

*В.А. Семилетова*

## **НЕКОТОРЫЕ МЕХАНИЗМЫ ВЛИЯНИЯ СПЕЛЕОКЛИМАТОТЕРАПИИ НА ОРГАНИЗМ ЧЕЛОВЕКА**

*ФГБОУ ВО ВГМУ им. Н.Н. Бурденко Минздрава России, каф. нормальной физиологии*

**Резюме.** Изучены вопросы влияния спелеоклиматотерапии на нейрофизиологические процессы. Выявлены отдельные тонкие механизмы. Показано, что центральное место занимает влияние солей на возбудимые ткани. Нами выявлено, что после сеанса спелеоклиматотерапии динамика мощности бета-2 ритма проявляется наиболее неоднозначно. В состоянии функционального покоя с открытыми глазами справа в височных областях мощность бета-2 ритма увеличилась (Т4 и Т6), слева – снизилась (Т3). В затылочной области справа мощность не изменилась, слева – возросла. В центральных областях выявлена тенденция к снижению бета-2 активности. Во фронтальных отведениях справа и слева отметили увеличение мощности, ближе к центру – снижение. Неоднозначные изменения параметров сердечно-сосудистой, нервной системы после спелеосеансов – результат перевозбудимости клеток возбудимых тканей (если пациент находится в состоянии стресса или в остром периоде заболевания, например). А совместное действие спелеоклиматических факторов, потенцируя друг друга, оказывает возбуждающее воздействие на центральную нервную систему и приводит к изменениям, уровень которых будет зависеть от исходного состояния нервной системы пациента.

**Ключевые слова:** спелеоклиматотерапия; мозг; нейрофизиология; организм.

**Актуальность.** Спелеоклиматотерапия - моделирование микроклимата сильвинитовых пещер. В настоящее время спелеоклиматотерапия является популярным методом лечения и профилактики различных заболеваний в условиях санаториев, лечебниц и даже поликлиник. Положительный эффект от воздействия микроклимата спелеотерапии объясняют составом воздуха: так, содержание легких электроотрицательных аэроионов в специально оборудованной спелеокамере составляет 760–960 в 1 см<sup>3</sup>, что существенно больше, чем в атмосферном воздухе (содержание электроотрицательных аэроионов в атмосферном воздухе 115–160 в 1 см<sup>3</sup>) [4, 5, 7].

Согласно литературным данным, под влиянием спелеоклиматотерапии у пациентов наблюдалось повышение физического компонента качества жизни, физического функционирования, интенсивности, психического компонента качества жизни [1]. Исследования показателей иммунного статуса показали увеличение количества Т-лимфоцитов CD45+CD3+, в том числе Т-хелперов CD45+CD3+CD4+, обеспечивающих иммунный ответ крови пациентов под влиянием спелеоклиматотерапии, а также увеличение количества Т-цитотоксических лимфоцитов CD45+CD3+ CD8+, обеспечивающих клеточный иммунитет и В-лимфоцитов CD19+, обеспечивающих гуморальный иммунитет человека [3]. Анализ кардиоритма до и после посещения сеансов спелеоклиматотерапии выявил снижение индекса напряжения, повышение мощности волн спектра HF, что является выражением активности парасимпатического отдела автономной нервной системы и снижение мощности волн спектра VLF, что, как полагают, отражает развитие у пациентов психоэмоционального стресса. После курса спелеоклиматотерапии

наблюдалось снижение показателей ситуативной и личностной тревожности. По параметрам простой зрительно-моторной реакции после прохождения десяти курсов спелеоклиматотерапии наблюдалось достоверное снижение среднего времени реакции, параметры уровня активации центральной нервной системы повышались, а суммарное число ошибок уменьшалось [2]. Мощность тета-ритма ЭЭГ имела тенденцию к снижению после спелеосеанса как при закрытых, так и при открытых глазах испытуемых. В состоянии функционального покоя с открытыми и закрытыми глазами у пациентов после воздействия электроотрицательных аэроионов снизилось напряжение в ЦНС. Мощность ритма бета-1 при закрытых и открытых глазах, и альфа-ритма при открытых глазах увеличивается после спелеосеанса. В состоянии покоя с закрытыми глазами мощность альфа-ритма несколько снизилась в областях Cz и C4 (Cz:  $31,74 \pm 1,655$  и  $30,62 \pm 1,29$ ; C4:  $23,93 \pm 1,309$  и  $23,29 \pm 1,115$ ), в остальных – возросла после спелеосеанса. Изменения мощности бета-2 ритма ЭЭГ неоднозначны. Мощность тета-ритма в состоянии функционального покоя с открытыми глазами увеличилась во фронтальных и центральных, и снизилась в затылочных, теменных и височных областях мозга. [6]

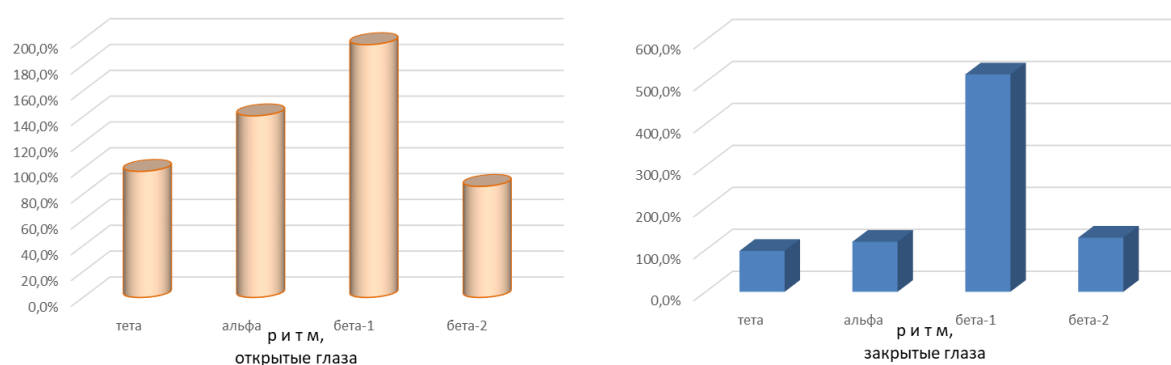
Следовательно, спелеовоздействие увеличивает адаптационные возможности организма человека благодаря перестройке деятельности нейроиммуноэндокринной системы, что не только препятствует формированию стресс-индуцированных изменений регуляторных систем организма, но и способствует повышению активности иммунной системы и активизирует защитные силы организма человека [3]. Однако тонкие механизмы воздействия спелеоклимата на организм человека до сих пор не изучены.

Цель нашей работы – исследование некоторых механизмов влияния спелеоклиматотерапии на организм человека.

**Материал и методы исследования.** В исследовании приняли участие студенты-добровольцы 18-20-ти лет, студенты 2 курса ВГМУ им. Н.Н. Бурденко. Регистрация ЭЭГ проведена до и после спелеовоздействия (в течение 2-х часов) в состоянии функционального покоя, в малой спелеокамере на одного пациента, с помощью электроэнцефалографа “Энцефалан – ЭЭГР – 19/26” фирмы Медиком (г. Таганрог) в 19-ти стандартных отведениях согласно международной схеме 10–20. Для анализа использовались показатели средней мощности ЭЭГ по 19-ти зарегистрированным отведениям. Межполушарная асимметрия была рассчитана по следующей формуле:  $\text{МПА} = (\text{Мощность слева} - \text{Мощность справа}) / \text{Мощность ср}) * 100\%$  с использованием пакета программ Excel.

**Полученные результаты и их обсуждение.** Анализ средней мощности ЭЭГ до и после спелеоклиматотерапии показал, что наблюдается тенденция к снижению тета-ритма, как при открытых ( $7,056 \pm 0,107$  и  $6,891 \pm 0,129$ ), так и при закрытых глазах пациента ( $7,269 \pm 0,287$  и  $7,08 \pm 0,135$ ), рис. 1.

Средняя мощность альфа-ритма испытуемых повышалась после сеанса спелеоклиматотерапии как при открытых ( $9,525 \pm 0,359$  и  $13,399 \pm 0,706$ ), так и при закрытых глазах ( $17,316 \pm 0,688$  и  $20,631 \pm 0,853$ ) (рис. 2.)



**Рис. Изменение мощностей ритмов ЭЭГ в процентах относительно уровня до спелеосеанаса**

Изменения средней мощности бета-2 ритма не так однозначны. Средняя мощность бета-2 диапазона снижалась при открытых глазах испытуемых ( $4,27 \pm 0,144$  и  $4,04 \pm 0,112$ ) и повышалась при закрытых глазах пациентов ( $3,826 \pm 0,078$  и  $4,36 \pm 0,16$ ), рис. 4.

Как мы полагаем, подобные изменения отражают готовность пациентов к включению в активную деятельность, повышение работоспособности.

Показатели межполушарной асимметрии представлены в таблице 1.

**Таблица 1.**

**Межполушарная асимметрия (МПА) до и после спелеовоздействия**

Показатель	при открытых глазах		при закрытых глазах	
	до	после	до	после
O1-O2	-24,02	-9,82	-9,96	0,14
P3-P4	-22,30	-15,98	-15,54	-11,68
C3-C4	-9,57	4,17	-3,70	4,84
F3-F4	-6,12	7,23	-8,03	-0,75
Fp1-Fp2	-6,58	3,36	-13,90	-2,36
T5-T6	-55,25	-40,42	-28,08	-42,39
T3-T4	-12,40	-4,09	-9,11	-14,48
F7-F8	-1,04	8,86	-12,04	-2,64

Следует отметить, что в состоянии функционального покоя при открытых глазах до сеанса спелеоклиматотерапии у испытуемых наблюдалась больше активность правого полушария. После спелеовоздействия активность правого полушария снижалась, а в центральных и фронтальных областях начинало доминировать левое полушарие.

В состоянии функционального покоя при закрытых глазах до сеанса спелеоклиматотерапии у испытуемых также наблюдалась больше активность правого

полушария. Однако после спелеосеанса в височных областях активность правого полушария усиливалась; в теменных и фронтальных активность правого полушария снижалась; а в затылочных и центральных начинало доминировать правое полушарие.

Поскольку испытуемые находились в спелеокамере под воздействием солей в течение 2-х часов, можно предположить, что это позволило им принимать решения и решать задачи, рассматривая проблемы одновременно в целом и с разных сторон, как последовательно, так и параллельно, с участием всех сенсорных входов, кроме слухового, что и отражают параметры межполушарной асимметрии, табл. 1. Однако отдельно остается вопросом механизм участия или неучастия солей в этом процессе.

Таким образом, под воздействием спелеосеанса снижается средняя мощность тета и альфа – ритмов ЭЭГ, увеличивается средняя мощность бета-1 ритма. Средняя мощность бета-2 диапазона снижалась при открытых глазах испытуемых и повышалась при закрытых глазах пациентов. В состоянии функционального покоя до сеанса спелеоклиматотерапии у испытуемых наблюдалась больше активность правого полушария, после спелеовоздействия активность правого полушария в большинстве областей снижалась.

Полученные нами результаты позволяют рекомендовать спелеоклиматотерапию как метод немедикаментозной коррекции функционального состояния человека, с положительным воздействием на его мозговую активность. Однако это не снимает вопросы индивидуального подхода к пациенту и тонких механизмов воздействия спелеоклиматотерапии на организм, в частности, мозг человека.

Проанализировав литературные данные, и данные наших исследований мозговой активности, мы решились, в качестве заключения, представить Вашему вниманию некоторые размышления по механизмам воздействия солей спелеокамеры на организм человека.

Показано, что ионы натрия перемещаются из воздуха спелеокамеры на поверхность альвеолоцитов и далее в кровь. За натрием пассивно следует хлор. Ионы переносятся в гидратной оболочке. Взвешенные аэрозоли хлорида натрия частично оседают на слизистой бронхиального дерева, оказывая местный эффект в легких. Отрицательно заряженные ионы кислорода местно в легких способствуют очищению дыхательных путей при заболеваниях, и также транспортируются в кровь. Кровь, обогащенная отрицательными аэроионами, увеличивает отрицательный заряд клеток и поддерживает оптимальный обмен веществ. Постоянная подзарядка клеток электроионами поддерживает их энергосбалансированность, в условиях высокогорной гипоксии стимулирует утилизацию кислорода клетками различных органов и предотвращает их повреждение. Местно аэроионы раздражают рецепторы слизистой оболочки, действуют на дыхательный центр, за которым следует уменьшение частоты (одышки) и углубление дыхания [8].

В механизме действия спелеоклиматотерапии на физиологические системы организма человека, как мы полагаем, центральное место занимает влияние солей на возбудимые ткани. Ионы транспортируются по кровеносному руслу ко всем органам и

клеткам. Перемещение натрия из крови в интерстиций приводит к повышению концентрационного градиента натрия и, как следствие, к повышению уровня возбудимости клеток возбудимых тканей. Кальций также повышает возбудимость клеток мышечной ткани, что обуславливает влияние на нее солей спелеокамеры. Косвенным доказательством является уменьшение времени зрительно-моторной реакции у испытуемых после спелеоклиматотерапии [3].

Активация симпатической нервной системы под влиянием солей происходит, в первую очередь, за счет активации ретикулярной формации головного мозга человека под влиянием поступающей афферентной импульсации с экстеро и интерорецепторов. Происхождение высокочастных ритмов ЭЭГ связывают с ретикулярной формацией. Нами выявлено, что после сеанса спелеоклиматотерапии динамика мощности бета-2 ритма проявляется наиболее неоднозначно. Так, в состоянии функционального покоя с открытыми глазами справа в височных областях мощность бета-2 ритма увеличилась (Т4 и Т6), слева – снизилась (Т3). В затылочной области справа мощность не изменилась (О2,  $4,99 \pm 0,205$  и  $5,29 \pm 0,201$ ), слева – возросла (О1,  $7,16 \pm 0,277$  и  $5,12 \pm 0,184$ ). В центральных областях выявлена тенденция к снижению бета-2 активности. Во фронтальных отведениях справа и слева отметили увеличение мощности, ближе к центру – снижение [6,9]. Как мы полагаем, неоднозначные изменения параметров сердечно-сосудистой, нервной системы после спелеосеансов – результат перевозбудимости клеток возбудимых тканей (если пациент находится в состоянии стресса или в остром периоде заболевания, например).

Установлено, что ткань головного мозга восприимчива к пороговым величинам аэроионизации, известны изменения электрической активности коры головного мозга при вдыхании CO<sub>2</sub> в концентрации 0,5%, свидетельствующие о повышении его функционального состояния. Следовательно, совместное действие спелеоклиматических факторов, потенцируя друг друга, оказывает возбуждающее воздействие на центральную нервную систему и приводит к изменениям, уровень которых будет зависеть от исходного состояния нервной системы пациента.

Выводы. В механизме действия спелеоклиматотерапии на физиологические системы организма человека центральное место занимает влияние солей на возбудимые ткани.

Неоднозначные изменения параметров сердечно - сосудистой, нервной системы после влияния сеансов спелеоклиматотерапии – результат перевозбудимости клеток возбудимых тканей (если пациент находится в состоянии стресса или в остром периоде заболевания, например).

Совместное же действие спелеоклиматических факторов, потенцируя друг друга, оказывает возбуждающее воздействие на центральную нервную систему и приводит к изменениям, уровень которых будет зависеть от исходного состояния нервной системы пациента.

Литература.

1. Влияние спелеоклиматотерапии на психологическое состояние студентов / Михайлова М.А., Галицина Д.О., Кудрявцева А.А., Нечаева М.С. // Молодежный инновационный вестник. - 2017. - Т. 6, № 2. - С. 219-220.
2. Дорохов Е.В., Жоголева О.А. Спелеоклиматотерапия как инновационный метод здоровьесбережения // Вестник новых медицинских технологий. - 2011. - Т. 18. № 2. - С. 133-135.
3. Есауленко И.Э., Дорохов Е.В., Горбатенко Н.П. и др. Эффективность спелеоклиматотерапии у студентов в состоянии хронического стресса // Экология человека. - 2015. - № 7. - С. 50-57.
4. Невзоров А.Ю., Мухина М.Ю. Спелеотерапия как разновидность альтернативной медицины // Бюллетень медицинских интернет-конференций. -2013. - Т. 3. № 2. - С. 177.
5. Особенности формирования лечебного эффекта от пребывания в наземных спелеоклиматических камерах с применением в конструкции соляных материалов / Косяченко Г.Е., Николаева Е.А., Тишкевич Г.И. // Современные проблемы гигиены, радиационной и экологической медицины. - 2016. - № 6., С. - 289-297.
6. Семилетова В. А. Изменение мощностных характеристик биоэлектрической активности мозга человека под влиянием спелеоклиматотерапии // Современная наука: актуальные проблемы теории и практики. Серия: Познание. - 2021. - №01. - С. 53-59 DOI 10.37882/2500-3682.2021.01.14
7. Файнбург Г.З. О доказательности эффективности методов спелеотерапии в калийных рудниках и спелеоклиматотерапии в сильвинитовых спелеокамерах // В сборнике: Актуальные проблемы охраны труда и безопасности производства, добычи и использования калийно-магниевых солей Материалы I Международной научно-практической конференции. Под ред. Г.З. Файнбурга. 2018. С. 416-441.
8. Хроника событий 2017 года в сфере спелеотерапии в калийных и соляных рудниках и спелеоклиматотерапии в наземных сильвинитовых спелеоклиматических камерах и «соляных пещерах» / Файнбург Г.З. // В сборнике: Пещеры. Сборник научных трудов. Пермь, - 2017. - С. 56-66.
9. Комиссарова, О. В. Влияние спелеоклиматотерапии на вегетативный гомеостаз детей различных возрастных групп / О. В. Комиссарова, Е. В. Дорохов // Прикладные информационные аспекты медицины. – 2015. – Т. 18. – № 1. – С. 114-120.

**Abstract.**

**V.A. Semiletova**

**SOME MECHANISMS OF THE INFLUENCE OF SPELEOCLIMATOTHERAPY ON THE HUMAN BODY**

*Voronezh State Medical University, Dep. of Normal Physiology*

The questions of the influence of speleoclimatotherapy on neurophysiological processes have been studied. Separate subtle mechanisms are revealed. It has been shown that the central place is occupied by the effect of salts on excitable tissues. We found that after a session of speleoclimatotherapy, the dynamics of the power of the beta-2 rhythm is manifested most ambiguously. In a state of functional rest with open eyes on the right in the temporal areas, the power of the beta-2 rhythm increased (T4 and T6), on the left it decreased (T3). In the occipital region on the right, the power did not change, on the left it increased. In the central regions, a tendency towards a decrease in beta-2 activity was revealed. In the frontal leads on the right and left, an increase in power was noted, closer to the center - a decrease. Ambiguous changes in the parameters of the cardiovascular and nervous system after speleo sessions are the result of overexcitability of cells of excitable tissues (if the patient is under stress or in an acute period of the disease, for example). And the combined effect of speleoclimatic factors, potentiating each other, has an exciting effect on the central nervous system and leads to changes, the level of which will depend on the initial state of the patient's nervous system.

Key words: speleoclimatotherapy; brain; neurophysiology; organism.

References.

1. Vliyaniye speleoklimatoterapii na psikhologicheskoye sostoyaniye studentov / Mikhaylova M.A., Galitsina D.O., Kudryavtseva A.A., Nechayeva M.S. // Molodezhnyy innovatsionnyy vestnik. - 2017. - Т. 6, № 2. - С. 219-220.

2. Dorokhov Ye.V., Zhogoleva O.A. Speleoklimatoterapiya kak innovatsionnyy metod zdorov'yesberezheniya // Vestnik novykh meditsinskikh tekhnologiy. - 2011. - T. 18. № 2. - S. 133-135.
3. Yesaulenko I.E., Dorokhov Ye.V., Gorbatenko N.P. i dr. Effektivnost' speleoklimatoterapii u studentov v sostoyanii khrogicheskogo stressa // Ekologiya cheloveka. - 2015. - № 7. - S. 50-57.
4. Nevzorov A.YU., Mukhina M.YU. Speleoterapiya kak raznovidnost' al'ternativnoy meditsiny // Byulleten' meditsinskikh internet-konferentsiy. -2013. - T. 3. № 2. - S. 177.
5. Osobennosti formirovaniya lechebnogo effekta ot prebyvaniya v nazemnykh speleoklimaticheskikh kamerakh s primeneniym v konstruksii solyanykh materialov / Kosyachenko G.Ye., Nikolayeva Ye.A., Tishkevich G.I. // Sovremennyye problemy gigiyeny, radiatsionnoy i ekologicheskoy meditsiny. - 2016. - № 6., S. - 289-297.
6. Semiletova V. A. Izmeneniye moshchnostnykh kharakteristik bioelektricheskoy aktivnosti mozga cheloveka pod vliyaniym speleoklimatoterapii // Sovremennaya nauka: aktual'nyye problemy teorii i praktiki. Seriya: Poznaniye. - 2021. - №01. - S. 53-59 DOI 10.37882/2500-3682.2021.01.14
7. Faynburg G.Z. O dokazatel'nosti effektivnosti metodov speleoterapii v kaliynykh rudnikakh i speleoklimatoterapii v sil'vinitovykh speleokamerakh // V sbornike: Aktual'nyye problemy okhrany truda i bezopasnosti proizvodstva, dobychi i ispol'zovaniya kaliyno-magniyevykh soleyMaterialy I Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii. Pod red. G.Z. Faynburga. 2018. S. 416-441.
8. Khronika sobytii 2017 goda v sfere speleoterapii v kaliynykh i solyanykh rudnikakh i speleoklimatoterapii v nazemnykh sil'vinitovykh speleoklimaticheskikh kamerakh i «solyanykh peshcherakh» / Faynburg G.Z. // V sbornike: Peshchery. Sbornik nauchnykh trudov. Perm', - 2017. - S. 56-66.
9. Komissarova, O. V. Influence of speleoclimatotherapy on vegetative homeostasis of children of different age groups / O. V. Komissarova, E. V. Dorokhov // Applied information aspects of medicine. - 2015. - T. 18. - No. 1. - S. 114-120.

Сведения об авторах: Семилетова Вера Алексеевна - к.б.н., доцент, каф. нормальной физиологии ВГМУ, E-mail – vera2307@mail.ru