УДК 611.817.1:616-073.756.8
DOI: 10.24061/2413-4260. XV.1.55.2025.17

ОСОБЛИВОСТІ ФОРМУВАННЯ БІЧНОЇ БОРОЗНИ ВЕЛИКИХ ПІВКУЛЬ ГОЛОВНОГО МОЗКУ У ПЛОДІВ ЛЮДИНИ: МОРФОМЕТРИЧНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ МАГНІТНО-РЕЗОНАНСНИХ ТОМОГРАМ

О. В. Цигикало, І. В. Марценяк[1]

Буковинський державний медичний університет,
Чернівецький національний університет
імені Юрія Федьковича[1]
(м. Чернівці, Україна).

Резюме.

Бічна борозна великих півкуль головного мозку є однією з найбільш стабільних та добре візуалізованих структур у плодовому періоді пренатального онтогенезу, що робить її добре впізнаваним та зручним об'єктом для морфометричного дослідження з метою оцінки динаміки розвитку головного мозку людини.

Метою дослідження *було розробити методику визначення відносної глибини бічної борозни великих півкуль головного мозку людини та з'ясувати особливості її морфогенезу у плодовому періоді пренатального онтогенезу.*

Матеріал і методи дослідження. *Дослідження виконано на основі магнітно-резонансних томограм головного мозку плодів людини (n=20) на термінах гестації 20-39 тижнів. Морфометричний аналіз здійснено за допомогою програми Image Tool. Визначено відносну глибину бічної борозни з використанням оригінальної методики.*

Результати. *Відносна глибина бічної борозни варіювала у межах 16,45%-39,24%, без статистично значущих міжпівкульних відмінностей. Динаміка зміни цього показника включала три періоди: інтенсивного збільшення (20-25 тижнів), відносної стабільності (25-35 тижнів) із незначним зниженням у терміні 29-33 тижні, що корелює зі зростанням острівцевої частки, та подальшого збільшення після 35 тижнів.*

Висновки. *1. Бічна борозна великих півкуль головного мозку є стабільною структурою, яка чітко візуалізується на магнітно-резонансних томограмах починаючи з 20-го тижня гестації. 2. Динаміка відносної глибини бічної борозни у плодовому періоді характеризується стрімким зростанням у 20-25 тижнів, відносною стабільністю у 25-35 тижнів та подальшим збільшенням після 35 тижнів. 3.Відсутність статистично значущих міжпівкульних відмінностей свідчить про синхронність процесів морфогенезу бічної борозни у правій та лівій півкулях. 4. Використання відносної глибини бічної борозни є доцільним підходом для оцінки її розвитку, оскільки дозволяє уникнути впливу варіабельності абсолютних розмірів головного мозку та спрощує порівняння результатів між різними дослідженнями. 5. Запропонована методика визначення відносної глибини бічної борозни може бути використана для подальших досліджень морфогенезу структур головного мозку у пренатальному періоді.*

Ключові слова: *людина; плід; головний мозок; великі півкулі головного мозку; бічна борозна; розвиток; МРТ; морфометрія.*

Вступ

Формування борозен і звивин головного мозку є одним із ключових процесів його розвитку [1]. Дослідження особливостей морфогенезу борозен головного мозку у пренатальному періоді онтогенезу має важливе значення для розуміння закономірностей розвитку центральної нервової системи людини, а також для діагностики та прогнозування можливих порушень, які можуть виникати під час внутрішньоутробного розвитку [2-4]. Більшість вад розвитку головного мозку людини поєднуються з порушенням формування звивин та борозен, що зумовлює актуальність дослідження особливостей розвитку будови борозен і звивин головного мозку та їх топографо-анатомічних змін у динаміці пренатального онтогенезу.

Протягом останніх десятиліть стала можливою пренатальна візуалізація структур головного мозку за допомогою ультрасонографії та магнітно-резонансної томографії (МРТ) [5-8]. Для оцінки будови і розвитку головного мозку використовуються різні кількісні та якісні критерії, проте підбір і стандартизація методів дослідження зображень плодів тривають.

Однією з найбільших борозен великих півкуль головного мозку є бічна борозна (sulcus lateralis, борозна Сильвія), яка відмежовує тім'яну і лобову частки від скроневої [9, 10]. Ця борозна починається у вигляді бічної ямки півкуль на їх нижній поверхні, проходить по верхньобічній поверхні вгору і назад, утворюючи передньоверхню межу скроневої частки [9, 10]. Бічна борозна є однією з перших борозен, що з'являються у процесі розвитку [11, 12]. Ця борозна, як правило, легко ідентифікується і добре візуалізується на ультрасонографічних та томографічних зображеннях головного мозку плодів. Тому ця борозна може використовуватись у якості анатомічного орієнтиру для оцінки будови головного мозку плодів на різних термінах гестації. Також було встановлено, що морфометричні характеристики бічної борозни можуть використовуватись як ознаки мальформацій головного мозку [13, 14].

Під час морфометричних досліджень борозен головного мозку, як правило, визначаються їх абсолютна глибина [15, 16] та ширина [17, 18]. Проте інтерпретація мінливості абсолютної глибини борозни Сильвія та її динаміки у процесі розвитку головного мозку може бути утрудненою через індивідуальну мінливість розмірів головного мозку. З огляду на це, у даній роботі було вирішено визначити відносну глибину цієї борозни для визначення особливостей її формування на різних термінах гестації. Крім цього, відносна глибина може стати корисним показником у випадках, коли калібрування масштабу зображень є утрудненим або неможливим. Використання відносного показника дозволить зробити співставними результати досліджень, проведених на різних типах зображень та різному матеріалі. Оскільки наразі немає стандартизованої методики визначення глибини борозен, у даній роботі ми пропонуємо новий спосіб визначення глибини цієї борозни.

ISSN 2226-1230 (PRINT) ISSN 2413-4260 (ONLINE)

Метою дослідження було розробити методику визначення відносної глибини бічної борозни великих півкуль головного мозку людини та з'ясувати особливості морфогенезу цієї борозни у плодовому періоді пренатального онтогенезу.

Матеріал та методи. У якості матеріалу дослідження були використані МРТ головного мозку плодів людини, отримані з бази «Fetal Brain MRI from Stanford Lucile Packard Children›s Hospital» [19, 20]. Для дослідження були відібрані томограми 20 плодів на термінах гестації від 20 до 39 тижнів. МРТ була проведена у режимі Т2. Досліджувалися томографічні зрізи у фронтальній площині, для дослідження були відібрані зрізи із гарною візуалізацією 3-го та бічних шлуночків головного мозку та чіткою візуалізацією бічної борозни (рис. 1, рис. 2).

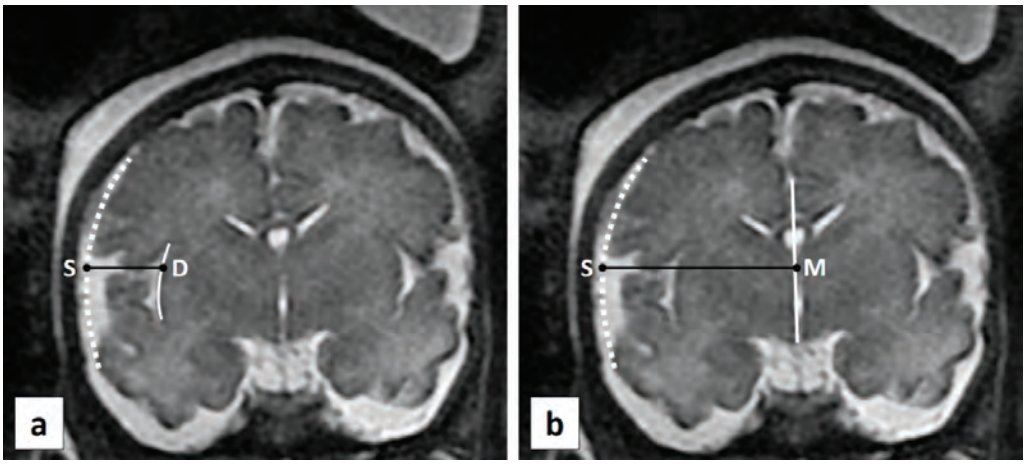

Рис. 1. МРТ головного мозку плода (36 тижнів гестації, режим Т2), морфометрична оцінка бічної борозни: S – крива, що відповідає зовнішній поверхні головного мозку, D – крива, що відповідає поверхні кори усередині борозни, M – пряма, що відповідає серединній сагітальній площині; a – визначення абсолютної глибини борозни – вимірювання відстані SD; b – визначення відстані між поверхнею головного мозку і серединною сагітальною площиною SM.

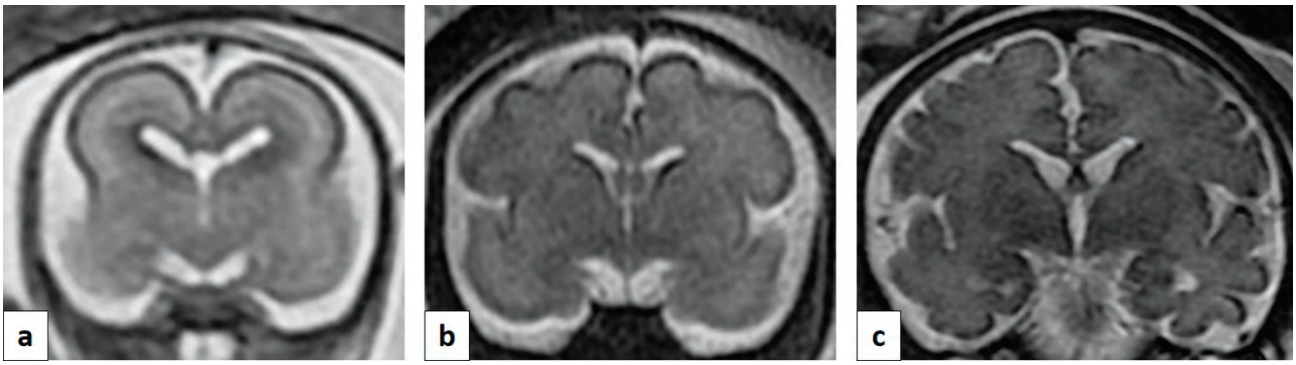

Рис. 2. МРТ головного мозку плодів людини: a – 20 тижнів гестації, b – 30 тижнів гестації, c – 39 тижнів гестації.

Для морфометрії була використана програма Image Tool. За допомогою цієї програми була визначена глибина бічної борозни великих півкуль головного мозку. Для морфометрії були використані наступні анатомічні орієнтири та допоміжні позначення. Щоб визначити поверхневу точку, із якої має вимірюватись глибина борозни, була проведена плавна крива, що відповідає зовнішній поверхні головного мозку (S). Для визначення точки, що відповідає дну борозни, була проведена крива, що відповідає поверхні кори всередині борозни (D). Абсолютна глибина борозни визначалась як довжина лінійного відрізку, що поєднує між собою криві S і D – відстань SD (рис. 1, a). Також у якості орієнтиру була проведена пряма, що відповідає серединній сагітальній площині (M). За допомогою цього орієнтиру визначалась абсолютна відстань між поверхнею мозку та серединною сагітальною площиною (відстань SM) (рис. 1, b). Для визначення відносної глибини бічної борозни розраховувалось відношення (SD/SM)×100%. Усі показники визначались справа і зліва, після чого розраховувалось середнє значення для обох півкуль.

Дослідження проводилося відповідно до основних положень Конвенції Європейського Союзу про права людини та біомедицину (1997), а також Гельсінської декларації про етичні принципи медичних досліджень із залученням людей (1964-2008), Директиви ЄС № 609 (1986), Наказів МОЗ України № 690 від 23.09.2009, № 944 від 14.12.2009, № 616 від 03.08.2012.

Робота виконується в рамках ініціативної науково-дослідної роботи кафедри гістології, цитології та ембріології Буковинського державного медичного університету «Структурно-функціональні особливості тканин і органів в онтогенезі, закономірності варіантної, конституційної, статево-вікової та порівняльної морфології людини». Державний реєстраційний номер: 0121U110121. Терміни виконання: 01.2021-12.2025.

Результати досліджень

У нашій роботі була досліджена вибірка МРТ головного мозку плодів людини на термінах гестації від 20 до 39 тижнів. При дослідженні томограм бічна борозна чітко виявлялась на 20 тижні гестації, як і поздовжня щілина великого мозку (рис. 2, a). На цьому терміні гестації великі півкулі ще не мали малих поверхневих звивин та борозен, проте добре візуалізувалися поздовжня щілина, яка розділяє праву та ліву півкулі, та бічна борозна, що на рис. 2 розділяє тім'яні та скроневі частки. Також відзначається гарна візуалізація 3-го та бічних шлуночків головного мозку.

До 30-го тижня гестації на поверхні тім'яних часток з'являються менш глибокі борозни, що розділяють звивини; поверхня скроневих часток є більш гладкою, проте можна помітити формування борозен і у цій ділянці великих півкуль (рис. 2, b). Якщо на 20-му тижні гестації форма дна бічної борозни є U-подібною, то на 30-му тижні можна чітко помітити острівцеву частку, що формується.

До 39-го тижня гестації поверхня тім'яних та скроневих часток розділяється більш помітними борознами на звивини, а в глибині бічної борозни визначається ще більш помітна острівцева частка (рис. 2, c).

Відносна глибина бічної борозни (середнє значення для двох півкуль) варіювала від 16,45% до 39,24% (Q1, Me, Q3 = 27,79%, 29,80%, 33,33%). Значення цього показника правої та лівої півкуль статистично значуще не відрізнялись: відносна глибина бічної борозни праворуч варіювала від 18,42% до 40,00% (Q1, Me, Q3 = 27,12%, 29,31%, 33,21%), відносна глибина бічної борозни ліворуч варіювала від 14,63% до 40,01% (Q1, Me, Q3 = 26,72%, 29,77%, 33,98%). Міжпівкульна різниця цього показника варіювала від 0,1 до 7,05%. Відсутність вираженої асиметрії може свідчити про синхронність процесів формування борозен у межах дослідженого діапазону термінів гестації.

На рис. 3 проілюстрована динаміка змін відносної глибини бічної борозни протягом 20-39 тижнів гестації. Як видно з цього графіка, бічна борозна мала найменшу глибину на найменшому дослідженому нами терміні гестації – 20 тижнів. Протягом 20-25 тижнів спостерігалося стрімке зростання цього показника, після чого відзначається період відносної стабільності (25-35 тижні). Протягом цього періоду можна спостерігати відмінності відносної глибини бічної борозни, що можна пояснити індивідуальною анатомічною мінливістю головного мозку плодів, які увійшли до дослідженої вибірки (якби досліджувалася серія томограм одного й того ж мозку на різних термінах гестації, можна було б очікувати більш однорідних результатів). Отже, індивідуальна анатомічна мінливість головного мозку має місце вже у плодовому періоді онтогенезу. При цьому у періоді відносної стабільності можна помітити невелике зниження дослідженого показника у терміні 29-33 тижні гестації, що можна пояснити зростанням острівцевої частки головного мозку, що призводить до зменшення відносної глибини бічної борозни.

Рис. 3. Динаміка відносної глибини бічної борозни великих півкуль головного мозку плодів людини на 20-39 тижнях гестації

Починаючи з 35-го тижня гестації, відзначається деяке збільшення глибини бічної борозни, що можна пояснити збільшенням загальних розмірів головного мозку та інтенсивним формуванням звивин.

Обговорення

Бічна борозна великих півкуль головного мозку, досліджена у даній роботі, є однією з найбільш стабільних та добре візуалізованих структур у плодовому періоді пренатального онтогенезу: вже на 20-му тижні гестації вона чітко визначалась на МРТ, тоді як інші борозни та звивини на поверхні тім'яних та скроневих часток ще не були сформовані. Це узгоджується з попередніми дослідженнями, які вказують на ранню появу цієї борозни в процесі розвитку головного мозку [11, 12]. Більшість робіт, що стосувалися морфометричної оцінки цієї борозни, були проведені за результатами ультрасонографії [11, 13, 21, 22], тоді як МРТ для візуалізації головного мозку використовувалась рідше [23]. У даній роботі використовувались МРТ, що дозволило краще ідентифікувати структури, що досліджуються.

Для морфометричної характеристики бічної борозни різними авторами використовувались різні показники. На МРТ визначалась абсолютна глибина цієї

борозни у поєднанні із рядом параметрів, що характеризують острівцеву частку [23]. При дослідженні ультрасонограм перевага надавалася кутовим показникам цієї борозни. Так, в одному варіанті визначався кут Сильвієвої борозни, який вимірювали між горизонтальною базовою лінією і лінією, проведеною вздовж верхньої сторони відповідної бічної борозни головного мозку [13, 21]. В іншому варіанті вимірювали кут між середньою лінією мозку та лінією, проведеною вздовж плато бічної борозни. Крім цих показників, визначався напів'якісний індекс зрілості бічної борозни [24].

Запропонована у даній роботі методика визначення відносної глибини борозни є перспективною для використання в анатомічних та нейроморфологічних дослідженнях. У порівнянні із зазначеними способами морфометрії ця методика є простішою та дозволяє уникнути проблем, пов'язаних із варіативністю абсолютних розмірів головного мозку у різних індивідуумів, а також забезпечує можливість порівняння результатів досліджень, проведених на різних типах зображень та матеріалі. Запропонована нами методика дозволила оцінити динаміку морфогенезу бічної борозни на 20-39 тижнях гестації та визначити основні періоди, що відрізняються динамікою змін досліджуваного параметру. Перспективи подальших досліджень полягають у проведенні морфометрії на більших вибірках та у поєднанні визначення відносної глибини бічної борозни головного мозку із іншими морфометричними параметрами, що характеризують формування та зрілість структур головного мозку людини.

Висновки

1. Бічна борозна великих півкуль головного мозку є стабільною структурою, яка чітко візуалізується на магнітно-резонансних томограмах починаючи з 20-го тижня гестації.
2. Динаміка відносної глибини бічної борозни у плодовому періоді характеризується стрімким зростанням у 20-25 тижнів, відносною стабільністю у 25-35 тижнів та подальшим збільшенням після 35 тижнів.
3. Відсутність статистично значущих міжпівкульних відмінностей свідчить про синхронність процесів морфогенезу бічної борозни у правій та лівій півкулях.
4. Використання відносної глибини бічної борозни є доцільним підходом для оцінки її розвитку, оскільки дозволяє уникнути впливу варіабельності абсолютних розмірів головного мозку та спрощує порівняння результатів між різними дослідженнями.
5. Запропонована методика визначення відносної глибини бічної борозни може бути використана для подальших досліджень морфогенезу структур головного мозку у пренатальному періоді.

Література:

1. Rolo LC, Araujo Júnior E, Nardozza LM, de Oliveira PS, Ajzen SA, Moron AF. Development of fetal brain sulci and gyri: assessment through two and three-dimensional ultrasound and magnetic resonance imaging. Arch Gynecol Obstet. 2011;283(2):149-58. DOI: http://doi.org/10.1007/s00404-010-1691-y PMID: 20878170.

2. Lerman-Sagie T, Pogledic I, Leibovitz Z, Malinger G. A practical approach to prenatal diagnosis of malformations of cortical development. Eur J Paediatr Neurol. 2021;34:50-61. DOI: http://doi.org/10.1016/j.ejpn.2021.08.001 PMID: 34390998.

3. Lerman-Sagie T, Leibovitz Z. Malformations of Cortical Development: From Postnatal to Fetal Imaging. Can J Neurol Sci. 2016;43(5):611-8. DOI: http://doi.org/10.1017/cjn.2016.271 PMID: 27670206.

4. Papaioannou G, Garel C. The fetal brain: migration and gyration anomalies – pre- and postnatal correlations. Pediatr Radiol. 2023;53(4):589-601. DOI: http://doi.org/10.1007/s00247-022-05458-9 PMID: 35913508.

5. Volpe N, Dall'Asta A, Di Pasquo E, Frusca T, Ghi T. First-trimester fetal neurosonography: technique and diagnostic potential. Ultrasound Obstet Gynecol. 2021;57(2):204-14. DOI: http://doi.org/10.1002/uog.23149 PMID: 33049801.

6. Sibbald CA, Nicholas JL, Chapnick M, Ross N, Gandor PL, Waters WF, et al. Fetal brain ultrasound measures and maternal nutrition: A feasibility study in Ecuador. Am J Hum Biol. 2021;33(2): e23467. DOI: http://doi.org/10.1002/ajhb.23467 PMID: 33249679.

7. Girardi G. MRI-based methods to detect placental and fetal brain abnormalities in utero. J Reprod Immunol. 2016;114:86-91. DOI: http://doi.org/10.1016/j.jri.2015.05.008 PMID: 26187242.

8. Ciceri T, Casartelli L, Montano F, et al. Fetal brain MRI atlases and datasets: A review. Neuroimage. 2024;292:120603. DOI: http://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2024.120603 PMID: 38588833.

9. Guner YE, Salman N, Gungor Y, Morali Guler T, Comert A. The microanatomy of the Sylvian fissure. Childs Nerv Syst. 2023;39(1):67-72. DOI: http://doi.org/10.1007/s00381-022-05682-6 PMID: 36161522.

10. Balak N. The Sylvian fissure, cistern and arachnoid membrane. Br J Neurosurg. 2014;28(1):98-106. DOI: http://doi.org/10.3109/02688697.2013.815324 PMID: 23869573.

11. Rodriguez-Sibaja MJ, Villar J, Ohuma EO, Napolitano R, Heyl S, Carvalho M, et al. Fetal cerebellar growth and Sylvian fissure maturation: international standards from Fetal Growth Longitudinal Study of INTERGROWTH-21st Project. Ultrasound Obstet Gynecol. 2021;57(4):614-23. DOI: http://doi.org/10.1002/uog.22017 PMID: 32196791.

12. Mallela AN, Deng H, Brisbin AK, Bush A, Goldschmidt E. Sylvian fissure development is linked to differential genetic expression in the pre-folded brain. Sci Rep. 2020;10(1):14489. DOI: http://doi.org/10.1038/s41598-020-71535-4 PMID: 32879369; PMCID: PMC7468287.

13. Pooh RK, Machida M, Nakamura T, Uenishi K, Chiyo H, Itoh K, et al. Increased Sylvian fissure angle as early sonographic sign of malformation of cortical development. Ultrasound Obstet Gynecol. 2019;54(2):199-206. DOI: http://doi.org/10.1002/uog.20171 PMID: 30381845; PMCID: PMC6772089.

14. Zhang M, Wen H, Liang M, Qin Y, Zeng Q, Luo D, et al. Diagnostic Value of Sylvian Fissure Hyperechogenicity in Fetal SAH. AJNR Am J Neuroradiol. 2022;43(4):627-32. DOI: http://doi.org/10.3174/ajnr.A7449 PMID: 35272984; PMCID: PMC8993207.

15. Yao JK, Voorhies WI, Miller JA, Bunge SA, Weiner KS. Sulcal depth in prefrontal cortex: a novel predictor of working memory performance. Cereb Cortex. 2023;33(5):1799-813. DOI: http://doi.org/10.1093/cercor/bhac173 PMID: 35589102; PMCID: PMC9977365

16. Shin SJ, Kim A, Han KM, Tae WS, Ham BJ. Reduced Sulcal Depth in Central Sulcus of Major Depressive Disorder. Exp Neurobiol. 2022;31(5):353-60. DOI: http://doi.org/10.5607/en22031 PMID: 36351845; PMCID: PMC9659494.

17. Mateos MJ, Gastelum-Strozzi A, Barrios FA, Bribiesca E, Alcauter S, Marquez-Flores JA. A novel voxel-based method to estimate cortical sulci width and its application to compare patients with Alzheimer's disease to controls. Neuroimage. 2020;207:116343. DOI: http://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2019.116343 PMID: 31734431.

18. Faucher C, Borne L, Behler A, Paton B, Giorgio J, Fripp J, et al. A central role of sulcal width in the associations of sleep duration and depression with cognition in mid to late life. Sleep Adv. 2024;5(1): zpae058. DOI: http://doi.org/10.1093/sleepadvances/zpae058 PMID: 39221446; PMCID: PMC11362672.

19. Shen L, Zheng J, Shpanskaya K, McKenna ES, Atluri M, Guimaraes CV, et al. Fetal Brain MRI from Stanford Lucile Packard Children's Hospital. Stanford Digital Repository; 2021. Available from: https://purl.stanford.edu/sf714wg0636

20. Shen L, Zheng J, Lee EH, Shpanskaya K, McKenna ES, Atluri MG, et al. Attention-guided deep learning for gestational age prediction using fetal brain MRI. Sci Rep. 2022;12(1):1408. DOI: http://doi.org/10.1038/s41598-022-05468-5 PMID: 35082346; PMCID: PMC8791965.

21. Poon LC, Sahota DS, Chaemsaithong P, Nakamura T, Machida M, Naruse K, et al. Transvaginal three-dimensional ultrasound assessment of Sylvian fissures at 18-30 weeks' gestation. Ultrasound Obstet Gynecol. 2019;54(2):190-8. DOI: http://doi.org/10.1002/uog.20172 PMID: 30381851.

22. Zeng Q, Wen H, Liao Y, Luo D, Qin Y, Liang M, et al. A New Parameter to Evaluate Fetal Sylvian Fissure by Transabdominal 2-D Ultrasound. Ultrasound Med Biol. 2023;49(9):2054-9. DOI: http://doi.org/10.1016/j.ultrasmedbio.2023.05.010 PMID: 37302873.

23. Peero EK, Kugelman N, Gindes L, Shariv A, Lev D, Tamarkin M, et al. Diagnosis of fetal cortical abnormalities by new reference charts for assessment of sylvian fissure biometry. Prenat Diagn. 2023;43(8):1066-78. DOI: http://doi.org/10.1002/pd.6359 PMID: 37115172.

24. Yi F, Zhang C, Zou Y, Li X, Li J, Deng L, et al. Three-Dimensional Crystal Vue Imaging technology assessment of Sylvian fissures at 20-32+6 weeks' normal gestation. Eur Radiol. 2023;33(4):2358-66. DOI: http://doi.org/10.1007/s00330-022-09253-w PMID: 36385228.

PECULIARITIES OF THE FORMATION OF THE LATERAL SULCUS OF THE CEREBRAL HEMISPHERE OF THE BRAIN IN HUMAN FETUS: A MORPHOMETRIC STUDY OF MAGNETIC RESONANCE TOMOGRAMS

O. Tsyhykalo, I. Marceniak[1]

Bukovinian State Medical University (Chernivtsi, Ukraine),
Yuriy Fedkovych Chernivtsi National University[1]
(Chernivtsi, Ukraine)

Summary.

The lateral sulcus of the cerebral hemispheres is one of the most stable and well-visualized structures during the fetal period of prenatal ontogenesis, making it a recognizable and convenient object for morphometric studies aimed at assessing the dynamics of human brain development.

The purpose of the study was to develop a method for determining the relative depth of the lateral sulcus of the human cerebral hemispheres and to identify the characteristics of its morphogenesis during the fetal period of prenatal ontogenesis.

Material and methods. This study was conducted using magnetic resonance imaging scans of human fetal brains (n=20) at gestational ages of 20-39 weeks. Morphometric analysis was performed using the Image Tool software. The relative depth of the lateral sulcus was determined using an original methodology.

Results. The relative depth of the lateral sulcus ranged from 16.45% to 39.24%, with no statistically significant interhemispheric differences. The dynamics of this parameter included three periods: rapid increase (20-25 weeks), relative stability (25-35 weeks) with a slight decrease at 29-33 weeks, which correlates with the growth of the insular lobe, and a subsequent increase after 35 weeks.

Conclusions. 1. The lateral sulcus of the cerebral hemispheres is a stable structure that is clearly visualized on magnetic resonance tomograms starting from the 20th week of gestation. 2. The dynamics of the relative depth of the lateral sulcus in the fetal period is characterized by rapid growth at 20-25 weeks, relative stability at 25-35 weeks and further increase after 35 weeks. 3. The absence of statistically significant interhemispheric differences indicates the synchrony of the processes of morphogenesis of the lateral sulcus in the right and left hemispheres. 4. Using the relative depth of the lateral sulcus is an appropriate approach to assess its development, as it eliminates the influence of the variability of the absolute dimensions of the cerebrum and simplifies the comparison of results across different studies. 5. The proposed method for determining the relative depth of the lateral sulcus can be used for further studies of the morphogenesis of brain structures in the prenatal period.

Keywords: Human; Fetus; Brain; Cerebral Hemispheres; Lateral Sulcus; Development; MRI, Morphometry.

Контактна інформація:
Цигикало Олександр Віталійович – д.мед.н., професор, завідувач кафедри гістології, цитології та ембріології Буковинського державного медичного університету, м. Чернівці, Україна.
email: tsyhykalo.olexandr@bsmu.edu.ua
ORCID ID: https://orcid.org/0000-0003-2302-426X
Scopus Author ID: https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=57195933570
Researcher ID: http://www.researcherid.com/rid/C-3676-2017

Марценяк Ігор Валеріанович – кандидат медичних наук, доцент кафедри терапії, реабілітації та здоров'язбережувальних технологій Чернівецького національного університету імені Юрія Федьковича, м. Чернівці, Україна.
e-mail: i.marceniak@chnu.edu.ua
ORCID: https://orcid.org/0009-0002-2753-6772
Scopus Author ID: 57192587855

Contact information:
Olexandr Tsyhykalo – MD, professor, head of the Department of Histology, Cytology and Embryology of Bukovinian State Medical University, Chernivtsi, Ukraine.
e-mail: tsyhykalo.olexandr@bsmu.edu.ua
ORCID ID: https://orcid.org/0000-0003-2302-426X
Scopus Author ID: https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=57195933570
Researcher ID: http://www.researcherid.com/rid/C-3676-2017

Igor Marceniak – candidate of medical sciences, associate professor of the Department of Therapy, Rehabilitation and Health-Saving Technologies of Yuriy Fedkovych Chernivtsi National University, Chernivtsi, Ukraine.
e-mail: i.marceniak@chnu.edu.ua
ORCID: https://orcid.org/0009-0002-2753-6772
Scopus Author ID: 57192587855

CC BY

Надійшло до редакції 11.02.2025 р.
Підписано до друку 20.03.2025 р.