

Les caractères discrets des membres supérieurs : un essai de synthèse des données

Non-metric traits in upper limbs: a data synthesis

J.-L. Voisin

Reçu le 17 octobre 2010 ; accepté le 26 septembre 2011
© Société d'anthropologie de Paris et Springer-Verlag France 2011

Résumé Depuis les travaux de Finnegan et de Saunders à la fin des années 1970, aucun travail de synthèse sur les caractères discrets postcrâniens n'a été entrepris. Or, les connaissances concernant ces caractères, en particulier leur étiole, ont beaucoup progressé, notamment grâce aux nombreuses études médicales. De surcroît, ces travaux sont répartis dans un très grand nombre de revues, ce qui rend délicate toute approche concernant ces caractères. Ainsi, le travail présenté ici comble un manque en réalisant une telle synthèse. Ce travail se limite aux membres supérieurs, et il est intéressant de constater que l'essentiel des caractères discrets est concentré sur trois os : la clavicule, la scapula et l'humérus. Cette répartition inégale des caractères semble due, en particulier, au faible nombre d'études sur l'extrémité distale du membre supérieur. Ces caractères ont le plus souvent une double origine : génétique et environnementale. Il est donc difficile de les interpréter sur un individu isolé. Au contraire, les fréquences de nombreux caractères sont propres à chaque population. Ainsi, ces caractères restent importants dans l'étude des populations humaines, car ils apportent aussi bien des informations comportementales que génétiques. *Pour citer cette revue : Bull. Mém. Soc. Anthropol. Paris 24 (2012).*

Mots clés Caractères discrets · Scapula · Clavicule · Humérus · Ulna · Radius

Abstract Since the work of Finnegan and Saunders in the late 1970s, no synthetic work has been undertaken on post-

cranial non-metric traits. However, knowledge on these traits has greatly increased, especially on their aetiology. These advances have been achieved primarily through medical studies, but their results are widely scattered across a great many publications which makes it difficult to research the subject. This paper seeks to fill the gap by presenting a synthesis of published data. This work is limited to the upper limbs, and there is a great difference in the distribution of these non-metric traits distribution on the upper limb bones. Most of these traits are located on three bones: clavicle, scapula and humerus. These non-metric traits nearly always have a dual genetic and environmental origins which means that it is not easy to interpret them from a single individual. Moreover, the frequencies of non-metric traits are characteristics of each population, which justifies a population-based approach. In other words, these traits are important to human population studies because they provide behavioural as well as genetic information. *To cite this journal: Bull. Mém. Soc. Anthropol. Paris 24 (2012).*

Keywords Non-metric traits · Scapula · Clavicle · Humerus · Ulna · Radius

Introduction

Les caractères discrets sont étudiés depuis longtemps dans le monde animal, aussi bien chez les invertébrés que chez les vertébrés, soit pour différencier des espèces et des sous-espèces, soit pour déterminer des transferts géniques entre populations [1]. Ainsi, l'anthropologie n'a pas fait exception, et les études utilisant les caractères discrets existent depuis le XIX^e siècle et ont connu un engouement important au cours des années 1970. Depuis, l'intérêt pour ces caractères semble avoir diminué, mais les travaux les concernant n'ont pas cessé pour autant comme le montre la bibliographie récente concernant aussi bien les populations actuelles [2–13] que fossiles [14–22]. Cependant, certains caractères

J.-L. Voisin (✉)
USM 103 et UMR 7194 du département de Préhistoire,
Institut de Paléontologie Humaine,
1, rue René-Panhard, F-75013 Paris, France
e-mail : jeanlucv@mnhn.fr

UMR 6578, université de la Méditerranée,
Faculté de médecine, secteur Nord, boulevard Pierre-Dramard,
13344 Marseille cedex 15, France

discrets, tels que les caractères crâniens, sont utilisés préférentiellement à d'autres.

Depuis les travaux de Finnegan [23] et de Saunders [24], aucun travail de synthèse sur les caractères discrets postcrâniens n'a été entrepris. Or, de nombreuses études ont été réalisées depuis sur ces caractères, en particulier sur leur étiologie et sur leurs conséquences éventuelles. Ces études sont dispersées dans un grand nombre de revues médicales ou anthropologiques, et le but de ce travail est :

- d'en faire une synthèse précise (avec les synonymes français, le terme anglais le plus usuel et l'appellation latine quand cette dernière existe), afin de faciliter leur utilisation ;
- d'apporter une riche bibliographie qui tienne compte aussi bien des travaux anciens que récents (les articles considérés couvrent une période comprise entre 1822 et 2011) et qui ne se limite pas aux seuls travaux francophones et anglophones (les références bibliographiques couvrant sept langues différentes).

Les caractères discrets postcrâniens peuvent se révéler utiles lors de l'étude des populations passées, car ils apportent des informations aussi bien sur les comportements de ces dernières que sur des liens génétiques éventuels inter- et intra-populationnels [25]. Les nombreuses discordances qui existent entre les différentes études sont, en partie, dues à des définitions et à des descriptions de caractères qui ne sont pas toujours exactement identiques [25,26]. Ainsi, ce travail participe aussi à la mise en place de définitions précises. Les noms français, anglais et latins suivent, dans la mesure du possible, la *Terminologia Anatomica* qui remplace la *Nomina Anatomica*. Lorsque le caractère n'est pas présent dans la nomenclature, alors le terme le plus fréquent est utilisé.

Par ailleurs, les caractères discrets postcrâniens n'ayant pratiquement jamais été étudiés chez les grands singes (gibbon, orang-outan, gorille et chimpanzé), les rares informations existantes seront intégrées dans ce travail.

En premier lieu, les caractères discrets peuvent être décrits comme des variations mineures¹, inoffensives, non mesurables et discontinues du squelette. Ils sont alors définis par leur absence ou leur présence chez un individu donné et correspondent à la variabilité du squelette. Cette approche est bien sûr simpliste, et dans les études utilisant les caractères discrets, des états, correspondant à des variations morphologiques d'un même caractère, sont le plus souvent définis. Les caractères pathologiques ne correspondent donc pas à cette définition et ne devraient donc pas y être inclus. Cependant, les spina-bifida, par exemple, sont souvent

considérés comme des caractères discrets, alors que leur étiologie est complexe et en grande partie due à une carence en acide folique lors de la grossesse [27,28]. En outre, des caractères acquis, comme les facettes d'accroupissement sur le talus et le tibia, sont traditionnellement considérés comme des caractères discrets, mais correspondent-ils à des variations anatomiques ou doivent-ils être considérés uniquement comme des marqueurs de stress ?

Par ailleurs, le développement de la grande majorité des caractères discrets est le résultat d'une combinaison de phénomènes génétiques et environnementaux. En effet, pour un grand nombre d'entre eux, leur présence ou leur absence dépend d'un effet de seuil physiologique [29]. En d'autres termes, les individus dépassant ce seuil présentent le caractère, et ceux ne le dépassant pas ne le possèdent pas. Par exemple, il a été montré que la présence ou l'absence de la troisième molaire chez la souris dépend de la taille du germe dentaire [29]. Pour que cette molaire se mette en place, il est nécessaire que le germe dépasse une taille minimum [29]. Ainsi, l'absence de la troisième molaire chez la souris est un caractère discret, mais qui est sous le contrôle d'un caractère continu, la taille du germe dentaire [29]. La taille de ce germe dépend de nombreux caractères à la fois génétiques et environnementaux [29]. Cet exemple illustre la complexité des caractères discrets et donc la difficulté à la fois de les définir et de déterminer leur origine.

La définition de l'expression « caractère discret » est donc complexe, et peu d'auteurs en proposent [26,30–32]. Je considérerai ici toutes les variations du squelette ne correspondant ni à des traumatismes ni aux transformations liées à des usages trop intenses, ni aux déformations osseuses majeures. Ainsi, les enthésopathies, les marques de fractures et les phénomènes arthrosiques ne seront pas considérés ici. Au contraire, les transformations osseuses correspondant à une adaptation des os à des contraintes extérieures faibles, telles que les facettes d'accroupissements, seront considérées dans ce travail, à l'image de nombreux travaux. En effet, la frontière entre caractères résultant d'une variation normale du squelette et caractère uniquement acquis est extrêmement floue.

Les caractères discrets sont également appelés *discreta*, caractères non métriques, caractères épigénétiques ou caractères quasi continus. Cependant, les expressions « caractères discrets » et « caractères non métriques » sont les plus utilisées, car ce sont les moins inappropriées [26]. La première, à l'image de l'essentiel des travaux francophones, sera utilisée dans ce travail. La seconde expression est utilisée préférentiellement par les Anglo-Saxons.

Ce travail se limite aux caractères discrets du membre supérieur, qui sont déjà nombreux, et il devrait être complété par la suite par des articles sur les caractères discrets des membres inférieurs et du squelette axial. En outre, tous les caractères présentés dans cette étude ont été proposés, au

¹ Ainsi, les caractères ostéoscopiques, comme la forme du crâne en vue supérieure ou la forme générale de la scapula, ne sont donc pas considérés comme des caractères discrets.

moins une fois par un auteur, comme caractères discrets, et nous verrons que certains d'entre eux ne peuvent être considérés comme tels.

Ceinture scapulaire

Clavicule

Articulation coracoclaviculaire

- Synonyme : aucun.
- Appellation anglaise : *coraco-clavicular joint*.

Sur certaines clavicules, il existe une facette articulaire à la place du ligament conoïde, pouvant parfois remplacer aussi le ligament trapézoïde, qui résulte d'une articulation entre la clavicule et le processus coracoïde de la scapula (Fig. 1). La facette articulaire correspondante sur la scapula est souvent absente [33]. Cette articulation chez l'Homme a été décrite pour la première fois par Gruber en 1861 [34], et depuis de nombreux cas sont régulièrement publiés aussi bien dans les populations actuelles que subactuelles [35–43].

La fréquence de cette articulation chez l'Homme est faible, mais pas rare, et variable selon les régions du monde [4] avec une fréquence minimum en Europe et une maximum en Asie [34]. Bien que l'ordre de grandeur soit proche, la prévalence de cette articulation n'est pas identique entre les études réalisées sur os secs et celles réalisées à partir de radiographies. Dans le premier cas, la fréquence de cette articulation varie entre 0,7 et 10 % [24,33,44–47], et dans le second cas entre 0,6 et 21 % [4,39,42,48]. L'articulation coracoclaviculaire semble absente chez les fœtus et les enfants de moins de dix ans [33,44–47] bien que Saunders [24] relève un cas chez un enfant de deux ans dans une population subactuelle amérindienne. Cette articulation présente

très souvent une bourse synoviale et des structures articulaires cartilagineuses, mais ne présente pas toujours de surface articulaire sur l'os ou alors sujette à caution [38,49,50]. Ainsi, les études sur os secs sous-estiment le nombre de cas présentant cette articulation.

L'articulation coracoclaviculaire est le plus souvent sans conséquence pour l'individu. Cependant, des troubles du mouvement, voire des douleurs à l'épaule, ont été rapportés [39,42,43,48]. La présence d'une articulation coracoclaviculaire semble être plus fréquente chez les individus présentant une scapula et une première côte larges [51], mais cela est contredit à la fois par Cho et Kang [7] et, dans une moindre mesure, par Saunders [24] pour qui cette articulation serait, au moins en partie, liée à l'âge. Cependant, la majorité des auteurs considère que cette articulation a une origine en grande partie génétique [4,41,46,47,49]. Cockshott [4] considère même que ce caractère serait un bon marqueur génétique pour étudier les mouvements des populations. La variabilité régionale de cette articulation ainsi que sa présence chez de jeunes enfants plaident pour une origine en grande partie génétique.

Au sein des primates, cette articulation, entre la clavicule et le processus coracoïde, est constante uniquement chez les Hylobatidés [52] mais ne semble pas laisser systématiquement de marques sur l'os [42]. Cette particularité est due à l'architecture particulière de l'épaule de ces primates pratiquant essentiellement la brachiation [53]. Cette articulation est aussi fréquente, mais pas constante, chez les gorilles [42,54,55].

Empreinte du ligament costoclaviculaire (Impressio ligamentum costoclavicularis)

- Synonyme : tubérosité costale [56], fosse rhomboïde [57].
- Appellation anglaise : *costal impression*.

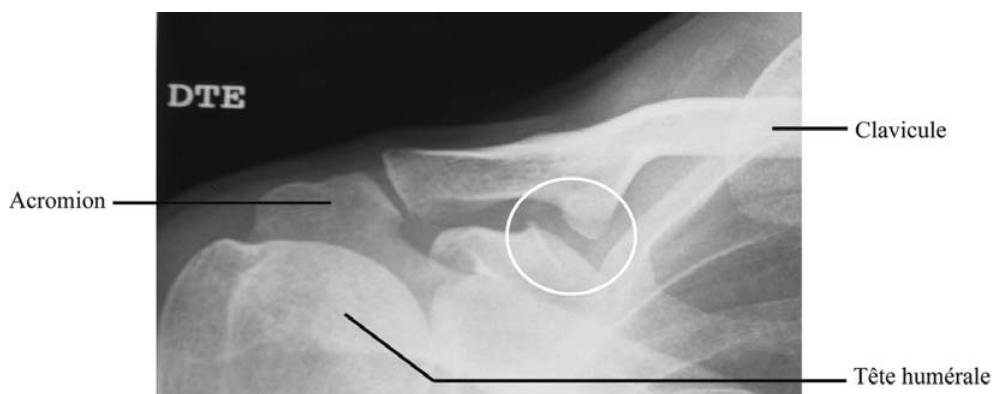


Fig. 1 Articulation coracoclaviculaire par radiographie (cercle blanc). Noter le tubercule conoïde très développé sur la face inférieure de la clavicule entraînant un contact avec l'apophyse coracoïde de la scapula / X-ray image of the coracoclavicular joint (white circle). The conoid tubercle, on the inferior face of the clavicle, is well developed and forms a contact point with the coracoids process of the scapula

L'empreinte du ligament costoclaviculaire, qui correspond à la zone d'insertion du ligament du même nom, est située à l'extrémité médiale de la clavicule, sur la face inférieure de l'os. Quand elle existe, cette empreinte correspond le plus souvent à une dépression rugueuse et ovale (Fig. 2), mais peut, parfois, être remplacée par un tubercule. Cette empreinte présente une fréquence élevée chez l'Homme moderne, comprise entre 65 et 99,5 % [45,58–62], et il ne semble pas exister de variation géographique. Seuls Parson [63] et Saunders [24] trouvent une fréquence nettement inférieure avec, respectivement, 10 et 17 % de clavicules présentant cette empreinte au sein de leurs échantillons. Cet écart pourrait s'expliquer par l'âge des individus étudiés, car il semblerait que la fréquence de ce caractère augmente avec l'âge et atteint une fréquence maximale à l'adolescence pour ensuite décroître [64]. Quoi qu'il en soit, cette empreinte est absente des clavicules d'individus périnataux, et elle n'apparaît que vers quatre ou cinq ans [24,60] même si Saunders [24] relève un cas où cette empreinte existe chez un individu d'un an et demi. Elle est dans la très grande majorité des cas bilatérale et, dans le cas contraire, cette empreinte n'est pas plus fréquente sur les clavicules droites que sur les gauches [60]. Selon les populations, la fréquence de l'empreinte du ligament costoclaviculaire peut être identique chez les hommes et chez les femmes [60] ou être très différente [24].

Ce caractère est beaucoup plus rare chez les autres Hominoïdes [61] et totalement absent chez la grande majorité des autres primates, car le plus souvent, ce ligament n'est pas différencié [59].

Gouttière du subclavier

- Synonyme : gouttière du sous-clavier [56].
- Appellation anglaise : *subclavian sulcus*.

Cette gouttière correspond à la zone d'insertion du muscle subclavier sur la clavicule. Cette gouttière, quand elle existe, correspond à une dépression allongée suivant le grand axe de la clavicule. Elle est creusée sur la face inférieure de l'os, dans sa partie moyenne (Fig. 3). Cette gouttière atteint une fréquence aux alentours de 80 % chez l'Homme moderne [45,61,65,66] alors qu'elle est inférieure à 40 % chez les autres primates [61]. Il est délicat d'interpréter cette différence, car le muscle subclavier ne présente pas de différences significatives au sein des primates [61]. Notons que la présence, ou l'absence, de ce caractère chez les primates non humains est sujette à discussion, car Lessertisseur et Saban [52] considèrent que cette gouttière existe chez tous les primates contrairement à Olivier [67] pour qui elle n'existe que chez l'Homme moderne.



Fig. 2 Face inférieure de l'extrémité sternale de quatre clavicules humaines montrant différentes empreintes du ligament costoclaviculaire (ellipse blanche) / *Inferior surfaces of the medial end of four human clavicles showing different kinds of costal impressions (white ellipse)*

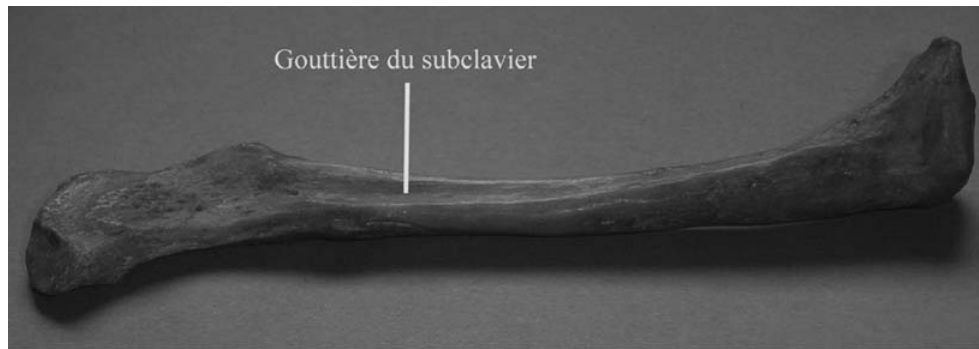


Fig. 3 Face inférieure d'une clavicule humaine montrant la gouttière du muscle subclavier / *Clavicle inferior surface of a human clavicle showing the subclavian sulcus*

Foramen pour le nerf supraclaviculaire

- Synonyme : aucun.
- Appellation anglaise : *supra-clavicular nerve foramen* [24].

À la limite entre le bord antérieur et la face supérieure de la clavicule, un foramen (Fig. 4) permettant le passage du nerf supraclaviculaire peut exister [24,28,45,68–71]. Ce foramen, qui est situé au centre de la clavicule ou dans son tiers latéral [45,70], est orienté selon l'axe antéropostérieur. Ce caractère est rare, avec une fréquence le plus souvent inférieure à 3 % [45,24,63,65] ; mais chez certaines populations, cette fréquence peut atteindre 6 % [70]. Ce foramen semble plus fréquent sur les clavicules gauches que sur les droites [70]. Le foramen pour le nerf supraclaviculaire se retrouve aussi bien chez les jeunes, voire les fœtus, que chez les adultes [24] et semble avoir une base essentiellement génétique [24,28]. Cette dernière hypothèse tend à être confirmée par les études de squelettes humains datant de la période Lapita (Océanie). Ces derniers sont caractérisés par une fréquence élevée de foramen supraclaviculaire, proche de 25 % [72] (cependant, la population de référence est de très petite taille). Les populations des îles mélanésiennes étaient nécessairement fortement endogames de par leur isolement.

Trou nourricier (foramen nutricium)

- Synonyme : aucun.
- Appellation anglaise : *nutrient foramen* [73].

Le trou nourricier est localisé sur la face inférieure de clavicule, dans le tiers latéral et s'ouvre le plus souvent dans la gouttière du subclavier, près du bord postérieur de la gouttière et présente un seul orifice [56]. Cependant, le nombre d'orifices n'est pas constant [50,74], et la fréquence des clavicules avec un trou nourricier ayant au moins trois orifices peut atteindre presque 25 % dans certaines populations médiévales nordiques [50]. Cependant, il semblerait que la multiplicité des orifices augmente aussi avec l'âge [50], tout comme pour le trou nourricier de l'humérus (voir plus bas).

Scapula

Articulation coracoclaviculaire

- Synonyme : aucun.
- Appellation anglaise : *coraco-clavicular joint*.

Sur le processus coracoïde, il peut exister une facette articulaire qui correspond à une articulation entre le processus coracoïde et la clavicule. Pour plus de détails, voir la même articulation dans la partie sur la clavicule et la Figure 1.

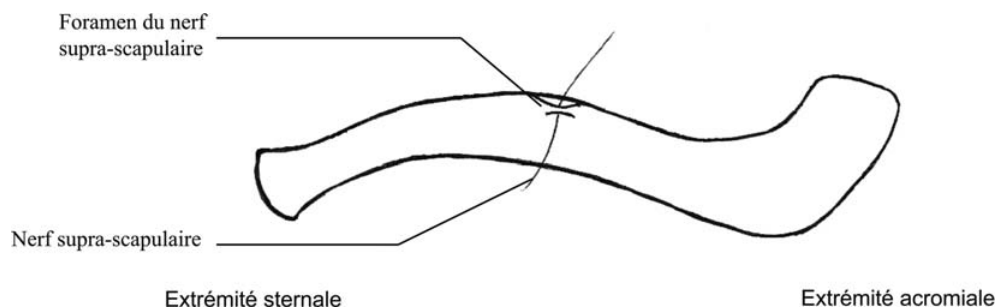


Fig. 4 Foramen pour le nerf suprascapulaire (redessiné d'après Saunders [24]) / *Supraclavicular nerve foramen (redrawn from Saunders [24])*

Incisure glénoïdale (incisura glenoidalis)

- Synonyme : échancrure glénoïdienne [75].
- Appellation anglaise : *glenoid notch*.

L'incisure glénoïdale correspond à la présence d'une échancrure sur le bord médial, ou antérieur, de la cavité glénoïdale [76]. Quand cette échancrure est présente, la cavité glénoïdale prend une forme en poire ou en virgule inversée (Fig. 5) et correspond au type piriforme de Vallois [77]. Au contraire, quand cette échancrure est absente, la cavité glénoïdale a une forme ovale et correspond au type ovoïde [77]. Seul Martin [78] a proposé une explication pour ce caractère qui serait dû à la pression du tendon du muscle subscapulaire sur le bord de la cavité glénoïdale lorsque le bras réalise un mouvement vers le haut. Quoiqu'il en soit, cette échancrure peut être un point faible dans l'articulation glénohumérale. En effet, elle entraîne un décollement du labrum qui peut induire une faiblesse de cette articulation [76,79]. La présence de cette échancrure ne semble ni liée au sexe ni à la latéralité, ni à l'origine géographique [76], bien que certains auteurs considèrent que le type ovoïde n'existe pas dans les populations européennes [80] ou alors avec une fréquence très faible [81,82]. En d'autres termes, cette échancrure aurait une fréquence de près de 100 % dans les populations européennes. Cependant, d'autres études montrent des fréquences plus faibles pour cette échancrure : entre 3 et

24 % des scapulas étudiées [77,83,84] ou alors entre 55 et 60 % [76,83,85].

Ce caractère est délicat à définir, comme tous les caractères basés sur un changement de morphologie, car entre les cavités glénoïdales ovoïde et piriforme il existe une infinité de formes intermédiaires. Ainsi, la très grande variabilité des fréquences pourrait être due soit à ces aspects intermédiaires, soit refléter une véritable variabilité morphologique.

Extension de la fosse glénoïdale

- Synonyme : aucun.
- Appellation anglaise : *glenoid fossa extension*.

L'extension de la fosse glénoïdale (Fig. 6) correspond à une extension, le plus souvent ovale, de la partie postéro-supérieure de la cavité glénoïdale de la scapula [24]. Ce caractère, qui a été définitivement décrit par Anderson en 1963 [86], serait dû à un contact entre le tendon du muscle supra-épineux et la cavité glénoïdale suite à une dégénérescence de la bourse supra-acromiale [24]. L'extension de la fosse glénoïdale atteint souvent une fréquence de plus de 60 % [62,86], et elle semble rarement inférieure à 35 % dans les populations adultes [24]. En outre, plus la population étudiée est âgée et plus la fréquence de ce caractère augmente. Cependant, chez les jeunes individus l'observation est en partie biaisée par le fait que la cavité glénoïdale n'a pas

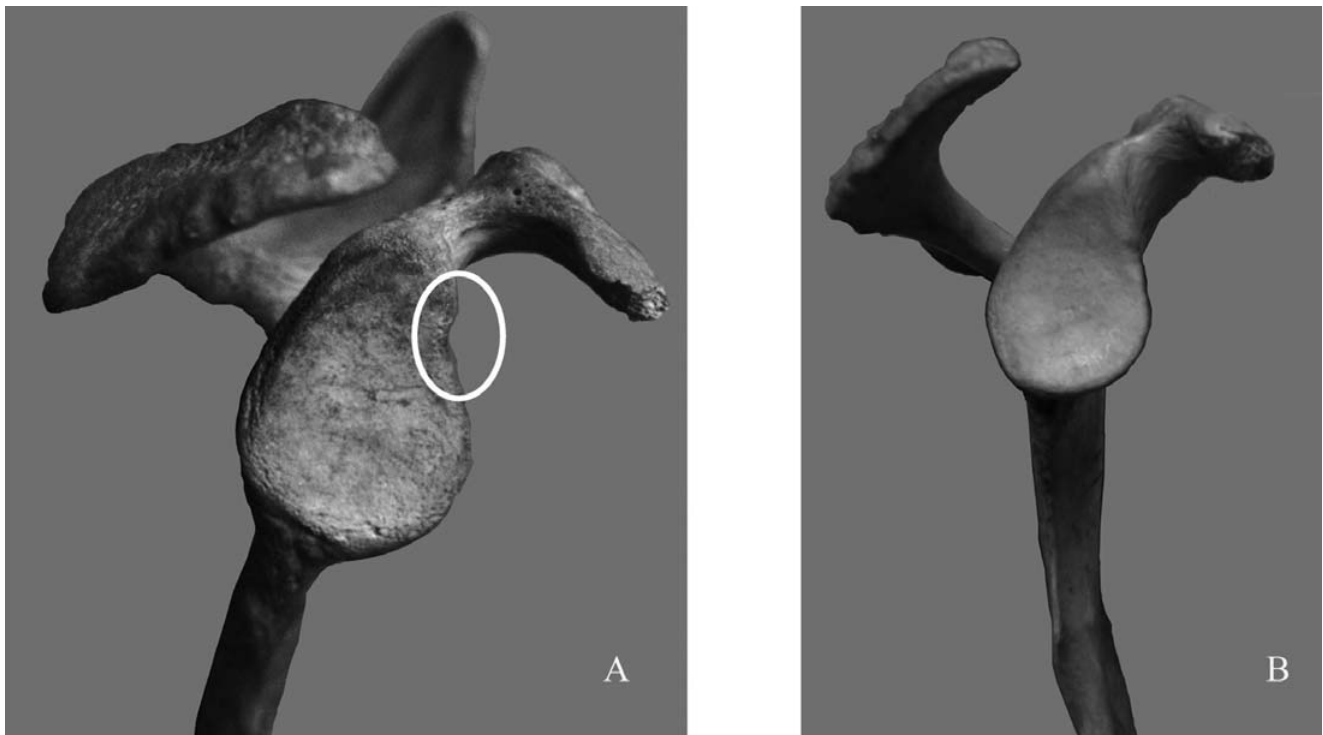


Fig. 5 Scapulas droites en vue glénoïdale. La scapula A présente une incisure glénoïdale (entourée par une ellipse blanche) alors que la scapula B ne présente pas cette incisure / *Glenoidal view of right scapulas. Scapula A displays a glenoid notch but scapula B does not*

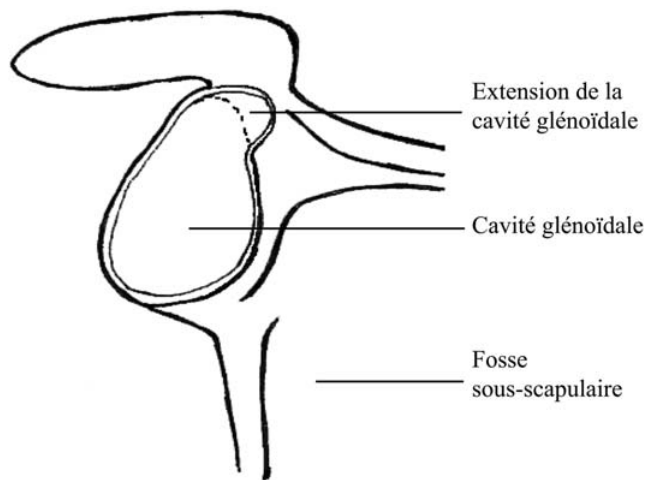


Fig. 6 Extension de la cavité glénoïdale (redessinée d'après Saunders [24]) / *Glenoid fossa extension (redrawn from Saunders [24])*

fusionné avec le corps de l'os et qu'elle est souvent perdue [24]. En revanche, il ne semble pas exister de corrélation ni avec le sexe ni avec la latéralité [24].

Par ailleurs, cette facette, ne laissant pas souvent de marque nette, est d'un intérêt limité, car elle entraîne des

erreurs interobservateurs importantes [24]. En d'autres termes, l'extension de la cavité glénoïdale est un caractère discret qui ne doit pas être utilisé ou alors avec une extrême prudence. Cependant, elle est considérée comme attestant d'une abduction très fréquente du bras au-dessus du niveau de l'épaule [87] lors d'une étude médico-légale, sans pour autant citer de source pour confirmer cette assertion.

Os acromial (os acromiale)

- Synonyme : acromion bipartite [88,89], méta-acromion [89].
- Appellation anglaise : *unfused acromial epiphysis*.

Depuis la première description de l'os acromial par Standifort en 1779 [90], de nombreux travaux portant sur cet os ont été réalisés. L'os acromial (Fig. 7), qui correspond à la présence d'un acromion indépendant de l'épine, est le plus souvent constitué d'une pièce unique, contenant la facette articulaire avec la clavicule [91,92].

L'acromion est issu de la fusion de trois points d'ossification (méta-acromion, mésoacromion et préacromion) entre eux et avec la base de l'épine. Cependant, 1 à 8 % des scapulas présentent une absence de la fusion d'au moins l'un des trois centres d'ossification [12,93]. L'acromion est alors un os indépendant, l'os acromial, s'articulant avec l'épine.

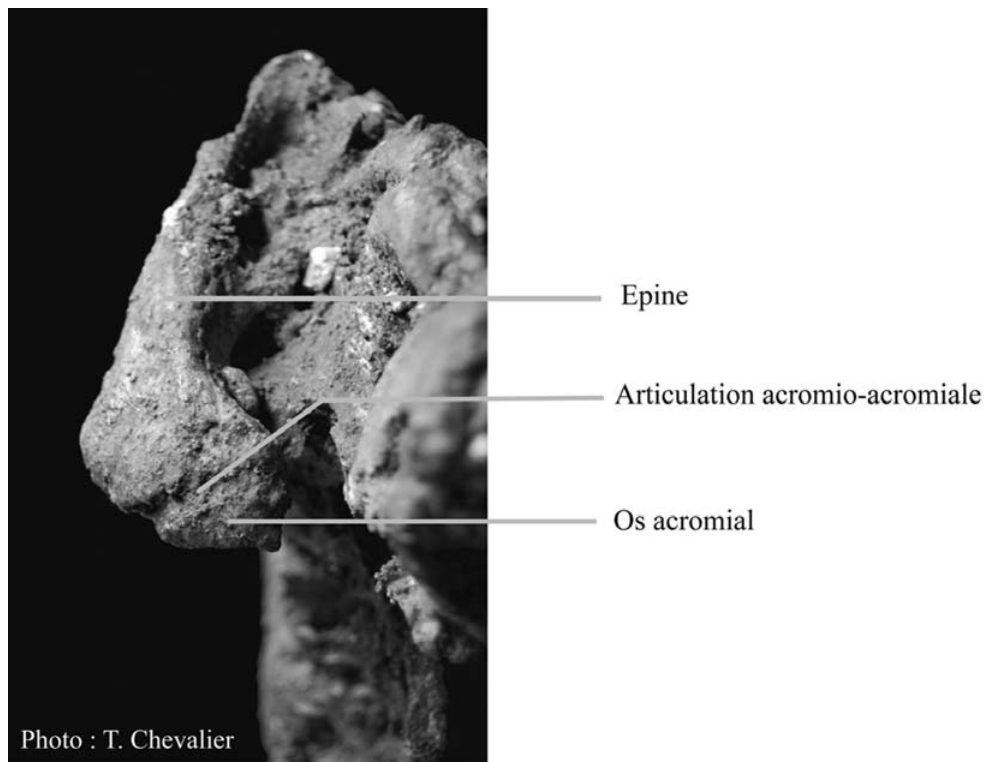


Fig. 7 Os acromial, sans diarthrose, sur la scapula droite de la Dame du Cavillon (d'après Voisin et Stalens [275]). Noter la présence de la fine couche de concrétion ayant permis la conservation, en place, de l'os acromial / *An os acromiale (without synovial capsule), on the right scapula of the "Lady of Cavillon" (from Voisin and Stalens [275]). Note the thin concretion layer that has preserved the os acromiale on the fossil*

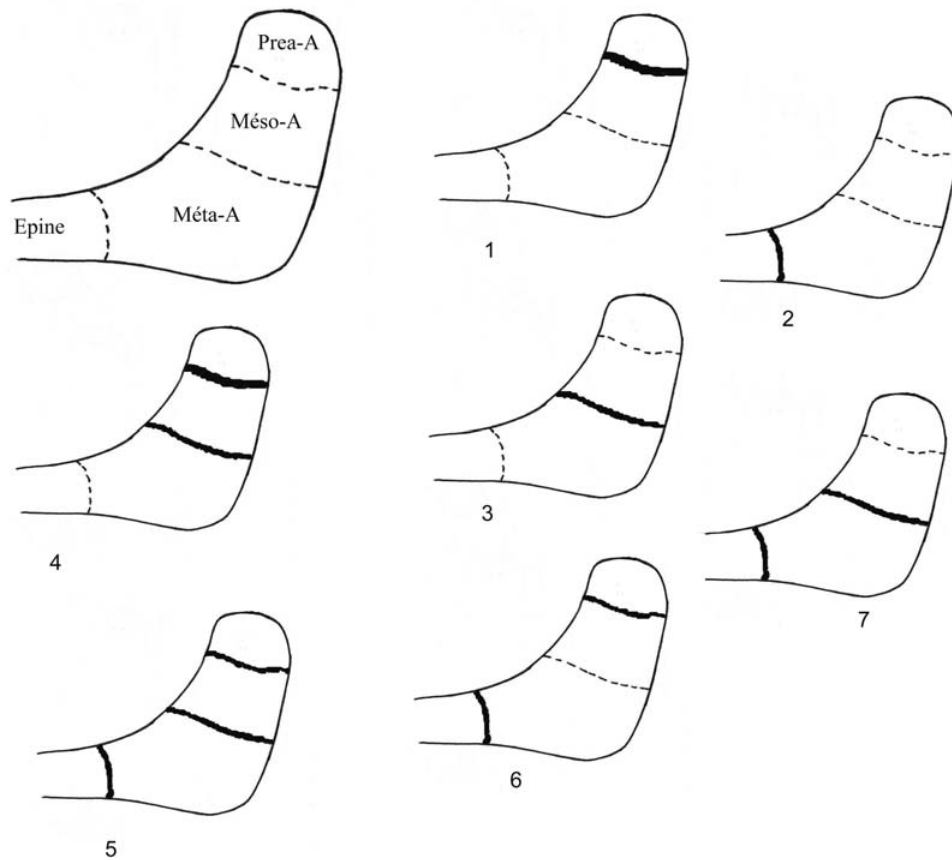


Fig. 8 Les trois centres d'ossification de l'acromion (Méta-A : méta-acromion ; Méso-A : mésoacromion ; Prea-A : préacromion) et les sept types d'os acromiaux. Les traits noirs épais représentent les absences de fusion entre deux centres d'ossification. Le type 3 est le plus fréquent (redessiné d'après Park et al. [97]) / *The three centers of ossification of the acromion (Meta-A : meta-acromion; Meso-A : meso-acromion; Prea-A : pre-acromion) and the seven different ossa acromiale type. The thick black lines represent the absence of fusion between two ossification centres. Type 3 is the most frequent (Redrawn from Park et al. [97])*

En fonction du nombre et de la position des points d'ossification qui n'ont pas fusionné, l'os acromial prend des morphologies diverses et peut être lui-même constitué de structures osseuses indépendantes (Fig. 8) mais jamais plus de trois [94–97] contra [91]. Ainsi, Park et al. [97] reconnaissent sept types d'os acromiaux (Fig. 8). Les pièces non fusionnées sont le plus souvent maintenues en contact par le périoste, mais il arrive qu'une véritable diarthrose se mette en place [85,94,98–102].

La proportion de scapula présentant un os acromial est comprise entre 0,5 et 20 % [12,24,50,80,84,90,100,103–105]. La fréquence de cet os est indépendante du sexe, même si quelques travaux montrent une faible prévalence de ce caractère chez l'homme par rapport à la femme [12,13,90,105,106]. En outre, l'os acromial est très fréquemment bilatéral et affecte 30 à 60 % des individus présentant ce caractère [12,84,90,101,104,105,107]. Cet os est aussi plus fréquent dans les populations d'origine africaine que dans celles d'origine européenne [12,13,90,105,106].

Ce caractère est aisément reconnaissable sur les restes osseux, même si l'os acromial a été perdu. En effet, l'épine présente une morphologie alvéolaire nette, caractéristique d'un os recouvert par un cartilage. En outre, cette surface articulaire est, le plus souvent, orientée perpendiculairement au grand axe de l'acromion [12]. Au contraire, les techniques d'imagerie médicale nécessitent des prises de vues avec des orientations particulières afin de mettre en évidence ce caractère sans ambiguïté [12,97,106]. Ainsi, certains individus présentant ce caractère ne sont pas reconnus avec ces techniques d'imageries, ce qui limite les comparaisons entre études ostéologiques et études radiologiques. L'existence de l'os acromial chez un individu n'est déterminable que chez l'adulte, car l'acromion fusionne normalement entre 17 et 25 ans [12,13,93,108–110].

L'os acromial a été longtemps considéré comme asymptomatique. Cependant, dans de nombreux cas, cet os est associé à des douleurs et/ou à une faiblesse, voire une mobilité réduite, de l'épaule et des membres supérieurs ainsi qu'à une

augmentation des risques de déchirure de la coiffe des rotateurs [88,89,91,93,97,102,111–119]. Cependant, la relation entre déchirure de la coiffe des rotateurs et la présence de l'os acromial est encore discutée [105,106,118].

L'étiologie de cet os surnuméraire est actuellement peu connue, et deux hypothèses s'opposent. La première considère que la présence de cet os aurait une origine génétique [120], alors que la seconde considère que l'os acromial dépend d'un stress mécanique et pourrait même être le résultat de fractures non ressoudées [121,122]. D'une certaine façon on retrouve l'antagonisme qui existait entre l'École anglo-saxonne, représentée par Struthers, pour qui cet os est d'origine traumatique et l'École française, représentée par Bernardeau, pour qui cet os est le résultat d'une non-ossification [101]². Quoi qu'il en soit, des études récentes tendent à montrer que l'existence de l'os acromial est génétiquement contrôlée, mais que son expression dépend des contraintes physiques que l'épaule subit au cours de l'adolescence [12,13]. En d'autres termes, le potentiel génétique de développer un os acromial existe ou non en fonction des individus. Dans le cas où l'individu présente cette prédisposition, c'est l'environnement qui déclenchera, ou non, la mise en place de ce caractère.

Surface articulaire de l'acromion (*facies articularis acromii*)

- Synonyme : facette articulaire humérale.
- Appellation anglaise : *acromial articular facet*.

Une surface articulaire, le plus souvent ovale et en légère saillie, peut apparaître sur la face antéro-inférieure de l'acromion : la surface articulaire de l'acromion [23,44,84]. L'apparition de cette facette articulaire serait positivement corrélée à l'âge [24,37,123,124]. La fréquence de ce caractère varie entre 2,3 et 25 % [24,62,84] et peut présenter des différences importantes entre les hommes et les femmes dans certaines populations [24]. Ce caractère se mettrait en place suite au frottement de l'extrémité proximale de l'humérus, en particulier du grand tubercule, sur la face inférieure de l'acromion [123]. Ainsi, cette facette articulaire est souvent associée à une déformation du tubercule majeur ou de la tête humérale [123]. Le contact entre les deux os serait dû à la dégénérescence, puis à la déchirure totale ou partielle, des tendons des muscles rotateurs de la coiffe, entraînant alors un contact, lors de l'élévation du bras, entre le grand tubercule et l'acromion [123,125] et développant rapidement une néoarticulation ayant une importance fonctionnelle souvent majeure [124]. Cependant, certaines facettes articulaires acromiales ne sont pas associées à des altéra-

tions de la partie proximale de l'humérus [123] et donc ne seraient pas d'origine traumatique. Ainsi, en l'absence d'humérus associé à la scapula, il est impossible de déterminer l'origine de cette articulation et donc l'emploi de la surface articulaire de l'acromion en tant que caractère discret est très limité.

Incisure scapulaire (*incisura scapulae*)

- Synonyme : échancrure coracoïdienne [75].
- Appellation anglaise : *suprascapular notch*.

Le bord supérieur, au niveau de la jonction avec l'apophyse coracoïde, présente souvent un décrochement, avec une grande variabilité morphologique, qui crée une encoche : l'incisure scapulaire (Fig. 9). En fonction des auteurs, la fréquence de cette dernière est très variable. En effet, pour des auteurs anciens [126,127], elle est présente sur plus de 90 % des scapulas alors que des travaux plus récents considèrent qu'elle est présente sur moins de 60 % des scapulas [80,85,128]. Ces différences s'expliquent par les critères suivis pour définir la présence de l'incisure. Les auteurs anciens considéraient que la moindre angulation du bord supérieur de la scapula montrait la présence de l'incisure scapulaire. Au contraire, Prescher [85] considère que seule la forme générale du bord supérieur, à la jonction avec le processus coracoïde, doit être prise en compte. Cette échancrure peut devenir de plus en plus marquée avec l'âge, suite à une ossification du ligament transverse, et finalement évoluer en foramen coracoïdien (*foramen scapula osseum*), suite à l'ossification complète du ligament [77,80,84,85,126,127,129,130]. Dans des cas très rares, le foramen peut être double [127]. Par ailleurs, des individus jeunes, voire des enfants, peuvent présenter un foramen coracoïdien [24], bien que cette incisure n'existe pas chez le fœtus ni lors des cinq premières années de la vie de l'enfant [126]. Ce caractère ne présente pas de différence ni en fonction de la latéralité, ni en fonction du sexe [126]. L'incisure existe aussi chez différents primates, en particulier les grands singes [131].

La présence du foramen coracoïdien est rare chez l'Homme mais peut, cependant, exister sur 10 % des scapulas, même si les proportions sont le plus souvent comprises entre 4 et 8 %, voire moins [24,80,81,84,85,126,127,129,132–134] alors qu'il est normalement présent chez certains primates, en particulier *Ateles* et *Lagothrix* [52]. Chez ces derniers, la mise en place du foramen coracoïdien serait due à une extension du bord supérieur de la scapula, et non à une ossification ligamentaire, afin d'augmenter la surface d'insertion des muscles scapulaires [126]. Ainsi, le foramen coracoïdien des singes américains ne serait pas homologue à celui de l'Homme.

La morphologie de l'incisure scapulaire, ainsi que celle du ligament transverse de la scapula, peut induire des

² Il est intéressant de remarquer que déjà Gruber en 1863 [94] reconnaissait l'existence de deux types d'os acromial, ceux d'origine traumatique et ceux existant depuis la naissance.

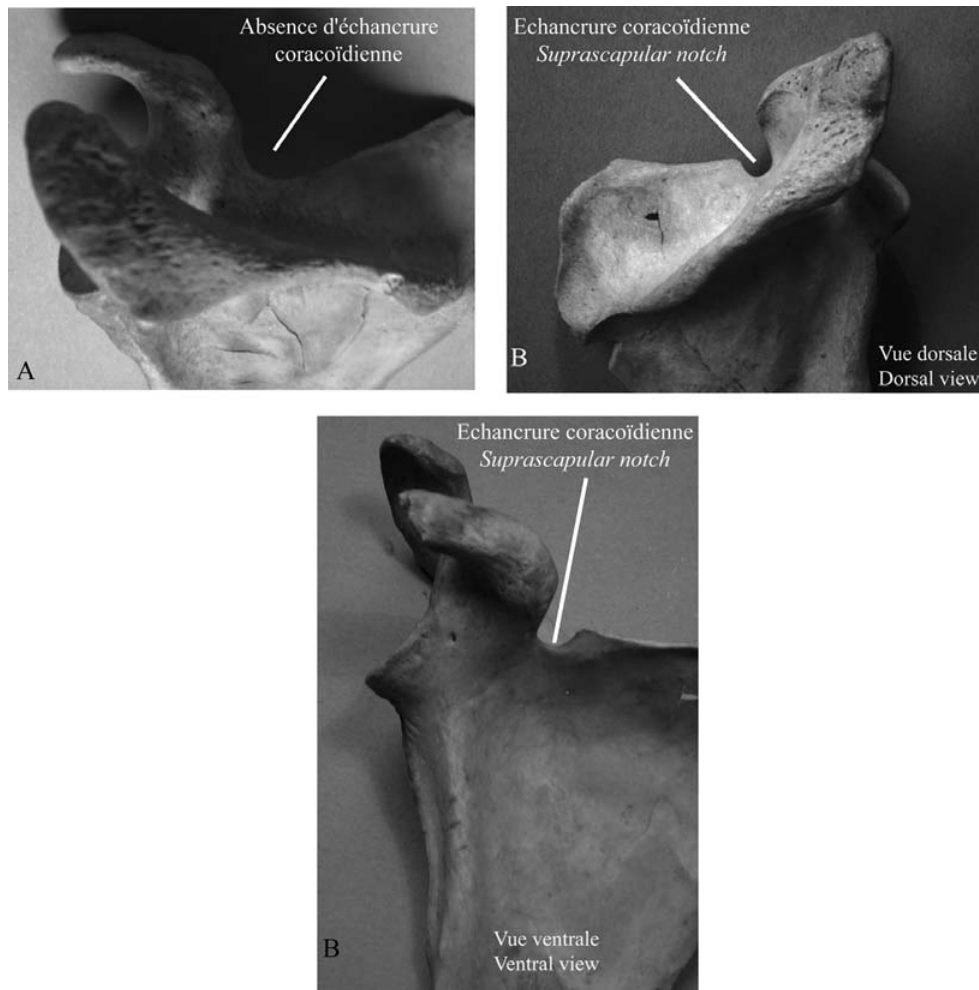


Fig. 9 Morphologie du bord supérieur de la scapula. La scapula A ne présente pas d'incisure scapulaire contrairement à la scapula B, présentée en vues dorsale et ventrale / *Morphology of superior border of the scapula. Scapula A does not have the supra-scapular notch whereas the notch is present in scapula B (shown in dorsal and ventral views)*

neuropathies du nerf suprascapulaire et en particulier des syndromes canaux [85,133–138]. Ce nerf, passant dans l'échancrure coracoïdienne, « assure l'innervation motrice des muscles sus- et sous-épineux et donne des branches sensibles aux ligaments coracohuméraux et coracoacromiaux, à la bourse sous-acromiale et aux articulations acromioclaviculaires et glénohumérales » [139]. D'un point de vue clinique, ces neuropathies entraînent des douleurs dans la région postérolatérale de l'épaule, associées à une atrophie des muscles infra- et supra-épineux. En outre, le membre supérieur présente des faiblesses lors des rotations externes et des abductions [140]. En effet, une échancrure coracoïdienne trop étroite, ou un ligament transverse trop épais, ou ossifié, peut entraîner une compression du nerf suprascapulaire lors des mouvements du bras, en particulier les mouvements violents au-dessus de la tête [134,140,141].

Morphologie du bord latéral

- Synonyme : morphologie du bord axillaire.
- Appellation anglaise : *lateral border morphology*.

Le bord latéral de la scapula est caractérisé par une gouttière, la gouttière latérale, servant à l'insertion du muscle petit rond (*teres minor*). Cette gouttière possède trois dispositions différentes (Fig. 10) : dorsale (*sulcus axillaris teretis*) ventrale (*sulcus axillaris subscapulari*), ou bisulcate (*facies axillaris bisulcata*), c'est-à-dire à la fois dorsale et ventrale.

Chez l'Homme moderne la disposition ventrale est très largement dominante, aussi bien chez les populations actuelles que fossiles, avec une fréquence le plus souvent supérieure à 90 % [22,77,142–145]. Au contraire, la disposition dorsale de la gouttière axillaire est très largement dominante chez les Néandertaliens [22,61,142,143,145–148]. Cependant, la disposition « néandertalienne », c'est-à-dire une

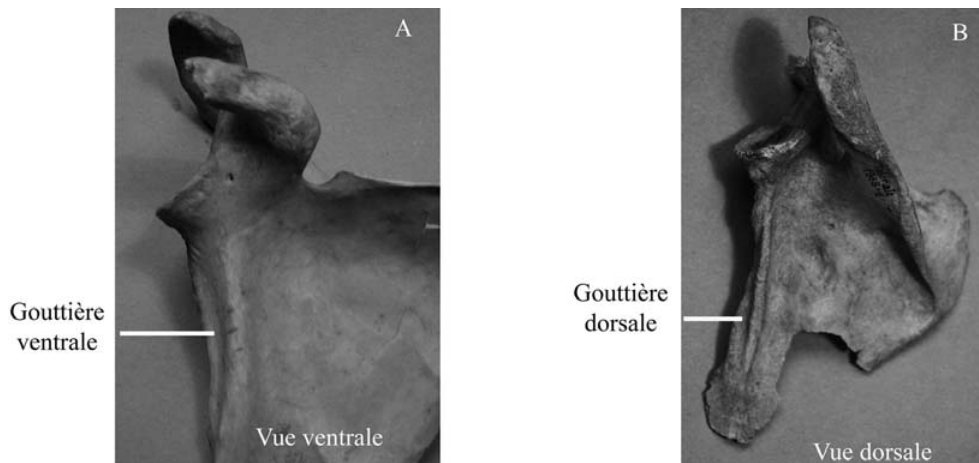


Fig. 10 Morphologie du bord axillaire de la scapula. La scapula A montre une gouttière ventrale et la scapula B une gouttière dorsale / *Morphology of the axillary border of the scapula. Scapula A has a ventral sulcus while scapula B has a dorsal sulcus*

gouttière dorsale, peut atteindre des fréquences élevées chez certaines populations africaines, supérieures à 15 % [143], et dépasser les 10 % dans certaines populations insulaires isolées, donc en grande partie endogame [149]. La proposition de corréler la morphologie particulière du bord axillaire des scapulas des Néandertaliens à une musculature puissante est ancienne mais perdue toujours [61,77,142,143,145, 146,150]. Cette hypothèse semble confirmée par le fait que la gouttière dorsale est absente chez les jeunes néandertaliens et n'apparaît que vers l'âge de trois, quatre ans [147,151,152]. La présence de cette gouttière dorsale serait alors due à un développement important du muscle petit rond (*teres minor*) qui aurait alors permis aux Néandertaliens de réaliser des mouvements de supination plus amples que ceux des hommes actuels [143], ou permettre un meilleur équilibre du bras lors de certains gestes, en particulier celui du jeter [142,153,148]. La position dorsale de la gouttière axillaire a aussi été interprétée comme étant une réponse à un stress de torsion dorsoventrale important, en particulier quand l'humérus est en abduction [154]. Cependant, ces interprétations ne sont pas satisfaisantes, car des individus comme Spy (les scapulas numéros Spy 573a et Spy 572a semblent appartenir au même individu) et Kebara possèdent des scapulas dont l'une présente une gouttière axillaire dorsale et l'autre une gouttière ventrale [22]. Si l'interprétation mécanique est exacte, alors cela signifierait qu'il existait chez certains individus une spécialisation très différente entre les membres supérieurs des deux côtés [22]. Par ailleurs, si cette différence permet un jet plus puissant, on peut se demander pourquoi Skhul et Qafzeh ne possédaient pas cette gouttière ? [150]. Ainsi, la proposition d'Odwak [155] qui montre, dans un travail préliminaire, qu'une relation pourrait exister entre la position de la gouttière et la robustesse de la scapula semble être la plus cohérente. Cette hypothèse est, indirectement, confirmée par des travaux récents

qui tendent à montrer que la position de cette gouttière serait en relation avec des phénomènes épigénétiques [156, 157]. Cependant, la fréquence plus élevée de la gouttière dorsale dans certaines populations endogames montrerait l'existence d'un contrôle génétique, même faible, de ce caractère [149]. En outre, la présence de cette gouttière dorsale chez un grand nombre de scapulas gravettiennes serait même, pour Jelínek [158], un indice supplémentaire prouvant l'existence d'échanges géniques entre les Néandertaliens et les premiers hommes modernes européens.

Circumflex sulcus

- Synonyme : sillons vasculaires du bord axillaire [77].
- Appellation anglaise : *circumflex sulcus*.

Parfois, sur le bord latéral de la scapula une gouttière peu profonde et plus ou moins horizontale sépare, en deux parties à peu près égales, l'insertion du muscle petit rond ou *teres minor* [23]. Cette gouttière est l'impression laissée sur l'os par l'artère circonflexe. Ce caractère, normalement présent sur 55 à 93 % des scapulas [24,77], serait dû à la croissance de l'os et de l'artère l'un contre l'autre [24]. Par ailleurs, la proportion de scapulas présentant ce caractère augmente rapidement entre la naissance et l'âge adulte [24]. Cette empreinte semble plus fréquente chez les hommes que chez les femmes [77,81,159].

Membre supérieur

L'humérus regroupe la grande majorité des caractères discrets décrits sur le membre supérieur. Le petit nombre de caractères décrits sur le reste du membre supérieur peut être dû soit à un moindre intérêt porté à l'étude de ces os, soit à une morphologie beaucoup moins variable.

Humérus

Foramen [Trou] supratrochléaire (foramen supratrochleare)

- Synonyme : foramen intercondylien, foramen sus-trochléen [11], perforation olécranienne [160], trou intercondylien, perforation de la cavité olécranienne [161], trou sus-trochléaire [75], foramen de la fosse olécranienne.
- Appellation anglaise : *septal aperture*.

La fosse olécranienne est le plus souvent aveugle, mais il arrive qu'elle soit percée et ainsi, une communication entre la fosse olécranienne et la fossette coronoïde existe (Fig. 11) : le foramen supratrochléaire [11,23,24,162–165] qui a été décrit pour la première fois par Meckel en 1825 [166]. Ce foramen, de taille variable et au bord mousse, présente une incidence comprise entre 3 et 40 % [50,80,82,103,162–179]. Cependant, dans certaines populations, ce pourcentage peut être beaucoup plus élevé et peut dépasser les 50 % : 57,2 % dans une population égyptienne ancienne [180], 64,7 % dans une population féminine des îles Andamans [172], 50 % dans une population féminine précolombienne d'Équateur [181], 74 % dans une population Natoufienne [182] et 85 % dans la population féminine d'Afalou [182,183]. Il est à noter que les deux dernières populations sont considérées comme fortement endogames. Cette ouverture est classiquement décrite comme étant plus fréquente sur l'humérus gauche que sur le droit [163,165,167–169, 171,172,176,181,182,184] bien que certaines études ne relèvent pas de différences de latéralité [166,185], voire même une légère prédominance du côté droit [62]. Dans ce dernier cas, la petitesse de l'échantillon peut aussi expliquer cette

répartition. Ce foramen supratrochléaire serait aussi plus fréquent chez les femmes [24,163,166,169,171,176,184,186–189]. Remarquons que Godycki [186] en fait un caractère de diagnose sexuelle. Dans de rares cas, le septum ne présente pas une ouverture unique mais multiple en tête d'épingle [163,167,177,190].

La fréquence de ce caractère dépend aussi des origines géographiques et de la robustesse des os [24,161,164–166,168,169,176,185,187,191,192]. Plus l'os est gracile et léger, et plus la fréquence du foramen supratrochléaire augmenterait [162,163,169,168,174,181,187,188], ce qui pourrait expliquer l'incidence plus élevée de ce foramen chez certaines populations féminines. Cependant, cette corrélation entre robustesse de l'os et présence du foramen supratrochléaire n'est pas aussi évidente [191–193] et dépendrait surtout de la morphologie de l'extrémité proximale de l'ulna, en particulier des processus coronoïde et olécranien, qui est essentiellement sous contrôle génétique [162,168, 171,180,191,194]. Le foramen se mettrait en place suite à des pressions répétées du processus coronoïde, et parfois du processus olécranien, sur la fosse olécranienne lors de mouvements de flexion et d'extension intenses et répétés [171,191]. Par ailleurs, la très grande fréquence de ce caractère chez les Néandertaliens et son absence chez les plus anciens hommes modernes européens [22,195,196] plaident aussi pour un contrôle génétique important de ce caractère. En d'autres termes, un contrôle génétique, via la morphologie de l'extrémité proximale de l'ulna, et un effet mécanique seraient responsables de ce caractère.

Cependant, d'autres hypothèses ont été avancées mais qui peuvent, pour certaines, être aussi d'origine génétique, et qui ont été oubliées, peut-être à tort pour l'un d'entre eux (voir

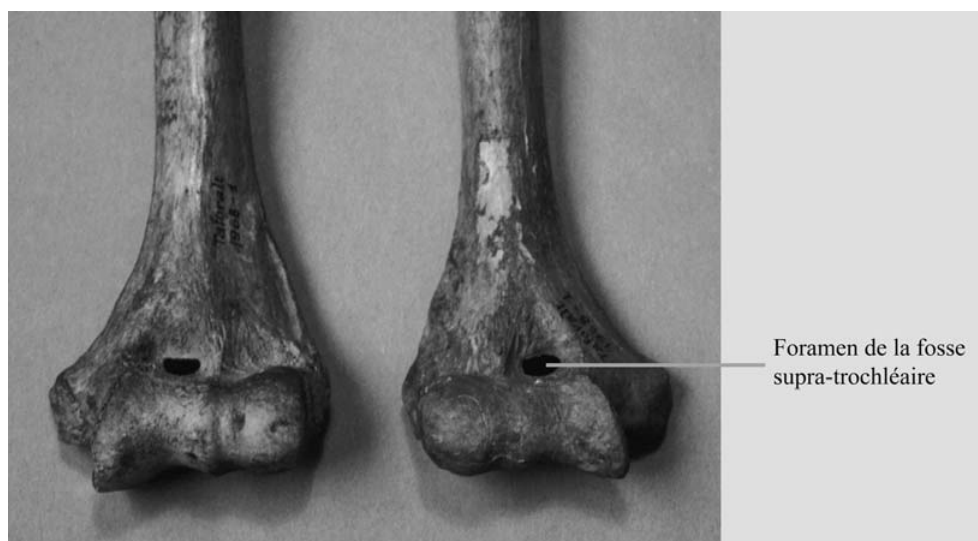


Fig. 11 Extrémité distale de deux humérus (Taforalt) présentant un foramen supratrochléaire / *The distal extremities of two humerus bones from Taforalt both with a septal aperture*

plus bas sur les mouvements de l'avant-bras). En particulier, une résorption du septum, par un processus endogène [163,168,178] ou suite à un trouble de la vascularisation [164], ou encore suite à un défaut du métabolisme du calcium [177]. En outre, pour Hrdlička [168], ce phénomène de résorption du septum traduirait des relations phylogénétiques. Une étude récente ne montre pas de relations significatives entre la présence du foramen supratrochléaire et la robustesse de l'os mais au contraire une relation inverse avec l'épaisseur de la corticale de l'humérus [193]. En d'autres termes, plus la corticale est épaisse et plus la fréquence de ce caractère diminue [193]. Pour les auteurs [193] de cette étude, cela traduirait l'existence d'une relation entre un stress alimentaire au cours de la croissance de l'individu et la présence de ce foramen.

Par ailleurs, la fréquence de ce foramen, qui peut être observé aussi bien chez les nourrissons et les enfants que les adolescents, augmente jusqu'à l'âge adulte [24,168,169] et diminue à partir de 50 ans [163]. Cependant, la faible fréquence chez les non adultes est à prendre avec précaution, car la majorité de ces études est caractérisée par de petits, voire très petits, échantillons d'individus de moins de 20 ans.

La présence de ce foramen semble associée à un amincissement important de la cavité médullaire et augmenterait les risques de certains types de fractures dites de basses énergies [197–199]. Cependant, des études complémentaires sont nécessaires pour infirmer ou confirmer ce résultat. Ce foramen, obturé par une fine membrane sur le vivant, entraînerait une capacité d'extension plus importante de l'articulation du coude [167,171,200]. Cependant, des travaux anciens montrent que cette relation n'est peut-être pas correcte [164,201–203]. En effet, l'hyperextension du coude semble plus être due soit à une morphologie particulière du processus olécranien qui serait particulièrement court et/ou à une laxité ligamentaire importante [201–204].

Le foramen supratrochléaire est la règle chez de nombreux mammifères, en particulier les Félins et les Platyrrhiniens [52]. Ce caractère présente une fréquence élevée chez les orangs-outans et les gorilles, supérieure à 55 % [24,168,170,178,205], alors que chez les gibbons et les chimpanzés la fréquence est similaire à celle de l'Homme moderne et inférieure à 30 % [170,178].

Translucidité du septum huméral

– Synonyme : aucun.

– Appellation anglaise : *translucency of the septum*.

La lame osseuse séparant la fosse olécranienne de la fosse coronoïde peut être suffisamment mince (moins de 5 mm d'épaisseur) pour entraîner une translucidité de cette dernière [28] (voir Nayak et al. [165] pour une très belle iconographie). Les rares auteurs ayant décrit ce caractère,

le considèrent comme étant l'étape précédant la mise en place du foramen supratrochléaire [162,174,191,192]. Cependant, ce dernier s'observe, dans la plupart des cas, au niveau d'un septum épais [28].

Il semblerait que la transparence de ce septum soit très fréquente, tout au moins dans des populations indiennes, puisqu'elle atteint presque 60 %, avec une légère prédominance du côté gauche [165].

Tubercule supracondylien

– Synonyme : apophyse sus-épitrochléenne [56,206–208], processus sus-épitrochléen [209], apophyse entépicondylienne [52], apophyse ou tubercule sus-condylienne [11,210], exostose humérale sus-épitrochléenne [209].

– Appellation anglaise : *supracondyloid process*.

Le tubercule supracondylien (Fig. 12) correspond à la présence d'une apophyse osseuse de 2 à 20 mm de long, le plus souvent pointue, située sur le bord médial de la diaphyse humérale au-dessus de la trochlée, du côté de l'épicondyle médial, à environ 6 cm et orientée médialement [8,11,23,24,206,211–218]. Ce caractère peut être bilatéral, mais dans plus de 80 % des cas, il est unilatéral et affecte le plus souvent l'humérus gauche [8,23,214,217,219]. Ce caractère serait plus fréquent chez les Européens et certaines populations de l'Afrique du Nord-Est, avec une fréquence comprise entre 1 et 2,5 %, que chez les autres populations [8,24,214,220–225], alors qu'aucune différence selon le sexe n'a été mise en évidence [24,217]. De nombreuses études montrent que le tubercule supracondylien, qui peut apparaître dès l'enfance, voire dès le développement intra-utérin, est sous contrôle génétique [8,24,208–210,217,226–231]. Par ailleurs, la forte incidence de ce caractère chez les

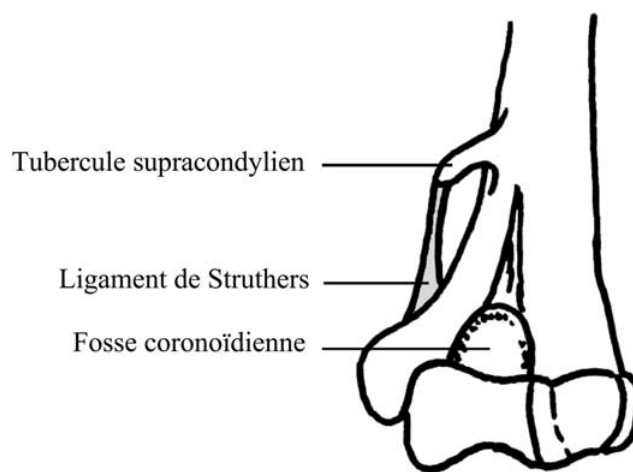


Fig. 12 Tubercule supracondylien et ligament de Struthers (redessiné d'après Tiedemann [249]) / *A supracondyloid process with Struthers's ligament (redrawn from Tiedemann [249])*

individus souffrant du syndrome de « Cornelia de Lange » [232] plaide aussi pour une origine génétique ainsi que la conséquence de son ablation (voir plus bas). En outre, il semble que ce tubercule soit aussi présent plus particulièrement dans certaines familles [233]. Cependant, la forte unilatéralité de ce caractère, ainsi que la fréquence plus élevée de ce caractère chez les adultes par rapport aux enfants, montre une influence importante de l'environnement pour l'expression du tubercule supracondylien [8,214,234].

Ce tubercule, bien que normalement asymptomatique, peut entraîner des douleurs parfois vives, de durées variables, dans les mains et parfois dans l'avant-bras lors de mouvements du membre supérieur par compression du nerf médian et/ou du nerf ulnaire ainsi que de l'artère brachiale [11,207,208,210,213,218,231,235–244]. L'artère est cependant moins fréquemment comprimée que les nerfs [8,231]. Lorsque ce tubercule entraîne des douleurs et des pertes de force, il est chirurgicalement supprimé, mais il arrive régulièrement qu'il se reconstitue si le périoste n'est pas lui aussi éliminé [210,230,235,239,242,244]. Cependant, une immobilisation du membre supérieur, dans une position bien précise, sur une période d'une semaine peut parfois suffire à faire disparaître les symptômes [237].

Ce tubercule peut prendre différents aspects (voir Testut [215] pour une riche iconographie couleur), en particulier la forme d'une apophyse plus ou moins triangulaire (cas le plus fréquent) ou celle d'un tubercule arrondi [214,215]. Dans ce dernier cas se fixe un ligament, le ligament de Struthers³ (lorsqu'il prend la forme d'une apophyse le ligament de Struthers n'existerait pas [214]), qui serait le tendon d'un muscle vestigial : *latissimo-condyloideus* [8,232,236]. Cette interprétation est délicate, car chez beaucoup de mammifères, dont les Fissipèdes (sauf Canidés et Ursidés), les Édentés (sauf *Bradypus*), les Rongeurs, les Insectivores, les Pinnipèdes, les Dermoptères, les Prosimiens, certains Platyrrhiniens ainsi que tous les Monotrèmes et Marsupiaux, l'apophyse est remplacée par un foramen [52]. Il est vrai qu'un foramen peut se mettre en place chez l'Homme dans de rares cas [52,207,245], mais il n'est pas homologue à celui des autres mammifères. En effet, chez l'Homme, il correspond à une ossification du ligament de Struthers, souvent présent à l'extrémité du tubercule supracondylien, ce qui lui confère un aspect particulier, se voyant très bien sur les illustrations de Dwight [245] et de Goulon et al. [207]. Il est à noter quelques très rares observations d'un ligament de Struthers se fixant directement sur la diaphyse humérale sans l'intermédiaire d'une apophyse ou d'un tubercule supracondylien [246,247]. Ce ligament peut aussi être la source à lui seul de la compression des artères et des nerfs [239–248].

³ Le ligament de Struthers est nommé bandelette sus-épitrochléenne par Testut [215].

Le tubercule supracondylien est normalement absent des humérus des grands singes bien qu'il ait été observé, quelques fois, sur des humérus de gorille et d'orang-outan [235].

Ce caractère a été décrit la première fois par Tiedemann en 1822 [249], mais ce sont les travaux de Struthers en 1848 [250] puis en 1854 [251] qui, en plus de préciser le travail de Tiedemann, abordent les implications médicales de ce tubercule [11,246].

Épine distale de l'humérus

- Synonyme : aucun.
- Appellation anglaise : *distal spur of the humerus*.

Une épine osseuse peut prendre naissance sur le bord médial de la fosse coronoïdienne, presque au niveau de la zone capitulotrochléaire, avec une orientation distale (Fig. 13) [24]. Ce caractère ne présente aucune préférence, ni de latéralité ni de sexe [24], et dépendrait de l'arthrose et/ou de l'âge. En effet, cette apophyse apparaît à partir de l'adolescence et augmente avec l'âge des individus [24]. Selon Saunders [24], ce caractère n'aurait donc guère d'intérêt, d'autant plus que des différences d'appréciations importantes entre observateurs existent [24] et qu'il n'a jamais été repris dans aucun travail sur les caractères discrets, y compris ceux de Saunders.

Crête supratuberculaire de Meyer

- Synonyme : aucun.
- Appellation anglaise : *supra-tubercular ridge of Meyer*.

Le bord médial du tubercule mineur est rehaussé par une crête : la crête supratuberculaire de Meyer [252] (Fig. 14). Peu d'études existent concernant ce caractère et sa fréquence

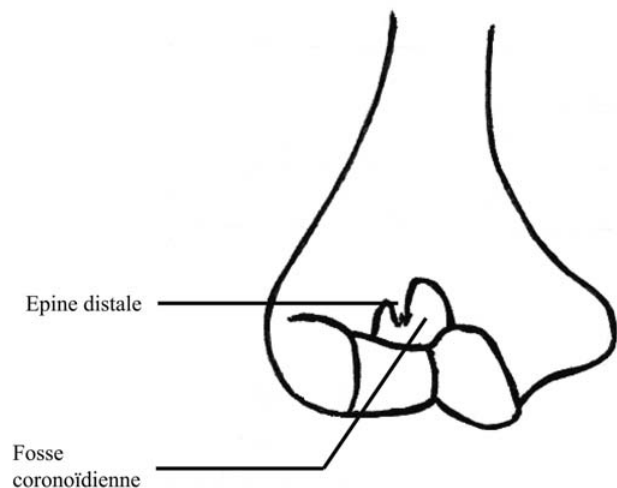


Fig. 13 Épine distale de l'humérus (redessiné d'après Saunders [24]) / *Distal spur of the humerus* (redrawn from Saunders [24])

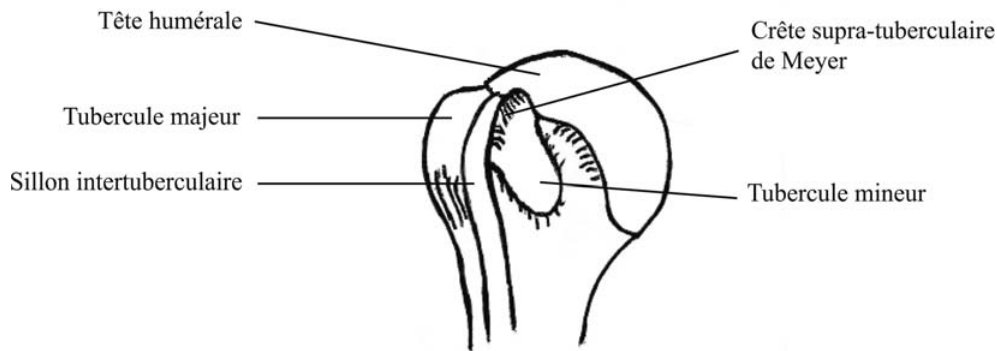


Fig. 14 Crête supratuberculaire de Meyer / *A Meyer's supra-tubercular ridge*

semble très variable. En effet, cette crête existe sur 17,5 % des humérus selon Meyer [252], alors que Vettivel et al. [253] la retrouvent sur 88 % des humérus droits et DePalma [254] sur 67 % d'entre eux. En outre, elle semble dépendante de la latéralité, car elle est beaucoup plus fréquente sur les humérus droits que sur les gauches [253,255]. Elle pourrait participer au contrôle du coulisement directionnel du tendon de la portion longue du biceps du membre supérieur le plus sollicité [252,254,255] en faisant fonctionner le tubercule mineur à la façon d'une trochlée [254].

Insertion en fosse du grand pectoral

- Synonyme : insertion en creux du grand pectoral, fosse du grand pectoral.
- Appellation anglaise : *pectoralis major impression*.

L'insertion du grand pectoral sur l'humérus peut se présenter sous la forme d'une fosse (Fig. 15) [24,50,64,124,256], alors que cette insertion a lieu, normalement, sur une crête : la crête du tubercule majeur ou crête sous-trochitérienne [56,257], différente de la crête du tubercule mineur ou crête sous-trochinienne. Ce caractère, indépendant de la latéralité, serait plus fréquent chez les hommes que chez les femmes [64,124], bien que les résultats de Saunders [24] ne soient pas aussi tranchés. En outre, la fréquence de ce caractère diminue avec l'âge [24,64]. En d'autres termes, il est beaucoup plus fréquent chez les adultes de moins de trente ans (jusqu'à 66 % des humérus) que chez les individus plus âgés où la fréquence est inférieure à 5 % [24,258].

L'étiologie de ce caractère a beaucoup évolué depuis une quarantaine d'années. En effet, l'insertion sous forme de fosse du muscle grand pectoral sur l'humérus a tout d'abord été considérée comme une variation anatomique [24], puis comme une lésion due à une activité importante [259–261] ou comme une marque de non-activité [124]. En effet, pour ce dernier auteur la fréquence élevée de ce caractère chez les enfants n'est pas cohérente avec une hyperactivité. Quoi

qu'il en soit, l'interprétation la plus commune reste la marque d'une hyperactivité. Cependant, des analyses fines de cette structure montrent qu'elle doit être le résultat de nombreux événements [262] qui ne sont pas toujours associés à une hyperactivité, tels que les enthésopathies calcifiantes érosives (ou tendinites calcifiantes), les arrachements osseux lors d'un traumatisme (rare pour le grand pectoral), la perduration d'une lacune corticale métaphysaire (rare également) et des contraintes mécaniques trop importantes au niveau de l'insertion, entraînant une irrégularité de la surface corticale et des petites lyses osseuses (phénomène fréquent chez certains athlètes). En outre, il semble qu'il faille distinguer les insertions en fosse des adultes et des juvéniles, car elles ne relèveraient pas des mêmes causes [258,262].

Insertion en fosse du grand rond

- Synonyme : insertion en creux du grand rond, fosse du grand rond.
- Appellation anglaise : *teres major impression*.

Le grand rond s'insère normalement sur la crête du tubercule mineur ou crête sous-trochinienne [56,257], mais cette dernière peut être remplacée par une fosse [24,50,64,124,256,261]. Ce caractère, indépendant de la latéralité, serait plus fréquent chez les hommes que chez les femmes [64,124]. En outre, la fréquence de ce caractère diminue avec l'âge [50,64]. En d'autres termes, il est beaucoup plus fréquent chez les adultes de moins de 30 ans (où cette fosse peut atteindre une fréquence de plus de 50 %) que chez les individus plus âgés [24,50]. Les fréquences sont similaires à celles de la fosse du grand pectoral, mais des variations interpopulationnelles significatives existent [24,50]. Comme pour l'insertion en fosse du grand pectoral, il semblerait que les causes possibles soient complexes et nombreuses et que la fosse observée chez l'enfant ne résulte pas des mêmes causes que chez l'adulte (Villotte, com. pers.)

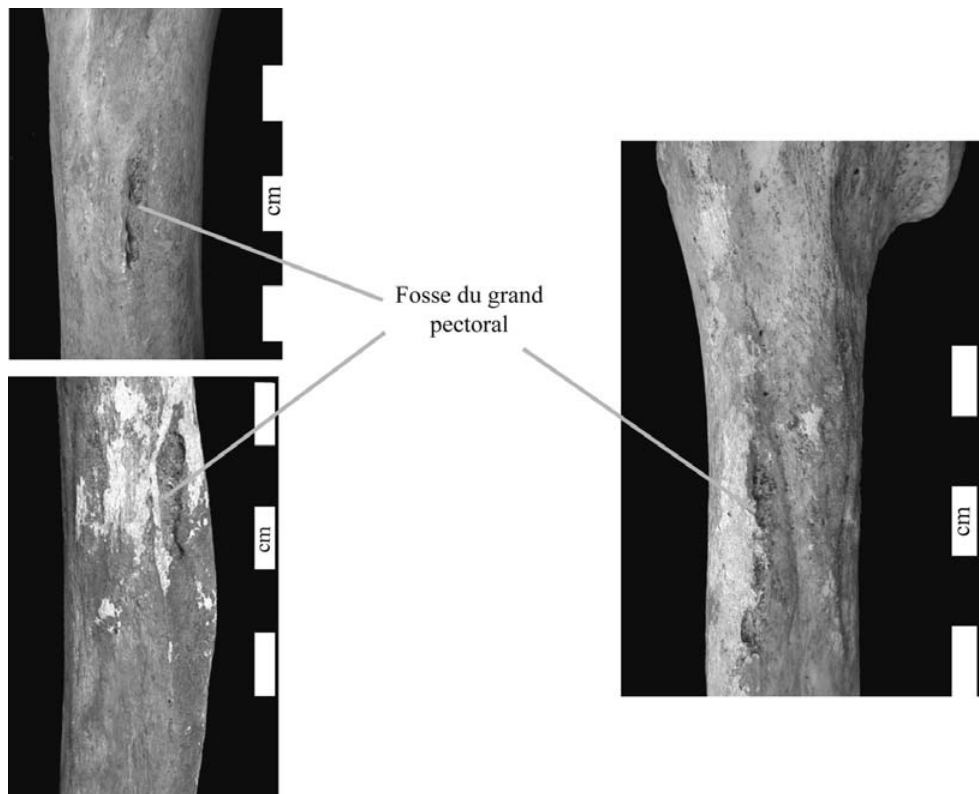


Fig. 15 Extrémité proximale d'humérus montrant des insertions en fosse du muscle grand pectoral (Photo S. Villotte) / *Proximal extremity of a humerus showing a fossa for the pectoralis major muscle (Photo S. Villotte)*

Ptère de l'humérus

- Synonyme : aucun.
- Appellation anglaise : *non connue*.

La ptère de l'humérus correspond à un élargissement et à un aplatissement de la surface osseuse située au-dessus de l'épicondyle, au niveau de l'insertion du muscle brachial [28,173]. Cette structure serait en rapport avec un développement important du muscle brachial et donc en relation avec l'activité physique [28]. Cependant, Mafart [80] considère que la ptère de l'humérus est le résultat de l'expression différentielle de trois autres caractères.

Trou nourricier (foramen nutricum)

- Synonyme : aucun.
- Appellation anglaise : *nutrient foramen* [73].

L'humérus est classiquement décrit avec un trou nourricier unique localisé sur la face médiale près du bord médial [74,56,257], situé distalement par rapport à l'empreinte du muscle coracobrachial [56] ou au même niveau [257]. Cependant, il existe des variations aussi bien du nombre d'orifices que de leur position exacte [50]. Le trou nourricier caractérisé par un seul orifice est la morphologie la plus fréquente, suivie par la morphologie à deux orifices et finale-

ment celle à trois orifices [50]. Il semble que la fréquence des humérus à deux trous nourriciers varie en fonction des populations avec des fréquences comprises entre 12 et 40 % [50]. Cependant, il semble qu'il existe aussi une relation entre la multiplicité des trous nourriciers et l'âge des individus [50].

Ulna

Surface trochléaire double

- Synonyme : sillon olécrâno-coronoïdien (Mafart, com. pers.), sillon transverse [186].
- Appellation anglaise : *trochlear notch form*.

Parfois, l'incisure trochléaire (Fig. 16) peut ne pas être continue, mais présenter deux facettes distinctes [24]. Ce caractère, qui a été décrit la première fois par Manouvrier et Anthony en 1907 [188], peut atteindre 30 % de la population adulte, alors qu'il est inexistant chez les enfants [24,50]. Cependant, cette fréquence peut être exceptionnellement plus élevée. En effet, elle dépasse 65 % dans la population Néolithique de Montigny-Esbly [188]. Il a été proposé de corrélérer la morphologie de cette articulation à la fois à la robustesse de l'ulna ainsi qu'à la présence ou à l'absence du foramen supratrochléaire [176,181,188]. En d'autres termes, les ulnas les plus robustes, donc supposées masculines,

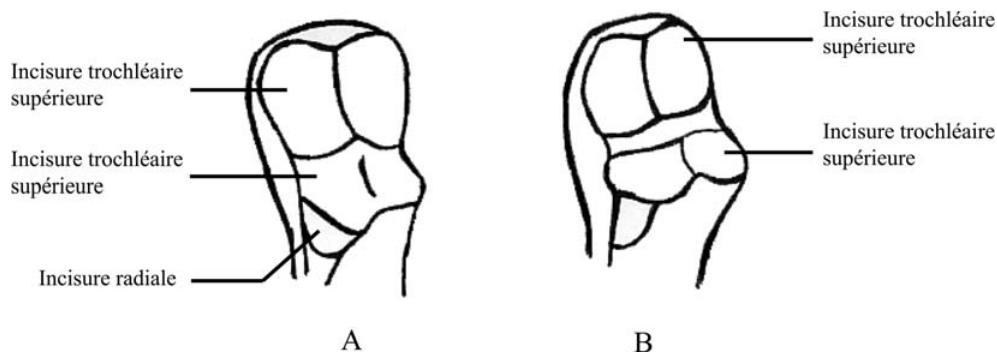


Fig. 16 Morphologie de l'incisure trochléaire de l'ulna. A. Surface trochléaire simple. B. Surface trochléaire double (redessiné d'après Mafart [50]) / *Morphology of the trochlear notch of the ulna. A. Single trochlear surface. B. Double trochlear surface (redrawn from Mafart [50])*

seraient plus fréquemment caractérisés par une surface articulaire double. Cependant, certains travaux ne montrent pas une telle corrélation [50]. Godycki en 1957 [186] fit même de la présence ou de l'absence de cette surface articulaire double un caractère de diagnose sexuelle, les hommes ayant la forme double et les femmes la forme simple. Cette assertion a été infirmée lors de l'étude de restes de Taforalt [183]. D'autres études avancent que l'incisure trochléaire double pourrait être en relation avec l'arthrose [24,263]. Cependant, entre la forme simple et la forme double, il existe une infinité de formes intermédiaires, ce qui rend délicate l'utilisation de ce caractère sans définir de stades intermédiaires.

Tubercule de la tête ulnaire

- Synonyme : aucun.
- Appellation anglaise : *distal tuberosity* [24].

Un tubercule peut exister, à la surface de la tête ulnaire, latérale par rapport au processus styloïde de l'ulna : le tubercule de la tubérosité distale. Ce caractère pourrait être le résultat d'une ossification du fibrocartilage interarticulaire [24]. En effet, ce caractère apparaît uniquement chez les adultes, en particulier chez les individus de plus de 30 ans, et ne présente pas de différences liées ni à la latéralité ni au sexe [24]. Par ailleurs, sa fréquence serait aux alentours de 5 à 10 % [24].

Radius

Orientation de la tubérosité radiale

- Synonyme : orientation de la tubérosité bicapitale [80].
- Appellation anglaise : *radial tuberosity orientation*.

La tubérosité radiale peut présenter plusieurs orientations distinctes en fonction de sa position par rapport à la crête interosseuse [50,80,264,265] :

- le grand axe de la crête interosseuse peut passer postérieurement par rapport à la tubérosité radiale ;
- ou alors sur le tiers postérieur de cette tubérosité ;
- ou bien dans le tiers central ;
- ou encore dans le tiers antérieur. Ainsi, entre la première position et la dernière, la tubérosité radiale prend une orientation de plus en plus médiale (Fig. 17).

L'orientation de cette tubérosité semble associée à l'efficacité du muscle biceps brachial lors du mouvement de supination [265]. En d'autres termes, plus la tubérosité radiale est orientée médialement et plus le moment de force pour

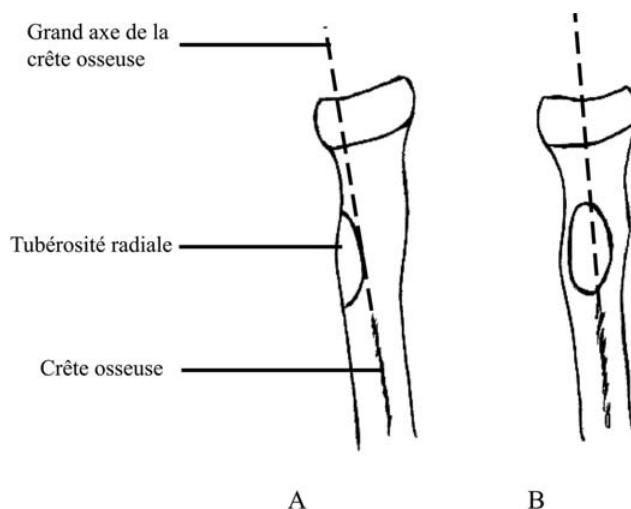


Fig. 17 Orientation de la tubérosité distale du radius. A. Le grand axe de la crête interosseuse passe postérieurement par rapport à la tubérosité radiale. B. Le grand axe de la crête interosseuse passe dans le tiers postérieur de la tubérosité radiale (redessiné d'après Mafart, et Trinkaus et Churchill [80,265]) / *Direction of the distal tuberosity of the radius. A. The long axis of the interosseous crest runs posterior to the radial tuberosity. B. The long axis of the interosseous crest lies within its posterior third (redrawn from Mafart, and Trinkaus and Churchill [80,265])*

le biceps brachial est efficace lors du mouvement de supination, en particulier en fin de mouvement [265]. L'orientation moyenne de la tubérosité radiale des Néandertaliens est plus médiale que celle des hommes actuels (même si cette orientation reste comprise dans la variabilité actuelle), ce qui traduirait chez les premiers des mouvements de supination plus puissants [265].

Les grands singes sont caractérisés par une orientation plus médiale de la tubérosité radiale que chez l'Homme actuel [264].

Morphologie de la surface articulaire distale

– Synonyme : aucun.

– Appellation anglaise : *non connue*.

La surface articulaire carpienne du radius, qui permet l'articulation avec le scaphoïde et le lunatum, est classiquement décrite comme étant divisée en deux par une crête mousse orientée antéropostérieurement [56,74,257]. Cependant, cette surface articulaire peut être constituée d'une articulation unique [50,80] (Fig. 18).

Conclusion

Cette synthèse montre une hétérogénéité de la répartition des caractères discrets sur la ceinture scapulaire et le membre supérieur. En effet, ces caractères sont décrits essentiellement sur la clavicule, la scapula et l'humérus. En revanche, seuls quelques-uns de ces caractères ont été définis sur les os des avant-bras et aucun sur les os des mains. Cette différence peut être due à de nombreux facteurs, comme une faible

variabilité de ces os ou être le reflet d'un moindre intérêt de la part des anthropologues pour certaines parties du membre supérieur. Cette dernière hypothèse semble la plus probable.

Les caractères discrets postcrâniens ont le plus souvent une double origine : génétique et environnementale, avec une part variable de chaque. Ainsi, une définition excluant tout caractère ayant une origine acquise, comme le propose Dastugue [30], devient très limitée.

Cette origine double rend l'utilisation des caractères discrets délicate sur des individus isolés. En revanche, les fréquences de certains caractères sont propres à chaque population et des relations génétiques entre populations aussi bien dans le temps que dans l'espace peuvent être déterminées ainsi que des habitudes comportementales [1,3,16,25,266–269]. Ainsi, certains caractères peuvent apporter des informations sur les migrations de populations, les changements des conditions de vie, etc. [1–4,267,270]. En effet, ces changements peuvent se traduire par des augmentations et/ou des diminutions brusques de la fréquence de certains caractères. Par exemple, le foramen de la fosse olécranienne présente une forte fréquence chez les Néandertaliens, alors que chez les premiers hommes du Paléolithique supérieur européen, elle est très faible et réaugmente par la suite [22,196]. Ce caractère ayant, très vraisemblablement, une origine en grande partie génétique, les différences de fréquences entre ces populations traduisent des populations génétiquement différentes. Un certain nombre de travaux montre, cependant, que les relations génétiques sont délicates à établir, car il n'existe pas de relations linéaires entre la fréquence de ces caractères et la distance génétique [2]. En outre, de nombreux biais influencent leur expression tels que l'asymétrie des caractères, l'effet du sexe et de l'âge, etc. [29]. Ainsi, pour limiter l'effet de ces biais, on ne peut comparer que des populations avec une répartition sexuelle et démographique identique [29]. En d'autres termes, l'essentiel des caractères discrets est contrôlé génétiquement, mais une influence épigénétique existe et brouille, en partie, l'information génétique [1]. Ainsi, pour établir des relations génétiques entre populations, les caractères discrets doivent être associés aux caractères métriques [271].

De plus, les caractères discrets peuvent aussi être utilisés pour différencier deux populations humaines fossiles. En effet, c'est en partie sur la base de caractères discrets dentaires que Prat et al. [272] ainsi que Hershkovitz et al. [273] ont déterminé l'appartenance de restes fossiles fragmentaires à des hommes anatomiquement modernes et non à des Néandertaliens. Cette application des caractères discrets se retrouve dans de nombreux travaux de systématique animal [1,274].

Notons que la fréquence de la très grande majorité des caractères discrets non crâniens est totalement inconnue chez les primates non humains en général et chez les grands

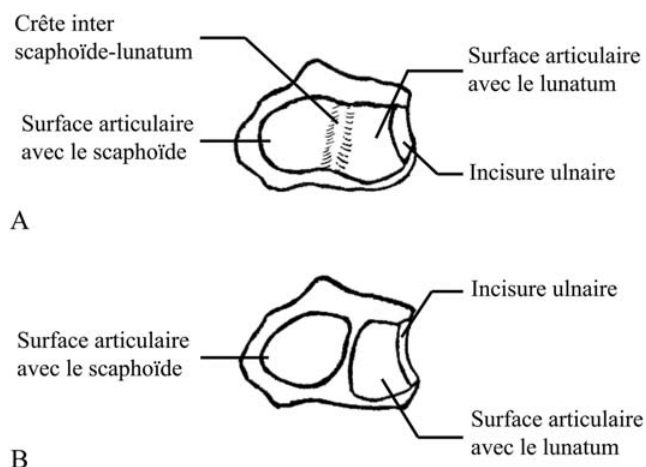


Fig. 18 Morphologie de la surface articulaire carpienne du radius. A. Surface articulaire carpienne simple. B. Surface articulaire carpienne double (redessiné d'après Mafart [80]) / *Morphology of the distal joint surface of the radius. A. Single joint surface. B. Double joint surface (redrawn from Mafart [80])*

singes en particulier. Des études plus systématiques chez nos proches cousins nous apporteraient des précisions sur l'origine (génétiques et/ou environnementales) de ces caractères et les facteurs responsables de leur expression.

Remerciements : Je tiens à remercier M. le Pr H. de Lumley et Mme le Pr D. Grimaud-Hervé pour m'avoir autorisé à photographier les collections ostéologiques présentes à l'IPH ainsi que les deux relecteurs anonymes pour leurs conseils. Je tiens à remercier aussi M. S. Villotte pour m'avoir autorisé à publier certaines de ses photographies ainsi que pour les échanges fructueux que nous avons eus.

Références

1. Ansoorge H (2001) Assessing non-metric skeleton characters as a morphological tool. *Zoology* 104:268–77
2. Wijnsman EM, Neves WA (1986) The use of non-metric variation in estimating human population admixture: a test case with Brazilian blacks, whites, and mulattos. *Am J Phys Anthropol* 70:395–405
3. Crubézy E, Sellier P (1990) Caractères discrets et « recrutement » des ensembles sépulcraux. *Bull Mem Soc Anthropol Paris* 2:171–7
4. Cockshott WP (1992) The geography of coracoclavicular joints. *Skelet Radiol* 21:225–7
5. Gemmerich I, Meyer L (1996) Les caractères discrets : de possibles interprétations sur les liens de parenté entre individus d'un même contexte culturel ou entre populations d'origine différente. *Archäologie der Schweiz / Archéologie de Suisse / Archeologia Svizzera* 19:171–3
6. Stirland AJ (1996) Femoral non-metric traits reconsidered. *Anthropologie (Brno)* 34:249–52
7. Cho BP, Kang HS (1998) Articular facets of the coracoclavicular joint in Koreans. *Acta Anatomica* 163:56–62
8. Case DT (2000) Frequency and form of the supracondylar process among ancient nubians. *J Paleopathol* 12:17–27
9. Finnegan M, Mende B (2001) The effect of primary cultural deformation on the frequency of cranial non-metric traits. *Anthropologie (Brno)* 39:25–31
10. Merbs CF (2002) Spondylolysis in Inuit skeletons from arctic Canada. *Int J Osteoarchaeol* 12:279–90
11. Varlam H, Antohe DS, Chistol RO (2005) Le processus sus-condylien et le foramen sus-trochléen de l'humérus. *Morphologie* 89:121–5
12. Case DT, Burnett SE, Nielsen T (2006) Os acromiale: population differences and their etiological significance. *Homo* 57:1–18
13. Hunt DR, Bullen L (2007) The frequency of os acromiale in the Robert J. Terry collection. *Int J Osteoarchaeol* 17:309–17
14. Tillier AM (1987) L'enfant de La Quina H 18 et l'ontogénie des Néandertaliens. In: Actes des congrès nationaux des sociétés savantes (ed) Préhistoire de Poitou-Charentes. Problèmes actuels. Éditions du Comité des travaux historiques et scientifiques (CTHS), Paris, pp 201–6
15. Manzi G, Vienna A, Hauser G (1996) Developmental stress and cranial hypostosis by epigenetic trait occurrence and distribution: an exploratory study on the Italian neandertals. *J Hum Evol* 30:511–27
16. Alt KW, Pichler S, Vach W, et al (1997) Twenty-five thousand-year-old triple burial from Dolní Věstonice: an ice-age family? *Am J Phys Anthropol* 102:123–31
17. Trinkaus E, Jelínek J (1997) Human remains from the Moravian Gravettian: the Dolní Věstonice 3 postcrania. *J Hum Evol* 33:33–82
18. Wilbur AK (1997) A discrete variant in the third plantar tarsometatarsal joint: patterns of occurrence in a prehistoric population from West-central Illinois. *Int J Osteoarchaeol* 7:124–32
19. Tyrrell AJ, Chamberlain AT (1998) Non-metric trait evidence for modern human affinities and the distinctiveness of Neanderthals. *J Hum Evol* 34:549–54
20. Manzi G, Garcia A, Arsuaga JL (2000) Cranial discrete traits in the Middle Pleistocene humans from Sima de los Huesos (Sierra de Atapuerca, Spain). Does hypostosis represent any increase in “ontogenetic stress” along the Neanderthal lineage? *J Hum Evol* 38:425–46
21. Ahern JCM (2006) Non-metric variation in recent humans as a model for understanding neanderthal-early modern human differences: just how “unique” are Neanderthal unique traits. In: Harvati K, Harrison T (eds) *Neanderthals Revisited-New Approaches and Perspective*. Springer-Verlag, Kluwer Academic Press Berlin, pp 255–68
22. Voisin JL, Condemi S (sous presse) Spy non-metric traits. In: Semal P, Hauzeur A (eds) *Spy cave, State of 120 years of pluridisciplinary research on the Betche-aux-Rotches from Spy. Jemeppe-sur-Sambre, Province of Namur, Belgium*
23. Finnegan M (1978) Non-metric variation of the infracranial skeleton. *J Anat* 125:23–37
24. Saunders SR (1978) The development and distribution of discontinuous morphological variation of the human infracranial skeleton. *Archaeol Surv Canada / Commission archéologique du Canada Dossier n° 81:1–549*
25. Donlon DA (2000) The value of infracranial nonmetric variation in studies of modern Homo sapiens: an australian focus. *Am J Phys Anthropol* 113:349–68
26. Rösing FW (1984) Discreta of the human skeleton: a critical review. *J Hum Evol* 13:319–23
27. Busby A, Abramsky L, Dolk H, Armstrong B (2005) Preventing neural tube defects in Europe: population based study. *Br Med J* 330:571–2
28. Janssens PA, Perrot RJL (2006–2007) <http://anthropologie-et-paleopathologie.univ-lyon1.fr/HTML/HTML/Pr%C3%A9cis%20d'anthropobiologie/Page%20de%20titre.htm>
29. Saunders SR (1989) Nonmetric skeletal variation. In: İşcan MY, Kennedy KAR (eds) *Reconstruction of life from the skeleton*. Wiley-Liss, New York, pp 95–108
30. Dastugue J (1984) De l'appréciation des caractères dits « discrets » en anthropologie. *Bull Mem Soc Anthropol Paris Série 14 Tome 1:237–44*
31. Hauser G, De Stephano GF (1989) Epigenetic variants of the human skull. Stuttgart, Schweizerbart, 301 p
32. Braga J (1995) Définitions de certains caractères discrets crâniens chez *Pongo*, *Gorilla* et *Pan*. Perspectives taxonomiques et phylogénétiques. Thèse, Bordeaux-I
33. Fischer L, Vuillard P, Blanc JF, Bouchet A (1971) L'articulation coracoclaviculaire (à propos de trois cas cliniques, 56 dissections cadavériques et de l'examen de 228 pièces osseuses). *Lyon Med* 225:1257–60
34. Gumina S, Salvatore M, De Santis P, et al (2002) Coracoclavicular joint: osteologic study of 1,020 human clavicles. *J Anat* 201:513–9
35. Lane A (1888) The anatomy and physiology of the shoemaker. *J Anat Physiol* 22:593–628
36. Gowland WP (1915) Preliminary note on a diarthrodial articulation between the clavicle and the coracoid. *J Anat Physiol* 49:187–9
37. Graves WW (1922) Observations on age changes in the scapula. A preliminary note. *Am J Phys Anthropol* 5:21–33

38. Gradoyevitch B (1939) Coracoclavicular joint. *J Bone Joint Surg Am* 21A:918–20
39. Nutter PD (1941) Coracoclavicular articulations. *J Bone Joint Surg* 23:177–9
40. Ray LJ (1959) Bilateral coracoclavicular articulations in the Australian aboriginal. *J Bone Joint Surg Br* 41B:180–4
41. Crubézy E (1985) Un cas médiéval d'articulation coracoclaviculaire bilatérale. *L'Anthropologie (Paris)* 89:117–24
42. Haramati N, Cook RA, Raphael B, et al (1994) Coraco-clavicular joint: normal variant in humans. *Skelet Radiol* 23:117–9
43. Faraj AA (2003) Bilateral congenital coracoclavicular joint case report and review of the literature. *Acta Orthopædica Belgica* 69:552–4
44. Vallois HV (1926) Les anomalies de l'omoplate chez l'homme. *Bull Mem Soc Anthropol Paris Série 7 Tome 7*:20–37
45. Ray LJ (1959) Metrical and non-metrical features of the clavicle of the Australian Aboriginal. *Am J Phys Anthropol* 17:217–26
46. Pillay VK (1967) The coraco-clavicular joint. *Singapore Med J* 8:207–13
47. Kaur H, Jit I (1991) Brief communication: coracoclavicular joint in Northwest Indians. *Am J Phys Anthropol* 85:457–60
48. Wertheimer LG (1948) Coracoclavicular joint: surgical treatment of a painful syndrome caused by an anomalous joint. *J Bone Joint Surg Am* 30A:570–8
49. Lewis OJ (1959) The coracoclavicular joint. *J Anat* 93:296–303
50. Mafart BY (1984) Étude anthropologique de la nécropole paléochrétienne et médiévale de La Gayole (Var). Thèse, université de Provence, 360 pp
51. Nalla S, Asvat R (1995) Incidence of the coracoclavicular joint in South African populations. *J Anat* 186:645–9
52. Lessertisseur J, Saban R (1967) Squelette appendiculaire. In: Grassé (ed) *Traité de zoologie. Anatomie, systématique, biologie*. Masson, Paris, pp 709–1078
53. Voisin JL (2006) The clavicle, a neglected bone; morphology and relation to arm movements and shoulder architecture in Primates. *Anatomical Record Part A* 288A:944–53
54. Köhler A (1935) *Röntgenology*, Baillière, Tindall et Cox, Londres, 723 p
55. Raven HC (1950) *The anatomy of the Gorilla, The Raven memorial volume*, Columbia University Press, New York, 259 p
56. Rouvière H (1982) *Anatomie humaine descriptive, topographique et fonctionnelle : membres, système nerveux central*, Masson, Paris, 679 p
57. Paturet G (1951) *Traité d'anatomie humaine : membres supérieur et inférieur*. Masson, Paris, 1124 p
58. Olivier G (1951) Anthropologie de la clavicle I — la clavicle de l'australien. *Bull Mem Soc Anthropol Paris Série 10, Tome 2*:67–99
59. Cave AJE (1961) Nature and morphology of the costoclavicular ligament. *J Anat* 95:170–9
60. Jit I, Kaur H (1986) Rhomboid fossa in the clavicles of North Indians. *Am J Phys Anthropol* 70:97–103
61. Voisin JL (2000) L'épaule des hominidés. Aspects architecturaux et fonctionnels, références particulières à la clavicle. Thèse, Museum national d'histoire naturelle, Paris, 432 p
62. Curtin J (1984) *Human Skeletal Remains from Namu (EISx 1): a descriptive analysis*. PhD Simon Fraser University, 206 p
63. Parson FG (1916) On the modern English clavicle. *J Anat Physiol* 51:71–93
64. Castex D (1990) Insertion du grand pectoral et du grand rond sous forme de fosse. *Bull Mem Soc Anthropol Paris* 2:185–90
65. Olivier G (1951) Anthropologie de la clavicle III — La clavicle du français. *Bull Mem Soc Anthropol Paris Série 10, Tome 2*:121–57
66. Olivier G (1954) Anthropologie de la clavicle VIII — La clavicle des amérindiens. *Bull Mém Soc Anthropol Paris Série 10, Tome 5*:144–53
67. Olivier G (1953) La clavicle du Semnopithèque. *Mammalia* 17:173–86
68. Turner W (1871) Some additional variations in the distribution of the nerves of the human body. *J Anat Physiol* 6:101–6
69. Turner W (1874) Further examples of variations in the arrangement of the nerves of the human body. *J Anat Physiol* 8:297–9
70. Santos EM (1928) Le canalicule claviculaire. *Comptes Rendus des Séances de la Société de Biologie et de ses Filiales* 98:161–3
71. Waern (von) A (1934) Kongenitale Schlüsselbeinperforation. *Anatomischer Anzeiger* 77:221–9
72. Pietruszewsky M, Hunt TL, Ikehara-Quebral RM (1997) A Lapita-associated skeleton from Waya Island, Fiji. *Micronesica* 30:355–88
73. FCAT (1998) *Terminologia Anatomica*. Thieme, Stuttgart, New York, 292 p
74. Poirier P (1892) *Traité d'anatomie humaine – Tome I Embryologie, Ostéologie, Arthrologie*. Battaille L, Paris, 780 p
75. Sobotta J (1977) *Atlas d'anatomie humaine - Vol. 4, nomenclature anatomique française*. Maloine, Paris, 310 p
76. Prescher A, Klümpen T (1997) The glenoid notch and its relation to the shape of the glenoid cavity of the scapula. *J Anat* 190:457–60
77. Vallois HV (1932) L'omoplate humaine. Étude anatomique et anthropologique (Chapitres VI, VII, VIII, IX et X). *Bull Mem Soc Anthropol Paris Série 8, Tome 3*:3–153
78. Martin CP (1933) Cause of torsion of the humerus and of the notch on the anterior edge of the glenoid cavity of the scapula. *J Anat* 67:573–83
79. Miles AEW (1997) The glenoid notch and the shape of the glenoid cavity of the scapula. *J Anat* 191:475
80. Mafart BY (1980) L'Abbaye Saint-Victor de Marseille, étude anthropologique de la nécropole des v^e et vi^e siècles. CNRS édition, Paris, 320 pp
81. Bainbridge D, Genovés Tarazaga S (1956) A study of sex differences in the scapula. *J Royal Anthropol Institute Great Br Ireland* 86:109–34
82. Heuertz M (1957) Étude des squelettes du cimetière franc d'Ennery, Moselle. *Bull Mem Soc Anthropol Paris Série 10, Tome 8*:81–141
83. Kajava Y (1924) Über den Schultergürtel der Finnen. *Ann Acad Sci Fenn Series A* 21:1–69
84. Gray DJ (1942) Variations in human scapulae. *Am J Phys Anthropol* 29:57–72
85. Prescher A (2000) Anatomical basics, variations, and degenerative changes of the shoulder joint and shoulder girdle. *Eur J Radiol* 35:88–102
86. Anderson JE (1963) The Fairty Ossuary: an osteological analysis of an Iroquois ossuary. National Museum of Canada, Bulletin n° 193, Contributions to anthropology, 1961–1962, part 1. National Museum of Canada, Ottawa, pp 28–129
87. Wienker CW, Wood JE (1988) Osteological individuality indicative of migrant citrus laboring. *J Forensic Sci* 33:562–7
88. Mudge MK, Wood VE, Frykman GK (1984) Rotator cuff tears associated with os acromiale. *J Bone Jt Surg Am* 66:427–9
89. Jerosch J, Hepp R, Castro WHM (1991) An unfused acromial epiphysis a reason for chronic shoulder pain. *Acta Orthopædica Belgica* 57:309–12
90. Vallois HV (1925) L'os acromiale dans les races humaines. *L'Anthropologie (Paris)* 35:97–122
91. Edelson JO, Zuckerman J, Hershkovitz I (1993) Os acromiale: anatomy and surgical implications. *J Bone Joint Surg Br* 74B:551–5

92. Morestin H (1894) Acromion formant un os isolé réuni au reste de l'épine par une véritable articulation. *Bull Soc Anat Paris* 8:681-2
93. Féry A, Sommelet J (1988) L'os acromial : signification, diagnostic, pathologie. À propos de 28 observations dont deux décollements-fractures. *Rev Chir Orthop Repar Appareil Moteur* 74:160-72
94. Gruber W (1863) Über die Arten der Acromialknochen und accidentellen Acromialgelenke. *Archiv für Anatomie, Physiologie und Wissenschaftliche Medicin (sans numéro)*, pp 373-87 et 393-405
95. Neumann W (1918) Über das "Os acromiale". *Fortschritte auf dem Gebiete der Röntgenstrahlen* 25:180-91
96. Folliaison A (1933) Un cas d'os acromial. *Rev Orthop Chir Appareil Moteur* 20:533-8
97. Park JG, Lee JK, Phelps CT (1994) Os acromiale associated with rotator cuff impingement: MR imaging of the shoulder. *Radiology* 193:255-7
98. Lagrange (1882) Anomalie dans le squelette de l'épaule droite — ossification indépendante de l'acromion. *Bull Soc Anat Paris* 57:339-40
99. Macalister A (1893) Notes on the acromion. *J Anat Physiol* 27:244-51
100. Symington J (1900) On Separate acromion process. *J Anat Physiol* 34:287-94
101. Liberson F (1937) Os acromiale — a contested anomaly. *J Bone Joint Surg* 19:683-9
102. Elleuch MH, Baklouti S, Mnif J, et al (1994) Os acromial et syndrome de la coiffe des rotateurs. À propos de 12 cas et revue de la littérature. *J Radiol* 75:237-40
103. Dubreuil-Chamberlain L (1918) Notes sur quelques os de l'époque mérovingienne. *Bull Mem Soc Anthropol Paris Série 4, Tome 9*:14-7
104. Nicholson GP, Goodman DA, Flatow EL, Bigliani LU (1996) The acromion: morphologic condition and age-related changes. A study of 420 scapulas. *J Shoulder Elbow Surg* 5:1-11
105. Filho MRCC, Andrade RP, Castro Quiroz B (2004) Os acromiale: incidência e epidemiologia [Os acromiale: incidence and epidemiology]. *Rev Min Ort Traum* 2:1-4
106. Sammarco VJ (2000) Os acromiale: frequency, anatomy, and clinical implications. *J Bone Joint Surg Am* 82A:394-400
107. Poirier P (1887) Os acromial. *Bull Soc Anat Paris* 62:881-2
108. Stevenson PH (1924) Age order of epiphysal union in man. *Am J Phys Anthropol* 7:53-93
109. Curgy JJ (1965) Apparition et soudure des points d'ossification des membres chez les mammifères. *Mémoires du Muséum National d'Histoire Naturelle (nouvelle série) série A, Zoologie* 32:175-307
110. Bass WM (1995) Human osteology. A laboratory and field manual (4^e edition) Special publication n° 2 of the Missouri Archaeological Society, Missouri Archaeological Society, Columbia, 361 p
111. Granieri GF, Bacarini L (1998) A little-known cause of painful shoulder: os acromiale. *Eur Radiol* 8:130-3
112. Warner JJP, Beim GM, Higgins L (1998) The treatment of symptomatic os acromiale. *J Bone Joint Surg Am* 80A:1320-6
113. Ryu RKN, Fan RSP, Dunbar WH (1999) The treatment of symptomatic os acromiale. *Orthopedics* 22:325-8
114. Barbiera F, Bellissima G, Iovane A, De Maria M (2002) Os acromiale producing rotator cuff impingement and rupture. A case report. *Radiol Med* 104:359-62
115. Davlin CD, Fluker D (2003) Bilateral os acromiale in a division I basketball. *J Sports Sci Med* 2:175-9
116. Ortiguera CJ, Buss DD (2002) Surgical management of the symptomatic os acromiale. *J Shoulder Elbow Surg* 11:521-8
117. Kurtz A, Humble BJ, Rodosky MW, Sekiya JK (2006) Symptomatic os acromiale. *J Am Acad Orthopaedic Surg* 14:12-9
118. Ouellette H, Thomas BJ, Kassarian A, et al (2007) Re-examining the association of os acromiale with supraspinatus and infraspinatus tears. *Skelet Radiol* 36:835-9
119. Harris JD, Griesser MJ, Jones GL (2011) Systematic review of the surgical treatment for symptomatic os acromiale. Systematic review of the surgical treatment for symptomatic os acromiale. *Intern J Shoulder Surg* 5:9-16
120. Angel JL, Kelley JO, Parrington M, Pinter S (1987) Life stresses of the free black community as represented by the First African Baptist Church, Philadelphia, 1823-1841. *Am J Phys Anthropol* 74:213-29
121. Miles AEW (1994) Non-union of the epiphysis of the acromion in the skeletal remains of a Scottish population of ca. 1,700. *Int J Osteoarchaeol* 4:149-63
122. Stirland AJ (2000) Raising the dead: the skeleton crew of Henry VIII's great ship, the Mary Rose. John Wiley and Son, Chichester, 184 p
123. Miles AEW (1996) Humeral impingement on the acromion in a scottish island population of c. 1,600 AD. *Int J Osteoarchaeol* 6:259-88
124. Mafart BY (1996) Particularités anthropologiques et paléopathologiques d'une population de moniales médiévales, l'Abbaye Saint-Pierre de l'Almanarre à Hyères (XIII^e-XIV^e s.). Actes de la XIV^e réunion Histoire et Archéologie d'Antibes, 1996 APDCA édition, Antibes, pp 271-86
125. Fujimoto J, Nakagawa Y, Masuhara K, Tamai S (1988) Tears of the rotator cuff of the shoulder associated with pathological changes in the acromion. A study in cadavera. *J Bone Joint Surg Am* 70A:1224-30
126. Vallois HV (1926) Variations de l'échancrure coracoïdienne. *Ann Anat Pathol Anat Normale Médioco-chirurgicale* 3:411-3
127. Hrdlička A (1942) The scapula: visual observations. *Am J Phys Anthropol* 29:73-94
128. Grundlagen MB (1997) Möglichkeiten und Grenzen der Sonographie osteofibröser Kanäle im Schulterbereich Teil 1. *Ann Anat* 179:355-73
129. Hrdlička A (1942) The adulte scapula. Additional observations and measurements. *Am J Phys Anthropol* 29:363-415
130. Cudi Tuncer M, Tacar O, Hatipoğlu ES (2005) Foramen scapulae osseum. *Dicle Tip Dergisi (Dicle Medical Journal)* 32:40-2
131. Patte E (1948) Sur la prétendue absence de l'échancrure coracoïdienne chez les Anthropomorphes. *Mammalia* 12:140-7
132. Edelson JG (1995) Bony bridges and other variations of the suprascapular notch. *J Bone Joint Surg Br* 77B:505-6
133. Ticker JB, Djurasovic M, Strauch RJ, et al (1998) The incidence of ganglion cysts and variations in anatomy along the course of the suprascapular nerve. *J Shoulder Elbow Surg* 7:472-8
134. Natsis K, Totlis T, Tsikaras P, et al (2007) Proposal for classification of the suprascapular notch: a study on 423 dried scapulas. *Clin Anat* 20:135-9
135. Kopell HP, Thompson WA (1959) Pain and the frozen shoulder. *Surg Gynecol Obstet* 109:92-6
136. Gelmers HJ, Buys DA (1977) Suprascapular entrapment neuropathy. *Acta Neurochir* 38:121-4
137. Khan MA (2006) Complete ossification of the superior transverse scapular ligament in an indian male adult. *Int J Morphol* 24:195-6
138. Spinner RJ (2006) Outcomes for peripheral nerve entrapment syndromes. *Clin Neurosurg* 53:285-94
139. Schoofs M, Wary J (2004) Les compressions des nerfs suprascapulaire et axillaire à l'épaule. *Chir Main* 23(supp 1):S55-S62
140. Bayramoğlu A, Demiryürek D, Tüccar E, et al (2003) Variations in anatomy at the suprascapular notch possibly causing

- suprascapular nerve entrapment: an anatomical study. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy* 11:393–8
141. Callahan JD, Scully TB, Shapiro SA, Worth RM (1991) Suprascapular nerve entrapment. A series of 27 cases. *J Neurosurg* 74:893–6
 142. Trinkaus E (1977) A functional interpretation of the axillary border of the Neandertal scapula. *J Hum Evol* 6:231–4
 143. Heim JL (1982) Les hommes fossiles de la Ferrassie II. *Arch Inst Paleontol Hum* 38:1–272
 144. Heim JL (1974) Les hommes fossiles de la Ferrassie (Dordogne) et le problème de la définition des Néandertaliens classiques. *L'Anthropologie (Paris)* 78:81–112
 145. Boule M (1912) L'Homme fossile de la Chapelle-aux-Saints. *Ann Paleontol* 7:21–192
 146. Fraipont C (1927) Sur l'omoplate et le sacrum de l'homme de Spy. *Rev Anthropol (Paris)* 37:189–95
 147. Stewart TD (1962) Neandertal scapulae with special attention to the Shanidar Neandertals from Iraq. *Anthropos* 57:779–800
 148. Trinkaus E (1983) *The Shanidar Neandertals*. Academic Press, New York, 502 p
 149. Moran AJ, Chamberlain AT (1997) The incidence of dorsal sulci of the scapula in a modern human population from Ensay, Scotland. *J Hum Evol* 33:521–4
 150. Vandermeersch B (1991) La ceinture scapulaire et les membres supérieurs. In: Bar-Yosef O, Vandermeersch B (eds) *Le squelette Moustérien de Kebara 2*. CNRS édition, Paris, pp 157–78
 151. Heim JL (1982) Les enfants néandertaliens de la Ferrassie. Étude anthropologique et analyse ontogénique des hommes de néandertal. Masson, Paris, 169 p
 152. Madre-Dupouy M (1991) Principaux caractères de l'enfant néandertalien du Roc de Marsal, Dordogne (France). *L'Anthropologie (Paris)* 95:523–34
 153. Trinkaus E, Howells WW (1979) The Neandertals. *Scientific American* 241:118–33.
 154. Trinkaus E (1989) Neandertal upper limb morphology and manipulation. In: Giacobini G (ed) *Hominidae: actes du 2^e Congrès international de paléontologie humaine, 1987*, Jaca Book, Turin, Milan, pp 331–8
 155. Odwak H (2006) Scapular axillary border morphology in modern humans and neandertals. *Periodicum Biologorum* 108:353–64
 156. Trinkaus E (2006) The Krapina scapulae. *Periodicum Biologorum* 108:341–51
 157. Trinkaus E (2008) Kiik-Koba 2 and Neandertal axillary border ontogeny. *Anthropol Sci* 116:231–6
 158. Jelínek J (1992) Gravettian shoulderblades, their morphological variability and other interesting features. *Anthropologie (Brno)* 30:45–50
 159. Mendes Corrêa AA (1915) Impressões arteriaes da fossa infra-spinata da omoplate. *Anais Paulistas de Medicina e Cirurgia* 5:87–92
 160. Testut L, Latarjet A (1931) *Traité d'Anatomie humaine*. Tome premier, 8^e édition. G. Doin, Paris, 602 p
 161. Topinard P (1895) *L'Anthropologie*. Reinwald C & Cie Libraires-éditeurs, Paris, 560 p
 162. Manouvrier L (1921) Sur l'interprétation anatomique de la perforation olécranienne. *Bulletin Mensuel de l'Association Française pour l'Avancement des Sciences* 45:725–36
 163. Barbosa-Sueiro MB (1925) O buraco olecraneano. *Arquivo do Anatomia e Antropologia* 9:95–217
 164. Hirsh SI (1927) The supratrochlear foramen. *Clinical and anthropological considerations*. *Am J Surg* 2:500–5
 165. Nayak SR, Das R, Krishnamurthy A, et al (2009) Supratrochlear foramen of the humerus: An anatomico-radiological study with clinical implications. *Uppsala J Med Sci* 114:90–4
 166. Singhal S, Rao V (2007) Supratrochlear foramen of the humerus. *Anat Sci Int* 82:105–7
 167. Lamb DS (1890) The olecranon perforation. *Am Anthropol* 3:159–74
 168. Hrdlička A (1932) The humerus: septal apertures. *Anthropologie (Prague)* 10:31–96
 169. Trotter M (1934) Septal apertures in the humerus of american whites and negroes. *Am J Phys Anthropol* 19:213–27
 170. Olivier G (1951) Signification de la perforation olécranienne. *Comptes Rendus de l'Association des Anatomistes, 39^e réunion*, Nancy 69:765–8
 171. Mays S (2008) Septal aperture of the humerus in a mediaeval human skeletal population. *Am J Phys Anthropol* 136:432–40
 172. Flower WH (1880) On the osteology and affinities of the natives of the Andaman Islands. *J Anthropol Inst Great Br Ireland* 9:108–35
 173. Manouvrier L (1894) Étude des crânes et ossements humains recueillis dans la sépulture néolithique dite la Cave aux Fées, à Brueil (Seine-et-Oise). *Mémoire de la Société des Sciences Naturelles et Archéologiques de la Creuse* 8:251–95
 174. Perrier du Carne E, Manouvrier L (1895) Le dolmen « de la Justice » d'Epône (Seine-et-Oise). *Mobilier funéraire et ossements humains*. *Bull Soc Anthropol Paris Série 4, Tome 6*:273–97
 175. Dorsey GA (1897) The long bones of Kwakiutl and Salish Indians. *Am Anthropol* A10:174–82
 176. Rivet P (1909) Recherches anthropologiques sur la Basse-Californie. *J Soc Am* 6:147–254
 177. Barbosa-Sueiro MB (1931) Note sur les cas de perforation olécranienne ; apophyse sur-épitrochleenne et de canal huméral observé à la station néolithique de Melides. *Arquivo do Anatomia e Antropologia* 14:27–46
 178. Slomann HC (1926) Perforatio humeri. *Videnskabelige meddelelser fra Dansk Naturhistorisk Forening* 82:271–313
 179. Sansilbano-Collilieux M (1990) Les caractères discrets et le recrutement de deux nécropoles du Haut Moyen-Age à Poitiers (Vienne). *Bull Mem Soc Anthropol Paris* 2(3-4):179–83
 180. Macalister A (1900) Perforate humeri in ancient Egyptian skeletons. *J Anat Physiol* 35:121–2
 181. Anthony R, Rivet P (1908) Étude anthropologique des races précolombiennes de l'Équateur. *Recherches anatomiques sur les ossements (os des membres) des abris sous roches de Palta-calco*. *Bull Mem Soc Anthropol Paris Série 5, Tome 9*:314–430
 182. Soliveres O (1976) Le squelette postcéphalique des Hommes de Mallaha (Natoufien-Israël). *Bull Mem Soc Anthropol Paris Série 13, Tome 3*:261–79
 183. Ferembach D, Dastugue J, Poitrat-Targowla MJ (1962) *La Nécropole épipaléolithique de Taforalt (Maroc oriental)*, Editat-Casablanca, Casablanca, 175 p
 184. Ming-Tzu P (1935) Septal apertures in the humerus in the Chinese. *Am J Phys Anthropol* 20:165–70
 185. Akabori E (1934) Septal aperture in Japanese, Ainu and Koreans. *Am J Phys Anthropol* 18:395–400
 186. Godycki M (1957) Sur la certitude de détermination du sexe d'après le fémur, le cubitus et l'humérus. *Bull Mem Soc Anthropol Paris Série 10, Tome 8*:405–10
 187. Benfer RA, McKern TW (1966) The correlation of bone robusticity with the perforation of the coronoid-olecranon septum of humerus of man. *Am J Phys Anthropol* 24:247–52
 188. Manouvrier L, Anthony R (1907) Étude des ossements humains de la sépulture néolithique de Montigny-Esbly. *Bull Mem Soc Anthropol Paris Série 5, Tome 8*:537–63
 189. Anthony R (1912) Notes sur les ossements recueillis par le Dr Laval dans les grottes du Fournet. *Bull Mem Soc Anthropol Paris Série 6, Tome 3*:65–70

190. Vandermeersch B, Trinkaus E (1995) The postcranial remains of the Regourdou 1 Neandertal: the shoulder and arm remains. *J Hum Evol* 28:439–76
191. Glanville EV (1967) Perforation of the coronoid-olecranon septum, humero-ulnar relationships in Netherlands and African population. *Am J Phys Anthropol* 26:85–92
192. Riesenfeld A, Simon M (1975) Septal apertures in the humerus of normal and experimental rats. *Am J Phys Anthropol* 42:57–61
193. Juna B, Park M, Kim K, Choi I (1998) Sex-specific nutritional stress on humeri among the Crystal River archaeological population in central Florida. *Kor J Phys Anthropol* 11:111–6
194. Benfer RA, Tappen NC (1968) The occurrence of the septal perforation of the humerus in three non-human primate species. *Am J Phys Anthropol* 29:19–28
195. Hambücken A (1998) Morphologie et fonction du coude et de l'avant-bras des Néandertaliens. *Bull Mem Soc Anthropol Paris* 10(3-4):213–36
196. Trinkaus E, Smith FH, Stockton TC, Shackelford LL (2006) The human postcranial remains from Mladeč. In: Teschler-Nicola M (ed) *Early Modern humans at the Moravian gate*. Springer, Vienne, New York, pp 385–445
197. Kuhn JE, Louis DS, Loder RT (1995) Divergent single-column fractures of the distal part of the humerus. *J Bone Joint Surg Am* 77A:538–42
198. Akpınar F, Aydinlioğlu A, Tosun N, et al (2003) A morphometric study on the humerus for intramedullary fixation. *Tohoku J Experiment Med* 199:35–42
199. Sahajpal DT, Pichora D (2006) Septal aperture: an anatomic variant predisposing to bilateral low-energy fractures of the distal humerus. *Can J Surg/J Can Chir* 49:363–4
200. De Wilde V, De Maeseneer M, Lenchik L, et al (2004) Normal osseous variants presenting as cystic or lucent areas on radiography and CT imaging: a pictorial overview. *Eur J Radiol* 51:77–84
201. Barbosa-Sueiro MB (1928) Note sur l'hyperextension et l'hypoextension du coude humain. *Arquivo do Anatomia e Antropologia* 12:1–4
202. Royer P (1924) Sur un cas d'hyperextension très exagérée de l'avant-bras. *Bull Mem Soc Anthropol Paris Série 7, Tome 5*:77–8
203. Royer P (1925) Sur un cas d'hyperextension très exagérée de l'avant-bras. (Suite). *Bull Mem Soc Anthropol Paris Série 7, Tome 6*:17–20
204. Frassetto F (1901) Osservazioni comparative sul foro olecranico. *Atti della Società Romana di Antropologia* 8:264–96
205. Schultz AH (1930) The skeleton of the trunk and limbs of higher primates. *Hum Biol* 2:303–438
206. Nicolas A (1891) Nouvelles observations d'apophyse sus-épitrochléenne chez l'homme. *Rev Biol Nord France* 3:121–34
207. Goulon M, Lord G, Bedoiseau M (1963) L'atteinte du médian et du cubital par apophyse sus-épitrochléenne ; à propos de deux observations. *Presse Med* 71:2355–7
208. Magnant JS, Coiffu, Laffaille (1971) L'apophyse sus-épitrochléenne de l'humérus ; ses incidences vasculonerveuses. Le syndrome du canal sus-épitrochléen. *Chirurgie* 97:336–43
209. Dastugue J, Gervais V (1992) Paléopathologie du squelette humain. Boubée, Paris, 253 p
210. Subasi M, Kesemenli C, Necmioglu S, et al (2002) Supracondylar process of the humerus. *Acta Orthopaedica Belgica* 68:72–5
211. Chudzinski M (1885) Une anomalie de l'humérus. *Bull Soc Anthropol Paris Série 3, Tome 8*:184–8
212. Baudouin M, Taté E (1909) Humérus anormal à exostose double, d'origine préhistorique. *Bull Mem Soc Anthropol Paris Série 5, Tome 10*:262–4
213. Engber WQ, McBeath AA, Cowle AE (1974) The supracondylar process. *Clin Orthopaedics Related Res* 104:228–31
214. Natsis K (2008) Supracondylar process of the humerus: Study on 375 caucasian subjects in Cologne, Germany. *Clin Anat* 21:138–41
215. Testut L (1889) L'apophyse sus-épitrochléenne chez l'homme. *Journal International Mensuel d'Anatomie et de Physiologie* 6:391–437
216. Dide M, Delamare (1894) Humérus présentant l'apophyse sus-épitrochléenne. *Bull Soc Anat Paris* 8:615–6
217. Barbosa Sueiro MB (1923) Algumas considerações sobre a apófise supra-epitroclear. *Arquivo do Anatomia e Antropologia* 8:241–76
218. Gantert F, Alzheimer C (1956) Der processus supracondylicus humeri als ursache von medianusschädigungen. *Nervenarzt* 27:349–53
219. Rau RK, Subrahmaniam DS (1931) Supracondylar process. *J Anat* 65:392–4
220. Hrdlička A (1923) Incidence of the supracondyloid process in whites and other races. *Am J Phys Anthropol* 6:405–12
221. Terry RJ (1923) On the supracondyloid variation in the negro. *Am J Phys Anthropol* 6:401–3
222. Terry RJ (1930) On the racial distribution of the supracondyloid variation. *Am J Phys Anthropol* 14:459–62
223. Parkinson C (1954) The supracondyloid process. *Radiology* 62:556–8
224. Kumar GR, Mehta CD (2008) A study of the incidence of supracondylar process of the humerus. *J Anat Soc India* 57:111–5
225. Dellon AL (1986) Musculotendinous variations about the medial humeral epicondyle. *J Hand Surg Br* 11B:175–81
226. Cunningham DJ (1899) Supracondyloid process in the child. *J Anat Physiol* 33:357–8
227. Terry RJ (1921) The supracondyloid process in the living. *Am J Phys Anthropol* 4:129–39
228. Terry RJ (1926) New data on the incidence of the supracondyloid variation. *Am J Phys Anthropol* 9:265–70
229. Adams JL (1934) The supracondyloid variation in the human embryo. *Anat Rec* 59:315–35
230. Moraes (de) F (1950) Sur un cas d'apophyse sus-épitrochléenne avec manifestation clinique. *Rev Orthoped Chir Appareil Moteur* 36:30–4
231. Bilge T, Yalaman O, Bilge S, et al (1990) Entrapment neuropathy of the median nerve at the level of the ligament of Struthers. *Neurosurgery* 27:787–9
232. Curtis JA, O'Hara AE, Carpenter GG (1977) Spurs of the mandible and supracondylar process of the humerus in Cornelia de Lange syndrome. *Am J Roentgenol* 129:156–8
233. Struthers J (1873) On hereditary supra-condyloid process in man. *Lancet* 101:231–2
234. Trinkaus E (1978) Bilateral asymmetry of human skeletal traits. *Am J Phys Anthropol* 49:315–8
235. Barnard LB, McCoy SM (1946) The supracondyloid process of the humerus. *J Bone Joint Surg* 28:845–50
236. Kessel L, Rang M (1966) Supracondylar spur of the humerus. *J Bone Joint Surg Br* 48B:765–9
237. Symeonides PP (1972) The humerus supracondylar syndrome. *Clin Orthopaed Related Res* 82:141–3
238. Al-Naib I (1994) Humeral supracondylar spur and Struthers' ligament. A rare cause of neurovascular entrapment in the upper limb. *Internat Orthopaed* 18:393–4
239. Aydinlioğlu A, Cirak B, Akpınar F, et al (2000) Bilateral median nerve compression at the level of Struthers' ligament. *J Neurosurg* 92:693–6
240. Bilecenoglu B, Uz A, Karalezli N (2005) Possible anatomic structures causing entrapment neuropathies of the median nerve: an anatomic study. *Acta Orthopaedica Belgica* 71:169–76

241. Lordan J, Rauh P, Spinner RJ (2005) The clinical anatomy of the supracondylar spur and the ligament of Struthers. *Clin Anat* 18:548–51
242. Solieri S (1929) Nevralgia del nervo mediano da processo sopraepitrocleare. *Chirurgia degli Organi di Movimento* 14:171–80
243. Thomsen PB (1977) Processus supracondyloidea humeri with concomitant compression of the median nerve and the ulnar nerve. *Acta Orthopaedica Scandinavica* 48:391–3
244. Ivins GK (1996) Supracondylar process syndrome: a case report. *J Hand Surg* 21A:279–81
245. Dwight T (1904) A bony supracondyloid foramen in man. *Am J Anat* 3:221–8
246. Smith RV, Fisher RG (1973) Struthers ligament: a source of median nerve compression above the elbow. *J Neurosurg* 38:778–9
247. Gunther SF, DiPasquale D, Martin R (1993) Struthers' ligament and associated median nerve variations in a cadaveric specimen. *Yale J Biol Med* 66:203–8
248. Guha R, Satyanarayana N, Reddy CK, et al (2010) Variant insertion of coracobrachialis muscle-morphological significance, embryological basis and clinical importance. *J College Med Sci-Nepal* 6:42–6
249. Tiedemann F (1822) *Tabulae arteriarum corporis humani [Abbildungen der Pulsadern des menschlichen]*. C. F. Müller, Carlsruhae, 379 p
250. Struthers J (1848) On a peculiarity of the humerus and humeral artery. *Monthly J Med Sci* 9:260–7
251. Struthers J (1854) On some points in the abnormal anatomy of the arm. *Br Foreign Med Chir Rev* 13:407–15
252. Meyer AW (1928) Spontaneous dislocation and destruction of tendon of long head of biceps brachii. Fifty nine instances. *Arch Surg* 17:493–506
253. Vettivel S, Indrasingh I, Chandi G, Chandi SM (1992) Variations in the intertubercular sulcus of the humerus related to handedness. *J Anat* 180:321–6
254. DePalma AF (1963) Surgical anatomy of the rotator cuff and the natural history of degenerative periartthritis. *Surg Clin North Am* 43:1507–20 [Cet article a été réédité en 2008 dans la revue *Clinical Orthopaedics and Related Research* 466:543–551 (accessible gratuitement en ligne)]
255. Vettivel S, Selvaraj KG, Chandi SM, et al (1995) Intertubercular sulcus of the humerus as an indicator of handedness and humeral length. *Clin Anat* 8:44–50
256. Czarnetzki A (1971) Epigenetische skelettmerkmale im populationsvergleich. I. Rechts-link-Unterschiede bilateral angelegter Merkmale. *Zeitschrift für Morphologie und Anthropologie* 63:238–54
257. Kamina P (1995) *Ostéologie des membres*. Maloine, Paris, 216 p
258. Villotte S (2006) Connaissances médicales actuelles, cotation des enthésopathies : nouvelle méthode. *Bull Mem Soc Anthropol Paris* 18(1-2):65–85
259. Hawkey (1988) Use of upper extremity enthesopathies to indicate habitual activity patterns. PhD thesis, Arizona State University, 86 p
260. Murphy S (1990) Cortical defects of the proximal humerus: an indicator of physical stress. *Am J Phys Anthropol* 81:273
261. Pálfi G (1997) Maladies dans l'Antiquité et au Moyen-Âge. Paléopathologie comparée des anciens Gallo-Romains et Hongrois. *Bull Mem Soc Anthropol Paris* 9(1-2):1–205
262. Villotte S (2008) L'insertion humérale « en fosse » du muscle grand pectoral. In: Charlier P (ed) *Ostéoarchéologie et techniques médico-légales : tendances et perspectives. Pour un « Manuel pratique de paléopathologie humaine »*. Éditions De Boccard, Paris, pp 391–2
263. Yamaguchi B (1972) The bipartient tendency of the articular surface of the trochlear notch in the human ulna. *Okajimas Folia Anatomica Japonica* 49:23–6
264. Fischer E (1906) Die variationen an Radius und Ulna des Menschen. *Zeitschrift für Morphologie und Anthropologie* 9:147–247
265. Trinkaus E, Churchill SE (1988) Neandertal radial tuberosity orientation. *Am J Phys Anthropol* 75:15–21
266. Konigsberg LW (1990) Temporal aspects of biological distance: serial correlation and trend in a prehistoric skeletal lineage. *Am J Phys Anthropol* 82:45–52
267. Berry AC (1974) The use of non-metrical variations of the cranium in the study of Scandinavian population movements. *Am J Phys Anthropol* 40:345–58
268. Sjøvold T (1976–1977) A method for familial studies based on minor skeletal variants. *Ossa* 3–4:97–107
269. Spence MW (1974) Residential practices and the distribution of skeletal traits in Teotihuacán, Mexico. *Man* 9:262–73
270. Ahlström T (2000) Humanosteologi och samhällen – Påfrestningskaraktärer som ett social – historiskt dokument. In: Dybdahl A (ed) *Osteologisk materiale som historisk kilde*, Tapir Akademisk Forlag Trondheim, pp 67–92
271. Corruccini RS (1974) A critical examination of the meaning of discrete traits for human skeletal biological studies. *Am J Phys Anthropol* 40:425–45
272. Prat S, Péan SC, Crépin L, et al (2011) The oldest anatomically modern humans from far Southeast Europe: direct dating, culture and behavior. *PLoS ONE* 6: e20834 (1–12)
273. Hershkovitz I, Smith P, Sarig R, et al (2011) Middle Pleistocene Dental Remains From Qesem Cave (Israel). *Am J Phys Anthropol* 144:575–92
274. Zimdars B, Dunger W (2000) Different methods for the evaluation of species of the genus *Mesaphorura* (Collembola, Tullbergiinae). *Pedobiologia* 44:240–7
275. Voisin JL, Stalens H (sous presse) La ceinture scapulaire. In: de Lumley H (ed) *La Dame du Cavillon, Tome 3, étude anatomique du squelette de la Dame du Cavillon*. Édition du CNRS, Paris