

Оригинальное исследование / Research article

## Морфометрические показатели предцентральной извилины большого мозга у юношей и девушек

В.А. Баландин<sup>1</sup>, Л.М. Железнов<sup>2</sup>, И.А. Баландина<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Пермский государственный медицинский университет им. академика Е.А. Вагнера Минздрава России 414099, г. Пермь, ул. Петропавловская, 26

<sup>2</sup> Кировский государственный медицинский университет Минздрава России 610027, г. Киров, ул. Карла Маркса, 112

### Резюме

Особый интерес представляют сведения о морфологии предцентральной извилины, поскольку в ней начинается пирамидный путь, отвечающий за произвольные движения. Целью исследования явилось определение ширины предцентральной извилины, толщины коры большого мозга в ней и рентгеновской плотности нейронов у юношей и девушек по данным рентгеновского компьютерно-томографического исследования. **Материал и методы.** Обследовали 35 юношей и 37 девушек мезоцефалов в возрасте от 18 до 20 лет с преобладанием правой руки, в анамнезе без патологии органов нервной системы. **Результаты.** Установили, что максимальная ширина предцентральной извилины определяется в точке, расположенной над верхней височной извилиной. В точке, находящейся на уровне средней лобной извилины, значение ниже ( $p < 0,01$ ). Наименьшая ширина предцентральной извилины определена в точке над поясной извилиной ( $p < 0,01$ ). При сравнении показателей в каждой точке прослеживается тенденция к незначительному их превалированию в левом полушарии в сравнении с правым. Наблюдается тенденция к несущественному преобладанию значений у юношей в сравнении с девушками ( $p > 0,05$ ). По толщине коры большого мозга в предцентральной извилине исследуемые точки статистически значимо не различаются, но имеется тенденция к незначительному ее увеличению в левом полушарии по сравнению с правым, а также у юношей по сравнению с девушками ( $p > 0,05$ ). Рентгеновская плотность нейронов коры в сравниваемых точках предцентральной извилины в обоих полушариях большого мозга у юношей и девушек одинакова. **Заключение.** Установленные результаты послужат исходными данными в качестве критерия возрастной морфологической нормы у юношей и девушек мезоцефалов с преобладанием правой руки, что является крайне востребованным в условиях персонализированного подхода в практике врача. Также эти результаты можно использовать в перспективных клинических и фундаментальных исследованиях.

**Ключевые слова:** предцентральная извилина, кора большого мозга, рентгеновская плотность, морфометрия, рентгеновская компьютерная томография.

**Конфликт интересов.** Авторы сообщают об отсутствии конфликтов интересов.

**Автор для переписки:** Баландина И.А., e-mail: balandina\_ia@mail.ru

**Для цитирования:** Баландин В.А., Железнов Л.М., Баландина И.А. Морфометрические показатели предцентральной извилины большого мозга у юношей и девушек. *Сибирский научный медицинский журнал*. 2021;41(6):84–89. doi: 10.18699/SSMJ20210610

## Morphometric indicators of the precentral gyrus of the large brain in boys and girls

V.A. Balandin<sup>1</sup>, L.M. Zheleznov<sup>2</sup>, I.A. Balandina<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Perm State Medical University n.a. Academician E.A. Wagner of Minzdrav of Russia 414099, Perm, Petropavlovskaya str., 26

<sup>2</sup> Kirov State Medical University of Minzdrav of Russia 610027, Kirov, Karl Marks str., 112

## Abstract

The morphology of the precentral gyrus is of particular interest because it is the origin of the pyramidal pathway responsible for voluntary movements. The aim of the study was to determine the width of the precentral gyrus, the thickness of the cerebral cortex in it and X-ray density of neurons in young boys and girls according to X-ray computed tomographic examination. **Material and methods.** 35 male and 37 female with mesocephalic skulls aged 18 to 20 years old with predominance of the right hand and no pathology of the nervous system organs in the anamnesis were examined. **Results.** The maximal value of the precentral gyrus width was found at the point located above the superior temporal gyrus. Values were lower ( $p < 0.01$ ) at the point located at the level of the middle frontal gyrus. The smallest precentral gyrus width was found at a point above the cingulate gyrus ( $p < 0.01$ ). When comparing the indices in each point, there is a tendency for them to be slightly more prevalent in the left hemisphere than in the right. There is a tendency to non-significant prevalence in boys compared to girls ( $p > 0.05$ ). Parameters of cortical thickness in the precentral gyrus in the studied points did not differ statistically significantly, but there was a tendency to their insignificant predominance in the left hemisphere compared to the right, as well as in boys compared to girls ( $p > 0.05$ ). Values of the X-ray neuron density in the compared points of the precentral gyrus in both hemispheres did not differ statistically significantly for boys and girls. **Conclusions.** The established results will serve as the initial data as a criterion of age-specific morphological norm in young mesocephals with predominance of the right hand, which is highly demanded in the personalized approach in medical practice. These results can also be used in prospective clinical and basic research.

**Key words:** precentral gyrus, cerebral cortex, X-ray density, morphometry, X-ray computed tomography.

**Conflict of interest:** The authors declare no conflict of interest.

**Correspondence author:** Balandina I. A., e-mail: balandina\_ia@mail.ru

**Citation:** Balandin V.A., Zheleznov L.M., Balandina I.A. Morphometric indicators of the precentral gyrus of the large brain in boys and girls. *Sibirskiy nauchnyy meditsinskiy zhurnal = Siberian Scientific Medical Journal*. 2021;41 (6):84–89. [In Russian]. doi: 10.18699/SSMJ20210610

## Введение

Строению центральной нервной системы посвящено немало научных работ. Установлено, что кора полушарий большого мозга, представляющая собой слой серого вещества, в различных отделах имеет неодинаковую толщину. Ее поверхность характеризуется сложным рельефом, включающим в себя многочисленные борозды с расположенными между ними возвышениями – извилинами [1, 2]. Особый интерес для врачей различных специальностей представляют сведения о морфологии предцентральной извилины, поскольку в ней берет свое начало пирамидный путь, отвечающий за произвольные движения [3].

Возможности использования в диагностике различных заболеваний таких современных методов, как рентгеновская компьютерная томография или магнитно-резонансная томография, предъявляют новые требования к уровню знаний о параметрах и структуре конкретных анатомических образований с учетом пола, возраста и типологических особенностей обследуемого [4–6]. В научной литературе имеются сведения об анатомических характеристиках и цитоархитектонике различных отделов большого мозга и мозжечка с учетом конкретного периода постнатального онтогенеза человека [7–10]. При этом детальные знания о морфометрических особенностях предцентральной извилины, выявленных при помощи

компьютерной томографии, весьма скудные и имеют фрагментарный характер.

Цель исследования – установить ширину предцентральной извилины, определить толщину коры большого мозга и рентгеновскую плотность нейронов предцентральной извилины у юношей и девушек по данным рентгеновского компьютерно-томографического исследования.

## Материал и методы

Работа основана на анализе результатов рентгеновского компьютерно-томографического исследования 72 пациентов (35 юношей и 37 девушек) мезоцефалов в возрасте от 18 до 20 лет, проходивших обследование и лечение в отделении лучевой диагностики ГАУЗ Пермского края «Городская клиническая больница № 4» в 2018–2020 гг. На проведение исследования получено разрешение этического комитета Пермского государственного медицинского университета им. академика Е.А. Вагнера (№ 10 от 22.11.2017). У обследуемых в анамнезе отсутствовали заболевания и травмы органов центральной и периферической нервной системы, а также патологические изменения отделов мозга. У всех отмечено преобладание правой руки (правши). Каждый кандидат дал согласие на рентгенологическое исследование, которое проводилось только по показаниям. Снятие продольного и поперечного линейных размеров черепа осуществляли на аксиальном

срезе по крайним наиболее выступающим точкам в режиме трехмерной реконструкции.

Обзорная краниография проводилась на рентгеновском аппарате CHIRANA MP 15-B (CHIRANA X-RAY, A.S., Чешская республика) в двух стандартных проекциях – прямой и боковой. Измеряли продольный и поперечный линейные размеры черепа, после чего по величине поперечно-продольного указателя определяли краниотип пациента. В выборку вошли обследуемые с величиной черепного указателя от 75,0 до 79,9 (мезокраны), поперечно-продольный (черепной) индекс которых составил  $76,6 \pm 1,22$  %. Рентгеновскую компьютерную томографию выполняли на 16-срезовом аппарате OPTIMA CT 520 (GE Healthcare, США). Сканирование проводили с толщиной среза 5 мм нативно, с дальнейшими постпроцессорными реконструкциями в режиме HEAD и BONE с толщиной среза 0,65 мм, используя фильтры резкости. Ширину предцентральной извилины, толщину коры большого мозга в предцентральной извилине и рентгеновскую плотность нейронов определяли в трех точках: T1 (расположенной над верхней височной извилиной), T2 (находящейся на уровне средней лобной извилины) и T3 (установленной над поясной извилиной).

Результаты статистического анализа отражены в виде средней арифметической величины (M), относительной ошибки (m), максимального (Max) и минимального (Min) показателей, среднеквадратического отклонения ( $\sigma$ ), коэффициента вариации (Cv), медианы (Me). Достоверность различий средних значений оценены с приме-

нением параметрического критерия Стьюдента. Критический уровень значимости при проверке статистических гипотез считали равным 0,05, при этом определяли доверительный интервал,  $p < 0,01$ , свидетельствующий о различии между относительными частотами значений признака.

## Результаты

В ходе анализа полученных результатов установили, что максимальное значение ширины предцентральной извилины определяется в T1 (над верхней височной извилиной). В точке T2 (на уровне средней лобной извилины) величина данного параметра достоверно меньше, чем в T1, а в точке T3 она минимальна и значимо меньше, чем в точках T1 и T2 (табл. 1). Статистически значимых различий ширины предцентральной извилины в левом и правом полушариях во всех точках не обнаружено, однако прослеживается тенденция к ее незначительному преобладанию в левом полушарии. Кроме того, наблюдается тенденция к несущественному преобладанию значений у юношей в сравнении с девушками (см. табл. 1).

Сравнительный анализ толщины коры большого мозга в предцентральной извилине в исследуемых точках не показал их статистически значимого различия. При этом обращает на себя внимание тенденция к незначительному преобладанию величины данного параметра в левом полушарии в сравнении с правым, а также у юношей в сравнении с девушками (табл. 2). Рентгеновская плотность нейронов коры в предцентральной из-

**Таблица 1.** Ширина предцентральной извилины у юношей и девушек по данным рентгеновской компьютерной томографии, мм ( $n = 72$ )

**Table 1.** Width of the precentral gyrus in boys and girls according to X-ray computed tomography, mm ( $n = 72$ )

Полушарие	Точка замера	$M \pm m$	Max	Min	$\sigma$	Cv	Me
Юноши ( $n = 35$ )							
Левое	T1	$15,71 \pm 0,03$	15,80	15,65	0,73	0,03	14,94
	T2	$13,55 \pm 0,05^*$	13,60	13,45	0,23	0,00	13,32
	T3	$11,45 \pm 0,38^{* \#}$	11,90	11,00	1,76	0,27	11,14
Правое	T1	$15,69 \pm 0,04$	15,75	15,60	0,16	0,00	14,87
	T2	$13,51 \pm 0,05^*$	13,55	13,40	0,21	0,00	13,12
	T3	$11,42 \pm 0,38^{* \#}$	11,90	11,00	1,78	0,28	11,06
Девушки ( $n = 37$ )							
Левое	T1	$15,67 \pm 0,03$	15,70	15,65	0,17	0,00	14,97
	T2	$13,49 \pm 0,04^*$	13,55	13,45	0,15	0,00	13,29
	T3	$11,38 \pm 0,37^{* \#}$	11,75	11,00	1,71	0,26	11,11
Правое	T1	$15,65 \pm 0,03$	15,70	15,60	0,13	0,00	14,92
	T2	$13,44 \pm 0,04^*$	13,50	13,40	0,15	0,00	13,10
	T3	$11,35 \pm 0,37^{* \#}$	11,90	11,05	1,72	0,26	11,00

**Примечание.** Обозначены статистически значимые отличия ( $p < 0,05$ ) от величин соответствующих показателей ширины предцентральной извилины: \* – в точке T1, # – в точке T2.

**Таблица 2.** Параметры толщины коры большого мозга в предцентральной извилине у юношей и девушек по данным рентгеновской компьютерной томографии, мм ( $n = 72$ )

**Table 2.** Parameters of the thickness of the cerebral cortex in the precentral gyrus in boys and girls according to X-ray computed tomography, mm ( $n = 72$ )

Полушарие	Точка замера	$M \pm m$	Max	Min	$\sigma$	Cv	Me
Юноши ( $n = 35$ )							
Левое	T1	$4,47 \pm 0,30$	4,75	4,20	1,40	0,44	4,16
	T2	$4,73 \pm 0,25$	4,95	4,45	1,30	0,36	4,09
	T3	$4,50 \pm 0,19$	4,70	4,30	0,92	0,19	4,17
Правое	T1	$4,45 \pm 0,28$	4,75	4,15	1,32	0,39	4,16
	T2	$4,71 \pm 0,21$	4,90	4,50	1,05	0,23	4,03
	T3	$4,46 \pm 0,18$	4,65	4,30	0,88	0,17	4,18
Девушки ( $n = 37$ )							
Левое	T1	$4,41 \pm 0,27$	4,70	4,15	1,27	0,37	4,18
	T2	$4,68 \pm 0,20$	4,85	4,50	1,04	0,23	4,07
	T3	$4,43 \pm 0,13$	4,55	4,30	0,62	0,09	4,20
Правое	T1	$4,39 \pm 0,27$	4,65	4,10	1,28	0,37	4,15
	T2	$4,64 \pm 0,20$	4,80	4,45	1,05	0,24	4,01
	T3	$4,40 \pm 0,13$	4,50	4,25	0,61	0,08	4,19

вилине в сравниваемых точках в обоих полушариях большого мозга у юношей и девушек достоверно не различаются (табл. 3).

### Обсуждение

Считается, что к более совершенному эволюционированию кинестетического анализатора, расположенного в предцентральной извилине, привело преимущественное развитие у человека правой руки [11]. В современной литературе встречаются сведения о сравнении концентрации клеточных группировок, расположении межклеточного пространства, занимаемой площади

нейронов в коре большого мозга на уровне предцентральной извилины. Данные исследования выполнены на аутопсийном материале плодов человека, новорожденных, а также погибших младенцев, у которых отмечалась задержка внутриутробного развития. Выявлены морфологические признаки межполушарной асимметрии на уровне предцентральной извилины, проявляющиеся преобладанием толщины коры и площади нейронных группировок в левом полушарии [12]. В нашем исследовании, выполненном у юношей и девушек мезоцефалов в возрасте от 18 до 20 лет, характеризующихся преобладанием правой

**Таблица 3.** Рентгеновская плотность нейронов коры большого мозга в предцентральной извилине у юношей и девушек по данным рентгеновской компьютерной томографии, мм ( $n=72$ )

**Table 3.** X-ray density of cerebral cortex neurons in the precentral gyrus in boys and girls according to X-ray computed tomography, mm ( $n=72$ )

Полушарие	Точка замера	$M \pm m$	Max	Min	$\sigma$	Cv	Me
Юноши ( $n = 35$ )							
Левое	T1	$33,37 \pm 0,28$	33,65	33,10	1,39	0,06	32,74
	T2	$32,50 \pm 0,18$	32,80	32,30	0,81	0,02	32,06
	T3	$33,26 \pm 0,18$	33,45	33,05	0,82	0,02	32,11
Правое	T1	$33,36 \pm 0,28$	33,65	33,10	1,38	0,06	32,75
	T2	$32,90 \pm 0,10$	33,00	32,80	0,44	0,01	32,04
	T3	$33,25 \pm 0,07$	33,35	33,20	0,30	0,00	31,98
Девушки ( $n = 37$ )							
Левое	T1	$33,32 \pm 0,25$	33,60	33,05	1,27	0,05	32,80
	T2	$32,87 \pm 0,09$	32,95	32,80	0,40	0,00	32,09
	T3	$33,20 \pm 0,06$	33,25	33,15	0,28	0,00	32,00
Правое	T1	$33,30 \pm 0,25$	33,55	33,05	1,27	0,05	32,77
	T2	$32,83 \pm 0,09$	32,90	32,75	0,41	0,01	32,06
	T3	$33,18 \pm 0,06$	33,25	33,10	0,27	0,00	31,99

руки, статистически значимых межполушарных различий ширины предцентральной извилины, толщины коры большого мозга и плотности нейронов в данной извилине не выявлено ( $p > 0,05$ ). Однако отмечается тенденция к преобладанию ширины предцентральной извилины и толщины коры большого мозга в ней в левом полушарии по сравнению с правым.

При изучении качественных и количественных особенностей нейроно-глиально-капиллярных взаимосвязей в верхних лобных извилинах коры большого мозга у человека с учетом его половой принадлежности, возраста и полушария установлено повышение плотности клеток глии с возрастом независимо от пола человека. Расчет глиально-нейронального индекса показал превышение в 1,5 раза соотношения «глия–нейрон» у пожилых людей по сравнению с молодыми [13]. Наряду с этим на протяжении жизни человека отмечается снижение плотности капилляров. Впрочем, между правым и левым полушариями большого мозга статистически значимых различий в параметрах нейронов, глии и капилляров как у мужчин, так и у женщин не выявлено [14]. С помощью регистрации значений постоянных потенциалов головного мозга определена взаимосвязь параметров функциональной межполушарной асимметрии со свойствами энергетического обмена в коре полушарий большого мозга [15, 16]. В нашем исследовании при определении рентгеновской плотности нейронов коры большого мозга в предцентральной извилине статистически достоверные межполушарные различия не обнаружены, но все же тенденция к преобладанию параметров в левом полушарии имеется.

## Заключение

Установленные параметры ширины предцентральной извилины, толщины коры большого мозга и рентгеновской плотности нейронов предцентральной извилины могут послужить исходными данными в качестве критерия возрастной морфологической нормы у юношей и девушек мезоцефалов с преобладанием правой руки, что является крайне востребованным на сегодняшний день в условиях персонифицированного подхода в практике современного врача. В довершение всего эти результаты можно использовать в перспективных клинических и фундаментальных исследованиях.

## Список литературы

1. Martínez-Martínez M.A., Borrell V. Developmental mechanisms of cerebral cortex expansion and folding: evolving towards human uniqueness. *Biochem. 2015*; 37 (5): 16–19. doi:10.1042/BIO03705016
2. Ten Donkelaar H.J., Lammens M., Aronica E., van Bokhoven H., Ulzen K. K.-V., Hori A. Clinical neuroembryology: development and developmental disorders of the human central nervous system. Springer, 2014. 677 p.
3. Porro C.A., Francescato M.P., Diamond M.E., di Prampero P.E., Cettolo V., Zuiani C., Bazzocchi M., Baraldi P. Primary motor and sensory cortex activation during motor performance and motor imagery: a functional magnetic resonance imaging study. *J. Neurosci.* 1996; 16 (23): 7688–7698. doi: 10.1523/JNEUROSCI.16-23-07688.1996
4. Араблинский А.В. Компьютерная и магнитно-резонансная томография в диагностике острых заболеваний головного мозга. *Мед. алфавит.* 2010; 19 (2): 21–24.
5. Евзиков Г.Ю., Морозов С.П., Терновой С.К., Сеницын В.Е. Значение функциональной магнитно-резонансной томографии головного мозга в хирургии внутримозговых патологических образований области центральных извилин. *Нейрохирургия.* 2004; (4): 27–29.
6. Бакулин И.С., Коновалов Р.Н., Кротенкова М.В., Супонева Н.А., Захарова М.Н. Воксель-ориентированная морфометрия при боковом амиотрофическом склерозе. *Вестн. рентгенол. и радиол.* 2018; 99 (6): 287–294. doi: 10.20862/0042-4676-2018-99-6-287-294
7. Баландин А.А., Железнов Л.М., Баландина И.А. Сравнительная характеристика параметров таламусов человека в первом периоде зрелого возраста и в старческом возрасте у мезоцефалов. *Сиб. науч. мед. ж.* 2021; 41 (2): 101–105. doi: 10.18699/SSMJ20210214
8. Обухов Д.К., Цехмистренко Т.А., Никитюк Д.Б. Структурные преобразования префронтальной коры человека в постнатальном онтогенезе. *Системный анализ и управление в биомедицинских системах.* 2016; 15 (1): 8–13.
9. García-Marín V., Blazquez-Llorca L., Rodriguez J.R., DeFelipe J., Gonzalez-Soriano J. Differential distribution of neurons in the gyral white matter of the human cerebral cortex. *J. Comp. Neurol.* 2010; 518 (23): 4740–4759. doi: 10.1002/cne.22485
10. Balandina I.A., Zheleznov L.M., Balandin A.A., Kosareva P.V., Borodulin D.V., Amarantov D.G. Comparative organometric characteristic of the cerebellum of the young and old age. *Adv Gerontol.* 2017; 7 (1): 95–99. doi: 10.1134/S2079057017010039
11. Михайленко А.А., Литвиненко И.В., Аношина Е.А., Бобков А.В., Павлова Н.В. Перекрестная афазия. *Вестн. Рос. воен.-мед. акад.* 2015; 4 (52): 228–235.
12. Кудренко А.С. Цитоархитектоника неокортекса пред- и постцентральной извилин и вентрального таламуса у плодов и новорожденных

при хронической внутриутробной гипоксии: автореф. дис. ... канд. мед. наук. Тюмень, 2010.

13. Масловский С.Ю., Семенова М.А., Гаргин В.В. Возрастные изменения глиально-нейронального индекса лобной извилины головного мозга человека. *Укр. морфол. альм.* 2011; 9 (3): 178–179.

14. Бережная М.А. Анализ нейроно-глиально-капиллярных взаимоотношений V слоя в верхних лобных извилинах головного мозга человека в зависимости от пола, возраста и полушария. *Вісн. пробл. біол. і мед.* 2014; 3 (2): 247–252.

15. Акулина М.В., Бирченко Н.С. Функциональная межполушарная асимметрия и особенности обменных процессов в коре больших полушарий. *Альманах современной науки и образования.* 2014; (3): 24–27.

16. Ендолов В.В., Бирченко Н.С. Особенности моторной составляющей межполушарной асимметрии мозга у детей со сколиозом. *Фундам. исслед.* 2005; (4): 13–15.

## References

1. Martínez-Martínez M.A., Borrell V. Developmental mechanisms of cerebral cortex expansion and folding: evolving towards human uniqueness. *Biochemist.* 2015; 37 (5): 16–19. doi:10.1042/BIO03705016

2. Ten Donkelaar H.J., Lammens M., Aronica E., van Bokhoven H., Ulzen K. K.-V., Hori A. Clinical neuroembryology: development and developmental disorders of the human central nervous system. Springer, 2014. 677 p.

3. Porro C.A., Francescato M.P., Diamond M.E., di Prampero P.E., Cettolo V., Zuiani C., Bazzocchi M., Baraldi P. Primary motor and sensory cortex activation during motor performance and motor imagery: a functional magnetic resonance imaging study. *J. Neurosci.* 1996; 16 (23): 7688–7698. doi: 10.1523/JNEUROSCI.16-23-07688.1996

4. Arablinski A.V. Computer and magnetic resonance imaging in the diagnosis of acute brain diseases. *Medicinskiy alfavit = Medical Alphabet.* 2010; 19 (2): 21–24. [In Russian].

5. Evsikov G.Yu., Morozov S.P., Ternovoy S.K., Sinitsyn V.E. The significance of functional magnetic resonance imaging of the cerebrum for surgical treatment of intracerebral pathological formations affecting the central gyri. *Nejrokhirurgiya = Neurosurgery.* 2004; (4): 27–29. [In Russian].

6. Bakulin I.S., Kononov R.N., Krotenkova M.V., Suponeva N.A., Zakharova M.N. Voxel-based morphometry in amyotrophic lateral sclerosis. *Vestnik rentgenologii i radiologii = Bulletin of Roentgenology and Radiology.* 2018; 99 (6): 287–294. [In Russian]. doi: 10.20862/0042-4676-2018-99-6-287-294

7. Balandin A.A., Zheleznov L.M., Balandina I.A. Comparative characteristics of human thalamus param-

eters in the first period of mature age and in senile age in mesocephals. *Sibirskiy nauchnyy meditsinskiy zhurnal = Siberian Scientific Medical Journal.* 2021; 41 (2): 101–105. [In Russian]. doi: 10.18699/SSMJ20210214

8. Obukhov D.K., Tsekhmistrenko T.A., Nikityuk D.B. Structural transformations of human prefrontal cortex in postnatal ontogenesis. *Sistemnyy analiz i upravleniye v biomeditsinskikh sistemakh = Systems Analysis and Management in Biomedical Systems.* 2016; 15 (1): 8–13. [In Russian].

9. García-Marín V., Blazquez-Llorca L., Rodriguez J.R., DeFelipe J., Gonzalez-Soriano J. Differential distribution of neurons in the gyral white matter of the human cerebral cortex. *J. Comp. Neurol.* 2010; 518 (23): 4740–4759. doi: 10.1002/cne.22485

10. Balandina I.A., Zheleznov L.M., Balandin A.A., Kosareva P.V., Borodulin D.V., Amarantov D.G. Comparative organometric characteristic of the cerebellum of the young and old age. *Adv Gerontol.* 2017; 7 (1): 95–99. doi: 10.1134/S2079057017010039

11. Mikhaylenko A.A., Litvinenko I.V., Anoshina E.A., Bobkov A.V., Pavlova N.V. Cross aphasia. *Vestnik Rossiyskoy voyenno-meditsinskoy akademii = Bulletin of the Russian Military Medical Academy.* 2015; 4 (52): 228–235. [In Russian].

12. Kudrenko A.S. Cytoarchitectonics of neocortex of pre- and postcentral gyrus and ventral thalamus in fetuses and newborns in chronic intrauterine hypoxia: abstract dis. on competition of a scientific degree. Abstract of thesis... cand. med. sci. Tyumen, 2010. [In Russian].

13. Maslovsky S.Yu., Semenova M.A., Gargin V.V. Age-related changes in the glial-neuronal index of the frontal gyrus of the human brain. *Ukrayins'kyi morfologichnyy al'manakh = Ukrainian Morphological Almanac.* 2011; 9 (3): 178–179. [In Russian].

14. Berezhnaya M.A. Analysis of neuron-glia-capillary relationships of the V layer in the upper frontal gyrus of the human brain depending on gender, age and hemisphere. *Visnik problem biologii i meditsini = Bulletin of Problems in Biology and Medicine.* 2014; 3 (2): 247–252. [In Russian].

15. Akulina M.V., Birchenko N.S. Functional hemispheric asymmetry and features of metabolic processes in the cerebral cortex. *Al'manakh sovremennoy nauki i obrazovaniya = Almanac of Modern Science and Education.* 2014; (3): 24–27. [In Russian].

16. Endolov V.V., Birchenko N.S. Features of motor component of interhemispheric brain asymmetry in children with scoliosis *Fundamental'nye issledovaniya = Fundamental Research.* 2005; (4): 13–15. [In Russian].

**Сведения об авторах:**

**Владимир Александрович Баландин**, ORCID: 0000-0001-5142-7117, e-mail: balandin.ru@mail.ru

**Лев Михайлович Железнов**, д.м.н., профессор, ORCID: 0000-0001-8195-099, e-mail: lzm-a@mail.ru

**Ирина Анатольевна Баландина**, д.м.н., профессор, ORCID: 0000-0002-4856-9066,  
e-mail: balandina\_ia@mail.ru

**Information about the authors:**

**Vladimir A. Balandin**, ORCID: 0000-0001-5142-7117, e-mail: balandin.ru@mail.ru

**Lev M. Zheleznov**, doctor of medical sciences, professor, ORCID: 0000-0001-8195-099, e-mail: lzm-a@mail.ru

**Irina A. Balandina**, doctor of medical sciences, professor, ORCID: 0000-0002-4856-9066,  
e-mail: balandina\_ia@mail.ru

*Поступила в редакцию 02.08.2021*

*Принята к публикации 21.09.2021*

*Received 02.08.2021*

*Accepted 21.09.2021*