

KINÉSITHÉRAPIE "PRÉ-SCRITE" APPROCHE ORIGINALE :

LE GENOU

Philippe GUIET¹

“ La bipédie humaine est économique du fait de l'empilement en rectitude des segments. Mais personne ne se tient parfaitement en équilibre passif sur ses articulations ”

RÉSUMÉ

La description du genou humain par les différents ouvrages d'anatomie, insistant sur l'asymétrie des structures, souligne la complexité des mouvements à la fois sagittaux et rotatoires.

L'étude du genou des hominidés fossiles, assez proche pour certains de celui des actuels pongidés, nous montre comment les asymétries rotatoires du genou humain sont plus les vestiges d'une spécialisation passée que le résultat anthropofinaliste d'une complexité croissante.

SUMMARY

The description of the human knee in different anatomy texts, emphasises the asymmetry of the structures and notes the complexity of both sagittal and rotary movements.

The study of the knee of Hominidae fossils, some of them fairly similar to current pongidae, shows how the rotatory asymmetry of the human knee are more the vestiges of a past specialisation than a finalistic anthropological result of increasing complexity.

MOTS CLÉS

Biomécanique - Bipédie - Étiopaleopathologie - Évolution - Genou - Ménisque

KEYWORDS

Biomechanics - Biped - Etiopaleopathology - Evolution - Knee - Meniscus

UN PROGRÈS EN MATIÈRE DE MÉNISQUE ?

Même si la structure ancestrale du genou humain n'était pas celle des grands singes d'aujourd'hui, Christine Tardieu [1] décrit certains caractères de type pongidé sur des fossiles d'hominidés (fig. 1) du fait d'une période d'évolution commune des deux lignées [2], la présence d'une trochlée fémorale plate, autorisant une grande mobilité transversale de la patella et d'une fosse intercondylienne plus large que haute, favorisant des amplitudes de rotations importantes.

La longueur développée du condyle médial était supérieure à celle du latéral, d'où des rotations automatiques plus amples également. Le pied profitait ainsi d'un troisième degré de liberté important pour l'arboricole par exemple.

Les ménisques étaient bien sûr adaptés à ces rotations. Par le genu varum dominant à l'époque, la ligne gravitaire plus en dedans stabilisait fortement le compartiment médial, laissant le compartiment latéral faire un grand

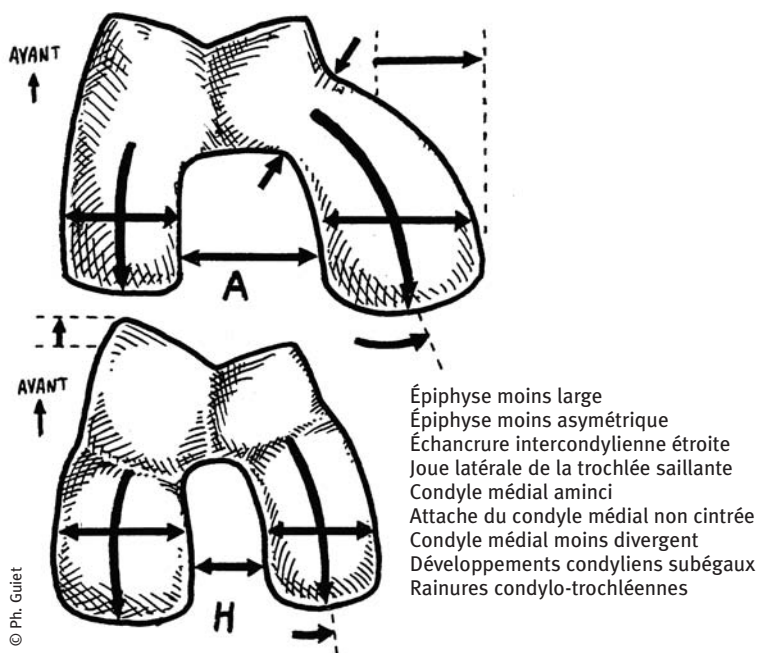
voyage rotatoire. Pour cela, le ménisque latéral devait être bien plus mobile que le médial, qui lui a la forme d'un "C" ouvert. Ce ménisque latéral, annulaire, n'avait qu'une insertion tibiale en avant des tubercules intercondylaires (anciennement épines tibiales) pour pouvoir se déformer sous la cinématique de son condyle (fig. 2).

Avec le temps, la bipédie stricte n'a plus nécessité autant de rotations. Les tubercules intercondylaires du tibia sont davantage encastées dans la fosse intercondylienne de l'épyphyse fémorale [1, 3].

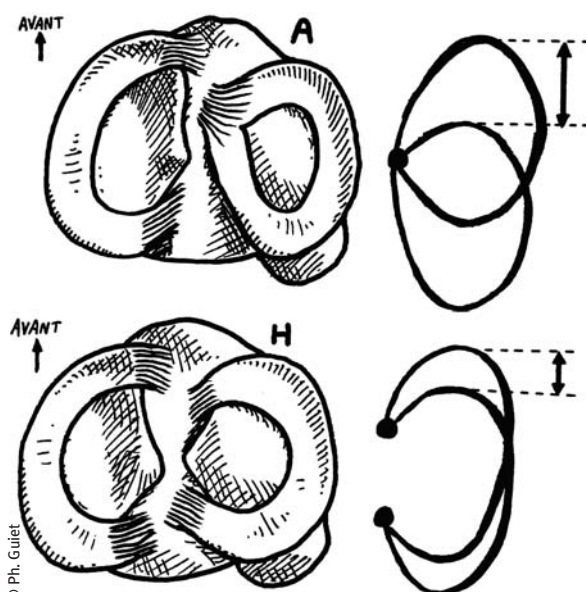
Le système capsulo-ligamentaire du genou est désormais davantage sollicité pour le stabiliser puisque ayant moins de laxité, il atteint plus souvent la fin de ses amplitudes, d'où une prédisposition aux entorses.

Le membre inférieur évoluant vers le genu valgum, la charge gravitaire restreint l'amplitude du compartiment latéral. Le ménisque latéral s'est ouvert, devenant semi-lunaire. Sa seconde insertion rétro-spinale limite sa déformation (fig. 2).

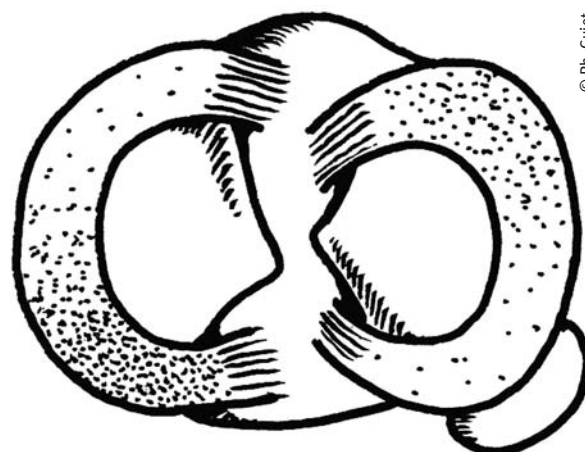
¹ Kinésithérapeute - Ostéopathe
DU Anatomie appliquée, examen clinique, imagerie
Master 2 en Sciences de l'éducation
HIA Bégin, Saint-Mandé (94)
Formateur IFMK-CEERRF, Saint-Denis (93)



▲ Fig. 1 - Vues inférieures des épiphyses distales des fémurs d'un Australopithèque et d'un Homme



▲ Fig. 2 - L'unique insertion du ménisque latéral de l'Australopithèque lui laissait plus de mobilité qu'à celui de l'Homme, avec ses deux insertions. Le ménisque médial est encore moins mobile



▲ Fig. 3 - Les zones méniscales les plus souvent lésées présentent un pointillé plus dense

Quel est le ménisque le plus touché, et pourquoi ?

L'Homo-Sapiens hérite d'un ménisque médial ouvert stabilisant fortement son condyle, et d'un ménisque latéral en train de s'ouvrir et donc à la fois encore bien mobile et déjà contendant. Lors d'un excès de mouvements, les larges insertions du ménisque médial l'empêchent de se déformer autant que le latéral. Il cède plus facilement. Ainsi, la **pathologie méniscale** traumatique (fig. 3) concerne 3 à 4 fois plus le médial que le latéral [4].

Quelles sont les cornes les plus touchées, et pourquoi ?

Ces entorses survenant en flexion (ligaments relâchés), le genou a alors déjà bien entamé sa rotation médiale automatique. L'amplitude de rotation latérale alors disponible laisse au condyle médial la course nécessaire pour aller léser la corne postérieure [4] de son ménisque.

De même, mais dans une moindre mesure, quand le ménisque latéral est touché, c'est plus dans sa partie antérieure. De plus, le genu valgum humain prédispose à un mécanisme lésionnel en valgus et rotation latérale (lésion du ligament collatéral tibial fréquente).

Les blocages méniscaux incitent à des techniques de mobilisation ménisco-tibiales (fig. 4). Pour pouvoir suivre le roulement du condyle, chaque ménisque doit se dissocier du plateau tibial. On comprend pourquoi on insiste sur la corne postérieure du ménisque médial et la corne

antérieure du latéral, même si les autres cornes sont concernées. Un bâillement préalable du compartiment fémoro-tibial facilite cette mobilisation en sens inverse du ménisque sur la glène tibiale.

UN APLOMB SAGITTAL RÉCENT

D'une vue de dehors en dedans, le condyle latéral apparaissait sagittalement court, très convexe avec un profil circulaire (fig. 5). L'articulation fémoro-tibiale, par les rayons de courbure constants de ses condyles, était très adaptée pour les différentes positions en flexion. La forte convexité de la glène latérale était liée à la grande mobilité. À l'extrême, les primates légers et sauteurs ont un grand développement trochléaire par rapport au développement condylien [1].

Chez l'Homme, l'épiphyse fémorale est longue. Le condyle latéral, notamment, est de forme elliptique, allongé d'avant en arrière. Ce genou humain est adapté à l'**extension terminale** puisque les rayons de courbure condylienne sont plus grands à la face inférieure des condyles (fig. 5). Ainsi, en extension, les surfaces cartilagineuses en contact sont plus importantes : d'où une pression moindre. Christine Tardieu précise qu'il y a plus de variétés anatomiques sur l'épiphyse fémorale inférieure que sur l'épiphyse tibiale supérieure.

La bipédie humaine a la particularité de porter le genou en extension maximale, à l'extrémité du jeu articulaire (sauf laxité). Un système de verrouillage articulaire passif stabilise cette position terminale par vissage en rotation médiale du fémur sur le tibia. En effet, en revenant vers l'extension les condyles patinent plus ou moins sur place, c'est-à-dire qu'ils roulent en avant, et pour ne pas tomber en avant des plateaux tibiaux, ils glissent en arrière pour se recentrer. Mais arrivés vers -30° , la mise en tension du ligament croisé antérieur notamment limite le glissement postérieur du fémur. Les condyles ne font plus que rouler en avant, surtout le latéral tracté par la tension du ligament croisé antérieur... et le fémur se visse en rotation médiale autour des tubercules intercondylières.

Lors de l'amorce de la flexion, le muscle poplité essentiellement assure un dévissage synchrone. D'ailleurs, les ménisques marquent l'épiphyse fémorale en appuyant lors



À gauche : bâillement, rotation opposée au ménisque et contre-appui sur la corne antérieure
Au centre : ouverture, flexion, rotation du côté du ménisque et contre-appui sur sa corne postérieure
À droite : illustration mécanique de l'action décrite

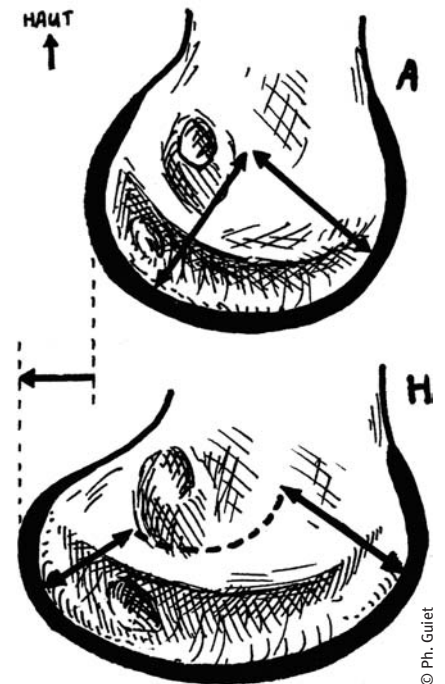
▲ Fig. 4 - Mobilisation d'une corne méniscale pour lui rendre sa mobilité par rapport au tibia

de ce verrouillage : ce sont les rainures condylo-trochléennes. La rainure médiale est plus marquée du fait de ce vissage qui fait reculer la partie inférieure de la joue trochléenne médiale sur le ménisque médial.

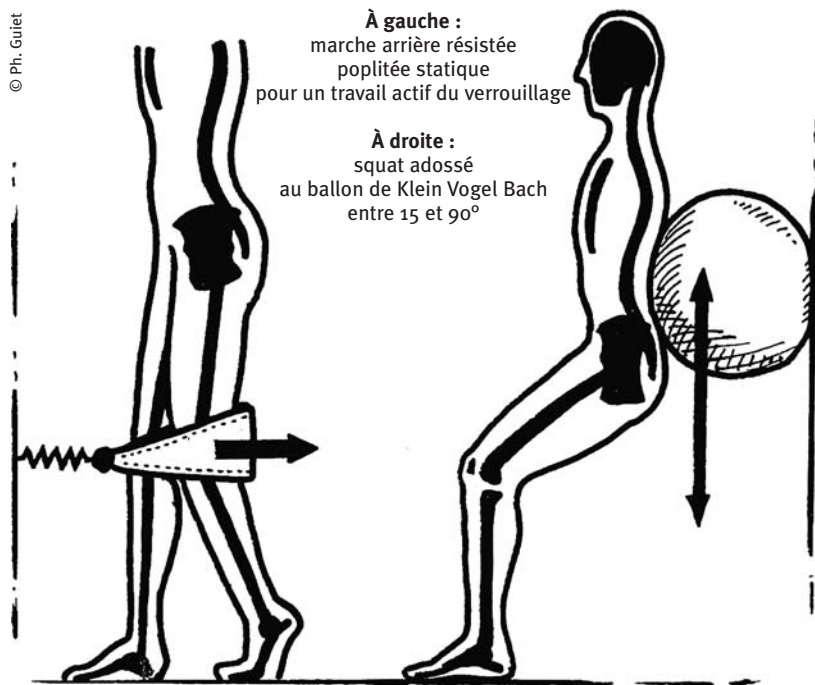
Dans les exercices alternant flexions et extensions, il est donc plus confortable de ne pas étendre le genou au-delà de -10° pour ne pas bloquer le mouvement sagittal par le vissage basal (squat, vélo, rameur...).

Parallèlement, il ne faudra pas oublier de compléter par des exercices de course interne du quadriceps, exécutés à vitesse plus lente pour laisser le temps au dévissage de se produire. Ce travail actif autour de la position d'extension ("verrouillage" musculaire actif) est donc à dissocier, pour le confort mécanique, du travail actif au-delà du déverrouillage (fig. 6).

De cette position d'extension, les différentes postures individuelles exploitent la facilité du **hors-aplomb** [5]. Ce type de bipédie induit deux familles de pathologies (fig. 7). Il y a ceux qui, reculant leur ligne de gravité, se placent en genu flexum. Ceux-là se suspendent constamment à leur quadriceps, souffrant d'hyperpression fémoro-patellaire et de patella alta [6]. Leurs cuisses sont volumineuses. Organisés en triple flexum, on leur trouve souvent un soléaire tonique formant un gros mollet, une suspension aux ilio-psoas pour retenir le déjettement postérieur du tronc, et des hypercourbures [7, 8].



▲ Fig. 5 - Vues externes des condyles latéraux d'un Australopithèque et d'un Homme



▲ Fig. 6 - Dissociation du travail des muscles antigravifiques en deux secteurs angulaires (proche de l'extension et au-delà)

Courbures marquées

Sujet raide et bréviligne
Morphotype statique

Rétropulsion du thorax
Suspension psioïques

Antéposition du pelvis
Antéversion du pelvis
Fesses tombantes
Hanches protrusives

Suspensions quadricipitales
Cuisses volumineuses

Attitude en double flexum
Torsion latérale des genoux

Suspensions aux soléaires
Mollets ronds

Marche venant d'en bas
Pieds parallèles

Courbures effacées

Sujet souple et longiligne
Morphotype dynamique

Thorax en avant
Marche venant d'en haut
Suspension aux spinaux
Gouttières lombaires marquées

Rétroposition du pelvis
Rétroversion du pelvis
Hanches expulsives antérieures
Fesses pommelées
Suspensions aux fessiers
et aux pelvi-trochantériens

Cuisses fines
Tensions des ischio-jambiers

Suspensions aux coques

Mollets hauts

Pieds divergeants

▲ Fig. 7 - La bipédie humaine est économique du fait de l'empilement en rectitude des segments. Mais personne ne se tient parfaitement en équilibre passif sur ses articulations. Il existe deux grandes tendances de hors-aplombs sagittaux : en ligne de gravité postérieure (à gauche) ou antérieure (à droite)

Et il y a ceux qui, avançant leur ligne de gravité, se placent en genu recurvatum. Le tronc se suspend aux membres inférieurs par les muscles pelvi-trochantériens, d'où des fesses rebondies, des hypocourbures et des pieds divergeants [8, 9]. On constate chez ces sujets un quadriceps faible stabilisant difficilement une patella très mobile. La bipédie semi-fléchie d'antan (ou des pongidés) favorisait un bon entretien musculaire des quadriceps. L'extension terminale tend le ligament croisé antérieur cherchant alors à se relâcher en provoquant une torsion latérale du genou qui porte la tubérosité tibiale antérieure en dehors, valgusant ainsi l'appareil extenseur [6].

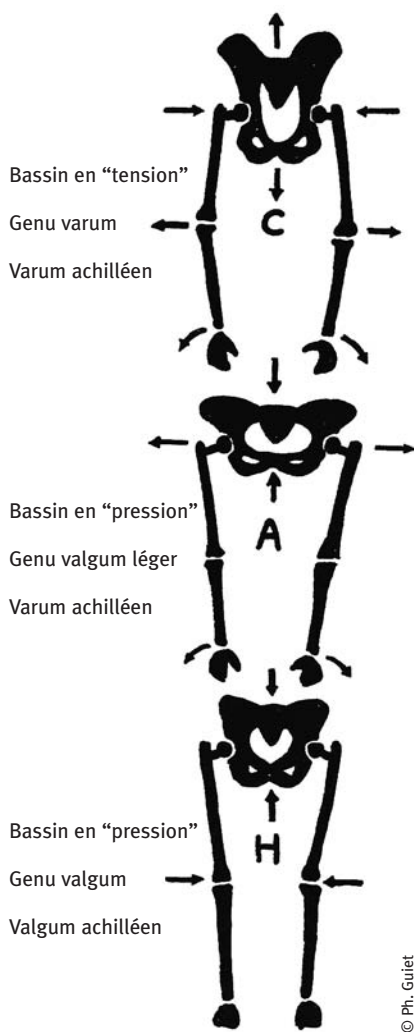
L'actuelle position neutre du genou étant l'extension complète, il semble évident qu'une attitude vicieuse ira rechercher un meilleur équilibre des tensions : c'est le flexum non réductible ! D'autres éléments le favorisent : les muscles ischio-jambiers sont très conjonctifs, la pression articulaire dans la capsule est minimum vers 20 ou 30°.

LA PATELLA VEUT REVENIR EN DEHORS

La patella (ou rotule) semble être apparue avec le développement de la locomotion terrestre, et notamment la reptation [3]. Elle accroît la puissance du muscle quadriceps en améliorant son bras de levier tibial. Elle réalise une véritable poulie de réflexion pour l'appareil extenseur.

Le **genu varum d'antan** (fig. 8) plaçait la ligne de gravité sur le compartiment fémoro-tibial médial. Le condyle médial, ainsi stabilisé, était plus large pour supporter le poids (cf. fig. 1). Le condyle latéral, plus fin, présentait une grande mobilité. Aujourd'hui, le genou humain est en genu valgum et le condyle médial est même légèrement plus fin que le latéral.

Un membre inférieur en valgum met en position courte les muscles adducteurs de la cuisse. Ils gagnent ainsi de la force au détriment de leurs antagonistes... Ceci indique une surveillance de la hanche en prévention d'un adductum. Ce gain en puissance des adducteurs, associé à une surutilisation chez certains sportifs, peut tracter la branche pubienne homologue vers le bas, d'où pubalgie [9, 10]. Des étirements des adducteurs de hanche peuvent être facilement enseignés au patient... surtout sportif (fig. 9).



▲ Fig. 8 - Vues antérieures des bassins et des membres inférieurs d'un chimpanzé, d'un Australopithèque et d'un Homme

La bipédie humaine est caractérisée par un membre inférieur en **genu valgum**. L'appui gravitaire est déporté sur le compartiment fémoro-tibial latéral. Le condyle fémoral latéral devient alors plus sujet aux nécroses ostéochondrales ou ostéochondroses [11].

Ce genu valgum positionne l'appareil extenseur en valgum également. Une pression pathogène s'exerce sur le sésamoïde patellaire telle que le cartilage de la partie latérale de l'articulation fémoro-patellaire puisse souffrir (chondrite, arthrose) ou telle qu'elle puisse se luxer en dehors. Ceci définit les deux types de **syndromes patellaires** (ou rotuliens) classiquement décrits [12].

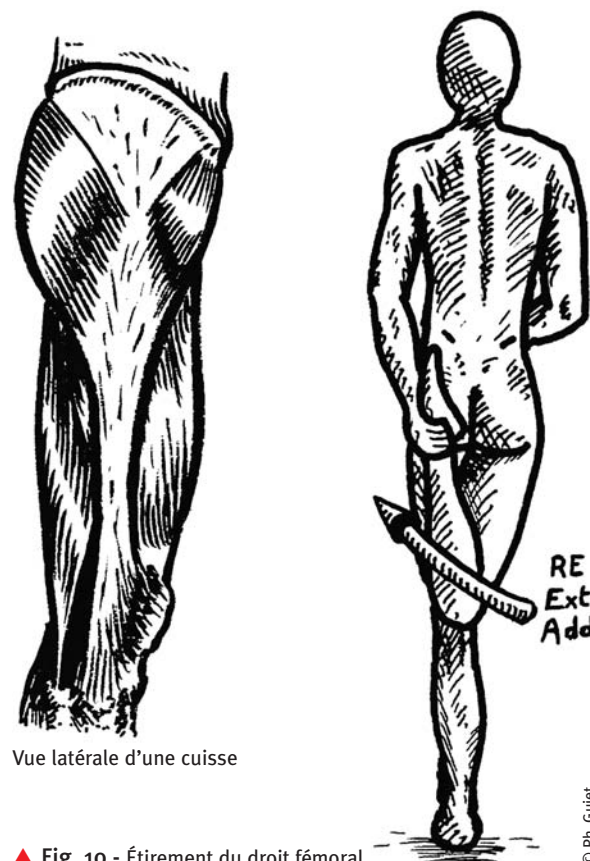
Les étirements du quadriceps, notamment du droit fémoral, et des expansions arciformes du tractus ilio-tibial (fascia lata) rejoignant en bas et en dedans la patella redonnent une aisance du sésamoïde face aux contraintes (fig. 10) [6].



Le genu valgum, différenciant les bipédies pré-humaine et humaine de la quadrupédie, raccourcit les muscles adducteurs de hanche en position de force



▲ Fig. 9 - Étirement gymniques des adducteurs de la hanche



Vue latérale d'une cuisse

▲ Fig. 10 - Étirement du droit fémoral modifié afin d'assouplir les fibres arciformes terminales de la bandelette ilio-tibiale

Rappelons aussi que les muscles de la loge postérieure de jambe, dont le soléaire, peuvent produire une torsion latérale du genou qui tracte la patella davantage en dehors (lire à ce sujet l'article précédent sur "Le pied et la cheville" - KS n° 497 - Mars 2009).

La marche bipède de l'enfant Homo-Sapiens stimule une croissance asymétrique des os constituant l'articulation fémoro-patellaire [13, 14]. La joue latérale de la trochlée devient ainsi plus saillante que la médiale. Le versant laté-

ral de la portion articulaire de la face postérieure de la patella s'élargit pour répartir l'appui frontal [15]. L'ontogénèse vient au secours de la phylogénèse !

La pression frontale, exercée sur la patella par l'augmentation de l'angulation de type valgus de l'appareil extenseur, semble être compensée par la diminution de la pression sagittale puisque la bipédie est passée de semi-fléchie à tendue. De même, la sous-utilisation des muscles antigravifiques lors de cette station bipédique tendue de type Homo est palliée par la stabilité passive liée à la perte d'une laxité rotatoire ample et à l'encastrement ajusté des tubercules intercondyliques.

PETITE NOTE FIBULAIRE

La fibula (ou anciennement péroné) est une baguette osseuse articulée à la face latérale du tibia. Elle ne participe qu'à un tiers de la cheville, puisqu'elle n'en constitue que le mur latéral de la mortaise tibio-fibulaire. Pourquoi cette différence d'importance entre ces deux os ?

Chez les reptiles ancestraux, tibia et fibula mesuraient approximativement la même taille. Leur cheville se composait également d'un plus grand nombre d'os. La cheville se modifia chez un de leurs descendants connu pour être un des premiers oiseaux : l'Archéoptéryx. Il vit se souder ces divers petits os de la cheville pour ne plus en former que deux : l'un articulé avec le tibia, et l'autre avec la fibula. Les deux os de la jambe ont encore ici le même statut.

Chez les oiseaux actuels, ces os de la cheville sont happés par le développement embryologique du tibia. Ils ne forment alors plus le squelette de la cheville, mais des noyaux d'ossification de l'épiphyse tibiale inférieure. La fibula ne profite pas de cet accroissement du rythme de développement. Elle n'est alors plus qu'une plaque, articulée en haut au tibia et n'atteignant même plus la cheville [16].

D'autres espèces montrent le même développement impérialiste du tibia sur son voisin fibulaire. Par exemple, la fibula des ongulés est fusionnée au tibia [17]. Il semble donc que cet os soit de manière générale en recul phylogénique. Il n'est d'ailleurs plus un os porteur du poids du corps chez l'Homme. Il est donc plus librement soumis aux tensions des fascias qui s'insèrent dessus, les transmettant même plus loin, d'où la notion "d'os clé" du membre inférieur qui lui est attribué [18].

Néanmoins, il ne s'agit là que d'un aspect général. Les rythmes de développement ancestraux du tibia et de la fibula seraient latents [16]. Tout changement dans la régulation du développement embryologique de ces os reste possible. ■

Bibliographie

- [1] Tardieu C. L'articulation du genou : analyse morphofonctionnelle chez les primates et les hominidés fossiles. *Cah Paléanthrop*. Paris : CNRS, 1983 : 90p.
- [2] Berillon G, Bacon AM, Marchal F, Deloison Y, Alemseged Z, Berge C, Brunet M et al. Les Australopithecus. In: *Guides de la préhistoire mondiale*. Paris : Artcom', 1999 : 9-22, 56-138.
- [3] Bachelier JP, Pilardeau P. Éléments d'anatomie comparée du genou des pongidés et de l'homme moderne. *Cinésiologie* 1999;188:214-9. Paris : Syndicat national des médecins du sport.
- [4] Conte J. Arthrographie du genou dans les lésions méniscales. *Sport Med'* 1997; 95:13-6. Paris : Méditations.
- [5] Kummer B. Biomechanical foundations of the development of human bipedalism. In: Origine(s) de la bipédie chez les hominidés. *Cah Paléanthrop*. Paris : CNRS, 1991 : 1-8.
- [6] Guet P. Le syndrome où la drome adhère. *Kinésithér Scient* 2002;418:31-8. Paris : Éditions SPEK.
- [7] Sohier R, Haye M. Deux marches pour la machine humaine, celle "qui vient d'en haut" et celle "qui vient d'en bas". La Louvière : Kiné-Sciences, 1989 : 298p.
- [8] Bienfait M. *Bases élémentaires techniques de la thérapie manuelle et de l'ostéopathie*. Paris : Éditions SPEK, 1991 : 5-11, 17-112.
- [9] Pilardeau P, Richard R, Pignel R, Mussi R, Teillet T. Le syndrome de Lucy. *J Traumatol Sport* 1990;vol.7;n°4:171-5. Paris : Éditions Masson.
- [10] Gal C. La pubalgie. *Kinésithér Scient* 2001;413:15-7. Paris : Éditions SPEK.
- [11] Pilardeau P, Bertin E, Richard R, Jones A, Journot H. Rôle de l'appui dans la genèse des ostéochondroses articulaires. *Cinésiologie* 1996;167/168:153-5. Paris : Syndicat national des médecins du sport.
- [12] Chanasot JC, Danowski RG. *Rééducation en traumatologie du sport - Tomes 2 : Membre inférieur et rachis*. Coll. Abrégés de médecine. Paris : Éditions Masson, 1997 : 1-24, 114-9, 233-41, 287, 304-13, 334-7.
- [13] Pilardeau P, Rouillon O, Coderc E, Badre B, Bachelier JP, Vedovato JC, Perez JF. Étiopathogénie des phénomènes aplasiques à l'origine des subluxations de la rotule dans le syndrome de Lucy. *Cinésiologie* 1996;170:243-5. Paris : Syndicat national des médecins du sport.
- [14] Pilardeau P, Coderc E, Rouillon O, Richard R, Vedovato JC. Le genou de Lucy. *Cinésiologie* 1997;173/174:119-21. Paris : Syndicat national des médecins du sport.
- [15] Rouvière H, Delmas A. *Anatomie humaine descriptive, topographique et fonctionnelle - Tomes 1, 2 et 3*. 13^e éd. Paris : Éditions Masson, 1924 (608p), 1991 : tomes 1 et 3 (686p), 1992 : tome 2 (774p).
- [16] Gould SJ. *Quand les poules auront des dents (réflexions sur l'histoire naturelle)*. Paris : Éditions Fayard, 1984 : 65-6, 184-5, 198-202, 202-17, 283-4, 341-2, 367, 397.
- [17] Lecointre G, Guyader Le H. *Classification phylogénétique du vivant*. Paris : Éditions Belin, 2001 : 20, 342, 350, 354-5, 369, 389, 400, 420, 479, 484.
- [18] Bénichou A. *Os clés et os suspendus*. Paris : Éditions SPEK, 1988 : 7-8, 23-30.