

## НЕЙРОХИРУРГИЯ / NEUROSURGERY

DOI: <https://doi.org/10.60797/IRJ.2024.147.48>

## ГЕНДЕРНЫЕ РАЗЛИЧИЯ МОРФОМЕТРИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ПОЛУШАРИЙ ГОЛОВНОГО МОЗГА У ДЕТЕЙ ДВЕНАДЦАТИЛЕТНЕГО ВОЗРАСТА

Научная статья

Бахарева Н.С.<sup>1,\*</sup>, Авакимян С.Б.<sup>2</sup>, Бараева Л.М.<sup>3</sup>, Гашумова Р.А.<sup>4</sup>, Хромов Д.А.<sup>5</sup>, Юсупов Т.Р.<sup>6</sup>, Федько Н.А.<sup>7</sup>, Чернышев И.А.<sup>8</sup>, Хотянович И.Ю.<sup>9</sup><sup>1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8</sup> Кубанский государственный медицинский университет, Краснодар, Российская Федерация<sup>9</sup> Ставропольский государственный медицинский университет, Ставрополь, Российская Федерация

\* Корреспондирующий автор (nina\_semenovna2323225[at]gmail.com)

**Аннотация**

Полушария большого мозга являются его наиболее обширной частью и играют основополагающую роль в обработке информации и реализации высшей психической деятельности. Интерес к исследованиям, связанным с половым диморфизмом между мужским и женским мозгом, непрерывно растёт в научном сообществе. Однако по-прежнему существует недостаток данных, касающихся гендерных различий в строении и функционировании головного мозга у детей. Данное исследование направлено на выявление гендерных различий в структуре полушарий головного мозга у 12-летних детей. Мы провели ретроспективный анализ результатов МРТ у мальчиков и девочек без патологии центральной нервной системы, что позволило нам обнаружить наличие половых различий в структуре полушарий головного мозга. Мальчики характеризуются большей длиной левого и правого полушарий в сравнении с девочками, приблизительно на 4,6% и 4,8% соответственно. Этот факт связан с тем, что длина правой лобной доли у мальчиков превышает аналогичный показатель девочек на 8,24%, а длина левой лобной доли на 10,76%, соответственно. Интересно отметить, что исследование не выявило никакой билатеральной асимметрии ни у мужчин, ни у женщин.

**Ключевые слова:** дети двенадцатилетнего возраста, гендерные различия, головной мозг, МРТ головного мозга, полушария головного мозга, лобные доли.

## GENDER DIFFERENCES IN MORPHOMETRIC PARAMETERS OF CEREBRAL HEMISPHERES IN TWELVE-YEAR-OLD CHILDREN

Research article

Bakhareva N.S.<sup>1,\*</sup>, Avakimyan S.B.<sup>2</sup>, Baraeva L.M.<sup>3</sup>, Gashumova R.A.<sup>4</sup>, Khromov D.A.<sup>5</sup>, Yusupov T.R.<sup>6</sup>, Fedko N.A.<sup>7</sup>, Chernishev I.A.<sup>8</sup>, Khotyanovich I.Y.<sup>9</sup><sup>1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8</sup> Kuban State Medical University, Krasnodar, Russian Federation<sup>9</sup> Stavropol State Medical University, Stavropol, Russian Federation

\* Corresponding author (nina\_semenovna2323225[at]gmail.com)

**Abstract**

The cerebral hemispheres are the most extensive part of the brain and play a fundamental role in information processing and the fulfilment of higher mental activity. Interest in research related to sexual dimorphism between male and female brains is continuously growing in the scientific community. However, there is still a lack of data regarding gender differences in brain structure and functioning in children. This study aims to identify gender differences in brain hemispheric structure in 12-year-old children. We retrospectively analysed MRI findings in boys and girls without central nervous system pathology, which allowed us to detect the presence of sex differences in the structure of the cerebral hemispheres. Boys are characterized by a greater length of the left and right hemispheres in comparison with girls, approximately by 4.6% and 4.8%, respectively. This fact is related to the fact that the length of the right frontal lobe in boys exceeds that of girls by 8.24% and the length of the left frontal lobe by 10.76%, respectively. It is interesting to note that the research did not show any bilateral asymmetry in either boys or girls.

**Keywords:** twelve-year-old children, gender differences, brain, brain MRI, cerebral hemispheres, frontal lobes.

**Введение**

Головной мозг – сложная структура, играющая ключевую роль в регуляции жизнедеятельности организма. Он состоит из нескольких отделов, где наиболее крупным является конечный мозг. Конечный мозг представлен двумя полушариями – левым и правым, соединенными мозолистым телом, передней и задней спайками, а также спайкой свода. Каждое полушарие включает лобную, теменную, височную и затылочную доли, а также имеет лобный, затылочный и височный полюсы. Поверхность конечного мозга отличается наличием борозд, разделяющих извилины. Большой мозг разделяется продольной щелью, протягивающейся между правым и левым полушариями [1]. Полушария мозга функционально идентичны и находятся в тесном взаимодействии. Однако, по морфометрическим показателям, они редко бывают полностью схожи, что свидетельствует о наличии билатеральной асимметрии. Обычно одно из полушарий, чаще левое, преобладает над другим, правым, как по размеру, так и по массе [2]. Следует отметить, что на данный момент в литературе нет достоверных данных, подтверждающих этот факт. В научных кругах ведутся споры о наличии гендерных различий в строении головного мозга. Половой диморфизм этого важнейшего органа оказывает влияние на исследование патогенеза и методов лечения нейропсихических заболеваний нервной

системы. Некоторые авторы выделяют существенные различия в объеме головного мозга между мужчинами и женщинами. Исследования показывают, что в среднем объем мозга мужчин превышает аналогичные показатели у женщин на 8-15% [3]. Однако другие авторы считают, что пол не играет роли в определении параметров мозга, а влияние оказывает внутричерепной объем, который должен быть учтен при анализе нейроанатомических структур [4]. Изучение изменений параметров мозга с возрастом показывает, что достоверные различия в большей мере проявляются у мужчин, чем у женщин [5]. Однако, другие исследователи отрицают влияние пола на различия в структуре мозга и связывают эти расхождения в данных с параметрами тела, такими как рост и вес, а не с половой принадлежностью. Противоречивые результаты данной области исследований могут быть объяснены тем, что большинство работ были проведены на основе анализа трупного материала людей зрелого и пожилого возраста [6]. С развитием магнитно-резонансной томографии ситуация начала меняться. На основе этого метода диагностики получены данные освещающие гендерные различия размеров боковых желудочков у детей трех лет, параметров ромбовидного мозга у детей девятилетнего возраста, а также гендерные различия параметров мозга у детей в период второго детства [6], [7], [8]. Получение возрастных показателей нормы и определение вариабельности их изменений в зависимости от возраста и пола, позволяет проводить их правильную оценку в случаях, когда необходимо исключить патологию. Полученные данные позволят на более ранних этапах диагностировать пороки развития, 30% из которых у детей приходится на центральную нервную систему. До трети всех дорожно-транспортных происшествий с участием детей, сопровождаются черепно-мозговыми травмами. Помимо этого, частота онкологических заболеваний головного мозга в детской практике достаточно высока, они занимают второе место после опухолей кровеносной системы, более чем в 50% случаев неоплазии локализируются в больших полушариях головного мозга. Индивидуальный подход является основой современной медицины, при котором особенности строения морфологических структур отдельного пациента играют главную роль при диагностике, лечении, профилактике и последующей реабилитации. Однако в современной литературе всё же недостаточно надёжных данных, подтверждающих наличие гендерных различий в строении полушарий мозга детей в возрасте двенадцати лет. В связи с чем исследование этой темы приобретает особую актуальность, учитывая индивидуальные особенности каждого человека, с которыми современная медицина все больше считается. Полученные результаты могут быть применены в рентгенологии, нейрохирургии и смежных областях в качестве отправных показателей нормы. Цель данного исследования состоит в изучении гендерных различий и межполушарной асимметрии в строении полушарий мозга у детей второго детства.

#### **Методы и принципы исследования**

В ходе исследования проведён ретроспективный анализ архивных материалов, полученных методом магнитно-резонансной томографии. Изучены 120 томограмм условно здоровых девочек и мальчиков 12 лет, не имеющих установленной патологии центральной нервной системы. Анализ МРТ включал исследование следующих структур: объём, ширина, высота мозга, длина, ширина, высота полушарий, широтно-продольного и высотно-продольного показатели полушарий, длина лобных, затылочных, теменных, височных долей, высота полушарий мозжечка. Согласно критерию Колмогорова-Смирнова [9] проведено сопоставление количественных показателей соответственно нормальному распределению. Полученные результаты систематизированы в виде таблицы. Зафиксированы максимальные (max) и минимальные (min) значения данных, с учётом относительной ошибки (m) и средней арифметической величины (M). В соответствии с критерием t-критерия Стьюдента [10] достоверными принимались различия при уровне значимости  $p \leq 0,05$ .

#### **Результаты и обсуждение**

Проведенное исследование магнитно-резонансных томограмм позволило нам приблизиться к определению полового диморфизма у детей в возрасте двенадцати лет. По результатам статистического анализа данных были обнаружены значимые гендерные различия в следующих параметрах головного мозга: у мальчиков длина правого полушария составляет  $154,6 \pm 1,1$  мм, левого  $155,0 \pm 1,2$  мм, в то время как у девочек аналогичные показатели равны  $147,8 \pm 1,3$  мм и  $147,9 \pm 1,4$  мм. Вероятно, эти различия связаны с разницей в строении лобных долей: длина правой лобной доли у мальчиков ( $116,9 \pm 1,0$  мм) превышает такой же показатель у девочек ( $108 \pm 1,3$  мм), различия также наблюдаются и для левой лобной доли ( $116,3 \pm 1,3$  мм против  $105,0 \pm 1,4$  мм) (рис. 1). В рамках исследования билатеральная асимметрия как у мальчиков, так и у девочек не установлена. В ходе исследования установлены морфологические показатели нормы размеров структур больших полушарий (табл. 1).

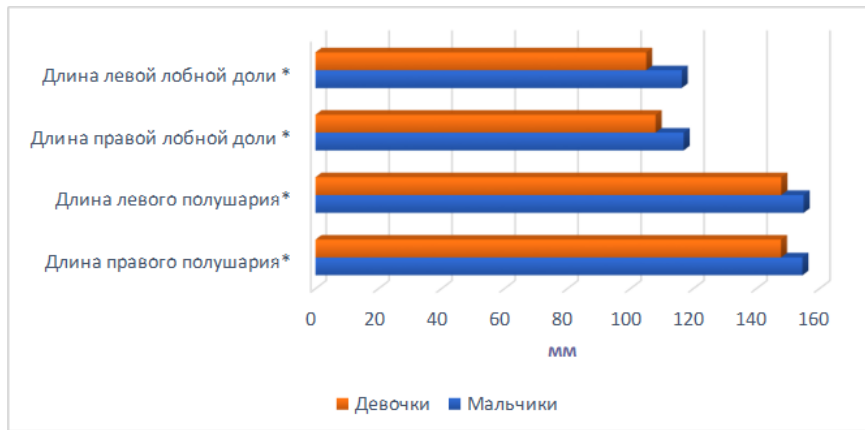


Рисунок 1 - Средние значения показателей длины полушарий головного мозга и длины лобных долей детей 12-ти лет  
DOI: <https://doi.org/10.60797/IRJ.2024.147.48.1>

Таблица 1 - Морфометрические показатели большого мозга у детей возрастной группы 12 лет

DOI: <https://doi.org/10.60797/IRJ.2024.147.48.2>

№ п.п.	Исследуемые показатели		Статистические показатели размеров головного мозга у лиц разного пола					
			Мальчики			Девочки		
			M±m	Min	Max	M±m	Min	Max
1.	Объём мозга (см <sup>3</sup> )		1279,5±11,3	1188,5	1144,3	1217,9±10,7	1121,0	1305,4
2.	Длина полушарий (мм)	Пр.	154,6±1,1	141,0	166,0	147,8±1,3*	138,0	161,0
		Лев.	155,0±1,2	145,0	169,0	147,9±1,4*	138,0	161,0
3.	Ширина мозга (мм)		136,8±1,2	124,0	152,0	134,4±1,4	116,0	150,0
4.	Ширина полушарий (мм)	Пр.	68,6±0,6	62,0	76,0	67,2±0,7	58,0	74,0
		Лев.	68,2±0,6	62,0	76,0	67,1±0,7	58,0	74,0
5.	Высота мозга (мм)		133,3±1,3	121,0	148,0	129,8±1,7	118,0	148,0
6.	Высота полушарий (мм)	Пр.	116,1±12,8	98,0	135,0	115,4±10,6	96,4	129,2
		Лев.	114,6±4,8	99,0	132,0	117,4±10,2	95,6	123,4
7.	Широтно-продольный показатель мозга (%)		88,2±0,9	82,1	92,1	90,8±0,8	81,4	92,3
8.	Широтно-продольный показатель полушарий (%)	Пр.	44,3±0,6	36,1	49,8	45,4±0,7	37,1	47,5
		Лев.	44,0±0,5	37,1	48,6	45,3±0,6	36,2	49,3
9.	Высотно-продольный показатель мозга (%)		86,0±0,9	76,3	91,5	87,7±0,9	81,4	93,5
10.	Высотно-продольный показатель полушарий (%)	Пр.	75,1±0,9	64,1	82,1	78,0±0,84	68,1	83,7
		Лев.	73,9±0,8	67,4	87,7	79,3±0,92	67,4	86,3
11.	Длина лобных долей (мм)	Пр.	116,9±1,0	110,0	128,0	108±1,6*	95,0	119,1
		Лев.	116,3±1,3	103,0	137,0	105±1,4*	95,0	120,0
12.	Длина теменных долей (мм)	Пр.	34,2±0,7	26,0	42,0	33,7±0,6	29,0	39,0
		Лев.	34,1±0,9	23,0	44,0	34,2±0,6	29,0	43,0
13.	Длина затылочных долей (мм)	Пр.	43,0±0,8	31,0	55,0	42,8±0,7	37,0	49,0
		Лев.	43,6±1,0	30,0	57,0	42,7±0,7	36,0	50,0
14.	Длина височных долей (мм)	Пр.	66,6±4,0	52,0	78,0	58,9±4,2	54,7	73,8
		Лев.	67,0±4,1	51,0	78,0	59,3±3,6	53,8	79,6

15.	Высота полушарий мозжечка (мм)	Пр.	44,7±0,8	34,0	58,0	43,9±0,6	39,0	49,0
		Лев.	44,7±0,8	34,0	56,0	43,4±0,6	38,0	50,0

Примечание: звездочкой, расположенной в верхней части ошибки среднеарифметического ( $\pm t^*$ ), обозначены морфометрические показатели у девочек, достоверно отличающиеся от аналогичных параметров у мальчиков ( $p < 0,05$ ); двумя звездочками, расположенными в верхней части ошибки среднеарифметического ( $\pm t^{**}$ ), обозначены морфометрические показатели левого полушария, достоверно отличающиеся от аналогичных параметров правого полушария,; тремя звездочками, расположенными в верхней части ошибки среднеарифметического ( $\pm t^{***}$ ), обозначены морфометрические показатели левого полушария у девочек, достоверно отличающиеся от аналогичных параметров правого полушария и от аналогичных параметров у мальчиков ( $p < 0,05$ )

**Заключение**

Согласно результатам исследования, сопровождавшимся последующим анализом полученных данных, удалось установить корреляцию между полом и параметрами структур головного мозга у детей второго детства. Результаты показали, что у мальчиков правая лобная доля больше на 8,24% по сравнению с девочками, а левая лобная доля больше на 10,76%. Вероятно, именно эти различия приводят к тому, что правое полушарие у мальчиков длиннее на 4,6%, а левое – на 4,8% по сравнению с девочками. Полученные данные о гендерных различиях в структуре полушарий мозга детей соответствуют результатам трудов других авторов [8]. Они имеют важное значение как для теоретической, так и для практической сферы деятельности, могут быть применены в рентгенологии и нейрохирургии, а также в смежных областях как отправные показатели нормы. Собранный материал наглядно демонстрирует границы нормы развития структур головного мозга, что делает работу уникальной в сравнение с уже существующими исследованиями.

**Конфликт интересов**

Не указан.

**Рецензия**

Все статьи проходят рецензирование. Но рецензент или автор статьи предпочли не публиковать рецензию к этой статье в открытом доступе. Рецензия может быть предоставлена компетентным органам по запросу.

**Conflict of Interest**

None declared.

**Review**

All articles are peer-reviewed. But the reviewer or the author of the article chose not to publish a review of this article in the public domain. The review can be provided to the competent authorities upon request.

**Список литературы / References**

1. Воронова А.В. Анатомия центральной нервной системы / А.В. Воронова, Н.М. Климов, А.М. Менджеричкий. — Москва: Аспект Пресс, 2005. — 128 с.
2. Боягина О.Д. Представления о симметрии и асимметрии строения и функции полушарий большого мозга человека согласно данным литературы / О.Д. Боягина // Вестник проблем биологии и медицины. — 2015. — № 4(1). — С. 10-14.
3. Полунина А.Г. Нейроанатомические особенности головного мозга у мужчин и женщин / А.Г. Полунина, Е.А. Брюн // Анналы клинической и экспериментальной неврологии. — 2017. — № 3. — С. 68-75.
4. Ritchie S.J. Sex Differences in the Adult Human Brain: Evidence from 5216 UK Biobank Participants / S.J. Ritchie, S.R. Cox, X. Shen [et al.] // Cereb Cortex. — 2018. — № 28(8). — P. 2959-2975.
5. Pintzka C.W. Marked effects of intracranial volume correction methods on sex differences in neuroanatomical structures: a HUNT MRI study / C.W. Pintzka, T.I. Hansen, H.R. Evensmoen [et al.] // Front Neurosci. — 2015. — № 9(9). — P. 238.
6. Байбаков С.Е. Гендерные различия параметров мозга у детей периода второго детства / С.Е. Байбаков, Н.С. Бахарева, Т.Р. Юсупов [и др.] // Международный научно-исследовательский журнал. — 2022. — № 11(125). — С. 1-6.
7. Малыгина О.Я. Магнитно-резонансная томография в анатомическом исследовании и клинической оценке структур головного мозга в условиях нормы и опухолевой патологии / О.Я. Малыгина // Оренбургский медицинский вестник. — 2013. — № 1. — С. 49-52.
8. Байбаков С.Е. Гендерные различия параметров ромбовидного мозга у детей девятилетнего возраста / С.Е. Байбаков, Н.С. Бахарева, С.В. Чигрин // Международный научно-исследовательский журнал. — 2023. — № 7(133). — С. 1-6.
9. Юнкеров В.И. Математико-статистическая обработка данных медицинских исследований / В.И. Юнкеров, С.Г. Григорьев. — Санкт-Петербург: ВМедА, 2002. — 266 с.
10. Хлопова А.Е. Условия применимости t-критерия Стьюдента в медицине / А.Е. Хлопова, И.В. Щербакова // Вестник медицинских интернет-конференций. — 2014. — № 11. — С. 1276-1278.

**Список литературы на английском языке / References in English**

1. Voronova A.V. Anatomija tsentral'noj nervnoj sistemy [Anatomy of the central nervous system] / A.V. Voronova, N.M. Klimov, A.M. Mendzheritskij. — Moscow: Aspekt Press, 2005. — 128 p. [in Russian]
2. Bojagina O.D. Predstavlenija o simmetrii i asimmetrii stroenija i funktsii polusharij bol'shogo mozga cheloveka soglasno dannym literatury [Ideas about the symmetry and asymmetry of the structure and function of the human cerebral hemispheres according to literature data] / O.D. Bojagina // Vestnik problem biologii i mediciny [Bulletin of Problems of Biology and Medicine]. — 2015. — № 4(1). — P. 10-14. [in Russian]
3. Polunina A.G. Nejroanatomicheskie osobennosti golovnogo mozga u muzhchin i zhenshin [Neuroanatomical features of the brain in men and women] / A.G. Polunina, E.A. Brjun // Annaly klinicheskoi i jeksperimental'noj nevrologii [Annals of Clinical and Experimental Neurology]. — 2017. — № 3. — P. 68-75. [in Russian]
4. Ritchie S.J. Sex Differences in the Adult Human Brain: Evidence from 5216 UK Biobank Participants / S.J. Ritchie, S.R. Cox, X. Shen [et al.] // Cereb Cortex. — 2018. — № 28(8). — P. 2959-2975.
5. Pintzka C.W. Marked effects of intracranial volume correction methods on sex differences in neuroanatomical structures: a HUNT MRI study / C.W. Pintzka, T.I. Hansen, H.R. Evensmoen [et al.] // Front Neurosci. — 2015. — № 9(9). — P. 238.

6. Bajbakov S.E. Gendernye razlichija parametrov mozga u detej perioda vtorogo detstva [Gender differences in brain parameters in children of the second childhood period] / S.E. Bajbakov, N.S. Bahareva, T.R. Jusupov [et al.] // Mezhdunarodnyj nauchno-issledovatel'skij zhurnal [International Research Journal]. — 2022. — № 11(125). — P. 1-6. [in Russian]
7. Malygina O.Ja. Magnitno-rezonansnaja tomografija v anatomicheskom issledovanii i klinicheskoj otsenke struktur golovnogogo mozga v uslovijah normy i opuholevoj patologii [Magnetic resonance imaging in anatomical study and clinical assessment of brain structures in normal conditions and tumor pathology] / O.Ja. Malygina // Orenburgskij medicinskij vestnik [Orenburg Medical Bulletin]. — 2013. — № 1. — P. 49-52. [in Russian]
8. Bajbakov S.E. Gendernye razlichija parametrov rombovidnogo mozga u detej devjatiletnego vozrasta [Gender differences in rhombencephalon parameters in nine-year-old children] / S.E. Bajbakov, N.S. Bahareva, S.V. Chigrin // Mezhdunarodnyj nauchno-issledovatel'skij zhurnal [International Research Journal]. — 2023. — № 7(133). — P. 1-6. [in Russian]
9. Junkerov V.I. Matematiko-statisticheskaja obrabotka dannyh meditsinskih issledovanij [Mathematical and statistical processing of medical research data] / V.I. Junkerov, S.G. Grigor'ev. — Saint-Petersburg: VMedA, 2002. — 266 p. [in Russian]
10. Hlopova A.E. Uslovija primenimosti t-kriterija St'judenta v meditsine [Conditions for the applicability of Student's t-test in medicine] / A.E. Hlopova, I.V. Scherbakova // Vestnik medicinskih internet-konferencij [Bulletin of Medical Internet Conferences]. — 2014. — № 11. — P. 1276-1278. [in Russian]