

УДК 611.811
DOI: 10.36979/1694-500X-2024-24-5-163-167

**АНАТОМИЧЕСКАЯ АСИММЕТРИЯ МОЗГА
КАК ФАКТОР, ОПРЕДЕЛЯЮЩИЙ ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ
ОСОБЕННОСТИ ОРГАНИЗМА**

А.А. Бейсембаев, Е.Р. Гордеев, А.Е. Стрижков

Аннотация. Рассматривается межполушарная асимметрия головного мозга, которая считалась уникальной особенностью человека. Появившиеся факты латеральной специализации у животных позволяют понять происхождение и роль данного явления у человека, проявление индивидуальных и видовых особенностей организма. На основе анализа МРТ головного мозга человека и коллекции анатомических образцов, данных литературы выявлено, что асимметрии полушарий наблюдаются уже в мозге плода и ребенка, у эмбрионов и к моменту рождения, правое полушарие имеет больший объем. В онтогенезе асимметрия мозга только усиливается, у 350 обследованных праворуких людей проявилась тенденция к снижению межполушарной согласованности с возрастом. Анатомическая асимметрия является нормой строения, однако разная степень ее проявления может привести к функциональным нарушениям и развитию заболеваний различного спектра, таких как дислексия, шизофрения, эпилепсия.

Ключевые слова: межполушарная асимметрия; анатомия; возрастные изменения головного мозга.

**ОРГАНИЗМИН ФУНКЦИАЛЫК ӨЗГӨЧӨЛҮКТӨРҮН
АНЫКТООЧУ ФАКТОРУ КАТАРЫ АЛЫНГАН МЭЭНИН
АНАТОМИАЛЫК АСИММЕТРИЯСЫ**

А.А. Бейсембаев, Е.Р. Гордеев, А.Е. Стрижков

Аннотация. Макалада адамдын уникалдуу өзгөчөлүгү катары эсептелген мээнин interhemispheric асимметриясы талкууланат. Жаныбарлардын каптал адистешүүсүнүн пайда болгон фактылары бул кубулуштун адамдардагы келип чыгышын жана ролун, организмдин жеке жана түргө мүнөздүү өзгөчөлүктөрүнүн көрүнүшүн түшүнүүгө мүмкүндүк берет. Адамдын мээсинин МРТ анализинин жана анатомиялык үлгүлөрдүн, адабият маалыматтарынын жыйындысынын негизинде жарым шарлардын асимметриялары түйүлдүктүн жана баланын мээсинде, эмбриондордо жана төрөлгөндө байкалаары аныкталган. оң жарым шардын көлөмү чоңураак. Онтогенез учурунда мээнин асимметриясы текшерилген 350 оң колдуу адамдарда гана күчөйт, жаш өткөн сайын жарым шарлар аралык координациянын төмөндөшүнө тенденция байкалган. Анатомиялык асимметрия структуралык норма болуп саналат, бирок анын көрүнүшүнүн ар кандай даражасы функционалдык бузулууларга жана дислексия, шизофрения жана эпилепсия сыяктуу башка спектрдеги оорулардын өнүгүшүнө алып келиши мүмкүн.

Негизги сөздөр: мээнин асимметриясы; анатомиясы; жаш куракка байланыштуу мээдеги өзгөрүүлөр.

**ANATOMICAL ASYMMETRY OF THE BRAIN
AS A FACTOR DETERMINING FUNCTIONAL FEATURES
OF THE ORGANISM**

A.A. Beisembaev, E.R. Gordeev, A.E. Strizhkov

Abstract. The article deals with the interhemispheric asymmetry of the brain, which was considered a unique feature of humans. Emerging facts of lateral specialization in animals allow us to understand the origin and role of this phenomenon in humans, the manifestation of individual and species-specific features of the organism. Based

on the analysis of MRI of the human brain, collection of anatomical specimens, literature data, it was revealed that asymmetries of hemispheres are observed already in the brain of fetus and child, in embryos and by the time of birth, the right hemisphere has a larger volume. In ontogenesis, brain asymmetry only increases, 350 right-handed people examined showed a tendency to decrease interhemispheric coherence with age. Anatomical asymmetry is a norm of structure, but different degrees of its manifestation can lead to functional disorders and development of diseases of different spectrum, such as dyslexia, schizophrenia, epilepsy.

Keywords: interhemispheric asymmetry; anatomy; age-related brain changes.

Актуальность. Проблема функциональной межполушарной асимметрии (латеральной специализации) является одной из важнейших психофизиологических закономерностей деятельности человеческого мозга. В течение более столетия функциональная межполушарная асимметрия считалась уникальной особенностью человека [1–4]. В настоящее время имеется около сотни научных фактов, свидетельствующих в пользу представления о существовании латеральной специализации мозга животных [5–8].

Значение выявления и изучения латеральной специализации мозга у животных, по крайней мере, двояко. С эволюционных позиций оно позволит лучше понять происхождение и роль церебральной асимметрии у человека, с экспериментальных – даст возможность более глубокого исследования механизмов этой важнейшей особенности головного мозга [9–11].

Данная работа представит доказательство существования у животных латеральной специализации мозга, тем самым даст возможность рассматривать функциональную межполушарную асимметрию не как уникальную особенность мозга человека, а как общую фундаментальную закономерность деятельности мозга позвоночных.

Стоит отметить, что асимметрия наблюдается и в анатомическом строении головного мозга животных, что опирается на эволюционную теорию асимметризации организмов, мозга и парных органов, предложенную В.А. Геодакяном в 1993 г. [12].

Целью исследования явилось обоснование анатомической асимметрии мозга как фактора индивидуальных и видовых особенностей организма. Для достижения поставленной цели проводилось доказательство гипотез:

1. Анатомическая асимметрия мозга может считаться фактором, определяющим функциональные особенности организма.

2. Феномен асимметрии характерен для животных с нормальным функциональным развитием.

3. Феномены функциональной и анатомической асимметрии головного мозга могут считаться созависимыми.

Материал и методы исследования.

➤ Провести анализ набора МРТ головного мозга человека [13].

➤ Исследовать анатомическое строение головного мозга млекопитающих животных, используя собственную методику сохранения биологических образцов.

Результаты исследования и их обсуждение. Согласно теории адаптогенеза Дарвина, свойства симметрии определяются условиями внешней среды. В свою очередь, асимметрия завязана на процессах анизотропии среды обитания [13, 14].

Мозг и нервная система человека, связанные с ними органы чувств в целом устроены симметрично (анатомическое расположение глаз, полушарий мозга, зрительного перекреста и т. д.). Однако фундаментальная симметрия мозга в некоторых случаях нарушается. В данном случае можно привести два ярких примера:

1) доминирование левого полушария при владении языком;

2) “рукость” с доминированием правой руки в 90 % случаев. Причем разная сила мышц обеих рук является следствием асимметрии мозга при использовании доминантной руки.

В настоящее время доминирующее полушарие возможно определить следующими методами: электроэнцефалография, тахистоскопия, соматосенсорная дискриминация, ди-гаптическая стимуляция, диктоскопическое прослушивание.

Известно, что максимальное функциональное и анатомическое развитие головного мозга произошло у высших млекопитающих

(человек). Изменения эти наблюдаются в основном в трех позициях:

1. Ассоциативные структуры таламуса и коры.
2. Система мозолистого тела.
3. Область фронтальной коры.

Дополнительно наблюдается развитие ипсисвязи – прямых нервных путей, соединяющих каждое полушарие с каждой стороной тела.

Как полагают ряд авторов, содержание серого вещества в левом полушарии больше, чем в правом [15], правое полушарие обильнее кровоснабжается, что приводит к большей смертности по сравнению с такими же повреждениями в левом полушарии [8].

Согласно концепции Т.А. Доброхотовой и Н.Н. Брагиной, пространственно различные структуры – правое и левое полушарие – функционируют различно и во времени: правое полушарие отражает настоящее и прошлое время, а левое – настоящее и будущее [16].

Передний мозг разделен на два полушария, что обусловлено билатеральным строением тела, симметрией сенсорных и моторных функций. Каждое полушарие мозга связано с противоположной стороной тела. Для всех позвоночных животных такая модель построения проводящих путей очень важна в эволюционном плане. На данный момент роль такого перекреста не выяснена. Некоторые представители позвоночных, наряду с контралатеральными связями, имеют ипсилатеральные, которые представляют собой меньшее количество волокон [17–19].

Полагается, что появление мозолистого тела в период филогенеза у плацентарных млекопитающих влияет на появление латеральной симметрии [18].

Как показало вскрытие черепа некоторых животных (корова, кролик, баран, кошка), у животных наблюдается межполушарная анатомическая асимметрия [18, 19].

Функциональная асимметрия мозга (относительно правшей). *Левое полушарие* играет роль восприятия речи, письма, самосознания, счета, мышления (абстрактное, логическое). Оно способно последовательно оценивать действия, воспринимать время и производить ложные высказывания. Трудности работы полушария приводят к депрессии. Чаще всего левому полушарию приписывают доминирующую роль,

так как идет контроль актов речи и конечностей [3, 4, 20].

Правое полушарие предназначено для пространственной ориентации и эмоционального восприятия. Оно не способно оценивать абстракции и действия, но воспринимает аналогии вещей. Трудности работы полушария приводят к эйфории. Также правое полушарие отвечает за проявление агрессии [3, 4, 20].

Некоторое время ученые считали, что асимметрия человеческого мозга – одно из преимуществ *Ното* как вида. Однако вскоре данные мысли были опровергнуты. Например, локальное повреждение мозга крыс приводит к различным эмоциональным потрясениям, левым полушарием контролируется пение у воробьев, внутривидовая коммуникация обезьян локализована в левом полушарии. Но стоит учитывать, что предпочтение использования той или иной доминирующей лапы у животных определяется случайным образом и в дальнейшем это свойство укрепляется [5, 21].

Наблюдается сходство латерализации полушарий у человека и обезьян. К примеру, распознавание лиц локализуется предпочтительно в правом полушарии, что объясняется наличием специального механизма полушария [5, 18, 19].

Связь асимметрии мозга с возрастом. По свидетельству анатомических данных, можно заключить, что асимметрии полушарий наблюдаются уже в мозге плода и ребенка. У эмбрионов и к моменту рождения, правое полушарие имеет больший объем. Анатомическая и функциональная асимметрия мозга всегда предшествует факторам и информации окружающей среды [8, 14, 21].

При испытании 350 праворуких людей проявилась тенденция к снижению межполушарной согласованности с возрастом. Можно заключать, что в онтогенезе асимметрия мозга только усиливается. Однако до сих пор не известно, до какого периода происходит период латерализации.

Нарушение асимметрии мозга.

1. **Дислексия.** Изменение асимметрии теменной пластинки (*planum parietale*) связано с развитием дислексии и нарушениями чтения. При данном заболевании наблюдается симметрия височных плоскостей, что свидетельствует о малой специализации

- левого полушария. У детей данное заболевание может выражаться в трудности воспринимать и производить буквы или слова. Также отмечается, что нарушение доминирования полушарий влияет на заикание. Принято считать, что смещение симметрии в сторону правого полушария пагубно влияет на обмен информации между областями Вернике и Брока, располагающимися в левом полушарии [22, 23].
2. *Шизофрения*. При данном заболевании наблюдается уменьшение асимметрии мозга, в частности височных плоскостей. Чем больше симметрия, тем сильнее проявляются галлюцинации [24, 25].
 3. *Эпилепсия*. Именно сдвиг асимметрии от доминирующего полушария приводит к развитию эпилепсии [26].

Выводы

1. Симметрия тела – одно из основных свойств нормального строения и функционирования организма (развитие лица и черепа, расширение вен, иммунитет и т. д.).

2. Анатомическая асимметрия является нормой строения, однако разная степень ее проявления может привести к функциональным нарушениям и развитию заболеваний различного спектра.

Поступила: 12.04.24; рецензирована: 26.04.24;
принята: 30.04.24.

Литература

1. *Ожигова А.П.* Архитектоника затылочной области коры больших полушарий приматов: автореф. дис. ... канд. биол. наук / А.П. Ожигова. М.: Моск. гос. ун-т им. М.В. Ломоносова, 1960. 12 с.
2. *Павлов И.П.* Лекции о работе больших полушарий головного мозга / И.П. Павлов. М.; Л.: Гос. изд-во, 1927 (Л.: тип. Печатный двор). 371 с.
3. *Mundorf A., Petersurs J., Ocklenburg S.* Asymmetry in the central nervous system: a perspective of clinical neurology // *Frontiers in Systems Neuroscience*. 2021. DOI: <https://doi.org/10.3389/fnsys.2021.733898>.
4. *Antropova L.K., Andronnikova O.O., Kulikov V.Y., Kozlova L.A.* Functional asymmetry of the brain and individual psychophysiological features of a person. *Meditsina i obrazovanie v Sibiri = Medicine and education in Siberia*. 2019; 3. Available at: <https://mos.ngmu.ru/archive/index.php?number=36> (accessed: 10.01.2022) (in Russ.).
5. *Бианки В.Л.* Асимметрия мозга животных / В.Л. Бианки; отв. ред. Н.Н. Трауготт. Л.: Наука, Ленингр. отделение, 1985. 295 с.
6. *Бабминдра В.П.* Общая физиология нервной системы / АН СССР. Отделение физиологии / В.П. Бабминдра, Б.И. Ходоров. О.А. Крышталь [и др.]; редкол.: П.Г. Костюк (отв. ред.). Л.: Наука. Ленингр. отделение, 1979. 716 с.
7. *Ожигова А.П.* Особенности миеоархитектоники коркового конца зрительного анализатора в эволюционном ряду приматов / А.П. Ожигова. М.: Наука, 1964. 7 с.
8. *Поляков В.М.* Функциональная асимметрия мозга в онтогенезе (обзор литературы отечественных и зарубежных авторов) / В.М. Поляков, Л.И. Колесникова // *Acta Biomedica Scientifica*. 2005; 5 (43). С. 206–215.
9. *Павлова И.В.* Функциональная асимметрия мозга при мотивационных и эмоциональных состояниях: автореф. дис. ... д-ра биол. наук: 03.00.13 / И.В. Павлова. М.: Ин-т высш. нерв. деятельности и нейрофизиологии РАН, 2001. 35 с.
10. *Брагина Н.Н.* Функциональные асимметрии человека / Н.Н. Брагина, Т.А. Доброхотова. 2-е изд., перераб. и доп. М.: Медицина, 1988. 237 с.
11. *Ignatova Yu.P., Makarova I.I., Zenina O.Yu., Aksenova A.V.* Modern aspects of the study of functional hemispheric asymmetry of the brain // *Ekologiya cheloveka = Human ecology*. 2016; 9: 30–39. (in Russ.).
12. *Homo asymmetricus? Эволюционная теории асимметрии В.А. Геодакьяна / [сост. и ред. С.В. Геодакьян]. М., 2014. 156 с.*
13. *Franks C.* In search of the biological roots of the typical and atypical asymmetry of the human brain: a comment on “Phenotypes in the functional segregation of the hemispheres? Prospects and problems” Guy Wingerhoets // *Physics of Life Reviews*. 2019; 30: 22–24. URL: <https://doi.org/10.1016/j.plrev.2019.07.004>.
14. *Хохлова Е.А.* Функциональная асимметрия головного мозга и её взаимосвязь с хронотипом человека / Е.А. Хохлова, Е.Д. Крючкова, Лебедев И.А. [и др.] // *Уральский медицинский журнал*. 2020. № 10 (193). С. 96–100.

15. *Геодакян В.А.* Асинхронная асимметрия // Журн. высшей нервной деятельности. 1993. 043 (3). С. 543–561.
16. *Доброхотова Т.А.* Левши / Т.А. Доброхотова, Н.Н. Брагина. М.: Изд-во “Книга”, 1994. 232 с.
17. *Блинков С.М.* Особенности строения большого мозга человека: Височная доля человека и обезьян / С.М. Блинков. М.: Медгиз, 1955. 128 с.
18. *Хачатурян А.А.* Сравнительная анатомия коры большого мозга приматов – человека и обезьяны: Прецентр. и постцентр. области: автореф. дис. ... д-ра биол. наук / А.А. Хачатурян. М.: Моск. гос. ун-т им. М.В. Ломоносова, 1968. 49 с.
19. *Жеденов В.Н.* Сравнительная анатомия приматов (включая человека) / В. Н. Жеденов; под ред. М.Ф. Нестурха. М.: Высшая школа, 1962. 626 с.
20. *Лопатцкая Ж.Н.* Определение индивидуальных профилей функциональной асимметрии головного мозга у студентов-медиков / Ж.Н. Лопатцкая, А.Н. Поборский // Психология. Психофизиология. 2022. Т. 15. № 3. С. 80–90. DOI: 10.14529/jpps220308.
21. *Hartvigsen G., Bengio U., Bzdok D.* How does the specialization of the hemisphere contribute to the cognition that defines a person? // *Neuron*. 2021;109 (13): 2075–2090. URL: <https://doi.org/10.1016/j.neuron> (дата обращения: 21.04.2024).
22. *Власова В.П.* Фонетико-фонематическое нарушение речи как клиническая и логопедическая проблема / В.П. Власова, Е.В. Асадулина // Интеграция науки и образования в XXI веке: психология, педагогика, дефектология: материалы Междунар. научно-практ. конф., Саранск, 1 декабря 2017 года / Н.В. Рябова (отв. ред.). Саранск: МордГПИ, 2017. С. 316–321.
23. *Sander K., Chai X., Barbeau E.B. et al.* Brain interhemispheric functional communication predicts the success of learning a new language in adults // *Cerebral Cortex*. 2022; 131. URL: <https://doi.org/10.1093/cercor/bhac131>.
24. *Сычугов Е.М.* Влияние функциональной асимметрии на эффективность терапии шизофрении / Е.М. Сычугов, Л.Н. Касимова, О.С. Зайцев // Современная терапия психических расстройств. 2020. № 4. С. 22–27. DOI: 10.21265/PSYRN.2020.69.26.003.
25. *Макарова Н.А.* Функциональная асимметрия головного мозга и ее влияние на развитие заболеваний / Н.А. Макарова, Л.А. Позолотина // Вятский медицинский вестник. 2023. № 1 (77). С. 96–100.
26. *Самохин М.В.* Межполушарная асимметрия головного мозга / М.В. Самохин // Современная терапия в психиатрии и неврологии. 2019. № 1. С. 22–25.