



# НЕОНАТОЛОГІЯ, ХІРУРГІЯ ТА ПЕРИНАТАЛЬНА МЕДИЦИНА

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

Щоквартальний медичний науково-практичний журнал  
Видається з 2011 р.

Свідectво про державну реєстрацію серія KB №18106-6906 від 2.09.2011 р.  
Ідентифікатор медіа R30-02791 (Витяг з Реєстру суб'єктів у сфері медіа-реєстрів Національної ради України з питань телебачення і радіомовлення від 07.03.2024 р. № 690)

Засновники: Буковинський державний медичний університет  
Всеукраїнська громадська організація «Асоціація неонатологів України»

Відповідно до «Переліку наукових фахових видань України, в яких можуть публікуватися результати дисертаційних робіт на здобуття наукових ступенів доктора наук, кандидата наук та ступеня доктора філософії (відповідно до Порядку формування Переліку наукових фахових видань України, затвердженого наказом МОН України від 15 січня 2018 року № 32, зареєстрованого в Міністерстві юстиції України 06 лютого 2018 року за № 148/21600):  
- Наказом Міністерства освіти і науки України від 17.03.2020 року № 409, зареєстрованим у Міністерстві юстиції України 06.02.2018 року за № 148/21600, видання внесено до Переліку наукових фахових видань України, в яких можуть публікуватися результати дисертаційних робіт на здобуття наукових ступенів доктора наук, кандидата наук та ступеня доктора філософії, Категорія «Б».  
- Наказом Міністерства освіти і науки України від 23.08.2023 року № 1035 видання перенесено з Категорії «Б» до Категорії «А».

Журнал включений у каталоги та наукометричні бази: Національна бібліотека ім. В.І. Вернадського (National Library of Ukraine), «Українська науково-освітня телекомунікаційна мережа URAN (Open Journal Systems), CrossRef, WorldCat, Google Akademi, Index Copernicus, BASE, DOAJ, Scilit, Scopus, EBSCO.

## NEONATOLOGY, SURGERY AND PERINATAL MEDICINE medical scientific journal

Key title: Neonatologîa, hîrurgîia ta perînatal'na medicina (Onl ine)  
Abbreviated key title: Neonatol. hîr . perinat. med. (Online)

### ГОЛОВНИЙ РЕДАКТОР

Бойчук Тарас Миколайович – д.мед.н., професор, професор кафедри гістології, цитології та ембріології Буковинського державного медичного університету, Академік Академії наук вищої школи України, Заслужений діяч науки і техніки України; спеціальність «Патологічна фізіологія» (м.Чернівці, Україна)

### ШЕФ-РЕДАКТОР

Знаменська Тетяна Костянтинівна – член-кореспондент НАМН України, професор, заступник директора з перинатальної медицини ДУ «Український центр материнства і дитинства НАМН України», Президент Всеукраїнської громадської організації «Асоціація неонатологів України», Заслужений лікар України; спеціальність «Неонатологія» (м. Київ, Україна)

### РЕДАКЦІЙНА РАДА

#### Заступники головного редактора:

Годованець Юлія Дмитрівна – д.мед.н., професор, професор кафедри педіатрії, неонатології та перинатальної медицини Буковинського державного медичного університету; спеціальність «Педіатрія», «Неонатологія» (м. Чернівці, Україна)

Бербець Андрій Миколайович – д.мед.н., професор, завідувач кафедри акушерства та гінекології Буковинського державного медичного університету; спеціальність «Акушерство та гінекологія» (м. Чернівці, Україна)

Горбатюк Ольга Михайлівна – д.мед.н., професор, професор кафедри хірургії, ортопедії та травматології Національного університету охорони здоров'я України імені П.Л. Шупика; спеціальність «Дитяча хірургія» (м. Київ, Україна)

#### Наукові консультанти:

Добрянський Д.О. – д.мед.н., професор, професор кафедри педіатрії Львівського національного медичного університету імені Данила Галицького; спеціальність «Неонатологія» (м. Львів, Україна)

Гречанина О.Я. – член-кореспондент НАМН України, д.мед.н., професор, директор Українського інституту клінічної генетики ВДНЗ «Харківський державний медичний університет МОЗ України»; спеціальність «Медична генетика» (м. Харків, Україна)

Дронова В.Л. – д.мед.н., професор, перший заступник директора з науково-організаційної роботи ДУ «Український центр материнства і дитинства НАМН України», керівник відділення оперативної гінекології; спеціальність «Акушерство та гінекологія» (м. Київ, Україна)

Похилько В.І. – д.мед.н., професор, проректор з науково-педагогічної та виховної роботи, професор кафедри педіатрії №1 з пропедевтики та неонатологією Полтавського державного медичного університету; спеціальність «Дитяча анестезіологія» (м. Полтава, Україна)

Нечитайло Ю.М. – д.мед.н., професор, завідувач кафедри педіатрії, неонатології та перинатальної медицини Буковинського державного медичного університету; спеціальність «Педіатрія» (м. Чернівці, Україна)

Македонський І.О. – д.мед.н., професор, директор Медичного центру матері та дитини ім. Руднєва, професор кафедри клінічної лабораторної діагностики Дніпропетровського національного університету імені О.Гончара МОН України; спеціальність «Дитяча хірургія» (м. Дніпро, Україна)

Денська О.В. – д.мед.н., професор, завідувач відділу епідеміології та профілактики основних стоматологічних захворювань, стоматології дитячого віку та ортодонції ДУ «Інститут стоматології та щелепно-лицьової хірургії НАМН України; спеціальність «Стоматологія» (м. Одеса, Україна)

Владимиров О.А. – д.мед.н., професор, завідувач кафедри реабілітаційної медицини, фізичної терапії і спортивної медицини НУОЗ України імені П.Л.Шупика (м.Київ, Україна)

Заморський Ігор Іванович – д.мед.н., професор, завідувач кафедри фармакології Буковинського державного медичного університету, спеціальність «Фармакологія», «Фармація», «Патологічна фізіологія» (м. Чернівці, Україна)

Давиденко І.С. – д.мед.н., професор, завідувач кафедри патологічної анатомії Буковинського державного медичного університету, дійсний член Міжнародної Академії Патології; спеціальність «Патологічна анатомія» (м.Чернівці, Україна)

#### Наукові редактори розділів журналу:

Неонатологія – Клименко Т.М., д.мед.н., професор, завідувач кафедри педіатрії №3 та неонатології Харківського національного медичного університету (м. Харків, Україна)

Медична генетика – Горовенко Н.Г., член-кореспондент НАМН України, д.мед.н., професор, завідувач кафедри медичної та лабораторної генетики Національного університету охорони здоров'я України імені П. Л. Шупика. (м. Київ, Україна)

Дитяча хірургія – Лосев О.О., д.мед.н., професор, завідувач кафедри дитячої хірургії Одеського Національного медичного університету (м. Одеса, Україна)

Педіатрія – Сорокман Т.В., д.мед.н., професор, декан медичного факультету №4, професор кафедри педіатрії та медичної генетики Буковинського державного медичного університету (м. Чернівці, Україна).

Акушерство та гінекологія – Андрієць О.А., д.мед.н., професор, професор кафедри акушерства та гінекології Буковинського державного медичного університету (м. Чернівці, Україна)

Стоматологія – Савчук Н.О., д.мед.н., професор, проректор з наукової роботи, професор кафедри стоматології дитячого віку Національного університету охорони здоров'я України імені П. Л. Шупика (м.Київ, Україна)

Фізична та реабілітаційна медицина – Поляняська О.С., д.мед.н., професор, професор кафедри внутрішньої медицини, фізичної реабілітації та спортивної медицини Буковинського державного медичного університету (м.Чернівці, Україна)

Фармація – Цубанова Н.А., д.ф.н., професор, професор Львівської медичної академії ім. А.Крупницького (м.Львів, Україна)

Патологія – Ткачук С.С., д.мед.н., професор, завідувачка кафедри фізіології ім. Я.Д. Кірсенблата Буковинського державного медичного університету (м.Чернівці, Україна)

#### Відповідальний редактор журналу «Неонатологія, хірургія та перинатальна медицина»

Бабінцева А.Г. – д.мед.н., професор, професор кафедри педіатрії, неонатології та перинатальної медицини Буковинського державного медичного університету, спеціальність «Неонатологія», «Дитяча анестезіологія», «Ультразвукова діагностика». (м. Чернівці, Україна)

#### Відповідальний редактор електронної версії журналу в системі Open Journal Systems (OJS):

Годованець О.С. – к.мед.н., доцент, доцент кафедри педіатрії, неонатології та перинатальної медицини Буковинського державного медичного університету, спеціальність «Педіатрія», «Неонатологія», «Дитяча анестезіологія» (м.Чернівці, Україна)

## РЕДАКЦІЙНА КОЛЕГІЯ:

### НЕОНАТОЛОГІЯ:

Амбалаванан Н. (м. Бірмінгем, США)  
Батман Ю.А. (м. Київ, Україна)  
Воробйова О.В. (м. Київ, Україна)  
Дессі А. (м. Кальярі, Італія)  
Ковальова О.М. (м. Полтава, Україна)  
Куріліна Т.В. (м. Київ, Україна)  
Куртжану А.М. (м. Кишинів, Молдова)  
Мавропуло Т.К. (м. Дніпро, Україна)  
Мазманян П.А. (м. Єреван, Вірменія)  
Павлишин Г.А. (м. Тернопіль, Україна)  
Полін Р. (м. Нью-Йорк, США)  
Редько І.І. (м. Запоріжжя, Україна)  
Рейтерер Ф. (м. Грац, Австрія)  
Кісельова М.М. (м. Львів, Україна)  
Нікуліна Л.І. (м. Київ, Україна)  
Шуноко Є.С. (м. Київ, Україна)  
Яблонов О.С. (м. Вінниця, Україна)

### ДИТЯЧА ХІРУРГІЯ:

Бабуч С.І. (м. Кишинів, Молдова)  
Боднар О.Б. (м. Чернівці, Україна)  
Бензар І.М. (м. Київ, Україна)  
Власов О.О. (м. Дніпро, Україна)  
Гулієв Ч.Б. (м. Баку, Азербайджан)  
Давлатов С.С. (м. Бухара, Узбекистан)  
Дмитряков В.О. (м. Запоріжжя, Україна)  
Коноплицький В.С. (м. Вінниця, Україна)  
Левицька С.А. (м. Чернівці, Україна)  
Мельниченко М.Г. (м. Одеса, Україна)  
Микієв К.М. (м. Бішкек, Киргизстан)  
Мухамедова Ш.Т. (м. Бухара, Узбекистан)  
Наконечний А.Й. (м. Львів, Україна)  
Прийтла В.П. (м. Київ, Україна)  
Руденко О.Є. (м. Київ, Україна)  
Савицька Е. (м. Варшава, Польща)  
Сокольник С.О. (м. Чернівці, Україна)  
Спатару Р.І. (м. Бухарест, Румунія)  
Фоданов О.Д. (м. Івано-Франківськ, Україна)  
Хамдамов Б.З. (м. Бухара, Узбекистан)  
Хамраєв А.Ж. (м. Ташкент, Узбекистан)

### АКУШЕРСТВО ТА ГІНЕКОЛОГІЯ:

Абрамян Р.А. (м. Єреван, Вірменія)  
Багірова Х.Ф. (м. Баку, Азербайджан)  
Бойчук А.В. (м. Тернопіль, Україна)  
Геряк С.М. (м. Тернопіль, Україна)  
Гнатко О.П. (м. Київ, Україна)  
Громова А.М. (м. Полтава, Україна)  
Дубоссарська З.М. (м. Дніпро, Україна)  
Каліновська І.В. (м. Чернівці, Україна)  
Кравченко О.В. (м. Чернівці, Україна)  
Лазуренко В.В. (м. Харків, Україна)  
Ліхачов В.К. (м. Полтава, Україна)  
Макаруч О.М. (м. Івано-Франківськ, Україна)  
Маркін Л.Б. (м. Львів, Україна)  
Назаренко Л.Г. (м. Харків, Україна)  
Лонгфорд Н.Т. (м. Лондон, Великобританія)  
Окоєв Г.Г. (м. Єреван, Вірменія)  
Пирогова В.І. (м. Львів, Україна)  
Потапов В.О. (м. Дніпро, Україна)  
Резніченко Г.І. (м. Запоріжжя, Україна)  
Щербина М.О. (м. Харків, Україна)

### ПЕДІАТРІЯ:

Аряєв М.Л. (м. Одеса, Україна)  
Безрук В.В. (м. Чернівці, Україна)  
Бойченко А.Д. (м. Харків, Україна)  
Боконбаєва С.Д. (м. Бішкек, Киргизія)  
Вакуленко Л.І. (м. Дніпро, Україна)  
Волосовець О.П. (м. Київ, Україна)  
Гончарь М.О. (м. Харків, Україна)  
Денисова М.Ф. (м. Київ, Україна)  
Іванько О.Г. (м. Запоріжжя, Україна)  
Квашніна Л.В. (м. Київ, Україна)  
Ковтюк Н.І. (м. Чернівці, Україна)  
Кирилова Л.Г. (м. Київ, Україна)  
Кривоустов С.П. (м. Київ, Україна)  
Крючко Т.О. (м. Полтава, Україна)  
Марушко Т.В. (м. Київ, Україна)  
Починков Т.В. (м. Київ, Україна)  
Раллі І.І. (м. Кишинів, Молдова)  
Ріга О.О. (м. Харків, Україна)  
Сенаторова Г.С. (м. Харків, Україна)

Сміян І.С. (м. Тернопіль, Україна)  
Сокольник С.В. (м. Чернівці, Україна)  
Токарчук Н.І. (м. Вінниця, Україна)  
Шадрін О.Г. (м. Київ, Україна)  
Яценко Ю.Б. (м. Київ, Україна)

### МЕДИЧНА ГЕНЕТИКА:

Веропотвелян М.П. (м. Кривий Ріг, Україна)  
Галаган В.Д. (м. Київ, Україна)  
Гнатейко О.З. (м. Львів, Україна)  
Ластівка І.В. (м. Чернівці, Україна)

### СТОМАТОЛОГІЯ:

Бамбуляк А.В. (м. Чернівці, Україна)  
Годованець О.І. (м. Чернівці, Україна)  
Кузняк Н.Б. (м. Чернівці, Україна)  
Мірчук Б.М. (м. Львів, Україна)  
Райлян С.К. (м. Кишинів, Молдова)

### ФІЗИЧНА ТА РЕАБІЛІТАЦІЙНА МЕДИЦИНА:

Дорофєєва О.Є. (м. Київ, Україна)  
Єжова О.О. (м. Суми, Україна)  
Неханевич О.В. (м. Дніпро, Україна)  
Романчук О.П. (м. Одеса, Україна)

### ФАРМАЦІЯ:

Борисюк І.Ю. (м. Одеса, Україна)  
Геруш О.В. (м. Чернівці, Україна)  
Зайченко Г.В. (м. Київ, Україна)  
Калько К.О. (м. Одеса, Україна)  
Марчишин С.М. (м. Тернопіль, Україна)  
Ткачова О.В. (м. Харків, Україна)  
Хоменко В.М. (м. Лиман, Україна)

### ПАТОЛОГІЯ:

Зяблицев С.В. (м. Київ, Україна)  
Проняєв Д.В. (м. Чернівці, Україна)  
Роговий Ю.Є. (м. Чернівці, Україна)  
Ситнікова В.О. (м. Одеса, Україна)  
Слободян О.М. (м. Чернівці, Україна)  
Степаненко О.Ю. (м. Харків, Україна)  
Цигикало О.В. (м. Чернівці, Україна)  
Марковський В.Д. (м. Харків, Україна)

Рекомендовано до друку та поширення через мережу Internet рішенням Вченої ради

Буковинського державного медичного університету

Протокол № 6 від 27.02.2025 року

## НАУКОВА РЕДАКЦІЯ ЖУРНАЛУ

### Редакційно-видавничий відділ

Буковинського державного медичного університету МОЗ України

Адреса: 58002, Чернівці, площа Театральна, 2

Код ЄДРПОУ 02010971

Керівник відділу - Волошенюк Ірина Олексіївна

Контактний телефон: +38 (0372) 52-39-63

e-mail: print@bsmu.edu.ua

## ВИДАВЕЦЬ

ТОВ «Редакція журналу «Неонатологія, хірургія та перинатальна медицина»

Адреса: 04053, м. Київ, пров. Бехтерівський, 4Б, оф. 47

Код ЄДРПОУ 42656224

Директор видавництва - Кушнір Віталій Миколайович

Контактні телефони: +380673270800

e-mail: v.kushnir1111@gmail.com

Передплатний індекс: 89773.

Адреса для листування: Буковинський державний медичний університет МОЗ України,  
Театральна площа, 2, м. Чернівці, 58002, Україна. Заступнику головного редактора  
журналу "Неонатологія, хірургія та перинатальна медицина" професору Годованець Юлії Дмитрівні.

Контактний телефон: +38(050)6189959

e-mail: neonatology@bsmu.edu.ua

Офіційний web-сайт журналу: <http://neonatology.bsmu.edu.ua/>

(Українська науково-освітня телекомунікаційна мережа "URAN", проект «Наукова періодика України,  
в рамках некомерційного проекту PublicKnowledge Project

### Електронна версія журналу представлена:

Національна бібліотека ім. В.І.Вернадського (м. Київ, Україна), Наукова періодика України, №347,  
web-сайт: <http://www.irbis-nbuv.gov.ua/>

Буковинський державний медичний університет МОЗ України (м. Чернівці, Україна),

web-сайт: [http://www.bsmu.edu.ua/uk/science/scientific\\_mags\\_bsmu/neonatal](http://www.bsmu.edu.ua/uk/science/scientific_mags_bsmu/neonatal)

Журнал розсилається згідно Державного реєстру у провідні бібліотеки,

державні установи та вищі медичні навчальні заклади України.

Публікаційна етика журналу відповідає положенням «Єдині вимоги до рукописів, що представляються в біомедичні журнали,  
підготівці та редагування біомедичних публікацій» Міжнародного Комітету Редакторів Медичних Журналів  
(International Committee of Medical Journal Editors (ICMJE) <http://www.icmje.org/>)

Редакція журналу підтримує міжнародні принципи наукових публікацій згідно рекомендацій Комітету з етики публікацій (COPE),  
Довіднику журналів відкритого доступу (DOAJ), Асоціації наукових видавців відкритого доступу (OASPA)  
та Всесвітньої асоціації медичних редакторів (WAME)



УДК 611.817.1:616-073.756.8

DOI: 10.24061/2413-4260. XV.1.55.2025.17

**О. В. Цигикало, І. В. Марценяк<sup>1</sup>**

Буковинський державний медичний університет,  
Чернівецький національний університет  
імені Юрія Федьковича<sup>1</sup>  
(м. Чернівці, Україна).

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

### 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 впізнаваною та зручною 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 передньовисхідну межу скроневої частки [9, 10]. Бічна

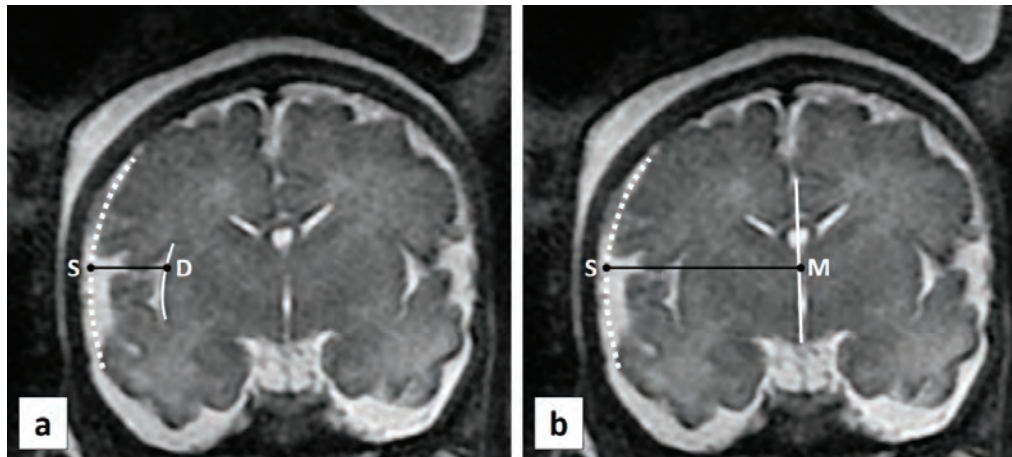
борозна є однією з перших борозен, що з'являються у процесі розвитку [11, 12]. Ця борозна, як правило, легко ідентифікується і добре візуалізується на ультрасонографічних та томографічних зображеннях головного мозку плодів. Тому ця борозна може використовуватись у якості анатомічного орієнтиру для оцінки 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.

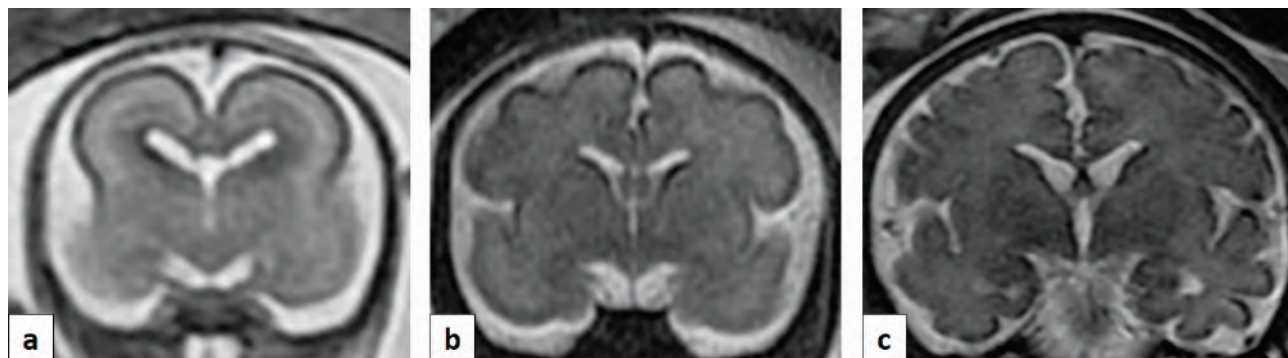
**Метою дослідження** було розробити методику визначення відносної глибини бічної борозни великих півкуль головного мозку людини та з'ясувати особливості морфогенезу цієї борозни у плодовому періоді пренатального онтогенезу.

**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 T2. 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 T2), 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; а – визначення абсолютної глибини борозни – вимірювання відстані SD; б – визначення відстані між поверхнею головного мозку і серединною сагітальною площиною SM.



**Рис. 2.** МРТ головного мозку плодів людини: а – 20 тижнів гестації, б – 30 тижнів гестації, с – 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 відрізка, що поєднує між собою криві S і D – відстань SD (рис. 1, а). 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, б). Для визначення відносної глибини бічної

борозни розраховувалось відношення  $(SD/SM) \times 100\%$ . 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, статеві-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, а). 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, б). 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, с).

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 спостерігалось 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 індивідумів, 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 дослідженого параметру. Перспективи подальших досліджень полягають у проведенні морфометрії на більших вибір-

ках 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 Neurol*. 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): zpa058. DOI: <http://doi.org/10.1093/sleepadvances/zpa058> 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, Chaemsathong 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<sup>1</sup>*

**Bukovinian State Medical University (Chernivtsi, Ukraine),  
Yuriy Fedkovych Chernivtsi National University<sup>1</sup>  
(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.

**e-mail:** [tsyhykalo.olexandr@bsmu.edu.ua](mailto: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](mailto: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](mailto: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](mailto:i.marceniak@chnu.edu.ua)

**ORCID:** <https://orcid.org/0009-0002-2753-6772>

**Scopus Author ID:** 57192587855



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