015. – № 2(90). – С. 4-9. – EDN TSETCR.
23. Щепин О.П., Медик В.А. Общественное здоровье и здравоохранение: учебник для системы послевузовского профессионального образования врачей по специальности «Общественное здоровье и здравоохранение». М.: ГЭОТАР-Медиа; 2011.

24. Шуряева А.К., Малова Т.В., Давыдова Е.Е., Савочкина Ю.А., Богословская Е.В., Минтаев Р.Р. Разработка тест-системы для диагностики COVID-19 в формате ОТ-ПЦР в режиме реального времени. Вестник РГМУ. 2020; (3): 48–54. DOI: 10.47183/mes.2020.011.
25. Орлов С.А., Шепель Р.Н., Концевая А.В., Драпкина О.М. Методологические принципы определения направлений развития первичной медико-санитарной помощи в Российской Федерации на основе когнитивной матрицы. Менеджер здравоохранения. 2023; (11): 29–42. – DOI 10.21045/1811-0185-2023-11-29-42. – EDN BVVLWW.
26. Сметанин, Г. А. Работа учебного отдела Московского территориального научно-практического центра медицины катастроф Департамента здравоохранения г. Москвы в режиме повышенной готовности в условиях проведения Специальной военной операции / Г. А. Сметанин, С. А. Гуменюк, О. В. Гуськова // Медицина катастроф. – 2023. – № 2. – С. 29-31. – DOI 10.33266/2070-1004-2023-2-29-31. – EDN DSKLWY.

STRATEGIC DIRECTIONS FOR THE DEVELOPMENT OF HEALTHCARE IN THE RUSSIAN FEDERATION

Vodianova M.A., Bolekhan V.N., Kraevoy S.A., Yudin S.M.

Federal State Budgetary Institution «Centre for Strategic Planning and Management of Biomedical Health Risks»
of the Federal medical and biological agency,
Moscow, 119121

ABSTRACT. The introduction of strategic planning into practical healthcare is an urgent task for various reasons. In determining the achievement of the main goal of preserving the health of the country's population, the specialists involved must have predictive thinking and a rational approach to competent planning of various activities. Otherwise, underestimation of emerging risks and threats can lead to irreversible consequences. Of course, the generally accepted models of organizing the healthcare system and the ways of its development are determined by both the accumulated experience and socio-economic threats to the stability of the state, including global epidemics. The development of certain solutions should include an analysis of not only the historical experience in the field of state healthcare, but also the existing needs of society in the field of medical care. The vector of the healthcare development strategy should be formed taking into account the definition of areas of best practices and other areas of the economy, prioritization of critical areas, development of communication and timely effective adaptation to current tasks. Of course, the executive authorities of the Russian Federation and the executive authorities of its constituent entities should ensure the implementation of this process.

The purpose of the study is to analyze the historical background and modern trends in the development of healthcare in the Russian Federation and to search for current directions for its improvement.

Materials and methods. The study was carried out using the information and analytical method of analyzing regulatory documentation and scientific publications from the databases Elibrary, Scopus, Web of Science, PubMed, Tekheksper, Consultant, etc. The authors presented current trends in the strategic directions of healthcare development, taking into account the risks of their implementation.

Results. The article analyzes some historical aspects of the formation of the Russian healthcare system. The fundamental tasks that require close attention and coordinated actions of various executive authorities are identified. Individual opinions of leading experts are given, demonstrating unified views in the field of healthcare development. The vector of the strategic direction of healthcare development in the context of digitalization and client-centricity has been defined.

Conclusion. There is no doubt that strategic planning is an important stage of any economic activity. However, in the field of healthcare, strategic planning is key in terms of ensuring the health of citizens, and therefore the future of the state. Living conditions are in constant dynamics, in this case, the healthcare system must be flexible and prepared for radical changes, and sometimes even ahead of them. The COVID-19 pandemic and the fight against it have become an incentive for the development of advanced technologies and medical science. The search for non-trivial solutions has led to a leap in digitalization, including the introduction of the latest technologies in the healthcare system. Particular attention has been paid to the growth of medical services exports abroad and the search for investments in Russian medicine and science. At the same time, federal programs are being actively implemented to ensure the sanitary and epidemiological well-being of the population and increase the satisfaction of the participants of the Special Military Operation with the conditions for medical rehabilitation, retraining and employment. The issues of effectively meeting the needs of individuals or legal entities in their interaction with government agencies and extra-budgetary funds are increasingly coming to the fore in parallel with the digitalization of healthcare. It is obvious that the state will need significant financial investments in material, technical and personnel support, including medical institutions, to eliminate all possible risks associated with ensuring the information security of medical data, and others. Thus, the challenges that arise on the path of socio-economic development of society directly affect strategic decisions in the field of

healthcare. Planning, timely monitoring and corrective measures at all stages of the activities of stakeholders in the field of healthcare will help to avoid negative consequences and ensure, first of all, the needs of the population for high-quality and affordable medical care.

Limitations. The study is limited by the current legislation in the field of healthcare and includes the opinions of the heads of federal executive bodies, as well as specialists, concerning the strategy of its development. The conducted analysis shows general trends and will allow in the future to build forecast models for the development of healthcare in the Russian Federation, taking into account the socio-economic development of the state.

Ethics. The study does not require the submission of a biomedical ethics committee opinion.

Keywords healthcare development, protecting the health of citizens, strategic directions, digital transformation, health care, customer centricity.

Сведения об авторах

Водянова Мария Александровна, ученый секретарь, кандидат биологических наук, tvodyanova@cspfmba.ru, <https://orcid.org/0000-0003-3350-5753>, ФГБУ «ЦСП» ФМБА России.

Болахан Василий Николаевич, директор ФИАЦ ММБР ФМБА России, доктор медицинских наук, доцент, info@cspfmba.ru, <https://orcid.org/0000-0002-2627-5534>, ФГБУ «ЦСП» ФМБА России.

Краевой Сергей Александрович, первый заместитель генерального директора, кандидат медицинских наук, info@cspfmba.ru, <https://orcid.org/0000-0003-1775-9235>, ФГБУ «ЦСП» ФМБА России.

Юдин Сергей Михайлович, генеральный директор, доктор медицинских наук, профессор, info@cspfmba.ru, <https://orcid.org/0000-0002-7942-8004>, ФГБУ «ЦСП» ФМБА России.

ОРИГИНАЛЬНАЯ СТАТЬЯ

УДК: 616–001.34

ДИНАМИКА КЛИНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ И КАЧЕСТВА ЖИЗНИ
ВОЕННОСЛУЖАЩИХ С ПОСЛЕДСТВИЯМИ ЧЕРЕПНО-МОЗГОВОЙ ТРАВМЫ
ПРИ ПРОВЕДЕНИИ САНАТОРНОГО ЭТАПА МЕДИЦИНСКОЙ
РЕАБИЛИТАЦИИ

Андреева Ж.А.^{1*}, Соболев А.В.¹, Нагорнев С.Н.²

¹ФБГУ «СКК «Подмосковье»» МО РФ

²Филиал № 2 ФБГУ «НМИЦ ВМТ им. А.А. Вишневого» МО РФ

РЕЗЮМЕ.

Статья посвящена оценке эффективности курсового комплексного применения транскраниальной магнитотерапии, транскраниальной электростимуляции и бинауральной терапии у военнослужащих с черепно-мозговой травмой (ЧМТ) при проведении комплексной медицинской реабилитации на санаторно-курортном этапе. Показано, что проведение комплексной медицинской реабилитации военнослужащих с ЧМТ в условиях санатория сопровождалось достоверным регрессом субъективных проявлений и неврологических признаков заболевания. Комплексное использование физических факторов на основе принципа системного единства синдромно-патогенетического и клинико-функционального подходов оказывает корригирующее влияние на основные патогенетические звенья ЧМТ в промежуточном периоде заболевания, обеспечивая повышение адаптационного потенциала организма за счёт активации резервных возможностей регуляторных систем, поддерживающих гомеостаз.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: бинауральная терапия, качество жизни, медицинская реабилитация, транскраниальная магнитотерапия, транскраниальная электростимуляция, черепно-мозговая травма.

ВВЕДЕНИЕ.

Черепно-мозговая травма (ЧМТ) представляет собой механическое повреждение костей черепа и внутричерепного содержимого (головного мозга, мозговых оболочек, сосудов, нервов), сопровождающиеся клинической симптоматикой и в большинстве случаев морфологическими изменениями [1]. ЧМТ остается серьезной глобальной проблемой здравоохранения, являясь одной из ведущих причин заболеваемости, инвалидности и смертности всех возрастных групп во всех странах, что увеличивает нагрузку на семьи и общество [2, 3]. Ежегодно во всем мире от ЧМТ страдают 64-74 миллионов человек, и прогнозируется, что почти половина населения земного шара столкнется с ЧМТ один или более раз в жизни [4]. В России ежегодно регистрируется около 600 тыс. случаев ЧМТ, в результате которых 50 тыс. человек умирают и еще столько же становятся инвалидами [5, 6].

Особую значимость проблема ЧМТ приобретает в условиях проведения специальной военной операции, поскольку участие в боевых действиях порождает специфические виды ЧМТ, отличающиеся от тех, что встречаются в мирное время [7]. Речь идет о том, что доминирующим поражающим фактором в структуре военного травматизма, занимающим до 70 %, выступают минно-взрывные и взрывные ранения, особенностью которых является одновременное воздействие ударной волны, осколков взрывных боеприпасов, пламени и токсических продуктов горения [8]. Боевая ЧМТ часто характеризуется общей контузией тела и множественными сочетанными повреждениями, отягощающими лечение и реабилитацию военнослужащих [9]. Нередко сотрясения головного мозга, полученные в условиях боевых действий, могут

* Адрес для переписки: Андреева Жанна Алексеевна. E-mail: zhanchi75.andreeva@yandex.ru

Цитирование. Андреева Ж.А., Соболев А.В., Нагорнев С.Н. Динамика клинического состояния и качества жизни военнослужащих с последствиями черепно-мозговой травмы при проведении санаторного этапа медицинской реабилитации. Russian Journal of Environmental and Rehabilitation Medicine. 2025. 4: 76-87.

Citation Andreeva Zh.A., Sobolev A.V., Nagornev S.N. Clinical condition and quality of life dynamics of military personnel with consequences of traumatic brain injury during the sanatorium stage of medical rehabilitation. Russian Journal of Environmental and Rehabilitation Medicine. 2025. 4: 76-87.

носить скрытый характер, но тем не менее имеют долгосрочные последствия, приводящие к развитию психологической дезадаптации и висцеральной патологии в отдаленном периоде [10].

Важным временным интервалом, определяющим эффективность реабилитации после перенесенной ЧМТ, выступает промежуточный период, представляющий собой время между окончанием острого периода и отдаленными последствиями [11, 12]. От проведения активных реабилитационных мероприятий в промежуточный период ЧМТ зависят степень восстановления нарушенных функций пациента и уровень его качества жизни в дальнейшем. Возможность проведения реабилитации в данный период при ЧМТ определяется высоким восстановительным потенциалом головного мозга, реализуемым за счет процессов нейропластичности, нейрогенеза и регенерации обратимо повреждённых нейронов [12]. Высокая эффективность терапевтических мероприятий в этот период достигается благодаря включению в комплексные программы реабилитации лечебных физических факторов, которые способны активировать каскад вторичных компенсаторно-приспособительных механизмов, направленных на восстановление нарушенной саморегуляции организма [13]. На сегодняшний день среди физиотерапевтических методов с доказанной эффективностью используют КВЧ-терапию, радоновые ванны, бегущее импульсное магнитное поле, фотохромотерапию, лазеро- и ультразвуковую терапию, электромиостимуляцию, ТЭС-терапию, гипербарическую оксигенацию, ТКМС [11, 14-20]. Вместе с тем, определенную перспективу представляет метод бинауральной терапии, обладающий способностью стимулировать нейропластичность, улучшать когнитивные функции и психоэмоциональное состояние пациентов, нормализовывать сон [21-25].

В комплексе восстановительных мероприятий особое место занимает санаторный этап реабилитации, проведение которого направлено на закрепление результатов стационарного лечения, ускорение выздоровления, максимальное восстановление нарушенных функций, повышение функциональных резервов организма и улучшение качества жизни пациента после травмы [26, 27].

В связи с вышеизложенной целью настоящего исследования явилась оценка клинического состояния и качества жизни военнослужащих с последствиями черепно-мозговой травмы в условиях курсового комплексного применения лечебных физических факторов при проведении санаторного этапа медицинской реабилитации.

Материалы и методы

Исследование выполнено на базе ФГБУ «СМК «Подмосковье» МО РФ с участием 154 военнослужащих с перенесенной ЧМТ легкой и средней степени тяжести (средний возраст составил $29,6 \pm 0,26$ лет). В соответствии с требованиями ГОСТ Р ИСО 14155-2014 все участники дали добровольное письменное информированное согласие на участие в исследовании. Было проведено проспективное, контролируемое, сравнительное рандомизированное исследование.

Критериями включения выступали:

- возраст от 18 до 60 лет;
- ЧМТ легкой и средней степени тяжести;
- первичный характер ЧМТ;
- информированное согласие на участие в исследовании.

Критериями не включения являлись:

- возраст до 18 или старше 60 лет;
- ЧМТ тяжелой степени;
- острый период ЧМТ;
- наличие внутричерепных гематом, кист, аневризм;
- эпилептические состояния;
- наличие тяжелой декомпенсированной соматической патологии.

В качестве критериев исключения были обозначены:

- отказ от участия в исследовании и/или выполнения предписаний врача;
- одновременное участие в другом клиническом исследовании;
- появление побочных явлений при проведении медицинской реабилитации.

Методом простой фиксированной рандомизации вся когорта пациентов с ЧМТ была разделена на три группы: контрольную ($n=51$), сравнения 1 ($n=51$), и основную ($n=52$).

Пациенты контрольной группы получали базовую терапию (БТ), включающую медикаментозное лечение (прием ноотропов, препаратов **нейротрофического действия, селективных церебральных вазодилататоров**, витаминов группы В), бишофитные ванны, ЛФК, а также курс магнитотерапии (МТ) переменным низкочастотным магнитным полем (НЧ ПемП) с помощью аппарата «Полус 2М» (Россия, рег. уд. № ФСР 2008/02301 от 19.03.2008). При проведении МТ использовали цилиндрический индуктор с лобной локализацией; воздействие осуществляли в непрерывном режиме с индукцией 30 мТл и частотой 50 Гц при длительности процедуры 15 мин. Курс МТ включал 18 процедур, проводимых ежедневно.

Пациенты группы сравнения получали лечение, аналогичное контрольной группе с той лишь разницей, что вместо МТ военнослужащие с ЧМТ получали курс транскраниальной электростимуляции

(ТЭС) и транскраниальной магнитотерапии (ТМТ) бегущим импульсным магнитным полем (БИМП), для чего использовали аппарат «Амо-Атос-Э» с излучателем БИМП «Оголовье» (Россия, рег. уд. № ФСР 2009/04781 от 06.05.2009). В первые 4 процедуры БИМП частота последовательного подключения соленоидов излучателя «Оголовье» устанавливается на уровне 3 Гц. Начиная с 5-й процедуры, частота коммутации повышается на 1 Гц с каждой последующей процедурой, достигая 10-12 Гц. При проведении ТЭС-терапии первые 4 процедуры направлены на адаптацию пациента к воздействию физиофактора. Амплитуда тока в первые процедуры курса ограничивается 1-3 делениями шкалы при частоте 8-20 Гц, время воздействия составляет до 7 мин. Ключевым ориентиром для подбора амплитуды служат субъективные ощущения пациента, проявляющиеся в виде распирания или легкого покалывания. Начиная с 5-й процедуры, амплитуда тока увеличивается, но до появления болевых ощущений под электродами, частота импульсов фиксируется на уровне 77 Гц. Продолжительность сочетанной процедуры составляла 20 мин., курс включал проведение 15 ежедневных процедур.

Пациенты основной группы получали терапию в объеме группы сравнения, дополненную курсовым применением бинаурального воздействия в режиме альфа- и тета-диапазонов. Бинауральную терапию проводили с помощью аудиовизуального комплекса «ПРАК» (АВК «ПРАК», рег. уд. № РЗН 2024/23669 от 18.09.2024 г.). Курс использования бинаурального ритма включал 22 процедуры, из которых первые 8 процедур проводились два раза в день через 4-6 ч; последующие процедуры отпускались ежедневно в течение 14 дней (одна процедура в день) [21, 24].

Оценка эффективности проведения санаторного этапа медицинской реабилитации военнослужащих с ЧМТ базировалась на динамике субъективных проявлений и результатов неврологического обследования военнослужащих. Выраженность основных жалоб определяли в баллах от 1-го до 3-х, при этом за 1 балл принимали легкую степень проявления симптома, за 2 балла – умеренную и за 3 балла – выраженную [28]. Проведение неврологического обследования пациентов предусматривало оценку состояния черепно-мозговых нервов, выраженности двигательных нарушений (включая тремор), нарушений координации и чувствительности, а также проявления вегетативной дисфункции. Проявления неврологической симптоматики выражались балльной оценкой, при которой легкие проявления симптома соответствовали 1-2 баллам, умеренные – 3 баллам, выраженные 4-5 баллам. В оценке неврологического статуса военнослужащих с ЧМТ на этапе санаторно-курортного лечения был использован клинико-функциональный подход, предусматривающий выделение следующих основных синдромов: вегетативно-дистонического, ликвородинамических нарушений, церебрально-очагового, астенического и психоорганического [29]. Дополнительно определяли качество жизни пациентов по опроснику SF-36 с определением физического и психического компонентов здоровья (ФКЗ, ПКЗ) [30].

Статистическую обработку первичных данных проводили с помощью пакета прикладных программ «Statistica 12.6». Достоверность различий между группами определяли, используя t-критерий Стьюдента. Полученные результаты представляли в виде: среднее значение $\pm$ ошибка средней ($M \pm m$).

Результаты исследования

Оценка исходного состояния военнослужащих с ЧМТ при проведении санаторного этапа реабилитации, представленная в табл.1, позволяет проанализировать частоту основных субъективных проявлений ЧМТ легкой и средней степени тяжести.

Таблица 1. Частота субъективных проявлений у военнослужащих с ЧМТ перед проведением медицинской реабилитации в условиях санаторно-курортного лечения

Основные жалобы	Абсолютное число	% от общего количества	Балльная оценка
Головная боль	133	86,4	2,31 $\pm$ 0,02
Нарушение сна	130	84,4	2,25 $\pm$ 0,02
Нарушение памяти	125	81,2	1,54 $\pm$ 0,04
Нарушение внимания	122	79,2	1,43 $\pm$ 0,04
Снижение умственной работоспособности	120	77,9	1,68 $\pm$ 0,04
Повышенная утомляемость	119	77,3	1,85 $\pm$ 0,03
Головокружение	109	70,8	1,93 $\pm$ 0,03
Эмоциональная лабильность	89	57,8	1,77 $\pm$ 0,03
Нарушение слуха	87	56,5	1,36 $\pm$ 0,05
Неустойчивая походка	66	42,9	0,92 $\pm$ 0,06
Нарушения чувствительности	63	40,9	1,13 $\pm$ 0,05
Суммарное значение баллов			18,17 $\pm$ 0,38

Самой частой жалобой военнослужащих была головная боль, которая встречалась у 86,4% пациентов. Ее субъективная оценка составила 2,31 балла, что занимает промежуточное положение между

умеренной и выраженной степенями проявлений признака. Согласно литературным данным, посттравматическая головная боль является наиболее распространенным последствием ЧМТ, оказывающим значительное влияние на повседневное функционирование и КЖ человека [31-33].

Достаточно частой жалобой, отмеченной в начале санаторного этапа реабилитации, выступало головокружение (70,8%), причины развития которого могут быть связаны с повреждением внутреннего уха и вестибулярного нерва, нарушением обработки вестибулярных сигналов в головном мозге и недостаточностью кровообращения в вертебробазилярном бассейне [28].

Больше половины военнослужащих предъявляли жалобы на проявления астенического синдрома, выступающего патологическим фоном ЧМТ. К его проявлению относятся: повышенная утомляемость (77,3 %), снижение умственной работоспособности (77,9 %), нарушение памяти и внимания (81,2 и 79,2 %), эмоциональная лабильность (57,8 %), нарушения сна (84,4%).

Нарушение слуха после ЧМТ, зафиксированное у 56,5 % военнослужащих, как правило, связано с механическим повреждением структур, проводящих звук к внутреннему уху, повреждением внутреннего уха или слухового нерва, а также с нарушением обработки информации в мозге.

Выраженность неврологических симптомов у военнослужащих с ЧМТ представлена в табл. 2. Проведение сравнительного анализа полученных результатов позволило установить доминирующее положение двигательных нарушений (81,8 %) в виде мышечного гипертонуса, быстрого угасания брюшных рефлексов, проявления патологических сухожильных рефлексов (Жуковского, Бабинского (с одной стороны), Россолимо, Вендеровича), что свидетельствует и наличии синдрома пирамидной недостаточности у пациентов.

Таблица 2. Проявления неврологических симптомов у военнослужащих с ЧМТ перед проведением медицинской реабилитации в условиях санаторно-курортного лечения

Неврологические симптомы	Абсолютное число	% от общего количества	Балльная оценка
Поражения черепно-мозговых нервов	119	77,3	3,62 ± 0,06
Двигательные нарушения	126	81,8	4,16 ± 0,02
Нарушения координации	105	68,2	3,81 ± 0,03
Тремор	39	25,3	2,03 ± 0,08
Расстройства чувствительности	68	44,2	2,24 ± 0,08
Проявления вегетативной дисфункции	62	40,3	3,45 ± 0,07
Суммарное значение баллов			19,31 ± 0,28

Достаточно частым признаком выступали поражения черепно-мозговых нервов (77,3%), проявляющиеся асимметрией лица, обусловленной парезом лицевого нерва, девиацией языка, нарушением слуха (посттравматическая нейросенсорная тугоухость), а также горизонтальный нистагм, связанный с повышением тонуса в лабиринте внутреннего уха.

Нарушения координации, выявленные у 68,2% военнослужащих, диагностировались в виде проявлений статической и динамической атаксии, а также мозжечковой дизартрии.

Также заслуживает внимания проявления вегетативной дисфункции, представляющий собой сложный и мультисистемный синдром, возникающий из-за нарушения работы высших центров вегетативной регуляции в головном мозге (гипоталамус, ствол мозга, лимбическая система) [34]. Вегетативная дистония проявлялась кардиоваскулярными, нейрогастроинтестинальными и нейроурологическими нарушениями, а также расстройствами терморегуляции и потоотделения. Часто указанные нарушения носят сочетанный характер, что значительно снижает КЖ пациентов после ЧМТ.

Сенсорные расстройства в подавляющем большинстве были представлены нарушениями по центральному типу и проявлялись **гемигипаналгезией** на противоположной половине тела, **парестезиями и возникновением спонтанных болей**.

Частота неврологических синдромов, представленная в табл. 3, во многом отражала клиническую картину исходного состояния пациентов. Согласно полученным данным, в клинической картине доминировали три синдрома: астенический (68,8%), церебрально-очаговый (51,3%) и **вегетативно-дистонический (44,8%)**.

Таблица 3. Частота проявлений неврологических синдромов у военнослужащих с ЧМТ перед проведением медицинской реабилитации в условиях санаторно-курортного лечения

Неврологические синдромы	Абсолютное число	% от общего количества
Вегетативно-дистонический синдром	69	44,8
Синдром ликвородинамических нарушений	46	29,9
Церебрально-очаговый синдром	79	51,3
Астенический синдром	106	68,8

Психоорганический синдром	54	35,1
---------------------------	----	------

Оценка исходного уровня КЖ военнослужащих с ЧМТ, выполненная по опроснику SF-36, была нацелена на определение ФКЗ и ПКЗ, представляющих собой две взаимосвязанные и равнозначные основы целостного благополучия человека. Значения этих расчетных интегральных параметров, рассчитываемые на основе четырех специфических шкал опросника SF-36, составили $36,4 \pm 0,54$ (для ФКЗ) и $37,0 \pm 0,46$ (для ПКЗ), что при сравнении со стандартными популяционными значениями, приведенных в исследовании Амирджановой В.Н. с соавт. [35], указывает на значительное снижение качества жизни, связанного со здоровьем, на 15,8-24,6%.

Таблица 4. Динамика субъективных проявлений у военнослужащих с ЧМТ при проведении санаторно этапа медицинской реабилитации

Основные жалобы		Контрольная группа		Группа сравнения		Основная группа	
		Частота (%)	Баллы	Частота (%)	Баллы	Частота (%)	Баллы
Головная боль	до	86,3	$2,35 \pm 0,07$	86,3	$2,20 \pm 0,07$	86,5	$2,38 \pm 0,08$
	после	64,7*	$1,76 \pm 0,05^*$	41,2*#	$1,52 \pm 0,05^{*#}$	13,5*#	$0,77 \pm 0,03^{*#}$
Нарушение сна	до	84,3	$2,15 \pm 0,06$	86,3	$2,19 \pm 0,07$	82,7	$2,40 \pm 0,09$
	после	52,9*	$1,53 \pm 0,05^*$	43,1*	$1,37 \pm 0,05^{*#}$	5,8*#	$0,85 \pm 0,04^{*#}$
Нарушение памяти	до	80,4	$1,61 \pm 0,05$	82,4	$1,43 \pm 0,05$	80,8	$1,58 \pm 0,06$
	после	54,9*	$1,44 \pm 0,04^*$	47,1*	$1,29 \pm 0,04$	15,4*#	$1,16 \pm 0,04^{*#}$
Нарушение внимания	до	80,4	$1,35 \pm 0,04$	78,4	$1,41 \pm 0,05$	78,8	$1,55 \pm 0,06$
	после	49,0*	$1,25 \pm 0,05$	33,3*#	$1,13 \pm 0,04^*$	9,6*#	$0,94 \pm 0,04^{*#}$
Снижение умственной работоспособности	до	76,5	$1,58 \pm 0,06$	78,4	$1,69 \pm 0,07$	78,8	$1,76 \pm 0,08$
	после	51,0*	$1,43 \pm 0,04^*$	37,3*	$1,27 \pm 0,04^*$	11,5*#	$1,08 \pm 0,04^{*#}$
Повышенная утомляемость	до	76,5	$1,94 \pm 0,06$	78,4	$1,81 \pm 0,08$	76,9	$1,84 \pm 0,09$
	после	43,1*	$1,36 \pm 0,04^*$	31,4*	$1,15 \pm 0,04^{*#}$	7,7*#	$0,96 \pm 0,04^{*#}$
Головокружение	до	70,6	$2,00 \pm 0,06$	70,6	$1,85 \pm 0,08$	71,2	$1,95 \pm 0,09$
	после	45,1*	$1,27 \pm 0,05^*$	37,3*	$1,06 \pm 0,04^{*#}$	7,7*#	$0,67 \pm 0,03^{*#}$
Эмоциональная лабильность	до	56,9	$1,66 \pm 0,07$	58,8	$1,81 \pm 0,09$	57,7	$1,84 \pm 0,07$
	после	31,4*	$1,38 \pm 0,05^*$	25,5*	$0,91 \pm 0,03^{*#}$	5,8*#	$0,83 \pm 0,04^{*#}$
Нарушение слуха	до	56,9	$1,35 \pm 0,04$	54,9	$1,41 \pm 0,06$	57,7	$1,33 \pm 0,06$
	после	52,9	$1,24 \pm 0,04$	49,0	$1,27 \pm 0,05$	50,0	$1,12 \pm 0,05^*$
Неустойчивая походка	до	43,1	$0,86 \pm 0,03$	41,2	$0,93 \pm 0,04$	44,2	$0,97 \pm 0,04$
	после	35,3	$0,74 \pm 0,03$	33,3	$0,62 \pm 0,03^*$	30,8	$0,65 \pm 0,03^*$
Нарушения чувствительности	до	41,2	$1,23 \pm 0,04$	39,2	$1,11 \pm 0,04$	42,3	$1,08 \pm 0,05$
	после	29,4	$1,02 \pm 0,03^*$	21,6*	$0,88 \pm 0,03^*$	19,2*	$0,69 \pm 0,03^{*#}$
Среднее значение жалоб / Суммарное значение баллов	до	68,4	$18,08 \pm 0,68$	68,6	$17,84 \pm 0,62$	68,9	$18,68 \pm 0,71$
	после	46,3*	$14,42 \pm 0,51^*$	36,4*	$12,47 \pm 0,49^{*#}$	16,1*#	$9,72 \pm 0,34^{*#}$

Примечание: * - достоверное различие между показателями до и после реабилитации при $p < 0,05$; # - достоверное различие с показателем контрольной группы при $p < 0,05$

Проведение комплексной медицинской реабилитации военнослужащих с ЧМТ в условиях санаторно-курортного лечения сопровождалось достоверной динамикой оцениваемых параметров, отражающих частоту и балльную оценку выраженности симптомов (табл. 4 и 5). При этом необходимо отметить, что эффективность реабилитационных мероприятий во многом зависела от схемы применяемой терапии в каждой из выделенных групп.

Применение БТ в контрольной группе способствовало достоверному снижению средней частоты основных жалоб военнослужащих с ЧМТ на 32,3%, что сопровождалось регрессом суммы балльной оценки на 20,2 % ($p < 0,05$). В группе сравнения, где военнослужащие получали сочетанное физиотерапевтическое воздействие в виде ТМТ и ТЭСТ, наблюдалась более выраженная динамика. В частности, дополнительное по сравнению с контрольной группой достоверное снижение было зафиксировано в отношении частоты таких жалоб, как головная боль (-23,5 %, $p < 0,05$), нарушения внимания (-15,7 %, $p < 0,05$), снижение умственной работоспособности (-13,7 %, $p < 0,05$), повышенная утомляемость (-11,8 %, $p < 0,05$). Суммарное значение балльной оценки выраженности жалоб снизилось на 30,1 % ($p < 0,05$). Наиболее выраженная позитивная динамика была выявлена в основной группе с курсовым использованием метода бинауральной

терапии. Дополнение реабилитационных мероприятий бинауральными воздействиями сопровождалось значительным снижением частоты основных симптомов, превышающим регресс в контрольной группе и группе сравнения на 30,3 и 20,3 % соответственно. Балльная оценка жалоб в основной группе при проведении санаторного этапа реабилитации снизилась на 48 % и составила 9,72 балла, что на 32,6 % ниже контроля и на 21,1 % ниже группы сравнения.

Динамика выраженности основных неврологических симптомов, оцениваемых по суммарному значению баллов, характеризовала собой положительные изменения в клинической картине заболевания (табл. 5). Так, в частности, в группе с БТ к окончанию санаторно-курортного лечения было отмечено снижение суммарной балльной оценки на 12,3 %. В группе с курсовым сочетанным использованием ТМТ и ТЭС-терапии наблюдали снижение суммарного значения баллов неврологических симптомов на 22,2 %. Дополнительное применение бинауральной терапии сопровождалось наиболее выраженным регрессом клинической симптоматики ЧМТ, превосходящим по суммарной балльной оценке две другие группы (-45,4 %).

Таблица 5. Динамика выраженности неврологических симптомов (в баллах) у военнослужащих с ЧМТ при проведении санаторно этапа медицинской реабилитации

		Контрольная группа	Группа сравнения	Основная группа
Поражения черепно-мозговых нервов	до	3,71 ± 0,06	3,66 ± 0,07	3,50 ± 0,07
	после	3,40 ± 0,08*	3,09 ± 0,05*#	2,14 ± 0,05**
Двигательные нарушения	до	4,15 ± 0,04	4,23 ± 0,04	4,12 ± 0,04
	после	3,75 ± 0,06*	3,61 ± 0,05*	2,82 ± 0,04**
Нарушения координации	до	3,85 ± 0,06	3,71 ± 0,04	3,90 ± 0,06
	после	3,32 ± 0,08*	2,77 ± 0,06*#	1,73 ± 0,04**
Тремор	до	1,94 ± 0,06	1,88 ± 0,05	2,30 ± 0,04
	после	1,66 ± 0,05*	1,40 ± 0,04*#	1,15 ± 0,03**
Расстройства чувствительности	до	2,19 ± 0,07	2,18 ± 0,07	2,36 ± 0,04
	после	1,98 ± 0,06*	1,52 ± 0,04*#	1,23 ± 0,03**
Проявления вегетативной дисфункции	до	3,40 ± 0,07	3,42 ± 0,06	3,53 ± 0,06
	после	2,76 ± 0,06*	2,46 ± 0,05*#	1,69 ± 0,03**
Суммарное значение баллов	до	19,24 ± 0,56	19,08 ± 0,58	19,71 ± 0,61
	после	16,87 ± 0,51*	14,85 ± 0,43*#	10,76 ± 0,38**

Примечание: * - достоверное различие между показателями до и после реабилитации при $p < 0,05$; # - достоверное различие с показателем контрольной группы при $p < 0,05$.

На фоне проводимой терапии отмечается улучшение интегральных показателей КЖ (табл. 6). При этом в контрольной группе этот прирост составил 7,9 и 9,5% для ФКЗ и ПКЗ соответственно. В группе сравнения наблюдали достоверное повышение физического и психического компонентов здоровья военнослужащих с ЧМТ на 17,2 и 12,3% ($p < 0,05$), что указывает на более выраженный характер положительной динамики. Максимальное улучшение интегральных значений опросника SF-36 было отмечено в основной группе, где их увеличение к концу санаторного этапа реабилитации на 26,3 и 19,8% достоверно превышало уровень контрольной группы и группы сравнения.

Таблица 6. Динамика интегральных показателей качества жизни военнослужащих с ЧМТ при проведении санаторно этапа медицинской реабилитации

Показатели качества жизни, ед. изм.		Контрольная группа	Группа сравнения	Основная группа
Физический компонент здоровья, усл. ед.	до	36,7 ± 0,53	36,4 ± 0,54	36,1 ± 0,55
	после	39,6 ± 0,57*	42,7 ± 0,61*#	45,6 ± 0,59**
Психический компонент здоровья, усл. ед.	до	36,7 ± 0,51	37,3 ± 0,53	36,8 ± 0,55
	после	40,2 ± 0,53*	41,9 ± 0,56*#	44,1 ± 0,67**

Примечание: * - достоверное различие между показателями до и после реабилитации при $p < 0,05$; # - достоверное различие с показателем контрольной группы при $p < 0,05$.

В целом, полученные результаты убедительно свидетельствуют о том, что применение бинауральной терапии при проведении санаторно-курортного лечения военнослужащих с ЧМТ значительно

повышает эффективность медицинской реабилитации, проявляющуюся снижением клинических (неврологических) проявлений заболевания, а также улучшением качества жизни пациентов.

Обсуждение

Выполненное исследование позволило установить наличие достоверной положительной динамики параметров неврологического статуса и КЖ военнослужащих с ЧМТ при проведении санаторного этапа медицинской реабилитации во всех выделенных группах, что определяет необходимость более детального рассмотрения корректирующих механизмов в действии использованных физических факторов.

Применение в контрольной группе курса МТ с лобной локализацией соленоида способно вызывать улучшение церебральной гемодинамики и микроциркуляции за счет реализации сосудорасширяющего эффекта [36]. Под влиянием МТ повышается устойчивость ткани мозга к кислородному голоданию, а снижение проницаемости гематоэнцефалического барьера и нормализация ликвородинамики способствует развитию противоотечного действия [37]. Описана способность транскраниального воздействия магнитного фактора вырывать стимуляцию нейропластичности, что является основой восстановления утраченных функций и регресса очаговой неврологической симптоматики [11]. Наблюдаемое вегетокорректирующее действие ТМТ, проявляющееся снижением выраженности симпатикотонии, способствует уменьшению головокружений, лабильности артериального давления и проявлений инсомнии [38]. При курсовом применении ТМТ наблюдается снижение уровня тревожности, депрессии, эмоциональной лабильности, в основном, за счет модулирующего влияния на обмен нейромедиаторов в головном мозге [39]. В развитии седативного действия, отчетливо проявившегося в контрольной группе, определенное значение принадлежит бишофитным ваннам, терапевтический потенциал которых дополнительно включает еще и реализацию противовоспалительного, противоотечного, обезболивающего и спазмолитического эффектов [40]. Согласно данным, представленным Ефименко Н.В. с соавт., комплексное применение бишофитных ванн и низкоинтенсивной МТ оказывает синдромально-патогенетическое действие при проведении медицинской реабилитации пациентов с сочетанной ЧМТ, проявляя нейротропный, анальгетический и антитромботический эффекты [41].

Прирост эффективности в группе сравнения, на наш взгляд, обусловлен физическими характеристиками воздействующих факторов (ТМТ БИМП и ТЭС) и их сочетанным применением. Многочисленные исследования, выполненные в последние годы, указывают на тот факт, что БИМП при его транскраниальном применении обладает большим количеством биотропных параметров, обуславливающих развитие гемоциркуляторного, нейротрофического, сосудорасширяющего, спазмолитического, противовоспалительного, противоотечного, иммуномодулирующего и седативного эффектов [42-45].

Биологический потенциал ТЭС-терапии проявляется развитием полимодальной активности, направленной на достижение регресса основных патогенетических проявлений ЧМТ, что объективно подтверждает эффективность использования данного физического фактора. Среди доказанных на сегодняшний день эффектов ТЭС-терапии выделяют следующие:

- анальгезирующий эффект, обусловленный стимуляцией выработки внутренних опиоидных пептидов в стволе мозга и гипофизе, что приводит к повышению порога болевой чувствительности и уменьшению интенсивности хронических болевых синдромов различного происхождения [46];

- антидепрессивный и анксиолитический эффекты, связанные с активацией серотонинергических и норадренергических систем мозга, нормализацией лимбико-ретикулярного комплекса, ответственного за эмоции. В результате наблюдается снижение уровня тревожности, улучшение настроения, повышение мотивации и психической устойчивости [47];

- нейротрофический эффект, реализуемый благодаря улучшению микроциркуляции и метаболизма в нервной ткани, стимуляции синтеза нейротрофических факторов, что сопровождается ускоренным восстановлением функций ЦНС после перенесенной ЧМТ [48, 49];

- вегетотропный эффект, проявляющийся достижением баланса в регуляторной активности различных отделов автономной нервной системы, что приводит к нивелированию вегетативных проявлений ЧМТ [46].

При симультанном применении различных по своей физической природе факторов (ТМТ и ТЭС) наблюдается одновременное корректирующее воздействие на разные звенья патологического процесса, определяющего выраженность неврологической симптоматики при ЧМТ. Это способствует развитию синергетических эффектов, проявляющихся усилением анальгетического и нейротрофического действия, а также восстановлением высших интегративных функций мозга [50].

Дополнительное курсовое использование бинауральной терапии в основной группе сопровождалось достижением максимальной эффективности, определяемой по выраженности положительной динамики со стороны субъективных проявлений и неврологических симптомов у военнослужащих с ЧМТ. В основе саногенетического действия бинаурального ритма лежит способность фактора активировать комплекс вторичных компенсаторно-приспособительных механизмов, направленных на восстановление регуляторных возможностей организма человека по поддержанию жизнедеятельности и адаптивных свойств его саморегулируемых систем [21, 51]. Бинауральное воздействие отличается по модальности, точкам приложения и механизмам реализации своего терапевтического потенциала от ТМТ и

ТЭС, что во многом определяет супрааддитивный синергизм в развитии корригирующего эффекта при применении комплексной физиотерапии [52, 53]. Вместе с тем, более сложный и вариативный профиль дозиметрических параметров, характерных для комбинации бинауральной терапии, ТМТ и ТЭС, затрудняет развитие привыкания организма к лечению. Во много это связано с формированием целостного, системного ответа организма в виде более активного вовлечения регуляторных механизмов, составляющих физиологическую основу выздоровления. Потенцирующий характер взаимодействия физических факторов повышает эффективность терапии, что применительно к проведению санаторного этапа медицинской реабилитации проявилось не только значительным снижением выраженности неврологических симптомов у пациентов с ЧМТ, но и достоверным повышением качества жизни военнослужащих с последствиями боевой травмы.

Заключение

Таким образом, полученные результаты убедительно свидетельствуют об эффективности комплексного применения бинауральной терапии, ТМТ БИМП и ТЭС при проведении санаторного этапа реабилитации военнослужащих с ЧМТ, что проявилось значительным регрессом жалоб и неврологических признаков заболевания. Комплексное использование физических факторов на основе принципа системного единства синдромно-патогенетического и клинко-функционального подходов оказывает корригирующее влияние на основные патогенетические звенья ЧМТ в промежуточном периоде заболевания, обеспечивая повышение адаптационного потенциала организма за счёт активации резервных возможностей регуляторных систем, поддерживающих гомеостаз.

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES:

1. Клинические рекомендации. Очаговая травма головного мозга. Ассоциация нейрохирургов России. М., 2025: 78. Clinical guidelines. Focal brain injury. Association of Neurosurgeons of Russia. Moscow, 2025: 78. (In Russ.).
2. Dewan M.C., Rattani A., Gupta S., Baticulon R.E., Hung Y.C. et al. Estimating the global incidence of traumatic brain injury. J Neurosurg. 2018 27;130(4):1080-1097.
3. Maas A.I.R., Menon D.K., Adelson P.D., Andelic N., Bell M.J. et al. Traumatic brain injury: integrated approaches to improve prevention, clinical care, and research. Lancet Neurol. 2017;16(12):987-1048.
4. Lim L. Traumatic Brain Injury Recovery with Photobiomodulation: Cellular Mechanisms, Clinical Evidence, and Future Potential. Cells. 2024 23;13(5):385. doi: 10.3390/cells13050385.
5. 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., Nurbakyt 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.).
6. 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.).
7. 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.).
8. 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.).
9. 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.).
10. 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.).
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.
Akhmadullina 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., Bin-Alamer O., Goertz A. 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. doi: 10.1016/j.wneu.2023.05.062.
- 18 Shahid S., Saeed H., Ali M., Hassan M., Hira S. 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):7446-7454.
- 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., Bai Y., Feng Z. 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., Frolov 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., Feijó O.G., Bittencourt J.M. 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 Гурьянова Е.А., Чернова Т.В., Тихоплав О.А. Комплексная реабилитация после черепно-мозговой травмы в условиях санатория с применением баротерапии (описание клинического случая). Вестник восстановительной медицины. 2020; 6 (100): 120-129.
Guryanova E.A., Chernova T.V., Tikhoplav O.A. Comprehensive rehabilitation after traumatic brain injury in a sanatorium using barotherapy (description of a clinical case). Bulletin of Restorative Medicine. 2020; 6 (100): 120-129. (In Russ.).

- 27 Санаторно-курортное лечение: национальное руководство; под ред. А.Н. Разумова, В.И. Стародубова, Г.Н. Пономаренко. М.: ГЭОТАР-Медиа, 2021: 752.
Sanatorium-resort treatment: national guidelines; edited by A.N. Razumov, V.I. Starodubov, G.N. Ponomarenko. Moscow: GEOTAR-Media, 2021: 752. (In Russ.).
- 28 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.).
- 29 Одинак М.М., Емельянов А.Ю. Классификация и клинические проявления последствий черепно-мозговых травм. Военно-мед. журн. 1998; 1: 46-51.
Odinak M.M., Emelianov A.Yu. Classification and clinical manifestations of the consequences of traumatic brain injury. Military Medical Journal. 1998; 1: 46-51. (In Russ.).
- 30 Бердиева К.А., Даминова Х.М. Оценка качества жизни больных с черепно-мозговой травмой легкой и средней степени тяжести в остром и отдаленном периодах. Авиценна. 2019; 41: 28-30.
Berdieva K.A., Daminova H.M. Assessment of the Quality of Life of Patients with Mild to Moderate Traumatic Brain Injury in the Acute and Late Periods. Avicenna. 2019; 41: 28-30. (In Russ.).
- 31 Ахматеева Л.Р., Валиев В.С., Парсамян Р.Р., Саяхова Н.Р., Ягудина Р.А. Цефалгия у ветеранов боевых действий, перенесших черепно-мозговую травму. Эффективная фармакотерапия. 2023; 19 (38): 12-17.
Akhmadeeva L.R., Valiev V.S., Parsamyan R.R., Sayakhova N.R., Yagudina R.A. Cephalgia in Combat Veterans with Traumatic Brain Injury. Effective Pharmacotherapy. 2023; 19 (38): 12-17. (In Russ.).
- 32 Chen Q., Bharadwaj V., Irvine K.A., Clark J.D. Mechanisms and treatments of chronic pain after traumatic brain injury. Neurochem Int. 2023;171:105630. doi: 10.1016/j.neuint.2023.105630.
- 33 Mavroudis I., Ciobica A., Luca A.C., Balmus I.M. Post-Traumatic Headache: A Review of Prevalence, Clinical Features, Risk Factors, and Treatment Strategies. J Clin Med. 2023;12(13):4233. doi: 10.3390/jcm12134233.
- 34 Mercier L.J., Batycky J., Campbell C., Schneider K., Smirl J. et al. Autonomic dysfunction in adults following mild traumatic brain injury: A systematic review. NeuroRehabilitation. 2022;50(1):3-32.
- 35 Амирджанова В.Н., Горячев Д.В., Коршунов Н.И., Ребров А.П., Сороцкая В.Н. Популяционные показатели качества жизни по опроснику SF-36 (результаты многоцентрового исследования качества жизни «Мираж»). Научно-практическая ревматология. 2008; 46 (1): 36-48.
Amirjanova V.N., Goryachev D.V., Korshunov N.I., Rebrov A.P., Sorotskaya V.N. Population indicators of quality of life according to the SF-36 questionnaire (results of the multicenter quality of life study "Mirage"). Scientific and Practical Rheumatology. 2008; 46 (1): 36-48. (In Russ.).
- 36 Орехова Э.М., Кончугова Т.В., Кульчицкая Д.Б., Корчажкина Н.Б., Егорова Л.А. и др. Современные подходы к применению трансцеребральной магнитотерапии при артериальной гипертензии. Вопросы курортологии, физиотерапии и лечебной физической культуры. 2016; 93 (3): 53-55.
Orekhova E.M., Konchugova T.V., Kulchitskaya D.B., Korchazhkina N.B., Egorova L.A., et al. Modern approaches to the use of transcerebral magnetic therapy in arterial hypertension. Issues of balneology, physiotherapy, and exercise therapy. 2016; 93 (3): 53-55. (In Russ.).
- 37 Денисова О.И., Давыдкин Н.Ф., Куликов А.Г. Патогенетические предпосылки к применению общей магнитотерапии у детей с церебральной ишемией. Вопросы курортологии, физиотерапии и лечебной физической культуры. 2014; 91 (5): 56-60.
Denisova O.I., Davydkin N.F., Kulikov A.G. Pathogenetic Prerequisites for the Use of General Magnetic Therapy in Children with Cerebral Ischemia. Issues of Balneology, Physiotherapy, and Therapeutic Physical Culture. 2014; 91 (5): 56-60. (In Russ.).
- 38 Горяев А.Г., Кулишова Т.В. Динамика психовегетативного статуса у больных с хронической бессонницей на фоне комплексного санаторно-курортного лечения с применением транскраниальной магнитотерапии. Современные проблемы науки и образования. 2019; 2: 144-152.
Goryaev A.G., Kulishova T.V. Dynamics of the Psychovegetative Status in Patients with Chronic Insomnia During Comprehensive Spa Treatment Using Transcranial Magnetic Therapy. Modern Problems of Science and Education. 2019; 2: 144-152. (In Russ.).
- 39 Горяев А.Г. Применение транскраниальной магнитотерапии в комплексном санаторно-курортном лечении пациентов с хронической бессонницей. Дисс. ... канд. мед. наук. Барнаул, 2025: 124.
Goryaev A.G. Use of Transcranial Magnetic Therapy in Comprehensive Spa Treatment of Patients with Chronic Insomnia. Cand. Sci. (Med.) Diss. Barnaul, 2025: 124. (In Russ.).
- 40 Владимирский Е.В., Лаптев Е.Г., Владимирская М.В. Соляные и хвойные ванны. Руководство для врачей. Пермь, 2018:51.
Vladimirsky E.V., Laptev E.G., Vladimirskaia M.V. Salt and Coniferous Baths. A Guide for Physicians. Perm, 2018:51. (In Russ.).
- 41 Ефименко Н.В., Чалая Е.Н., Дышекова Ф.А. Бишофитные ванны и симультанная физиотерапия в медицинской реабилитации больных с сочетанной травмой. Курортная медицина. 2024; 1: 70-75.
Efimenko N.V., Chalaya E.N., Dysheкова F.A. Bischofite baths and simultaneous physiotherapy in medical rehabilitation of patients with combined trauma. Spa Medicine. 2024; 1: 70-75. (In Russ.).
- 42 Василенко И.В., Артёмов А.Н., Триф Ю.В., Маркина В.А. Применение сочетанной транскраниальной магнитотерапии и транскраниальной электростимуляции аппаратом «АМО-АТОС-Э» для лечения когнитивных нарушений у больных перенесших инсульт. Научно-медицинский вестник Центрального Черноземья. 2011; 44: 35-39.

- Vasilenko I.V., Artemov A.N., Trif Yu.V., Markina V.A. Use of combined transcranial magnetic therapy and transcranial electrical stimulation with the AMO-ATOS-E device for the treatment of cognitive impairment in patients after stroke. Scientific and Medical Bulletin of the Central Black Earth Region. 2011; 44: 35-39. (In Russ.).
- 43 Сотникова М.В., Кузмина Е.В., Андриюшенкова Н.А., Коротченкова Н.С. Применение аппарата АМО-АТОС-Э в комплексном лечении больных с переломами костей лица. Вестник Смоленской государственной медицинской академии. 2018; 17(3): 136-140.
Sotnikova M.V., Kuzmina E.V., Andryushenkova N.A., Korotchenkova N.S. Use of the AMO-ATOS-E device in the complex treatment of patients with facial bone fractures. Bulletin of the Smolensk State Medical Academy. 2018; 17(3): 136-140. (In Russ.).
- 44 Болотова Н.В., Райгородская Н.Ю., Храмов В.В. Возможности магнитотерапии при лечении больных ожирением с использованием аппаратного комплекса «АМО-АТОС» - «ОГОЛОВЬЕ». Вопросы курортологии, физиотерапии и лечебной физической культуры. 2006; 2: 24-26.
Bolotova N.V., Raigorodskaya N.Yu., Khramov V.V. Potential of magnetic therapy in the treatment of obese patients using the AMO-ATOS - OGOLOVYE hardware complex. Issues of balneology, physiotherapy and exercise therapy. 2006; 2: 24-26.
- 45 Ефименко Н.В., Абдурахманова Р.З., Моисеев В.В., Старокожко Л.Е., Амиянц В.Ю. и др. Санаторно-курортное лечение пациентов с артериальной гипертензией с применением транскраниальной магнитотерапии. Физиотерапевт. 2023; 2: 70-77.
Efimenko N.V., Abdurakhmanova R.Z., Moiseev V.V., Starokozhko L.E., Amiyants V.Yu. Sanatorium-resort treatment of patients with arterial hypertension using transcranial magnetic therapy. Physiotherapist. 2023; 2: 70-77. (In Russ.).
- 46 Лебедев В.П., Сергиенко В.И. Транскраниальная электростимуляция как активатор репаративной регенерации: от эксперимента к клинике. Транскраниальная электростимуляция: экспериментально-клинические исследования. Т.2. СПб., 2005: 293-301.
Lebedev V.P., Sergienko V.I. Transcranial electrical stimulation as an activator of reparative regeneration: from experiment to clinic. Transcranial electrical stimulation: experimental and clinical studies. Vol. 2. SPb., 2005: 293-301. (In Russ.).
- 47 Сидякина И.В., Добрушина О.Р., Лядов К.В., Шаповаленко Т.В., Ромашин О.В. Доказательная медицина в нейрореабилитации: инновационные технологии (обзор). Вопросы курортологии, физиотерапии и лечебной физической культуры. 2015; 92 (3): 53-56.
Sidyakina I.V., Dobrushina O.R., Lyadov K.V., Shapovalenko T.V., Romashin O.V. Evidence-Based Medicine in Neurorehabilitation: Innovative Technologies (Review). Issues of Balneology, Physiotherapy, and Therapeutic Physical Culture. 2015; 92 (3): 53-56. (In Russ.).
- 48 Ксенофонтова К.В., Рузавина А.И., Трофимов А.О., Брагин Д. Состояние церебральной микроциркуляции при транскраниальной электростимуляции у пациентов с последствиями черепно-мозговых травм. Медицинский альманах. 2017; 5 (50): 71-73.
Ksenofontova K.V., Ruzavina A.I., Trofimov A.O., Bragin D. Cerebral Microcirculation During Transcranial Electrical Stimulation in Patients with Sequelae of Traumatic Brain Injuries. Medical Almanac. 2017; 5 (50): 71-73. (In Russ.).
- 49 Занин С.А., Каде А.Х., Трофименко А.И., Байкова Е.Е., Оноприев В.В. Эффекты транскраниальной электростимуляции при экспериментальном ишемическом инсульте и черепно-мозговой травме. Анналы клинической и экспериментальной неврологии. 2016; 10 (3): 45-49.
Zanina 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.).
- 50 Кит О.И., Попов И.А., Шихлярова А.И., Енгибарян М.А., Франциянц Е.М. и др. Возможности сопроводительной транскраниальной электромагнитотерапии в комплексном лечении больных с высокозлокачественными глиомами головного мозга. Современные проблемы науки и образования. 2021; 1: 73-82.
Kit O.I., Popov I.A., Shikhlyarova A.I., Engibaryan M.A., Frantsiyants E.M., et al. Potential of accompanying transcranial electromagnetic therapy in the complex treatment of patients with high-grade brain gliomas. Modern Problems of Science and Education. 2021; 1: 73-82. (In Russ.).
- 51 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.).
- 52 Беньков А.А., Нагорнев С.Н., Фролков В.К., Гусакова Е.В., Нагорнева М.С. Анализ механизмов синергических эффектов при сочетании применении физиотерапевтических факторов. Физиотерапевт. 2021; 6: 70-79.
Benkov A.A., Nagornev S.N., Frolov V.K., Gusakova E.V., Nagorneva M.S. Analysis of the mechanisms of synergistic effects with the combined use of physiotherapeutic factors. Physiotherapist. 2021; 6: 70-79. (In Russ.).
- 53 Улащик В.С. Сочетанная физиотерапия: общие сведения, взаимодействие физических факторов. Вопросы курортологии, физиотерапии и лечебной физической культуры. 2016; 6: 4-11.
Ulashchik V.S. Combined physiotherapy: general information, interaction of physical factors. Issues of balneology, physiotherapy, and therapeutic physical education. 2016; 6: 4-11. (In Russ.).

**CLINICAL CONDITION AND QUALITY OF LIFE DYNAMICS OF MILITARY PERSONNEL WITH
CONSEQUENCES OF TRAUMATIC BRAIN INJURY DURING THE SANATORIUM STAGE OF
MEDICAL REHABILITATION**

Andreeva Zh.A.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 Medical Technology" of the Ministry of Defense of the Russian Federation

ABSTRACT.

This article evaluates the effectiveness of a combined course of transcranial magnetic therapy, transcranial electrical stimulation, and binaural flow therapy in military personnel with traumatic brain injury (TBI) during comprehensive medical rehabilitation at a health resort. It is shown that comprehensive medical rehabilitation of military personnel with TBI in a health resort setting resulted in a significant regression of subjective manifestations and neurological signs of the disease. The integrated use of physical factors, based on the principle of the systemic unity of the syndrome-pathogenetic and clinical-functional approaches, has a corrective effect on the main pathogenetic links of TBI in the intermediate period of the disease, enhancing the body's adaptive potential by activating the reserve capacity of the regulatory systems that maintain homeostasis.

Key words: binaural flow therapy, quality of life, medical rehabilitation, transcranial magnetic therapy, transcranial electrical stimulation, traumatic brain injury.

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>

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>

ОРИГИНАЛЬНАЯ СТАТЬЯ

УДК: 613.27

ВЛИЯНИЕ ВНУТРЕННЕГО ПРИЕМА МИНЕРАЛЬНОЙ ВОДЫ
«НАГУТСКАЯ № 26» НА ИНСУЛИНОВУЮ РЕГУЛЯЦИЮ МЕТАБОЛИЗМА
УГЛЕВОДОВ И ЛИПИДОВ У ЗДОРОВЫХ ДОБРОВОЛЬЦЕВ

Исрафилов Р.Я.*, Еделев Д.А.

ООО «РУСМЕДДОК», г. Москва, Россия

РЕЗЮМЕ.

В статье рассматриваются вопросы механизма действия среднеминерализованной воды «Нагутская № 25%» на инсулиновую регуляцию метаболических реакций, а также систему перекисного окисления липидов у здоровых добровольцев. Установлено, что при однократном приеме минеральной воды в первые минуты возникает небольшой стрессорный эффект, что проявляется в снижении инсулинемии на фоне повышения уровня кортизола и глюкозы в крови. Затем секреция инсулина возрастает на фоне активации ферментов антиоксидантной защиты. Доказано, что при проведении орального глюкозотолерантного теста минеральная вода значительно усиливает раннюю фазу секреции инсулина, что сопровождается более быстрой элиминацией глюкозы из крови. При курсовом приеме минеральной воды активность энтероинсулярных гормональных взаимосвязей возрастает, тогда как гипергликемия после перорального введения глюкозы достоверно уменьшается. Эти реакции сопровождаются повышением базальной секреции кортизола, снижением индекса инсулинорезистентности и коэффициента атерогенности, а также оптимизацией системы перекисного окисления липидов в виде снижения активности оксидативного стресса. Выявлено, что в процессе курсового приема минеральной воды степень выраженности корреляционных взаимосвязей между всеми параметрами снижается, что, исходя из принципов корреляционной адаптометрии, свидетельствует об увеличении функциональных резервов организма. Эти факты позволяют предположить, что минеральная вода «Нагутская № 26» может обладать выраженными лечебными и профилактическими эффектами в плане коррекции метаболических нарушений за счет активации регуляторных функций инсулина.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: минеральная вода, механизм действия, метаболизм углеводов и липидов, инсулин, здоровые добровольцы.

ВВЕДЕНИЕ.

Минеральные воды давно и достаточно успешно применяются при комплексном лечении различных соматических заболеваний. Свой биологический и терапевтический потенциал этот природный физический фактор реализует через различные функциональные системы, однако никто не отрицает, что основные изменения при внутреннем приеме минеральных вод происходят в органах пищеварения. При этом классические представления об их механизме действия (изменение pH в желудке, моторики проксимальных отделов пищеварительной трубки, ферментативной активности, скорости всасывания в тонком кишечнике и т.п. [1-4]) в последнее время дополнились фактами о влиянии питьевых минеральных вод на гастроинтестинальные и панкреатические гормоны [5-7].

Установлено, что многие гормоны желудка и кишечника, кроме регуляции собственно пищеварительных функций, обладают выраженным инсулинстимулирующим действием, обеспечивающим ускоренный выброс инсулина в кровь в первые минуты пищеварительного цикла [8-9]. Этот феномен, названный энтероинсулярной осью [10], является необходимым условием оптимизации метаболических реакций и недостаточность ранней фазы секреции инсулина является одним из предикторов метаболического синдрома и сахарного диабета 2 типа [11]. В свою очередь, угнетение активности

* Адрес для переписки: Исрафилов Руслан Яшарович. E-mail: rusikos91@mail.ru

Цитирование. Исрафилов Р.Я., Еделев Д.А. Влияние внутреннего приема минеральной воды «Нагутская № 26» на инсулиновую регуляцию метаболизма углеводов и липидов у здоровых добровольцев. Russian Journal of Environmental and Rehabilitation Medicine. 2025. 4: 88-95.

Citation Israfilov R. Ya., Edelev D. A. The effect of oral intake of Nagutskaya no. 26 mineral water on insulin regulation of carbohydrate and lipid metabolism in healthy volunteers. Russian Journal of Environmental and Rehabilitation Medicine. 2025. 4: 88-95.

энтероинсулярной оси «компенсируется» повышением продукции инсулина натошак, что, учитывая ярко выраженный атерогенный потенциал этого гормона [12], провоцирует формирование дислипидемий с перспективой развития атеросклероза [13-15].

Рядом исследований установлено, что питьевые минеральные воды, стимулируя секрецию гастроинтестинальных гормонов, в значительной степени активизируют участие инсулина в регуляции метаболизма углеводов и липидов [5-7], и тем самым неспецифически реализуют свой терапевтический потенциал [3, 11]. Более того, как показали фундаментальные исследования Н.Д. Полушиной с соавт. [16], этот феномен лежит в основе профилактического действия некоторых минеральных вод, курсовое применение которых в условиях здорового организма значительно повышает их резистентность к влиянию патогенных факторов различной природы. Однако эти исследования, в основном, были проведены на экспериментальных животных, тогда как у человека была исследована только вода «Новотерская».

С другой стороны, эта минеральная вода уступает по инсулинстимулирующему действию другим водам Северного Кавказа, однако есть одна проблема. Поскольку дебит минеральных вод, обладающих мощным инсулинотропным действием (Ессентуки № 4 и № 17), не позволяет их использовать в профилактических целях в рамках всей страны, целесообразно провести исследования с минеральными водами такового же типа, пусть и малоизученных, но более доступных (в том числе по цене) для широких слоев населения. Одной из таких вод может стать минеральная вода Нагутского месторождения № 26 с минерализацией 4,0-7,0 г/л, в составе которой преобладают ионы натрия, калия, хлориды, при наличии высокой концентрации углекислого газа и кремниевой кислоты. Ее дебит составляет 270 м³ в сутки, что гипотетически может позволить проводить курсовое воздействие в течение 3-х недель один раз в год примерно 4-4,5 миллионов человек. Однако научных исследований по этой минеральной воде в плане ее возможного влияния на секрецию инсулина и связанного с ним метаболизма углеводов и липидов до настоящего времени не проводилось.

Цель: изучение механизмов влияния минеральной воды «Нагутская № 26» на инсулиновую регуляцию метаболических реакций у здоровых добровольцев.

Материалы и методы

Исследование выполнено на базе ООО «РУСМЕДДОК» г. Москва с участием 40 практически здоровых добровольцев в возрасте от 22 до 45 лет (в среднем 35,0±0,48 года). Все волонтеры дали информированное письменное согласие согласно требованиям ГОСТ Р ИСО 14155-2014. Выполнено проспективное контролируемое сравнительное и рандомизированное исследование.

У всех добровольцев анализировалось влияние однократного приема минеральной воды «Нагутская № 26» на различные показатели и ее влияние на оральный глюкозотолерантный тест до и после окончания курсового приема. Глюкоза в количестве 70 г растворялась в 200 мл минеральной и питьевой (контроль) воде. Кровь из вены отбиралась до и через 10, 20, 30, 60, 90 и 120 минут после нагрузки и в ней определялась концентрация инсулина и глюкозы. Расчетным способом вычисляли индекс инсулинорезистентности – НОМА по общеизвестной методике [17] и площадь под гликемической и инсулинемической кривой над исходным уровнем в раннюю (0-20 минут) и позднюю (20-120 минут) фазы глюкозотолерантного теста.

Концентрацию в крови глюкозы, триглицеридов, общего холестерина, липопротеидов высокой плотности (с расчетом коэффициента атерогенности), определяли на биохимическом анализаторе «Spectrum II», используя наборы компании «Ольвекс Диагностика», инсулина и кортизола –иммуноферментным методом. Маркеры: состояние системы про- и антиоксидантов (малоновый диальдегид, активность ферментов супероксиддисмутазы и каталазы) проводили соответственно по методикам Гаврилова В.Б. с соавт. [18] и Королюка М.А. с соавт. [19],

Статистический анализ проводился на программном комплексе Statistica v. 12.0 и включал описательную статистику в виде $\bar{X} \pm m$, критерия различия Стьюдента (t), коэффициента корреляции Пирсона (r)

Результаты исследований и их обсуждение

Учитывая исследования, проведенные Елизаровым А.Н. [20], минеральная вода в большей степени реализует свои лечебное действие при нарушениях обмена углеводов и липидов при ее температуре 10-12 град Цельсия и насыщенностью углекислым газом, мы использовали минеральную воду, которая хранилась в холодильнике при этой температуре и каждый раз перед употреблением открывалась новая бутылка, чтобы сохранить высокую газонасыщенность.

Установлено, что при однократном приеме 250 мл воды «Нагутская № 26» у здоровых добровольцев отмечаются достаточно выраженные и достоверные изменения некоторых параметров (табл. 1).

Во-первых, на 5-ю минуту отчетливо проявляется гипергликемизирующее действие минеральной воды: гликемия увеличивается на 9,2% при снижении секреции инсулина на 9,8% и увеличении продукции кортизола на 9,0%, которое, впрочем, в последующие 10 минут продолжает нарастать до 16,3%. Эти данные однозначно свидетельствует о наличии некоторой стрессорной ситуации. Аналогичный веном ранее

отмечали другие исследователи [21], но детализировал его Фролков В.К. с соавт. [7], который показал, что при однократном приеме минеральной воды «Ессентуки № 17» отмечается ускорение моторики желудка по типу микродемпинг-синдрома.

Во-вторых, уже через 15 минут после введения минеральной воды отмечается повышение секреции инсулина в крови на 49,6% с последующим медленным снижением до исходного уровня. Поскольку различные минеральные воды (и, наверное, вода «Нагутская № 26») оказывают тормозное влияние на процессы пассивного и активного всасывания в тонком кишечнике [7], у нас нет оснований полагать, что повышение продукции инсулина обеспечивается прямым воздействием минерального состава воды на β -клетки поджелудочной железы. Скорее, гиперинсулинемия обеспечивается влиянием минеральной воды на продукцию гормонов желудка и двенадцатиперстной кишки, и в первую очередь, гастронгибирующего полипептида, обладающего мощным инсулинстимулирующим действием [7].

В-третьих, в более позднее время, отмечается достоверное повышение активности ферментов антиоксидантной защиты (каталазы и супероксиддисмутазы на 7,9 и 10,3%).

Однако, в-четвертых, при этом существенной динамики параметров липидного обмена мы не обнаружили, возможно потому, что метаболизм липидов по скорости уступает таковому для глюкозы [12] и возможные изменения в этой функциональной системе могут проявиться только при курсовом приеме минеральной воды.

Как требует доказательная медицина, обязательна нужна контрольная группа с применением фактора, который по ряду параметров похож на основной, но в чем-то и отличается. В нашем случае в качестве контроля была выбрана питьевая вода, которая также была прохладной (10-12 град. Цельсия). Пример минеральной и питьевой воды осуществлялся в дозе 250 мл за 10-15 минут до еды в течение 3-х недель. Сравнению подлежало не только динамика показателя внутри каждой группы (контрольной и основной, но и различие между группами.

Установлено, что, если в контрольной группе динамика показателей практически отсутствовала, за исключением небольшого, но все-таки достоверного снижения секреции инсулина на 6,5% (табл. 2). В то же время после курсового приема воды «Нагутская № 26» динамика показателей было выражена значительно сильнее: из 12-ти показателей достоверно изменились 6).

Таблица 1 – Влияние однократного приема минеральной воды «Нагутская № 26» на концентрацию в крови инсулина, кортизола, глюкозы, липидов и параметров оксидативного стресса у здоровых добровольцев

Показатели	Исходный уровень	Время после приема минеральной воды, минуты			
		5	15	30	60
Глюкоза, ммоль/л	4,33 $\pm$ 0,08	4,73 $\pm$ 0,09*	4,60 $\pm$ 0,10	4,28 $\pm$ 0,08	4,21 $\pm$ 0,06
Инсулин, мкЕ/мл	11,3 $\pm$ 0,15	10,2 $\pm$ 0,11*	16,9 $\pm$ 0,20**	14,7 $\pm$ 0,18*	11,7 $\pm$ 0,16
Кортизол, нмоль/л	288 $\pm$ 6,7	314 $\pm$ 8,0*	335 $\pm$ 9,5**	322 $\pm$ 8,6*	297 $\pm$ 7,1
Триглицериды, ммоль/л	1,59 $\pm$ 0,05	1,61 $\pm$ 0,05	1,57 $\pm$ 0,04	1,63 $\pm$ 0,06	1,54 $\pm$ 0,05
Холестерин, ммоль/л	3,39 $\pm$ 0,07	3,30 $\pm$ 0,07	3,35 $\pm$ 0,08	3,41 $\pm$ 0,08	3,35 $\pm$ 0,06
Липопротеиды высокой плотности, ммоль/л	1,25 $\pm$ 0,03	1,22 $\pm$ 0,03	1,20 $\pm$ 0,04	1,27 $\pm$ 0,04	1,23 $\pm$ 0,03
Коэффициент атерогенности	1,71 $\pm$ 0,08	1,70 $\pm$ 0,08	1,79 $\pm$ 0,11	1,69 $\pm$ 0,07	1,66 $\pm$ 0,06
Малоновый диальдегид, ммоль/д	5,44 $\pm$ 0,10	5,63 $\pm$ 0,12	5,72 $\pm$ 0,13	5,54 $\pm$ 0,11	5,08 $\pm$ 0,08*
Каталаза, ед.акт./г Нб	1117 $\pm$ 22,5	1060 $\pm$ 20,3	1102 $\pm$ 22,0	1127 $\pm$ 24,2	1205 $\pm$ 29,5*
Супероксиддисмутаза, ед.акт./г Нб	126 $\pm$ 1,02	120 $\pm$ 0,96	129 $\pm$ 1,13	131 $\pm$ 1,18	139 $\pm$ 1,25*

Примечание: звездочкой обозначено достоверное ($p < 0,05$) различие показателя по сравнению с исходным уровнем

В первую очередь отметим уменьшение индекса инсулинорезистентности на 14,3%. Полагаем, что этот факт очень важен, поскольку ранее работами Полушиной Н.Д. с соавт. [16] установлено, что курсовой прием минеральных вод у здоровых белых крыс линии Вистар значительно повышает устойчивость их организма к различным патологическим воздействиям, т.е. впервые был зарегистрирован феномен возможности применения минеральной воды для первичной профилактики неинфекционных заболеваний и он связан со снижением резистентности к инсулину

Об этом же свидетельствует увеличение концентрации кортизола в крови пациентов основной группы, что также отмечала Н.Д.Полушина в своих экспериментальных исследованиях [16]. Этот факт заставляет нас вернуться к проблеме физиологического дуализма, ведь кортизол также неоднозначен, как и инсулин. Но если повышение инсулина в раннюю фазу пищеварительного цикла – эссенциальное условие оптимизации гомеостаза глюкозы, тогда как увеличение его секреции натощак – провокатор атерогенных

изменений, то для кортизола все наоборот. Умеренное его повышение натощак – свидетельство активации адаптивных изменений [22, 23], то его острое повышение при действии неблагоприятного (или патогенного) фактора говорит о наличии стрессорной реакции, в связи с чем большая часть врачей относит его к гормонам стресса.

Изменения в липидном обмене были минимальны, можно выделить только небольшое снижение коэффициента атерогенности на 8,9% ($p < 0,05$). Влияние курсового приема воды «Нагутская № 28» на систему перекисного окисления липидов было более заметно, но в основном за счет активации ферментов антиоксидантной защиты на 10,5–12,2%. Возможно это связано с адаптивными изменениями, характерными для курсового приема минеральных вод [16, 21].

Таблица 2 – Влияние курсового приема минеральной воды «Нагутская № 28» на концентрацию в крови инсулина, кортизола, глюкозы, липидов и параметров оксидативного стресса у здоровых добровольцев

Примечание: * - достоверное ($p < 0,05$) различие динамики показателя по сравнению с таковым до

Показатели	Контрольная группа (питьевая вода)		Основная группа (минеральная вода)	
	До курсового приема	После курсового приема	До курсового приема	После курсового приема
Индекс массы тела	24,0 ± 0,26	23,9 ± 0,25	23,8 ± 0,24	23,5 ± 0,23
Глюкоза, ммоль/л	4,30 ± 0,12	4,28 ± 0,11	4,41 ± 0,13	4,20 ± 0,10
Инсулин, мкЕ/мл	12,4 ± 0,20	11,6 ± 0,18*	12,2 ± 0,21	11,0 ± 0,21*#
Индекс инсулиноре-зистентности НОМА	2,37 ± 0,07	2,22 ± 0,05	2,39 ± 0,07	2,05 ± 0,05*#
Кортизол, нмоль/л	282 ± 10,7	306 ± 12,5	274 ± 10,2	320 ± 14,9*
Триглицериды, ммоль/л	1,64 ± 0,08	1,60 ± 0,07	1,57 ± 0,07	1,44 ± 0,06
Холестерин, ммоль/л	3,39 ± 0,10	3,30 ± 0,09	3,28 ± 0,09	3,16 ± 0,08
Липопротеиды высокой плотности, ммоль/л	1,25 ± 0,06	1,23 ± 0,06	1,22 ± 0,05	1,24 ± 0,06
Коэффициент атерогенности	1,71 ± 0,04	1,68 ± 0,03	1,69 ± 0,04	1,54 ± 0,03*#
Малоновый диальдегид, ммоль/л	5,64 ± 0,28	5,52 ± 0,27	5,59 ± 0,20	5,04 ± 0,18
Каталаза, ед.акт./г Нб	1104 ± 30,3	1133 ± 31,6	1065 ± 32,3	1177 ± 32,6*
Супероксиддисмутаза, ед.акт./г Нб	117 ± 2,44	121 ± 2,69	115 ± 2,29	129 ± 3,04*

курсового воздействия; # – достоверное ($p < 0,05$) различие показателя между группами.

Анализ изменения тесноты корреляционных взаимосвязей между показателями у здоровых добровольцев показал (табл. 3), что на первый взгляд мало, что изменилось в процессе курсового приема минеральной воды: только достоверно уменьшились значения коэффициентов корреляции для пар показателей – индекс инсулинорезистентности/ триглицериды и малоновый диальдегид/каталаза. Однако, если применить принципы корреляционной адаптометрии, то отчетливо видно, что вес корреляционного графа с вершиной НОМА для пациентов, получавших курс питьевой воды уменьшился только на 6,4%, тогда как после курса минеральной воды – на 47,9% (рис. 1). Следовательно, можно ожидать, что резервные возможности организма ладе здорового человека под влиянием курсового приема минеральной воды несколько повысились.

Как уже упоминалось ранее, тест с пероральным введением глюкозы является «золотым» стандартом для оценки качества инсулиновой регуляции гликогемеостаза в пищеварительный период. Поэтому у пациентов, получавших курс питьевой воды (контроль) и минеральной воды был проведен стандартный оральный глюкозотолерантный тест и полученные результаты сравнили с таковыми до начала курса.

Установлено (табл. 4), что, как не странно, после курсового приема питьевой воды отмечалось изменение секреции инсулина: в начальную фазу теста отмечалось его увеличение, тогда как в позднюю фазу, наоборот – уровень инсулина в крови был достоверно ниже соответствующих значений до начала курсового воздействия. В наиболее ярком виде этот феномен проявился при расчете площади ранней и поздней фазы инсулинемической кривой: в раннюю фазу инсулинемия увеличилась на 13,6%, тогда как в позднюю фазу

Таблица 3 – Матричный корреляционный анализ между показателями у здоровых добровольцев (до и после курсового приема питьевой воды и минеральной воды «Нагутская № 26»)

Показатели	НОМА	Кортизол	Триглицериды	Коэффициент атерогенности	Малоновый диальдегид	Каталаза	Супероксиддисмутаза
Индекс массы тела	+0,202 +0,180	+0,183 +0,165	+0,183 +0,165	+0,267 +0,249	+0,056 +0,102	–0,184 –0,154	–0,109 –0,090

	+0,077	+0,102	+0,102	+0,202	+0,064	-0,050	-0,031
Индекс инсулино-резистентности (HOMA)	x	-0,095 -0,116 +0,021	-0,467* -0,406 +0,021	+0,137 +0,142 +0,119	-0,135 +0,106 +0,094	-0,157 -0,169 -0,080	-0,144 -0,131 -0,108
Кортизол		x	-0,095 -0,116 +0,021	-0,082 -0,066 -0,039	+0,236 +0,247 +0,190	-0,244 -0,212 -0,129	-0,137 -0,100 -0,075
Триглицериды			x	-0,095 -0,116 +0,021	+0,198 +0,157 +0,101	-0,192 -0,170 -0,096	-0,138 -0,108 -0,016
Коэффициент атерогенности				x	+0,198 +0,157 +0,101	-0,192 -0,170 -0,096	-0,138 -0,108 -0,016
Малоновый диальдегид					x	-0,445* -0,366 -0,108	-0,169 -0,142 -0,092
Каталаза						x	+0,106 -0,088 +0,044

Примечание: в каждой клетке таблицы сверху вниз представлены коэффициенты парной корреляции Спирмена до курсового приема минеральной воды, после окончания приема питьевой воды и минеральной воды «Нагутская № 26». Звездочками отмечены достоверные значения коэффициентов корреляции (* – $p < 0,05$).

Таблица 4 – Влияние курсового приема минеральной воды «Нагутская № 26» на секрецию инсулина и гомеостаз гликемии при проведении стандартного орального глюкозотолерантного теста у здоровых пациентов

Временные показатели		Контрольная группа (питьевая вода)				Основная группа (минеральная вода)			
		До начала курсового приема		После завершения курсового приема		До начала курсового приема		После завершения курсового приема	
		Гликемия, ммоль/л	Инсулин, мкЕ/мл	Гликемия, ммоль/л	Инсулин, мкЕ/мл	Гликемия, ммоль/л	Инсулин, мкЕ/мл	Гликемия, ммоль/л	Инсулин, мкЕ/мл
Время после глюкозной нагрузки, мин	00	4,30±0,13	11,7±0,19	4,21±0,12	11,2±0,17*	4,32±0,13	12,0±0,20	4,23±0,12	10,3±0,17**
	10	4,95±0,16	35,1±0,28	4,79±0,17	39,4±0,32*	4,88±0,20	37,5±0,36	4,63±0,18	52,9±0,38**
	20	5,50±0,24	62,3±0,41	5,45±0,22	65,5±0,44*	5,58±0,26	60,9±0,49	5,18±0,22	72,2±0,61**
	30	5,64±0,28	47,5±0,32	5,61±0,25	48,0±0,39*	5,69±0,32	51,1±0,40	5,55±0,31	47,9±0,40**
	60	5,21±0,22	38,3±0,26	5,33±0,21	31,1±0,24*	5,30±0,28	40,0±0,32	5,11±0,24	26,8±0,29*
	120	4,83±0,17	19,7±0,21	4,47±0,15	12,8±0,12*	4,49±0,15	16,9±0,24	4,08±0,10#	9,70±0,14**
Площадь ранней фазы кривой (00-20 мин), у.е.		9,80±0,33	487±26,1	9,10±0,30	553±31,0*	9,30±0,28	500±30,3	8,75±0,24	736±48,5**
Площадь поздней фазы кривой (20-120 мин), у.е.		99,7±1,96	2407±39,8	94,1±1,49*	2123±33,6*	94,9±1,85	2440±41,9	70,4±1,56*	1778±33,1**

Примечание: * – достоверные различия ($p < 0,05$) показателя по сравнению с исходным (до начала курсового воздействия) уровнем; # – достоверное различие с соответствующим показателем в контрольной группе после курса питьевой воды.

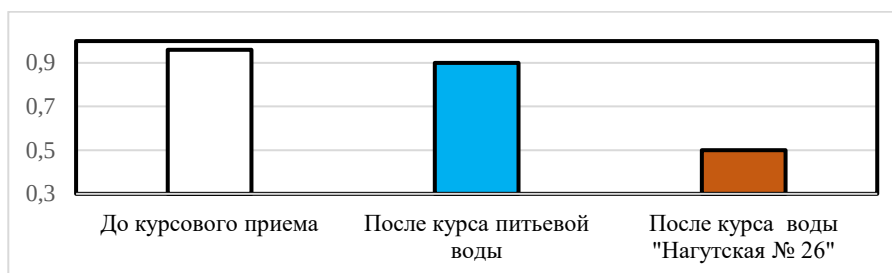


Рисунок 1 – Изменение веса корреляционного графа с вершиной НОМА у здоровых пациентов после курсового воздействия.

Уменьшилась на 11,8%. Увеличение ранней гиперинсулинемии в пищеварительный период свидетельствует об активации энтеро-инсулярной оси, что и привело к более быстрой элиминации глюкозы из крови в позднюю фазу теста на 5,6% ($p < 0,05$). Полагаем, что эти данные косвенно подтверждают целесообразность рекомендации врачей «старой» школы о полезности приема натощак стакана холодной питьевой воды для оптимизации деятельности органов пищеварения и здоровья в целом.

У здоровых добровольцев, получавших курс минеральной воды «Нагутская № 26» изменения гликемии и инсулинемии при проведении стандартного орального глюкозотолерантного теста были выражены заметно сильнее. Это проявилось в существенном увеличении ранней фазы секреции инсулина после пероральной глюкозной нагрузки на 47,2% и ее угнетении в позднюю фазу на 27,1%.

На этом фоне отчетливо проявилось оптимизирующее влияние инсулина на гликогемеостаз – площадь поздней фазы гипергликемии уменьшилась на 25,8%. Отметим также, что практически по всем параметрам гликемической и инсулинемической кривых пациенты, получавшие курс минеральной воды, отличались от группы контроля с питьевой водой.

Эти факты дополнительно подтверждают перспективность применения курсового приема минеральной воды для оптимизации инсулиновой регуляции метаболизма глюкозы и липидов даже в условиях здорового организма, что лишний раз свидетельствует о целесообразности применения этого природного физического фактора для повышения резервов здоровья, о чем предсказывала Полушина Н.Д. в своих фундаментальных исследованиях [16].

Заключение

Результаты проведенных исследований свидетельствуют об определенных перспективах практического применения минеральной воды «Нагутская № 26» в восстановительной медицине. Во-первых, эта вода обладает вполне значимым биологическим потенциалом и, как известные другие минеральные воды Северного Кавказа, может через активацию гастроэнтеропанкреатической эндокринной системы оптимизировать метаболизм углеводов и липидов. Во-вторых, наличие стрессорной компоненты в ответных реакциях организм на прием этой минеральной воды позволяет рассчитывать на формирование процессов адаптогенеза с развитием неспецифической резистентности к действию патогенных факторов. В-третьих, вода «Нагутская № 26» при курсовом приеме весьма эффективно усиливает чувствительность тканей к инсулину, что открывает широкие перспективы ее применения для регресса резистентности к этому гормону при комплексной терапии социально значимых заболеваний сердечно-сосудистой системы, метаболического синдрома и сахарного диабета 2 типа. Исследования в этом направлении весьма перспективны, поскольку природные физические факторы, и в частности питьевые минеральные воды, могут в значительной степени повысить эффективность стандартных методов лечения соматических заболеваний.

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES:

1. Смирнов-Каменский Е.А. Некоторые местные и общие механизмы лечебного действия минеральных вод при внутреннем их употреблении // Питьевые минеральные воды. –Пятигорск, 1976. –С. 27-37.
Smirnov-Kamensky E.A. Some local and general mechanisms of the therapeutic effect of mineral waters when they are consumed internally // Drinking Mineral Waters. –Pyatigorsk, 1976. –P. 27-37. (In Russ.).
2. Вериго Н.С., Улащик В.С. Современные представления о минеральных водах и механизмах их действия на организм // Здоровоохранение. Минск, 2012. –С. 39-48.
Verigo N.S., Ulaschik V.S. Modern ideas about mineral waters and the mechanisms of their effect on the body // Healthcare. Minsk, 2012. –P. 39-48. (In Russ.).
3. Ефименко Н.В., Репс В.Ф. Механизмы действия питьевых минеральных вод // Курортная медицина, 2013. –№ 3. –С.106-109.
Efimenko N.V., Reps V.F. Mechanisms of Action of Drinking Mineral Waters // Resort Medicine, 2013. –No. 3. –P. 106-109. (In Russ.).
4. Филимонов Р.М., Филимонова Т.Р., Саламадина Г.Е. Минеральная вода в реабилитации больных с гастродуоденальной патологией. Учебное пособие для терапевтов и врачей гастроэнтерологов. –Москва, 2019. –84 с.
Filimonov R.M., Filimonova T.R., and Salamadina G.E. Mineral Water in the Rehabilitation of Patients with Gastroduodenal Pathology. A Tutorial for Therapists and Gastroenterologists. Moscow, 2019. 84 p. (In Russ.).

5. Кузнецов Б.Г. Гастроэнтеропанкреатическая эндокринная система и ее роль в механизме действия питьевых минеральных вод // Вопросы курортологии, физиотерапии и лечебной физической культуры, 1981. – № 3. – С. 63-66.
Kuznetsov, B.G. Gastroenteropancreatic Endocrine System and Its Role in the Mechanism of Action of Drinking Mineral Waters // Issues of Balneology, Physiotherapy, and Therapeutic Physical Culture, 1981. – No. 3. – P. 63-66. (In Russ.).
6. Фролков В.К. Новые представления о механизмах лечебно-профилактического действия питьевых минеральных вод // Клиническая медицина и фармакология, 2015. – № 4. – С.34-38.
Frolkov V.K. New ideas about the mechanisms of therapeutic and preventive effects of drinking mineral waters // Clinical Medicine and Pharmacology, 2015. – No. 4. – P. 34-38. (In Russ.).
7. Фролков В.К., Бобровницкий И.П., Нагорнев С.Н. Окружающая среда и общественное здоровье: научные основы питьевого применения минеральных вод в восстановительной и экологической медицине. М.: МИА, 2021. –112 с. Frolkov V.K., Bobrovniksky I.P., Nagornev S.N. Environment and Public Health: Scientific Foundations of Drinking Mineral Waters in Restorative and Environmental Medicine. Moscow: MIA, 2021. 112 p. (In Russ.).
8. Creutzfeldt W. Insulinotropic factors of the gut - the broadening incretin concept // Gastroenterology, 1980. –V. 78. –№ 6. –P. 1631-1632.
9. Dupre J., Caussignac Y., Champion M., et al. Gastrointestinal hormones: the entero-insular axis and the secretion of glucagon // Entero-insular axis. Front. Hormone Res., 1980. –V. 7. –P. 92-106.
10. Unger R.H., Eisentrant A.M. Entero-insular axis // Arch. Intern. Med., 1969. –V. 123. –P. 261-266.
11. Топурия Д.И. Природные и преформированные физические факторы в санаторно-курортной реабилитации и вторичной профилактике у лиц с синдромом инсулинорезистентности. Автореф. дисс. доктора мед. наук., -М., 2005. –48 с.
Topuria D.I. Natural and preformed physical factors in sanatorium-resort rehabilitation and secondary prevention in individuals with insulin resistance syndrome. Abstract. Diss. Dr. Med. Sci., -M., 2005. –48 p. (In Russ.).
12. Теппермен Дж., Теппермен Х. Физиология обмена веществ и эндокринной системы. –М. Мир, 1989. –656 с.
Tepperman J., Tepperman H. Physiology of Metabolism and the Endocrine System. Moscow: Mir, 1989. 656 p. (In Russ.).
13. Бобровницкий И.П., Нагорнев С.Н., Фролков В.К. Особенности гормональной регуляции метаболических процессов в условиях арктической зоны и нелекарственные методы их оптимизации // Russian Journal of Environmental and Rehabilitation Medicine. 2020. –№ 2. –С. 4-18.
Bobrovniksky I.P., Nagornev S.N., Frolkov V.K. Features of hormonal regulation of metabolic processes in the Arctic zone and non-drug methods for their optimization // Russian Journal of Environmental and Rehabilitation Medicine. 2020. –No. 2. –P. 4-18.
14. Фролков В.К., Нагорнев С.Н. Неспецифические механизмы реализации биологического потенциала природных факторов в системе гормональной регуляции обмена углеводов и липидов // Russian Journal of Environmental and Rehabilitation Medicine. – 2021. – № 4. – С. 2-15
Frolkov V.K., Nagornev S.N. Non-specific mechanisms of realizing the biological potential of natural factors in the system of hormonal regulation of carbohydrate and lipid metabolism // Russian Journal of Environmental and Rehabilitation Medicine. – 2021. – No. 4. – P. 2-15. (In Russ.).
15. 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.A. Metabolic Syndrome and Involutionary Changes in the Skin: Prerequisites for the Development of Comprehensive Physiotherapy Treatment (Part I) / A.A. Danilov, A.A. Mikhailova, D.A. Edelev [et al.]. // Russian Journal of Environmental and Rehabilitation Medicine. – 2023. – No. 3. – P. 52–59. (In Russ.).
16. Полушина Н.Д., Фролков В.К., Ботвинева Л.А. Превентивная курортология (теоретические и прикладные аспекты, перспективы). –Пятигорск, 1997. –225 с. Polushina N.D., Frolkov V.K., Botvineva L.A. Preventive Balneology (theoretical and applied aspects, prospects). – Pyatigorsk, 1997. –225 p. (In Russ.).
17. Matthews D.R., Hosker J.P., Rudenski A.S. et al. Homeostasis model assessment: insulin resistance and beta-cell function from fasting plasma glucose and insulin concentrations in man // Diabetologia, 1985. –v. 28(7). –P. 412-419.
18. Гаврилов, В.Б. Анализ методов определения продуктов ПОЛ в сыворотке по тесту с ТБК / В.Б. Гаврилов, А.Р. Гаврилова, Л.М. Мажуль //Вопросы медицинской химии, 1987. – № 1. – С. 118–122.
Gavrilov, V.B. Analysis of methods for determining the products of POL in the serum by the test with TBK / V.B. Gavrilov, A.R. Gavrilova, L.M. Mazhul //Questions of medical chemistry, 1987. – No. 1. – P. 118–122. (In Russ.).
19. Королюк, М.А. Метод определения активности каталазы / М.А. Королюк, Л.И. Иванова, И.Г. Майорова [и др.]. // Клиническая лабораторная диагностика, 1988. – № 1. – С. 16–19.
Korolyuk, M.A. Method for Determining Catalase Activity / M.A. Korolyuk, L.I. Ivanova, I.G. Mayorova [et al.]. // Clinical Laboratory Diagnostics, 1988. – No. 1. – P. 16–19. (In Russ.).
20. Елизаров А.Н., Фролков В.К. Минеральные воды в лечении и профилактике метаболического синдрома // Кремлевская медицина. Клинический вестник, 2005. –№ 3. – С. 89-93.
Elizarov A.N., Frolkov V.K. Mineral Waters in the Treatment and Prevention of Metabolic Syndrome // Kremlin Medicine. Clinical Bulletin, 2005. – No. 3. – P. 89-93. (In Russ.).
21. Кузнецов Б.Г. Новые представления о физиологических механизмах действия питьевых минеральных вод // Современные аспекты курортной гастроэнтерологии. –Пятигорск, 1988. –С. 9-12.
Kuznetsov B.G. New ideas about the physiological mechanisms of drinking mineral water // Modern aspects of resort gastroenterology. Pyatigorsk, 1988. – P. 9-12. (In Russ.).
22. Панин Л.Е. Энергетические аспекты адаптации. -Л.: Медицина, 1978. -92 с.
Panin, L.E. Energy Aspects of Adaptation. Leningrad: Meditsina, 1978. 92 p. (In Russ.).
23. Панин Л.Е. Биохимические механизмы стресса. Новосибирск.: Наука, 1983. -С. 3-38.
Panin L.E. Biochemical Mechanisms of Stress. Novosibirsk: Nauka, 1983, pp. 3-38. (In Russ.).

THE EFFECT OF ORAL INTAKE OF NAGUTSKAYA NO. 26 MINERAL WATER ON INSULIN
REGULATION OF CARBOHYDRATE AND LIPID METABOLISM
IN HEALTHY VOLUNTEERS

Israfilov R. Ya., Edelev D. A.

RUSMEDDOK LLC, Moscow, Russia

ABSTRACT.

This article examines the mechanism of action of Nagutskaya No. 25% moderately mineralized water on insulin regulation of metabolic reactions, as well as the lipid peroxidation system, in healthy volunteers. It was found that a single dose of the mineral water causes a mild stress response in the first few minutes, resulting in a decrease in insulinemia accompanied by an increase in blood cortisol and glucose levels. Insulin secretion then increases, accompanied by the activation of antioxidant enzymes. Mineral water has been shown to significantly enhance the early phase of insulin secretion during an oral glucose tolerance test, resulting in faster glucose elimination from the blood. With a course of mineral water intake, the activity of enteroinsular hormonal interactions increases, while hyperglycemia after oral glucose administration significantly decreases. These reactions are accompanied by an increase in basal cortisol secretion, a decrease in the insulin resistance index and atherogenicity coefficient, and optimization of the lipid peroxidation system through reduced oxidative stress. It was found that during a course of mineral water intake, the degree of correlation between all parameters decreases, which, based on the principles of correlation adaptometry, indicates an increase in the body's functional reserves. These facts suggest that Nagutskaya No. 26 mineral water may have significant therapeutic and preventive effects in correcting metabolic disorders by activating insulin regulatory functions.

Keywords mineral water, mechanism of action, carbohydrate and lipid metabolism, insulin, healthy volunteers.

Сведения об авторах

Исрафилов Руслан Яшарович, терапевт ООО «РУСМЕДДОК», e-mail: rusikos91@mail.ru. ORCID ID: 0009-0001-0944-4869.

Еделев Дмитрий Аркадьевич, д.м.н., профессор, главный врач ООО «РУСМЕДДОК», e-mail: edlv73@gmail.com. ORCID ID: 0000-0002-5863-2284.

ОРИГИНАЛЬНАЯ СТАТЬЯ

УДК:612.821

ИССЛЕДОВАНИЕ ДИНАМИКИ НЕЙРОФИЗИОЛОГИЧЕСКИХ
ПОКАЗАТЕЛЕЙ ПРИ ВОСПРИЯТИИ СЕНСОРНЫХ СТИМУЛОВ

Хващинский Д. А.^{1*}, Звоников В. М.²

¹Федеральное государственное бюджетное учреждение «Национальный медицинский исследовательский центр психиатрии и наркологии им. В.П. Сербского» Министерства здравоохранения Российской Федерации, г. Москва, Россия

²Московский гуманитарный университет, г. Москва, Россия

РЕЗЮМЕ.

Изучены чувствительность и специфичность оценочной шкалы «Сильные стороны и трудности» Р. Гудмана у мужчин и женщин от 34 до 43 лет, в отношении определения риска формирования пограничных психических расстройств. Установлены нейрофизиологические показатели для определения вероятности наличия какого-либо пограничного психического расстройства.

У испытуемых с относительно высоким уровнем эмоциональных симптомов амплитуда Р2 на целевой стимул была выше по сравнению со стандартным стимулом. В группе с более низким уровнем эмоциональных симптомов выявлялся обратный эффект – амплитуда Р2 пика на целевой стимул была ниже, чем на стандартный стимул. В группе с относительно высоким уровнем гиперактивности / невнимательности модуль амплитуды пика N2 в Fz отведении на стандартный стимул был больше, чем на целевой, а в группе с более низкими оценками гиперактивности / невнимательности наблюдался обратный эффект. При предъявлении стимулов во втором блоке с осознаваемым восприятием примеров, в интервале от 300 мс до 460 мс от начала стимула хорошо выражено негативное отклонение ВП на тестовый стимул с ошибочным решением в сравнении с ВП на тестовый стимул с верным результатом. При выполнении блока, где примеры воспринимались осознанно, регистрируется арифметический эффект N400. При обработке данных по третьему блоку стимулов (неосознанное восприятие), то формирование эффекта N400 происходит в интервале 346 – 514 мс.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: вызванные потенциалы, ЭЭГ, Р2, N2, неосознанное восприятие, N400, целевой стимул.

ВВЕДЕНИЕ.

По данным ВОЗ распространенность психических заболеваний с каждым годом увеличивается. При этом распространенность пограничных психических расстройств (ППР) возрастает, занимая все большее место в структуре психических заболеваний [1-6]. Расстройства поведения у людей представляют серьезную проблему вследствие нарушения адаптации человека в коллективе и трудностей социализации в жизни [7]. В связи с этим, проблема лечения больных с наличием психиатрических симптомов и синдромов становится все более актуальной не только в медицинском, но и в социальном аспекте.

Для изучения просоциального поведения, гиперактивности / нарушения внимания, эмоциональных проблем, отклонений в поведении и проблем общения с людьми общепринята оценка развития и благополучия по опроснику «Сильные стороны и трудности» Р. Гудмана (ССТ) [8, 16-18].

Кроме того, для оценки риска формирования психиатрических синдромов и верификации предварительного психиатрического диагноза в структуре МКБ-10 и DSM-IV у наблюдаемых, предназначен ряд унифицированных опросников компьютерных программ. Однако данные опросники и нейрофизиологические методики следует более широко применять и внедрять для скрининговых исследований пациентов в России.

* Адрес для переписки: Хващинский Дмитрий Альбертович. E-mail: dmitriyhvashinsk@mail.ru

Цитирование. Хващинский Д.А., Звоников В. М. Особенности вызванной электрической активности мозга у лиц с различными поведенческими параметрами. Russian Journal of Environmental and Rehabilitation Medicine. 2025. 4: 96-102.

Citation Khvaschinsky D.A., Zvonikov V.M. Features of evoked electrical activity of the brain in individuals with various behavioral parameters. Russian Journal of Environmental and Rehabilitation Medicine. 2025. 4: 96-102.

Исходя из высокого временного разрешения связанные с событием потенциалы важны для понимания процессов обработки информации как в норме, так и при патологии [8]. Связанный с событием потенциал (ССП) - многообещающий инструмент, который оценивает когнитивные функции и сенсорные процессы [10]. СПП особенно интересен в нейрофизиологии и психиатрии [12], так как ранние компоненты позволяют оценить этапы лечения когнитивных нарушений [15]. Компоненты СПП являются определяющими индикаторами приема, обработки информации и проблем с нарушением внимания [8-9]. При рассмотрении представлений о доминирующем влиянии лобной коры в регуляторных системах, при гиперактивности может быть дисфункция фронтоталамической системы, связанной с избирательной обработкой релевантного сигнала [9]. Рассматривая другие исследования при гиперактивности выявлены изменения в P2, N2 и P3 компонентах СПП [11-18].

Кроме этого, в исследованиях выявлено, что амплитуды ранних P1, N1 и P2, а также, амплитуда N2 компонентов СПП на угрожающие стимулы могут зависеть от уровня тревожности и страхов. Повышенная тревожность и страхи могут проявляться повышенным вниманием и готовностью отвечать на новые стимулы и изменения в окружающей среде; люди с эмоциональными проблемами могут воспринимать неожиданные стимулы как угрожающие. В ряде исследований также показано влияние на поведенческие и электрофизиологические, характеристики таких параметров, как последовательность предъявляемых числовых символов [9]. Ученые показали, что в случае появления неверных ответов, следующих за примерами умножения из однозначных чисел, возникает негативное отклонение в интервале от 300 до 500 мс, амплитуда пика которого больше в сравнении с амплитудой пика негативной волны на верные ответы. В последующем арифметический эффект N400 был получен и в других работах [13, 14].

Цель настоящего исследования – изучить комплексную регистрацию вызванных акустических потенциалов и выполнение математических вычислений на неосознанном уровне, для оценки психического здоровья людей. Для проверки возможности выполнения бессознательных арифметических операций был применен метод регистрации вызванных потенциалов, и в качестве электрофизиологического коррелята правильности арифметических вычислений нами был выбран эффект N400.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

В работе использованы результаты исследований, проведенных у 125 испытуемых. На первом этапе исследований наблюдаемые были разделены на две группы. Для изучения просоциального поведения, гиперактивности / нарушения внимания, эмоциональных проблем, отклонений в поведении и проблем общения с людьми общепринята оценка развития и благополучия по опроснику «Сильные стороны и трудности» Р. Гудмана (ССТ) [16-17]. Первая - 66 человек (41 мужчин и 25 женщин) и вторая 59 человек (23 мужчины и 36 женщин) в возрасте от 34 до 43 лет. Все испытуемые оканчивали образовательные учреждения города Москвы. В семье с обоими родителями проживали большинство наблюдаемых, также были отмечены те, которые проживали с матерью и отцом, меньшинство с бабушкой или одной матерью. Высококвалифицированной деятельностью занимались 65% матерей и 35% отцов; работой, требующей средней квалификации 24% матерей и 18% отцов. Не имели постоянной работы 18% матерей и 2% отцов.

Опросник «Сильные стороны и трудности» (SQR, Goodman, 2001), образует шкалы: эмоциональные симптомы, гиперактивность / невнимательность, просоциальное поведение. Шкала эмоциональных симптомов охватывает признаки распространенных аффективных расстройств настроения, признаки тревоги, страхи и психосоматические симптомы.

Были использованы серии высоких целевых тонов и низких стандартных тонов продолжительностью 150 мс. Интенсивность тонов была 60 Дб, стимуляция осуществлялась через динамики. Звуки предъявлялись в случайном порядке, межстимульный интервал составлял 1350 мс. Участникам исследования следовало нажимать кнопку в ответ на высокий тон и не нажимать в ответ на низкий.

Запись ЭЭГ во время выполнения задания осуществлялась с закрытыми глазами. Для записи ЭЭГ использовали шапочку с 64 электродами; один электрод использовали для записи вертикальной окулограммы. Синхронизация стимулов и записи ЭЭГ осуществлялась при использовании оборудования StimTracker фирмы Cedrus (США). СПП рассчитывался во временном окне от 300 мс до предъявления и до 600 мс после предъявления звукового стимула. Показатели, связанные с восприятием опознанием целевого тона, вычисляли путем вычитания СПП на стандартный стимул из СПП на целевой стимул.

Затем, для второго этапа исследования, было отобрано 15 человек (11 женщин и 4 мужчин) того же возрастного состава (от 34 до 43 лет соответственно) с более низким уровнем эмоциональных симптомов. Исследование состояло из двух частей исследования и проводилось в разные дни: один день – первая часть исследования. Промежутки между днями исследования состоял от 6 месяцев до 1 года. Накануне вечером, перед исследованием, испытуемые дважды в течение пяти минут решали примеры из таблицы умножения с небольшим перерывом. В обследовании были использованы примеры, которые предъявлялись в блогах с осознанным и неосознанным восприятием (короткая по длительности экспозиция), а также верные и ошибочные результаты (тестовый стимул).

Значение длительности демонстрации тестируемых сигналов и синхронизация предъявления изображений с кадровой разверткой трактовались с использованием датчика яркости светового потока

OPT101 («Texas Instruments», США). Стимулы предъявлялись с помощью программы Presentation. Блок стимулов, где примеры на умножение были замаскированы (использовали маску из трех символов), – неосознанная часть, затем блок стимулов, где примеры на умножение воспринимались осознанно – сознательная часть, и вновь повторение первого блока с замаскированными примерами на умножение – бессознательная часть.

Регистрация ЭЭГ осуществлялась при помощи цифрового энцефалографа «Мицар – ЭЭГ – 201», а также, пакета программного обеспечения для регистрации и обработки электроэнцефалограммы «WinnEEG».

Участник исследования должен был внимательно смотреть на экран монитора. В случае предъявления блока с замаскированными примерами – по завершении блока производился опрос для выяснения, что видел испытуемый. В случае предъявления блоков, где примеры воспринимались осознанно, испытуемого просили выполнять указанные вычисления.

Статистически результаты оценивались с помощью методов дисперсионного анализа (SPSS 11.5). Использовался вариант двухфакторной модели с факторами «Тип стимула» (число уровней 2: верный или неверный результаты) и «Отведения» (число уровней 7).

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

В группе с относительно низким уровнем эмоциональных симптомов во фронтальных областях коры амплитуда ССП на целевой стимул ниже, а в париетальных и задних областях коры – выше, чем в группе с относительно высоким уровнем эмоциональных симптомов.

На рис. 1 показаны различия между ССП на целевой и стандартный стимулы Fz отведении в двух группах с уровнем эмоциональных симптомов ниже и выше медианы. У испытуемых с относительно высоким уровнем эмоциональных симптомов амплитуда P2 на целевой стимул была выше по сравнению со стандартным стимулом. В группе с более низким уровнем эмоциональных симптомов выявлялся обратный эффект – амплитуда P2 пика на целевой стимул была ниже, чем на стандартный стимул.

Разница между ССП на целевой и стандартный стимулы в Pz отведении во временном отрезке от 120 до 250 мс были более выражены в группе с относительно высоким уровнем эмоциональных симптомов, а в группе лиц с более низким уровнем эмоциональных симптомов такие различия были минимальны. Различия в группе наблюдаемых с относительно высоким уровнем эмоциональных симптомов выражались в увеличении модуля амплитуды N1 и уменьшении амплитуды P2 компонентов ССП на целевой стимул в Pz отведении.

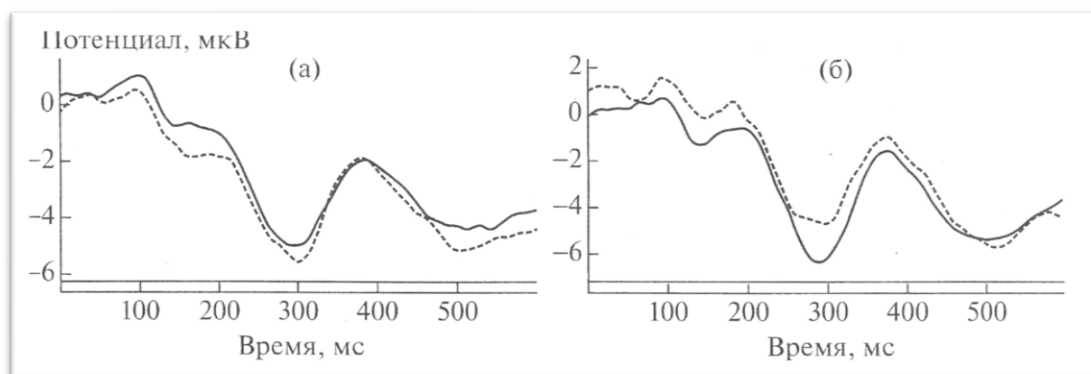


Рисунок 1. Усредненные ССП на целевой (прерывистая линия) и стандартный (сплошная линия) стимулы в Fz отведении в группах с эмоциональными симптомами ниже (а) и выше медианы (б).

В группе с относительно высоким уровнем гиперактивности / невнимательности модуль амплитуды пика N2 в Fz отведении на стандартный стимул был больше, чем на целевой, а в группе с более низкими оценками гиперактивности / невнимательности наблюдался обратный эффект.

При предъявлении примеров, скрытой маской (неосознанное восприятие), ВП на правильные результаты примеров практически полностью совпадают с ВП на ошибочные результаты (рис.2).

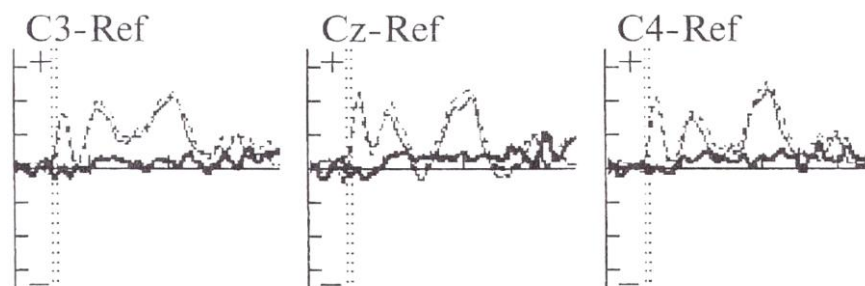


Рисунок 2. Вызванные потенциалы в ответ на тестовый стимул в первый день исследования при бессознательном восприятии. а – первый блок стимулов – неосознанное восприятие; б – второй блок стимулов – осознанное восприятие.

Тонкая линия – вызванные потенциалы на тестовый стимул – правильный результат примера. Прерывистая линия – вызванные потенциалы на тестовый стимул ошибку. Толстая линия – разностная кривая. По оси абсцисс – время, мс, по оси ординат – амплитуда, мкВ. ↓ - достоверное отличие ВП на тестовый стимул – ошибку от ВП на тестовый стимул – правильный результат примера. Рамкой выделено окно, где анализировался эффект N400.

При статистической обработке данных по первому блоку для всех отведений достоверных различий в интервале, характерном для компонента N400, найдено не было.

При предъявлении стимулов во втором блоке с осознаваемым восприятием примеров (рис. 3), в интервале от 300 мс до 460 мс от начала стимула хорошо выражено негативное отклонение ВП на тестовый стимул с ошибочным решением в сравнении с ВП на тестовый стимул с верным результатом. При выполнении блока, где примеры воспринимались осознанно, регистрируется арифметический эффект N400.

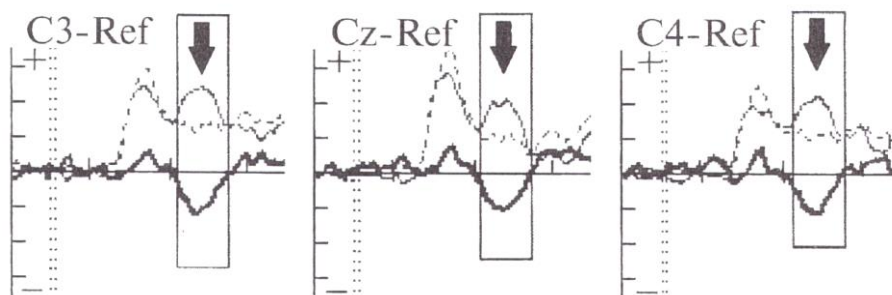


Рисунок 3. Вызванные потенциалы в ответ на тестовый стимул в первый день исследования при осознанном восприятии.

При обработке данных по третьему блоку стимулов (неосознанное восприятие), то формирование эффекта N400 происходит в интервале 346 – 514 мс. Амплитуда и латентность пика составляют - 1.907 мкВ на 446 мс для отведения Cz – 1.942 мкВ на 446 мс, для отведения C3 - 1.788 мкВ на 432 мс для отведения C4.

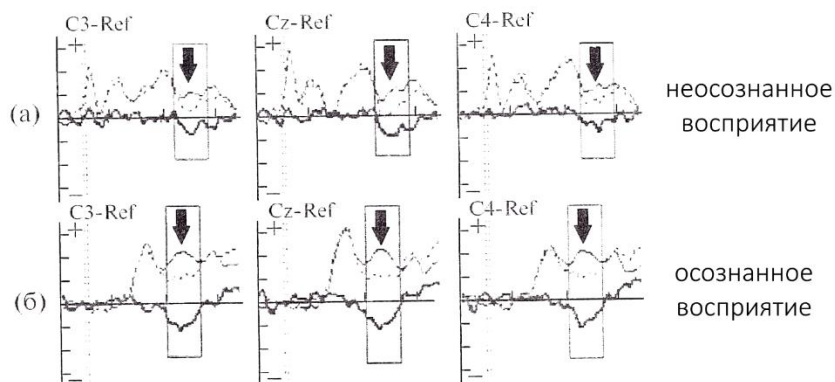


Рисунок 4. Групповые вызванные потенциалы в ответ на тестовый стимул в третий день исследования.

После интенсивной тренировки накануне, с неосознанным восприятием (рис. 4), наблюдается формирование выраженного арифметического эффекта N400, что показывает, что выполнение операций по вычислению примеров из таблицы умножения происходит на рефлекторном уровне.

Было установлено, что различия ССП на целевой и стандартный стимулы зависели от уровня эмоциональных симптомов и локализации ССП. У людей с низким уровнем эмоциональных симптомов наблюдалось снижение P2 на целевой стимул, как у испытуемых с высоким уровнем симптомов наблюдалось повышение амплитуды P2 пика на целевой стимул во фронтальных областях коры [19, 23, 24]. В исследовании Hansen и Hillyard [1980] было показано, что повышение амплитуды P2 компонента ССП связано со снижением внимательности.

У наблюдаемых с относительно высоким уровнем гиперактивности /невнимательности модуль амплитуды N2 компонента ССП был больше на стандартный стимул, чем на целевой, тогда как у испытуемых с относительно низкими оценками был отмечен обратный эффект [23-25, 27].

Критерием правильности решения при умножении однозначных чисел был выбран арифметический эффект N400. Примеры, предоставляемые на подпороговом для сознания уровне, не воспринимаются как значимый стимул без предварительной тренировки [26-29, 30].

У взрослых людей с относительно низким уровнем эмоциональных симптомов внимание на целевой стимул было связано со снижением амплитуды P2 компонента ССП во фронтальных областях коры. У наблюдаемых с повышенным уровнем эмоциональных симптомов внимание на целевой стимул, который может восприниматься данными людьми как неожиданный и девиантный, было связано с увеличением модуля амплитуды N1 и снижением амплитуды P2 компонентов ССП в париетальных областях коры [28-30].

Анализ вызванных потенциалов (арифметического эффекта N400) позволяет сделать вывод о возможности совершения операций умножения в условиях неосознанного восприятия стимулов [31-34]. Рефлекторные вычисления на неосознанном уровне значительно облегчаются при предварительной тренировке [19, 20].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Нами было проведено исследование нейрофизиологических особенностей у мужчин и женщин с тревожными расстройствами личности. Мы провели анализ литературных источников по вопросам формирования тревоги, рассмотрели исследования тревожности, проводимые ранее, дали классификацию тревожных расстройств и описали нейрофизиологические особенности испытуемых.

После проведения исследования на выборке 125 человек мы проанализировали полученные первичные результаты и применили корреляционный анализ. В ходе его интерпретации мы предположили, какие нейрофизиологические методы могут быть использованы при наблюдении за испытуемыми с тревожными расстройствами.

Основой для теоретической части нашего исследования стала концепция З. Фрейда о тревожности и защитных механизмах. Так, например, по Фрейду тревога – одна из функций человека, отвечающая за адаптивную реакцию, при этом, тревожность, отражает относительно устойчивые индивидуальные различия.

У испытуемых с низкой степенью тревожности явно выражена эмоциональная нестабильность, но присутствуют и адаптационные механизмы. Можно предположить, что для работы с такими людьми будет эффективен личностно-ориентированный подход психотерапии.

Причем, чем выше уровень тревожности, тем больше задействуется адаптационных механизмов. Неотъемлемой частью личности являются и депрессивные симптомы. Можно предположить, что для работы с такими людьми будет эффективен личностно-ориентированный и когнитивно-поведенческий подходы психотерапии. Возможно также, применение экзистенциальной психотерапии и релаксационных методов.

Основная задача как нейрофизиологических, так и психотерапевтических методов состоит в том, чтобы изменить мышление тревожного человека, сформировать адекватное самосознание и снизить уровень тревоги и напряжения. Нейрофизиологические показатели, включающие реакцию на нейрофизиологические методы исследования, в совокупности с субъективной оценкой человека, могут быть использованы в качестве индикаторов функционального состояния во время периодических скрининговых обследований. Кроме того, данные характеристики динамики реакции активации в ответ на нейрофункциональные пробы могут рассматриваться в качестве параметров управления функциональным состоянием, основанного на принципе биологической обратной связи. Использование комплекса психологической реабилитации, основанной на данных нейрофизиологической и психофизиологической диагностики, является способом восстановительного лечения, улучшает качество жизни людей, а также их социальную адаптацию. Нейрофизиологические показатели, мониторинг которых проводится во время жизнедеятельности, можно использовать как предикторы неблагоприятных психологических исходов у людей с повышенным психологическим напряжением, а также в качестве показателей для подбора и расширения объема реабилитационной терапии в восстановительной медицине и курортологии.

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES:

1. Гурович И. Я. Фармакоэпидемиология и фармакоэкономика в психиатрии / Гурович И. Я., Любов Е. Б. // Социальная и клиническая психиатрия: приложение. – Москва: Медпрактика, 2003. – 254 с.
2. Дегтев В. П. Реакция больных шизофренией на госпитализацию и их влияние на адаптацию в стационаре / Дегтев В. П. // Обзорение психиатрии и медицинской психологии института имени В. М. Бехтерева. – 1993. – №1. – С. 87- 89.
3. Кабанов М. М. Реабилитация психических больных / Кабанов М. М. – Ленинград, 1985. – С. 56- 74.
4. Куликова Н.Г., Фесюн А.Д., Кончугова Т.В., Кульчицкая Д.Б. Роль нейрофизиологических показателей в оценке эффективности применения магнитной импульсной стимуляции при периферической нейропатии, индуцированной цитостатиками. // Российский журнал экологической и восстановительной медицины. 2023. №2. С. 12-19.
5. Красик Е. Д. Госпитализм при шизофрении (клинико- реабилитационные аспекты) / Красик, Логвинович Г. В. – Томск, 1983. – 133 с.
6. Чуркин А. А. Организационные аспекты профилактической и противорецидивной терапии больных психическими заболеваниями / Чуркин А. А. // Профилактическая и противорецидивная терапия психических заболеваний: сб. науч. Тр. – Л., 1986. – С. 24-28.
7. Семенова Н. Б. Эмоциональные расстройства и расстройства поведения у детей коренного населения Республики Тыва: распространенность, роль социальных факторов / Н. Б. Семенова, В. Т. Манчук // Сибирский вестник психиатрии и наркологии. – 2007. – №2. – С. 122- 126.
8. Макарова И. И., Игнатова Ю. П., Маркова К. Б. Вызванные потенциалы мозга как биоэлектрический феномен, отражающий функциональное состояние нервной системы. Верхневол. Мед. Журн. 2016. 3: 29-36.
9. Панков М. Н., Грибанов А. В., Депутат И. С., Стариева Л. Ф., Нехорошкова А. Н. Клинико-физиологические проявления синдрома дефицита внимания с гиперактивностью у детей (обзор литературы). Вест. нов. мед. техн. 2013. 20 (3): 91 – 97.
10. Юрченко А. Н., Федорова О. В., Курганский А. В., Мачинская Р. И. Связанные с событием потенциалы мозга при восприятии референциально неоднозначных местоимений в русском языке. Журн. высш. нерв. деят. 2016. 66 (5): 590-599.
11. Goodman R., Slobodskaya H. K., Knyazev G. G. Russian child mental health: A cross-sectional study of prevalence and risk factors. Europ. Child. Adolesc. Psychiatry. 2005. 14 (1): 28-33.
12. Hansenne M. Event – related brain potentials in psychopathology: clinical and cognitive perspectives. Psychologica Belg. 2006. 46: 5-36.
13. Jost K., Hennighausen E., Rosler F. Comparing arithmetic and semantic fact retrieval: Effects of problem size and sentence constraint on event-related brain potentials. Psychophysiology. 2004. 41: 46-59.
14. Prieto-Corona B., Roriguez-Camacho M., Silva-Pereyra J., Marosi E., Fernandez T., Guerrero V. Event-related potentials findings differ between children and adults during arithmetic-fact retrieval. Neuroscience Letters. 2010. 468: 220-224.
15. Rugg M. D., Coles M. G. Electrophysiology of mind: Event-related brain potentials and cognition. NY, US: Oxford University, 1995. 384 pp.
16. Goodman R/ The Strengths and Difficulties Questionnaire: a research note / Goodman R. // J. of Child Psychology and Psychiatry. – 1997. – V. 38. – P581- 586.
17. The Strengths and Difficulties Questionnaire: a pilot study on the validity of the self report version / Goodman R., Meltzer H., Bailey V. // Eur. Child and Adolescent Psychiatry. – 1998. – V. – P. 125 -130.
18. Using the Strengths and Difficulties Questionnaire (SDQ) to screen for child psychiatric disorders in a community sample / Goodman R., Ford T., Simmons H. et al. / Brit. J. of Psychiatry. -2000. – V. 177. – P. 534 -539.
19. Spense S. The role of the right hemisphere in the physiological and cognitive components of emotional processing / S. Spense, D. Shapido, E. Zaidel // Psychophysiology. - 1996. - V. 33. - P. 112-122.
20. Spenser K.M. Poststimulus EEG spectral analysis and P300: attention, task and probability / K.M. Spenser, J. Pölch // Psychophysiology. - 1999. - V. 36. -P. 220-232.
21. Squire L.R. Neuropsychology of memory / L.R. Squire, N. Butters. - New York: The Guilford Press, 1985. - 345 p.
22. Stapleton J.M. Cerebral glucose utilization is reduced in second test session morgan / J.M. Stapleton, MJ Liu // J. Cerebral blood flow metabolism. - 1997. -V. 17.-P. 704-712
23. Symptoms of anxiety and risk of coronary heart disease / I. Kawachi, D. Sparrow, P.S. Vokonas, S.T. Weiss //The Normative Aging Study. Circulation. - 1994. - 90,5. - P. 2225-2229.
24. The risk for early-adulthood anxiety and depressive disorders in adolescents with anxiety and depressive disorders /D.S. Pine, P. Cohen, D. Gurley et al. //Arch. Gen. Psychiatry. - 1998. - V. 55. - P. 56-64.
25. The scalp topography of P300 in the visual and auditory modalities: a comparison of three normalization methods and the control of statistical type II error /E. Naumann, C. Huber, S. Maier et al // Electroencefalography and clinical neurophysiology. - 1992. - № 83. - P. 254-264.
26. To what extent do anxiety and depression interact with chronic pain? /K. Kuch, B. Cox, R.J. Evans et al. //J. Psychiatry. - 1993. - 38 (1). - P. 36-38.
27. Uhlenhuth E.H. A general anxiety-phone cognitive style in anxiety disorders /E.H. Uhlenhuth, V. Starceic, T.D. Warner // J. Affect Disorder. - 2002. -Aug. 70 (3).
28. Verleger R. Suspense and surprise: on the relationship between expectancies and P3 / R. Verleger, P. Jaskowski, B. Wauschkuhn //Psychophysiology. -1994. -V. 31. -P. 359.
29. Walhold K.B. Two- and three-stimuli auditory oddball ERP tasks as a neuropsychological measure in aging / K.B Walhold, A.M. Fjell //NeuroReport. -2001.-V. 12, № 14.-P. 3149.
30. Wu J.S. PET in generalized anxiety disorder /J.S. Wu, M.S. Buchsbaum, T.G. Hershey //Biol. Psychiat. - 1991. - V. 29. - P. 1181-1199.

31. Yamaguchi S. Anterior and posterior association cortex contributions to the somatosensory P300 / S. Yamaguchi, R.T. Knight // J. Neurosci. - 1991. - V. 11. - P. 2039.
32. Yingling C.D. A subcortical correlate of P300 in man / C.D. Yingling, Y.A. Hosobuchi // EEG and Clin. Neurophysiol. - 1984. - V. 594. - P. 72.
33. Хващинский Д.А., Звоников В.М. Особенности вызванной электрической активности мозга у лиц с различными поведенческими параметрами. Russian Journal of Environmental and Rehabilitation Medicine. 2024;2: 29-34.
34. Беньков А.А., Нагорнев С.Н., Фролков В.К. Эффективность сочетанного применения транскраниальной магнитотерапии и импульсного низкочастотного электростатического поля в коррекции нарушений углеводного и липидного видов обмена. Russian Journal of Environmental and Rehabilitation Medicine. 2022;1: 63-74.

STUDY OF THE DYNAMICS OF NEUROPHYSIOLOGICAL INDICATORS IN THE PERCEPTION OF SENSORY STIMULI

Khvashchinsky D. A.¹, Zvonikov V. M.²

¹Federal State Budgetary Institution «National Medical Research Center of Psychiatry and Narcology named after. V.P. Serbsky» of the Ministry of Health of the Russian Federation, Moscow, Russia

²Moscow Humanitarian University, Moscow, Russia

ABSTRACT.

The sensitivity and specificity of the Goodman Strengths and Difficulties Rating Scale were studied in men and women aged 34 to 43 years for assessing the risk of developing borderline mental disorders. Neurophysiological indicators were established for determining the likelihood of any borderline mental disorder.

In subjects with a relatively high level of emotional symptoms, the P2 amplitude for the target stimulus was higher compared to the standard stimulus. In the group with a lower level of emotional symptoms, the opposite effect was revealed – the amplitude of the P2 peak on the target stimulus was lower than on the standard stimulus. In the group with a relatively high level of hyperactivity/inattention, the amplitude modulus of the N2 peak in Fz output to the standard stimulus was greater than to the target, and in the group with lower scores of hyperactivity/inattention, the opposite effect was observed. When stimuli are presented in the second block with conscious perception of examples, in the range from 300 ms to 460 ms from the beginning of the stimulus, the negative deviation of the VP to the test stimulus with an erroneous decision is clearly expressed in comparison with the VP to the test stimulus with the correct result. When executing a block where the examples were perceived consciously, the arithmetic effect of N400 is recorded. When processing data on the third block of stimuli (unconscious perception), the formation of the N400 effect occurs in the range of 346-514 ms.

Keywords: evoked potentials, EEG, P2, N2, unconscious perception, N400, target stimulus.

Сведения об авторах

Хващинский Дмитрий Альбертович, старший научный сотрудник отдела психиатрической экспертизы ФГБУ «НМИЦ психиатрии и наркологии им. В.П. Сербского» Минздрава РФ, 119034, г. Москва, Кропоткинский пер., д. 23, Россия, e-mail: dmitryihvashinsk@mail.ru

Звоников Вячеслав Михайлович, д.м.н., заведующий лабораторией ОНОВО Московский гуманитарный университет, 111395, г. Москва, ул. Юности, д. 5, Россия, e-mail: vzvonikov@yandex.ru

ОРИГИНАЛЬНАЯ СТАТЬЯ

УДК 615.8; 616-03; 535-4; 54.07

**КОМПЛЕКСНОЕ ЛЕЧЕНИЕ ДЕТЕЙ С РИНОСИНУСИТОМ И СКРЫТОЙ
ДИСФУНКЦИЕЙ СЛУХОВОЙ ТРУБЫ.**

Хрыкова А.Г.*, Филатова Е.В., Иванова И.И.

ФГБУ ДПО «Центральная государственная медицинская академия» УДП РФ, г. Москва

РЕЗЮМЕ.

Воспалительные заболевания носа, околоносовых структур занимают одну из ведущих позиций среди патологии ЛОР-органов. Воспаление риносинусотубарной зоны имеет разнообразную клиническую картину, и часто сопровождается скрытой дисфункцией слуховой трубы, что может затруднять раннюю диагностику этого состояния и не позволяет своевременно назначать адекватную терапию. В статье представлен наш опыт наблюдения 320 детей в возрасте от 3 до 18 лет с диагнозом риносинусит, осложненный скрытой дисфункцией слуховой трубы. Рассмотрены особенности комплексного лечения этой группы пациентов по разработанной методике. Основными звеньями терапии являются первоочередная санация воспалительного процесса в околоносовых пазухах, которая способствует нормализации реологических свойств секрета и улучшению естественного дренажа пазух, евстахиевой трубы и среднего уха.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: дисфункция слуховой трубы, острый риносинусит, лазерная терапия, ультрафонофорез ферменкола.

ВВЕДЕНИЕ.

Инфекции верхних дыхательных путей занимают важное место в структуре заболеваемости населения прежде всего по причине их распространенности. В России по расчетным данным ежегодно острый риносинусит переносят около 10 мл человек [1]. Увеличение частоты встречаемости риносинуситов у детей, которая достигает 28—30%, связывают, в частности, с высокой распространенностью респираторных вирусных инфекций, нерациональным применением антибиотиков, устойчивостью этиологически значимых возбудителей, снижением резистентности организма [2], 50% таких детей, став взрослыми, продолжают лечиться по поводу синусита [3]. В настоящее время ученые ищут оптимальные пути лечения риносинуситов у детей [4,5]. Следует подчеркнуть, что синуситы у детей являются фактором риска орбитальных и интракраниальных осложнений, частота которых достигает 12—25% [4,6], отмечается большой процент вовлеченности в процесс слуховой трубы и среднего уха [7]. При сочетанном воспалении превалируют то одни, то другие симптомы, что затрудняет диагностику и требует соответствующей коррекции проводимой терапии [8,9]. У детей, страдающих риносинуситом, отмечается дефицит внимания и гиперактивность [10].

Основным механизмом формирования функциональных нарушений является отёк слизистой оболочки носа и носоглотки, а также накопление секреторного отделяемого. Эти изменения приводят к нарушению дренажной функции слуховой трубы. В норме при носовом дыхании воздух через устье слуховой трубы поступает в полость среднего уха, обеспечивая равновесие давления по обе стороны барабанной перепонки. При нарушении данной функции снижается интратимпанальное давление, угнетается активность цилиарного транспорта в слуховой трубе и среднем ухе, что значительно повышает риск инфицирования среднего уха и формирования острого среднего отита [11].

Ключевой проблемой при сочетании острого синусита и тубоотита является изменение количества, качества и транспорта слизи в узких и сложных анатомических структурах, особенно в остиомеатальном комплексе, устьях слуховых труб. Состояние слизистой оболочки полости носа и носоглотки во многом зависит от изменений гомеостаза респираторных путей. Важную роль в поддержании гомеостаза играет мерцательный эпителий. Именно мерцательный эпителий носовой полости с помощью реснитчатых и

* Адрес для переписки: Филатова Е. В. E-mail: 7533200@mail.ru

Цитирование. 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: 103-102.

Citation Khrykova A.G., Filatova E.V., Ivanova I.I. Complex treatment of children with rhinosinusitis and latent dysfunction of the auditory tube. Russian Journal of Environmental and Rehabilitation Medicine. 2025. 4: 103-102.

бокаловидных клеток обеспечивает мукоцилиарный клиренс, который одним из первых стоит на пути аэродинамического движения вдыхаемого воздушного потока и защищает слизистую оболочку.

Диагностика тубоотита у детей осложняется также отсутствием жалоб у маленьких пациентов, или невыраженностью симптоматики у более взрослых детей. Клиническая картина риносинусита в детской практике представлена преобладающими проявлениями синусита, к которым относятся: нарушение носового дыхания, кашель, головная боль и боль в проекции околоносовых пазух, обильное слизистое отделяемое, на фоне которых ребенок, особенно младшего возраста не может адекватно оценить состояние слуха, появление заложенности в ушах. Родители зачастую могут не придавать особого значения данной проблеме, особенно если процесс носит односторонний характер. С другой стороны, у части детей основными жалобами являются дискомфорт и аутофония, при которых не придается достаточное значение затруднению носового дыхания. Вышеперечисленные симптомы значительно снижают качество жизни пациента и проявляются снижением комфортности человека внутри себя и в рамках общества, в котором он живет [12]. Серьёзной проблемой педиатрической и оториноларингологической практики остаётся недостаточная эффективность как консервативных, так и хирургических методов терапии экссудативного среднего отита [13-15].

На сегодняшний день отсутствует единый подход к лечению данной патологии. Все вышесказанное определило цель нашего исследования.

Цель исследования. Изучить частоту встречаемости скрытой дисфункции слуховой трубы при риносинуситах у детей и выявить эффективность комплекса физиолечения, включающего сочетанное применение лазеротерапии и ультрафонофореза «Ферменкола» от аппарата «Тонзиллор».

Материалы и методы

Под наблюдением находилось 320 больных детей в возрасте от 3 до 18 лет (средний возраст составил $10,3 \pm 0,58$ лет), с сочетанным острым риносинуситом и скрытой дисфункцией слуховой трубы (162 мальчика и 158 девочек), получавших лечение в ООО «Медин» и ООО «ДНК-Клиник» г. Ярославля. Длительность заболевания составила от 2 до 7 лет (средняя продолжительность – $2,83 \pm 0,06$ лет).

Критерии включения в исследование: подтвержденный диагноз: острый риносинусит и скрытая дисфункция слуховой трубы.

Из исследования исключались пациенты с: первичными и вторичными иммунодефицитами; онкологическими заболеваниями; выраженными анатомическими изменениями полости носа (искривление перегородки, гипертрофия носовых раковин); хроническими формами ринитов и риносинуситов; гнойными формами средних отитов; самовольным изменением схемы лечения или некорректным прохождением физиопроцедур.

Формирование исследовательских групп

Пациенты с риносинуситом методом простой рандомизации были разделены на три группы в зависимости от применяемого комплекса терапии:

— 1-я группа (контрольная, $n=100$): стандартное медикаментозное лечение, согласно клинических рекомендаций, утвержденных МЗ РФ от 19.11.2021 № 1968 «Об основах охраны здоровья граждан в Российской Федерации», утвержденных постановлением Правительства Российской Федерации с изменениями. (Клинические рекомендации применяются следующим образом: размещенные в Рубрикаторе после 1 января 2024 года – с 1 января 2025 года. Пересмотр не позднее 2025 года). алгоритм лечения больных включал: элиминирующие средства, деконгестанты, противоотечные ингаляции, санацию околоносовых пазух, антибактериальную терапию соответственно чувствительности патологической микрофлоры.

— 2-я группа (сравнения, $n=110$): получали медикаментозное лечение в сочетании с лазерным воздействием от аппарата «Милта –Ф-8-01» на проекцию небных миндалин (2 поля), проекцию околоносовых пазух (2 поля) от 1-2,5 минут на поле, с частотой повторения импульсов лазерного излучения 300- 600 Гц, при длине волны 0,85 мкм, 2-5 Вт в импульсе (с учетом возраста пациента). Курс лечения составил 10 процедур, проводимых ежедневно [Белова Е.В., 2008].

— 3-я группа (основная, $n=110$): получали медикаментозное лечение в сочетании с физиотерапевтическим комплексом, включавшем лазерную терапию и ультрафонофорез Ферменкола эндоназально по оригинальной методике (Патент № RU2798699C1 (2023-06-23). после санации носа, больной укладывался на кушетку, в полость носа вводилась увлажненная турунда с «Ферменколом», затем проводили лазерное облучение от аппарата «Милта –Ф-8-01» в тех же параметрах, что и при во 2 –ой группе. Затем эндоназально проводили низкочастотную ультразвуковую терапию от аппарата «Тонзиллор-ММ», соответствующей насадкой:». Далее воздействие проводилось выставленным минимальным режимом (40 мкм), озвучивание 15-30 с при частоте 26,5 кГц. После сочетанного лечения турунды оставляли на 20-30 минут в полости носа. Курс лечения составил 10 процедур ежедневно.

Всем больным было проведено стандартное оториноларингологическое обследование (передняя риноскопия, фарингоскопия, ларингоскопия, отоскопия), эндоскопия полости носа и носоглотки, (тимпанометрия), рентгенологическое обследование (обзорная рентгенография околоносовых пазух носа и конусно-лучевая компьютерная 3D-томография височных костей с целью исключения иной патологии

височных костей), проводился бактериологический посев на флору и чувствительность к антибиотикам, определение риноцитограммы.

Определение транспортной функции мерцательного эпителия проводили по стандартной методике [Г.И.Марков, 1985], для чего использовали пищевой краситель, в норме индикаторный порошок просматривается в носоглотке через 15 -18 мин [14].

Методы оценки эффективности

Эффективность терапии оценивалась по субъективным и объективным критериям.

Субъективная оценка — жалобы пациентов (или их родителей/опекунов) на заложенность уха, снижение слуха либо их отсутствие.

Объективная оценка — акустическая тимпанометрия посредством тимпанометра Titan Suit по стандартной методике.

Типы тимпанограмм классифицировались в соответствии с Jerger (1970):

Тип А — норма: функция слуховой трубы сохранена, давление в барабанной полости равно атмосферному.

Тип В — наличие экссудата в среднем ухе: податливость практически не меняется, кривая плоская.

Тип С — нарушение вентиляции среднего уха, отрицательное давление (ниже –80 мм вод. ст.).

Клинический и инструментальный контроль проводился через 7 дней, 1 месяц и 6 месяцев от начала лечения.

Статистический анализ проведен на программном комплексе Statistica v.12.6 с использованием параметрических и непараметрических методов с предварительной проверкой параметров на соответствие закону нормального распределения. Описательная статистика представлена средним значением и его ошибкой, различие между группами и динамика параметров в процессе лечения оценивалась по критерию Стьюдента, точному методу Фишера и критерию Пирсона χ^2 . Статистически значимыми считали различия при $p < 0,05$.

Результаты исследования.

При первичном осмотре дети (или их родители) предъявляют достаточно разнообразные жалобы. Так у детей в возрасте от 3 до 6 лет, как правило, отмечалось снижение двигательной активности, плаксивость в 11,8% случаев, у детей более старшего возраста выявлялась раздражительность, повышение двигательной активности в 18% случаев.

Таблица 1. Частота выявляемости жалоб у пациентов с риносинуситом.

жалобы	абсолютное число детей	%
Затрудненное носовое дыхание	259	80,9
Ринорея	64	20
Слизисто-гнойное отделяемое	72	22,5
Длительность насморка от 10-15 дней	44	13,75
Длительность насморка более 15 дней	276	86,25
Боль при пальпации проекции околоносовых пазух	131	40,93
Боль при перкуссии проекции околоносовых пазух	189	59,06
Температура субфебрильная	163	50,9
Температура фебрильная	16	5
Затруднения при глотании испытывали	69	21,56
Кашель, особенно в ночное время	234	73,1
Назальный оттенок голоса	206	64,37
Аносмия	230	71,87

Как видно из таблицы, наиболее часто присутствовали жалобы на затрудненное носовое дыхание (80,9%), при длительности заболевания более 15 дней (86,25%), боль при пальпации (40,93%) и перкуссии (59,06%) в проекции околоносовых пазух, субфебрильная температура (50,9%), кашель (73,1%), аносмия (71,87%) и изменение голоса (64,37%).

При этом 300 детей (93,75%) не предъявляли жалобы на периодическую заложенность ушей, и данную проблему отметили только на приеме оториноларинголога.

При отоскопии отмечались следующие нарушения: барабанная перепонка серого цвета с обеих сторон с четким определением опознавательных пунктов- у 178(55,62%) детей, розовая, с наличием экссудата за барабанной перепонкой- у 44 детей (13,75%), втянутая-у 98(30,62%).

При эндоскопии отмечены аденоидные вегетации I степени у 96(30%) пациентов, гипертрофия аденоидов I-II степени у 118(36,87%) детей, гипертрофия II-степени у 87(27,18%), гипертрофия аденоидных

вегетаций II-III степени у 19(5,93%). Незначительное смещение перегородки носа выявлено у 203(63,43%) детей, одностороннее у 193(60,31%), а S-образное у 10 (3,12%) пациентов.

Проведение сальпингоскопии позволило выявить у 150 (46,8%) пациентов гипертрофию трубных валиков, при этом двусторонняя патология отмечена у 96 (30%), а признаки воспаления устья слуховой трубы зафиксированы у 146 (45,62%) детей.

Проведение тимпанометрии у детей с риносинуситом при отсутствии жалоб на нарушение слуха выявило скрытое вовлечение слуховой трубы в воспалительный процесс. Распределение типов тимпаногамм у детей с риносинуситом и представлено в таблице 2.

Согласно данным таблицы 2, скрытая тубарная дисфункция чаще всего проявлялась у детей младшего школьного возраста (в 41,25% случаев), и соответствовала нарушению вентиляции среднего уха с отрицательным давлением (47,49% детей).

Таблица 2. Показатели тимпанометрии у детей с риносинуситами с вовлечением слуховой трубы до лечения.

Возраст детей (лет)	Тип А к С абс (%)	Тип С абс (%)	тип В абс (%)	всего абс (%)
3-6	22 (6,87)	27 (8,43)	11 (3,43)	60 (18,75)
7-10	51 (15,93)	68 (21,24)	13 (4,06)	132 (41,25)
11-14	22 (6,87)	29 (9,06)	17 (5,31)	68 (21,25)
15-18	20 (6,24)	28 (8,74)	12 (3,74)	60 (18,75)
всего	115 (35,93)	152 (47,49)	53 (16,55)	320 (100%)

Определение транспортной функции мерцательного эпителия выявило снижение данного показателя у всех обследованных детей. У 101(31,56%) он составил 19 минут; у 86 (26,87%) - 20 минут; 18 (5,6%) детей краситель проявился через 21 минуту, у 115(35,9%) через 23 минуты. Средний показатель 20,75 ± минут.

Бактериологический посев из полости носа (с определением чувствительности к антибиотикам) выявил значительное обсеменение патогенной микрофлорой у детей с риносинуситами: St.Aureus высевался в 39% случаев; St.Haemolítica в 23%; Clebsiella в 11%; Candida и другие грибы у 3% детей, Pseudomonas aeruginosa у 4%; Escherichia coli у 7% детей. Также была выделена условно-патогенная флора с титром превышающим-10⁴ у 13% пациентов.

В показателях риноцитогаммы, проведенной у детей с риносинуситом и скрытой дисфункцией слуховой трубы до лечения, выявлен значительный лейкоцитоз до 26,2±0,4 клеток в п/зр у 142 (44,37%) детей.

После проведенного лечения, согласно распределению детей на группы, выявлены достоверно разнящиеся изменения в определяемых показателях.

Таблица 3. Динамика показателей тимпанометрии после курса лечения.

Этап / Группа	Тип А	Тип А-С	Тип С	Тип В	Всего
До лечения (общее распределение)		115 (35,93%)	152 (47,5%)	53 (16,56%)	320 (100%)
После лечения — 1-я группа		47 (47%)	48 (48%)	5 (5%)	100 (100%)
После лечения — 2-я группа	55 (50%)	53 (48,18%)	2 (1,81%)	-	110 (100%)
После лечения — 3-я группа	66 (60%)	44 (38, 18%)	2 (1,8%)	—	110 (100%)
Критерий Фишера (в связи с E < 5)	различия отсутствуют: p = 1,00 по всем сравнениям				

После проведенного курса лечения в первой группе не зарегистрировано тимпаногамм типа А. Тип А, близкий к С, отмечен у 26 (26%) мальчиков и 21 (21%) девочки, всего у 47 (47%) пациентов. Тип С выявлен у 25 (25%) мальчиков и 23 (23%) девочек — всего у 48 (48%) обследованных. Тимпаногаммы типа В определились у 3 (3%) мальчиков и 2 (2%) девочек.

Во второй группе после лечения у 23 (20,9%) мальчиков и 32 (29,09%) девочек регистрировались тимпаногаммы типа А, всего у 55 (49,99%) пациентов. Тип А, близкий к С, отмечен у 30 (27,27%) мальчиков и 23 (20,90%) девочек. Тимпаногаммы типа С наблюдались единично — у 1 (0,9%) мальчика и 1 (0,9%) девочки. Тимпаногаммы типа В отсутствовали.

В третьей группе отмечено наибольшее восстановление функции слуховой трубы: тимпанограммы типа А (норма) регистрировались у 33 (30%) мальчиков и 33 (30%) девочек; тип А, близкий к С — у 20 (18,18%) мальчиков и 22 (20%) девочек; тип С — у 1 (0,9%) мальчика и 1 (0,9%) девочки. Тимпанограммы типа В не встречались.

После курса терапии во всех трёх группах отмечено снижение среднего времени мукоцилиарного транспорта по сравнению с исходными значениями: в 1-й группе показатель составил $19,0 \pm 0,5$ мин, во 2-й — $17,5 \pm 0,3$ мин, в 3-й — $17,0 \pm 0,3$ мин. При парных сравнениях между группами статистически значимых различий получено не было ($\chi^2 = 0,0$; $p = 1,00$). Вместе с тем общий анализ распределений по критерию χ^2 Пирсона выявил достоверные различия между тремя группами в целом ($\chi^2 = 12,0$; $p = 0,002$), что указывает на выраженную тенденцию к ускорению мукоцилиарного клиренса после лечения во всех группах, с наиболее выраженными сдвигами в группе комплексной терапии.

В первой группе после лечения снизилась высеваемость патогенной и условно- патогенной микрофлоры: St.Aureus высевался у 10%, St.Haemolítica у 13%, Klebsiella pneumoniae у 9%, Candida и другие грибы у 2%, Pseudomonas aeruginosa у 3%, Escherichia coli у 6% пациентов. Также выделена условно-патогенная флора с титром превышающим- 10^4 в 57% случаев. Статистическая оценка различий по этим показателям в группе выполнена точным критерием Фишера ($p = 1,00$ по всем позициям).

Во второй группе патогенная микрофлора высевалась реже чем в первой: St.Aureus в 4%, St.Haemolítica в 8%, Klebsiella pneumoniae в 3%, Candida и другие грибы в 2%, Pseudomonas aeruginosa в 6%, Escherichia coli в 7% случаев. Условно-патогенная флора с титром превышающим- 10^3 была выделена в 70% исследований. По всем указанным микробиологическим позициям статистически значимых различий не получено (критерий Фишера, $p = 1,00$).

В третьей группе определялось еще более значимое снижение количества патогенной микрофлоры: St.Aureus в 2% исследований, St.Haemolítica в 6%, Candida и другие грибы в 2%, Pseudomonas aeruginosa в 6%, что позволило увеличиться содержанию условно-патогенной микрофлоры с титром превышающим- 10^2 — в 75% случаев. Различия по большинству бактерий вычислены критерием Фишера ($p = 1,00$), за исключением двух показателей:

— Pseudomonas aeruginosa ($\chi^2 = 320,0$; $p = 0,00$),

— Escherichia coli ($\chi^2 = 121,3$; $p = 0,00$), где выявлены достоверные межгрупповые различия по критерию χ^2 Пирсона.

После лечения в первой группе показатель риноцитогаммы (лейкоциты в п/зр) снизился до $10,6 \pm 0,4$, однако изменения оставались статистически недостоверными (t-критерий Стьюдента, $p > 0,05$). Во второй группе лейкоциты уменьшились до $8,4 \pm 0,3$, также без статистически значимого эффекта ($p > 0,05$). В третьей группе отмечено наиболее выраженное улучшение — показатель снизился до $3,4 \pm 0,4$, однако по критерию Стьюдента межгрупповая разница также не достигла статистической значимости ($p > 0,05$).

Дополнительный межгрупповой анализ распределений с использованием точного критерия Фишера подтвердил отсутствие значимых различий между всеми парами групп (1 vs 2; 1 vs 3; 2 vs 3): во всех случаях $p = 1,00$, различия статистически незначимы.

Таким образом, в третьей группе достигнуты наиболее выраженные результаты санации околоносовых структур и восстановления функции слуховой трубы. Отмечен стойкий положительный клинический эффект, сохраняющийся и в отдалённом периоде наблюдения.

Таблица 4. Динамика симптоматики (жалобы на периодическую заложенность носа) у пациентов трёх групп наблюдения

Этап наблюдения	1-я группа n=100	2-я группа n=110	3-я группа n=110
До лечения	94 (94%)	102 (93%)	104 (93, 63%)
Через 7 дней	45 (45%)	41 (37, 27%)	24 (21, 8%)
Через 1 месяц	28 (28%)	21 (19, 09%)	9 (8, 18%)
Через 3 месяца	24 (24%)	11 (10%)	6 (5, 45%)
Через 6 месяцев	24 (24%)	19 (17, 27%)	4 (3, 63%)

В катамнезе получен лучший результат в 3-й группе детей, получавших комплексное лечение (фармакотерапия + лазеротерапия + ультрафонофорез ферменкола), количество детей, у которых сохранялись периодические нарушения носового дыхания было наименьшим.

Выводы.

Проведённое исследование показало, что использование комплексного физиотерапевтического воздействия, включающего лазерное облучение и низкочастотный ультразвук-ультрафонофорез ферменкола, способствует ускорению процессов купирования воспалительного компонента и восстановлению дренажной функции слуховой трубы.

Отмечено более быстрое наступление санации полости носа и околоносовых структур, а также стойкое сохранение терапевтического эффекта в отдалённом периоде наблюдения. При воздействии на околоносовые структуры, получено стойкое восстановление функции слуховой трубы.

Предложенная методика может применяться:

- в условиях реабилитационных и физиотерапевтических отделений поликлинического звена;
- в детских и спортивных диспансерах;
- в школах санаторного типа;
- а также в составе санаторно-курортного лечения в профильных учреждениях.

Метод является простым, удобным, безболезненным и хорошо переносимым, в том числе детьми младшего возраста.

В исследовании использовалось физиотерапевтическое оборудование отечественного производства и препарат «Ферменкол», разработанный и выпускаемый в России, что подчёркивает доступность и практическую значимость предложенного подхода.

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES:

1. Карпищенко СА, Роднева ЮА, Екушов КА. Опыт применения, комбинированного растительного препаратов лечения острого риносинусита у детей. Медицинский совет. 2024;18(11): 37–47.
2. Самсыгина Г.А., Богомилский М.Р., Брашнина Н.П. Инфекции респираторного тракта у детей раннего возраста. — М.: Миклош, 2006.
3. Косяков С.Я., Лопатин А.С. Современные принципы лечения острого среднего, затянувшегося и рецидивирующего острого среднего отита // РМЖ. — 2002. — Т. 10. — № 20. — С. 903–909.
4. Chirico G., Beccagutti F. Nasal obstruction in neonates and infants // Minerva Pediatr. — 2010. — Vol. 62, № 5. — P. 499–505.
5. Cabaillet A., Vorillon P., Roca M. et al. Saline nasal irrigation for acute upper respiratory tract infections in infants and children: a systematic review and meta-analysis. Paediatr. Respir. Rev. 2020; 36: 151–158.
6. Jiang M., Chen J., Ding Y. et al. Efficacy and safety of seasalt-derived physiological saline nasal spray as add-on therapy in patients with acute upper respiratory infection: a multicenter retrospective cohort study. Med. Sci. Monit. 2021; 27.
7. Левин С. В., Гребенюк И. Э., Левина Е. А. Состояние слуховой функции у детей-воспитанников детских домов, эвакуированных из зоны военных действий. Российская оториноларингология. 2023;22(1):35–40.
8. Лавренова Г.В., Кучерова Л.Р., Вертоголов А.Е. Патогенетическое лечение сочетанных тубоотитов и синуситов // Мат. 11-го съезда оториноларингологов Украины. — 2010. — С. 286–287.
9. Лазаревич И.Л., Коцлов В.С. Острый риносинусит: диагностика, лечение // Вестник оториноларингологии. — 2013. — №5 — С. 88–92.
10. Suntiwes R, et co-authors. Effect of chronic rhinitis treatment in children with attention-deficit/hyperactivity disorder. Suntiwes R, Chirdkiatgumchai V, Roongpraiwan R, Kuptanon T, Kiatrungrit K, Manuyakorn W.J Dev Behav Pediatr. 2023 Oct-Nov 01;44 (8):e511-e518.
11. Асманов А.И. Современные подходы к лечению и диагностике тубарной дисфункции у детей. // Лечение и профилактика. 2016. № 3 (19). С. 83-87.
12. Cabaillet A., Vorillon P., Roca M. et al. Saline nasal irrigation for acute upper respiratory tract infections in infants and children: a systematic review and meta-analysis. Paediatr. Respir. Rev. 2020; 36: 151–158.
13. Бобошко М.Ю., Владимирова О.Н., Голованова Л.Е., Артющкин С.А. Диагностика, медико-социальная экспертиза и (ре)абилитация при стойких нарушениях слуха. Учебно-методическое пособие / Санкт-Петербург, 2020.
14. Оториноларингология: национальное руководство / Под ред. В. Т. Пальчуна. — М.: ГЭОТАР-Медиа, 2008. — 960 с. — (Серия «Национальные руководства»). ISBN 978-5-9704-0616-8.
15. Пелищенко Т.Г., Круглова Л.С., Нагорнев С.Н. Комплексное применение лечебных физических факторов при поведении медицинской реабилитации пациентов с полипозным риносинуситом, ассоциированным с бронхиальной астмой. Russian Journal of Environmental and Rehabilitation Medicine. 2023; 4: 32-39.
16. 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.

COMPLEX TREATMENT OF CHILDREN WITH RHINOSINUSITIS AND LATENT DYSFUNCTION
OF THE AUDITORY TUBE

Khrykova A.G., Filatova E.V., Ivanova I.I.

Department of physical medicine and rehabilitation with a course of clinical psychology Federal state budgetary institution of additional professional education «Central state medical Academy» Of the presidential administration of the Russian Federation, Moscow

ABSTRACT.

Inflammatory diseases of the nose and paranasal structures are among the leading ENT pathologies. Rhinosinusitis has a varied clinical presentation and is often accompanied by occult dysfunction of the Eustachian tube, which can complicate early diagnosis and prevent timely and appropriate treatment. This article presents our experience observing 320 children aged 3 to 18 years diagnosed with rhinosinusitis complicated by occult dysfunction of the Eustachian tube. The features of comprehensive treatment for this group of patients using the developed method are discussed. The key components of therapy are the primary treatment of the inflammatory process in the paranasal sinuses, which helps normalize the rheological properties of secretions and improve the natural drainage of the sinuses, Eustachian tube, and middle ear.

Keywords: Eustachian tube dysfunction, acute rhinosinusitis, laser therapy, fermentol ultrasound.

Сведения об авторах

Хрыкова А.Г. — канд. мед. наук, доцент кафедры физической и реабилитационной медицины с курсом клинической психологии и педагогики, ФГБУ ДПО «Центральная государственная медицинская академия» УДП РФ.

Филатова Е. В. — д-р мед. наук, профессор кафедры физической и реабилитационной медицины с курсом клинической психологии и педагогики, ФГБУ «Центральная государственная медицинская академия» УДП РФ, Москва.

Иванова И. И. — д-р мед. наук, профессор кафедры физической и реабилитационной медицины с курсом клинической психологии и педагогики, ФГБУ ДПО «Центральная государственная медицинская академия» УДП РФ.

ОРИГИНАЛЬНАЯ СТАТЬЯ

УДК: 613.27

КОМПЛЕКСНОЕ ПРИМЕНЕНИЕ ФИЗИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ У
ПАЦИЕНТОВ С САХАРНЫМ ДИАБЕТОМ 2 ТИПА

Исрафилов Р.Я.*, Еделев Д.А.

ООО «РУСМЕДДОК», Москва, Россия

РЕЗЮМЕ.

Резистентность к инсулину – основная патогенетическая реакция сахарного диабета 2 типа, провоцирует нарушения в различных функциональных системах организма человека, которые рано или поздно заканчиваются сердечно-сосудистыми заболеваниями с высоким риском летального исхода. В силу полимодальности патологических проявлений сахарного диабета 2 типа требуется одновременное применение многих лекарственных препаратов, что повышает риск развития побочных реакций. Альтернативой лекарственной медицине может стать применение природных и преформированных физических факторов, в частности питьевые минеральные воды и транскраниальные магнитные воздействия. Установлено, что курсовой прием минеральной воды «Нагутская № 26» оптимизирует инсулиновую регуляцию метаболизма глюкозы и оказывает антистрессорное действие. Дополнительное применение транскраниальной магнитотерапии оказывает преимущественно лечебное воздействие на обмен липидов. При этом оба физических фактора уменьшают резистентность к инсулину и этот феномен носит аддитивный характер. Есть основания полагать, что комбинированное применение питьевой минеральной воды и транскраниальной магнитотерапии при сахарном диабете 2 типа может иметь не только лечебный эффект, но и применяться для профилактики ассоциированных заболеваний с высоким риском летального исхода.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: сахарный диабет 2 типа, резистентность к инсулину, минеральная вода, транскраниальная магнитотерапия

ВВЕДЕНИЕ.

Сахарный диабет 2 типа тесно связан с инсулиновой резистентностью, и ассоциируется с многочисленными нарушениями в различных функциональных системах организма, и в первую очередь, гормональном контроле обмена углеводов и липидов [1-3]. Несмотря на то, что основные гормональные факторы метаболизма глюкозы известны (панкреатические гормоны и глюкокортикоиды), изменение их секреции у пациентов с сахарным диабетом 2 типа трактовать достаточно сложно. В особой мере это относится к инсулину и кортизолу, которые обладают неким дуализмом. Так гиперинсулинемия натошак при сахарном диабете 2 типа не компенсирует повышение гликемии [4], но при этом в полной мере реализует свой атерогенный потенциал, стимулируя синтез триглицеридов [5]. В то же время в пищеварительный период ранняя фаза инсулинемии резко ослаблена [6], что по-видимому, связано с недостаточной активностью энтероинсулярных гормональных взаимодействий. Так и кортизол, с одной стороны общепризнанный гормон стресса, и через глюконеогенез обеспечивает гипергликемическую реакцию [7], а с другой – повышение его базальной продукции является одним из признаков формирования адаптационных процессов [8].

Столь сложная система патологических реакций при сахарном диабете 2 типа требует разработки методов комплексного воздействия, при этом лекарственная терапия в основном сосредоточена на коррекции многочисленных клинических, биохимических и гормональных параметров заболевания, что грозит негативными последствиями полипрагмазии. [9]. С другой стороны, определенной альтернативой (или дополнением к стандартной терапии, могут выступать методы восстановительной медицины,

* Адрес для переписки: Исрафилов Руслан Яшарович. E-mail: rusikos91@mail.ru

Цитирование. Исрафилов Р.Я., Еделев Д.А. Комплексное применение физических факторов у пациентов с сахарным диабетом 2 типа. Russian Journal of Environmental and Rehabilitation Medicine. 2025. 4: 110-116.

Citation Israfilov R. Ya., Edelev D. A. Comprehensive use of physical factors in patients with type 2 diabetes mellitus. Russian Journal of Environmental and Rehabilitation Medicine. 2025. 4: 110-116

обладающие ярко выраженным стимулирующим влиянием на саногенетические процессы и адаптогенез [10-12].

В этом плане особый интерес представляет сочетанное применение питьевых минеральных вод (МВ) и транскраниальной магнитотерапии (ТМТ). Доказано, что МВ при внутреннем приеме стимулируют секрецию гастроинтестинальных гормонов, обладающих инсулинотропным действием [13], и этот феномен в основном проявляется в раннюю фазу пищеварительного цикла [14], тогда как ТМТ через активацию регуляторных потенциалов головного мозга может оказывать нормализующее влияние на обмен липидов, при этом оба эти фактора повышают чувствительность тканей к инсулину, т.е. могут снижать инсулинорезистентность [15, 16]. Таким образом, есть основания полагать, что комбинированное применение МВ и ТМТ у пациентов с сахарным диабетом 2 типа может повысить эффективность их лечения за счет комплексной коррекции нарушений метаболизма углеводов и липидов. Ранее исследований в этом направлении не проводилось.

Цель.

Изучение механизмов влияния комбинированного применения минеральной воды и транскраниальной магнитотерапии у пациентов с сахарным диабетом 2 типа на гормональную регуляцию углеводного и липидного обмена.

Материалы и методы

Исследование выполнено на базе ООО «Русмеддок» (Арбатклиник) г. Москва с участием 60 пациентов с сахарным диабетом 2 типа в возрасте от 28 до 53 лет (в среднем $40,5 \pm 0,28$ года). Все пациенты дали информированное письменное согласие согласно требованиям, ГОСТ Р ИСО 14155-2014. Выполнено проспективное контролируемое сравнительное и рандомизированное исследование. Методом фиксированной рандомизации пациенты были разделены на 3 группы по 20 человек в каждой: контрольную (с оценкой однократного и курсового приема питьевой воды) группу сравнения (с приемом гидрокарбонатной натриевой воды «Нагутская № 26» с минерализацией до 7,0 г/л) и основную группу (курсовой прием минеральной воды и транскраниальной магнитной терапии).

Анализировалось влияние среднеминерализованной (до 7,0 г/л) гидрокарбонатно-хлоридной натриевой воды «Нагутская № 26» на различные показатели, включая оральный глюкозотолерантный тест, до и после окончания ее курсового приема, который длился 3 недели. Глюкоза в количестве 70 г растворялась в 200 мл питьевой воде. Кровь из вены отбиралась до и через 10, 20, 30, 60, 90 и 120 минут после нагрузки и в ней определялась концентрация инсулина и глюкозы. Расчетным способом вычисляли индекс инсулинорезистентности – НОМА по общеизвестной методике [17] и площадь под гликемической и инсулинемической кривой над исходным уровнем в раннюю (0-20 минут) и позднюю (20-120 минут) фазы глюкозотолерантного теста. В процессе курса минеральная вода вводилась в дозе 250 мл за 15 минут до еды.

Для транскраниальной магнитотерапии использовали аппарат «Амо-Атос» с приставкой «Оголовье» (РУ от 18.11.2011 № ФСР 2011/12325), состоящей из двух полуцилиндрических излучателей переменного магнитного поля, расположенных битемпорально. Терапию проводили в положении сидя, начиная процедуру с частоты 1 Гц, продолжительности 7 мин и напряженности поля 10-30 мТл. Затем постепенно увеличивали частоту и продолжительность процедуры до 10 Гц и 12 мин соответственно. Курс магнитотерапии включал 10 процедур, проводимых ежедневно.

Концентрацию в крови глюкозы, триглицеридов, общего холестерина, липопротеидов высокой плотности (с расчетом коэффициента атерогенности), определяли на биохимическом анализаторе «Spectrum II», используя наборы компании «Ольвекс Диагностикум», инсулина и кортизола – иммуноферментным методом. Маркеры: состояние системы про- и антиоксидантов (малоновый диальдегид, активность ферментов супероксиддисмутазы и каталазы) проводили соответственно по методикам Гаврилова В.Б. с соавт. [18], Katz A. [19] и Корольюк М.А. с соавт. [20],

Статистический анализ проводился на программном комплексе Statistica v. 12.0 и включал описательную статистику в виде $\bar{X} \pm m$, критерия различия Стьюдента (t), коэффициента корреляции Пирсона (r).

Результаты исследований и их обсуждение

Установлено, что однократный прием минеральной воды оказал минимальное влияние на метаболические показатели и секрецию гормонов (табл. 1). Достоверно изменились только два параметра: немного (на 5,1%) увеличилась секреция инсулина и несколько сильнее увеличилась активность одного из ферментов антиоксидантной защиты (каталазы на 6,8%). Других значимых изменений углеводного и липидного профиля зарегистрировано не было. Однократный прием питьевой воды никакого влияния на динамику показателей не оказал.

При курсовом воздействии эффекты МВ «Нагутская № 26» проявились более отчетливо, достоверно изменились 6 показателей из 12-ти (табл. 2). Особо отметим динамику индекса инсулинорезистентности – основного патогенетического параметра сахарного диабета 2 типа: НОМА снизился на 14,8%. Одновременно уменьшилась продукция кортизола на 18,5%, что косвенно свидетельствует о включении в ответную реакцию организма стресс-лимитирующих механизмов. Это предположение также подтверждается снижением уровня в крови малонового диальдегида на 10,2% на фоне увеличением

активности каталазы и супероксиддисмутазы (соответственно 11,7 и 14,9%), что однозначно трактуется как уменьшение проявлений оксидативного стресса. В то же время значимых изменений обмена липидов при курсовом приеме МВ зарегистрировано не было, что проявилось в отсутствии динамики индекса массы тела и концентрации в крови общего холестерина, триглицеридов и липопротеидов высокой плотности, т.е. атерогенные потенции в организме пациентов с сахарным диабетом 2 типа сохранились.

Дополнительное применение ТМТ существенно повысило эффективность метаболической коррекции. Во-первых, число достоверно изменившихся показателей выросло до 11 (из 12). Во-вторых, проявилась отчетливая положительная динамика показателей, характеризующих липидный обмен: концентрация в крови триглицеридов снизилась на 22,3%, общего холестерина – на 9,0% и за счет повышения уровня липопротеидов высокой плотности (на 15,5%) коэффициент атерогенности уменьшился на 24,6%. В-третьих, индекс инсулинорезистентности снизился еще в большей степени (на 20,0%), что свидетельствует об аддитивности влияния МВ и ТМТ на одну из основных патогенетических реакций сахарного диабета 2 типа. В то же время дополнительное применение ТМТ практически не увеличило антистрессорный эффект курсового приема минеральной воды.

У пациентов контрольной группы, как и при однократном приеме, курсовое воздействие питьевой воды существенного (достоверного) влияния на различные показатели у пациентов с сахарным диабетом 2 типа не оказало.

Проведение матричного корреляционного анализа отчетливо выявило наличие зависимостей, особенно с индексом инсулинорезистентности, что свидетельствует о формировании у пациентов с сахарным диабетом 2 типа патологической корреляционной плеяды (табл. 3). В особой мере это проявилось для индекса массы тела, триглицеридов, коэффициента атерогенности и кортизола (коэффициенты парной корреляции превышала 0,5), полагаем, что эти факты лишний раз подтверждают значимость атерогенного потенциала гиперинсулинемии натощак в нарушении липидного обмена, что рано или поздно трансформируется в атеросклеротические изменения кровеносных сосудов и заболевания сердечно-сосудистой системы с высоким риском летального исхода.

Таблица 1 – Влияние однократного приема питьевой воды (контроль) и минеральной воды «Нагутская № 26» на концентрацию в крови инсулина, кортизола, глюкозы, липидов и параметры системы перекисного окисления липидов у пациентов с сахарным диабетом 2 типа.

Показатели	Исходный уровень	Время после водной нагрузки, минуты			
		5	15	30	60
Глюкоза, ммоль/л	7,53 ± 0,35 7,40 ± 0,31	7,46 ± 0,32 7,28 ± 0,29	7,55 ± 0,36 7,00 ± 0,24	7,51 ± 0,35 7,12 ± 0,26	7,37 ± 0,31 6,92 ± 0,22
Инсулин, мкЕ/мл	32,9 ± 0,57 33,6 ± 0,63	33,4 ± 0,60 32,0 ± 0,57	34,5 ± 0,63 33,9 ± 0,59	33,0 ± 0,58 34,5 ± 0,74	32,2 ± 0,55 35,3 ± 0,80*
Кортизол, нмоль/л	582 ± 31,9 574 ± 30,6	594 ± 33,0 612 ± 35,4	578 ± 30,1 632 ± 37,2	569 ± 29,4 580 ± 30,1	578 ± 30,2 529 ± 24,8
Триглицериды, ммоль/л	2,71 ± 0,16 2,80 ± 0,18	2,75 ± 0,17 2,69 ± 0,17	2,69 ± 0,15 2,77 ± 0,20	2,77 ± 0,18 2,84 ± 0,21	2,72 ± 0,17 2,79 ± 0,20
Холестерин, ммоль/л	6,64 ± 0,23 6,99 ± 0,25	6,69 ± 0,23 6,80 ± 0,24	6,58 ± 0,22 6,57 ± 0,21	6,69 ± 0,24 6,60 ± 0,22	6,53 ± 0,23 6,78 ± 0,24
Липопротеиды высокой плотности, ммоль/л	0,91 ± 0,05 0,87 ± 0,04	0,88 ± 0,04 0,90 ± 0,04	0,92 ± 0,05 0,82 ± 0,03	0,94 ± 0,05 0,85 ± 0,04	0,88 ± 0,04 0,92 ± 0,05
Коэффициент атерогенности	6,30 ± 0,29 7,03 ± 0,32	6,61 ± 0,33 6,55 ± 0,30	6,18 ± 0,28 7,01 ± 0,35	6,12 ± 0,25 6,76 ± 0,28	6,42 ± 0,30 6,62 ± 0,24
Малоновый диальдегид, ммоль/д	9,03 ± 0,30 9,18 ± 0,33	9,10 ± 0,31 9,05 ± 0,31	8,97 ± 0,28 9,16 ± 0,34	9,16 ± 0,33 9,10 ± 0,31	9,07 ± 0,29 8,87 ± 0,28
Каталаза, ед.акт./г Нб	646 ± 15,9 634 ± 15,4	653 ± 16,2 640 ± 18,2	659 ± 16,5 653 ± 19,0	644 ± 15,2 682 ± 21,4*	631 ± 15,0 640 ± 20,8
Супероксиддисмутаза, ед.акт./г Нб	77 ± 1,75 74 ± 1,66	80 ± 1,78 76 ± 1,74	73 ± 1,61 79 ± 2,03	78 ± 1,72 73 ± 1,80	70 ± 1,63 76 ± 2,09

Примечание: в каждой клетке таблицы верхние значение – питьевая вода, нижние – минеральная вода; звездочкой обозначено достоверное (p<0,05) различие показателя по сравнению с исходным уровнем

Таблица 2 – Влияние курсового воздействия физических факторов на концентрацию в крови инсулина, кортизола, глюкозы, липидов и параметров оксидативного стресса у пациентов с сахарным диабетом 2 типа

Примечание: надстрочными индексами обозначено достоверное различие показателя по сравнению с

Показатели	Контрольная группа (питьевая вода)		Группа сравнения (минеральная вода)		Основная группа (минеральная вода + ТМТ)	
	До курсового приема	После курсового приема	До курсового приема	После курсового приема	До курсового приема	После курсового приема
Индекс массы тела	33,7 ± 0,40	34,1 ± 0,42	34,3 ± 0,44	34,0 ± 0,41	33,9 ± 0,40	33,0 ± 0,37
Глюкоза, ммоль/л	7,29 ± 0,28	7,16 ± 0,25	7,38 ± 0,31	6,80 ± 0,24	7,41 ± 0,29	6,57 ± 0,22*
Инсулин, мкЕ/мл	32,7 ± 0,54	31,8 ± 0,49	32,3 ± 0,47	29,9 ± 0,36*	32,5 ± 0,49	29,3 ± 0,35*
Индекс инсулинорезистентности НОМА	10,9 ± 0,19	10,4 ± 0,18	10,6 ± 0,20	9,03 ± 0,15*	10,7 ± 0,23	8,55 ± 0,17*#
Кортизол, нмоль/л	594 ± 32,7	542 ± 28,5	616 ± 35,4	502 ± 25,7*	603 ± 33,2	513 ± 29,7*
Триглицериды, ммоль/л	2,78 ± 0,17	2,67 ± 0,16	2,85 ± 0,18	2,60 ± 0,15	2,73 ± 0,17	2,12 ± 0,14*#
Холестерин, ммоль/л	6,78 ± 0,28	6,58 ± 0,23	6,90 ± 0,26	6,51 ± 0,19	6,81 ± 0,24	6,20 ± 0,15*
Липопротеиды высокой плотности, ммоль/л	0,83 ± 0,04	0,87 ± 0,05	0,88 ± 0,04	0,90 ± 0,04	0,84 ± 0,03	0,97 ± 0,05*
Коэффициент атерогенности	7,17 ± 0,36	6,56 ± 0,32	6,84 ± 0,33	6,23 ± 0,26	7,11 ± 0,34	5,36 ± 0,23*#
Малоновый диальдегид, ммоль/л	9,33 ± 0,31	8,94 ± 0,29	9,19 ± 0,28	8,25 ± 0,21*	9,14 ± 0,30	8,33 ± 0,22*
Каталаза, ед.акт./г Нб	640 ± 16,7	676 ± 18,3	655 ± 18,2	732 ± 22,3*	649 ± 15,1	719 ± 21,8*
Супероксиддисмутаза, ед.акт./г Нб	76 ± 1,82	83 ± 2,05	81 ± 1,99	93 ± 2,15*	79 ± 1,74	95 ± 2,28*

исходным уровнем (* – $p < 0,05$) и различие между курсовым воздействием минеральной воды и минеральной воды с ТМТ терапией (# – $p < 0,05$).

Таблица 3 – Динамика патологической корреляционной плеяды с вершиной НОМА у пациентов с сахарным диабетом 2 типа после курсового приема физических факторов

Показатели	Группы пациентов		
	Контрольная (питьевая вода)	Сравнения (минеральная вода)	Основная (минеральная вода + ТМТ)
Индекс массы тела	+0,562*	+0,501**	+0,385
Коэффициент атерогенности	+0,588**	+0,483*	+0,360
Кортизол	+0,537**	+0,387	+0,269
Триглицериды	+0,606***	+0,493*	+0,304
Малоновый диальдегид	+0,476*	+0,436*	+0,336
Каталаза	–0,440*	–0,365	–0,263
Супероксиддисмутаза	–0,391	–0,372	–0,203
Вес корреляционного графа	3,60	3,05	2,12

Примечание: звездочками обозначены достоверные значения коэффициентов корреляции (* – $p < 0,05$; ** – $p < 0,01$; *** – $p < 0,001$).

В этом плане особый интерес представляют факты оптимизирующего влияния курсового приема МВ на эту корреляционную плеяду, что проявилось в виде снижения абсолютных значений коэффициентов парной корреляции, особо заметное по динамике веса корреляционного графа, который снизился на 15,3%. Напомним, что с позиции корреляционной адаптометрии [21], этот феномен расценивается как интегральное свидетельство повышения функциональных резервов организма человека. Дополнительное к МВ применение курса ТМТ еще в большей степени усилило этот процесс вес корреляционного графа снизился на 41,1%, что, на наш взгляд, свидетельствует о наличии аддитивного (а может быть даже – супрааддитивного) эффекта при комбинированном применении физических факторов.

Проведение орального глюкозотолерантного теста у пациентов с сахарным диабетом 2 типа показало, что после окончания курсовых воздействий в значительной степени изменилась инсулиновая регуляция метаболизма глюкозы (табл. 4) Установлено, что у пациентов группы сравнения (с курсовым приемом МВ «Нагутская № 26») ранняя фаза секреции инсулина возросла (в среднем на 59,0%), при том, что в позднюю

фазу теста отмечалась обратная картина – гиперинсулинемия быстрее возвращалась к исходному уровню (площадь поздней фазы инсулинемической кривой снизилась на 27,1%).

Этот факт дополняет полученные нами ранее данные о стимулирующем влиянии МВ на чувствительность тканей к инсулину, что, естественно, замедляет процесс прогрессирования сахарного диабета 2 типа с необходимостью применения инсулиновых инъекций. Дополнительное применение курса ТМТ не оказало существенного влияния на раннюю фазу секреции инсулина, но усилило чувствительность тканей к инсулину, что проявилось в большем снижении инсулинемической кривой в позднюю фазу глюкозотолерантного теста (в среднем на 11,5% по сравнению с курсовым приемом МВ). Это дополнительно подтверждает высказанное выше наше предположение об суммировании биопотенциала этих физических факторов в плане снижения индекса инсулинорезистентности.

Таблица 4 – Влияние курсового приема минеральной воды «Нагутская № 26» на секрецию инсулина и гомеостаз гликемии при проведении стандартного орального глюкозотолерантного теста у пациентов с сахарным диабетом 2 типа

Временные показатели		Минеральная вода				Минеральная вода + ТМТ			
		До начала курсового приема		После завершения курсового приема		До начала курсового приема		После завершения курсового приема	
		Гликемия, ммоль/л	Инсулин, мкЕ/мл	Гликемия, ммоль/л	Инсулин, мкЕ/мл	Гликемия, ммоль/л	Инсулин, мкЕ/мл	Гликемия, ммоль/л	Инсулин, мкЕ/мл
Время после начала теста	00	7,09±0,24	31,5±0,42	6,73±0,19	30,9±0,25	7,17±0,25	32,1±0,44	6,79±0,20	30,7±0,38*
	10	7,61±0,29	34,6±0,48	7,31±0,27	35,2±0,53	7,76±0,32	35,9±0,50	7,22±0,25	34,0±0,50
	20	8,09±0,36	40,5±0,54	7,56±0,33	46,5±0,60*	8,11±0,37	41,7±0,56	7,50±0,31	46,1±0,59*
	30	9,15±0,43	55,0±0,62	8,42±0,40	53,8±0,66	9,20±0,45	54,4±0,59	8,44±0,41	51,7±0,65*#
	60	10,8±0,54	57,9±0,65	9,62±0,53	45,3±0,52*	10,6±0,52	57,0±0,63	9,37±0,52	44,0±0,49*
	120	9,37±0,40	49,0±0,58	7,69±0,26*	43,6±0,49*	9,42±0,41	50,4±0,57	7,55±0,24*	40,1±0,39*#
Площадь ранней фазы кривой (00-20 мин), у.е.		11,2±0,40	76,1±3,87	9,88±0,37*	121±5,11*	10,9±0,37	81,3±4,02	9,05±0,33	117±5,01*
Площадь поздней фазы кривой (20-120 мин), у.е.		281±8,57	2164±43,5	196±6,42*	1576±33,5*	277±7,68	2144±40,1	174±5,29*	1394±28,5*#

Примечание: надстрочными индексами обозначено достоверное различие показателя по сравнению с исходным значением (* – $p<0,05$) и различие между курсовым воздействием минеральной воды и минеральной воды с ТМТ терапией (# – $p<0,05$).

Закключение

Результаты проведенных нами исследований позволяют внести определенный вклад как в теорию и практику восстановительной медицины, так и в лечение сахарного диабета 2 типа. Во-первых, доказана целесообразность и перспективность комбинированной применения природных факторов и методов аппаратной физиотерапии (в нашем случае среднeminерализованной воды и транскраниальной магнитотерапии) для коррекции метаболических нарушений, что лишний раз доказывает справедливость теоретических посылов В.С.Улащика о перспективах комбинированного применения факторов с принципиально разных механизмов действия [22]. При этом таргетное воздействие на различные звенья патогенеза сахарного диабета 2 типа (обмен углеводов для МВ и липидный профиль для ТМТ) позволяет повысить эффективность лечения без применения различных фармпрепаратов. Во-вторых, и это имеет огромное значение для пациентов с сахарным диабетом 2 типа, доказано что и МВ, и ТМТ достаточно значимо снижают резистентность к инсулину и в данном случае биопотенциал этих факторов как минимум суммируется [23]. В-третьих, кроме терапевтического эффекта, имеет смысл рассматривать комбинированное применение МВ и ТМТ в качестве профилактики возможных осложнений сахарного диабета в виде заболеваний сердечно-сосудистой системы с высоким риском летального исхода.

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES:

1. Майоров А.Ю. Инсулинорезистентность в патогенезе сахарного диабета 2 типа // Сахарный диабет. Вопросы патогенеза, 2011. – № 1. – С. 35-43.
Mayorov A.Y. Insulin resistance in the pathogenesis of type 2 diabetes mellitus. Questions of Pathogenesis, 2011, No. 1, pp. 35-43. (In Russ.)
2. Гордюнина С.В. Инсулинорезистентность и регуляция метаболизма // Проблемы эндокринологии, 2012. – № 3. – С. 31-34.
Gordyunina S.V. Insulin resistance and regulation of metabolism // Problems of endocrinology, 2012, No. 3, pp. 31-34. (In Russ.)

3. Kumar S., O'Rahilly S. Insulin Resistance. Insulin action and its disturbances in diseases // John Wiley & Sons, Ltd., 2005. – 143 p.
4. Аметов А.С. Секретция инсулина в норме и при сахарном диабете 2 типа // Сахарный диабет, 2007. Т.10 (4). –С. 11-16.
Ametov A.S. Insulin secretion in normal and type 2 diabetes mellitus // Diabetes mellitus, 2007. –v. 10 (4). –P. 11-16. (In Russ.)
5. Теппермен Дж., Теппермен Х. Физиология обмена веществ и эндокринной системы. –М. Мир, 1989. –656 с.
Terperman J., Terperman H. Physiology of Metabolism and the Endocrine System. Moscow: Mir, 1989. 656 p. (In Russ.).
6. Дедов, И.И. Новые представления о нарушении глюкозостимулированной секреции инсулина при развитии сахарного диабета 2 типа. Клинические последствия / И.И.Дедов, О.М.Смирнова, И.В.Кононенко // Сахарный диабет, 2015. –т. 16. –№ 3. –С. 23-31.
Dedov, I.I. New ideas about the violation of glucose-stimulated insulin secretion in the development of type 2 diabetes mellitus. Clinical consequences / I.I.Dedov, O.M.Smirnova, I.V.Kononenko // Diabetes mellitus, 2015. –vol. 16. –No. 3. –pp. 23-31 (In Russ.).
7. Панин Л.Е. Биохимические механизмы стресса. Новосибирск.: Наука, 1983. –С. 3-38.
Panin L.E. Biochemical Mechanisms of Stress. Novosibirsk: Nauka, 1983, pp. 3-38. (In Russ.).
8. Панин Л.Е. Энергетические аспекты адаптации. –Л.: Медицина, 1978. –92 с.
Panin, L.E. Energy Aspects of Adaptation. Leningrad: Meditsina, 1978. 92 p. (In Russ.).
9. Драпкина, О.М. Анализ распространенности предиабета и реальная клиническая практика назначения медикаментозной терапии пациентам с предиабетом / О.М. Драпкина, Л.Ю. Дроздова, Р.Н. Шепель [и др.] // Профилактическая медицина, 2022. –т. 25. –№ 12. –С. 96-105.
Drapkina, O.M. Analysis of the prevalence of prediabetes and the real clinical practice of prescribing drug therapy to patients with prediabetes / O.M. Drapkina, L.Y. Drozdova, R.N. Shepel [et al.] // Preventive Medicine, 2022. –vol. 25. –No. 12. –pp. 96-105. (In Russ.).
10. Разумов А.Н., Пономаренко В.А., Пискунов В.А. Здоровье здорового человека (основы восстановительной медицины).- м., 1996.- 413 с.
Razumov A.N., Ponomarenko V.A., Piskunov V.A. Health of a healthy person (fundamentals of restorative medicine).- M., 1996. - 413 p. (In Russ.).
11. Бобровницкий И.П., Нагорнев С.Н., Фролков В.К. Особенности гормональной регуляции метаболических процессов в условиях арктической зоны и нелекарственные методы их оптимизации // Russian Journal of Environmental and Rehabilitation Medicine. 2020. –№ 2. –С. 4-18.
Bobrovnikitsky I.P., Nagornev S.N., Frolkov V.K. Features of hormonal regulation of metabolic processes in the Arctic zone and non-drug methods for their optimization // Russian Journal of Environmental and Rehabilitation Medicine. 2020. –No. 2. –P. 4-18. (In Russ.).
12. Фролков В.К., Нагорнев С.Н. Неспецифические механизмы реализации биологического потенциала природных факторов в системе гормональной регуляции обмена углеводов и липидов // Russian Journal of Environmental and Rehabilitation Medicine. – 2021. – № 4. – С. 2-15
Frolkov V.K., Nagornev S.N. Non-specific mechanisms of realizing the biological potential of natural factors in the system of hormonal regulation of carbohydrate and lipid metabolism // Russian Journal of Environmental and Rehabilitation Medicine. – 2021. – No. 4. – P. 2-15. (In Russ.).
13. Фролков В.К. Новые представления о механизмах лечебно-профилактического действия питьевых минеральных вод // Клиническая медицина и фармакология, 2015. –№ 4. –С.34-38.
Frolkov V.K. New ideas about the mechanisms of therapeutic and preventive effects of drinking mineral waters // Clinical Medicine and Pharmacology, 2015. – No. 4. – P. 34-38. (In Russ.).
14. Фролков В.К., Бобровницкий И.П., Нагорнев С.Н. Окружающая среда и общественное здоровье: научные основы питьевого применения минеральных вод в восстановительной и экологической медицине. М.: МИА, 2021. –112 с.
Frolkov V.K., Bobrovnikitsky I.P., Nagornev S.N. Environment and Public Health: Scientific Foundations of Drinking Mineral Waters in Restorative and Environmental Medicine. Moscow: MIA, 2021. 112 p. (In Russ.).
15. Фролков В.К. Новые представления о механизмах лечебно-профилактического действия питьевых минеральных вод // Клиническая медицина и фармакология, 2015. –№ 4. –С.34-38.
Frolkov V.K. New ideas about the mechanisms of therapeutic and preventive effects of drinking mineral waters // Clinical Medicine and Pharmacology, 2015. – No. 4. – P. 34-38. (In Russ.).
16. Фролков В.К., Кулиш А.В., Герасименко М.Ю., Нагорнев С.Н., Лаврентьева О.В., Гусакова Е.В., Рыгина К.В. Применение транскраниальной магнитной стимуляции при метаболическом синдроме //Физиотерапия, бальнеология, реабилитация, 2016. – № 1. –С. 15-19.
Frolkov V.K., Kulish A.V., Gerasimenko M.Yu., Nagornev S.N., Lavrentieva O.V., Gusakova E.V., Rygina K.V. Application of transcranial magnetic stimulation in metabolic syndrome //Physiotherapy, balneology, rehabilitation, 2016. -- No. 1. –pp. 15-19. (In Russ.).
17. 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.
18. Гаврилов, В.Б. Анализ методов определения продуктов ПОЛ в сыворотке по тесту с ТБК / В.Б. Гаврилов, А.Р. Гаврилова, Л.М. Мажуль //Вопросы медицинской химии, 1987. – № 1. – С. 118–122.
Gavrilov, V.B. Analysis of methods for determining the products of POL in the serum by the test with TBK / V.B. Gavrilov, A.R. Gavrilova, L.M. Mazhul //Questions of medical chemistry, 1987. – No. 1. – P. 118–122. (In Russ.).
19. Katz, A. Lipids-membrane interactions and the pathogenesis of ischemic damage in the myocardium / A. Katz, F. Messineo // Circulat.Res. — 1981. — Vol. 48, № 1. — P. 1—16.
20. Королюк, М.А. Метод определения активности каталазы / М.А. Королюк, Л.И. Иванова, И.Г. Майорова [и др.] // Клиническая лабораторная диагностика, 1988. – № 1. – С. 16–19.
Korolyuk, M.A. Method for determining catalase activity / M.A. Korolyuk, L.I. Ivanova, I.G. Mayorova [et al.]. // Clinical laboratory diagnostics, 1988. – No. 1. – pp. 16-19. (In Russ.).

21. Шпитонков, М.И. Использование методики корреляционной адаптометрии для оценки эффективности лечения больных с метаболическим синдромом / М.И. Шпитонков // Исследование операций (модели, системы, решения). — 2014. — № 9. — С. 31—34.
Shpitionkov M.I. The use of correlation adaptometry techniques to evaluate the effectiveness of treatment of patients with metabolic syndrome / M.I. Shpitionkov // Surgery research (models, systems, solutions). - 2014. — No. 9. — pp. 31-34. (In Russ.).
22. 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 of physiotherapy and therapeutic physical culture. - 2016. — No. 6. — pp. 4-11. (In Russ.).
23. Пелишенко Т.Г., Круглова Л.С., Нагорнев С.Н. Комплексное применение лечебных физических факторов при поведении медицинской реабилитации пациентов с полипозным риносинуситом, ассоциированным с бронхиальной астмой. Russian Journal of Environmental and Rehabilitation Medicine. 2023; 4: 32-39.
Pelishenko T.G., Kruglova L.S., Nagornev S.N. Complex use of therapeutic physical factors in the medical rehabilitation of patients with polypous rhinosinusitis associated with bronchial asthma. Russian Journal of Environmental and Rehabilitation Medicine. 2023; 4: 32-39. (In Russ.).

COMPREHENSIVE USE OF PHYSICAL FACTORS IN PATIENTS WITH TYPE 2 DIABETES MELLITUS

Israfilov R.Ya., Edelev D.A.

RUSMEDDOK LLC, Moscow, Russia

ABSTRACT.

Insulin resistance is the primary pathogenetic reaction of type 2 diabetes mellitus. It provokes disturbances in various functional systems of the human body, which sooner or later result in cardiovascular diseases with a high risk of death. Due to the multimodal pathological manifestations of type 2 diabetes mellitus, the simultaneous use of multiple medications is required, which increases the risk of adverse reactions. The use of natural and preformed physical factors, in particular drinking mineral waters and transcranial magnetic stimulation, may offer an alternative to drug therapy. It has been established that a course of Nagutskaya No. 26 mineral water optimizes insulin regulation of glucose metabolism and has an anti-stress effect. The additional use of transcranial magnetic therapy has a predominantly therapeutic effect on lipid metabolism. Moreover, both physical factors reduce insulin resistance, and this phenomenon is additive. There is reason to believe that the combined use of drinking mineral water and transcranial magnetic therapy for type 2 diabetes mellitus may not only have a therapeutic effect but also be used to prevent associated diseases with a high risk of mortality.

Key words: type 2 diabetes mellitus, insulin resistance, mineral water, transcranial magnetic therapy

Сведения об авторах

Исрафилов Руслан Яшарович, терапевт ООО «РУСМЕДДОК», e-mail: rusikos91@mail.ru. ORCID ID: 0009-0001-0944-4869.

Еделев Дмитрий Аркадьевич, д.м.н., профессор, главный врач ООО «РУСМЕДДОК», e-mail: edlv73@gmail.com. ORCID ID: 0000-0002-5863-2284.

ОРИГИНАЛЬНАЯ СТАТЬЯ

УДК: 616-053.6:616-008.61

ДИНАМИКА ОСНОВНЫХ КЛИНИЧЕСКИХ ПАТТЕРНОВ СИНДРОМА
ДЕФИЦИТА ВНИМАНИЯ И ГИПЕРАКТИВНОСТИ У ДЕТЕЙ ПРИ КУРСОВОМ
ПРИМЕНЕНИИ ЛЕЧЕБНЫХ ФИЗИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ

Богомолова Е.В.^{1*}, Михайлова А.А.², Нагорнев С.Н.³

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.

Статья посвящена оценке эффективности курсового комплексного применения лечебных физических факторов (бинауральной терапии и гипоксии-гиперкапнической тренировки) в лечении детей с синдромом дефицита внимания и гиперактивности (СДВГ). Представленный анализ механизмов реализации терапевтического потенциала физических факторов при СДВГ, основанный на клинко-функциональном подходе, доказывает, что их действие направлено на коррекцию базовых нейрофизиологических дисфункций, лежащих в основе клинических проявлений заболевания, вызывая не просто подавление симптомов, а нормализацию нарушенных функций головного мозга. Преимущества комплексного использования физиотерапии при СДВГ заключаются в том, что данная технология позволяет точно воздействовать на патогенетические механизмы расстройства, не вызывая системных побочных эффектов, на фоне синергетического взаимодействия лечебных физических факторов.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: бинауральная терапия, гипоксии-гиперкапническая тренировка, синдром дефицита внимания и гиперактивности, тест Тулуз-Пьерона, шкала CGI-ADHD-severity, шкала оценки функциональных нарушений М. Weiss, шкала СДВГ-DSM-IV

ВВЕДЕНИЕ.

Синдром дефицита внимания и гиперактивности (СДВГ) у детей представляет собой состояние, обусловленное особенностями развития нервной системы, основными признаками которого выступают сложности с концентрацией и поддержанием внимания, повышенная двигательная активность и импульсивность поведения (несдержанность) [1-5].

Актуальность исследования СДВГ у детей в современном мире носит масштабный мультидисциплинарный характер, затрагивая фундаментальные вопросы здравоохранения, образования и социальной политики. По оценкам специалистов, СДВГ является одним из наиболее распространенных нейроразвивающих расстройств, поражающее 5-7% детской популяции в мире, что эквивалентно как минимум одному ребенку в каждом школьном классе [5-8]. При внешней «невидимости» и стигматизации как проблемы поведения СДВГ оказывает глубокое деструктивное влияние на жизненную траекторию личности, формируя каскад негативных последствий, стоимость которых для общества исключительно высока [9, 10].

С нейробиологической точки зрения, актуальность СДВГ является следствием революции в понимании самой природы этого состояния. Современная наука окончательно отошла от модели «плохого поведения», доказав, что СДВГ - это стойкое нарушение развития управляющих функций мозга, локализованных в префронтальной коре и связанных с ней сетях [11, 12]. Нейровизуализация показывает различия в структуре, функциональных связях и созревании этих областей [13, 14]. Генетические исследования подтверждают наследственную природу с влиянием множества генов [15]. Это фундаментальное переосмысление делает актуальными поиски объективных биомаркеров для

* Адрес для переписки: Богомолова Елизавета Валериевна. E-mail: miss.doctor85@mail.ru

Цитирование. Богомолова Е.В., Михайлова А.А., Нагорнев С.Н. Динамика основных клинических паттернов синдрома дефицита внимания и гиперактивности у детей при курсовом применении лечебных физических факторов. Russian Journal of Environmental and Rehabilitation Medicine. 2025. 4: 117-127.

Citation Bogomolova E.V., Mikhailova A.A., Nagornev S.N. Dynamics of the main clinical patterns of attention-deficit hyperactivity disorder in children with a course of therapeutic physical factors. Russian Journal of Environmental and Rehabilitation Medicine. 2025. 4: 117-127

дифференциальной диагностики, что позволит отличить СДВГ от тревожных расстройств, последствий травм или биполярного расстройства, минимизируя ошибки [16, 17].

На практическом уровне актуальность определяется катастрофическими долгосрочными рисками при отсутствии своевременной помощи. Ребенок с нелеченным СДВГ - это потенциальный подросток с высоким риском школьной дезадаптации, исключения из образовательного процесса, развития оппозиционного поведения, депрессии и тревожных расстройств [18]. Во взрослом возрасте риски материализуются в виде проблем с профессиональной реализацией, сложностей в личных отношениях, финансовой нестабильности, повышенной вероятности зависимостей и суицидальных мыслей [19-21].

В этой связи исследования, улучшающие методы ранней диагностики и вмешательства, является инвестицией в профилактику этого деструктивного жизненного сценария, приносящей колоссальную социальную и экономическую отдачу, снижая будущие расходы на социальное обеспечение, систему правосудия и здравоохранение.

В ряде научных публикаций последних лет, посвященных данной проблеме, показана эффективность применения нелекарственных технологий в коррекции основных клинических проявлений СДВГ. Лечебные физические факторы, проявляя способность к стимуляции вторичных защитно-компенсаторных механизмов, направленных на восстановление саморегуляции организма, выступают мощным терапевтическим триггером в формировании и развитии процессов саногенеза [22]. На сегодняшний день доказана клиническая значимость применения интервальных гипоксических тренировок (ГГТ) при СДВГ у детей [23, 24]. Авторы убедительно показали, что курсовое применение интервальных ГГТ способствует улучшению когнитивных функций (внимание, память, регуляция поведения) и моторного контроля. Достижимый эффект связан с активацией нейропластичности и повышением адаптационного потенциала центральной нервной системы, что в совокупности приводит к снижению проявлений школьной дезадаптации. Применение транскраниальной микрополяризации (ТКМП), направленной на непосредственное воздействие на корковые и субкортикальные структуры, ответственные за внимание, исполнительные функции и контроль импульсов, оказывает положительное влияние на когнитивные функции, улучшая рабочую память и внимание у детей с СДВГ [25, 26]. В исследовании Федоренко Е.В. представлены убедительные данные об эффективности БОС-тренинга, после курсового использования которого отмечена положительная динамика в виде снижения симптомов невнимательности и гиперактивности. Объективным подтверждением эффективности методики служит достоверное улучшение показателей концентрации внимания по данным повторного тестирования [27]. Для нормализации мышечного тонуса, сенсорной интеграции и энергетического обмена лечебный массаж, мануальную и бальнео- и гидротерапию [28-30]. Показано, что применение хвойных, жемчужных, азотных и йодобромных ванн оказывает рефлекторное и гуморальное (через кожу) воздействие на центральную нервную систему, приводящее к седативному эффекту и нормализации вегетативного тонуса [29]. Регулярные аэробные упражнения значимо улучшают исполнительные функции, внимание и снижают симптомы гиперактивности у детей с СДВГ [30]. Механизм регулярных, дозированных нагрузок состоит в естественной стимуляции выработки нейротрофических факторов, дофамина, норадреналина и серотонина, что приводит к улучшению мозгового кровотока и нейропластичности [31]. Определенные перспективы в достижении выраженного позитивного результата связаны применением метода бинауральной терапии, обладающего способностью временно изменять паттерн электрической активности мозга и управлять психофизиологическим состоянием человека [32]. В исследовании Федорова С.А. показано, что после курса бинауральной терапии у детей с СДВГ наблюдали достоверную положительную динамику показателей психометрических тестов, характеризующих визуально-моторную интеграцию и выраженность невнимательности, гиперактивности и импульсивности [33].

Вместе с тем, применение комплексной физиотерапии при различных патологических состояниях, направленной на реализацию синергического и многоуровневого воздействия на патогенетические звенья расстройства, позволяет добиться более выраженного клинического эффекта [34-36]. В основе высокой эффективности комбинированных физиотерапевтических воздействий, обеспечивающих потенцирование результата, лежат такие базовые положения как: патогенетическая адресность и синергизм, индивидуализация и гибкость протокола, минимизация рисков и усиление комплаенса, стимуляция компенсаторных механизмов и адаптивных резервов организма [34, 36].

Целью настоящего исследования явилась оценка эффективности курсового применения бинауральной терапии в комбинации с интервальной гипоксической тренировкой в комплексном лечении детей младшего и среднего школьного возраста, страдающих СДВГ.

Материалы и методы

Исследования проведены на базе ФГБНУ «ИКП» при участии 143 детей с диагнозом СДВГ в возрасте от 7 до 12 лет (средний возраст составил $9,37 \pm 0,07$). Для получения референсных значений в исследовании была включена группа здоровых детей (30 детей в возрасте $9,44 \pm 0,18$ лет). От детей и их родителей (законных опекунов) было получено добровольное информированное согласие на участие в

данном исследовании. Было выполнено проспективное, контролируемое, сравнительное и рандомизированное исследование.

Критериями включения детей в исследование являлись: установленный в соответствии с действующими критериями диагноз СДВГ; возраст от 7 до 12 лет; наличие добровольного информированного согласия от ребенка и его родителей (законных опекунов) на участие в исследовании. Критериями невключения выступали: возраст моложе 7-и или старше 12 лет; острые инфекционные заболевания; наличие тяжелой соматической патологии; наличие выраженного очагового неврологического дефицита; последствия перенесенной черепно-мозговой травмы, инсульта, нейроинфекции; умственная отсталость; судорожные расстройства; психозы; снижение слуха; непереносимость гипоксии и бинаурального ритма. В качестве критериев исключения были определены: отказ ребенка и/или родителя от участия в исследовании; появление побочных (нежелательных) эффектов при проведении физиотерапевтических процедур.

С помощью простой фиксированной рандомизации, основанной на случайной генерации чисел компьютерной программой Visual Stat Expert (VSEx 2.0), все дети с СДВГ были распределены на 3 группы. Группа 1 (контрольная, $n=47$) получала базовую терапию (БТ), включающую прием лекарственных препаратов (ноотропов, препаратов магния, витаминных комплексов), массаж шейно-воротниковой зоны, комплекс ЛФК. Во 2-й группе (группа сравнения, $n=48$) дети кроме БТ получали курс гипоксигиперкапнических тренировок (ГГТ), проводимых с помощью дыхательного тренажера «Карбоник» (Рег. уд. № ФСР 2009/05033 от 10.06.2009). Режим тренировок индивидуализировали с учётом возраста и функционального состояния ребенка. Применяли ступенчатое увеличение нагрузки: начало с 2 минут дыхания через дополнительное мертвое пространство (ДМП), со второго дня добавляли 1 минуту при ДМП 500. Начиная с пятого дня, продолжительность сеанса ежедневно увеличивали на 5 минут. К восьмому дню все дети достигли 20-минутной тренировки, которую переносили без одышки, дискомфорта и желания прекратить занятие. Курс включал 20 ежедневных процедур ГГТ [23]. Пациенты 3-й группы (основная, $n=48$) дополнительно к лечению группы сравнения получали курс бинауральной терапии, которую осуществляли с помощью аудиовизуального комплекса «ПРАК» (Рег. уд. № РЗН 2024/23669 от 18.09.2024) в режиме программы «Релаксация», предусматривающей плавный переход из состояния бета-активности (15 Гц) вниз до тета-ритма (7 Гц). Курс включал 15 процедур, проводимых ежедневно [32].

Выраженность основных клинических проявлений СДВГ, приставленных триадой стойких паттернов (невнимательность, гиперактивность и импульсивность), которые являются дезадаптивными и не соответствуют уровню развития, оценивали с помощью следующих психометрических тестов и рейтинговых шкал:

- шкала СДВГ-DSM-IV, версия для родителей (оценка нарушения внимания, гиперактивности-импульсивности, оценка суммарного балла) [37];
- шкала CGI-ADHD-severity (оценка тяжести СДВГ в баллах от 1 (здоров) до 7 (самая тяжелая степень)) [38];
- шкала оценки функциональных нарушений М. Weiss, версия для родителей (WFIRS-P) (оценка адаптации и функционирования в социально-значимых областях: семейные отношения, учебная деятельность, навыки самообслуживания, самооценка, коммуникация и рискованное поведение) [39];
- визуальная аналоговая шкала (ВАШ) эффективности проведенного лечения, версия для родителей [26];
- тест Тулуз–Пьерона (разновидность корректурной пробы для оценки работоспособности, внимания и скорости обработки информации) [37].

Тестирование проводили дважды: в исходном состоянии и после курсовой терапии (через 3 недели). Среди критериев эффективности проводимой терапии выделяли первичные и вторичные критерии [37]. В качестве первичного критерия выступало снижение общего балла по шкале СДВГ-DSM-IV на 25% или более от исходного уровня. Вторичные критерии базировались на оценке динамики в сравнении с исходными показателями следующих показателей: суммарный балл по шкале СДВГ-DSM-IV, суммарный балл по шкале CGI ADHD-S, показатели шкалы функциональных нарушений WFIRS-P (опросник для родителей), результаты выполнения теста Тулуз–Пьерона (корректурная проба).

Статистический анализ проведен с помощью программного комплекса Statistica v. 12.0. Достоверность различий между группами определяли, используя t-критерий Стьюдента. Полученные результаты представляли в виде: среднее значение $\pm$ ошибка средней ($M \pm m$).

Результаты исследования

Результаты сравнительного психометрического тестирования детей с СДВГ и нейротипичных детей. Представленные в табл. 1, позволили выявить устойчивые и значимые различия по ряду ключевых параметров между клинической группой и группой здоровых детей. Эти различия объясняются особенностями работы мозга при СДВГ, затрагивающими управляющие функции, обработку информации и регуляцию поведения. Так, в частности, при сравнении показателей по шкале СДВГ-DSM-IV установлены

выраженные количественные различия, которые носят пороговый характер. Для детей с СДВГ суммарная оценка, а также балльные оценки нарушения внимания и гиперактивности-импульсивности были в 9,7-10 раз выше, чем у здоровых сверстников. Основная причина различий состоит в количестве и выраженности ключевых симптомов СДВГ - невнимательности, гиперактивности и импульсивности, поскольку для диагностики заболевания по данной шкале необходимо наличие 6 из 9 симптомов из субшкалы невнимательности или столько же из субшкалы гиперактивности-импульсивности [40]. В то время как в группе здоровых детей выявлялись 1-2 симптома, носящий ситуативный характер (при усталости, скуке, высокой нагрузке), но не весь спектр и не с такой интенсивностью, чтобы это мешало обучению или общению.

Оценка по шкале CGI-ADHD-severity позволила установить, что в группе детей с СДВГ тяжесть заболевания соответствовала умеренной степени, что характеризует собой состояние, при котором симптомы явно выражены и приводят к заметным, но поддающимся контролю трудностям в повседневной жизни [38].

Выраженные различия также были зафиксированы по шкале WFIRS-P, которая отражает уровень функциональных нарушений, проявляющихся в 6 доменах теста и обусловленных СДВГ [41]. Сравнительный анализ показал, что у детей с СДВГ функциональные нарушения в 3-6 раз выше, чем у здоровых сверстников. Полученные данные в группе детей с заболеванием убедительно демонстрируют, что проблемы при СДВГ не ограничиваются одной сферой, они носят тотальный характер, затрагивая семейную жизнь, социальные контакты, бытовую адаптацию и самоощущение ребенка, что существенно и многогранно ограничивает функциональную адаптацию пациента в обществе. Наиболее уязвимыми сферами с максимальными абсолютными баллами выступают: «Базовые жизненные навыки» (1,42) и «Семья» (1,39). Это указывает на то, что именно повседневная рутина и близкие отношения страдают в первую очередь и наиболее сильно.

Таблица 1. Сравнение показателей психометрических шкал между детьми с СДВГ и группой здоровых детей

Шкала / показатель, ед. изм.	Группа здоровых детей (n=30)	Дети с СДВГ (n=143)
Шкала СДВГ-DSM-IV		
Суммарная оценка, балл	3,6 ± 0,21	35,4 ± 0,36*
Нарушения внимания, балл	1,9 ± 0,11	18,9 ± 0,22*
Гиперактивность-импульсивность, балл	1,7 ± 0,10	16,5 ± 0,19*
Шкала CGI-ADHD-severity		
Выраженность тяжести СДВГ, балл	1,3 ± 0,002	4,6 ± 0,06*
Шкала WFIRS-P		
Семья, средний балл	0,33 ± 0,018	1,39 ± 0,034*
Школа и обучение, средний балл	0,25 ± 0,013	1,31 ± 0,030*
Базовые жизненные навыки, средний балл	0,44 ± 0,023	1,42 ± 0,036*
Самооценка ребенка, средний балл	0,29 ± 0,015	1,35 ± 0,031*
Общественная и социальная активность, средний балл	0,38 ± 0,021	1,28 ± 0,026*
Поведение, сопряженное с риском, средний балл	0,21 ± 0,010	0,85 ± 0,018*
Тест Тулуз-Пьерона		
Скорость, количество знаков/мин	42,3 ± 0,24	23,6 ± 0,28*
Коэффициент точности, усл. ед.	0,94 ± 0,001	0,82 ± 0,005*

Примечание: * - достоверное различие между показателями до и после лечения при $p < 0,05$.

Тест Тулуз-Пьерона, широко применяемый в практике для выявления минимальных мозговых дисфункций (ММД), которые часто сопутствуют СДВГ, позволил выявить негативное влияние заболевания на скорость переработки информации (достоверное снижение на 44,2%, $p < 0,05$) из-за трудностей с концентрацией, быстрого утомления, а также чрезмерно высокой из-за импульсивности и небрежности. Коэффициент точности у детей с СДВГ был достоверно ниже когорты здоровых детей на 12,8% ($p < 0,05$), что обусловлено большим количеством ошибок в виде пропусков нужных знаков и ненужных зачеркиваний.

Проведение терапии оказывало достоверное влияние на выраженность клинических проявлений СДВГ (табл. 2). При этом на фоне общей позитивной динамики отчетливо выявляются преимущества в группах с дополнительным курсовым использованием физических факторов.

Использование БТ сопровождалось снижением балльных оценок по шкалам СДВГ-DSM-IV (на 13-17%, $p < 0,05$), CGI-ADHD-severity (на 14,2%, $p < 0,05$) и WFIRS-P (среднее снижение значений по шести доменам шкалы составило 12,8%). Динамика показателей корректурной пробы (тест Тулуз-Пьерона) проявилась достоверным увеличением скорости на 19,2% ($p < 0,05$) на фоне незначительной тенденции к росту коэффициента точности.

Дополнение БТ курсовым использованием ГГТ способствовало усилению положительной динамики клинических проявлений СДВГ, оцениваемых по психометрическим шкалам. В частности, суммарная оценка по шкале СДВГ-DSM-IV снизилась на 24%, достигнув уровня 28,6 балла. Достоверное снижение также было зафиксировано по субшкалам «Нарушения внимания» и «Гиперактивность-импульсивность» на 31 и 18 % соответственно. Выраженность тяжести СДВГ в группе сравнения снизилась до значения в 3,2 балла, что соответствует легкой степени, при которой ключевые симптомы заболевания незначительно затрудняют учебу, домашние обязанности или общение. Под влиянием ГГТ наблюдали регресс средних значений доменов шкалы WFIRS-P, превышающий таковой в контрольной группе. Это прямо свидетельствует о том, что повседневное функционирование детей с СДВГ в шести значимых областях достоверно улучшилось. Показатели теста Тулуз–Пьерона в группе сравнения также значимо возросли на 23% (скорость психомоторного темпа) и 17% (коэффициент точности).

Таблица 2. Изменение клинических проявлений СДВГ у детей при применении различных схем терапии (по результатам психометрических шкал)

Шкала / показатель, ед. изм.		Группы исследования		
		Контрольная группа	Группа сравнения	Основная группа
Шкала СДВГ-DSM-IV				
Суммарная оценка, балл	до	36,3 ± 0,66	35,2 ± 0,63	34,7 ± 0,61
	после	30,1 ± 0,54	27,2 ± 0,49	23,7 ± 0,42
Нарушения внимания, балл	до	19,3 ± 0,38	18,8 ± 0,37	18,6 ± 0,35
	после	15,4 ± 0,31	13,9 ± 0,28	12,3 ± 0,25
Гиперактивность-импульсивность, балл	до	17,0 ± 0,33	16,4 ± 0,31	16,1 ± 0,30
	после	14,7 ± 0,29	13,3 ± 0,26	11,4 ± 0,23
Шкала CGI-ADHD-severity				
Выраженность тяжести СДВГ, балл	до	4,4 ± 0,11	4,2 ± 0,10	4,7 ± 0,13
	после	3,5 ± 0,09	2,9 ± 0,08	2,2 ± 0,06
Шкала WFIRS-P				
Семья, средний балл	до	1,35 ± 0,03	1,38 ± 0,04	1,41 ± 0,04
	после	1,27 ± 0,03	1,16 ± 0,02**	1,03 ± 0,02**
Школа и обучение, средний балл	до	1,28 ± 0,04	1,33 ± 0,05	1,31 ± 0,04
	после	1,13 ± 0,03*	1,05 ± 0,03*	0,84 ± 0,02**
Базовые жизненные навыки, средний балл	до	1,40 ± 0,05	1,38 ± 0,04	1,46 ± 0,05
	после	1,24 ± 0,04*	1,17 ± 0,03*	1,06 ± 0,03**
Самооценка ребенка, средний балл	до	1,37 ± 0,05	1,32 ± 0,04	1,36 ± 0,05
	после	1,19 ± 0,03*	1,03 ± 0,03**	0,78 ± 0,02**
Общественная и социальная активность, средний балл	до	1,22 ± 0,04	1,30 ± 0,04	1,33 ± 0,05
	после	1,08 ± 0,03*	0,96 ± 0,03**	0,81 ± 0,02**
Поведение, сопряженное с риском, средний балл	до	0,84 ± 0,02	0,79 ± 0,02	0,89 ± 0,03
	после	0,77 ± 0,02*	0,72 ± 0,02*	0,65 ± 0,02**
Тест Тулуз–Пьерона				
Скорость, количество знаков/мин	до	24,1 ± 0,46	22,9 ± 0,43	23,8 ± 0,45
	после	28,3 ± 0,53*	29,8 ± 0,56*	32,6 ± 0,61**
Коэффициент точности, усл. ед.	до	0,80 ± 0,009	0,87 ± 0,010	0,81 ± 0,009
	после	0,86 ± 0,010	0,89 ± 0,010	0,93 ± 0,011
ВАШ оценки эффективности				
Эффективность терапии, усл. ед.	после	3,27 ± 0,11	3,95 ± 0,13#	4,43 ± 0,15#

Примечание: * - достоверное различие между показателями до и после лечения при $p < 0,05$; # - достоверное различие показателей после лечения между контрольной и другими группами при $p < 0,05$.

Наиболее выраженная положительная динамика, указывающая на достижение максимального клинического результата, была отмечена в основной группе, где БТ дополнялась комплексным курсовым применением физических факторов (ГГТ и бинаурального воздействия). Значения субшкал «Нарушения внимания» и «Гиперактивность-импульсивность» теста СДВГ-DSM-IV снизилось на 45,4 и 53,8% соответственно, что проявилось снижением суммарного значения данной шкалы до 23,7 балла. О достижении существенного клинического улучшения в основной группе свидетельствовало снижение по шкале CGI-ADHD-severity до 2,2 балла. Достигнутый конечный балл соответствует категории «Пограничное психическое расстройство», что является самой легкой градацией СДВГ. Тот факт, что снижение по данной шкале составило более 2-х баллов, является клинически значимым признаком улучшения и соответствует ослаблению симптомов заболевания [42]. Уровень повседневного функционирования также существенно возрос, о чем свидетельствуют достигнутые к окончанию курсовой терапии в основной группе средние значения 6-ти доменов теста WFIRS-P. Необходимо заметить, что выраженность зафиксированного снижения доменов данного теста достоверно превосходило динамику двух

других групп. Выявленное достоверное повышение скорости и коэффициента точности в тесте Тулза-Пьерона на 37 и 22% соответственно указывает на восстановление базовых когнитивных дефицитов, характерных для СДВГ. Повышение точности выступает прямым свидетельством улучшения концентрации внимания и снижения импульсивности, а увеличение скорости говорит об улучшении устойчивости внимания и снижении инертности. Совместный рост скорости и точности является объективным доказательством улучшения когнитивного функционирования, что при соотнесении с результатами других тестов позволяет рассматривать эффективность комплексной терапии в основной группе доказательной.

Оценка эффективности лечения, выполненная родителями по ВАШ, показала, что дополнительное к БТ использование физических факторов (ГТТ, бинауральные воздействия и их комбинация) сопровождается достоверным приростом показателя на 20,8% (в группе сравнения) и 35,5% (в основной группе).

Результаты оценки эффективности терапии СДВГ, где в качестве критерия выступало снижение общего балла по шкале СДВГ-DSM-IV на 25% и более, представлены на рис.1.

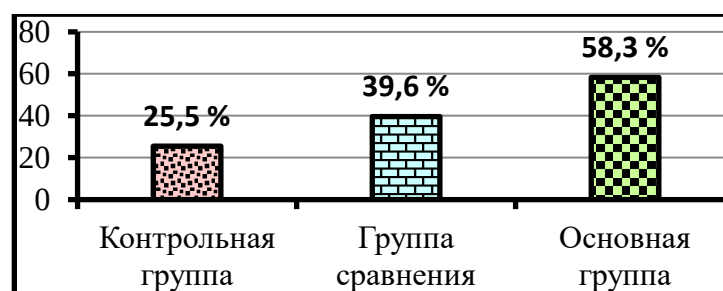


Рисунок 1. Доля детей (в %), у которых зафиксировано снижение общего балла по шкале СДВГ-DSM-IV на 25% или более от исходного уровня, при проведении различных схем лечения в выделенных группах (Примечание: * - достоверное различие с контрольной группой по критерию углового преобразования Фишера при $p < 0,05$)

Как следует из полученных данных, доля детей, у которых выявлено снижение общего балла по шкале СДВГ-DSM-IV на 25% или более от исходного уровня, при дополнении БТ курсовым использованием ГТТ достоверно увеличилось в 1,6 раза. Дополнительное к БТ применение комплекса физических факторов (ГТТ и бинауральной терапии), реализованное в основной группе пациентов с СДВГ, способствовало достижению максимальной доли детей с выраженным (на 25% и более) регрессом по шкале СДВГ-DSM-IV, равной 58,3%, что достоверно отличалось от контрольной группы и группы сравнения.

В целом, полученные результаты сравнительной оценки терапии детей с СДВГ между выделенными группами, убедительно свидетельствуют об усилении корригирующего потенциала БТ дополнительным применением физических факторов.

Обсуждение

Результаты исследования показали достоверное улучшение симптомов СДВГ у детей на фоне терапии во всех группах, что указывает на необходимость углубленного изучения механизмов коррекции, лежащих в основе действия примененных физических факторов.

Терапевтический потенциал контрольной группы, наряду с лекарственной терапией, определялся проведением ЛФК и массажа шейно-воротниковой зоны (ШВЗ). Комбинированное использование приемов механического и рефлекторного воздействия и ЛФК оказывает многофакторное воздействие на ключевые патогенетические звенья СДВГ, включая нейрофизиологические, сенсомоторные и психоэмоциональные механизмы. Применение массажа ШВЗ обеспечивает снятие гипертонуса мышц шеи и плечевого пояса, который является частым спутником СДВГ и приводит к компрессии сосудов [43]. Устранение мышечного спазма сопровождается улучшением артериального притока к головному мозгу и нормализацией венозного и ликворного оттока, что в итоге приводит к повышению уровня оксигенации и трофики нейронов, созданию оптимальной метаболической основы для работы высших психических функций [44]. Массаж ШВЗ (преимущественно приемы поглаживания, растирания) обладает выраженным седативным, парасимпатикотоническим эффектом, что снижает уровень базальной тревожности, частоту сердечных сокращений, облегчает засыпание ребенка [45]. Гармонизации вегетативного тонуса и повышению адаптивных и регуляторных возможностей ребенка способствует дозированная ЛФК [46]. Применение ЛФК и массажа через проприоцептивные сигналы от мышц шеи и туловища стимулирует ретикулярную формацию и нисходящие влияния, что нормализует циклы «сон-бодрствование» и общий уровень корковой активации, снижая как гиперактивность, так и моменты «зависания» [47]. Наблюдаемая при проведении массажа ШВЗ и упражнений ЛФК стимуляция проприоцептивной системы и сенсорная интеграция снижает моторную неловкость и позволяет мозгу тратить меньше ресурсов на контроль движения, высвобождая их

для когнитивных задач, а также способствует формированию новых нейронных связей и улучшение функций лобных долей [48]. Необходимо отметить, что физическая активность также стимулирует выработку нейротрофических факторов, способствующих нейропластичности [49]. Корректирующий потенциал психоэмоциональных и поведенческих механизмов массажных техник ШВЗ и ЛФК при СДВГ проявляется тренировкой навыка самоорганизации, торможения импульсивных действий и доведения дела до конца. Необходимо также добавить, что массаж, обладая функцией телесно-ориентированной терапии, уменьшает выраженность психоэмоционального и мышечного напряжения за счет снижения выработки кортизола [50].

Дополнение БТ курсом ГТ способствовало усилению позитивных изменений, оцениваемых по психометрическим тестам, у детей с СДВГ. Механизм терапевтического действия ГТ при СДВГ является комплексным и затрагивает ключевые нейрофизиологические дефициты этого состояния [23, 51]. Умеренная гиперкапния является мощнейшим физиологическим вазодилататором, поэтому проведение ГТ способствует расширению сосудов и усилению притока насыщенной кислородом крови к головному мозгу, в частности, к префронтальной коре (ПФК), ответственной за исполнительные функции (контроль, внимание, планирование) [52]. В то же время гипоксия является триггером для выработки ключевых нейротрофических факторов, главным образом фактора роста эндотелия сосудов и мозгового нейротрофического фактора, что сопровождается стимуляцией ангиогенеза и повышением синаптической пластичности и функциональной активности существующих нейронов [51]. Указанные эффекты напрямую ассоциированы с улучшением когнитивных функций и обучения. Под влиянием ГТ наблюдается нормализация нейромедиаторного баланса, усиление энергетического метаболизма головного мозга, а также активация противовоспалительных механизмов за счет ингибирующего влияния на синтез провоспалительных цитокинов [51]. Интервальные гипоксические тренировки приводят к достижению вегетативного баланса в регуляции сердечно-сосудистой системы, что позитивно влияет на способность к концентрации и эмоциональную регуляцию [53].

Механизм терапевтического действия бинауральных ритмов при СДВГ основан на их способности синхронизировать волны мозговой активности, что позитивно влияет на внимание, настроение и уровень активации ЦНС [54]. Так, проведение бинауральной терапии в режиме бета-ритма (12-30 Гц) сопряжено с состоянием активного, сосредоточенного внимания и бодрствования, и стимуляция в этом диапазоне способствует улучшению концентрации [55, 56]. В то же время, ритмы частотой 18 Гц вызывают повышение тонуса парасимпатических структур в вегетативной регуляции органами и системами, что связано с состоянием спокойного сосредоточения [57]. В этой связи необходимо подчеркнуть тот факт, что парасимпатические влияния участвуют в создании стресс-лимитирующего регуляторного контура в управлении адаптивными процессами [58]. Достижение парасимпатического преобладания указывает на реализацию энергосберегающей стратегии толерантности адаптации, представляющей собой фундаментальный биологический компромисс между необходимостью защиты и необходимостью сохранения ресурсов организма для выживания в целом [59]. В ряде исследований показана антистрессорная активность бинауральных воздействий, нейрофизиологические механизмы которой опосредуются через стимуляцию ретикулярной формации ствола мозга, которая регулирует общий уровень активации коры, и через влияние на лимбическую систему, играющей ключевую роль в формировании эмоциональных и стрессовых реакций [60]. Есть данные, подтверждающие оптимизирующее влияние бинауральной терапии на работоспособность, в частности - на скорость обработки информации и устойчивость внимания, что является ключевой проблемой при СДВГ [61].

В основе максимальной эффективности терапии детей с СДВГ, выявленной в основной группе, лежат преимущества комплексного применения физических факторов – ГТ и бинауральной терапии. Интеграция физиотерапевтических воздействий в общую схему лечения сопряжено с достижением ряда стратегических преимуществ. Технология комплексного использования физиотерапии оказывает полимодальное патогенетическое воздействие на различные звенья патогенеза СДВГ, включая регуляцию нервных процессов, улучшение мозгового кровотока, нормализацию нейромедиаторного баланса и стимуляцию энергетического метаболизма нейронов. Такой подход позволяет минимизировать проявления системных побочных эффектов терапии, а также снизить медикаментозную нагрузку на организм ребенка.

Заключение

В заключении необходимо отметить, что полученные результаты подтверждают эффективность применения базовой терапии и ее дополнение курсовым использованием физических факторов в коррекции основных клинических проявлений СДВГ у детей. Представленный анализ механизмов реализации терапевтического потенциала физических факторов при СДВГ, основанный на клинико-функциональном подходе, доказывает, что их действие направлено на коррекцию базовых нейрофизиологических дисфункций, лежащих в основе клинических проявлений заболевания, вызывая не просто подавление симптомов, а нормализацию нарушенных функций головного мозга. Преимущества комплексного использования физиотерапии при СДВГ заключаются в том, что данная технология позволяет точно воздействовать на патогенетические механизмы расстройства, не вызывая системных побочных эффектов,

на фоне синергетического взаимодействия лечебных физических факторов. Их различная модальность, мишени и механизмы проявления лечебного потенциала определяют синергетический характер проявления клинической эффективности, реализация которого затрагивает различные уровни (от молекулярно-клеточного до поведенческого), формируя долгосрочную адаптацию.

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES:

1. Емельянцева Т.А., Смычек В.Б., Лакутин А.А. Результаты исследования валидности и надежности русскоязычной версии оценочной шкалы Вандербилт для диагностики синдрома дефицита внимания и гиперактивности у детей. Медицинские новости. 2021; 7 (322): 75-77.
Yemelyantseva T.A., Smychek V.B., Lakutin A.A. Results of the study of the validity and reliability of the Russian-language version of the Vanderbilt rating scale for diagnosing attention deficit hyperactivity disorder in children. Medical news. 2021; 7 (322): 75-77. (In Russ.).
2. Борисова С.П. Синдром дефицита внимания и гиперактивности (СДВГ) у детей дошкольного возраста: характерологические особенности, диагностика и причины. Вопросы устойчивого развития общества. 2022; 6: 414-419.
Borisova S.P. Attention deficit hyperactivity disorder (ADHD) in preschool children: characterological features, diagnosis, and causes. Issues of sustainable development of society. 2022; 6: 414-419. (In Russ.).
3. Чурило Н.В. Современные методы диагностики синдрома дефицита внимания с гиперактивностью у ребёнка. Адукацыя і выхаванне. 2024; 6 (390): 27-35.
Churilo N.V. Modern methods for diagnosing attention deficit hyperactivity disorder in children. Education and nursing. 2024; 6 (390): 27-35. (In Russ.).
4. Peterson B.S., Trampush J., Brown M., Maglione M., Bolshakova M. et al. Tools for the Diagnosis of ADHD in Children and Adolescents: A Systematic Review. Pediatrics. 2024; 153(4):e2024065854. doi: 10.1542/peds.2024-065854.
5. Danielson M.L., Claussen A.H., Bitsko R.H., Katz S.M., Newsome K. et al. ADHD Prevalence Among U.S. Children and Adolescents in 2022: Diagnosis, Severity, Co-Occurring Disorders, and Treatment. J Clin Child Adolesc Psychol. 2024;53(3):343-360.
6. Гончарова О.В., Ветров П.А., Горшков О.В. Распространенность, диагностика и методы коррекции синдрома дефицита внимания с гиперактивностью у детей. Медицинский совет. 2012; 12: 96-103.
Goncharova O.V., Vetrov P.A., Gorshkov O.V. Prevalence, diagnosis and methods of correction of attention deficit hyperactivity disorder in children. Medical Council. 2012; 12: 96-103. (In Russ.).
7. Banaschewski T., Becker K., Döpfner M., Holtmann M., Rösler M. et al. Attention-Deficit/Hyperactivity Disorder. Dtsch Arztebl Int. 2017; 114 (9): 149-159.
8. Faraone S.V., Banaschewski T., Coghill D., Zheng Y., Biederman J. et al. The World Federation of ADHD International Consensus Statement: 208 Evidence-based conclusions about the disorder. Neurosci Biobehav Rev. 2021; 128:789-818.
9. Hansson Halleröd S.L., Anckarsäter H., Råstam M., Hansson Scherman M. Experienced consequences of being diagnosed with ADHD as an adult - a qualitative study. BMC Psychiatry. 2015;15:31. doi: 10.1186/s12888-015-0410-4.
10. Knapp M. Preschool hyperactivity increases costs into early adulthood. Evid Based Ment Health. 2016;19(1):30. doi: 10.1136/eb-2015-102185.
11. Li X., Motwani C., Cao M., Martin E., Halperin J.M. Working Memory-Related Neurofunctional Correlates Associated with the Frontal Lobe in Children with Familial vs. Non-Familial Attention Deficit/Hyperactivity Disorder. Brain Sci. 2023; 13 (10): 1469. doi: 10.3390/brainsci13101469.
12. Firouzabadi F.D., Ramezanpour S., Firouzabadi M.D., Yousem I.J., Puts N.A.J. et al. Neuroimaging in Attention-Deficit/Hyperactivity Disorder: Recent Advances. AJR Am J Roentgenol. 2022; 218 (2): 321-332.
13. Cheng S., Tang L., Jin J., Li S., Hou H. et al. Effects of computerized cognitive training on brain function in children with ADHD: A longitudinal neuroimaging study based on fALFF. Behav Brain Res. 2026;497:115895. doi: 10.1016/j.bbr.2025.115895.
14. Ma G., Eng A.E., Chiang S.K., Hao F., McIntyre R.S. et al. A comparative diagnostic study using clinical and multimodal assessment, including functional neuroimaging and oculomotricity tools, to differentiate ADHD in young patients from healthy control group. Psychiatry Clin Neurosci. 2025; 79 (4): 165-175.
15. López-Martín S., Albert J., Calleja-Pérez B., Fernández-Mayoralas D.M., Fernández-Perrone A.L. et al. Genética del TDAH en la práctica clínica [Genetics of ADHD in clinical practice]. Medicina (B Aires). 2024; 84 Suppl 1: 26-30.
16. Predescu E., Vaidean T., Rapciuc A.M., Sipos R. Metabolomic Markers in Attention-Deficit/Hyperactivity Disorder (ADHD) among Children and Adolescents-A Systematic Review. Int J Mol Sci. 2024; 25 (8):4385. doi: 10.3390/ijms25084385.
17. Ulu E., Demirci E., Sener E.F., Özmen S., Gul M.K. et al. Role of Glutamate Receptor-related Biomarkers in the Etiopathogenesis of ADHD. Clin Psychopharmacol Neurosci. 2024; 22 (1): 79-86.
18. Корабельникова Е.А. Тревожные расстройства у детей с синдромом дефицита внимания с гиперактивностью. РМЖ. Мать и дитя. 2020; 3 (4): 302-308.
Korabelnikova E.A. Anxiety disorders in children with attention deficit hyperactivity disorder. RMJ. Mother and Child. 2020; 3 (4): 302-308. (In Russ.).
19. Kosheleff A.R., Mason O., Jain R., Koch J., Rubin J. Functional Impairments Associated With ADHD in Adulthood and the Impact of Pharmacological Treatment. J Atten Disord. 2023; 27 (7): 669-697.
20. Stickley A., Shirama A., Inagawa T., Ruchkin V., Koposov R. et al. Attention-deficit/hyperactivity disorder symptoms, perceived stress, and suicidal ideation during the COVID-19 pandemic. Front Psychiatry. 2022; 13:1008290. doi: 10.3389/fpsy.2022.1008290.
21. Stickley A., Tachimori H., Inoue Y., Shinkai T., Yoshimura R. et al. Attention-deficit/hyperactivity disorder symptoms and suicidal behavior in adult psychiatric outpatients. Psychiatry Clin Neurosci. 2018;72(9):713-722.
22. Корчажкина Н.Б., Фролков В.К., Балаева М.Р., Данилов А.А., Арутюнян Э.Э. К вопросу о комплексном применении физиотерапевтических технологий при различных заболеваниях. Восстановительные биотехнологии, профилактическая, цифровая и предиктивная медицина. 2024; 1 (3): 18-23.

- Korchazhkina N.B., Frolkov V.K., Balaeva M.R., Danilov A.A., Arutyunyan E.E. On the integrated use of physiotherapeutic technologies for various diseases. Restorative biotechnologies, preventive, digital, and predictive medicine. 2024; 1 (3): 18-23. (In Russ.).
- 23 Старцев А.А., Кулишова Т.В., Шумахер Г.И. Возможности сочетанного влияния гиперкапнической гипоксии в комплексной терапии детей с синдромом дефицита внимания и гиперактивности по данным непосредственных и отдаленных результатов исследования. Вестник физиотерапии и курортологии. 2021; 27 (3): 60-66.
Startsev A.A., Kulishova T.V., Shumakher G.I. Potential for the combined effects of hypercapnic hypoxia in the complex therapy of children with attention deficit hyperactivity disorder based on immediate and long-term study results. Bulletin of Physiotherapy and Balneology. 2021; 27 (3): 60-66. (In Russ.).
- 24 Старцев А.А., Кулишова Т.В. Результаты катamnестического исследования у детей с синдромом дефицита внимания и гиперактивности через 6 месяцев после курса комплексной терапии с включением гипоксии-гиперкапнических тренировок. Современные проблемы науки и образования. 2018; 3: 23-30.
Startsev A.A., Kulishova T.V. Results of a follow-up study in children with attention deficit hyperactivity disorder 6 months after a course of combination therapy including hypoxic-hypercapnic training. Modern Problems of Science and Education. 2018; 3: 23-30. (In Russ.).
- 25 Глускина А.Р. Транскраниальная микрополяризация головного мозга в комплексной реабилитации детей дошкольного возраста с синдромом гиперактивности с дефицитом внимания. Автореф. дисс. ... канд. мед. наук. Воронеж, 2012: 22.
Gluskina A.R. Transcranial micropolarization of the brain in the comprehensive rehabilitation of preschool children with attention deficit hyperactivity disorder. Abstract of a PhD thesis. Voronezh, 2012: 22. (In Russ.).
- 26 Шугар О.П. Клинико-нейрофизиологическая эффективность дифференцированной микрополяризационной терапии у детей с синдромом дефицита внимания и гиперактивности. Автореф. дисс. ... канд. мед. наук. Пермь, 2015: 23.
Sugar O.P. Clinical and neurophysiological effectiveness of differentiated micropolarization therapy in children with attention deficit hyperactivity disorder. Abstract of a PhD thesis. Perm, 2015: 23. (In Russ.).
- 27 Федоренко Е.В. применение метода с биологической обратной связью у детей младших классов с синдромом дефицита внимания и гиперактивностью. Успехи современного естествознания. 2013; 8: 30-32.
Fedorenko E.V. Application of a biofeedback method in primary school children with attention deficit hyperactivity disorder. Advances in Modern Natural Science. 2013; 8: 30-32. (In Russ.).
- 28 Емельянцева Т.А., Смычек В.Б. Реабилитация (абилитация) детей с синдромом дефицита внимания и гиперактивности и оценка ее эффективности. Медицинские новости. 2022; 7 (334): 74-78.
Yemelyantseva T.A., Smychek V.B. Rehabilitation (habilitation) of children with attention deficit hyperactivity disorder and evaluation of its effectiveness. Medical news. 2022; 7 (334): 74-78. (In Russ.).
- 29 Ефименко Н. В., Кайсинова А. С., Мингалева Е. П. Применение ванн с валерианой и бромом для лечения детей с синдромом дефицита внимания и гиперактивностью: Методические рекомендации. Пятигорск, 2016: 12.
Efimenko N.V., Kaisinova A.S., Mingaleva E.P. Use of baths with valerian and bromine for the treatment of children with attention deficit hyperactivity disorder: Methodological recommendations. Pyatigorsk, 2016: 12. (In Russ.).
- 30 Den Heijer A.E., Groen Y., Tucha L., Fuermaier A.B., Koerts J. et al. Sweat it out? The effects of physical exercise on cognition and behavior in children and adults with ADHD: a systematic literature review. J Neural Transm (Vienna). 2017; 124(Suppl 1): 3-26.
- 31 Mehren A., Philipsen A. Körperliche Aktivität als Therapieoption bei ADHS? [Is Physical Activity a Treatment Option for ADHD?]. Z Kinder Jugendpsychiatr Psychother. 2024; 52(2): 124-133.
- 32 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.
Bobrovniksky 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.).
- 33 Федоров С.А. Применение бинаурального воздействия для коррекции психофизиологических параметров у детей с синдромом дефицита внимания и гиперактивности. Актуальные вопросы науки и практики и перспективы их решений. Анапа, 2023; 46-51.
Fedorov S.A. "Use of binaural stimulation to correct psychophysiological parameters in children with attention deficit hyperactivity disorder." Current issues in science and practice and prospects for their solutions. Anapa, 2023; pp. 46-51. (In Russ.).
- 34 Беньков А.А., Нагорнев С.Н., Фролков В.К., Гусакова Е.В., Нагорнева М.С. Анализ механизмов синергических эффектов при сочетанном применении физиотерапевтических факторов. Физиотерапевт. 2021; 6: 70-79.
Benkov A.A., Nagornev S.N., Frolkov V.K., Gusakova E.V., Nagorneva M.S. Analysis of the mechanisms of synergistic effects with the combined use of physiotherapeutic factors. Physiotherapist. 2021; 6: 70-79. (In Russ.).
- 35 Орехова Э.М., Кульчицкая Д.Б., Кончугова Т.В., Лукьянова Т.В., Солодовникова Т.С. и др. Роль сочетанной физиотерапии в оздоровительных и профилактических программах. Физиотерапевт. 2015; 6: 63-71.
Orehova E.M., Kulchitskaya D.B., Konchugova T.V., Lukyanova T.V., Solodovnikova T.S. et al. The role of combined physiotherapy in health and preventive programs. Physiotherapist. 2015; 6: 63-71. (In Russ.).
- 36 Улащик В.С. Сочетанная физиотерапия: общие сведения, взаимодействие физических факторов. Вопросы курортологии, физиотерапии и лечебной физической культуры. 2016; 6: 4-11.
Ulashchik V.S. Combined physiotherapy: general information, interaction of physical factors. Issues of balneology, physiotherapy, and therapeutic physical education. 2016; 6: 4-11. (In Russ.).
- 37 Заваденко Н.Н., Суворинова Н.Ю., Вакула И.Н., Малинина Е.В., Кузнецова Л.М. Фармакотерапия синдрома дефицита внимания с гиперактивностью у детей: результаты многоцентрового двойного слепого плацебо-контролируемого исследования гопантеновой кислоты. Журнал неврологии и психиатрии им. С.С. Корсакова. 2017; 117 (5): 39-45.

- Zavadenko N.N., Suvorinova N.Yu., Vakula I.N., Malinina E.V., Kuzenkova L.M. Pharmacotherapy of attention deficit hyperactivity disorder in children: results of a multicenter, double-blind, placebo-controlled study of hopantenic acid. *Korsakov Journal of Neurology and Psychiatry*. 2017; 117 (5): 39-45. (In Russ.).
- 38 Заваденко Н.Н., Суворинова Н.Ю. Синдром дефицита внимания и гиперактивности у детей и подростков. *Журнал неврологии и психиатрии им. С.С. Корсакова*. 2020; 120 (4): 29-35.
- Zavadenko N.N., Suvorinova N.Yu. Attention deficit hyperactivity disorder in children and adolescents. *Korsakov Journal of Neurology and Psychiatry*. 2020; 120 (4): 29-35. (In Russ.).
- 39 Заваденко Н.Н. Синдром дефицита внимания с гиперактивностью в педиатрической практике. *Педиатрия. Журнал им. Г.Н. Сперанского*. 2024; 103 (4): 150-157.
- Zavadenko N.N. Attention deficit hyperactivity disorder in pediatric practice. *Pediatrics. Speransky Journal*. 2024; 103 (4): 150-157. (In Russ.).
- 40 Сухотина Н.К., Егорова Т.И. Оценочные шкалы синдрома дефицита внимания с гиперактивностью. *Социальная и клиническая психиатрия*. 2008; 18 (4): 15-21.
- Sukhotina N.K., Egorova T.I. Rating scales for attention deficit hyperactivity disorder. *Social and Clinical Psychiatry*. 2008; 18 (4): 15-21. (In Russ.).
- 41 Thompson T., Lloyd A., Joseph A., Weiss M. The Weiss Functional Impairment Rating Scale-Parent Form for assessing ADHD: evaluating diagnostic accuracy and determining optimal thresholds using ROC analysis. *Qual Life Res*. 2017;26(7):1879-1885.
- 42 Haynes V., Lopez-Romero P., Anand E. Attention-deficit/hyperactivity disorder Under Treatment Outcomes Research (AUTOR): a European observational study in pediatric subjects. *Atten Defic Hyperact Disord*. 2015; 7 (4): 295-311.
- 43 Chen S.C., Yu B.Y., Suen L.K., Yu J., Ho F.Y. et al. Massage therapy for the treatment of attention deficit/hyperactivity disorder (ADHD) in children and adolescents: A systematic review and meta-analysis. *Complement Ther Med*. 2019; 42: 389-399.
- 44 Soares R.N., Inglis E.C., Khoshreza R., Murias J.M., Aboodarda S.J. Rolling massage acutely improves skeletal muscle oxygenation and parameters associated with microvascular reactivity: The first evidence-based study. *Microvasc Res*. 2020; 132:104063. doi: 10.1016/j.mvr.2020.104063.
- 45 Field T. Massage therapy research review. *Complement Ther Clin Pract*. 2016; 24: 19-31.
- 46 Попов А.П., Фролова С.М. Влияние лечебной физической культуры на организм ребенка. *Наука-2020*. 2019; 8 (33): 112-116.
- Popov A.P., Frolova S.M. The influence of therapeutic physical education on the child's body. *Science-2020*. 2019; 8 (33): 112-116. (In Russ.).
- 47 Emtiazy M., Abrishamkar M. The Effect of Massage Therapy on Children's Learning Process: A Review. *Iran J Med Sci*. 2016; 41(3 Suppl): S64. PMID: 27840530
- 48 Bodison S.C., Parham L.D. Specific Sensory Techniques and Sensory Environmental Modifications for Children and Youth With Sensory Integration Difficulties: A Systematic Review. *Am J Occup Ther*. 2018; 72 (1): 7201190040p1-7201190040p11. doi: 10.5014/ajot.2018.029413.
- 49 Pedersen B.K., Pedersen M., Krabbe K.S., Bruunsgaard H., Matthews V.B. et al. Role of exercise-induced brain-derived neurotrophic factor production in the regulation of energy homeostasis in mammals. *Exp Physiol*. 2009; 94(12): 1153-60.
- 50 Недорезова Е.Ю. Терапевтическое воздействие массажа на стресс: физиологические и психологические механизмы. *Вестник науки*. 2024; 3 (4 (73)): 665-672.
- Nedorezova E. Yu. Therapeutic effect of massage on stress: physiological and psychological mechanisms. *Science Bulletin*. 2024; 3 (4 (73)): 665-672. (In Russ.).
- 51 Муллер Т.А., Шилов С.Н., Спиридонова М.С., Лисова Н.А. Нейрометаболические эффекты дыхательных тренировок с гипоксически-гиперкапническими нагрузками у детей с дефицитом внимания. *Ученые записки Крымского федерального университета имени В.И. Вернадского. Биология. Химия*. 2020; 6 (72 (3)): 127-137.
- Muller T. A., Shilov S. N., Spiridonova M. S., Lisova N. A. Neurometabolic effects of breathing training with hypoxic-hypercapnic loads in children with attention deficit. *Scientific Notes of the V. I. Vernadsky Crimean Federal University. Biology. Chemistry*. 2020; 6 (72 (3)): 127-137. (In Russ.).
- 52 Старцев А.А., Кулишова Т.В. Влияние гипоксии-гиперкапнических тренировок на состояние церебральной гемодинамики у детей с синдромом дефицита внимания и гиперактивности. *Scientist (Russia)*. 2018; 5 (5): 18.
- Startsev A. A., Kulishova T. V. The effect of hypoxic-hypercapnic training on the state of cerebral hemodynamics in children with attention deficit hyperactivity disorder. *Scientist (Russia)*. 2018; 5 (5): 18. (In Russ.).
- 53 Старцев А.А. Перспективы применения гипоксии-гиперкапнических тренировок у детей с синдромом дефицита внимания с гиперактивностью. *Новая наука: проблемы и перспективы*. 2015; 6-2: 31-35.
- Startsev A. A. Prospects for the use of hypoxic-hypercapnic training in children with attention deficit hyperactivity disorder. *New Science: Problems and Prospects*. 2015; 6-2: 31-35. (In Russ.).
- 54 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.
- 55 Baseanu I.C.C., Roman N.A., Minzatanu D., Manaila A., Tachel V.I. et al. The Efficiency of Binaural Beats on Anxiety and Depression-A Systematic Review. *Appl. Sci*. 2024; 14: 5675. doi:10.3390/app14135675
- 56 Chockboondee M., Jatupornpoonsub T., Lertsukprasert K., Wongsawat Y. Effects of daily listening to 6 Hz binaural beats over one month: an event-related potentials study. *Sci Rep*. 2024; 14(1):18059. doi: 10.1038/s41598-024-68628-9.
- 57 Yang S.Y., Wang J.Y., Liu C., Lin P.H. Effects of binaural beat therapy with different frequencies on autonomic nervous system regulation among college students. *BMC Complement Med Ther*. 2025;25(1):206. doi: 10.1186/s12906-025-04922-x.
- 58 Бяловский Ю.Ю., Булатецкий С.В., Глушкова Е.П. Системная организация неспецифических механизмов адаптации в восстановительной медицине. *Воронеж: РИТМ*. 2017: 406.
- Byalovsky Yu.Yu., Bulatetsky S.V., Glushkova E.P. Systemic organization of nonspecific adaptation mechanisms in restorative medicine. *Voronezh: RITM*. 2017: 406. (In Russ.).

- 59 Лебедь М.Л., Бочаров С.Н. Выбор стратегии адаптации как механизм оптимизации лечебного процесса. Сибирский медицинский журнал (Иркутск). 2009; 89 (6): 18-20.
Lebed M.L., Bocharov S.N. Selecting an adaptation strategy as a mechanism for optimizing the treatment process. Siberian Medical Journal (Irkutsk). 2009; 89 (6): 18-20. (In Russ.).
- 60 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 disorders. Physiotherapist. 2023; 6: 66-78. (In Russ.).
- 61 Амамчян А.Э., Головатая К.С., Гречишкин Д.И. Влияние бинауральных воздействий на зрительную и умственную работоспособность учащихся высшей школы. Синергия Наук. 2018; 29: 835-841.
Amamchyan A.E., Golovataya K.S., Grechishkin D.I. The influence of binaural stimulation on the visual and mental performance of high school students. Synergy of Sciences. 2018; 29: 835-841. (In Russ.).

DYNAMICS OF THE MAIN CLINICAL PATTERNS OF ATTENTION-DEFICIT HYPERACTIVITY DISORDER IN CHILDREN WITH A COURSE OF THERAPEUTIC PHYSICAL FACTORS

Bogomolova E.V.¹, Mikhailova A.A.², Nagornev S.N.³

¹Federal State Budgetary Scientific Institution "Institute of Clinical and Clinical Psychology", 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 Military Medical Technology" of the Ministry of Defense of the Russian Federation

ABSTRACT.

This article evaluates the effectiveness of a course of complex physical therapy (binaural therapy and hypoxic-hypercapnic training) in the treatment of children with attention deficit hyperactivity disorder (ADHD). The presented analysis of the mechanisms underlying the therapeutic potential of physical factors in ADHD, based on a clinical-functional approach, demonstrates that their action is aimed at correcting the underlying neurophysiological dysfunctions underlying the clinical manifestations of the disease, leading not simply to symptom suppression but to the normalization of impaired brain function. The advantages of the integrated use of physical therapy for ADHD lie in the fact that this technology allows for targeted interventions on the disorder's pathogenetic mechanisms without causing systemic side effects, thanks to the synergistic interaction of therapeutic physical factors.

Key words: binaural therapy, hypoxic-hypercapnic training, attention deficit hyperactivity disorder, Toulouse-Pieron test, CGI-ADHD-severity scale, M. Weiss Functional Impairment Rating Scale, ADHD-DSM-IV scale

Сведения об авторах

Богомолова Елизавета Валериевна – врач-психиатр детский ФГБНУ «ИКП», г. Москва, РФ; E-mail: miss.doctor85@mail.ru. ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0007-1842-9891>

Михайлова Анна Андреевна – д-р мед. наук, доцент, начальник научно-образовательного центра ФГБНУ «РНЦХ им. акад. Б.В. Петровского»; E-mail: pos@med.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4260-1619>

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: 616.6-036.82/.83-039.76

**КОМПЛЕКСНАЯ МЕДИЦИНСКАЯ РЕАБИЛИТАЦИЯ В ЛЕЧЕНИИ
ПАЦИЕНТОВ ПОСЛЕ ПЛАСТИКИ ПЕРЕДНЕЙ УРЕТРЫ: НИЛТ ДЛЯ
ОПТИМИЗАЦИИ ЗАЖИВЛЕНИЯ И ЛОКАЛЬНОЕ ОТРИЦАТЕЛЬНОЕ
ДАВЛЕНИЕ ДЛЯ ВОССТАНОВЛЕНИЯ СЕКСУАЛЬНОЙ ФУНКЦИИ**

Щекочихин В.А.*, Круглова Л.С.

Центральная государственная медицинская академия Управления делами
Президента Российской Федерации

РЕЗЮМЕ.

Стриктура передней уретры и её хирургическое лечение могут сопровождаться осложнениями раннего послеоперационного периода (воспаление, замедленное заживление операционной и донорской зон) и проблемами отдалённого периода (снижение сексуальной функции, тревожность, ухудшение качества жизни). Представлен объединённый клинический анализ двух этапов реабилитации у пациентов после уретропластики буккальным графтом: (1) ранняя фотобиомодуляция/низкоинтенсивная лазеротерапия (НИЛТ) для ускорения репарации и профилактики воспалительных осложнений; (2) дальнейшая сексуальная реабилитация тадалафилом с добавлением терапии локальным отрицательным давлением (ЛЛОД). Комплексный подход ассоциирован с более благоприятной динамикой заживления, уродинамических показателей, сексуальной функции и пациент-ориентированных исходов по сравнению со стандартным ведением/монотерапией.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: стриктура уретры; уретропластика; буккальный графт; медицинская реабилитация; фотобиомодуляция; низкоинтенсивная лазеротерапия; локальное отрицательное давление; эректильная дисфункция

ВВЕДЕНИЕ.

Международные клинические руководства подчёркивают необходимость выбора метода лечения стриктур с учётом локализации, протяжённости, этиологии и анамнеза предыдущих вмешательств [1-4]. При этом повторные эндоскопические процедуры при рецидивирующей стриктуре демонстрируют ограниченную долговременную эффективность, что формирует запрос на оптимизацию как хирургической техники, так и послеоперационного ведения. Реальная частота стойкого успеха внутренней оптической уретротомии значительно ниже, чем предполагалось ранее [3], что подтверждает необходимость более осторожного отбора пациентов для эндоскопических методик и более активного использования реконструктивной хирургии в качестве «опции с максимальной вероятностью долговременного эффекта».

Передняя уретропластика может сопровождаться сексуальными расстройствами различного профиля и тяжести [6]; значимым фактором является именно субъективное восприятие сексуального ухудшения, тесно связанное с удовлетворённостью лечением. Послеоперационная эректильная дисфункция может иметь нейрогенную, сосудистую, психогенную и смешанную природу. Дополнительное значение в раннем периоде имеют боль, ограничение сексуальной активности и снижение качества ночных спонтанных эрекций (ночных пенильных туменисценций, НПТ), что потенциально уменьшает оксигенацию кавернозной ткани и ухудшает эндотелиальную функцию. После уретропластики раннее возобновление половой активности, как правило, ограничено периодом катетеризации и болевого синдрома. Однако именно в эти сроки происходит снижение качества ночных эрекций и сексуального интереса, что может поддерживать психогенный компонент ЭД.

* Адрес для переписки: Щекочихин Владимир Алексеевич. E-mail: shch.v@mail.ru

Цитирование. Щекочихин В.А., Круглова Л.С. Комплексная медицинская реабилитация в лечении пациентов после пластики передней уретры: нилт для оптимизации заживления и локальное отрицательное давление для восстановления сексуальной функции. Russian Journal of Environmental and Rehabilitation Medicine. 2025. 4: 128-133.

Citation Shchekochikhin V.A., Kruglova L.S. Comprehensive medical rehabilitation in the treatment of patients after anterior urethral plastic surgery: lilt to optimize healing and local negative pressure to restore sexual function. Russian Journal of Environmental and Rehabilitation Medicine. 2025. 4: 128-133

Многомерный терапевтический потенциал НИЛТ находит достаточно широкую реализацию при заболеваниях мочевыделительной системы. К настоящему времени накоплены убедительные данные об эффективности использования НИЛТ при хроническом простатите и синдроме хронической тазовой боли [7-9]. В реабилитации после уретропластики приоритетом является безопасность: воздействие проводится вне зоны активного кровотечения, при отсутствии признаков генерализованной инфекции и с учетом локальных противопоказаний. Протокол, примененный в исследовании, включает начальное назначение со 2-х суток и ограниченную экспозицию, что позволяет интегрировать метод в стандартные схемы стационарного ведения.

Вакуумные устройства и локальное отрицательное давление являются признанными немедикаментозными средствами лечения ЭД. В исследованиях [10-12] показано, что вакуумные устройства сохраняют клиническую значимость как из-за эффективности, так и из-за возможности применения в случаях, когда медикаментозная терапия недостаточна или ограничена.

Комбинация ЛЛОД-терапии с ингибиторами ФДЭ-5 (например, тадалафилом) теоретически обеспечивает синергизм: препарат усиливает NO-зависимую вазодилатацию и улучшает ответ на стимуляцию, а вакуум-индуцированные эрекции формируют регулярные эпизоды кавернозной оксигенации и механического растяжения тканей, что потенциально препятствует вторичным структурным изменениям. Для ЛЛОД-терапии критично правильное обучение технике выполнения и адекватное ожидание результата: терапия направлена на восстановление физиологического ответа и гемодинамики, а не только на достижение «моментальной» эрекции.

Хотя формирование рубца при стриктурах имеет многофакторную природу, воспаление и инфекционно-воспалительные эпизоды в раннем послеоперационном периоде рассматриваются как потенциальные факторы неблагоприятного ремоделирования тканей [14]. Следовательно, снижение воспалительных осложнений в ранней фазе, показанное при применении НИЛТ, может иметь значение не только для краткосрочного заживления, но и для долгосрочной устойчивости результата [15, 16]. Этот тезис требует дальнейшего подтверждения в исследованиях с длительным наблюдением.

Цель исследования — клинически обосновать двухэтапную программу медицинской реабилитации пациентов после пластики передней уретры с использованием слизистой щеки, включающую: раннюю фотобиомодуляцию/низкоинтенсивную лазеротерапию (НИЛТ) для ускорения эпителизации и профилактики воспалительных осложнений и позднюю сексуальную реабилитацию с применением локального отрицательного давления (ЛЛОД-терапии) на фоне приема тадалафила 5 мг (Фосфодиэстераза 5 типа (ФДЭ-5)) для улучшения эректильной функции и качества жизни.

Материалы и методы

Работа основана на клинических исследованиях у мужчин после уретропластики передней уретры с применением слизистой щеки. В настоящей статье результаты объединены с целью построения целостной программы реабилитации и сопоставления эффектов на разных временных этапах после операции.

Исследование 1 (ранняя НИЛТ). Участие принимали 124 пациента, 18–70 лет после уретропластики буккальным графтом. Пациентам назначали НИЛТ со 2-х суток после операции после первичного заживления раны. Воздействие проводили на область уретропластики и донорскую зону слизистой щеки. Методика предусматривает поочередное использование НИЛТ красного ($\lambda = 635$ нм) и инфракрасного спектра ($\lambda = 904$ нм); Частота НИЛТ в первые 4 дня составляла 5 кГц, с 5-го по 10-й дни - 1,5 кГц, с 11-го по 14-й день - 600 Гц. Магнитотерапию проводили, используя магнитную насадку ЗМ-50 с постоянной индукцией магнитного поля 50 мТл. Магнитолазерное воздействие осуществляли на область операции, длительность процедуры составляла 7 мин. Курс состоял из 14 ежедневных процедур. Эффективность оценивали по срокам эпителизации, клиническим признакам воспаления, частоте воспалительных осложнений и динамике уродинамических параметров (включая Qmax) в течение наблюдения.

Исследование 2 (сексуальная реабилитация). В наблюдение включено 62 пациента 18–70 лет после уретропластики буккальным графтом. Сравнивали монотерапию тадалафилом 5 мг 1 раз/сут и комбинированный подход (тадалафил 5 мг + ЛЛОД-терапия). ЛЛОД-терапия выполнялась курсом 10 недель, 3 раза в неделю через 12 недель от оперативного вмешательства; каждая процедура включала 4–6 циклов вакуумного воздействия. Лазерное воздействие при проведении процедуры ЛЛОД-терапии осуществляется во время циклического изменения давления в цилиндре. Циклы повторяются с полупериодом, равным 90с. Методика предусматривает поочередное использование НИЛТ красного ($\lambda = 635$ нм) и инфракрасного спектра ($\lambda = 904$ нм). Продолжительность процедуры включала по 2 мин каждого вида лазерного излучения.

Для оценки сексуальной функции использовали опросник МИЭФ-5, дополнительные критерии — динамика ночных спонтанных эрекции (НПТ) и показатели качества жизни (EQ VAS, QoL). Для оценки мочеиспускания использовали урофлоуметрию и шкалы симптомов/качества жизни, применяемые в реконструктивной урологии. В исходных исследованиях применялись методы описательной статистики и критерии сравнения средних/долей между группами, уровень значимости принимался $p < 0,05$. В настоящей статье представлены ключевые числовые результаты и их клиническая интерпретация.

Результаты

Ранняя фотобиомодуляция/НИЛТ. Включение НИЛТ в стандартную схему послеоперационного ведения сопровождалось более быстрым восстановлением слизистых: среднее время эпителизации составило $12,3 \pm 2,1$ дня против $16,5 \pm 3,4$ дня при стандартном ведении. Частота воспалительных осложнений после уретропластики была ниже при применении НИЛТ: 9,7% против 30,6%. Клинически это проявлялось меньшей выраженностью местных воспалительных признаков и меньшей потребностью в дополнительной медикаментозной коррекции. Уродинамические показатели улучшались в обеих группах; через 6 месяцев рост $Q_{\max}$ составил $21,3 \text{ мл/с}$ от исходного уровня. В группе комплексной реабилитации показатели $Q_{\max}$ были выше примерно на $15,8 \text{ мл/с}$, рост ~34% относительно стандартного ведения.

Таблица 1 – уровень $Q_{\max}$ (УФМ) до и после лечения в обеих группах

Показатель, ед. изм.	Контрольная группа	Основная группа
$Q_{\max}$, мл/с		
до лечения	$8,8 \pm 0,25$	$7,8 \pm 0,23$
после лечения	$24,6 \pm 0,71^*$	$29,1 \pm 0,87^{*#}$

Примечание: * достоверное различие между показателями до и после лечения при $p < 0,05$; # - достоверное различие между показателями контрольной и основной групп при $p < 0,05$.

Сексуальная реабилитация (ЛЛОД-терапия + тадалафил). По данным сравнительного исследования, комбинированный подход обеспечил более выраженное улучшение МИЭФ-5: с 15,9 до 12,8 балла, тогда как при монотерапии тадалафилом — с 15,2 до 12,3 балла. Улучшение параметров ночных спонтанных эрекций (НПТ) через 6 месяцев – количество НПТ за ночь увеличилось до 4,1 с дооперационных 2,2 в основной группе, против 3,6 раз за ночь после оперативного лечения и 2,1 до него у пациентов контрольной группы.

Таблица 2 - Результаты оценки ночной пенильной тумесценции у пациентов после пластической операции на передней уретре в отдаленном периоде.

Подгруппы		Показатели НПТ		
		Количество НПТ	Средняя продолжительность (мин)	Общая продолжительность (мин)
К	до операции	$2,8 \pm 0,12$	$20,6 \pm 0,45$	$66,2 \pm 2,54$
	через 6 месяцев	$3,6 \pm 0,15^*$	$17,6 \pm 0,39^*$	$72,2 \pm 2,77$
О	до операции	$2,2 \pm 0,10$	$16,4 \pm 0,39^*$	$43,7 \pm 1,86^*$
	через 6 месяцев	$4,1 \pm 0,19^*$	$19,8 \pm 0,42$	$92,5 \pm 3,49^{*#}$

Примечание: К – контрольная группа, О – основная группа. * достоверное различие между показателями до операции и после операции/через 6/ $p < 0,05$; # - достоверное различие между показателями контрольной подгруппой К1 и остальными подгруппами при $p < 0,05$.

В совокупности результаты указывают на целесообразность двухэтапного подхода: (1) ранние мероприятия, направленные на репарацию тканей и профилактику воспалительных осложнений, и (2) последующие мероприятия, адресующие эректильную дисфункцию и качество жизни в послеоперационном периоде.

Обсуждение

Интерпретация эффектов НИЛТ. Ускорение эпителизации и снижение частоты воспалительных осложнений согласуются с биологическими эффектами фотобиомодуляции: модуляция воспаления, улучшение микроциркуляции и стимуляция репаративных процессов. Для слизистых оболочек НИЛТ хорошо изучена в поддерживающей терапии пациентов, где метод включён в клинические рекомендации при строгом соблюдении параметров воздействия и учёте противопоказаний. Перенос этих принципов на донорскую зону слизистой щеки и область уретропластики представляется логичным и клинически оправданным. Сокращение времени заживления донорской зоны и уменьшение частоты воспалительных осложнений важны не только сами по себе, но и как фактор повышения удовлетворённости лечением, снижения риска ранних повторных обращений и улучшения приверженности наблюдению. Кроме того, более благоприятное течение ранней фазы может опосредованно влиять на формирование рубца и функциональные результаты.

Комбинированная терапия тадалафил + ЛЛОД. Преимущество комбинации по ПЕФ-5, НПТ можно объяснить взаимодополняющими механизмами: фармакологическое улучшение сосудистого ответа на сексуальную стимуляцию и регулярные вакуум-индуцированные эпизоды притока крови. Аналогичные

принципы широко применяются при реабилитации после радикальной простатэктомии, болезни Пейрони, где вакуумные устройства используются для ускорения восстановления сексуальной активности и профилактики вторичных структурных изменений.

Назначение тадалафила и ЛОД-терапии требует учёта противопоказаний (сердечно-сосудистые ограничения, приём нитратов и др.), сопутствующих заболеваний и психологической готовности пациента. НИЛТ также должна выполняться с соблюдением стандартов физиотерапии и с исключением противопоказаний. Поэтому внедрение программы целесообразно в условиях центров реконструктивной урологии с междисциплинарным взаимодействием (уролог, физиотерапевт, при необходимости сексолог).

Ограничения представленных данных связаны с объёмом доступной информации по отдельным параметрам, невозможностью полного «ослепления» физиотерапевтических вмешательств и потребностью в мультицентровых исследованиях с унифицированными конечными точками. Вместе с тем практическая ценность результатов заключается в чётком выделении временных «окон» послеоперационного периода и предложении воспроизводимого алгоритма.

На основании результатов двух исследований предлагается двухэтапная программа реабилитации.

Фаза 1 (2–14 сутки): фотобиомодуляция / НИЛТ на область уретропластики и донорскую зону слизистой щеки (635 и 904 нм; 7 минут/зона; 50–80 Дж/сеанс) на фоне стандартного ведения (анальгезия, профилактика инфекций, уход за полостью рта). Мониторинг — осмотр, ВАШ, клиническая оценка эпителизации и признаков воспаления.

Фаза 2 (после удаления катетера и стабилизации мочеиспускания): сексуальная реабилитация тадалафилом 5 мг 1 раз/сут (при отсутствии противопоказаний) с добавлением ЛЛОД-терапии курсом 10 недель (3 раза/нед., 1,5 минуты, 4–6 циклов). Мониторинг — ПЕФ-5 каждые 4–8 недель, в контрольные сроки, при возможности оценка НПТ.

Критерии эффективности: отсутствие клинически значимых воспалительных осложнений и признаков рецидива, рост Qmax в динамике, улучшение ПЕФ-5 и параметров качества жизни (QoL, EQ VAS).

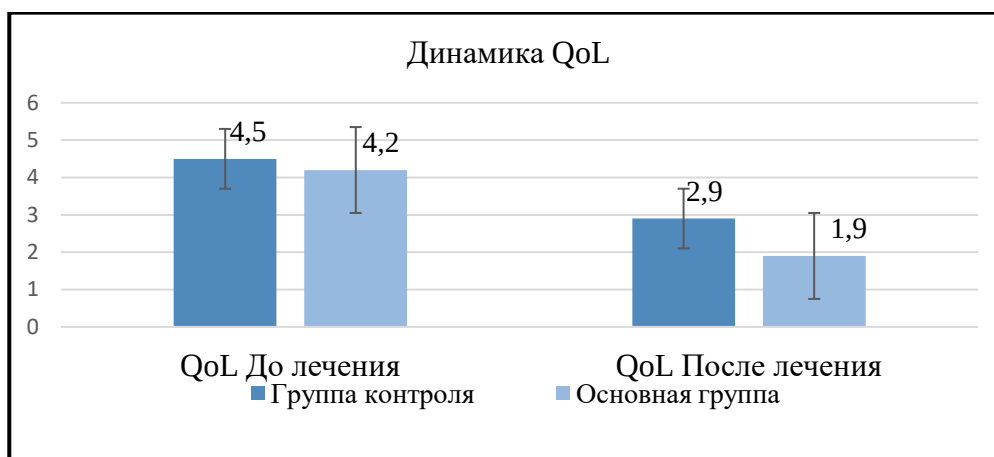


Рисунок 1 – динамика изменений показателя качества жизни (QoL) до и после лечения в обеих группах, баллы.

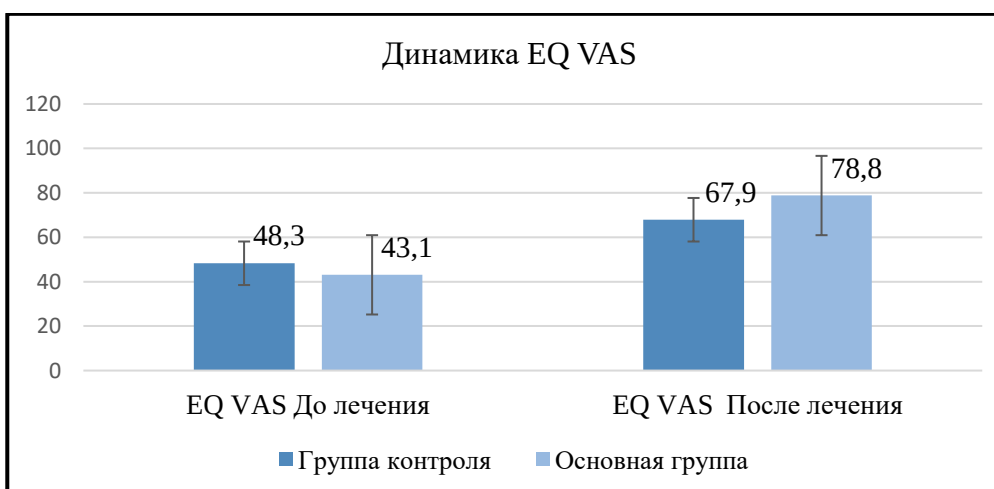


Рисунок 2 - динамика изменений показателя качества жизни (EQ VAS) до и после лечения в обеих группах, усл. Ед.

Таблица 3. Структура двухэтапной программы реабилитации

Фаза/сроки	Ключевые проблемы	Цели	Методы (компоненты программы)	Мониторинг
Фаза 1 (2–14 сутки)	Воспаление, боль, риск инфицирования, замедленная эпителизация	Ускорить репарацию, снизить воспаление/боль, профилактика осложнений	НИЛТ: 635 и 904 нм; 7 мин/зона; 50–80 Дж/сеанс; воздействие на область уретропластики и донорскую зону + стандартная терапия	Осмотр, ВАШ, оценка эпителизации, контроль воспалительных признаков
Фаза 2 (12 нед.–12 мес.)	ЭД, снижение НПТ, тревожность, снижение качества жизни	Восстановить эрекцию, улучшить QoL, EQ VAS повысить удовлетворённость	Тадалафил 5 мг/сут + ЛЛОД-терапия: 10 недель, 3 раза/нед., 1,5 мин, 4–6 циклов	ИИФ-5, QoL, EQ VAS; НПТ (по возможности); НЯ/противопоказания

Заключение

Двухэтапная реабилитационная стратегия после пластики передней уретры, основанная на ранней НИЛТ и последующей сексуальной реабилитации с применением ЛЛОД-терапии в сочетании с тадалафилом, позволяет адресовать ключевые причины неудовлетворённости пациентов в раннем и отдалённом послеоперационных периодах. Ранняя НИЛТ ассоциирована с ускорением эпителизации ($12,3 \pm 2,1$ против $16,5 \pm 3,4$ дня) и снижением воспалительных осложнений (8,7% против 15,4%). Комбинация тадалафила 5 мг с ЛЛОД-терапией обеспечивает более выраженное улучшение эректильной функции (МИЭФ-5: $14,3 \rightarrow 20,2$ против $14,2 \rightarrow 18,8$) и качества жизни. Перспективы дальнейших исследований связаны с мультицентровым подтверждением эффективности и безопасности предложенной программы, уточнением оптимальных параметров РВМ/НИЛТ для донорской зоны слизистой щеки и стандартизацией критериев оценки сексуальных исходов после уретропластики.

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES:

- Lumen N., Campos-Juanatey F., Greenwell T., Martins F.E., Osman N.I. [et al]. European Association of Urology Guidelines on Urethral Stricture Disease (Part 1): Management of Male Urethral Stricture Disease. Eur Urol. 2021;80(2):190–200.
- Wessells H., Morey A., Souter L., Rahimi L., Vanni A. Urethral Stricture Disease Guideline Amendment (2023). J Urol. 2023;210(1):64–71.
- Santucci R., Eisenberg L. Urethrotomy has a much lower success rate than previously reported. The Journal of Urology. 2010;183(5):1859–1862.
- Wong S.S.W., Aboumarzouk O.M., Narahari R., O’Riordan A., Pickard R. Simple urethral dilatation, endoscopic urethrotomy, and urethroplasty for urethral stricture disease in adult men. Cochrane Database of Systematic Reviews. 2012; (12): CD006934. doi:10.1002/14651858.CD006934.pub3.
- Meeks J.J., Erickson B.A., Granieri M.A., Gonzalez C.M. Stricture recurrence after urethroplasty: a systematic review. The Journal of Urology. 2009;182(4):1266–1270.
- Calleja Hermosa P., Campos-Juanatey F., Varea Malo R., Correias Gómez M.A., Gutiérrez Baños J.L. et al. Sexual function after anterior urethroplasty: a systematic review. Translational Andrology and Urology. 2021;10(6):2554–2573.
- Крянга А.А., Кулишова Т.В. Современное представление о механизмах сочетанного применения магнитолазерной терапии и красного света у больных хроническим абактериальным простатитом. Современные проблемы науки и образования. 2018; 6: 136.
 Kryanga A.A., Kulishova T.V. Current understanding of the mechanisms of combined use of magnetic laser therapy and red light in patients with chronic abacterial prostatitis. Modern Problems of Science and Education. 2018; 6: 136. (In Russ.).
- Тихонов И.В., Титяев И.И., Касьянов Д.С. [и др]. Эффективность системного подхода в комплексном лечении конгестивного простатита с синдромом хронической тазовой боли. Андрология и генитальная хирургия. 2022; 23 (3): 109–114.
 Tikhonov I.V., Tityaev I.I., Kasyanov D.S. [et al.]. Efficiency of a systems approach in the complex treatment of congestive prostatitis with chronic pelvic pain syndrome. Andrology and Genital Surgery. 2022; 23 (3): 109–114. (In Russ.).
- Zipper R., Pryor B., Lamvu G. Transvaginal Photobiomodulation for the Treatment of Chronic Pelvic Pain: A Pilot Study. Womens Health Rep (New Rochelle). 2021; 2(1): 518–527.

- 10 Brison D., Seftel A., Sadeghi-Nejad H. The resurgence of the vacuum erection device (VED) for treatment of erectile dysfunction. *The Journal of Sexual Medicine*. 2013; 10(4): 1124–1135.
- 11 Beaudreau S.A., Van Moorleghem K., Dodd S.M. [et al]. Satisfaction with a Vacuum Constriction Device for Erectile Dysfunction among Middle-Aged and Older Veterans. *Clin Gerontol*. 2021; 44(3): 307–315.
- 12 Raheem A.A., Garaffa G., Raheem T.A. [et al]. The role of vacuum pump therapy to mechanically straighten the penis in Peyronie's disease. *BJU Int*. 2010; 106(8): 1178–1180.
- 13 Ирицян М.М., Клименко А.А., Манцов А.А. [и др]. Оценка донорского участка ротовой полости в раннем и позднем послеоперационном периоде при аугментационной и заместительной уретропластике. *Вестник урологии*. 2024; 12 (4): 43–49.
Iritsyan M.M., Klimenko A.A., Mantsov A.A. [et al.]. Evaluation of the donor site of the oral cavity in the early and late postoperative period during augmentation and replacement urethroplasty. *Bulletin of Urology*. 2024; 12 (4): 43–49. (In Russ.).
- 14 Kotov S.V., Iritsyan M.M. Стриктура уретры у мужчин – стандарты оказания высокотехнологичной медицинской помощи. *Экспериментальная и клиническая урология*. 2020;13(5):72–78.
- 15 Пелишенко Т.Г., Круглова Л.С., Нагорнев С.Н. Комплексное применение лечебных физических факторов при поведении медицинской реабилитации пациентов с полипозным риносинуситом, ассоциированным с бронхиальной астмой. *Russian Journal of Environmental and Rehabilitation Medicine*. 2023; 4: 32-39.
Pelishenko T.G., Kruglova L.S., Nagornev S.N. Complex application of therapeutic physical factors in the medical rehabilitation of patients with polypous rhinosinusitis associated with bronchial asthma. *Russian Journal of Environmental and Rehabilitation Medicine*. 2023; 4: 32-39. (In Russ.).
- 16 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.).

COMPREHENSIVE MEDICAL REHABILITATION IN THE TREATMENT OF PATIENTS AFTER ANTERIOR URETHRAL PLASTIC SURGERY: LILT TO OPTIMIZE HEALING AND LOCAL NEGATIVE PRESSURE TO RESTORE SEXUAL FUNCTION

Shchekochikhin V.A., Kruglova L.S.

Central State Medical Academy of the Presidential Administrative Department of the Russian Federation

ABSTRACT.

Anterior urethral stricture and its surgical treatment can be accompanied by complications in the early postoperative period (inflammation, delayed healing of the surgical and donor sites) and long-term problems (decreased sexual function, anxiety, and decreased quality of life). A combined clinical analysis of two rehabilitation stages in patients after buccal graft urethroplasty is presented: (1) early photobiomodulation/low-level laser therapy (LLLT) to accelerate reparation and prevent inflammatory complications; (2) subsequent sexual rehabilitation with tadalafil plus local negative pressure therapy (LNP). This integrated approach is associated with more favorable healing dynamics, urodynamic parameters, sexual function, and patient-centered outcomes compared with standard management/monotherapy.

Key words: urethral stricture; urethroplasty; buccal graft; medical rehabilitation; photobiomodulation; low-level laser therapy; LNP; erectile dysfunction

Сведения об авторах

Щекокихин Владимир Алексеевич – аспирант кафедры физической и реабилитационной медицины с курсом клинической психологии и педагогики ФГБУ ДПО «ЦГМА»; E-mail: shch.v@mail.ru. ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-4392-7749>

Круглова Лариса Сергеевна – д-р мед. наук, профессор, ректор ФБГУ ДПО «ЦГМА»; E-mail: kruglovals@mail.ru. ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-5044-5265>

ОРИГИНАЛЬНАЯ СТАТЬЯ

УДК: 614(075.8)

ЭФФЕКТИВНОСТЬ КОМПЛЕКСНОГО РЕАБИЛИТАЦИОННОГО
ЛЕЧЕНИЯ ФАНТОМНОГО БОЛЕВОГО СИНДРОМА У КОМБАТАНТОВ С
АМПУТАЦИЕЙ НИЖНЕЙ КОНЕЧНОСТИ

Бучнов А.Д.^{1*}, Матвиенко В.В.¹, Юдин В.Е.¹, Пушкарёв Е.П.¹, Коновалов А.Б.², Шайкевич П.С.¹

¹Филиал № 2 ФБГУ «НМИЦ ВМТ им. А.А. Вишневого» МО РФ

²АНО «Институт остеопатии», г. Москва

РЕЗЮМЕ.

Статья посвящена сравнительной оценке эффективности метода иглорефлексотерапии на фоне стандартного совместно с остеопатическим подходами в лечении фантомного болевого синдрома у комбатантов с ампутацией нижней конечности на втором этапе реабилитации в военном госпитале. Проведено сравнительное рандомизированное клинико-физиологическое обследование с участием 23 пациентов, мужчин с признаками фантомного болевого синдрома (ФБС), которых с помощью простой рандомизации разделили на 2 группы. Первая основная группа (ОГ) получала комбинированное лечение (стандартное лечение совместно с остеопатическим лечением и иглорефлексотерапией), вторая контрольная группа получала стандартное лечение и иглорефлексотерапию. Стандартное реабилитационное лечение включало медикаментозную терапию, физиотерапию, ЛФК, массаж и психотерапию. Установлено, что после комплексного лечения в ОГ значительно уменьшились жалобы на фантомные боли и на боли в культе. Наблюдалось снижение симпатического и парасимпатического тонуса. В ОГ после лечения уменьшилась частота встречаемости соматических дисфункций грудной диафрагмы, позвонков С0-С1, черепной, тазовой диафрагм, печени, шейно-грудного перехода. Полученные данные доказывают высокую эффективность методов остеопатического лечения совместно с иглорефлексотерапией при лечении фантомного болевого синдрома у комбатантов с ампутацией нижней конечности.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: стриктура уретры; уретропластика; буккальный графт; медицинская реабилитация; фотобиомодуляция; низкоинтенсивная лазеротерапия; локальное отрицательное давление; эректильная дисфункция

Введение.

Необходимость своевременной и адекватной коррекции (фантомного болевого синдрома) ФБС обусловлена высокой частотой и интенсивностью болевых проявлений, а также их значительным влиянием на показатели качества жизни [10, 15]. Частота развития ФБС (по МКБ-10: G54.6. - синдром фантома конечности с болью), по данным различных авторов, после ампутации конечности встречаются от 40 до 90% случаев [2,10]. Хотя фантомная боль со временем проходит у большинства пациентов, независимо от причины ампутации, в 5-10% случаев она сохраняется в течение нескольких лет [6].

ФБС сопровождает ранний и поздний послеоперационный период при ампутациях нижних конечностей до 85% случаев. Существует ряд методов, облегчающих эту боль, но нет ни одного излечивающего. ФБС считается наиболее устойчивым к терапевтическому воздействию. Выявлено, что клинические проявления ФБС зависят от длительности сильных предампутационных болей. ФБС с выраженными клиническими проявлениями развивается у пациентов с сильными предампутационными болями длительностью 14 суток и более [14].

Потеря конечности влечет за собой социальные, экономические и психологические последствия. Ампутация конечностей негативно влияет на психологическое, социальное и физическое здоровье

* Адрес для переписки: Пушкарёв Евгений Петрович. E-mail: e_push@mail.ru

Цитирование. Бучнов А.Д., Матвиенко В.В., Юдин В.Е., Пушкарёв Е.П., Коновалов А.Б., Шайкевич П.С. Эффективность комплексного реабилитационного лечения фантомного болевого синдрома у комбатантов с ампутацией нижней конечности. Russian Journal of Environmental and Rehabilitation Medicine. 2025. 4: 134-138.

Citation Buchnov A.D., Matvienko V.V., Yudin V.E., Pushkarev E.P., Konovalov A.B., Effectiveness of comprehensive rehabilitation treatment for phantom pain syndrome in combatants with lower limb amputation. Russian Journal of Environmental and Rehabilitation Medicine. 2025. 4: 134-138

пациентов [16]. Депрессия и тревога усугубляют любую хроническую боль, и в том числе фантомную. Показано, что 20-60% пациентов после ампутации конечности испытывают депрессию, что в 3-5 раз чаще в сравнении с общей популяцией.

При ампутированной конечности имеется выраженный дефицит афферентной импульсации и, следовательно, дефицит выработки антиноцицептивных веществ, в результате которого и формируется фантомная боль. Восстановить утраченное равновесие помогает акупунктура [1, 4]. Исследования показали, что раздражение биологически активных точек акупунктурными иглами вызывает накопление энкефалинов, эндоморфинов, серотонина, субстанции Р.

Лечение ФБС представляет достаточно серьезную проблему. *Фантомная боль требует комплексного мультимодального подхода с использованием, в том числе, психологической помощи.* При применении одного из методов вряд ли можно рассчитывать на получение стойкого положительного эффекта, поскольку патогенез фантомных болей чрезвычайно сложен и требует воздействия на различных уровнях и системах организма. Только индивидуальный и комплексный подход к больному с фантомными болями с использованием в реабилитационных программах последних достижений современной медицины, инновационных методов и технологий позволяет получить хороший терапевтический эффект [7, 8, 9, 13, 17-19].

Таким образом, изучение вопросов применения остеопатии и рефлексотерапии у пациентов с ампутацией конечности, представляет весьма важный практический интерес.

Цель: сравнительная оценка эффективности метода иглорефлексотерапии на фоне стандартного совместно с остеопатическим подходами в лечении фантомного болевого синдрома у комбатантов с ампутацией нижней конечности на втором этапе реабилитации в военном госпитале.

Задачи:

1. Оценить частоту встречаемости жалоб на боли в ампутированной конечности, исследовать вегетативный статус и наиболее значимые соматические дисфункции у комбатантов с ампутацией нижней конечности.

2. Выявить ведущий рефлексотерапевтический синдром и наиболее значимый в патогенезе фантомных болей ци-меридиан.

3. Провести корреляционный анализ между частотой встречаемости фантомных болей и соматических дисфункций с показателями рефлексотерапевтического синдрома.

Материалы и методы. На базе кабинета рефлексотерапии филиала №2 3-го Центрального военного клинического госпиталя им. А.А. Вишневого (г. Москва) проведено клинко-физиологическое обследование 23 пациентов-комбатантов, мужчин в возрасте от 25 до 45 лет с признаками ФБС вследствие ампутации одной из нижних конечностей после ранения.

Критериями включения пациентов в исследование выступали: установленный на основании анамнестических и клинических данных диагноз: травматическая ампутация нижней конечности на этапе подготовки культы к протезированию; информированное согласие на участие в исследовании.

Критериями не включения являлись: сопутствующая патология или травматическое повреждение других частей тела, увеличивающие сроки лечения, приводящие к отсрочке подготовки к протезированию; заболевания нервной системы, включая психические болезни в стадии обострения; непереносимость воздействия физиотерапевтических факторов; несогласие пациента на участие в исследовании.

Критериями исключения выступали: отказ от исследования и выполнения предписаний врача; участие в других клинических испытаниях; появление побочных эффектов в процессе исследования.

С помощью простой рандомизации было выделено две группы: основная (ОГ=13 чел.) – пациенты, получавшие комбинированное лечение (стандартное лечение совместно с остеопатическим лечением и иглорефлексотерапией) и контрольная (КГ=10 чел.) – пациенты, получавшие стандартное лечение и иглорефлексотерапию.

Стандартное реабилитационное лечение включало медикаментозную терапию, физиотерапию (транскраниальную магнитную стимуляцию, ЧЭНС, лазеротерапию, импульсную электротерапию, лекарственный электрофорез, ультразвуковую терапию), ЛФК, массаж и психотерапию. Пациенты ОГ получали курс стандартного лечения, 2 сеанса остеопатического лечения и 10 ежедневных сеансов рефлексотерапии.

Остеопатическое лечение проводилось в соответствии с общепринятыми рекомендациями [11, 12]

Оценивалась выраженность боли в культе по шкале ВАШ и частота встречаемости фантомной боли. Исследовался вегетативный статус по анкете А. Вейна [3]. Осуществлялась пульсовая диагностика, диагностика по сигнальным точкам, зонам гиперчувствительности по Ф.Б. Кандарову [5].

По результатам проведенных исследований установлено, что после комплексного лечения в ОГ пациентов отмечалось уменьшение частоты встречаемости количества жалоб на фантомные боли в 2,8 раза ($p<0,001$), в то время как в КГ – лишь в 1,7 раза ($p<0,01$). Аналогично, после лечения, по сравнению с исходными данными, наблюдалось уменьшение количества жалоб на боли в культе, как в ОГ (в 5 раз; $p<0,01$), так и КГ (в 1,6 раза)

В ОГ после лечения выявляется уменьшение выраженности показателей симпатического и парасимпатического тонуса (в 1,5-1,6 раза; $p<0,05$), чего не отмечалось в КГ пациентов. До лечения в обеих группах преобладали лица с резким нарушением вегетативного тонуса (70%). В ОГ после лечения отмечалось уменьшение количества лиц с показателями резкого нарушения вегетативного тонуса (в 2,7 раз; $p<0,05$) на фоне увеличения количества лиц с показателями верхней границы нормы, негрубого и умеренного нарушения (на 46%; $p<0,05$). В КГ увеличение количества лиц с показателями верхней границы нормы, негрубого и умеренного нарушения составляло лишь 20%, а количество лиц с показателями резкого нарушения тонуса изменялось незначительно.

Установлено, что в ОГ пациентов после лечения, по сравнению с исходными данными, отмечалось уменьшение величины гиперчувствительности зон VB (желчного пузыря), MC (перикарда) и F (печени) (в 6-8 раз; $p<0,05$), а также зон V (мочевого пузыря) и R (почек) (в 3,5-5,0 раз; $p<0,05$). В КГ после лечения наблюдалось увеличение величины зон IG (тонкого кишечника) и F (печени) (в 2,5-5,0 раз; $p<0,05$).

В ОГ лиц после лечения частота встречаемости соматических дисфункций грудной диафрагмы уменьшалась (в 5 раз; $p<0,001$), а дисфункции позвонков C₀-C₁, черепной, тазовой диафрагм, печени, шейно-грудного перехода не определялись вовсе, до коррекции их величина составляла около 90%. В КГ лиц после лечения существенного изменения частоты встречаемости соматических дисфункций не отмечалось.

Установлено наличие значимых коэффициентов корреляции средней силы между всем набором контролируемых показателей (остеопатический, вегетативный статус, показатели иглорефлексотерапии, признаки ФБС).

Выводы. По данным клинико-физиологических исследований функционального состояния организма доказана высокая эффективность методов остеопатического лечения совместно с иглорефлексотерапией фантомного болевого синдрома у комбатантов с ампутацией нижней конечности.

Выявлено наличие значимых коэффициентов корреляции средней силы, а также большой сопряженности между показателями остеопатического, вегетативного статуса, болевого синдрома и признаками гиперчувствительности зон при иглорефлексотерапии в ампутированной конечности, что свидетельствует о целесообразности изучения подходов к лечению фантомного болевого синдрома путём иглорефлексотерапии совместно с остеопатической коррекцией соматических дисфункций.

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES:

1. Авдеев А.Н. Фантомные боли и точки акупунктуры. Паллиативная медицина и реабилитация. 2003; 1: 30-31. Avdeev A.N. Phantom pain and acupuncture points. Palliative medicine and rehabilitation. 2003; 1: 30-31. (In Russ.).
2. Аюб С.Н., Хаким К.Ю. Сравнительное исследование дексметомидина или фентанила в качестве вспомогательного средства к эпидуральному введению бупивакаина для профилактики культы и фантомных болей у взрослых пациентов, перенесших ампутацию выше или под коленом: рандомизированное проспективное исследование. Интенсивная анестезия при лечении. 2019; 6 (3): 371. Ayub S.N., Hakim K.Yu. Comparative study of dexmedetomidine or fentanyl as an adjunct to epidural bupivacaine for the prevention of stump and phantom pain in adult patients undergoing above- or below-the-knee amputation: a randomized prospective study. Intensive care anesthesia. 2019; 6 (3): 371. (In Russ.).
3. Вейн А.М. Болевые синдромы в неврологической практике. М.: МЕД пресс-информ, 2001: 372. Wayne A.M. Pain syndromes in neurological practice. Moscow: MED press-inform, 2001: 372. (In Russ.).
4. Епифанцев А.В. О механизме подавления фантомных болей с помощью акупунктуры. Международный журнал экспериментального образования. 2015; 5-1: 28-29. Epifantsev A.V. On the mechanism of phantom pain suppression using acupuncture. International journal of experimental education. 2015; 5-1: 28-29. (In Russ.).
5. Кандаров Ф.Б., Тимербулатов В.М., Хасанов А.Г., Кандарова Д.Ф. Способ лечения фантомных болей. Патент RU 2281749 C1 от 20.08 2006. Kandarov FB, Timerbulatov VM, Khasanov AG, Kandarova DF. Method for treating phantom pain. Patent RU 2281749 C1 dated August 20, 2006. (In Russ.).
6. Куффлер Д.П. Как справиться с фантомной болью в конечностях. Mol. Neurobiol. 2018; 55(1): 70-84. Kuffler DP. How to cope with phantom pain in the limbs. Mol. Neurobiol. 2018; 55(1): 70-84. (In Russ.).
7. Маликова Л.А., Фаустова А.Г. Выраженность фантомных болей как показатель удовлетворенности качеством жизни и образом тела у лиц с ампутациями конечностей [Электронный ресурс]. Личность в меняющемся мире: здоровье, адаптация, развитие: сетевой журнал, 2018; 6 (1). Режим доступа: <http://humjournal.rzgmu.ru/art&id=303>. Malikova LA, Faustova AG. Severity of phantom pain as an indicator of satisfaction with quality of life and body image in individuals with limb amputees [Electronic resource]. Personality in a Changing World: Health, Adaptation, Development: online journal, 2018; 6 (1). Available at: <http://humjournal.rzgmu.ru/art&id=303>. (In Russ.).
8. Мельникова Е.В., Буйлова Т.В., Бодрова Р.А., Шмонин А.А., Мальцева М.Н., Иванова Г.Е. Использование международной классификации функционирования (МКФ) в амбулаторной и стационарной медицинской реабилитации: инструкция для специалистов. Вестник восстановительной медицины. 2017; 6(82): 7-20. Melnikova E.V., Buylova T.V., Bodrova R.A., Shmonin A.A., Maltseva M.N., Ivanova G.E. Using the International Classification of Functioning (ICF) in Outpatient and Inpatient Medical Rehabilitation: Instructions for Professionals. Bulletin of Restorative Medicine. 2017; 6(82): 7-20. (In Russ.).
9. Мокиенко А.О., Ивкина М.В. Методы лечения фантомной боли с позиций доказательной медицины. Российский неврологический журнал. 2023; 28(6): 11-18.

- Mokienko A.O., Ivkina M.V. Phantom Pain Treatment Methods from the Perspective of Evidence-Based Medicine. Russian Neurological Journal. 2023; 28(6): 11-18. (In Russ.).
- 10 Осипова Н.А., Собченко Л.А. Постампутационный фантомный болевой синдром: медицинские и социальные проблемы. Анестезиология и реаниматология. 2011; 6: 41-43.
Osipova N.A., Sobchenko L.A. Postamputation phantom pain syndrome: medical and social issues. Anesthesiology and resuscitation. 2011; 6: 41-43. (In Russ.).
- 11 Остеопатия в разделах. Часть IV: руководство для врачей / под ред. И.А. Егоровой. – СПб.: Издательский дом СПбМАПО, 2016: 280.
Osteopathy in sections. Part IV: a guide for physicians / edited by I.A. Egorova. – St. Petersburg: Publishing House of St. Petersburg Medical Academy of Postgraduate Education, 2016: 280. (In Russ.).
- 12 Парсонс Д., Марсер Н. Остеопатия (Модели для диагностики, лечения и практики). СПб., 2010: 469.
Parsons D., Marcer N. Osteopathy (Models for diagnosis, treatment, and practice). St. Petersburg, 2010: 469. (In Russ.).
- 13 Погонченкова И.В., Щикота А.М., Кашежев А.Г., Котельникова А.В., Макарова М.Р. и др. Современные аспекты медицинской реабилитации лиц с боевой травмой (аналитический обзор литературы). Физиотерапия, бальнеология и реабилитация, 2023; 22 (2): 115-127.
Pogonchenkova I.V., Shchikota A.M., Kashezhev A.G., Kotelnikova A.V., Makarova M.R. et al. Modern aspects of medical rehabilitation of persons with combat injuries (analytical review of the literature). Physiotherapy, balneology, and rehabilitation, 2023; 22 (2): 115-127. (In Russ.).
- 14 Плохов Д.А. Профилактика выраженных клинических проявлений фантомно-болевого синдрома после ампутации нижней конечности на уровне бедра у пациентов с критической ишемией. Дисс. ... канд. мед. наук. М., 2007: 133.
Plokhov D.A. Prevention of severe clinical manifestations of phantom pain syndrome after lower limb amputation at the femur in patients with critical ischemia. Diss. ... Cand. Sci. (Medicine). Moscow, 2007: 133. (In Russ.).
- 15 Сайко А.В. Современное состояние проблемы фантомной боли. Международный неврологический журнал. 2018; 4 (98): 84-95.
Saiko A.V. Current state of the phantom pain problem. International Neurological Journal. 2018; 4 (98): 84-95. (In Russ.).
- 16 Соларз М.К., Тодер Дж., Рехман С. Ведение пациентов с тяжелыми травматическими ампутациями верхних конечностей. Ортопедические клиники. 2016; 47(1): 127-36.
Solarz M.K., Toder J., Rehman S. Management of patients with severe traumatic upper limb amputations. Orthopedic Clinics. 2016; 47 (1): 127-36. (In Russ.).
- 17 Сусяев В.Г., Ишинова В.А., Щербина К.К., Горчанинов О.Н. Применение немедикаментозных методов лечения фантомно-болевого синдрома при протезировании после ампутации нижней конечности. Вестник Всероссийской гильдии протезистов-ортопедов. 2017; 1: 31-33.
Susyaev V.G., Ishinova V.A., Shcherbina K.K., Gorchaninov O.N. Use of non-drug treatments for phantom pain syndrome in prosthetic fitting after lower limb amputation. Bulletin of the All-Russian Guild of Prosthetists and Orthopedists. 2017; 1: 31-33. (In Russ.).
- 18 Юдин В.Е., Щёлокова А.И., Будко А.А., Бобровницкий И.П., Пушкарев Е.П. и др. Опыт применения ботулинотерапии в реабилитации пациентов с фантомным болевым синдромом после ампутации конечности. Russian Journal of Environmental and Rehabilitation Medicine. 2025; 1: 113-122.
Yudin V.E., Shchelokova A.I., Budko A.A., Bobrovniksky I.P., Pushkarev E.P., et al. Experience in the use of botulinum therapy in the rehabilitation of patients with phantom pain syndrome after limb amputation. Russian Journal of Environmental and Rehabilitation Medicine. 2025; 1: 113-122. (In Russ.).
- 19 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 Health-Related Goals and Improving the Satisfaction of Special Military Operation Participants with Medical Rehabilitation. Russian Journal of Environmental and Rehabilitation Medicine. 2025; 1: 3-17. (In Russ.).

EFFECTIVENESS OF COMPREHENSIVE REHABILITATION TREATMENT FOR PHANTOM PAIN SYNDROME IN COMBATANTS WITH LOWER LIMB AMPUTATION

Buchnov A.D.¹, Matvienko V.V.¹, Yudin V.E.¹, Pushkarev E.P.¹, Konovalov A.B.², Shaikevich P.S.¹

¹Branch No. 2 of the A.A. Vishnevsky National Medical Research Center for Military Medical Technology of the Ministry of Defense of the Russian Federation

²ANO "Institute of Osteopathy", Moscow

Abstract. This article compares the effectiveness of acupuncture with standard and osteopathic approaches in the treatment of phantom pain syndrome in combatants with lower limb amputations during the second stage of rehabilitation in a military hospital. A comparative, randomized clinical and physiological study was conducted involving 23 male patients with signs of phantom pain syndrome (PPS). They were divided into 2 groups using simple randomization. The first main group (MG) received combination treatment (standard treatment combined with osteopathic treatment and acupuncture), while the second control group received standard treatment and

acupuncture. Standard rehabilitation treatment included drug therapy, physiotherapy, exercise therapy, massage, and psychotherapy. It was found that after the combined treatment in the MG, complaints of phantom pain and stump pain significantly decreased. A decrease in sympathetic and parasympathetic tone was observed. In the MG, after treatment, the incidence of somatic dysfunctions of the thoracic diaphragm, C0-C1 vertebrae, cranial and pelvic diaphragms, liver, and cervicothoracic junction decreased. The obtained data demonstrate the high effectiveness of osteopathic treatment methods combined with acupuncture in the treatment of phantom limb pain syndrome in combatants with lower limb amputations.

Keywords: autonomic status, acupuncture, osteopathic treatment, phantom limb pain syndrome.

Сведения об авторах

Бучнов Александр Дмитриевич – доктор медицинских наук, профессор, вед. науч. сотр. филиала № 2 ФГБУ «НМИЦ ВМТ им. А.А. Вишневого» МО РФ; <https://orcid.org/0000-0003-1285-3951>

Матвиенко Виктор Викторович – доктор медицинских наук, профессор, вед. науч. сотр. филиала № 2 ФГБУ «НМИЦ ВМТ им. А.А. Вишневого» МО РФ; <https://orcid.org/0000-0003-2288-1358>

Юдин Владимир Егорович – доктор медицинских наук, профессор, начальник филиала № 2 ФГБУ «НМИЦ ВМТ им. А.А. Вишневого» МО РФ, Россия, 123103, e-mail: 6_gospital@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0002-7677-5342>

Пушкарев Евгений Петрович – кандидат медицинский наук, начальник Центра медицинской реабилитации, филиал №2 ФГБУ «НМИЦ ВМТ им. А.А. Вишневого» МО РФ, e-mail: e_push@mail.ru; <https://orcid.org/0009-0006-8463-3578>

Коновалов Алексей Борисович – кандидат медицинский наук, врач-остеопат АНО «Институт остеопатии»; <https://orcid.org/0009-0008-1193-6863>

Шайкевич Полина Сергеевна – рефлексотерапевт филиала № 2 ФГБУ «НМИЦ ВМТ им. А.А. Вишневого» МО РФ; <https://orcid.org/0009-0001-6707-2557>

ОРИГИНАЛЬНАЯ СТАТЬЯ

УДК: 616.6-036.82/.83-039.76

РЕЗУЛЬТАТЫ ПРИМЕНЕНИЯ МЕДИЦИНСКОЙ РЕАБИЛИТАЦИИ В
КОМПЛЕКСНОМ ЛЕЧЕНИИ ПАЦИЕНТОВ ПОСЛЕ ПЛАСТИКИ ПЕРЕДНЕЙ
УРЕТРЫ

Щекокихин В.А.*, Круглова Л.С.

Центральная государственная медицинская академия Управления делами
Президента Российской Федерации

РЕЗЮМЕ.

Стриктуры передней уретры у мужчин представляют собой одну из наиболее актуальных и социально значимых проблем современной урологии. Высокая распространённость заболевания, склонность к рецидивированию, а также выраженное негативное влияние на качество жизни пациентов обуславливают необходимость поиска и внедрения новых эффективных подходов не только к хирургическому лечению, но и к послеоперационной медицинской реабилитации. Несмотря на то что уретропластика в настоящее время признана «золотым стандартом» лечения стриктур уретры, даже при технически безупречном выполнении операции у части пациентов сохраняются функциональные нарушения, воспалительные изменения и эректильная дисфункция. В статье представлены результаты проспективного рандомизированного исследования, посвящённого оценке эффективности комплексного применения лечебных физических факторов — магнитолазерной терапии и лазерно-вакуумной терапии — в реабилитации пациентов после пластической операции на передней уретре. Показано, что включение физиотерапевтических методов в стандартные схемы послеоперационного ведения позволяет достоверно улучшить клинико-функциональные показатели, снизить частоту осложнений и рецидивов, а также повысить качество жизни пациентов в раннем и отдалённом периодах наблюдения.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: стриктура уретры, уретропластика, медицинская реабилитация, физиотерапия, магнитолазерная терапия, лазерно-вакуумная терапия, эректильная дисфункция.

Введение

Стриктура уретры у мужчин — это хроническое прогрессирующее заболевание, характеризующееся сужением калибра мочеиспускательного канала, приводящее к нарушению пассажа мочи и развитию инфравезикальной обструкции [1-3]. Патогенетической основой формирования стриктуры является спонгиоз — процесс замещения нормальной структуры губчатого тела плотной рубцовой тканью. Данное состояние может развиваться вследствие травматического, воспалительного, ишемического или ятрогенного воздействия, а также иметь идиопатическую природу.

По данным эпидемиологических исследований, распространённость стриктур уретры у мужчин колеблется от 0,6 до 1,2 % [4] и имеет тенденцию к увеличению с возрастом. В структуре урологических заболеваний стриктуры уретры занимают значительное место и сопровождаются высокими затратами на лечение и реабилитацию. Клинические проявления заболевания включают симптомы нижних мочевых путей, инфекции мочевыводящих путей, острую задержку мочи, формирование мочевых свищей и поражение верхних мочевых путей. Немаловажное значение имеют психоэмоциональные нарушения, связанные с хроническим течением заболевания, снижением социальной активности и нарушением сексуальной функции.

Современные клинические рекомендации и консенсусные документы подчёркивают, что лечение стриктур уретры следует рассматривать как долгосрочную стратегию, включающую адекватную предоперационную оценку (анатомическую и функциональную), оптимизацию периоперационного ведения и плановый мониторинг после лечения с использованием как объективных методов, так и пациент-

* Адрес для переписки: Щекокихин Владимир Алексеевич. E-mail: shch.v@mail.ru

Цитирование. Щекокихин В.А., Круглова Л.С. Результаты применения медицинской реабилитации в комплексном лечении пациентов после пластики передней уретры. Russian Journal of Environmental and Rehabilitation Medicine. 2025. 4: 139-145.

Citation Shchekochikhin V.A., Kruglova L.S. Results of medical rehabilitation in the complex treatment of patients after anterior urethral plastic surgery. Russian Journal of Environmental and Rehabilitation Medicine. 2025. 4: 139-145

ориентированных показателей [5].

Ключевым патогенетическим механизмом формирования стриктуры уретры является развитие спонгиоза — процесса замещения нормальной структуры губчатого тела плотной соединительной тканью [6-8]. В ответ на повреждение слизистой оболочки и подлежащих тканей активируются воспалительные и фибропластические реакции, сопровождающиеся пролиферацией фибробластов, избыточным синтезом коллагена и нарушением микроциркуляции.

Актуальные методики лечения стриктур передней уретры базируются на хирургических методах, среди которых уретропластика признана наиболее эффективной [9]. Использование трансплантатов слизистой оболочки щеки позволяет добиться высоких показателей долгосрочного успеха и минимизировать риск рецидива [9]. Однако даже при благоприятном хирургическом исходе восстановительный период нередко сопровождается болевым синдромом, отёком, воспалительной реакцией тканей, формированием патологического рубца и нарушением эректильной функции [10, 11].

Медицинская реабилитация с использованием лечебных физических факторов рассматривается как способ ускорить репаративные процессы [12], улучшить микроциркуляцию и снизить риск осложнений и рестеноза [13]. Вместе с тем данные о комплексном применении магнитолазерного воздействия и лазерно-вакуумной терапии после уретропластики остаются ограниченными [14, 15].

Цель исследования — оценить эффективность включения магнитолазерной терапии в раннем послеоперационном периоде и лазерно-вакуумной (ЛЛОД) терапии в программу пенильной реабилитации у пациентов после пластики передней уретры.

Материалы и методы

Исследование выполнено в формате проспективного, сравнительного, рандомизированного и контролируемого. В исследование были включены 124 пациента мужского пола в возрасте от 18 до 70 лет со стриктурами передней уретры, которым была выполнена пластическая операция с использованием трансплантата слизистой оболочки щеки. Все пациенты, в соответствии с ГОСТ Р ИСО 14155-2014 дали добровольное письменное информированное согласие на участие в исследовании.

Критериями включения являлись наличие первичной или рецидивной стриктуры передней уретры, отсутствие активного воспалительного процесса и возможность проведения физиотерапевтических процедур. Критерии исключения включали злокачественные новообразования, декомпенсированные соматические заболевания, выраженные психические расстройства и противопоказания к физиотерапии.

После хирургического вмешательства пациенты методом простой рандомизации были распределены на две равные группы. Контрольная группа (n=62) получала стандартную базовую терапию, включающую медикаментозное лечение, рекомендации по режиму и динамическое наблюдение. Основная группа (n=62), помимо базовой терапии, проходила курс комплексного магнитолазерного воздействия в раннем послеоперационном периоде.

Через три месяца после уретропластики часть пациентов каждой группы была дополнительно включена в программу пенильной реабилитации (группа контроля была разделена на K1 и K2, основная группа на O1 и O2). В рамках данного этапа использовалась лазерно-вакуумная терапия в сочетании с курсовым приёмом ингибиторов фосфодиэстеразы-5 (ФДЭ-5) по показаниям.

Оценка эффективности проводимой реабилитации включала клиническое обследование, урофлоуметрию, ультразвуковую оценку остаточного объёма мочи, лабораторные исследования, а также использование психометрических шкал и опросников. Особое внимание уделялось оценке состояния пациентов с использованием категорий Международной классификации функционирования, ограничений жизнедеятельности и здоровья (МКФ).

Статистическая обработка данных проводилась с использованием современных методов математической статистики. Применялись методы описательной статистики, сравнительный анализ, корреляционный анализ, а также ROC-анализ для определения прогностической значимости клинко-функциональных показателей. Статистическую обработку данных проводили с помощью программного пакета «Statistica» (версия 12.6). Для проведения логистического регрессионного анализа был использован программный комплекс MedCalc® portable v. 20.013 (Medcalc Software Ltd 2021). Принадлежность выборок в рамках выделенных групп и подгрупп к нормальному распределению устанавливали на основании критериев Колмогорова-Смирнова (для выборки объёмом более 50 больных) и Шапиро-Уилка (для выборки объёмом до 50 больных). Оценку различий между группами устанавливали с помощью Т-критерия Стьюдента при $p < 0,05$. Результаты представляли в виде: $M \pm m$ (где M — среднее значение показателя, m — ошибка средней). Достоверность различий между относительными показателями, выраженными в %, определяли, используя угловое преобразование Фишера [16].

Результаты

На этапе включения в исследование у всех пациентов выявлялись клинически значимые проявления инфравезикальной обструкции, обусловленные стриктурой передней уретры. Ведущими жалобами являлись ослабление струи мочи, затруднённое и прерывистое мочеиспускание, ощущение неполного опорожнения

мочевого пузыря, а также учащённые позывы к мочеиспусканию. У части пациентов отмечались эпизоды инфекций мочевыводящих путей и боли в промежностной области.

Таблица 1. Динамика частоты жалоб пациентов со стриктурами передней уретры после проведения пластической операции и применения различных схем терапии в послеоперационном периоде

Субъективный признак (жалоба)		Частота жалоб (%)	
		Контрольная группа (n=62)	Основная группа (n=62)
Слабая, тонкая струя мочи	до лечения	100,0	100,0
	после лечения	12,9*	4,8*#
Натуживание при мочеиспускании	до лечения	85,5	83,9
	после лечения	19,4*	6,5*#
Чувство боли и рези при мочеиспускании	до лечения	58,1	61,3
	после лечения	45,2	21,0*#
Чувство дискомфорта при мочеиспускании	до лечения	46,8	51,6
	после лечения	35,5	14,5*#
Капание мочи после мочеиспускания	до лечения	66,1	67,7
	после лечения	17,7*	4,8*#
Чувство неполного опорожнения мочевого пузыря	до лечения	82,3	77,4
	после лечения	19,4*	6,5*#
Эректильная дисфункция	до лечения	45,2	48,4
	после лечения	59,7*	40,3#

Примечание: * достоверное различие между показателями до и после лечения по угловому преобразованию Фишера; # - достоверное различие между показателями контрольной и основной групп по угловому преобразованию Фишера

По данным урофлоуметрии средние значения максимальной скорости потока мочи (Q_{max}) были снижены и соответствовали выраженной степени инфравезикальной обструкции. Объём остаточной мочи превышал референсные значения, что указывало на функциональную перегрузку детрузора и риск развития вторичных изменений мочевого пузыря.

Таблица 2. Динамика параметров УФМ у пациентов со стриктурами передней уретры после проведения пластической операции и применения различных схем терапии в послеоперационном периоде

Показатель, ед. изм.	Контрольная группа (n=62)	Основная группа (n=62)
Q_{max} , мл/с	до лечения	8,8±0,25
	после лечения	7,8±0,23
Q_{ave} , мл/с	до лечения	24,6±0,71*
	после лечения	29,1±0,87*#
	до лечения	5,4±0,17
	после лечения	4,9±0,15
	11,3±0,34*	13,9±0,37*#

Примечание: * достоверное различие между показателями до и после лечения при $p < 0,05$; # - достоверное различие между показателями контрольной и основной групп при $p < 0,05$.

Психометрическая оценка продемонстрировала снижение показателей качества жизни, связанного с мочеиспусканием, а также признаки тревожно-депрессивных реакций, обусловленных хроническим течением заболевания. У значительной части пациентов до операции регистрировались различные степени нарушения эректильной функции.

Таблица 3. Динамика параметров психометрических тестов у пациентов со стриктурами передней уретры после проведения пластической операции и применения различных схем терапии в послеоперационном периоде

Показатель, ед. изм.	Контрольная группа (n=62)	Основная группа (n=62)
HADS: оценка тревожности, балл	до лечения	12,9±0,28
	после лечения	13,3±0,31
	10,7±0,24*	8,9±0,21*#
	до лечения	10,1±0,25
		10,4±0,26

HADS: оценка депрессии, балл	после лечения	8,7±0,21*	7,6±0,19 [#]
IPSS, балл	до лечения	22,5±0,52	23,8±0,58
	после лечения	18,3±0,40*	14,5±0,33 [#]
QoL, балл	до лечения	4,5±0,11	4,2±0,09
	после лечения	2,9±0,07*	1,9±0,05 [#]
МИЭФ-5, балл	до лечения	15,2±0,35	15,9±0,38
	после лечения	12,3±0,29*	12,8±0,32*
EQ VAS, усл. ед.	до лечения	48,3±1,16	43,1±1,08
	после лечения	67,9±1,71*	78,8±1,97 [#]

Примечание: * достоверное различие между показателями до и после лечения при $p < 0,05$; [#] - достоверное различие между показателями контрольной и основной групп при $p < 0,05$.

Применение комплексного магнитолазерного воздействия в основной группе сопровождалось более благоприятным течением раннего послеоперационного периода по сравнению с контрольной группой. Уже в первые дни после операции у пациентов основной группы отмечалось достоверное снижение выраженности болевого синдрома, что позволяло уменьшить потребность в анальгетических препаратах.

Выраженность послеоперационного отёка и воспалительной реакции в зоне хирургического вмешательства была значительно ниже у пациентов, получавших физиотерапию. Это подтверждалось как клиническими данными, так и результатами ультразвукового исследования мягких тканей промежности.

Достоверное положительное влияние комплексной терапии с применением магнитолазерного воздействия проявилось также в сокращении сроков дренирования уретры, продолжительности пребывания пациентов в стационаре после проведения уретропластики и в частоте развития осложнений в раннем послеоперационном периоде

Таблица 4. Влияние дополнительного использования магнитолазерной терапии на сроки дренирования уретры, продолжительность пребывания пациентов в стационаре после проведения уретропластики и частоту развития осложнений

Показатель, ед. изм.	Контрольная группа (n=62)	Основная группа (n=62)
Срок дренирования уретры, дни	15,3±0,38	11,8±0,27*
Послеоперационный койко-день, дни	17,4±0,45	12,9±0,39*
Осложнения в раннем послеоперационном периоде, %	30,6	9,7*

Примечание: * достоверное различие между показателями до и после лечения при $p < 0,05$;

К моменту удаления уретрального катетера у пациентов основной группы наблюдалось более быстрое восстановление самостоятельного мочеиспускания. Показатели $Q_{\max}$ были достоверно выше, а объём остаточной мочи — ниже по сравнению с контрольной группой. В отдалённом периоде наблюдения (6 и 12 месяцев после операции) положительная динамика уродинамических показателей сохранялась. У пациентов основной группы отмечалась стабильная проходимость уретры, отсутствие признаков рестеноза и сохранение адекватных показателей мочеиспускания.

Таблица 5. Результаты оценки показателей УФМ у пациентов после пластической операции на передней уретре в отдалённом периоде

Показатель, ед. изм.		Группа контроля	Основная группа
$Q_{\max}$, мл/с	после лечения	24,8±0,60	29,3±0,69 [#]
	через 6 месяцев	27,2±0,69*	32,7±0,80 [#]
	через 12 месяцев	26,9±0,61*	31,4±0,75 [#]
Q_{ave} , мл/с	после лечения	11,5±0,29	13,8±0,32 [#]
	через 6 месяцев	12,7±0,26*	18,5±0,46 [#]
	через 12 месяцев	12,2±0,32	18,6±0,44 [#]

Примечание: * достоверное различие между показателями до и после лечения при $p < 0,05$; [#] - достоверное различие между показателями контрольной и основной групп при $p < 0,05$

В контрольной группе чаще регистрировались признаки прогрессирующего рубцевания, что проявлялось снижением Qmax и увеличением объема остаточной мочи. В ряде случаев это потребовало проведения дополнительных диагностических и лечебных мероприятий.

Через три месяца после уретропластики у значительной части пациентов выявлялись признаки эректильной дисфункции различной степени выраженности. Включение лазерно-вакуумной терапии в программу реабилитации сопровождалось достоверным улучшением показателей эректильной функции.

По данным опросника МИЭФ отмечалось увеличение суммарного балла, а также достоверное улучшение доменов, отражающих качество эрекции, удовлетворённость половым актом и общую сексуальную удовлетворённость. Положительный эффект сохранялся на протяжении всего периода наблюдения.

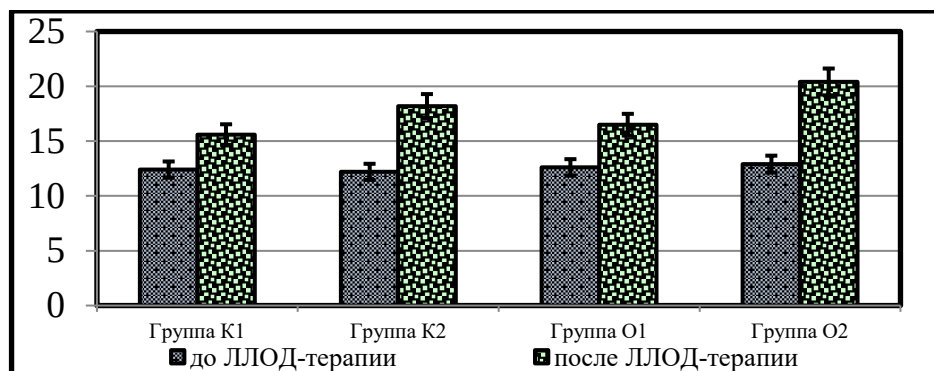


Рисунок 1. Влияние ЛЛОД-терапии на динамику показателей психометрического теста МИЭФ-5 у пациентов в отдаленном послеоперационном периоде после проведенной уретропластики

Применение категорий Международной классификации функционирования, ограничений жизнедеятельности и здоровья позволило провести комплексную оценку результатов реабилитации. У пациентов основной группы отмечалось значимое улучшение функций мочеиспускания, сексуальной функции, уровня активности и участия в социальной жизни.

Использование МКФ позволило объективизировать клинические результаты и продемонстрировать системный характер положительного влияния лечебных физических факторов.

Обсуждение

Результаты проведенного исследования подтверждают высокую эффективность комплексного применения лечебных физических факторов в реабилитации пациентов после пластической операции на передней уретре. Магнитолазерная терапия, применяемая в раннем послеоперационном периоде, оказывает выраженное влияние на ключевые патогенетические звенья послеоперационного процесса.

Снижение воспалительной реакции, уменьшение отека и улучшение микроциркуляции создают благоприятные условия для регенерации тканей и формирования функционально полноценного рубца. Это, в свою очередь, снижает риск рестеноза уретры и обеспечивает более стабильные отдаленные результаты лечения.

Лазерно-вакуумная терапия продемонстрировала высокую эффективность в восстановлении эректильной функции. Улучшение кровоснабжения кавернозных тел, стимуляция эндотелиальной функции и активация нейрорегенеративных процессов позволяют рассматривать данный метод как важный компонент пенильной реабилитации после уретропластики.

Сравнение полученных результатов с данными отечественных и зарубежных исследований подтверждает целесообразность комплексного физиотерапевтического подхода. В отличие от изолированного применения отдельных методов, сочетанное использование физических факторов обеспечивает синергетический эффект и более выраженный клинический результат.

Особое значение имеет использование МКФ как инструмента оценки эффективности реабилитации. Данный подход позволяет выйти за рамки традиционных клинических показателей и оценить влияние лечения на функционирование пациента в целом [17].

Заключение

Комплексное применение магнитолазерной терапии в раннем послеоперационном периоде и лазерно-вакуумной терапии на этапе пенильной реабилитации обеспечивает достоверное улучшение клинико-функциональных результатов лечения пациентов после уретропластики. Использование лечебных физических факторов способствует снижению частоты осложнений, профилактике рецидивов и повышению качества жизни пациентов.

Разработанная программа медицинской реабилитации может быть рекомендована для внедрения в клиническую практику урологических и реабилитационных центров.

Перспективным направлением дальнейших работ является дальнейшее изучение механизмов синергетического взаимодействия физических факторов, а также разработка персонализированных программ реабилитации с учётом индивидуальных клинико-функциональных характеристик пациентов.

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES:

1. Mundy A.R., Andrich D.E. Urethral strictures. *BJU Int.* 2011;107(1):6-26.
2. Verla W., Oosterlinck W., Spinoit A.F., Waterloos M. A Comprehensive Review Emphasizing Anatomy, Etiology, Diagnosis, and Treatment of Male Urethral Stricture Disease. *Biomed Res Int.* 2019;2019:9046430. doi: 10.1155/2019/9046430.
3. Hampson L.A., McAninch J.W., Breyer B.N. Male urethral strictures and their management. *Nat Rev Urol.* 2014;11(1):43-50.
4. Santucci R.A., Joyce G.F., Wise M. Male urethral stricture disease. *J Urol.* 2007; 177(5): 1667–1674.
5. Lumen N., Campos-Juanatey F., Greenwell T., Martins F.E., Osman N.I. [et al]. European Association of Urology Guidelines on Urethral Stricture Disease (Part 1): Management of Male Urethral Stricture Disease. *Eur Urol.* 2021;80(2):190-200.
6. Palminteri E., Berdondini E., Verze P., De Nunzio C., Vitarelli A. [et al]. Contemporary urethral stricture characteristics in the developed world. *Urology.* 2013;81(1):191-196.
7. Barbagli G., Guazzoni G., Lazzeri M. One-stage bulbar urethroplasty: retrospective analysis of the results in 375 patients. *Eur Urol.* 2008;53(4):828–833.
8. Mershon J.P., Baradaran N. Recurrent Anterior Urethral Stricture: Challenges and Solutions. *Res Rep Urol.* 2021;13:237-249.
9. Calleja Hermosa P., Campos-Juanatey F., Varea Malo R., Correás Gómez M.Á., Gutiérrez Baños J.L. Trauma and Reconstructive Urology Working Party of the European Association of Urology Young Academic Urologists. Sexual function after anterior urethroplasty: a systematic review. *Transl Androl Urol* 2021;10(6):2554-2573.
10. Медицинская реабилитация при заболеваниях и повреждениях органов мочевого выделения / В.А. Епифанов, Н.Б. Корчажкина [и др]. – М.: ГЭОТАР-Медиа, 2019: 528.
Medical rehabilitation for diseases and injuries of the urinary organs / V.A. Epifanov, N.B. Korchazhnikina [et al.]. - M.: GEOTAR-Media, 2019: 528. (In Russ.).
11. Абдулаев И.А., Поляков Н.В., Казаченко А.В., Аполихин О.И., Каприн А.Д. Анализ результатов и осложнений после повторной пластики рецидивных стриктур уретры. Экспериментальная и клиническая урология 2024;17(1):156-164.
Abdulaev I.A., Polyakov N.V., Kazachenko A.V., Apolikhin O.I., Kaprin A.D. Analysis of results and complications after repeat plastic surgery for recurrent urethral strictures. *Experimental and Clinical Urology* 2024; 17 (1): 156-164. (In Russ.).
12. Пелишенко Т.Г., Круглова Л.С., Нагорнев С.Н. Комплексное применение лечебных физических факторов при поведении медицинской реабилитации пациентов с полипозным риносинуситом, ассоциированным с бронхиальной астмой. *Russian Journal of Environmental and Rehabilitation Medicine.* 2023; 4: 32-39.
Pelishenko T.G., Kruglova L.S., Nagornev S.N. Complex application of therapeutic physical factors in the medical rehabilitation of patients with polypous rhinosinusitis associated with bronchial asthma. *Russian Journal of Environmental and Rehabilitation Medicine.* 2023; 4: 32-39. (In Russ.).
13. Синельников Л.М., Протошак В.В., Шестаев А.Ю., Карпушенко Е.Г., Янцев А.А. Стриктура уретры: современное состояние проблемы (обзор литературы). Экспериментальная и клиническая урология. 2016;2:80–87.
Sinelnikov L.M., Protoshchak V.V., Shestaev A.Yu., Karpushchenko E.G., Yancev A.A. Urethral stricture: the current state of the problem (literature review). *Experimental and Clinical Urology.* 2016; 2: 80–87. (In Russ.).
14. Терешин А.Т., Сосновский И.Б., Дмитренко Г.Д., Третьяков А.А. Лечение эректильной дисфункции у больных хроническим простатитом с применением вибромагнитолазерного воздействия. *Урология.* 2012;(5):57–60, 62–63.
Tereshin A.T., Sosnovsky I.B., Dmitrenko G.D., Tretyakov A.A. Treatment of erectile dysfunction in patients with chronic prostatitis using vibromagnetic laser exposure. *Urology.* 2012;(5):57–60, 62–63. (In Russ.).
15. Sultana A., Grice P., Vukina J., Pearce I., Modgil V. Indications and characteristics of penile traction and vacuum erection devices. *Nat Rev Urol.* 2022;19(2):84-100.
16. Баврина А.П. Современные правила использования методов описательной статистики в медико-биологических исследованиях. *Медицинский альманах.* 2020; 2: 95–104.
Bavrina A.P. Modern rules for using descriptive statistics methods in biomedical research. *Medical Almanac.* 2020; 2: 95–104. (In Russ.).
17. 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.
Pelishenko 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.).

RESULTS OF MEDICAL REHABILITATION IN THE COMPLEX TREATMENT OF PATIENTS AFTER ANTERIOR URETHRAL PLASTIC SURGERY

V.A. Shchekochikhin, L.S. Kruglova

Central State Medical Academy of the Presidential Administration of the Russian Federation

Abstract. Anterior urethral strictures in men represent one of the most pressing and socially significant problems in modern urology. The high prevalence of the disease, its tendency to recurrence, and its significant negative impact on patients' quality of life necessitate the search for and implementation of new, effective approaches not only to surgical treatment but also to postoperative medical rehabilitation. Although urethroplasty is currently recognized as the "gold standard" for the treatment of urethral strictures, even with technically flawless surgery, some patients still experience functional impairment, inflammatory changes, and erectile dysfunction. This article presents the results of a prospective, randomized study evaluating the effectiveness of combined physical therapy—magnetic laser therapy and laser-vacuum therapy—in the rehabilitation of patients following anterior urethral plastic surgery. It is demonstrated that incorporating physiotherapy into standard postoperative care significantly improves clinical and functional outcomes, reduces the incidence of complications and recurrences, and enhances patients' quality of life in the early and late follow-up periods.

Keywords: urethral stricture, urethroplasty, medical rehabilitation, physiotherapy, magnetic laser therapy, laser-vacuum therapy, erectile dysfunction.

Сведения об авторах

Щекокихин Владимир Алексеевич – аспирант кафедры физической и реабилитационной медицины с курсом клинической психологии и педагогики ФГБУ ДПО «ЦГМА»; E-mail: shch.v@mail.ru. ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-4392-7749>

Круглова Лариса Сергеевна – д-р мед. наук, профессор, ректор ФБГУ ДПО «ЦГМА»; E-mail: kruglovals@mail.ru. ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-5044-5265>

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
rjerm@nmicrk.ru
8-499-277-01-05 доб.1069

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.

[Журнал основан в 2012 году]