

УДК 612.821+159.9+616-053.9

ДЕПУТАТ Ирина Сергеевна, кандидат биологических наук, доцент, заведующая лабораторией прикладной психофизиологии института медико-биологических исследований Северного (Арктического) федерального университета имени М.В. Ломоносова. Автор 79 научных публикаций, в т. ч. трех монографий

ГРИБАНОВ Анатолий Владимирович, доктор медицинских наук, профессор, директор института медико-биологических исследований Северного (Арктического) федерального университета имени М.В. Ломоносова. Автор 349 научных публикации, в т. ч. 11 монографий

ИССЛЕДОВАНИЕ МЕЖПОЛУШАРНОЙ АСИММЕТРИИ У МУЖЧИН ПОЖИЛОГО ВОЗРАСТА, ПРОЖИВАЮЩИХ В ЦИРКУМПОЛЯРНОМ РЕГИОНЕ*

В статье представлены результаты исследования межполушарной асимметрии у 28 мужчин-северян пожилого возраста. Показана важность определения мозговых изменений в изучении системных возрастных перестроек психической деятельности в процессе старения и актуальность исследования особенностей функциональной межполушарной асимметрии (ФМА) у пожилых северян в связи с тем, что проживание в условиях Севера связано с постоянным напряжением систем, поддерживающих гомеостаз в организме, с увеличением энергозатрат на сохранение этого постоянства и приводит к формированию северного стресса. Межполушарная асимметрия определялась посредством оценки разности уровня постоянного потенциала между симметричными областями мозга. Распределение уровня постоянного потенциала (УПП) определяли с помощью 12-канального аппаратно-программного диагностического комплекса «Нейроэнергометр-КМ» в монополярных отведениях. Характеристики распределения УПП сравнивались со среднестатистическими нормативными значениями для соответствующего возрастного периода, встроенными в программное обеспечение комплекса. Выявлено, что межполушарное взаимодействие у пожилых северян изменено в сравнении с нормативными данными. В исследуемой группе сохраняется тенденция к увеличению интериндивидуальной вариабельности межполушарных различий энергетического обмена мозга, имеющая место при нормальном старении. Полученные результаты частично согласуются с эталонными данными, встроенными в программное обеспечение «Нейроэнергометра», такими как сглаженность межполушарных различий в пожилом возрасте в центральных и теменных отведениях, сохранение выраженной левополушарной направленности, оцениваемой по разности потенциала между левым и правым височными отведениями и доминирование по левополушарному типу по показателям лобных отведений. У мужчин-северян отмечено сглаживание межполушарной асимметрии в лобных отведениях и правополушарное доминирование в центральных отведениях. Наблюдается левополушарное доминирование в теменных отведениях.

Ключевые слова: Север, пожилой возраст, межполушарная асимметрия, нейроэнергометрия, распределение уровня постоянного потенциала.

*Работа выполнена в рамках проектной части государственного задания в сфере научной деятельности Министерства образования и науки РФ на 2014–2016, № 2025 Северному (Арктическому) федеральному университету имени М.В. Ломоносова.

© Депутат И.С., Грибанов А.В., 2014

Определение мозговых изменений играет важную роль в изучении системных возрастных перестроек психической деятельности в процессе старения [1, 2].

Функциональная межполушарная асимметрия (ФМА) является важной составляющей интегративной деятельности мозга, в которой наиболее заметным образом проявляется старение. Показатели различных уровней ФМА в течение всего периода онтогенеза синхронно претерпевают сложные изменения, характеризующие процесс старения мозга. Известно, что старение мозга сопровождается уменьшением количества нейронов и компенсаторными пластическими перестройками, которые изменяют функциональную межполушарную асимметрию и межполушарные отношения [3–5].

Одним из нейрофизиологических критериев ФМА считают уровень постоянного потенциала головного мозга, который отражает энергетические характеристики работы мозга, демонстрирующие устойчивые различия в работе полушарий [5]. Известно, что в генезе УПП принимают участие в основном сосудистые потенциалы гематоэнцефалического барьера, а также вносят некоторый вклад мембранные потенциалы нейронов и глии. Энергетические потребности мозга осуществляются преимущественно за счет аэробного катаболизма глюкозы. В случае снижения поступления глюкозы, а также при повышенном уровне возбуждения мозга возникает необходимость в дополнительной энергии, и в качестве источника энергии используются резервные механизмы энергообмена (продукты окисления жирных кислот), с увеличением роли анаэробного гликолиза.

Постоянный потенциал можно расценивать как меру интенсивности энергозатратных процессов в головном мозге, что делает его удобным инструментом для исследования изменения энергетического метаболизма ЦНС в процессе старения [6, 7].

К настоящему времени имеется большое количество исследований, отражающих важность изучения феномена межполушарной

асимметрии. Среди факторов, влияющих на изменение характеристик как стационарной, так и динамической функциональной межполушарной асимметрии (ФМА), многие авторы выделяют длительный стресс [3].

В этой связи, исследование особенностей ФМА у пожилых северян является весьма актуальным, т. к. проживание в условиях Севера связано с постоянным напряжением систем, поддерживающих гомеостаз в организме, с увеличением энергозатрат на сохранение этого постоянства и приводит к формированию северного стресса [8].

Материалы и методы. Исследование проводилось на базе Института медико-биологических исследований САФУ имени М.В. Ломоносова. В поперечном (одномоментном) исследовании принимали участие испытуемые пожилого возраста: в простую случайную выборку вошли 28 мужчин. Возраст испытуемых – 60–74 года, средний возраст составил 67 лет. Все участники исследования были правшами. Обследование проводилось с информированного согласия участников.

Межполушарная асимметрия оценивалась посредством анализа разности уровня постоянного потенциала (УПП) между симметричными областями мозга, который регистрировали, обрабатывали и анализировали с помощью 12-канального аппаратно-программного диагностического комплекса «Нейроэнергометр-КМ» в монополярных отведениях. Активные электроды располагали на голове по схеме 10-20, референтный – на запястье правой руки. Электроды располагались в лобной области (Fpz), лобной правой области (Fd), лобной левой области (Fs), центральной области (Cz), центральной правой области (Cd), центральной левой области (Cs), теменной области (Pz), теменной правой области (Pd), теменной левой области (Ps), затылочной области (Oz), правой и левой височной областях (Td, Ts). Регистрацию производили после мероприятий, направленных на элиминацию артефактов электродного и кожного происхождения: до наложения электродов на голову испытуемого производилось

их предварительное тестирование в гипертоническом растворе (30 %) NaCl, при котором измерялось сопротивление между электродами в отсутствие биологического объекта, разность потенциалов между электродами не превышала 20 мВ, а межэлектродное сопротивление 1-20 кОм. Длительность экспериментального измерения составляла 15 мин, в этот период осуществлялся контроль значений кожного сопротивления (не выше 30 кОм) в местах отведений УПП. Полученные характеристики распределения УПП сравнивались со среднестатистическими нормативными значениями для соответствующего возрастного периода, встроенными в программное обеспечение комплекса «Нейроэнергометр-КМ».

Обработка данных проводилась с использованием статистического пакета программ «SPSS 17 for Windows». Распределение признаков на нормальность проводилось с использованием критериев Шапиро-Уилка и Колмогорова-Смирнова. Для выявления различий между показателями сравниваемых групп использовали t-критерий Стьюдента для независимых выборок, в тех случаях, когда распределение показателей не соответствовало критериям нормальности, использовали его непараметрический аналог – критерий Манна-Уитни для независимых выборок. Критический уровень значимости (p) при проверке статистических гипотез в исследовании принимали равным 0,05. Для описательной статистики признаков использовали медиану (Me) и интервал значений от первого (Q1) до третьего квартиля (Q3) [9].

Результаты и обсуждение. В исследуемой нами группе сохраняется тенденция к увеличению интериндивидуальной вариабельности межполушарных различий энергетического обмена мозга, имеющая место при нормальном старении.

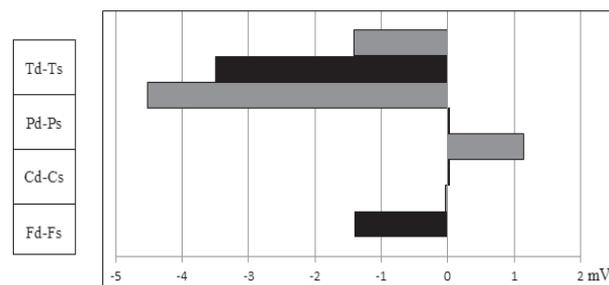
При этом полученные нами результаты частично согласуются с эталонными данными, встроенными в программное обеспечение «Нейроэнергометра», такими как сглаженность межполушарных различий в пожилом возрасте в центральных и теменных отведениях, сохра-

нение выраженной левополушарной направленности, оцениваемой по разности потенциала между левым и правым височными отведениями и доминирование по левополушарному типу по показателям лобных отведений.

В нашем исследовании в группе мужчин-северян разность постоянных потенциалов в височных отведениях (Td-Ts) указывает на сохранение тенденции к левополушарному доминированию. Но в то же время наблюдается повышение этого показателя в исследуемой группе по сравнению с эталоном, что объясняется относительно высокими показателями, характеризующими УПП в правом височном отведении (Td).

Наблюдается снижение разности постоянного потенциала в теменных отведениях (Pd-Ps), составляющее 4,53 мВ, тогда как эталонным считается нулевое значение данного показателя. В лобных отведениях (Fd-Fs) эталон указывает на преобладание левого полушария в этом возрасте (-1,4 мВ) а в исследуемой группе этот показатель близится к нулю (-0,04 мВ). В центральных отведениях у мужчин наблюдается тенденция к возрастанию показателя, он повышен на 1,15 мВ по сравнению с эталоном.

В целом, полученные нами внутрigrупповые результаты указывают на преобладание левого полушария в исследуемой группе по показателям разности потенциалов между правым и левым височными (Td-Ts), лобными (Fd-Fs) и теменными (Pd-Ps) отведениями. Разность



Разность уровня постоянного потенциала головного мозга у мужчин циркумполярного региона в сравнении с эталонными значениями: ■ – эталон (средняя половина), ■ – экспериментальная группа

между правым и левым центральными (Cd-Cs) отведениями указывает на наличие правополушарных признаков.

Инволюционные процессы, уменьшающие специализацию полушарий, могут сказываться и на снижении межполушарных различий в пожилом возрасте. Наблюдаемое в группе мужчин-северян повышение значений УПП в центральных отведениях правого полушария, возможно, отражает повышение энергозатрат в подкорковых структурах, что может указывать на состояние эмоциональной нестабильности, стресса в данной группе. Межполушарные отношения могут изменяться при остром и хроническом стрессе, при этом активность чаще перемещается в субдоминантное полушарие, что является «отдыхом» для деятельности доминантного полушария. Но при старении подобное переключение затруднено и сопровождается нарушением адаптационных процессов [10].

В целом, необходимо отметить, что межполушарное взаимодействие у пожилых мужчин-северян изменено в сравнении с эталонными данными, что выражается в повышении индивидуальной variability показателей межполушарных различий.

Если эталон соответствует сглаженности межполушарных различий в центральных и теменных отведениях и левополушарном доминировании в лобных и височных, то у мужчин-северян отмечено сглаживание межполушарной асимметрии в лобных отведениях, правополушарное доминирование в центральных отведениях. В теменных отведениях наблюдается левополушарное доминирование.

Функциональные перестройки в межполушарном взаимодействии пожилых мужчин-северян могут отражать как компенсаторные механизмы, обеспечивающие достижение оптимального уровня адаптации к морфофункциональным изменениям в нервной системе, так и экологическую адаптированность организма [11].

Список литературы

1. Захаров В.В. Всероссийская программа изучения эпидемиологии и терапии когнитивных расстройств в пожилом возрасте // Невролог. журн. 2006. № 2. С. 27–32.
2. Депутат И.С., Нехорошкова А.Н., Старцева Л.Ф. Роль метода регистрации и анализа уровня постоянных потенциалов в оценке церебрального энергетического обмена // Чтения памяти академика К.В. Симакова: материалы докл. Всерос. науч. конф. Магадан, 2013. С. 222–233.
3. Брагина Н.Н., Доброхотова Т.А. Функциональные асимметрии человека. М., 1988. 239 с.
4. Клименко Л.Л., Обухова Л.К., Деев А.И., Протасова О.В. и др. Системные паттерны функциональной межполушарной асимметрии мышей при нормальном и ускоренном старении // Асимметрия. 2008. № 2. С. 24–31.
5. Хаснулин В.И., Хаснулин П.В. Современные представления о механизмах формирования северного стресса у человека в высоких широтах // Экология человека. 2012. №1. С. 3–11.
6. Пономарёва Н.В., Павлова О.А. Межполушарные отношения при нормальном старении и болезни Альцгеймера. URL: <https://sites.google.com/site/cerebralsymmetry/konferencii/simpozium-funkcionalnaa-mezpolusarna-asimmetria/-mezpolusarnye-otnosenia-pri-normalnom-starenii-i-boleznii-alcgejmerna> (дата обращения: 07.09.2014).
7. Шмырев В.И., Витько Н.К., Миронов Н.П., Соколова Л.П. Нейроэнергокартирование (НЭК) – высокоинформативный метод оценки функционального состояния мозга: метод. рекомендации. М., 2010. 21 с.
8. Унгуриану Т.Н., Гржибовский А.М. Краткие рекомендации по описанию, статистическому анализу и представлению данных в научных публикациях // Экология человека. 2011. № 5. С. 55–60.
9. Руководство по функциональной межполушарной асимметрии / под ред. В.Ф. Фокина, И.Н. Боголеповой, Б. Гутник, В.И. Кобрин, В.В. Шульговского. М., 2009. 836 с.

10. Руководство по геронтологии и гериатрии: в 4 т. / под ред. акад. РАМН, проф. В.Н. Ярыгина, проф. А.С. Мелентьева. М., 2010. Т. 2. Введение в клиническую гериатрию. 784 с.

11. Пономарёва Н.В., Митрофанов А.А., Андросова Л.В. и др. Влияние стресса на межполушарное взаимодействие при нормальном старении и болезни Альцгеймера // *Асимметрия*. 2007. Т. 1, № 1. С. 20–26.

References

1. Zakharov V.V. Vserossiyskaya programma izucheniya epidemiologii i terapii kognitivnykh rasstroystv v pozhilom vozraste [All-Russia Epidemiological and Therapeutic Investigation Concerning Cognitive Impairment in the Elderly (“Prometheus”)]. *Nevrologicheskiy zhurnal*, 2006, no. 2, pp. 27–32.

2. Deputat I.S., Nekhoroshkova A.N., Startseva L.F. Rol' metoda registratsii i analiza urovnya postoyannykh potentsialov v otsenke tserebral'nogo energeticheskogo obmena [The Role of the Method of Recording and Analyzing Constant Potentials Level in the Evaluation of Cerebral Energy Metabolism]. *Chteniya pamyati akademika K.V. Simakova: materialy dokl. Vseros. nauch. konf.* [Readings in the Memory of Academician K.V. Simakov: Proc. Russia-Wide Sci. Conf.]. Magadan, 2013, pp. 222–233.

3. Bragina N.N., Dobrokhotova T.A. *Funktsional'nye asimetrii cheloveka* [Functional Asymmetry in Humans]. Moscow, 1988. 239 p.

4. Klimenko L.L., Obukhova L.K., Deev A.I., Protasova O.V., et al. Sistemnye patterny funktsional'noy mezhpolutsharnoy asimetrii myshey pri normal'nom i uskorennom starenii [Systemic Patterns of Functional Interhemispheric Asymmetry in Mice with Normal and Accelerated Ageing]. *Asimetriya*, 2008, no. 2, pp. 24–31.

5. Khasnulin V.I., Khasnulin P.V. Sovremennyye predstavleniya o mekhanizmax formirovaniya severnogo stressa u cheloveka v vysokikh shirotax [Modern Concepts of the Mechanisms Forming Northern Stress in Humans in High Latitudes]. *Ekologiya cheloveka*, 2012, no. 1, pp. 3–11.

6. Ponomareva N.V., Pavlova O.A. *Mezhpolutsharnyye otnosheniya pri normal'nom starenii i bolezni Al'tsgeymera* [Interhemispheric Relations at Normal Ageing and Alzheimer's Disease]. Available at: <https://sites.google.com/site/cerebralsymmetry/konferencii/simpozium-funktsionalnaa-mezhpolutsharnaa-asimetriya/-mezhpolutsharnyye-otnosheniya-pri-normalnom-starenii-i-bolezni-alcgejmera> (accessed 7 September 2014).

7. Shmyrev V.I., Vit'ko N.K., Mironov N.P., Sokolova L.P. *Neyroenergokartirovanie (NEK) – vysokoinformativnyy metod otsenki funktsional'nogo sostoyaniya mozga* [Neuro-Energy Mapping – a Highly Informative Method of Assessing the Functional State of the Brain]. Moscow, 2010. 21 p.

8. Unguryanu T.N., Grzhibovskiy A.M. Kratkie rekomendatsii po opisaniyu, statisticheskomu analizu i predstavleniyu dannykh v nauchnykh publikatsiyakh [Brief Recommendations on Description, Analysis and Presentation of Data in Scientific Papers]. *Ekologiya cheloveka*, 2011, no. 5, pp. 55–60.

9. *Rukovodstvo po funktsional'noy mezhpolutsharnoy asimetrii* [A Guide to Functional Interhemispheric Asymmetry]. Ed. by V.F. Fokin, I.N. Bogolepova, B. Gutnik, et al. Moscow, 2009. 836 p.

10. *Rukovodstvo po gerontologii i geriatrii: v 4 t. T. 2. Vvedenie v klinicheskuyu geriatriyu* [A Guide to Gerontology and Geriatrics: In 4 Vols. Vol. 2. Introduction to Clinical Geriatrics]. Ed. by Yarygin V.N., Melent'ev A.S. Moscow, 2010. 784 p.

11. Ponomareva N.V., Mitrofanov A.A., Androsova L.V., et al. Vliyanie stressa na mezhpolutsharnoe vzaimodeystvie pri normal'nom starenii i bolezni Al'tsgeymera [Effect of Stress on the Interhemispheric Interaction at Normal Ageing and Alzheimer's Disease]. *Asimetriya*, 2007, vol. 1, no. 1, pp. 20–26.

Deputat Irina Sergeevna

Institute of Medical and Biological Research, Northern (Arctic) Federal University
named after M.V. Lomonosov (Arkhangelsk, Russia)

Gribanov Anatoly Vladimirovich

Institute of Medical and Biological Research, Northern (Arctic) Federal University
named after M.V. Lomonosov (Arkhangelsk, Russia)

A STUDY ON INTERHEMISPHERIC ASYMMETRY IN OLDER MEN LIVING IN THE CIRCUMPOLAR REGION

The paper studied interhemispheric asymmetry in 28 elderly men living in the north. It is highly important to determine changes in the brain when studying structural changes in mental activity at ageing. Functional interhemispheric asymmetry in elderly northerners needs to be researched due to the fact that northern conditions keep their homeostasis-maintaining systems in constant stress, which requires more energy to preserve this state, thus forming northern stress in humans. Interhemispheric asymmetry was determined by estimating the difference in constant potential level (CPL) between symmetrical areas of the brain. CPL was determined in unipolar leads using the 12-channel hardware and software diagnostic complex "Neuroenergometr-KM". The distribution of CPL was compared to the average standard values for the corresponding age period, embedded in the software. We revealed that interhemispheric interaction in elderly northerners deviates from the norm. The test group tended to have increasing interindividual variability of interhemispheric differences in energy metabolism of the brain, which accompanies normal ageing. The results obtained partly correspond to the reference data, such as levelling of the differences between the hemispheres in their central and parietal leads in older people; persisting pronounced left-hemispheric lateralization, estimated by the difference in potentials between the left and right temporal leads; dominance of the left hemisphere in the frontal leads. Men living in the north showed levelling of interhemispheric asymmetry in the frontal leads and right-hemispheric dominance in the central leads. Left-hemispheric lateralization was observed in the parietal leads.

Keywords: north, old age, interhemispheric asymmetry, neuroenergometry, constant potential level.

Контактная информация:

Депутат Ирина Сергеевна

адрес: 163045, г. Архангельск, проезд Бадигина, д. 3;

e-mail: i.deputat@narfu.ru;

Грибанов Анатолий Владимирович

адрес: 163045, г. Архангельск, проезд Бадигина, д. 3;

e-mail: a.gribanov@narfu.ru

Рецензент – *Шилов С.Н.*, доктор медицинских наук, профессор, директор института психолого-педагогического образования, заведующий кафедрой специальной психологии института специальной педагогики, научный руководитель центра психофизиологической диагностики и коррекции Красноярского государственного педагогического университета имени В.П. Астафьева