



MORFOLOGIE DU PROCESSUS XIPHOÏDE BIFIDE OU FORAMEN : Y A-T-IL UNE DIFFÉRENCE SUR LE CADAVRE OU L'IMAGERIE ?

ARTICLE ORIGINAL

ARAGÃO, José Aderval¹, TRINDADE, João Gabriel Santana², BATALHA FILHO, Airton Lima³, ARAGÃO, Iapunira Catarina Sant'Anna⁴, ARAGÃO, Felipe Matheus Sant'Anna⁵, KUHN, Caio Siqueira⁶, FEITOSA, Vera Lúcia Correa⁷, REIS, Francisco Prado⁸

ARAGÃO, José Aderval. *et al.* **Morphologie du processus xiphoïde bifide ou foramen : y a-t-il une différence sur le cadavre ou l'imagerie ?**. Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento. Année. 08, éd. 06, vol. 03, p. 35-46. Juin 2023. ISSN : 2448-0959, lien d'accès : <https://www.nucleodoconhecimento.com.br/sante/morphologie-du-processus-xiphoide>, DOI: 10.32749/nucleodoconhecimento.com.br/sante/morphologie-du-processus-xiphoide

RÉSUMÉ

Contexte : Les variations anatomiques du sternum sont fréquentes, en particulier la survenue de foramens et de divisions de l'apophyse xiphoïde. Les auteurs ont utilisé des moyens d'investigation allant de la dissection aux tests d'imagerie pour détecter ces variations. Objectif : rapporter un cas de processus xiphoïde bifide chez un fœtus humain mâle et/ou un foramen xiphoïde par une analyse macroscopique, complétée par l'utilisation d'une image radiographique. Rapport de cas : Des variations anatomiques ont été retrouvées au niveau de l'appendice xiphoïde du sternum telles qu'une formation bifide de l'appendice et un foramen retrouvé en imagerie radiographique, situé au milieu d'un tissu fibreux qui séparait les deux divisions du processus xiphoïde. Conclusion : Les résultats actuels indiquent la nécessité d'une plus grande collaboration dans l'utilisation d'autres méthodes pour étudier les variations anatomiques du sternum. Par exemple, la tomodensitométrie multidétecteur (MDCT). Cela sera d'une grande valeur pour les anatomistes et les spécialistes du diagnostic par imagerie.

Mots clés : Morphologie, Xiphoïde bifide, Anatomie, Cadavre.



1. INTRODUCTION

Le corps humain a de nombreuses variations anatomiques. Connaître ces variations est important pour éviter les erreurs de diagnostic lors des interventions radiologiques, prévenir les blessures dues à une erreur médicale lors des procédures invasives, ainsi que pour faciliter l'interprétation des examens physiques. Le sternum est un os dont les variations anatomiques ont été fréquemment étudiées, sur la base d'examens d'imagerie, d'autopsies et sur des squelettes secs. ^[9]

L'os du sternum est un os plat situé verticalement dans la partie médiane et antérieure de la cage thoracique, il s'articule avec les clavicules et les côtes, et comporte trois parties, le manubrium, le corps et le processus xiphoïde.^{[10]-[12]} L'appendice xiphoïde, situé au niveau de l'épigastre, a pour fonction d'attacher en avant les fibres du muscle droit de l'abdomen, l'aponévrose des muscles obliques internes et externes, ainsi que les fibres du muscle du diaphragme, du transverse du thorax et en arrière les ligaments costoxiphoïdes, ^{[13],[14]} et il a un ou deux centres d'ossification, qui apparaissent dans la 1^{ère} décennie de la vie et sont généralement achevés à l'âge moyen et à la vieillesse. ^{[12],[15]} Au début de la vie, le processus xiphoïde est cartilagineux et s'ossifie à l'âge adulte, avec la transition de l'articulation xiphoïde de la symphyse à la synostose vers l'âge de 40 ans. ^[16] L'incapacité des barres sternales à migrer, à s'unir ou à s'ossifier peut entraîner des variations. ^[17]

Morphologiquement, chez la plupart des gens, le processus xiphoïde apparaît comme une projection osseuse unique et effilée, mais il peut également apparaître comme large, mince, pointu, bifide, perforé, incurvé ou courbé, et avoir un foramen.^{[9]. [16]} La formation d'un foramen sternal peut résulter de la fusion incomplète de segments ossifiés.^[18] Pour Pasiëka *et al.*,^[19] cela entraînerait une perforation complète du manubrium, du corps et/ou du processus xiphoïde, qui pourrait se produire une ou plusieurs fois à n'importe quel endroit le long du sternum effectuer des interventions chirurgicales sur la paroi thoracique antérieure. ^{[11],[12], [20]} Dans cet article, nous avons essayé de rapporter la découverte en utilisant la technique des rayons X pour compléter l'analyse macroscopique, en la comparant à d'autres techniques rapportées dans la littérature.



2. RAPPORT DE CAS

Au cours de la dissection de routine, au Laboratoire d'anatomie humaine de l'Université fédérale de Sergipe, d'un fœtus mâle, obtenu conformément à la loi n° 8501 du 30 novembre 1992, qui traite de l'utilisation de cadavres non réclamés à des fins de recherche, âgés d'environ A 34 semaines, quelques variations anatomiques ont été observées au niveau du sternum, notamment au niveau de l'apophyse xiphoïde. Dans la vue antérieure du sternum, on a trouvé une convexité ventrale s'étendant du manubrium au corps, et une concavité a été trouvée dans le processus xiphoïde. Ce processus partait de la face postérieure du corps du sternum, avait une direction caudale et se projetait obliquement dans la direction postéro-antérieure, formant un angle d'environ 20 degrés (**Figure 1**). En vue postérieure, il y avait une autre concavité qui s'étendait du manubrium à l'extrémité proximale du processus xiphoïde. Observé à l'œil nu, le processus xiphoïde ne semble pas avoir de rupture de continuité avec le corps du sternum. A partir du corps du sternum, ce processus bifurquait en deux autres processus : un à droite, plus de calibre et de 7 mm de long, et un autre à gauche, plus fin, de 8 mm de long, qui suivait vers le processus droit, faisant un angle de environ 120 degrés. Les deux processus étaient séparés l'un de l'autre d'une distance de 5 mm et un tissu conjonctif blanchâtre était visible entre eux, sans présenter de foramen, observé à l'œil nu (**Figure 2**). Cependant, sur la radiographie du sternum, il a permis de visualiser une image compatible avec celle d'un foramen dans le processus xiphoïde, mesurant 25 mm² de surface, ainsi que quatre centres d'ossification, un dans le manubrium et trois dans le corps de le sternum (**Figure 3**).

Figure 1. Vue ventrale du sternum montrant une concavité et une angulation du sternum du sternum



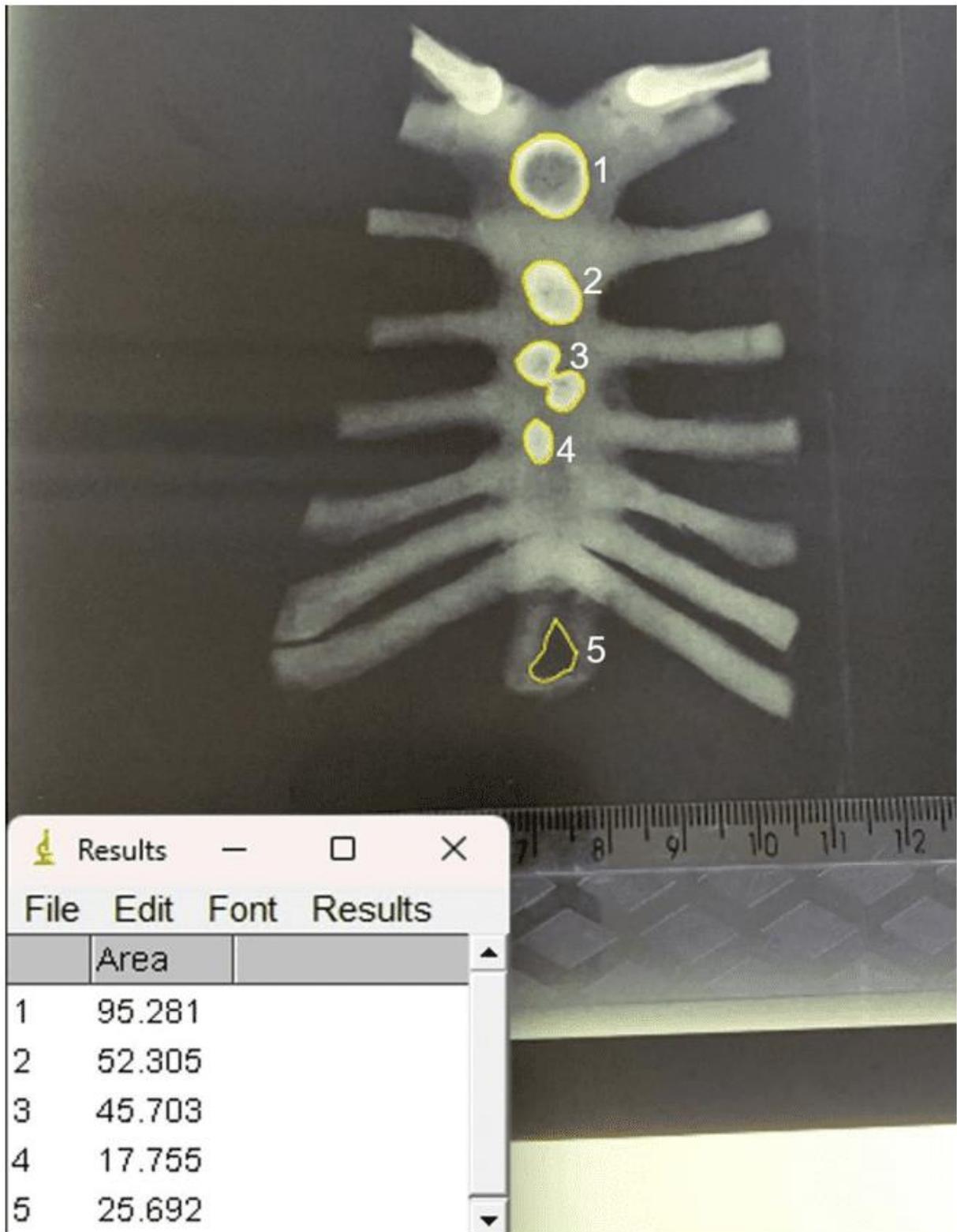
Source : Auteurs (2023).

Figure 2. Vue dorsale du sternum montrant les deux processus xiphoïdes séparés par du tissu conjonctif et sans foramen visible à l'œil nu



Source : Auteurs (2023).

Figure 3. Zone du foramen xiphoïde et des centres d'ossification



^{[9]-[12]} Centres d'ossification.

^[13] Foramen xiphoïde.

Source : Auteurs (2023).



3. DISCUSSION

Le sternum provient d'une paire de bandes mésenchymateuses longitudinales, situées des deux côtés de la paroi thoracique antérieure, qui apparaissent au cours de la sixième semaine de la vie intra-utérine, puis se développent et migrent médialement pour se rencontrer sur la ligne médiane où elles fusionnent. Cette fusion des barres sternales est achevée à la 10^{ème} semaine de vie intra-utérine, après la fixation des côtes pour former la plaque sternale.^{[11], [18], [21]} Plusieurs centres d'ossification sont présents dans le sternum, et cela progresse dans une direction craniocaudale de la troisième à la quatrième année de la vie postnatale et est généralement complet à l'adolescence ou à l'âge adulte.^{[11],[18], [20]} L'ossification de l'os sternal est de type endochondral, qui est régulée à partir de centres d'ossification spécifiques situés dans le manubrium (un point d'ossification) et, dans le mésosternum (trois points d'ossification), elle est conduite le long de segments spécifiques du mésosternum, connu sous forme de sternèbres, peut prolonger jusqu'à 25 ans de vie.^{[22]-[24]} Dans la présente étude, il a été possible d'observer, à travers une radiographie du sternum du fœtus, quatre points d'ossification, dont un dans le manubrium et trois dans le corps. Il est important de souligner que ces résultats n'ont pas été observés lors de l'examen de dissection.

Les échecs dans le processus de développement des lignes de fusion de plusieurs centres d'ossification entraînent diverses anomalies du sternum, telles que la formation de foramens ou de fissures.^{[11], [25], [26]} La fusion incomplète de l'extrémité inférieure du sternum entraîne un processus xiphoïde bifide ou perforé,^{[13],[18], [20]} qui peut apparaître rempli de tissu fibro-adipeux et de vaisseaux.^[26] Dans le cas présent, un tissu fibroadipeux a également été observé occupant le foramen sternal et/ou la bifurcation du processus xiphoïde.

Le foramen sternal est un défaut de développement du sternum qui entraîne une perforation complète du manubrium, du corps ou du processus xiphoïde, mais apparaît principalement sur la partie inférieure du sternum. Cette variation anatomique peut être unique ou multiple dans n'importe quelle région le long du sternum (Pasiëka *et al.*, 2023).^[19] L'incidence du foramen sternal dans la littérature a varié de 3,1 % à 27,4 %,



tandis que la présence de foramen xiphoïde a été signalée jusqu'à 57,8 % (**tableau 1**). [\[9\]](#), [\[12\]](#), [\[13\]](#), [\[21\]](#), [\[22\]](#), [\[25\]](#)- [\[36\]](#)

Tableau 1. Présence générale du foramen xiphoïde chez les humains adultes des deux sexes

Auteur	Méthode d'étude	Foramen xiphoïde unique %
Akin <i>et al.</i> , [13]	Tomodensitométrie multidétecteur	34.2
Xie <i>et al.</i> , [36]	Tomodensitométrie multidétecteur	57.8
Kuzucuoglu, Albayrak, [37]	Tomodensitométrie	33.8
Vatzia <i>et al.</i> , [12]	Tomodensitométrie multidétecteur	30.7
Pasieka <i>et al.</i> , [19]	Tomodensitométrie et rayons X	2.9
Ashley, [29]	Rayons X	13.3
El-Busaid <i>et al.</i> , [33]	Cadavres	13.8
Babinski <i>et al.</i> , [20]	Cadavres	16.7
Xie <i>et al.</i> , [36]	Cadavres	56.1
Paraskevas <i>et al.</i> , [21]	Cadavres	18.3
Gkantsinikoudis <i>et al.</i> , [18]	Cadavres	14.3

Source : Auteurs (2023).

Dans le cas présent, un foramen xiphoïde a été visualisé à travers une radiographie du sternum d'un fœtus mâle. Plusieurs auteurs ont également observé une prévalence plus élevée du foramen xiphoïde chez les mâles, [\[18\]](#)-[\[20\]](#), [\[35\]](#) contrairement à Paraskevas *et al.*, [\[21\]](#) qui n'ont pas observé de différences de prévalence entre les sexes.

Le sternum étant un os situé en avant de plusieurs structures vitales de la cage thoracique, la connaissance des foramens sternaux devient d'une grande importance pour éviter les lésions de ces structures situées dans le thorax, avec de nombreuses implications, telles que des lésions traumatiques de la plèvre, du cœur, à la suite de procédures d'aspiration de moelle osseuse ou d'acupuncture. [\[11\]](#), [\[20\]](#) Ainsi, des procédures telles que l'acupuncture, l'aspiration de la moelle osseuse et la ponction sternale doivent être planifiées à l'avance avec une analyse d'image radiologique.



Parce que si une aiguille est insérée profondément, le péricarde peut être blessé, ce qui peut provoquer un pneumothorax ou une tamponnade cardiaque, ainsi qu'une blessure à un vaisseau dans la poitrine ou même au ventricule droit.^{[12],[18],[20],[21],[26]}

La bifurcation du processus xiphoïde, la distinction entre fracture et variation du sternum est importante chez un patient traumatisé.^{[16],[30]} Les variations anatomiques peuvent simuler des fractures sternales sur une radiographie simple, mais l'échographie et la tomodensitométrie du sternum peuvent être utilisées pour distinguer les variations anatomiques des fractures.^[39] Par conséquent, des images en coupe transversale, telles que la tomodensitométrie et l'IRM, sont souvent nécessaires pour décrire les résultats détectés à la radiographie et révéler de petits changements supplémentaires.^[40]

Les variations sternales sont des découvertes fortuites courantes sur les images radiographiques, et les étiologies typiques comprennent les os ou les tubercules suprasternaux, la bande ou fente sclérotique sternale, les foramens, les terminaisons xiphoïdes bifides ou trifides et l'angulation du processus xiphoïde.^{[9],[41]} Les variations anatomiques du sternum se produisent dans jusqu'à 74% de la population,^[12] avec foramen sternal survenant dans 2,5 à 13,8%,^[17] processus xiphoïdes bifides chez 17,5 à 32,8% et processus xiphoïdes trifides chez 0,7 à 4,6% des individus.^{[13],[42],[43]} Bien que la présence de variations sternales, avec un seul processus xiphoïde, bifide, trifurqué, foramen et absence, des symptômes rarement présents, sont généralement des constatations occasionnelles sur les images radiographiques ou l'autopsie, elles ont une pertinence clinique.^{[13],[16],[17],[21],[33],[41],[44]} Des rapports dans la littérature ont trouvé une prévalence variable des processus xiphoïdes bifides allant de 20% à 42,9% (**tableau 2**), tandis qu'un seul processus xiphoïde a été trouvé dans 62,6% à 80% des cas.^{[13],[17],[21],[33],[43],[44]}

Tableau 2. Occurrence générale du processus xiphoïde bifide chez les humains adultes des deux sexes

Auteur	Méthode d'étude	Processus xiphoïde bifide %
Yekeler <i>et al.</i> , ^[9]	Tomodensitométrie multidétecteur	27.2
Akin <i>et al.</i> , ^[13]	Tomodensitométrie	32.8



El-Busaid <i>et al.</i> , ^[33]	Cadavres	20.0
Delgado <i>et al.</i> , ^[45]	Tomodensitométrie	1.0
Kirum <i>et al.</i> , ^[44]	Cadavres	42.9
Turkay <i>et al.</i> , ^[43]	Tomodensitométrie	25.0
Ateşoğlu, Deniz, Uslu, ^[40]	Tomodensitométrie multidétecteur	10.5

Source : Auteurs (2023).

Pasieka *et al.*,^[19] ont réalisé une méta-analyse avec 16 666 patients pour étudier la prévalence du foramen sternal dans le corps et dans le processus xiphoïde, ainsi que pour vérifier son importance clinique. Les auteurs ont rapporté qu'il y avait une amélioration statistiquement significative de la détection du foramen sternal dans les études cadavériques par rapport aux modalités d'imagerie par tomodensitométrie et rayons X. Cependant, aucune différence statistiquement significative n'a été trouvée entre les études de tomodensitométrie multidétecteur, de tomodensitométrie et de rayons X, ainsi qu'entre les études de tomodensitométrie cadavérique et multidétecteur. Cela est probablement dû au fait que lors des autopsies, il est possible de visualiser de petits foramens qui pourraient ne pas être visualisés de manière fiable sur la tomodensitométrie multidétecteur, les rayons X et la tomodensitométrie. Bien qu'il n'y ait pas de différence statistiquement significative entre la tomodensitométrie multidétecteur, la tomodensitométrie et les rayons X, il a été suggéré que les professionnels de la santé cherchant à vérifier la présence d'un foramen sternal devraient utiliser des images de tomodensitométrie multidétecteur.^[40]

4. CONCLUSION

Les résultats actuels montrent la nécessité d'accorder plus d'attention aux variations anatomiques du sternum grâce à l'utilisation de différentes méthodes telles que la tomodensitométrie, la tomodensitométrie multidétecteur et les rayons X. Cette attention sera importante non seulement pour les anatomistes, mais surtout pour les imagerieologues, afin d'éviter les erreurs d'analyse diagnostique.



RÉFÉRENCES

- [9] YEKELER, E. *et al.* Frequency of sternal variations and anomalies evaluated by MDCT. **AJR Am J Roentgenol**, 2006.
- [10] SACCHERI, P. *et al.* A keyhole-shaped sternal defect in an ancient human skeleton. **Surg Radiol Anat**, 2012.
- [11] FOKIN, A. A. Cleft sternum and sternal foramen. **Chest Surg Clin N Am**, 2000.
- [12] VATZIA, K. Frequency of sternal variations and anomalies in living individuals evaluated by MDCT. **Eur J Radiol**, 2021.
- [13] AKIN, K. *et al.* Anatomic evaluation of the xiphoid process with 64-row multidetector computed tomography. **Skeletal Radiol**, 2011.
- [14] KUMAR, N. S.; BRAVIAN, D.; MORE, A. B. Xiphoid foramen and its clinical implication. **Int J Anat Res**, 2014.
- [15] DURAIKANNU, C.; NORONHA, O. V.; SUNDARRAJAN, P. MDCT evaluation of sternal variations: Pictorial essay. **Indian J Radiol Imaging**, 2016.
- [16] MASHRIQI, F.; D'ANTONI, A. V.; TUBBS, R. S. Xiphoid process variations: a review with an extremely unusual case report. **Cureus**, 2017.
- [17] CHOI, P. J.; IWANAGA, J.; TUBBS, R. S. A comprehensive review of the sternal foramina and its clinical significance. **Cureus**. 2017.
- [18] GKANTSINIKOUDIS, N. *et al.* Morphological approach of the sternal foramen: an anatomic study and a short review of the literature. **Folia Morphol (Warsz)**, 2017.
- [19] PASIEKA, P. *et al.* Prevalence and morphometry of sternal and xiphoid foramen: a meta-analysis on 16,666 subjects. **Surg Radiol Anat**, 2023.
- [20] BABINSKI, M. A. *et al.* High prevalence of sternal foramen: quantitative, Anatomical analysis and its clinical implications in acupuncture practice. **Int. J. Morphol**, 2012.
- [21] PARASKEVAS, G. *et al.* Sternal foramina: incidence in Greek population, anatomy and clinical considerations. **Surg Radiol Anat**, 2015.
- [22] BAYAROĞULLARI, H. *et al.* Evaluation of the postnatal development of the sternum and sternal variations using multidetector CT. **Diagn Interv Radiol**, 2014.
- [23] WEAVER, A. A. *et al.* Morphometric analysis of variation in the sternum with sex and age. **J Morphol**, 2014.



- [24] CUBUK, S.; HAMCAN, S. Anatomic variations of sternum may mimic traumatic complications. **Am J Emerg Med**, 2016.
- [25] MOORE, M. K.; STEWART, J. H.; MCCORMICK, W. F. Anomalies of the human chest plate area. Radiographic findings in a large autopsy population. **Am J Forensic Med Pathol**, 1988.
- [26] COOPER, P. D.; STEWART J. H.; MCCORMICK, W. F. Development and morphology of the sternal foramen. **Am J Forensic Med Pathol**, 1988.
- [27] MCCORMICK, W. F. Sternal foramina in man. **Am J Forensic Med Pathol**, 1981.
- [28] STARK, P. Midline sternal foramen: CT demonstration. **J Comput Assist Tomogr**, 1985.
- [29] ASHLEY, G. T. The relationship between the pattern of ossification and the definitive shape of the mesosternum in man. **J Anat**, 1956.
- [30] SCHRATTER, M. *et al.* Foramensternale: kleine Anomalie—grosse Relevanz [The foramen sternale: a minor anomaly—great relevance]. **Rofo**, 1997.
- [31] AKTAN, A.; SAVAŞ, R. Anatomic and HRCT demonstration of midline sternal foramina. **Turk J Med Sci**. 1998.
- [32] ISHII, S. *et al.* Causes of photopenic defects in the lower sternum on bone scintigraphy and correlation with multidetector CT. **Clin Nucl Med**, 2011.
- [33] EL-BUSAID, H. *et al.* Sternal foramina and variant xiphoid morphology in a Kenyan population. **Folia Morphol (Warsz)**, 2012.
- [34] SINGH, J.; PATHAK, R. K. Sex and age related non-metric variation of the human sternum in a Northwest Indian postmortem sample: a pilot study. **Forensic Sci Int**, 2013.
- [35] MACALUSO, P. J.; LUCENA, J. Morphological variations of the anterior thoracic skeleton and their forensic significance: radiographic findings in a Spanish autopsy sample. **Forensic Sci Int**, 2014.
- [36] XIE, Y-Z. *et al.* Morphology of the human xiphoid process: dissection and radiography of cadavers and MDCT of patients. **Surg Radiol Anat**, 2014.
- [37] KUZUCUOGLU, M.; ALBAYRAK, I. Topographic evaluation of sternal foramen patients with thoracic computed tomography. **Surg Radiol Anat**, 2020.
- [38] HUGGETT, J. M.; ROSZLER, M. H. CT findings of sternal fracture. **Injury**, 1998.



- [39] JIN W.; YANG, D. M.; KIM, H. C.; RYU, K. N. Diagnostic values of sonography for assessment of sternal fractures compared with conventional radiography and bone scans. **J Ultrasound Med**, 2006.
- [40] ATEŞOĞLU, S.; DENİZ, M.; USLU, A. I. Evaluation of the morphological characteristic and sex differences of sternum by multi-detector computed tomography. **Folia Morphol (Warsz)**, 2018.
- [41] LACHKAR, S.; IWANAGA, J.; TUBBS, R. S. An elongated dorsally curved xiphoid process. **Anat Cell Biol**, 2019.
- [42] BABINSKI, M. A. *et al.* Frequency of sternal foramen evaluated by MDCT: a minor variation of great relevance. **Surg Radiol Anat**, 2015.
- [43] TURKAY, R. *et al.* Frequency of sternal variations in living individuals. **Surg Radiol Anat**, 2017.
- [44] KIRUM, G. G. *et al.* Anatomical variations of the sternal angle and anomalies of adult human sterna from the Galloway osteological collection at Makerere University Anatomy Department. **Folia Morphol (Warsz)**, 2017.
- [45] DELGADO, J. *et al.* Sternal development in the pediatric population: evaluation using computed tomography. **Pediatr Radiol**, 2014.

Soumis : 06 avril 2023.

Approuvé : 10 mai 2023.

¹ Professeur titulaire d'anatomie clinique. ORCID: 0000-0002-2300-3330. Currículo Lattes: <http://lattes.cnpq.br/6911783083973582>.

² Étudiant en médecine. ORCID: 0009-0002-4983-464X. Currículo Lattes: <https://lattes.cnpq.br/2925585130535492>.

³ Étudiant en médecine. ORCID: 0000-0002-5298-537X. Currículo Lattes: <https://lattes.cnpq.br/4094603011437055>.

⁴ Résident Clinique Médicale. ORCID: 0000-0002-5298-537X. Currículo Lattes: <http://lattes.cnpq.br/6291628187714859>.

⁵ Résident Clinique Médicale. ORCID: 0000-0001-9211-7000. Currículo Lattes: <http://lattes.cnpq.br/4619345212343744>.

⁶ Étudiant en médecine. ORCID: 0000-0002-1804-5114. Currículo Lattes: <http://lattes.cnpq.br/0947941516831134>.

⁷ Professeur titulaire de biologie moléculaire. ORCID: 0000-0001-5705-6433. Currículo Lattes: <http://lattes.cnpq.br/3337321488338686>.

⁸ Professeur titulaire de la faculté de médecine. ORCID: 0000-0002-7776-1831. Currículo Lattes: <http://lattes.cnpq.br/6858508576490184>.