

Гендерная морфология речедвигательной зоны Брока

© И.Н. БОГОЛЕПОВА¹, М.В. КРОТЕНКОВА¹, Р.Н. КОНОВАЛОВ¹, П.А. АГАПОВ¹, И.Г. МАЛОФЕЕВА¹,
А.Т. БИКМЕЕВ²

¹ФГБНУ «Научный центр неврологии», Москва, Россия;

²ФГБОУ ВО «Башкирский государственный медицинский университет» Минздрава России, Уфа, Россия

Резюме

Цель исследования. Исследование общих закономерностей и различий макроскопии речедвигательной зоны Брока в левом и правом полушариях мозга мужчин и женщин.

Материал и методы. Исследование проводилось на МРТ-изображениях мозга 9 мужчин и 9 женщин (всего 36 полушарий). Все мужчины и женщины были в возрасте от 20 до 30 лет, без психических и неврологических заболеваний. Изучены локализация и строение основных борозд и извилин речедвигательной зоны Брока, а именно треугольной и оперкулярной областей, также проанализирована топография основных борозд в речедвигательной зоне Брока, их форма, длина, взаиморасположение с другими бороздами.

Результаты. Установлены особенности локализации борозд в зоне Брока и различия в количестве дополнительных борозд в треугольной и оперкулярной областях речедвигательной зоны Брока мозга мужчин и женщин, а также степень асимметрии зоны Брока в левом и правом полушариях мозга мужчин и женщин.

Заключение. Речедвигательная зона Брока мозга мужчин и женщин отличается по макроскопическому строению.

Ключевые слова: мозг, мужчина, женщина, речедвигательная зона Брока, макроскопия.

Информация об авторах:

Боголепова И.Н. — <https://orcid.org/0000-0001-8013-2748>

Кротенкова М.В. — <https://orcid.org/0000-0003-3820-4554>

Коновалов Р.Н. — <https://orcid.org/0000-0001-5539-245X>

Автор ответственный за переписку: Боголепова И.Н. — e-mail: bogolepovaira@gmail.com

Агапов П.А. — <https://orcid.org/0000-0002-9947-7057>

Малофеева И.Г. — <https://orcid.org/0009-0006-5633-8061>

Бикмеев А.Т. — <https://orcid.org/0000-0002-3352-5255>

Как цитировать:

Боголепова И.Н., Кротенкова М.В., Коновалов Р.Н., Агапов П.А., Малофеева И.Г., Бикмеев А.Т. Гендерная морфология речедвигательной зоны Брока. *Журнал неврологии и психиатрии им. С.С. Корсакова.* 2023;123(9):96–100.
<https://doi.org/10.17116/jnevro202312309196>

Gender morphology of Broca's motor speech area

© I.N. BOGOLEPOVA¹, M.V. KROTENKOVA¹, R.N. KONOVALOV¹, P.A. AGAPOV¹, I.G. MALOFEEVA¹, A.T. BIKMEEV²

¹Research Center of Neurology, Moscow, Russia;

²Bashkir State Medical University, Ufa, Russia

Abstract

Objective. To study the general patterns and differences in the macroscopic structure of Broca's motor speech area in the left and right hemispheres of male and female brains.

Material and methods. The study was conducted on MRI images of the brains of 9 men and 9 women (36 hemispheres in total). All the people were between the ages of 20 and 30, without any mental or neurological disorders. The localization and structure of the main sulci and gyri of Broca's area, namely the pars triangularis and pars opercularis, were studied. In addition, the topography of the main sulci in Broca's motor speech area, namely their shape, length, and relative position to the other sulci, was analyzed.

Results. The features of the localization of the sulci in Broca's area, the differences in the number of additional sulci in the pars triangularis and pars opercularis of male and female brains, as well as the degree of asymmetry of Broca's area in the left and right hemispheres of the brains of men and women were established. In modern neuroscience a new scientific direction of genderology, which studies the behavior and cognitive functions of males and females, is rapidly developing.

Conclusion. Broca's motor speech area of the brain of men and women differs in macroscopic structure.

Keywords: brain, male, female, Broca's area, macroscopy.

Information about the authors:

Bogolepova I.N. — <https://orcid.org/0000-0001-8013-2748>

Krotenkova M.V. — <https://orcid.org/0000-0003-3820-4554>

Kononov R.N. — <https://orcid.org/0000-0001-5539-245X>

Corresponding author: Bogolepova I.N. — e-mail: bogolepovaira@gmail.com

Agapov P.A. — <https://orcid.org/0000-0002-9947-7057>

Malofeeva I.G. — <https://orcid.org/0009-0006-5633-8061>

Bikmeev A.T. — <https://orcid.org/0000-0002-3352-5255>

To cite this article:

Bogolepova IN, Krotchenkova MV, Kononov RN, Agapov PA, Malofeeva IG, Bikmeev AT. Gender morphology of Broca's motor speech area. *S.S. Korsakov Journal of Neurology and Psychiatry = Zhurnal nevrologii i psikiatrii imeni S.S. Korsakova*. 2023;123(9):96–100. (In Russ.). <https://doi.org/10.17116/jnevro202312309196>

В современной науке наблюдается бурное развитие нового научного направления — гендерологии, которое основывается на результатах социологических, медицинских, демографических и других исследований. Особый интерес ученые проявляют к изучению гендерной медицины и гендерной нейроморфологии, основной задачей которой является изучение различий в морфологии мозга мужчин и женщин, что является необходимым и важным для понимания и анализа особенностей поведения мужчин и женщин, их высшей нервной деятельности и когнитивных функций [1–6].

Мужчины и женщины резко отличаются друг от друга по своему поведению. Для мужчин характерно лидерство, мужчину в обществе обычно рассматривают как воина, защитника, добытчика, ответственного за материальный статус семьи. Женщина прежде всего является матерью и женой. Выявляется большая разница в эмоциональных, двигательных реакциях мужчин и женщин, их восприятии окружающего мира, памяти, внимании [7–9].

Различается речь мужчин и женщин [10, 11]. Речь женщины отличается от речи мужчины беглостью. Женщина более многословна, как правило, говорит за день примерно на 7–10 тыс. слов больше, чем мужчина. На телефонные разговоры мужчина тратит времени в среднем в 3,5 раза меньше, чем женщина. Построение речи женщин и мужчин сильно различается. Одной из основных характеристик речи женщины является ее эмоциональность, в речевых стереотипах женщина проявляет больше нежности, тепла, чем мужчина. Для мужчин наиболее типичным является более строгий тон, менее эмоционально окрашенные речевые выражения, иногда даже агрессивность [12–14].

В отличие от мужчин речь женщины более разнообразна. Женщина может использовать более сложные, длинные предложения, мужчины говорят относительно короткими предложениями, используя часто стереотипные шаблоны. Словарный запас мужчин и женщин также различается, у женщин словарный запас несколько богаче, чем у мужчин. Женщина использует в речи много уменьшительных суффиксов и вежливые формы в отличие от мужчин. Построение беседы у мужчин и женщин обычно разное. Женщины склонны к беседам на личные темы, об отношениях между людьми. Мужчины чаще всего концентрируют свое внимание на задачах, на итогах беседы. Речь мужчины отличается независимостью, желанием добиться результатов, решимостью и напором. Женщина чаще соглашается в разговоре с собеседником, избегая резкостей.

Как известно, структурной основой речевых функций в мозге человека является речедвигательная зона Брока.

Цель настоящего исследования — изучение особенностей макроскопического строения речедвигательной зоны Брока мозга мужчин и женщин.

Материал и методы

Исследование структурной организации мозга мужчин и женщин проведено с помощью МРТ головного мозга. Об-

следованы 18 человек (36 полушарий): 9 мужчин и 9 женщин. Все участники исследования были в возрасте от 20 до 30 лет. Обследованные не страдали психическими и неврологическими заболеваниями.

Проанализировано строение борозд и извилин мозга мужчин и женщин и измерен общий объем серого и белого вещества мозга, кроме того, проведен сравнительный анализ объема ряда корковых структур мозга и измерена толщина коры нескольких областей мозга мужчин и женщин.

Исследование выполнено на ультравысокопольном магнитно-резонансном томографе Siemens Magnetom Prisma в режиме T1 MP2RAGE в сагиттальной плоскости в количестве 176 срезов с толщиной среза 1 мм и параметрами сканирования TR=5000,0 ms, TE=2,74 ms, TI1=700 ms, TI2=2500 ms, flipangle 1=40, flipangle 2=50 и размером матрицы 256 мм. Реконструкция поверхности мозга проведена путем обработки полученных МРТ-изображений с использованием инструментария для обработки МРТ-данных CAT12, созданного на базе пакета компьютерной математики Matlab. В соответствии со стандартной процедурой, описанной в руководстве приложения CAT12, использовался модуль Segment. Объем серого вещества и толщина коры мозга также вычислялись с использованием CAT12 в модуле ROI Tools на основе двух атласов: neuromorphometrics и aparc_a2009s_thickness.

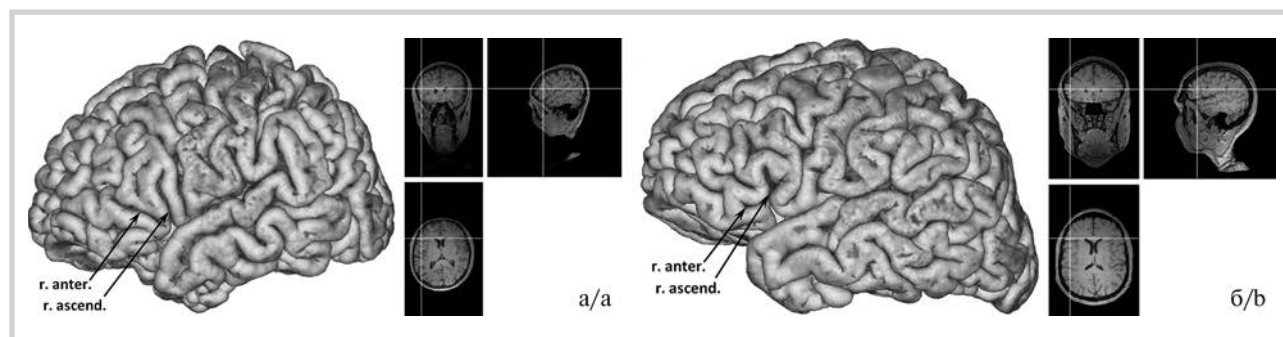
Статистическая обработка данных проведена в программе Statistica 8. Для удобства представления данных в статье приведены средние значения и стандартная ошибка среднего.

Результаты

Было показано, что речедвигательная зона Брока мозга мужчин и женщин отличается по макроскопическому строению. В мозге женщин передняя и восходящая ветви латеральной борозды в правом полушарии наиболее часто отходили от латеральной борозды под острым или тупым углом по отношению друг к другу или на очень незначительном расстоянии друг от друга (90% случаев), в правом полушарии мозга мужчин эти борозды отходили на некотором расстоянии друг от друга (73% случаев) (см. рисунок).

Интересным фактом является выявленная различная длина восходящей и передней ветвей латеральной борозды. В мозге мужчин длина передней ветви латеральной борозды в 56% исследованных случаев превосходила длину восходящей ветви латеральной борозды, в то время как длина передней ветви латеральной борозды в мозге женщин превышала длину восходящей ветви латеральной борозды только в 39% изученных случаев. Длины восходящей и передней ветвей латеральной борозды были равны в мозге мужчин приблизительно в 11% изученных случаев, а в мозге женщин — в 28%.

Радиальная борозда в треугольной области зоны Брока в мозге мужчин чаще была самостоятельной бороздой (в 55% изученных случаев), в 45% случаев она отходила от нижней лобной борозды. В мозге женщин радиаль-



Локализация восходящей ветви (*ramus ascendens sulcus lateralis*) и передней ветви (*ramus anterior sulcus lateralis*) латеральной борозды в левом полушарии мозга мужчины (а) и женщины (б).

Localization of the ascending branch (*ramus ascendens sulcus lateralis*) and the anterior branch (*ramus anterior sulcus lateralis*) of the lateral sulcus in the left hemisphere of the brain of a man (a) and a woman (b).

ная борозда была самостоятельной в 50% изученных случаев и в том же количестве случаев она отходила от нижней лобной борозды.

Диагональная борозда встречалась в 3 раза чаще в мозге женщин (33% случаев) по сравнению с мозгом мужчин (11% случаев).

Сравнительный анализ взаимоотношения прецентральной борозды с латеральной бороздой выявил определенные различия. Так, в мозге мужчин практически во всех изученных случаях прецентральная борозда соединялась с латеральной бороздой, а в мозге женщин прецентральная борозда сливалась с латеральной бороздой только в 89% случаев. Нижняя лобная борозда как в мозге мужчин, так и в мозге женщин в большинстве случаев соединялась с прецентральной бороздой. В мозге мужчин соединение нижней лобной борозды отмечалось в 78% случаев, а в мозге женщин — в 83%.

Следует подчеркнуть, что наличие дополнительных борозд и выраженность сулькации в речедвигательной зоне Брока, особенно в триангулярной области, значительно различались. Так, в мозге мужчин в левом полушарии в триангулярной области зоны Брока была установлена локализация большего числа дополнительных борозд по сравнению с тем же полушарием мозга женщин. В правом полушарии строение триангулярной области зоны Брока мозга женщин заметно отличалось от строения той же области мозга мужчин, а именно: у женщин было установлено большее число дополнительных борозд и большая степень сулькации.

В результате настоящего исследования было показано, что установленные различия в локализации борозд в зоне Брока определяют значительные особенности строения триангулярной области и оперкулярной области в мозге мужчин и женщин. Так называемый замкнутый тип строения триангулярной области речедвигательной зоны Брока, характеризующийся тем, что все борозды, окружающие эту область, соединяются друг с другом, встречался у мужчин почти в 2 раза чаще, чем у женщин. Еще большие различия были установлены при сравнительном сопоставлении строения оперкулярной области речедвигательной зоны Брока в мозге мужчин и женщин. В мозге мужчин замкнутый тип строения оперкулярной области зоны Брока был установлен в 44% изученных случаев, а в мозге женщин — только в 11%.

Соответственно этому смешанный и прерывистый тип макроскопического строения триангулярной области и оперкулярной области речедвигательной зоны Бро-

ка, когда борозды отходят друг от друга на определенном расстоянии, также по-разному встречался в мозге мужчин и женщин. При этом типе строения границы триангулярной области и оперкулярной области нечеткие и триангулярная область и оперкулярная область зоны Брока соединяются с корковыми формациями орбитальной области нижней лобной извилины, с корковыми формациями средней лобной извилины и прецентральной извилины с помощью лимитрофных (межуточных) цитоархитектонических зон. Так, например, в мозге женщин триангулярная область зоны Брока соединяется в 83% изученных случаев с орбитальной областью нижней лобной извилины, а в мозге мужчин — только в 50% изученных случаев. Оперкулярная область зоны Брока в мозге мужчин соединялась благодаря наличию лимитрофных зон со средней лобной извилиной в 22% изученных случаев, а в мозге женщин — в 72%.

Полученные количественные данные показали некоторые различия в величине как всего мозга мужчин и женщин, так и речедвигательной зоны Брока. Объем серого вещества мозга мужчин в среднем составлял $568,4 \pm 19,3 \text{ см}^3$, а объем серого вещества мозга женщин — $563,6 \pm 11,1 \text{ см}^3$. Объем серого вещества оперкулярной области зоны Брока в мозге мужчин равнялся $2,3 \pm 0,17 \text{ см}^3$ в левом полушарии, в то время как в мозге женщин — $2,2 \pm 0,06 \text{ см}^3$.

Определенные различия были установлены при измерении толщины коры речедвигательной зоны Брока мозга мужчин и женщин. Так, толщина коры оперкулярной области речедвигательной зоны Брока мозга мужчин в левом полушарии равнялась $2,34 \pm 0,10 \text{ мм}$, а в правом полушарии — $2,36 \pm 0,12 \text{ мм}$. В мозге женщин толщина коры этих корковых формаций в левом полушарии составляла $2,50 \pm 0,02 \text{ мм}$, а в правом полушарии — $2,56 \pm 0,06 \text{ мм}$.

Степень выраженности асимметрии строения речедвигательной зоны Брока в мозге мужчин была выражена больше по сравнению с мозгом женщины, для которого характерным являлось более симметричное строение зоны Брока.

Обсуждение

Настоящее исследование выявило ряд особенностей макроскопии речедвигательной зоны Брока мозга мужчин и женщин. Были установлены определенные различия в локализации и количестве борозд в триангулярной области речедвигательной зоны Брока, а именно: в пра-

вом полушарии мозга женщин в триангулярной области наблюдалось большее число борозд, разделяющих триангулярную зону Брока на значительное число небольших извилин. Можно предположить, что это приводит к увеличению площади коры триангулярной области, увеличению нейронного состава этой области, что, по-видимому, может быть связано с особенностями речедвигательной функции женщин, а именно с беглостью речи, ее эмоциональностью. Наши данные согласуются с другими исследованиями [15, 16].

Важной особенностью макроскопического строения речедвигательной зоны Брока мозга женщин в отличие от мозга мужчин являются принципы локализации борозд. Для речедвигательной зоны Брока мозга мужчин наиболее характерным является замкнутый тип строения борозд, когда одна борозда практически переходит в другую. Для речедвигательной зоны Брока мозга женщин характерен прерывистый или смешанный тип строения борозд. При прерывистом и смешанном типе строения борозд между ними располагаются лимитрофные зоны — зоны постепенного перехода коры триангулярной области и оперкулярной области в соседние корковые структуры. У женщин в мозге чаще встречается постепенный переход триангулярной области зоны Брока в орбитофронтальную кору, которая принимает участие в формировании эмоций. Можно предположить, что это является одним из анатомических признаков женского мозга, позволяющих контролировать свои эмоциональные реакции, связанные с поведенческими различиями в обработке эмоций, особенно при разговоре. Нами выдвинуто предположение, что эти макроскопические особенности строения речедвигательной зоны Брока увеличивают компенсаторные возможности мозга женщин, что было также установлено при изучении постмортального материала. Исследования ряда ученых показали, что эти лимитрофные зоны могут играть важную роль при разнообразных формах поражения мозга [5, 17].

Особенностью макроскопии речедвигательной зоны Брока мозга мужчин и женщин являются различия в строении этой области в левом и правом полушариях. Для мозга мужчин наиболее характерным является выраженная асимметричность строения речедвигательной зоны Брока. В левом полушарии мозга мужчин встречается чаще замкнутый тип ее строения по сравнению с мозгом женщин. В правом полушарии мозга мужчин наблюдается прерывистый или смешанный тип строения зоны Брока. Для мозга женщин типичным является более симметричное строение речедвигательной зоны Брока. Как в левом, так и в правом полушариях мозга женщин локализуется прерывистый или смешанный тип строения борозд, что совпадает с исследованиями других авторов. По-видимому, это связано с особенностями речи и мышления женщин и мужчин. Исследователями было показано, что мужчины и женщины при произношении разных слов и предложений по-разному используют речедвигательную зону Брока. Мужчины используют в основном корковые формации в левом полушарии мозга, в то время как женщины для выполнения тех же задач используют те же структуры в обоих полушариях мозга. При интерпретации целых предложений в женском мозге отмечается активизация обоих полушарий, в мужском мозге — только одного полушария [18].

Имеются нейрофизиологические и клинические исследования, которые показывают связь асимметрии макроскопии и микроскопии корковых формаций мозга мужчин и женщин с особенностями когнитивных функций. Так, существует гипотеза, что половые различия в формировании речевых навыков у мужчин и женщин коррелируют с особенностями их строения. Согласно этой гипотезе, более быстрое и более прочное запоминание слов и чужой речи и более высокая скорость кратковременной памяти у женщин коррелирует с тем, что женщина более продуктивно использует речедвигательную зону Брока в правом полушарии [19].

Определенные особенности строения правого и левого полушарий мозга у мужчин и женщин также были установлены и другими учеными [20, 21].

В результате прогресса технологий нейровизуализации, с помощью МРТ-исследований ученые получили более широкий доступ к получению множества новых данных о морфометрических различиях между мужским и женским мозгом. В первую очередь представлены новые данные об общем размере мозга у мужчин и женщин. Согласно нашим исследованиям, объем серого вещества мозга мужчин больше по сравнению с объемом серого вещества мозга женщин. Это коррелирует с данными исследований ученых, проведенных на постмортальном материале [22, 23], и с данными МРТ-исследований, которые также показали, что мужской мозг больше женского приблизительно на 10%, даже после учета размера тела [21, 24—26].

Также нами установлена определенная разница в объеме серого вещества триангулярной и оперкулярной областей зоны Брока у мужчин и женщин, что соответствует результатам исследований других ученых [27].

Результаты наших исследований показывают определенные различия в толщине коры речедвигательной зоны Брока. В литературе до настоящего дня ведутся дискуссии по этому вопросу. Некоторые авторы приходят к выводу, что вообще отсутствуют различия в толщине коры в мозге мужчин и женщин [24, 28]. Другие считают, что толщина коры мозга больше у мужчин, также ученые приводят количественные данные о большей толщине коры в мозге женщин [29, 30].

Установленные анатомические особенности структурной организации речедвигательной зоны Брока имеют большое значение для понимания клинической картины различных неврологических и психических заболеваний мужчин и женщин, а также их реабилитационного периода. Можно предположить, что у женщин обычно восстанавливается речь быстрее, чем у мужчин, после инсульта, так как при поражении левого полушария у женщин восстанавливается речь не только за счет левого полушария, но и за счет правого полушария, играющего активную роль в процессе речи у женщин. На основе проведенных исследований можно сделать вывод, что особенности макроскопии речедвигательной зоны Брока в левом и правом полушариях мозга мужчин и женщин могут объяснять необходимость выработки гендерной неврологической помощи и персонализированной тактики реабилитации при различных неврологических заболеваниях.

**Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.
The authors declare no conflicts of interest.**

ЛИТЕРАТУРА/REFERENCES

- Kimura D. *Sex and Cognition*. MIT Press. 2000:230.
- Бутовская М.Л. *Тайны пола. Мужчина и женщина в зеркале эволюции*. Фрязино: Вех-2; 2004:359.
Butovskaya ML. *Secrets of gender. Man and woman in the mirror of evolution*. Fryazino: Vekh-2; 2004:359. (In Russ.).
- Боголепова И.Н., Малофеева Л.И. *Мозг мужчины, мозг женщины: Монография*. М.: ФГБНУ «НЦН» РАМН; 2014.
Bogolepova IN, Malofeeva LI. *The brain of a man, the brain of a woman: Monograph*. M.: FGBNU «NTsN» RAMN; 2014. (In Russ.).
- Риппон Д. *Гендерный мозг. Современная нейробиология развенчивает миф о женском мозге*. Бомбора; 2019:400.
Rippon D. *Gender brain. Modern neuroscience debunks the myth of the female brain*. Bombora; 2019:400. (In Russ.).
- Этинген Л. *Чем мужчина отличается от женщины. Очерки сравнительной анатомии*. М.: АСТ-Пресс; 2012.
Etingen L. *How a man differs from a woman. Essays on comparative anatomy*. M.: AST-Press; 2012. (In Russ.).
- Ильин Е.П. *Дифференциальная психофизиология мужчины и женщины*. СПб: Питер; 2002.
Ilyin EP. *Differential psychophysiology of men and women*. SPb: Piter; 2002. (In Russ.).
- Barnett-Cowan M, Dyde RT, Thompson C, Harris LR. Multisensory determinants of orientation perception: task-specific sex differences. *Eur J Neurosci*. 2010;31(10):1899-907.
<https://doi.org/10.1111/j.1460-9568.2010.07199.x>
- Machin S, Pekkarinen T. Assessment. Global sex differences in test score variability. *Science*. 2008;28;322(5906):1331-2.
<https://doi.org/10.1126/science.1162573>
- Пиз А., Пиз Б. *Язык взаимоотношений мужчина ↔ женщина*. М.: ЭКСМО-Маркет; 2000.
Piz A, Piz B. *The language of relationships between man and woman*. M.: EKSMO-Market; 2000. (In Russ.).
- Земская Е.А., Китайгородская М.В., Розанова Н.Н. *Особенности мужской и женской речи. Русский язык в его функционировании. Коммуникативно-прагматический аспект*. М.: Наука; 1993.
Zemskaya EA, Kitaygorodskaya MV, Rozanova NN. *Features of male and female speech. Russian language in its functioning*. M.: Nauka; 1993. (In Russ.).
- Чекалина А.А. *Гендерная психология*. М.: Ось-89; 2009.
Chekalina AA. *Gender psychology*. M.: Osv-89; 2009. (In Russ.).
- Ardzenadze A, Devadze M. Gender Characteristics of Verbal behavior on the Background of Intercultural Communication. *Cross-Cultural Studies: Education and Science*. 2019;4(3):35-43.
<https://doi.org/10.24411/2470-1262-2019-10059>
- Locke JL. *Duels and duets: why men and women talk so differently*. Cambridge University Press; 2011:134.
<https://doi.org/10.1017/CBO9780511993404>
- Kisselev P, Braun MA, Brown JD. Gender differences in language acculturation predict marital satisfaction: A dyadic analysis of Russian-speaking immigrant couples in the United States. *J of Comparative Family Studies*. 2010;41(5):767-782.
<https://doi.org/10.3138/jcfs.41.5.767>
- Ruigrok AN, Salimi-Khorshidi G, Lai MC, et al. A meta-analysis of sex differences in human brain structure. *Neurosci Biobehav Rev*. 2014;39(100):34-50.
<https://doi.org/10.1016/j.neubiorev.2013.12.004>
- Kurth F, Jancke L, Luders E. Sexual dimorphism of Broca's region: More gray matter in female brains in Brodmann areas 44 and 45. *J Neurosci Res*. 2017;95(1-2):626-632.
<https://doi.org/10.1002/jnr.23898>
- Саркисов С.А. *Очерки по структуре и функции мозга*. М.: Медицина; 1974.
Sarkisov SA. *Essays on the structure and function of the brain*. M.: Meditsina; 1974. (In Russ.).
- Zaudi ZF. Gender differences in human brain: A review. *The Open Anatomy Journal*. 2000;2:37-55.
<https://doi.org/10.2174/1877609401002010037>
- Вольф Н.В., Разумникова О.М. *Половой диморфизм функциональной организации мозга при обработке речевой информации. Функциональная межполушарная асимметрия. Хрестоматия*. М.: Научный мир; 2004.
Wolf NV, Razumnikova OM. *Sexual dimorphism of the functional organization of the brain in the processing of speech information. Functional interhemispheric asymmetry. Anthology*. M.: Nauchnyj mir; 2004. (In Russ.).
- Holloway RL. In the trenches with the corpus callosum: Some redux of redux. *J Neurosci Res*. 2017;95(1-2):21-23.
<https://doi.org/10.1002/jnr.23818>
- Allen JS, Damasio H, Grabowski TJ, et al. Sexual dimorphism and asymmetries in the gray-white composition of the human cerebrum. *Neuroimage*. 2003;18(4):880-894.
[https://doi.org/10.1016/s1053-8119\(03\)00034-x](https://doi.org/10.1016/s1053-8119(03)00034-x)
- Pakkenberg H, Voigt J. Brain weight of Danes. *Acta Anat*. 1964;56:297-307.
- Dekaban AS. Tables of cranial and orbital measurements, cranial volume, and derived indexes in males and females from 7 days to 20 years of age. *Ann Neurol*. 1977;2(6):485-491.
<https://doi.org/10.1002/ana.410020607>
- Nopoulos P, Flaum M, O'Leary D, Andreasen NC. Sexual dimorphism in the human brain: evaluation of tissue volume, tissue composition and surface anatomy using magnetic resonance imaging. *Psychiatry Res*. 2000;98(1):1-13.
[https://doi.org/10.1016/s0925-4927\(99\)00044-x](https://doi.org/10.1016/s0925-4927(99)00044-x)
- Goldstein JM, Seidman LJ, Horton NJ, et al. Normal sexual dimorphism of the adult human brain assessed by in vivo magnetic resonance imaging. *Cereb Cortex*. 2001;11(6):490-497.
<https://doi.org/10.1093/cercor/11.6.490>
- O'Brien LM, Ziegler DA, Deutsch CK, et al. Adjustment for whole brain and cranial size in volumetric brain studies: a review of common adjustment factors and statistical methods. *Harv Rev Psychiatry*. 2006;14(3):141-151.
<https://doi.org/10.1080/10673220600784119>
- Luders E, Sánchez FJ, Gaser C, et al. Regional gray matter variation in male-to-female transsexualism. *Neuroimage*. 2009;46(4):904-907.
<https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2009.03.048>
- O'Donnell S, Noseworthy MD, Levine B, Dennis M. Cortical thickness of the frontopolar area in typically developing children and adolescents. *Neuroimage*. 2005;24(4):948-954.
<https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2004.10.014>
- Salat DH, Buckner RL, Snyder AZ, et al. Thinning of the cerebral cortex in aging. *Cereb Cortex*. 2004;14(7):721-730.
<https://doi.org/10.1093/cercor/bhh032>
- Luders E, Narr KL, Thompson PM, et al. Gender effects on cortical thickness and the influence of scaling. *Hum Brain Mapp*. 2006;27(4):314-324.
<https://doi.org/10.1002/hbm.20187>

Поступила 15.05.2023

Received 15.05.2023

Принята к печати 24.05.2023

Accepted 24.05.2023