

DOI: 10.12731/2658-6649-2022-14-5-246-261

УДК 612.82



ХАРАКТЕРИСТИКА ЦЕРЕБРАЛЬНОГО ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО МЕТАБОЛИЗМА У ЛИЦ ПОЖИЛОГО ВОЗРАСТА С НАРУШЕНИЕМ КОГНИТИВНЫХ ФУНКЦИЙ

Н.А. Лисова, Е.А. Черенева, С.Н. Шилов, Н.В. Никифорова

Введение. В пожилом возрасте происходит изменение личности, поведения и скорости протекания когнитивных процессов, обусловленные возрастными изменениями в центральной нервной системе. Поэтому существует необходимость выявления тех нейрофизиологических предикторов, которые могут свидетельствовать о развитии патологии или указывать на нормальное старение.

Цель. Изучить особенности церебрального энергетического метаболизма у лиц пожилого возраста (60+) с когнитивными нарушениями различной степени выраженности.

Материалы и методы исследования. В исследовании приняли участие 30 человек в возрасте от 60 до 85 лет, имеющие легкие и выраженные проявления когнитивных нарушений. Исследование уровня снижения когнитивных функций проводилось с использованием Монреальской шкалы оценки когнитивных функций (MoCA). Для выявления уровня нейрометаболической активности головного мозга использовался метод нейротермокартирования (НЭК). Уровень активации головного мозга и функциональное состояние определялось по методу динамической омегаметрии.

Результаты. По данным исследования в группе лиц с умеренными когнитивными нарушениями отмечено превышение уровня постоянных потенциалов мозга в 2-3 раза по сравнению с нормативными значениями, ригидная реакция на нагрузку, замедленное восстановление показателей в постнагрузочном периоде. Можно сделать вывод о наличии у всех пациентов гипоксических изменений, сопровождающихся закислением мозговой ткани и окислительным стрессом. В группе с выраженным когнитивным дефицитом обнаруживается общее снижение нейроэнергообмена и активации коры головного мозга, что указывает на истощение резервных адаптационных механизмов нервной системы.

Заключение. Таким образом, выявлены выраженные изменения показателей нейрометаболизма и активности мозга у пожилых лиц со снижением когнитивных функций. Полученные данные могут быть использованы в целях диагностики начальных проявлений деменции в пожилом возрасте и разработки лечебно-профилактических мероприятий.

Ключевые слова: церебральный энергообмен; нейрометаболизм; старение; деменция; нарушение памяти; пожилые люди

Для цитирования. Лисова Н.А., Черенева Е.А., Шилов С.Н., Никифорова Н.В. Характеристика церебрального энергетического метаболизма у лиц пожилого возраста с нарушением когнитивных функций // Siberian Journal of Life Sciences and Agriculture. 2022. Т. 14, №5. С. 246-261. DOI: 10.12731/2658-6649-2022-14-5-246-261

CHARACTERISTICS OF CEREBRAL ENERGY METABOLISM IN ELDERLY PEOPLE WITH IMPAIRED COGNITIVE FUNCTIONS

N.A. Lisova, E.A. Chereneva, S.N. Shilov, N.V. Nikiforova

Background. In old age, there is a change in personality, behavior and the rate of cognitive processes due to age-related changes in the central nervous system. Therefore, there is a need to identify those neurophysiological predictors that may indicate the development of pathology or indicate normal aging.

Purpose. Investigate the features of cerebral energy metabolism in elderly people (60+) with cognitive impairments of varying severity.

Materials and methods. The study involved 30 people aged 60 to 85 years with mild and pronounced manifestations of cognitive impairment. The study of the level of cognitive decline was conducted using the Montreal Cognitive Function Assessment Scale (MoCA). To identify the level of neurometabolic activity of the brain, the method of neuroenergocarting (NEC) was used. The levels of brain activation and functional state were determined by the method of dynamic omegametry.

Results. In the group of people with moderate cognitive impairments, there was exceeding the level of constant potentials of the brain by 2-3 times compared with the normative values, a rigid reaction to the load, a delayed recovery of indicators in the post-loading period. It can be concluded that all patients have hypoxic changes accompanied by acidification of brain tissue and oxidative stress. In the group with severe cognitive deficits, there is a general decrease in neuroenergy exchange

and activation of the cerebral cortex, which indicates the depletion of the reserve adaptive mechanisms of the nervous system.

Conclusion. *Thus, pronounced changes in indicators of neurometabolism and brain activity were revealed in elderly people with a decrease in cognitive functions. The data obtained can be used to diagnose the initial manifestations of dementia in old age and to develop therapeutic and preventive measures.*

Key words: *cerebral energy exchange; neurometabolism; aging; dementia; memory impairment; elderly people*

For citation. *Lisova N.A., Chereneva E.A., Shilov S.N., Nikiforova N.V. Characteristics of Cerebral Energy Metabolism in Elderly People with Impaired Cognitive Functions. Siberian Journal of Life Sciences and Agriculture, 2022, vol. 14, no. 5, pp. 246-261. DOI: 10.12731/2658-6649-2022-14-5-246-261*

Старение населения в глобальном масштабе, связанное с тем, что численность престарелых растет более быстрыми темпами, чем численность других групп населения, приводит к увеличению их доли в общей структуре населения практически во всех странах [1, 8, 22]. По данным ООН, если в 2015 г. один из 8 жителей земли был старше 60 лет, то по прогнозу к 2030 г. это соотношение составит 1 к 6, а к 2050 г. – 1 к 5. Согласно прогнозам ООН, за период 2015–2030 гг. численность лиц старше 60 лет вырастет на 56% (с 901 млн до 1,4 млрд чел.), а к 2050 г. численность пожилого населения удвоится, достигнув 2,1 млрд [15, 23]. Эта тенденция затронула все развитые страны, в том числе и Россию. Увеличение количества пожилого населения в Российской Федерации определяет социальный вызов, связанный с ростом потребности в качественном социальном и медицинском уходе за пожилыми и инвалидами. При этом важно не только повышение качества социального и медицинского обслуживания, но и сохранение работоспособности и активной жизненной позиции пожилых, что определяется в современной литературе термином «успешное старение» [2, 10, 17].

В связи с проблемой организации медицинско-социального и психолого-педагогического сопровождения пожилого человека актуальной становится проблема ранней диагностики возрастных изменений, в том числе когнитивных дефицитов [6, 26]. Имеющиеся данные о процессе протекания нейродегенеративных заболеваний в пожилом возрасте свидетельствуют о том, что многие функциональные преморбидные нарушения возникают задолго до проявления первых симптомов заболевания [14, 20, 24]. Умеренные когнитивные нарушения, представляющие собой переход-

ную стадию между нормальным старением и деменцией поражают 10-15 % населения в возрасте старше 65 лет [19]. К сожалению, современные методы диагностики не всегда позволяют выявлять патологию на ранних стадиях и назначать соответствующее лечение [21]. При этом растет количество пожилых людей с деменцией, нуждающихся в постоянной помощи и опеке. В связи с вышесказанным крайне актуальным является поиск объективных маркеров неблагополучия нервной системы лиц пожилого возраста, позволяющих своевременно выявлять и эффективно корректировать нефизиологические возрастные изменения.

Цель исследования – изучить особенности церебрального энергетического метаболизма у лиц пожилого возраста (60+) с когнитивными нарушениями различной степени выраженности.

Материалы и методы

Исследование проводилось на базе кафедры специальной психологии КГПУ им. В.П. Астафьева и Краевого государственного бюджетного учреждения социального обслуживания «Комплексный центр социального обслуживания населения «Кировский» и Центр развития личности «ГРААЛЬ».

Методологической основой исследования послужили принцип системного подхода и методологического единства биологического и психосоциального в формировании психической патологии человека (Ананьев Б.Г.; Ломов Б.Ф.; Кабанов М.М.; Нуллер Ю.Л.; Воробьев В.М.; Вассерман Л.И.); принцип детерминизма, принцип единства сознания и деятельности (Рубинштейн С.Л.; Леонтьев А.Н.); принцип системного подхода (Ганзен В.А.).

В исследовании приняли участие 30 человек в возрасте от 60 до 85 лет, имеющие жалобы на снижение памяти. Исследование проводилось с соблюдением этических норм, в соответствии с принципами положения Хельсинкской декларации получением информированного согласия всех участников или их родственников.

Исследование уровня снижения когнитивных функций проводилось с использованием Монреальской шкалы оценки когнитивных функций (MoCA) [9]. Шкала позволяет проводить быстрый скрининг и определение степени выраженности нарушений. По результатам теста MoCA участники были разделены на две группы: группа с легкими когнитивными нарушениями (19 человек) и группа с выраженными когнитивными нарушениями (11 человек).

Для выявления уровня энергетической активности головного мозга использовался метод нейроэнергокартирования (НЭК). Нейроэнергокартирование (НЭК) – электрофизиологический метод, основанный на измерении уровня постоянных потенциалов (УПП), который отражает состояние кислотно-основного состояния на границе гематоэнцефалического барьера. Метод служит для оценки регионарных и глобальных энергозатрат головного мозга, квалификации различных функциональных, предпатологических и патологических состояний организма [13, 18]. Для регистрации, обработки и анализа уровня постоянных потенциалов головного мозга применялся пятиканальный аппаратно-программный диагностический комплекс «НЭК-5» (регистрационное удостоверение № ФСР 2009/0537). Регистрацию уровня постоянного потенциала осуществляли в проекции лобной, центральной и затылочной коры, правой и левой височных областей коры (по международной схеме 10-20: Fz, Cz, Oz, Td, Ts). Характеристики распределения УПП сравнивались со среднестатистическими эталонными значениями для соответствующего возрастного периода.

Уровни активации головного мозга и адаптивные резервы нервной системы определялись по методу динамической омегаметрии головного мозга, включавшего регистрацию устойчивого потенциала милливольтного диапазона (омега-потенциал) в проекциях лобной коры правого и левого полушарий головного мозга [11]. По результатам омегаметрии выделялось четыре уровня активации головного мозга (УА): I уровень (низкий) – величина ОП от 0 до 20 мВ, II уровень (нормальный) – ОП от 20 до 40 мВ, III уровень (высокий) – ОП от 40 мВ до 60 мВ, IV уровень выделялся при асимметричной активации полушарий, когда значения K1 (левого полушария) и K2 (правого полушария) находились в пределах разных уровней.

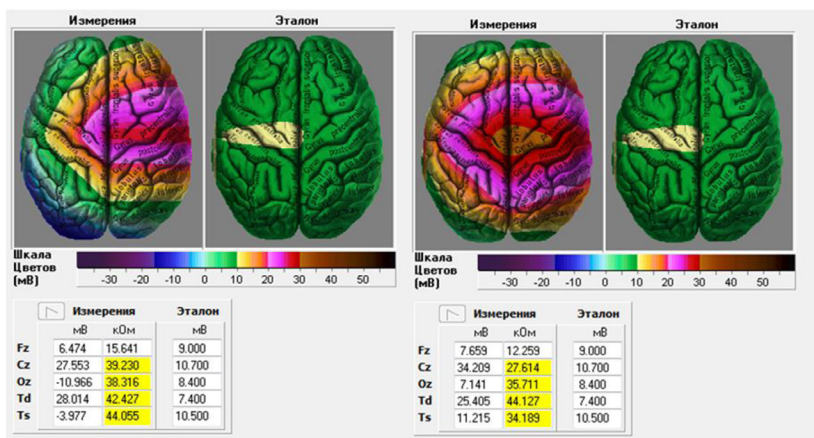
Статистическая обработка данных осуществлялась с помощью пакета прикладных программ Statistica 10.0 (StatSoft, USA) с использованием критериев Манна-Уитни и Стьюдента. Различия считались достоверными при $p < 0,05$.

Результаты и обсуждение

По данным исследования уровней постоянных потенциалов мозга в группе лиц с умеренными когнитивными нарушениями отмечено превышение показателей УПП в 2-3 раза по сравнению с нормативными значениями. Наибольшее отклонение значений УПП от нормы в подгруппе с легкими когнитивными дисфункциями регистрируется в лобном Fz, центральном Cz и правом височном Td отведениях: на 96% 241

и 271% соответственно. Минимальное превышение составляет 56,8% в левом височном отделе Ts.

При проведении нагрузочных проб на 3-х минутную гипервентиляцию отмечалась ригидная реакция на нагрузку, замедленное восстановление показателей в постнагрузочном периоде, что указывает на снижение эффективности механизмов адаптации организма испытуемых. По предварительному анализу нейрокарт можно сделать вывод о наличии у пациентов выраженных гипоксических изменений нейрометаболизма, сопровождающихся закислением мозговой ткани и окислительным стрессом. Также возможен паталогический процесс с распадом нервной ткани и повышением УПП за счет накопления продуктов распада. Это согласуется с данными исследователей Фокина В.Ф., Пономаревой Н.В., показавшими, что характеристики НЭК при когнитивных нарушениях в общем случае повышены [16]. Пример нейрокарт пациентов с легким снижением когнитивных функций представлены на рисунке 1.



65 лет, жен., головные боли,

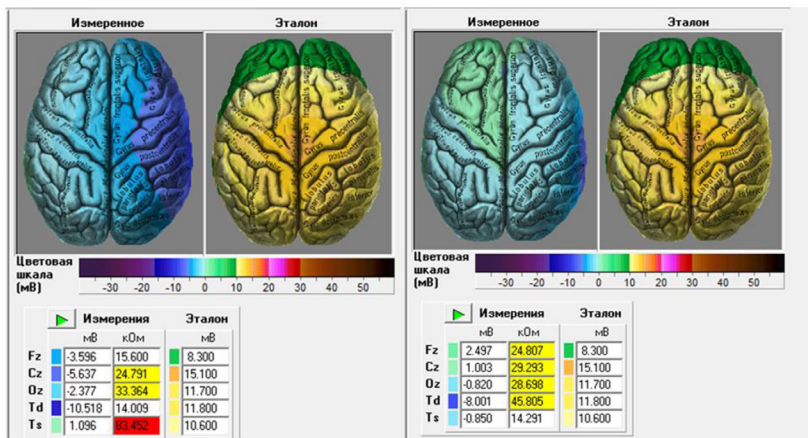
проблемы с запоминанием

63 года, жен., нарушение сна,

забывчивость в быту

Рис. 1. Нейрокарты пациентов с легкими когнитивными нарушениями

Исследование уровня постоянных потенциалов пациентов с выраженными нарушениями когнитивных функций показало значительные отклонения как от нормативных возрастных значений, так и от показателей группы 1 с легким когнитивным дефицитом (рисунок 2, таблица 1).



88 лет, муж., сосудистая деменция

74 года, жен., последствия ОНМК

Рис. 2. Нейрокарты пациентов с выраженными когнитивными нарушениями

В группе с выраженным когнитивным дефицитом обнаруживается общее диффузное снижение нейроэнергообмена, что косвенно указывает на истощение резервных адаптационных механизмов нервной системы. При этом дефицит активности более выражен в лобной области коры (снижение УПП на 94,5% в сравнении с эталоном), которая играет ведущую роль в процессах произвольной активности человека, в том числе мнестической и познавательной деятельности [4, 5].

При проведении проб на гипервентиляцию тест беглости словесных ответов отмечалась неадекватная реакция на нагрузку в форме снижения активации коры, восстановления показателей до фонового уровня не происходило. Подобная реакция является маркером повышенной истощаемости ЦНС и может быть расценена как неблагоприятный диагностический признак.

Сравнительный анализ испытуемых двух групп по уровню омега-потенциала головного мозга выявил общее снижение уровня активационных влияний подкорковых модулирующих систем мозга на кору (таблица 2). Отмечалось снижение показателей омега-потенциала правого и левого полушария мозга ниже нормативных значений (20 mV). Известно, что в норме для адекватного протекания психических процессов необходим достаточный уровень активирующих влияний и адекватное энергетиче-

ское обеспечение клеток. Нарушения в системах энергообеспечения также играют ведущую роль в развитии ряда хронических заболеваний [7, 25].

Таблица 1.

Распределение УПП головного мозга в монополярных отведениях у пожилых лиц с разной степенью выраженности когнитивных нарушений, N=30

Отведения	Легкие нарушения N=19	Выраженные нарушения N=11	Нормативные показатели УПП
Fz	17,9 ± 4,0 *	- 8,6 ± 4,3	9,1
Cz	35,2 ± 6,2 *	- 3,2 ± 2,0	10,3
Oz	16,9 ± 8,1 *	- 3,5 ± 1,3	8,1
Td	26,6 ± 4,5 *	- 8,0 ± 2,3	7,0
Ts	15,7 ± 8,5	- 4,9 ± 3,1	10,5
Sum	112,4 ± 25,5 *	- 29,4 ± 9,3	45,0
X _{cp}	22,4 ± 5,1 *	- 5,8 ± 1,9	9,0

Примечание: * – различие значимо на уровне $p \leq 0.01$ при сравнении легких и выраженных нарушений

При снижении активации и уровня энергетического метаболизма все высшие психические функции будут страдать. Этому состоянию способствует снижение подвижности нервных процессов и быстрое истощение функциональных резервов организма.

Таблица 2.

Значения омега-потенциала головного мозга у пожилых лиц с разной степенью выраженности когнитивных нарушений, N=30

Омега-потенциал (mV)	Легкие нарушения N=19	Выраженные нарушения N=11
Левое полушарие	8,15±1,43	6,14±2,21
Правое полушарие	8,90±2,11	9,06±1,74
МПА	-0,75±0,32	-2.92±0,69*

Примечание: * – различие значимо на уровне $p < 0.05$ при сравнении легких и выраженных нарушений

Стоит также отметить различие в межполушарной асимметрии активации: в группе с легкими нарушениями она не превышала 1 mV, в то время как при выраженном дефиците наблюдались значения более 3 mV и преобладание активности правой гемисферы.

Считается, что значения межполушарной асимметрии могут рассматриваться в качестве индикатора адаптации центральной нервной системы

к нагрузкам [12]. При этом выраженная диспропорция в работе полушарий с преобладанием активности правого полушария может быть индикатором значительного функционального напряжения систем организма или срыва адаптационных механизмов [3].

Заключение

Таким образом, выявлены высоко значимые различия в уровнях постоянных потенциалов и омега-потенциалов головного мозга у лиц с выраженной и легкой когнитивной дисфункцией. Полученные данные свидетельствуют о том, что имеется зависимость степени выраженности нарушения высших психических функций от нейрометаболической активности головного мозга и активационных подкорково-корковых влияний у лиц пожилого возраста.

Экспериментальное исследование позволяет выделить нейрофизиологические особенности протекания нейрометаболических процессов головного мозга, определяющие степень нарушения когнитивных функций в пожилом возрасте, а также возможные мишени вмешательства и профилактической работы.

Представленные результаты исследований, позволят дополнить данные о нейрофизиологической основе патологического старения и создать предпосылки для разработки эффективных комплексных мер медико-психолого-социального сопровождения лиц пожилого возраста, направленных на увеличение доли успешного старения.

Информация о конфликте интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Информация о спонсорстве. Исследование выполнялось при финансовой поддержке Красноярского краевого фонда науки в рамках научного проекта №т2021010206903 «Профилактика деменции у лиц старшего возраста (60+)»

Список литературы

1. Альперович В.Д. Геронтология. Старость. Социокультурный портрет. М.: Академия, 2011. 270 с.
2. Бельцова И.А. Концепция «успешное старение» как нормативный конструкт в формировании позитивного образа старости в демократическом обществе // Вестник экономики, права и социологии. 2012. № 1. С. 285-289.
3. 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.
4. Грибанов А.В., Депутат И.С. Распределение уровня постоянного потенциала головного мозга у пожилых женщин в циркумполярных условиях // *Физиология человека*. 2015. Т. 41, № 3. С. 134-136.
 5. Депутат И.С., Нехорошкова А.Н., Грибанов А.В., Большевидцева И.Л., Старцева Л.Ф. Анализ распределения уровня постоянного потенциала головного мозга в оценке функционального состояния организма (обзор) // *Экология человека*. 2015. №. 10. С. 27-36.
 6. Екушева Е.В. Когнитивные нарушения-актуальная междисциплинарная проблема // *РМЖ*. 2018. Т. 26, №. 12-1. С. 32-37.
 7. Илюхина, В.А. Сверхмедленные информационно-управляющие системы в интеграции процессов жизнедеятельности головного мозга и организма (Обзор) // *Физиология человека*. 2013. Т. 39, № 3. С. 114-126. <https://doi.org/10.7868/S0131164613030107>
 8. Киселева Н. А. Люди пожилого возраста как объект социальной работы // *Концепт*. 2016. № 1. С. 31-35. URL: <http://e-koncept.ru/2016/16007>
 9. Кумминг Т.Б., Берхардт Д., Линден Т. Монреальская шкала оценки когнитивных функций: быстрое исследование когнитивных функций в крупных исследованиях с участием пациентов с инсультом // *Stroke*. 2011. №. 4. С. 4-7.
 10. Микляева, А.В. Инфантилизация пожилых людей в повседневном взаимодействии: к постановке проблемы // *The Journal of Social Policy Studies*. 2018. № 16(1). С. 109-124. <https://doi.org/10.17323/727-0634-2018-16-1-109-124>
 11. Мурик С.Э. Омегаэлектроэнцефалография: становление нового метода, диагностические возможности // *Известия Иркутского государственного университета. Серия Биология. Экология*. 2018. Т. 26. С. 69–85. DOI: <https://doi.org/10.26516/2073-3372.2018.26.69>
 12. Соколова Л. П., Князева И. В., Евтушенко П. П., Аветисова К. Н. Особенности адаптации метаболизма мозга и формирование заболеваний нервной системы // *Евразийский Союз Ученых*. 2016. №. 29-1. С. 65-68.
 13. Способ оценки энергетического состояния головного мозга / В.Ф. Фокин, Н.В. Пономарева; Патент РФ на изобретение № 2135077, 1999.
 14. Табеева Г.Р. Нейрокогнитивное старение и когнитивные расстройства // *Журнал неврологии и психиатрии им. С.С. Корсакова*. 2019. Т. 119, №. 6. С. 160-167. <https://doi.org/10.17116/jnevro2019119061160>

15. Толстых Н. Н. Современное взросление // Консультативная психология и психотерапия. 2015. № 4. С. 7-22. <https://doi.org/10.17759/cpp.2015230402>
16. Фокин В.Ф. Энергетическая физиология мозга / В.Ф. Фокин, Н.В. Пономарева. М.: Антидор, 2003. 288 с.
17. Фуряева Т.В., Климацкая Л.Г., Фуряев Е.А., Шпаков А.И. Инклюзивный подход в работе с пожилыми людьми. Модели преодоления геронтологического эйджизма // Siberian Journal of Life Sciences and Agriculture. 2021. Т. 13, No 1. С. 297-314. <https://doi.org/10.12731/2658-6649-2021-13-1-297-314>
18. Шевченко О.И., Лахман О.Л. Взаимосвязь между нейропсихологическими показателями и уровнем постоянного потенциала у пациентов с профессиональными заболеваниями от воздействия физических факторов // Acta Biomedica Scientifica. 2021. Т. 6, №. 1. С. 94-100.
19. Anderson N. State of the science on mild cognitive impairment (MCI) // CNS Spectrums, 2019. Vol. 24(1). P. 78-87. <https://doi.org/10.1017/S1092852918001347>
20. d'Avila, J.C., Siqueira, L.D., Mazeraud, A. et al. Age-related cognitive impairment is associated with long-term neuroinflammation and oxidative stress in a mouse model of episodic systemic inflammation // Journal of neuroinflammation. 2018. Vol. 15. No. 1. P. 1-13. <https://doi.org/10.1186/s12974-018-1059-y>
21. Gillis C., Mirzaei F., Potashman M., Ikram M. A., Maserejian N. The incidence of mild cognitive impairment: A systematic review and data synthesis // Alzheimer's & Dementia: Diagnosis, Assessment & Disease Monitoring. 2019. Vol. 11. P. 248-256. <https://doi.org/10.1016/j.dadm.2019.01.004>
22. Kahana E., Kahana B. Contextualizing successful aging: new directions in an age-old search // Invitation to the life course: Toward new understandings of later life. Routledge, 2018. P. 225-255. <https://doi.org/10.4324/9781315224206>
23. Lin Y. H. et al. Physical activity and successful aging among middle-aged and older adults: A systematic review and meta-analysis of cohort studies // Aging (Albany NY). 2020. Vol. 12. No. 9. P. 7704–7716. <https://doi.org/10.18632/aging.103057>
24. Morley J.E. An overview of cognitive impairment // Clinics in geriatric medicine. 2018. Vol. 34. No. 4. P. 505-513. <https://doi.org/10.1016/j.cger.2018.06.003>
25. Murik S. The use of DCEEG to estimate functional and metabolic state of nervous tissue of the brain at hyper- and hypoventilation // World Journal of Neuroscience. 2012. No. 2. P. 172-182. <https://doi.org/10.4236/wjns.2012.23027>
26. Scarmeas N., Anastasiou C.A., Yannakoulia M. Nutrition and prevention of cognitive impairment // The Lancet Neurology. 2018. Vol. 17. No. 11. P. 1006-1015. [https://doi.org/10.1016/S1474-4422\(18\)30338-7](https://doi.org/10.1016/S1474-4422(18)30338-7)

References

1. Alperovich V.D. *Gerontologiya. Starost'. Sotsiokul'turnyy portret* [Gerontology. Old age. Sociocultural portrait]. Moscow: Academy, 2011, 270 p.
2. Beltsova I.A. Kontseptsiya «uspeshnoe starenie» kak normativnyy konstrukt v formirovanii pozitivnogo obraza starosti v demokraticheskom obshchestve [The concept of “successful aging” as a normative construct in the formation of a positive image of old age in a democratic society]. *Vestnik ekonomiki, prava i sotsiologii*, 2012, no. 1, pp. 285-289.
3. 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 the natural and climatic conditions of the Arctic zone of the Russian Federation]. *Ekologiya cheloveka*, 2018, no. 8, pp. 32-40.
4. Griбанov A.V., Deputat I.S. Raspredelenie urovnya postoyannogo potentsiala golovnogo mozga u pozhilykh zhenshchin v tsirkumpolyarnykh usloviyakh [Distribution of the level of constant potential of the brain in elderly women in circumpolar conditions]. *Fiziologiya cheloveka*, 2015, vol. 41, no. 3, pp. 134-136.
5. Deputat I.S., Nekhoroshkova A.N., Griбанov A.V., Bol'shevidtseva I.L., Startseva L.F. Analiz raspredeleniya urovnya postoyannogo potentsiala golovnogo mozga v otsenke funktsional'nogo sostoyaniya organizma (obzor) [Analysis of the distribution of the level of constant potential of the brain in assessing the functional state of the body (review)]. *Ekologiya cheloveka*, 2015, no. 10, pp. 27-36.
6. Ekusheva E.V. Kognitivnye narusheniya-aktual'naya mezhdistsiplinarnaya problema [Cognitive impairment — relevant interdisciplinary problem]. *RMJ*, 2018, no. 12(1), pp. 32–37.
7. Ilyukhina V.A. Sverkhmedlennye informatsionno-upravlyayushchie sistemy v integratsii protsessov zhiznedeyatel'nosti golovnogo mozga i organizma (Obzor) [Super-slow information and control systems in the integration of the processes of vital activity of the brain and the body (Review)]. *Fiziologiya cheloveka*, 2013, vol. 39, no. 3, pp. 114-126. <https://doi.org/10.7868/S0131164613030107>
8. Kiseleva N. A. Lyudi pozhilogo vozrasta kak ob'ekt sotsial'noy raboty [Elderly people as an object of social work]. *Kontsept*, 2016, no. 1, pp. 31-35. URL: <http://e-koncept.ru/2016/16007>
9. Kumming T.B., Berkhardt D., Linden T. Monreal'skaya shkala otsenki kognitivnykh funktsiy: bystroe issledovanie kognitivnykh funktsiy v krupnykh issledovaniyakh s uchastiem patsientov s insul'tom [The Montreal Cognitive Function Assessment Scale: a rapid study of cognitive functions in large-scale studies involving stroke patients]. *Stroke*, 2011, no. 4, pp. 4-7.

10. Miklyaeva, A.V. Infantilizatsiya pozhilykh lyudey v povsednevnom vzaimod-eystvii: k postanovke problem [Infantilization of the elderly in everyday inter-action: towards the formulation of the problem]. *The Journal of Social Policy Studies*, 2018, no. 16(1), pp. 109-124. <https://doi.org/10.17323/727-0634-2018-16-1-109-124>
11. Murik S.E. Omegoelektroentsefalografiya: stanovlenie novogo metoda, diag-nosticheskie vozmozhnosti [Omegoencephalography: the formation of a new method, diagnostic capabilities]. *Izvestiya Irkutskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya Biologiya. Ekologiya*, 2018, vol. 26, pp. 69-85. <https://doi.org/10.26516/2073-3372.2018.26.69>
12. Sokolova L. P., Knyazeva I. V., Evtushenko P. P., Avetisova K. N. Osobennosti adaptatsii metabolizma mozga i formirovanie zabolevaniy nervnoy sistemy [Features of adaptation of brain metabolism and formation of diseases of the nervous system]. *EvrAzijskiy Soyuz Uchenykh*, 2016, no. 29-1, pp. 65-68.
13. Sposob otsenki energeticheskogo sostoyaniya golovnoy mozga [A method for assessing the energy state of the brain] / V.F. Fokin, N.V. Ponomareva. *RF Patent for invention*, no. 2135077, 1999.
14. Tabeeva G.R. Neyrokognitivnoe starenie i kognitivnye rasstroystva [Neurocognitive aging and cognitive disorders]. *Zhurnal nevrologii i psikiatrii im. C.C. Korsakova*, 2019, vol. 119, no. 6, pp. 160-167. <https://doi.org/10.17116/jnevro2019119061160>
15. Tolstykh N. N. Sovremennoe vzroslenie. [Modern adulthood]. *Konsul'tativnaya psikhologiya i psikhoterapiya*, 2015, no. 4, pp. 7-22. <https://doi.org/10.17759/cpp.2015230402>
16. Fokin V.F. *Energeticheskaya fiziologiya mozga* [Energetic physiology of the brain]. Moscow: Antidor, 2003, 288 p.
17. Furyaeva T.V., Klimatskaya L.G., Furyaev E.A., Shpakov A.I. Inklyuzivnyy podkhod v rabote s pozhilymi lyud'mi. Modeli preodoleniya gerontologicheskogo eydzhizma [Inclusive approach in working with the elderly. Models of overcoming gerontological ageism]. *Siberian Journal of Life Sciences and Agriculture*, 2021, vol. 13, no. 1. pp. 297-314. <https://doi.org/10.12731/2658-6649-2021-13-1-297-314>
18. Shevchenko O.I., Lakhman O.L. Vzaimosvyaz' mezhdu neyropsikhologicheskimi pokazatelyami i urovnem postoyannogo potentsiala u patsientov s professional'nymi zabolevaniyami ot vozdeystviya fizicheskikh faktorov [The relationship between neuropsychological indicators and the level of permanent potential in patients with occupational diseases from the effects of physical factors]. *Acta Biomedica Scientifica*, 2021, vol. 6, no. 1. pp. 94-100.

19. Anderson N.. State of the science on mild cognitive impairment (MCI). *CNS Spectrums*, 2019, vol. 24(1), pp. 78-87. <https://doi.org/10.1017/S1092852918001347>
20. d'Avila, J.C., Siqueira, L.D., Mazeraud, A. et al. Age-related cognitive impairment is associated with long-term neuroinflammation and oxidative stress in a mouse model of episodic systemic inflammation. *Journal of neuroinflammation*, 2018, vol. 15, no. 1, pp. 1-13. <https://doi.org/10.1186/s12974-018-1059-y>
21. Gillis C., Mirzaei F., Potashman M., Ikram M. A., Maserejian N. The incidence of mild cognitive impairment: A systematic review and data synthesis. *Alzheimer's & Dementia: Diagnosis, Assessment & Disease Monitoring*, 2019, vol. 11, pp. 248-256. <https://doi.org/10.1016/j.dadm.2019.01.004>
22. Kahana E., Kahana B. Contextualizing successful aging: new directions in an age-old search. *Invitation to the life course: Toward new understandings of later life*. Routledge, 2018, pp. 225-255. <https://doi.org/10.4324/9781315224206>
23. Lin Y. H. et al. Physical activity and successful aging among middle-aged and older adults: A systematic review and meta-analysis of cohort studies. *Aging (Albany NY)*, 2020, vol. 12, no. 9, pp. 7704–7716. <https://doi.org/10.18632/aging.103057>
24. Morley J.E. An overview of cognitive impairment. *Clinics in geriatric medicine*, 2018, vol. 34, no. 4, pp. 505-513. <https://doi.org/10.1016/j.cger.2018.06.003>
25. Murik S. The use of DCEEG to estimate functional and metabolic state of nervous tissue of the brain at hyper- and hypoventilation. *World Journal of Neuroscience*, 2012, no. 2, pp. 172-182. <https://doi.org/10.4236/wjns.2012.23027>
26. Scarmeas N., Anastasiou C. A., Yannakoulia M. Nutrition and prevention of cognitive impairment. *The Lancet Neurology*, 2018, vol. 17, no. 11, pp. 1006-1015. [https://doi.org/10.1016/S1474-4422\(18\)30338-7](https://doi.org/10.1016/S1474-4422(18)30338-7)

ДААННЫЕ ОБ АВТОРАХ

Лисова Надежда Александровна, кандидат биологических наук, старший преподаватель кафедры специальной психологии
Федеральное государственное образовательное учреждение высшего образования «Красноярский государственный педагогический университет им. В.П. Астафьева»
ул. Ады Лебедевой, 89, г. Красноярск, 660049, Российская Федерация
nadia.krs@yandex.ru

Черенева Елена Александровна, кандидат педагогических наук, доцент, и.о. заведующего кафедрой специальной психологии
Федеральное государственное образовательное учреждение высшего образования «Красноярский государственный педагогический университет им. В.П. Астафьева»

*ул. Ады Лебедевой, 89, г. Красноярск, 660049, Российская Федерация
elen_korn@bk.ru*

Шилов Сергей Николаевич, доктор медицинских наук, профессор кафедры коррекционной педагогики

Федеральное государственное образовательное учреждение высшего образования «Красноярский государственный педагогический университет им. В.П. Астафьева»

*ул. Ады Лебедевой, 89, г. Красноярск, 660049, Российская Федерация
shiloff.serg@yandex.ru*

Никифорова Надежда Владимировна, врач физической и реабилитационной медицины, заведующая отделением медицинской реабилитации и восстановительной медицины, главный внештатный специалист Минздрава Хакасии по медицинской реабилитации взрослых

Государственное бюджетное учреждение здравоохранения республики Хакасия «Абаканская межрайонная клиническая больница»

*ул. Чертыгашева, 57, г. Абакан, Республика Хакасия, 655017, Российская Федерация
kadeira@rambler.ru*

DATA ABOUT THE AUTHORS

Nadezhda A. Lisova, Cand. Sc. (Biology), Senior Instructor of the Department of Special Psychology

Krasnoyarsk State Pedagogical University named after V.P. Astafyev

89, Ada Lebedeva Str., Krasnoyarsk, 660060, Russian Federation

nadia.krs@yandex.ru

SPIN-code: 7043-1208

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6923-8039>

Elena A. Chereneva, Cand. Sc. (Pedagogy), Associate Professor, Acting Head of the Department of Special Psychology

Krasnoyarsk State Pedagogical University named after V.P. Astafyev

89, Ada Lebedeva Str., Krasnoyarsk, 660060, Russian Federation

nadia.krs@yandex.ru

elen_korn@bk.ru

SPIN-code: 3687-1847

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2845-013X>

Sergey N. Shilov, Dr. Sc. (Medicine), Professor of the Department of Correctional Pedagogy

*Krasnoyarsk State Pedagogical University named after V.P. Astafyev
89, Ada Lebedeva Str., Krasnoyarsk, 660060, Russian Federation
shiloff.serg@yandex.ru*

SPIN-code: 7795-6988

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9132-6652>

Nadezhda V. Nikiforova, Doctor of Physical and Rehabilitation Medicine, Head of the Department of Medical Rehabilitation and Restorative Medicine, Chief Freelance Specialist of the Ministry of Health of Khakassia for Medical Rehabilitation of Adults

*State Budgetary Healthcare Institution of the Republic of Khakassia
'Abakan Interdistrict Clinical Hospital'*

57, Chertygasheva Str., Abakan, Republic of Khakassia, 655017, Russian Federation

kadeira@rambler.ru

Поступила 21.05.2022

После рецензирования 15.06.2022

Принята 18.06.2022

Received 21.05.2022

Revised 15.06.2022

Accepted 18.06.2022