

Л.В. Кольцова  
О.Ю. Степаненко

Харківський національний  
медичний університет  
Харків, Україна

Надійшла: 24.11.2023

Прийнята: 15.12.2023

DOI: <https://doi.org/10.26641/1997-9665.2023.4.22-26>

УДК 611.714-055.1/2:572.73

## ВІДСТАНЬ МІЖ СОСКОПОДІБНИМИ ВІДРОСТКАМИ ЧЕРЕПА ЛЮДИНИ: СТАТЕВІ ВІДМІННОСТІ

Koltsova L.V. , Stepanenko O.Y.  ✉ Distance between the mastoid processes of the human skull: sex differences.

Kharkiv National Medical University, Kharkiv, Ukraine.


**ABSTRACT. Background.** The mastoid processes of the temporal bones are used in studies aimed at determining the sex of skulls. A marked sexual dimorphism of their linear dimensions has been established. Sex differences are also revealed by the distance between the mastoid processes; it is measured as the distance between the lowest point on the tip of the mastoid process (craniometrics points mastoidale) – intermastoidale distance (IMD), or as the distance between the points farthest from the median plane on the lateral surfaces of the left and right mastoid processes (intermastoid lateral surface distance, IMLSD) – the maximal or lateral intermastoid distance. Among other linear dimensions of the mastoid processes, these morphometric parameters proved to be the best determinants of cranial sex, but are less studied than other morphometric parameters. **Objective:** to determine the range of individual variability, sex differences and the relationship between intermastoidale distance and intermastoid lateral surface distance. **Methods.** The study was conducted on 50 adult skulls (33 males and 17 females) from the craniological collection of the Department of Human Anatomy of KhNMU. The intermastoid index (IMI) was calculated as the ratio between intermastoidale distance (IMD) and intermastoid lateral surface distance (IMLSD) by the formula:  $IMI = (IMD \times 100 / IMLSD)$ . **Results.** Both indices characterizing the distance between the mastoids are significantly higher in male skulls than in female skulls: intermastoid lateral surface distance ( $M \pm \sigma$ )  $127,4 \pm 5,6$  and  $118,5 \pm 3,5$ ;  $p < 0,05$  respectively; intermastoidale distance  $107,7 \pm 6,5$  and  $99,8 \pm 2,7$ ;  $p < 0,05$  respectively. There is a relationship between intermastoidale distance and intermastoid lateral surface distance, described by the linear regression equation  $y = 0,7x + 50,2$  in male skulls ( $r = 0,84$ ) and  $y = 0,7x + 49,1$  in female skulls ( $r = 0,55$ ). The values of intermastoid index in male and female skulls coincide ( $M \pm \sigma$ :  $84,5 \pm 2,9$  and  $84,2 \pm 2,6$ ), but the relationship between intermastoidale distance and intermastoid index differs significantly:  $y = 0,34x + 50,1$  in male skulls and  $y = 0,31x + 51,4$  in female skulls; that is, with the same values of intermastoidale distance, the value of intermastoid index in women is greater than that in men; male skulls with higher values of intermastoidale distance have the same values of intermastoid index as women. **Conclusion.** With the help of the studied indicators it is possible to quantitatively characterize the sex characteristics of the mastoids.


**Key words:** human, skull, temporal bone, mastoid process, intermastoidale distance, intermastoid lateral surface distance, intermastoid index, individual anatomical variability, sex determination.

### Citation:

Koltsova LV, Stepanenko OY. [Distance between the mastoid processes of the human skull: sex differences]. Morphologia. 2023;17(4):22-6. Ukrainian.

DOI: <https://doi.org/10.26641/1997-9665.2023.4.22-26>

 Koltsova L.V. 0000-0002-4702-8348

 Stepanenko O.Y. 0000-0002-5686-0857

✉ [oy.stepanenko@knu.edu.ua](mailto:oy.stepanenko@knu.edu.ua)

© Dnipro State Medical University, «Morphologia»

### Вступ

Соскоподібні відростки (СВ) скроневи́х кісток використовуються при проведенні досліджень, метою яких є визначення статевої приналежності черепів [1–7]. Встановлено помітний статевий диморфізм їхніх лінійних розмірів [1–12]. Статеві відмінності також виявляє відстань між СВ; вона вимірюється як відстань між соскоподібними точками (*mastoidale*) розташовани-

ми на верхівках СВ (міжсоскоподібна відстань, англ.: intermastoidale distance, IMD), або як відстань між найбільш віддаленими від середньої площини точками на латеральних поверхнях лівого і правого СВ (англ.: intermastoid lateral surface distance, IMLSD) [13] – максимальна, або латеральна міжсоскоподібна відстань; вона характеризує ступінь розвитку гребня СВ (*crista mastoidea*) або опуклості латеральної поверхні

СВ. Обидва морфометричні показники впливають на визначення статеві приналежності черепів більше за лінійні розміри [14], але є менш вивченими: у літературних джерелах відсутні дані щодо діапазонів індивідуальної мінливості IMD та IMLSD.

**Мета:** встановити діапазон індивідуальної мінливості IMD та IMLSD, їх статевої відмінності та взаємозв'язку між собою.

#### Матеріали та методи

Дослідження було проведено на 50 черепах дорослих людей (33 – осіб чоловічої статі, та 17 – жіночої) з краніологічної колекції кафедри анатомії людини ХНМУ. Відстань між краніометричними точками вимірювалась за допомогою ковзного циркуля та штангенциркуля (точність вимірювання 0,1 мм). Статистичні дослідження включали варіаційний аналіз (розрахунок серед-

ніх вибірових значень, їхньої похибки, середнього квадратичного відхилення, коефіцієнта варіації, визначення максимального і мінімального вибірових значень, обчислення інтервалу та діапазону середніх значень). Для оцінювання взаємозв'язку між дослідженими показниками розраховувались коефіцієнт кореляції Пірсона (r), рівняння лінійної регресії. Відмінності вважались значущими при  $p < 0,05$ . Розраховували *інтермастоїдальний індекс (IMI)* – як співвідношення між IMD та IMLSD за формулою:  $IMI = (IMD \times 100 / IMLSD)$ . Статистична обробка результатів вимірювань проводилася за допомогою пакетів програм Excel 10 та Statistica 7.

#### Результати та їх обговорення

У таблиці 1 наведено дані статистичного оцінювання досліджених морфометричних показників.

Таблиця 1

Статистична оцінка розподілу значень морфометричних показників черепа людини

Показник	Стать	$M \pm m$	$\sigma$ (CV, %)	$M \pm \sigma$	Min ÷ Max (Max - Min)
IMLSD	Ч	$127,4 \pm 1,0$	5,6 (4,4)	$121,8 \div 133,0$	$115,5 \div 139,0$ (23,5)
	Ж	$118,5 \pm 0,8$	3,5 (2,9)	$115,0 \div 122,0$	$112,0 \div 124,5$ (12,5)
IMD	Ч	$107,7 \pm 1,4$	6,5 (6,1)	$101,2 \div 114,3$	$96,0 \div 124,0$ (28,0)
	Ж	$99,8 \pm 0,7$	2,7 (2,7)	$97,1 \div 102,5$	$96,0 \div 106,0$ (10,0)
IMI	Ч	$84,5 \pm 0,5$	2,9 (3,4)	$81,7 \div 87,4$	$77,6 \div 89,8$ (12,2)
	Ж	$84,2 \pm 0,5$	2,6 (2,6)	$82,0 \div 86,5$	$80,3 \div 88,0$ (7,6)

Як видно з даних таблиці, обидва показники, що характеризують відстань між СВ, у чоловіків значущо більші, ніж у жінок (t-value = -4,78, p-value=0,000 для IMD та t-value = -5,98, p-value = 0,000 для IMLSD). Загальний для чоловічих та жіночих черепів діапазон значень IMLSD

(115,5÷124,5 мм) та IMD (96,0÷106,0 мм) складає відповідно 33,7 % та 35,7 % відносно максимального інтервалу значень кожного з цих показників. Між IMD і IMLSD виявляється взаємозв'язок (рис.1).

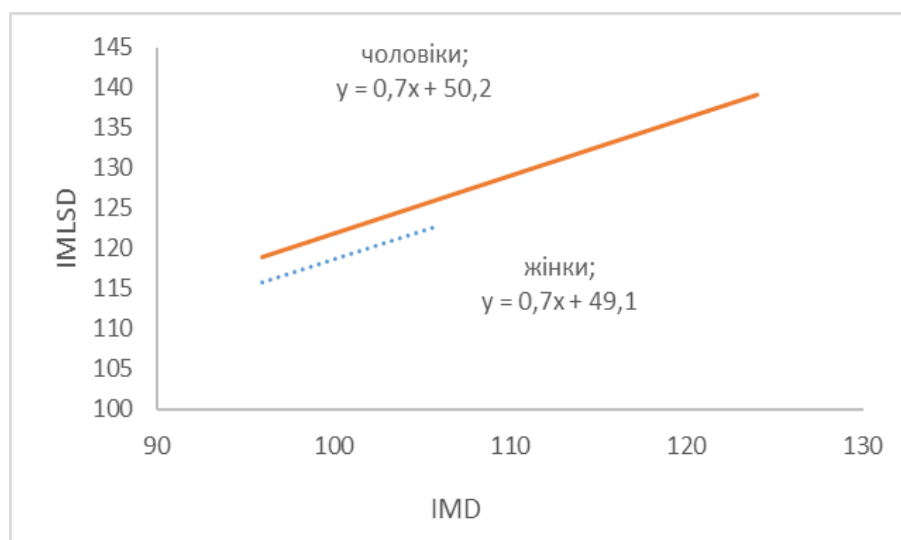


Рис. 1. Взаємозв'язок між міжсоскоподібною відстанню (IMD) і максимальною міжсоскоподібною відстанню (IMLSD) у чоловіків і жінок.

Як видно з даних рис. 1, між IMD і IMLSD виявляється лінійна залежність, характер якої в чоловіків і жінок співпадає (про це свідчить майже паралельне розташування прямих, що характеризують рівняння регресії), однак у чоловіків сила кореляційного зв'язку ( $r=0,84$ ;  $p < 0,05$ ) значущо вища за таку у жінок ( $r=0,55$ ;  $p < 0,05$ ).

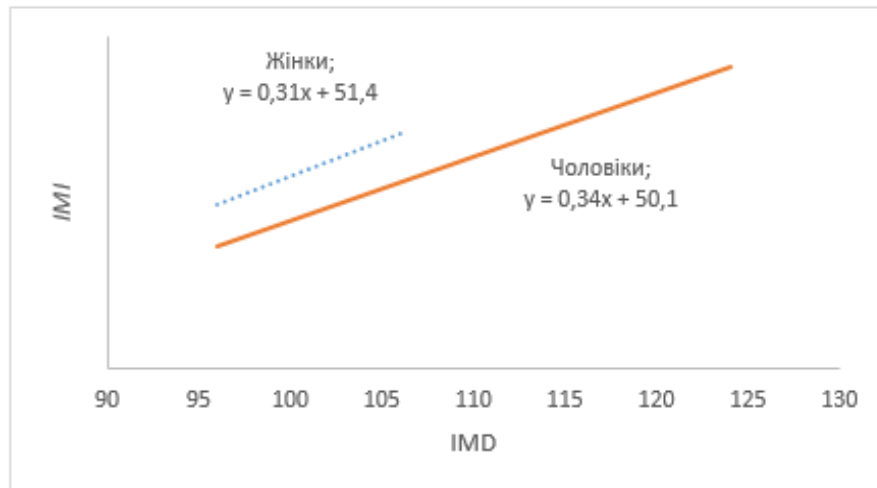


Рис. 2. Взаємозв'язок між міжсоскоподібною відстанню (IMD) і інтермастоїдальним індексом (IMI) у чоловіків і жінок.

Як видно з даних рис. 2, характер лінійної залежності у чоловіків і жінок суттєво не розрізняється, однак сила кореляційного зв'язку у чоловіків ( $r = 0,7$ ;  $p < 0,05$ ) значущо більша, ніж у жінок ( $r=0,4$ ;  $p < 0,05$ ). При однакових значеннях IMD величина індексу в жінок в цілому більша за таку у чоловіків.

Встановлення статевих особливостей і статевих відмінностей СВ пов'язано з вирішенням протилежної задачі, важливої для судово-медичної експертизи і антропології – встановлення статевої приналежності черепів або їхніх фрагментів. Першим критерієм, що використовується, є абсолютні розміри СВ, які в чоловіків значущо більші, ніж у жінок [13–16]. Однак його значення обмежує загального для жіночих і чоловічих черепів діапазону значень лінійних розмірів.

Іншими абсолютними показниками, що застосовується, є відстань між соскоподібними точками – IMD та відстань між найбільш віддаленими від серединної площини точками на латеральних поверхнях лівого і правого СВ – IMLSD. Вони виявляють статеві відмінності і можуть застосовуватися для визначення статевої приналежності черепів [13–16]. Отримані нами дані щодо середніх значень IMD і IMLSD співпадають з такими, отриманими іншими авторами у попередніх дослідженнях [13, 14]. Однак застосування IMD і IMLSD у якості критерія визначення статі також обмежується наявністю загального для жіночих і чоловічих черепів діапазону значень.

Звертає на себе увагу, що середні значення інтермастоїдального індексу (IMI; див. табл. 1), у чоловіків і жінок співпадають, а діапазон і інтервал значень у чоловіків більші за такі у жінок. Однак у чоловіків і жінок різняться взаємозв'язок між абсолютним (IMD) і відносним (IMI) показниками (рис. 2).

Сильний кореляційний взаємозв'язок між IMD та IMLSD ( $r = 0,715$ ) було встановлено у [13]. В той же час, брак даних щодо типу коефіцієнту, який використовувався під час оцінки кореляції та відсутність даних щодо залежності сили коефіцієнту кореляції від статі черепа в оригінальній статті не дозволяє нам провести порівняння отриманих нами значень сили взаємозв'язку між IMD та IMLSD.

Точність діагностики покращує комплексне застосування абсолютних і відносних показників. Останні виникають при порівнянні двох абсолютних показників. Для IMD таким парним показником є IMLSD, їх співвідношення утворює відносний показник – IMI.

Свою чергою, IMI виникає внаслідок того, що СВ мають невеликий нахил їхньої осі (умовної лінії, проведеної через соскоподібну точку по напрямку до основи відростка) всередину, в напрямку серединної площини. Є дані, що в чоловіків цей нахил менший за такий в жінок внаслідок того, що більш розвинена мускулатура плечового поясу, перш за все – m. Sternocleidomastoidalis, «тягне» відростки назовні. Як приклад підтвердження цього припущення, доречно навести результати дослідження [16], в якому краніометричні точки, що утворюють IMD та IMLSD а також краніометрична точка menton, що розташована на нижній поверхні нижньої щелепи, використовувалися для побудови трикутників, за допомогою яких оцінювали розташування соскоподібних точок відносно найбільш виступаючих точок на латеральних

поверхнях соскоподібних відростків. Автори також встановили, що чоловічим черепакам притаманні більші розміри IMD та IMLSD, а також досліджених ними трикутників.

Кількісним показником ступеню відхилення відростків є *IMI*: в чоловіків він має бути меншим, ніж у жінок. Однак отримані результати свідчать про те, що значення *IMI* у чоловіків і жінок співпадають на 82 %, отже відсутні суто «чоловічі» або «жіночі» значення цього показника. Відповідь на це ніби то протиріччя дає аналіз взаємозв'язку між *IMI* і IMD. Виявляється, що однакові з жіночими значення *IMI* мають чоловічі черепа з більшими значеннями IMD, тобто більшої величини (у попередньому дослідженні нами було встановлено, що в чоловічих черепів є статистично значущі позитивні кореляційні зв'язки між значеннями IMD та шириною основи черепа ( $r=0,6$ ;  $p<0,05$ ), шириною черепа ( $r=0,5$ ;  $p<0,05$ ) та шириною потилиці ( $r=0,4$ ;  $p<0,05$ )). Це трапляється завдяки більшій абсолютній величині СВ в більш великих чоловічих черепках: при меншому, ніж у жінок, куті нахилу СВ, їх верхівки і розташовані на них соскоподібні точки okazуються зміщеними всередину так, що різниця відстані між ними в чоловічих і жіночих черепках нівелюється, а *IMI* – зрівнюється.

Таким чином, користуючись двома абсолютними показниками (IMD і IMLSD) і одним відносним (*IMI*), тобто, за величиною СВ і їх поло-

женням на черепі, можна більш чітко розрізнити чоловічі і жіночі черепа.

#### **Підсумок**

Обидва показники, що характеризують відстань між соскоподібними відростками (IMD і IMLSD), мають значущі статеві відмінності. Між ними виявляється взаємозв'язок, сила якого у чоловіків ( $r=0,84$ ;  $p<0,05$ ) вища за таку у жінок ( $r=0,55$ ;  $p < 0,05$ ). Значення *інтермастоїдального індексу* у чоловіків і жінок значною мірою співпадають, однак у чоловіків і жінок різняться взаємозв'язок між абсолютним (IMD) і відносним (*IMI*) показниками: однакові з жіночими значення *IMI* мають чоловічі черепа з більшими значеннями IMD. За допомогою цих показників можна кількісно охарактеризувати статеві особливості розташування СВ на черепі.

#### **Перспективи подальших досліджень**

Встановлені закономірності можуть бути використані для удосконалення критеріїв визначення статевої приналежності черепів людини.

#### **Інформація про конфлікт інтересів**

Потенційних або явних конфліктів інтересів, що пов'язані з цим рукописом, на момент публікації не існує та не передбачається.

#### **Джерела фінансування**

Робота виконана в рамках науково-дослідної теми «Розробка клініко-морфологічних методів дослідження структур організму людини та тварин» (номер державної реєстрації 0123U100367).

### **Літературні джерела References**

1. Ibrahim A, Alias A, Shafie MS, Das S, Nor FM. Osteometric estimation of sex from mastoid triangle in Malaysian population. *Asian J Pharm Clin.* 2018;11(7):303-7. doi:10.22159/ajpcr.2018.v11i7.25986.
2. Nagaoka T, Shizushima A, Sawada J, Tomo S, Hoshino K, Sato H, Hirata K. Sex determination using mastoid process measurements: standard for Japanese human skeletons of the medieval and early modern periods. *Anthropol Sci.* 2008;116:105–13. doi:10.1537/ase.070605.
3. Passey J, Pandey S, Passey N, Singh R, Singh R, Kumar A. Radiographic Evaluation of Mastoid Parameters for Sexual Differentiation in North Indian Population. *Cureus.* 2021;13(6):16011. doi:10.7759/cureus.16011. PMID: 34336501; PMCID: PMC8319872.
4. Saini V, Srivastava R, Rai RK, Shamal SN, Singh TB, Tripathi SK. Sex estimation from the mastoid process among North Indians. *J Forensic Sci.* 2012;57(2):434-9. doi:10.1111/j.1556-4029.2011.01966.x. Epub 2011 Nov 21. PMID: 22103755.
5. Suazo GIC, Zavando MDA, Smith RL. Sex determination using mastoid process measurements in Brazilian skulls. *Int J Morphol* 2008;26:941–4. doi:10.4067/S0717-95022008000400025
6. Suranjitham S, Vichairat K, Prasitwattanaseree S, Mahakkanukrauh P. Thai human skeleton sex identification by mastoid process measurement. *Chiang Mai Med J.* 2011;50(2):43-50.
7. Jung H, Woo EJ. Evaluation of Mastoid Process as Sex Indicator in Modern White Americans using Geometric Morphometrics. *J Forensic Sci.* 2016;61(4):1029-33. doi:10.1111/1556-4029.13079. Epub 2016 Mar 21. PMID: 27364284.
8. Bhayya H, Tejasvi MA, Jayalakshmi B, Reddy MM. Craniometric assessment of sex using mastoid process. *J Indian Academy Oral Med Radiol.* 2018;30(1):52. doi:10.4103/jiaomr.jiaomr\_127\_17
9. Gangrade P, Yadav R, Jain LK. Sexing the human skull using mastoid process measurements. *Research and Review J Med H Sci.* 2013;2(1):35-9.
10. Gupta A, Banerjee A, Kumar A, Rao S, Jose J. Discriminant function analysis of mastoid measurements in sex determination. *J life Sci.* 2012;4(1):1-5. doi:10.1080/09751270.2012.11885187.
11. Farhadian M, Salemi F, Shokri A, Safi Y,

Rahimpanah S. Comparison of data mining algorithms for sex determination based on mastoid process measurements using cone-beam computed tomography. *Imaging Sci Dent.* 2020;50(4):323-330. doi:10.5624/isd.2020.50.4.323. Epub 2020 Dec 15. PMID: 33409141; PMCID: PMC7758270.

12. Patnaik VVG, Phatak A. Determination of sex from mastoid process by discriminant function analysis. *J Anat Soc India.* 2010;59:222–8. doi:10.1016/S0003-2778(10)80030-9.

13. Amin W, Saleh MW, Othman D, Salhab D, Thunaibat H. Osteometric assessment of the mastoid for sex determination in Jordanians by discrimination function analysis. *Am J Med Biol.* 2015;3(4):117-23. doi:10.12691/ajmbr-3-4-7

14. Salemi F, Farhadian M, Shokri A, Safi Y,

Rahimpanah S. Sex determination by osteometric assessment of the mastoid process using Cone Beam Computed Tomography. *Braz Dent Sci.* 2021;24(1):1-9. doi:10.14295/bds.2021.v24i1.2075

15. Aydin Kabakçı AD, Saygın DA, Buyukmumcu M, Sindel M, Ogut E, Yılmaz MT, Gökalp F. The relationship between the mastoid triangle and localization of the Asterion. *Anatomy.* 2021;15(3):189–197. doi:10.2399/ana.21.1053714

16. Sobhani F, Salemi F, Miresmaeili A, Farhadian M. Morphometric analysis of the intermastoid triangle for sex determination: Application of statistical shape analysis. *Imaging Sci Dent.* 2021;51(2):167-174. doi:10.5624/isd.20200297. Epub 2021 Feb 9. PMID: 34235062; PMCID: PMC8219444.

### **Кольцова Л.В., Степаненко О.Ю. Відстань між соскоподібними відростками черепа людини: статеві відмінності.**

**РЕФЕРАТ. Актуальність.** Соскоподібні відростки скроневих кісток використовуються при проведенні досліджень, метою яких є визначення статевої приналежності черепів. Встановлено помітний статевий диморфізм їхніх лінійних розмірів. Статеві відмінності також виявляє відстань між соскоподібними відростками; вона вимірюється як відстань між їх верхівками (соскоподібними точками, *mastoidale*) – міжсоскоподібна відстань (англ.: intermastoidale distance, IMD), або як відстань між найбільш віддаленими від серединної площини точками на латеральних поверхнях лівого і правого соскоподібних відростків (англ.: intermastoid lateral surface distance, IMLSD) – максимальна, або латеральна міжсоскоподібна відстань. Серед інших лінійних розмірів соскоподібних відростків, ці морфометричні показники виявилися найкращими визначниками статі черепу, але є менш вивченими відносно інших морфометричних показників. **Мета:** встановити діапазон індивідуальної мінливості, статевої відмінності та взаємозв'язок міжсоскоподібною відстані та максимальної міжсоскоподібною відстані. **Методи.** Дослідження було проведено на 50 черепах дорослих людей (33 – осіб чоловічої статі, та 17 – жіночої) з краніологічної колекції кафедри анатомії людини ХНМУ. Розраховували *інтермастоїдальний індекс (IMI)* – як співвідношення між міжсоскоподібною (IMD) та максимальною міжсоскоподібною відстанню (IMLSD) за формулою:  $IMI=(IMD \times 100 / IMLSD)$ . **Результати.** Обидва показники, що характеризують відстань між соскоподібними відростками, в чоловічих черепів значущо більші, ніж у жіночих черепів: максимальна міжсоскоподібна відстань ( $M \pm \sigma$ )  $127,4 \pm 5,6$  та  $118,5 \pm 3,5$ ;  $p < 0,05$  відповідно; міжсоскоподібна відстань  $107,7 \pm 6,5$  та  $99,8 \pm 2,7$ ;  $p < 0,05$  відповідно. Між ними виявляється взаємозв'язок, що описується рівнянням лінійної регресії  $y = 0,7x + 50,2$  у чоловічих черепів ( $r=0,84$ ) і  $y = 0,7x + 49,1$  у жіночих черепів ( $r=0,55$ ). Значення інтермастоїдального індексу у чоловічих і жіночих черепів співпадають ( $M \pm \sigma$ :  $84,5 \pm 2,9$  і  $84,2 \pm 2,6$  відповідно), однак суттєво різняться взаємозв'язок між міжсоскоподібною відстанню і інтермастоїдальним індексом:  $y = 0,34x + 50,1$  в чоловіків і  $y = 0,31x + 51,4$  у жінок, тобто при однакових значеннях міжсоскоподібною відстані величина інтермастоїдального індексу в жіночих черепів більша за таку в чоловічих черепів; однакові з жіночими значення інтермастоїдального індексу мають чоловічі черепа з більшими значеннями міжсоскоподібною відстані. **Підсумок.** За допомогою досліджених показників можна кількісно охарактеризувати статеві особливості соскоподібних відростків.

**Ключові слова:** людина, череп, скронева кістка, соскоподібний відросток, міжсоскоподібна відстань, максимальна міжсоскоподібна відстань, індивідуальна анатомічна мінливість, встановлення статевої приналежності.