

УДК 611.414.2.013
DOI: 10.24061/1727-0847.24.3.2025.48

О. М. Слободян, Ю. В. Гавалешко

Кафедра анатомії, клінічної анатомії та оперативної хірургії (зав. – проф. О. М. Слободян) закладу вищої освіти Буковинського державного медичного університету МОЗ України, м. Чернівці

СУЧАСНІ ВІДОМОСТІ ПРО МОРФОГЕНЕЗ КІСТОК СКЛЕПІННЯ ЧЕРЕПА

Резюме. Стрімке збільшення поширеності деформацій черепа серед новонароджених і дітей раннього віку, а також недостатня кількість даних щодо морфологічних перетворень кісток склепіння черепа у пренатальному періоді, підкреслюють актуальність детального вивчення представленої теми. Розвиток склепіння черепа є складним послідовним процесом, що охоплює етапи мезенхімальної конденсації, диференціації остеобластів, формування первинної кісткової тканини та подальшого ремоделювання відповідно до темпів росту головного мозку. Особливу роль у цьому процесі відіграє стан лобової, скроневої, потиличної, частина клиноподібної кісток, а також тім'ячок й швів, які забезпечують пластичність черепа та адаптивне розширення нейрокраніального простору.

Комплексне вивчення морфогенезу склепіння черепа є ключем до розуміння патогенезу вроджених і набутих краніальних деформацій. Морфологічні критерії нормального розвитку можуть слугувати основою для формування стандартизованих алгоритмів раннього виявлення та профілактики патологій кісток та швів склепіння черепа.

Ключові слова: анатомія, морфогенез, людина, голова, склепіння черепа, кістки.

Уроджені та набуті захворювання черепа вважаються одними із найскладніших патологій для сучасної діагностики та лікування не лише серед дорослих, а й серед осіб дитячого віку. За даними N. Shlobin [1], частота передчасного зрощення швів черепа становить у середньому 1 випадок на 2000-2500 новонароджених, що відповідає понад 80 000 випадків щорічно у світі. Найпоширенішим варіантом є сагітальний краніосинтоз, який становить близько 50% усіх клінічно верифікованих випадків. Окрему групу формують позиційні деформації склепіння черепа, зокрема плагіоцефалія, поширеність якої за останні два десятиліття суттєво збільшилася у зв'язку зі зміною стандартів положення немовлят під час сну. Так, W. Yang [2], наводить дані, що плагіоцефалія становить 3,9-57,2%, брахіцефалія – 16-48%, а доліхоцефалія – 21-88% випадків у світі. Здебільшого всі вроджені вади черепа, особливо його склепіння є особливими патологіями через зв'язок із порушенням внутрішньоутробного розвитку та неправильною закладкою кісткових структур в критичні періоди онтогенезу, що спонукає до більш детального вивчення морфогенезу склепіння черепа. Ці дані в своїй роботі підтверджують О. М. Слободян та С. І. Дундюк-Березіна [3], вказуючи, що черепні аномалії є важливою проблемою в неонатології,

педіатрії, нейрохірургії та дитячій хірургії. Вони входять до числа основних причин дитячої смертності та захворюваності в усьому світі, які впливають на подальше завершення формування черепа та нормального функціонування структур головного мозку. І навпаки, неправильний ембріогенез або відставання в розвитку черепа може стати першою і важливою детермінантою виникнення вроджених і деяких складних набутих вад черепа.

Розвиток черепа і в цілому голови, починається з 1-го тижня внутрішньоутробного розвитку і прогресує аж до початку передплодового періоду і до 8-го тижня внутрішньоутробного розвитку. Р. Дмитренко [4] вказує, що впродовж 4-6 тижнів клітини нервового гребеня активно розмножуються в ділянці майбутньої голови, мігрують і диференціюються на різні мезенхімні клітини, які в подальшому дають початок розвитку кісткових структур склепіння черепа та лиця. Попри значну кількість наукових праць щодо вивчення морфології та ембріології, існують значні прогалини у вивченні розвитку склепіння черепа та систематизації цих даних. Крім цього, немає єдиних стандартів оцінки ступеня зрілості склепіння черепа у новонароджених, в яких майже в повному обсязі досягнуто розвиток черепа [5]. Маловивченими залишаються регуляторні механізми сигнальних шляхів,

що визначають темпи остеогенезу, а також не повністю розкритий зв'язок закладки кісток склепіння черепа в розвитку різних патологій черепа та голови в цілому. Це створює значні труднощі у ранній діагностиці та прогнозуванні вроджених аномалій як в перинатальному періоді онтогенезу, так і діагностики й лікування в постнатальному періоді.

Чітке розуміння морфогенезу склепіння черепа в перинатальному періоді може забезпечити фундамент для діагностики, лікування й профілактики патологій черепно-мозкової системи, а також покращити міждисциплінарну співпрацю між неонатологами, анатомами, педіатрами й хірургами.

Мета дослідження: охарактеризувати особливості розвитку склепіння черепа у перинатальному періоді онтогенезу, визначити типові морфометричні параметри, а також виявити варіації, які можуть слугувати клінічними показниками відхилень у розвитку на основі літературних джерел.

Матеріал і методи. Для досягнення поставленої мети було використано основні методи опрацювання наукової літератури: бібліографічний та бібліосемантичний. Використано 29 сучасних наукових джерел за останні 5-7 років, 4 з яких – вітчизняні, а 25 – іноземні, що підвищує наукову цінність та новизну даної роботи.

Склепіння черепа відіграє важливу роль у захисті головного мозку та підтримці нормального функціонування центральної нервової системи. Перинатальний період онтогенезу є критичним періодом, коли відбувається формування та остаточне диференціювання кісткових структур. L. Humphries вказує [5], що особливості розвитку склепіння в цей час визначають не лише морфологічну зрілість кісток, а й їхню здатність адаптуватися до пологів і подальшого постнатального росту дитини.

За даними О. М. Слободяна та ін. [6] та Р. Р. Дмитренка та ін. [7], розвиток кісток склепіння черепа забезпечується послідовним розвитком і злиттям різних кісткових зачатків, які згодом беруть участь у формуванні основи черепа, його склепіння та лицевої частини. Порушення процесів злиття ранніх зачатків кісток може призвести до різних уроджених дефектів, таких як розколин черепа, яка потім призводить до формування черепно-мозкової грижі. Такі дефекти стосуються швів черепа, та зокрема кісток склепіння [8]. У свою чергу, шви давно вважаються структурами, які відповідають за розподіл і поглинання механічного навантаження.

Одним із компонентів, що складає склепіння черепа є лобова кістка, яка бере свій початок з мезенхіми та розвивається по типу внутрішньомембранозної (ендесмальної) осифікації, тобто без попередньої хрящової стадії розвитку. Формування цієї кістки розпочинається на 8-10 тижні внутрішньоутробного розвитку. У цей час з'являються два первинні центри окостеніння – по одному на кожену половину майбутньої лобової кістки [9, 10]. Вони розміщуються в ділянці над очними ямками і поступово поширюються в напрямку тім'яних кісток, забезпечуючи ріст кістки у висоту та ширину. Наприкінці 2-го місяця внутрішньоутробного розвитку у зачатках лобової та тім'яної кісток починають візуалізуватися остеобласти – клітини, які є відповідальними за ріст та мінералізацію кісткової тканини. Остеобласти активно формують основу для розвитку кісток, стимулюючи їх поступове зміцнення та ріст. Поступово з остеобластів утворюються зрілі остецити, які посідають свою роль у підтримці структури кісткової тканини. Остецити є основними клітинами кісткової тканини, які регулюють обмін речовин та підтримують її цілісність.

У перинатальному періоді лобова кістка представлена двома окремими половинами, які розділені між собою лобовим або так званим метопічним швом. Цей шов є фіброзним з'єднанням і є нормальним анатомічним явищем для новонародженого. У більшості випадків метопічний шов зникає до кінця 1,5-2-го року життя внаслідок зрощення обох половин лобової кістки в єдину структуру. Проте, в деяких літературних джерелах трапляються дані, що у частини дорослих він може частково зберігатися у вигляді вузької кісткової лінії або шва [11]. Лобова кістка у новонародженого має тонку пластинчасту будову й залишається досить еластичною, що дозволяє склепінню черепа пристосовуватися до пологів. Верхній край лобової кістки межує з тім'яними кістками по вінцевому шву. Крім участі у формуванні передньої стінки склепіння черепа, лобова кістка також бере участь у побудові верхньої стінки очних ямок та частково покрівлі носової порожнини.

Закладка тім'яних кісток починається в перинатальному періоді онтогенезу, коли у мезенхімі склепіння черепа з'являються первинні центри осифікації. Ці осередки виникають із мезенхімальних клітин, які локалізовані у відповідній ділянці майбутньої тім'яної кістки. Спочатку мезенхімальні клітини диференціюються в остеобласти – клітини, що продукують кісткову матрицю [12]. Первинні центри осифікації формуються у вигляді невеликих осередків кісткової тканини, які потім збільшуються і поширюються, утворюючи зачаток тім'яної кістки [13, 14]. Цей процес відбувається

за механізмом інтрамембранозної осифікації, тобто безпосереднього утворення кісткової тканини з мезенхіми, без проміжної хрящової стадії по аналогії морфогенезу лобової кістки. Закладка тим'яних кісток є ключовим етапом формування склепіння черепа і відбувається приблизно у другій половині внутрішньоутробного періоду, забезпечуючи основу для подальшого росту і розвитку цих кісток.

У місці з'єднання лобової та обох тим'яних кісток розташоване переднє (велике) тим'ячко – незарощена ділянка склепіння черепа ромбоподібної форми [15]. Це тим'ячко закривається фізіологічно у віці від 12 до 18 місяців. У плодів людини на черепі визначаються шість фіброзних ділянок (тим'ячок), що розташовані в місцях з'єднання двох або більше кісток. Серед них розрізняють дві непарні структури: переднє та заднє тим'ячко, а також чотири парні: передньобічні (клинопіднебінні) та задньобічні (соскоподібні) тим'ячка. У постнатальному періоді кістка продовжує розвиток, пристосовуючись до швидкого збільшення об'єму головного мозку, особливо до стрімкого росту лобових часток.

Верхня частина потиличної кістки формується в процесі інтрамембранозної осифікації із мезенхімального зачатка, розташованого в задній частині склепіння черепа по тому ж типу, що й лобова і тим'яна кістки. Закладка починається ще у пізньому ембріональному або ранньому пренатальному періоді, коли мезенхімальні клітини, що оточують мозковий відділ задньої черепної ямки, диференціюються в остеобласти – клітини, які відповідають за утворення кістки [16]. Ці остеобласти продукують кісткову матрицю безпосередньо у товщі мезенхіми, утворюючи первинні осифікаційні центри верхньої частини потиличної кістки [17]. Цей процес відбувається також без проміжної хрящової стадії. Конденсація мезенхіми з утворенням ектоменінгеальної капсули відбувається навколо раніше сформованих черепних нервів, судин і очних зачатків, при цьому формуються первинні отвори черепа. Ектоменінгеальна капсула має два окремі шари: внутрішній – ендоменінгій, який походить з мезенхіми нервового гребеня і є зачатком м'якої та павутинної оболонок мозку; і зовнішній – ектоменінгій, що утворюється з мезенхіми як нервового гребеня, так і параксіального мезодерму. В ектоменінгії виділяють два шари: внутрішній шар утворює тверду мозкову оболонку, тоді як зовнішній є джерелом формування кісткових структур мозкового відділу черепа – нейрокранію або десмокранію (процес окостеніння відбувається перетинчастим шляхом), хондрокранію (процес окостеніння відбувається хрящовим шляхом), а також

вісцерокранію (процес окостеніння відбувається як перетинчастим, так і хрящовим шляхами). На 4-му тижні внутрішньоутробного розвитку вперше виявляється мезенхімальна конденсація в потиличній ділянці, де мезенхіма концентрується навколо хорди. Ця ділянка в подальшому бере участь у формуванні схилю та спинки турецького сідла. У процесі розвитку плода і головного мозку осифікаційні осередки розширюються, зливаючись із суміжними центрами, що дає початок формуванню суцільної кісткової пластини. Закладка верхньої частини потиличної кістки важлива для формування задньої частини склепіння черепа, що захищає потиличний відділ головного мозку та слугує основою для прикріплення м'язів шиї і потилиці [18].

Луска скроневої кістки формується в процесі інтрамембранозної осифікації, що відбувається у мезенхімальних зачатках у боковій частині черепа. Закладка луски починається в пізньому ембріональному періоді, коли мезенхімальні клітини, розташовані обабіч від зачатків мозку, диференціюються в остеобласти [19]. Ці клітини утворюють первинні осифікаційні центри луски скроневої кістки. Осифікація луски проходить без проміжної хрящової стадії – кісткова тканина формується безпосередньо з мезенхіми (інтрамембранозна осифікація). Спочатку формуються невеликі осередки кісткової тканини, які поступово розростаються і зливаються, утворюючи пластини майбутньої луски [20]. Морфогенез луски супроводжується формуванням прилеглих швів – скронево-тім'яного та скронево-потиличного, які забезпечують рухливість і подальший ріст кісток черепа. За даними S. Benyo [21], розміри центру окостеніння лускової частини скроневої кістки обох сторін збільшуються з терміном вагітності. Для правої лускової частини скроневої кістки спостерігається поступове збільшення всіх параметрів: вертикальний діаметр, сагітальний діаметр, площа проєкції та об'єм, для лівої – також спостерігається схожа тенденція росту, проте в деяких вікових точках є незначні відмінності, зокрема в вертикальному та сагітальному діаметрах, а також у площі проєкції та об'ємі. Упродовж внутрішньоутробного розвитку, а саме від 18 до 30-ти тижнів розвитку характерним є значним ріст обох кісток, із найбільшими змінами в період з 27 до 30 тижнів [21]. У подальшому постнатальному періоді луска скроневої кістки продовжує свій ріст і моделювання, що є необхідним для адаптації до росту мозку і формування черепної коробки.

Верхні крила крилоподібної кістки формуються із мезенхімальних зачатків у складі клиноподібної кістки черепа. Цей процес відбувається

переважно за механізмом ендохондральної осифікації, що означає розвиток кістки через попереднє формування хрящового аналога. Закладка верхніх крил починається у ранньому ембріональному періоді, коли мезенхімальні клітини конденсуються і диференціюються в хондробласти, утворюючи хрящовий зачаток [22]. Цей хрящ поступово осифікується, перетворюючись на кісткову тканину. Осифікація верхніх крил супроводжується формуванням первинних і вторинних осифікаційних центрів, які забезпечують збільшення і моделювання кістки. Як зазначає в своїй роботі J. Skrzat [23], цей процес регулюється численними молекулярними факторами, зокрема BMP, Sox9, Runx2. Верхні крила крилоподібної кістки формують важливі анатомічні структури та з'єднуються з іншими відділами клиноподібної кістки, утворюючи основу для прикріплення м'язів та зв'язок, а також формують частину основи черепа. Морфогенез верхніх крил завершується у постнатальному періоді, коли відбувається остаточне формування їхньої форми і розмірів.

Шви склепіння черепа – це сполучнотканинні ділянки між кістками черепа, які забезпечують ріст і деяку рухливість кісток черепа. Упродовж внутрішньоутробного розвитку формуються п'ять основних черепних швів: лобовий (метопічний), стріловий (сагітальний), вінцевий (коронарний), лускатий (сквамозний) та ламбдоподібний.

Метопічний шов (лобовий шов) формується на межі між двома половинами лобової кістки. Закладка шва починається приблизно на 8-10 тижні внутрішньоутробного періоду, коли лобова кістка розвивається з двох зачатків [24, 25]. Спочатку шов залишається відкритим, забезпечуючи збільшення черепа, а поступово до 1,5-2 річного віку, іноді до 6-8 років життя він зростається і зникає [26].

Сагітальний шов розташований між двома тім'яними кістками по серединній лінії. Його формування починається в пренатальному періоді, близько 12-14 тижнів внутрішньоутробного періоду, одночасно із закладкою тім'яних кісток. Сагітальний шов залишається рухливим у дитячому віці для забезпечення росту голови і зазвичай зростається в дорослому віці [27].

Вінцевий шов знаходиться між лобовою і тім'яними кістками. Він закладається у пренатальному періоді, приблизно у 12-14 тижнів внутрішньоутробного періоду, коли ці кістки формуються і зростаються. Цей шов зберігає рухливість

у ранньому віці і поступово зростається в дорослому періоді [28].

Ламбдоподібний шов утворюється на межі між тім'яними і потиличною кістками. Його закладка відбувається в пренатальному періоді, приблизно у 12-16 тижнів внутрішньоутробного періоду. Цей шов важливий для росту черепа у ранньому дитинстві і завершує своє формування в пізньому підлітковому або дорослому віці [29].

Додатково, відзначають скронево-тім'яний шов, який формується між тім'яною і скроневою кістками у пренатальному періоді. Він забезпечує рухливість і збільшення кісток у ранньому онтогенезі. Усі шви формуються як ділянки сполучної тканини, які забезпечують адаптивний ріст черепа у зв'язку з ростом мозку. З часом, із завершенням росту, шви поступово зростаються, утворюючи міцні кісткові з'єднання.

Висновок. Отже, морфогенез кісток склепіння черепа є поетапним процесом, який включає мезенхімальну конденсацію, формування первинної кісткової пластинки та подальше нашарування ламелярної кістки з редукцією ембріональної сполучної тканини. Особливістю морфогенезу склепіння черепа в цей період є здатність кісток до зміщення під час проходження через пологові шляхи (феномен конфігурації голови). Ці особливості забезпечують еластичність та змінність форми черепа при пологах, а також умови для подальшого росту головного мозку після народження. Шви та тім'ячка відіграють ключову регуляторну роль у постнатальній зміні форми черепа, забезпечуючи адаптивне розширення черепної коробки. Своєчасність їх окостеніння є критичним маркером нормального морфогенезу, а будь-які порушення цього процесу формують передумови краніальних деформацій.

Перспективи подальших досліджень полягають в продовженні дослідження невисвітлених особливостей розвитку окремих структур склепіння черепа, а також їх макроскопічного, морфометричного дослідження з метою встановлення вікових, статевих взаємовідношень для отримання цілісної інформації про форми черепа, варіанти розвитку, вроджені та набуті захворювання. Морфогенетичні особливості кісток склепіння черепа мають не лише теоретичне, але й практичне значення, оскільки формують анатомічну базу для нейрохірургічних, реконструктивних та неонатологічних протоколів, а також для раннього скринінгу вроджених аномалій.

Список використаної літератури

1. Shlobin NA, Baticulon RE, Ortega CA, Du L, Bonfield CM, Wray A, et al. Global Epidemiology of Craniosynostosis: A Systematic Review and Meta-Analysis. *World Neurosurg.* 2022 Aug;164:413-423.e3. doi: 10.1016/j.wneu.2022.05.093.
2. Yang W, Chen J, Shen W, Wang C, Wu Z, Chang Q, et al. Prevalence of positional skull deformities in 530 premature infants with a corrected age of up to 6 months: a multicenter study. *BMC Pediatr.* 2019 Dec 30;19(1):520. doi: 10.1186/s12887-019-1864-1.
3. Слободян ОМ, Дундюк-Березіна СІ. Анатомічне моделювання дрібних кісток лицевого відділу черепа у плодів та новонароджених. *Клінічна анатомія та оперативна хірургія.* 2022;4(21):37-45. DOI: 10.24061/1727-0847.21.4.2022.44.
4. Дмитренко РР, Цигикало ОВ, Макалчук ІС. Ембріологічні передумови вад розвитку черепа людини. *Буковинський медичний вісник.* 2024;1(109):123-31. DOI: 10.24061/2413-0737.28.1.109.2024.20.
5. Humphries LS, Swanson JW, Bartlett SP, Taylor JA. Craniosynostosis: Posterior Cranial Vault Remodeling. *Clin Plast Surg.* 2021 Jul;48(3):455-71. doi: 10.1016/j.cps.2021.03.001.
6. Слободян О, Костюк В, Дундюк-Березіна С. Морфометричні характеристики параметрів черепа та обличчя у плодів та новонароджених. *Rep. of Morph. [Інтернет].* 25 червня 2021 р. [цитовано 9 жовтня 2025 р.];27(2):63-9. DOI: [https://doi.org/10.31393/morphology-journal-2021-27\(2\)-09/](https://doi.org/10.31393/morphology-journal-2021-27(2)-09/) Доступно за посиланням: <https://morphology-journal.com/index.php/journal/article/view/466>.
7. Дмитренко РР, Цигикало ОВ, Гонсаренко АВ. Особливості морфогенезу кісток основи черепа у ранньому періоді онтогенезу людини. *Буковинський медичний вісник,* 2020;3(95):22-7. DOI: <https://doi.org/10.24061/2413-0737.XXIV.3.95.2020.67>.
8. Graham A, Hikspoors JPJM, Anderson RH, Lamers WH, Bamforth SD. A revised terminology for the pharyngeal arches and the arch arteries. *J Anat.* 2023 Oct;243(4):665-81. doi: 10.1111/joa.13799.
9. Ekşi MŞ, Güdük M, Usseli MI. Frontal Bone is Thicker in Women and Frontal Sinus is Larger in Men: A Morphometric Analysis. *J Craniofac Surg.* 2021 Jul-Aug 01;32(5):1683-4. doi: 10.1097/SCS.00000000000007256.
10. Singh O, Varacallo MA. *Anatomy, Head and Neck: Frontal Bone.* 2025 Apr 27. In: StatPearls [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2025 Jan—. PMID: 30571045.
11. Anehosur V, Sahana MS, Kumar N. Grossly Depressed Frontal Bone Fracture in a Paediatric Patient: A Case Report. *J Maxillofac Oral Surg.* 2022 Jun;21(2):442-6. doi: 10.1007/s12663-020-01456-2.
12. Sahoo NK, Bhat S, Kumar S. Neonatal vascular malformation of parietal bone. *Natl J Maxillofac Surg.* 2021 Sep-Dec;12(3):431-4. doi: 10.4103/njms.NJMS_253_20.
13. Ajami S, Rodriguez-Florez N, Ong J, Jeelani NUO, Dunaway D, James G, et al. Mechanical and morphological properties of parietal bone in patients with sagittal craniosynostosis. *J Mech Behav Biomed Mater.* 2022 Jan;125:104929. doi: 10.1016/j.jmbbm.2021.104929.
14. Yang XR, Wright JR Jr, Yu W, Langdon KD, Somerset D, Thomas MA. Parietal bone agenesis and athelia in retinoic acid embryopathy: An expansion of the phenotype. *Birth Defects Res.* 2022 Jan 1;114(1):17-22. doi: 10.1002/bdr2.1965.
15. Anastasiadis K, Lambropoulos V, Tsoleka K, Kepertis C, Mouravas V, Spyridakis I. Frontal bone fibrous dysplasia in a 6-months-old boy: A distinctive entity. *Pediatr Med Chir.* 2021 Mar 19;43(1). doi: 10.4081/pmc.2021.225.
16. Rehman A, Al Khalili Y. Neuroanatomy, Occipital Lobe. 2023 Jul 24. In: StatPearls [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2025 Jan—. PMID: 31335040.
17. Germann AM, Kashyap V. *Anatomy, Head and Neck, Occipital Bone, Artery, Vein, and Nerve.* 2023 Jul 24. In: StatPearls [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2025 Jan—. PMID: 31082137.
18. Lozano-Bendicho C, Sánchez-Andrés Á, Martínez I, Conde-Valverde M, Carretero JM, Rodríguez L, et al. Occipital bone modeling patterns during the first years of life: A preliminary histological and quantitative approach. *J Anat.* 2025 Sep-Oct;247(3-4):885-96. doi: 10.1111/joa.14206.
19. Benson JC, Lane JJ. Temporal Bone Anatomy. *Neuroimaging Clin N Am.* 2022 Nov;32(4):763-75. doi: 10.1016/j.nic.2022.07.010.
20. Moonis G, Ginat DT. Normal Anatomic Structures, Variants, and Mimics of the Temporal Bone. *Neuroimaging Clin N Am.* 2022 May;32(2):345-61. doi: 10.1016/j.nic.2022.01.007.

21. Benyo S, Benn DV, Saadi RA, Gangai L, Kasmire KE, Isildak H, et al. Utility of Temporal Bone Computed Tomography in Pediatric Emergency Medicine. *West J Emerg Med.* 2022 Feb 9;23(2):238-45. doi: 10.5811/westjem.2021.11.52704.
22. Cochinski R, Agarwal M, Albuquerque J, A de Almeida C, Stricker RP, F Uberti M, et al. Anatomy and Diseases of the Greater Wings of the Sphenoid Bone. *Radiographics.* 2022 Jul-Aug;42(4):1177-95. doi: 10.1148/rg.210094.
23. Skrzat J, Goncerz G. Suture-like pattern formation in the pterygospinous bridge of the human sphenoid bone. *Folia Med Cracov.* 2023 Dec 30;63(4):27-33. doi: 10.24425/fmc.2023.148755.
24. Ganz JC. Cranial sutures. *Prog Brain Res.* 2024;285:127-36. doi: 10.1016/bs.pbr.2024.02.019.
25. W Beiriger J, Zhu X, Bruce MK, Irgebay Z, Smetona J, Losee JE, et al. Squamosal Suture Synostosis: An Under-Recognized Phenomenon. *Cleft Palate Craniofac J.* 2023 Oct;60(10):1267-72. doi: 10.1177/10556656221100675.
26. Nikolova S, Toneva D, Agre G, Lazarov N. Influence of persistent metopic suture on sagittal suture closure. *Ann Anat.* 2022 Jan;239:151811. doi: 10.1016/j.aanat.2021.151811.
27. Modi RN, Belza CC, Kamel GN, McKee RM, Carbullido MK, Gosman AA. Delayed Presentation of Sagittal Suture Craniosynostosis. *Ann Plast Surg.* 2022 May 1;88(4 Suppl 4): S351-S356. doi: 10.1097/SAP.0000000000003137.
28. Russell WP, Russell MR. Anatomy, Head and Neck, Coronal Suture. 2024 Sep 10. In: StatPearls [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2025 Jan-. PMID: 30252267.
29. Vinchon M, Guerreschi P, Karnoub MA, Wolber A. Synostosis of the lambdoid suture: a spectrum. *Childs Nerv Syst.* 2021 Jun;37(6):1991-2000. doi: 10.1007/s00381-020-05003-9.

References

1. Shlobin NA, Baticulon RE, Ortega CA, Du L, Bonfield CM, Wray A, et al. Global Epidemiology of Craniosynostosis: A Systematic Review and Meta-Analysis. *World Neurosurg.* 2022 Aug;164:413-423.e3. doi: 10.1016/j.wneu.2022.05.093.
2. Yang W, Chen J, Shen W, Wang C, Wu Z, Chang Q, et al. Prevalence of positional skull deformities in 530 premature infants with a corrected age of up to 6 months: a multicenter study. *BMC Pediatr.* 2019 Dec 30;19(1):520. doi: 10.1186/s12887-019-1864-1.
3. Slobodyan OM, Dunduk-Berezina SI. Anatomichne modelyuvannya dribnykh kistok lytsevoho viddilu cherepa u plodiv ta novonarodzhenykh. *Klinichna anatomiya ta operatyvna khirurhiya.* 2022;4(21):37-45. DOI: 10.24061/1727-0847.21.4.2022.44. [in Ukrainian].
4. Dmytrenko RR, Tsyhykalo OV, Makarchuk IS. Embriologichni peredumovy vad rozvytku cherepa lyudyny. *Bukovyns'kyy medychnyy visnyk.* 2024;1(109):123-31. DOI: 10.24061/2413-0737.28.1.109.2024.20. [in Ukrainian].
5. Humphries LS, Swanson JW, Bartlett SP, Taylor JA. Craniosynostosis: Posterior Cranial Vault Remodeling. *Clin Plast Surg.* 2021 Jul;48(3):455-71. doi: 10.1016/j.cps.2021.03.001.
6. Slobodyan O., Kostyuk V., Dunduk-Berezyna S. Morfometrychni kharakterystyky parametriv cherepa ta oblychchya u plodiv ta novonarodzhenykh. *Rep. of Morph. [Internet].* 25 chervnya 2021 r. [tsytovano 9 zhovtnya 2025 r.];27(2):63-9. DOI: [https://doi.org/10.31393/morphology-journal-2021-27\(2\)-09/](https://doi.org/10.31393/morphology-journal-2021-27(2)-09/) Dostupno za posylannyam: <https://morphology-journal.com/index.php/journal/article/view/466>.
7. Dmytrenko RR, Tsyhykalo OV, Honcharenko AV. Osoblyvosti morfohenezu kistok osnovy cherepa u ran-n'omu periodi ontogenezu lyudyny. *Bukovyns'kyy medychnyy visnyk,* 2020;3(95):22-7. DOI: <https://doi.org/10.24061/2413-0737.XXIV.3.95.2020.67>.
8. Graham A, Hikspoors JPJM, Anderson RH, Lamers WH, Bamforth SD. A revised terminology for the pharyngeal arches and the arch arteries. *J Anat.* 2023 Oct;243(4):665-81. doi: 10.1111/joa.13799.
9. Ekşi MŞ, Gündük M, Usseli MI. Frontal Bone is Thicker in Women and Frontal Sinus is Larger in Men: A Morphometric Analysis. *J Craniofac Surg.* 2021 Jul-Aug 01;32(5):1683-4. doi: 10.1097/SCS.0000000000007256.
10. Singh O, Varacallo MA. Anatomy, Head and Neck: Frontal Bone. 2025 Apr 27. In: StatPearls [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2025 Jan-. PMID: 30571045.
11. Anehosur V, Sahana MS, Kumar N. Grossly Depressed Frontal Bone Fracture in a Paediatric Patient: A Case Report. *J Maxillofac Oral Surg.* 2022 Jun;21(2):442-6. doi: 10.1007/s12663-020-01456-2.

12. Sahoo NK, Bhat S, Kumar S. Neonatal vascular malformation of parietal bone. *Natl J Maxillofac Surg*. 2021 Sep-Dec;12(3):431-4. doi: 10.4103/njms.NJMS_253_20.
13. Ajami S, Rodriguez-Florez N, Ong J, Jeelani NUO, Dunaway D, James G, et al. Mechanical and morphological properties of parietal bone in patients with sagittal craniosynostosis. *J Mech Behav Biomed Mater*. 2022 Jan;125:104929. doi: 10.1016/j.jmbbm.2021.104929.
14. Yang XR, Wright JR Jr, Yu W, Langdon KD, Somerset D, Thomas MA. Parietal bone agenesis and athelia in retinoic acid embryopathy: An expansion of the phenotype. *Birth Defects Res*. 2022 Jan 1;114(1):17-22. doi: 10.1002/bdr2.1965.
15. Anastasiadis K, Lambropoulos V, Tsoleka K, Kepertis C, Mouravas V, Spyridakis I. Frontal bone fibrous dysplasia in a 6-months-old boy: A distinctive entity. *Pediatr Med Chir*. 2021 Mar 19;43(1). doi: 10.4081/pmc.2021.225.
16. Rehman A, Al Khalili Y. Neuroanatomy, Occipital Lobe. 2023 Jul 24. In: StatPearls [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2025 Jan-. PMID: 31335040.
17. Germann AM, Kashyap V. Anatomy, Head and Neck, Occipital Bone, Artery, Vein, and Nerve. 2023 Jul 24. In: StatPearls [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2025 Jan-. PMID: 31082137.
18. Lozano-Bendicho C, Sánchez-Andrés Á, Martínez I, Conde-Valverde M, Carretero JM, Rodríguez L, et al. Occipital bone modeling patterns during the first years of life: A preliminary histological and quantitative approach. *J Anat*. 2025 Sep-Oct;247(3-4):885-96. doi: 10.1111/joa.14206.
19. Benson JC, Lane JJ. Temporal Bone Anatomy. *Neuroimaging Clin N Am*. 2022 Nov;32(4):763-75. doi: 10.1016/j.nic.2022.07.010.
20. Moonis G, Ginat DT. Normal Anatomic Structures, Variants, and Mimics of the Temporal Bone. *Neuroimaging Clin N Am*. 2022 May;32(2):345-61. doi: 10.1016/j.nic.2022.01.007.
21. Benyo S, Benn DV, Saadi RA, Gangai L, Kasmire KE, Isildak H, et al. Utility of Temporal Bone Computed Tomography in Pediatric Emergency Medicine. *West J Emerg Med*. 2022 Feb 9;23(2):238-45. doi: 10.5811/westjem.2021.11.52704.
22. Cochinski R, Agarwal M, Albuquerque J, A de Almeida C, Stricker RP, F Uberti M, et al. Anatomy and Diseases of the Greater Wings of the Sphenoid Bone. *Radiographics*. 2022 Jul-Aug;42(4):1177-95. doi: 10.1148/rgr.210094.
23. Skrzat J, Goncerz G. Suture-like pattern formation in the pterygospinous bridge of the human sphenoid bone. *Folia Med Cracov*. 2023 Dec 30;63(4):27-33. doi: 10.24425/fmc.2023.148755.
24. Ganz JC. Cranial sutures. *Prog Brain Res*. 2024;285:127-36. doi: 10.1016/bs.pbr.2024.02.019.
25. W Beiriger J, Zhu X, Bruce MK, Irgebay Z, Smetona J, Losee JE, et al. Squamosal Suture Synostosis: An Under-Recognized Phenomenon. *Cleft Palate Craniofac J*. 2023 Oct;60(10):1267-72. doi: 10.1177/10556656221100675.
26. Nikolova S, Toneva D, Agre G, Lazarov N. Influence of persistent metopic suture on sagittal suture closure. *Ann Anat*. 2022 Jan;239:151811. doi: 10.1016/j.aanat.2021.151811.
27. Modi RN, Belza CC, Kamel GN, McKee RM, Carbullido MK, Gosman AA. Delayed Presentation of Sagittal Suture Craniosynostosis. *Ann Plast Surg*. 2022 May 1;88(4 Suppl 4): S351-S356. doi: 10.1097/SAP.0000000000003137.
28. Russell WP, Russell MR. Anatomy, Head and Neck, Coronal Suture. 2024 Sep 10. In: StatPearls [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2025 Jan-. PMID: 30252267.
29. Vinchon M, Guerreschi P, Karnoub MA, Wolber A. Synostosis of the lambdoid suture: a spectrum. *Childs Nerv Syst*. 2021 Jun;37(6):1991-2000. doi: 10.1007/s00381-020-05003-9.

CURRENT INFORMATION ON THE MORPHOGENESIS OF THE CRANIAL VAULT

Abstract. The rapid increase in the prevalence of skull deformities among newborns and young children, as well as the lack of data on morphological changes in the bones of the cranial vault in the perinatal period, emphasize the relevance of a detailed study of the presented topic. The development of the cranial vault is a complex sequential process that includes the stages of mesenchymal condensation, osteoblast differentiation, primary bone formation, and subsequent remodeling in accordance with the rate of brain growth. A special role in this process is played by the condition of the frontal, temporal, occipital bones, part of the sphenoid, as well as the fontanelles and sutures, which ensure the plasticity of the skull and the adaptive expansion of the neurocranial space.

A comprehensive study of the morphogenesis of the cranial vault is the key to understanding the pathogenesis of congenital and acquired cranial deformities. Morphological criteria of normal development can serve as the basis for the formation of standardized algorithms for the early detection and prevention of pathologies of the bones and sutures of the cranial vault.

Key words: anatomy, morphogenesis, human, head, cranial vault, bones.

Відомості про авторів:

Слободян Олександр Миколайович – доктор медичних наук, професор, завідувач кафедри анатомії, клінічної анатомії та оперативної хірургії закладу вищої освіти Буковинського державного медичного університету, м. Чернівці, ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-4402-8457>;

Гавалешко Юрій Васильович – аспірант кафедри анатомії, клінічної анатомії та оперативної хірургії закладу вищої освіти Буковинського державного медичного університету, м. Чернівці, ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0004-6249-4226>.

Information about the authors:

Slobodian Oleksandr M. – Doctor of Medicine Sciences, Professor, Chief of the Department of Anatomy, Clinical anatomy and Operative Surgery of the Institutions of higher education of Bukovinian State Medical University, Chernivtsi, ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-4402-8457>;

Havaleshko Yuriy V. – Postgraduate of the Department of Anatomy, Clinical anatomy and Operative Surgery of the Institutions of higher education of Bukovinian State Medical University, Chernivtsi, ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0004-6249-4226>.

Надійшла 02.09.2025 р.