

РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ЦЕРЕБРАЛЬНЫХ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ У МОЛОДЫХ ЛЮДЕЙ, ПОСТОЯННО ПРОЖИВАЮЩИХ В АРКТИЧЕСКОМ РЕГИОНЕ¹

А.В. Грибанов/**, Н.Ю. Аникина**, О.Н. Котцова**

*Северный (Арктический) федеральный университет имени М.В. Ломоносова
(г. Архангельск)

**Северный государственный медицинский университет
(г. Архангельск)

Проведено исследование церебрального энергообмена (с помощью 12-канального аппаратно-программного комплекса «Нейро-КМ») у молодых жителей Арктического региона. Установлено, что энергообмен головного мозга обследуемых характеризуется функциональной асимметрией церебральных энергетических процессов с правополушарным доминированием и выраженными значениями постоянного потенциала. Факторный анализ выявил взаимоотношения показателей энергообеспечения головного мозга. Первый фактор представлен распределением энергетических процессов в затылочных областях головного мозга, второй фактор свидетельствует о распределении энергетических процессов в право-лобных отделах мозга, третий фактор характеризует межполушарное взаимодействие. Представленные нейрофизиологические особенности распределения энергетических процессов являются проявлением успешной адаптации.

Ключевые слова: Арктический регион, молодые люди, головной мозг, уровень постоянного потенциала, церебральные энергетические процессы, адаптация, экологическая адаптированность.

Благодаря адаптивным перестройкам различных функциональных систем у жителей высоких широт формируется новое состояние организма – экологическая адаптированность [1–3]. При этом усиленно функционируют

различные структуры мозга и изменяется его энергетическое состояние [4–8].

Известно, что для жителей арктических территорий характерна функциональная асимметрия мозга с правополушарным доминирова-

¹Исследование выполнено при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований и правительства Архангельской области в рамках научного проекта № 18-44-290006.

Ответственный за переписку: Грибанов Анатолий Владимирович, *адрес:* 163000, г. Архангельск, проезд Бадигина, д. 3; *e-mail:* a.gribanov@narfu.ru

Для цитирования: Грибанов А.В., Аникина Н.Ю., Котцова О.Н. Распределение церебральных энергетических процессов у молодых людей, постоянно проживающих в Арктическом регионе // Журн. мед.-биол. исследований. 2019. Т. 7, № 1. С. 118–123. DOI: 10.17238/issn2542-1298.2019.7.1.118

нием нейрофизиологических процессов [9, 10], что отражает функциональное состояние организма [7, 11]. Однако до сих пор практически отсутствуют данные о состоянии и взаимоотношениях церебральных энергетических процессов у молодых лиц, постоянно проживающих в Арктическом регионе. Особое значение при этом имеет характеристика межполушарной асимметрии церебрального энергообмена, отражающего компенсаторные и приспособительные механизмы центральной нервной системы. Исходя из этого цель данной работы – определить особенности распределения энергетических процессов по полушариям и отделам головного мозга у молодых людей, родившихся и постоянно проживающих на территории Арктического региона.

Обследованы 56 молодых людей в возрасте от 18 до 24 лет, родившихся и постоянно проживающих в г. Архангельске, подписавших информированное согласие на участие в исследовании. Оно проводилось с помощью 12-канального аппаратно-программного комплекса для топографического картирования электрической активности мозга «Нейро-КМ» по данным уровня постоянного потенциала (УПП) головного мозга. УПП регистрировали в монополярных отведениях по международной системе 10–20. При исследовании осуществляли постоянный контроль значений кожного сопротивления в местах отведения УПП, которое не превышало 30 кОм.

Анализ распределения УПП проводили путем картирования монополярных значений постоянного потенциала (ПП) и расчета их гради-

ентов. Полученные значения УПП сравнивали со среднестатистическими нормативными значениями, встроенными в программное обеспечение комплекса.

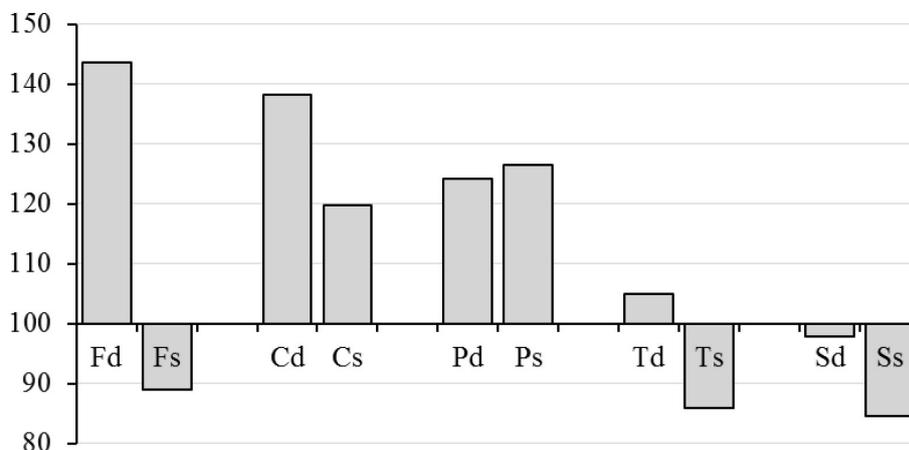
Статистическую обработку полученных данных проводили при помощи пакета программ SPSS 20 для Windows. Для анализа различий между показателями в сравниваемых группах использовали *t*-критерий Стьюдента при условии нормального распределения. Критический уровень значимости (*p*) при проверке статистических гипотез принимали равным 0,05. Предварительный статистический анализ не выявил достоверных половых различий, что позволило объединить лиц мужского и женского пола в единую группу. Для анализа взаимоотношений энергообменных процессов применяли факторный анализ с варимакс-ротацией.

Функциональную асимметрию мозга оценивали по межвисочной разности Td-Ts [7]. Согласно данным, заложенным в программное обеспечение комплекса «Нейро-КМ», в норме показатель асимметрии имеет отрицательное значение: Td-Ts = –1,1 мВ, что указывает на доминирование энергообменных процессов левого полушария. Однако обследование молодых жителей Арктического региона выявили доминирование у них процессов правого полушария, как в абсолютных значениях (Td-Ts = 0,83 мВ) (см. таблицу), так и по отношению к нормативным данным средней полосы (см. рисунок, см. с. 120).

Кроме того, незначительное превалирование правополушарного энергообмена регистрируется и в других отведениях. Так, положительными

**РАСПРЕДЕЛЕНИЕ УПП В МОНОПОЛЯРНЫХ ОТВЕДЕНИЯХ
У МОЛОДЫХ ЛЮДЕЙ, ПОСТОЯННО ПРОЖИВАЮЩИХ
В АРКТИЧЕСКОМ РЕГИОНЕ ($M \pm m$), мВ**

Показатель	Правое полушарие	Левое полушарие	Межполушарная разность
F	8,47±1,86	6,59±1,78	1,89
C	12,86±1,55	11,14±1,71	1,72
P	12,16±1,90	12,40±1,70	-0,24
T	9,87±1,56	9,04±1,69	0,83



Отношение фактических значений постоянного потенциала головного мозга у жителей Арктического региона (%) к нормативным данным средней полосы (приняты за 100 %)

значениями обладают все показатели, связанные с межполушарным взаимодействием. Показатели УПП в отведениях теменной части коры головного мозга можно связать с активацией процессов температурной адаптации, поскольку на заднюю центральную извилину в основном проецируется температурная чувствительность. Межполушарная разность в лобных (Fd-Fs) и центральных (Cd-Cs) отведениях (1,89 и 1,72 мВ) более существенна и также указывает на доминирование энергообмена правого полушария.

В то же время выявлено уменьшение уровня ПП в лево-лобном направлении с одновременным нарастанием активности в правом [4, 10]. Вследствие этого происходит активация ассоциативных полей правого полушария, ответственного за принятие нестандартных решений, с одновременным включением адаптационных механизмов. Ассоциативная кора правой лобной доли, по мнению некоторых авторов, обеспечивает бессознательные адаптационные реакции [4, 10, 12]. При этом снижается активность левого полушария, ответственного за поддержание осознаваемых когнитивных функций и принятие рациональных решений [13].

Морфо-функционально левое полушарие связано преимущественно с парасимпатическим отделом вегетативной нервной системы [11], тогда как к активации правого полушария имеют отношение диэнцефальные образования, определяющие состояния напряжения или стресса [12]. Правое полушарие имеет морфо-функциональную связь с симпатическим отделом вегетативной нервной системы, оказывая свое влияние на вегетативные функции с помощью гипоталамо-гипофизарно-надпочечниковой системы [10]. Как следствие, левое полушарие и парасимпатический отдел вегетативной нервной системы участвуют в формировании функционально связанных структур, с помощью которых происходит регулирующее влияние нейрохимических процессов, являющихся базисом логического мышления, осознанных эмоций и памяти. Образное мышление, безотчетные эмоции и память регулируют структуры, сформированные правым полушарием и симпатическим отделом вегетативной нервной системы [4, 11].

Факторный анализ позволил представить распределение энергетических процессов и их взаимоотношения в полушариях и отделах головного мозга у жителей Арктического региона.

Было выявлено три основных фактора. Так, первый фактор (23,5 % дисперсии) отражает распределение энергетических процессов в затылочных отделах, второй фактор (23,1 %) – распределение энергетических процессов в право-лобных отделах, и третий фактор (22,1 %) в основном характеризует межполушарное взаимодействие. При этом напряжения управляющих функций и централизация регуляторных механизмов не выявлены.

Таким образом, при наличии правополушарного доминирования с высокой интенсивностью энергетического метаболизма и соответствующей факторной структурой распределения энергетических процессов в полушариях головного мозга адаптивные реакции организма у молодых людей, постоянно проживающих в условиях Арктического региона, характеризуются завершенностью и успешностью адаптации центральной нервной системы.

Список литературы

1. *Авцын А.П., Марачев А.Г.* Проявление адаптации и дизадаптации у жителей Крайнего Севера // Физиология человека. 1975. № 4. С. 587–600.
2. *Агаджанян Н.А.* Адаптация человека в условиях Севера // Физиология человека. 1980. Т. 6, № 3. С. 272–274.
3. *Грибанов А.В., Гудков А.Б., Попова О.Н., Крайнова И.Н.* Кровообращение и дыхание у школьников в циркумполярных условиях: моногр. / Сев. (Арктич.) федер. ун-т им. М.В. Ломоносова. Архангельск: САФУ, 2016. 270 с.
4. *Кривошеков С.Г., Леутин В.П., Диверт В.Э., Диверт Г.М., Платонов Я.Г., Ковтун Л.Т., Комлягина Т.Г., Мозолевская Н.В.* Системные механизмы адаптации и компенсации // Бюл. СО РАМН. 2004. № 2(112). С. 148–153.
5. *Сороко С.И., Бурых Э.А., Бекшаев С.С., Сидоренко Г.В., Сергеева Е.Г., Хованских А.Е., Кормилицын Б.Н., Моралев С.Н., Ягодина О.В., Добродеева Л.К., Максимова И.А.* Оценка состояния основных функций организма у детей, проживающих в условиях Европейского Севера // Человек на Севере: системные механизмы адаптации. Магадан: СВНЦ ДВО РАН, 2007. С. 68–110.
6. *Грибанов А.В., Аникина Н.Ю., Гудков А.Б.* Церебральный энергообмен как маркер адаптивных реакций человека в природно-климатических условиях Арктической зоны Российской Федерации // Экология человека. 2018. № 8. С. 32–40.
7. *Фокин В.Ф.* Динамическая функциональная асимметрия как отражение функциональных состояний // Асимметрия. 2007. Т. 1, № 1. С. 4–9.
8. *Аникина Н.Ю., Грибанов А.В.* Церебральные энергетические процессы у студентов, проживающих на территории Арктической зоны // Агаджаняновские чтения: материалы II Всерос. науч.-практ. конф., Москва, 26–27 января 2018 г. М.: РУДН, 2018. С. 22–23.
9. *Степанян Л.С., Степанян А.Ю., Григорян В.Г.* Межполушарная асимметрия в системной деятельности мозга при коррекции подростковой агрессивности // Асимметрия. 2009. Т. 3, № 2. С. 41–50.
10. *Севостьянова Е.В., Хаснулин В.И.* Влияние типа функциональной межполушарной асимметрии головного мозга на формирование устойчивости организма человека к экстремальным геоэкологическим факторам // Бюл. СО РАМН. 2010. Т. 30, № 5. С. 113–119.
11. *Фокин В.Ф., Пономарева Н.В.* Энергетическая физиология мозга. М: Антидор, 2003. 288 с.
12. *Куликов В.Ю., Антропова Л.К., Козлова Л.А.* Влияние функциональной асимметрии мозга на стратегию поведения индивида в стрессовой ситуации // Медицина и образование в Сибири. 2010. № 5. С. 10.
13. *Хаснулин В.И., Хаснулина А.В., Безпрозванная Е.А.* Асимметрии функциональной активности полушарий мозга и обеспечение эффективной адаптации к геоэкологическим факторам высоких широт // Мир науки, культуры, образования. 2011. № 2(27). С. 308–311.

References

1. Avtsyn A.P., Marachev A.G. Proyavlenie adaptatsii i dezadaptatsii u zHITELEY Kraynego Severa [Manifestations of Adaptation and Maladaptation Among the Inhabitants of the Far North]. *Fiziologiya cheloveka*, 1975, no. 4, pp. 587–600.
2. Agadzhanyan N.A. Adaptatsiya cheloveka v usloviyakh Severa [Human Adaptation in the Conditions of the North]. *Fiziologiya cheloveka*, 1980, vol. 6, no. 3, pp. 272–274.
3. Griбанov A.V., Gudkov A.B., Popova O.N., Kraynova I.N. *Krovoobrashchenie i dykhanie u shkol'nikov v tsirkumpolyarnykh usloviyakh* [Blood Circulation and Respiration in Schoolchildren Living in Circumpolar Regions]. Arkhangelsk, 2016. 270 p.
4. Krivoshchekov S.G., Leutin V.P., Divert V.E., Divert G.M., Platonov Ya.G., Kovtun L.T., Komlyagina T.G., Mozolevskaya N.V. Sistemnye mekhanizmy adaptatsii i kompensatsii [System Mechanisms of Adaptation and Compensation]. *Byulleten' SO RAMN*, 2004, no. 2, pp. 148–153.
5. Soroko S.I., Burykh E.A., Bekshaev S.S., Sidorenko G.V., Sergeeva E.G., Khovanskikh A.E., Kormilitsyn B.N., Moralev S.N., Yagodina O.V., Dobrodeeva L.K., Maksimova I.A. Otsenka sostoyaniya osnovnykh funktsiy organizma u detey, prozhivayushchikh v usloviyakh Evropeyskogo Severa [Assessment of the State of Key Functions of the Body in Children Living in the European North]. *Chelovek na Severe: sistemnye mekhanizmy adaptatsii* [Man in the North: Systemic Mechanisms of Adaptation]. Magadan, 2007, pp. 68–110.
6. Griбанov A.V., Anikina N.Yu., Gudkov A.B. Tserebral'nyy energoobmen kak marker adaptivnykh reaktsiy cheloveka v prirodno-klimaticheskikh usloviyakh Arkticheskoy zony Rossiyskoy Federatsii [Cerebral Energy Exchange as a Marker of Adaptive Human Reactions in Natural Climatic Conditions of the Arctic Zone of the Russian Federation]. *Ekologiya cheloveka*, 2018, no. 8, pp. 32–40.
7. Fokin V.F. Dinamicheskaya funktsional'naya asimmetriya kak otrazhenie funktsional'nykh sostoyaniy [Dynamic Functional Asymmetry as a Reflection of Functional States]. *Asimmetriya*, 2007, vol. 1, no. 1, pp. 4–9.
8. Anikina N.Yu., Griбанov A.V. Tserebral'nye energeticheskie protsessy u studentov, prozhivayushchikh na territorii Arkticheskoy zony [Cerebral Energy Processes in Students Living in the Arctic Zone]. *Agadzhanyanovskie chteniya* [Agadzhanyan Readings]. Moscow, 2018, pp. 22–23.
9. Stepanyan L.S., Stepanyan A.Yu., Grigoryan V.G. Mezhpolusharnaya asimmetriya v sistemnoy deyatel'nosti mozga pri korrektsii podrostkovoy agressivnosti [Interhemispheric Asymmetry in the Systemic Activity of the Brain During the Correction of Adolescent Aggression]. *Asimmetriya*, 2009, vol. 3, no. 2, pp. 41–50.
10. Sevost'yanova E.V., Khasnulin V.I. Vliyanie tipa funktsional'noy mezhpolusharnoy asimmetrii golovnoy mozga na formirovanie ustoychivosti organizma cheloveka k ekstremal'nym geokologicheskim faktoram [Influence of Type of Functional Interhemispheric Asymmetry of Brain on the Formation of Human Organism Resistance to Extreme Geocological Factors]. *Byulleten' SO RAMN*, 2010, vol. 30, no. 5, pp. 113–119.
11. Fokin V.F., Ponomareva N.V. *Energeticheskaya fiziologiya mozga* [Energy Physiology of the Brain]. Moscow, 2003. 288 p.
12. Kulikov V.Yu., Antropova L.K., Kozlova L.A. Vliyanie funktsional'noy asimmetrii mozga na strategiyu povedeniya individa v stressovoy situatsii [The Effect of Functional Brain Asymmetry on Behaviour Strategies in Stressful Situations]. *Meditsina i obrazovanie v Sibiri*, 2010, no. 5, p. 10.
13. Khasnulin V.I., Khasnulina A.V., Bezprozvannaya E.A. Asimmetrii funktsional'noy aktivnosti polushariy mozga i obespechenie effektivnoy adaptatsii k geokologicheskim faktoram vysokikh shirot [Functional Interhemispheric Asymmetry and Efficient Adaptation to Geo-Ecological Factors of High Latitudes]. *Mir nauki, kul'tury, obrazovaniya*, 2011, no. 2, pp. 308–311.

DOI: 10.17238/issn2542-1298.2019.7.1.118

Anatoliy V. Gribanov/**, Natal'ya Yu. Anikina**, Ol'ga N. Kottsova**

*Northern (Arctic) Federal University named after M.V. Lomonosov
(Arkhangelsk, Russian Federation)

**Northern State Medical University
(Arkhangelsk, Russian Federation)

DISTRIBUTION OF CEREBRAL ENERGY PROCESSES IN YOUNG PEOPLE PERMANENTLY LIVING IN THE ARCTIC REGION

Cerebral energy exchange was studied in young people living in the Arctic region using the 12-channel Neuro-KM hardware and software complex. We found that energy exchange in the brain is characterized by functional asymmetry of cerebral energy processes with right hemisphere dominance and pronounced values of DC potential. Factor analysis showed the relationship between the parameters of energy supply to the brain. The first factor is represented by the distribution of energy processes in the occipital regions of the brain; the second factor indicates distribution of energy processes in the right frontal portion of the brain; while the third factor characterizes interhemispheric interaction. The presented neurophysiological features of the distribution of energy processes are a manifestation of successful adaptation.

Keywords: *Arctic region, young people, brain, DC potential level, cerebral energy processes, successful adaptation, ecological adaptedness.*

Поступила 11.12.2018

Принята 11.12.2018

Received 11 December 2018

Accepted 11 December 2018

Corresponding author: Anatoliy Gribanov, *address:* proezd Badigina 3, Arkhangelsk, 163000, Russian Federation;
e-mail: a.gribanov@narfu.ru

For citation: Gribanov A.V., Anikina N.Yu., Kottsova O.N. Distribution of Cerebral Energy Processes in Young People Permanently Living in the Arctic Region. *Journal of Medical and Biological Research*, 2019, vol. 7, no. 1, pp. 118–123. DOI: 10.17238/issn2542-1298.2019.7.1.118