

Sous la direction de Charles MARTIN-KRUMM

Christian COLLET • Florian CONGNARD • Bernard KEYSER
Alexis LE FAUCHEUR • Bénédicte NOURY • Michel PRADET

LICENCE STAPS

ANATOMIE
PHYSIOLOGIE
BIOMÉCANIQUE
NEUROSCIENCES
ENTRAÎNEMENT

DUNOD

Conception graphique de la couverture : Pierre-André Gualino
Création graphique de la maquette intérieure : Marse

© Dunod, 2024

11, rue Paul Bert, 92240 Malakoff
www.dunod.com

ISBN 978-2-10-087329-6

Table des matières

Avant-propos	V
--------------------	---

CHAPITRE

1

BASES DE L'ANATOMIE FONCTIONNELLE	1
1 Généralités	2
1.1 Les os	
1.2 Les articulations	
1.3 Décrire les mouvements	
1.4 La morphologie	
2 Le membre supérieur	8
2.1 Organisation osseuse du membre supérieur	
2.2 Anatomie articulaire du membre supérieur	
2.3 Les muscles du membre supérieur	
3 Le membre inférieur	26
3.1 Organisation osseuse du membre inférieur	
3.2 Anatomie articulaire du membre inférieur	
3.3 Les muscles du membre inférieur	
4 Le tronc	47
4.1 La colonne vertébrale et les vertèbres	
4.2 Le bassin	
4.3 La cage thoracique	
4.4 Les muscles du tronc	
5 La prise en charge des blessures	56
5.1 La cicatrisation	
5.2 Diagnostic et traitement	
Ce qu'il faut retenir.....	60
Testez-vous.....	60

CHAPITRE

2

NEUROSCIENCE COMPORTEMENTALE DE LA MOTRICITÉ HUMAINE ET PROCESSUS D'APPRENTISSAGE	61
1 Un bagage moteur commun à l'ensemble des êtres humains	62
1.1 La capacité à utiliser notre bagage moteur dans des situations sportives variées	
1.2 La capacité à modifier notre bagage moteur	
2 La capacité à construire de nouveaux programmes	72
2.1 Origine des actions élémentaires	
2.2 L'apprentissage exige une coordination entre mouvements et posture	
3 Apprendre	79
3.1 Apprendre, c'est construire un plan d'action	
3.2 Apprendre, c'est coordonner deux actions simples : construction de coordinations externes	
3.3 Apprendre, c'est construire des coordinations internes	
3.4 Apprendre, c'est construire des coordinations interindividuelles	
4 Les modèles d'apprentissage	88
5 Conclusion : richesse du bagage moteur construit par la pratique	89
Ce qu'il faut retenir.....	92
Testez-vous.....	92

GRANDES FONCTIONS PHYSIOLOGIQUES ET PRINCIPALES ADAPTATIONS À L'EXERCICE

1	Le système neuroendocrinien	93
1.1	Organisation générale du système nerveux et mécanismes de régulation	94
1.2	Structure du système endocrinien : description et mécanismes d'action	
1.3	Glandes endocrines et hormones	
2	Le système cardiovasculaire	104
2.1	Structure du système cardiovasculaire : description	
2.2	Adaptations à l'exercice aérobic aigu et chronique	
3	Le système respiratoire	122
3.1	Structure du système respiratoire : description	
3.2	Adaptations à l'exercice aigu et chronique	
4	La contraction, la force et l'énergétique musculaire	137
4.1	La fibre musculaire du muscle strié squelettique : aspects structuraux macro et microscopique	
4.2	L'unité motrice, les fibres musculaires et la contraction musculaire	
4.3	Tension et force musculaire	
4.4	Effets de l'entraînement en force musculaire	
4.5	Énergétique musculaire	
	Ce qu'il faut retenir	152
	Testez-vous	153

MÉTHODOLOGIE DE L'ENTRAÎNEMENT

1	Inventaire des paramètres influençant la performance motrice	156
1.1	Les facteurs conditionnels et coordinatifs physiques	
1.2	Les facteurs techniques et tactiques	
1.3	Les facteurs institutionnels et sociaux	
1.4	Les facteurs psychologiques	
2	Principes et méthodes de développement des qualités physiques	164
2.1	Le développement de la puissance	
2.2	Le développement de l'endurance	
2.3	Le développement de l'adresse	
3	Planification, périodisation et organisation de l'entraînement	210
3.1	Les justifications expliquant le principe de développement	
3.2	Les principes à respecter pour proposer une planification cohérente	
3.3	La modélisation des formes les plus employées de la programmation de l'entraînement	
	Ce qu'il faut retenir	221
	Testez-vous	221
	Corrigés	222
	Bibliographie	228
	Index	231
	Crédits iconographiques	234

Avant-propos

Si vous consultez cet ouvrage, que vous lisez ces lignes, c'est que vous êtes évidemment intéressé(e) par ce qui touche aux métiers dont le sport ou les activités sportives sont les pratiques de référence. Mais vous vous perdez sans doute dans le dédale des disciplines scientifiques à maîtriser. Qu'est-ce qui prime ? La physiologie ? Les neurosciences ? L'anatomie ? La capacité à planifier rationnellement les charges de travail ? Que faut-il maîtriser ? Pour quelles compétences ?

Les auteurs de cet ouvrage seront d'accord avec moi : les métiers qui touchent à l'activité physique ou au sport sont passionnants et requièrent un ensemble de compétences et de connaissances indispensables pour permettre aux pratiquants d'évoluer dans leurs pratiques physiques à la fois en santé mais aussi dans une logique de progression garante de leur engagement sur le long terme. Ces métiers sont d'autant plus complexes qu'ils nécessitent de combiner les différentes connaissances afin de proposer des programmes d'entraînement qui soient toujours adaptés à l'individu. Les connaissances proposées ont donc vocation à permettre de comprendre comment envisager un « prêt-à-porter » de l'entraînement afin de gérer des groupes tout en envisageant « un sur-mesure » adapté à chacun et chacune.

Globalement, la logique est simple. Afin d'encadrer des pratiquants, il s'agit de faire en sorte que vous soyez capables de gérer les charges de travail de manière à permettre à chacun de progresser dans sa pratique, d'accéder à une pratique en toute sécurité et propice à la santé, que vous soyez capable, même si ce n'est pas votre mission première, de prodiguer les premiers soins à une personne qui se serait blessée durant votre intervention. Cet ouvrage vise donc à apporter des éléments de réponses aux questions qui se posent dès lors qu'il est question d'entraînement. Les connaissances requises en anatomie fonctionnelle avec les grands principes de la prise en charge en cas de blessure seront abordées dans le chapitre 1 par Bernard Keyser qui va les traiter sous un angle très pragmatique en lien avec le terrain. Le second chapitre proposé par Christian Collet concerne les connaissances requises en matière de neuroscience comportementale de la motricité humaine et avec les processus d'apprentissages. L'objectif de ces deux premiers chapitres est de faire le lien entre théorie et pratique de manière à optimiser les séquences de pratiques physiques. Mais force est de constater que des éléments en lien avec les adaptations physiologiques de l'organisme à l'exercice sont aussi indispensables. C'est le chapitre 3 qu'Alexis Le Faucheur, Bénédicte Noury et Florian Congnard ont rédigé pour le présent ouvrage. Pour finir, le quatrième chapitre proposé par Michel Pradet et moi-même vise à faire une synthèse de l'ensemble appliquée à la méthodologie de l'entraînement.

Chaque chapitre est structuré autour d'apports théoriques et de mini-synthèses. Une série de questions vient conclure chaque chapitre afin de faire un bilan des connaissances acquises pour guider le lecteur dans la progressivité de ses acquisitions.

En résumé, cet ouvrage a pour objectif principal de vous préparer à votre futur métier. Mais ce n'est pas le seul objectif. Il vise à compléter vos connaissances sur un domaine très vaste, et à vous apporter des connaissances de vous-même, des connaissances que vous pourrez transmettre aux jeunes, ou aux personnes en général qui viendront pratiquer sous votre responsabilité. Maintenant, au travail !

Charles Martin-Krumm

CHAPITRE

1

Bases de l'anatomie fonctionnelle



Auteur : Bernard Keyser

Le corps humain présente trois cavités :

- la boîte crânienne, solide et rigide, protège le cerveau, l'ordinateur central, la cavité qui pense ;
- la cavité pneumatique : la cage thoracique semi-rigide contient le système cœur-poumon ;
- la cavité liquidienne : l'abdomen.

La cage thoracique et l'abdomen constituent le tronc. La colonne vertébrale relie ces trois cavités. Le muscle diaphragme sépare la cavité thoracique de l'abdomen. La sangle abdominale maintient les viscères. Le tronc est considéré comme une structure gonflable qui protège la colonne et sur laquelle les membres supérieurs s'appuient.

Sur le tronc, s'accrochent les membres supérieurs, par l'intermédiaire des scapulas libres sur la partie postérieure du thorax. Leur fonction est la préhension (attraper des objets). Les membres inférieurs sont accrochés sur le bassin. Leur fonction est la locomotion (se déplacer).

1 Généralités

Certains termes ont connu une évolution. Cet ouvrage n'utilise que les termes actuels (colonne de droite). Vous trouverez ici les principales concordances.

Ancien terme	Nouveau terme
Cubitus	Ulna
Péroné	Fibula
Rotule	Patella
Omoplate	Scapula
Astragale	Talus
Gros orteil	Hallux
Tendon d'Achille	Tendon calcanéen

1.1 Les os

Le corps humain est construit autour d'une structure osseuse : le squelette (figure 1.1). Il comprend 206 os. Ces os constituent la charpente du corps humain.

On distingue :

- les os longs, ce sont les os des membres (exemple : fémur, humérus) ;
- les os plats (exemple : omoplate, os du crâne) ;
- les os courts, ce sont les os de la colonne vertébrale et du carpe ou du tarse.

Les os présentent des reliefs, tubercule, gouttière, etc. qui donnent insertion ou passage à des ligaments, des tendons, des muscles. On décrira : les os du tronc, des membres supérieurs et membres inférieurs.

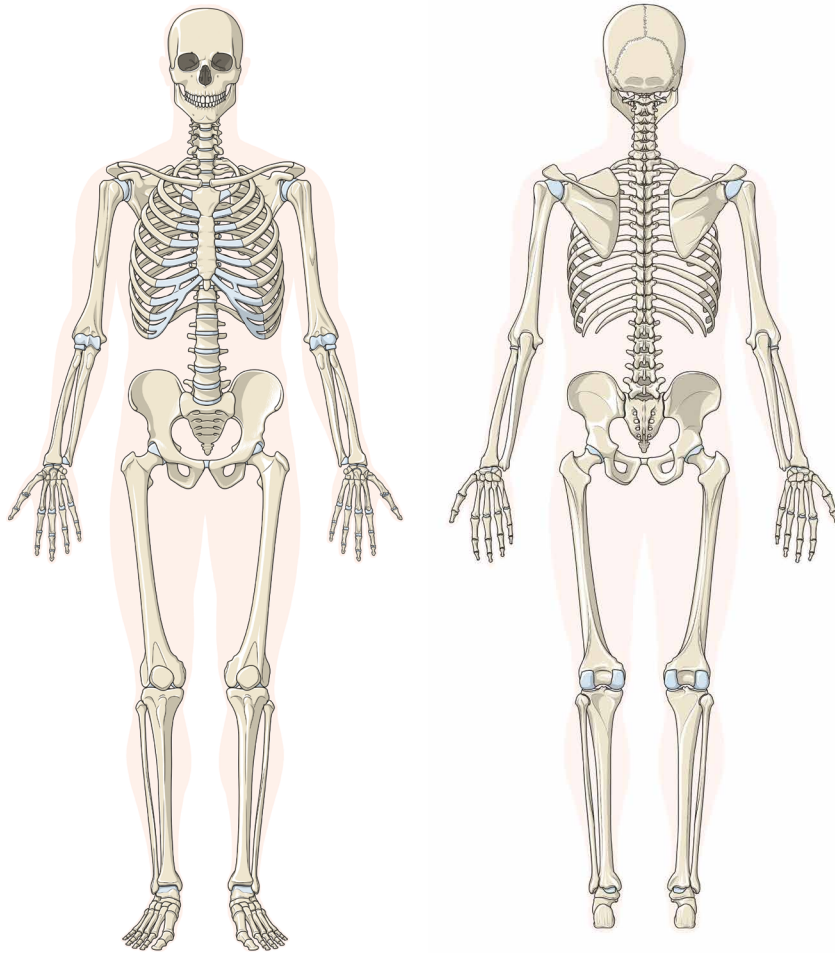


Figure 1.1 ▲ *Le squelette complet.*

1.2 Les articulations

Les os se rejoignent entre eux pour former les articulations. Une articulation est une cavité fermée, étanche qui comprend :

- des surfaces articulaires recouvertes de cartilage, tissu conjonctif nacré et lisse, mal vascularisé, qui recouvre les extrémités osseuses de toutes les articulations mobiles ;
- une capsule articulaire. C'est un manchon fibreux, véritable tissage de fibres qui vont s'insérer au pourtour des surfaces articulaires, et qui rend étanche et limite les mouvements de l'articulation ;
- une membrane synoviale tapissant l'intérieur de la capsule. Elle est richement vascularisée et produit un liquide semblable au blanc d'œuf, lubrifiant l'articulation et amortissant les pressions : le liquide synovial ou synovie ;
- la capsule est renforcée par des ligaments qui peuvent être intra ou extra-capsulaire, intra ou extra-articulaire. Ils assurent la coaptation des surfaces articulaires.

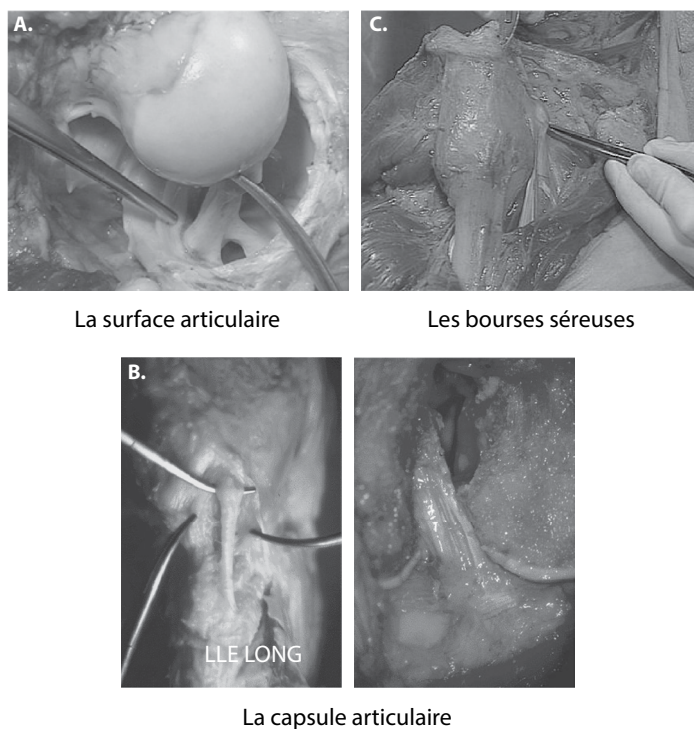


Figure 1.2 ▲ Photographies d'articulations.

A. La surface articulaire. B. La capsule articulaire. C. Les bourses séreuses.

La limitation des mouvements est donnée par l'orientation des fibres ligamentaires et capsulaires. La capsule et les ligaments ne sont pas élastiques.

Le ménisque pièce intercalaire est un fibrocartilage situé entre deux surfaces articulaires mobiles. Il rétablit les différences de formes, il suit les mouvements de l'articulation en se déformant et amortit les impacts. Il est solidaire de la capsule par sa face périphérique donc bien vascularisé sur son pourtour à l'inverse de sa partie médiale.

Les bourses séreuses constituées de tissu conjonctif remplies de liquide synovial facilitent le glissement des structures.

C'est la forme de l'articulation qui permet de comprendre le mouvement (figure 1.3).

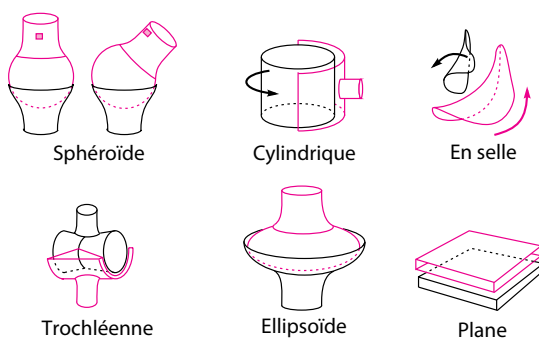


Figure 1.3 ▲ Les différentes articulations.

Définitions

- **Articulation sphéroïde ou énarthrose** : sphère convexe dans une sphère concave. Exemple : l'articulation coxo-fémorale (la hanche) ou l'articulation scapulo-humérale (l'épaule). Ce type d'articulation permet trois degrés de liberté et donc une très grande mobilité.
- **Articulation en selle** : deux têtes concaves viennent s'emboîter perpendiculairement. Exemple : l'articulation trapèzo-métacarpienne (le pouce). Ce type d'articulation permet deux degrés de liberté.
- **Articulation condylienne** : une tête ellipsoïdique convexe vient se loger dans une cavité ellipsoïdique concave. Exemple : l'articulation radio-carpienne (le poignet). Ce type d'articulation permet deux degrés de liberté.
- **Articulation ginglyme ou trochléenne** : l'articulation forme une charnière. Exemple : l'articulation olécraniennne (le coude) ou l'articulation fémoro-patellaire (entre le fémur et la patella). Ce type d'articulation ne permet qu'un seul degré de liberté.
- **Articulation trochoïde** : un cylindre convexe vient se loger dans un cylindre concave. Exemple : l'articulation radio-ulnaire (l'avant-bras). Ce type d'articulation ne permet qu'un seul degré de liberté.
- **Articulation plane ou arthrodie** : deux surfaces planes sont en contact. Exemple : les articulations entre les os du carpe de la main. Ce type d'articulation permet des petits mouvements dans les trois plans de l'espace.

1.3 Décrire les mouvements

Pour déterminer les mouvements des membres il faut se référer à la position anatomique de référence qui est définie par convention internationale : « Corps humain, vivant, debout, les membres supérieurs pendant le long du corps, la paume des mains tournées vers l'avant, le regard droit et horizontal. ». Toutes les descriptions anatomiques se réfèrent à cette position. Le sujet couché, la nomenclature est identique.

L'étude du corps humain se décrit en fonction des trois plans de l'espace (figure 1.4) :

- le plan sagittal orienté d'avant en arrière, comme une flèche traversant le corps ;
- le plan frontal, vertical et perpendiculaire au plan sagittal, passe par l'axe du corps, « de droite à gauche ». Il définit les faces ventrale et dorsale du corps ;
- le plan horizontal est perpendiculaire aux deux autres et coupe transversalement le corps.

L'axe du corps est représenté par une verticale abaissée du sommet du crâne. Elle passe par le centre de gravité du corps situé dans le pelvis. L'axe de la main et du pied passe par le troisième doigt ou le troisième orteil.

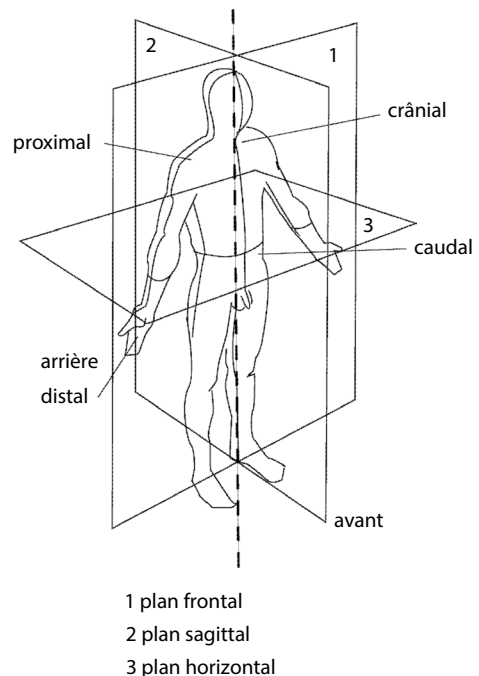


Figure 1.4 ▲ Les plans pour décrire le corps humain.

Description anatomique

Les différents éléments de l'appareil locomoteur sont pairs et symétriques. On décrit toujours en anatomie les éléments du côté droit du corps humain. La dénomination droite/gauche est incomplète, on utilise les termes :

- médial et latéral ;
- supérieur et inférieur ;
- antérieur et postérieur.

Les termes de localisation

Ils permettent de situer un élément anatomique par rapport à un autre. Exemple : la scapula est située en arrière du tronc, la fibula est située en dehors du tibia.

Axial et abaxial

Axial = situé dans l'axe du corps

Abaxial = situé en dehors de l'axe du corps

Crânial et caudal, concerne le tronc

Crânial = proche de l'extrémité supérieure (crâne)

Caudal = dans le cas contraire

Proximal et distal, concerne les membres

Proximal = proche de la racine

Distal = dans le cas contraire.

Médial et latéral

Médial = situé près du plan sagittal

Latéral = dans le cas contraire

Homolatéral et controlatéral

Homolatéraux = du même côté

Controlatéraux = dans le cas contraire

Superficiel et profond

Superficiel = proche de la surface du corps

Profond = dans le cas contraire

Supra et infra

Supra = au-dessus d'un autre

Infra = au-dessous d'un autre

Les mouvements des membres

- **Flexion** = un mouvement qui rapproche les deux segments d'une articulation.
- **Extension** = un mouvement qui éloigne les deux segments d'une articulation.
- **Abduction** = un mouvement qui éloigne un membre ou un segment de membre de l'axe médian du corps.
- **Adduction** = un mouvement par lequel un membre ou un segment de membre se rapproche de l'axe médian du corps.
- **Circumduction** = un mouvement circulaire, passif ou actif, autour d'un point fixe ou d'un axe, tel que ceux des yeux, d'un membre ou de la mâchoire.
- **Rotation latérale ou exo rotation** = un mouvement qui passe par la diaphyse de l'os, le membre inférieur peut effectuer une rotation vers l'extérieur du corps.
- **Rotation médiane ou endorotation** = une rotation vers l'axe du corps.
- **Valgus** = déviation latérale.
- **Varus** = déviation médiale.

1.4 La morphologie

1.4.1 Le tronc

Les os qui constituent le tronc sont les vertèbres, les côtes et le sternum. Les os du tronc s'articulent entre eux pour former la colonne vertébrale et la cage thoracique. Les os de la ceinture pelvienne s'articulent avec le sacrum et le coccyx pour donner le bassin ou pelvis.

La colonne vertébrale est formée de vingt-quatre pièces osseuses, les vertèbres, empilées comme des disques les unes sur les autres. Elle est divisée en trois régions :

- une région cervicale de sept vertèbres ;
- une région dorsale ou thoracique de douze vertèbres ;
- une région lombaire de cinq vertèbres.

Une quatrième partie de la colonne vertébrale (le sacrum) est formée de cinq vertèbres soudées.

Le thorax ou cage thoracique (figure 1.6) est constitué par :

- les douze vertèbres dorsales en arrière ;
- le sternum, en avant ;
- les côtes latéralement au nombre de vingt-quatre (douze de chaque côté du thorax).