



# **RUSSIAN JOURNAL OF REHABILITATION MEDICINE**

**Российский журнал восстановительной медицины**

## **№4**

**Москва © 2021**



## РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

### Главный редактор:

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

### Заместители главного редактора:

Фесюн Анатолий Дмитриевич, д.м.н.

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

Водянова Мария Александровна, к.б.н.

### Ответственный редактор:

Яковлев Максим Юрьевич, д.м.н.

### Ответственный секретарь:

Березкина Елена Сергеевна, к.б.н.

## ЧЛЕНЫ РЕДКОЛЛЕГИИ

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

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

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

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

Бояринцев Валерий Владимирович, д-р мед наук, проф.

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

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

Гильмутдинова Лира Тагатовна, 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., проф.

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) – зам. 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)

Владимирский Евгений Владимирович, д.м.н., проф. (Пермь)

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

Гигинейшвили Георгий Ревазович, д.м.н., проф. (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)

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 область)

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

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

Giancarlo Pantaleoni, проф. (Рим, Италия)

Olga Palumbo (Лугано, Швейцария)

Umberto Solimene, проф. (Милан, Италия)

## НЕСПЕЦИФИЧЕСКИЕ МЕХАНИЗМЫ РЕАЛИЗАЦИИ БИОЛОГИЧЕСКОГО ПОТЕНЦИАЛА ПРИРОДНЫХ ФАКТОРОВ В СИСТЕМЕ ГОРМОНАЛЬНОЙ РЕГУЛЯЦИИ ОБМЕНА УГЛЕВОДОВ И ЛИПИДОВ

Фролков В.К., Нагорнев С.Н.\*

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

**Резюме.** В статье анализируются роль инсулина и кортизола в регуляции энергетических процессов и восстановительных реакций при действии физических факторов: питьевых минеральных вод, гипоксии и физических нагрузок. Показано, что при неблагоприятных воздействиях острого и хронического характера организм человека реагирует типовыми ответными реакциями, обеспечивающими адекватной перестройкой энергостатуса. Физические факторы, обладая некоторым стрессорным потенциалом, активируют гормональный контроль обмена углеводов и липидов и тем самым способствуют формированию неспецифической резистентности организма к действию патогенных факторов. Предполагается, что ведущую роль в формировании этого феномена принадлежит увеличению чувствительности организма к действию инсулина.

**Ключевые слова:** природные физические факторы, гормональная регуляция энергостатуса, метаболический синдром.

### Введение

До настоящего времени нет четкого представления о механизмах лечебно-профилактического действия природных физических факторов, тем более, что далеко не всегда удается в этом плане строить объяснения и гипотезы на специфических особенностях каждого фактора. Между тем, не вызывает сомнений, что для многих из них характерно наличие неспецифического действия на организм пациента, что позволяет применять эти факторы при заболеваниях с принципиально разным этиопатогенезом. С другой стороны, накоплено достаточно много фактов о влиянии различных физических факторов секрецию гормонов метаболического типа действия, включая инсулин и

---

\* Адрес для переписки:  
Нагорнев Сергей Николаевич, drnag@mail.ru

кортизол, которые принимают самое активное участие в регуляции энергетического гомеостаза, активация которого может быть связана с формированием и развитием процессов самовосстановления. Есть некоторое основание полагать, что угнетение взаимодействия инсулина с рецепторами на клеточной мембране является ключевым механизмом общепатологического процесса, характерного для многих соматических заболеваний, в первую очередь, метаболического синдрома, тогда как усиление инсулинрецепторной взаимосвязи становится основой оптимизации энергетического обеспечения восстановительных процессов. Кроме того, динамические изменения инсулин-кортизолового контроля углеводного обмена, отработанные в процессе эволюции человека и совершенствующие адаптационные реакции, характерны и для ответных реакций организма на применение природных и физических факторов. Анализ этой проблемы и посвящена настоящая статья.

### **Результаты исследования и их обсуждение**

Исследования последних лет убедительно свидетельствуют о важной роли нарушений метаболических реакций в механизмах развития соматических заболеваний, их хронизации и обострения. Это связано с тем, что, нарушения обмена веществ создают благоприятную почву для снижения функциональных резервов различных органов и систем, способствуют формированию энергодифицитных состояний. Все это интегрируется в уменьшение активности саногенетических реакций и зачастую является причиной возникновения неспецифических патологических синдромов, которые значительно усугубляют течение основного заболевания. Среди последних особенно выделяется метаболический синдром (МС), ассоциирующийся с рядом распространённых, в первую очередь сердечно-сосудистых заболеваний [1,2].

МС в последние годы привлекает пристальное внимание эндокринологов, кардиологов, врачей общей практики. За последние 5 лет в базе данных Pubmed по состоянию на 06.06.13 представлено 4063 обзорных и 20491 оригинальных статей по разным аспектам МС. Такой активный интерес к проблеме МС обусловлен в первую очередь широким распространением данного симптомокомплекса. В индустриальных странах МС страдает от 10 до 20 % населения старше 30 лет, В США — до 25 %. Профилактика, лечение и реабилитация пациентов с МС составляет актуальный аспект современного здравоохранения, поскольку, с одной стороны, это состояние предшествует возникновению таких болезней, как сахарный диабет (СД) 2 типа и атеросклероз, являющихся в настоящее время основными причинами повышенной смертности, с другой

стороны оно является обратимым, т.е. при соответствующем лечении можно добиться исчезновения или, по крайней мере, уменьшения выраженности основных его проявлений.

До настоящего времени нет единого мнения о первопричине метаболических нарушений в патогенезе МС. Одни авторы считают, что наследственная предрасположенность к инсулинорезистентности и ожирению в сочетании с низкой физической активностью и избыточным питанием определяет развитие ожирения и тканевой инсулинорезистентности и как следствие этого – компенсаторной гиперинсулинемии. Гиперинсулинемия сначала снижает чувствительность, а затем и блокирует инсулиновые рецепторы, вследствие чего поступающие с пищей глюкоза и жиры депонируются жировой тканью. Это еще больше усиливает инсулинорезистентность. С другой стороны, гиперинсулинемия подавляет распад жиров, что способствует прогрессированию ожирения. Образуется порочный круг. Постоянная гиперинсулинемия истощает секреторный аппарат бета-клеток поджелудочной железы, что приводит к нарушению толерантности к глюкозе.

В настоящее время многие исследователи сходятся во мнении, что ключевую роль в развитии и прогрессировании МС играет ожирение абдоминально-висцерального типа. Поэтому диетотерапия и физические нагрузки являются лечебно-профилактическими мероприятиями первой очереди. Они же остаются обязательным компонентом и в комплексном применении с фармакологическими препаратами [3].

Несмотря на то, что практически все исследователи признают важную роль инсулиновой резистентности, по-видимому, обусловленную нарушением инсулин-рецепторного взаимодействия или пострецепторных биохимических процессов, лекарственных препаратов, обладающих в этом плане качеством «золотой пули» Пауля Эрлиха еще не разработано.

Значительно чаще встречаются фармацевтические препараты, избирательно воздействующие на те или иные патологические проявления МС – дислипидемию, артериальную гипертонию, нарушение глюкозной толерантности, хотя эпизодически появляются сведения о том, что найдено средство (например, метформин), которое улучшает чувствительность организма к инсулину. Однако известные побочные эффекты лекарственной терапии и высокая стоимость современных препаратов обуславливают приоритетность применения нефармакологических подходов.

Центральным звеном в гормональной регуляции обмена веществ является инсулин - практически единственный гормон, обладающий гипогликемическим действием. Особо следует подчеркнуть, что нарушение углеводного обмена всегда происходит в первую

очередь, тогда как негативные изменения в обмене липидов накапливаются постепенно и становятся манифестными только через несколько лет.

Гипергликемия чаще всего является целесообразной реакцией, поскольку способствует мобилизации энергоресурсов, однако запасов гликогена, как правило, хватает ненадолго. Поэтому при длительно текущих процессах интенсификация энергостатуса обеспечивается за счет глюконеогенеза, основным координатором которого является кортизол. Однако адекватный метаболизм глюкозы требует участия инсулина, поэтому изучение динамических процессов в инсулин-кортизоловом обеспечении обмена углеводов является актуальной задачей.

Эта проблема интересна и с других позиций. Известно, что инсулин, кортизол и глюкоза принимают активное участие в формировании приспособительных реакций на всех этапах адаптогенеза – от активации стрессорных механизмов до увеличения мощности стресс-лимитирующих систем (эндогенных опиатов, ферментов антиоксидантной защиты).

Анализ данных литературы и результатов собственных исследований позволяет вычленить несколько фаз в изменении инсулин-кортизолового взаимодействия при регуляции гликемии (рис. 1).

При действии сильных внешних раздражителей, остром стрессе, обострении заболеваний отмечается преобладание адренергических механизмов, которые через активацию альфа-адренорецепторов способствуют торможению продукции инсулина и усилению секреции глюкагона, что трансформируется в мощный гипергликемический эффект.

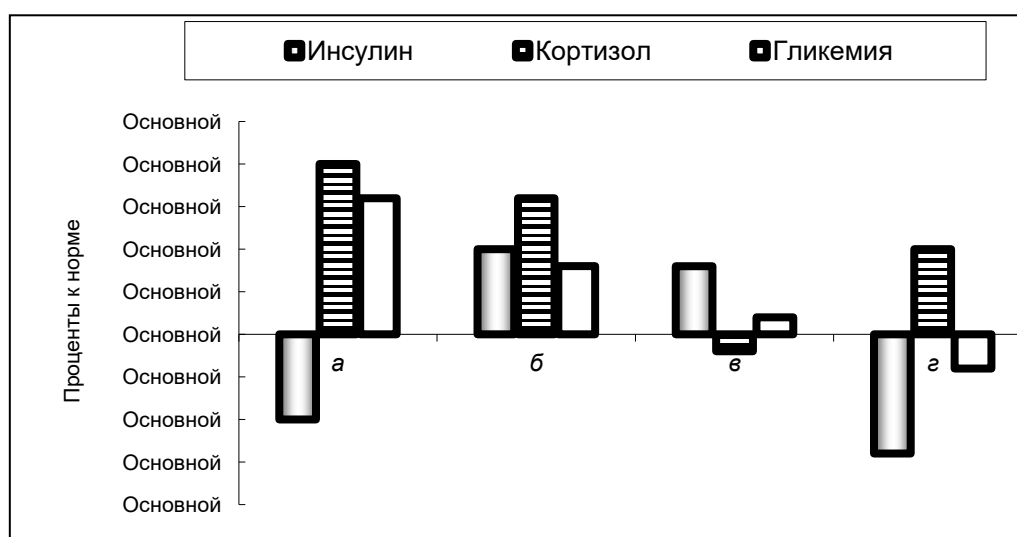


Рисунок 1. Основные фазы изменения инсулин-кортизолового обеспечения углеводного обмена при различных состояниях

Практически одновременно усиливается активность гипофизарно-надпочечниковой системы – возрастает уровень в крови АКТГ и кортизола (рис. 1а). Если действие стрессорного фактора продолжительно по времени, то адренергические механизмы реализуются через бета-адренорецепторы инсулоцитов: уровень инсулина в крови возрастает, а глюкагона – снижается. Секреция кортизола остается повышенной, поскольку гипергликемия обеспечивается за счет расщепления и преобразования липидов и белков (рис. 1б). Эта фаза отмечена в исследованиях, посвященных изучению взаимосвязи гормональных систем при длительном действии экстремальных факторов. В таких ситуациях часто отмечается гиперкортизолемиа на фоне повышенной секреции инсулина – то есть, действие факторов, обеспечивающих стабильное и длительное увеличение образования глюкозы, дополняется активацией механизмов, контролирующих пути ее "полноценного" метаболизма. При этом, такой тип инсулин-кортизоловой регуляции обмена углеводов при неблагоприятных условиях считается наиболее адекватным. Аналогичная реакция характерна и для большинства заболеваний при их спокойном течении [4].

Со временем повышенная секреция инсулина становится причиной постепенно формирующейся резистентности клеток к этому гормону, что провоцирует не только дальнейший рост гипергликемии, но и, что значительно хуже, нарушение обмена липидов. Начинает развиваться МС со всеми вытекающими последствиями – атеросклероз, ишемия миокарда и мозга, инсульт или инфаркт. Если в силу различных обстоятельств начинают преобладать саногенетические процессы, то на фоне некоторой гиперинсулинемии наблюдается снижение продукции глюкокортикоидов при нормализации гликогемеостаза (рис. 1в). Этот тип реакции отмечается при успешных результатах лечения язвенной болезни, сахарного диабета, постваготомических состояний и других заболеваний, а также при длительной адаптации к условиям крайнего Севера.

Состояние повышенной резистентности к действию неблагоприятных факторов (эффект первичной профилактики) реализуется при некотором повышении секреции кортизола на фоне сниженной продукции инсулина и достаточно низкой гликемии, что свидетельствует о чрезвычайно высокой метаболической эффективности регуляции обмена веществ (рис. 1г). Этот феномен отмечается, в частности, при комплексном воздействии факторов горного климата [5,6] и при профилактических курсах приема минеральных вод у здоровых животных [6].

Интересно отметить, что в основе саногенетических реакций, обеспечивающих регресс метаболического синдрома, лежит повышение активности системы



антиоксидантной защиты, которая, по-видимому, за счет увеличения стабильности липидного комплекса мембраны клеток, способствует улучшению сродства инсулина с рецепторами. Примечательно, что факторы, стимулирующие секрецию инсулина (минеральные воды, гипоксия), одновременно усиливают активность ферментов антиоксидантной защиты (каталазы, супероксиддисмутазы) и при этом снижается концентрация в крови малонового диальдегида [6].

В общем виде схема алгоритма реализации метаболических эффектов инсулина и кортизола при активации саногенетических реакций представлена на рис. 2.

Представляется важным проанализировать возможность направленного воздействия на эту весьма сложную функциональную систему, поскольку ее способность преобразовывать специфические особенности лечебного воздействия в неспецифические эффекты (усиление адаптивной саморегуляции функций, снижение чувствительности к действию патогенных и неблагоприятных факторов и т.п.) весьма интересна в плане восстановительной медицины. Сразу отметим, что филогенетически эти реакции формировались как ответные на сильное воздействие, т.е. первоначально активизируются стрессорные механизмы (симпатико-адреналовая и гипофизарно-надпочечниковая системы) и лишь затем происходит усиление стресс-лимитирующих систем различного уровня, в которые входит и инсулин-кортизоловый алгоритм управления метаболическими процессами.

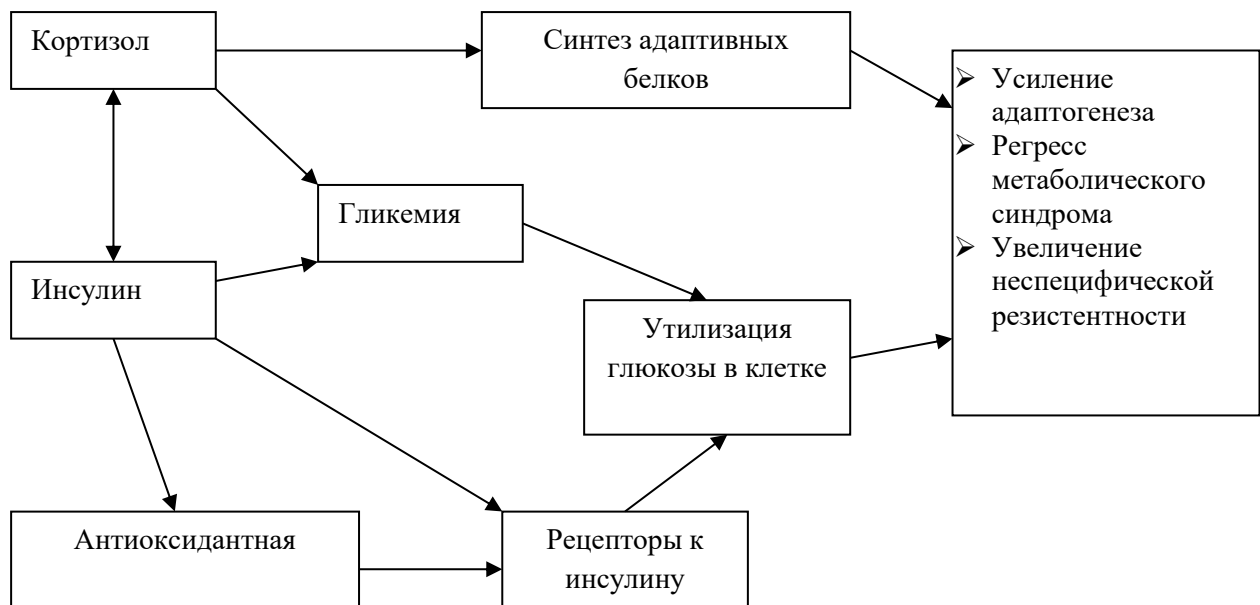


Рисунок 2. Принципиальная схема метаболического алгоритма реализации саногенетических реакций

Можно ли управлять этим процессом минуя первую стадию? Можно ли целенаправленно влиять только на стресс-лимитирующие системы? Можно ли разорвать естественную, эволюционно сформировавшуюся последовательность реакций для получения желаемого эффекта? Ответ на эти вопросы имеют большое значение в методологическом плане. Если предположить, что такой тип воздействия возможен (а в настоящее время научных исследований, посвященных изучению стресс-лимитирующих механизмов, очень много), то надо признать, что попытки оказать то или иное прямое влияние на эти реакции мало отличаются от лекарственной терапии, которая имеет свои плюсы и минусы, в частности, побочные эффекты. Эта проблема становится особенно актуальной в связи с увеличением в последние годы количества публикаций, посвященных роли нефармакологических средств и методов в лечении МС [7-12].

Есть основания полагать, что увеличение мощности стресс-лимитирующих систем вообще невозможно без соответствующей первично развивающейся стрессорной реакции. Так, при первом приеме минеральной воды, в первые сутки пребывания в горной местности, при проведении первого сеанса акупунктуры сначала отмечается повышение активности гипофизарно-надпочечниковой системы и лишь затем при длительном воздействии (через несколько дней или процедур) отмечается повышение уровня в крови эндогенных опиоидных пептидов, увеличение активности ферментов антиоксидантной защиты, повышение сродства инсулина с рецепторами.

Можно предположить, что создание лечебно-профилактического алгоритма воздействия на метаболические процессы и повышение резистентности организма к действию патогенных факторов должно не только учитывать естественные, природой запрограммированные реакции, но и активно их использовать. Яркий пример справедливости этого постулата можно привести из тысячелетнего опыта традиционной медицины. Мощные растительные адаптогены (препараты женьшеня, полиасциса и т.п.) при первом применении обладают выраженным стимулирующим влиянием на гипофизарно-надпочечниковую систему, то есть провоцируют эндокринные реакции, характерные для стресса. Эти факты дают основание сформулировать один из основных тезисов восстановительной медицины – повышение уровня здоровья и/или восстановление функциональных резервов возможно только при напрягающих, тренирующих воздействиях и попытки активировать отдельные звенья сложного комплекса саногенетических реакций методологически неверно.

Очевидно, что получить желаемый конечный результат при таком типе воздействия можно только при условии достаточных резервов в тех системах, которые первыми вовлекаются в реакцию на действие фактора и в которых формируется стресс-инициирующий сигнал. Не вызывает сомнения (и клинические исследования полны

примерами такого рода), что недостаточные резервы могут быть причиной развития чрезмерной стрессорной реакции с дальнейшим срывом формирования всего комплекса процессов адаптации. Так, при язвенной болезни двенадцатиперстной кишки в фазе неполной ремиссии (и, тем более, обострения) прием среднеминерализованных вод приводит, как правило, к ухудшению состояния больных, тогда как в фазе ремиссии этого заболевания такое воздействие трансформируется в хороший терапевтический результат. В то же время, назначение маломинерализованных вод при обострении язвенной болезни практически всегда дает хороший эффект. Тот же феномен отмечается и при сахарном диабете.

Можно предположить, что в условиях недостаточности функциональных резервов у систем, воспринимающих биопотенциал лечебного фактора, необходимо такая сила воздействия, чтобы инициирующий стрессорный сигнал не превысил некоторого порога адекватности для данного состояния. Этот тезис очень интересен в теоретическом плане, но подобных исследований проводится пока еще очень мало. Главными достоинствами такого подхода является воздействие на собственные резервы организма, отсутствие побочных эффектов, связанных с химическим и физическими особенностями лекарственных препаратов, возможность тестирования и прогноза лечебно-профилактического эффекта по величине первой ответной реакции стрессорного типа.

Известно, что взаимодействие организма с природными и физическими факторами включает в себя не только специфическую компоненту, но и некий набор реакций неспецифического типа. Среди последних безусловно выделяются реакции приспособления, в рамках которых последовательно реализуются стресс-инициирующие и стресс-лимитирующие процессы.

Первый прием внутрь минеральной воды актуализирует деятельность органов пищеварения, временная архитектура ответных реакций организма выбивается из привычного ритма (минеральная вода способна вызвать нечто похожее на микродемпинг). В этих ситуациях для выбора адекватной модели формирования приспособительных реакций вплоть до полной компенсации «возмущений» в месте первичного контакта подключаются регуляторные системы высокого уровня физиологической интеграции, в том числе эндокринная система. Во-первых, при её участии реализуются многие компоненты стрессорных реакций. Во-вторых, гормоны оптимизируют метаболизм, перенаправляя энергетические потоки в нужное русло. В-третьих, те же гормоны, в конечном счете, как регуляторы деятельности исполнительных органов, контролируют формирование компенсаторных и приспособительных реакций. В пищеварительной системе эти проблемы решаются при участии гастроинтестинальных гормонов, многие из которых стимулируют секрецию инсулина и тем самым способствуют оптимизации метаболических реакций.

Результаты наших исследований по изучению влияния внутреннего приема минеральных вод на гормональную регуляцию метаболических реакций подтверждают все эти положения. Более того, в процессе адаптации к их внутреннему приему в организме формируются эндокринные реакции, биологический потенциал которых по принципу перекрестной адаптации способствует оптимизации метаболизма не только в органах пищеварения, но и в организме в целом. Практическим результатом такой перестройки является оптимизация энергетического метаболизма, что обеспечивает более эффективное функционирование его органов и систем в условиях влияния различных неблагоприятных факторов. Таким образом формируется состояние повышенной резистентности и реализуется феномен первичной профилактики. При наличии каких-либо патологических нарушений, этот накопленный адаптационный потенциал может реализоваться в виде активации процессов саногенеза.

В наших исследованиях этот феномен показан на примере возможности компенсации нарушений метаболизма углеводов и липидов за счет усиления ранней фазы секреции инсулина и актуализации инсулин-рецепторного взаимодействия в пищеварительный период путём внутреннего приёма минеральных вод. В отличие от лекарственных препаратов они не привносят в организм никаких чужеродных веществ или какой-либо новой информации, но при этом активируют резервные возможности организма.

Для гипоксического воздействия местом первичной реализации ее биологического потенциала является кардиореспираторная система, которая, адаптируясь к сниженной концентрации кислорода в крови, в значительной степени активизирует свою деятельность. Наличие стрессорного компонента, как минимум на начальном этапе, никто не отрицает и самым простым доказательством этого является повышение продукции глюкокортикоидов, усиление продукции эндогенной глюкозы и свободных жирных кислот. Однако в условиях хронической гипоксии мало получить дополнительные источники энергии (в виде глюкозы и НЭЖК), но их необходимо адекватно утилизировать до макроэргов, что в принципе невозможно без инсулина, а точнее без реализации его биопотенциала через инсулин-рецепторное взаимодействие.

Наши исследования подтверждают и это принципиальное положение. В эксперименте у лабораторных животных убедительно показано, что относительно мягкая гипоксия, соответствующая 1000 м над уровнем моря, эффективно стимулирует инсулиновую регуляцию обмена углеводов. Это, с одной стороны, повышает резервные возможности организма, а с другой – позволяет достаточно эффективно компенсировать метаболические нарушения при абдоминальном ожирении. Уместно будет вспомнить и тот факт, что условия горной местности являются одним из главных факторов, обеспечивающих появление большого числа долгожителей среди местного населения. Кроме того, показано,

что эффективность инсулиновой регуляции метаболизма глюкозы при пероральных нагрузках у лиц, длительно проживающих в горной местности, существенно выше, чем у жителей равнины [6].

Физические нагрузки обеспечивают не только повышение эффективности деятельности кардиореспираторной системы, но и является фактором, инициирующим адекватное энергетическое и пластическое обеспечение интенсивно работающим органам, среди которых нас в первую очередь привлекает сердечно-сосудистая система. Этот интерес обусловлен следующими причинами. Во-первых, метаболическое обеспечение кардиомиоцитов априорно требует участия гормонов, контролирующих обмен углеводов и липидов. Во-вторых, регулярные мышечные нагрузки способствуют оптимизации систем, контролирующих уровень артериального давления.

Нами установлено, что физические нагрузки в виде оздоровительного бега достаточно эффективно мобилизуют энергетические ресурсы и повышают резервные возможности сердечно-сосудистой системы, что наиболее наглядно проявляется при нагрузочных тестах. При этом одновременно актуализируется гормональная (в первую очередь, инсулиновая) регуляция метаболических реакций и, как нам удалось показать, в том числе за счет улучшения инсулин-рецепторного взаимодействия в виде повышения чувствительности организма к действию инсулина. А нарушение работы именно этого механизма и составляет суть МС. Поэтому не удивительно, что применение физических нагрузок оправдывает себя и как фактор первичной профилактики, и метода активизации метаболических реакций, что очень важно для пациентов с МС [6].

Таким образом, триада природных и физических факторов, изученная нами и предлагаемая в качестве комплексного компонента немедикаментозных технологий для укрепления здоровья, и активизации саногенетических процессов при лечении МС, включает в себя питьевые минеральные воды, гипоксическое воздействие и физические нагрузки. Имея разные точки первичного приложения своего биологического потенциала, эти факторы рано или поздно активизируют инсулиновую регуляцию обмена углеводов и липидов, что приводит к адекватному энергетическому обеспечению исполнительных органов, принимающих участие в адаптации к действующему фактору, и одновременно оптимизируют метаболические процессы в других органах и системах. Так, на наш взгляд, и происходит активизация саногенетических процессов и повышается резистентность организма к действию патогенных и неблагоприятных факторов (рис. 3).

Следует, впрочем, внести и разумные ограничения в перспективы практического использования этого феномена. Во-первых, повышение силы воздействия (увеличение концентрации солей в минеральных водах, глубины гипоксии и интенсивности физических тренировок) имеет определённые пределы. Например, увеличение минерализации воды до

15 и более г/л вызывает мощные стрессорные реакции, ответная реакция на которые требует не только значительных энергетических ресурсов, но зачастую превосходит резервные возможности органов системы пищеварения. Также с помощью выраженной гипоксии и чрезмерных физических нагрузок можно принести больше вреда, чем пользы и даже здоровый человек не всегда сможет адекватно отреагировать на предъявляемые к нему столь жесткие условия.

Особенно это важно при наличии того или иного патологического процесса, который ограничивает способность организма к адекватному ответу и даже относительно слабые природные факторы и физические нагрузки могут оказывать чрезмерное стрессорное воздействие. В наших исследованиях это отчетливо проявилось при применении достаточно нагрузочного комплекса у больных с МС, у части из которых отмечались нежелательные эффекты.

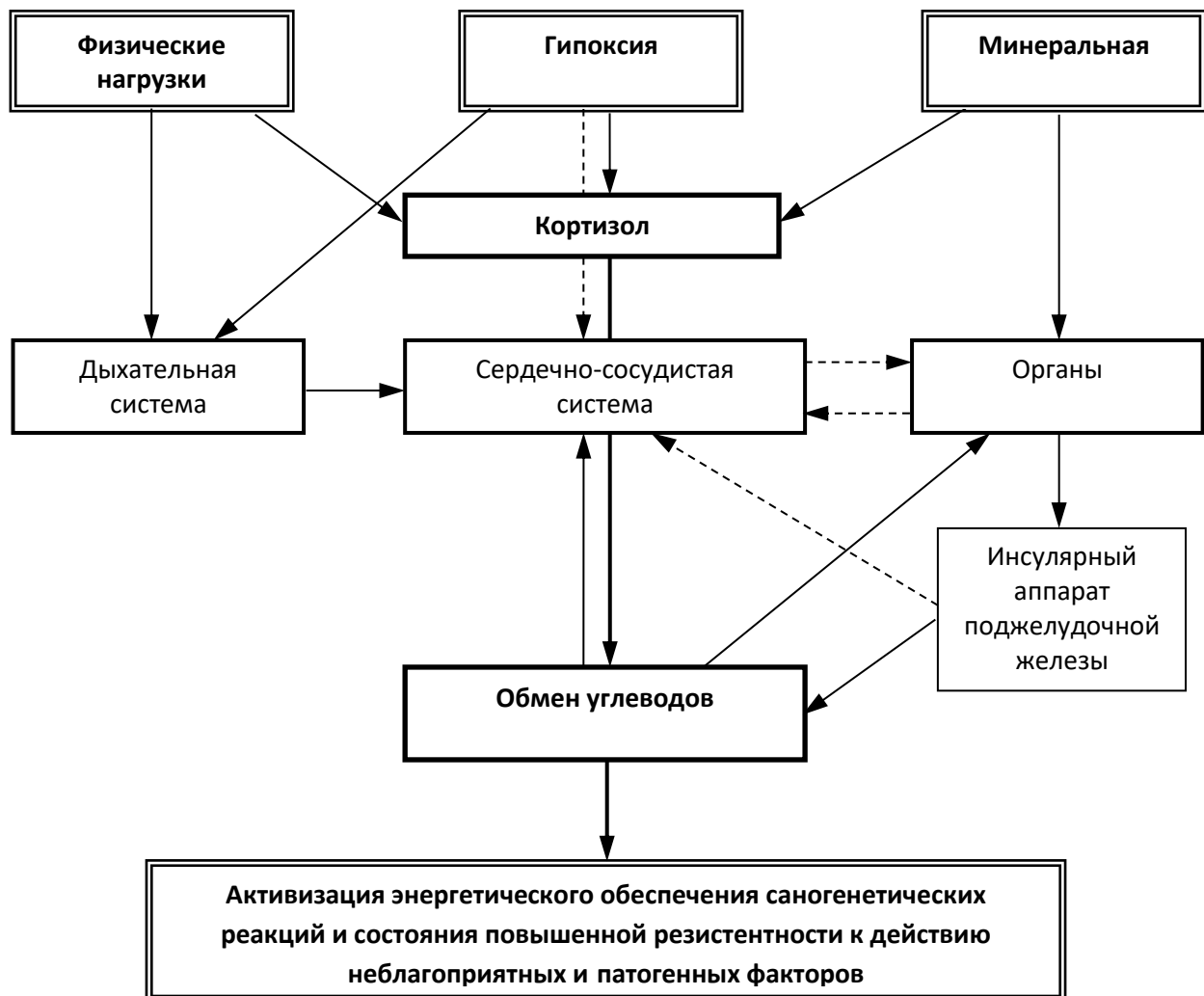


Рисунок 3. Схема реализации биологического потенциала природных и физических факторов через актуализацию энергетического метаболизма

Перспективным направлением развития предложенного нами подхода связано с полученными доказательствами взаимосвязи пониженных функциональных резервов организма и метеопатических реакций, результатами исследований по анализу стрессогенного влияния погодных условий на организм человека и по эффективности немедикаментозной терапии пациентов с метеозависимыми болезнями системы кровообращения [13,14,15].

### **Заключение**

Современные лечебно-профилактические и реабилитационные подходы к решению проблемы экспансии метаболического синдрома закономерно ориентируются на преимущественное применение нефармакологических средств и методов. Результаты проведенных исследований свидетельствуют, что адекватное применение питьевых минеральных вод, умеренной гипоксии, соответствующей высоте ~ 1000 м над уровнем моря и физической нагрузки эффективно воздействуют на основные патогенетические механизмы метаболического синдрома. Выявленные в процессе исследования закономерности действия этих факторов на стресс-реализующие и стресс-лимитирующие гормональные системы могут служить методологической основой дальнейших разработок патогенетически обоснованных алгоритмов применения природных и преформированных факторов для коррекции метаболических нарушений и профилактики развивающихся на их основе заболеваний, в том числе метеозависимых болезней системы кровообращения и других стрессогенных заболеваний, обусловленных неблагоприятным влиянием факторов окружающей среды, характерных в частности для Арктики [16].

Авторы данной статьи сообщает об отсутствии конфликта интересов.

### **Литература:**

1. Reaven G.M. Role of insulin resistance in human disease. *Diabetes* 1988; 37: 1595-1607.
2. Рекомендации экспертов Всероссийского научного общества кардиологов по диагностике и лечению метаболического синдрома (второй пересмотр). Чазова И.Е., Мычка В.Б., Кисляк О.А. и др. М., 2009.
3. Оганов Р.Г. Факторы риска и профилактика сердечно-сосудистых заболеваний. *Новый медицинский журнал*. 1996; 5-6: 3-7.
4. Панин Л.Е. Энергетические аспекты адаптации. Л.: Медицина. 1978. 192 с.
5. Полушина Н.Д., Фролков В.К., Ботвинева Л.А. Превентивная курортология. Пятигорск. 1997. 225 с.
6. Фролков В.К., Полушина Н.Д., Белошицкий П.В. Теоретические и практические аспекты использования горного климата в лечебных целях. В кн. *Использование горного климата с лечебной и профилактической целью*. Нальчик. 1988. 79-83.

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. Изд-во «Медицинское информационное агентство». М. 2021. 112 с.
8. Кривошеев А.Б., Куимов А.Д., Хавин П.П. Применение хлоридно-гидрокарбонатной натриевой минеральной воды при метаболическом синдроме. Вопросы курортологии, физиотерапии и лечебной физической культуры. 2009; 1: 40-42.
9. Чернышев А.В. Восстановительное лечение метаболического синдрома в санаторных условиях. Вопросы курортологии, физиотерапии и лечебной физической культуры. 2010; 4: 33-35.
10. Степаненко Н.П. и др. Комплексное восстановительное лечение детей с ожирением и метаболическим синдромом. Вопросы курортологии, физиотерапии и лечебной физической культуры. 2012; 2: 36-39.
11. Чернышёв А.В., Сорочинская И.Н. Оптимизация санаторно-курортного лечения у больных с метаболическим синдромом. Вопросы курортологии, физиотерапии и лечебной физической культуры. 2012; 6: 12-16.
12. Черчинян А.С. Эффективность комплексного восстановительного лечения больных с ожирением, метаболическим синдромом и заболеваниями гепатобилиарной системы. Вопросы курортологии, физиотерапии и лечебной физической культуры. 2012; 5: 24-27.
13. Салтыкова М.М., Бобровницкий И.П., Яковлев М.Ю., Банченко А.Д., Нагорнев С.Н. Новый подход к анализу влияния погодных условий на организм человека. Гигиена и санитария. 2018; 97(11): 1038-1042.
14. Badalov N.G., Yakovlev M.Y., Mukhina A.A., Borodulina I.V., Bobrovnitsky I.P. Meteoropathic reactions study health care needs depending on weather conditions. Acta Balneologica. 2019; 61(2): 107-108.
15. Яковлев М.Ю. Анализ основных проявлений метеопатических реакций у лиц с болезнями системы кровообращения и построение математической модели развития метеопатических реакций. Russian Journal of Rehabilitation Medicine. 2020; 1: 42-53.
16. 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 Rehabilitation Medicine. 2020; 2: 4-18.

**NONSPECIFIC MECHANISMS OF REALIZATION OF BIOLOGICAL  
POTENTIAL OF NATURAL FACTORS IN THE SYSTEM OF HORMONAL  
REGULATION OF CARBOHYDRATE AND LIPID METABOLISM**

**Frolkov V.K., Nagornev S.N.**

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

**Abstract.** The article analyzes the role of insulin and cortisol in the regulation of energy processes and recovery reactions under the influence of physical factors: drinking mineral waters, hypoxia and physical exertion. It is shown that in case of adverse effects of acute and chronic nature, the human body reacts with typical responses that provide an adequate restructuring of energy homeostasis. Physical factors, having some stress potential, activate hormonal control of carbohydrate and lipid metabolism and thereby contribute to the formation of nonspecific resistance of the body to the action of pathogenic factors. It is assumed that the leading role in the



formation of this phenomenon belongs to an increase in the sensitivity of the body to the action of insulin.

**Keywords:** natural physical factors, hormonal regulation of enegogomeostasis, metabolic syndrome.

### References:

1. Reaven G.M. Role of insulin resistance in human disease. *Diabetes* 1988; 37: 1595-1607.
2. Recommendations of experts of the All-Russian Scientific Society of Cardiology for the diagnosis and treatment of metabolic syndrome (second revision). Chazova I.E., Mychka V.B., Kislyak O.A. et al. M., 2009 (in Russ.).
3. Oganov R.G. Risk factors and prevention of cardiovascular diseases. *New medical journal*. 1996; 5-6: 3-7 (in Russ.).
4. Panin L.E. Energy aspects of adaptation. L.: Medicine. 1978. 192 p. (in Russ.).
5. Polushina N.D., Frolkov V.K., Botvineva L.A. Preventive balneology. Pyatigorsk. 1997. 225 p. (in Russ.).
6. Frolkov V.K., Polushina N.D., Beloshitskii P.V. Theoretical and practical aspects of the use of mountain climate for medicinal purposes. In book. The use of the mountain climate for therapeutic and prophylactic purposes. Nalchik. 1988. 79-83 (in Russ.).
7. Frolkov V.K., Bobrovnitsky I.P., Nagornev S.N. Environment and public health: the scientific basis for the drinking application of mineral waters in restorative and environmental medicine. Publishing House "Medical Information Agency". M. 2021. 112 p. (in Russ.).
8. Krivosheev A.B., Kuimov A.D., Khavin P.P. The use of chloride-hydrocarbonate sodium mineral water in metabolic syndrome. *Issues of balneology, physiotherapy and therapeutic physical culture*. 2009; 1: 40-42 (in Russ.).
9. Chernyshev A.V. Restorative treatment of metabolic syndrome in sanatorium conditions. *Issues of balneology, physiotherapy and therapeutic physical culture*. 2010; 4: 33-35 (in Russ.).
10. Stepanenko N.P. Comprehensive restorative treatment of children with obesity and metabolic syndrome. *Issues of balneology, physiotherapy and therapeutic physical culture*. 2012; 2: 36-39 (in Russ.).
11. Chernyshev A.V., Sorochinskaya I.N. Optimization of sanatorium treatment in patients with metabolic syndrome. *Issues of balneology, physiotherapy and therapeutic physical culture*. 2012; 6: 12-16 (in Russ.).
12. Cherchinyan A.S. The effectiveness of complex rehabilitation treatment of patients with obesity, metabolic syndrome and diseases of the hepatobiliary system. *Issues of balneology, physiotherapy and therapeutic physical culture*. 2012; 5: 24-27 (in Russ.).
13. Saltykova M.M., Bobrovnitsky I.P., Yakovlev M.Yu., Banchenko A.D., Nagornev S.N. A new approach to the analysis of the influence of weather conditions on the human body. *Hygiene and sanitation*. 2018; 97(11): 1038-1042 (in Russ.).
14. Badalov N.G., Yakovlev M.Y., Mukhina A.A., Borodulina I.V., Bobrovnitsky I.P. Meteopathic reactions study health care needs depending on weather conditions. *Acta Balneologica*. 2019; 61(2): 107-108.
15. Yakovlev M.Yu. Analysis of the main manifestations of meteopathic reactions in persons with diseases of the circulatory system and the construction of a mathematical model for the development of meteopathic reactions. *Russian Journal of Rehabilitation Medicine*. 2020; 1:42-53 (in Russ.).
16. Bobrovnitsky I.P., Nagornev S.N., Frolkov V.K. Features of hormonal regulation of metabolic processes in the conditions of the Arctic zone and non-drug methods for their optimization. *Russian Journal of Rehabilitation Medicine*. 2020; 2:4-18 (in Russ.).

# СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ ПРЕДИКТОРОВ ЭФФЕКТИВНОСТИ КОМБИНИРОВАННОЙ ФИЗИОТЕРАПИИ ХРОНИЧЕСКОГО ГЕНЕРАЛИЗОВАННОГО ПАРОДОНТИТА

Дзгоева И.В.<sup>1\*</sup>, Ремизова А.А.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Общество с ограниченной ответственностью «Витам», г. Москва, Россия

<sup>2</sup>Московский государственный университет им. М.В.Ломоносова, г. Москва, Россия

**Резюме.** В статье представлены результаты использования системного анализа для определения предикторов эффективности терапии больных хроническим генерализованным пародонтитом при дополнении стандартного протокола лечения комбинированной физиотерапией. Показано, что в условиях применения различных схем лечения хронического генерализованного пародонтита технология курсового комбинированного использования низкоинтенсивной инфракрасной лазеротерапии и НИГТ проявляет максимальную эффективность. В результате была выделена совокупность исходных клинико-функциональных параметров, включающая стоматологические индексы (ОHI-S и SBI), значения выраженности болевого синдрома по шкале ВАШ и уровень кортизолемии. Данный кластер, обладая высокой прогностической информативностью в отношении ожидаемого клинического эффекта, позволяет определить показания и ограничения к применению комбинированной схемы лечения пациентов с хроническим генерализованным пародонтитом.

**Ключевые слова:** хронический генерализованный пародонтит, лазеротерапия, нормобарическая интервальная гипоксическая тренировка, комбинированная физиотерапия, предикторы эффективности, интегральный коэффициент эффективности лечения.

## Введение

Индивидуализация лечебного процесса не является альтернативой стандартизации оказания медицинской помощи, поскольку опирается на верифицированные методы терапии, но при этом учитывает индивидуальные особенности организма пациента. Не вызывает сомнений, что такие факторы, как возраст, пол, тяжесть и фаза заболевания оказывают влияние на эффективность лечебных процедур и это находит свое подтверждение в клинических рекомендациях. Вместе с тем, такими же факторами,

---

\* Адрес для переписки:

Дзгоева Илона Васильевна, dzgoeva.ilona94@mail.ru

ограничивающими возможность активации саногенетических реакций, могут быть изменения в различных функциональных системах, которые определяют особенности патогенеза того или иного заболевания [1]. Так, например, одним из предикторов сердечно-сосудистой патологии и обмена веществ выступает резистентность к инсулину, лимитирующая энергетическое обеспечение восстановительных реакций [2,3]. Поэтому прогнозирование эффективности лечения с учетом вариабельности этого показателя в исходном состоянии отличается хорошей воспроизводимостью и позволяет конкретизировать показания к выбору оптимального терапевтического алгоритма.

Проблемы аналогичного характера присутствуют и в терапевтической стоматологии, особенно, когда осуществляется комплексная терапия, включающая методы восстановительной медицины. В настоящее время убедительно показана высокая эффективность применения преформированных физических факторов при лечении хронического генерализованного пародонтита, и зачастую в этих исследованиях особое внимание уделяется условиям, при которых терапевтический потенциал применяемых методов лечения реализуется в полной мере [4-7].

Ранее нами было установлено, что комбинация низкоинтенсивной инфракрасной лазеротерапии с методикой нормобарической интервальной гипоксической тренировки (НИГТ) на фоне стандартного протокола лечения существенно увеличивает терапевтический потенциал воздействия у больных с хроническим генерализованным пародонтитом [8], и дальнейшее развитие этого направления мы связываем с анализом предикторов эффективности комплексной физиотерапии.

В связи с вышеизложенным, целью настоящего исследования является выделение совокупности исходных клинико-функциональных параметров, определяющих эффективность лечения хронического генерализованного пародонтита на основе курсового комплексного применения инфракрасной лазеротерапии и нормобарической интервальной гипоксической тренировки, дополняющего стандартный протокол лечения заболевания.

### **Материалы и методы исследования**

В настоящем исследовании приняли участие 120 пациентов трудоспособного возраста (от 19 до 60 лет) с хроническим генерализованным пародонтитом легкой (n=64) и средней (n=56) степени тяжести.

Исследование проводилось в соответствии с Хельсинкской декларацией Всемирной медицинской ассоциации. Перед проведением исследования все пациенты дали информированное согласие на обработку персональных данных и участие в обследовании.

После проведения простой фиксированной рандомизации все пациенты были равномерно (по 30 пациентов) разделены на 4 группы по методу лечения:

– группа 1 (контрольная группа) получала стандартное лечение, соответствующее протоколу Клинических рекомендаций [9] (гигиеническая обработка полости рта, удаление назубных отложений, пришлифовывание зубов, аппликации на десны антимикробных и противовоспалительных препаратов, кюретаж пародонтального кармана);

– группа 2 (группа сравнения I) дополнительно к стандартному лечению получала курс низкоинтенсивной инфракрасной лазеротерапии, осуществляемой с помощью аппарата «АЗОР-2К-02» (РУ №ФСР 2009/05839 от 13.10.2009), (длина волны 0,89 мкм, импульсный режим с частотой 1500 Гц и мощностью 0,4 мВт). Время воздействия составляло 5 мин, курс лазеротерапии включал 10 процедур, проводимых через день;

– группа 3 (группа сравнения II) в дополнение к стандартному протоколу терапии получала курс НИГТ, проводимой с помощью гипоксикатора «ГИПО-ОКСИ-1» фирмы «СЕЛЛДЖИМ-РУС» (РУ №ФСР 2009/06438 от 25.03.2020). Дыхание гипоксической газовой смесью (ГГС) проходило в циклично-фракционированном режиме. Первые три процедуры осуществляли с помощью ГГС с 12 % содержанием кислорода, при проведении последующих сеансов была использована ГГС с концентрацией O<sub>2</sub> 10 %. Продолжительность курса оставила 3 недели;

– группа 4 (основная группа) на фоне стандартного лечения получала курсовое комбинированное воздействие низкоинтенсивной инфракрасной лазеротерапии и НИГТ.

Состояние пациентов до и после лечения оценивали по индексным значениям стоматологического статуса (упрощенный гигиенический индекс – ОНI-S [10], индекс кровоточивости десневой борозды – SBI [11], папилло-маргинально-альвеолярный индекс – РМА [12], пародонтальный индекс – ПИ [13]), качеству жизни по опроснику ОНIP-14 и болевому синдрому (по шкале ВАШ) [14,15]. Кроме того, у каждого больного анализировали состояние микроциркуляторно-тканевой системы [16], про- и антиоксидантные показатели [17-20], уровень глюкозы, инсулина, кортизола, гистамина и серотонина в крови.

Для оценки предикторов эффективности применялся корреляционный и регрессионный анализы в рамках программного комплекса Statistica (v.7.0).

### **Результаты исследования и их обсуждение**

Системный анализ любой проблемы основан на ее поэтапном исследовании, включая оценку индивидуальных особенностей объекта наблюдений, его общих

характеристик и, естественно, на поиске закономерностей в формировании взаимозависимостей в сложноорганизованных процессах. В плане достижения цели настоящей работы были проведены несколько этапов исследований для объективизации и валидации условий, при которых эффективность лечебно-профилактических мероприятий была максимальной.

Учитывая тот факт, что методический арсенал для оценки состояния пациентов с хроническим генерализованным пародонтитом был достаточно обширен (число параметров, регистрируемых у каждого пациента, составляло несколько десятков), в ряде случаев мы были вынуждены основной упор делать на показатели, интегрирующие состояние пациентов или его отдельных функциональных систем. При этом, матричный корреляционный анализ по всем показателям генерировал несколько сотен коэффициентов парной корреляции. В этих условиях значительно усложнялся и регрессионный анализ, что требовало проведения оптимизации значимых переменных, в конечном счете, определяющих эффективность лечения.

На первом этапе был использован стандартный прием, традиционный практически для всех клинических работ, – оценка эффективности лечения в зависимости от тяжести патологического процесса, хотя результат этого вида анализа предсказать было не сложно. Установлено, что вне зависимости от методики лечения, у пациентов с более тяжелым течением патологического процесса эффективность терапии была менее выраженной (табл. 1).

Так, например, если у пациентов с легким течением хронического генерализованного пародонта количество достоверно изменившихся показателей после применения стандартной методики лечения, инфракрасного лазера, гипоксии и их комбинированного применения составило соответственно 6, 7, 7 и 9, то у пациентов со средней степенью тяжести соответственно только 3, 5, 3 и 8 из 9 возможных. Эта закономерность подтверждается и анализом интегральных изменений в динамике показателей (рис. 1).

Таким образом, одним из возможных предикторов эффективности лечения (особенно при сочетанной физиотерапии) может выступать тяжесть заболевания. Дополнительным доказательством справедливости этого положения являются большие значения коэффициента бисериальной корреляции, который варьировал для разных показателей от +0,53 до +0,69 ( $p < 0,01$ ).

На втором этапе наших исследований была проверена гипотеза о важности возраста пациента, как возможного предиктора эффективности, что вполне оправдано, поскольку с

Таблица 1. Динамика объективных патогенетических показателей хронического генерализованного пародонта, болевого синдрома и качества жизни пациентов при применении различных методов лечения

Показатели		Методы лечения			
		Контроль	НИЛИ	НИГТ	НИЛИ + НИГТ
Легкая тяжесть заболевания	Упрощенный гигиенический индекс – ОНI-S, баллы	2,21±0,19 2,04±0,16	2,08±0,18 1,54±0,13*	2,17±0,19 1,81±0,17	2,14±0,18 1,33±0,12*
	Индекс кровоточивости десневой борозды – SBI, баллы	1,88±0,15 1,64±0,13	1,92±0,16 1,57±0,12	1,80±0,14 1,42±0,12*	1,95±0,16 1,30±0,11*
	Папилло-маргинально-альвеолярный индекс – PMA, %	54,8±2,81 32,4±1,29*	55,6±2,92 18,3±0,71*	55,2±2,77 14,5±0,48*	53,9±2,70 9,17±0,35*
	Пародонтальный индекс – ПИ, баллы	2,30±0,19 1,65±0,14*	2,25±0,18 1,21±0,13*	2,22±0,16 1,22±0,14*	2,28±0,17 0,81±0,13*
	Болевой синдром по шкале ВАШ, см	4,88±0,41 3,63±0,29*	4,93±0,45 3,47±0,24*	4,76±0,38 3,72±0,26*	4,98±0,48 3,09±0,24*
	Пережевывание пищи (п.п. 1-5 опросника ОНIP-14), баллы	9,57±0,38 8,41±0,33*	9,46±0,35 6,07±0,30*	9,64±0,41 6,53±0,34*	9,70±0,41 5,02±0,29*
	Способность общаться (п.п. 6-10 опросника ОНIP-14), баллы	9,22±0,34 8,77±0,26	9,19±0,33 6,38±0,27	9,14±0,32 7,19±0,29	9,26±0,35 4,72±0,24*
	Повседневная жизнь (п.п. 11-14 опросника ОНIP-14), баллы	7,39±0,24 6,62±0,19*	7,25±0,22 4,01±0,14*	7,37±0,23 4,24±0,18*	7,28±0,21 2,95±0,12*
	Сумма баллов по опроснику ОНIP-14	26,2±0,57 23,8±0,43*	25,9±0,54 16,6±0,30*	26,1±0,55 18,5±0,37*	26,3±0,59 12,3±0,18*
Средняя тяжесть заболевания	Упрощенный гигиенический индекс – ОНI-S, баллы	2,95±0,24 2,57±0,20	3,09±0,26 2,14±0,22*	2,84±0,23 2,46±0,21	3,13±0,27 2,09±0,19*
	Индекс кровоточивости десневой борозды – SBI, баллы	2,29±0,18 2,03±0,16	2,21±0,17 1,85±0,14	2,35±0,19 1,97±0,16	2,16±0,17 1,88±0,14
	Папилло-маргинально-альвеолярный индекс – PMA, %	64,3±3,82 54,9±3,51*	65,0±3,93 50,2±3,46*	63,8±3,77 52,0±3,49*	64,0±3,95 48,7±3,13*
	Пародонтальный индекс – ПИ, баллы	3,66±0,32 2,94±0,27	3,59±0,30 2,74±0,21	3,61±0,29 2,85±0,24	3,50±0,27 2,49±0,15*
	Болевой синдром по шкале ВАШ, см	7,07±0,69 6,15±0,45	7,15±0,71 6,03±0,42	6,99±0,67 5,48±0,43	6,86±0,64 5,05±0,40*
	Пережевывание пищи (п.п. 1-5 опросника ОНIP-14), баллы	12,3±0,60 11,1±0,52	11,9±0,55 10,6±0,50*	12,2±0,58 11,2±0,52	11,7±0,57 10,2±0,50*
	Способность общаться (п.п. 6-10 опросника ОНIP-14), баллы	11,4±0,57 10,6±0,46	11,0±0,53 10,2±0,41	11,7±0,55 10,3±0,44	11,1±0,54 8,17±0,36*
	Повседневная жизнь (п.п. 11-14 опросника ОНIP-14), баллы	9,58±0,39 7,90±0,24*	9,37±0,36 6,45±0,21*	9,61±0,40 7,74±0,28*	9,42±0,37 6,33±0,17*
	Сумма баллов по опроснику ОНIP-14	33,3±1,02 29,6±0,88*	32,3±1,05 27,3±0,78*	33,5±1,10 29,2±0,86*	32,2±1,08 24,7±0,62*

Примечание: в каждой клетке таблицы верхние значения – до лечения, нижние – после лечения. Звездочкой отмечено достоверное изменение показателя в процессе лечения.

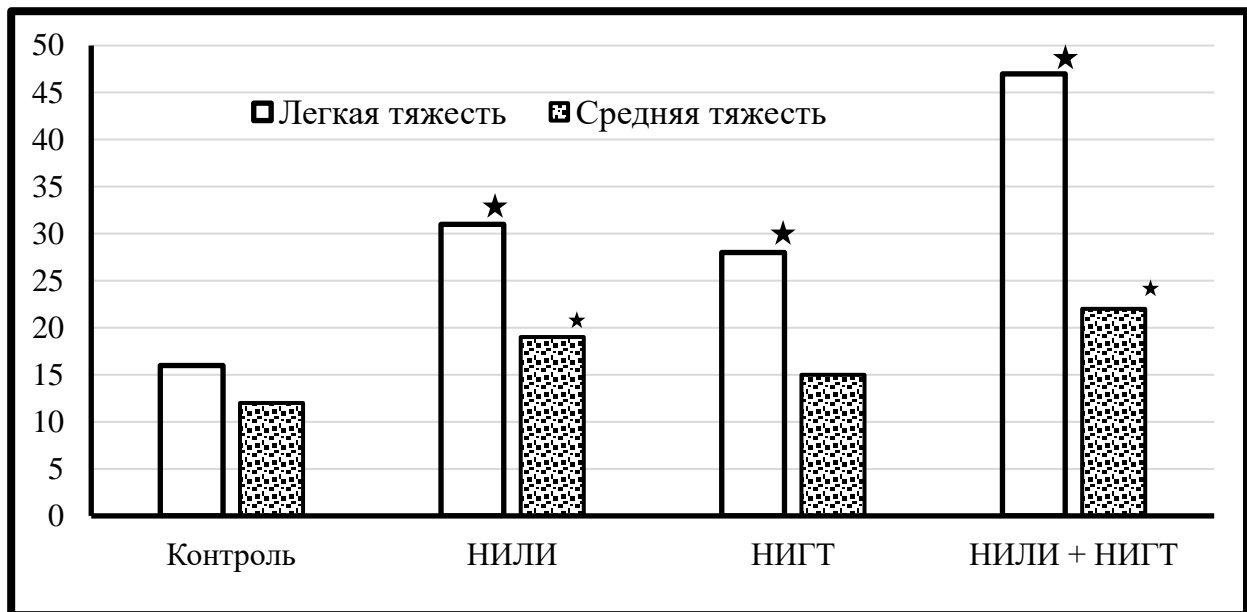


Рисунок 1. Средний процент благоприятных изменений по 8-ми показателям у пациентов с хроническим генерализованным пародонтитом при различных методах лечения и тяжести заболевания

увеличением возраста существенно снижаются как резервные возможности организма, так и активность саногенетических реакций.

Для решения этой задачи был использован алгоритм расчета коэффициента ранговой корреляции Спирмена между возрастом и динамикой в процессе лечения параметра, интегрально отражающих состояние здоровья у пациентов с хроническим генерализованным пародонтитом. В качестве последнего был использован интегральный коэффициент эффективности лечения (ИКЭЛ) больных стоматологического профиля, который предложила и успешно апробировала в своей работе О.И. Рябцун [21]. Его расчет основан на динамике ( $\Delta$ ) четырех показателей, отражающих состояние пародонтального статуса (индексы РМА и ПИ), эффективности кислородного обмена в ткани пародонта (ЭКО) и качества жизни пациентов (общее КЖ):

$$\text{ИКЭЛ} = \frac{\Delta\text{РМА} * \Delta\text{ПИ} * \Delta\text{ЭКО} * \Delta\text{КЖ}}{\Delta\text{РМА} + \Delta\text{ПИ} + \Delta\text{ЭКО} + \Delta\text{КЖ}}$$

При этом низкой эффективности лечения соответствовали значения ИКЭЛ от 5 до 45,9, средней – от 46,0 до 86,9 и высокой – 87,0 и более.

Во-первых, сразу отметим, что по этому показателю группы пациентов различались между собой весьма существенно. Если в контроле его значения составили  $12,4 \pm 0,49$ , то после применения нормобарической гипоксии:  $54,3 \pm 2,27$ , энергии низкоинтенсивного

лазерного излучения –  $62,9 \pm 3,03$ , а их комбинации –  $92,4 \pm 3,70$  (при всех видах сравнений различие между группами было достоверно:  $p < 0,05$ ).

Во-вторых, было установлено, что вне зависимости от вида лечебной методики отмечалась обратная зависимость между возрастом и эффективностью лечения: коэффициент ранговой корреляции Спирмена ( $\rho$ ) варьировал от  $-0,28$  ( $p < 0,05$ ) до  $-0,35$  ( $p < 0,01$ ). Однако следует отметить, что эти значения коэффициента корреляции относительно не велики и объясняют лишь около 10% доли влияния возраста на изменение эффективности лечения. В связи с этим мы не будем рассматривать возраст в качестве возможного кандидата на роль значимого предиктора эффективности лечения больных с хроническим генерализованным пародонтитом.

Также малосущественной, на наш взгляд, оказалась роль степени ожирения и ее основной патогенетической реакции – индекса инсулинорезистентности в реализации лечебных эффектов физиотерапевтических факторов: корреляция между этими показателями и ИКЭЛ была маловыраженной ( $\rho$  варьировал от  $-0,17$  до  $-0,24$ ), причем достоверные значения коэффициента ранговой корреляции отмечались лишь в группах пациентов, получавших нормобарическую интервальную гипоксию и ее комбинированное применение с низкоинтенсивной инфракрасной лазеротерапией. Возможно, это связано с преимущественно системным воздействием гипоксии, что ранее отмечалось в работах Т.Н Цыгановой с соавт. [22].

На третьем этапе был проведен корреляционный анализ между интегральным коэффициентом эффективности лечения (ИКЭЛ) и показателями в исходном значении, которые характеризуют те или иные локальные и системные патогенетические механизмы хронического генерализованного пародонтита (табл. 2).

Установлено, что эффективность лечения зависела от исходного состояния пациентов в плане активности пато- и саногенетических реакций, и эта зависимость проявлялась во всех группах больных, хотя при комбинированной физиотерапии она была выражена несколько сильнее. Обращает на себя внимание два факта. Во-первых, при большей активности патологического процесса эффективность лечения была ниже, тогда как, во-вторых, более выраженные терапевтические эффекты наблюдались у больных с хроническим генерализованным пародонтитом на фоне повышенного уровня серотонина и значений коэффициента антиоксидантной защиты. Если первое не вызывает сомнений: теоретически обосновано и практически доказано, что более тяжелое течение заболевания снижает эффективность лечебного воздействия, то второе позволяет рассматривать серотонин (гормон удовольствия) и антиоксидантную активность как компоненты



Таблица 2. Корреляционные взаимосвязи между интегральным коэффициентом эффективности лечения при применении различных терапевтических методов и исходным состоянием больных с хроническим генерализованным пародонтитом

Показатели		Группы пациентов			
		Контроль	НИЛИ	НИГТ	НИЛИ + НИГТ
Стоматологические индексы	ОHI-S	-0,36	-0,43*	-0,33	-0,52**
	SBI	-0,30	-0,41*	-0,40*	-0,48**
	PMA	-0,42*	-0,45*	-0,36	-0,43*
	ПИ	-0,45*	-0,39*	-0,47**	-0,49**
Показатель микроциркуляции		-0,31	-0,38*	-0,33	-0,44*
Эффективность кислородного обмена тканей пародонта (ЭКО)		-0,42*	-0,48**	-0,40*	-0,39*
Болевой синдром по шкале ВАШ		-0,39*	-0,47**	-0,45*	-0,48**
Гистамин		-0,49**	-0,47**	-0,41*	-0,46*
Серотонин		+0,15	+0,34	+0,28	+0,38*
Кортизол		-0,26	+0,15	+0,33	+0,35
Коэффициент антиоксидантной защиты		+0,21	+0,38*	+0,26	+0,43*

*Примечание: надстрочные индексы обозначают достоверность коэффициентов парной ранговой корреляции (\* -  $p < 0,05$ ; \*\* -  $p < 0,01$ ).*

саногенетических реакций [20].

Несколько сложнее трактовать корреляционную зависимость между уровнем кортизола в крови в исходном состоянии и эффективностью лечения. Кортизол, как гормон стресса, часто отождествляется с тяжестью патологического процесса и, казалось бы, естественно ожидать снижение глюкокортикоидной активности в результате успешной терапии. Однако в группе пациентов, получавших комбинированную физиотерапию, отмечалась прямая зависимость, которая, впрочем, не носила достоверного характера. Однако если проанализировать изменение секреции кортизола после лечения в этой группе

больных, то выявляется весьма существенная прямая зависимость между повышением продукции кортизола и эффективностью лечения ( $\rho = +0,51$ ;  $p < 0,005$ ).

Этот факт позволяет лишний раз подтвердить функциональный «дуализм» гиперкортизолемии, поскольку глюкокортикоиды, кроме всего прочего, принимают активное участие в формировании долговременной адаптации. Напомним, что ранее нами было установлено, что физиотерапевтические процедуры, дополняющие стандартную терапию, способствовали увеличению секреции кортизола на 31,5% [23], а гиперкортизолемиа при применении физических и природных факторов может лежать в основе повышения резистентности организма к действию неблагоприятных и патогенных факторов [24,25]. Дополнительным доказательством справедливости этой гипотезы явилась выявленная в группе больных с комбинированной физиотерапией выраженная обратная корреляционная зависимость между увеличением продукции кортизола и снижением индекса инсулинорезистентности – одного из показателей «качества» энергетического обеспечения восстановительных реакций, которое при увеличении этого индекса снижается ( $\rho = -0,59$ ;  $p < 0,0001$ ).

Наконец, на четвертом этапе был проведен регрессионный анализ, который позволил оценить функциональное участие параметров исходного состояния пациентов в эффективности различных лечебных комплексов, оцениваемых по ИКЭЛ. Естественно, что в предикторы эффективности не были включены показатели, которые входили в расчет этого коэффициента. Применение алгоритма пошаговой регрессии позволило сократить число достоверно значимых предикторов до 6 и уравнения множественной регрессии для четырех исследовательских групп приобрели следующий вид:

*Контрольная группа:*

ИКЭЛ=0,17·Серотонин–0,14·ОНИ-S–0,19·SBI–0,12·ВАШ–0,15·Гистамин–0,23·Кортизол

*Стандартное лечение + низкоинтенсивный инфракрасный лазер:*

ИКЭЛ=0,14·Серотонин–0,16·ОНИ-S–0,21·SBI–0,17·ВАШ–0,17·Гистамин+0,15·Кортизол

*Стандартное лечение + низкоинтенсивный инфракрасный лазер:*

ИКЭЛ=0,11·Серотонин–0,18·ОНИ-S–0,20·SBI–0,19·ВАШ–0,15·Гистамин+0,18·Кортизол

*Стандартное лечение + комбинированная физиотерапия:*

ИКЭЛ=0,12·Серотонин–0,14·ОНИ-S–0,21·SBI–0,13·ВАШ–0,19·Гистамин+0,21·Кортизол

Анализ остатков регрессионного уравнения показал, что минимальные отклонения предсказанных величин от реальных были зарегистрированы в группе больных,

получавших комбинированную физиотерапию, и составили в среднем  $3,6 \pm 0,64\%$ , тогда как при стандартной терапии –  $8,9 \pm 0,44\%$ , а ее дополнении НИГТ и низкоинтенсивной инфракрасной лазеротерапией, соответственно  $6,2 \pm 0,28\%$  и  $5,5 \pm 0,24\%$ . Учитывая тот факт, что только у больных с комбинированной физиотерапией коэффициент множественной корреляции в рамках регрессионного уравнения был достоверным ( $R=0,68$ ;  $p<0,05$ ), можно утверждать, что только в этой группе больных предикторы эффективности были рассчитаны максимально надежно.

### **Заключение**

В целом, проведение сравнительного анализа по результатам применения различных схем лечения хронического генерализованного пародонтита с помощью ИКЭЛ позволили установить, что технология курсового комбинированного использования низкоинтенсивной инфракрасной лазеротерапии и НИГТ проявляет максимальную эффективность. Использование метода множественной регрессии показало, что максимальная эффективность комбинированного применения физиофакторов проявляется при минимальных индексных значениях стоматологического статуса, малой выраженности болевого синдрома и воспаления, но при более высоких концентрациях в крови серотонина и кортизола. Выделенная таким образом совокупность указанных клинико-функциональных параметров, обладая высокой прогностической информативностью в отношении ожидаемого клинического эффекта, позволяет определить показания и ограничения к применению данной схемы лечения пациентов с хроническим генерализованным пародонтитом.

Авторы данной статьи сообщают об отсутствии конфликта интересов.

### **Литература:**

1. Фролков В.К., Нагорнев С.Н., Козлова В.В., Родионова В.А., Михайлюк О.В., Кулиш А.В., Рамазанов Н.Г. Перспективы активизации саногенетических реакций в восстановительной медицине (полемиические заметки). Курортная медицина. 2015; 2: 212-215.
2. Сизова Е.Е. Инсулинорезистентность – роль в патогенезе метаболического синдрома. Эндокринология. Новости. Мнения. Обучение. 2020; 9(4): 98-100. doi: <https://doi.org/10.33029/2304-9529-2020-9-4-98-100>.

3. Томашевская А.Я., Дзись Е.И., Томашевский Я.И. Независимые предикторы инсулинорезистентности у пациентов с метаболическим синдромом. Крымский терапевтический журнал. 2010; 2(2): 199-201.
4. Карпович Д.И. Применение лазеротерапии в комплексном лечении заболеваний тканей пародонта у спортсменов. Автореф. дисс. мед. наук. М.. 2017. 26 с.
5. Рыгина К.В. Оценка эффективности применения интервальной гипоксической тренировки для коррекции функционального состояния пациентов с хроническими пародонтитами: Автореф. дис. канд. мед. наук. М. 2010. 24 с.
6. Чаплыгин А.А., Нагорнев С.Н., Рыгина К.В., Фролков В.К., Пузырева Г.А. Микроциркуляторные эффекты курсового применения ударно-волновой терапии у пациентов с хроническим пародонтитом. Вестник восстановительной медицины. 2012; 3(49): 60-64.
7. Тирская О.И., Молоков В.Д., Виноградова А.В. Физиотерапевтическое лечение заболеваний пародонта. Иркутск, ИГМУ. 2015. 34 с.
8. Дзгоева И.В., Ремизова А.А., Фролков В.К. Нагорнев С.Н. Влияние комбинированного применения низкоинтенсивного инфракрасного лазера и нормобарической гипоксии на клиническую картину хронического генерализованного пародонтита. Физиотерапевт. 2021; 5: 44-52.
9. Клинические рекомендации (протоколы лечения) при диагнозе пародонтит. Утв. Решением Совета Ассоциации общественных объединений «Стоматологическая Ассоциация России» 23.04.2013 г. с изменениями и дополнениями на основании Постановления №18 Совета Ассоциации общественных объединений «Стоматологическая Ассоциация России» от 30 сентября 2014 г., актуализированы 02.08.2018 г. М.: МГМСУ им. А.И. Евдокимова, НМИЦ «ЦНИИСиЧЛХ». 2018: 124 с. URL: //biblioclub.ru/index.php?page=book&id=450774.
10. Green J.C., Vermillion J.R. Oral hygiene index A method for classifying oral hygiene status. J. Am. Dent. Assoc. 1960; 61: 172-179.
11. Muhelmann H.R., Son S. Gingival sulcus bleeding-a leading symptom in initial gingivitis. Helv. Odontol. Acta. 1971; 15(2): 107-113.
12. Parma C. Parodontopathien. Leipzig: J.A. Barth; 1960: 203 p.
13. Russell A.L. A system of classification and scoring for prevalence surveys of periodontal disease. J. Dent. Res. 1956; 35(3): 350-359.
14. Soares G.H., Santiago P.H.R., Werneck R.I. et al. A Psychometric Network Analysis of OHIP-14 across Australian and Brazilian Populations. JDR Clinical & Translational Research. 2021; 6(3): 333-342.
15. Huskisson E.C. Measurement of pain. Lancet. 1974; 2(7889): 1127-1131.
16. Крупаткин А.И., Сидоров В.В. Функциональная диагностика состояния микроциркуляторно-тканевых систем: Колебания, информация, нелинейность (Руководство для врачей). М.; 2016: 496 с.

17. Гаврилов В.Б., Гаврилова А.Р., Мажуль Л.М. Анализ методов определения продуктов ПОЛ в сыворотке по тесту с ТБК. Вопросы медицинской химии. 1987; 1: 118-122.
18. Карпищенко А.И. Медицинские лабораторные технологии. Справочник. СПб. 2002. 600 с.
19. Костюк В.А., Потапович А.И., Ковалева Ж.И. Простой и чувствительный метод определения супероксиддисмутазы, основанный на реакции окисления кверцетина. Вопросы медицинской химии. 1990; 2: 88-91.
20. Михайленко Л.В., Карпучин А.В., Нагорнев С.Н., Бобровницкий И.П. Исследование антиоксидантных эффектов фитотерапии в сочетании с препаратом веторон у больных артериальной гипертензией. Вопросы курортологии, физиотерапии и лечебной физической культуры. 2010; 1: 15-18.
21. Рябцун О.И. Эффективность комплексного применения немедикаментозных методов в лечении больных хроническим пародонтитом. Автореф. дис. канд. мед. наук. М. 2021. 24 с.
22. Цыганова Т.Н. Фролков В.К. Корчажкина Н.Б. Патогенетическое обоснование применения гипо-гипероксической тренировки в лечении и профилактике осложнений коронавирусной инфекции COVID-19. Физиотерапевт. 2021; 1: 14-25.
23. Дзгоева И.В., Ремизова А.А., Пузырева Г.А. Системные механизмы терапевтического воздействия низкоинтенсивного инфракрасного лазера и нормобарической гипоксии при хроническом генерализованном пародонтите. Системный анализ и управление в биомедицинских системах. 2022; 1: 7-15.
24. Полушина Н.Д., Фролков В.К., Ботвинева Л.А. Превентивная курортология (теоретические и прикладные аспекты, перспективы). Пятигорск. 1997. 241 с.
25. Нагорнев С.Н., Бобровницкий И.П., Юдин С.М., Худов В.В., Яковлев М.Ю. Влияние климатогеографических факторов Арктики на здоровье человека: метаболические и патофизиологические аспекты. Russian Journal of Rehabilitation Medicine. 2019; 2: 4-30.

## SYSTEMIC ANALYSIS OF THE PREDICTORS OF THE EFFICIENCY OF COMBINED PHYSIOTHERAPY FOR CHRONIC GENERALIZED PERIODONTITIS

**Dzgoeva I.V.<sup>1</sup>, Remizova A.A.<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Vitam Limited Liability Company, Moscow, Russia

<sup>2</sup> Moscow State University M.V. Lomonosov, Moscow, Russia

**Abstract.** The article presents the results of using a system analysis to determine the predictors of the therapy effectiveness in patients with chronic generalized periodontitis with supplementing the standard treatment protocol and combined physiotherapy. It is shown that under the conditions of using various schemes for the treatment of chronic generalized periodontitis, the technology of the course combined use of low-intensity infrared laser therapy and NIGT shows maximum efficiency. As a result, a set of initial clinical and functional parameters was identified,

including dental indices (OHI-S and SBI), pain syndrome severity values according to the VAS scale, and the level of cortisolemia. This cluster having a high prognostic value in relation to the expected clinical effect, allows to determine the indications and limitations for the use of a combined treatment regimen for patients with chronic generalized periodontitis.

**Key words:** chronic generalized periodontitis, laser therapy, normobaric interval hypoxic training, combined physiotherapy, efficacy predictors, integral coefficient of treatment efficiency.

### References:

1. Frolkov V.K., Nagornev S.N., Kozlova V.V., Rodionova V.A., Mikhailyuk O.V., Kulish A.V., Ramazanov N.G. Prospects for the activation of sanogenetic reactions in restorative medicine (polemical notes). *Spa medicine*. 2015; 2: 212-215 (in Russ.).
2. Sizova E.E. Insulin resistance - a role in the pathogenesis of metabolic syndrome. *Endocrinology. News. Opinions. Education*. 2020; 9(4): 98-100. doi: <https://doi.org/10.33029/2304-9529-2020-9-4-98-100> (in Russ.).
3. Tomashevskaya A.Ya., Dzis E.I., Tomashevsky Ya.I. Independent predictors of insulin resistance in patients with metabolic syndrome. *Crimean therapeutic journal*. 2010; 2(2): 199-201 (in Russ.).
4. Karpovich D.I. The use of laser therapy in the complex treatment of periodontal tissue diseases in athletes. Abstract PhD. M. 2017. 26 p. (in Russ.).
5. Rygina K.V. Evaluation of the effectiveness of the use of interval hypoxic training for the correction of the functional state of patients with chronic periodontitis: Abstract PhD. Sciences. M. 2010. 24 p. (in Russ.).
6. Chaplygin A.A., Nagornev S.N., Rygina K.V., Frolkov V.K., Puzyreva G.A. Microcirculatory effects of course application of shock wave therapy in patients with chronic periodontitis. *Bulletin of rehabilitation medicine*. 2012; 3(49): 60-64 (in Russ.).
7. Tirskaia O.I., Molokov V.D., Vinogradova A.V. Physiotherapeutic treatment of periodontal diseases. Irkutsk, IGMU. 2015. 34 p. (in Russ.).
8. Dzgoeva I.V., Remizova A.A., Frolkov V.K., Nagornev S.N. The influence of the combined use of low-intensity infrared laser and normobaric hypoxia on the clinical picture of chronic generalized periodontitis. *Physiotherapist*. 2021; 5:44-52 (in Russ.).
9. Clinical guidelines (treatment protocols) for the diagnosis of periodontitis. Approved by the decision of the Council of the Association of Public Associations "Dental Association of Russia" 23.04.2013 with amendments and additions on the basis of Resolution No.18 of the Council of the Association of Public Associations "Dental Association of Russia" 30.09.2014, updated on 02.08.2018. M.: MSUMD, NMRC "CRIOMS". 2018. 124 p. URL: [//biblioclub.ru/index.php?page=book&id=450774](http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=450774) (in Russ.).
10. Green J.C., Vermillion J.R. Oral hygiene index A method for classifying oral hygiene status. *J. Am. Dent. Assoc.* 1960; 61:172-179.

11. Muhelmann H.R., Son S. Gingival sulcus bleeding – a leading symptom in initial gingivitis. *Helv. Odontol. acta.* 1971; 15(2): 107-113.
12. Parma C. *Parodontopathien.* Leipzig: J.A. Bart; 1960: 203 p.
13. Russell A.L. A system of classification and scoring for prevalence surveys of periodontal disease. *J Dent. Res.* 1956; 35(3): 350-359.
14. Soares G.H., Santiago P.H.R., Werneck R.I. et al. A Psychometric Network Analysis of OHIP-14 across Australian and Brazilian Populations. *JDR Clinical & Translational Research.* 2021; 6(3): 333-342.
15. Huskisson E.C. Measurement of pain. *Lancet.* 1974; 2(7889): 1127-1131.
16. Krupatkin A.I., Sidorov V.V. *Functional diagnostics of the state of microcirculatory tissue systems: oscillations, information, non-linearity (Guide for physicians).* M.; 2016: 496 p. (in Russ.).
17. Gavrilov V.B., Gavrilova A.R., Mazhul L.M. Analysis of methods for determining lipid peroxidation products in serum according to the test with TBA. *Questions of medical chemistry.* 1987; 1:118-122 (in Russ.).
18. Karpishchenko A.I. *Medical laboratory technologies. Directory.* SPb. 2002. 600 p. (in Russ.).
19. Kostyuk V.A., Potapovich A.I., Kovaleva Zh.I. A simple and sensitive method for the determination of superoxide dismutase based on the oxidation reaction of quercetin. *Questions of medical chemistry.* 1990; 2:88-91 (in Russ.).
20. Mikhailenko L.V., Karpukhin A.V., Nagornev S.N., Bobrovniksky I.P. Study of the antioxidant effects of phytotherapy in combination with Vetoron in patients with arterial hypertension. *Issues of balneology, physiotherapy and therapeutic physical culture.* 2010; 1:15-18 (in Russ.).
21. Ryabtsun O.I. The effectiveness of the complex application of non-drug methods in the treatment of patients with chronic periodontitis. *Abstract PhD. M.* 2021. 24 p. (in Russ.).
22. Tsyganova T.N., Frolkov V.K., Korchazhkina N.B. Pathogenetic rationale for the use of hyperoxic training in the treatment and prevention of complications of coronavirus infection COVID-19. *Physiotherapist.* 2021; 1:14-25 (in Russ.).
23. Dzgoeva I.V., Remizova A.A., Puzyreva G.A. Systemic mechanisms of the therapeutic effect of low-intensity infrared laser and normobaric hypoxia in chronic generalized periodontitis. *System analysis and control in biomedical systems.* 2022; 1:7-15 (in Russ.).
24. Polushina N.D., Frolkov V.K., Botvineva L.A. *Preventive balneology (theoretical and applied aspects, prospects).* Pyatigorsk. 1997. 241 p. (in Russ.).
25. Nagornev S.N., Bobrovniksky I.P., Yudin S.M., Khudov V.V., Yakovlev M.Yu. Influence of climatic and geographical factors of the Arctic on human health: metabolic and pathophysiological aspects. *Russian Journal of Rehabilitation Medicine.* 2019; 2:4-30 (in Russ.).

# ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ АППАРАТНО-ПРОГРАММНОГО КОМПЛЕКСА ВИРТУАЛЬНОЙ РЕАЛЬНОСТИ У ПАЦИЕНТОВ С ПОВРЕЖДЕНИЕМ ВРАЩАТЕЛЬНОЙ МАНЖЕТЫ ПЛЕЧА

Колышенков В.А.<sup>†</sup>, Ответчикова Д.И., Фесюн А.Д.

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

**Резюме.** В статье приводятся сравнительные результаты применения технологий виртуальной реальности и оценка эффективности этой методики в программе комплексной реабилитации пациентов с повреждениями сухожилий вращательной манжеты плеча.

**Ключевые слова:** реабилитация, вращательная манжета плеча, биомеханика, изокинетическое тестирование, виртуальная реальность.

## Введение

В последнее десятилетие все чаще в научной литературе встречается понятие виртуальной реальности [1]. Современные технологии виртуальной реальности позволяют пациентам взаимодействовать с виртуальным миром на различных уровнях при помощи различных контроллеров [2]. С точки зрения медицинской реабилитации технологии виртуальной реальности могут выступать не только надежным методом оценки объема движений в суставах, функции баланса, но и эффективным методом терапии неврологических нарушений [3]. Однако в ортопедической реабилитации технологии виртуальной реальности не получили такой высокой распространенности. В ряде публикаций описывается применение виртуальной реальности при повреждении крестообразной связки [4], синдрома «замороженного плеча» [5], хронической боли в поясничном и шейном отделах позвоночника [6,7].

## Цель и задачи

Оценить эффективность применения аппаратно-программного комплекса виртуальной реальности в комплексной программе реабилитации пациентов с повреждением вращательной манжеты плеча.

---

<sup>†</sup>Адрес для переписки:

Колышенков Василий Андреевич, vasily4kol@gmail.com



## Материалы и методы

В исследовании приняли участие 51 пациент с повреждениями вращательной манжеты плеча, сроком после оперативного вмешательства от 3 месяцев до 1 года, 31 (60,8%) мужского и 20 (39,2%) женского пола. Средний возраст составил 48,00 [32,00;54,00] лет, средний вес 79,00 [70,00;87,50] кг, средний рост 169,00 [162,00;178,00] см. В ходе рандомизации пациенты были разделены на две группы: основную и контрольную.

В основную группу были включены пациенты мужского и женского пола, 15 (60,00%) и 16 (61,5%) человек соответственно, средний возраст которых составил 47,50 [27,00;53,75] лет, средний вес 80,50 [71,00;58,75].

В контрольную группу вошли 10 (40,00%) пациентов мужского пола и 15 (60,00%) женского, средний возраст 48,00 [39,00;54,00] лет, средний вес 79,00 [70,00;90,00] кг, средний рост 169 [163,00;178,00].

Пациенты контрольной группы получали лечение стандартным методом, включавшим в себя лечебную физкультуру, проводимую малогрупповым методом, процедуры магнитотерапии, дозировкой 35-50 мТл, длительностью 10-15 минут, лазерную терапию, дозировкой 0,4 – 0,6 Вт/см<sup>2</sup>, длительностью 5-7 минут, массаж верхней конечности с захватом области лопатки и надплечья, длительностью 20 минут.

Пациенты основной группе на фоне стандартного метода получали процедуры виртуальной реальности, направленные на улучшение функционального состояния плечевого сустава, увеличение выносливости и активацию мышц вращающей манжеты плеча.

Процедуры виртуальной реальности выполнялись с использованием аппаратного комплекса HTC VIVE PRO (HTC, Тайвань) и оригинального программного обеспечения RotatorCuffRehab (AIHealth, Россия, Свидетельство о регистрации программы для ЭВМ RU2021614784).

Всем пациентам было выполнено изокинетическое тестирование плечевого сустава с использованием компьютеризированного динамометра CON-TREX MJ (Physiomed, Германия) в соответствии с рекомендациями Швейцарского общества физиотерапии. В ходе проведения тестирования оценивались такие параметры, как: максимальный крутящий момент, средний крутящий момент, средняя мощность и средняя работа.

Диагностическими тестами являлись тесты: вращение внутрь и наружу. Тестирование проводилось в положении лежа на спине, локоть согнут под углом 90°, верхняя конечность отведена в плечевом суставе на 90°. Рукоятка динамометра устанавливалась индивидуально в соответствии с длиной конечности пациента. Ось вращения динамометра совпадала с

осью вращения в плечевом суставе. Максимально допустимый объем движений при исследовании был ограничен 90° движениями наружной ротации и 80° внутренней ротации. За нулевую точку отсчета принималось нейтральное положение отведения в плечевом суставе, равное 90° и сгибанию в локтевом суставе в 90°. Пациентам предлагалось выполнить движение вращения внутрь и вращения наружу с максимально возможной силой в заданном диапазоне движений, количество повторений составило 3 раза.

Все пациенты подписали информированное согласие для участия в исследовании.

Статистический анализ проводился с использованием программы StatTech v. 2.1.0 (разработчик - ООО "Статтех", Россия).

Количественные показатели оценивались на предмет соответствия нормальному распределению с помощью критерия Шапиро-Уилка (при числе исследуемых менее 50) или критерия Колмогорова-Смирнова (при числе исследуемых более 50).

В случае отсутствия нормального распределения количественные данные описывались с помощью медианы (Me) и нижнего и верхнего квартилей (Q1 – Q3).

Категориальные данные описывались с указанием абсолютных значений и процентных долей.

Сравнение двух групп по количественному показателю, распределение которого отличалось от нормального, выполнялось с помощью U-критерия Манна-Уитни.

Сравнение процентных долей при анализе четырехпольных таблиц сопряженности выполнялось с помощью критерия хи-квадрат Пирсона (при значениях ожидаемого явления более 10).

## **Результаты**

Анализ полученных данных изокINETической динамометрии в тесте «вращение внутрь» показал статистически достоверные различия ( $p < 0,05$ ) всех исследуемых показателей в основной и контрольной группе, однако прирост максимального крутящего момента, среднего крутящего момента, средней мощности и средней работы в группе с использованием виртуальной реальности был выше, чем в группе стандартного метода (табл. 1).

При проведении межгруппового сравнения были получены статистически значимые отличия ( $p < 0,05$ ) по показателям максимального крутящего момента, среднего крутящего момента и средней мощности, однако в рамках показателя средней работы статистически значимых различий обнаружить не удалось (табл. 1).

Таблица 1. Динамика биомеханических показателей в тесте «вращение внутрь» в исследуемых группах

Вращение внутрь		Ед. изм.	Основная группа (n=26)	Контрольная группа (n=25)
Крутящий момент	До лечения	Н*м	11,60 [9,60;17,98]	13,26 [8,28;19,31]
	После лечения	Н*м	19,70 [14,47;26,02]*	15,29 [9,31;21,95]* Δ
Средний крутящий момент	До лечения	Н*м	11,36 [7,95;16,47]	12,68 [7,06;16,87]
	После лечения	Н*м	18,10 [14,13;24,17]*	14,60 [8,16;18,72]* Δ
Средняя мощность	До лечения	Вт	2,27 [1,22;3,73]	2,63 [1,10;3,56]
	После лечения	Вт	4,33 [2,60;5,04]*	2,98 [1,23;4,16]* Δ
Средняя работа	До лечения	Дж	14,77 [5,92;26,42]	16,67 [7,05;26,06]
	После лечения	Дж	22,40 [14,43;36,60]*	19,04 [8,33;31,12]*

*Примечание: Данные представлены медианой (Me) и квантилями ( $Q_1 - Q_3$ ). \* -  $p < 0,05$ , значение показателя статистически значимо, используемый метод: критерий Уилкоксона, Δ -  $p < 0,05$ , значение показателя статистически значимо, используемый метод: U – критерий Манна-Уитни.*

По полученным данным мы можем сделать вывод о том, что применение технологии виртуальной реальности позволяет достоверно улучшить биомеханические характеристики мышечного комплекса: M. deltoideus (pars clavicularis), M. subscapularis, M. teres major, M. pectoralis major, M. latissimus dorsi, M. biceps (caput longum) ( $p < 0,05$ , по сравнению с контрольной группой), что в конечном итоге ведет к увеличению силы, выносливости, а также координационной работы вышеописанных мышечных групп.

Проведенный анализ динамики биомеханических характеристик плечевого сустава в тесте «вращение наружу» показал статистически значимые ( $p < 0,05$ ) отличия максимального и среднего крутящего момента, средней мощности и средней работы в исследуемых группах, более высокий прирост биомеханических показателей отмечался в основной группе (табл. 2).

После проведенного межгруппового сравнения в тесте «вращение наружу» достоверные отличия были зафиксированы для показателей максимального и среднего крутящего моментов ( $p < 0,05$ ), однако при анализе показателей средней мощности и средней работы статистически достоверных отличий установить не удалось (табл. 2).

Таблица 2. Динамика биомеханических показателей в тесте «вращение наружу» в исследуемых группах

Вращение наружу		Ед. изм.	Основная группа (n=26)	Контрольная группа (n=25)
Крутящий момент	До лечения	Н*м	12,77 [10,07;18,03]	14,50 [9,40;17,25]
	После лечения	Н*м	20,87 [16,13;25,73]*	16,56 [10,41;19,30]* Δ
Средний крутящий момент	До лечения	Н*м	12,07 [9,27;16,85]	13,51 [8,90;15,63]
	После лечения	Н*м	18,93 [14,05;23,80]*	15,63 [10,40;17,56]* Δ
Средняя мощность	До лечения	Вт	2,40 [1,40;4,48]	2,89 [1,38;4,06]
	После лечения	Вт	4,43 [2,30;5,40]*	3,28 [1,52;4,66]*
Средняя работа	До лечения	Дж	14,40 [8,32;26,37]	15,74 [7,19;22,42]
	После лечения	Дж	24,07 [15,07;33,27]*	17,58 [8,12;25,40]*

*Примечание: Данные представлены медианой (Me) и квартилями (Q<sub>1</sub> – Q<sub>3</sub>). \* - p < 0,05, значение показателя статистически значимо, используемый метод: критерий Уилкоксона, Δ - p < 0,05, значение показателя статистически значимо, используемый метод: U – критерий Манна-Уитни.*

Полученные данные свидетельствуют о том, что внедрение технологий виртуальной реальности позволяют статистически значимо (p < 0,05, по сравнению с контрольной группой) улучшить совокупные биомеханические показатели мышц M. deltoideus (Pars spinata), M. infraspinatus, M. supraspinatus, M. teres minor, что приводит к улучшению таких показателей, как мышечная сила, выносливость и функция.

### **Заключение**

Включение технологий виртуальной реальности в комплексную программу реабилитации пациентов с повреждением вращательной манжеты плеча является обоснованным подходом. Благодаря комплексному воздействию виртуальной реальности, происходит улучшение биомеханических характеристик плечевого сустава по результатам изокINETического тестирования, что в конечном счете приводит к увеличению мышечной силы, выносливости и улучшению двигательной функции верхней конечности в целом.

**Литература / References:**

1. Ravi D.K., Kumar N., Singhi P. Effectiveness of virtual reality rehabilitation for children and adolescents with cerebral palsy: an updated evidence-based systematic review. *Physiotherapy*. 2017; 103: 245–258.
2. Pekeyavas N.O., Ergun N. Comparison of virtual reality exergaming and home exercise programs in patients with subacromial impingement syndrome and scapular dyskinesis: short term effect. *Acta Orthop Traumatol Turc*. 2017; 51: 238–242.
3. Weiss P.L.T., Tirosh E., Fehlings D. Role of virtual reality for cerebral palsy management. *J Child Neurol*. 2014; 29: 1119–1124.
4. Gokeler A., Bisschop M., Myer G.D. et al. Immersive virtual reality improves movement patterns in patients after ACL reconstruction: implications for enhanced criteria-based return-to-sport rehabilitation. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*. 2016; 24: 2280–2286.
5. Lee S.-H., Yeh S.-C., Chan R.-C., Chen S., Yang G., Zheng L.-R. Motor ingredients derived from a wearable sensor-based virtual reality system for frozen shoulder rehabilitation. *Biomed Res Int*. 2016; 2016: 7075464.
6. Bahat H.S., Takasaki H., Chen X., Bet-Or Y., Treleaven J. Cervical kinematic training with and without interactive VR training for chronic neck pain: a randomized clinical trial. *Man Ther*. 2015; 20: 68–78.
7. Thomas J.S., France C.R., Applegate M.E., Leitkam S.T., Walkowski S. Feasibility and safety of a virtual reality dodgeball intervention for chronic low back pain: a randomized clinical trial. *J Pain*. 2016; 17: 1302–1317.

**POSSIBILITIES FOR THE USE OF A HARDWARE AND SOFTWARE VIRTUAL REALITY COMPLEX IN PATIENTS WITH ROTATOR CUFF INJURY**

**Kolyshenkov V.A., Otvetchikova D. I., Fesyun A.D.**

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

**Abstract:** This article presents comparative results of the use of virtual reality technologies and an assessment of the efficiency of this technique in a comprehensive rehabilitation program for patients with rotator cuff tendon injuries.

**Keywords:** rehabilitation, rotator cuff, biomechanics, isokinetic testing, virtual reality.

# ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКОЕ И МИКРОБИОЛОГИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ЛЕЧЕБНОЙ ГРЯЗИ МЕСТОРОЖДЕНИЯ ОЗЕРО БОЛЬШОЕ МЕДВЕЖЬЕ КУРГАНСКОЙ ОБЛАСТИ

Яковлев М.Ю., Королёва И.В.

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

**Резюме.** В статье представлены результаты исследования лечебной грязи месторождения участка «Центральный» озера Большое Медвежье Петуховского района Курганской области. Изучены физико-химические и микробиологические свойства грязи озера Большое Медвежье для возможности их дальнейшего исследования и формирования информационно-аналитической базы, необходимой для изучения и стандартизации веществ гуминового ряда.

**Ключевые слова:** лечебная грязь, пелоиды, гуминовые вещества.

На территории Курганской области расположен источник природной лечебной грязи участка «Центральный» озера Большое Медвежье Петуховского района Курганской области, лечебная грязь которого применяется в медицинских и лечебно-оздоровительных учреждениях. Так, например, данный вид грязи активно используется в рамках реабилитационных программ ФГБУ «НМИЦ РК» Минздрава России.

На первом этапе был произведен анализ литературных данных, который показал явные специфические особенности данного месторождения, так, например, рапа озера Медвежье имеет крайне высокую минерализацию, которая меняется в зависимости от климатических периодов – от 112 до 350 г/дм<sup>3</sup>, что позволяет рассматривать озеро как крепкое рассольное. Ещё одной особенностью стало дно озера – ровное, без разких понижений и впадин. Донные отложения достигают мощности 0,75 м в центральной части водоёма. Верхний слой представлен черной маслянистой грязью с запахом сероводорода (мощность 0,25 м). Ниже залегает слой темно-серой грязи с идентичным запахом (мощностью 0,1 м). Самый нижний слой представлен серой грязью (мощность 0,4 м). В связи с крепкой рассольной минерализацией рапы озера Медвежье и особенностями дна, в его пределах в больших количествах репродуцируются ракообразное – *Artemia salina*.

Данные особенности позволяют использовать ресурсы озера Медвежье в различных целях:

- медицинских;

- курортных;
- рекреационно-туристических;
- рыбохозяйственных;
- косметологических и др.

Озеро общей площадью 56,3 км<sup>2</sup>, представляет собой водоем овальной формой. Полуостровами озеро делится на 2 участка – озеро Большое Медвежье и Малое Медвежье. Общая протяженность береговой линии составляет более 60 км, глубина озерной воды на большей части акватории озера изменяется от 0,5 до 1,0 метра. Озеро бессточное с подземным и атмосферным питанием.

Донные отложения и рапа озера Медвежье изучались отделом курортных ресурсов Свердловского НИИ курортологии и физиотерапии (в настоящее время – ФБУН ЕМНЦ ПОЗРПП) начиная с 40-х гг. 20 века. В 1952г. (Е.К. Абросимова, Г.Н. Катаева), в 1965г. (К.Н. Тележникова, А.Д. Лобачев) и в 1977г. (К.Н. Тележникова), сотрудниками ФБУН ЕМНЦ ПОЗРПП производились детальные исследования по оценке и разработке лечебных грязей озера. В 1987 г. детальные грязеразведочные работы на озере проводились Комплексные гидрогеологической партии Управления «Геоминвод» (Ю.А.Фокин, И.В. Дроздов), а в 2004 году – ООО «Ингеолком» (Ю.А. Фокин) на основании которых территориальной комиссией по запасам при Уралнедра были утверждены в 2005 г. запасы лечебных грязей по всему месторождению. В период 1999-2001 гг. пилоиды и рапа озера Медвежье изучались в ФБУН ЕМНЦ ПОЗРПП и ФГБНУ «Государственный научно производственный центр рыбного хозяйства», в связи с организацией добычи на озере цист *Artemia*.

Запасы сульфидно-иловых лечебных грязей месторождения «Озера Медвежье» утверждены территориальной комиссией по запасам при Уралнедра (Протокол №1/05 от 20.01.05) в количестве 11833 тыс. м<sup>3</sup>, залежь лечебных грязей северного участка озера Большое Медвежье в объеме 754,1 тыс. м<sup>3</sup>, расположенная в части озера, примыкающая к санаторию «Озеро Медвежье». Балансовый запас лечебных грязей участка Центрального составляет по категории «В» 3391 тыс. м<sup>3</sup>.

С целью оценки соответствия качества лечебных грязей месторождения «Озера Медвежье» согласно требованиям, установленным для лечебных грязей, проведен анализ грязей проведен следующий анализ лабораторных исследований:

- полный физико-химический анализ с определением токсичных микроэлементов;
- санитарно-микробиологический анализ;
- радиологический анализ.

Указанные лабораторные исследования проводились по пробам лечебных грязей, отобранных с участка грязедобычи «Центрального» участка месторождения.

Проведенных лабораторные исследования качества лечебных грязей месторождения озера Большое Медвежье Петуховского района Курганской области выполнены в аккредитованных национальной системе аккредитации исследовательских лабораториях (Центрах), в соответствии с областью аккредитации указанных лабораторий по методам исследований (измерений), установленным для исследованного объекта, и содержат все необходимые для экспертизы компоненты и показатели.

Лечебная грязь исследованной пробы имеет черную окраску, мазеподобную консистенцию и обладает слабым запахом сероводорода. Проведенные исследования показали, что влажность лечебной грязи составляет 62,34% при норме для пилоида, подготовленного к процедурам, 60,0-90,0%. Степень кислотности среды, оцениваемая значением  $pH=7,4$ , соответствует практически нейтральной среде. Иловые растворы, представляющие собой жидкую фазу грязи, имеют хлоридный магниево-натриевый состав и минерализацию 166,9 гр/дм<sup>3</sup>, что позволяет относить данные илы к соленасыщенным. Основной химический состав илового раствора по результатам анализа описывается следующей формулой:



В твердой фазе исследованной пробы пилоида содержатся 82,7% зольных элементов. Среди них преобладают гнилистые частицы (нерастворимый осадок), составляющие 33,64% от сухого вещества. На долю минеральных солей кальциево-магниевого скелета приходится 21,46% от твердой фазы. Главную роль в его формировании играет карбонаты кальция – 17,73% на твердую фазу. Коллоидные компоненты в твердой фазе составляет 16,29%. Главными составляющими коллоидного комплекса являются органическое вещество – 7,78% и диоксид кремния – 3,29% от состава твердой фазы на сухую грязь. Доля сероводорода (в пересчете на сульфид железа) составляет 0,145% от нативной грязи, при норме 0,01 – 0,15%, что позволяет относить данные пилоиды к слабосульфидным.

В целом, выполненные исследования позволяют классифицировать рассматриваемые илы как слабосульфидные, соленасыщенные, сульфидно-иловые лечебные грязи.

Исследования физико-механических характеристик, определяющих возможность использования донных отложений в лечебных целях, показало, что предельное сопротивление сдвигу в данной пробе измеряется величиной 1290 дин/см<sup>2</sup>. Для грязей, подготовленных к процедурам, это значение должно составлять 1500-4000 дин/см<sup>2</sup>. В связи



с несколько пониженным показателем сопротивления сдвигу перед использованием грязи для лечебных процедур проводят ее отстаивание. Засоренность грязи минеральными частицами размером более 5,0 мм – отсутствует, а частицами размером 0,26-5,0 мм составляет 1,0% при норме до 3%.

В оценке качества лечебных грязей огромное значение имеет наличие в них тяжелых металлов, способных при высоких концентрация обладать токсическим действием. Предельно допустимой концентрации токсичных элементов для лечебных грязей в настоящее время точно не установлены. В связи с этим, был проведен сравнительный анализ содержаний подобных элементов жидкой фазы рассматриваемых пелоидов с предельно допустимыми концентрациями, принятыми для минеральных питьевых вод, согласно ГОСТ Р 54316 – 2011 и других нормативных документов. Данные ПДК, установленных для минеральных вод, используемых для внутреннего применения, а лечебные грязи, в основном, применяются наружно, поэтому выбранные эталоны в сравнении являются наиболее строгими. Проведенный анализ показал (см. таб. 1), что содержание элементов, способных оказать токсическое действие, в жидкой фазе илового раствора лечебных грязей участка «Центральный» озера Большое Медвежье Петуховского района Курганской области не превышает ПДК для минеральных питьевых вод.

Таблица 1. Содержание микроэлементов в иловом растворе лечебных грязей участка «Центральный» озера Большое Медвежье (в мг/дм<sup>3</sup>)

Элемент	Pb	Cd	Hg	Mn	Co	Cu	Zn
Содержание	Менее 0,02	0,0056	Менее 0,0001	0,098	Менее 0,15	Менее 0,1	Менее 0,04
ПДК*	0,1	0,01	0,005	0,4	0,1	1,0	5,0

*Примечание: \* указаны предельно допустимые концентрации согласно ГОСТ Р 54316-2011 и других нормативных документов, регламентирующих требования к минеральным природным питьевым водам.*

По данным анализов ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Курганской области» санитарно-микробиологические показатели рассматриваемых лечебных грязей удовлетворяют установленным требованиям (Протокол лабораторных испытаний №9222 от 25.09.18). Как упоминалось выше, одной из специфических особенностей озера Медвежье является наличие ракообразных *Artemia salina*. Биомасса указанного ракообразного является одним из источников обогащения лечебных грязей данного

водоема органическим веществом, которое, в свою очередь, определяет протекание процессов бактериальной сульфатредукции с образованием сероводорода, накапливающегося в илах в виде сульфидов железа (троилита, гидротриолита), являющихся лечебным фактором пелоидов.

Также отмечается, согласно анализу ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Курганской области», что содержание природных (радий-226) и техногенных (цезий-137, стронций-90) радионуклидов также соответствует установленным нормам.

Проведённый анализ показал, что лечебные грязи участка «Центральный» месторождения озера Большое Медвежье по своему физико-химическому составу и санитарно-микробиологическим показателям соответствует требованиям для их применения в лечебных целях, а достаточно большой процент коллоидного компонента в твердой фазе свидетельствует о высокой степени сорбции и антиоксидантного действия. Исходя из вышеизложенного считаем целесообразным рассмотреть возможности выделения и изучения гуминовых веществ пелоида озера Большое Медвежье для систематизации информационно-аналитической базы, необходимых для перевода гуминовых веществ в разряд стандартизированных фармацевтических субстанций, и создания препаратов для применения в медицинских целях на его основе.

### **Литература:**

1. Адилев В.Б., Михеева Л.С., Требухов Я.А. К вопросу о систематизации лечебных грязей. Вопросы изучения лечебных минеральных вод, грязей и климата. Труды Центрального НИИ курортологии и физиотерапии. 1980; 43: 90-105.
2. Александров В.А. Пелоиды (лечебные грязи) Советского Союза. Основы курортологии. Москва: Медгиз. 1956; 1: 347-372.
3. Бузлама А.В., Чернов Ю.Н. Анализ фармакологических свойств, механизмов действия и перспектив применения гуминовых веществ в медицине. Экспериментальная и клиническая фармакология. 2010; 73(9): 43-48.
4. Венгеровский А.И., Головина Е.Л., Буркова В.Н., Саратиков А.С. Энтеросорбенты усиливают гепатозащитное действие эплира при экспериментальном токсическом гепатите. Экспериментальная и клиническая фармакология. 2001; 1: 46-48.
5. Гайнулина А.А., Каюмов Ф.А., Каюмова А.Ф., Фазлыяхметова М.Я. Состояние метаболизма лейкоцитов периферической крови крыс в восстановительный период после подострой интоксикации полихлорированными бифенилами. Медицинский вестник Башкортостана. 2012; 7(1): 116-119.

6. Жданов А.В., Аввакумова Н.П., Кривопаева М.А., Глубокова М.Н., Катунина Е.Е., Агапов А.И. Детоксикация полихлорированных бифенилов гуминовыми кислотами пелоидов. Успехи современного естествознания. 2016; 10: 31-35.
7. Звягинцев Д.Г. Деструкция органического вещества в почве. Микробиологическая деструкция органических остатков в биогеоценозе: материалы всесоюзного совещания. М. 1987. С. 42-44.
8. Заварзин Г.А., Колотилова Н.Н. Введение в природоведческую микробиологию. Учебное пособие. М.: Университет. 2001. 255 с.
9. Иванов В.В., Малахов А.М. Генетическая классификация лечебных грязей (пелоидов) СССР. Материалы по изучению лечебных грязей, грязевых озёр и месторождений. М. 1963. С. 9-26.
10. Попов А.И., Бурак А.Ю. Коллоидно-химические свойства гуминовых веществ. Гумус и почвообразование. Сб. научн. трудов С.-Петербур. гос. аграрн. ун-та. СПб, 1998. С. 26-30.
11. Ingvorsen K., Zeikus J.C., Brock T.D. Dynamics of bacterial sulfate reduction in an eutrophic lake. Appl. Environ. Microbiol. 1981; 41(4): 1029-1036.
12. Postgate J.R. The sulfate – reducing bacteria. Cambridge: Univ. Press. New York. 1979. p. 151.
13. Wood J.B., Hurley B.Y.F., Matthews P.J. Some observations on the biochemistry and inhibition of nitrification. Water Res. 1981; 15(5): 543-551.

**PHYSICO-CHEMICAL AND MICROBIOLOGICAL INVESTIGATION OF THE  
THERAPEUTIC MUD OF THE BOLSHOE MEDVEZHYE LAKE  
OF KURGAN REGION**

**Yakovlev M.Yu., Koroleva I.V.**

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

**Abstract.** The article presents the results of a study of therapeutic mud from the deposit of the "Central" site of the Lake Bolshoye Medvezhye, Petukhov District, Kurgan Region. The physicochemical and microbiological properties of the mud of Lake Bolshoye Medvezhye have been studied for the possibility of their further study and the formation of an information and analytical base necessary for the study and standardization of humic substances.

**Key words.** therapeutic mud, peloids, humic substances.

## References:

1. Adilov V.B., Mikheeva L.S., Trebukhov Ya.A. To the question of the systematization of therapeutic mud. Issues of studying medicinal mineral waters, mud and climate. Proceedings of the Central Research Institute of Balneology and Physiotherapy. 1980; 43:90-105 (in Russ.).
2. Aleksandrov V.A. Peloids (therapeutic mud) of the Soviet Union. Fundamentals of balneology. Moscow: Medgiz. 1956; 1: 347-372 (in Russ.).
3. Buzlama A.V., Chernov Yu.N. Analysis of pharmacological properties, mechanisms of action and prospects for the use of humic substances in medicine. Experimental and clinical pharmacology. 2010; 73(9): 43-48 (in Russ.).
4. Vengerovsky A.I., Golovina E.L., Burkova V.N., Saratikov A.S. Enterosorbents enhance the hepatoprotective effect of Eplir in experimental toxic hepatitis. Experimental and clinical pharmacology. 2001; 1: 46-48 (in Russ.).
5. Gainulina A.A., Kayumov F.A., Kayumova A.F., Fazlyakhmetova M.Ya. The state of metabolism of peripheral blood leukocytes in rats during the recovery period after subacute intoxication with polychlorinated biphenyls. Medical Bulletin of Bashkortostan. 2012; 7(1): 116-119 (in Russ.).
6. Zhdanov A.V., Avvakumova N.P., Krivopalava M.A., Glubokova M.N., Katunina E.E., Agapov A.I. Detoxification of polychlorinated biphenyls with humic acids of peloids. Successes of modern natural science. 2016; 10: 31-35 (in Russ.).
7. Zvyagintsev D.G. Destruction of organic matter in the soil. Microbiological destruction of organic residues in biogeocinosis: Materials of the All-Union Conference. M. 1987. S. 42-44 (in Russ.).
8. Zavarzin G.A., Kolotilova N.N. Introduction to Natural Microbiology. Tutorial. M.: University. 2001. 255 p. (in Russ.).
9. Ivanov V.V., Malakhov A.M. Genetic classification of therapeutic muds (peloids) of the USSR. Materials for the study of therapeutic mud, mud lakes and deposits. M. 1963. pp. 9-26 (in Russ.).
10. Popov A.I., Burak A.Yu. Colloidal and chemical properties of humic substances. Humus and soil formation. Proceedings of St. Petersburg. State Agricultural University St. Petersburg, 1998. S. 26-30 (in Russ.).
11. Ingvorsen K., Zeikus J.C., Brock T.D. Dynamics of bacterial sulfate reduction in an eutrophic lake. Appl. Environ. microbiol. 1981; 41(4): 1029-1036.
12. Postgate J.R. The sulfate-reducing bacteria. Cambridge Univ. Press. New York. 1979. p. 151.
13. Wood J.B., Hurley B.Y.F., Matthews P.J. Some observations on the biochemistry and inhibition of nutrition. Water Res. 1981; 15(5): 543-551.

УДК 616.08

## ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ МЕДИЦИНСКОЙ РЕАБИЛИТАЦИИ БОЛЬНЫХ ИШЕМИЧЕСКОЙ БОЛЕЗНЬЮ СЕРДЦА ПРИ ПРИМЕНЕНИИ ВЕЛОТРЕНИРОВОК ПО МЕТОДИКЕ СВОБОДНОГО ВЫБОРА НАГРУЗКИ

Юдин В.Е., Чурсина Т.В.<sup>‡</sup>, Климко В.В., Сычев В.В., Косухин Е.С.

Филиал № 2 «ВНИЦ ВМТ им. А.А. Вишневого» Минобороны России, г. Москва,  
Россия

**Резюме:** Гипокинезия не является независимым фактором риска ишемической болезни сердца (ИБС), но она способствует прогрессированию этого заболевания из-за положительной корреляции с такими факторами риска как артериальная гипертензия, дислипотеинемия, ожирение, гиперинсулизм, сахарный диабет 2 типа. Это диктует необходимость добавления физических упражнений к фармакотерапии ИБС. Включение в медицинскую реабилитацию больных ИБС курса велотренировок по методике свободного выбора параметров нагрузки (СВН) привело к более выраженным положительным изменениям показателей центральной гемодинамики. Вышеуказанное повышение показателей не зависит от исходного состояния гемодинамики. Зачастую прирост наиболее высок у пациентов с наименьшими исходными показателями, что свидетельствует о наличии адаптационных резервов, которые реализуются при физических тренировках. У пациентов при проведении тренировок по СВН осложнений не отмечалось. Таким образом, использование велотренировок по методике СВН у пациентов с ИБС может быть рекомендовано для стационарной реабилитации.

**Ключевые слова:** ишемическая болезнь сердца, физическая реабилитация, велотренировки со свободным выбором нагрузки.

### Введение

Ишемическая болезнь сердца (ИБС) по своей медицинской и социальной значимости занимает одно из ведущих мест среди заболеваний органов кровообращения. Среди мужчин в возрасте 45—74 лет 87,5% случаев смерти от сердечно-сосудистых заболеваний (ССЗ)

---

<sup>‡</sup> Адрес для переписки:

Чурсина Татьяна Вячеславовна, 89165566404@mail.ru

приходится на ИБС и инсульт, у женщин того же возраста доля ИБС и инсульта в структуре смертности от ССЗ равна 85% [1-5]. Многие авторы как один из основных неспецифических факторов, способных влиять на развитие и прогрессирование ССЗ, рассматривают низкую физическую активность [6,7]. Недостаточная физическая активность, не имея самостоятельного значения, как фактор риска ИБС, способствует развитию этой патологии за счет положительной корреляции с такими факторами риска, как артериальная гипертензия, дислиппротеидемия, избыточная масса тела, гиперинсулинизм, сахарный диабет 2-го типа [1,2,5]. Все это диктует необходимость использования наряду с терапией фармакологическими препаратами физических методов воздействия. Физические нагрузки активно используются на всех этапах медицинской реабилитации больных ИБС [3,6-8]. Тем не менее, проблема физической реабилитации больных, страдающих выраженной недостаточностью кровообращения, стенокардией напряжения высоких классов, нарушениями сердечного ритма, а также больных пожилого и старческого возраста остается все еще недостаточно изученной областью медицины [7-11].

В данной работе изучено влияние велотренировок (ВТ) по методике свободного выбора параметров нагрузки (СВН) на центральную гемодинамику больных с различными клиническими формами ИБС, находящихся на лечении в госпитале.

### **Материалы и методы исследования**

Обследованы 185 больных ИБС в возрасте от 46 до 76 лет (средний возраст  $68,4 \pm 1,6$  года), из них мужчин – 99, женщин – 86. Все больные поступали в период обострения или ухудшения течения заболевания. Для диагностики различных форм ИБС применяли общепринятые методики (клиническое исследование, лабораторные методы, электрокардиографию (ЭКГ), велоэргометрию (ВЭМ), эхокардиографию (ЭхоКГ). Клиническое обследование включало сбор жалоб, анамнеза, осмотр пациента, оценку симптомов заболевания. В состав лабораторных исследований входили общий анализ крови, общий анализ мочи, биохимический анализ крови, показатели углеводного и липидного обмена. ЭКГ проводили в 12 стандартных отведениях с помощью многоканального аппарата «МАС-5000» (США), ВЭМ проводили на аппарате «Cardio-soft V5-15» фирмы (GE). Эхокардиографию выполняли на аппарате «Vivid 3» фирмы (GE). Оценку психоэмоционального статуса проводили путем использования самооценочного теста качества жизни. После проведения обследования по преобладающему синдрому больные были разделены на следующие группы: пациенты со стенокардией напряжения II-III функционального класса – 50 человек, с постоянной формой и пароксизмальной формой

фибрилляции предсердий (ФП), вне пароксизма – 56 и 34 человека соответственно, и с хронической сердечной недостаточностью I-II стадии – 45 пациентов. В соответствии с реабилитационными программами больные каждой из групп путем рандомизации была разделена на 2 подгруппы, одна из которых получала двигательный режим в зависимости от состояния больного, медикаментозное лечение, лечебную гимнастику, аппаратную физиотерапию (низкоинтенсивное лазерное излучение), обучение в «Школе кардиологических больных», а лечение другой дополняли ВТ по методике СВН.

Пациенты занимались ВТ по методу СВН, предложенному сотрудниками Алтайского государственного медицинского университета, для реабилитации больных ИБС [7]. Метод СВН предусматривает произвольный выбор пациентом субъективно оптимальных параметров работы на велоэргометре. Перед ВТ проводили стандартизированный инструктаж больного, в котором его внимание обращали на абсолютную неограниченность избираемых им параметров нагрузки (время одной ВТ, мощность нагрузки, скорость педалирования). При этом ориентировали пациента на выполнение работы на велотренажере "по желанию" и получение удовлетворения от выполняемой физической нагрузки. Первую ВТ проводили на следующий день после ВЭМ-пробы. Больной на протяжении 1-2 мин адаптировался к велотренажеру, осуществляя подбор частоты педалирования на "нулевой" мощности нагрузки [7]. Индикаторы частоты вращения педалей и мощности нагрузки находились вне поля зрения пациента. Мощность нагрузки изменял оператор по требованию обследуемого. Физическую нагрузку в условиях свободного выбора прекращал сам больной по мере удовлетворения субъективной потребности в движении, за исключением случаев появления объективных критериев прекращения физической нагрузки. В каждом конкретном случае время начала ВТ определяли строго индивидуально. Обычно к ВТ приступали после достижения целевых уровней артериального давления (АД) и достижения клинического улучшения: уменьшения одышки и отеков при сердечной недостаточности, отсутствия отрицательной динамики электрокардиограммы, купирования пароксизма ФП или уменьшения числа сердечных сокращений при постоянной форме заболевания.

Информированное согласие больного на проведение ВТ было обязательным. Курс ВТ состоял из 8-12 занятий на велотренажере KE-12 (Венгрия). Все параметры ВТ, избираемые больным (мощность нагрузки, скорость, время тренировки, выполненная работа), регистрировали на каждом занятии. Занятия проводили ежедневно, в первой половине дня, не ранее чем через 2 ч после приема пищи, пять дней в неделю. При проведении ВТ применяли следующие методы контроля за состоянием больного: наблюдение и

систематический опрос больного; клинический осмотр больного, предъявляющего жалобы, с регистрацией электрокардиограммы в случае необходимости; измерение АД, подсчет частоты сердечных сокращений (ЧСС) у больного перед, во время и через 5 мин после окончания ВТ.

Статистические данные обрабатывали с помощью пакета прикладных программ «Statistica 6.0».

### Результаты и их обсуждение

При поступлении в госпиталь значительная часть больных 120 (64,9%) предъявляли жалобы на сердцебиение, перебои в сердце, сжимающие боли в грудной клетке при нагрузке, также у всех больных имелись проявления астенического синдрома, в виде нарушения сна, раздражительности, повышенной концентрации на заболевании.

В результате проведения программ медицинской реабилитации было отмечена положительная динамика у пациентов обеих групп. Уменьшилось количество приступов стенокардии в течение суток и их интенсивность, частота сердечных сокращений, проявлений астеноневротического синдрома. Включение в медицинскую реабилитацию больных ИБС курса ВТ по СВН привело к более выраженным положительным изменениям показателей центральной гемодинамики, которые отражены в таблице 1.

Таблица 1. Динамика показателей центральной гемодинамики у больных ИБС в зависимости от программы реабилитации ( $M \pm m$ )

Показатель	Основная группа (ФР+ВТ) (n = 90)			Контрольная группа (ФР) (n=95)		
	До лечения	После лечения	P	До лечения	После лечения	P
КСО, мл	81,7±6,4	70,3±5,7	P<0,001	82,3±4,8	79,3±4,8	P>0,05
КДО, мл	174,3±7,5	168,0±8,6	P<0,05	172,1±7,5	169,2±8,4	P>0,05
УО, мл	65,4±3,7	76,6±4,1	P<0,05	66,9±3,5	71,8±4,2	P>0,05
МО, л/мин	4,6±0,3	5,4±0,4	P<0,05	4,8±0,2	5,2±0,3	P>0,05
СИ, л/мин/м <sup>2</sup>	2,1±0,08	2,4±0,09	P<0,05	2,2±0,1	2,3±0,1	P<0,05
ФВ,%	48,7 ±2,1	55,5±1,9	P<0,05	49,1±1,2	50,0±2,1	P<0,05
ДАД, мм.рт.ст	71,3±72,5	72,5±2,4	P>0,05	67,7±2,0	70,3±2,2	P>0,05
САД, мм.рт.ст	130, ±44,9	127,4±5,0	P>0,05	138,4±5,1	137,3±4,9	P>0,05



Проведение ВТ по методике СВН у пациентов основной группы сопровождалось улучшением насосной функции сердца: возросли ударный объем (УО) и фракция выброса (ФВ) в среднем на 17,1 и 14,0% ( $p < 0,05$ ) по сравнению с исходными показателями, увеличился сердечный индекс (СИ) на 14,3% ( $p < 0,05$ ). Все эти показатели превысили соответствующие параметры в группе больных, программа реабилитации которых не включала ВТ. В последней группе отмечен прирост УО в среднем на 7,3% ( $p < 0,05$ ), ФВ в среднем на 1,8 % ( $p < 0,05$ ), СИ в среднем на 4,5% ( $p < 0,05$ ) по сравнению с исходным уровнем. В итоге все вышеперечисленные параметры в группе пациентов, получавших ВТ, после проведения реабилитации оказались выше, чем у больных, в программе реабилитации которых они не применялись.

У больных с различными формами ИБС после курса лечения отмечались следующие изменения: во всех группах, за исключением пациентов с хронической сердечной недостаточностью, отмечен достоверный ( $p < 0,05$ ) прирост УО. Так, при пароксизмальной форме ФП он составил в среднем 23,7%, при стенокардии – 17,3%, при постоянной форме ФП – 16,6%, при ХСН – 10,7%.

Наибольший прирост ФВ наблюдался у больных со стенокардией – в среднем на 19,1% ( $p < 0,05$ ), у больных с пароксизмальной формой ФП ФВ возросла на 14,9%, при постоянной форме ФП – на 11,3% ( $p < 0,05$ ) и при ХСН – на 8,3% ( $p < 0,05$ ). Соответственно, достоверно ( $p < 0,05$ ) возрос и СИ: максимально при пароксизмальной форме ФП – на 20,3%, в несколько меньшей степени при постоянной форме ФП и ХСН – на 15,0% и 12,1% соответственно ( $p < 0,05$ ) и при стенокардии – на 9,2% ( $p < 0,05$ ).

Полученные данные, свидетельствуют о том, что более выраженный гемодинамический эффект был достигнут после проведения лечения у пациентов основной группы, физическая реабилитация которых проводилась с использованием ВТ по СВН, в отличие от пациентов контрольной группы. Гемодинамические показатели у пациентов, с пароксизмальной ФП и стенокардией были выше, чем в группах больных с постоянной формой ФП и ХСН.

В группе пациентов, не получавших в реабилитации ВТ, также отмечалось уменьшение жалоб и их интенсивность. Улучшилось общее самочувствие, уменьшились слабость, сердцебиение, нормализовался сон. Достоверное улучшение показателей центральной гемодинамики произошло только у больных с пароксизмальной ФП, у них возросли УО и ФВ на 9,6 и 5,8% ( $p < 0,05$ ), соответственно.

Представленные данные свидетельствуют о положительном влиянии ВТ по методике СВН на центральную гемодинамику пациентов с различными формами ИБС. Физическая

реабилитация с применением ВТ, помимо значительного клинического улучшения, выразившегося у пациентов в сокращении числа приступов стенокардии, количества потребляемых нитратов, уменьшении проявлений сердечной недостаточности, способствует улучшению гемодинамики с уменьшением в ряде случаев конечного диастолического объема (КДО) левого желудочка (ЛЖ) и конечного систолического объема (КСО) ЛЖ. Существенно и то, что прирост сократительной способности ЛЖ сердца у больных с ХСН и с постоянной формой ФП по некоторым гемодинамическим параметрам практически не уступал таковому у больных с пароксизмальной формой ФП и стенокардией. В ответ на физическую нагрузку у тренировавшихся больных отмечена более благоприятная гемодинамическая реакция, характеризующаяся увеличением УО при уменьшении прироста ЧСС и выраженном снижении ОПСС [4,7,9]. Основной причиной увеличения УО после курса тренировок является, по-видимому, уменьшение потребления кислорода миокардом (о чем свидетельствует снижение двойного произведения) [7]. Уменьшение потребления миокардом кислорода в свою очередь было обусловлено изменениями, происходящими на уровне периферического отдела системы кровообращения. Улучшение гемодинамических показателей, улучшение психоэмоционального состояния пациентов, отсутствие осложнений во время лечения позволяет рекомендовать использование данной методики у больных ИБС и повышает эффективность стационарного лечения. Эффективность примененной технологии позволяет также рассмотреть возможность сочетанного ее применения с другими методами реабилитации пациентов с ишемической болезнью сердца, в том числе, на фоне распространенных у этой категории больных метеопатических реакций [12,13, 14].

## **Выводы**

1. Оптимизация физической реабилитации больных ИБС с применением ВТ по СВН положительно влияет на психоэмоциональное состояние пациентов, сопровождается уменьшением проявлений астенического синдрома, нормализацией сна, улучшением настроения, повышает приверженность к лечению.
2. У пациентов, медицинская реабилитация которых включала ВТ по СВН отмечено более выраженное улучшение показателей центральной гемодинамики с повышением ударного объема в среднем на 17,1%, фракции выброса на 14,0%, сердечного индекса на 14,3% ( $p < 0,05$ ).
3. Включение в комплексную программу реабилитации больных ИБС велотренировок по СВН способствует повышению эффективности медицинской реабилитации, улучшению

качества жизни за счет сокращения сроков стационарного лечения, снижения количества обращений и повторных госпитализаций.

### Литература:

1. Юдин В.Е., Клишко В.В., Будко А.А., Еделев Д.А., Арсенин Т.В., Косухина Е.В. Медицинская реабилитация больных ишемической болезнью сердца после операции коронарного шунтирования по программе, основанной на расчете удельной мощности нагрузки. Вестник восстановительной медицины. 2012; 5(51): 10-14.
2. Щегольков А.М., Будко А.А., Сычев В.В., Азарова Е.К., Арсенин Т.В. Комплексная медицинская реабилитация больных ишемической болезнью сердца, перенесших коронарное шунтирование, с применением воздушно-озоновых ванн. Военно-медицинский журнал. 2009; 8: 30-32.
3. Юдин В.Е., Щегольков А.М., Ярошенко В.П., Сычев В.В. Клиническая картина больных ишемической болезнью сердца после реваскуляризации миокарда на втором этапе реабилитации. Сборник трудов 51 научно-практической конференции врачей филиала №1 ФГБУ «З ЦВКГ им. А.А. Вишневого» Минобороны России 24 мая 2019 г.- г. Красногорск. 2019. С.186-188.
4. Юдин В.Е., Ярошенко В.П., Будко А.А., Щегольков А.М., Шкарупа О.Ф. Совершенствование системы медицинской реабилитации в многопрофильном лечебно-реабилитационном центре. Военно-медицинский журнал. 2019; 8: 4-8.
5. Юдин В.Е., Щегольков А.М., Ворсин О.Э., Сычев В.В. Медицинская реабилитация пациентов после кардиохирургических вмешательств в условиях центра медицинской реабилитации. Сборник трудов 51 научно-практической конференции врачей филиала №1 ФГБУ «З ЦВКГ им. А.А. Вишневого» Минобороны России 24 мая 2019 г.,- г. Красногорск. 2019 г., С.181-184.
6. Щегольков А.М., Юдин В.Е., Сычев В.В., Калинина С.В. Применение ходьбы с разгрузочным эффектом в программах медицинской реабилитации больных с заболеваниями сердечно-сосудистой системы. Учебное пособие. М.: филиал ВМедА им. С.М. Кирова. 2022. 39с.
7. Куликов В. П., Ефремушкин Г. Г., Мельников С. А. Способ реабилитации больных ишемической болезнью сердца. Пат. №1799545.Бюллетень открытий и изобретений. 1993. №89.
8. Юдин В.Е., Ярошенко В.П., Арсенин Т.В., Онуфрийчук Ю.О. Физическая активность в реабилитации больных ишемической болезнью сердца после коронарного шунтирования. Учебное пособие. М.: МГУПП. 2019. 62 с.
9. Юдин В.Е., Щегольков А.М., Клишко В.В., Стариков С.М., Калинина С.В. Повышение эффективности медицинской реабилитации больных ишемической болезнью сердца с синдромом обструктивного апноэ-гипопноэ сна после чрескожной транслюминальной ангиопластики. Вестник восстановительной медицины. 2011; 5(45): 25-27.
10. Хмиль А.Я., Щегольков А.М., Белов Д.Ф., Молчанов Б.А. Особенности проведения медицинской реабилитации в условиях многопрофильного стационара. Военно-медицинский журнал. 2019; 3: 65-67.
11. Мерзликин А.В., Щегольков А.М., Юдин В.Е., Ковлен Д.В., Агапитов А.А., Горнов

С.В., Анучкин А.А., Ищук Д.Е. Организация медицинской реабилитации военнослужащих в санаторно-курортных организациях. Учебное пособие. М.: филиал ВМедА им. С.М. Кирова. 2020. 49с.

12. Лебедева О.Д. Реабилитация больных ишемической болезнью сердца немедикаментозными методами. *Russian Journal of Rehabilitation Medicine*. 2020; 1: 33-42.

13. Яковлев М.Ю. Анализ основных проявлений метеопатических реакций у лиц с болезнями системы кровообращения и построение математической модели развития метеопатических реакций. *Russian Journal of Rehabilitation Medicine*. 2020; 1: 42-53.

14. Владимирский В.Е., Владимирский Е.В., Лунина А.Н., Тубекова М.А., Яковлев М.Ю. Кардиореабилитация: доказательства эффективности. *Russian Journal of Rehabilitation Medicine*. 2020; 3: 89-125.

## **IMPROVING THE EFFECTIVENESS OF MEDICAL REHABILITATION OF PATIENTS WITH CORONARY HEART DISEASE WHEN USING BICYCLE TRAINING ACCORDING TO THE METHOD OF FREE CHOICE OF LOAD**

**Udin V.E., Chursina T.V., Klimko V.V., Sychev V.V., Kosuhin E.S.**

Branch No 2 « VNITS VMT named after A.A. Vishnevsky» of the Ministry of Defense of Russia, Moscow, Russia

**Abstract.** Hypokinesia is not an independent risk factor of ischemic heart disease (IHD), but it contributes to progression of this disease because of a positive correlation with such risk factors as arterial hypertension, dislipoproteinemia, obesity, hyperinsulinism, diabetes mellitus type 2. This dictates the necessity to add exercise to pharmacotherapy of IHD. Combined treatment of IHD including bicycle training in the free load regimen significantly improving the effectiveness of medical rehabilitation of patients with coronary heart disease. The above rise does not depend on the initial condition of hemodynamics. There are cases when the increase is the highest in patients with the least baseline indices showing the presence of adaptive reserves which realize in physical training. The patients treated had no complications. Thus, use of the above bicycle training in IHD patients can be recommended for hospital rehabilitation.

**Keywords:** coronary heart disease, physical rehabilitation, bicycle training of free choice of load.

### **References:**

1. Yudin V.E., Klimko V.V., Budko A.A., Edelev D.A., Arseniy T.V., Kosukhina E.V. Medical rehabilitation of patients with coronary heart disease after coronary bypass surgery according to a program based on the calculation of the specific load power. *Bulletin of rehabilitation medicine*. 2012; 5(51): 10-14 (in Russ).

2. Shchegolkov A.M., Budko A.A., Sychev V.V., Azarova E.K., Arseniy T.V. Comprehensive medical rehabilitation of patients with coronary heart disease who underwent coronary bypass surgery using air-ozone baths. *Military Medical Journal*. 2009; 8: 30-32 (in Russ).
3. Yudin V.E., Shchegolkov A.M., Yaroshenko V.P., Sychev V.V. Clinical picture of patients with coronary heart disease after myocardial revascularization at the second stage of rehabilitation. *Proceedings of the 51st Scientific and Practical Conference of Doctors of the Branch No. 1 of A.A. Vishnevsky 3 Central Military Clinical Hospital of the Ministry of Defence of the Russian Federation*. May 24, 2019. Krasnogorsk. 2019. pp.186-188 (in Russ).
4. Yudin V.E., Yaroshenko V.P., Budko A.A., Shchegolkov A.M., Shkarupa O.F. Improving the system of medical rehabilitation in a multidisciplinary medical and rehabilitation center. *Military Medical Journal*. 2019; 8: 4-8 (in Russ).
5. Yudin V.E., Shchegolkov A.M., Vorsin O.E., Sychev V.V. Medical rehabilitation of patients after cardiac surgery in a medical rehabilitation center. *Proceedings of the 51st Scientific and Practical Conference of Doctors of the Branch No. of A.A. Vishnevsky 3 Central Military Clinical Hospital of the Ministry of Defence of the Russian Federation*. May 24, 2019. Krasnogorsk. 2019. pp.181-184 (in Russ).
6. Shchegolkov A.M., Yudin V.E., Sychev V.V., Kalinina S.V. The use of walking with unloading effect in the programs of medical rehabilitation of patients with diseases of the cardiovascular system. Tutorial. M.: branch of Medical military academy of S.M.Kirov Russia Defense Ministry. 2022. 39s (in Russ).
7. Kulikov V.P., Efremushkin G.G., Melnikov S.A. Method of rehabilitation of patients with coronary heart disease. Pat. No. 1799545. *Bulletin of discoveries and inventions*. 1993. No. 89 (in Russ).
8. Yudin V.E., Yaroshenko V.P., Arseniy T.V., Onufriyчук Yu.O. Physical activity in the rehabilitation of patients with coronary heart disease after coronary bypass surgery. Tutorial. Moscow: MSUFP. 2019. 62 p. (in Russ).
9. Yudin V.E., Shchegolkov A.M., Klimko V.V., Starikov S.M., Kalinina S.V. Improving the efficiency of medical rehabilitation of patients with coronary heart disease with obstructive sleep apnea-hypopnea syndrome after percutaneous transluminal angioplasty. *Bulletin of rehabilitation medicine*. 2011; 5(45): 25-27 (in Russ).
10. Khmil A.Ya., Shchegolkov A.M., Belov D.F., Molchanov B.A. Features of medical rehabilitation in a multidisciplinary hospital. *Military Medical Journal*. 2019; 3:65-67 (in Russ).
11. Merzlikin A.V., Shchegolkov A.M., Yudin V.E., Kovlen D.V., Agapitov A.A., Gornov S.V., Anuchkin A.A., Ischuk D.E. Organization of medical rehabilitation military personnel in sanatorium-resort organizations. Tutorial. M.: branch of Medical military academy of S.M.Kirov Russia Defense Ministry. 2020. 49s (in Russ).
12. Lebedeva O.D. Rehabilitation of patients with coronary heart disease by non-drug methods. *Russian Journal of Rehabilitation Medicine*. 2020; 1:33-42.
13. Yakovlev M.Yu. Analysis of the main manifestations of meteopathic reactions in persons with diseases of the circulatory system and the construction of a mathematical model for the development of meteopathic reactions. *Russian Journal of Rehabilitation Medicine*. 2020; 1:42-53.
14. Vladimirsky V.E., Vladimirsky E.V., Lunina A.N., Tubekova M.A., Yakovlev M.Yu. Cardiac rehabilitation: evidence of effectiveness. *Russian Journal of Rehabilitation Medicine*. 2020; 3:89-125.

# НАУЧНЫЕ ОСНОВЫ МЕДИЦИНСКОЙ РЕАБИЛИТАЦИИ И САНАТОРНО-КУРОРТНОГО ЛЕЧЕНИЯ

Яковлев М.Ю., Туманова-Пономарева Н.Ф.<sup>§</sup>, Фесюн А.Д.

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

**Резюме.** В статье обсуждаются вопросы научного подхода к вопросам медицинской реабилитации и санаторно-курортного лечения. Описаны современные методы научных исследований, исторические и перспективные направления.

**Ключевые слова:** реабилитация, статистические методы, инновационные технологии.

Вопросы профилактики заболеваний, реабилитации, оздоровление населения в настоящее время являются одними из наиболее первостепенных задач здравоохранения. Обратимся к определениям. Согласно Федеральному закону от 21.11.2011 N 323-ФЗ (ред. от 26.05.2021) «Об основах охраны здоровья граждан в Российской Федерации», Медицинская реабилитация имеет следующую дефиницию: это комплекс мероприятий медицинского и психологического характера, направленных на полное или частичное восстановление нарушенных и (или) компенсацию утраченных функций пораженного органа либо системы организма, поддержание функций организма в процессе завершения остро развившегося патологического процесса или обострения хронического патологического процесса в организме, а также на предупреждение, раннюю диагностику и коррекцию возможных нарушений функций поврежденных органов либо систем организма, предупреждение и снижение степени возможной инвалидности, улучшение качества жизни, сохранение работоспособности пациента и его социальную интеграцию в общество [1]. Санаторно-курортное лечение включает в себя медицинскую помощь, осуществляемую медицинскими организациями (санаторно-курортными организациями) в профилактических, лечебных и реабилитационных целях на основе использования природных лечебных ресурсов, в том числе в условиях пребывания в лечебно-оздоровительных местностях и на курортах. Санаторно-курортное лечение направлено на активацию защитно-приспособительных реакций организма в целях профилактики заболеваний, оздоровления; восстановление и (или) компенсацию функций организма,

---

<sup>§</sup> Туманова-Пономарева Наталья Федоровна, TumanovaNF@nmicrk.ru

нарушенных вследствие травм, операций и хронических заболеваний, уменьшение количества обострений, удлинение периода ремиссии, замедление развития заболеваний и предупреждение инвалидности в качестве одного из этапов медицинской реабилитации [2].

Основные научные направления современной медицины стремятся уходить от медицины «описательной», основанной на личных мнениях и суждениях, к медицине, основанной на доказательствах – «доказательной медицине». Принципы доказательной медицины являются последние десятилетия основными для сбора и анализа данных в научных исследованиях и практическом здравоохранении, и применимы к любой области медицины. Однако при этом следует учитывать, что не все принципы доказательной медицины универсальны [3].

На сегодняшний день научные исследования в области биомедицины осуществляются в основном в рамках Стратегии развития медицинской науки в Российской Федерации на период до 2025 г. и Стратегии научно-технологического развития Российской Федерации. Согласно современным представлениям, государственная научно-техническая политика осуществляется исходя из следующих основных принципов:

- Наука – социально значимая отрасль, определяющая уровень развития производительных сил государства;
- Развитие научной, научно-технической и инновационной деятельности посредством создания системы государственных научных центров и других структур;
- Концентрация ресурсов на приоритетных направлениях развития науки и техники;
- Стимулирование научной, научно-технической и инновационной деятельности через систему экономических и иных льгот;
- Развитие традиционной медицины.

В настоящее время наука определяется как сфера человеческой деятельности, направленной на выработку и систематизацию новых знаний о природе, обществе, мышлении и познании окружающего мира. Непосредственные цели науки – получение знаний об объективном и субъективном мире, постижение истины.

Задачи науки:

- Сбор, описание, анализ, обобщение и объяснение фактов;
- Обнаружение законов движения природы, общества, мышления и познания;
- Систематизация полученных знаний;
- Объяснение сущности явлений и процессов;
- Прогнозирование событий, явлений и процессов;
- Установление направлений и форм практического использования полученных знаний.

Науку, в том числе и медико-биологическую можно рассматривать как систему, состоящую из теории, методологии, методики и техники исследований, практики внедрения полученных результатов. При этом в ходе постановки научных задач следует учитывать основные принципы трансляционной медицины, заключающиеся в максимальной передаче достижений науки и исследований в практическое здравоохранение [4].

Также целесообразно осуществлять научные исследования в рамках 4P-медицины, которые основываются на четырех принципах: предиктивности (*англ. predictive*) – предсказательности; превентивности (*англ. preventive*) – развитие предупредительной и профилактической роли медицины; партисипативности (*англ. participatory*) – пациент является участником процесса; персонализации (*англ. personalized*) – определение программы лечения с учетом индивидуальных особенностей организма. Кроме этого, бурное развитие фундаментальных научных исследований в области протеомики, геномики, и метаболомики, а также молекулярной медицины в целом позволяет более широко внедрять инновационные технологии в медицинскую реабилитацию и профилактику прежде всего распространённых неинфекционных заболеваний человека. Открытия в области молекулярной медицины также представляют новые возможности в изучении механизмов лечебного действия природных лечебных факторов.

Любое медико-биологическое исследование должно начинаться с четкой организации и планирования такой работы [5]. Статистическое исследование делится на взаимосвязанные обособленные во времени этапы:

1. Составление плана, программы исследования.
2. Сбор материала (регистрация сбор информации).
3. Сведение материала в таблицы с применением системы группировок и обобщающих показателей.
4. Анализ, литературное оформление, выводы, предложения для практики.

Программа статистического исследования – это перечень четко сформулированных вопросов, на которые необходимо получить ответы на основании различных видов наблюдения (непосредственное наблюдение, опрос, эксперимент, выкопировка из первичной учетной документации). Существуют официальные программы сбора материала (по учетным формам) и специально составленным для углубленного изучения наиболее важных проблем (по разработанным исследователем анкетам, картам). Дизайном научного исследования называется правильное планирование научной работы с учетом включенных в исследование групп, описание изучаемого воздействия и исхода, продолжительности и



перспективности исследования, времени наблюдения, критериев включения и исключения, кратности и сроков исследования. Дизайн исследования непосредственно связан с поставленной задачей.

Термин «уровень достоверности» встречается довольно часто и подразумевается следующее: настолько я могу доверять этой статье? Обычно уровень достоверности определяется структурой исследования и характеристикой статьи. На верхушке пирамиды достоверности располагаются систематические обзоры рандомизированных контролируемых испытаний (РКИ) и хорошо организованные РКИ. Ниже располагаются наблюдения испытания, такие как когортные исследования, исследования типа случай – контроль и единичные случаи.

Лучшие систематические обзоры, особенно создаваемые в рамках Кохрановского сотрудничества, регулярно пересматриваются и обновляются для включения в них новых сведений.

При изучении биологических совокупностей, являющихся типично статистическими, целесообразно применять методы математической статистики, которую в приложении к биологии стали называть биологической статистикой.

Статистические методы существенно необходимы и при постановке экспериментов, так, как только с их помощью можно установить, зависит ли наблюдаемое различие между опытными и контрольными группами от влияния изучаемого фактора или же оно чисто случайно, т.е. определяется многими другими, не контролируемые и неподдающимися учету факторами. Понимание и учет статистических закономерностей помогают экспериментатору составить методически обоснованный план опытов, правильно их провести и, наконец, сделать из них объективные выводы. При этом надо помнить, что никакая математическая и статистическая обработка не поможет, если опыты были проведены неправильно или данные собраны некорректно.

В ходе оценки полученных результатов широко используются методы описательной статистики, которые позволяют определить средние значения, стандартные отклонения, медиану, квартили, min, max, размах, асимметрию, эксцесс и др. Для межгруппового сравнения количественных признаков используются методы параметрической (критерий Стьюдента) и непараметрической (критерий Манна-Уитни) статистики. Анализ динамики показателей до и после лечения проводится с помощью критериев Стьюдента, в случае если выборка подчиняется нормальному закону распределения или методом Вилкоксона, в случае, когда выборка имеет закон распределения отличный от нормального. Для множественной оценки показателей используются дисперсионный анализ и метод

Краскела-Уоллеса. Качественные признаки сравниваются критерием  $\chi^2$ . Для более углубленного анализа применяются многомерные статистические методы: корреляционный, регрессионный, дискриминантный, факторный, качественный и другие виды анализа.

Проведение научных изысканий в области медицинской реабилитации и особенно санаторно-курортного лечения сопровождается рядом трудностей, связанных с тем, что климатотерапевтические и природные лечебные факторы имеют сложную физико-химическую структуру и физиологические характеристики воздействия на организм. Использование целительных свойств природы (минеральные воды, лечебные грязи и др.) возникло еще в далеком прошлом. Водолечение, термотерапия, массаж, физические упражнения являлись признаком благополучия и высокой культуры. Организация курортных местностей и создание курортной инфраструктуры в России имеет достаточно продолжительную историю. Первые курорты были организованы в первой половине XVIII века по инициативе Петра I. Он был чрезвычайно увлечен этой темой и даже издал Указ в 1717 г. «О приискании в России минеральных вод, которыми возможно пользоваться от различных болезней». В конце XVIII-XIX в. происходило стремительное эволюционирование курортного дела, открывались новые курорты, находились и осваивались источники минеральных вод и грязевые озера, изучались их свойства. 18 июля 1863 г. в г. Пятигорске было образовано первое Российское курортное научное общество – «Русское бальнеологическое общество», которое просуществовало до 1931 г. и основной функцией которого являлась развитие как бальнеологии и курортного дела в целом. Это событие явилось началом планомерного исследования курортных факторов, включая научное доказательство воздействия минеральных вод на организм человека, ставших научным базисом бальнеологии [6,7,8].

Распоряжением Правительства Российской Федерации от 26.11.2018 №2581-р утверждена Стратегия развития санаторно-курортного комплекса Российской Федерации, которая определяет цель, задачи и основные направления государственной политики Российской Федерации по сохранению и укреплению здоровья населения Российской Федерации в сфере курортного дела. На сегодняшний день одним из важных направлений деятельности ФГБУ «НМИЦ РК» Минздрава России является исполнение плана мероприятий по реализации данной Стратегии, внедрение инновационных методов лечения, персонализированных программ санаторно-курортного лечения, а также принципов вторичной профилактики. В связи с этим наиболее перспективные направления для научных изысканий следующие:

- разработка и внедрение в практику современных и эффективных методов санаторно-курортного лечения и проведение их адаптации к местным условиям;
- дальнейшее проведение научных исследований по оценке эффективности применения природных лечебных факторов в медицинской практике;
- разработка и внедрение инновационных технологий сочетанного и персонализированного применения природных, преформированных физических факторов и бальнеотерапии для лечения и профилактики основных социально значимых заболеваний.

Укрепление методологической и научной базы медицинской реабилитации и санаторно-курортного лечения будет способствовать совершенствованию системы и повышению качества оказания медицинской помощи населению в этой сфере и развитию медицинской отрасли в целом.

#### Литература:

1. Об основах охраны здоровья граждан в Российской Федерации: ФЗ от 21.11.2011 №323-ФЗ; в ред. от 26.05.2021. Собрание законодательства РФ. 2011; 48: Ст. 6724.
2. Об утверждении Порядка организации санаторно-курортного лечения: Приказ Министерства здравоохранения РФ от 5.05.2016 г. №279н; в ред. 24.06. 2016г. Бюллетень нормативных актов федеральных органов исполнительной власти. №30, 25.07.2016. Официальный интернет-портал правовой информации [www.pravo.gov.ru](http://www.pravo.gov.ru), 22.06.2016, №0001201606220050. Последнее обращение 11.06.2021г.
3. Гринхальх Т. Основы доказательной медицины. М.: ГЭОТАР-МЕД. 2004. 240 с.
4. Долгушина Н.В. Методология научных исследований в клинической медицине. М.: ГЭОТАР-Медиа. 2016. 112 с.
5. Мосмюллер Г., Ребик Н.Н. Маркетинговые исследования с SPSS. Учебное пособие, 2-е изд. М: Инфра-М. 2014. 200 с.
6. Бурняшева Л.А. Основы курортологии. Пятигорский государственный лингвистический университет. 2016. 436 с.
7. Рахманин Ю.А., Бобровницкий И.П. Научные и организационно-методологические основы интеграции медицины окружающей среды, экологии человека и практического здравоохранения в целях обеспечения активного долголетия человека. Вестник восстановительной медицины. 2017; 1(77): 2-7.
8. Шакула А.В., Лимонов В.И., Качуровский И.А. Страницы истории национального медицинского исследовательского центра реабилитации и курортологии. Вестник восстановительной медицины. 2020; 4(98): 124-130.

# SCIENTIFIC BASIS OF MEDICAL REHABILITATION AND HEALTH RESORT TREATMENT

**Yakovlev M.Y., Tumanova-Ponomareva N.F., Fesyun A.D.**

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

**Abstract.** The article discusses the issues of a scientific approach to the issues of medical rehabilitation and health resort treatment. The modern methods of scientific research, historical and perspective directions are described.

**Keywords:** rehabilitation, statistical methods, innovative technologies.

## **References:**

1. On the basics of protecting the health of citizens in the Russian Federation: Federal Law of November 21, 2011 №323-FZ; in ed. dated 26.05.2021. Collection of legislation of the Russian Federation. 2011; 48: Art. 6724 (in Russ.).
2. On approval of the Procedure for organizing sanatorium-resort treatment: Order of the Ministry of Health of the Russian Federation dated May 5, 2016 №279n; in red. 24.06. 2016 Bulletin of normative acts of the federal organs of executive power. №30, 25.07.2016. Official Internet portal of legal information [www.pravo.gov.ru](http://www.pravo.gov.ru), 22.06.2016, №0001201606220050. Last accessed 11.06.2021 (in Russ.).
3. Grinkhalkh T. Fundamentals of evidence-based medicine. M.: GEOTAR-MED. 2004. 240 p. (in Russ.).
4. Dolgushina N.V. Methodology of scientific research in clinical medicine. Moscow: GEOTAR-Media. 2016. 112 p. (in Russ.).
5. Mosmuller G., Rebik N.N. Marketing research with SPSS. Textbook, 2nd ed. M: Infra-M. 2014. 200 p. (in Russ.).
6. Burnyasheva L.A. Fundamentals of balneology. Pyatigorsk State Linguistic University. 2016. 436 p. (in Russ.).
7. Rakhmanin Yu.A., Bobrovnitsky I.P. Scientific, organizational and methodological foundations for the integration of environmental medicine, human ecology and practical health care in order to ensure active human longevity. Bulletin of rehabilitation medicine. 2017; 1(77): 2-7 (in Russ.).
8. Shakula A.V., Limonov V.I., Kachurovsky I.A. Pages of the history of the national medical research center for rehabilitation and balneology. Bulletin of rehabilitation medicine. 2020; 4(98): 124-130 (in Russ.).

## СОДЕРЖАНИЕ

НЕСПЕЦИФИЧЕСКИЕ МЕХАНИЗМЫ РЕАЛИЗАЦИИ БИОЛОГИЧЕСКОГО ПОТЕНЦИАЛА ПРИРОДНЫХ ФАКТОРОВ В СИСТЕМЕ ГОРМОНАЛЬНОЙ РЕГУЛЯЦИИ ОБМЕНА УГЛЕВОДОВ И ЛИПИДОВ.....	
Фролков В.К., Нагорнев С.Н.....	2
СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ ПРЕДИКТОРОВ ЭФФЕКТИВНОСТИ КОМБИНИРОВАННОЙ ФИЗИОТЕРАПИИ ХРОНИЧЕСКОГО ГЕНЕРАЛИЗОВАННОГО ПАРОДОНТИТА .....	
Дзгоева И.В. <sup>1</sup> , Ремизова А.А. <sup>2</sup> .....	16
ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ АППАРАТНО-ПРОГРАММНОГО КОМПЛЕКСА ВИРТУАЛЬНОЙ РЕАЛЬНОСТИ У ПАЦИЕНТОВ С ПОВРЕЖДЕНИЕМ ВРАЩАТЕЛЬНОЙ МАНЖЕТЫ ПЛЕЧА .....	
Кольшенков В.А., Ответчикова Д.И., Фесюн А.Д. ....	30
ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКОЕ И МИКРОБИОЛОГИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ЛЕЧЕБНОЙ ГРЯЗИ МЕСТОРОЖДЕНИЯ ОЗЕРО БОЛЬШОЕ МЕДВЕЖЬЕ КУРГАНСКОЙ ОБЛАСТИ.	
Яковлев М.Ю., Королёва И.В. ....	36
ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ МЕДИЦИНСКОЙ РЕАБИЛИТАЦИИ БОЛЬНЫХ ИШЕМИЧЕСКОЙ БОЛЕЗНЬЮ СЕРДЦА ПРИ ПРИМЕНЕНИИ ВЕЛОТРЕНИРОВОК ПО МЕТОДИКЕ СВОБОДНОГО ВЫБОРА НАГРУЗКИ.....	
Юдин В.Е., Чурсина Т.В., Клишко В.В., Сычев В.В., Косухин Е.С.....	43
НАУЧНЫЕ ОСНОВЫ МЕДИЦИНСКОЙ РЕАБИЛИТАЦИИ И САНАТОРНО-КУРОРТНОГО ЛЕЧЕНИЯ .....	
Яковлев М.Ю., Туманова-Пономарева Н.Ф., Фесюн А.Д.....	52
СОДЕРЖАНИЕ.....	59