

ЭЭГ-корреляты влияния спелеоклимата на мозговую активность взрослого здорового человека

Семилетова В.А.

Воронежский государственный медицинский университет, Воронеж, Россия

vera2307@mail.ru

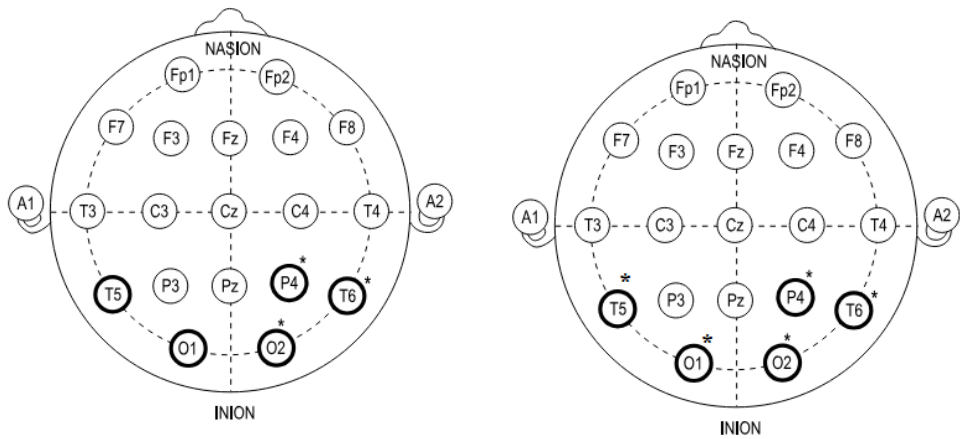
Ключевые слова: электроэнцефалограмма; ритм; индекс; спелеоклимат; спелеотерапия; аэроион

Мотивация и цель: Электроэнцефалография (ЭЭГ) – один из наиболее часто используемых и чувствительных методов оценки функциональной активности головного мозга. На ЭЭГ отражаются процессы утомления, стрессорного воздействия, изменения физических параметров среды – света, звука, ионного состава воздуха [1–5] и пр. Цель нашей работы: поиск ЭЭГ-коррелятов влияния спелеоклимата на мозговую активность взрослого здорового человека.

Методы и алгоритмы: В исследовании приняли участие 25 студентов-добровольцев 2 курса ВГМУ им. Н.Н. Бурденко, правши, в возрасте 18–20 лет (15 человек экспериментальной группы и 10 человек контрольной группы; рассчитанная минимальная выборка для нашего исследования – 10 человек (по формуле Лера)). Критериями включения в экспериментальную группу явились: отсутствие острого периода вирусной или бактериальной инфекции, отсутствие обострения хронических заболеваний, а также анатомических изменений носовых ходов. Исследование соответствовало этическим стандартам. Каждый участник был проинформирован о цели исследования, подписал информированное согласие на участие в эксперименте. У студентов экспериментальной группы регистрация ЭЭГ проведена до и после 10-дневного часового курса спелеотерапии, в состоянии функционального покоя, наземной сильвинитовой спелеокамере 14 м³, с помощью электроэнцефалографа-регистратора «Энцефалан – ЭЭГР – 19/26» фирмы Медиком (г. Таганрог) в 19 стандартных отведениях согласно международной схеме 10–20. Согласно замерам при выполнении исследований, температура воздуха в спелеокамере составляла 18–20 °С, относительная влажность воздуха – 65 %, содержание отрицательных аэроионов – 987 е/см³, положительных аэроионов – 834 е/см³, радиационный фон – 17 мкР/час. У студентов контрольной группы регистрация ЭЭГ проведена до и после 10-дневного ежедневного часового отдыха, также в состоянии функционального покоя, с помощью электроэнцефалографа-регистратора «Энцефалан – ЭЭГР – 19/26» фирмы Медиком (г. Таганрог) в 19 стандартных отведениях согласно международной схеме 10–20. Проанализирована динамика следующих соотношений ритмов ЭЭГ (индексов): [альфа/бета1], [альфа/тета], [(тета + альфа)/бета1], хорошо зарекомендовавших себя в оценке активной умственной работы человека [6, 7]. Анализ полученных данных проведен с помощью программ Excel и IBM SPSS Statistics 26. Определена нормальность распределения признаков с использованием критерия Шапиро–Уилка, расчет достоверности отличий между зависимыми переменными проведен с использованием непараметрического критерия Уилкоксона для зависимых переменных.

Результаты: Статистический анализ изменений индексов [альфа/тета] не выявил значимых отличий до и после отдыха в контрольной группе. При этом слева отмечена тенденция к снижению медиан альфа/тета индексов в большинстве проанализированных отведений, справа подобного однонаправленного изменения не выявлено. В контрольной группе также выявлены статистически значимые изменения индексов [альфа/бета1] и [(тета + альфа)/бета1] в затылочной области справа под влиянием отдыха. Отмечено, что под влиянием ежедневного часового отдыха наблюдалось усиление медленно-волновой активности, коррелятами изменения мозговой активности под влиянием отдыха можно назвать индексы [альфа/бета1] и [(тета + альфа)/бета1].

В экспериментальной группе значимых отличий соотношений [(тета + альфа)/бета1] и [альфа/бета1] до и после курса спелеотерапии не выявлено, хотя наблюдалось увеличение данных индексов после 10-дневного воздействия спелеоклимата по отношению к исходному уровню. Отмечены значимые увеличения ($p < 0.05$) индекса [альфа / тета] под воздействием спелеоклимата в затылочных отведениях справа (до: $Q_1=1.92$; $Me=2.80$; $Q_3=4.83$; после: $Q_1=3.65$; $Me=6.27$; $Q_3=10.73$) и слева (до: $Q_1=2.64$; $Me=6.25$; $Q_3=14.39$; после: $Q_1=1.43$; $Me=3.39$; $Q_3=6.61$), височных (T5 и T6) отведениях справа (до: $Q_1=5.46$; $Me=7.06$; $Q_3=8.37$; после: $Q_1=1.90$; $Me=3.17$; $Q_3=5.03$) и слева (до: $Q_1=1.17$; $Me=1.70$; $Q_3=4.50$; после: $Q_1=1.51$; $Me=6.04$; $Q_3=11.84$), теменном отведении P4 (до: $Q_1=1.28$; $Me=2.97$; $Q_3=4.73$ после: $Q_1=3.53$; $Me=5.36$; $Q_3=7.40$). Следует отметить, что в нашей более ранней работе по исследованию ЭЭГ человека при 2-часом воздействии спелеоклимата, выявлены значимые отличия также по индексу [альфа/тета] при отсутствии значимых отличий по другим исследованным соотношениям ритмов ЭЭГ, в тех же отведениях, рис. 1 [8].



Кратковременное воздействие
спелеоклимата (2 ч)

10-дневный курс спелеотерапии

Рис. 1. Области изменения индексов альфа/тета под влиянием спелеоклимата (экспериментальная группа)

Полученные данные позволяют сделать вывод, что индекс [альфа/тета] можно считать наиболее чувствительным для оценки влияния как однократного

воздействия спелеотерапии на мозг человека, так и 10-дневного курса спелеотерапии.

EEG correlates of the influence of speleoclimate on the brain activity of an adult healthy person

Semiletova V.A.

Voronezh State Medical University, Voronezh, Russia

vera2307@mail.ru

Key words: electroencephalogram; rhythm; index; speleoclimate; speleotherapy; aeroion

Motivation and Goal: Electroencephalography (EEG) is one of the most commonly used and sensitive methods for assessing the functional activity of the brain. The EEG reflects the processes of fatigue, stress, changes in the physical parameters of the environment – light, sound, ionic composition of air [1–5], etc. The purpose of our work: to search for EEG correlates of the influence of speleoclimate on the brain activity of an adult healthy person.

Methods and Algorithms: 25 volunteer 2nd year students of VSMU took part in the study, right-handed, 18–20 years old (15 people in the experimental group and 10 people in the control group; the calculated minimum sample for our study is 10 people (according to Lehr's formula)). The criteria for inclusion in the experimental group were: the absence of an acute period of viral or bacterial infection, the absence of exacerbation of chronic diseases, as well as anatomical changes in the nasal passages. The study complied with ethical standards. Each participant was informed about the purpose of the study and signed an informed consent to participate in the experiment. For students in the experimental group, EEG recording was carried out before and after a 10-day hour-long course of speleotherapy, in a state of functional rest, in a ground-based sylvinite speleo-chamber of 14 m³, using an electroencephalograph-recorder "Encephalan - EEGR – 19/26" from Medicom (Taganrog) in 19 standard leads according to the international 10–20 scheme. According to measurements during research, the air temperature in the caving chamber was 18–20 °C, relative air humidity was 65%, content of negative air ions – 987 e/cm³, positive air ions – 834 e/cm³, background radiation – 17 µR/hour. For students in the control group, EEG was recorded before and after a 10-day daily one-hour rest, also in a state of functional rest, using an electroencephalograph-recorder "Encephalan – EEGR – 19/26" from Medicom (Taganrog) in 19 standard leads according to the international 10–20 scheme. The dynamics of the following EEG rhythm ratios (indices) were analyzed: [alpha/beta1], [alpha/theta], [(theta + alpha)/beta1], which have proven themselves in assessing active mental work of a person [6, 7]. The analysis of the obtained data was carried out using Excel and IBM SPSS Statistics 26. The normality of the distribution of characteristics was determined using the Shapiro-Wilk test, and the reliability of differences between dependent variables was calculated using the non-parametric Wilcoxon test for dependent variables.

Results: Statistical analysis of changes in indices [alpha/theta] did not reveal any significant differences before and after rest in the control group. At the same time, on the left there was a tendency towards a decrease in the median alpha/theta indices in the majority of the analyzed leads; on the right, no such unidirectional change was detected. In the control group, statistically significant changes in the indices [alpha/beta1] and

$[(\theta + \alpha)/\beta_1]$ in the occipital areas on the right under the influence of rest. It was noted that under the influence of daily hour-long rest, an increase in slow-wave activity was observed; the indices $[\alpha/\beta_1]$ and $[(\theta + \alpha)/\beta_1]$ can be called correlates of changes in brain activity under the influence of rest.

In the experimental group there were significant differences in the ratios $[(\theta + \alpha)/\beta_1]$ and $[\alpha/\beta_1]$ before and after the course of speleotherapy was not detected, although an increase in these indices was observed after 10 days of exposure to the speleoclimate in relation to the initial level. There were significant increases ($p < 0.05$) in the $[\alpha/\theta]$ under the influence of speleoclimate in the occipital leads on the right (before: $Q_1=1.92$; $Me=2.80$; $Q_3=4.83$; after: $Q_1=3.65$; $Me=6.27$; $Q_3=10.73$) and on the left (before: $Q_1=2.64$; $Me=6.25$; $Q_3=14.39$; after: $Q_1=1.43$; $Q_3=6.61$), temporal (T5 and T6) leads (before: $Q_1=5.46$; $Q_3=8.37$; after: $Q_1=1.90$; $Me=3.17$; $Q_3=5.03$) and left (before: $Q_1=1.17$; $Me=1.70$; $Q_3=4.50$; after: $Q_1=1.51$; $Me=6.04$; $Q_3=11.84$), parietal lead P4 (before: $Q_1=1.28$; $Me=2.97$; $Q_3=4.73$ after: $Q_1=3.53$; $Q_3=7.40$). It should be noted that in our earlier work on the study of human EEG during 2-hour exposure to speleoclimate, significant differences were also revealed in the index $[\alpha/\theta]$ in the absence of significant differences in other studied relationships of EEG rhythms, in the same leads, Fig. 1 [8].

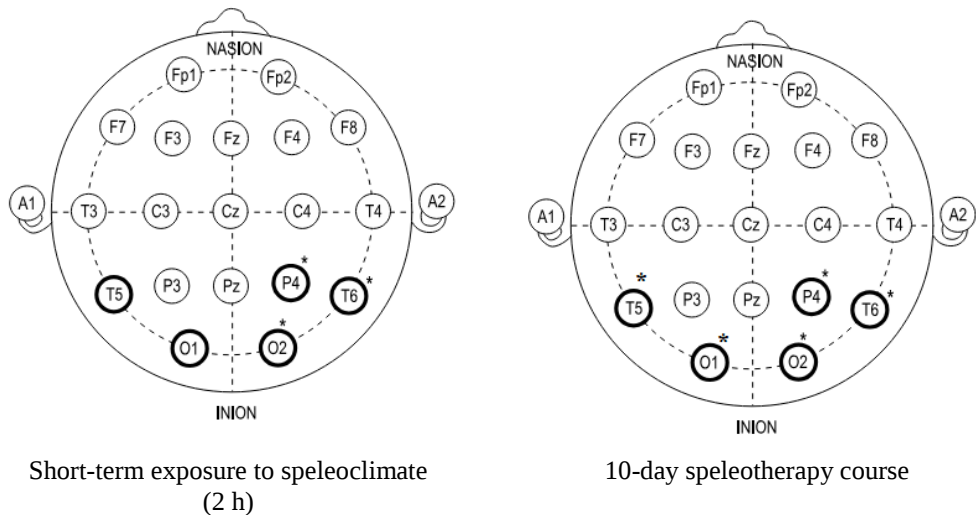


Fig. 1. Areas of change in α/θ indices under the influence of speleo climate (experimental group)

The data obtained allow us to conclude that index $[\alpha / \theta]$ can be considered the most sensitive for assessing the effect as a single exposure speleotherapy on the human brain, and a 10-day course of speleotherapy .

Список литературы/References

1. Поликанова И.С., Сергеев А.В. Влияние длительной когнитивной нагрузки на параметры ЭЭГ. *Национальный психол. журнал.* 2014;1:84-92. doi 10.11621/npj.2014.010910 [Polikanova I.S., Sergeev A.V. The influence of long-term cognitive load on EEG parameters. *National Psychol. Magazine.* 2014;1:84-92. doi 10.11621/npj.2014.010910 (in Russian)]
2. CMI Brain Research. Center for medicalinformation. Направление электрофизиологии НЦИЛС. [дата обращения: 05.05.2024]. Доступ по ссылке: <https://cmi.to>

- [CMI Brain Research. Center for medical information. Direction of electrophysiology NCILS. [access date: 05/05/2024]. Access via link: <https://cmi.to>]
3. Михайлова Н.Л. Особенности электрической активности правого и левого полушарий головного мозга у лиц с разным профилем моторной асимметрии и ее связь с состоянием сердца в покое и после физической нагрузки. *Ульяновский мед.-биол. журнал*. 2011;2:147-155 [Mikhailova N.L. Features of electrical activity of the right and left hemispheres of the brain in individuals with different profiles of motor asymmetry and its connection with the state of the heart at rest and after physical activity. *Ulyanovsk Medical-Biol. Magazine*. 2011;2:147-155 (in Russian)]
 4. Лебедева Н.Н., Каримова Е.Д. Нейрофизиологические проявления состояния монотонии у операторов с различной межполушарной асимметрией альфа-активности. *Журнал высшей нервной деятельности*. 2014;64(4):428
[Lebedeva N.N., Karimova E.D. Neurophysiological manifestations of the state of monotony in operators with different interhemispheric asymmetries of alpha activity. *J Higher Nervous Activity*. 2014;64(4):428 (in Russian)]
 5. Игошина Т.В., Счастливцева Д.В., Котровская Т.И., Бубеев Ю.А. Динамика ЭЭГ-паттернов при коррекции стресс реакций методом ингаляции ксенона. *Вестник восстан. медицины*. 2017;1:116-121
[Igoshina T.V., Schastlivtseva D.V., Kotrovskaya T.I., Bubeev Yu.A. Dynamics of EEG patterns during correction of stress reactions using xenon inhalation. *Messenger is Restored. Medicine*. 2017;1:116-121 (in Russian)]
 6. Поликанова И.С., Коршунов А.В., Леонов С.В., Веракса А.Н. Ассоциация рецептора к дофамину второго типа (DRD2) с развитием утомления в результате длительной когнитивной нагрузки. *Национальный психол. журнал*. 2016;3:115-126. doi 10.11621/npj.2016.0314
[Polikanova I.S., Korshunov A.V., Leonov S.V., Veraksa A.N. Association of dopamine receptor type 2 (DRD2) with the development of fatigue as a result of prolonged cognitive load. *National Psychol. Magazine*. 2016;3:115-126. doi 10.11621/npj.2016.0314 (in Russian)]
 7. Луценко Е.Л. Физиологическая психофизиология. Особенности межполушарной асимметрии индекса альфа-ритма у студентов. *Вестник психофизиологии*. 2013;2:34-40
[Lutsenko E.L. Physiological psychophysiology. Features of interhemispheric asymmetry of the alpha rhythm index of students. *Bulletin Psychophysiology*. 2013;2:34-40 (in Russian)]
 8. Семилетова В.А., Дорохов Е.В., Булгакова Я.В. Влияние кратковременного воздействия спелеотерапии на соотношение ритмов электроэнцефалограммы здорового человека. *Экология человека*. 2023;3:223-230. doi 10.17816/humeco192536
[Semiletova V.A., Dorokhov E.V., Bulgakova Y.V. The influence of short-term exposure to speleotherapy on the ratio of electroencephalogram rhythms in a healthy person. *Human Ecology*. 2023;3:223-230. doi 10.17816/humeco192536 (in Russian)]