Дата публикации: 01.12.2024
DOI: 10.24412/2588-0500-2024_08_04_14
УДК 612.821

Publication date: 01.12.2024
DOI: 10.24412/2588-0500-2024_08_04_14
UDC 612.821

ВОЗМОЖНОСТИ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ВЛИЯНИЯ СПЕЛЕОКЛИМАТА НА ФУНКЦИОНАЛЬНОЕ СОСТОЯНИЕ ЦЕНТРАЛЬНОЙ НЕРВНОЙ СИСТЕМЫ ВЗРОСЛОГО ЗДОРОВОГО ЧЕЛОВЕКА ПО ПАРАМЕТРАМ ВАРИАЦИОННОЙ ХРОНОРЕФЛЕКСОМЕТРИИ

В.А. Семилетова
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Воронежский государственный медицинский университет им. Н.Н. Бурденко» Минздрава России, г. Воронеж, Россия

Аннотация. Время простой зрительно-моторной реакции является одним из наиболее простых и информативных методов оценки функционального состояния центральной нервной системы. Цель нашей работы – исследовать возможности прогнозирования влияния спелеоклимата на функциональное состояние центральной нервной системы взрослого здорового человека по параметрам вариационной хронорефлексометрии. Под влиянием спелеоклимата выявлено значимое увеличение времени простой зрительно-моторной реакции как правой, так и левой руки от 1-го к 10-му дню спелеотерапии. В течение всего курса спелеотерапии показатели вариационной хронорефлексометрии соответствовали незначительно сниженной работоспособности. Оказалось возможным выявить зависимость между временем простой сенсомоторной реакции до и после спелеокурса для неведущей (левой) руки. Полученные данные расширяют представления о психофизиологических механизмах воздействия спелеоклиматотерапии на организм человека и позволяют прогнозировать воздействие спелеоклимата на работоспособность человека.

Ключевые слова: спелеокамера, спелеоклимат, простая зрительно-моторная реакция, вариационная хронорефлексометрия.

POSSIBILITIES OF PREDICTING THE INFLUENCE OF SPELEOCLIMATE ON THE FUNCTIONAL STATE OF THE CENTRAL NERVOUS SYSTEM OF A HEALTHY ADULT PERSON BY THE VARIATION CHRONOREFLEXOMETRY PARAMETERS

V.A. Semiletova
Voronezh State Medical University named after N.N. Burdenko, Voronezh, Russia

Abstract. Simple eye-hand reaction time is one of the simplest and most informative methods for assessing the functional state of the central nervous system. The aim of our work is to investigate the possibilities of predicting the influence of speleoclimate on the functional state of the central nervous system of a healthy adult using the parameters of variation chronoreflexometry. Under the influence of speleoclimate, a significant increase in simple eye-hand reaction time of both the right and left hands was revealed from the 1st to the 10th day of speleotherapy. During the entire course, the parameters of variation chronoreflexometry corresponded to a slightly reduced performance. It turned out to be possible to identify a relationship between simple sensorimotor reaction time before and after the course for the non-dominant (left) hand. The data obtained expand our understanding of the psychophysiological mechanisms of the impact of speleotherapy on the human body and allow us to predict the impact of speleoclimate on human performance.

Keywords: speleochamber, speleoclimate, simple eye-hand reaction, variation chronoreflexometry.

Введение. Время простой зрительно-моторной реакции (пЗМР) является одним из наиболее простых и информативных методов оценки функционального состояния центральной нервной системы (ЦНС). ПЗМР характеризует скорость протекания процессов возбуждения и торможения, способность к дифференци-

ровочному торможению, к точности выполнения деятельности. Полагают, что пЗМР реализуется через формирование в организме функциональной системы, работа которой зависит от согласованности и синхронности деятельности отдельных ее элементов и синхронности работы нервных клеток ЦНС [1].

Более того, поскольку значительную роль в организации адаптивного ответа играют свойства нервной системы и функциональное состояние нервной системы, параметры пЗМР не только достаточно полно отражают силовые отношения в коре больших полушарий головного мозга, но и весьма информативны в диагностике функционального напряжения [2].

Показано, что спелеоклимат влияет не только на состояние дыхательной системы человека [3], но и состояние сердечно-сосудистой системы [4], изменяет иммунный статус [5], влияет на амплитуду и длительность зрительных вызванных потенциалов [6], изменяет соотношение ритмов электроэнцефалограммы в теменно-затылочных областях головного мозга [7]. При прохождении курса спелеотерапии изменяется общее состояние организма [8], и не всегда эти изменения можно расценивать как положительные [9]. Спелеоклимат изменяет функциональное состояние человека в целом, вызывая напряжение регуляторных систем и являясь стресс-фактором [4, 5, 10]. В течение 10 дней организм адаптируется к спелеоклимату, проходя весь путь развития стресс-реакции по Селье [10].

Следует полагать, что изменения, возникающие в функциональном состоянии и ЦНС человека под влиянием спелеоклимата, оказывают прямое влияние на его работоспособность, а, следовательно, и на параметры хронорефлексометрии. Так, кратковременное влияние спелеоклимата на организм человека увеличивает, а полный курс спелеовоздействия снижает амплитуду волн зрительных вызванных потенциалов и в то же время увеличивает длительность волн зрительных вызванных потенциалов под влиянием спелеоклимата увеличивается [6]. Зрительный вызванный потенциал отражает работу зрительной сенсорной системы, в то время как простая сенсомоторная реакция – результат взаимодействия зрительной и моторной сенсорной систем.

Цель нашей работы – исследовать возможности прогнозирования влияния спелеоклимата на функциональное состояние центральной нервной системы взрослого здорового человека по параметрам вариационной хронорефлексометрии.

Методы и организация исследования. В исследовании приняли участие 50 студентов второго курса ФГБОУ ВО ВГМУ (возраст 18-20 лет), добровольцы, правши. Критериями включения в экспериментальную группу явились: состояние здоровья студента, отсутствие острого периода вирусной или бактериальной инфекции, обострения хронических заболеваний, изменения анатомии носовых ходов.

Исследование соответствовало этическим стандартам, разработанным в соответствии с Хельсинской декларацией Всемирной медицинской ассоциации «Этические принципы проведения научных медицинских исследований с участием человека» с поправками 2000 года и «Правилами клинической практики в Российской Федерации», утвержденными Приказом Минздрава РФ от 19.06.2003 г. № 266. Каждый участник был информирован о цели исследования, подписав согласие на участие в эксперименте.

Оценка функционального состояния и работоспособности участников исследования проведена с помощью вариационной хронорефлексометрии (методика Мороз), в основе которой лежит статистический анализ латентных периодов (пЗМР). Испытуемые как можно быстрее должны были нажимать средними пальцами обеих рук на указанные в инструкции клавиши при появлении в центре экрана белого квадрата на черном фоне без предварительной тренировки. Предъявляются 50 зрительных стимулов. Рассчитана и проанализирована скорость простой зрительно-моторной реакции (М) [11].

Испытуемые были разделены на две группы. Экспериментальная группа (22 человека) – исследование динамики параметров вариационной хронорефлексометрии под влиянием спелеоклимата. Группа сравнения (28 человек) – параметры вариационной хронорефлексометрии записывались дважды, с разницей в 10 дней.

Запись параметров вариационной хронорефлексометрии у студентов экспериментальной группы проведена перед началом курса спелеотерапии, после третьего сеанса и после окончания курса спелеотерапии, в состоянии покоя. Курс спелеотерапии включал 10 часовых сеансов во второй половине дня. Спелеотерапия проводилась в комнате 14 м^2, стены которой обшиты сильвинитом (спелеокамера от ООО «Климат Черноземья»), при температуре 18-20ºС, вне сессионного периода.

Анализ полученных данных проведен с помощью программ Excel и SPSS Statistics 26. Определена нормальность распределения признаков с использованием критерия Шапиро-Уилка.

Расчет достоверности отличий между зависимыми переменными проведен с использованием непараметрического критерия Вилкоксона, проведена парная линейная регрессия.

Результаты исследования и их обсуждение. В группе сравнения значимых отличий по параметрам хронорефлексометрии не выявлено. Показатели вариационной хронорефлексометрии соответствовали незначительно сниженной работоспособности. 1 тестирование: Мепр=303,5 мс, Q1=293,25 мс, Q3=313,25 мс; Мелр=309 мс, Q1=293,5 мс, Q3=320 мс; 2 тестирование: Мепр=306,5 мс, Q1=285,5 мс, Q3=331,25 мс; Мелр=314,5 мс, Q1=285,75 мс, Q3=331 мс.

В экспериментальной группе под влиянием спелеоклимата выявлено значимое увеличение времени пЗМР как правой, так и левой руки от 1-го к 10-му дню спелеотерапии (рис. 1). В течение всего курса спелеотерапии показатели вариационной хронорефлексометрии соответствовали незначительно сниженной работоспособности.

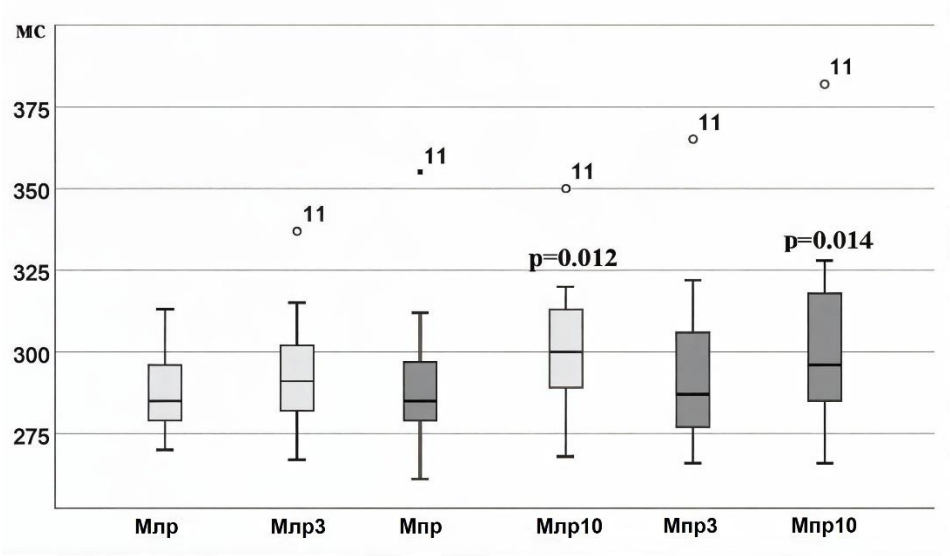


Рис. 1. Динамика времени пЗМР под влиянием спелеоклимата

Примечание: пЗМР – простая зрительно-моторная реакция; Млр – скорость простой зрительно-моторной реакции (левая рука); Мпр – скорость простой зрительно-моторной реакции (правая рука)

Для выявления формул и графиков зависимости проведен статистический анализ признаков методом парной линейной регрессии.

В группе сравнения методом парной линейной регрессии выявлена зависимость между повторным временем пЗМР студентов и первичным для правой (ведущей) руки.

Наблюдаемая зависимость описывается уравнением (1):

YM10(ПР)= 54,097 + 0,844*XM(ПР) (1)

где YM10(ПР) – время реакции для правой руки после второго измерения, мс; XM(ПР) – время реакции для правой руки после 1-го измерения, мс;

При увеличении М(ПР) на 1 мс следует ожидать увеличения М10(ПР) на 0,844 мс. Корреляционная связь между временем пЗМР студентов после первого и второго измерения для правой (ведущей) руки – прямая, высокой тесноты (по шкале Чеддока), статистически значимая (rxy=0,797; p<0,001). Включенные в модель факторы определяли 63,6% времени реакции для правой руки после второго измерения. График регрессионной функции представлен на рисунке 2.

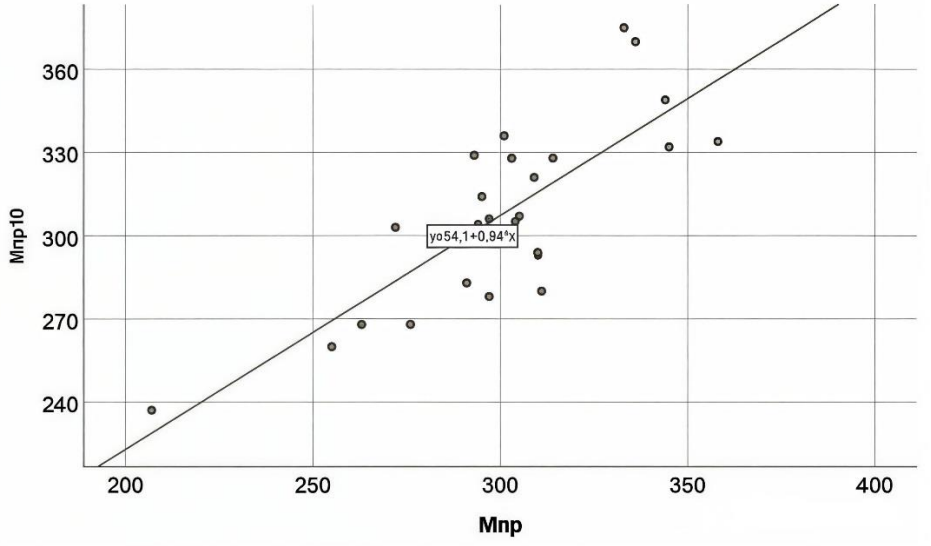


Рис. 2. График регрессионной функции зависимости между временем пЗМР студентов после первого и второго измерения для правой руки

Примечание: пЗМР – простая зрительно-моторная реакция; Мпр – скорость простой зрительно-моторной реакции (правая рука)

Для левой руки методом парной линейной регрессии зависимость между временем пЗМР студентов после первого и второго измерения значимой зависимости не выявлено.

Методом парной линейной регрессии выявлена зависимость между временем пЗМР студентов до и после спелеотерапии для левой (неведущей) руки.

Наблюдаемая зависимость описывается уравнением (2):

YM10(ЛР)= 50,711 + 0,863*XM(ЛР) (2)

где YM10(ЛР) – время реакции для левой руки после курса спелеотерапии, мс;

XM(ЛР) – время реакции для левой руки до курса спелеотерапии, мс;

При увеличении М(ЛР) на 1 мс следует ожидать увеличения М10(ЛР) на 0,863 мс.

Корреляционная связь между временем пЗМР студентов до и после спелеотерапии для левой (неведущей) руки – прямая, высокой тесноты (по шкале Чеддока), статистически значимая (rxy=0,779; p<0,001). Включенные в модель факторы определяли 60,6% времени реакции для левой руки пос-ле курса спелеотерапии. График регрессионной функции представлен на рисунке 3.

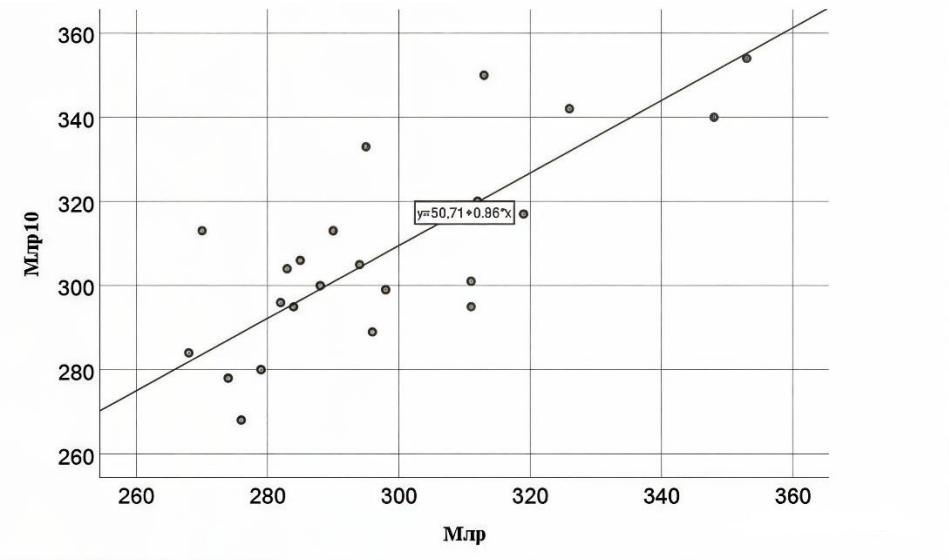


Рис. 3. График регрессионной функции зависимости между временем пЗМР студентов после спелеотерапии и до спелеотерапии для левой руки

Примечание: пЗМР – простая зрительно-моторная реакция; Млр – скорость простой зрительно-моторной реакции (левая рука)

Для правой руки методом парной линейной регрессии зависимость между временем пЗМР студентов до и после спелеотерапии значимой зависимости не выявлено.

Следовательно, в состоянии покоя вне сессионного периода и действия спелеоклимата у студентов сохранялся относительно постоянный паттерн активации ЦНС. Показатели вариационной хронорефлексометрии соответствовали незначительно сниженной работоспособности, что соответствует данным, полученным О.О. Ахмедовой с соавторами [12]. Отмечают, что функциональное состояние на уровне сниженной работоспособности характеризуется резким ухудшением временных и точностных параметров деятельности и значительным снижением работоспособности в целом, а также является показателем степени психофизиологических рисков, которая зависит от особенностей деятельности и занимаемой должности внутри профессии [13].

Спелеоклимат (повышенное содержание в воздухе натрия, калия и хлора) снижал функциональное состояние организма, что выражалось в снижении зрительно-моторной реакции, а следовательно, в преобладании тормозных процессов в ЦНС [6].

Известно, что время пЗМР является интегральным параметром скорости проведения возбуждения по отделам анализаторов, его обработкой зрительными и моторными областями коры больших полушарий, и нисходящими эфферентными путями [1].

При повторной регистрации времени реакции человека методом вариационной хронорефлексометрии (в модификации Мороз) можно прогнозировать время реакции ведущей руки, что, возможно, связано с более быстрым формированием акцептора результатов действия и эфферентой программы при формировании функциональной системы выполнения компьютерного тестирования.

Однако, что особенно важно, при прохождении курса спелеотерапии оказалось возможным выявить зависимость между временем простой сенсомоторной реакции до и после спелеокурса для неведущей (левой) руки при значимом увеличении времени реакции как для правой, так и для левой руки. Как мы полагаем, при формировании функциональной системы выполнения компью-

терного тестирования происходит внутреннее стремление к синхронизации работы правой и левой руками, ведущую роль в этом процессе играет доминирующее полушарие, поэтому и выявлена зависимость в группе сравнения для правой руки. В условиях тормозного воздействия спелеоклимата доминирующее полушарие уже не может играть ведущую роль в формировании функциональной системы, увеличивается вариабельность показателей ведущей руки относительно неведущей, и, как результат, мы можем прогнозировать время реакции неведущей руки.

Заключение. Таким образом, в результате воздействия спелеоклимата значимо увеличивается время реакции правой и левой рук. Выявленная зависимость между временем пЗМР студентов до и после спелеотерапии позволяет прогнозировать время реакции для неведущей руки.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.
Conflict of interest. The authors declare no conflict of interest.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Литовченко, О. Г. Характеристика функционального состояния центральной нервной системы студентов медицинской специальности, проживающих в условиях Среднего Приобья / О. Г. Литовченко, А. С. Максимова, С. Т. Барсегян // Психология. Психофизиология. – 2020. – Т. 13. – № 1. – С. 88–94. DOI: 10.14529/jpps200110.
2. Матвеев, С. С. Особенности функционального состояния нервной системы студентов в динамике четырех лет обучения в вузе / С. С. Матвеев // Вестник психофизиологии. – 2017. – № 4. – С. 62–68.
3. Экологическая обусловленность применения спелеоклиматотерапии как метода профилактики бронхолегочных заболеваний / Н. А. Агаджанян, Е. В. Дорохов, О. А. Жоголева [и др.] // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Медицина. – 2008. – № 4. – С. 57–62.
4. Возможности спелеоклиматотерапии в коррекции показателей вариабельности сердечного ритма у здоровых лиц с разным уровнем личностной тревожности / Е. В. Дорохов, Н. П. Горбатенко, Е. А. Павлова, О. А. Япрынцева // Экология человека. – 2013. – № 10. – С. 60–64.
5. Адаптогенное влияние спелеотерапии на организм здорового человека / Н. А. Агаджанян, Е. В. Дорохов, О. А. Жоголева, Н. П. Горбатенко // Вестник восстановительной медицины. – 2009. – № 1(29). – С. 5–8.
6. Семилетова, В. А. Изменение параметров зрительных вызванных потенциалов на вспышку под влиянием спелеотерапии / В. А. Семилетова // Вестник Волгоградского государственного медицинского университета. – 2022. – Т. 19. – № 3. – С. 48–51. DOI: 10.19163/1994-9480-2022-19-3-48-51.
7. Семилетова, В. А. Влияние кратковременного воздействия спелеотерапии на соотношение ритмов электроэнцефалограммы здорового человека / В. А. Семилетова, Е. В. Дорохов, Я. В. Булгакова // Экология человека. – 2023. – № 3. – С. 223–230. DOI: 10.17816/humeco192536.
8. Семилетова, В. А. Самооценка влияния спелеоклиматотерапии на организм человека / В. А. Семилетова, Е. В. Дорохов // Интегративная физиология. – 2021. – Т. 2. – № 4. – С. 420–425. – DOI: 10.33910/2687-1270-2021-2-4-420-425.
9. Семилетова, В. А. Динамика давления, пульса и сатурации кислорода взрослого здорового человека при прохождении 10-дневного курса спелеотерапии / В. А. Семилетова // Современные вопросы биомедицины. – 2022. – Т. 6. – № 4(21). DOI: 10.51871/2588-0500_2022_06_04_23.
10. Эффективность спелеоклиматотерапии у студентов в состоянии хронического стресса / И. Э. Есауленко, Е. В. Дорохов, Н. П. Горбатенко [и др.] // Экология человека. – 2015. – № 7. – С. 50–57.
11. Мороз, М. П. Экспресс-диагностика работоспособности и функционального состояния человека. Рекомендации по допуску к работе: методическое руководство. 2-е изд., испр. и доп. / М. П. Мороз. – СПб.: ИМАТОН, 2017. – 64 с.
12. Ахмедова, О. О. Психофизиологическое состояние студентов-первокурсников с разным уровнем двигательной активности / О. О. Ахмедова, Г. О. Овезгельдыева, А. Г. Григорьян // Физиология человека. – 2011. – Т. 37. – № 5. – С. 84–90.
13. Антипова, Е. И. Оценка работоспособности специалистов по социальной работе по

результатам хронорефлексометрии / Е. И. Антипова, Д. З. Шибкова // Вестник психофизиологии. – 2019. – № 2. – С. 73–79.

REFERENCES

1. Litovchenko O.G., Maksimova A.S., Barsegyan S.T. The functional status of the central nervous system in medical students in the Middle Ob Region. *Psychology. Psychophysiology*, 2020, vol. 13, no. 1, pp. 88–94. DOI: 10.14529/jpps200110. (in Russ.)
2. Matveev S.S. Features of the functional state of the nervous system of students in dynamics of the four years of study at the university. *Psychophysiology News*, 2017, no. 4, pp. 62–68. (in Russ.)
3. Agadzhanyan N.A., Dorokhov E.V., Zhogoleva O.A., Esaulenko I.E., Yakovlev V.N. Ecologocal reasons for using speleoclimattherapy as a method of prophylactics of bronchopulmonary diseases. *RUDN Journal of Medicine*, 2008, no. 4, pp. 57–62. (in Russ.)
4. Dorokhov E.V., Gorbatenko N.P., Pavlova E.A., Yapryntseva O.A. Opportunities of speleoclimatotherapy in correction of heart rate variability parameters in healthy subjects with different levels of trait anxiety. *Human Ecology*, 2013, no. 10, pp. 60–64. (in Russ.)
5. Agadzhanyan N.A., Dorokhov E.V., Zhogoleva O.A., Gorbatenko N.P. Adaptogenic effect of speleotherapy on the body of a healthy person. *Bulletin of Rehabilitation Medicine*, 2009, no. 1 (29), pp. 5–8. (in Russ.)
6. Semiletova V.A. Changes in the parameters of visual event potentials to a flash under the influence of speleotherapy. *Journal of Volgograd State Medical University*, 2022, vol. 19, no. 3, pp. 48–51. DOI: 10.19163/1994-9480-2022-19-3-48-51. (in Russ.)
7. Semiletova V.A., Dorokhov E.V., Bulgakova Ya.V. Effects of short-term speleotherapy exposure on the bioelectric activity of a healthy brain. *Human Ecology*, 2023, no. 3, pp. 223–230. (in Russ.)
8. Semiletova V.A., Dorokhov E.V. Self-assessment of the influence of speleoclimatotherapy on the human body. *Integrative Physiology*, 2021, vol. 2, no. 4, pp. 420–425. DOI: 10.33910/2687-1270-2021-2-4-420-425. (in Russ.)
9. Semiletova V.A. Dynamics of pressure, pulse and oxygen saturation of healthy adults during a 10-day course of speleotherapy. *Modern Issues of Biomedicine*, 2022, vol. 6, no. 4 (21). DOI: 10.51871 / 2588-0500_2022_06_04_23. (in Russ.)
10. Esauenko I.E., Dorokhov E.V., Gorbatenko N.P., Semiletova V.A., Zhogoleva O.A. Efficacy of speleoclimatotherapy in students under chronic stress. *Human Ecology*, 2015, no. 7, pp. 50–57. (in Russ.)
11. Moroz M.P. Express diagnosis of human performance and functional state. Recommendations for admission to work: methodological guidelines. 2nd ed., correct., add., Saint Petersburg: IMATON, 2017. 64 p. (in Russ.)
12. Akhmedova O.O., Ovezgeldyeva G.O., Grigoryan A.G. Psychophysiological condition of first-year students with different levels of physical activity. *Human Physiology*, 2011, vol. 37, no. 5, pp. 84–90. (in Russ.)
13. Antipova E.I., Shibkova D.Z. Evaluation of the performance of social work specialists based on the results of chronoreflexometry. *Psychophysiology News*, 2019, no. 2, pp. 73–79. (in Russ.)

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ:

Вера Алексеевна Семилетова – кандидат биологических наук, доцент кафедры нормальной физиологи ВГМУ им. Н.Н. Бурденко, Воронеж, e-mail: vera2307@mail.ru, ORCID: 0000-0001-7802-6436.

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS:

Vera A. Semiletova – Candidate of Biological Sciences, Associate Professor of the Department of Normal Physiology of the Voronezh State Medical University named after N.N. Burdenko, Voronezh, e-mail: vera2307@mail.ru, ORCID: 0000-0001-7802-6436.

Для цитирования: Семилетова, В. А. Возможности прогнозирования влияния спелеоклимата на функциональное состояние центральной нервной системы взрослого здорового человека по параметрам вариационной хронорефлексометрии / В. А. Семилетова // Современные вопросы биомедицины. – 2024. – Т. 8. – № 4(30). DOI: 10.24412/2588-0500-2024_08_04_14.

For citation: Semiletova V.A. Possibilities of predicting the influence of speleoclimate on the functional state of the central nervous system of a healthy adult person by the variation chronoreflexometry parameters. *Modern Issues of Biomedicine*, 2024, vol. 8, no. 4(30). DOI: 10.24412/2588-0500-2024_08_04_14.