

# STERNÁLNY OTVOR U KOSTROVÝCH POZOSTATKOV Z ARCHEOLOGICKEJ LOKALITY (KOŠICE – BAŠTOVÁ) – KAZUISTIKA

## Sternal foramen in skeletal remains from the archaeological site (Košice – Baštová) – case report

Eva Petrejčíková<sup>1</sup>, Jana Gaľová<sup>1</sup>, Soňa Kalafutová<sup>1</sup>,  
Marek Chmelík<sup>2</sup>, Rastislav Rusnák<sup>3</sup>,  
Arpád Balogh<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Katedra biológie, Fakulta humanitných a prírodných vied,  
Prešovská univerzita v Prešove, Prešov, Slovensko

<sup>2</sup> Katedra medicínsko-technických odborov, Fakulta zdra-  
votníckych odborov, Prešovská univerzita v Prešove, Prešov,  
Slovensko

<sup>3</sup> Katedra teórie a dejín umenia, Fakulta umení, Technická  
univerzita v Košiciach, Košice, Slovensko

### Abstract

This case report describes a skeletal remains from the archaeological site Košice – Baštová, in which an oval perforation was observed in lower one-third of the body of the sternum. After anthropometric measurements and X-ray examination it was determined that the perforation was 3.97 mm (length) × 5.10 mm (width) in size and represented a developmental bone anomaly without pathological manifestation in a female individual. Knowledge of these congenital anomalies of sternum is important in radiology, clinical and forensic medicine, and anthropology to exclusion of penetrating traumatic injury, bullet penetration or misinterpreted osteolytic lesions.

**Keywords:** sternum, foramen, measurements, X-ray examination, developmental variety

### Úvod

Sternálny otvor je vrodený okrúhly alebo oválny defekt v hrudnej kosti, ktorý je asymptomatický a je výsledkom neúplného spojenia osifikačných centier (Chaudhari, Kumar, Thakre, Kawanpure, & Gathe, 2016). Prvýkrát bol pozorovaný v roku 1649 a popísaný v roku 1707 v mezosterne u jedinca ženského pohlavia. V dôsledku toho bol mylne považovaný za otvor pre mliečnu žilu a charakteristický len pre ženy. Ďalší výskum túto teóriu označil za neopodstatnenú a potvrdil, že prítomnosť otvoru nie je ovplyvnená pohlavím. V roku 1758 sa prvýkrát objavuje názor, že sternálne otvory vznikajú v dôsledku chýbnej osifikácie (Ashley, 1956).

U sterna podobne ako u iných častí ľudskej kostry bolo popísaných viacero variet. Pozorované sú náhodne najmä pri rádiologických vyšetreniach alebo až pri pitvách. Existuje široké spektrum anomálií hrudnej kosti, súčasťou ktorých môžu byť sternálne štrbiny (Acastello, Majluf, Garrido, Barbosa, & Paredo, 2003) alebo sternálne apertúry (Babinski et al., 2012). Poznanie sternálnych variácií a anomálií je dôležité z dôvodu, aby

neboli diagnostikované ako patologické stavy (Yekeler, Tunaci, Tunaci, Dursun, & Acunas, 2006). Otvor v hrudnej kosti môže byť spôsobený aj traumatickým poranením strelnou zbraňou alebo bodným poranením (Guarna et al., 2017). Ako uvádza Taylor už v roku 1974 nesprávna interpretácia prítomného sternálneho otvoru v oblasti súdneho lekárstva alebo forenzej antropológie môže viesť k závažným chybným záverom pri určení spôsobu a príčiny smrti, najmä pri hodnotení kostrových ľudských pozostatkov (Taylor, 1974). Foramen sternum má hladké pravidelné okraje pokryté kortikálnou kosťou. Pri strelnom poranení je možné pozorovať skosené (lomené) línie, mikrofraktúry po traumatickom porušení a absenciu kortikálnej kosti po stranách. Za antemortem poranenie nesmie byť považovaná trofická aktivita zvierat resp. hmyzu (Chaudhari, Kumar, Thakre, Kawanpure, & Gathe, 2016) či mikrobiálny atak (Jans, Nielsen-Marsh, Smith, Collins, & Kars, 2004), ktoré môžu spôsobiť rozrušenie makroštruktúry a mikroštruktúry kostného tkaniva v oblasti sternálneho otvoru.

### Cieľ

Predmetom predloženej štúdie bolo dôkladné preskúmanie sternálneho otvoru antropologickými a zobrazovacími metódami u kostrových pozostatkov jedinca objaveného počas archeologického výskumu v hrobe č. 13 na Baštovej ulici v Košiciach. Hlavným cieľom bolo stanovenie, či uvedený otvor predstavuje traumatické poranenie hrudnej kosti, patologickú zmenu alebo kongenitálnu vývinovú anomáliu. Čiastkovými cieľmi bolo aj antropologické stanovenie pohlavia a veku jedinca a tiež sledovanie ďalších možných patológií na kostrových pozostatkoch.

### Materiál a metodika

Kostrové pozostatky, ktoré sú predmetom záujmu tejto štúdie, boli objavené počas archeologického výskumu, ktorý prebiehal v rokoch 2018–2021 na Baštovej ulici v Košiciach. Územie v minulosti plnilo funkciu fortifikačného pásma mesta. Na ploche parkánu bolo odkrytých celkovo 59 hrobových miest s rôznou formou zachovania kostrových pozostatkov (Rusnák, 2023). Hroby sa nachádzali v rôznych hĺbkach a veľký počet z nich bol už dobovo narušený, čo vypovedá o relatívne dlhom užívaní tohto územia. Datovanie začiatku pochovávaní v parkáne súviselo so zánikom primárnej obrannej funkcie najstarších línií hradieb v období tretej štvrtiny 16. storočia a trvalo pravdepodobne až do prvej polovice 18. storočia, kedy pochovávanie začalo mimo intravilánu mesta (Wick, 1931).

Pri antropologickej analýze kostrových pozostatkov bolo preskúmaných spolu 9 hrudných kostí resp. ich fragmenty. V hrobe č. 13 bola v oblasti *corpus sterni* ako u jediného jedinca pozorovaná perforácia. Hrob obsahoval nekompletné kostrové pozostatky uložené v anatomickej polohe a zachované v relatívne dobrom stave s datovaním do obdobia včasnej novoveku (Obrázok 1). Orientácia hrobu bola S–J (Rusnák, 2023).

Spracovanie kostrových pozostatkov prebehlo v súlade s etickými štandardmi Etickej komisie Prešovskej univerzity v Prešove (č. ECUP012023PO) a Helsinskej deklarácie z roku 1964 a jej neskorších dodatkov. Zvolenie metód pre identifikáciu jedinca bolo z dôvodu chýbania viacerých kostí veľmi obmedzené. Pri meraní kostrových pozostatkov bol použitý digitálny kaliper. Pohlavie bolo odhadnuté meraním rozmerov na panve a vyhodnotené pomocou programu DSP (Murail, Brůžek, Houět, & Cunha, 2005). Vek bol determinovaný na základe uzatvárania rasových chrupaviek (Stloukal, 1999) a hodnotením *facies auricularis* na panve (Buckberry, & Chamberlain, 2002). Hlavným predmetom výskumu bola hrudná kosť a prítomná penetrácia v kaudálnej časti *corpus sterni*. Z dôvodu nekompletného manubria a neprítomného *processus xiphoides* boli stanovené len rozmery tela hrudnej kosti:



Obrázok 1. Hrob č. 13 – archeologická lokalita Košice – Baštová (Rusnák, 2023)

1. dĺžka *corpus sterni*: vzdialenosť medzi stredom manubriosternálneho kĺbu a stredom xiphosternálneho kĺbu
2. šírka *corpus sterni* (CSW):
  - *incisura costales* 2-3 (CSWa): vzdialenosť medzi pravým a ľavým stredovým bodom *incisura costales* 2-3;
  - *incisura costales* 3-4 (CSWb): vzdialenosť medzi pravým a ľavým stredovým bodom *incisura costales* 3-4;
  - *incisura costales* 4-5 (CSWc): vzdialenosť medzi pravým a ľavým stredovým bodom *incisura costales* 4-5.

(Işcan, 1985; Ramadan et al. 2010; Ateşoğlu, Deniz, & Uslu, 2018).

Telo hrudnej kosti bolo podrobené aj RTG vyšetreniu najmä z dôvodu diagnostického stanovenia príčiny vzniku perforácie.

### Výsledky

Antropometrické merania kostrových pozostatkov odhadli, že jedinec nájdený v hrobe č. 13 v archeologickej lokalite Košice – Baštová bol ženského pohlavia. Na základe uzatvárania rastových chrupaviek ide o dospelého jedinca nad 25 rokov. Hodnotením *facies auricularis* na panve bolo stanovené široké vekové rozhranie, od 29 do 88 rokov. Z nájdených kostí nebolo možné

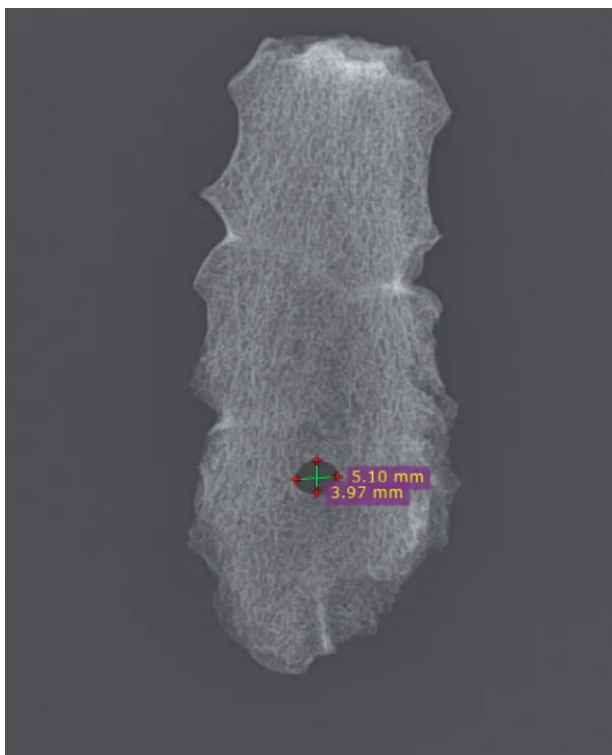
odhadnúť telesnú výšku jedinca (Obrázok 2). Predmetom nášho výskumu bola hrudná kosť. Z dôvodu nekompletného manubria a chýbajúceho *processus xiphoides* boli merania hrudnej kosti obmedzené len na *corpus sterni*. Celková dĺžka *corpus sterni* bola 77,4 mm. Vzdialenosť medzi pravým a ľavým stredovým bodom *incisura costales* 2-3 (CSWa) bola 23,2 mm, vzdialenosť medzi pravým a ľavým stredovým bodom *incisura costales* 3-4 (CSWb) 27,9 mm a vzdialenosť medzi pravým a ľavým stredovým bodom *incisura costales* 4-5 (CSWc) 30,8 mm. Na základe RTG snímky a antropometrických meraní otvor v hrudnej kosti bol diagnostikovaný ako vývinová varieta bez patologických prejavov (Obrázok 3, Obrázok 4). Otvor bol oválneho tvaru s hladkými okrajmi s neporušenou kortikálnou kosťou s rozmermi dĺžka 3,97 mm × šírka 5,10 mm, prítomný v dolnej tretine *corpus sterni*. Vzdialenosť od *angulus sterni* bola 51,3 mm a 22,3 mm od dolného konca hrudnej kosti. Predpokladáme že foramen v *corpus sterni* bol počas života jedinca asymptomatický a netvoril život ohrozujúcu komplikáciu. U kostrových pozostatkov boli pozorované aj ďalšie patológie: na panve v oblasti *facies auricularis* bol prítomný kostný výbežok a na povrchu *facies lunata* v acetábule boli pozorované porotické zmeny.



Obrázok 2. Kostrové pozostatky z archeologickej lokality Košice – Baštová (Hrob č. 13) uložené do anatomickej polohy a pripravené na antropologické analýzy



Obrázok 3. Sternálny otvor umiestnený v dolnej časti tela hrudnej kosti



Obrázok 4. RTG snímok otvoru v corpus sterni

### Diskusia

Vývin sternu začína už v šiestom týždni prenatálneho vývinu v podobe šiestich segmentov (*sternebrae*). Telo hrudnej kosti (*corpus sterni*) a *processus xiphoideus* sa vyvíjajú na ventrálnej stene trupu z mezenchýmu somatopleury. Základom je dvojica sternálnych líst tvoriaca sa v blízkosti ventrálneho konca rebier. V priebehu siedmeho týždňa líšty v mediálne čiare zrastajú, zrastanie je ukončené na prelome deviateho a desiateho týždňa (Zalel, Lipitz, Soriano, & Achiron, 1999). Existuje niekoľko teórií vývinu manubria, z ktorých niektoré predpokladajú vývin zo sternálnych líst, iné podporujú teóriu vývinu kondenzáciou medziklavikulárneho mezenchýmu. Moderné teórie však potvrdzujú, že vývin manubria prebieha komplexne

z mezenchýmu pochádzajúceho z laterálnej platničky, somitov a neurálnej líšty (Rodríguez-Vázquez, Verdugo-López, Garrido, Murakami, & Kim, 2013).

Výskumy rozmerov manubria, *corpus sterni* ale aj celkovej dĺžky sternu (dĺžka manubria + dĺžka *corpus sterni*) indikujú významné rozdiely v pohlaví (Ashley, 1956; Ramadan et al. 2010; Ateşoğlu et al., 2018). Ashley (1956) zistil, že dĺžka hrudnej kosti u mužov presahovala 149 mm, zatiaľ čo u žien hrudná kosť bola kratšia ako 149 mm. Pri výskume dĺžky tela hrudnej kosti, štúdia od Teige (1983) stanovuje v európskej populácii priemernú dĺžku u žien 88,5 mm a u mužov 103,5 mm. V našej štúdii bola u kostrových pozostatkov ženy stanovená dĺžka *corpus sterni* výrazne nižšia a to 77,4 mm. Celková dĺžka hrudnej kosti nebola stanovená z dôvodu nekompletného manubria.

Osifikácia sternu prebieha od 5. mesiaca prenatálneho vývinu najskôr v manubriu, neskôr v hornej časti tela sternu. V 7. mesiaci osifikuje stredná časť tela sternu, dolná časť tela sternu až počas 1. roka postnatálneho vývinu. Osifikácia poslednej časti hrudnej kosti, *processus xiphoideus*, prebieha od 5. roku života a končí v dospelosti (Skandalakis, Gray, Ricketts, & Skandalakis, 1994). Akékoľvek zlyhanie alebo neúplná osifikácia môže mať za následok vznik sternálneho otvoru. Neboli zistené významné rozdiely vo frekvenciách výskytu sternálnych otvorov medzi pohlaviami (Babinski et al., 2015; Paraskevas et al., 2015). Foramen v sterne sa vyskytuje približne u 5 % súčasnej populácie (rozmedzie 4,3–6,7 %) (Stark, 1985; Cooper, Stewart, & McCormick, 1988). V európskych populáciách je prevalencia *sternum foramen* nižšia (8,6 %) v porovnaní s populáciami Afriky (13,6 %) a Južnej Ameriky (13,9 %). V Severnej Amerike je výskyt sternálnych otvorov na úrovni 6,2 % (Pasička et al., 2023). Choi, Iwanaga, & Tubbs (2017) po komplexnom zhrnutí výsledkov viacerých štúdií uvádzajú percentálny výskyt sternálnych otvorov v rozmedzí 2,8 %–13,8 %, pričom najčastejšie až 78,8 % otvorov je lokalizovaných v dolnej tretine *corpus sterni* (Boruah et al., 2016). Telo hrudnej kosti pozostáva zo štyroch *sternebrae*, a kým prvý osifikuje prenatálne z jedného osifikačného centra, 4. *sternebrae* osifikuje postnatálne z viacerých osifikačných centier a to môže byť dôvodom vyššieho výskytu sternálnych otvorov práve v dolnej časti *corpus sterni* v porovnaní s kraniálnou časťou (Ibrahim, Gregory, & Weerakkody, 2018). Štúdie od Paraskevas et al. (2015) a Guarna et al. (2017) uvádzajú, že sternálne otvory boli pozorované v manubriu, v tele hrudnej kosti, najčastejší výskyt však bol popísaný v *processus xiphoideus* (72,7 %). Otvor v našej štúdii bol lokalizovaný v dolnej časti tela hrudnej kosti s dĺžkou 3,97 mm × šírkou 5,10 mm. Vzdialenosť od *angulus sterni* bola 51,3 mm a 22,3 mm od dolného konca hrudnej kosti. Výskyt otvoru v dolnej tretine *corpus sterni* pozorovali aj Tandon & Gara (2016) s rozmermi 8,75 mm × 7,35 mm. Vzdialenosť od sternálneho uhla bola 68,06 mm a 25,26 mm od dolného konca hrudnej kosti. Výskum Taqdees, Vanitha, & Khaleel (2015) detekoval otvor o veľkosti 11 mm x 10 mm. Veľkosť ďalších diagnostikovaných sternálnych otvorov bola v štúdiách pozorovaná ako veľmi variabilná od 0,9 mm po 16,7 mm, v priemere 6,5 mm (Babinski et al., 2015; Paraskevas et al., 2015).

Sternálny otvor nie je vývinová varieta pozorovaná len u novovekej a súčasnej populácii, ale bola popísaná aj u kostrových pozostatkov jedincov žijúcich v období staroveku a stredoveku. Baldoni et al. (2016) pri výskume populácie z oblasti Colonna (Taliansko) s datovaním do obdobia včasného stredoveku (8.–10. storočie n. l.) detekoval sternálny otvor u 0,69 % jedincov. Výskum pod jeho vedením sa neskôr presunul do oblasti Palestrina (Taliansko), kde u kostrových pozostatkov z 1.–3. storočia n. l. (obdobie Rímskeho kráľovstva) bol stanovený frekvenčný výskyt tejto vývinovej variety na 1,6 % (Baldoni et al., 2019). Sternálny otvor bol popísaný aj u dvoch jedincov (muž a žena) zo stredovekého pohrebiska v meste Vratis v provincii Burgas (Bulharsko),

datovaných na 12.–14. storočie n.l. (Vassilev & Christova-Penkova, 2018). Z obdobia neskorého stredoveku pochádzajú kostrové pozostatky muža nájdeného v arménskom kostole sv. Hripsima (Krym), u ktorého bola diagnostikovaná osteomalácia s prítomným otvorom v hrudnej kosti na úrovni piateho *cartilago costalis* (Khudaverdyan, Yengibaryan, Hovhanesyan, Khachatryan, & Yeganyan, 2019).

Jedinci s prítomným sternálnym otvorom sú asymptomatickí a u väčšiny z nich sa dnes táto varieta diagnostikuje až po vyšetrení zobrazovacími metódami (RTG, CT, MRI). Poznanie prítomnosti sternálnych otvorov je dôležité napríklad pri sternálnej punkcii pri biopsii kostnej drene alebo akupunktúrach, kde zavedenie ihly cez otvor môže spôsobiť pneumotorax alebo tamponádu perikardu, čo môže byť pre jedinca fatálne (Halvorsen, Anda, Naess, & Lewang, 1995; Pevnage, De Maeseneer, Muylle, & Osterux, 2002; Bhootra, 2004). Rizikom pri kardiopulmonálnej resuscitácii je zlomenina hrudnej kosti práve v oblasti otvoru, čo následne môže viesť k závažnému poraneniu srdca a smrti pacienta (Bayarogullari et al., 2014). Rovnako môže byť sternálny otvor mylne označovaný za patologickú osteolytickú léziu ako je cysta, granulóm, chondróm, sarkóm alebo dokonca metastatická lézia (Ishii et al., 2011; Babinski et al., 2015). V oblasti forenznej antropológie a súdneho lekárstva počas analýzy kostrových pozostatkov by mohol byť sternálny otvor nesprávne interpretovaný ako penetrácia po strelnom poranení alebo ako iná traumatická penetrujúca lézia, ktorá zavádza vyšetrovanie príčiny smrti jedinca (Guarna et al., 2017). Prítomnosť sternálnych otvorov však môže byť dnes aj pomôckou pri identifikácii obetí (Singh & Pathak, 2013).

## Záver

V závere môžeme konštatovať, že po dôkladnom antropologickom a rádiologickom zhodnotení tela hrudnej kosti u kostrových pozostatkov z hrobu č.13 z archeologickej lokality Košice – Baštová bol prítomný sternálny otvor diagnostikovaný len ako vývinová varieta bez patologických prejavov. To nás zároveň vedie k predpokladu, že uvedená kongenitálna anomália bola u jedinca odhadom ženského pohlavia počas života asymptomatická a netvorila život ohrozujúcu komplikáciu. V oblasti forenznej antropológie je poznanie týchto sternálnych defektov mimoriadne dôležité z dôvodu, aby neboli diagnostikované ako traumatické lézie.

## Podakovanie

Podakovanie patrí Rádiodiagnostickému oddeleniu Nemocnice Agel v Levoči za možnosť uskutočnenia röntgenovej analýzy kostrových pozostatkov a zhotovenie RTG snímok.

## Súhrn

Predmetom predloženej kazuistiky bola antropologická analýza kostrových pozostatkov z archeologickej lokality Košice – Baštová nájdených v hrobe č.13 na ploche parkánu, u ktorých bola pozorovaná perforácia v oblasti tela hrudnej kosti. Nekompletné kostrové pozostatky po antropometrickej analýze patrili odhadom dospelej žene neidentifikovateľnej výšky. Telo hrudnej kosti bolo podrobené aj RTG vyšetreniu z dôvodu presnej diagnostiky prítomného otvoru. Foramen mal oválny tvar s rozmermi dĺžka 3,97 mm × šírka 5,10 mm, prítomný v dolnej tretine *corpus sterni*. Vzdialenosť od *angulus sterni* bola 51,3 mm a 22,3 mm od dolného konca hrudnej kosti. Výsledky výskumu potvrdzujú, že sternálny otvor predstavuje vývinovú varietu bez patologických prejavov s predpokladom asymptomatického stavu. Vylúčené bolo traumatické poranenie resp. poranenie po strelnnej zbrani. Poznanie sternálnych otvorov je dôležité v súdno-lekárskej kriminalistike, v klinickej medicíne a antropológii.

**Kľúčové slova:** hrudná kosť, otvor, rozmery, röntgenové vyšetrenie, vývinová varieta

## Literatúra:

- Acastello, E., Majluf, F., Garrido, P., Barbosa, L. M., & Peredo, A. (2003). Sternal cleft: a surgical opportunity. *Journal of Pediatric Surgery*, 38(2), 178–183.
- Ashley, G. T. (1956). The human sternum: the influence of sex and age on its measurements. *Journal of Forensic Medicine*, 3, 27–43.
- Ateşoğlu, S., Deniz, M., & Uslu, A. I. (2018). Evaluation of the morphological characteristic and sex differences of sternum by multi-detector computed tomography. *Folia morphologica*, 77(3), 489–497.
- Babinski, M. A., de Lemos, L., Babinski, M. S., Gonçalves, M. V., De Paula, R. C., & Fernandes, R. M. (2015). Frequency of sternal foramen evaluated by MDCT: A minor variation of great relevance. *Surgical and Radiologic Anatomy*, 37(3), 287–291.
- Babinski, M. A., Rafael, F. A., Steil, A. D., Sousarodrigues, C. F., Sgrott, E. A., De Paula, R. C., & Fernandes, R. M. P. (2012). High prevalence of sternal foramen: quantitative, anatomical analysis and its clinical implications in acupuncture practice. *International Journal of Morphology*, 30(3), 1042–1049.
- Baldoni, M., Gismondi, A., Alexander, M. M., D'Agostino, A., Tibaldi, D., Di Marco G., ... Martínez-Labarga, C. (2019). A multidisciplinary approach to investigate the osteobiography of the Roman Imperial population from Muracciola Torresina (Palestrina, Rome, Italy). *Journal of Archaeological Science: Reports*, 32, 102279.
- Baldoni, M., Nardi, A., Muldner, G., Lelli, R., Gnes, M., Ferraresi, F., ... Martínez-Labarga, C. (2016). Archaeo-biological reconstruction of the Italian medieval population of Colonna (8th–10th centuries CE). *Journal of Archaeological Science: Reports*, 10, 483–494.
- Bayarogullari, H., Yengil, E., Davran, R., Ağlagül, E., Karazincir, S., & Balci, A. (2014). Evaluation of the postnatal development of the sternum and sternal variations using multidetector CT. *Diagnostic and Interventional Radiology*, 20(1), 82–89.
- Bhootra, B. L. (2004). Fatality following a sternal bone marrow aspiration procedure: a case report. *Medicine, Science and the Law*, 44(2), 170–172.
- Boruah, D. K., Prakash, A., Yadav, R. R., Dhingani, D. D., Achar, S., Augustine, A., & Mahanta, K. (2016). The safe zone for blinded sternal interventions based on CT evaluation of midline congenital sternal foramina. *Skeletal Radiology*, 45(12), 1619–1628.
- Buckberry, J. L., & Chamberlain, A. T. (2002). Age estimation from the auricular surface of the ilium: a revised method. *American journal of physical anthropology*, 119(3), 231–239.
- Cooper, P. D., Stewart, J. H., & McCormick, W. F. (1988). Development and morphology of the sternal foramen. *The American journal of forensic medicine and pathology*, 9(4), 342–347.
- Guarna, M., Agliano, M., Volpi, N., Lorenzoni, P., Franci, D., & Vannozzi, F. (2017). Sternal foramina: anatomy and clinical significance. *Italian Journal of Anatomy and Embryology*, 122(Suppl. 1), 105.
- Halvorsen, T. B., Anda, S. S., Naess, A. B., & Lewang, O. W. (1995). Fatal cardiac tamponade after acupuncture through congenital sternal foramen. *Lancet*, 345(8958), 1175.
- Chaudhari, S. H., Kumar, N., Thakre, G., Kawanpure, H., & Gathe, B. (2016). A study on medico-legal and clinical aspects of congenital sternal foramina. *Indian Journal of Forensic and Community Medicine*, 3(3), 194–197.

- Choi, P. J., Iwanaga, J., & Tubbs, R. S. (2017). A Comprehensive Review of the Sternal Foramina and its Clinical Significance. *Cureus*, 9(12), e1929.
- Ibrahim, D., Gregory, L., & Weerakkody, Y. (2018). *Unfused sternal body segments (sternebrae)*. Reference article. Retrieved from <https://radiopaedia.org/articles/unfused-sternal-body-segments-sternebrae>.
- Işcan M. Y. (1985). Osteometric analysis of sexual dimorphism in the sternal end of the rib. *Journal of forensic sciences*, 30(4), 1090–1099.
- Ishii, S., Shishido, F., Miyajima, M., Sakuma, K., Shigihara, T., Kikuchi, K., & Nakajima, M. (2011). Causes of photopenic defects in the lower sternum on bone scintigraphy and correlation with multidetector CT. *Clinical Nuclear Medicine*, 36(5), 355–358.
- Jans, M. M. E., Nielsen-Marsh, C. M., Smith, C. I., Collins, M. J., & Kars, H. (2004). Characterisation of microbial attack on archaeological bone. *Journal of Archaeological Science*, 31(1), 87–95.
- Khudaverdyan, A. Y., Yengibaryan, A., Hovhanesyan, A. A., Khatryan, H., & Yeganyan, L. (2020). A case of osteomalacia in human skeletal remains from St Hripsime Church (Horom, Armenia). *Papers on Anthropology*, 28(2), 28–44.
- Murail, P., Brůžek, 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*, 17 (3–4), 167–176.
- Paraskevas, G., Tzika, M., Anastasopoulos, N., Kitsoulis, P., Sofidis, G., & Natsis, K. (2015). Sternal foramina: incidence in Greek population, anatomy and clinical considerations. *Surgical and Radiologic Anatomy*, 37(7), 845–851.
- Pasieka, P., Pasieka, P. M., Komosa, A., Barnowska, A., Pękala, J., Malinowski, K., & Tomaszewski, K. (2023). Prevalence and morphometry of sternal and xiphoid foramen: a meta-analysis on 16,666 subjects. *Surgical and radiologic anatomy : SRA*, 10.1007/s00276-023-03116-9. Advance online publication. <https://doi.org/10.1007/s00276-023-03116-9>
- Pevenage, P., De Maeseneer, M., Muylle, K., & Osterux, M. (2002). Sternal foramen simulating osteolytic lesion on scintigraphy and SPET imaging. *Annals of Nuclear Medicine*, 15, 227–230.
- Ramadan, S. U., Türkmen, N., Dolgun, N. A., Gökharman, D., Menezes, R. G., Kacar, M., & Koşar, U. (2010). Sex determination from measurements of the sternum and fourth rib using multislice computed tomography of the chest. *Forensic Science International*, 197(1–3), 120.e1–5.
- Rodríguez-Vázquez, J. F., Verdugo-López, S., Garrido, J. M., Murakami, G., & Kim, J. H. (2013). Morphogenesis of the manubrium of sternum in human embryos: a new concept. *Anatomical record (Hoboken, N.J.: 2007)*, 296(2), 279–289.
- Rusnák, R. (2023). *Košice, Baštová 6 (Zámer úpravy nehnuteľnosti – stavba bytového domu)*. Výskumná dokumentácia. Fakulta umení TU, Košice.
- Singh, J., & Pathak, R. K. (2013). Sex and age related non-metric variation of the human sternum in a northwest indian postmortem sample: a pilot study. *Forensic Science International*, 228(1–3), 181.e1–12.
- Skandalakis, J. E., Gray, S. W., Ricketts, R., & Skandalakis, L. J. (1994). *The anterior body wall*. In Skandalakis JE, Gray TW, eds. *Embryology for Surgeons*. Baltimore: Williams and Wilkins, 540–544.
- Stark, P. (1985). Midline sternal foramen: CT demonstration. *Journal of computer assisted tomography*, 9(3), 489–490.
- Stloukal, M. (1999). *Antropologie: příručka pro studium kostry* (1. vyd.). Praha: Národní muzeum.
- Tandon, A., & Gara, R. D. (2016). Sternal foramen. *Medical Journal of Dr. D.Y. Patil University*, 9, 127–128.
- Taqdees, F., Vanitha, S., & Khaleel, Md. A. (2015). Sternal foramen: a case report. *Journal of Evidence Based Medicine and Healthcare*, 2(20), 3079–3081.
- Taylor, H. L. (1974). The sternal foramen: the possible forensic misinterpretation of an anatomical abnormality. *Journal of Forensic Sciences*, 19, 730–734.
- Teige, K. (1983). Morphometric studies of x-rays of the sternum. *Zeitschrift für Rechtsmedizin*, 90, 199–204.
- Vassilev, K., & Christova-Penkova, M. (2018). Anthropological Characteristics of Skeletal Remains from Medieval Vratsa Necropolis. *Acta morphologica et anthropologica*, 23(3–4), 152–159.
- Wick, B. (1931). *Kassa régi temetői, templomi kriptái és sírrelékei*. Košice : Szent Erzsébet nyomda. Retrieved from [https://library.hungaricana.hu/hu/view/SOMORJA\\_Kassaregitemetoi/?pg=11&layout=s](https://library.hungaricana.hu/hu/view/SOMORJA_Kassaregitemetoi/?pg=11&layout=s)
- Yekeler, E., Tunaci, M., Tunaci, A., Dursun, M., & Acunas, G. (2006). Frequency of sternal variations and anomalies evaluated by MDCT. *American journal of roentgenology*, 186(4), 956–960.
- Zalel, Y., Lipitz, S., Soriano, D., & Achiron, R. (1999). The development of the fetal sternum: a cross-sectional sonographic study. *Ultrasound in obstetrics & gynecology: the official journal of the International Society of Ultrasound in Obstetrics and Gynecology*, 13(3), 187–190.

---

Petřejčiková, E., Gaňová, J., Kalafutová, S., Chmelík, M., Rusnák, R., Balogh, A. (2023). Sternálny otvor u kostrových pozostatkov z archeologickej lokality (Košice – Baštová) – kazuistika. *Česká antropologie*, 73 (1), 15–19.