

ОРИГИНАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

Научная статья

УДК 611.811.019

3.3.1. Анатомия человека (медицинские науки)

doi: 10.29039/1992-6499-2023-3-50-55

ПРИЖИЗНЕННАЯ ВОЗРАСТНАЯ АНАТОМИЧЕСКАЯ ДИНАМИКА ОБЪЕМА СТВОЛА ГОЛОВНОГО МОЗГА

* Анатолий Александрович Баландин, Гузель Салаватовна Юрушбаева,
Ирина Анатольевна Баландина

Пермский государственный медицинский университет им. академика Е.А. Вагнера, Пермь, Россия

Аннотация. Ствол головного мозга – филогенетически самая древняя и многофункциональная, анатомически сложная структура мозга. Несмотря на немалое внимание к изучению возрастной изменчивости и полового диморфизма ствола мозга, работ, посвященных определению его объема с помощью методик прижизненной визуализации у лиц обоего пола в таком большом возрастном диапазоне – от юношеского до старческого возраста, встретить не удалось. **Цель:** провести сравнительный анализ объема ствола головного мозга у мужчин и женщин в юношеском, первом и втором периодах зрелого возраста, пожилом и старческом возрасте по данным магнитно-резонансной томографии. **Материалы и методы.** Работа основана на анализе результатов магнитно-резонансно-томографического исследования 240 пациентов (124 мужчин и 116 женщин), проходивших обследование в отделении лучевой диагностики в 2020–2022 гг. Возраст обследуемых варьировал от 16 до 88 лет включительно. Выборку исследования составили лица без патологии центральной/периферической нервной системы, без алкогольной/наркотической зависимости, мезокраны. Весь исследуемый материал разделили на пять групп согласно возрастной анатомической периодизации. **Результаты.** Выявлено статистически достоверное уменьшение объема ствола головного мозга от первого периода зрелого возраста к старческому у лиц обоего пола ($p < 0,01$). Во всех возрастных группах наблюдается тенденция к преобладанию параметров объема ствола мозга у мужчин по сравнению с женщинами ($p > 0,05$). Результаты, полученные в ходе исследования, в дальнейшей перспективе могут лечь в основу возрастной анатомии центральной нервной системы человека. Это поможет обеспечить более индивидуализированный подход к пациентам во врачебной практике, используя данные результаты в дальнейших клинических и фундаментальных исследованиях для детального понимания возрастной изменчивости головного мозга.

Ключевые слова: ствол мозга, морфометрия, возраст; магнитно-резонансная томография

Для цитирования: Баландин А. А., Юрушбаева Г. С., Баландина И. А. Прижизненная возрастная анатомическая динамика объема ствола головного мозга // Астраханский медицинский журнал. 2023. Т. 18, № 3. С. 50–55. doi: 10.29039/1992-6499-2023-3-50-55.

ORIGINAL INVESTIGATIONS

Original article

INTRAVITAL AGE-RELATED ANATOMICAL DYNAMICS OF BRAIN STEM VOLUME

Anatoliy A. Balandin, Guzel' S. Yurushbaeva, Irina A. Balandina

Perm State Medical University named after E.A. Wagner, Perm, Russia

Abstract. The brain stem is phylogenetically the most ancient and multifunctional, anatomically complex brain structure. In spite of considerable attention to the study of age variability and sexual dimorphism of the brain stem, no works devoted to determining its volume using in vivo imaging techniques in individuals of both sexes within such a huge age range – from adolescence to old age - have been found. **The aim** is to carry

* © Баландин А.А., Юрушбаева Г.С., Баландина И.А., 2023

out a comparative analysis of brain stem volume in men and women in adolescence, first and second periods of adulthood, elderly age and old age according to magnetic resonance imaging data. The work is based on the analysis of the results of magnetic resonance imaging studies of 240 patients (124 men and 116 women) who were examined in the Department of Radiation Diagnostics in 2020-2022. The age of the subjects ranged from 16 to 88 years inclusive. The study sample consisted of persons without central/peripheral nervous system pathology, without alcohol/drug addiction, and mesocranes. All investigated material was divided into five groups according to age anatomical periodization. **Results.** We revealed statistically significant decrease of the brain stem volume from the first period of mature age to senile age in both sexes ($p < 0,01$). In all age groups there was a tendency for predominance of brain stem volume parameters in men compared to women ($p > 0,05$). The results obtained in the course of the study can form the basis for the age-related anatomy of the human central nervous system in the future. It will help to provide more individualized approach to patients in medical practice, using these results in the further clinical and basic researches for detailed understanding of age variability of the brain.

Keywords: brain stem, morphometry, age; magnetic resonance imaging

For citation: Balandin A. A., Yurushbaeva G. S., Balandina I. A. Intravital age-related anatomical dynamics of brain stem volume. Astrakhan Medical Journal. 2023; 18 (3): 50–55. doi: 10.29039/1992-6499-2023-3-50-55. (In Russ.).

Введение. В последние годы демографическая ситуация во всем мире показывает рост средней продолжительности жизни, что обуславливает постановку перед специалистами в области здравоохранения важных задач создания подходов к диагностике и лечению больных с учетом их возрастных особенностей [1, 2]. Значимость возрастных особенностей неоднократно подчеркивалась в научной литературе, где изучалась сложность ведения пациентов пожилого и старческого возраста [3, 4, 5].

Ствол головного мозга – филогенетически самая древняя и многофункциональная, анатомически сложная структура мозга. Его составляющие имеют колоссальное количество связей с другими участками большого мозга. Он словно единый релейный центр, который получает информацию от периферических структур нервной системы, интегрируя ее в расположенные выше части мозга для дальнейшей обработки. Диапазон функций ствола головного мозга невероятно широк – от участия в контроле вегетативной нервной системы до локомоции, наряду с мозжечком и спинным мозгом [6, 7, 8].

Анализ литературы показал, что, несмотря на немалое внимание к изучению возрастной изменчивости и полового диморфизма ствола мозга, работ, освещающих определение его объема при использовании методик прижизненной визуализации у лиц обоего пола в большом возрастном диапазоне – от юношеского до старческого возраста, встретить не удалось [9, 10, 11]. Именно этот вопрос стал основанием для проведения данного исследования.

Цель. Провести сравнительный анализ объема ствола головного мозга у мужчин и женщин в юношеском, первом и втором периодах зрелого возраста, пожилым и старческим возрастом по данным магнитно-резонансной томографии.

Материалы и методы исследования. Работа основана на анализе результатов магнитно-резонансно-томографического (МРТ) исследования 240 пациентов (124 мужчин и 116 женщин), проходивших обследование в отделении лучевой диагностики ГАУЗ ПК «ГКБ №4» в 2020–2022 гг. Возраст обследуемых варьировал от 16 до 88 лет включительно. Работа разрешена этическим комитетом ПГМУ им. акад. Е.А. Вагнера (№ 10 от 27.11.2019 г.).

МРТ выполняли на аппарате «1,5T Brivo 335» («General Electric», США). Сканирование осуществляли с толщиной среза 5 мм, с постпроцессорными реконструкциями в режиме T2, используя фильтры резкости. Краниометрия заключалась в выявлении краниотипа по значению поперечно-продольного указателя. Расчет головного указателя проводили в режиме реконструкции 3D по крайним выступающим точкам на аксиальном срезе. Выборка состояла из лиц без патологии центральной и периферической нервной системы, без алкогольной или наркотической зависимости. Головной указатель обследуемых равен $76,6 \pm 1,22$ %.

Пациентов разделили на пять групп:

- I группа – 44 человека юношеского возраста (21 юноша и 23 девушки (16–20 лет));
- II группа – 50 человек первого периода зрелого возраста (25 мужчин и 25 женщин (21–35 лет));
- III группа – 52 человека второго периода зрелого возраста (27 мужчин (36–59 лет) и 25 женщин (36–55 лет));
- IV группа – 50 человек пожилого возраста (27 мужчин и 23 женщины (56–74 лет));
- V группа – 44 человека старческого возраста (24 мужчины и 20 женщин в возрасте (75–88 лет)).

Определяли объем ствола мозга в режиме реконструкции 3D (рис).



Рис. Выделение ствола мозга и расчет его объема при выполнении МРТ
Fig. Separation of the brain stem and calculation of its volume in magnetic resonance imaging

Статистический анализ проводили с помощью программы Microsoft Excel 2014. Результаты представлены в виде значений средней арифметической величины (M), стандартной ошибки (m), 25-го и 75-го %, медианы и коэффициента вариации. Параметрический t критерий Стьюдента использовали для проверки равенства средних значений в двух выборках. Достоверными считали отличия при $p < 0,05$.

Результаты исследования и их обсуждение. Данные о параметрах объема ствола мозга в исследуемых возрастных периодах представлены в таблице.

Таблица. Объем ствола мозга у мужчин и женщин, по данным МРТ, в юношеском возрасте, первом и втором периодах зрелого возраста, пожилом и старческом возрасте (см³, n = 240)

Table. Brain stem volume in men and women according to magnetic resonance imaging in adolescence, first and second periods of adulthood, elderly and old age (cm³, n = 240)

Возрастной период	Пол	M ± m	Max	Min	σ	Cv	Me
Юношеский возраст (n = 44)	М	24,7 ± 0,07	25,3	24,2	0,35	0,00	24,7
	Ж	24,7 ± 0,08	25,2	24,1	0,37	0,01	24,7
Первый период зрелого возраста (n = 50)	М	24,8 ± 0,06	25,4	24,3	0,32	0,00	24,8
	Ж	24,7 ± 0,06	25,2	24,3	0,28	0,00	24,8
Второй период зрелого возраста (n = 52)	М	24,5 ± 0,05	24,9	24,1	0,26	0,00	24,5
	Ж	24,4 ± 0,05	24,9	24,0	0,24	0,00	24,4
Пожилой возраст (n = 50)	М	24,2 ± 0,07	24,9	23,7	0,36	0,01	24,1
	Ж	24,2 ± 0,07	24,8	23,7	0,33	0,00	24,2
Старческий возраст (n = 44)	М	24,1 ± 0,08	24,7	23,5	0,37	0,01	24,2
	Ж	24,0 ± 0,09	24,7	23,4	0,40	0,01	24,0

Максимальный показатель объема ствола мозга установлен у мужчин в первом периоде зрелого возраста. Его величина составляет $24,8 \pm 0,06$ см³. Минимальный показатель объема, равный $24,0 \pm 0,09$ см³, выявлен у женщин в старческом возрасте.

При анализе результатов исследования установлена тенденция к преобладанию параметров объема ствола мозга у мужчин и женщин первого периода зрелого возраста по сравнению с представителями юношеского, второго периода зрелого возраста, пожилого и старческого возраста. Так, объем ствола мозга у мужчин в интервале от юношеского возраста к первому периоду зрелого возраста увеличивается на 0,40 % ($t = 1,08$; $p = 0,281$), у женщин – без изменений ($t = 0,00$; $p = 1,0$). Далее показатели объема ствола мозга постепенно уменьшаются. Объем ствола мозга у мужчин в интервале от первого периода ко второму периоду зрелого возраста уменьшается на 1,21 % ($t = 3,84$; $p = 0,000$), у женщин –

на 1,21 % ($t = 3,84$; $p = 0,000$). Объем ствола мозга у мужчин в интервале от второго зрелого возраста к пожилому возрасту уменьшается на 1,22 % ($t = 3,49$; $p = 0,001$), у женщин – на 0,82 % ($t = 2,32$; $p = 0,022$). Объем ствола мозга у мужчин в интервале от пожилого возраста к старческому возрасту уменьшается на 0,41 % ($t = 0,94$; $p = 0,349$), у женщин – на 0,83 % ($t = 1,75$; $p = 0,083$) (табл.).

Увеличение объема ствола мозга от юношеского возраста к первому периоду зрелого возраста объясняется, прежде всего, онтогенетическим развитием головного мозга. Это подтверждается в раннее проведенном исследовании, где выявлено увеличение массы головного мозга в возрасте до 20–25 лет у женщин и до 30 лет у мужчин [12].

Дальнейшее постепенное уменьшение объема ствола мозга, начинающееся от первого периода зрелого возраста к старческому возрасту обусловлено механизмами старения, которые запрограммированы на уровне генов. Начиная со второго периода зрелого возраста запускаются процессы старения тканей мозга, проявляющиеся в дегенеративных изменениях нервной ткани – снижением нейронной массы, уменьшении уровня нейрогенеза, нарушением межклеточных коммуникаций. Одной из ведущих причин возрастного повреждения нейронов считают накопление ошибок в молекулах ДНК ядер и митохондрий [13, 14].

Стоит заметить, что важным механизмом в процессе старения нервной ткани является нейрогенез – результат образования новых функционирующих нейронов и их интегрирование в уже построенные сети сформированного мозга в зрелом возрасте. Создание новых клеток сопровождается крайне сложным, энергозатратным и последовательным многоступенчатым процессом. Нейрогенные стадии включают пролиферацию, дифференциацию, миграцию, а также созревание новых клеток с их интеграцией в существующую нейронную сеть. Этот крайне сложный процесс регулируется множеством различных факторов: от половых гормонов (тестостерона и эстрогена) до интересных по своей функции «узкоспециализированных» белков, таких как нейротрофин. Более того, учеными доказано, что процесс нейрогенеза не просто «штампует» новые клетки-нейроны в тканях головного мозга, а избирательно формирует нейронные сети в зависимости от нейромедиаторной системы [13, 15]. Как показывают ранее проведенные гистологические исследования, в тканях мозга в результате ухода нейронов в апоптоз активно начинается «реактивный астроглиоз» [16, 17]. Проведенные в этой сфере научные исследования за последние десятилетия помогли выяснить, что активное разрастание астроглии – это не просто «всеобщая перестройка» нервной ткани на клеточном уровне. Гораздо точнее этот процесс стоит охарактеризовать многополярным системным воздействием тонко настраиваемых морфофункциональных изменений, которые происходят на клеточном и молекулярном уровнях с невероятно широким охватом: от изменений в интенсивности экспрессии белков-маркеров в тканях мозга до образования «нервнотканых рубцов» [16, 18]. Все эти процессы также непосредственно влияют на уменьшение размеров участков головного мозга.

Во всех возрастных группах наблюдается тенденция к преобладанию параметров объема ствола мозга у мужчин в сравнении с женщинами ($p > 0,05$). Данный факт можно обосновать превалированием анатомических линейных параметров мужского черепа [19].

Заключение. Результаты, полученные в ходе прижизненного исследования ствола головного мозга у мужчин и женщин в возрастном диапазоне от юношеского до старческого возраста, в дальнейшей перспективе могут лечь в основу возрастной анатомии центральной нервной системы человека. Это поможет обеспечить более индивидуализированный подход к пациентам во врачебной практике, а также использовать данные результаты в дальнейших клинических и фундаментальных исследованиях для детального понимания возрастной изменчивости головного мозга.

Раскрытие информации. Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией настоящей статьи.

Disclosure. The authors declare that they have no competing interests.

Вклад авторов. Авторы декларируют соответствие своего авторства международным критериям ICMJE. Все авторы в равной степени участвовали в подготовке публикации: разработка концепции статьи, получение и анализ фактических данных, написание и редактирование текста статьи, проверка и утверждение текста статьи.

Authors' contribution. The authors declare the compliance of their authorship according to the international ICMJE criteria. All authors made a substantial contribution to the conception of the work, acquisition, analysis, interpretation of data for the work, drafting and revising the work, final approval of the version to be published and agree to be accountable for all aspects of the work.

Источник финансирования. Авторы декларируют отсутствие внешнего финансирования для проведения исследования и публикации статьи.

Funding source. The authors declare that there is no external funding for the exploration and analysis work.

Список источников

1. Xunjie C., Yang Y., David C. S., Zuyun L., Li L., Peixia C., Peishan N., Guoqing H. Population ageing and mortality during 1990–2017: A global decomposition analysis // *PLoS Med.* 2020. Vol. 17, no. 6. P. e1003138.
2. Garbade S. F., Boy N., Heringer J., Kölker S., Harting I. Age-Related Changes and Reference Values of Bicaudate Ratio and Sagittal Brainstem Diameters on MRI // *Neuropediatrics.* 2018. Vol. 49, no. 4. P. 269–275.
3. Баландин А. А., Баландина И. А., Панкратов М. К. Эффективность лечения пациентов пожилого возраста с черепно-мозговой травмой, осложненной субдуральной гематомой // *Успехи геронтологии.* 2021. Т. 34, № 3. С. 461–465.
4. Чичкова М. А., Завьялов Б. Г., Чичков Ю. М., Козлова О. С., Чичков А. М., Кадиев Г. М. Влияние коморбидной патологии и клинко-прогностических факторов на исходы инфаркта миокарда у пациентов пожилого и старческого возраста // *Астраханский медицинский журнал.* 2019. Т. 14, № 1. С. 101–107.
5. Тихонова Н. В., Олохова Е. А., Веселова О. Ф., Мысик М. Ю., Житомирова Л. А. Влияние нарушения сна на состояние здоровья и особенности фармакотерапии у пациентов пожилого возраста // *Астраханский медицинский журнал.* 2020. Т. 15, № 3. С. 47–58.
6. Balandin A. A., Balandin V. A., Balandina I. A., Zhelezov L. M. Morphological features of human cerebellar cortex in old age // *Journal of Global Pharma Technology.* 2017. Vol. 9, no. 3. С. 42–48.
7. Jean-Xavier C., Perreault M. C. Influence of Brain Stem on Axial and Hindlimb Spinal Locomotor Rhythm Generating Circuits of the Neonatal Mouse // *Front Neurosci.* 2018. Vol. 12. P. 53.
8. Littlejohn E. L., Fedorchak S., Boychuk C. R. Sex-steroid-dependent plasticity of brain-stem autonomic circuits // *Am. J. Physiol. Regul. Integr. Comp. Physiol.* 2020. Vol. 319, no 1. P. R60–R68.
9. Редякина О. В. Морфометрическая характеристика ствола мозга у людей зрелого возраста // *Морфология.* 2016. Т. 10, № 3. С. 248–253.
10. Баландин А. А., Баландина И. А., Юрушбаева Г. С. Сравнительная морфологическая характеристика ствола головного мозга человека в первом периоде зрелого и старческого возрастов // *Вестник Волгоградского государственного медицинского университета.* 2022. Т. 19, № 1 (81). С. 28–32.
11. Polat S. Ö., Öksüzler F. Y., Öksüzler M., Yücel A. H. The morphometric measurement of the brain stem in Turkish healthy subjects according to age and sex // *Folia Morphol. (Warsz.).* 2020. Vol. 79, no. 1. P. 36–45.
12. Павлов А. В. Относительные размеры мозгового черепа и масса головного мозга человека в онтогенезе в зависимости от пола и возраста // *Российский медико-биологический вестник имени академика И. П. Павлова.* 2005. № 1–2. С. 19–21.
13. Пальцын А. А., Комиссарова С. В. Возрастные изменения мозга // *Патологическая физиология и экспериментальная терапия.* 2015. Т. 59, № 4. С. 108–116.
14. Разумникова О. М. Закономерности старения мозга и способы активации его компенсаторных ресурсов // *Успехи физиологических наук.* 2015. Т. 46, № 2. С. 3–16.
15. Claudia J., Zuoxin W. Hormonal Regulation of Mammalian Adult Neurogenesis : A Multifaceted Mechanism // *Biomolecules.* 2020. Vol. 10, no. 8. P. 1151.
16. Баландин А. А., Железнов Л. М., Баландина И. А. Сравнительная иммуногистохимическая характеристика глиоархитектоники таламуса человека молодого и старческого возраста // *Журнал анатомии и гистопатологии.* 2021. Т. 10, № 4. С. 14–18.
17. Румянцева Т. А., Пожилов Д. А., Варенцов В. Е., Москаленко А. В. Возрастные особенности экспрессии GFAP и DCX в обонятельных луковицах и ростральном миграционном потоке у крыс // *Журнал анатомии и гистопатологии.* 2018. Т. 7, № 2. С. 69–75.
18. Liu B., Teschemacher A. G., Kasparov S. Neuroprotective Potential of Astroglia // *Journal of Neuroscience Research.* 2017. Т. 95, № 11. С. 2126–2139.
19. Бирюков А. Н., Медведева Ю. И., Хазов П. Д. Возрастно-половые аспекты МРТ-каллозометрии // *Вестник Санкт-Петербургской медицинской академии последипломного образования.* 2011. Т. 3, № 4. С. 59–63.

References

1. Xunjie C., Yang Y., David C. S., Zuyun L., Li L., Peixia C., Peishan N., Guoqing H. Population ageing and mortality during 1990–2017: A global decomposition analysis. *PLoS Med.* 2020; 17 (6): e1003138.
2. Garbade S. F., Boy N., Heringer J., Kölker S., Harting I. Age-Related Changes and Reference Values of Bicaudate Ratio and Sagittal Brainstem Diameters on MRI. *Neuropediatrics.* 2018; 49 (4): 269–275.
3. Balandin A. A., Balandina I. A., Pankratov M. K. Effectiveness of treatment of elderly patients with traumatic brain injury complicated by subdural hematoma. *Uspekhi gerontologii = Advances in gerontology.* 2021; 34 (3): 461–465 (In Russ.).
4. Chichkova M.A., Zav'yalov B.G., Chichkov Y.M., Kozlova O.S., Chichkov A.M., Kadiev G.M.. The effect of comorbid pathology and clinical and prognostic factors on the outcome of myocardial infarction in elderly and senile patients. *Astrakhanskiy meditsinskiy zhurnal = Astrakhan Medical Journal.* 2016; 14 (1): 101–107. (In Russ.).
5. Tihonova N. V., Olokhova E. A., Veselova O. F., Mysik M. YU., ZHitomirova L. A. The effect of sleep disorders on the state of health and features of pharmacotherapy in elderly patients. *Astrakhanskiy meditsinskiy zhurnal = Astrakhan Medical Journal.* 2020; 15 (3): 47–58. (In Russ.).

6. Balandin A. A., Balandin V. A., Balandina I. A., Zheleznov L.M. Morphological features of human cerebellar cortex in old age. *Journal of Global Pharma Technology*. 2017. 9 (3): 42–48.
7. Jean-Xavier C., Perreault M. C. Influence of Brain Stem on Axial and Hindlimb Spinal Locomotor Rhythm Generating Circuits of the Neonatal Mouse. *Front Neurosci*. 2018; 12: 53.
8. Littlejohn E. L., Fedorchak S., Boychuk C. R. Sex-steroid-dependent plasticity of brain-stem autonomic circuits. *Am. J. Physiol. Regul. Integr. Comp. Physiol*. 2020; 319 (1): R60–R68.
9. Redyakina O. V. Morphometric characteristics of the brain stem in mature people. *Morfologiya = Morphology*. 2016; 10 (3): 248–253. (In Russ.).
10. Balandin A. A., Balandina I. A., Yurushbaeva G. S. Comparative morphological characteristics of the human brain stem in the first period of mature and senile age. *Vestnik Volgogradskogo gosudarstvennogo medicinskogo universiteta = Bulletin of the Volgograd State Medical University*. 2022; 19 (1(81)): 28–32. (In Russ.).
11. Polat S. Ö, Öksüzler F. Y, Öksüzler M., Yücel A. H. The morphometric measurement of the brain stem in Turkish healthy subjects according to age and sex. *Folia Morphol. (Warsz.)*. 2020; 79 (1): 36–45.
12. Pavlov A. V. The relative size of the cerebral skull and the mass of the human brain in ontogenesis, depending on gender and age. *Rossiyskiy mediko-biologicheskiy vestnik imeni akademika I.P. Pavlova = Russian Medico-Biological Bulletin named after Academician I.P. Pavlov*. 2005; (1-2): 19–21. (In Russ.).
13. Pal'cyn A. A., Komissarova S. V. Age-related brain changes. *Patologicheskaya fiziologiya i eksperimental'naya terapiya = Pathological physiology and experimental therapy*. 2015; 59 (4): 108–116. (In Russ.).
14. Razumnikova O. M. Regularities of brain aging and ways of activating its compensatory resources. *Uspekhi fiziologicheskikh nauk = Successes of physiological Sciences*. 2015; 46 (2): 3–16. (In Russ.).
15. Claudia J., Zuoxin W. Hormonal Regulation of Mammalian Adult Neurogenesis: A Multifaceted Mechanism. *Biomolecules*. 2020; 10 (8): 1151.
16. Balandin A. A., Zheleznov L. M., Balandina I. A. Comparative Immunohistochemical Characteristics of Thalamic Gliarchitectonics of Young and Senile Persons. *Zhurnal anatomii i gistopatologii = Journal of Anatomy and Histopathology*. 2021; 10 (4): 14–18. (In Russ.).
17. Rumyantseva T. A., Pozhilov D. A., Varentsov V. E., Moskalenko A. V. Age-Related Features of GFAP and DCX Expression in Rats' Olfactory Bulbs and Rostral Migratory Stream. *Zhurnal anatomii i gistopatologii = Journal of Anatomy and Histopathology*. 2018; 7 (2): 69–75. (In Russ.).
18. Liu B., Teschemacher A. G., Kasparov S. Neuroprotective Potential of Astroglia. *Journal of Neuroscience Research*. 2017; 95 (11): 2126–2139.
19. Biryukov A. N., Medvedeva Yu. I., Hazov P. D. Age and gender aspects of MRI callosometry. *Vestnik Sankt-Peterburgskoy meditsinskoy akademii poslediplomnogo obrazovaniya = Bulletin of the St. Petersburg medical academy of postgraduate education*. 2011; 3 (4): 59–63. (In Russ.).

Информация об авторах

А.А. Баландин, кандидат медицинских наук, доцент кафедры нормальной, топографической и клинической анатомии, оперативной хирургии, Пермский государственный медицинский университет им. академика Е. А. Вагнера, Пермь, Россия, e-mail: balandinnauka@mail.ru.

Г.С. Юрушбаева, методист кафедры нормальной топографической и клинической анатомии, оперативной хирургии, Пермский государственный медицинский университет им. Академика Е.А. Вагнера, Пермь, Россия, e-mail: guzel.yurushbaeva@mail.ru.

И.А. Бalandина, доктор медицинских наук, профессор, заведующая кафедрой нормальной, топографической и клинической анатомии, оперативной хирургии, Пермский государственный медицинский университет им. академика Е.А. Вагнера, г. Пермь, Россия, e-mail: balandina_ia@mail.ru.

Information about the authors

A.A. Balandin, Cand. Sci. (Med.), Associate Professor of Department, Perm State Medical University named after E.A. Wagner, Perm, Russia, e-mail: balandinnauka@mail.ru.

G.S. Yurushbaeva, Methodologist of Department, Perm State Medical University named after E.A. Wagner, Perm, Russia, e-mail: guzel.yurushbaeva@mail.ru.

I.A. Balandina, Dr. Sci. (Med.), Professor, Head of Department, Perm State Medical University named after E.A. Wagner, Perm, Russia, e-mail: balandina_ia@mail.ru.*

* Статья поступила в редакцию 26.09.2022; одобрена после рецензирования 17.01.2023; принята к публикации 29.09.2023.

The article was submitted 26.09.2022; approved after reviewing 17.01.2023; accepted for publication 29.09.2023.