

ІНДИВІДУАЛЬНА МІНЛИВІСТЬ КРИВИЗНИ ЗОВНІШНЬОЇ Й ВНУТРІШНЬОЇ ПОВЕРХОНЬ КІСТОК СКЛЕПІННЯ ЧЕРЕПА

Державний заклад «Луганський національний університет імені Тараса Шевченка»
(м. Миргород, Україна)

Анотація: Дослідження виконане на склепіннях черепів. Кожне склепіння черепа піддавали комплексному краніометричному дослідженню. Вивчали кривизну кісток склепіння черепа методом контактного суміщення ділянок кривих $Y = X^2$ (квадратична парабола), $Y = X^3$ (кубічна парабола) і $Y = X^2/2$ (напівквадратична парабола) із профілем кісток, для чого були виготовлені лекальні елементи ділянок цих кривих, а також кількісні показники площинних координатних точок. Запропонований спосіб опису конфігурації поверхні кісток склепіння черепа дає можливість більш точно відтворити краніотопографію склепіння черепа в прикладному аспекті. Приведені в роботі площинні координати точок зовнішньої і внутрішньої пластинок кісток склепіння черепа дозволяють ідентифікувати товщину кісток в окремо взятій точці ділянки кістки. Це є підготовчим матеріалом для розробки способів закриття дефектів у кістках склепіння черепа при первинній і вторинній краніопластичі з застосуванням комп'ютерного моделювання кісток склепіння черепа.

Ключові слова: склепіння черепа, морфометрія.

Abstract. The research was carried out in 60 human skull vaults. The curve of the skull vaults was studied by the method of contact connection of districts of curves $Y = X^2$, $Y = X^3$, $Y = X^2/2$ with bone configuration. The quantitative indexes of the square coordinate points were studied with the help of special device. The proposed method for describing the configuration of the surface of the bones of the cranial vault makes it possible to more accurately reproduce the craniotopography of the cranial vault in the applied aspect. The planar coordinates of the points of the outer and inner plates of the bones of the cranial vault given in the work make it possible to identify the thickness of the bones at a single point in the bone section. This is preparatory material for the development of methods for closing defects in the bones of the cranial vault during primary and secondary cranioplasty using computer modeling of the bones of the cranial vault.

Key words: skull vault, morphometry.

Зв'язок публікації з плановими науково-дослідними роботами.

Робота є фрагментом НДР «Морфофункціональні механізми адаптації організмів до впливу факторів середовища» (номер державної реєстрації 0114U004318).

Вступ.

У даний час за кордоном для краніопластики застосовують комп'ютерне сканування кісток склепіння черепа з наступним комп'ютерним моделюванням імплантата [1].

Цей спосіб, поряд з безперечно позитивним ефектом у порівнянні з існуючими способами краніопластики, має ряд істотних недоліків. По-перше, не враховуються індивідуальні особливості конфігурації зовнішньої та внутрішньої поверхонь кісткових пластинок у ділянці відсутньої частки кістки [2]. Це веде до того, що після краніопластики залишається косметичний дефект, виражений тим більше, чим більше площа відсутньої частки кісток. По-друге, при комп'ютерному скануванні з наступним виготовленням імплантату не враховується індивідуальна товщина відсутньої частки кісток. При цьому імплантат може натискати на тверду мозкову оболонку, що веде до розвитку менінгеальної симптоматики, інвалідизації, а у важких випадках і до смерті хворого від набряку-набухання головного мозку [3, 4].

Крім того, такий спосіб моделювання не звільняє нейрохірурга від необхідної корекції як форми, так і розмірів імплантату безпосередньо під час операції. Це, з одного боку, продовжує час операції, з іншого

боку – не оптимізує імплантат за товщиною крайового дефекту кісток і кривизни зовнішньої та внутрішньої поверхонь, що особливо важливо [5].

Вивчення індивідуальної мінливості кривизни поверхонь зовнішньої й внутрішньої поверхонь кісток склепіння черепа є також актуальним питанням для підбору імплантату при краніопластичі.

Мета дослідження.

Комплексне морфометричне визначення індивідуальної анатомічної мінливості конфігурації поверхні кісток склепіння черепа у взаємозв'язку з площинними координатними точками на зовнішній і внутрішній кісткових пластинках для побудови комп'ютерної моделі склепіння черепа.

Об'єкт і методи дослідження.

Дослідження виконане на 60 склепіннях черепів людини, з брахі-, мезо- і доліхоцефалічною формами черепа, які були взяті від трупів людей обох статей у віці від 26 до 87 років, що при житті не мали внутрішньочерепної патології. Проведені наукові дослідження відповідають морально-етичним принципам Гельсінської декларації, прийнятої Генеральною асамблеєю Всесвітньої медичної асоціації (1964-2000 рр.), Конвенції Ради Європи про права людини та біомедицину (1997 р.), відповідним положенням ВООЗ та законам України.

Кривизну кісток склепіння черепа вивчали методом контактного сполучення профілю кісток із ділянками лекальних елементів кривих – $Y = X^2$ (квадратична парабола), $Y = X^3$ (кубічна парабола) і $Y = X^2/2$ (напівквадратична парабола) [6].

Отримані в процесі дослідження цифрові дані оброблялися методами варіаційної статистики. Робили обчислення середньої арифметичної вибірки (M), помилки середньої арифметичної ($\pm m$), коефіцієнта кореляції (R_{xy}) і його помилки ($\pm r$). Вірогідність отриманих даних ($p <$) визначали за таблицями Стюдента.

Результати дослідження та їх обговорення.

При вивченні конфігурації склепіння черепа за допомогою контактного сполучення лекальних елементів парабол і кіл з координатною сіткою на черепі встановлено, що конфігурація поверхні черепа брахі-, мезо- і доліхоцефалів відрізняється. Однак, при аналізі фронтальних перетинів встановлено, що конфігурація луски потиличної кістки для всіх трьох форм черепа практично однакова [7]. Для конфігурації тім'яної кістки у фронтальних перетинах у брахіцефалів характерна перевага параболічних функцій на ділянці від фронтального шва попереду до середини відстані від glabella до opistocranium. На цій ділянці в мезоцефалів парабол значно менше, а в доліхоцефалів вони відсутні. Луска скроневої кістки й прилеглі до неї відділи тім'яної кістки у всіх типах черепів описуються на більшому протязі ділянками парабол $Y = X^2$, $Y = X^2$ і $Y = X^2/2$. Однак у брахіцефалів лінія перегину більш вертикально розташованих луски скроневої кістки і частини тім'яної кістки у власне сферичну його частину по відношенню до мезо- і доліхоцефалів розташовується по перетині $x = 6$. У мезоцефалів ця лінія розташовується по перетині $x = 5$, у доліхоцефалів – по перетині $x = 4$.

На наш погляд, це пов'язано з перевагою в доліхоцефалів подовжніх розмірів черепа над поперечними. Інша частина тім'яної кістки в брахі-, мезо- і доліхоцефалів описується переважно дугами кіл з різними радіусами, причому ця ділянка в доліхоцефалів витягнута у сагітальному напрямку, а в брахіцефалів – у фронтальному, у мезоцефалів – займає проміжне положення.

Конфігурація луски лобової кістки у фронтальних перетинах має такі особливості. Частина лобової луски до межі росту волосся у всіх трьох формах черепів відповідає колу з радіусом $R = 5$. Ділянка лобового бугра описується в брахіцефалів дугою кола з радіусом $R = 4,5$, у мезоцефалів – дугою кола з радіусом $R = 3$, у доліхоцефалів – з радіусом кола $R = 4$. Це, на наш погляд, свідчить про більшу ширину лобової кістки в брахіцефалів, і меншу – у мезо- і доліхоцефалів. Інша частина лобової кістки в брахі- і доліхоцефалів має складну конфігурацію, яка описується колами й параболою. У мезоцефалів значна частина лобової луски від межі росту волосся до фронтального шва відповідає у фронтальних перетинах дузі кола з радіусом $R = 7,5$.

При вивченні конфігурації поверхні черепа в сагітальних перетинах встановлено, що ділянка потиличної кістки та ламбдавидного шва має складну конфігурацію, яка описується різними параболою у всіх трьох типів черепів.

Ділянка тім'яних бугрів відповідає переважно формі парабол у брахі-, мезо- і доліхоцефалів.

Парасагітальна ділянка в сагітальних перетинах у мезо- і доліхоцефалів описується дугами кіл з радіусами $R = 8$ і $R = 9$, а в брахіцефалів – колом з радіусом $R = 7$ і параболою $Y = X^2$ і $Y = X^2/2$. Збільшення радіу-

са кривизни сагітальних перетинів у мезо- і доліхоцефалів у порівнянні з брахіцефалами, на наш погляд, указує на зміну співвідношення поперечного й подовжнього розмірів черепа з перевагою подовжніх розмірів над поперечними у доліхо- і мезоцефалів.

Луска скроневої кістки й прилеглі до неї частини тім'яної кістки в брахі-, мезо- і доліхоцефалів відповідають переважно частинам різних парабол.

Центральна частина тім'яної кістки при будь-якій формі черепа найчастіше в сагітальних перетинах описується дугами кіл.

Ділянка фронтального шва в цих перетинах у брахіцефалів описується параболічними функціями, у мезоцефалів медіальний відділ перетинів описується колами, латеральний – параболою. У доліхоцефалів ділянка фронтального шва відповідає дугам кіл, однак вони також мають ділянку, яка виражена параболою. Остання розташована на поверхні лобової кістки поблизу фронтального шва. Інші відділи лобової луски при будь-яких формах черепа описуються дугами кіл.

При зіставленні фронтальних і сагітальних перетинів виявлені ділянки сполучення, які описуються дугами кіл. У ділянці лобової кістки від лінії розпилювання черепа знизу до межі росту волосся вгору й до медіального краю лобових бугрів із латеральної сторони поверхня кісток має постійну конфігурацію. Вона описується перетинанням дуг кіл з радіусом $R = 5$ у фронтальній площині у всіх формах черепа і з радіусами $R = 6,5$ (у брахіцефалів), $R = 7$ (у мезоцефалів) і $R = 7,5$ (у доліхоцефалів) у сагітальній площині. У мезо- і доліхоцефалів верхня межа ділянки знаходиться вище межі росту волосся і на 2-2,5 см не досягає фронтального шва. Менший радіус кривизни сагітальних перетинів у брахіцефалів указує на більш опуклу конфігурацію чола.

Ділянка лобових бугрів у брахі- і мезоцефалів подана групою ділянок сполучення кіл, а у доліхоцефалів – однією ділянкою. У фронтальній площині на відстані 2 см від фронтального шва у брахі-, мезо- і доліхоцефалів виявлена ділянка зі сферичною поверхнею з радіусом $R = 7-7,5$.

У центральній частині тім'яної кістки брахіцефали мають велику ділянку зі сферичною поверхнею з радіусом $R = 6,5-7$. Також брахіцефали мають малу сферичну ділянку з радіусом $R = 6,5-7$. На відстані 3-4 см попереду від місця перетинання сагітального й ламбдавидного швів брахіцефали мають ділянку кісток сферичної форми з радіусом $R = 7-7,5$. Подібних ділянок кісток у мезо- і доліхоцефалів немає.

У мезоцефалів у тім'яній кістці виявлена безліч ділянок, де перетинаються дуги кіл. Однак їхня численність і незначний розмір утрудняє загальне уявлення про конфігурацію кістки.

Доліхоцефали в тім'яної кістки мають групу великих ділянок, де перетинаються дуги кіл. За фронтальним швом до середини відстані розташовується ділянка з постійною конфігурацією, де радіус фронтальних перетинів складає $R = 6$, сагітальних – $R = 9$. У ділянці vertex радіус фронтального перетину дорівнює $R = 7$, сагітального – $R = 9$. За vertex є ділянка кісток, форма якої наближається до сферичної.

Інші відділи лобової, тім'яної, скроневої та потиличної кісток у брахі-, мезо і доліхоцефалів мають ще більш складну конфігурацію, яка описується пара-

болічними функціями та їх сполученням з дугами кіл. Тому для цілісного опису конфігурації кісток поверхні черепа необхідна побудова комп'ютерної моделі черепа, яку можна було б використовувати для попереднього виготовлення імплантату з урахуванням косметичних потреб для вторинної краніопластики.

Висновки.

У процесі дослідження встановлені крайні форми й діапазон індивідуальної анатомічної мінливості конфігурації зовнішньої і внутрішньої кісткових пластинок у взаємозв'язку з площинними координатними точками кісток склепіння черепа. Це дозволило створити таблиці кількісних показників координат площинних точок для трьох груп черепів – брахі-, мезо- і

доліхоцефалів, що дає можливість комп'ютерного моделювання кісток склепіння черепа.

Запропонований спосіб опису конфігурації поверхні кісток склепіння черепа дає можливість більш точно відтворити краніотопографію склепіння черепа в прикладному аспекті. Приведені в роботі площинні координати точок зовнішньої і внутрішньої пластинок кісток склепіння черепа дозволяють ідентифікувати товщину кісток в окремо взятій точці ділянки кістки. Це є підготовчим матеріалом для розробки способів закриття дефектів у кістках склепіння черепа при первинній і вторинній краніопластичі з застосуванням комп'ютерного моделювання кісток склепіння черепа.

Література

1. Alkhaibary A, Alharbi A, Alnefaie N, Oqalaa Almubarak A, Aloraidi A, Khairy S. Cranioplasty: A Comprehensive Review of the History, Materials, Surgical Aspects, and Complications. *World neurosurgery*. 2020;139:445–52. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.wneu.2020.04.211>.
2. Bruner E. Cranial shape and size variation in human evolution: structural and functional perspectives. *Child's nervous system: ChNS: official journal of the International Society for Pediatric Neurosurgery*. 2007;23(12):1357–65. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00381-007-0434-2>.
3. Malcolm JG, Rindler RS, Chu JK, Chokshi F, Grossberg JA, Pradilla G, et al. Early Cranioplasty is Associated with Greater Neurological Improvement: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Neurosurgery*. 2018;82(3):278–88. DOI: <https://doi.org/10.1093/neuros/nyx182>.
4. Probst FA, Hutmacher DW, Müller DF, Machens HG, Schantz JT. Rekonstruktion der Kalvaria durch ein präfabriziertes bioaktives Implantat. *Handchir Mikrochir Plast Chir*. 2010;42(6):369–373. DOI: <https://doi.org/10.1055/s-0030-1248310>.
5. Tikkakoski T. Imaging of calvarial lesions. *Acta radiologica*. 2009;50(5):467. DOI: <https://doi.org/10.1080/02841850902770665>.
6. Bondarenko O, Bolarchuk O. Individual anatomical variability of the external surface configuration of the cranial vault bones in brachycephalics. *ΛΟΓΟΣ*. 2023;2023:73–8. DOI: <https://doi.org/10.36074/logos-23.06.2023.20>.
7. Bondarenko O, Boyarchuk O. Konfiguratsiya kistok sklepinnya cherepa (frontal'ni peretyny). *GoS*. 2024;37:144–5. DOI: <https://doi.org/10.36074/grail-of-science.15.03.2024.022>. [in Ukrainian].