

НЕЙРОХИРУРГИЯ / NEUROSURGERY

DOI: <https://doi.org/10.60797/IRJ.2024.150.13>

ДИНАМИКА РОСТА ПОЛУШАРИЙ ГОЛОВНОГО МОЗГА И ЕГО ДОЛЕЙ У ДЕТЕЙ ПЕРИОДА РАННЕГО ДЕТСТВА

Научная статья

Байбаков С.Е.¹, Бахарева Н.С.^{2,*}, Гордеева Е.К.³, Бараева Л.М.⁴, Хромов Д.А.⁵, Юсупова А.И.⁶, Оганьян Ф.А.⁷, Чернышев И.А.⁸, Захарова В.Е.⁹, Манжолла А.А.¹⁰, Южаков М.В.¹¹, Чепурняк В.М.¹², Федько Н.А.¹³^{1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13} Кубанский государственный медицинский университет, Краснодар, Российская Федерация

* Корреспондирующий автор (bakhareva16ksma0[at]gmail.com)

Аннотация

Целью данного исследования является анализ морфометрических изменений различных структур полушарий головного мозга у здоровых детей в период раннего детства. Изучение динамики параметров полушарий головного мозга в постнатальном периоде онтогенеза обладает значительным практическим значением и является высокоактуальной задачей, особенно в период раннего детства, характеризующегося интенсивными темпами роста и развития. Исследование проводилось ретроспективно на основе архивных данных магнитно-резонансных томограмм (МРТ) головного мозга детей, полученных в отделении лучевой диагностики. Анализ статистических данных у детей периода раннего детства выявил динамику практически всех изучаемых параметров полушарий головного мозга у мальчиков и девочек (0-3 года); при этом наиболее значительный рост наблюдался у детей в возрастном периоде от 0 до 1 года, который в 5-6 раз превосходил динамику роста в последующий период от 1 до 2 лет. Также были выявлены гендерные различия в скорости роста различных долей полушарий головного мозга: у мальчиков преимущественно за счет правого полушария (теменной и лобной долей), у девочек – за счет левого (лобной, теменной, затылочной долей). По результатам исследования можно констатировать наличие динамики роста полушарий головного мозга и его долей в рамках периода раннего детства с наиболее существенным ростом в период от 0 до 1 года; также были выявлены гендерные различия в скорости роста различных долей полушарий головного мозга.

Ключевые слова: половые различия, период раннего детства, полушария головного мозга.

GROWTH DYNAMICS OF THE BRAIN HEMISPHERES AND ITS LOBES IN CHILDREN OF THE EARLY CHILDHOOD PERIOD

Research article

Baibakov S.Y.¹, Bakhareva N.S.^{2,*}, Gordeeva Y.K.³, Baraeva L.M.⁴, Khromov D.A.⁵, Yusupova A.I.⁶, Oganyan F.A.⁷, Chernishev I.A.⁸, Zakharova V.Y.⁹, Manzhola A.A.¹⁰, Yuzhakov M.V.¹¹, Chepurnyak V.M.¹², Fedko N.A.¹³^{1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13} Kuban State Medical University, Krasnodar, Russian Federation

* Corresponding author (bakhareva16ksma0[at]gmail.com)

Abstract

The aim of this study is to analyse morphometric changes in various structures of the cerebral hemispheres in healthy children during early childhood. The dynamics of brain hemispheric parameters in the postnatal period of ontogenesis is of considerable practical importance and is a highly relevant task, especially in early childhood, which is characterized by intensive growth and development. The research was carried out retrospectively on the basis of archival data of magnetic resonance tomograms (MRI) of the brain of children obtained in the Department of Radiological Diagnostics. Analysis of statistical data in children of the early childhood period revealed the dynamics of almost all studied parameters of the brain hemispheres in boys and girls (0-3 years); the most significant growth was observed in children in the age period from 0 to 1 year, which was 5-6 times higher than the growth dynamics in the subsequent period from 1 to 2 years. Gender differences in the growth rate of different lobes of the brain hemispheres were also identified: in boys – mainly at the expense of the right hemisphere (parietal and frontal lobes), in girls – at the expense of the left hemisphere (frontal, parietal, occipital lobes). According to the results of the study, it can be stated that there are dynamics of growth of the brain hemispheres and its lobes within the period of early childhood with the most significant growth in the period from 0 to 1 year of age; gender differences in the growth rate of different lobes of the brain hemispheres were also found.

Keywords: sex differences, early childhood, brain hemispheres.**Введение**

Магнитно-резонансная томография (МРТ) головного мозга является наиболее точным неинвазивным методом оценки структур полушарий развивающегося мозга [1]. Это позволяет проводить не только качественную, но и количественную оценку различных структур мозга с использованием как объемного, так и линейного подхода. Объемные параметры дают представления об абсолютных и относительных изменениях объема различных структур мозга в динамике [2], [11]. Самый быстрый рост полушарий головного мозга происходит во время раннего возрастного периода (первых трех лет жизни), что приводит к удвоению общего объема мозга и почти утроению объемов других областей мозга, таких, например, как мозжечок [3]. В некоторых исследованиях определяется размер структур мозга, таких как мозолистое тело или ствол головного мозга, но они включают лишь ограниченное число случаев [4], [5], [10]. Отсутствие исследований, посвященных исследованиям, посвященных половым особенностям в морфологии полушарий головного мозга у детей в период второго детства, противоречит принципам персонифицированной

медицины, которая подчеркивает необходимость индивидуального подхода к медицинскому обслуживанию на всех этапах оказания помощи. Ранняя неинвазивная диагностика поражений центральной нервной системы может существенно улучшить прогноз заболевания, но требует надежных показателей нормы, которые различаются в зависимости от возрастной группы и гендерной принадлежности. Доступные исследования по развитию полушарий головного мозга в основном сосредоточены на нарушениях этого процесса, не учитывая сравнение с данными здоровых детей соответствующего возраста [6], [7], [8]. Морфометрические параметры, полученные в ходе исследования, могут быть использованы в лучевой диагностике, неврологии, нейрохирургии и других областях медицины в качестве индикаторов нормальных размеров структур, с учетом гендерных различий и половой принадлежности. Целью настоящего исследования является детальное изучение динамики роста различных структур полушарий головного мозга у здоровых детей раннего возрастного периода на основе данных магнитно-резонансной томографии (МРТ). Это исследование направлено на получение объективных и достоверных данных, которые могут быть использованы для улучшения диагностики и лечения неврологических заболеваний, а также для разработки персонализированных подходов к медицинскому обслуживанию.

Методы и принципы исследования

В рамках настоящего исследования было проведено ретроспективное когортное исследование на основе архивных данных магнитно-резонансной томографии (МРТ) головного мозга детей в возрасте от 0 до 3 лет, классифицированных в соответствии с возрастными периодами, предложенными Всемирной организацией здравоохранения (ВОЗ). Для анализа были отобраны 240 МРТ-томограмм из архива отделения лучевой диагностики, включая по 30 мальчиков и 30 девочек в каждой возрастной группе. Морфометрические параметры мозга были измерены в соответствии с соответствующими руководствами и протоколами. Статистический анализ данных был проведен с использованием программного пакета Statistica 10.0. Различия между показателями были считаны статистически значимыми при уровне значимости $p < 0,05$.

Результаты и обсуждение

Анализ статистических данных головного мозга детей показал, что наблюдается динамика роста практически у всех изученных параметров группы мальчиков и девочек раннего возрастного периода. Установлено, что в группе мальчиков одного года следующие показатели оказались выше по сравнению с аналогичными энцефалометрическими параметрами в группе новорожденных детей: объем мозга на 18,4%; длина обеих полушарий (правого на 36,8%, левого на 32,4%); ширина и высота мозга на 42,0% (правого на 47,1% и левого на 37,6%) и 39,8%, соответственно, высота обеих полушарий (правого на 37,3% и левого на 30,7%); длина правой лобной доли на 44,0%, левой лобной доли на 29,0%; длина левой теменной доли на 48,5%, длина правой лобной доли на 39,5%; длина затылочной доли (правой на 0% и левой на 41,4%); длина обеих височных долей (правой на 23,2 % и левой на 25,8%). Установлено, что в группе мальчиков двухлетнего возраста следующие показатели оказались выше по сравнению с аналогичными энцефалометрическими параметрами (рис. 1, 2) в группе детей одного года: объем мозга на 11,89%; длина обеих полушарий (правого на 9,88 %, левого на 10,25%); ширина и высота мозга на 3,32% и 7,68%, соответственно, высота обеих полушарий (правого на 6,23%, левого на 6,02%); длина правой лобной доли на 7,84%, левой лобной доли на 12,89%; длина левой теменной доли на 12,8%, длина правой лобной доли на 13,87%; длина обеих височных долей (правой на 4,9%, левой на 9,31%). Иная динамика структур полушарий головного мозга наблюдается в группе девочек 1-го года (рис.3,4). Важно отметить, что у девочек первого года жизни наблюдается иная динамика роста структур головного мозга, что указывает на гендерные различия в развитии центральной нервной системы в раннем возрасте.

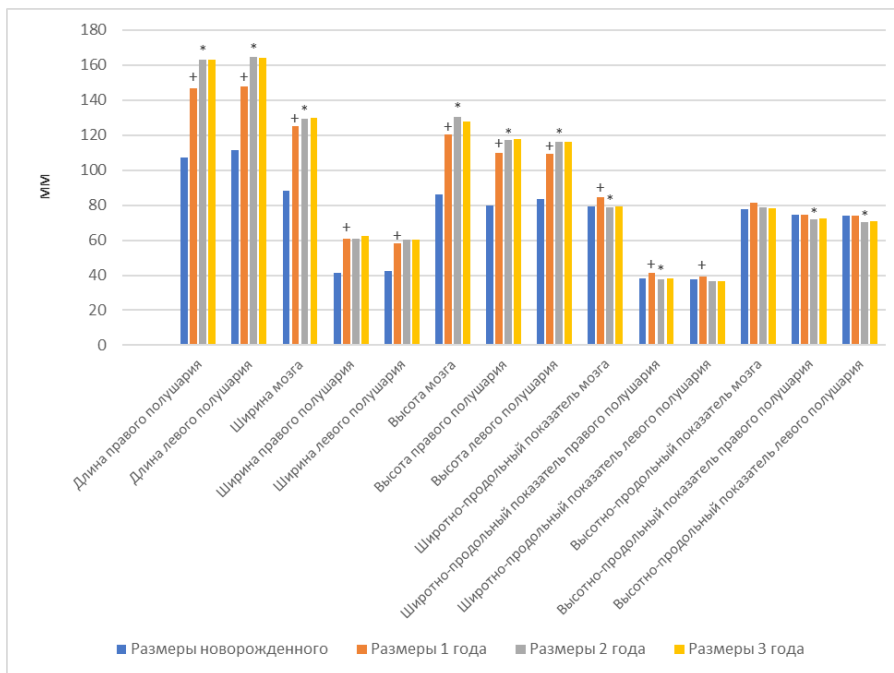


Рисунок 1 - Параметры полушарий головного мозга у мальчиков
 DOI: <https://doi.org/10.60797/IRJ.2024.150.13.1>

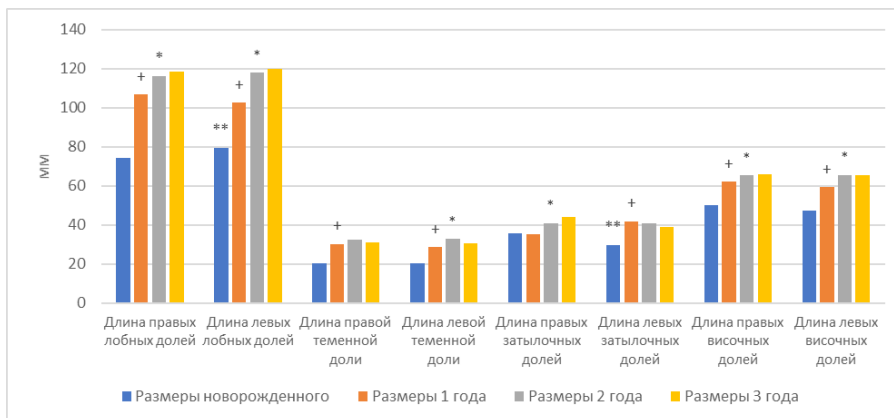


Рисунок 2 - Параметры долей головного мозга мальчиков
 DOI: <https://doi.org/10.60797/IRJ.2024.150.13.2>

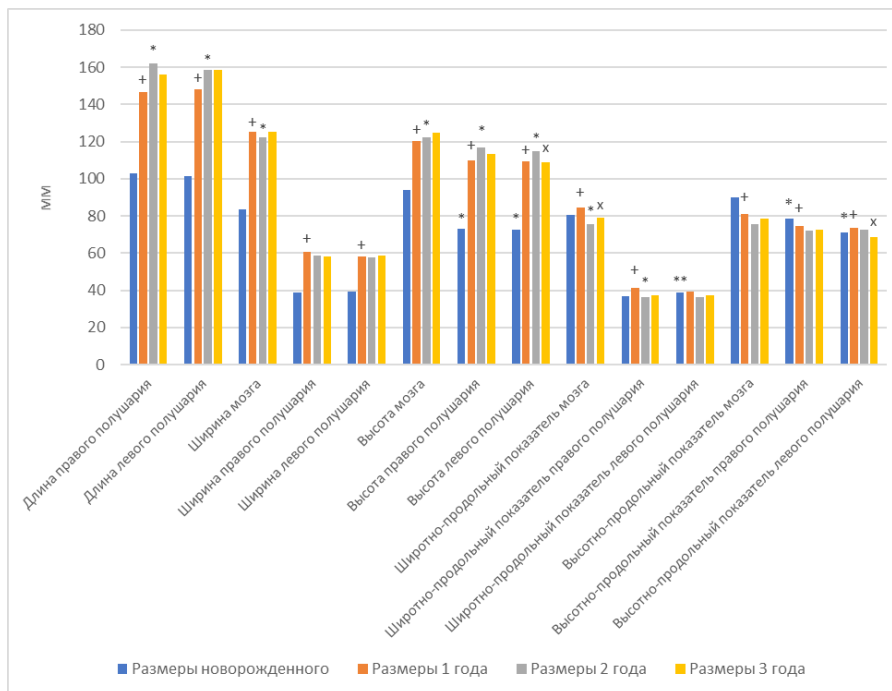


Рисунок 3 - Параметры полушарий головного мозга девочек
DOI: <https://doi.org/10.60797/IRJ.2024.150.13.3>

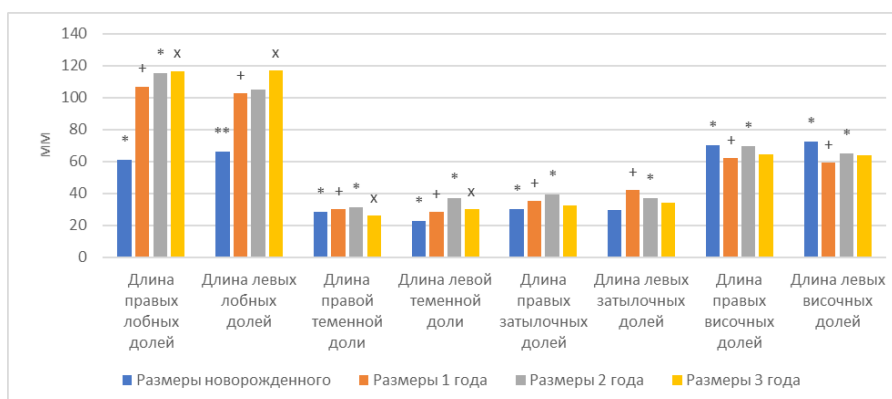


Рисунок 4 - Параметры долей головного мозга девочек
DOI: <https://doi.org/10.60797/IRJ.2024.150.13.4>

Анализ данных показывает, что в течение первого года жизни ребенка наблюдается значительное увеличение объемов и размеров различных структур полушарий головного мозга. В частности, у мальчиков за первый год жизни объем мозга увеличился на 51,6%, длина полушарий выросла на 42,5% и 46,2% соответственно, ширина мозга увеличилась на 50,1%, а высота мозга выросла на 28,1% (правого полушария на 50,0% и левого полушария на 50,8%); длина правой лобной доли на 74,8% и левой лобной доли на 54,9%; длина правой теменной доли на 6,3%; длина левой теменной доли на 26,5%, длина обеих затылочных долей: (правой на 17,6%, левой на 42,9%) и длина обеих височных долей (правой на 11,3%, левой на 17,8%). Динамика структур полушарий головного мозга наблюдаемая в группе девочек двухлетнего возраста: увеличение следующих структур полушарий головного мозга: объем мозга на 4,68%; длина обеих полушарий (правого на 9,38%, левого на 7,44%); ширина и высота мозга на 2,54% и 4,25%, соответственно; высота обеих полушарий (правого на 6,59%, левого на 10,20%); длина правой лобной доли на 15,29%; длина левой теменной доли на 21,98%, длина правой теменной доли на 14,68%; длина обеих затылочных долей: (правой на 14,68%, левой на 5,39%) и длина обеих височных долей (правой на 15,64%, левой на 11,57%). На нашем материале не удалось обнаружить существенной динамики в параметрах полушарий головного мозга у 3-х летних мальчиков в сравнении аналогичными параметрами 2-х летних детей. У девочек выявлено увеличение на 5,13% длины правых лобных долей и уменьшение длины теменных (правых и левых) и затылочных (правых). Результаты проведенного исследования демонстрируют, что максимальная интенсивность морфометрических изменений церебральных структур приходится на первый год постнатального онтогенеза. При этом выявлены существенные гендерные различия в динамике развития различных отделов головного мозга. В частности, при анализе энцефалометрических параметров установлено, что у лиц мужского пола к концу первого года жизни отмечается увеличение общего объема мозга на 51,6%, при этом наблюдается асимметричный рост лобных долей: правая лобная

доля демонстрирует прирост на 44,0%, в то время как левая – на 29,0%. У лиц женского пола зафиксирован более интенсивный рост церебральных структур: общий объем мозга увеличился на 52,6%, при этом отмечается более выраженный прирост размеров лобных долей – правая лобная доля увеличилась на 74,8%, левая – на 54,9%. Особого внимания заслуживает тот факт, что у девочек наблюдается более интенсивный рост теменной, затылочной и височной долей больших полушарий по сравнению с аналогичными показателями у мальчиков. Данный феномен может свидетельствовать о гендерных особенностях созревания различных корковых зон в раннем постнатальном периоде. Выявленные закономерности могут иметь важное значение для понимания нейроонтогенеза и формирования половых различий в развитии высших корковых функций.

Заключение

Установлена динамика роста основных морфометрических параметров головного мозга у мальчиков и девочек периода раннего детства. Наиболее значительный рост головного мозга наблюдается в возрастном периоде от 0 до 1 года, где скорость роста превышает динамику следующего возрастного периода от 1 до 2 лет в 5-6 раз. Отмечаются гендерные различия в скорости роста различных долей головного мозга. У мальчиков преимущественный рост наблюдается в основном за счет развития правого полушария, особенно в теменной и лобной долях. Напротив, у девочек более выраженный рост наблюдается в левом полушарии, включая лобную, теменную и затылочную доли. Данные о размерах полушарий головного мозга у детей периода раннего детства в постнатальном онтогенезе могут служить важными показателями нормальных размеров. Эти данные могут быть использованы для объективизации проводимых исследований и улучшения нейрорадиологического фенотипирования, что имеет существенное значение для мониторинга нормального развития мозга и выявления потенциальных аномалий. Кроме того, стоит отметить, что в первый год жизни мозг ребенка претерпевает наиболее интенсивный период роста и развития. Объем мозга ребенка к концу первого года жизни удваивается, а к трем годам достигает примерно 80% от объема мозга взрослого человека. Эти наблюдения подчеркивают важность раннего детского возраста в формировании структуры и функций головного мозга, и они могут быть использованы для разработки точных критериев нормального развития мозга у детей.

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. Баев А.А. Магнитно-резонансная томография головного мозга. Нормальная анатомия / А.А. Баев, О.В. Божко, В.В. Чураянц — Москва: Медицина, 2015. — 320 с.
2. Полунина А.Г. Нейроанатомические особенности головного мозга у мужчин и женщин / А.Г. Полунина // *Annals of Clinical and Experimental Neurology*. — 2017. — № 3. — С. 68–75.
3. Mills K.L. Inter-individual variability in structural brain development from late childhood to young adulthood / K.L. Mills, K.D. Siegmund, C.K. Tamnes // *Neuroimage*. — 2021. — № 242. — DOI: 10.1016/j.neuroimage.2021.118450.
4. Knickmeyer R.C. A structural MRI study of human brain development from birth to 2 years / R.C. Knickmeyer, S. Gouttard, C. Kang [et al.] // *J Neurosci*. — 2008. — № 28. — P. 12176–12182.
5. Forde N.J. Sex Differences in Variability of Brain Structure Across the Lifespan / N.J. Forde, J. Jeyachandra [et al.] // *Cereb Cortex*. — 2020. — № 30 (10). — P. 5420–5430.
6. 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.
7. Promnitz G. Standard values for MRI brain biometry throughout the first year of life / G. Promnitz, J. Schneider, N. Mohr [et al.] // *Pediatr Neonatol.* — 2022. — № 63 (3). — P. 255–261.
8. Байбаков С.Е. Гендерные различия энцефалометрических параметров полушарий большого мозга у детей десятилетнего возраста / С.Е. Байбаков, Н.С. Бахарева, В.А. Федько // *Международный научно-исследовательский журнал*. — 2022. — № 11 (125). — С. 2–4.
9. Scelsi C.L. The Lateral Ventricles: A Detailed Review of Anatomy, Development, and Anatomic Variations / C.L. Scelsi, T.A. Rahim, J.A. Morris // *AJNR Am J Neuroradiol*. — 2020. — № 41 (4). — P. 566–572.
10. Kurth F. Large-scale analysis of structural brain asymmetries during neurodevelopment: Associations with age and sex in 4265 children and adolescents / F. Kurth, D. Schijven, D.J. Stein // *Hum Brain Mapp*. — 2024. — № 45 (11). — DOI: 10.1002/hbm.26754.

Список литературы на английском языке / References in English

1. Baev A.A. Magnitno-rezonansnaja tomografija golovnogo mozga. Normal'naja anatomija [Magnetic resonance imaging of the brain. Normal anatomy] / A.A. Baev, O.V. Bozhko, V.V. Churajants — Moskva: Meditsina, 2015. — 320 p. [in Russian]
2. Polunina A.G. Neiroanatomicheskie osobennosti golovnogo mozga u muzhchin i zhenschin [Neuroanatomical features of the brain in men and women] / A.G. Polunina // *Annals of Clinical and Experimental Neurology*. — 2017. — № 3. — P. 68–75. [in Russian]

3. Mills K.L. Inter-individual variability in structural brain development from late childhood to young adulthood / K.L. Mills, K.D. Siegmund, C.K. Tamnes // *Neuroimage*. — 2021. — № 242. — DOI: 10.1016/j.neuroimage.2021.118450.
4. Knickmeyer R.C. A structural MRI study of human brain development from birth to 2 years / R.C. Knickmeyer, S. Gouttard, C. Kang [et al.] // *J Neurosci*. — 2008. — № 28. — P. 12176–12182.
5. Forde N.J. Sex Differences in Variability of Brain Structure Across the Lifespan / N.J. Forde, J. Jeyachandra [et al.] // *Cereb Cortex*. — 2020. — № 30 (10). — P. 5420–5430.
6. Malygina O.Ja. Magnitno-rezonansnaja tomografija v anatomicheskom issledovanii i klinicheskoj otsenke struktur golovnogo 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 // *Orenburg Medical Bulletin*. — 2013. — № 1. — P. 49–52. [in Russian]
7. Promnitz G. Standard values for MRI brain biometry throughout the first year of life / G. Promnitz, J. Schneider, N. Mohr [et al.] // *Pediatr Neonatol.* — 2022. — № 63 (3). — P. 255–261.
8. Bajbakov S.E. Gendernye razlichija entsefalometricheskikh parametrov polusharij bol'shogo mozga u detej desjatiletnego vozrasta [Gender differences in encephalometric parameters of the cerebral hemispheres in ten-year-old children] / S.E. Bajbakov, N.S. Bahareva, V.A. Fed'ko // *International Scientific Research Journal*. — 2022. — № 11 (125). — P. 2–4. [in Russian]
9. Scelsi C.L. The Lateral Ventricles: A Detailed Review of Anatomy, Development, and Anatomic Variations / C.L. Scelsi, T.A. Rahim, J.A. Morris // *AJNR Am J Neuroradiol*. — 2020. — № 41 (4). — P. 566–572.
10. Kurth F. Large-scale analysis of structural brain asymmetries during neurodevelopment: Associations with age and sex in 4265 children and adolescents / F. Kurth, D. Schijven, D.J. Stein // *Hum Brain Mapp*. — 2024. — № 45 (11). — DOI: 10.1002/hbm.26754.