

## Особливості морфогенезу потиличної кістки у ранньому періоді онтогенезу людини

Дмитренко Р.Р., Цигикало О.В.\* , Гончаренко В.А.

ВДНЗ України “Буковинський державний медичний університет”

\*E-mail: tsyhykalo@icloud.com

### Ключові слова:

- склепіння черепа
- потилична кістка
- зародок
- пренатальний розвиток
- людина

### Анотація

Із метою з'ясування особливостей морфогенезу потиличної кістки у ранньому періоді онтогенезу людини досліджено 20 серій послідовних гістологічних зрізів препаратів зародків та передплідів людини 14,0-80,0 мм тім'яно-куприкової довжини (ТКД) (4-12-й тижні внутрішньоутробного розвитку) з використанням комплексу методів морфологічного дослідження (антропометрія, морфометрія, виготовлення гістологічних зрізів, тривимірне комп'ютерне реконструювання, статистичний аналіз). Визначені джерела закладки та особливості осифікації потиличної кістки людини. Встановлено, що закладка потиличної кістки з'являється однією з перших серед кісток черепа на 8-му тижні внутрішньоутробного розвитку, джерелом якої є парахордальний зачаток. Осифікація потиличної кістки людини відбувається як мезенхімальним, так і хрящовим шляхом.

## Вступ

Склепіння черепа є комплексом кісток та їх з'днань, які формують верхню, передню, задню та бічні стінки мозкового відділу черепа, а також беруть участь у будові основи черепа та лицевого відділу голови [1]. Відомо, що мозковий відділ черепа разом з мозковими оболонками виконує низку важливих функцій, найважливіша з яких – захист життєво важливих структур головного мозку. Порушення морфогенезу кісток склепіння черепа призводять до тяжких вад розвитку (акранія, голоакранія, мероакранія), які у свою чергу порушують функції центральної нервової системи [2, 3]. У процесі внутрішньоутробного розвитку (ВУР) черепа людини спостерігаються випадки формування додаткових кісток, які називають вставними або вормієвими, і які зазвичай належать або до кісток швів, або кісток тім'ячок та зумовлюють морфологічні особливості форми та будови мозкового відділу черепа [4, 5]. Вичерпні відомості щодо особливостей морфогенезу потиличної кістки (ПК) дозволять краще пояснити етіопатогенез низки вроджених вад голови та причини індивідуальної анатомічної мінливості черепа людини [6]. Аналіз сучасних наукових джерел показав суперечливість даних щодо особливостей та хронологічної послідовності закладки та скостеніння кісток склепіння черепа, виявив брак комплексних морфологічних досліджень особливостей розвитку та індивідуальної анатомічної мінливості структур черепа упродовж всього пренатального періоду онтогенезу людини. Визначення хронологічної послідовності джерел закладки кісток черепа сприятиме удосконаленню пренатальних критеріїв тлумачення даних сучасних методів медичної діагностичної візуалізації. У зв'язку з активним розвитком нейрохірургії, судинної хірургії, мікрохірургічних технологій, розроблення та впровадження краніопластичних операцій і діагностичних маніпуляцій, стає очевидною необхідність вивчення особливостей становлення індивідуальної будови, форми та розмірів ПК. Деталізація морфологічних

даних про будову ПК наразі потрібна також для задач теоретичної морфології, антропології, судової медицини, біоінженерії [7, 8, 9].

## Матеріали та методи

Досліджено 20 серій послідовних гістологічних зрізів препаратів зародків та передплідів людини 14,0-80,0 мм тім'яно-куприкової довжини (ТКД) (4-12-й тижні ВУР) з використанням комплексу методів морфологічного дослідження (антропометрія, морфометрія, виготовлення гістологічних зрізів, тривимірне комп'ютерне реконструювання, статистичний аналіз).

## Результати та обговорення

Розрізняють 2 типи скостеніння: 1) розвиток кістки в межах хрящового зачатка – хрящовий, або ендохондральний остеогенез; 2) розвиток кістки безпосередньо з мезенхіми, або перетинчастий остеогенез [1, 6]. У результаті цих процесів головний мозок стає оточеним ектоменінгеальною капсулою (зачатками основи та склепіння черепа), які розвиваються асинхронно (рис. 1).

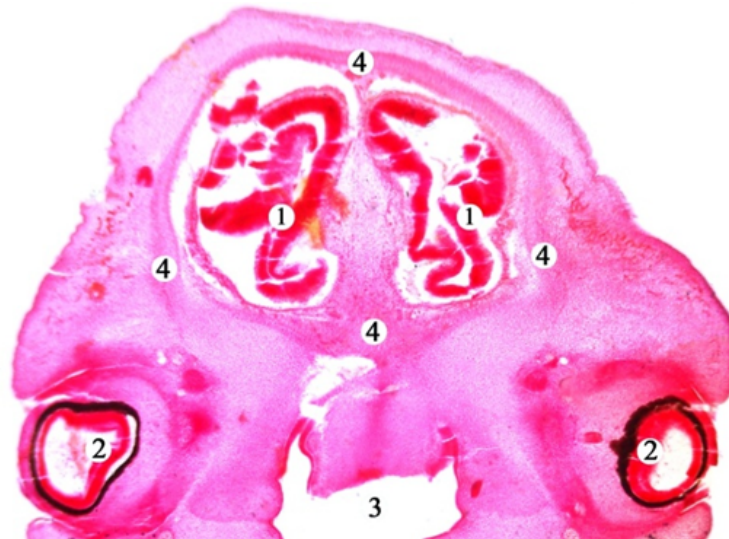


Fig. 1.: Фронтальний зріз голови 5-тижневого зародка людини (6,5 мм ТКД). Забарвлення гемато-ксиліном і еозином. Мікрофотографія. Зб.:  $\times 20$ . Позначення: 1 – зачаток головного мозку; 2 – зачаток органа зору; 3 – носова порожнина; 4 – ектоменінгеальна капсула.

Процес скостеніння хрящового черепа людини починається майже з 110 центральних осередків остеогенезу в зародковому періоді ВУР. Ці центри осифікації утворюють 45 кісток черепа новонародженого, які починають зрощуватися в постнатальному періоді розвитку, і вже у дорослої людини їх кількість складає 22 кістки [1]. Після завершення їх скостеніння хрящова тканина все ще зберігається на крилах носа і хрящових носових перегородках, клино-потиличних і клино-кам'янистих перехрестях, верхівці кам'янистої частини скроневої кістки, між відокремленими частинами потиличної кістки, кам'янисто-потиличних синхондрозах та у рваному отворі. Встановлено, що на 8-му тижні ВУР хондрокраніум визначається як безперервна структура. Першою з хрящових закладок основи черепа виявлений парахордальний хрящ позаду гіпофіза. Він виникає вздовж країв краніального кінця нотохорди і походить від потиличних та першого шийного склеротомів, що можна пояснити роллю нотохорди як головним сигнальним центром для процесів парахордального хондрогенезу. Парахордальний хрящ є похідним склеротома і формує край великого отвору та основу зачатка потиличної кістки, а потім поширюється вздовж країв майбутнього великого отвору. Він також забезпечує зачаток для основи черепа та виросткової частини ПК. Протягом 8-го тижня ВУР міжтім'яна кістка (надкаркова частина ПК) формує два центри скостеніння. Протягом 12-го тижня ВУР розвиваються додаткові два бічні центри скостеніння. Між тім'яною та інтерпарієтальною кістками в цей період спостерігається широка хрящова

щілина, яка зникає після того, як ці перетинчасті зачатки кісток збільшаться та наблизяться одна назустріч іншій. Верхня частина лямбдоподібного шва знаходиться в місці контакту цих кісток і сприяє зрощенню каудальної межі тім'яної кістки та верхнього краю потиличної кістки. ПК осифікується як ендохондральним шляхом, так і перетинчастим. Основою ПК є 4 хрящових компонента, які знаходяться попереду великого отвору великого отвору; бічна частина (ексокципітальна) розташована на кожному бічному краю великого отвору; надпотилична ділянка знаходиться позаду великого отвору і формує нижню частину луски нижче додаткового, мендозального, потиличного шва. Перетинчастий відділ ПК утворює міжтім'яний сегмент – верхню частину луски ПК над мендоназальним швом. Таким чином, луската частина ПК формується від нижніх надпотиличних та верхніх міжтім'яних центрів скостеніння. Верхня каркова лінія розмежовує ці два центри осифікації. Скостеніння базокципітального сегмента починається від серединного центра на 11-му тижні ВУР та продовжується латерально до передньої третини кожного потиличного виростка. У той же час, осифікація ексокципітальної частини просувається у напрямку дорзальних 2/3 потиличних виростків. Отже, ексокципітальний сегмент приєднується до базокципітального по передньому інтраокципітальному синхондрозу, що розташований всередині кожного виростка.

## Висновки

1. Закладка потиличної кістки з'являється однією з перших серед кісток черепа на 8-му тижні внутрішньоутробного розвитку, джерелом якої є парахордальний зачаток.
2. Осифікація потиличної кістки людини відбувається як мезенхімальним, так і хрящовим шляхом.

## Література

- [1] Begnoni G, Serrao G, Musto F, Pellegrini G, Triulzi FM, Dellavia C. Craniofacial structures' development in prenatal period: An MRI study. *Orthodontics & craniofacial research*. 2018; 21 (2): 96-103. DOI: <https://doi.org/10.1111/ocr.12222> [PMid:29533534]
- [2] Elfeshawy MS, Aly WE, Abouzeid MA. The Role of 3D & 4D Ultrasonography in Diagnosis of Fetal Head and Neck Congenital Anomalies. *International Journal of Medical Imaging*. 2019; 7 (4): 81.
- [3] Горбатюк ОМ, Македонський ІА, Курило ГВ. Сучасні стратегії діагностики, хірургічної корекції та профілактики вроджених вад розвитку у новонароджених. *Неонатологія, хірургія та перинатальна медицина*. 2019; 9 (4 (34)): 88-97.
- [4] Murlimanju BV, Prabhu LV, Paul MT, Pai MM, Krishnamurthy A, Rai A. Variant morphogenesis of squamous part of occipital bone in human skulls. *Journal of Morphological Sciences*. 2017; 27 (3-4): 139-141.
- [5] Jin S-W, Sim K-B, Kim S-D. Development and growth of the normal cranial vault: an embryologic review. *Journal of Korean Neurosurgical Society*. 2016; 59 (3): 192-196. DOI: <https://doi.org/10.3340/jkns.2016.59.3.192> [PMid:27226848 PMCid:PMC4877539]
- [6] Richard C, Courbon G, Laroche N, Prades JM, Vico L, Malaval L. Inner ear ossification and mineralization kinetics in human embryonic development - microtomographic and histomorphological study. *Scientific reports*. 2017; 7 (1): 1-11. DOI: <https://doi.org/10.1038/s41598-017-05151-0> [PMid:28684743 PMCid:PMC5500530]
- [7] Bordes SJ, Tubbs RS. The Occipital Bone: Review of Its Embryology and Molecular Development. In *The Chiari Malformations*. Springer, Cham; 2020. 109-114. DOI: [https://doi.org/10.1007/978-3-030-44862-2\\_6](https://doi.org/10.1007/978-3-030-44862-2_6)
- [8] Rai R, Iwanaga J, Shokouhi G, Loukas M, Mortazavi MM, Oskouian RJ, Tubbs RS. A comprehensive review of the clivus: anatomy, embryology, variants, pathology, and surgical approaches. *Child's Nervous System*. 2018; 34 (8): 1451-1458. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00381-018-3875-x> [PMid:29955940]

- [9] Badiu GA, Tarța-Arsene E, Ispas AT, Niculae A, Baciuc A, Stoică L. Estimation of the age from fetal occipital bone. Romanian Journal of Functional & Clinical, Macro-& Microscopical Anatomy & of Anthropology/Revista Română de Anatomie Functionala si Clinica, Macro si Microscopica si de Antropologie. 2019; 18 (3): 165-168.