

## A STUDY OF NONMETRIC TRAITS IN LIMB BONES

**Denisa BĂDESCU\***, Rodica TOROK OANCE

West University of Timisoara, Faculty of Chemistry, Biology, Geography, Department  
of Biology-Chemistry, Pestalozzi 16, Timișoara

\*Corresponding author e-mail: denisa.badescu01@e-uvt.ro

Received 22 June 2023; accepted 30 June 2023

### ABSTRACT

*Nonmetric traits are genetically determined anatomical variants but their expression is under influence of environmental factors. This study aims to analyze the anatomical variability of limb bones by means of their nonmetric features highlighting the relative frequency of nonmetric traits and their significance. Overall 112 bones were examined: 10 clavicles, 13 scapulae, 20 humeri, 9 coxal bones, 20 femurs, 16 tibias, 12 calcanei and 12 tali. The assessment of nonmetric traits was carried out through macroscopic visual examination. Three possible situations were considered for each nonmetric trait: present, absent and impossible to be evaluated. In the last category, both the cases in which the bone portion of interest was absent and the cases in which it was present, but too eroded to allow an accurate evaluation, were included. More than half of the analyzed bones present nonmetric features. The preauricular sulcus has the highest relative frequency, followed in descending order by the tibial squatting facets, which represent markers of the habitual flexion position and the humeral septal aperture, which is an indicator of repetitive flexion-extension movements in the elbow joint. Most of the tali and calcanei are of type B, which suggests a greater potential articular instability in the analyzed sample.*

**KEYWORDS:** *genetically, limb bones, nonmetric, anatomical variability*

### INTRODUCERE

Studiul oaselor a reprezentat o preocupare constantă a comunității academice, mai ales pentru antropologie, științele medicale și criminalistice. Informațiile obținute în urma cercetărilor efectuate asupra oaselor umane au fost utilizate atât pentru reconstrucția trecutului civilizațiilor și comunităților, cât și al destinului individuale (Love & Wiersema, 2016). Studiul oaselor nu a fost strict documentar. A contribuit la dezvoltarea unor strategii terapeutice având la bază reconstrucția osoasă în cazul unor defecte scheletice, astfel ducând la o îmbunătățire a calității vieții (Vidal et al. 2020). De asemenea, detaliile obținute din analiza scheletului uman ajută la clasificarea medico-legală a decesului (Love & Wiersema, 2016), recunoașterea indivizilor post-mortem (Campanacho et al. 2021), precum și indentificarea unor defecte scheletice (Vidal et al. 2020).

Oasele sunt supuse unor schimbări de natură structurală și biologică, remodelarea osoasă având loc pe tot parcursul vieții, în funcție de solicitările la care sunt expuse. Ele oferă corpului atât suport structural, cât și formă, îndeplinind o serie de funcții importante în organism (Cowan & Kahai, 2022).

Trăsăturile nonmetrice sunt variante morfologice anatomice, de obicei ale unei trăsături sau ale unui reper anatomic. Ele au fost descoperite în anul 1800, fiind descrise ca trăsături anatomice particulare, care nu sunt prezente pe toate oasele (Saunders, 1989). Trăsăturile nonmetrice sunt asimptomatice și nu au efecte vizibile asupra organismului, dar cercetarea acestora este importantă întrucât lărgesc sfera cunoașterii variațiilor anatomice nonpatologice (Rao et al. 1989). Datorită faptului că aceste trăsături sunt asimptomatice, un individ poate trăi întreaga viață fără să știe că trăsătura respectivă este prezentă (Cockshott, 1979).

Trăsăturile nonmetrice prezintă determinism genetic la care se adaugă influența factorilor de mediu. Astfel diferențele în ceea ce privește incidența acestor variații anatomice la diferite populații reflectă diferențele genetice dintre populațiile în cauză contribuind la evaluarea distanței biologice dintre populații (Kaur et al. 2012). De cele mai multe ori, trăsăturile nonmetrice scheletice reprezintă un răspuns variat la forțele mecanice care acționează asupra oaselor, aspect ce este de așteptat să apară, datorită faptului că la nivelul scheletului uman se desfășoară procesul de remodelare, sub acțiunea stresului biomecanic normal sau anormal (Grisel, 2000).

Pentru ca forțele mecanice care acționează să modifice morfologia osoasă, ele trebuie să acționeze repetitiv pe lungi perioade de timp, de obicei începând la vârste tinere când scheletul este mai reactiv (Molleson, 2007). Astfel, trăsăturile postcraniene nonmetrice reflectă adesea activități repetitive, poziții preferențiale sau habituale adoptate de-a lungul vieții, exprimând interacțiunea dintre factorii genetici predispozanți și stresul biomecanic care acționează asupra oaselor (Molleson, 2007).

Trăsăturile osoase nonmetrice observabile în mod uzual pot fi încadrate în următoarele categorii: oscicule sau mici oscioare localizate la nivelul suturilor craniene, proliferări osoase de tipul unor punți sau spiculi osoși, deficite de osificare ducând la apariția unor aperturi sau dehiscente, respectiv variații în numărul și localizarea unor foramene (Buikstra & Ubelaker, 1994).

Între anii 1930 și 1940, au fost descoperite anumite trăsături individuale la nivelul omoplatului, humerusului și femurului, iar anumiți cercetători au afirmat faptul că, acestea pot fi utile pentru identificarea rasei (Akabori, 1943). Scopul acestui studiu este de a analiza variabilitatea anatomică a unor oase ale membrelor prin intermediul trăsăturilor nonmetrice ale acestora.

## MATERIALE ȘI METODE

Materialul osteologic analizat provine de la Muzeul Național al Banatului din Timișoara și de la Laboratorul de Anatomie al Facultății de Chimie, Biologie, Geografie al Universității de Vest din Timișoara. În total au fost examinate 112 oase aparținând atât scheletului membrelor superioare cât și scheletului membrelor inferioare, anume 10 clavicule, 13 omoplați, 20 humerusuri, 9 coxale, 20 femure, 16 tibii, 12 calcaneu și 12 talusuri. S-a efectuat orientarea oaselor apoi s-a realizat evaluarea trăsăturilor nonmetrice prin examinare vizuală macroscopică. În cazul fragmentelor osoase s-a realizat reconstituirea osului unde acest lucru a fost posibil, după care s-a investigat prezența trăsăturilor nonmetrice.

A fost analizată prezența următoarelor trăsături nonmetrice (White et al. 2011): pentru claviculă șanțul costoclavicular și foramenul supraclavicular; pentru omoplat foramenul suprascapular, fațeta acromială, șanțul circumflex și osul acromiale; pentru humerus apertura septală și procesul supracondilar; pentru coxal fațeta articulară accesorie pentru osul sacru, creștătura suprafeței semilunare a acetabulului, șanțul preauricular și gropile de tip parturiție; pentru femur fosa lui Allen, fațeta Poirier și prezența celui de al treilea trohanter iar pentru tibie fațetele de chircire ale epifizei inferioare. Pentru talus și calcaneu s-a realizat încadrarea tipologică a acestora. Clasificarea tipurilor de talus și de calcaneu s-a efectuat după suprafețele articulare pe care acestea le prezintă (Boyan et al, 2016).

Au fost considerate trei situații posibile pentru fiecare dintre trăsăturile nonmetrice analizate. Acestea au fost notate ca fiind prezente, ca fiind absente sau ca fiind imposibil de evaluat. În ultima categorie au fost încadrate atât cazurile în care a fost absentă porțiunea osoasă de interes precum și cazurile în care aceasta a fost prezentă, dar prea erodată pentru a permite o evaluare cu acuratețe.

## REZULTATE ȘI DISCUȚII

În urma analizei vizuale macroscopice a fost identificată prezența trăsăturilor nonmetrice la 58 de oase din totalul de 112 analizate.

Ponderea oaselor care exprimă trăsături nonmetrice este de 52%, mai mare decât ponderea celor care nu prezintă trăsături nonmetrice, care este de 37% și decât a celor la care nu s-a putut face evaluarea, a căror pondere este de 11% (FIG 1).

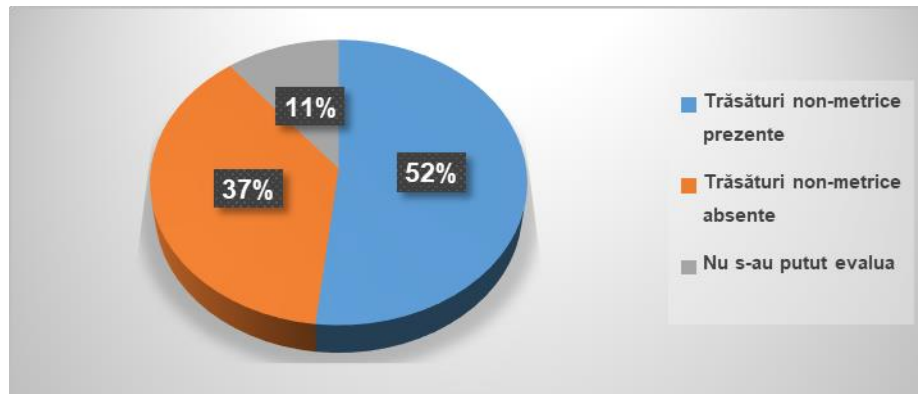


FIG.1. Ponderea oaselor care prezintă trăsături non-metrice în cadrul eșantionului analizat.

Particularizând pentru diferitele oase ale eșantionului, prezența trăsăturilor nonmetrice se regăsește la 67% dintre oasele coxale analizate, la 53% dintre omoplați, la 50% dintre tibii, la 45% dintre humerusuri, la 20% dintre clavicule și la 15% dintre femure. La încadrarea tipologică a talusului și calcaneului, tipul B a înregistrat un procentaj de 73%, atât pentru talus cât și pentru calcaneu.

Ponderea claviculelor care prezintă trăsături nonmetrice este relativ scăzută, de doar 20%, în comparație cu claviculele care nu prezintă trăsături nonmetrice, care se regăsesc în 80% din cazuri (FIG 2A). În cazul claviculelor nu s-a înregistrat nici un caz de imposibilitate de evaluare a trăsăturilor, aceste oase fiind bine prezervate în cadrul eșantionului analizat. La nivelul claviculei au fost analizate 2 trăsături non-metrice, anume șanțul costoclavicular și foramenul supraclavicular. Prezența foramenului supraclavicular se poate remarca în figura de mai jos (FIG 2B). Foramenul supraclavicular permite trecerea unor ramuri nervoase. Ocazional una dintre ramurile nervului supraclavicular părăsește clavicula prin foramenul supraclavicular de pe fața superioară a claviculei (White & Folkens, 2005).

Analiza efectuată la nivelul omoplaților relevă o pondere de 53% pentru oasele care prezintă trăsături nonmetrice, comparativ cu omoplații care nu prezintă aceste trăsături, unde ponderea este de 27%, respectiv a cazurilor în care nu s-a putut face evaluarea, unde ponderea este de 20% (FIG 3A).

A fost investigată prezența următoarelor trăsături: foramenul suprascapular, fațeta acromială, șanțul circumflex și osul acromiale (White et al. 2011).

Șanțul circumflex este localizat la nivelul marginii laterale a omoplatului divizând în două aria de inserție a mușchiului rotund mic (White & Folkens, 2005).



FIG. 2. Trăsături nonmetrice la nivelul claviculei (A. Ponderea claviculelor care prezintă trăsături nonmetrice, B. Claviculă cu foramen supraclavicular).

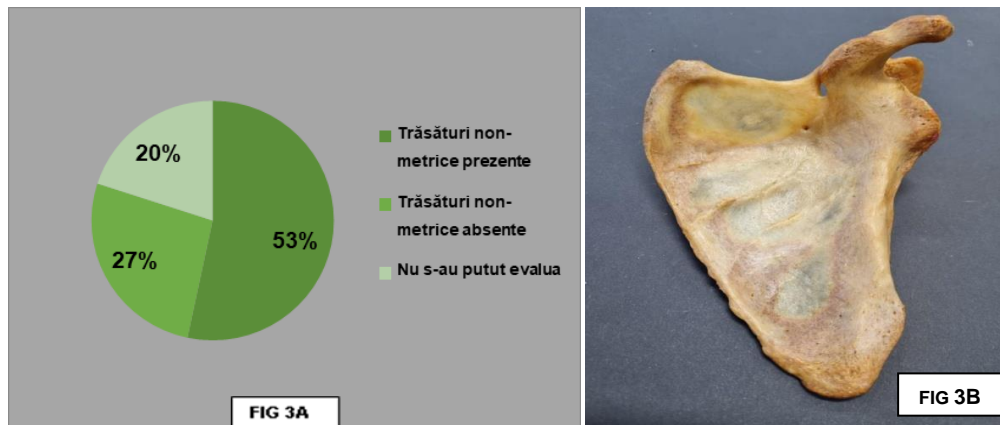


FIG. 3. Trăsături nonmetrice la nivelul omoplatului (A. Ponderea omoplaților care prezintă trăsături nonmetrice. B. Foramen suprascapular la nivelul marginii superioare a omoplatului).

Totodată, acesta servește ca punct de referință anatomică importantă pentru orientarea și identificarea altor structuri din apropierea omoplatului (White & Folkens, 2005).

Artera scapulară circumflexă ia naștere din artera subscapulară, se curbează înapoi în jurul marginii laterale a scapulei și trece pe suprafața sa posterioară unde se anastomozează cu artera suprascapulară. Își poate lăsa amprenta pe marginea laterală a omoplatului sub forma unui șanț (Stmad et al. 2022).

Foramenul suprascapular (Fig 3B) și incizura suprascapulară reprezintă trăsături variabile la nivelul marginii superioare a omoplatului. La nivelul incizurii suprascapulare trece nervul suprascapular. Uneori prin osificarea ligamentului suprascapular incizura suprascapulară devine foramen suprascapular (White & Folkens, 2005).

Ponderea humerusurilor cu trăsături nonmetrice în cadrul eșantionului analizat este mai scăzută (45%), comparativ cu procentajul oaselor care nu au prezentat aceste caractere (55%). În cea de a treia categorie nu s-a încadrat niciunul dintre oasele analizate, deoarece humerusurile incluse în analiză au avut prezervate toate porțiunile de interes unde se puteau regăsi aceste caractere (FIG 4A). La nivelul humerusului a fost investigată prezența aperturii septale și a procesului supracondilar (White et al. 2011), apertura septală (FIG 4B) fiind prezentă la aproape jumătate dintre humerusurile analizate. Procesul supracondilar nu a fost observat în cadrul eșantionului analizat.

Apertura septală se dezvoltă între fosa coronoidă și fosa radială în cazul în care osul devine extrem de subțire formându-se un orificiu de dimensiuni variabile (White & Folkens, 2005). Cauzele precise ale formării aperturii septale sunt încă discutate. Unii autori consideră că aceasta ar fi cauzată de factori mecanici care acționează asupra zonei respective. O musculatură mai slab dezvoltată duce la o laxitate articulară mai mare antrenând impingementul olecranului asupra laminei humerale (Myszka et al. 2019). Este utilizată în analiza antropologică, contribuind la diferențierea dintre oasele umane și ale unor animale: la humerusul uman, apertura septală este mică și ovală, permițând trecerea vaselor și nervilor spre mușchiul biceps brahial, iar la animale poate varia în funcție de specie și de necesitățile anatomice specifice, iar din punct de vedere anatomic, aceasta ajută la flexia antebrațului și la realizarea altor mișcări ale cotului și încheieturii (White & Folkens, 2005).

În cazul oaselor coxale, majoritatea prezintă trăsături nonmetrice, acestea regăsindu-se într-un procent de 67%, comparativ cu coxalele care nu exprimă aceste trăsături sau cu cele la care nu s-a putut realiza evaluarea, ultimele două categorii întregistrând procente de 22% și 11% (FIG 5A). Dintre trăsăturile non-metrice analizate la coxal au fost prezente creștătura suprafeței semilunare a acetabulului și șanțul preauricular (White et al. 2011).

Creștătura suprafeței semilunare a acetabulului se întâlnește în dreptul urmei suturii triradiată a osului coxal. Prezența sa este ocazională și poate să apară sub forma unui șanț, al unei incizuri sau al unei mici creste în cadrul suprafeței semilunare acetabulare (White & Folkens, 2005).

Șanțul preauricular reprezintă un șanț de adâncimi variabile (FIG 5B) care poate fi prezent inferior față de suprafața auriculară a osului coxal regăsindu-se de obicei, dar nu exclusiv, la indivizii de sex feminin (White & Folkens, 2005).

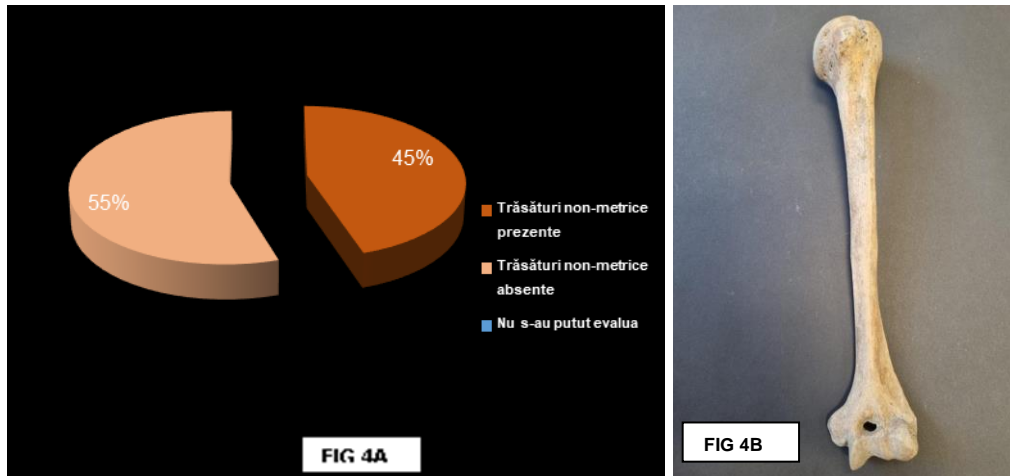


FIG. 4. Trăsături nonmetrice la nivelul humerusului (A. Ponderea humerusurilor care prezintă trăsături nonmetrice. B. Humerus prezentând apertura septală).

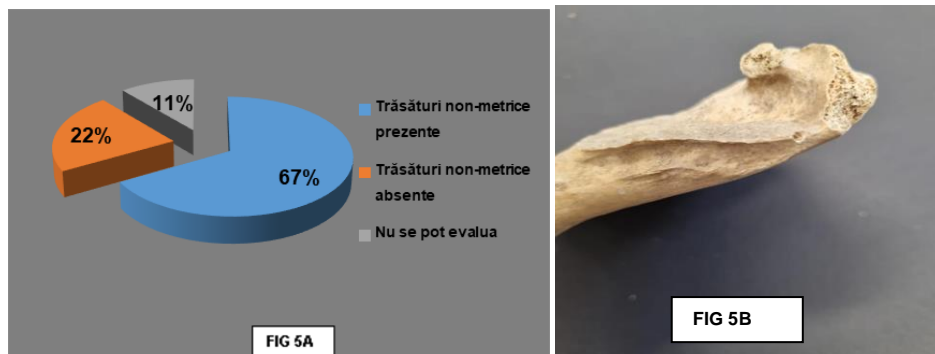


FIG.5. Trăsături nonmetrice la nivelul coxalului (A. Ponderea coxalelor care prezintă trăsături nonmetrice. B. Șanțul preauricular).

Ponderea tibiilor cu trăsături nonmetrice este relativ crescută (55%) în comparație cu cea a tibiilor fără trăsături nonmetrice (42%), urmată fiind de cea a tibiilor la care nu au putut fi evaluate caracterele epigenetice (8%) (FIG 6A). Trăsăturile nonmetrice analizate au fost fațetele de chircire, localizate la nivelul epifizei inferioare a tibiei (FIG 6B). Fațetele de chircire de pe tibie sunt adesea cauzate de activități care implică o presiune repetată asupra oaselor. Aceste trăsături pot fi asociat cu anumite ocupații sau activități repetitive, cum ar fi poziția habituală de dorflexie, aceste fațete fiind indicatori ai poziției de chircire (White & Folkens, 2005).

Ponderea femurelor care prezintă trăsături nonmetrice este mică (15%), comparativ cu ponderea femurelor care nu au prezentat aceste

caractere (75%). Cazurile la care nu s-a putut face evaluarea reprezintă 10% (FIG 7A).

Dintre trăsăturile nonmetrice analizate la nivelul femurului s-a remarcat prezența celui de al treilea trohanter, ce poate fi observat în FIG 7B. Al treilea trohanter poate varia în funcție de contextul în care apare. În general, se consideră că prezența sa este un aspect anatomic remanent, legat de evoluția umană și de trecutul nostru evolutiv. La strămoșii noștri, al treilea trohanter ar fi putut fi un punct de atașare pentru mușchii membrelor inferioare, oferind sprijin și stabilizate suplimentare în timpul mersului și alergării. Cu toate acestea, în prezent, al treilea trohanter este considerat mai degrabă o variație morfologică, fără o semnificație clară în rasa umană modernă. Prezența sau absența lui nu are efecte semnificative asupra funcționalității sau sănătății umane (White & Folkens, 2005).

Referitor la talus și la calcaneu se disting în general câte trei tipuri morfologice în funcție de prezența suprafețelor articulare pe care le prezintă unul pentru celălalt. Tipul A prezintă trei fațete articulare (anterioară, mijlocie și posterioară). Tipul B prezintă doar două fațete articulare, anterioară și posterioară, deoarece două din cele trei fațete articulare sunt fuzionate. Tipul C prezintă o singură fațetă articulară, provenită din fuziunea fațetelor anterioară, mijlocie și posterioară (Boyan et al. 2016). Analiza efectuată în cadrul eșantionului asupra talusului și calcaneului relevă prezența în majoritatea cazurilor a tipului B, atât la talus (FIG 8A) cât și la calcaneu (FIG 8B).

Tipul A a fost identificat doar în cazul calcaneului (FIG 8C) într-o proporție de 27%, restul de 73% dintre cazuri încadrându-se la tipul B. Tipul C nu s-a regăsit la nici unul dintre oasele analizate.

S-a constatat că există diferențe rasiale între tipurile de suprafețe articulare talare și calcaneene. Variantele morfologice ale suprafețelor articulare ale talusului și calcaneului pot influența stabilitatea și mobilitatea în articulația subtalară. Tipul B, în care fațetele articulare anterioară și mijlocie sunt fuzionate, favorizează instabilitatea articulației subtalare și ulterior apariția piciorului plat în condițiile existenței și al altor factori favorizanți (Prasad & Rajasekhar, 2018).



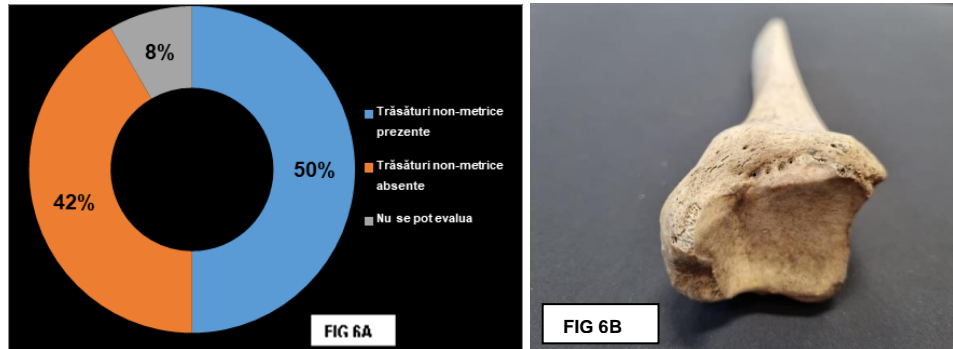


FIG.6. Trăsături nonmetrice la nivelul tibiei (A. Ponderele tibilor care prezintă trăsături nonmetrice. B. Suprafețe de chircire ale tibiei).

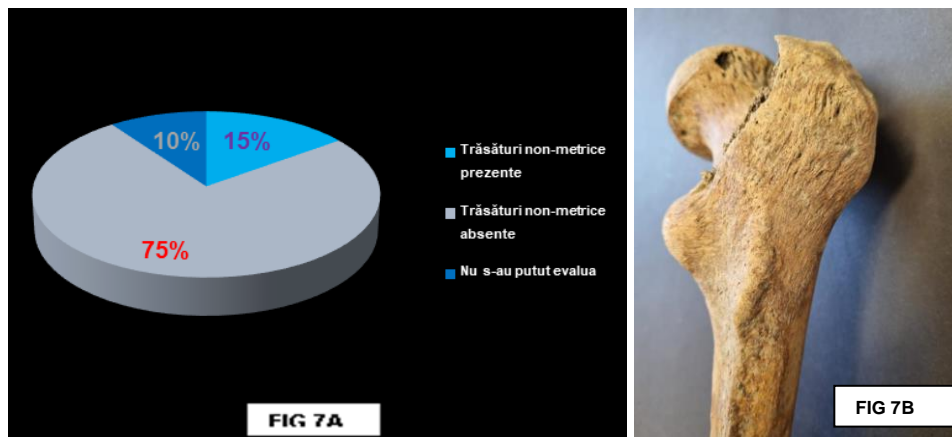


FIG.7. Trăsături nonmetrice la nivelul femurului (A. Ponderele femurelor care prezintă trăsături nonmetrice. B. Femur care prezintă trohanterul al treilea).

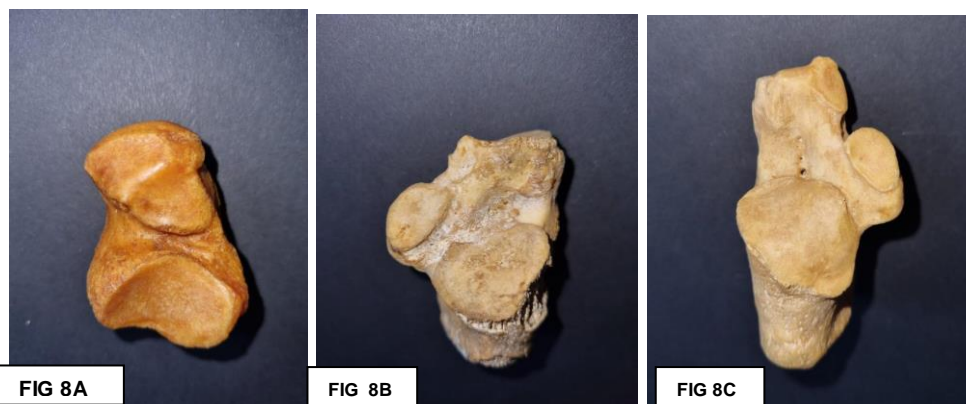


FIG.8. Tipuri de talus și de calcaneu întâlnite în cadrul eșantionului analizat (A. Talus de tip B. B. Calcaneu de tip B. C. Calcaneu de tip A).

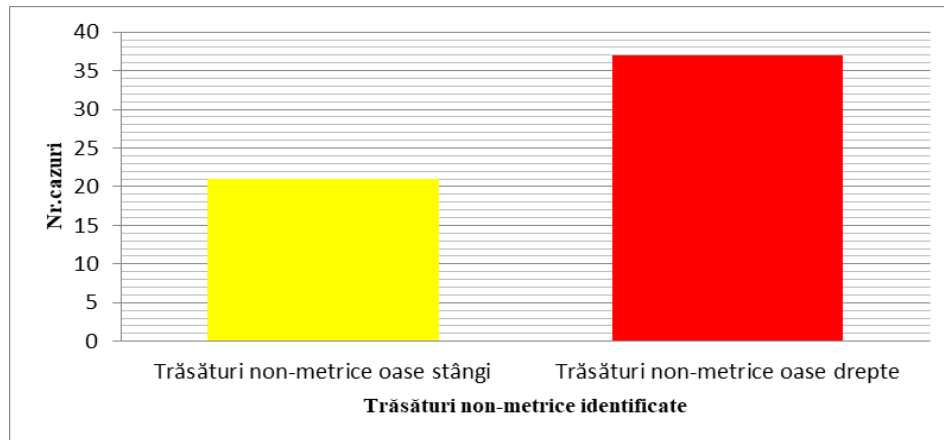


FIG. 9. Evidențierea comparativă a cazurilor cu trăsături nonmetrice la oasele stângi și la oasele drepte.

La analiza comparativă a prezenței trăsăturilor nonmetrice la oasele drepte și la cele stângi am constatat că 69% dintre oasele din partea dreaptă prezintă trăsături nonmetrice, în timp ce în cazul oaselor din partea stângă doar 36% prezintă asemenea trăsături. Conform unor studii componenta genetică induce exprimarea trăsăturilor nonmetrice, în timp ce factorii de mediu pot cauza apariția unilaterală a acestora (Brasili-Gualandi et al.1989; Olah,1990).

Comparând prezența trăsăturilor nonmetrice la oasele mai vechi provenite din săpături arheologice față de cele de proveniență mai recentă din cadrul laboratorului de anatomie am constatat că 86% dintre oasele vechi prezintă trăsături nonmetrice, pe când în cazul celor de proveniență mai recentă doar 14% prezintă trăsături nonmetrice.

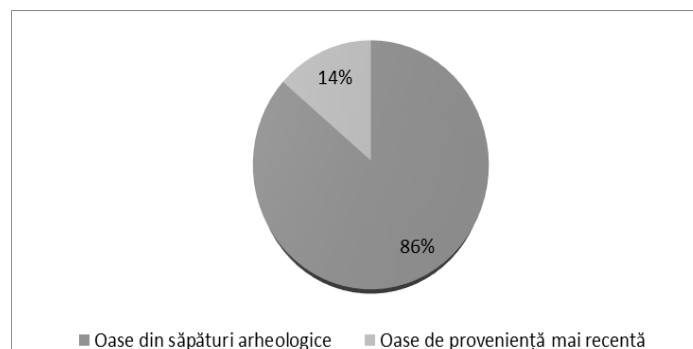


FIG. 10. Ponderea trăsăturilor non-metrice regăsite la oasele provenite din săpături arheologice și cele de proveniență mai recentă.

În ansamblu, nu toate trăsăturile nonmetrice investigate au fost identificate în cadrul analizei. Astfel, fațeta acromială, procesul supracondilar, fațeta articulară accesorie pentru osul sacru, fațeta Poirier nu s-au regăsit în cadrul eșantionului. Dintre trăsăturile non-metrice regăsite (FIG 11), cea mai mare frecvență relativă a prezentat-o șanțul preauricular (50%) urmând în ordine descrescătoare: fațetele de chircire ale tibiei (45%), apertura septală (40%), șanțul circumflex (38%), creștătura suprafeței semilunare a acetabulului (35%), foramenul suprascapular (31%), gropi de tip parturiție (12%), fosa lui Allen (10%), șanțul costoclavicular și foramenul supraclavicular (10%), al treilea trohanter (7%).

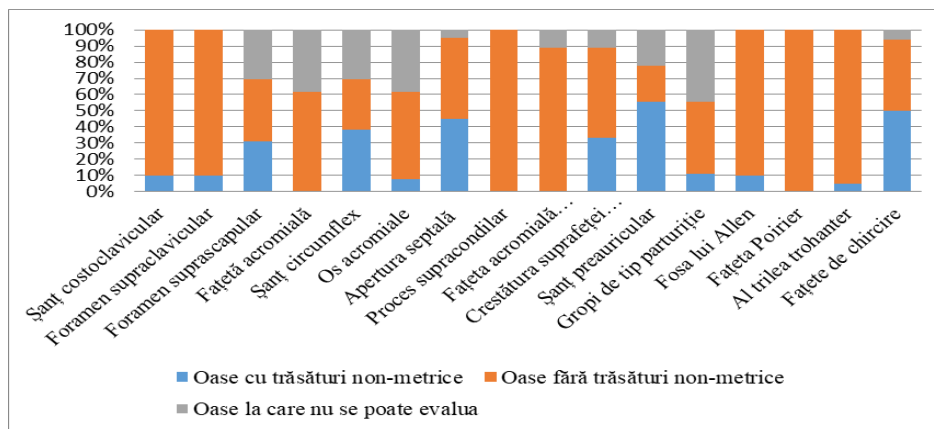


FIG. 11. Trăsături non-metrice identificate în cadrul eșantionului analizat.

## CONCLUZII

Peste jumătate dintre oasele eșantionului analizat au prezentat trăsături nonmetrice, acestea regăsindu-se într-o pondere mai mare în cadrul oaselor mai vechi, de proveniență arheologică, față de cele de proveniență mai recentă. Majoritatea trăsăturilor nonmetrice s-au identificat la oasele din partea dreaptă.

Din totalul de șaisprezece trăsături nonmetrice analizate au fost identificate doisprezece în cadrul eșantionului. Cea mai mare frecvență relativă o prezintă șanțul preauricular, fiind urmat în ordine descrescătoare de fațetele de chircire ale tibiei, care reprezintă markeri ai poziției habituale de chircire și de apertura septală, care constituie un indicator al mișcărilor repetitive de flexie-extensie în articulația cotului.

Majoritatea talusurilor și calcaneelor se încadrează la tipul B, ceea ce indică o potențială instabilitate articulară mai mare în cadrul eșantionului analizat.

## REFERINȚE BIBLIOGRAFICE

- Akabori E. 1943. Septal aperture in Japanese, Ainu and Koreans. *Am J Phys Anthropol.* 28: 395–400.
- Boyan N., Ozsahin E., Kizilkanat E., Soames R., Oguz O. 2016. Morphometric Measurement and Types of Articular Facets on the Talus and Calcaneus in an Anatolian Population. *International Journal of Morphology.* 34(4):1378–1385.
- Brasili-Gualandi P., Gualdi-Russo E. 1989. Discontinuous traits of the skull: Variations on sex, age, laterality. *Anthropologischer Anzeiger.* 47(3): 239–250.
- Buikstra J.E., Ubelaker D.H. 1994. Standards for data collection from human skeletal remains. Arkansas: Arkansas Archaeological Survey. ed. 3, Editura Human Biology, Americc. 277 p.
- Campanacho V., Cardoso F.A., Ubelaker D. 2021. Documented Skeletal Collections and Their Importance in Forensic Anthropology in the United States. *Forensic Sciences.* 241: 228-239.
- Cockshott W.P. 1979. The coracoclavicular joint. *Radiology.* 131: 313–316.
- Cowan P.T., Kahai P. 2022. *Anatomy Bones.* ed. 3, Editura Saunders, Island. 444 p.
- Grisel J.E. 2000. Quantitative trait locus analysis. *Alcohol Research and Health.* 24(3): 169-174.
- Kaur J., Choudhry R., Raheja, S., Dhissa, N.C. 2017. Non metric traits of the skull and their role in anthropological studies. *Journal of Anatomy.* 29: 189-194.
- Love J.C., Wiersema J.M. 2016. Skeletal Trauma: An Anthropological Review. *Academic forensic pathology.* 563: 463-477.
- Molleson T. 2007. A method for the study of activity related skeletal morphologies.1: 5-33.
- Myszka A., Kubicka A.M., Tomczyk J. 2019. The mechanical hypothesis of septal aperture formation tested in an early medieval population from Ostrow Lednicki. *Journal of Anatomy.* 234: 368-375.
- Olah S. 1990. Investigation of bilateral non-metric traits in a sample from the 10<sup>th</sup> century. 36: 75-79.
- Prasad S.A., Rajasekhar, S.S.S.N. 2018. Morphometric analysis of talus and calcaneus. *Surgical and Radiologic Anatomy.* 187: 70-87.
- Rao K.V.S., Gupta G.D., Sehgal V.N. 1989. Determination of length of human upper limb long bones from their fragments. *Forensic Science International.* 411: 219–223.
- Saunders S.R. 1989. Nonmetric skeletal variation. *Reconstruction of life from the Skeleton,* 315: 95-108.
- Stmad T., Bartonicek J., Tucek M., Nanka O. 2022. Circumflex arterial sulcus of the scapula. Its anatomy and clinical relevance. *Research Square.* 44(8): 1111-1119.
- Vidal L., Kamplaitner C., Brennan M.A, Hoornaert A., Layrolle P. 2020. Reconstruction of Large Skeletal Defects: Current Clinical Therapeutic Strategies and Future Directions Using 3D Printing. *Bioeng and Biotechnol.* 88:61-67.
- White T.D., Black M.T., Folkens P.A. 2011. *Human Osteology.* ed. 3, Editura Academic Press, United Kingdom, 688p.
- White T.D., Folkens P. 2005. *Bone Biology Variation. The Human Bone Manual* Boston, Editura Academic Press, United Kingdom, 464 p.