Zeitschrift: Bulletin de la Société Vaudoise des Sciences Naturelles
Herausgeber: Société Vaudoise des Sciences Naturelles
Band: 35 (1899)
Heft: 134

Artikel: L'articulation de l'épaule : étude d'arthrologie comparée
Autor: Ludkewitch, Anna
Kapitel: L'épaule humaine
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-265687

Nutzungsbedingungen
Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation
L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use
The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 15.07.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

L'ÉPAULE HUMAINE

L'épaule humaine est une énarthrose typique. Articulé avec la glène au moyen d'une tête à peu près sphérique, l'humérus peut se mouvoir librement autour de tous les axes passant par le centre de cette sphère.

Du côté de l'humérus la surface articulaire mesure 6-7 cm. dans le sens vertical et 7-8 cm. dans le sens transversal. Cette surface représente un peu moins d'une demi-sphère de 27 mm. de rayon (d'après mes mesures), plus exactement un arc de 153,3° dans le sens sagittal et de 151° dans le sens transverse (153,5° et 151,1° d'après Lesshaft 92. p. 197). Le milieu de cette surface est dirigé en dedans, en haut et un peu en arrière, lorsque le bras est pendant et lorsqu'il est placé de telle façon que l'olécrane se trouve en arrière, et l'épicondyle en dehors. Un plan passant par le centre de la tête articulaire forme avec l'axe de flexion du coude un angle de 6 à 10°. Parfois même cet angle est nul, la tête humérale étant alors dirigée directement en dedans. L'angle de 20° indiqué par H. von Meyer (61 p. 120) paraît quelque peu exagéré.

L'axe de la tête humérale forme avec l'axe de l'humérus un angle de 130° environ.

Du côté d'en haut la surface cartilagineuse s'arrête assez brusquement au sillon oblique connu sous le nom de *col anatomique*[1], sillon limité d'autre part par la grosse et la petite tubérosité; de même en arrière et en avant. En bas la surface articulaire s'arrête sans limite précise à l'endroit où le col anatomique et le col chirurgical se confondent.

Le revêtement cartilagineux épais de 1,7 mm. s'amincit vers les bords. (H. Werner, 97, p. 11).

La cavité glénoïde représente un segment de sphère beaucoup plus petit que la surface humérale correspondante. Son étendue est de 3 $^1/_2$ — 4 cm. (arc = 75°) dans le sens vertical et de 2 $^1/_2$ - 3 (arc = 50°) dans le sens transverse, soit la moitié environ ou

[1] Le col anatomique n'est pas exactement circulaire. Il offre chez quelques sujets un contour plutôt ovalaire ou elliptique. Cette disposition est beaucoup plus accusée chez l'orang (Bugnion).

même le tiers de celle de la tête humérale. La surface est assez régulièrement sphérique. Le rayon de courbure est comme pour la partie moyenne de la surface convexe de 26 à 27 mm. Cette cavité, régulièrement arrondie vers le bas, va en se rétrécissant du côté d'en haut. Son bord interne offre une échancrure assez marquée. Le milieu de la glène est dirigé de côté et un peu en haut et en avant; c'est seulement lorsque l'épaule s'abaisse autant que possible, que la cavité regarde en bas.

Le revêtement cartilagineux mince dans la partie centrale, (1,5 mm.) va en s'épaississant vers les bords et se continue sans démarcation précise avec le fibrocartilage connu sous le nom de bourrelet glénoïdien. Celui-ci, triangulaire sur la coupe, large de 3-4 mm., épais de 4-6 mm., sert à assurer le contact et à prévenir une rencontre trop brusque des rebords osseux. La capsule s'insère sur le bord même du bourrelet, sauf à la partie supérieure où l'insertion recule un peu pour faire place au tendon du long chef du biceps. Celui-ci se divise en deux faisceaux qui se continuent de chaque côté avec les fibres du bourrelet.

L'amplitude considérable des mouvements de l'épaule est due tout d'abord à la faible étendue de la cavité glénoïde relativement à celle de la tête humérale. La limite des mouvements se produit seulement au moment où le col anatomique rencontre le bourrelet glénoïdien ou bien lorsque l'humérus vient buter contre l'apophyse coracoïde, par exemple quand nous portons le bras en haut et en avant. Cette rencontre des parties osseuses ne se produit à peu près jamais, la contraction des muscles et la tension de la capsule suffisant généralement à limiter le mouvement. La capsule assez lâche pour permettre les déplacements les plus variés, se tend en effet chaque fois que ceux-ci arrivent à leur limite naturelle; la longueur de ses fibres est calculée, pour ainsi dire, en vue des mouvements à effectuer.

Du côté d'en haut la capsule est renforcée par un faisceau spécial, le ligament coraco-huméral, qui se tend dans l'adduction et limite ce genre de mouvement. Dans les autres positions, aucune partie de la capsule n'étant tendue, ce sont essentiellement les muscles et la pression de l'air qui assurent le contact.

La solidité étant dans toutes les articulations en raison inverse de la mobilité, il y a des dispositions accessoires pour assurer le contact; c'est ainsi que l'acromion et l'apophyse coracoïde proéminent au-dessus de la tête humérale et s'opposent à la luxation du côté d'en haut. Ces parties osseuses forment avec

le ligament acromio-coracoïdien et avec les muscles une cavité supplémentaire assez vaste pour que, lorsque le bras s'élève, le bout supérieur de l'humérus puisse avec les deux tubérosités tourner librement à l'intérieur.

LES SURFACES ARTICULAIRES DE L'ÉPAULE HUMAINE

La tête humérale n'étant pas exactement sphérique, j'ai essayé de déterminer sa courbure exacte en divisant la surface en centimètres et en recherchant au moyen du compas le centre de courbure correspondant à chaque segment. Cette étude a été faite sur une coupe verticale et sur une coupe transverse, provenant de deux sujets adultes et passant approximativement par le milieu de la surface.

Coupe verticale. (Fig. 1.) La surface est divisée en 7 ½ centimètres numérotés de bas en haut.

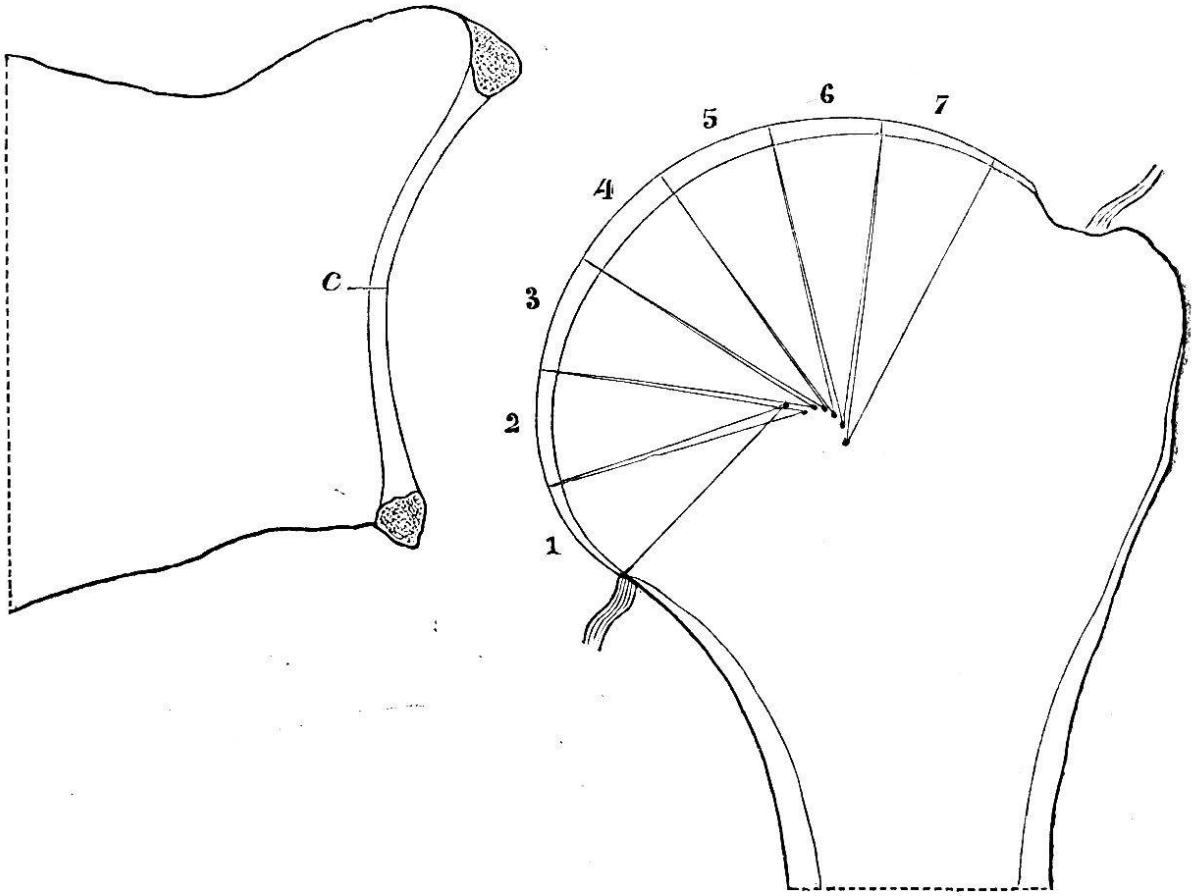

Fig. 1. — Epaule humaine. Coupe verticale de la tête humérale et de la glène du même sujet. Grandeur naturelle. *c.* Milieu de la glène.

J'ai trouvé en tâtonnant au moyen du compas les rayons de courbure indiqués ci-dessous :

	Rayon.		Rayon.
1er centimètre,	20 mm.	5e centimètre,	25,5 mm,
e »	21 »	6e »	26,5 »
3e »	23,5 »	7e »	28 »
4e »	24,5 »		

Coupe transverse. (Fig. 2.) La surface est divisée en 8 centimètres numérotés de dehors en dedans.

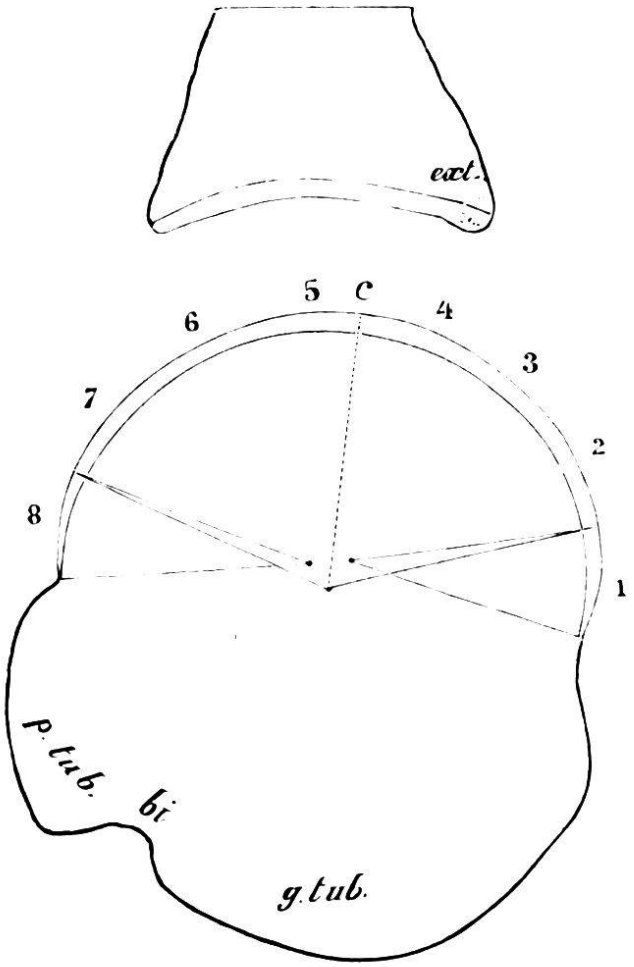

Fig. 2. — Epaule humaine. Coupe transverse *g. tub.* grande tubérosité ; *p. tub.* petite tubérosité ; *bi.* coulisse bicipitale ; *ext.* bord externe de la glène.

Contrairement à ce qu'on observe sur la coupe verticale, la longueur des rayons reste à peu près identique.

Elle est de 24 mm. pour les segments 2 à 7 et de 22 seulement pour le premier et le dernier.

Examinons de nouveau notre coupe verticale.

On voit que le rayon va en grandissant de bas en haut; il passe successivement de 20 à 28 mm. La coupe de l'épaule humaine offre en réalité une surface spirale plutôt qu'un contour exactement circulaire. Les centres correspondants sont placés sur une ligne courbe que l'on peut considérer comme la *développée* par rapport à la surface spirale dite *développante*. Seul le 1er centre est placé en dehors. Au lieu d'un axe unique, il doit y avoir plusieurs axes de rotation correspondant aux divers centres de courbure, ou, si l'on préfère, un axe unique se déplaçant au cours du mouvement et passant successivement par les différents centres; il est clair, en effet, que la transition doit se faire graduellement d'un centre à l'autre. Nous verrons plus loin que cette forme est beaucoup plus accusée dans l'épaule des quadrupèdes, tels que le cheval et le bœuf.

Nous savons déjà que la cavité glénoïde offre une surface régulièrement sphérique avec un rayon uniforme de 26 à 27 mm.

Plaçant sous nos yeux la figure 1, nous pouvons représenter les mouvements d'adduction et d'abduction en traçant le contour de la tête humérale sur un papier transparent et en faisant tourner le calque sur le dessin de la glène. Un trait *c* indique le milieu de la surface concave et permet de *centrer* la tête humérale sur la cavité glénoïde au début du mouvement. L'axe de rotation est représenté par une épingle que l'on pique successivement sur chacun des centres. Partant de la position moyenne, l'épingle est fixée d'abord sur le centre 4; on la pique sur le centre 5 au moment où le 5me centimètre passe devant le point *c* et ainsi de suite.

On constate, en faisant usage de ce procédé, que la concordance est presque parfaite dans la position moyenne, mais qu'il se produit en revanche une discordance assez manifeste dans les positions extrêmes, c'est-à-dire lorsque l'humérus se trouve en adduction ou en abduction. Le léger vide qui se produit entre les surfaces est sans doute comblé par la synovie. La discordance est diminuée d'ailleurs par l'élasticité du cartilage et surtout par la présence du bourrelet glénoïdien.

Une légère discordance des surfaces articulaires a été démontrée par M. Assaky au moyen d'un autre procédé (85). Cet auteur a présenté un moule de cire qui, comprimé entre la tête humérale et la cavité glénoïde, avait pris la forme d'un mé-

nisque plus mince au centre qu'à la périphérie. Toutefois, nous ne saurions admettre la théorie du contact *polaire central* admise par MM. Assaky et Farabeuf (Cités par Poirier, 95, p. 583).

L'étude des coupes, les essais faits au moyen de calques montrent, en effet, que la cavité glénoïde entre par son étendue entière en contact avec le cartilage huméral, non seulement dans la position moyenne, mais encore lorsque le bras est pendant le long du corps. C'est seulement dans les positions extrêmes (abduction et adduction forcées) que la discordance devient manifeste.

LE ROLE DE LA CAVITÉ SUPPLÉMENTAIRE.

Le rôle de la cavité supplémentaire a été très bien expliqué par M. Konrad Henke (frère cadet de Wilhelm). L'exposé qui va suivre est presque entièrement emprunté à cet auteur (74, p. 6-10).

Les parties de la tête humérale qui entrent en contact avec la cavité supplémentaire se distinguent de la surface articulaire proprement dite en ce qu'elles ne sont pas recouvertes de cartilage et en ce qu'elles ont un rayon de courbure plus grand; elles offrent toutefois la même forme à peu près sphérique, elles ont le même centre et se meuvent autour des mêmes axes.

On constate en outre que les tubérosités n'entrent pas en contact avec la voûte sous-acromiale dans toutes les positions, mais plus spécialement dans le mouvement en avant (extension) et dans l'abduction avec rotation de l'humérus en dedans. A ce moment la grosse tubérosité se place exactement sous l'acromion, la petite sous l'apophyse coracoïde.

Lorsqu'au contraire le bras est pendant et tourné en dehors, la partie de la cavité occupée tout à l'heure par les tubérosités est remplie maintenant par les insertions musculaires (sus-épineux, sous-épineux et sous-scapulaire) et par le tissu celluleux qui les entoure. Au surplus l'espace compris entre la voûte sous-acromiale et la tête de l'humérus est tapissé dans la majorité des cas par une bourse muqueuse qui normalement ne communique pas avec la synoviale articulaire.

Cette bourse qui se trouve plus spécialement entre l'acromion et la grosse tubérosité lorsque le bras est relevé, se prolonge en arrière jusqu'au fond de l'interstice quand le bras est pendant; elle recouvre alors le tendon du sus-épineux, ou bien, s'étalant

en éventail, s'étend jusque dans la région de la petite tubérosité.

Dans quelques cas la bourse muqueuse est double ; il y en a une au-dessus de la grosse tubérosité et une au-dessus de la petite. Parfois encore elle fait entièrement défaut.

Malgré cette diversité de formes, la bourse sous-acromiale a une fonction précise déjà indiquée par Langer, fonction que l'on reconnaît de suite, si l'on change la position du bras.

On voit, lorsque l'humérus s'élève en abduction jusqu'à la position horizontale, que la bourse muqueuse s'enfonce avec les tubérosités en dessous de l'acromion et remplit exactement la fente linéaire comprise entre ces parties osseuses.

La bourse muqueuse joue donc un double rôle :

1° Elle remplit l'interstice sous-acromial lorsque les tubérosités l'abandonnent, au moment de l'abaissement du bras ;

2° Elle facilite le retour des tubérosités dans ce même interstice au moment où le bras s'élève, et, supprimant le frottement, transforme la dite cavité en une sorte d'articulation secondaire.

Lorsque la bourse sous-acromiale manque, c'est alors le tissu cellulaire lâche qui en tient lieu.

Dans les cas pathologiques, pour peu que la tête humérale se déforme, le retour des tubérosités en dessous de la voûte ne peut plus s'effectuer d'une manière régulière. Il se produit des frottements anormaux qui finissent par user à la fois la bourse séreuse et la voûte elle-même. C'est dans les cas de ce genre que l'on constate chez le vivant des craquements douloureux et une gêne manifeste des mouvements A l'autopsie les mêmes sujets offrent une destruction plus ou moins complète de la bourse muqueuse, une érosion des surfaces osseuses et souvent, à la face inférieure de l'acromion, une véritable facette articulaire, conséquence de l'usure et du frottement.

LA SUSPENSION DE L'ÉPAULE.

LES FORCES QUI MAINTIENNENT LE CONTACT.

J'étudierai séparément le rôle des ligaments, l'influence de la pression atmosphérique et l'action des muscles.

Quant à la cohésion, son effet est trop insignifiant pour qu'il vaille la peine de lui consacrer un paragraphe spécial.

Rôle des ligaments. — Il y a une position dans laquelle la tête articulaire se tient dans la cavité glénoïde par la seule action des ligaments, indépendamment des muscles et de la pression de l'air. Cette position est l'adduction forcée, c'est-à-dire la position dans laquelle l'humérus se rapproche autant que possible du bord axillaire de l'omoplate.

Prenons une épaule dépouillée de ses muscles, mais possédant encore sa capsule fibreuse (celle-ci peut être trouée sans rien changer au résultat), tenons l'omoplate avec la main de façon que le bord spinal tombe verticalement. L'humérus prenant la direction verticale par l'effet de la pesanteur, reste comme *suspendu* dans son articulation; la tête humérale s'élève même un peu en dessus de la position normale, car la grosse tubérosité se trouve immédiatement en dessous de l'acromion ; on peut tirer sur l'humérus dans le sens vertical sans réussir à le faire glisser. Si, au contraire, on incline l'omoplate de manière que l'humérus (tombant verticalement) s'écarte légèrement du bord axillaire, les surfaces articulaires s'abandonnent aussitôt et le bord supérieur de la grosse tubérosité s'abaisse à 2 ou 2 $^1/_2$ centimètres au-dessous de l'acromion. Il suffit chez la plupart des sujets d'une abduction de 10 à 15° pour que la tête articulaire abandonne la cavité. Nous appellons la position dans laquelle le bord spinal tombe verticalement la *position relevée* de l'omoplate.

Plaçons de nouveau l'omoplate dans la position relevée, nous constatons que la tête humérale rentre d'elle-même dans sa cavité et que le ligament coraco-huméral, ainsi que les faisceaux supérieurs de la capsule sont manifestement tendus. Cette dernière observation donne la clef du problème qui nous occupe. La cavité glénoïde étant dirigée un peu obliquement, le col chirurgical de l'humérus vient s'appuyer sur son bord inférieur; les faisceaux supérieurs de la capsule tendus par l'effet de la pesanteur du bras empêchent la tête humérale de glisser par-dessus ce bord. C'est donc grâce à la direction de la glène et à la tension de certains faisceaux ligamenteux que l'humérus en adduction reste suspendu. L'abduction, au contraire, produit un relâchement des mêmes fibres et l'on comprend dès lors pourquoi, lorsque l'on incline l'omoplate, les surfaces articulaires s'abandonnent.

Le rôle des ligaments dans la suspension de l'épaule peut d'ailleurs être démontré par l'expérience. L'omoplate ayant

été clouée contre un support vertical dans la position relevée, l'humérus ayant été chargé d'autre part d'un poids de quelques kilos, on sectionne l'un après l'autre les différents faisceaux et l'on observe l'effet produit. Il est facile, en opérant de cette façon, de distinguer les parties de la capsule qui sont en jeu.

Nous décrirons plus loin une expérience de ce genre et nous verrons à ce propos que le faisceau coraco-huméral n'est pas le seul ligament actif dans le mécanisme de la suspension de l'épaule, mais que les faisceaux supérieurs de la capsule prennent part également à cette action. C'est donc un peu à tort que le nom de *suspenseur de l'épaule* a été donné au ligament coraco-huméral à l'exclusion des autres faisceaux.

Quelle est l'utilité de ce mécanisme?

Il faut remarquer tout d'abord que la position relevée de l'omoplate n'est pas une position habituelle. On peut se convaincre sur le vivant par la palpation et sur le cadavre par la dissection, que le bord spinal n'est pas exactement vertical, lorsque le bras pend librement le long du corps. L'adduction étant une position extrême et même un peu forcée, on peut admettre *a priori* qu'elle ne saurait être la position ordinaire de notre bras. Ainsi donc, lorsque le bras est librement suspendu dans la station debout, la marche, etc., ce ne sont pas les ligaments qui servent à le porter.

Il est possible, en revanche, que la suspension de l'épaule au moyen des ligaments intervienne d'une manière utile quand le bras est chargé d'un fardeau; l'omoplate prenant alors la position relevée une partie de l'effort serait reportée sur le grand dentelé et sur le trapèze.

Le rôle des ligaments dans la suspension de l'épaule a été indiqué par Langer en 1861[1] et par W. Henke en 1863; nous avons essayé de l'exposer d'un manière un peu plus complète.

Influence de la pression atmosphérique. — Au dire des frères Weber[2], le contact entre les surfaces articulaires serait maintenu à l'épaule comme à la hanche par la pression atmosphérique.

L'opinion des frères Weber au sujet du mécanisme de la hanche, opinion qui est exposée dans l'ouvrage classique de ces auteurs (36. p. 159; Encycl. p. 336), a été combattue dès lors par Rose (65), par Buchner (76) et par Gerken (95-96).

[1] Voy. Langer (61) et (85) p. 74, puis Henke (63) p. 135.

[2] Cités d'après Poirier. (95). I. p. 583.

Rose se fondant sur des expériences faites au moyen de plaques graissées par différents liquides, prétend que le contact est simplement maintenu par la cohésion.

Buchner mesure l'effort nécessaire pour vaincre le raccourcissement de la jambe dans un cas de fracture du col du fémur; il cherche à évaluer par ce procédé la tension des muscles suspenseurs de la hanche. Celle-ci ferait équilibre dans la narcose à un poids de 2 kg., dans l'état normal à un poids de 6 k. 300 gr. L'auteur conclut de ses expériences que la tension des muscles suffit à supporter le membre inférieur, sans qu'il soit nécessaire que la pression de l'air intervienne.

Gerken enfin soutient que la théorie des frères Weber est peut-être exacte quand on expérimente sur le cadavre, mais qu'elle ne s'applique pas à l'organisme vivant.

Les résultats de Rose ont été contredits par Schmidt (76). Le poids supporté par la cohésion serait pour l'articulation de la hanche de 35 grm. seulement.

Buchner oublie apparemment que les muscles au repos sont facilement extensibles et ne peuvent pas par conséquent faire équilibre à un poids de plusieurs kilogrammes. La tension qu'il attribue aux muscles de la hanche ne pourrait être le fait que d'un état permanent de contraction, état qui serait non seulement très fatigant, mais même impossible à supporter.

Les assertions de Gerken ont été réfutées par le professeur Lesshaft (95-96).

Nous admettons avec la grande majorité des anatomistes que le poids de la jambe est essentiellement supporté par la pression atmosphérique [1].

L'influence de la pression de l'air est plus difficile à apprécier quand il s'agit de l'épaule, par le fait que nous avons ici une cavité moins profonde et surtout parce que, chez l'homme tout au moins, la direction de cette cavité est à peu près verticale. On voit de plus, lorsque l'épaule est dépouillée de ses muscles, que la pression extérieure enfonce la capsule dans l'interstice des surfaces articulaires et qu'elle ne suffit pas à maintenir le contact. La même chose se produit lorsque les muscles de l'épaule sont paralysés et atrophiés.

[1] Voyez à ce sujet : Aeby (75), v. Braam-Houckgeest (77), R. Fick (78), A. Fick (Hermann's Lehrbuch 79. p. 269), Selitzky (82).

Parmi les anatomistes qui se sont occupés de cette question, nous citerons tout d'abord H. Meyer et W. Henke.

« La cavité glénoïde, dit H. Meyer (73. p. 112), offre une direction à peu près verticale; il en est de même de la partie inférieure de la surface humérale, lorsque le bras est pendant. Les conditions sont donc très défavorables, puisque, dans la position de repos, le poids de l'extrémité tend à séparer les surfaces en les faisant glisser l'une sur l'autre. Il n'y a pas comme à la hanche et au coude un appareil qui embrasse entièrement la tête articulaire; le poids du corps n'intervient pas comme dans le genou pour appuyer les surfaces l'une contre l'autre.

« Dans ces conditions, poursuit H. Meyer, ni la cohésion, ni la pression de l'air ne sauraient suffire à maintenir le contact. La cohésion peut bien faire obstacle à la séparation violente des deux surfaces, mais elle n'oppose pas une résistance appréciable au déplacement par glissement; quant à la pression de l'air, elle ne peut non plus empêcher un déplacement dans ce sens, car son rôle se borne à refouler les parties molles dans la cavité articulaire et ne produit aucun effet sur la surface elle-même. Aussi observe-t-on en réalité que dans certaines circonstances le bras s'abaisse (entraîné par son poids), la tête humérale glissant sur la cavité glénoïde; on voit alors une sorte de rigole se dessiner au-dessous de l'acromion par le fait du refoulement des parties molles dans l'espace que la tête articulaire vient d'abandonner.

« La cohésion et la pression de l'air ne suffisant pas à maintenir le contact, il est hors de doute que cette force doit être cherchée dans l'action des muscles. »

Henke (59 et 63) soutient la théorie opposée.

« La pression de l'air, lisons-nous dans l'ouvrage de cet auteur (63, p. 133), est presque suffisante pour maintenir le contact des surfaces. Il est vrai que sur le cadavre, lorsque les muscles sont détachés, les surfaces articulaires peuvent être séparées aisément; aucune partie de la capsule n'étant tendue dans la position moyenne de l'articulation, la tête humérale tombe d'elle-même à peu près d'un pouce au-dessous de l'acromion.

« Il en serait de même chez le vivant, si les parties molles pouvaient être de la même manière refoulées dans la cavité; mais les muscles qui s'insèrent à l'omoplate et enveloppent l'épaule de tous côtés sont attachés si intimement à la capsule, que pour

peu qu'ils soient tendus, ils empêchent tout refoulement à l'intérieur. Les interstices qui se trouvent entre les attaches des muscles sont protégés en bas par le long chef du triceps, en haut par le ligament coraco-huméral et le long chef du biceps. Grâce encore à la disposition du deltoïde, la rigole sous-acromiale est protégée par des masses fibreuses et musculaires qui sont fortement tendues au-dessus d'elle et qui, s'opposant au refoulement des parties molles, permettent à la pression de l'air d'exercer tout son effet.

« On peut se rendre compte de ce mécanisme sur le cadavre en préparant les muscles qui entourent l'articulation et en observant ce qui se produit, suivant qu'ils sont tendus par-dessus la rigole sous-acromiale, ou qu'ils sont suffisamment relâchés pour pouvoir s'enfoncer à l'intérieur. Ce n'est donc pas dans l'articulation proprement dite, mais dans la cavité supplémentaire formée par la voûte sous-acromiale, que le bras est suspendu par la pression de l'air. »

La démonstration de Henke a été admise par C. Langer dans son mémoire sur la fixation de l'épaule (61); de même dans son manuel (85 p. 74). D'après cet auteur le contact est assuré à la fois par la pression de l'air et par l'action des muscles. La même opinion a été soutenue par Pansch, (91. p. 125) Beaunis et Bouchard (80. p. 153), Debierre (90. I. p. 229) et Krause (87. p. 90). Ce dernier dit que la pression atmosphérique qui maintient la tête humérale dans la cavité glénoïde, peut être représentée par une force de 2 kg. 800 gr., appliquée perpendiculairement à l'articulation. La cavité glénoïde étant obliquement placée, la pression atmosphérique suffit suivant lui pour supporter le poids du bras. La cohésion moléculaire qui agit entre les deux surfaces, grâce à la présence de la synovie, représente une force de 14 à 17 grammes seulement. Si la synovie est remplacée par de l'eau, l'effet de la cohésion est de moitié moindre. L'auteur ne dit pas par quel procédé il est arrivé à ces chiffres.

Voici maintenant et toujours sur le même sujet, l'opinion du professeur Ed. Bugnion.

La hauteur de la cavité glénoïde était sur un de nos cadavres de 32 mm., la largeur de 24 mm. Prenons comme diamètre moyen 28 mm., le rayon sera 14, avec le bourrelet glénoïdien 17 mm.

L'aire du cercle $= R^2 \pi$; la pression moyenne (à Lausanne) $= 713$ mm.; le poids spécifique du mercure $= 13{,}6$.

D'après ces données le poids d'une colonne de mercure équivalente à la pression atmosphérique et ayant pour base la surface (plane) de la cavité glénoïde, serait :

$$17 \times 17 \times 3{,}14 \times 13{,}6 \times 713 = 8 \text{ kg. } 799 \text{ gr.}$$

Le bras humain détaché au niveau de l'épaule pesant 4 kg. environ, le poids de notre colonne de mercure équivaut comme on voit à plus du double de celui du bras. Il faut remarquer toutefois que la direction à peu près verticale de la cavité diminue considérablement l'effet utile de la pression. La pression de l'air, agissant perpendiculairement à la surface, contribue à appliquer la tête humérale contre la cavité, mais ne saurait à elle seule s'opposer au glissement de haut en bas. Il n'y a en réalité qu'une petite partie des forces développées par la pression qui agisse d'une manière favorable. Ces forces sont celles qui agissent sur la partie supérieure de la surface glénoïde et s'appliquent par conséquent dans une direction oblique de bas en haut.

M. Bugnion estime néanmoins que la pression de l'air suffit dans les circonstances ordinaires à supporter le poids du bras. Il appuie son opinion sur les considérations suivantes : l'acromion, l'apophyse coracoïde, le ligament acromio-coracoïdien et les parties molles qui entourent l'épaule forment, au point de vue qui nous occupe, une véritable cavité à peu près à l'abri de la pression.

Il est certain en effet que la capsule adhère intimement à la face profonde des muscles, de sorte que, lorsque ceux-ci (plus spécialement le deltoïde, le sous scapulaire, le sus-épineux et le sous-épineux) sont normalement développés, la capsule articulaire ne vient nullement s'interposer entre les surfaces. On peut donc admettre que la cavité glénoïde est prolongée du côté d'en haut par la voûte acromio-coracoïdienne et que la pression de l'air appliquée à la surface du bras agit efficacement pour appuyer la tête humérale contre cette voûte. Ce n'est donc pas la surface de la cavité glénoïde, mais la surface (tournée du côté d'en bas) de la voûte sous-acromiale qui doit servir de base à notre calcul. L'influence de la pression de l'air calculée d'après ces données étant certainement supérieure au poids du bras, celui-ci est entièrement supporté par cette pression et transmis en définitive, par l'intermédiaire de l'omoplate sur les jambes et sur le sol.

Ainsi s'explique le fait bien connu que nous sentons à peine

le poids de nos bras et que nous pouvons les porter suspendus à nos épaules pendant des journées entières, durant de longues marches, etc., sans ressentir une fatigue bien sensible.

Action des muscles. — Le rôle des muscles ressort clairement de ce qui précède. Il est indispensable pour que la pression de l'air exerce son effet d'une manière utile, que la capsule articulaire adhère à la face profonde des muscles qui entourent l'épaule. Il faut de plus que les muscles soient intacts, qu'ils jouissent de leur innervation normale et qu'ils se trouvent dans cet état de légère contraction que l'on désigne sous le nom de *tonus*, état qui caractérise le muscle vivant et qui est comme on sait sous l'influence des nerfs. Le deltoïde entre autres doit offrir une épaisseur et une tension suffisantes pour que la pression extérieure ne le refoule pas dans l'interstice sous-acromial.

On sait en effet que lorsque le deltoïde est atrophié (spécialement dans la paralysie infantile), la tête humérale abandonne sa cavité et qu'elle tombe à 2 ou 2 ½ cm. environ au-dessous de la position normale.

Toutefois, nous ne saurions admettre que les muscles suspenseurs de l'épaule se trouvent (lorsque le bras est pendant) dans un état permanent de contraction. Notre opinion diffère à cet égard de celle du professeur H. von Meyer et se rapproche bien plutôt de celle de Henke.

En effet, outre que cet état de contraction causerait au bout de quelques instants une fatigue insupportable, il est clair qu'une disposition de ce genre gênerait au plus haut degré la liberté des mouvements, empêcherait le libre balancement du bras (à cause de la tension des antagonistes) et nécessiterait pour chaque déplacement de l'humérus un effort considérable des muscles actifs.

En résumé nous admettons que les muscles contribuent indirectement à la suspension du bras, mais qu'ils ne sont pas les agents actifs de cette fonction, la pression atmosphérique suffisant dans l'état normal pour faire équilibre à l'effet de la pesanteur.

C'est donc, si notre raisonnement est juste, seulement lorsque le bras est chargé d'un poids trop lourd, ou bien, lorsque quittant la position verticale, l'humérus se déplace en sens divers, que les muscles de l'épaule se contractent d'une manière active.

Les considérations qui précèdent rendent compte, nous semble-t-il, du développement exceptionnel qu'ont pris l'acromion et

l'apophyse coracoïde chez l'homme et déjà chez les singes.

Ces os ont dû se développer progressivement et proéminer au-dessus de l'épaule, afin de permettre la formation de cette cavité « supplémentaire » qui joue un rôle si essentiel dans le mécanisme de la suspension du bras.

Les quadrupèdes chez lesquels la cavité glénoïde regarde à peu près directement en bas et qui n'ont en conséquence pas besoin d'une cavité accessoire, offrent généralement un acromion et une apophyse coracoïde rudimentaires et atrophiés.

Est-il besoin de remarquer que le développement de ces saillies osseuses est encore en rapport avec la disposition des muscles ? Les mouvements de l'épaule étant beaucoup moins variés chez les quadrupèdes qu'ils ne le sont chez l'homme, il est clair que l'atrophie de l'acromion et de l'apophyse coracoïde a été influencée également par la réduction des muscles.

ANALYSE DES MOUVEMENTS

Je m'occupe uniquement ici des mouvements de l'humérus, renvoyant le lecteur pour ce qui concerne les déplacements de l'omoplate aux mémoires de Lewinsky (77), Cleland (81), Cathcart (84), Braune et Fischer (88), Lane (88), Poirier (90), Steinhausen (99) et Mollier (1900).

Bien que l'humérus puisse exécuter un grand nombre de mouvements et que l'on puisse en conséquence admettre théoriquement un grand nombre d'axes passant par le centre de la tête articulaire, il suffit de considérer trois genres de mouvements et trois axes principaux se coupant à angle droit.

1. Le mouvement d'adduction et d'abduction répondant à un axe antéro-postérieur.

2. Le mouvement en avant et arrière (balancement) répondant à un axe transverse.

3. Le mouvement de rotation répondant à un axe vertical.

Un quatrième genre, le mouvement de circumduction, résulte de la combinaison des deux premiers.

Ces mouvements peuvent être mesurés avec une précision presque mathématique, si l'omoplate ayant été clouée sur un support vertical, on fait mouvoir l'humérus dans les trois directions indiquées, autour d'axes perpendiculaires les uns sur les autres.

L'amplitude des déplacements est donnée par un cercle gradué qui est maintenu immobile dans le plan du mouvement et que

l'on *centre* aussi exactement que possible sur le milieu de la tête articulaire (point de croisement des axes).

Il faut remarquer toutefois qu'en procédant de cette manière, la position donnée à l'omoplate ne répond pas tout-à-fait à la réalité. En effet, l'omoplate prend sur notre support une direction exactement transverse, tandis que chez le vivant elle est oblique de dedans en dehors et d'arrière en avant Il résulte de ce fait que pour certains sujets, lorsque l'omoplate est clouée dans une position transverse, l'humérus vient buter contre l'apophyse coracoïde dans le balancement en avant, et que ce genre de mouvement s'exécute avec une amplitude moindre qu'à l'état normal. Il serait donc plus exact de donner à l'omoplate une direction oblique. En d'autres termes, le mouvement en avant combiné avec une légère abduction correspondrait plus exactement à celui qui s'effectue chez le vivant. Toutefois la position de l'omoplate variant d'une espèce à l'autre, il est plus commode, si l'on veut comparer l'épaule de l'homme avec celle des animaux, de donner à l'omoplate une direction transverse, et de mesurer les déplacements de l'humérus par rapport au plan de celle-ci, sans se préocuper de sa position réelle.

On voit alors que le mouvement que nous nommons *abduction* chez l'homme répond plutôt au mouvement en avant chez le quadrupède, et le mouvement que nous nommons *adduction* chez l'homme au mouvement en arrière.

Remarquons à ce propos qu'il n'est pas logique d'appeler le mouvement en avant *flexion,* comme on le fait quelquefois dans l'anatomie humaine, et le mouvement en arrière *extension.* En effet, le mouvement de flexion est celui par lequel deux segments d'un membre se rapprochent l'un de l'autre ; c'est l'inverse pour l'extension. Tenant compte de ces données, à propos des mouvements des quadrupèdes, on se convainc aisément que le mouvement en arrière correspond à la *flexion* de l'humérus, et le mouvement en avant à l'*extension.*

Au surplus les résultats diffèrent suivant que la cavité glénoïde est plus ou moins élevée ou abaissée. Si, par exemple, on place l'omoplate humaine de façon que le bord spinal soit absolument vertical (à l'aide du fil à plomb), le bras pendant se trouve déjà à la limite de l'adduction. Partant de cette position, on trouve : adduction 0, abduction 100-105°. L'humérus s'élève de 10-15° au-dessus de l'horizontale.

Ces conditions étant exceptionnelles, il vaut mieux, nous semble-t-il, choisir la position dans laquelle l'épine de l'omoplate est dirigée horizontalement et le bord spinal par conséquent un peu incliné de haut en bas et de dehors en dedans. C'est en effet cette dernière position que prend l'omoplate chez un homme bien conformé, quand le bras pend librement le long du corps. On trouve alors : adduction 10-15°, abduction 90°. L'amplitude totale mesure encore 100-105°, mais le bras ne s'élève pas au-dessus de l'horizontale.

J'ai mesuré l'amplitude des mouvements sur 4 sujets désignés par les lettres A, B, C, D.

A. Homme de 57 ans (ouvrier), fortement musclé. Ce sujet offrait une échancrure coracoïde largement évidée.

B. Homme de 29 ans (tailleur).

C. Homme de 64 ans (ouvrier).

D. Homme adulte (âge inconnu).

Sujet A. — L'omoplate est clouée contre le support dans sa position habituelle (épine horizontale), l'humérus s'abaisse par son propre poids ; il faut le remettre en place pour exécuter les mouvements.

Je trouve, à partir de la position verticale :

Adduction 11°. Abduction 90° et même 96° (en faisant tourner l'humérus un peu en dehors). Amplitude totale du mouvement d'adduction et d'abduction : 101-107°.

Mouvement en arrière. 50° (en forçant 57°). Mouvement en avant 40°. L'humérus est arrêté par l'apophyse coracoïde. J'obtiens 67° en exécutant un léger mouvement d'abduction et de rotation en dehors. Amplitude totale du mouvement d'arrière en avant : 1er cas 90-97° ; 2me cas 117-124°.

Rotation : Amplitude totale 105, en forçant un peu 110°. L'amplitude de la rotation reste la même (110°) si l'on effectue en même temps une abduction de 45°.

L'étendue relativement faible du mouvement en avant s'explique : 1° par le fait que l'omoplate était clouée dans une position transverse ; 2° par un état anormal de la capsule. On constate en effet en disséquant plus complètement la dite pièce que le tendon du biceps (long chef) est sorti de sa gouttière et qu'il est réduit à une bride partiellement soudée à la capsule ; la gout-

tière elle-même est presque comblée. (Arthrite sèche avec usure consécutive du tendon.)

Sujet B. — Les muscles de l'épaule ont été mis à nu; le reste du bras est intact. L'omoplate est clouée au support dans la position relevée (bord spinal vertical), l'épine un peu oblique de dedans en dehors et de bas en haut. Grâce à cette disposition. la tête humérale se maintient d'elle-même dans la cavité, immédiatement en dessous de l'acromion. Il suffit en revanche d'incliner légèrement le support de manière à effectuer une abduction de 10-15°, pour que la tête humérale s'abaisse en glissant le long de la glène.

J'obtiens: Adduction 0°. Abduction 105° (110° et même 115°, si l'on exécute en même temps une légère rotation en dehors; 85° seulement si l'on exécute au contraire une rotation en dedans).

Mouvement en avant 90°, à condition toutefois de porter le bras légèrement en dehors. Mouvement en arrière 45°. Amplitude totale du mouvement d'avant en arrière : 135°.

Si l'on effectue en même temps une rotation en dedans, l'amplitude du mouvement en arrière reste la même, tandis que le mouvement en avant s'arrête à 60-70°. L'humérus va dans ce cas-là buter contre l'apophyse coracoïde.

Rotation. Partant de la position dans laquelle la grosse tubérosité regarde directement en dehors, je trouve : Rotation en dedans 30°, en dehors 75°; amplitude totale de la rotation 105°.

Expérience relative à la suspension de l'épaule. — Nous savons déjà que dans la position relevée de l'omoplate, la tête humérale reste suspendue par l'effet des ligaments.

Afin de mieux préciser la nature de ce mécanisme, j'essaie sur ce même sujet B de charger le bras de poids de plus en plus lourds. Les poids sont placés dans un sac suspendu au poignet. J'arrive ainsi au poids de 9 kg. sans observer d'abaissement sensible.

J'incise le tendon du long chef du biceps, puis la moitié environ de la capsule en dessous et sur les côtés, enfin le ligament coraco-huméral lui-même, sans rien changer à la situation. En revanche, dès que je coupe la partie supérieure de la capsule et le faisceau sous-jacent au tendon du sus-épineux, le bras tombe; la tête humérale n'étant plus retenue que par quelques fibres latérales s'abaisse aussitôt à 4 cm. en dessous de l'acromion.

Sujet C. — L'omoplate est fixée dans la position relevée comme dans le cas précédent.

Je trouve à partir de la verticale : Adduction 12°. Abduction 96° (112° en faisant tourner l'humérus légèrement en dehors).

Amplitude totale dans le premier cas : 108°.

» » dans le deuxième cas : 124°.

Mouvement en avant : 65°, en forçant 70°. Il faut pour atteindre l'horizontale (90°) porter le bras un peu en dehors. Mouvement en arrière : 45°, en forçant 50°. Amplitude totale 110°-120°.

Rotation : amplitude totale 110°.

Sujet D. — L'omoplate est placée dans la position naturelle (l'épine horizontale).

Je trouve à partir de la position verticale : Adduction 25°, abduction 90° (soit exactement jusqu'à l'horizontale) ; total 115°.

Mouvement en avant : 70°. On voit d'une manière très nette que le mouvement est limité par la rencontre de l'apophyse coracoïde avec l'humérus un peu en dessous de la petite tubérosité. L'amplitude devient un peu plus forte (80°) si l'on effectue en même temps une légère rotation en dehors (rotation qui éloigne un peu la petite tubérosité du bec de l'apophyse), mais il faut y ajouter un mouvement d'abduction, si l'on veut atteindre 90°.

Rotation. Partant de la position dans laquelle la grosse tubérosité est placée en dehors, je trouve : Rotation en dedans 60-70°, en dehors 45-55° ; Total 105-125.

Pour ce qui est de l'action des muscles (raccourcissement et allongement répondant aux divers mouvements), nous renvoyons à l'ouvrage de Duchenne (67) et au mémoire d'Eug. Fick et Em. Weber (77).

L'ÉPAULE DU CHEVAL

Omoplate [1]. — Afin de faciliter la comparaison de l'omoplate des animaux avec le scapulum humain, je désignerai les bords comme suit :

Bord cervical ou coracoïdien	= bord supérieur de l'homme.	
— spinal	= bord postérieur	»
— axillaire	= bord externe	»

Comparée à celle de l'homme l'omoplate est longue et aplatie. La partie qui correspond à l'angle inférieur chez l'homme est

[1] Le scapulum et l'humérus du cheval sont représentés dans les ouvrages de Chauveau (71) et de Franck (92).