

## КРАНІОМЕТРИЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА ПЛОДІВ ЛЮДИНИ

**Р. Р. Дмитренко**

Буковинський державний медичний університет, м. Чернівці, Україна

**Мета дослідження** – з'ясувати закономірності вікової динаміки морфометричних змін черепа у плодovому періоді онтогенезу людини.

**Матеріал і методи.** Досліджено 59 препаратів та 12 комп'ютерних томограм (КТ) черепів плодів людини віком від 4-х до 10-ти місяців внутрішньоутробного розвитку (ВУР). Застосовано комплекс методів морфологічного дослідження, який включав антропометрію, морфометрію, тривимірне реконструювання та статистичний аналіз.

**Результати.** Встановлено, що позовжній і поперечний розміри, окружність мозкового відділу черепа майже рівномірно зростають до народження, але до 5-го місяця ВУР спостерігається більш прискорене зростання, завдяки чому діаграма розсіювання має вигляд логарифмічної залежності. У вікових змінах ширини та верхньої висоти лиця також спостерігається дещо нерівномірне зростання цих морфометричних показників. Виявлено зростання лицевого кута впродовж плодovого періоду, що можна пояснити розвитком нижньої щелепи («висуванням» її вперед). Водночас, базиллярний кут незначно зменшується упродовж плодovого періоду розвитку, що можна пояснити зростанням об'єму головного мозку. Базиллярний кут зростає з віком плода, але дещо нерівномірно у лептенів, тобто до початку 6-го місяця він майже не змінюється, упродовж 6-7-го місяців інтенсивно зростає, а потім знову уповільнюється до кінця плодovого періоду ВУР. У еурієнів спостерігається рівномірне зростання базиллярного кута впродовж плодovого періоду розвитку, причому інтенсивніше, ніж у середнього морфотипу – мезенів. Аналіз кореляції віку плодів, черепного індексу і величини базиллярного кута показав ще суттєвішу анатомічну мінливість: якщо у доліхо- та мезоморфів базиллярний кут зростає майже рівномірно впродовж плодovого періоду, то у брахіморфів він спочатку інтенсивно зменшується до 6-го місяця розвитку, а потім починає зростати до періоду новонародженості. Слід зазначити, що схожа особливість спостерігається і в динаміці вікових змін лицевого кута, крім уповільнення зростання його з 8-го місяця у доліхоморфів.

**Висновки.** 1. Регресійний аналіз кореляції віку, показників морфотипу та базиллярного і лицевого кутів дав змогу встановити закономірності індивідуальної морфометричної мінливості черепа в динаміці плодovого періоду пренатального розвитку людини, а також виділити критичні періоди морфогенезу мозкового та лицевого відділів черепа, якими є 6-7-й місяці у лептенів, 6-й місяць – для брахіморфів та 8-й місяць – для доліхоморфів. 2. Величина базиллярного кута черепа є важливим діагностичним та прогностичним показником в сукупності з індексами, які характеризують морфотип індивіду, для моніторингу нормального розвитку черепа та головного мозку плода.

**Ключові слова:**

череп, краніометрія, пренатальний розвиток, плід, людина.

Клінічна та експериментальна патологія 2024. Т.23, №1 (87). С. 19-26.

DOI 10.24061/1727-4338.XXIII.1.87.2024.03

E-mail: dmytrenko\_roman@bsmu.edu.ua

## CRANIOMETRICAL CHARACTERISTICS OF THE HUMAN FETAL SKULL

**R. R. Dmytrenko**

Bukovinian State Medical University, Chernivtsi, Ukraine

**The purpose of the study** – to ascertain the regularities of the age-related dynamics of morphometric changes of the skull in the fetal period of human ontogenesis.

**Material and methods.** 59 specimens and 12 computed tomography (CT) scans of the skulls of human fetuses aged from 4 to 10 months of intrauterine development (IUD) were studied. A complex of morphological research methods was applied, which included anthropometry, morphometry, three-dimensional reconstruction and statistical analysis.

**The results.** It has been established that the longitudinal and transverse dimensions, the circumference of the cerebral part of the skull grow almost uniformly before birth, but by the 5th month of the IUD, a more accelerated growth is observed, due to which the scatter diagram has the appearance of a logarithmic dependence. A somewhat uneven growth of these morphometric indicators is also observed in the age-related changes in the width and upper height of the face. The growth of the facial angle during the fetal period was revealed, which can be explained by the development of the mandible («pushing» it forward).

**Key words:**

skull, craniometry, prenatal development, fetus, human.

Clinical and experimental pathology 2024. Vol.23, № 1 (87). P. 19-26.

*At the same time, the basilar angle slightly decreases during the fetal period of development, which can be explained by the increase in the brain volume. The basilar angle increases with the age of the fetus, but somewhat unevenly in leptins, i.e., until the beginning of the 6th month, it almost does not change, during the 6th-7th months it increases intensively, and then slows down again until the end of the fetal period of IUD. In euryons, there is a uniform growth of the basilar angle throughout the fruiting period of development, and more intensively than in the average morphotype – mesens. Analysis of the correlation of fetal age, cranial index, and basilar angle size showed even more significant anatomical variability. Thus, if in dolicho- and mesomorphs the basilar angle grows almost uniformly during the fetal period, then in brachymorphs it first intensively decreases until the 6th month of development, and then begins to grow until the newborn period. It should be noted that a similar feature is observed in the dynamics of age-related changes in the facial angle, in addition to slowing down its growth from the 8th month in dolichomorphs.*

**Conclusions.** 1. Regression analysis of the correlation of age, morphotype indicators, and basilar and facial angles made it possible to establish patterns of individual morphometric variability of the skull in the dynamics of the fetal period of prenatal human development, as well as to identify critical periods of morphogenesis of the brain and facial parts of the skull, which are 6-7 months in leptins, the 6th month – for brachymorphs and the 8th month – for dolichomorphs. 2. The size of the basilar angle of the skull is an important diagnostic and prognostic indicator in combination with indices that characterize the morphotype of the individual, for monitoring the normal development of the skull and brain of the fetus.

## Вступ

Дослідження пренатального розвитку черепа людини залишається актуальним завданням ембріологів, анатомів, дитячих хірургів, перинатологів та стоматологів [1]. У сучасних наукових джерелах підкреслюється актуальність та важливість вирішення медико-соціальної проблеми щодо покращення заходів діагностики та лікування уродженої патології лицевого та мозкового відділів голови, на яку припадає третє місце серед всіх уроджених вад [2-4]. Вроджені вади щелепно-лицевої ділянки мають особливо тяжкі морфо-функціональні, косметичні та соціально-адаптивні наслідки [5]. Анатомічні дослідження особливостей краніологічних змін, встановлення критичних періодів розвитку черепа у плодовому періоді онтогенезу людини сприятиме більш точній інтерпретації даних діагностичної пренатальної візуалізації, удосконаленню методів ранньої хірургічної корекції уроджених вад голови [6, 7].

## Мета дослідження

З'ясувати закономірності вікової динаміки морфометричних змін черепа у плодовому періоді онтогенезу людини.

## Матеріал і методи дослідження

Досліджено 59 препаратів та 12 комп'ютерних томограм (КТ) черепів плодів людини віком від 4-х до 10-ти місяців внутрішньоутробного розвитку. Застосовано комплекс методів морфологічного дослідження, який включав антропометрію, морфометрію, тривимірне реконструювання та статистичний аналіз [8]. Для встановлення закономірностей індивідуальної вікової та конституційної анатомічної мінливості та просторової будови черепа визначали цефалометричні параметри (рис. 1), представлені в табл. 1. Коефіцієнт конституційного типу ( $KЧ_{\text{інд}}$ ) визначали за ISSN 1727-4338 <https://www.bsmu.edu.ua>

черепним показником (індексом) – співвідношенням міжтім'яного і лобово-потиличного розмірів (1):

$$KЧ_{\text{інд}} = eu - eu / g - op * 100 \% \quad (1)$$

На підставі черепного показника об'єкти розподілені на 3 групи – брахіморфи (круглоголовий тип), мезоморфи (середній тип) та доліхоморфи (довгоголовий тип) [9].

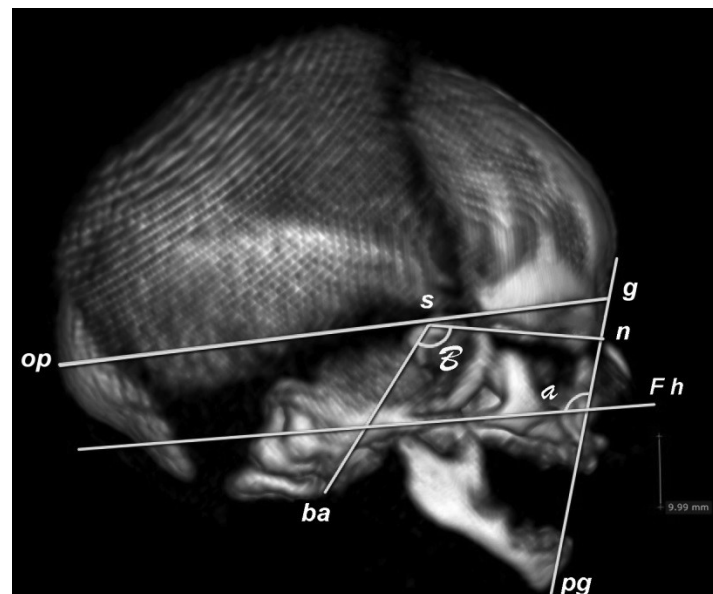
Лицевий індекс ( $KL_{\text{інд}}$ ) визначали як співвідношення верхньої висоти лица до міжвиличної відстані (2):

$$KL_{\text{інд}} = n - pr / zy - zy * 100 \% \quad (2)$$

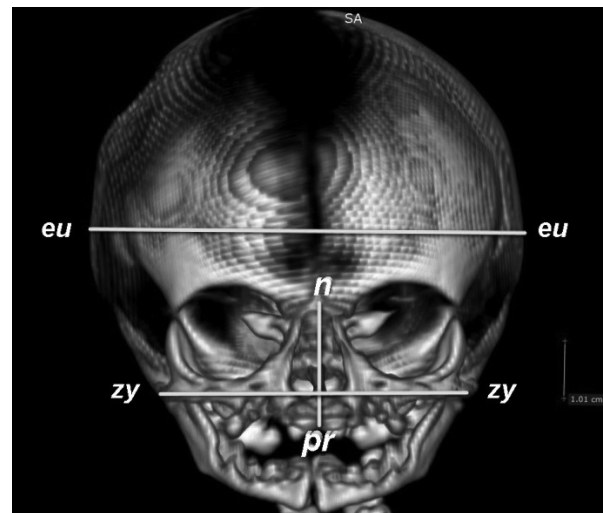
На його основі матеріал розподілений на три групи: еурієни (до 49,9), мезени (50,0-54,9) та лептени (55,0 і більше).

Статистичний аналіз результатів цефалометрії проводили з використанням обчислювальної техніки з програмним забезпеченням у вигляді математичного апарату електронних таблиць «StatPlus» (Analyst Soft). Аналіз отриманих даних здійснювали методами описової статистики та кореляційного аналізу. При обробці результатів, що потрапляли під нормальний розподіл, використовували методи варіаційної статистики з вираховуванням середньої арифметичної величини та середньоквадратичної похибки середньої арифметичної. Вірогідність отриманих результатів оцінювали за критерієм надійності Ст'юдента (t). Для твердження про вірогідність відмінностей користувалися загальноприйнятою в медико-біологічних дослідженнях величиною рівня вірогідності  $p \leq 0,05$ .

Дослідження проводили 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), Директив ЄС № 609 (1986), Наказу МОЗ України № 690 від 23.09.2009 [10-13].



А



Б

**Рис. 1.** Схема вимірювань цефалометричних параметрів. А – бічна проекція; Б – передня проекція. G – glabella; op – opisthocranium; n – nasion; s – sella; ba – basion; pg – pogonion; pr – prosthion; eu – euryon; zy – zygion; Fh – франкфуртська горизонтальна площина;  $\alpha$  – лицевий кут;  $\beta$  – базилярний кут.

Таблиця 1

## Цефалометричні параметри

№ п/п	Показник	Краніометричні точки
1.	Поздовжній діаметр черепа	g-op
2.	Верхня висота лица	n-pr
3.	Ширина склепіння черепа	eu-eu
4.	Ширина лица (міжвилична відстань)	zy-zy
5.	Окружність мозкового відділу черепа	Периметр по g-op-eu(R)-eu(L)
6.	Лицевий кут	Кут між лініями n-ps та op-ua
7.	Кут основи черепа (базилярний кут)	n-s-ba (тип основи черепа та форма зовнішньої основи черепа)
8.	Черепний індекс	міжтім'яна відстань / лобово-потилична відстань x 100
9.	Лицевий індекс (верхній)	висота лица / ширина лица x 100

## Результати досліджень та їх обговорення

Морфометричні дослідження параметрів черепа плодів людини та їх статистичний аналіз дозволив виявити певні закономірності цефалометричних вікових змін. Встановлено, що поздовжній та поперечний розміри мозкового відділу черепа майже рівномірно зростають до народження, але до 5-го місяця ВУР спостерігається більш прискорене Клінічна та експериментальна патологія. 2024. Т.23, № 1 (87)

зростання, завдяки чому діаграма розсіювання має вигляд логарифмічної залежності (рис. 2).

Відповідно, динаміка змін окружності черепа у плодів людини також має логарифмічну залежність від віку (рис. 3).

У вікових змінах ширини та верхньої висоти лица також спостерігається дещо нерівномірне зростання цих морфометричних показників (рис. 4).

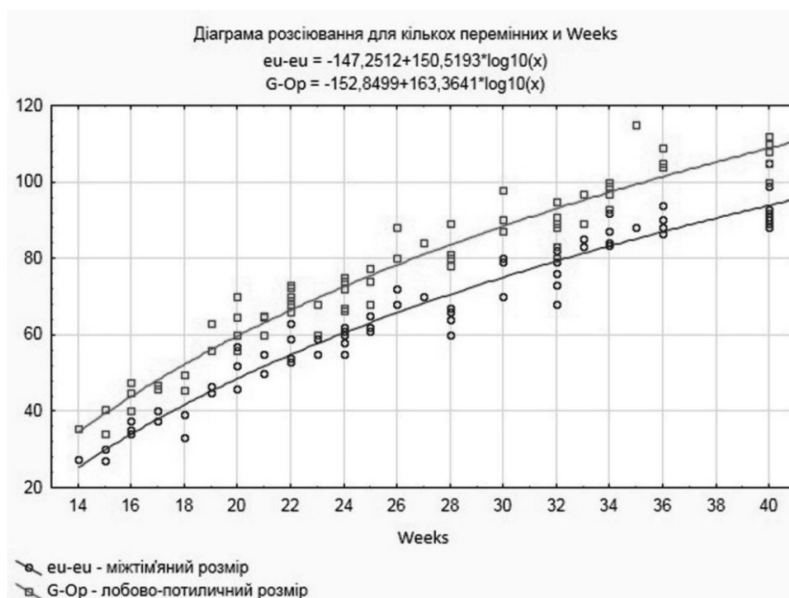


Рис. 2. Динаміка змін довжини та ширини мозкового відділу черепа плодів людини.

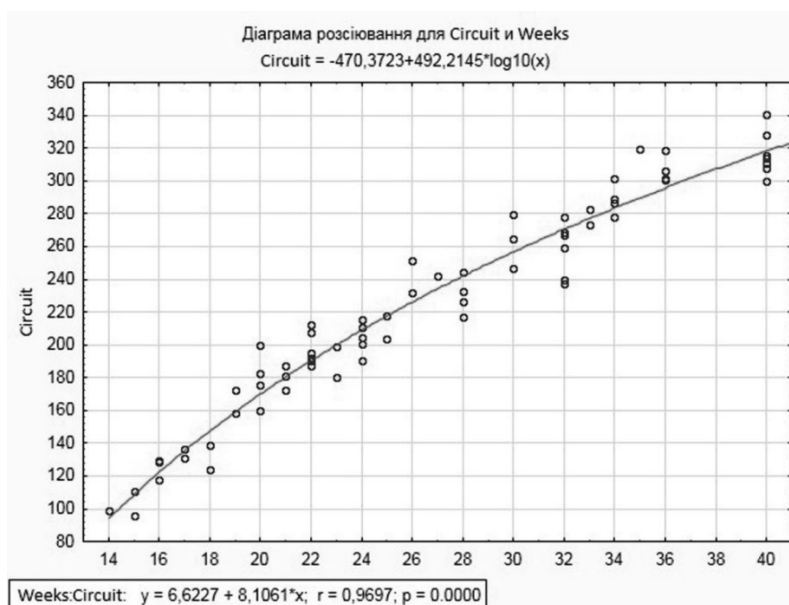


Рис. 3. Динаміка змін окружності черепа плодів людини.

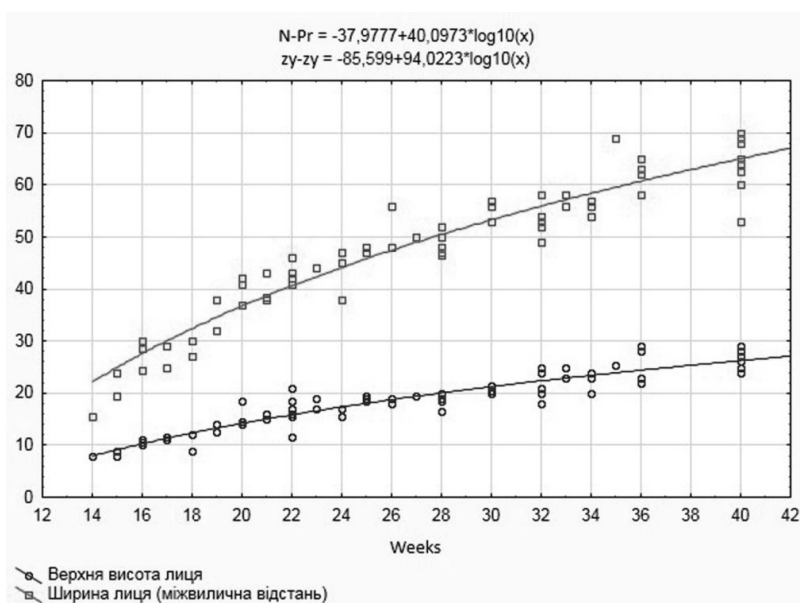


Рис. 4. Динаміка змін висоти та ширини лицевого відділу черепа плодів людини.

Дослідження кутових показників – лицевого та базиллярного кутів – виявило досить значний діапазон анатомічної мінливості цих параметрів, що демонструє діаграма розсіювання (рис. 5), особливо щодо базиллярного кута.

Лінія тренда свідчить про зростання лицевого кута впродовж плодового періоду ВУР, що можна пояснити розвитком нижньої щелепи («висуванням» її вперед). Водночас, кут основи черепа незначно зменшується упродовж плодового періоду розвитку, що можна пояснити зростанням об'єму головного мозку.

Для з'ясування взаємозв'язку анатомічної мінливості кутових параметрів черепа, які характеризують його

просторову будову, з конституційними параметрами, ми здійснили регресійний аналіз – з'ясували кореляцію між віком, вищевказаними кутами та індексами (черепним і лицевим), які характеризують краніотиюпи. Виявилось, що базиллярний кут зростає з віком плода, але дещо нерівномірно у лептенів, тобто, до початку 6-го місяця він майже не змінюється, упродовж 6-7-го місяців інтенсивно зростає, а потім його зростання знову уповільнюється до кінця плодового періоду ВУР. У еурієнів спостерігається рівномірне зростання базиллярного кута впродовж плодового періоду розвитку, причому інтенсивніше, ніж у середнього морфотипу – мезенів (рис. 6).

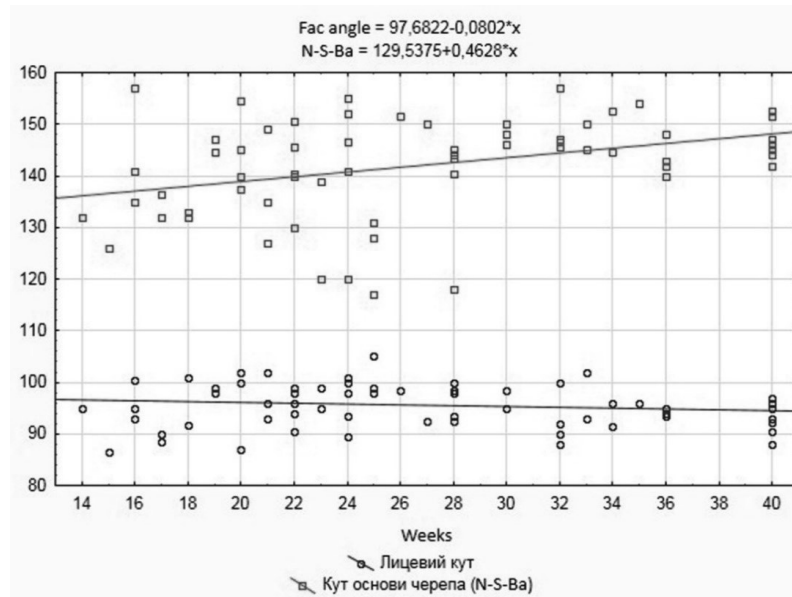


Рис. 5. Динаміка змін лицевого та базиллярного кутів у плодів людини.

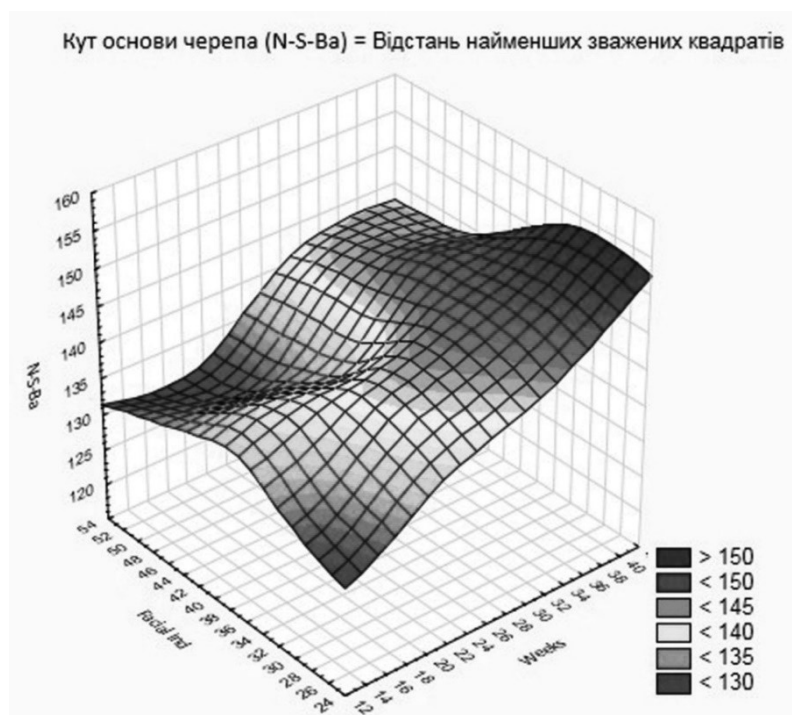
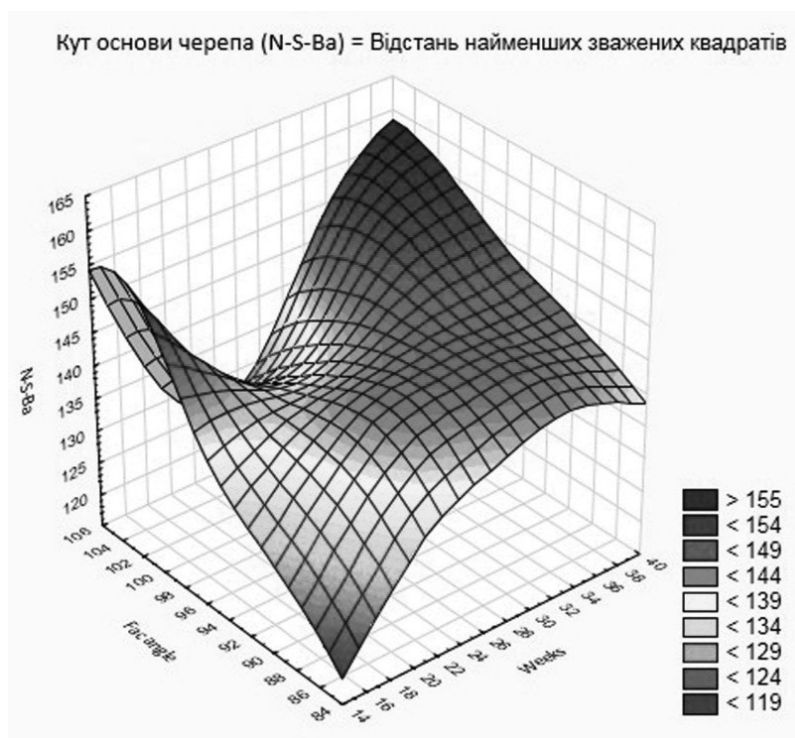


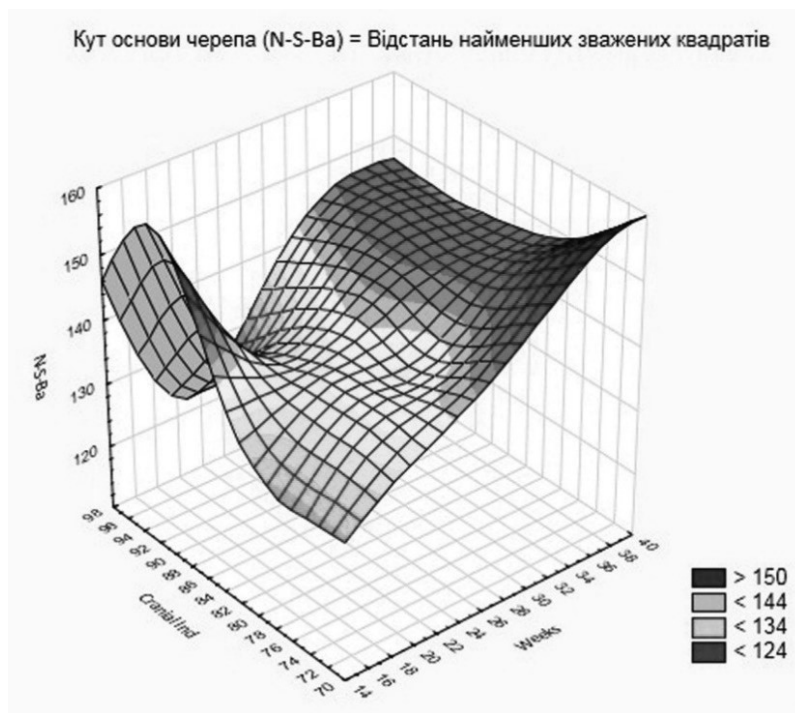
Рис. 6. Регресійний аналіз кореляції віку, кута основи черепа та лицевого індексу у плодів людини.

Аналіз кореляції віку плодів, черепного індексу і величини базилярного кута показав ще суттєвішу анатомічну мінливість: якщо у доліхо- та мезоморфів базилярний кут зростає майже рівномірно впродовж плодового періоду, то у брахіморфів він спочатку

інтенсивно зменшується до 6-го місяця ВУР, а потім починає зростати до періоду новонародженості. Слід зазначити, що схожа особливість спостерігається і в динаміці вікових змін лицевого кута, крім уповільнення зростання його з 8-го місяця у доліхоморфів (рис. 7).



А



Б

**Рис. 7.** Регресійний аналіз кореляції віку, базилярного кута з черепним індексом (А) і з лицевим кутом (Б) у плодів людини.

Отже, за нашими даними, кут основи черепа в сукупності з індексами, що характеризують

морфотипи індивіду, є важливим діагностичним і прогностичним показником для моніторингу

нормального розвитку черепа та головного мозку плода.

### Висновки

1. Регресійний аналіз кореляції віку, показників морфотипу та базиллярного і лицевого кутів дав змогу встановити закономірності індивідуальної морфометричної мінливості черепа в динаміці плодового періоду пренатального розвитку людини, а також виділити критичні періоди морфогенезу мозкового та лицевого відділів черепа, якими є 6-7-й місяці у лептенів, 6-й місяць – у брахіморфів та 8-й місяць – у доліхоморфів.

2. Величина базиллярного кута черепа в сукупності з індексами, що характеризують морфотип індивіду, є важливим діагностичним і прогностичним показником для моніторингу нормального розвитку черепа та головного мозку плода.

### Перспективи подальших досліджень

Вважаємо за доцільне з'ясувати кореляцію заднього кута основи черепа та висотних його розмірів з індексами, що характеризують морфотипи плодів.

### Список літератури

- Ranly DM. Craniofacial growth. *Dent Clin North Am.* 2000;44(3):457-70.
- Marur T, Tuna Y, Demirci S. Facial anatomy. *Clinics Dermatol.* 2014;32(1):14-23. doi: 10.1016/j.clindermatol.2013.05.022
- Junn JC, Som PM. Maxillofacial Skeleton and Facial Anatomy. *Neuroimaging Clin N Am.* 2022;32(4):735-48. doi: 10.1016/j.nic.2022.07.008
- Piest KL. Embryology and anatomy of the developing face. In: Katowitz JF, editor. *Pediatric Oculoplastic Surgery.* NY: Springer New York; 2002, p. 11-29. doi: 10.1007/978-3-319-60814-3\_2
- Jeanty P, Romero R, Staudach A, Hobbins JC. Facial anatomy of the fetus. *J Ultrasound Med.* 1986;5(11):607-16. doi: 10.7863/jum.1986.5.11.607
- Diewert VM. Development of human craniofacial morphology during the late embryonic and early fetal periods. *Am J Orthod.* 1985;88(1):64-76. doi: 10.1016/0002-9416(85)90107-1
- Diewert VM. A morphometric analysis of craniofacial growth and changes in spatial relations during secondary palatal development in human embryos and fetuses. *Am J Anat.* 1983;167(4):495-522. doi: 10.1002/aja.1001670407
- Цигикало ОВ, Олійник ІЮ, Кашперук-Карпюк ІС. Застосування тривимірного комп'ютерного реконструювання в морфології. *Галицький лікарський вісник.* 2015;22(4 Ч 2):113-5.
- Вовк ЮМ. Клініко-морфологічне значення соматотипування тіла людини за ВМ. Шевкуненком. *Biomedical and Biosocial Anthropology.* 2017;28:190-2.
- Dent NJ. Good Clinical Practice and ICH – A Global Investment – The European Union Contribution. *Quality Assurance Journal.* 1996;1(1):23-8. doi: 10.1002/(SICI)1099-1786(199609)1:1 %3C23::AID-QAJ3 %3E3.0.CO;2-D
- Lenoir N. Universal declaration on the human genome and human rights: the first legal and ethical framework at the global level. *Columbia Human Rights Law Rev.* 1999;30(1):537-87.
- Louhimies S. Directive 86/609/EEC on the protection of animals used for experimental and other scientific purposes. *Altern Lab Anim.* 2002;30(Suppl 2):217-9. doi: 10.1177/026119290203002S36
- Міністерство охорони здоров'я України. Про затвердження Порядку проведення клінічних випробувань лікарських засобів та експертизи матеріалів клінічних випробувань і Типового положення про комісії з питань етики. Наказ Міністерства охорони здоров'я України від 23.09.2009 № 690 [Інтернет]. Київ: МОЗ України; 2009 [цитовано 2024 Бер 29]. Доступно: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z1010-09#Text>

### References

- Ranly DM. Craniofacial growth. *Dent Clin North Am.* 2000;44(3):457-70.
- Marur T, Tuna Y, Demirci S. Facial anatomy. *Clinics Dermatol.* 2014;32(1):14-23. doi: 10.1016/j.clindermatol.2013.05.022
- Junn JC, Som PM. Maxillofacial Skeleton and Facial Anatomy. *Neuroimaging Clin N Am.* 2022;32(4):735-48. doi: 10.1016/j.nic.2022.07.008
- Piest KL. Embryology and anatomy of the developing face. In: Katowitz JF, editor. *Pediatric Oculoplastic Surgery.* NY: Springer New York; 2002, p. 11-29. doi: 10.1007/978-3-319-60814-3\_2
- Jeanty P, Romero R, Staudach A, Hobbins JC. Facial anatomy of the fetus. *J Ultrasound Med.* 1986;5(11):607-16. doi: 10.7863/jum.1986.5.11.607
- Diewert VM. Development of human craniofacial morphology during the late embryonic and early fetal periods. *Am J Orthod.* 1985;88(1):64-76. doi: 10.1016/0002-9416(85)90107-1
- Diewert VM. A morphometric analysis of craniofacial growth and changes in spatial relations during secondary palatal development in human embryos and fetuses. *Am J Anat.* 1983;167(4):495-522. doi: 10.1002/aja.1001670407
- Tsyhykalo OV, Oliynyk IYu, Kashperuk-Karpiuk IS. Zastosuvannya tryvymirnogo komp'yuternoho rekonstruiuvannya v morfolohii [The Use of Three-Dimensional Computer Reconstructing in Morphology]. *Galician medical journal.* 2015;22(4 Sh 2):113-5. (in Ukrainian).
- Vovk Yu M. Kliniko-morfolohichne znachennia somatotypuvannya tila liudyny za VM. Shevkunenkom [Clinical and morphological significance of somatotyping of the body of the human by Shevkunenko]. *Biomedical and Biosocial Anthropology.* 2017;28:190-2. (in Ukrainian).
- Dent NJ. Good Clinical Practice and ICH – A Global Investment – The European Union Contribution. *Quality Assurance Journal.* 1996;1(1):23-8. doi: 10.1002/(SICI)1099-1786(199609)1:1 %3C23::AID-QAJ3 %3E3.0.CO;2-D
- Lenoir N. Universal declaration on the human genome and human rights: the first legal and ethical framework at the global level. *Columbia Human Rights Law Rev.* 1999;30(1):537-87.
- Louhimies S. Directive 86/609/EEC on the protection of animals used for experimental and other scientific purposes. *Altern Lab Anim.* 2002;30(Suppl 2):217-9. doi: 10.1177/026119290203002S36
- Ministerstvo okhorony zdorov'ia Ukrainy. Pro zatverdzhennia Poriadku provedennia klinichnykh vyprobuvan' likars'kykh zasobiv ta ekspertyzы materialiv klinichnykh vyprobuvan' i Typovoho polozhennia pro komisii z pytan' etyky. Nakaz Ministerstva okhorony zdorov'ia Ukrainy vid 23.09.2009 № 690 [On the approval of the Procedure for conducting clinical trials of medicinal products and examination of materials of clinical trials and the Standard Regulation on ethics commissions. Order of the Ministry of Health of Ukraine dated September 23, 2009 № 690] [Internet]. Kyiv: MOZ Ukraine; 2009 [tsytovano 2024 Ber 29]. Dostupno: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z1010-09#Text> (in Ukrainian).

**Відомості про автора:**

Дмитренко Р. Р. – к.мед.н., доцент кафедри хірургічної стоматології та щелепно-лицевої хірургії Буковинського державного медичного університету, м. Чернівці, Україна.

E-mail: [dmytrenko\\_roman@bsmu.edu.ua](mailto:dmytrenko_roman@bsmu.edu.ua)

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-1657-0927>

**Information about author:**

Dmytrenko R. – PhD, associate professor, Department of Dentistry and Maxillofacial surgery of Bukovinian State Medical University, Chernivtsi, Ukraine.

E-mail: [dmytrenko\\_roman@bsmu.edu.ua](mailto:dmytrenko_roman@bsmu.edu.ua)

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-1657-0927>

*Стаття надійшла до редакції 29.02.2024*

*© Р. Р. Дмитренко*

