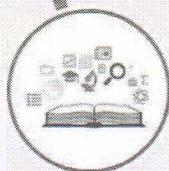
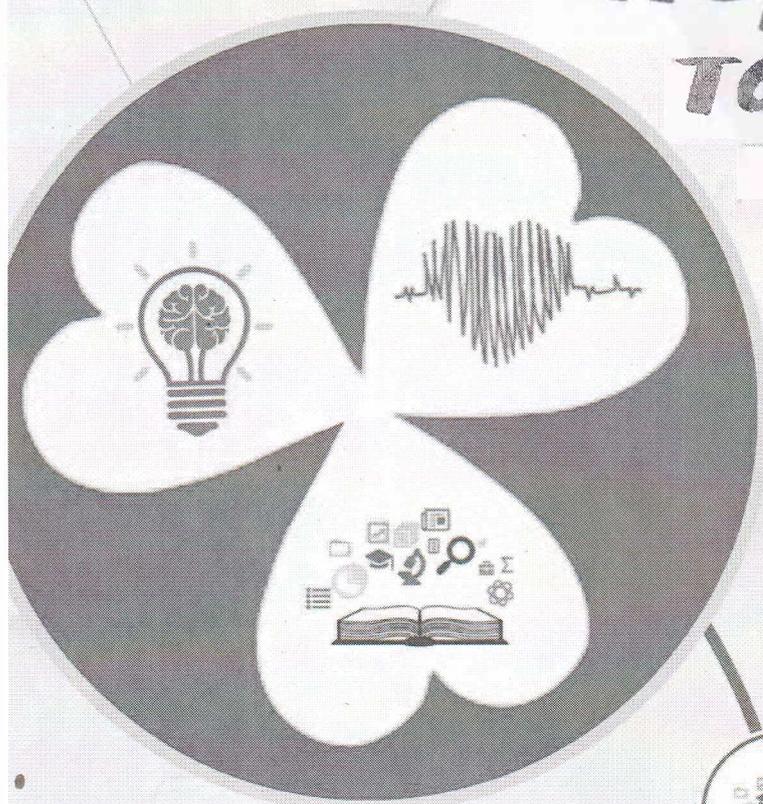


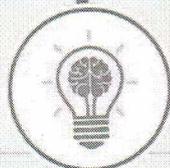


Наукові перспективи
Видавнича група

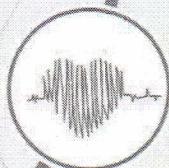
Перспективи та інновації науки



СЕРІЯ "ПЕДАГОГІКА"



СЕРІЯ "ПСИХОЛОГІЯ"



СЕРІЯ "МЕДИЦИНА"



№11(57) 2025

Тернопільський національний медичний університет імені І. Я. Горбачевського

Видавнича група «Наукові перспективи»

Луганський державний медичний університет

Громадська наукова організація «Система здорового довголіття в мегаполісі»

Християнська академія педагогічних наук України

Всеукраїнська асоціація педагогів і психологів з духовно-морального виховання

за сприяння КНП "Клінічна лікарня №15 Подільського району м.Києва", Центру дієтології Наталії Калиновської

«Перспективи та інновації науки»

(Серія «Педагогіка», Серія «Психологія», Серія «Медицина»)

Випуск № 11(57) 2025

Київ – 2025

Ivan Horbachevsky Ternopil National Medical University

Publishing Group «Scientific Perspectives»

Luhansk State Medical University

Public scientific organization "System of healthy longevity in the metropolis"

Christian Academy of Pedagogical Sciences of Ukraine

All-Ukrainian Association of Teachers and Psychologists of Spiritual and
Moral Education

*with the assistance of the KNP "Clinical Hospital No. 15 of the Podilsky District of Kyiv", Nutrition Center of
Natalia Kalinovska*

"Prospects and innovations of science"

(Series "Pedagogy", Series "Psychology", Series "Medicine")

Issue № 11(57) 2025

Kyiv – 2025

ISSN 2786-4952 Online

УДК 001.32:1/3(477)(02)

DOI: [https://doi.org/10.52058/2786-4952-2025-11\(57\)](https://doi.org/10.52058/2786-4952-2025-11(57))

«Перспективи та інновації науки (Серія «Педагогіка», Серія «Психологія», Серія «Медицина»):
журнал. 2025. № 11(57) 2025. С. 3866



Згідно наказу Міністерства освіти і науки України від 27.09.2021 № 1017
журналу присвоєно категорію "Б" із психології та педагогіки

Згідно наказу Міністерства освіти і науки України від 27.04.2023
№ 491 журналу присвоєно категорію "Б" із медицини: спеціальність 222

Рекомендовано до видавництва Президією громадської наукової організації «Всеукраїнська Асамблея докторів наук з
державного управління» (Рішення від 17.11.2025, № 6/11-25)

Журнал видається за підтримки КНП "Клінічна лікарня №15 Подільського району м.Києва", Центру дієтології Наталії
Калиновської.



Журнал заснований з метою розвитку наукового потенціалу та реалізації
кращих традицій науки в Україні, за кордоном. Журнал висвітлює історію, теорію,
механізми формування та функціонування, а, також, інноваційні питання розвитку
медицини, психології, педагогіки та. Видання розраховано на науковців, викладачів, педагогів-практиків, представників органів державної влади та
місцевого самоврядування, здобувачів вищої освіти, громадсько-політичних діячів.

Журнал включено до міжнародної наукометричної бази Index Copernicus (IC), Research Bible, міжнародної пошукової системи Google Scholar.

Голова редакційної колегії:

**Жукова Ірина
Віталіївна**

кандидат наук з державного управління, доцент, Лауреат премії Президента
України для молодих вчених, Лауреат премії Верховної Ради України молодим
ученим, директор Видавничої групи «Наукові перспективи», директор
громадської наукової організації «Всеукраїнська асамблея докторів наук з
державного управління» (Київ, Україна)

Головний редактор: Чернуха Надія Миколаївна — доктор педагогічних наук, професор, професор кафедри
соціальної реабілітації та соціальної педагогіки Київського національного університету імені Тараса Шевченка (Київ,
Україна).

Заступник головного редактора: Торняк Інна Іванівна - доктор медичних наук, старший науковий співробітник,
провідний науковий співробітник лабораторії вірусних інфекцій Державної установи «Інститут мікробіології та імунології імені
І.І. Мечникова Національної академії медичних наук України» (Харків, Україна);

• **Заступник головного редактора: Сіданіч Ірина Леонідівна** — доктор педагогічних наук, професор, завідувач
кафедри педагогіки, адміністрування і спеціальної освіти Навчально-наукового інституту менеджменту та психології ДЗВО
«Університет менеджменту освіти» НАПН України (Київ, Україна);

Заступник головного редактора: Жуковський Василь Миколайович — доктор педагогічних наук, професор,
професор кафедри англійської мови Національного університету "Острозька академія" (Рівне, Україна).

Редакційна колегія:

1. Бабова Ірина Костянтинівна - доктор медичних наук, професор, старший науковий співробітник відділу економічного регулювання природокористування, ДУ "Інститут ринку і економіко-екологічних досліджень Національної академії наук України", лікар ФРМ (фізичної та реабілітаційної медицини) ДУ "Територіальне медичне об'єднання МВС України по Одеській області" (Одеса, Україна)
2. Бабчук Олена Григорівна — кандидат психологічних наук, доцент, завідувач кафедри сімейної та спеціальної педагогіки і психології Державного закладу «Південноукраїнський національний педагогічний університет імені К.Д. Ушинського» (Одеса, Україна)
3. Бахов Іван Степанович — доктор педагогічних наук, професор, завідувач кафедри іноземної філології та перекладу Міжрегіональної академії управління персоналом (Київ, Україна)
4. Балахтар Катерина Сергіївна - здобувач ступеня доктора філософії (PhD) за спеціальністю 053. Психологія, старший викладач кафедри іноземних мов в Національному університеті ім. О. О. Богомольця (Київ, Україна)
5. Бартенєва Ірина Олександрівна - кандидат педагогічних наук, доцент, доцент кафедри педагогіки Державного закладу «Південноукраїнський національний педагогічний університет імені К.Д. Ушинського» (Одеса, Україна)
6. Білякowska Ольга Орестівна — доктор педагогічних наук, професор кафедри загальної педагогіки та педагогіки вищої школи Львівського національного університету імені Івана Франка (м. Львів, Україна)
7. Вадзюк Степан Нестерович - доктор медичних наук, професор, Заслужений діяч науки і техніки України, почесний академік Національної академії педагогічних наук України, завідувач кафедри фізіології з основами біоетики та біобезпеки Тернопільського національного медичного університету імені І.Я. Горбачевського України (Тернопіль, Україна)
8. Вовк Вікторія Миколаївна - кандидат економічних наук, доцент кафедри економіки Державного університету ім. Станіслава Сташіца в Пілі (м. Піла, Польща)
9. Гвожджевiч Сильвія — кандидат наук, Державна професійна вища школа ім. Якуба з Парадижу в Гожуві-Великопольському (Польща)
10. Гетманенко Людмила Миколаївна - старша викладачка кафедри природничо-математичної освіти і технологій Інституту післядипломної освіти Київського столичного університету імені Бориса Грінченка (Київ, Україна)

Журнал «Перспективи та інновації науки»
(Серія «Педагогіка», Серія «Психологія», Серія «Медицина»)
№ 11(57) 2025

- Shevchenko V.M., Shpakova N.A., Khodak T.V., Skoruk R.V., Hryhortsevych A.V.** 2747
MORPHOMETRIC FEATURES OF THE SHOULDER BONE DEPENDING ON SEX, AGE AND ETHNICITY
- Shtykh I.I.** 2759
THE NEUROBIOLOGICAL ARCHITECTURE OF HEALTH PERCEPTION: ANATOMICAL, PHYSIOLOGICAL, AND COGNITIVE FOUNDATIONS
- Voloshchuk N.I., Orlenko O.B., Slyeptsova I.V.** 2775
INVESTIGATION OF THE ACUTE TOXICITY AND ANALGESIC ACTIVITY OF A NOVEL DERIVATIVE OF N-(Г-AMINO BUTYRYL)-1-AZA-4,7,10,13-TETRAOXACYCLOPENTADECANE HYDROCHLORIDE
- Бакалюк Т.Г., Ониськів А.Я., Стельмах Г.О.** 2787
ВПЛИВ ТИПУ ПРОТЕЗНОЇ СТОПИ НА СТІЙКІСТЬ ХОДИ У ОСІБ З ТРАНСТІБІАЛЬНОЮ АМПУТАЦІЄЮ
- Бакалюк Т.Г., Василевський О.М., Макачук Н.Р., Стельмах Г.О., Гарабажу Д.М.** 2799
ЗАСТОСУВАННЯ ПІДВІСНИХ СИСТЕМ У РЕАБІЛІТАЦІЇ ХВОРИХ ІЗ РАДИКУЛОПАТІЄЮ ПОПЕРЕКОВОГО ВІДДІЛУ ХРЕБТА
- Балабуха Є.О., Клопоцька Н.Г.** 2812
СТРУКТУРА ТА РЕЗУЛЬТАТИ ЛІКУВАННЯ ВІЙСЬКОВОЇ ТРАВМИ ОКА
- Бесєдіна А.А., Дядюра А.К., Бурлака Т.В., Рибалка Я.В., Садовничий О.С.** 2821
СТРЕСОСТІЙКІСТЬ СТУДЕНТІВ В УМОВАХ ВІЙНИ
- Бігуняк Т.В.** 2830
ПАТОГЕНЕЗ НЕЙРОЗАПАЛЕННЯ ПРИ ПСИХІЧНИХ РОЗЛАДАХ
- Біла А.А., Чеботар Л.Д.** 2843
ДИНАМІКА ВИЯВЛЕНИХ ПОРУШЕНЬ У ДОПІНГ-ЗРАЗКАХ ВСЕСВІТНІМ АНТИДОПІНГОВИМ АГЕНТСТВОМ
- Борейко Л.Д., Перижняк А.І., Бачу М.І., Забродський І.С.** 2855
СЕСТРИНСЬКА ПРАКТИКА В УМОВАХ ЦИФРОВОЇ ТРАНСФОРМАЦІЇ ОХОРОНИ ЗДОРОВ'Я
- Борисова І.С., Куриленко І.В., Сафонов Д.О.** 2870
ПРОФЕСІЙНА РЕАБІЛІТАЦІЯ ТА ТРУДОВІ РЕКОМЕНДАЦІЇ ОСОБАМ З ІНВАЛІДНІСТЮ: АНАЛІЗ 2020-2022 РОКІВ
- Браткова О.Ю., Белов О.О., Очеретько О.М., Кулешов О.В., Стоян Н.В.** 2884
ОСОБЛИВОСТІ РОЗВИТКУ ПСИХОФІЗІОЛОГІЧНИХ ФУНКЦІЙ СУЧАСНИХ ШКОЛЯРІВ В УМОВАХ ВИКОРИСТАННЯ ЗАХОДІВ ПСИХОГІГІЄНИЧНОЇ КОРЕКЦІЇ ТА ПРОФІЛАКТИКИ

UDC 611.718:572.7

[https://doi.org/10.52058/2786-4952-2025-11\(57\)-2747-2758](https://doi.org/10.52058/2786-4952-2025-11(57)-2747-2758)

Shevchenko Volodymyr Mykolayovych acting head of the Department of Human Anatomy, National Pirogov Memorial Medical University, Vinnytsya; Vinnytsia, <https://orcid.org/0009-0004-0649-431X>

Shpakova Nadiya Andriivna docent of the Department of Human Anatomy, National Pirogov Memorial Medical University, Vinnytsia, <https://orcid.org/0000-0002-1583-0774>

Khodak Tetyana Viktorivna assistant of the Department of Human Anatomy, National Pirogov Memorial Medical University, Vinnytsya; St. 56 Pirohova, Vinnytsia, <https://orcid.org/0000-0002-9305-2912>

Skoruk Roman Vasylovych docent of the Department of Human Anatomy, National Pirogov <https://orcid.org/0000-0001-6851-3732>

Hryhortsevych Alina Valeriivna assistant of the Department of Human Anatomy, National Pirogov Memorial Medical University, Vinnytsia, <https://orcid.org/0009-0002-8457-4417>

MORPHOMETRIC FEATURES OF THE SHOULDER BONE DEPENDING ON SEX, AGE AND ETHNICITY

Abstract. The morphometry of the scapula has attracted increasing interest in anatomy, forensic anthropology and clinical practice due to its supporting role alongside well-established pelvic and cranial markers in sex and population assessment. Moreover, existing reference values are to date predominantly pelvis-based and population-specific, which limits their broader applicability and justifies the development of locally valid normative data for other shoulder-girdle bones. The scapula, being more sensitive to sex, age, body build and physiological loading than other bones of the shoulder girdle, remains relatively under-researched despite its importance in shoulder biomechanics and reconstructive surgery planning. The objective of the current study was to provide a review of the existing literature on scapular morphometry with respect to sex, age and ethnicity. Materials and methods: A narrative review of recent publications identified in PubMed and Google Scholar was performed using search terms related to scapular morphometry, sex and age estimation, ethnic variability, imaging-based measurements, assessment techniques and shoulder-girdle anatomy. The results of the literature review highlight that the scapula is a truly dynamic and age-dependent bone: its morphology, cortical-trabecular

ratio and key parameters of the scapular spine and glenoid fossa are subject to systematic remodelling during adulthood, which influences the accuracy of sex and age estimation. Several geometric and linear approaches demonstrate pronounced sexual dimorphism in scapular size and 3D shape, with differences in overall profile, glenoid cavity size and acromial morphology that can be used for accurate sex estimation when population-specific discriminant functions are applied. Comparative studies across South African, Anatolian, Egyptian, Portuguese, Iranian and Turkish samples, as well as other ethnic groups, have shown significant inter-population differences in scapular and shoulder-girdle morphology, suggesting that standards developed in one group cannot simply be applied to another and that region-specific reference datasets are necessary, including in the two-dimensional (2D) domain, for both forensic and clinical purposes. Recent advances in three-dimensional (3D) CT-based morphometry and novel machine-learning methods have substantially increased the accuracy of scapular sex estimation and expanded its utility for preoperative planning, implant design and evaluation of degenerative joint changes. Furthermore, analyses of local anatomical variants (e.g. suprascapular notch types) and generational changes in scapular shape indicate the influence of lifestyle, occupational load and cohort effects, supporting the need for regular updating of normative databases. In conclusion, contemporary evidence indicates that scapular morphometric parameters are sex-, age- and ethnicity-dependent, and their effective application in forensic anthropological and orthopaedic practice requires the development of multi-tier, population- and age-specific norms with periodic reassessment.

Keywords: scapula, morphometric indicators, gender, age, ethnicity, shoulder girdle.

Шевченко Володимир Миколайович в.о. завідувача кафедри анатомії людини Вінницького національного медичного університету ім. М. І. Пирогова; м. Вінниця, <https://orcid.org/0009-0004-0649-431X>

Шпакова Надія Андріївна доцент кафедри анатомії людини Вінницького національного медичного університету ім. М. І. Пирогова; м. Вінниця, <https://orcid.org/0000-0002-1583-0774>

Ходак Тетяна Вікторівна асистент кафедри анатомії людини Вінницького національного медичного університету ім. М. І. Пирогова; м. Вінниця, <https://orcid.org/0000-0002-9305-2912>

Скорук Роман Васильович доцент кафедри анатомії людини Вінницького національного медичного університету ім. М. І. Пирогова; м. Вінниця, <https://orcid.org/0000-0001-6851-3732>

Григорцевич Аліна Валеріївна асистент кафедри анатомії людини Вінницького національного медичного університету ім. М. І. Пирогова; м. Вінниця, <https://orcid.org/0009-0002-8457-4417>

МОРФОМЕТРИЧНІ ОСОБЛИВОСТІ ЛОПАТКИ ЗАЛЕЖНО ВІД СТАТІ, ВІКУ ТА ЕТНІЧНОЇ НАЛЕЖНОСТІ

Анотація. Морфометрія лопатки привертає дедалі більшу увагу в анатомії, судовій антропології та клінічній практиці у зв'язку з її допоміжною роллю поряд із добре вивченими тазовими та черепними маркерами у визначенні статі та популяційної належності. Крім того, наявні довідкові значення переважно базуються на показниках таза та є популяційно специфічними, що обмежує можливості їх широкого застосування і обґрунтовує необхідність розробки локально валідних нормативних даних для інших кісток плечового поясу. Лопатка, яка є більш чутливою до впливу статі, віку, типу тілобудови та фізіологічного навантаження, ніж інші кістки плечового поясу, залишається відносно недостатньо дослідженою, попри її важливе значення для біомеханіки плечового суглоба та планування реконструктивних операцій. Метою цього дослідження було узагальнити дані наявної літератури щодо морфометрії лопатки з урахуванням статі, віку та етнічної належності. Матеріали та методи. Проведено нарративний огляд сучасних публікацій, ідентифікованих у базах даних PubMed і Google Scholar, із використанням пошукових термінів, пов'язаних із морфометрією лопатки, оцінкою статі та віку, етнічною варіабельністю, візуалізаційними морфометричними методами, методиками оцінки та анатомією плечового поясу. Результати огляду літератури свідчать, що лопатка є справді динамічною й віковозалежною кісткою: її морфологія, співвідношення кортикальної та трабекулярної кісткової тканини, а також ключові параметри ості лопатки та суглобової западини піддаються систематичному ремодельованню впродовж дорослого життя, що впливає на точність оцінки статі й віку. Ряд геометричних та лінійних підходів демонструє виражений статевий диморфізм розмірів і тривимірної форми лопатки, з відмінностями загального профілю, розмірів суглобової западини та форми акроміона, які можуть бути використані для точної оцінки статі за умови застосування популяційно специфічних дискримінантних функцій. Порівняльні дослідження на вибірках із Південної Африки, Анатолії, Єгипту, Португалії, Ірану, Туреччини, а також інших етнічних груп показали значні міжпопуляційні відмінності морфології лопатки та кісток плечового поясу, що вказує на неможливість прямого перенесення стандартів, розроблених для однієї групи, на іншу, і підкреслює необхідність створення регіонально специфічних референтних баз даних, у тому числі в двовимірній (2D) площині, для судово-медичних та клінічних цілей. Останні досягнення у сфері тривимірної (3D) КТ-морфометрії та новітні методи машинного навчання суттєво підвищили точність статевої оцінки за лопаткою і розширили можливості її використання для передопераційного планування, проєктування імплантатів і оцінки дегенеративних змін у суглобах. Крім того, аналіз локальних анатомічних варіантів (наприклад, типів надлопаткової вирізки), а також генераційних змін форми свідчить про вплив

способу життя, професійного навантаження та когортних ефектів, що аргументує необхідність регулярного оновлення нормативних баз даних. Висновки. Сучасні дані переконливо свідчать, що морфометричні параметри лопатки залежать від статі, віку та етнічної належності, а їх ефективне застосування в судово-антропологічній та ортопедичній практиці потребує розробки багаторівневих, популяційно та віково специфічних нормативів із періодичним їх переглядом.

Ключові слова: лопатка, морфометричні показники, стать, вік, етнічна належність, плечовий пояс.

Statement of the problem. From the modern point of view, anthropometric and morphometric research on bones makes a substantial contribution to investigations in anatomy, anthropology, forensic medicine and clinical practice, as it enables a quantitative description of variation in human body morphology depending on sex, age and other characteristics. One of the most extensively studied skeletal elements is the pelvis, which has been shown to exhibit pronounced sexual dimorphism and to be highly significant for both forensic identification and clinical applications. In particular, Franklin et al., using a contemporary Western Australian sample, demonstrated that detailed morphometric analysis of the pelvis can be used to accurately determine sex and highlighted the need to derive normative databases for specific populations [1].

A related concept is implemented in the DSP (Diagnose Sexuelle Probabiliste) method, which uses probabilistic sex estimation based on hip-bone measurements that incorporate global population variability. Murail et al. showed that the utility of this tool is directly related to the availability of representative reference samples and to the consideration of ethnic and geographical differences, thereby underscoring the necessity of establishing bone-specific normative parameters for different populations [2].

A major review by Krishan et al. stresses that sex determination based on skeletal analysis is one of the most important tasks in forensic anthropology. The identification of reliable morphometric features in different bone groups (pelvis, skull, long bones and small bones) depends on population-specific standards that have been developed and validated for particular regions or jurisdictions. The authors emphasise that scientifically grounded and statistically supported anthropometric standards are required not only for classical forensic analysis, but also for identification of bodies in mass disasters, armed conflicts and transnational investigations. In practice, this leads to the need to broaden the range of bones studied, including elements previously considered accessory, such as the scapula [3].

The question of evidence quality in forensic anthropology is also discussed in the context of legal standards, including the Daubert and Kumho tests. Grivas and Komar stress that procedures used to identify individuals on the basis of skeletal remains must comply with principles of scientific validity, reproducibility and statistical reliability, which are to a large extent determined by the variability and quality of baseline morphometric databases for different populations. A lack of, or

limited, data on the morphology of specific bones, such as the scapula, restricts the expert's options when formulating conclusions and reduces the evidentiary strength of those conclusions in court [4].

Novel imaging techniques, such as three-dimensional computed tomography, have provided new opportunities for obtaining highly precise morphometric data *in vivo*. Setiawati et al. showed that 3D pelvic CT in adult Indonesians, in addition to enabling assessment of sexual dimorphism, makes it possible to construct local normative databases suitable for forensic and clinical applications in that country. This concept can be extended to other bones, including the scapula, since CT studies permit acquisition of a large number of linear, angular and planar measurements that reflect ethnic and constitutional variation within a given population [5].

Comparable findings were reported by Mostafa et al., who observed a high degree of specificity in pelvic morphometric criteria on 3D CT in a cross-section of the Egyptian population compared with other populations. The authors emphasised that differences in morphological characteristics must be considered when foreign standards are used, and that such differences should be taken into account to avoid errors in forensic identification, surgical planning and orthopaedic implant design [6]. This is particularly important in scapular morphometry, as its shape and size determine the geometry of the shoulder joint, affect the biomechanics of movement and are critical for implant selection and reconstructive procedures.

Issues of sexual dimorphism and population variation in bones are discussed not only for the pelvis but also more broadly in the anthropometry of living individuals. Kolesova and Větra described individual differences in pelvic morphology among living humans as being closely related to sex and somatic development, thereby providing two key reasons why these factors should be taken into consideration when creating reference standards. A similar line of research is applicable to the scapula, as it forms part of the shoulder girdle and represents a structure highly sensitive to sex, body build and functional demands [7].

Subsequent research by the same authors shows that age-related patterns in the architecture of the lesser pelvis differ between males and females. Based on CT pelvimetry, Kolesova et al. demonstrated that age-related bone remodelling alters the size and positional relationships of anatomical structures, which implies that separate standard values should be established for different age groups in both sexes [8]. This concept is also important for morphometric studies of the scapula, because age-related changes due to bone remodelling, degenerative joint disease and alterations in physical activity may substantially affect bony parameters and therefore must be taken into account when constructing reference models.

The relevance of investigating normative bone parameters among different populations is further supported by studies of other skeletal regions beyond the pelvis. Abdel Moneim et al. showed that radiographic measurements of the foot and patella can be used to determine the sex of adults, and that the accuracy of such methods depends on the construction of population-specific discriminant models. Thus, even

relatively small bones can exhibit morphometric characteristics of forensic interest that reflect sex, age and population affiliation. However, in contrast to the numerous studies devoted to the pelvis, foot, patella and other bones, morphometric features of the scapula – particularly in relation to sex, age and ethnic origin – remain insufficiently explored. For these reasons, it appears necessary to conduct a dedicated study of the morphological characteristics of the scapula in adults, stratified by sex, age-related changes and ethnic differences, and to evaluate the practical usefulness of the obtained information for both forensic anthropological research and clinical practice [9].

The purpose of the article – to analyze current data regarding the variability of morphometric parameters of the scapula.

Research objects and methods. For the analysis, articles were selected that dealt with the topic of variability of scapula parameters in individuals, depending on various anthropometric parameters. Special attention was paid to publications that discussed scapula variability depending on gender, age, and nationality. The scientometric database PubMed and Google Academy were used for the search.

Presentation of the main material.

Research results and their discussion. Contemporary literature highlights that the scapula is a dynamic bone whose shape and size change throughout life, and this must be taken into account when evaluating its morphometric characteristics. Dabbs and Moore-Jansen demonstrated that, in adults, scapular morphology, the cortical–trabecular bone ratio, and parameters related to both the scapular spine and the glenoid cavity undergo age-related changes, which in turn influence the accuracy of sex and age estimation based on this anatomical segment. Our age-related findings are consistent with these observations and underscore the need to apply age-stratified normative standards in forensic anthropological practice [10].

The results of our study confirm that the scapula is sexually dimorphic, as reflected in both linear dimensions and shape parameters. In a geometric morphometric study, Scholtz et al. reported that, in males, the scapula tends to be relatively narrow and high, with more angular features of the medial border and scapular angle, whereas in females it tends to have a rounder overall configuration [11]. Patel et al., in an Indian sample, showed that parameters such as scapular height, body length and breadth, and glenoid cavity dimensions allow sex discrimination with good sensitivity when population-specific discriminant functions are used [12]. The differences we observed in scapular indices between males and females are generally in line with these studies, supporting the conclusion that the scapula can be a reliable sex discriminator when reference data for the local population are available [11, 12].

The morphology of the acromion process is of particular interest in the literature, as its specific form plays a key role in both the functional and clinical aspects of the shoulder girdle. Gupta et al. found that acromial length, maximum width and thickness (all greater in males than in females), as well as the acromion type (flat, curved or hooked), show marked sexual dimorphism and are associated with the risk of impingement syndrome and degenerative changes in the shoulder joint. In our material,

we observed similar patterns in acromial size and shape, which may help explain sex-related differences in load distribution within the shoulder girdle and may partly underlie different rates of shoulder pathology in male and female groups [13].

Modern geometric morphometric methods deepen our understanding of scapular sexual dimorphism by allowing analysis not only of size but also of three-dimensional bone configuration. In two Portuguese reference samples, Maranhão et al. demonstrated that sexual dimorphism of the scapula results from a combination of shape components, including the orientation of the scapular spine, the position of the glenoid cavity and the morphology of the lateral border [14]. The study by Lee et al. further showed that allometry plays a role: part of the sex differences in scapular shape is related to overall body size, but even after accounting for size, stable sex-specific shape patterns persist [15]. This is consistent with our observations that some sex differences disappear after adjustment for body height or shoulder breadth, yet a distinct scapular configuration remains that provides an independent contribution to sex estimation [14, 15].

Several studies have demonstrated substantial inter-population differences in scapular morphometric characteristics, which is of direct relevance to forensic applications. Macaluso, using digital images of the glenoid cavity in Black South Africans, observed that glenoid width, height and index significantly contribute to sex discrimination within that ethnic group; however, the derived discriminant functions cannot be directly applied to other populations [16]. Özer et al., studying medieval skeletons from Eastern Anatolia, similarly showed that scapular parameters retain strong discriminatory power for sex estimation in historical populations, but that their absolute values and cut-off points are population-specific [17]. In a clinical context, Piponov et al. demonstrated that glenoid version and size are influenced by sex, ethnicity and body size, which is important both for planning shoulder arthroplasty and for anthropological interpretation [18]. Rajput et al. identified different morphological types of the glenoid cavity (oval, pear-shaped and notched) and documented their frequencies, which can also vary between populations [19]. El-Din and Ali, examining an Egyptian sample, showed distinctive shape and size differences of the acromion and glenoid cavity, once again emphasising the need for region-specific standards for shoulder-girdle bones [20].

A recent study by Garzón-Alfaro et al. in a modern sample from Granada provided evidence that scapular anthropometry is informative not only for sex estimation but also for assessing the prevalence of glenohumeral osteoarthritis, since specific combinations of glenoid cavity and acromial shapes are associated with increased rates of degenerative changes. Our results are consistent with these data, indicating that certain scapular indices are linked to characteristic features of joint surface remodelling and supporting the notion that scapular morphometry reflects not only sex- and age-related variation but also possible biomechanical load patterns in different populations [21].

A major trend in recent years has been the widespread use of computed tomography for high-precision scapular morphometry in various ethnic groups.

Ghasemi et al. reported that CT-based measurements of the scapula in an Iranian population allow highly accurate sex estimation using a set of linear dimensions and indices tailored to local anthropometric characteristics [22]. Hamzehtofigh et al. showed that scapular measurements obtained from CT can be used for sex estimation within a broader clinico-anthropological framework, including preoperative planning for reconstructive procedures [23]. Bozdog et al., in a study of the clavicle in a contemporary Turkish population, demonstrated that other elements of the shoulder girdle also exhibit pronounced sexual dimorphism and can be incorporated into comprehensive sex estimation models [24]. Taken together, these studies indicate that the shoulder girdle (scapula and clavicle) forms a unified morpho-functional system for which population-specific criteria are essential [22–24].

A new direction is the use of machine learning for scapular morphometric analysis. Temelci et al. showed that sex prediction with high accuracy is feasible in the Turkish population using MDCT images of the scapula combined with machine-learning algorithms. Our data on selected scapular dimensions and indices could serve as informative input parameters for similar models in comparable populations, reinforcing the potential of integrating traditional morphometry with modern computational approaches [25].

In addition to global joint or planar parameters, local anatomical variants such as the configuration of the suprascapular notch are also important. Nasr demonstrated that differences in the shape and size of the suprascapular notch influence the risk of suprascapular nerve compression, and that detailed knowledge of these variants is crucial for diagnostic and interventional procedures in the shoulder region. Our findings on variability in the superolateral region of the scapula are in line with these observations and underscore the importance of scapular morphological patterns not only for forensic and anthropological sciences but also for shoulder surgery and interventional radiology [26].

Finally, the three-dimensional study by Tokita et al. showed that global scapular shape exhibits not only sex-related but also generational differences: contemporary populations may display a bony configuration that differs from that of past cohorts, likely as a result of changes in physical activity levels, occupational demands and lifestyle. This is consistent with our findings of age- (and possibly cohort-) related differences in scapular shape, suggesting that normative databases need periodic updating to reflect evolving population characteristics [27]. Taken together, the results of the above-mentioned studies and our own analysis confirm that scapular morphometric parameters are strongly associated with sex, age and ethnic affiliation, and that their adequate use in forensic, anthropological and clinical practice requires the development of multi-tiered, population- and age-specific standards.

Conclusions. The synthesized literature data convincingly show that the scapula is a clearly sexually dimorphic bone, both in its linear dimensions and in its 3D shape, and that these sex-related differences also vary with age. The observed inter-population and ethnic differences in scapular and shoulder-girdle morphometry highlight the need

to develop multi-tiered, sex-, age- and population-specific standards to enable accurate forensic and anthropological assessment. The clinical importance of these findings lies in their implications for planning orthopaedic surgery, interpreting radiological studies, and predicting biomechanical loading in the shoulder joint across different populations.

References

1. Franklin, D., Cardini, A., Flavel, A., & Marks, M. K. (2014). Morphometric analysis of pelvic sexual dimorphism in a contemporary Western Australian population. *International journal of legal medicine*, 128(5), 861-872.
2. Murail, P., Bružek, J., Houët, F., & Cunha, E. (2005). DSP: a tool for probabilistic sex diagnosis using worldwide variability in hip-bone measurements. *Bulletins et mémoires de la Société d'Anthropologie de Paris. BMSAP*, 17(17 (3-4)), 167-176.
3. Krishan, K., Chatterjee, P. M., Kanchan, T., Kaur, S., Baryah, N., & Singh, R. K. (2016). A review of sex estimation techniques during examination of skeletal remains in forensic anthropology casework. *Forensic science international*, 261, 165-e1.
4. Grivas, C. R., & Komar, D. A. (2008). Kumho, Daubert, and the nature of scientific inquiry: implications for forensic anthropology. *Journal of forensic sciences*, 53(4), 771-776.
5. Setiawati, R., Rahardjo, P., Ruriana, I., & Guglielmi, G. (2023). Anthropometric study using three-dimensional pelvic CT scan in sex determination among adult Indonesian population. *Forensic Science, Medicine and Pathology*, 19(1), 24-33.
6. Mostafa, E., Dessouki, S. K., Hashish, R. K., Gad, A. M., & Khafagy, A. A. (2016). Adult sex identification using three-dimensional computed tomography (3D-CT) of the pelvis: A study among a sample of the Egyptian population. *Arab Journal of Forensic Sciences and Forensic Medicine*, 1(4), 322-333.
7. Kolesova, O., & Větra, J. (2011). Sexual dimorphism of pelvic morphology variation in live humans. *Papers on Anthropology*, 20, 209-217.
8. Kolesova, O., Kolesovs, A., & Vetra, J. (2017). Age-related trends of lesser pelvic architecture in females and males: a computed tomography pelvimetry study. *Anatomy & Cell Biology*, 50(4), 265-274.
9. Moneim, W. M. A., Hady, R. H. A., Maaboud, R. M. A., Fathy, H. M., & Hamed, A. M. (2008). Identification of sex depending on radiological examination of foot and patella. *The American Journal of Forensic Medicine and Pathology*, 29(2), 136-140.
10. Dabbs, G., & Moore-Jansen, P. (2012). Age change in the adult human scapula. *Homo*, 63(5), 368-384.
11. Scholtz, Y., Steyn, M., & Pretorius, E. (2010). A geometric morphometric study into the sexual dimorphism of the human scapula. *Homo*, 61(4), 253-270.
12. Patel, M. M., Singel, T. C., & Singh, S. K. (2013). Morphometric analysis of the scapula to determine sexual dimorphism. *International Journal of Medicine and Public Health*, 3(3), 207-210.
13. Gupta, C., Priya, A., Kalthur, S. G., & D'Souza, A. S. (2014). A morphometric study of acromion process of scapula and its clinical significance. *Chrismed Journal of health and research*, 1(3), 164-169.
14. Maranhão, R., Ferreira, M. T., & Curate, F. (2022). Sexual dimorphism of the human scapula: a geometric morphometrics study in two Portuguese reference skeletal samples. *Forensic Sciences*, 2(4), 780-794.
15. Lee, E. C., Lawrence, R. L., & Rainbow, M. J. (2024). Sexual dimorphism and allometry in human scapula shape. *Journal of Anatomy*, 245(5), 674-685.
16. Macaluso Jr, P. J. (2011). Sex discrimination from the glenoid cavity in black South Africans: morphometric analysis of digital photographs. *International journal of legal medicine*, 125(6), 773-778.

17. Özer, I., Katayama, K., Sahgir, M., & Güleç, E. (2006). Sex determination using the scapula in medieval skeletons from East Anatolia. *Collegium antropologicum*, 30(2), 415-419.
18. Piponov, H. I., Savin, D., Shah, N., Esposito, D., Schwartz, B., Moretti, V., & Goldberg, B. (2016). Glenoid version and size: does gender, ethnicity, or body size play a role?. *International Orthopaedics*, 40(11), 2347-2353.
19. Rajput, H. B., Vyas, K. K., & Shroff, B. D. (2012). A study of morphological patterns of glenoid cavity of scapula. *Natl J Med Res*, 2(4), 504-7.
20. El-Din, W. A. N., & Ali, M. H. M. (2015). A morphometric study of the patterns and variations of the acromion and glenoid cavity of the scapulae in Egyptian population. *Journal of clinical and diagnostic research: JCDR*, 9(8), AC08.
21. Garzón-Alfaro, A., Botella, M., Rus Carlborg, G., Prados Olleta, N., González-Ramírez, A. R., & Hernández-Cortés, P. (2024). Anthropometric study of the scapula in a contemporary population from granada. Sex estimation and glenohumeral osteoarthritis prevalence. *Plos one*, 19(7), e0305410.
22. Ghasemi, B., Ramezani, R., Katourani, N., Babahajian, A., & Yousefinejad, V. (2020). Anthropometric characteristics of scapula for sex determination using CT scans images in Iranian population. *Forensic Imaging*, 23, 200408.
23. Hamzehtofigh, M., Mokhtari, R., Seif, F., & Bayat, P. (2023). Gender determination of scapula by computed tomography scan measurement. *Journal of the Anatomical Society of India*, 72(3), 187-192.
24. Bozdog, M., Er, A., Kranioti, E., Basa, C. D., Oztop, B., Kacmaz, E., ... & Grabherr, S. (2022). Sex estimation in a modern Turkish population using the clavicle: a computed tomography study. *Australian Journal of Forensic Sciences*, 54(2), 187-198.
25. Temelci, H., Cicekcibasi, A. E., Oner, Z., Secgin, Y., Oner, S., & Acar, G. (2025). Sex Prediction in Turkish Population with Anthropometric Measurements of Scapula on MDCT Images Using Machine Learning Algorithms. *International Journal of Morphology*, 43(2).
26. Nasr, A. Y. (2023). Morphological types and morphometrical measurements of the suprascapular notch in both dry bones and human cadavers: anatomical study to improve the outcomes of the diagnostic and interventional procedures in the shoulder region. *Anatomy & cell biology*, 56(4), 482-493.
27. Tokita, R., Toda, H., Imamura, R., Sugi, A., & Shibayama, Y. (2025). Scapular morphological variations and sex-related and generational differences in global scapular shape: three-dimensional morphometric analysis using a homologous model. *JSES Reviews, Reports, and Techniques*, 5(4), 641.

Література

28. Franklin, D., Cardini, A., Flavel, A., & Marks, M. K. (2014). Morphometric analysis of pelvic sexual dimorphism in a contemporary Western Australian population. *International journal of legal medicine*, 128(5), 861-872.
29. Murail, P., Bružek, J., Houët, F., & Cunha, E. (2005). DSP: a tool for probabilistic sex diagnosis using worldwide variability in hip-bone measurements. *Bulletins et mémoires de la Société d'Anthropologie de Paris. BMSAP*, 17(17 (3-4)), 167-176.
30. Krishan, K., Chatterjee, P. M., Kanchan, T., Kaur, S., Baryah, N., & Singh, R. K. (2016). A review of sex estimation techniques during examination of skeletal remains in forensic anthropology casework. *Forensic science international*, 261, 165-e1.
31. Grivas, C. R., & Komar, D. A. (2008). Kumho, Daubert, and the nature of scientific inquiry: implications for forensic anthropology. *Journal of forensic sciences*, 53(4), 771-776.
32. Setiawati, R., Rahardjo, P., Ruriana, I., & Guglielmi, G. (2023). Anthropometric study using three-dimensional pelvic CT scan in sex determination among adult Indonesian population. *Forensic Science, Medicine and Pathology*, 19(1), 24-33.

33. Mostafa, E., Dessouki, S. K., Hashish, R. K., Gad, A. M., & Khafagy, A. A. (2016). Adult sex identification using three-dimensional computed tomography (3D-CT) of the pelvis: A study among a sample of the Egyptian population. *Arab Journal of Forensic Sciences and Forensic Medicine*, 1(4), 322-333.
34. Kolesova, O., & Větra, J. (2011). Sexual dimorphism of pelvic morphology variation in live humans. *Papers on Anthropology*, 20, 209-217.
35. Kolesova, O., Kolesovs, A., & Vetra, J. (2017). Age-related trends of lesser pelvic architecture in females and males: a computed tomography pelvimetry study. *Anatomy & Cell Biology*, 50(4), 265-274.
36. Moneim, W. M. A., Hady, R. H. A., Maaboud, R. M. A., Fathy, H. M., & Hamed, A. M. (2008). Identification of sex depending on radiological examination of foot and patella. *The American Journal of Forensic Medicine and Pathology*, 29(2), 136-140.
37. Dabbs, G., & Moore-Jansen, P. (2012). Age change in the adult human scapula. *Homo*, 63(5), 368-384.
38. Scholtz, Y., Steyn, M., & Pretorius, E. (2010). A geometric morphometric study into the sexual dimorphism of the human scapula. *Homo*, 61(4), 253-270.
39. Patel, M. M., Singel, T. C., & Singh, S. K. (2013). Morphometric analysis of the scapula to determine sexual dimorphism. *International Journal of Medicine and Public Health*, 3(3), 207-210.
40. Gupta, C., Priya, A., Kalthur, S. G., & D'Souza, A. S. (2014). A morphometric study of acromion process of scapula and its clinical significance. *Chrismed Journal of health and research*, 1(3), 164-169.
41. Maranho, R., Ferreira, M. T., & Curate, F. (2022). Sexual dimorphism of the human scapula: a geometric morphometrics study in two Portuguese reference skeletal samples. *Forensic Sciences*, 2(4), 780-794.
42. Lee, E. C., Lawrence, R. L., & Rainbow, M. J. (2024). Sexual dimorphism and allometry in human scapula shape. *Journal of Anatomy*, 245(5), 674-685.
43. Macaluso Jr, P. J. (2011). Sex discrimination from the glenoid cavity in black South Africans: morphometric analysis of digital photographs. *International journal of legal medicine*, 125(6), 773-778.
44. Özer, I., Katayama, K., Sahgir, M., & Güleç, E. (2006). Sex determination using the scapula in medieval skeletons from East Anatolia. *Collegium antropologicum*, 30(2), 415-419.
45. Piponov, H. I., Savin, D., Shah, N., Esposito, D., Schwartz, B., Moretti, V., & Goldberg, B. (2016). Glenoid version and size: does gender, ethnicity, or body size play a role?. *International Orthopaedics*, 40(11), 2347-2353.
46. Rajput, H. B., Vyas, K. K., & Shroff, B. D. (2012). A study of morphological patterns of glenoid cavity of scapula. *Natl J Med Res*, 2(4), 504-7.
47. El-Din, W. A. N., & Ali, M. H. M. (2015). A morphometric study of the patterns and variations of the acromion and glenoid cavity of the scapulae in Egyptian population. *Journal of clinical and diagnostic research: JCDR*, 9(8), AC08.
48. Garzón-Alfaro, A., Botella, M., Rus Carlborg, G., Prados Olleta, N., González-Ramírez, A. R., & Hernández-Cortés, P. (2024). Anthropometric study of the scapula in a contemporary population from granada. Sex estimation and glenohumeral osteoarthritis prevalence. *Plos one*, 19(7), e0305410.
49. Ghasemi, B., Ramezani, R., Katourani, N., Babahajian, A., & Yousefinejad, V. (2020). Anthropometric characteristics of scapula for sex determination using CT scans images in Iranian population. *Forensic Imaging*, 23, 200408.
50. Hamzeh-tofigh, M., Mokhtari, R., Seif, F., & Bayat, P. (2023). Gender determination of scapula by computed tomography scan measurement. *Journal of the Anatomical Society of India*, 72(3), 187-192.