

УДК 612.821

СПЕЛЕОКЛИМАТОТЕРАПИЯ: ПСИХОФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ МЕХАНИЗМЫ ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ОРГАНИЗМ ЗДОРОВОГО ЧЕЛОВЕКА

© 2024 г. Е. В. Дорохов¹, В. А. Семилетова^{1, *}

¹ФГБОУ ВО "Воронежский государственный медицинский университет имени Н.Н. Бурденко" Минздрава России, Воронеж, Россия

*E-mail: vera2307@mail.ru

Поступила в редакцию 02.05.2023 г.

После доработки 23.07.2023 г.

Принята к публикации 20.09.2023 г.

В данной статье рассмотрены психофизиологические механизмы воздействия спелеоклимата на организм человека. Выявлены механизмы стимулирования резервов нейроиммуноэндокринной системы человека вследствие 10-дневного курса спелеоклиматотерапии. Под воздействием спелеоклимата возрастало содержание Т-лимфоцитов, Т-хелперов, Т-цитотоксических лимфоцитов, увеличение ранней и поздней активации Т-лимфоцитов и Т-регуляторных клеток, происходило увеличение количества В-клеток и NK-клеток с фенотипом CD3-CD16-CD56⁺; снижалась частота встречаемости эпителиальных клеток полости рта с ядерными аберрациями. Отмечено, что влияние спелеоклимата на организм человека преимущественно органичивается внутрисистемными влияниями, затрагивая регуляторную систему на уровне вагосимпатического взаимодействия. Выявлено, что курс спелеотерапии улучшает скорость проведения зрительного сигнала, скорость первичной обработки информации и скорость анализа зрительной информации по параметрам зрительных вызванных потенциалов. Механизмы влияния спелеоклиматотерапии на нейроиммуноэндокринную систему обусловлены исходным психофизиологическим состоянием человека. Под влиянием спелеотерапии происходит восстановление вегетативного статуса взрослого здорового человека.

Ключевые слова: спелеокамера, аэроионы, спелеотерапия, стресс, адаптация, нейроиммуноэндокринная система.

DOI: 10.31857/S0131164624030129, **EDN:** BTQKPZ

В настоящее время спелеоклиматотерапия является одним из весьма популярных немедикаментозных и эффективных методов лечебного воздействия на организм человека. Она представляет собой влияние специфического микроклимата соляных пещер, горных выработок, шахт. Особый спелеоклимат при этом формируется за счет мелкодисперсного аэрозоля NaCl, K⁺ и Mg²⁺, относительно высокой влажности воздуха, низкого и безопасного для организма уровня радиации, наличия в воздухе легких аэроионов, гипоаллергенности воздуха, поддержания оптимальной, чуть сниженной температуры среды и слабого потока воздуха [1]. Компоненты спелеоклимата не оказывают вредного воздействия на организм, поскольку они находятся в пределах уровня гормезиса [2].

В 1968 г. была открыта первая подземная спелеолечебница в соляных шахтах Солотвино (Закарпатье). В 1977 г. была открыта сильвинитовая спелеолечебница в г. Березники (калийный руд-

ник на Верхнекамском месторождении калийных солей) в Пермской области [3].

В подземной спелеолечебнице сложно создать безопасные условия пребывания больных и предусмотреть пути эвакуации в случае аварии, что особенно важно при лечении детей и пожилых людей [4]. В связи с чем, возникла идея создания спелеолечебниц на поверхности, а не под землей. Таким образом, появились первые в мире спелеолечебные "камеры", что упростило доступ к спелеоклиматотерапии для всех слоев населения во всех регионах России. Идея создания спелеоклиматических камер и нового вида медицинской технологии (лечения в "соляной пещере") принадлежит доценту В.А. Старцеву (Пермский политехнический институт, кафедра разработки месторождений полезных ископаемых) [5].

Первые спелеоклиматические камеры, воспроизводящие микроклимат подземных соляных пещер, были созданы в России: в Перми (1982) и в Санкт-Петербурге (Ленинград, 1984). Мето-

дика спелеоклиматотерапии с использованием сильвинита апробирована, одобрена и рекомендована Минздравом РФ [5].

Следует подчеркнуть, что в настоящее время методика оздоровления с помощью спелеоклиматотерапии применяется в стадии ремиссии заболевания, а также в период реабилитации. Процедуры в соляной комнате назначают при патологии дыхательных путей, эндокринной системы, нервной, иммунной системы, кожных заболеваниях [4–6].

В данном литературном обзоре рассматриваются статьи, иллюстрирующие работу коллектива кафедры нормальной физиологии ФГБОУ ВО ВГМУ (г. Воронеж).

Методические особенности использования спелеокамеры в исследовании

На кафедре нормальной физиологии ФГБОУ ВО ВГМУ спелеокамера работает с 2006 г., площадью 14 м². Аэроионный состав воздуха спелеокамеры, измеренный прибором "счетчик аэроионов малогабаритный МАС-1, зав. № 200114" составляет: содержание отрицательных аэроионов — 1987–2017 е/см³, положительных аэроионов — 834–1074 е/см³, радиационный фон — около 17 мкР/ч. Мощность дозы гамма излучений — 14–17 мкР/ч (не превышает максимально допустимые дозы радиации для населения от природных источников — 50 мкР/ч (из СанПин 2.6.1.2523-09 (НРБ 99/2009))).

В спелеокамере активно проводятся исследования воздействия спелеоклимата на организм человека, в которых принимают участие студенты-добровольцы 1–3 курсов ВГМУ им. Н.Н. Бурденко (г. Воронеж). Критерии включения в экспериментальную группу: состояние здоровья, отсутствие острого периода инфекционных заболеваний, периода обострения хронических заболеваний, дефектов верхних дыхательных путей. Исследования соответствуют этическим стандартам, разработанным в соответствии с Хельсинкской декларацией Всемирной медицинской ассоциации "Этические принципы проведения научных медицинских исследований с участием человека" с поправками 2000 г. и "Правилами клинической практики в Российской Федерации", утвержденными Приказом Минздрава РФ от 19.06.2003 г. № 266. Каждого участника информировали о цели исследования, каждый подписывал согласие на участие в исследовании.

Изменения параметров висцеральных систем организма человека под влиянием курса спелеотерапии

Исследование иммунной системы показало возрастание содержания Т-лимфоцитов, Т-хел-

перов, Т-цитотоксических лимфоцитов, увеличение ранней и поздней активации Т-лимфоцитов и Т-регуляторных клеток, увеличение количества В-клеток и НК-клеток с фенотипом CD3-CD16-CD56+ [7]. При этом на фоне стресс-индуцированных изменений психовегетативного состояния были выявлены изменения иммунной системы, проявляющиеся в более высокой величине естественного и адаптивного иммунитета по сравнению с контролем [8–10].

Полученные результаты свидетельствуют о положительном влиянии спелеоклимата на генетический аппарат человека [11], что характеризуется снижением частоты встречаемости эпителиальных клеток буккального эпителия с ядерными абберациями. Однако в конце курса спелеоклиматотерапии процессы окисления свободных радикалов усиливаются, что, возможно, связано с процессом адаптации студентов к новым условиям и компенсаторной активацией механизмов антиоксидантной защиты, направленной на снижение уровня окислительного стресса в организме [12].

Выявлено также увеличение активности α -амилазы слюны пациентов под влиянием спелеотерапии. При этом показана отрицательная корреляция динамики частоты встречаемости аномальных ядер клеток буккального эпителия с показателями активности α -амилазы в группе пациентов со сходно низкой активностью α -амилазы слюны [12, 13].

Анализ динамики показателей вариабельности сердечного ритма взрослого населения до и после сеанса спелеотерапии показал в среднем по группе пациентов увеличение показателей амплитуды моды и индекса напряжения, отражающих активность симпатического отдела вегетативной нервной системы (ВНС) [14, 15].

При этом выявлено увеличение индекса напряжения (по Баевскому) и адаптационного потенциала на пятый день курса спелеотерапии в сравнении с исходными данными, и снижение данных показателей на 10-й день спелеотерапии. Это отражает фазные изменения, отмечающиеся в ходе развития общего адаптационного синдрома, и подтверждает эффект возрастания функциональных резервов сердечно-сосудистой системы под воздействием курса спелеотерапии [16].

Показано, что особенности ответа нейроиммунноэндокринной системы организма на влияние спелеотерапии определяются исходным психофизиологическим состоянием человека [17]. Повышение активности симпатической нервной системы среди ваготоников связывают с развитием адаптации к микроклимату спелеокамеры. В физиологии это явление известно как "феномен перекрестной резистентности", когда воздействие

одного стрессора увеличивает сопротивляемость организма к воздействию другого стрессора [18].

Так, предположительно активация симпатического отдела ВНС после курса спелеотерапии происходит за счет мобилизации физиологических систем, сопровождающих процесс адаптации к микроклимату спелеокамеры. Механизм корректирующего действия спелеотерапии среди нормотоников и симпатотоников — это снижение чрезмерной активности стрессорных систем [19]. После курса спелеотерапии в подгруппе нормотоников и симпатотоников происходит снижение параметров амплитуды моды, индекса напряжения и вагосимпатического индекса, отражающих активность симпатического отдела ВНС, что свидетельствует о восстановлении вегетативного равновесия, нарушенного под влиянием психоэмоционального напряжения. Такая динамика показателей вегетативного состояния свидетельствует о снижении активности стресс-реализующих систем [20].

Активность центрального контура регуляции сердечной деятельности по отношению к автономному индексу централизации (ИЦ) и индексу активации подкорковых центров (ИАП) значительно не изменялись [21].

Под влиянием спелеоклимата отмечено снижение артериального давления (АДс, АДд, АДп), частоты сердечных сокращений (ЧСС), увеличение жизненной емкости легких (ЖЕЛ) и индекса Тиффно, показателя потока-объема, скорости максимального кровотока; снижение уровня тревожности, сатурация кислорода крови увеличивалась на 2–3 день спелеопроцедур и находилось на более высоком уровне в течение всего спелеокурса [22–24].

Выявлено, что под влиянием спелеоклиматотерапии на 10-й день воздействия достоверно уменьшились значения длительности вдоха (Твд), длительности выдоха (Твйд) и длительности дыхательного цикла (ДЦ) испытуемых по пневмограмме относительно состояния покоя до курса спелеовоздействия [25].

Регулярное пребывание пациентов в условиях спелеокамеры способствовало уменьшению отека слизистой оболочки бронхов, устранению аллергии, снижению патогенной микрофлоры, что связано с иммунокорригирующим влиянием спелеотерапии на организм человека [26]. Спелеотерапия снимает эозинофильное воспаление и улучшает активность гуморального иммунитета.

Так, в результате комплексного лечения с использованием спелеосеансов наблюдалось более быстрое снижение клинической симптоматики бронхо-легочных заболеваний.

Взвешенные аэрозоли NaCl частично оседают на слизистой бронхов, увеличивают осмотическое давление в мокроте, усиливают приток отечной

жидкости из подслизистого слоя, и также из расширенных капилляров. Все это приводит к разжижению мокроты, уменьшению отека подслизистого и слизистого слоев бронхиального дерева, расширению просвета дыхательных путей, снижению явлений застоя в микроциркуляторном русле, повышению текучести крови по кровеносным сосудам, понижению степени ремоделирования сосудистой стенки. Как результат — положительная динамика бронхо-легочных заболеваний в стадии ремиссии и повышение резистентности у здоровых людей [23, 24].

Реографический индекс (РИ) значительно увеличивается на 7-й день после окончания спелеотерапии по отношению к состоянию покоя до начала спелеолечения. Амплитуда быстрого кровенаполнения (АБКН) достоверно ниже в период спелеовоздействия и после, относительно состояния покоя до спелеокурса. Амплитуда конечной диастолической фазы (АКДФ) достоверно ниже в период спелеовоздействия и после него, относительно состояния покоя до спелеокурса. Амплитуда систолической фазы венозной компоненты (АСФВК) незначительно ниже в период прохождения курса в спелеокамере, и на 7-й день после окончания курса спелео достоверно ниже относительно состояния покоя до воздействия [27].

Можно отметить, что влияние спелеоклимата на организм человека преимущественно организуется внутрисистемными влияниями, затрагивая регуляторную систему организма человека на уровне вагосимпатического взаимодействия. Показано, что сумма абсолютных значений значимых внутрисистемных корреляционных связей увеличивается на 3-й день спелеотерапии и снижается к 7-му спелеосеансу, следовательно, напряжение в сосудистой системе возрастало на 3-й день спелеотерапии и снижалось на 10-й день, сохраняя последствие, что соответствует адаптационной теории [27].

Следовательно, сосудистая система отражает адаптационные особенности организма к действию аэроионов, в то время как изменение деятельности сердца выказывает неоднозначный ответ на действие спелеоклимата, преимущественно отражающийся в напряжении систем регуляции. Дыхательная система реагирует наиболее позитивно, поскольку аэроионы восстанавливают и поддерживают легочную ткань и положительно воздействуют на систему продукции и обмена сурфактантов.

Изменения центральных механизмов организма человека под влиянием курса спелеотерапии

Выявлено значительное снижение ситуативной тревожности личности после курса спелео-

климатотерапии (по Спилбергеру). Причем на 3-й день спелеоклиматотерапии у испытуемых снижается самочувствие, настроение, увеличиваются показатели активности и личностной и ситуативной тревожности. На 10-й день спелеоклиматотерапии у испытуемых улучшается самочувствие, увеличивается активность. Квартильный размах параметров настроения и личностной тревожности снижаются [28]. При этом все обследованные пациенты отмечают положительное воздействие спелеоклимата на организм [29].

После курса спелеоклиматотерапии отмечено улучшение простой зрительно-моторной реакции (пЗМР) ведущей руки испытуемых на стимулы красного цвета разной формы. По результатам пЗМР показано уменьшение эмоционального напряжения, снижение тревожности, устранение признаков дезадаптации, что свидетельствует о положительном влиянии спелеофакторов на процессы высшей нервной деятельности [30].

Однако работоспособность студентов, оцениваемая путем вариационной хронорефлексометрии с применением методики М.П. Мороз (одновременная реакция двух рук на появление белого квадрата на экране компьютера), значимо не изменилась, а скорость пЗМР на белые квадраты стала выше, чем до начала курса спелеотерапии. Стандартное отклонение также имело тенденцию к увеличению. Уровень функциональных возможностей (УФВ) и функциональная устойчивость при этом имели тенденцию к увеличению, что является положительным результатом воздействия спелеоклимата [31].

При изучении механизмов влияния спелеотерапии на ЭЭГ человека выявлено, что в состоянии функционального покоя с открытыми и закрытыми глазами у пациентов после воздействия спелеоклимата снизилось напряжение в центральной нервной системе (ЦНС). При этом амплитуда θ -ритма (стресс-ритм) в функциональном состоянии покоя "открытые глаза" имела тенденцию к снижению как справа, так и слева в теменных, височных (T_5 и T_6), фронтальных (F_8 , F_7) отведениях, однако в отведениях T_3 и T_4 , F_3 и F_4 амплитуда θ -ритма стремилась к повышению; в то же время в центральных и затылочных областях динамика амплитуды θ -ритма была разнонаправлена. Межполушарная асимметрия изменения θ -ритма при закрытых глазах отражает увеличение аналитической стратегии переработки информации и доли произвольной регуляции с участием сознания [32, 33].

Амплитуда α -ритма в состоянии "открытые глаза" увеличивалась как справа, так и слева во всех обследуемых отведениях. Амплитуда α -ритма в функциональном состоянии покоя "закрытые глаза" имела тенденцию к повышению во всех изученных отведениях. Амплитуда β -ритма в функ-

циональном состоянии покоя "открытые глаза" имела тенденцию к повышению в затылочных и височных (T_3 , T_4) областях; а в теменных отведениях P_3 и P_4 — имела тенденцию к снижению; в то время как в центральных и фронтальных областях амплитуда β -ритма практически не менялась. Амплитуда β -ритма в функциональном состоянии покоя "закрытые глаза" имела тенденцию к повышению практически во всех отведениях [33].

Выявленные различия могли отражать эффективный отдых в период спелеотерапии, свидетельствовать о готовности пациентов к активной деятельности, о восстановлении работоспособности и ментальной активности головного мозга после сеанса спелеоклиматотерапии. Отмеченные различия также могли быть связаны со снижением напряжения в регуляторных системах под воздействием сеанса спелеотерапии, при одновременной активной мыслительной деятельности, анализе ситуации, и быть результатом принятия решения в формировании функциональной системы целенаправленной деятельности человека [34].

Следует отметить, что среднюю мощность биоэлектрической активности мозга различных ритмических диапазонов можно использовать как простейший индикатор изменения уровня функциональной активности ЭЭГ пациента (пациентов) под воздействием аэроионов. Корреляционный анализ средних мощностей биоэлектрической активности мозга различных ритмических диапазонов до и после влияния сеанса спелеоклиматотерапии отражает уровень напряжения в регуляторной системе, и его снижение характеризует спелеовоздействие как положительное [34].

Выявлено, что курс спелеотерапии улучшает скорость проведения зрительного сигнала, скорость первичной обработки информации и скорость анализа зрительной информации по параметрам зрительных вызванных потенциалов (ЗВП) [35]. При этом анализ гендерных отличий ЗВП на вспышку в состоянии покоя до спелеотерапии показал, что слева у юношей и девушек наблюдаются значимые отличия как по скорости проведения возбуждения, так и по скорости обработки зрительного сигнала: у юношей скорость проведения и обработки зрительной информации выше. Справа таких отличий не выявлено [36].

Под влиянием спелеотерапии значимые отличия между юношами и девушками нивелируются. У девушек и у юношей на третий день спелеотерапии скорость проведения зрительного сигнала и время его обработки увеличиваются (увеличен латентный период волн ЗВП), а на 10-й день спелеотерапии — снижаются. Но у девушек изменения на 3-й день спелеотерапии выражены в большей степени, справа и слева наблюдаются изменения

равной степени выраженности. У юношей же изменения выражены в большей степени слева [36].

Это могло быть связано со сложным адаптогенным действием спелеоклимата и изолированным влиянием ряда спелеофакторов на состояние ЦНС человека [37]. Раскрыта чувствительность тканей мозга к пороговым значениям аэроионизации. В литературе описано усиление лечебного влияния отрицательных ионов в условиях пониженной температуры (16–18°C) [38, 39]. А поскольку спелеокамера имеет свой относительно стабильный микроклимат, комплексное воздействие факторов этого микроклимата на организм человека осуществляется по концепции гормезиса [40].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Исследование иммунной системы взрослого здорового человека, динамики показателей кардиоритма и реограммы, ЭЭГ и зВП, показателей дыхания, работоспособности, психологического статуса участников исследования позволило выявить, что влияние спелеоклимата на организм человека преимущественно ограничивается внутрисистемными влияниями, затрагивая регуляторные системы организма на уровне вагосимпатического взаимодействия. Сосудистая система отражает адаптационные особенности организма к действию аэроионов, в то время как деятельность сердца вызывает неоднозначный ответ на действие спелеоклимата, преимущественно отражающийся в напряжении системы регуляции даже после всего курса спелеотерапии. Дыхательная система реагирует более позитивно, поскольку аэроионы восстанавливают и поддерживают легочную ткань и положительно воздействуют на систему сурфактантов. Под влиянием спелеоклимата происходит запуск специфических и неспецифических механизмов иммунной защиты. Также выявлено значительное снижение ситуативной тревожности личности после курса спелеотерапии (по Спилбергеру). После курса спелеотерапии отмечено улучшение пЗМР ведущей руки испытуемых. В состоянии функционального покоя с открытыми и закрытыми глазами у пациентов после воздействия спелеоклимата снизилось напряжение в ЦНС. Курс спелеотерапии улучшает скорость проведения зрительного сигнала, скорость первичной обработки информации и скорость анализа зрительной информации по параметрам зВП.

Таким образом, курс спелеотерапии увеличивает резервы нейроиммуноэндокринной системы взрослого здорового человека, что обусловлено исходным психофизиологическим состоянием и приводит к увеличению, а затем — к снижению активности стресс-реализующих систем.

Конфликт интересов. Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией данной статьи.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Файнбург Г.З.* О доказательности эффективности методов спелеотерапии в калийных рудниках и спелеоклиматотерапии в сильвинитовых спелеокамерах. Пермь: Пермский государственный университет, 2018. С. 416.
2. *Шаврина Е.В., Малков В.Н., Гук Е.В.* "Атлас топографических проложений и привязок пещер", как форма обобщения карстологической информации / Проблемы экологии и охраны пещер. Красноярск: Поликом, 2002. С. 158.
3. *Файнбург Г.З.* Основные процессы формирования лечебных факторов подземной среды, используемой для спелеотерапии / Пещеры. Пермь: Пермский государственный университет, 1999. С. 89.
4. *Невзоров А.Ю., Мухина М.Ю.* Спелеотерапия как разновидность альтернативной медицины // Бюллетень медицинских интернет-конференций. 2013. Т. 3. № 2. С. 177.
5. *Делендик Р.И., Чекан В.Л.* Становление и развитие спелеотерапии в мировой практике // Медицинский журнал. 2021. № 4(78). С. 12.
6. *Щербинская Е.С., Синякова О.К., Семушина Е.А., Федорович С.В.* Современные подходы в немедикаментозных методах коррекции состояний организма на примере спелеотерапии в профпатологической практике // Медицина труда и экология человека. 2017. № 2(10). С. 20.
7. *Есауленко И.Э., Дорохов Е.В., Горбатенко Н.П. и др.* Эффективность спелеоклиматотерапии у студентов в состоянии хронического стресса // Экология человека. 2015. № 7. С. 50.
8. *Жоголева О.А.* Влияние спелеоклиматических факторов на иммунный статус студентов в состоянии психоэмоционального стресса. Автореф. дис. ... канд. мед. наук. Курск, 2010. 21 с.
9. *Дорохов Е.В., Жоголева О.А.* Спелеоклиматотерапия как инновационный метод здоровьесбережения // Вестник новых медицинских технологий. 2011. Т. 18. № 2. С. 133.
10. *Жоголева О.А., Дорохов Е.В., Карпова А.В.* Влияние тревожности и депрессии на иммунный статус студентов в состоянии хронического информационного стресса и корригирующая роль спелеоклиматотерапии // Вестник новых медицинских технологий. 2010. Т. 17. № 2. С. 187.
11. *Калаев В.Н., Лантушенко А.О., Ильинских Н.Н. и др.* Методические аспекты оценки генетического гомеостаза человека (на примере результа-

- тов микроядерного анализа клеток буккального эпителия человека, выполненного в различных научно-исследовательских лабораториях России) / Биологический вид в структурно-функциональной иерархии Биосферы. Белгород: Издательский дом "Белгород", 2018. С. 83.
12. Нечаева М.С., Тюнина О.И., Дорохов Е.В. и др. Влияние спелеоклиматотерапии на кариологический статус и уровень свободно-радикального окисления ротовой полости человека / Материалы XXIII съезда Физиологического общества им. И.П. Павлова с международным участием, Воронеж, 18–22 сентября 2017 г. Воронеж: Изд-во Истоки, 2017. С. 1440.
 13. Нечаева М.С., Тюнина О.И., Дорохов Е.В. и др. Влияние спелеоклиматотерапии на психоэмоциональное состояние, генетическую стабильность и активность альфа-амилазы ротовой полости студентов // Вестник Волгоградского государственного медицинского университета. 2020. № 2(74). С. 139.
 14. Горбатенко Н.П., Дорохов Е.В., Яковлев В.Н., Павлова Е.А. Влияние спелеоклиматотерапии на психоэмоциональное состояние студентов в процессе обучения // Вестник новых медицинских технологий. 2012. Т. 19. № 2. С. 127.
 15. Горбатенко Н.П., Семилетова В.А., Дорохов Е.В. Влияние спелеоклиматотерапии на психоэмоциональное состояние и электрической активности мозга здорового человека / Материалы XXIII съезда Физиологического общества им. И.П. Павлова с международным участием. Воронеж: Изд-во Истоки, 2017. С. 1145.
 16. Агаджанян Н.А., Дорохов Е.В., Жоголева О.А. Место спелеоклиматотерапии в восстановительной медицине // Вестник восстановительной медицины. 2008. № 3(25). С. 4.
 17. Семилетова В.А., Дорохов Е.В. Спелеоклиматотерапия: некоторые механизмы воздействия на организм человека / Актуальные проблемы охраны труда и безопасности производства, добычи и использования калийно-магниевых солей. Пермь: Пермский национальный исследовательский политехнический университет, 2022. С. 301.
 18. Комиссарова О.В., Дорохов Е.В. Адаптационные возможности спелеоклиматотерапии / Эколого-физиологические проблемы адаптации. Рязань: Российский университет дружбы народов (РУДН), 2017. С. 106.
 19. Агаджанян Н.А., Дорохов Е.В., Жоголева О.А. Спелеотерапия в восстановительной медицине // Вестник восстановительной медицины. 2010. № 2(36). С. 21.
 20. Дорохов Е.В., Горбатенко Н.П., Павлова Е.А., Япрынцева О.А. Возможности спелеоклиматотерапии в коррекции показателей variability сердечного ритма у здоровых лиц с разным уровнем личностной тревожности // Экология человека. 2013. № 10. С. 60.
 21. Семилетова В.А., Дорохов Е.В. Влияние спелеоклиматотерапии на динамику параметров дыхания, кардиоритма и кровотока у взрослого здорового человека // Технологии живых систем. 2022. Т. 19. № 1. С. 28.
 22. Есауленко И.Э., Дорохов Е.В., Жоголева О.А., Костенко С.М. Анализ иммунокорректирующего влияния спелеоклиматотерапии на организм здорового человека // Системный анализ и управление в биомедицинских системах. 2009. Т. 8. № 2. С. 401.
 23. Семилетова В.А. Спелеотерапия: статистический обзор статей за 2017–2022 годы // Международный журнал медицины и психологии. 2022. Т. 5. № 6. С. 109.
 24. Николаева Е.А., Косяченко Г.Е. Оценка показателей функции внешнего дыхания у детей до и после курса наземной гало- и спелеотерапии // Здоровье и окружающая среда. 2018. № 28. С. 103.
 25. Семилетова В.А. Динамика давления, пульса и сатурации кислорода взрослого здорового человека при прохождении 10-дневного курса спелеотерапии // Современные вопросы биомедицины. 2022. Т. 6. № 4(21). DOI: 10.51871/2588-0500_2022_06_04_23
 26. Семилетова В.А. Специфические и неспецифические механизмы воздействия спелеоклимата на организм взрослого здорового человека / Сборник тезисов съезда. СПб.: ООО "Издательство ВВМ", 2023. С. 489.
 27. Семилетова В.А. Влияние спелеотерапии на психофизиологические параметры человека: психологический статус, простую зрительно-моторную реакцию, кардиоритм и параметры реоэнцефалограммы // Известия Национальной Академии наук Кыргызской Республики. 2022. № S6. С. 80.
 28. Карпикова Т.С., Сидельников К.И. Изучение влияния спелеоклиматотерапии на психологическое состояние человека // Молодежный инновационный вестник. 2022. Т. 11. № S1. С. 534.
 29. Семилетова В.А., Дорохов Е.В. Самооценка влияния спелеоклиматотерапии на организм человека // Интегративная физиология. 2021. Т. 2. № 4. С. 420.
 30. Семилетова В.А., Дорохов Е.В. Изменение параметров простой зрительно-моторной реакции на стимулы разной формы под влиянием спелеоклимата // Крымский журнал экспериментальной и клинической медицины. 2022. Т. 12. № 1. С. 41.
 31. Семилетова В.А. Изменение мощностных характеристик биоэлектрической активности мозга человека под влиянием спелеоклиматотерапии // Современная наука: актуальные проблемы теории и практики. 2021. № 1. С. 53.
 32. Семилетова В.А., Ломоносова П.А. Влияние спелеоклимата на функциональное состояние центральной нервной системы человека на основе показателей вариационной хронорефлек-

- сометрии / Физиология — актуальные проблемы фундаментальных и прикладных исследований: материалы Всероссийской с международным участием научно-практической конференции. Волгоград: Волгоградский государственный медицинский университет, 2023. С. 148.
33. Кулаичев А.П. Метрологическое исследование спектральных оценок амплитуды ЭЭГ // Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук. 2016. № 11-1. С. 55.
 34. Семилетова В.А. Влияние кратковременного воздействия спелеотерапии на соотношение ритмов электроэнцефалограммы здорового человека // Экология человека. 2023. № 3. С. 223.
 35. Семилетова В.А. Некоторые механизмы влияния спелеоклиматотерапии на организм человека // Научно-медицинский вестник Центрального Черноземья. 2021. № 85. С. 48.
 36. Семилетова В.А. Изменение параметров зрительных вызванных потенциалов на вспышку под влиянием спелеотерапии // Вестник Волгоградского государственного медицинского университета. 2022. Т. 19. № 3. С. 48.
 37. Семилетова В.А. Гендерные отличия параметров зрительных вызванных потенциалов на вспышку под влиянием курса спелеотерапии // Технологии живых систем. 2023. Т. 20. № 1. С. 72.
 38. Семилетова В.А., Карпикова Т.С., Дорохов Е.В. Динамика параметров зрительных вызванных потенциалов при проведении пассивной ортостатической пробы под влиянием спелеоклимата // Системный анализ и управление в биомедицинских системах. 2023. Т. 22. № 1. С. 54.
 39. Файнбург Г.З. Спелеотерапия и её ценность для человечества / Пещеры: сб. науч. тр. Пермь: Пермский государственный национальный исследовательский университет, 2019. С. 50.
 40. Файнбург Г.З. Физические основы спелеотерапии. Пермь: Пермский государственный национальный исследовательский университет, 2004. 354 с.
 5. Delendik R.I., Chekan V.L. [Formation and development of speleotherapy in world practice] // Med. J. 2021. № 4(78). P. 12.
 6. Shcherbinskaya E.S., Sinyakova O.K., Semushina E.A., Fedorovich S.V. [Modern approaches to non-drug methods for correcting body conditions using the example of speleotherapy in occupational pathological practice] // Occ. Med. Hum. Ecology. 2017. № 2(10). P. 20.
 7. Esaulenko I.E., Dorokhov E.V., Gorbatenko N.P. et al. [The effectiveness of speleoclimatotherapy in students in a state of chronic stress] // Hum. Ecol. 2015. № 7. P. 50.
 8. Zhogoleva O.A. [The influence of speleoclimatic factors on the immune status of students in a state of psycho-emotional stress]. Extended Abstract of Candidate of Medical Sciences. Thesis. Kursk, 2010. 21 p.
 9. Dorokhov E.V., Zhogoleva O.A. [Speleoclimatotherapy as an innovative method of health preservation] // Bull. New Med. Technol. 2011. V. 18. № 2. P. 133.
 10. Zhogoleva O.A., Dorokhov E.V., Karpova A.V. [The influence of anxiety and depression on the immune status of students in a state of chronic information stress and the corrective role of speleoclimatotherapy] // Bull. New Med. Technol. 2010. V. 17. № 2. P. 187.
 11. Kalaev V.N., Lantushenko A.O., Ilyinskikh N.N. et al. [Methodological aspects of assessing human genetic homeostasis (based on the example of the results of micronuclear analysis of human buccal epithelial cells performed in various research laboratories in Russia)] / Biological species in the structural-functional hierarchy of the Biosphere. Belgorod: Publishing house "Belgorod", 2018. P. 83.
 12. Nechaeva M.S., Tyunina O.I., Dorokhov E.V. et al. [The influence of speleoclimatotherapy on the karyological status and the level of free radical oxidation of the human oral cavity] / Materials of the XXIII Congress of the Physiological Society named after. I.P. Pavlova with international participation, Voronezh, September 18–22, 2017. Voronezh: Istoki Publishing House, 2017. P. 1440.
 13. Nechaeva M.S., Tyunina O.I., Dorokhov E.V. et al. [The influence of speleoclimatotherapy on the psycho-emotional state, genetic stability and activity of a-amylase in the oral cavity of students] // J. VolgSMU. 2020. № 2(74). P. 139.
 14. Gorbatenko N.P., Dorokhov E.V., Yakovlev V.N., Pavlova E.A. [The influence of speleoclimatotherapy on the psycho-emotional state of students in the learning process] // Bull. New Med. Technol. 2012. V. 19. № 2. P. 127.
 15. Gorbatenko N.P., Semiletova V.A., Dorokhov E.V. [The influence of speleoclimatotherapy on the psychoemotional state and electrical activity of the brain of a healthy person] / Materials of the XXIII Congress of the Physiological Society named after. I.P. Pavlova with international participation. Voronezh: Istoki Publishing House, 2017. P. 1145.
 16. Agadzhanian N.A., Dorokhov E.V., Zhogoleva O.A. [The place of speleoclimatotherapy in restorative

REFERENCES

- medicine] // Bull. Restorat. Med. 2008. № 3(25). P. 4.
17. *Semiletova V.A., Dorokhov E.V.* [Speleoclimatotherapy: some mechanisms of influence on the human body / Current problems of labor protection and safety of production, extraction and use of potassium-magnesium salts]. Perm: Perm National Research Polytechnic University, 2022. P. 301.
18. *Komissarova O.V., Dorokhov E.V.* [Adaptation possibilities of speleoclimatotherapy] / Ecological and physiological problems of adaptation. Ryazan: Peoples' Friendship University of Russia (RUDN), 2017. P. 106.
19. *Agadzhanian N.A., Dorokhov E.V., Zhogoleva O.A.* [Speleootherapy in restorative medicine] // Bull. Restorat. Med. 2010. № 2(36). P. 21.
20. *Dorokhov E.V., Gorbatenko N.P., Pavlova E.A., Yapryntseva O.A.* [Possibilities of speleoclimatotherapy in the correction of heart rate variability in healthy individuals with different levels of personal anxiety] // Hum. Ecol. 2013. № 10. P. 60.
21. *Semiletova V.A., Dorokhov E.V.* [The influence of speleoclimatotherapy on the dynamics of breathing parameters, heart rate and blood flow in an adult healthy person] // Technologies of Living Systems. 2022. V. 19. № 1. P. 28.
22. *Esaulenko I.E., Dorokhov E.V., Zhogoleva O.A., Kostenko S.M.* [Analysis of the immunocorrective effect of speleoclimatotherapy on the body of a healthy person] // System Analysis. Manag. Biomed. Sys. 2009. V. 8. № 2. P. 401.
23. *Semiletova V.A.* [Speleootherapy: a statistical review of articles for 2017–2022] // Int. J. Med. Psychol. 2022. V. 5. № 6. P. 109.
24. *Nikolaeva E.A., Kosyachenko G.E.* [Assessment of external respiration function indicators in children before and after a course of land-based halo- and speleootherapy] // Health and Env. 2018. № 28. P. 103.
25. *Semiletova V.A.* [Dynamics of pressure, pulse and oxygen saturation of an adult healthy person during a 10-day course of speleootherapy] // Modern Issues of Biomedicine. 2022. V. 6. № 4(21). DOI: 10.51871/2588-0500_2022_06_04_23
26. *Semiletova V.A.* [Specific and nonspecific mechanisms of the influence of speleoclimate on the body of an adult healthy person] / Collection of congress abstracts. St. Petersburg: VVM Publishing House LLC, 2023. P. 489.
27. *Semiletova V.A.* [The influence of speleootherapy on human psychophysiological parameters: psychological status, simple visual-motor reaction, heart rate and rheoencephalogram parameters] // News of the National Academy of Sciences of the Kyrgyz Republic. 2022. № S6. P. 80.
28. *Karpikova T.S., Sidelnikov K.I.* [Study of the influence of speleoclimatotherapy on the psychological state of a person] // Youth Innovation Bulletin. 2022. V. 11. № S1. P. 534.
29. *Semiletova V.A., Dorokhov E.V.* [Self-assessment of the influence of speleoclimatotherapy on the human body] // Integrative Physiology. 2021. V. 2. № 4. P. 420.
30. *Semiletova V.A., Dorokhov E.V.* [Changes in the parameters of a simple visual-motor reaction to stimuli of different shapes under the influence of speleoclimate] // Crimean Journal of Experimental and Clinical Medicine. 2022. V. 12. № 1. P. 41.
31. *Semiletova V.A.* [Changes in the power characteristics of the bioelectrical activity of the human brain under the influence of speleoclimatotherapy] // Modern Science: Actual Problems of Theory and Practice. 2021. № 1. P. 53.
32. *Semiletova V.A., Lomonosova P.A.* [Influence of speleoclimate on the functional state of the human central nervous system based on indicators of variational chronoreflexometry / Physiology – actual problems of fundamental and applied research: materials of the All-Russian with international participation scientific and practical conference]. Volgograd: Volgograd State Medical University, 2023. P. 148.
33. *Kulaichev A.P.* [Metrological study of spectral estimates of EEG amplitude] // Current Problems of the Humanities and Natural Sciences. 2016. № 11-1. P. 55.
34. *Semiletova V.A.* [The influence of short-term exposure to speleootherapy on the ratio of the rhythms of the electroencephalogram of a healthy person] // Hum. Ecol. 2023. № 3. P. 223.
35. *Semiletova V.A.* [Some mechanisms of the influence of speleoclimatotherapy on the human body] // Scientific and Medical Bulletin of the Central Chernozem Region. 2021. № 85. P. 48.
36. *Semiletova V.A.* [Changes in the parameters of visual evoked potentials for a flash under the influence of speleootherapy] // J. VolgSMU. 2022. V. 19. № 3. P. 48.
37. *Semiletova V.A.* [Gender differences in the parameters of visual evoked potentials for a flash under the influence of a course of speleootherapy] // Technologies of Living Systems. 2023. V. 20. № 1. P. 72.
38. *Semiletova V.A., Karpikova T.S., Dorokhov E.V.* [Dynamics of parameters of visual evoked potentials during a passive orthostatic test under the influence of speleoclimate] // System Analysis. Manag. Biomed. Sys. 2023. V. 22. № 1. P. 54.
39. *Fainburg G.Z.* [Speleootherapy and its value for humanity] / Caves: collection. scientific tr. Permian: Perm State National Research University, 2019. P. 50.
40. *Fainburg G.Z.* [Physical foundations of speleootherapy]. Permian: Perm State National Research University, 2004. 354 p.

Speleoclimatotherapy: Psychophysiological Mechanisms of Influence on the Organism of a Healthy Person

E. V. Dorokhov^a, V. A. Semiletova^{a, *}

^aVoronezh State Medical University named after N.N. Burdenko, Voronezh, Russia

**E-mail: vera2307@mail.ru*

The article considers some psychophysiological mechanisms of the impact of speleoclimate on the human body. The mechanisms of increasing the reserves of the human neuroimmunoendocrine system as a result of a 10-day course of speleootherapy were revealed. Under the influence of speleoclimate, the content of T-lymphocytes, T-helpers, T-cytotoxic lymphocytes increased, an increase in early and late activation of T-lymphocytes and T-regulatory cells, an increase in the number of B-cells and NK cells with the CD3-CD16-CD56+ phenotype; the frequency of occurrence of epithelial cells of the oral cavity with nuclear aberrations decreased. It is noted that the influence of the speleoclimate on the human body is mainly limited by intrasystemic influences, affecting the regulatory system at the level of vagosympathetic interaction. It was revealed that the course of speleootherapy improves the speed of the visual signal, the speed of primary processing of information and the speed of analysis of visual information in terms of the parameters of the sEP. The mechanisms of influence of speleootherapy on the neuroimmunoendocrine system are determined by the initial psychophysiological state of a person. Under the influence of speleootherapy, the vegetative status is restored.

Keywords: speleochamber, air ions, speleootherapy, stress, adaptation, neuroimmunoendocrine system.