



НЕЙРОХИРУРГИЯ/NEUROSURGERY

DOI: <https://doi.org/10.60797/IRJ.2026.166.63> EDN: UALDBR

ГЕНДЕРНЫЕ РАЗЛИЧИЯ МОРФОМЕТРИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ СТРУКТУР МОЗЖЕЧКА ЛИЦ ЮНОШЕСКОГО ВОЗРАСТА

Научная статья

Байбаков С.Е.¹, Бахарева Н.С.², Баевский Г.А.^{3,*}, Гордеева Е.К.⁴, Гашумова Р.А.⁵, Бараева Л.М.⁶, Хемешок Д.А.⁷, Наниева Я.В.⁸, Райбова П.Н.⁹, Дюлев Д.Д.¹⁰^{1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10} Кубанский государственный медицинский университет, Краснодар, Российская Федерация

* Корреспондирующий автор (baewsky2016[at]yandex.ru)

Аннотация

В работе представлен сравнительный ретроспективный анализ морфометрических характеристик мозжечка по данным магнитно-резонансной томографии (МРТ) у юношей и девушек в возрасте 17 лет.

Результаты анализа показали достоверно большие значения ширины полушарий мозжечка у юношей по сравнению с девушками. Аналогичная тенденция выявлена при оценке отдельных полушарий. Высота полушарий у юношей также превышала показатели у девушек, тогда как по длине различия были достоверны лишь для левого полушария.

Полученные данные свидетельствуют о наличии полового диморфизма в морфометрических характеристиках мозжечка у лиц 17-летнего возраста. Результаты исследования могут быть использованы в клинической практике для уточнения возрастных и половых особенностей формирования структур головного мозга.

Ключевые слова: мозжечок, гендерные различия, половой диморфизм, юношеский возрастной период.

GENDER DIFFERENCES IN THE MORPHOMETRIC PARAMETERS OF CEREBELLAR STRUCTURES IN ADOLESCENTS

Research article

Baibakov S.Y.¹, Bakhareva N.S.², Baevskii G.A.^{3,*}, Gordeeva Y.K.⁴, Gashumova R.A.⁵, Baraeva L.M.⁶, Hemeshok D.A.⁷, Nanieva Y.V.⁸, Raibova P.N.⁹, Dolev D.D.¹⁰^{1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10} Kuban State Medical University, Krasnodar, Russian Federation

* Corresponding author (baewsky2016[at]yandex.ru)

Abstract

The work presents a comparative retrospective analysis of the morphometric characteristics of the cerebellum, as determined by magnetic resonance imaging (MRI), in 17-year-old boys and girls.

The results of the analysis showed that the width of the cerebellar hemispheres was significantly greater in boys than in girls. A similar tendency was found when assessing the individual hemispheres. The height of the hemispheres in boys was also higher than in girls, whereas differences in length were statistically significant only for the left hemisphere.

The obtained data indicate the presence of sexual dimorphism in the morphometric characteristics of the cerebellum in 17-year-olds. The research results may be utilised in clinical practice to clarify the age- and sex-related characteristics of brain structure development.

Keywords: cerebellum, gender differences, sexual dimorphism, adolescence.

Введение

Мозжечок регулирует тонус осевой мускулатуры, равновесие, пространственную ориентацию, координирует произвольные движения и сенсомоторную адаптацию, а также участвует в когнитивных процессах, включая внимание, речь, планирование и эмоциональную регуляцию [1].

В последние годы в научной литературе появились исследования, посвящённые оценке полового диморфизма мозжечка, однако их результаты остаются неоднозначными и противоречивыми [2]. Большинство работ сосредоточено на морфометрии конечного мозга и отдельных долей мозжечка у взрослых участников, реже — у детей, при этом подростковая и средневозрастная когорты часто исключаются. Такие ограничения выборки и ретроспективный характер исследований объясняют расхождения в полученных данных.

Так, крупные популяционные исследования показали, что у мужчин высота серого вещества в ряде структур, включая мозжечок, превышает аналогичные показатели у женщин [2]. В то же время метаанализ и отдельные работы отмечают более выраженное возрастное снижение объёма серого вещества у женщин, особенно в VIII доле полушарий, а также VI и VII долях червя мозжечка [3]. Другие исследования выявляли межполушарную асимметрию мозжечка: в передних отделах правое полушарие больше левого, в задних — наоборот [4], тогда как часть работ подобных различий не фиксировала.

Исследования детской выборки (8–12 лет) показали, что у мужчин объём серого вещества больше в ряде долей и ножках мозжечка, а у женщин более выраженные когнитивные и двигательные функции коррелируют с толщиной белого вещества в отдельных областях [5]. При учёте возраста выявлены гендерные различия в региональной массе мозжечка, где у женщин она, как правило, выше, за исключением долей VIIIA и VIIIB [6]. Эти данные подтверждают существование структурного полового диморфизма, проявляющегося как в абсолютных, так и в относительных



показателях объёма и массы, что может быть связано с общими антропометрическими и гормональными различиями, а также с различными темпами онтогенетического развития.

Современные методы нейровизуализации, включая высокоразрешающую МРТ, диффузионную МРТ и многомасштабный анализ структурных и беломассовых соединений, позволяют более точно оценивать морфологию, микроструктуру и связи мозжечка [7], [8]. Эти технологии дают возможность выявлять различия на уровне отдельных долей, слоёв серого и белого вещества и внутримозжечковых связей, чего не обеспечивают классические ретроспективные методы.

С учётом ограниченности данных о подростках и противоречивости существующих результатов, изучение полового диморфизма мозжечка в юношеском возрасте остаётся актуальной научной задачей. В рамках нашего исследования были проведены анализы структур головного мозга у детей разных возрастов, которые выявили половые различия, однако вопрос о специфике морфометрии мозжечка требует дальнейшего детального изучения.

Цель исследования — ретроспективный анализ морфометрических параметров мозжечка по данным МРТ у лиц юношеского возраста с оценкой различий по гендерному признаку.

Методы и принципы исследования

В исследование включены 120 магнитно-резонансных томограмм, среди которых 60 томограмм принадлежали девушкам и 60 — юношам. Исключались томограммы лиц с признаками органических нарушений головного мозга или заболеваний ЦНС. Сканирование проводилось на аппарате МРТ «Образ-1» (сила поля 0,12 Тл), «Imttom» (сила поля 0,23 Тл), томографе «Tsona 6400» (сила поля 0,15 Тл) с использованием режима T1-взвешенных изображений. Проанализированы следующие параметры: ширина мозжечка (определялась как расстояние между латеральными углами мозжечка, измерялась на аксиальных срезах); ширина левого, правого полушарий мозжечка (определялась как расстояние от латерального угла мозжечка к срединной линии червя, измерялась на аксиальных срезах справа и слева); высота левого, правого полушарий мозжечка (определялась как длина линии, соединяющей наиболее отстоящие точки на верхней и нижней поверхности полушария, измерялась на парасагиттальных срезах отдельно справа и слева); длина левого, правого полушарий мозжечка (определялась как расстояние между передним и задним углами мозжечка отдельно справа и слева, измерялась на аксиальных срезах). Для обработки изображений применялось программное обеспечение каждого из томографов. Количественные показатели проверялись на соответствие нормальному распределению с помощью критерия Колмогорова–Смирнова. Накопление, корректировка и систематизация исходной информации осуществлялись в Microsoft Excel 2016. Статистический анализ проводился с использованием Statistica 10.0 (StatSoft Inc., США). Результаты считались статистически значимыми при $p < 0,05$.

Основные результаты

В рамках исследования был проведен сравнительный анализ данных МРТ представителей мужского и женского пола в юношеском возрасте.

Было установлено, что ширина полушарий мозжечка у юношей превышает соответствующий показатель у девушек и составляет $105,6 \pm 0,9$ мм против $100,4 \pm 2,2$ мм. Рассмотрены показатели ширины каждого полушария отдельно: ширина левого полушария у юношей составила $47,6 \pm 0,7$ мм, у девушек — $42,9 \pm 0,5$ мм; ширина правого полушария — $48,4 \pm 0,8$ мм у юношей и $43,6 \pm 0,7$ мм у девушек (см. рис. 1).

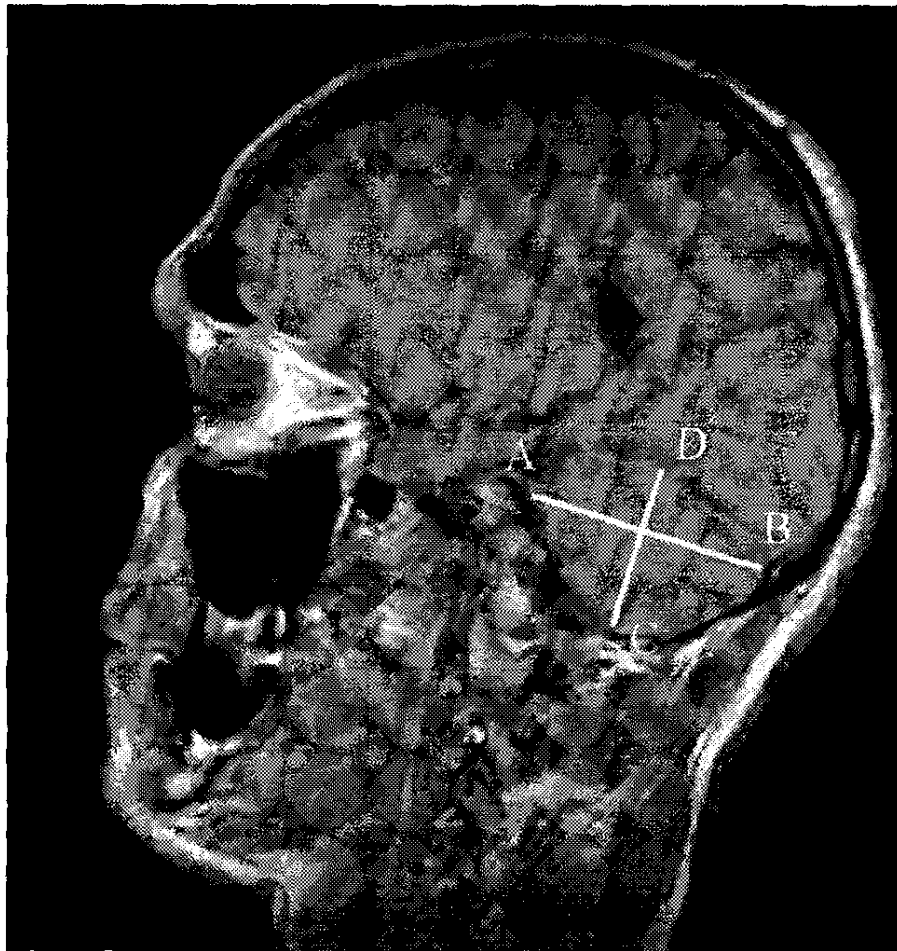


Рисунок 1 - T1-ВИ в сагиттальной плоскости (второй парасагиттальный срез):
 АВ – длина полушария мозжечка; CD – высота полушария мозжечка
 DOI: <https://doi.org/10.60797/IRJ.2026.166.63.1>

Высота полушарий мозжечка у юношей составила $58,9 \pm 0,9$ мм для правого и $59,9 \pm 1,2$ мм для левого полушария, у девушек — $57,8 \pm 1,4$ мм и $58,3 \pm 1,2$ мм соответственно (см. рис. 2).

Что касается длины полушарий, достоверные гендерные различия были выявлены только для левого полушария, длина которого у девушек превышает соответствующий показатель у юношей ($60,0 \pm 1,4$ мм против $58,0 \pm 0,7$ мм).

Статистически значимых данных о наличии полового диморфизма по морфометрическим показателям червя мозжечка не выявлено. Подобные результаты лишь подтверждают необходимость дальнейшего исследования.

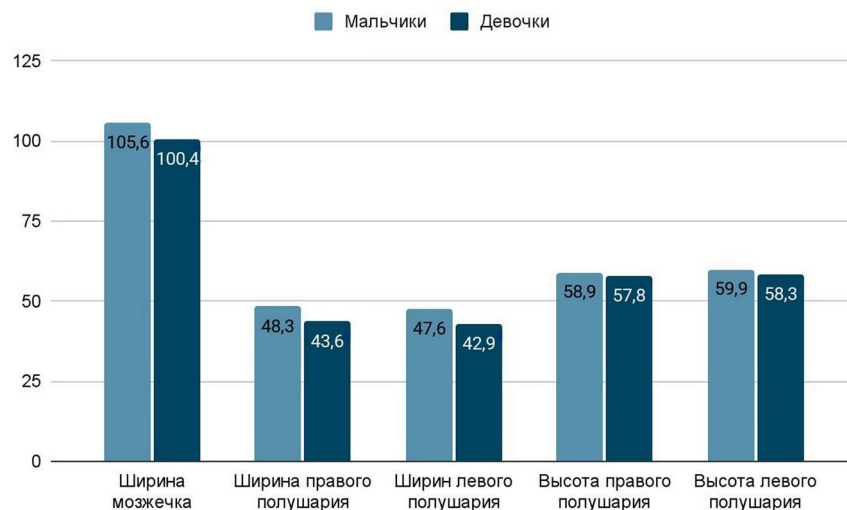


Рисунок 2 - Морфометрические показатели структур мозжечка у девочек и мальчиков 17 лет
 DOI: <https://doi.org/10.60797/IRJ.2026.166.63.2>



Обсуждение

Наши данные подтверждают наличие выраженного полового диморфизма мозжечка в юношеском возрасте. У юношей 17 лет ширина полушарий мозжечка значительно превышает аналогичный показатель у девушек, тогда как различия по высоте менее выражены. Эти результаты согласуются с исследованиями младших возрастных групп, где у мальчиков также отмечалось преимущество по ряду линейных параметров мозжечка [9], [10].

В то же время мы выявили расхождения с предыдущими публикациями. Достоверные различия по длине полушарий в нашей выборке наблюдались только для левого полушария, при этом у девушек этот показатель оказался выше. Это противоречит данным по новорожденным и восьмилетним детям, где преимущество по длине чаще отмечалось у мальчиков. Кроме того, в ранних исследованиях описывалась выраженная билатеральная асимметрия у мальчиков, тогда как в нашей выборке межполушарная асимметрия отсутствовала [9], [10].

Сопоставление с литературными данными показывает, что в целом половой диморфизм проявляется как в абсолютных, так и в относительных показателях мозжечка, включая ширину, высоту и объём отдельных долей, при этом различия могут быть зависимы от возраста, выбранной методики измерений и характеристик выборки. Современные методы нейровизуализации, включая высокоточное T1-взвешенное сканирование и диффузионную МРТ, позволяют более точно оценивать морфологию, микроструктуру и связи мозжечка, выявляя различия на уровне долей, слоёв серого и белого вещества, что ранее было затруднительно.

Заключение

Проведенный сравнительный ретроспективный анализ морфометрических параметров мозжечка по данным МРТ у юношей и девушек юношеского возраста позволил выявить гендерные различия в ряде структурных показателей. Высота и ширина полушарий мозжечка преобладают у юношей, а длина — у девушек, что подтверждает необходимость создания возрастно-половых морфометрических норм. Учёт полового диморфизма крайне важен в клинической практике: в интерпретации результатов лучевой диагностики, планировании нейрохирургических операций у молодых людей.

Конфликт интересов

Не указан.

Conflict of Interest

None declared.

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.

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. Guyton A.C. Textbook of Medical Physiology / A.C. Guyton, J.E. Hall. — Philadelphia: Elsevier, 2021. — 1028 p.
2. Ritchie S.J. Sex differences in the adult human brain: evidence from 5216 UK biobank participants / S.J. Ritchie // *Cerebral cortex*. — 2018. — 28. — P. 2959–2975.
3. Delvecchio G. Sexual regional dimorphism of post-adolescent and middle age brain maturation. A multi-center 3T MRI study / G. Delvecchio // *Frontiers in Aging Neuroscience*. — 2021. — 13. — P. 622054.
4. Fan L. Sexual dimorphism and asymmetry in human cerebellum: an MRI-based morphometric study / L. Fan // *Brain research*. — 2010. — 1353. — P. 60–73.
5. Rice L.C. Sex differences and behavioral associations with typically developing pediatric regional cerebellar gray matter volume / L.C. Rice // *The Cerebellum*. — 2024. — 23. — P. 589–600.
6. Hicks T.H. Age–volume associations in cerebellar lobules by sex and reproductive stage / T.H. Hicks // *Brain Structure and Function*. — 2022. — 227. — P. 2439–2455.
7. Баев А.А. Магнитно-резонансная томография головного мозга. Нормальная анатомия (атлас) / А.А. Баев, О.В. Божко, В.В. Чураянц. — Москва: Медицина, 2015. — 128 с.
8. Каган И.И. Магнитно-резонансно-томографическая анатомия структур головного мозга в детском возрасте. / И.И. Каган, С.С. Струкова. — Москва: Медицина, 2016. — 194 с.
9. Байбаков С.Е. Гендерные особенности билатеральной асимметрии мозжечка у детей периода новорожденности / С.Е. Байбаков, Н.С. Бахарева, С.В. Чигрин и др. // *Norwegian Journal of Development of the International Science*. — 2020. — 42-2. — С. 60–62. — URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/gendernye-osobennosti-bilateralnoy-asimmetrii-mozzhechka-u-detey-perioda-novorozhdennosti> (дата обращения: 20.11.25).
10. Байбаков С.Е. Гендерные различия морфометрических параметров мозжечка у детей периода второго детства / С.Е. Байбаков, Н.С. Бахарева, Т.Р. Юсупов // *Международный научно-исследовательский журнал*. — 2021. — 10(112). — С. 18–22. — DOI: 10.23670/IRJ.2021.112.10.031.

Список литературы на английском языке / References in English

1. Guyton A.C. Textbook of Medical Physiology / A.C. Guyton, J.E. Hall. — Philadelphia: Elsevier, 2021. — 1028 p.
2. Ritchie S.J. Sex differences in the adult human brain: evidence from 5216 UK biobank participants / S.J. Ritchie // *Cerebral cortex*. — 2018. — 28. — P. 2959–2975.



3. Delvecchio G. Sexual regional dimorphism of post-adolescent and middle age brain maturation. A multi-center 3T MRI study / G. Delvecchio // *Frontiers in Aging Neuroscience*. — 2021. — 13. — P. 622054.
4. Fan L. Sexual dimorphism and asymmetry in human cerebellum: an MRI-based morphometric study / L. Fan // *Brain research*. — 2010. — 1353. — P. 60–73.
5. Rice L.C. Sex differences and behavioral associations with typically developing pediatric regional cerebellar gray matter volume / L.C. Rice // *The Cerebellum*. — 2024. — 23. — P. 589–600.
6. Hicks T.H. Age–volume associations in cerebellar lobules by sex and reproductive stage / T.H. Hicks // *Brain Structure and Function*. — 2022. — 227. — P. 2439–2455.
7. Baev A.A. Magnitno-rezonansnaya tomografiya golovnogo mozga. Normal'naya anatomiya (atlas) [Magnetic resonance imaging of the brain. Normal anatomy (atlas)] / A.A. Baev, O.V. Bozhko, V.V. Churayancz. — Moscow: Medicina, 2015. — 128 p. [in Russian]
8. Kagan I.I. Magnitno-rezonansno-tomograficheskaya anatomiya struktur golovnogo mozga v detskom vozraste. [Magnetic resonance imaging anatomy of brain structures in childhood] / I.I. Kagan, S.S. Strukova. — Moscow: Medicina, 2016. — 194 p. [in Russian]
9. Bajbakov S.E. Genderny'e osobennosti bilateral'noj asimmetrii mozzhechka u detej perioda novorozhdennosti [Gender characteristics of bilateral cerebellar asymmetry in newborns] / S.E. Bajbakov, N.S. Baxareva, S.V. Chigrin et al. // *Norwegian Journal of Development of the International Science*. — 2020. — 42-2. — P. 60–62. — URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/gendernye-osobennosti-bilateralnoy-asimmetrii-mozzhechka-u-detey-perioda-novorozhdennosti> (accessed: 20.11.25). [in Russian]
10. Bajbakov S.E. Genderny'e razlichiya morfometricheskix parametrov mozzhechka u detej perioda vtorogo detstva [Gender differences in cerebellar morphometric parameters in second childhood children] / S.E. Bajbakov, N.S. Baxareva, T.R. Yusupov // *International Research Journal*. — 2021. — 10(112). — P. 18–22. — DOI: 10.23670/IRJ.2021.112.10.031. [in Russian]