

**THE FACIAL DIVISION OF THE SKULL SMALL BONES DENSITY FEATURES
IN THE PERINATAL PERIOD**

Bukovinian State Medical University (Chernivtsi, Ukraine)

Rosegold.f5@gmail.com

The study was conducted on 32 preparations of human fetuses of 4-10 months (from 150.0 mm to 500.0 mm parietal-calcaneal length (PCL)) and 7 newborns (in particular, 5 isolated organ complexes) using the methods of macroscopy, morphometry, computer tomography, and statistical analysis. Determination of bone tissue density of small bones of the facial part of the skull was performed on a GX CB-500 tomograph (powered by i-CAT) № NU011250-CSWA. Using a software extension of 140x140x85 mm and a thickness of slices of computed tomography images of 0.125 mm³-0.2 mm³. Bone density analysis was performed using i-CATVision software in Mo (international units) Hu (Hounsfield).

Analysis of the obtained results of the average value of the studied parameter (M), standard deviation (m), and the level of probability of error-free prediction (p) found that the small bones of the facial part of the skull in the perinatal period are characterized by asynchrony in the increase in the density of their bone tissue, the bone tissue density of the zygomatic bones increases by 34.2% (right) and 42.4% (left), the right and left nasal bone – up to 90%, the vomer bone – up to 100%, and the right and left lacrimal bone density increase is 118.5% and 121% respectively. Starting with 7-month-old fetuses, the contours of their small bones are clearly defined on the 3-D reconstruction models of the facial part of the skull, built according to CT studies. The volume of small bones is noticeably increasing with a particular predominance on the right side; the radiological picture is evenly outlined in all directions, and the bones of the facial part of the skull have connections between themselves. Late-term fetuses and newborns are characterized by a permanent skeleton-topographical picture of the facial part of the skull and the absence of a synostosis connection.

Key words: *small bones, face, bone tissue, density, perinatal period.*

Connection of the publication with planned research works. The study was conducted as part of the research work of the Bukovinian State Medical University: “Regularities of sex-age structure and topographic-anatomical transformations of organs and structures of the body at the pre- and postnatal stages of ontogenesis. Peculiarities of perinatal anatomy and embryotopography”, state registration number 0120U101571.

Introduction. The study of individual regularities of the element structure of the facial part of the head from the point of view of the possibilities of using the obtained data in plastic surgery, dental practice, and traumatology can significantly improve the diagnosis, planning, and execution of various surgical manipulations. First of all, this concerns the topographic-anatomical features of the areas and structures of the face in the perinatal period in younger and older children, taking into account the significant increase in congenital deformities, which have been increasing recently [1-3].

Currently, a significant share belongs to modern diagnostic methods, which have applied value in assessing morphological transformations in embryonic structures [4, 5]. The quality of the bone tissue of the bones of the facial skull during intrauterine development is of particular importance, as it is characterized by age-related changes that depend on the processes of mineralization of the bone structures of the facial skeleton. The content of mineral substances in bone tissue during prenatal ontogenesis changes significantly and is unevenly distributed, and depends on the endogenous supply of micro- and macroelements to bone structures, which gives a certain peculiarity to areas of the human body [6-8]. There is a need to study the ontogenetic transformations of bone tissue density with quantitative indicators in international units (according to the Hounsfield

scale) to understand the ossification processes that occur during the perinatal period in the small bones of the facial part of the skull. The analysis of the rate of increase in the density of bone tissue provides an understanding of the distribution of micro- and macroelements for the formation of anatomical areas and the importance of functional anatomy [9-11]. However, the study of the density of bone tissue of the small bones of the facial skull in the available literature is poorly studied and fragmentary, which requires further morphological studies [12-14].

The aim of the study. To determine the features of bone tissue density of small bones of the facial part of the skull (zygomatic, nasal, lacrimal bones, vomer bone) in fetuses and newborns.

Object and research methods. The study was conducted on 32 preparations of human fetuses of 4-10 months (from 150.0 mm to 500.0 mm parietal-calcaneal length (PCL)) and 7 newborns (in particular, 5 isolated organ complexes) of both sexes, without external signs of anatomical deviations or anomalies and without obvious macroscopic deviations from the typical structure of the skull using the methods of macroscopy, morphometry, computer tomography, and statistical analysis. The method of macroscopy was performed to establish the normal structure and shape of the small bones of the facial part of the skull, followed by the determination of their morphometric parameters and statistical processing of the obtained data. Statistical analysis of the received data was carried out using the licensed program RStudio. The zero hypothesis that the samples are taken from the same distribution or distributions with identical medians was tested. Determination of bone tissue density of small bones of the facial part of the skull was performed on a GX CB-500 tomograph (powered by

Table – Quantification of the density in units of Hu (Hounsfield) of the bone tissue of the small bones of the facial skull part in the perinatal period (M±m)

Age	PCL, mm	Zygomatic bone		Nasal bone		Vomer bone		Lacrimal bone	
		right	left	right	left	on the right	on the left	right	left
4 months	150,0-200,0	371,0±77,1	308,4±27,8	45,9±19,1	41,6±16,3	-12,0±6,4	11,4±19,8	-89,3±6,4	-96,2±14,0
5 months	205,0-250,0	449,4±56,8	424,8±35,0	93,1±23,9	81,4±23,8	82,3±12,8	81,9±14,1	4,2±1,2	-6,4±0,9
6 months	255,0-300,0	492,3±41,5	506,1±49,8	148,0±15,1	140,7±19,1	160,0±12,5	145,4±35,6	92,3±35,4	62,3±8,6
7 months	305,0-350,0	476,1±13,9	509,4±21,4	185,6±38,6	172,2±24,0	182,1±3,6	156,8±5,7	120,2±12,5	87,1±9,9
8 months	360,0-400,0	504,7±21,6	510,2±18,4	274,7±17,2	245,8±13,2	230,2±15,9	187,3±21,1	187,8±14,8	156,3±23,1
9 months	410,0-450,0	530,6±28,3	516,2±31,0	350,3±29,1	325,6±32,1	260,8±31,9	248,7±23,7	230,5±19,8	198,2±19,4
10 months, newborns	455,0-500,0 і більше	564,2±12,8	535,1±35,8	464,4±24,3	448,7±40,7	373,8±7,2	372,3±4,7	480,3±22,6	457,7±30,6

i-CAT) № NU011250-USA. Using a software extension of 140x140x85 mm and a thickness of slices of computed tomography images of 0.125 mm³-0.2 mm³. Bone density analysis was performed using i-CATVision software in Mo (international units) Hu (Hounsfield).

The work was carried out in compliance with the main provisions of the Helsinki Declaration of the World Medical Association on the ethical principles of conducting scientific and medical research with human participation (1964-2000) and the order of the Ministry of Health of Ukraine № 690 of 23.09.2009, № 616 of 03.08.2012 and, respectively to the “Procedure for the removal of biological objects from the dead, whose bodies are subject to forensic medical examination and pathoanatomical examination, for scientific purposes” and methodical recommendations.

Research results and their discussion. In early fetuses (4-5 months old), during the analysis of axial sections of CT images, the right and left zygomatic bones are already radiopaque, which is confirmed by the density of their bone tissue, which in 4-month-old fetuses is 371.0±77.1 Mo Hu (for the right zygomatic bone) and 308.4±27.8 (for the left zygomatic bone). Nasal bones in this period of development are almost not visualized radiologically, the growth rate is positive, and the density of the bone tissue of these bones increases slightly, from 45.9±19.1 Mo Hu (right nasal bone), 41.6±16.3 Mo Hu (left nasal bone) to 93.1±23.9 Mo Hu and 81.4±23.8 Mo Hu, respectively. In 4-month-old fetuses, the vomer bone and lacrimal bones are not radiologically visualized (negative indicators of bone tissue density, except for the vomer bone on the left); starting from 5-month-old fetuses, the vomer bone is radiopaque on both sides on CT images, for its right side, the bone tissue density is 82, 3±12.8 Mo Hu, for the left – 81.9±14.1 Mo Hu. Lacrimal bones in 5-month-old fetuses are not yet visualized (table).

In 6-7-month-old fetuses, the analysis of axial sections of CT images of small bones of the facial part of the skull showed that all the examined bones are radiopaque with a positive rate of growth of bone tissue density compared to the previous age period. However, only for the right zygomatic bone, bone tissue density indicators do not change during 6-7 months of development; they have a slightly negative growth rate – 492.3±41.5 Mo Hu (6-month-old fetuses) as opposed to 476.1±13.9 Mo Hu (7-month fruits) (table).

For late-term fetuses (8-10-month-old) and newborns, the bone density indicators of the small bones of the facial skull significantly increase compared to previous age periods.

The analysis of the obtained results of the average value of the studied parameter (M), standard deviation (m), and the level of probability of error-free prediction (p) revealed that during the perinatal period of ontogenesis, the density of bone tissue increases in the right zygomatic bone by 34.2%, in the left – by 42.4%. Comparing the density of bone tissue of other small bones of the facial part of the skull, they undergo significant changes, and their density increases significantly (up to 100% or more). Thus, the bone density of the right and left nasal bone increases to 90%, the vomer bone to 100%, and the density increase of the right and left lacrimal bone reaches more than 100%, namely 118.5% and 121%, respectively.

The density of the bone tissue of the zygomatic bones during the perinatal period increases gradually; only in 5-7-month-old fetuses are these parameters almost at the same level; they increase slightly, so the indicators of the right zygomatic bone change from 449.4±56.8 Mo Hu to 476.1 ±13.9 Mo Hu, left – from 424.8±35.0 Mo Hu to 509.4±21.4 Mo Hu.

Nasal bones are characterized by periods of a significant increase in bone tissue density parameters. Thus, the right nasal bone density in fetuses increases by 75.7% during 4-6 months of development, by 40.9% during 8-10 months of development, and in newborns. From the 6th to the 8th month of growth, these parameters increase by only 32.4%. The bone density of the left nasal bone rises by 70.7% in 4-6-month-old fetuses and by 45.3% in 8-10-month-old fetuses and newborns; in the period from the 6th to the 8th month of development, the density increases by 38.8%.

There is only one period of intensive increase for the density of bone tissue of the vomer bone, that is, from the 4th to the 6th month of development, during which the parameters increase by almost 100%. From the 6th to the newborn period, the density of bone tissue of the vomer bone gradually increases.

More significant changes in bone tissue density occur in the lacrimal bones during the perinatal period. They are characterized by two periods of intense increase in bone density parameters, i.e., the 4-6th months of development and the 8th month before the newborn period, the density indicators increase by 196.7% (almost 2 times) and 61%, respectively (for the right lacrimal bone) and by 254.8% (nearly 2.5 times) and 65.9% (for the left lacrimal bone). From the 6th to the 8th month of development, the bone tissue density parameters of the lacrimal bones increase gradually by 50.8% (for the right lacrimal bone) and 60.3% (for the left lacrimal bone).

Starting with 7-month-old fetuses, the contours of their small bones are clearly defined on the 3-D recon-

struction models of the facial part of the skull, built according to CT studies. The volume of small bones is noticeably increasing with some predominance on the right side, uniform delineation of the X-ray picture in all directions, and the bones of the facial part of the skull have connections between themselves (figure). Late-term fetuses and newborns are characterized by a permanent skeleton-topographical picture of the facial part of the skull and the absence of a synostosis connection.

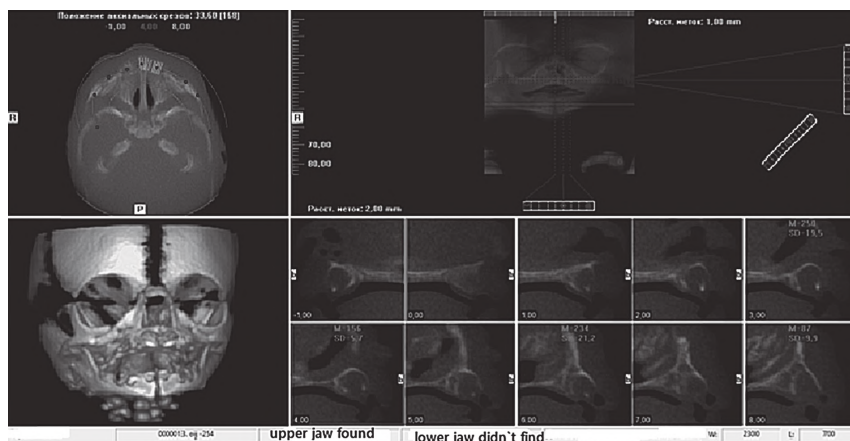


Figure – 3-D reconstruction model and CT image of the facial skull of a 310.0 mm PCL fetus.

Conclusions.

1. For the small bones of the facial part of the skull in the perinatal period, the asynchrony of the increase in the density of their bone tissue is characteristic.
2. During the perinatal period, the bone tissue density of the zygomatic bones increases by 34.2% (right) and 42.4% (left), the right and left nasal bones – up to 90%, the vomer bone – up to 100%, and the right and

left lacrimal bones the increase in density is 118.5% and 121%, respectively.

3. X-ray-contrasted zygomatic and nasal bones from 4-month-old fetuses, vomer bones from 5-month-old fetuses, and lacrimal bones from 6-month-old fetuses.

Prospects for further research. To conduct a comparative analysis of the morphometric parameters of the small bones of the facial part of the skull with the dimensions of the face and skull in fetuses and newborns.

References

1. Kobayashi S, Hirakawa T, Fukawa T, Maegawa J. Maxillary growth after maxillary protraction: Appliance in conjunction with presurgical orthopedics, gingivoperiosteoplasty, and Furlow palatoplasty for complete bilateral cleft lip and palate patients with protruded premaxilla. J Plast Reconstr Aesthet Surg. 2015;68(6):758-63. DOI: 10.1016/j.bjps.2015.02.005.
2. Esenlik E, Sener EH, Yilmaz HH, Malas MA. Cephalometric investigation of craniomaxillofacial structures during the prenatal period: a cadaver study. Am J Orthod Dentofacial Orthop. 2014;145(2):217-27. DOI: 10.1016/j.ajodo.2013.09.014.
3. Grill FD, Behr AV, Rau A, Ritschl LM, Roth M, Bauer FX, et al. Prenatal intrauterine maxillary development – An evaluation with three-dimensional ultrasound. J Craniomaxillofac Surg. 2019 Jul;47(7):1077-1082. DOI: 10.1016/j.jcms.2019.01.029.
4. Bertoglio B, Corradin S, Cappella A, Mazzarelli D, Biehler-Gomez L, Messina C, et al. Pitfalls of Computed Tomography 3D Reconstruction Models in Cranial Nonmetric Analysis. J Forensic Sci. 2020 Nov;65(6):2098-2107. DOI: 10.1111/1556-4029.14535.
5. Bahşi İ, Orhan M, Kervancıoğlu P, Yalçın ED. Morphometric evaluation and surgical implications of the infraorbital groove, canal and foramen on cone-beam computed tomography and a review of literature. Folia Morphol (Warsz). 2019;78(2):331-343. DOI: 10.5603/FM.a2018.0084.
6. Hendricks BK, Patel AJ, Hartman J, Seifert MF, Cohen Gadol A. Operative anatomy of the human skull: a virtual reality expedition. Oper Neurosurg. 2018;15(4):368-77. DOI: 10.1093/ons/opy166.
7. Alexander SL, Rafaels K, Gunnarsson CA, Weerasooriya T. Structural analysis of the frontal and parietal bones of the human skull. J Mech Behav Biomed Mater. 2019;90:689-701. DOI: 10.1016/j.jmbbm.2018.10.035.
8. Tsyhykalo O, Dmytrenko R, Popova I, Banul B. Osoblyvosti stanovlennya deyakykh kistok cherepa na rannikh etapakh ontogenezu lyudyny. Bukovyns'kyi medychnyy visnyk. 2021;25.3(99):144-148. DOI: 10.24061/2413-0737.XXV.3.99.2021.22. [in Ukrainian].
9. Oshurko AP, Oliynyk IYu. Morphogenesis of the upper jaw and adjacent structures of the jaw-facial area in prenatal human 7-8 weeks of intrauterine development. Ukrainian Journal of Medicine, Biology and Sports. 2017;4(6):26-35.
10. Sant'Anna EF, Lau GW, Marquazan M, de Souza Ara MT, Polley JW, Figueroa AA. Combined maxillary and mandibular distraction osteogenesis in patients with hemifacial microsomia. American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics. 2015;147(5):566-77. DOI: 10.1016/j.ajodo.2014.12.027.
11. Oshurko AP, Oliynyk IYu. Rezul'taty 3-D rekonstruyuvannya v dynamichnomu analizi z vyznachennya shchil'nosti kistkovoyi tkanyny verkh'n'oyi shchelepy u prenatal'nomu ontogenezi lyudyny. Visnyk Vinnyts'koho natsional'noho medychnoho universytetu. 2019;23(1):24-35. DOI: 10.31393/reports-vnmedical-2019-23(1)-04. [in Ukrainian].
12. Makhlynets' NP, Ozhohan ZR. Funktsional'na matrytsya v rozvytku lytsevoho skeleta v ditey. Suchasna stomatolohiya. 2022;1-2(110):58-61. DOI: 10.33295/1992-576X-2022-1-2-58. [in Ukrainian].
13. Khmara TV, Kuznyak NB, Morarash YUA, Ryznychuk MO, Petryuk AYE, Kavun MP. Ontolohiya variantiv budovy ta vad rozvytku cherepa. Chastyna I. Ukrayins'kyi zhurnal medytsyny, biolohiyi ta sportu. 2021; 6.2(30):20-30. [in Ukrainian].
14. Slobodyan OM, Lavriv LP, Lopushnyak LYA, Bambulyak AV, Boychuk OM. Suchasnyy pohlyad na molekulyarno-henetychni mekhanizmy mizhklytynnoyi vzayemodiyi u protsesi kistkovoho remodeluvannya. Klinichna anatomiya ta operatyvna khirurhiya. 2018;17(3):82-7. DOI: 10.24061/1727-0847.17.3.2018.14. [in Ukrainian].

ОСОБЛИВОСТІ ЩІЛЬНОСТІ КІСТКОВОЇ ТКАНИНИ ДРІБНИХ КІСТОК ЛИЦЕВОГО ВІДДІЛУ ЧЕРЕПА В ПЕРИНАТАЛЬНОМУ ПЕРІОДІ

Дундюк-Березіна С. І.

Резюме. Нині вагома частка належить сучасним методам діагностики, які мають прикладне значення в оцінці морфологічних перетворень у ембріональних структурах. *Мета дослідження.* З'ясувати особливості щільності кісткової тканини дрібних кісток лицевого відділу черепа (вильної, носової, слъзової кісток, леміша) у плодів та новонароджених. *Об'єкт і методи дослідження.* Дослідження проведено на 32 препаратах плодів людини 4-10 місяців (від 150,0 мм до 500,0 мм тім'яно-п'яткової довжини (ТПД)) та 7 новонароджених (зокрема, 5 ізольованих органокомплексів) за допомогою методів макроскопії, морфометрії, комп'ютерної томографії та статистичного аналізу. Визначення кісткової тканини дрібних кісток лицевого відділу черепа

виконували на томографі GX CB-500 (powered by i-CAT) № NU011250-США. Використання програмного розширення 140x140x85 мм та товщину зрізів зображень комп'ютерної томографії 0,125 мм³-0,2 мм³. Аналіз щільності кісткової тканини виконували за допомогою програмного забезпечення i-CATVision у Мо (міжнародних одиницях) Hu (Хаунсфілда). *Результати.* У ранніх плодів (4-5-місячних) під час аналізу аксіальних зрізів КТ-зображень права і ліва виличні та носові кістки вже є рентгенконтрастні, починаючи з 5-місячних плодів віалізується леміш, а з 6-місячних – слъзові кістки. Упродовж перинатального періоду онтогенезу щільність кісткової тканини збільшується у правій виличній кістці на 34,2%, у лівій – 42,4%. Порівнюючи щільність кісткової тканини інших дрібних кісток лицевого відділу черепа, то вони зазнають суттєвих перетворень, їх щільність значно збільшується (до 100 % і більше). *Висновки.* 1. Для дрібних кісток лицевого відділу черепа у перинатальному періоді характерна асинхронність збільшення щільності їх кісткової тканини. 2. Упродовж перинатального періоду щільність кісткової тканини виличних кісток збільшується на 34,2% (правої) та 42,4% (лівої), правої і лівої носової кістки – до 90%, леміша – до 100%, а правої і лівої слъзової кістки приріст щільності становить 118,5% та 121% відповідно. 3. Виличні, носові кістки рентгенконтрастні з 4-місячних, леміш – з 5-місячних, слъзові кістки – з 6-місячних плодів.

Ключові слова: дрібні кістки, лице, кісткова тканина, щільність, перинатальний період.

THE FACIAL DIVISION OF THE SKULL SMALL BONES DENSITY FEATURES IN THE PERINATAL PERIOD

Dundiuk-Berezina S. I.

Abstract. Currently, modern diagnostic methods share a significant value in assessment of the morphological transformations in embryonic structures. *The aim of the study.* To determine the features of small bones tissue density of the facial part of the skull (zygomatic, nasal, lacrimal bones, lamina) in fetuses and newborns. *Material and methods.* The study was conducted on 32 preparations of human fetuses of 4-10 months (from 150.0 mm to 500.0 mm parietal-calcanal length (TPD)) and 7 newborns (in particular, 5 isolated organ complexes) using the methods of macroscopy, morphometry, computer tomography and statistical analysis. Determination of the bone tissue of the small bones of the facial part of the skull was performed on the GX CB-500 tomograph (powered by i-CAT) No. NU011250-USA. Software extension use of 140x140x85 mm and a thickness of slices of computed tomography images of 0.125 mm³-0.2 mm³. Bone density analysis was performed using i-CATVision software in IU (international units) of Hu (Hounsfield). *Results.* The analysis of axial sections of the right and left zygomatic CT images of early fetuses (4-5 months old), showed that zygomatic and nasal bones are already radiopaque, starting from 5-month-old fetuses, the cochlea is visualized, and from the 6-month-old fetuses, the lacrimal bones are visualized also. During the perinatal period of ontogenesis, the density of bone tissue increases in the right zygomatic bone by 34.2%, in the left by 42.4%. The comparison of the bone tissue density in another small bones of the facial part of the skull, reveal that they undergo significant changes, their density increases significantly (up to 100% or more). *Conclusions.* 1. There is characteristic asynchrony of small bones density increase of the facial part of the skull in the perinatal period. 2. During the perinatal period, the bone tissue density of the zygomatic bones increases by 34.2% (right) and 42.4% (left), the right and left nasal bones – up to 90%, the clavicle – up to 100%, and the right and left lacrimal bones the increase in density rises up to 118.5% and 121%, respectively. 3. Zygomatic and nasal bones are X-ray-contrast from 4-month-old fetuses, zygomatic bones from 5-month-old fetuses, lacrimal bones from 6-month-old fetuses.

Key words: small bones, face, bone tissue, density, perinatal period.

ORCID and contributionship:

Dundiuk-Berezina So. I.: 0000-0001-8258-764X ^{ABCDEF}

Corresponding author

Dundiuk-Berezina Sofiya Ihorivna
Rivne Medical Academy
Ukraine, 33000, Rivne, 53 Mykoly Karnaukhova str.
Tel: +380973326822
E-mail: Rosegold.f5@gmail.com

A – Work concept and design, **B** – Data collection and analysis, **C** – Responsibility for statistical analysis, **D** – Writing the article, **E** – Critical review, **F** – Final approval of the article.

Received 25.03.2022

Accepted 13.09.2022

ОСОБЛИВОСТІ ЩІЛЬНОСТІ КІСТКОВОЇ ТКАНИНИ ДРІБНИХ КІСТОК ЛИЦЕВОГО ВІДДІЛУ ЧЕРЕПА В ПЕРИНАТАЛЬНОМУ ПЕРІОДІ

Буковинський державний медичний університет (м. Чернівці, Україна)

Rosegold.f5@gmail.com

Дослідження проведено на 32 препаратах плодів людини 4-10 місяців (від 150,0 мм до 500,0 мм тім'яно-п'яtkової довжини (ТПД)) та 7 новонароджених (зокрема, 5 ізольованих органокомплексів) за допомогою методів макроскопії, морфометрії, комп'ютерної томографії та статистичного аналізу. Визначення щільності кісткової тканини дрібних кісток лицевого відділу черепа виконували на томографі GX CB-500 (powered by i-CAT) № NU011250-США. Використання програмного розширення 140x140x85 мм та товщину зрізів зображень комп'ютерної томографії 0,125 ммЗ-0,2 ммЗ. Аналіз щільності кісткової тканини виконували за допомогою програмного забезпечення i-CATVision у Мо (міжнародних одиницях) Ни (Хаунсфільда).

Аналіз одержаних результатів середнього значення досліджуваного параметра (М), стандартного відхилення (m) та рівня ймовірності безпомилкового прогнозування (p), встановлено, що для дрібних кісток лицевого відділу черепа у перинатальному періоді характерна асинхронність збільшення щільності їх кісткової тканини, щільність кісткової тканини виличних кісток збільшується на 34,2% (правої) та 42,4% (лівої), правої і лівої носової кістки – до 90%, леміша – до 100%, а правої і лівої слъзозової кістки приріст щільності становить 118,5% та 121% відповідно. Починаючи з 7-місячних плодів, на побудованій за КТ-дослідженнями 3-D реконструкційних моделей лицевого відділу черепа чітко визначаються обриси їх дрібних кісток. Помітно збільшується об'єм дрібних кісток з деяким переважанням справа, рівномірне окреслення рентгенологічної картини у всіх напрямках, для кісток лицевого відділу черепа притаманні з'єднання між собою. Для пізніх плодів та новонароджених є характерна стала скелет-топографічна картині лицевого відділу черепа та відсутність синостозного з'єднання.

Ключові слова: дрібні кістки, лице, кісткова тканина, щільність, перинатальний період.

Зв'язок публікації з плановими науково-дослідними роботами. Дослідження проведено у рамках науково-дослідної роботи Буковинського державного медичного університету: «Закономірності статево-вікової будови та топографоанатомічних перетворень органів і структур організму на прета постнатальному етапах онтогенезу. Особливості перинатальної анатомії та ембріотопографії», номер державної реєстрації 0120U101571.

Вступ. Дослідження індивідуальних закономірностей будови структур лицевого відділу голови з позиції можливостей використання отриманих даних у пластичній хірургії, стоматологічній практиці, травматології можуть значно покращити діагностику, планування та виконання різноманітних хірургічних маніпуляцій. Передусім це стосується топографоанатомічних особливостей ділянок і структур лица у перинатальному періоді, у дітей молодшого та старшого віку, враховуючи суттєве збільшення вроджених деформацій, які збільшуються останнім часом [1-3].

Нині вагома частка належить сучасним методам діагностики, які мають прикладне значення в оцінці морфологічних перетворень у ембріональних структурах [4, 5]. Якість кісткової тканини кісток лицевого черепа у внутрішньоутробному розвитку має особливе значення, оскільки характеризується віковими перетвореннями, які залежать від процесів мінералізації кісткових структур лицевого скелету. Вміст мінеральних речовин у кістковій тканині упродовж пренатального онтогенезу значно змінюється та нерівномірно розподіляється і залежить від ендогенного надходження мікро- та макроелементів у кісткові структури, чим надає певну особливість ділянкам людського організму [6-8]. Для розуміння процесів

осифікації, які відбуваються упродовж перинатального періоду у дрібних кістках лицевого відділу черепа, виникає потреба у дослідженні онтогенетичних перетворень щільності кісткової тканини з наведенням кількісних показників у міжнародних одиницях (за шкалою Хаунсфільда). Аналіз темпів збільшення щільності кісткової тканини дає розуміння розподілу мікро- та макроелементів для формування анатомічних ділянок і для значення функціональної анатомії [9-11]. Дослідження щільності кісткової тканини дрібних кісток лицевого черепа у доступній літературі є маловивченим, фрагментарним, що потребує подальших морфологічних досліджень [12-14].

Мета дослідження. Визначити особливості щільності кісткової тканини дрібних кісток лицевого відділу черепа (виличної, носової, слъзозової кісток, леміша) у плодів та новонароджених.

Об'єкт і методи дослідження. Дослідження проведено на 32 препаратах плодів людини 4-10 місяців (від 150,0 мм до 500,0 мм тім'яно-п'яtkової довжини (ТПД)) та 7 новонароджених (зокрема, 5 ізольованих органокомплексів) обох статей, без зовнішніх ознак анатомічних відхилень або аномалій та без явних макроскопічних відхилень від нормальної будови черепа за допомогою методів макроскопії, морфометрії, комп'ютерної томографії та статистичного аналізу. Метод макроскопії виконували з метою встановлення нормальної будови та форми дрібних кісток лицевого відділу черепа з наступним визначенням їх морфометричних параметрів і проведенням статистичної обробки одержаних даних. Статистичний аналіз отриманих даних проводили за допомогою ліцензованої програми RStudio. Перевірялась нульова гіпотеза про те, що вибірки взяті з одного розпо-

Таблиця – Кількісне визначення щільності в одиницях Hu (Хаунсфільда) кісткової тканини дрібних кісток лицевого відділу черепа в перинатальному періоді ($\text{M} \pm \text{m}$)

Вік	ТПД, мм	Вилична кістка		Носова кістка		Леміш		Сльозова кістка	
		права	ліва	права	ліва	справа	зліва	права	ліва
4 міс	150,0-200,0	371,0±77,1	308,4±27,8	45,9±19,1	41,6±16,3	-12,0±6,4	11,4±19,8	-89,3±6,4	-96,2±14,0
5 міс	205,0-250,0	449,4±56,8	424,8±35,0	93,1±23,9	81,4±23,8	82,3±12,8	81,9±14,1	4,2±1,2	-6,4±0,9
6 міс	255,0-300,0	492,3±41,5	506,1±49,8	148,0±15,1	140,7±19,1	160,0±12,5	145,4±35,6	92,3±35,4	62,3±8,6
7 міс	305,0-350,0	476,1±13,9	509,4±21,4	185,6±38,6	172,2±24,0	182,1±3,6	156,8±5,7	120,2±12,5	87,1±9,9
8 міс	360,0-400,0	504,7±21,6	510,2±18,4	274,7±17,2	245,8±13,2	230,2±15,9	187,3±21,1	187,8±14,8	156,3±23,1
9 міс	410,0-450,0	530,6±28,3	516,2±31,0	350,3±29,1	325,6±32,1	260,8±31,9	248,7±23,7	230,5±19,8	198,2±19,4
10 міс, новонароджені	455,0-500,0 і більше	564,2±12,8	535,1±35,8	464,4±24,3	448,7±40,7	373,8±7,2	372,3±4,7	480,3±22,6	457,7±30,6

ділу, або з розподілів з однаковими медіанами. Визначення щільності кісткової тканини дрібних кісток лицевого відділу черепа виконували на томографі GX CB-500 (powered by i-CAT) № NU011250-США. Використання програмного розширення 140x140x85 мм та товщину зрізів зображень комп'ютерної томографії 0,125 мм³-0,2 мм³. Аналіз щільності кісткової тканини виконували за допомогою програмного забезпечення i-CATVision у Mo (міжнародних одиницях) Hu (Хаунсфільда).

Робота виконана з дотриманням основних положень Гельсінської декларації Всесвітньої медичної асоціації про етичні принципи проведення науково-медичних досліджень за участю людини (1964-2000) та наказу МОЗ України № 690 від 23.09.2009 р., № 616 від 03.08.2012 р. та відповідно до «Порядку вилучення біологічних об'єктів від померлих, тіла яких підлягають судово-медичній експертизі і патологоанатомічному дослідженню, для наукових цілей» і методичних рекомендацій.

Результати дослідження та їх обговорення. У ранніх плодів (4-5-місячних) під час аналізу аксіальних зрізів КТ-зображень права і ліва виличні кістки вже є рентгенконтрастні, що підтверджується щільністю їх кісткової тканини, яка у вже у 4-місячних плодів становить 371,0±77,1 Mo Hu (для правої виличної кістки) та 308,4±27,8 (для лівої виличної кістки). Носові кістки у даний період розвитку майже рентгенологічно не віалізуються, темп приросту є позитивний, щільність кісткової тканини даних кісток збільшується незначно, від 45,9±19,1 Mo Hu (права носова кістка), 41,6±16,3 Mo Hu (ліва носова кістка) до 93,1±23,9 Mo Hu та 81,4±23,8 Mo Hu відповідно. У 4-місячних плодів леміш і слъзові кістки рентгенологічно не віалізуються (від'ємні показники щільності кісткової тканини, крім леміша зліва), починаючи з 5-місячних плодів леміш обабіч на КТ-зображеннях рентгенконтрастний, для його правої сторони щільність кісткової тканини становить 82,3±12,8 Mo Hu , для лівої – 81,9±14,1 Mo Hu . Слъзові кістки у 5-місячних плодів ще не віалізуються (таблиця).

У 6-7-місячних плодів аналіз аксіальних зрізів КТ-зображень дрібних кісток лицевого відділу черепа показав, що всі досліджувані кістки є рентгенконтрастні з позитивним темпом приросту щільності кісткової тканини порівняно з попереднім віковим періодом. Проте, тільки для правої виличної кістки показники щільності кісткової тканини упродовж 6-7 місяців розвитку не змінюються, мають дещо від'ємний темп приросту – 492,3±41,5 Mo Hu (6-мі-

сячні плоди) на противагу 476,1±13,9 Mo Hu (7-місячні плоди) (див. табл.).

Для пізніх плодів (8-10-місячних) та новонароджених показники щільності кісткової тканини дрібних кісток лицевого відділу черепа значно збільшуються, порівнюючи з попередніми віковими періодами.

Аналіз одержаних результатів середнього значення досліджуваного параметра (M), стандартного відхилення (m) та рівня ймовірності безпомилкового прогнозування (p), встановлено, що впродовж перинатального періоду онтогенезу щільність кісткової тканини збільшується у правої виличної кістці на 34,2%, у лівій – 42,4%. Порівнюючи щільність кісткової тканини інших дрібних кісток лицевого відділу черепа, то вони зазнають суттєвих перетворень, їх щільність значно збільшується (до 100% і більше). Так, кісткова щільність правої і лівої носової кістки збільшується до 90%, леміша – до 100%, а правої і лівої слъзової кістки приріст щільності сягає більше 100%, а саме 118,5% та 121% відповідно.

Щільність кісткової тканини виличних кісток упродовж перинатального періоду збільшується поступово, тільки у 5-7-місячних плодів дані параметри майже на однаковому рівні, вони збільшуються незначно, так показники правої виличної кістки змінюються від 449,4±56,8 Mo Hu до 476,1±13,9 Mo Hu , лівої – від 424,8±35,0 Mo Hu до 509,4±21,4 Mo Hu .

Для носових кісток є характерні періоди значного збільшення параметрів щільності кісткової тканини. Так, щільність правої носової кістки у плодів збільшується впродовж 4-6 місяців розвитку на 75,7%, впродовж 8-10 місяців розвитку і у новонароджених – на 40,9%. Від 6-го до 8-го місяців розвитку дані параметри збільшуються тільки на 32,4%. Кісткова щільність лівої носової кістки збільшується у 4-6-місячних плодів на 70,7%, у 8-10-місячних плодів і у новонароджених – на 45,3%, у період від 6-го до 8-го місяців розвитку щільність збільшується на 38,8%.

Для щільності кісткової тканини леміша притаманий тільки один період інтенсивного збільшення, це з 4-го по 6-й місяці розвитку, впродовж якого параметри збільшуються майже у 100%. З 6-го до періоду новонародженості щільність кісткової тканини леміша поступово збільшується.

Більш суттєві перетворення щільності кісткової тканини відбуваються у слъзових кістках упродовж перинатального періоду. Для них характерні два періоди інтенсивного збільшення параметрів щільності кісткової тканини, це 4-6-й місяці розвитку і 8-й місяць до періоду новонародженості, показники щільності збільшуються на 196,7% (майже в 2 рази) та 61%

відповідно (для правої слъзової кістки) і на 254,8% (майже в 2,5 рази) та 65,9% (для лівої слъзової кістки). З 6-го по 8-й місяці розвитку параметри щільності кісткової тканини слъзових кісток збільшуються поступово на 50,8% (для правої слъзової кістки) і 60,3% (для лівої слъзової кістки).

Починаючи з 7-місячних плодів, на побудованій за КТ-дослідженнями 3-D реконструкційних моделей лицевого відділу черепа чітко визначаються обриси їх дрібних кісток. Помітно збільшується об'єм дрібних кісток з деяким переважанням справа, рівномірне окреслення рентгенологічної картини у всіх напрямках, для кісток лицевого відділу черепа притаманні з'єднання між собою (рисунки). Для пізніх плодів та новонароджених є характерна стала скелет-топографічна картини лицевого відділу черепа та відсутність синостозного з'єднання.

Висновки.

1. Для дрібних кісток лицевого відділу черепа у перинатальному періоді характерна асинхронність збільшення щільності їх кісткової тканини.

2. Упродовж перинатального періоду щільність кісткової тканини виличних кісток збільшується на

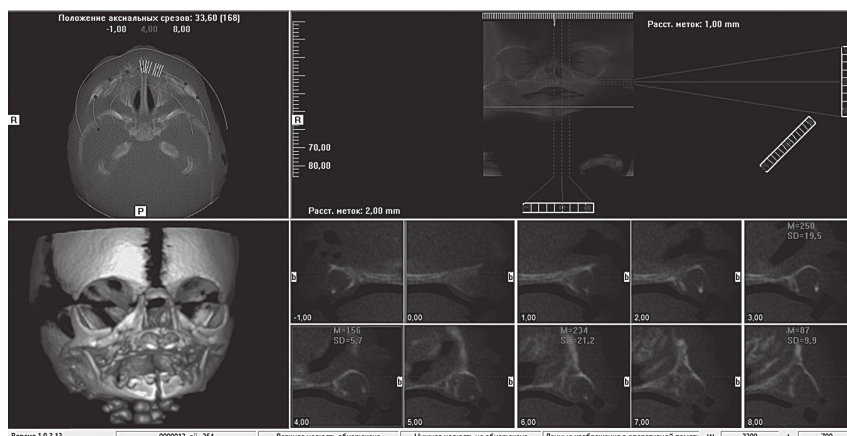


Рисунок – 3-D реконструкційна модель та КТ-зображення лицевого відділу черепа плода 310,0 мм ТПД.

34,2 % (правої) та 42,4 % (лівої), правої і лівої носової кістки – до 90 %, леміша – до 100 %, а правої і лівої слъзової кістки приріст щільності становить 118,5 % та 121 % відповідно.

3. Виличні, носові кістки рентгенконтрастні з 4-місячних, леміш – з 5-місячних, слъзові кістки – з 6-місячних плодів.

Перспективи подальших досліджень. Провести порівняльний аналіз морфометричних параметрів дрібних кісток лицевого відділу черепа з розмірами лица і черепа у плодів та новонароджених.

Література

- Kobayashi S, Hirakawa T, Fukawa T, Maegawa J. Maxillary growth after maxillary protraction: Appliance in conjunction with presurgical orthopedics, gingivoperiosteoplasty, and Furlow palatoplasty for complete bilateral cleft lip and palate patients with protruded premaxilla. J Plast Reconstr Aesthet Surg. 2015;68(6):758-63. DOI: 10.1016/j.bjps.2015.02.005.
- Esenlik E, Sener EH, Yilmaz HH, Malas MA. Cephalometric investigation of craniomaxillofacial structures during the prenatal period: a cadaver study. Am J Orthod Dentofacial Orthop. 2014;145(2):217-27. DOI: 10.1016/j.ajodo.2013.09.014.
- Grill FD, Behr AV, Rau A, Ritschl LM, Roth M, Bauer FX, et al. Prenatal intrauterine maxillary development – An evaluation with three-dimensional ultrasound. J Craniomaxillofac Surg. 2019 Jul;47(7):1077-1082. DOI: 10.1016/j.jcms.2019.01.029.
- Bertoglio B, Corradini S, Cappella A, Mazzarelli D, Biehler-Gomez L, Messina C, et al. Pitfalls of Computed Tomography 3D Reconstruction Models in Cranial Nonmetric Analysis. J Forensic Sci. 2020 Nov;65(6):2098-2107. DOI: 10.1111/1556-4029.14535.
- Bahşi I, Orhan M, Kervancıoğlu P, Yalçın ED. Morphometric evaluation and surgical implications of the infraorbital groove, canal and foramen on cone-beam computed tomography and a review of literature. Folia Morphol (Warsz). 2019;78(2):331-343. DOI: 10.5603/FM.a2018.0084.
- Hendricks BK, Patel AJ, Hartman J, Seifert MF, Cohen Gadol A. Operative anatomy of the human skull: a virtual reality expedition. Oper Neurosurg. 2018;15(4):368-77. DOI: 10.1093/ons/opy166.
- Alexander SL, Rafaels K, Gunnarsson CA, Weerasooriya T. Structural analysis of the frontal and parietal bones of the human skull. J Mech Behav Biomed Mater. 2019;90:689-701. DOI: 10.1016/j.jmbm.2018.10.035.
- Tsyhykalo O, Dmytrenko R, Popova I, Banul B. Osoblyvosti stanovlennya deyakykh kistok cherepa na rannikh etapakh ontogenezu lyudyny. Bukovyns'kyi medychnyy visnyk. 2021;25.3(99):144-148. DOI: 10.24061/2413-0737.XXV.3.99.2021.22. [in Ukrainian].
- Oshurko AP, Oliynyk IYu. Morphogenesis of the upper jaw and adjacent structures of the jaw-facial area in prenatal human 7-8 weeks of intrauterine development. Ukrainian Journal of Medicine, Biology and Sports. 2017;4(6):26-35.
- Sant'Anna EF, Lau GW, Marquazan M, de Souza Ara MT, Polley JW, Figueroa AA. Combined maxillary and mandibular distraction osteogenesis in patients with hemifacial microsomia. American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics. 2015;147(5):566-77. DOI: 10.1016/j.ajodo.2014.12.027.
- Oshurko AP, Oliynyk IYu. Rezul'taty 3-D rekonstruyuvannya v dynamichnomu analizi z vyznachennya shchil'nosti kistkovoyi tkanyny verkh'noyi shchelepy u prenatal'nomu ontogenezi lyudyny. Visnyk Vinnyts'koho natsional'noho medychnoho universytetu. 2019;23(1):24-35. DOI: 10.31393/reports-vnmedical-2019-23(1)-04. [in Ukrainian].
- Makhlynets' NP, Ozhohan ZR. Funktsional'na matrytsya v rozvytku lytsevoho skeleta u ditey. Suchasna stomatolohiya. 2022;1-2(110):58-61. DOI: 10.33295/1992-576X-2022-1-2-58. [in Ukrainian].
- Khmara TV, Kuznyak NB, Morarash YUA, Ryznychuk MO, Petryuk AYE, Kavun MP. Ontolohiya variantiv budovy ta vad rozvytku cherepa. Chastyna I. Ukrayins'kyi zhurnal medytsyny, biolohiyi ta sportu. 2021; 6.2(30):20-30. [in Ukrainian].
- Slobodyan OM, Lavriv LP, Lopushnyak LYA, Bambulyak AV, Boychuk OM. Suchasnyy pohlyad na molekulyarno-henetychni mekhanizmy mizhklitynnoyi vzyayemodiyi u protsesi kistkovoho remodeluyuvannya. Klinichna anatomiya ta operatyvna khirurgiya. 2018;17(3):82-7. DOI: 10.24061/1727-0847.17.3.2018.14. [in Ukrainian].

ОСОБЛИВОСТІ ЩІЛЬНОСТІ КІСТКОВОЇ ТКАНИНИ ДРІБНИХ КІСТОК ЛИЦЕВОГО ВІДДІЛУ ЧЕРЕПА В ПЕРИНАТАЛЬНОМУ ПЕРІОДІ

Дундюк-Березіна С. І.

Резюме. Нині вагома частка належить сучасним методам діагностики, які мають прикладне значення в оцінці морфологічних перетворень у ембріональних структурах. *Мета дослідження.* З'ясувати особливості щільності кісткової тканини дрібних кісток лицевого відділу черепа (виличної, носової, слъзової кісток, лемі-

ша) у плодів та новонароджених. *Об'єкт і методи дослідження.* Дослідження проведено на 32 препаратах плодів людини 4-10 місяців (від 150,0 мм до 500,0 мм тім'яно-п'яткової довжини (ТПД)) та 7 новонароджених (зокрема, 5 ізольованих органоконструкцій) за допомогою методів макроскопії, морфометрії, комп'ютерної томографії та статистичного аналізу. Визначення кісткової тканини дрібних кісток лицевого відділу черепа виконували на томографі GX CB-500 (powered by i-CAT) № NU011250-США. Використання програмного розширення 140x140x85 мм та товщину зрізів зображень комп'ютерної томографії 0,125 мм³-0,2 мм³. Аналіз щільності кісткової тканини виконували за допомогою програмного забезпечення i-CATVision у Мо (міжнародних одиницях) Hu (Хаунсфілда). *Результати.* У ранніх плодів (4-5-місячних) під час аналізу аксіальних зрізів КТ-зображень права і ліва виличні та носові кістки вже є рентгенконтрастні, починаючи з 5-місячних плодів віалізується леміш, а з 6-місячних – слъзові кістки. Упродовж перинатального періоду онтогенезу щільність кісткової тканини збільшується у правій виличній кістці на 34,2%, у лівій – 42,4%. Порівнюючи щільність кісткової тканини інших дрібних кісток лицевого відділу черепа, то вони зазнають суттєвих перетворень, їх щільність значно збільшується (до 100 % і більше). *Висновки.* 1. Для дрібних кісток лицевого відділу черепа у перинатальному періоді характерна асинхронність збільшення щільності їх кісткової тканини. 2. Упродовж перинатального періоду щільність кісткової тканини виличних кісток збільшується на 34,2% (правої) та 42,4% (лівої), правої і лівої носової кістки – до 90%, леміша – до 100%, а правої і лівої слъзової кістки приріст щільності становить 118,5% та 121% відповідно. 3. Виличні, носові кістки рентгенконтрастні з 4-місячних, леміш – з 5-місячних, слъзові кістки – з 6-місячних плодів.

Ключові слова: дрібні кістки, лице, кісткова тканина, щільність, перинатальний період.

THE FACIAL DIVISION OF THE SKULL SMALL BONES DENSITY FEATURES IN THE PERINATAL PERIOD

Dundiuk-Berezina S. I.

Abstract. Currently, modern diagnostic methods share a significant value in assessment of the morphological transformations in embryonic structures. *The aim of the study.* To determine the features of small bones tissue density of the facial part of the skull (zygomatic, nasal, lacrimal bones, lamina) in fetuses and newborns. *Material and methods.* The study was conducted on 32 preparations of human fetuses of 4-10 months (from 150.0 mm to 500.0 mm parietal-calcaral length (TPD)) and 7 newborns (in particular, 5 isolated organ complexes) using the methods of macroscopy, morphometry, computer tomography and statistical analysis. Determination of the bone tissue of the small bones of the facial part of the skull was performed on the GX CB-500 tomograph (powered by i-CAT) No. NU011250-USA. Software extension use of 140x140x85 mm and a thickness of slices of computed tomography images of 0.125 mm³-0.2 mm³. Bone density analysis was performed using i-CATVision software in IU (international units) of Hu (Hounsfield). *Results.* The analysis of axial sections of the right and left zygomatic CT images of early fetuses (4-5 months old), showed that zygomatic and nasal bones are already radiopaque, starting from 5-month-old fetuses, the cochlea is visualized, and from the 6-month-old fetuses, the lacrimal bones are visualized also. During the perinatal period of ontogenesis, the density of bone tissue increases in the right zygomatic bone by 34.2%, in the left by 42.4%. The comparison of the bone tissue density in another small bones of the facial part of the skull, reveal that they undergo significant changes, their density increases significantly (up to 100% or more). *Conclusions.* 1. There is characteristic asynchrony of small bones density increase of the facial part of the skull in the perinatal period. 2. During the perinatal period, the bone tissue density of the zygomatic bones increases by 34.2% (right) and 42.4% (left), the right and left nasal bones – up to 90%, the clavicle – up to 100%, and the right and left lacrimal bones the increase in density rises up to 118.5% and 121%, respectively. 3. Zygomatic and nasal bones are X-ray-contrast from 4-month-old fetuses, zygomatic bones from 5-month-old fetuses, lacrimal bones from 6-month-old fetuses.

Key words: small bones, face, bone tissue, density, perinatal period.

ORCID кожного автора та їх внесок до статті:

Dundiuk-Berezina So. I.: 0000-0001-8258-764X^{ABCDEF}

Адреса для кореспонденції

Дундюк-Березина Софія Ігорівна

Комунальний заклад вищої освіти «Рівненська медична академія»

Адреса: Україна, 33000, м. Рівне, вул. Миколи Карнаухова 53

Тел.: +380973326822

E-mail: Rosegold.f5@gmail.com

А – концепція роботи та дизайн, В – збір та аналіз даних, С – відповідальність за статичний аналіз, D – написання статті, E – критичний огляд, F – остаточне затвердження статті.

Стаття надійшла 25.03.2022 року

Стаття прийнята до друку 13.09.2022 року