

ison with control patients: A systematic review and meta-analysis / M. Jafari [et al.] // *Rev Med Virol.* 2021; 31(5): 1-16. DOI: 10.1002/rmv.2208.

16. Elevated D-dimer levels on admission are associated with severity and increased risk of mortality in COVID-19: A systematic review and meta-analysis / B. Gungor [et al.] // *Am J Emerg Med.* 2021; 39: 173-179. DOI:10.1016/j.ajem.2020.09.018.

17. Pregnancy and Perinatal Outcomes of Women With Coronavirus Disease (COVID-19)

Pneumonia: A Preliminary Analysis / D. Liu [et al.] // *AJR Am J Roentgenol.* 2020; 215(1): 127-132. DOI: 10.2214/AJR.20.23072.

18. Clinical characteristics, prognostic factors, and maternal and neonatal outcomes of SARS-CoV-2 infection among hospitalized pregnant women: A systematic review / O. Turan [et al.] // *Int J Gynecol Obstet.* 2020; 151(1): 7-16. DOI: 10.1002/ijgo.13329 ijgo.13329.

19. Vallejo V., Ilagan J.G. A Postpartum Death Due to Coronavirus Disease 2019 (COVID-19) in the United States // *Obstet Gynecol.* 2020; 136(1):

52-55. DOI: 10.1097/AOG.0000000000003950.

20. Low serum erythropoietin levels are associated with fatal COVID-19 cases at 4,150 meters above sea level / A. Viruez-Soto [et al.] // *Respir Physiol Neurobiol.* 2021; 292(103709): 1-5. DOI: 10.1016/j.resp.2021.103709.

21. The relationship between serum erythropoietin, hepcidin, and haptoglobin levels with disease severity and other biochemical values in patients with COVID-19 / S. Yağcı [et al.] // *Int J Lab Hematol.* 2021; 43 (Suppl 1): 142-151. DOI: 10.1111/ijlh.13479.

АРКТИЧЕСКАЯ МЕДИЦИНА

DOI 10.25789/YMJ.2024.86.15

УДК 616.366-022-089:616-082.4

И.Л. Фатеева, Т.П. Ширяева, Л.В. Соколова, Д.М. Федотов, О.С. Преминина

ПАРАМЕТРЫ ОЦЕНКИ СОСТОЯНИЯ ЦЕРЕБРАЛЬНОГО ЭНЕРГООБМЕНА ЖЕНЩИН ПОЖИЛОГО ВОЗРАСТА, ПРОЖИВАЮЩИХ В ПРИАРКТИЧЕСКОЙ ЗОНЕ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Изучены особенности параметров уровня постоянного потенциала (УПП) головного мозга в различные периоды пожилого возраста у женщин, проживающих в приарктической зоне Российской Федерации. В исследуемых группах женщин пожилого возраста наблюдаются изменения медианных значений УПП, демонстрирующие выраженные колебания распределения энергозатрат головного мозга в процессе старения.

Полученные результаты позволили выявить особенности распределения уровня постоянного потенциала головного мозга у женщин разных возрастных групп и установить нормативные значения. Разработанные нормативы повысят качество диагностики функционального состояния головного мозга женщин, проживающих в приарктической зоне Российской Федерации, а также позволят осуществлять своевременный мониторинг функциональных изменений головного мозга при старении.

Ключевые слова: церебральный энергообмен, уровень постоянного потенциала, геронтогенез, головной мозг, центили, женщины, пожилой возраст.

The features of the DC-potential level in various periods of old age in women living in the Arctic zone of the Russian Federation were studied. In the studied groups of elderly women, there is a change in the median values of the DC-potential level, demonstrating pronounced fluctuations in the distribution of brain energy consumption in the aging process.

The obtained results made it possible to identify the peculiarities of the distribution of the DC-potential level in women of different age groups and to establish normative values. The developed standards will improve the quality of diagnostics of the functional state of the brain in women living in the Arctic Zone of the Russian Federation, and will also allow timely monitoring brain functional changes in aging.

Keywords: cerebral energy exchange, DC-potential level, gerontogenesis, brain, cents, women, elderly age.

ФАТЕЕВА Ирина Леопольдовна – дефектолог ГБУ АО «Новодвинский детский дом-интернат для детей с серьезными интеллектуальными нарушениями в развитии», Новодвинск, irana1307@mail.ru; **ШИРЯЕВА Таисия Петровна** – к.б.н., доцент ФГАОУ ВО «Северный (Арктический) федеральный университет им. М.В. Ломоносова», Архангельск, taisia.moroz@yandex.ru; **СОКОЛОВА Людмила Владимировна** – д.б.н., проф., зам. директора по научной работе ФГБНУ «Институт возрастной физиологии Российской академии образования», Москва, sluida@yandex.ru; **ФЕДОТОВ Денис Михайлович** – к.м.н., доцент Северного государственного медицинского университета (Архангельск), зам. начальника отдела Министерства здравоохранения Камчатского края, Петропавловск-Камчатский, doctorpro@yandex.ru; **ПРЕМИНИНА Оксана Сергеевна** – к.б.н., доцент Северного (Арктического) федерального университета им. М.В. Ломоносова, Архангельск, o.premнина@narfu.ru.

Введение. В настоящее время в большинстве развитых стран наблюдается рост численности пожилых людей, что свидетельствует о важности исследований физиологических механизмов старения. Геронтогенез – чрезвычайно сложный многоступенчатый процесс, где ведущую роль в благополучной жизнедеятельности и успешной адаптации играет функциональное состояние головного мозга человека [5, 10].

Известно, что значимым индикато-

ром, влияющим на сохранность нервно-психической активности в пожилом возрасте, выступает нейроэнергообмен головного мозга [15]. Данный параметр позволяет опосредованно судить о нейро-глио-капиллярной активности в процессе обмена веществ и в первую очередь – углеводного обмена. Уровень постоянного потенциала (УПП) как устойчивый медленноменяющийся потенциал милливольтного диапазона отражает степень интенсивности энергозатрат, которая на

каждом возрастном этапе различна [3, 4]. Показано, что с возрастом интенсивность углеводного обмена падает [14]. Однако существуют научные работы, доказывающие, что в условиях северных широт данный процесс происходит несколько иначе [15, 16].

Представленное исследование направлено на выявление изменений нейроэнергообмена головного мозга у женщин пожилого возраста с учетом внешних (климат) и внутренних (возраст) факторов среды.

Цель исследования – выявление особенностей параметров УПП в различных периоды пожилого возраста.

Материалы и методы исследования. В добровольном одномоментном исследовании приняли участие пожилые жительницы Архангельской области. Выборку составили 192 женщины в возрасте 60-74 лет, которые были распределены на 3 возрастные группы: 1-я – 60-64 года, средний возраст $62,37 \pm 1,13$ года ($n=64$); 2-я – 65-69 лет, средний возраст $66,63 \pm 1,51$ года ($n=63$); 3-я – 70-74 года, средний возраст $73,95 \pm 2,57$ года ($n=65$). Сформированные группы статистически значительно отличались по среднему возрасту ($p < 0,001$). Критериями исключения для участия в исследовании явились: острые нарушения мозгового кровообращения, деменция, нахождение на учете в психоневрологическом диспансере, черепно-мозговые травмы, острые, а также хронические заболевания в период обострения. Перед началом исследования все участницы были проконсультированы неврологом. Проводились двигательные пробы (проба Ромберга, указательные пробы) и диагностика органов чувств. Для исключения в анамнезе деменции использовалась скрининговая методика «МоСА» (Монреальская шкала оценки когнитивных функций), которая позволяет проводить быстрый скрининг когнитивных нарушений. Врач-кардиолог проводил мониторинг артериального давления и электрокардиографию. При наличии в полученных результатах обследования и в анамнезе (анализировались выписки из медицинских карт обследуемых женщин) какого-либо заболевания или симптома вышеуказанных состояний они не включались в общий объем выборки.

Оценка нейроэнергообмена головного мозга осуществлялась с применением 12-канального аппаратно-программного диагностического комплекса «Нейроэнергометр-КМ» НМФ «Статокин» [3, 4]. Процедура исследования проходила в первой половине

дня индивидуально. Обследуемые находились в покое, в положении сидя с открытыми глазами, в изолированном помещении без визуальных и аудиальных раздражителей. Регистрация УПП производилась монополярно от 12 отведений (Fpz - лобное центральное отведение, Fd - правое лобное отведение, Fs - левое лобное отведение, Cz - центральное отведение, Cd - правое центральное отведение, Cs - левое центральное отведение, Pz - центральное теменное отведение, Pd - правое теменное отведение, Ps - левое теменное отведение, Oz - затылочное отведение, Td - правое височное отведение, Ts - левое височное отведение), установленных в соответствии с международной схемой 10-20. Референтный электрод располагался на запястье правой руки. Регистрация УПП осуществлялась через 5-7 мин после наложения на точки головы электродов и длилась в среднем в течение 15 мин.

Статистическую обработку полученных данных осуществляли с применением пакета прикладных программ SPSS 27.0 for Windows. Оценку нормальности распределения проводили при помощи критерия Шапиро-Уилка. Для выявления различий между сравниваемыми группами применялся критерий Краскела-Уоллиса. Критический уровень значимости принимался при $p < 0,017$. Для формирования центильных таблиц рассчитали 10, 50 и 90 процентиля в каждой группе.

Результаты и обсуждение. При анализе полученных результатов было выявлено, что статистически значимые различия между группами женщин 60-64 и 65-69 лет установлены в следующих отведениях: Oz ($p=0,016$), Td ($p=0,002$). Между группами женщин 65-69 и 70-74 лет во всех исследуемых отведениях были установлены значимые различия: Fpz ($p=0,011$), Fd ($p<0,001$), Fs ($p<0,001$), Cz ($p<0,001$), Cd ($p<0,001$), Cs ($p=0,001$), Pz ($p<0,001$), Pd ($p<0,001$), Ps ($p<0,001$), Oz ($p<0,001$), Td ($p<0,001$), Ts ($p=0,004$), Sum ($p<0,001$). В свою очередь, между группами женщин 60-64 и 70-74 лет значимые различия были выявлены в отведениях Fd ($p=0,007$), Fs ($p=0,005$), Cz ($p=0,010$), Cd ($p=0,001$), Pz ($p=0,003$), Ps ($p=0,018$), Sum ($p<0,001$).

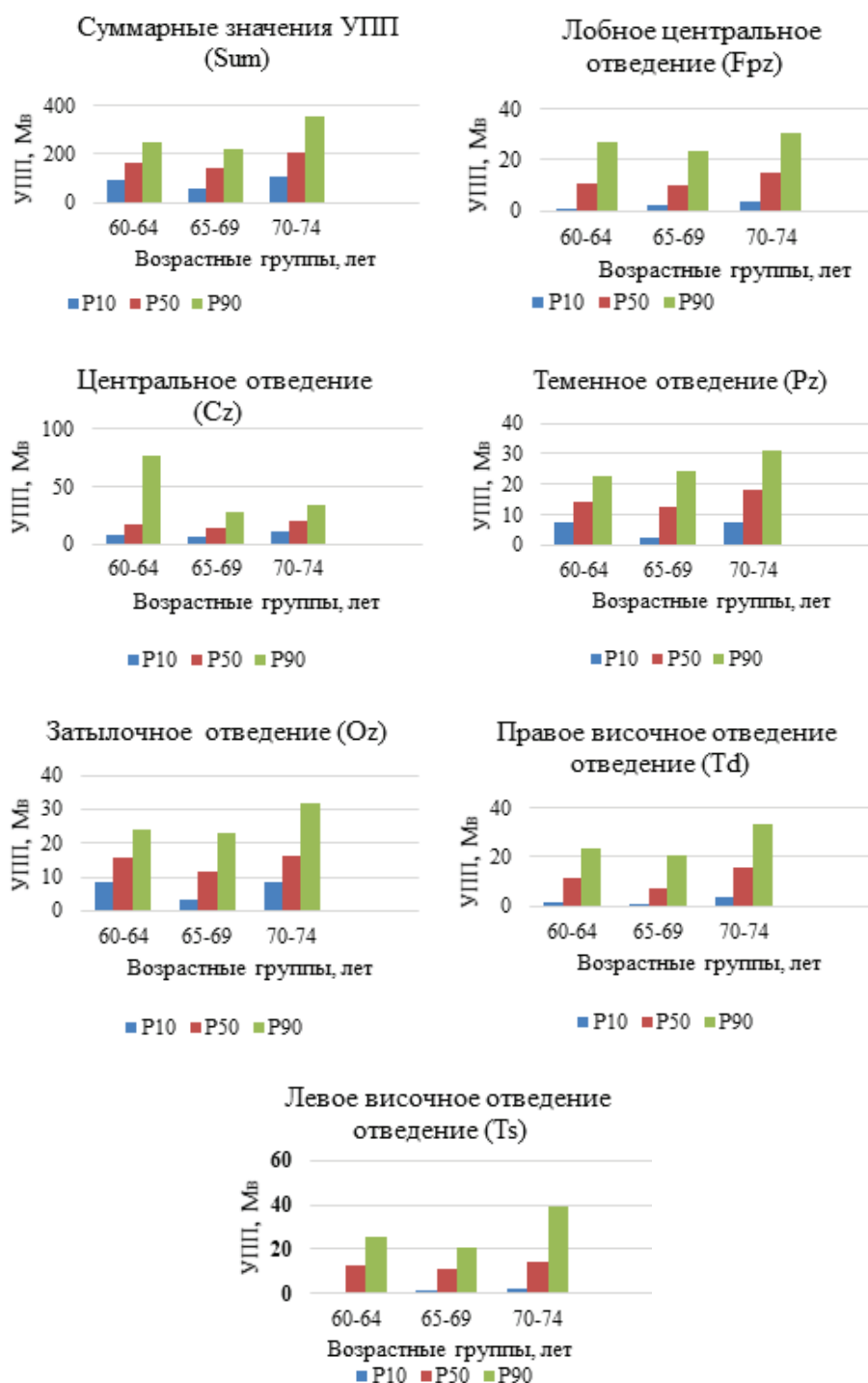
В таблице представлено процентильное распределение УПП основных показателей от монополярных отведений у женщин исследуемых возрастных групп, а именно 60–64 лет, 65–69 лет, 70–74 лет. В ходе анализа полученных данных обнаружено, что с

увеличением возраста во всех исследуемых группах отмечается колебание медианных значений УПП головного мозга.

Для наглядности представления был проведен анализ динамики показателей УПП суммарных (Sum), а также значения височных отведений и отведений по сагиттальной линии головного мозга у женщин исследуемых групп (рисунок). Выбор отведений был

Процентильное распределение уровня постоянного потенциала у обследованных женщин

Отведения	Процентили		
	10	50	90
60–64 года (Мв)			
Fd	-1,11	8,02	23,43
Fpz	0,15	10,58	26,91
Fs	0,46	8,98	22,54
Cd	5,41	14,73	24,49
Cz	7,71	17,37	76,64
Cs	5,22	15,47	24,12
Pd	3,96	15,11	25,02
Pz	7,50	14,32	22,39
Ps	5,43	14,68	26,80
Oz	8,58	15,66	23,87
Td	1,56	11,74	23,71
Ts	0,89	12,38	25,76
Sum	95,33	161,10	245,79
65–69 лет (Мв)			
Fd	-2,06	8,40	16,73
Fpz	2,07	9,96	23,18
Fs	0,88	6,17	21,76
Cd	0,90	14,02	25,17
Cz	5,99	14,37	27,23
Cs	4,26	14,54	23,99
Pd	2,41	11,30	22,96
Pz	2,70	12,78	24,59
Ps	4,06	12,65	24,08
Oz	3,52	11,76	23,06
Td	0,79	7,36	20,47
Ts	1,54	10,97	20,72
Sum	60,33	140,52	220,02
70–74 года (Мв)			
Fd	1,99	12,66	28,58
Fpz	3,54	14,99	30,24
Fs	3,33	12,99	30,31
Cd	9,25	19,56	34,11
Cz	10,92	20,55	34,09
Cs	8,45	18,40	34,94
Pd	7,68	17,33	32,95
Pz	7,76	18,34	30,87
Ps	7,87	19,46	32,02
Oz	8,70	16,49	31,76
Td	3,97	15,51	33,61
Ts	1,88	14,08	39,53
Sum	107,07	207,26	352,87



Показатели УПП головного мозга у женщин в исследуемых возрастных группах: 60-64 лет, 65-69 лет, 70-74 лет (P – процентиль)

обусловлен их информативностью и частотой анализа в исследованиях при оценке изменений нейроэнергетического обмена в различных возрастных группах [2, 11].

При анализе суммарных значений УПП (Sum) головного мозга обследованных установлено, что медианные значения УПП женщин 65-69 лет по сравнению с группой женщин 60-64

лет снизилась на 12,77%, а затем увеличилась на 26,79 % в группе женщин 70-74 лет. Вероятно, это может свидетельствовать о наличии специфической возрастной динамики с колебанием нейроэнергетического обмена головного мозга в различные возрастные отрезки.

При анализе медианных значений по основным отведениям сагиттальной линии (Fpz, Cz, Pz, Oz) наблюда-

лась та же тенденция. Так, в лобном центральном отведении (Fpz), центральном (Cz), теменном центральном (Pz) и затылочном (Oz) отведениях медианные значения УПП головного мозга у женщин 65-69 лет по сравнению с группой женщин 60-64 лет уменьшились на 5,86 %, 17,27%, 10,75%, 24,93% и возросли на 41,68 %, 18,31%, 28,07%, 5,35% в группе женщин 70-74 лет соответственно.

Медианные значения в правом (Td) и левом (Ts) височных отведениях женщин 65-69 лет по сравнению с группой женщин 60-64 лет снизились на 37,31 и 11,31%, а затем увеличились на 32,11 и 13,73% в группе женщин 70-74 лет.

Согласно исследованию Л.Л. Клименко, А.И. Деева, В.Ф. Фокина метаболизм головного мозга с возрастом снижается [1]. Но в пожилом возрасте может наблюдаться разнонаправленное изменение между метаболизмом глюкозы и кислотно-щелочным балансом, свидетельствующее об окислительном стрессе [17]. Многие исследователи объясняют это нарастанием кислотности в мозговой ткани, обусловленной дегенеративными процессами (снижением кровотока и церебрального баланса pH) [9, 12].

Принято считать, что нейроэнергетический метаболизм крайне чувствителен к стрессорным факторам и во многих исследованиях является показателем уровня адаптированности к стрессу [5, 6, 18]. В нашем исследовании в пожилом возрасте (60-64 года) наблюдаются высокие показатели УПП головного мозга. Вероятно, это можно объяснить сложным полиморфным сочетанием внешних (смена социальной роли, завершение трудоспособного возраста и выход на пенсию и т.д.) и внутренних (рост психоэмоциональной нагрузки, гормональные перестройки в постменопаузном периоде, физиологические изменения в организме) стрессорных факторов в жизни пожилой женщины [13].

Затем, в возрасте 65-69 лет, происходит постепенная выработка психических и физиологических компенсаторных механизмов, которая приводит к относительной нормализации нейроэнергетического обмена головного мозга. По результатам нашего исследования, стабилизация УПП происходит именно в промежутке 65-69 лет.

Очередное нарастание УПП головного мозга начинает прослеживаться в возрасте 70-74 лет. При этом увеличение УПП может выступать как неблагоприятный признак возрастных дегенеративных изменений мозговой ткани

[12]. Вероятно, именно в этом возрасте начинает происходить спад физиологических компенсаторных процессов.

Таким образом, изменения УПП в пожилом возрасте являются отражением полиморфизма внешних и внутренних факторов, которые оказывают влияние на функциональное состояние головного мозга пожилой женщины.

Заключение. В исследуемых группах женщин пожилого возраста наблюдается изменение медианных значений УПП, демонстрирующее выраженные колебания распределения энергозатрат головного мозга в процессе старения. Исследования возрастной динамики энергетического обмена позволяют раскрыть механизмы функциональной активности головного мозга в пожилом возрасте, понимание которых может повысить объективность функциональной диагностики и, в конечном итоге, будет способствовать своевременной диагностике и профилактике нейродегенеративных изменений, что позволит отсрочить период спада компенсаторных механизмов нервной системы пожилого человека.

Важно отметить, что представленные возрастные процентильные таблицы были рассчитаны на основании исследования выборки женщин пожилого возраста, проживающих в приарктической зоне Российской Федерации. Для повышения эффективности диагностического потенциала исследования важно создать типовые центильные таблицы для мужчин и осуществить расширение охвата выборки за счет исследования пожилых людей в других регионах России.

Исследование выполнено при финансовой поддержке гранта Президента РФ для молодых ученых – кандидатов наук в рамках научного проекта № МК-4405.2022.1.4. А также при поддержке научно-образовательного центра мирового уровня «Российская Арктика: новые материалы, технологии и методы исследования».

Литература

1. Клименко Л.Л., Деев А.И., Фокин В.Ф. Энергетический метаболизм мозга в геронтологическом аспекте // Клиническая геронтология. 2010. № 9-10. С. 37-38
1. Клименко Л.Л., Деев А.И., Фокин В.Ф. Brain energy metabolism in gerontological aspect // Clinical gerontology. 2010. No. 9-10. P. 37-38
2. Котцова О.Н., Аникина Н.Ю., Грибанов А.В. Половые различия церебрального энергообмена у жителей Арктической зоны РФ // Вестник уральской медицинской академической науки. 2021. Т.18. №1. С. 4-12
2. Kotsova O.N., Anikina N.Yu., Gribanov A.V. Sexual differences of cerebral energy exchange in residents of the Arctic zone of the Russian Federation // Bulletin of the Ural Medical Academic Science. 2021. Vol.18. No. 1. P. 4-12
3. Максимова А.А., Силина Ю.М. Диагностические возможности нейроэнергоскрининга при гипоксических поражениях головного мозга // Международный научно-исследовательский журнал. 2021. № 1. (103) Часть 3. С. 46-51
3. Maksimova A.A., Silina Yu.M. Diagnostic possibilities of neuroenergetic mapping in hypoxic brain lesions // International Scientific Research Journal. 2021. No. 1. (103) Part 3. P. 46-51.
4. Нейроэнергоскрининг: новый инструмент диагностики патофизиологических изменений центральной нервной системы у детей с нарушениями развития / А.А. Максимова [и др.]. // Universum: медицина и фармакология: электрон. науч. журн. «Медицина и фармакология». 2021. 1(74). URL: <https://universum.com/ru/med/archive/item/11142>.
4. Neuroenergomapping: a new diagnostic tool for pathophysiological changes in the central nervous system in children with developmental disorders / A.A. Maksimova [et al.]. // Universum: medicine and pharmacology: electron. scientific journal. "Medicine and pharmacology". 2021. 1(74). URL: <https://universum.com/ru/med/archive/item/11142>.
5. Особенности адаптации метаболизма мозга и формирование заболеваний нервной системы / Л.П. Соколова [и др.]. // Евразийский Союз ученых. 2016. №29-1. С. 65-68
5. Features of adaptation of brain metabolism and the formation of diseases of the nervous system / L.P. Sokolova, [et al.]. // Eurasian Union of Scientists. 2016. No.29-1. P. 65-68.
6. Реакция церебрального энергетического метаболизма на холодовой стресс у молодых людей, проживающих в Арктическом регионе Российской Федерации / А.В. Грибанов, Н.Ю. Аникина, И.С. Кожевникова [и др.]. // Экология человека. 2019. №3. С. 17-23
6. The reaction of cerebral energy metabolism to cold stress in young people living in the Arctic region of the Russian Federation / A.V. Gribanov, N.Yu. Anikina, I.S. Kozhevnikova [et al.]. // Human Ecology. 2019. No.3. P. 17-23
7. Романчук Н. П. Мозг человека и природа: современные регуляторы когнитивного здоровья и долголетия // Бюллетень науки и практики. 2021. № 6. С. 146-190
7. Romanchuk N. P. Human brain and nature: modern regulators of cognitive health and longevity // Bulletin of Science and practice. 2021. No. 6. P. 146-190
8. Сверхмедленные физиологические процессы головного мозга человека и животных в экспериментальных и клинических исследованиях / Н.М. Галимов [и др.]. // Медицинский вестник Башкортостана. 2009. №3. С. 63-69
8. Super-slow physiological processes of the human and animal brain in experimental and clinical studies / Galimov N. M. [et al.]. // Medical Bulletin of Bashkortostan. 2009. No.3. P. 63-69
9. Сибиль В.И. Возрастная динамика мозговой активности // Вестник экспериментального образования. 2017. №4 (13). С. 628-630
9. Sibyl V.I. Age dynamics of brain activity // Bulletin of Experimental Education. 2017. №4 (13). P. 628-630
10. Соколова Л.П., Черняев С.А. Нейрофункциональная активность мозга: возрастной аспект // Терапия. 2020. № 6 (3). С. 15-20
10. Sokolova L.P., Chernyaev S.A. Neurofunctional brain activity: age aspect // Therapy. 2020. No. 6 (3). P. 15-20
11. Старение головного мозга человека: морфофункциональные аспекты / А.В. Грибанов [и др.]. // Журнал неврологии и психиатрии им. С.С. Корсакова. Спецвыпуски. 2017. Т.117 (1-2). С. 3-7
11. Aging of the human brain: morphofunctional aspects / A.V. Gribanov [et al.]. // Journal of Neurology and Psychiatry named after S.S. Korsakov. Special issues. 2017. Vol.117 (1-2). P. 3-7.
12. Стрессы, коморбидность и качество жизни пожилого пациента / Е.С. Акарачкова [и др.]. // Трудный пациент. 2019. №10. С.19-27
12. Stresses, comorbidity and quality of life of an elderly patient / E.S. Akarachkova [et al.]. // Difficult patient. 2019. No.10. P.19-27
13. Фокин В. Ф., Пономарева Н. В. Энергетическая физиология мозга. М.: Антидор, 2003. 288 с
13. Fokin V. F., Ponomareva N. V. Energetic physiology of the brain. M.: Antidor, – 2003. 288 p.
14. Функциональная активность головного мозга у пожилых женщин Арктической Зоны Российской Федерации с различным вегетативным тонусом / А.В. Грибанов [и др.] // Экология человека. 2023. № 3. С. 231-240
14. Functional brain activity in elderly women of the Arctic Zone of the Russian Federation with different vegetative tone / A.V. Gribanov [et al.]. // Human Ecology. 2023. No. 3. P. 231-240
15. Функциональное состояние головного мозга у пожилых женщин с различной степенью выраженности тревоги / И.Л. Фатеева [и др.] // Клиническая геронтология. 2022. Т. 28. № 7-8. С. 55-60
15. Functional state of the brain in elderly women with varying degrees of anxiety / I.L. Fateeva [et al.]. // Clinical gerontology. 2022. Vol. 28. No. 7-8. P. 55-60
16. Характеристика церебрального энергетического метаболизма у лиц пожилого возраста с нарушением когнитивных функций / Н.А. Лисова, Е.А. Черенева, С.Н. Шилов, Н.В. Никифорова // Siberian Journal of Life Sciences and Agriculture. 2022. №5. С. 246-261
16. Characteristics of cerebral energy metabolism in elderly people with impaired cognitive functions / N.A. Lisova, E.A. Chereneva, S.N. Shilov, N.V. Nikiforova // Siberian Journal of Life Sciences and Agriculture. 2022. No. 5. P. 246-261
17. Шмырев В.И., Соколова Л.П., Князева И.В., Адаптивная реактивность метаболизма мозга как универсальный патогенетический фактор развития болезни и реабилитационных возможностей организма. // Кремлиевская медицина. Клинический вестник. 2013. №3. С. 53-56.
17. Shmyrev V.I., Sokolova L.P., Knyazeva I.V., Adaptive reactivity of brain metabolism as a universal pathogenetic factor of disease development and rehabilitation capabilities of the body. // Kremlin medicine. Clinical Bulletin. 2013. No.3. P. 53-56.