

Je prepare

Les diplômes des activités
physiques et sportives

**Anatomie, physiologie,
neuroscience du sport
et entraînement**

Je prepare

Les diplômes des activités
physiques et sportives

Anatomie, physiologie, neuroscience du sport et entraînement

SOUS LA DIRECTION DE
Charles Martin-Krumm

DUNOD

Maquette de couverture : Domino – Dominik Raboin

Photos de couverture : © Yuri_Arcurs, iStockPhoto - © Alex Master, fotolia.com - © Sergey Novikov, fotolia.com

Le pictogramme qui figure ci-contre mérite une explication. Son objet est d'alerter le lecteur sur la menace que représente pour l'avenir de l'écrit, particulièrement dans le domaine de l'édition technique et universitaire, le développement massif du photocopillage.

Le Code de la propriété intellectuelle du 1^{er} juillet 1992 interdit en effet expressément la photocopie à usage collectif sans autorisation des ayants droit. Or, cette pratique s'est généralisée dans les établissements d'enseignement supérieur, provoquant une baisse brutale des achats de livres et de revues, au point que la possibilité même pour les auteurs de créer des œuvres nouvelles et de les faire éditer correctement est aujourd'hui menacée.

Nous rappelons donc que toute reproduction, partielle ou totale, de la présente publication est interdite sans autorisation de l'auteur, de son éditeur ou du Centre français d'exploitation du droit de copie (CFC, 20, rue des Grands-Augustins, 75006 Paris).



© Dunod, 2016

5 rue Laromiguière, 75005 Paris

www.dunod.com

ISBN 978-2-10-072610-3

Le Code de la propriété intellectuelle n'autorisant, aux termes de l'article L. 122-5, 2^o et 3^o a), d'une part, que les « copies ou reproductions strictement réservées à l'usage privé du copiste et non destinées à une utilisation collective » et, d'autre part, que les analyses et les courtes citations dans un but d'exemple et d'illustration, « toute représentation ou reproduction intégrale ou partielle faite sans le consentement de l'auteur ou de ses ayants droit ou ayants cause est illicite » (art. L. 122-4).

Cette représentation ou reproduction, par quelque procédé que ce soit, constituerait donc une contrefaçon sanctionnée par les articles L. 335-2 et suivants du Code de la propriété intellectuelle.

TABLE DES MATIÈRES

Introduction	1
Anatomie, neurosciences et physiologie	3
1 Bases de l'anatomie fonctionnelle	5
1 Généralités	6
2 Le membre supérieur	14
3 Le membre inférieur	34
4 Le tronc	56
5 Quelques références	65
Pour réviser	67
Question 1	67
Question 2	68
Question 3	68
2 Neurosciences comportementales de la motricité humaine et processus d'apprentissage	71
1 Un bagage moteur commun à l'ensemble des êtres humains	72
2 La capacité à construire de nouveaux programmes	84
3 Apprendre	93
4 Les processus d'apprentissage (niveau L3 STAPS)	104
5 Conclusion : richesse du bagage moteur construit par la pratique ..	107
6 Bibliographie	109

Pour réviser	113
Question 1	113
Question 2	113
Question 3	114
Question 4	114
3 Grandes fonctions physiologiques et principales adaptations à l'exercice	117
1 Le système endocrinien	117
2 Le système respiratoire	138
3 Le système cardiovasculaire	157
4 La contraction, la force et l'énergétique musculaire	190
5 Bibliographie	213
Pour réviser	215
Question 1. Système endocrinien	215
Question 2. Système cardiovasculaire	215
Question 3. Système respiratoire	216
Question 4. La contraction, la force et l'énergétique musculaire	216
Méthodologie de l'entraînement	217
4 Inventaire de paramètres influençant la performance motrice	221
1 Les facteurs conditionnels et coordinatifs physiques	224
2 Les facteurs techniques et tactiques	233
3 Les facteurs institutionnels et sociaux	235
4 Les facteurs psychologiques	242
Pour réviser	248
Question	248
5 Principes et méthodes de développement des qualités physiques	249
1 Le développement de la puissance	250
2 Le développement de l'endurance	280

3	Le développement de l'adresse	297
	Pour réviser	313
	Question 1	313
	Question 2	313
6	Planification, périodisation et organisation de l'entraînement	315
1	Les justifications expliquant le principe de développement	316
2	Les principes à respecter pour proposer une planification cohérente	319
3	La modélisation des formes les plus employées de la programmation de l'entraînement	325
	Pour réviser	332
	Question.	332
	Index	333

INTRODUCTION

Charles Martin-Krumm

Si vous consultez cet ouvrage, que vous lisez ces lignes, c'est que vous êtes évidemment intéressé(e) par les métiers dont le sport ou les activités sportives sont les pratiques de référence. L'objet du présent volume est de présenter des points incontournables ayant trait aux métiers du sport.

D'abord, les aspects de l'anatomie fonctionnelle seront développés par Bernard Keyser. Plus que la simple description des os, des articulations et du squelette, il propose aussi une approche dynamique permettant de comprendre comment le tout « fonctionne ». C'est dans la même logique que Christian Collet apporte des éléments issus des neurosciences afin d'expliquer le contrôle de la motricité par le système nerveux et les processus d'apprentissage. Force est de constater que le mouvement, que les différents processus de contrôle et d'apprentissage requièrent que de l'énergie soit disponible. Différents systèmes sont en interaction. Ils sont présentés par Bénédicte Noury et Alexis Le Faucheur. Enfin, Michel Pradet conclut cet ouvrage en proposant les grands principes de la méthodologie de l'entraînement de la motricité et des filières énergétiques, véritables mises en pratique des différents éléments développés dans les chapitres précédents.

En résumé, cet ouvrage, et les deux autres de la collection, ont pour objectif principal de vous préparer dans le cursus que vous avez choisi afin que vous obteniez les diplômes que vous visez et que vous puissiez ensuite exercer la profession que vous vous êtes choisie. Mais ce n'est pas le seul objectif. Ils ont aussi pour objectif de vous sensibiliser à ce qui est à l'origine du mouvement sportif, à compléter vos connaissances sur un domaine très vaste, et à vous apporter des connaissances que vous pourrez transmettre aux jeunes, ou aux personnes en général qui viendront pratiquer sous votre responsabilité. Plus encore, ils ont pour objectif de montrer que plutôt que d'opposer les différentes filières, les différents métiers ou les différentes missions, il convient d'envisager leur complémentarité avec la spécificité de chacune d'elles.

À la filière STAPS est reconnue classiquement le niveau de généralité, les fondements théoriques et le niveau des recherches. En revanche, un manque de technicité peut lui être reproché quant aux différentes activités physiques et sportives. C'est là le point fort de la filière « Jeunesse et Sports ». Les cadres issus des formations qui sont proposées dans ses structures sont toujours pointus dans une discipline sportive, voire quelques-unes. En revanche, à l'inverse des STAPS, la formation scientifique est souvent moins poussée. Faut-il pour autant opposer ces deux champs de formation ? La réponse à cette question réside sans aucun doute dans les origines professionnelles de chacun des formateurs. La plupart ont à la fois un haut niveau de formation dans le domaine des STAPS (agrégation, doctorat), et dans le domaine Jeunesse et Sport (diplôme de l'INSEP, BEES 2° ou 3°). Cela

révèle que plus qu'une opposition, c'est la complémentarité qu'il faut envisager. D'autant plus que cela permet aussi de reconnaître les domaines d'excellence de chacun des contributeurs. Au final, plutôt que d'opposer les métiers et les formations, plutôt que d'opposer les champs, c'est très clairement une synergie qui est proposée ici, une synergie entre les compétences des uns et des autres, issus ou pas des domaines spécifiques STAPS, Jeunesse et Sport, ou éducation dans votre intérêt mais aussi dans celui de vos futurs élèves, athlètes ou clients ! Une formation adaptée pour plus de compétences avec en retour des pratiquants plus performants, plus satisfaits et/ou en meilleure santé !

Maintenant, au travail !

Pour aller plus loin

Deux autres axes sont proposés dans des ouvrages de la même collection.

Le premier, *Cadre institutionnel, juridique et exercice professionnel*, concerne les aspects juridiques en relation avec les métiers du sport, ainsi que les évolutions des différents métiers et filières de formation associées. Il permet de se situer dans ce milieu professionnel et de repérer les partenaires institutionnels, nationaux, européens et privés auxquels vous aurez affaire.

Le second, *Psychologie, pédagogie et santé du sportif*, aborde les connaissances requises afin d'encadrer des pratiquants, de faire en sorte qu'ils persistent dans leur pratique, qu'ils apprennent des choses relatives à l'exercice physique, de manière à permettre à chacun d'accéder à une pratique en toute sécurité et propice à la santé.

Anatomie, neurosciences et physiologie

1 Bases de l'anatomie fonctionnelle	5
Pour réviser	67
2 Neurosciences comportementales de la motricité humaine et processus d'apprentissage	71
Pour réviser	113
3 Grandes fonctions physiologiques et principales adaptations à l'exercice	117
Pour réviser	215

Bases de l'anatomie fonctionnelle

Bernard Keyser

Illustrations : Charles Boistier

DANS CE CHAPITRE

Le corps humain est organisé par un squelette de 206 os qui se rejoignent au niveau des articulations. Environ 600 muscles permettent les mouvements de toutes sortes. Ce chapitre décrit les bases de ces mécanismes.

Revenons plusieurs centaines de milliers d'années en arrière. Nous sommes dans la grotte de Grohm, un homme préhistorique, appelons-le ainsi. Celui-ci, assis dans sa caverne, saisit une graine ou une fève à même le sol pour se nourrir. Il constate alors qu'il la porte à sa bouche et que s'il n'avait pas de bras il pourrait difficilement se nourrir. Il comprend aussi qu'il doit se déplacer pour se nourrir et une fois dehors, pour marcher, courir, éviter les dangers, sauter il utilise ses « jambes ». Il peut alors monter aux arbres pour cueillir des fruits, arracher des plantes, lancer une sagaie. Il lui faut donc bouger pour pouvoir manger mais aussi manger pour pouvoir bouger. Alors comment ça marche ?

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 constitue 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). Pour bouger, Grohm utilise son appareil locomoteur constitué des os, articulations et muscles.

1 Généralités

Préalable de vocabulaire

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. 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 (p. 56), des membres supérieurs (p. 15) et membres inférieurs (p. 35).

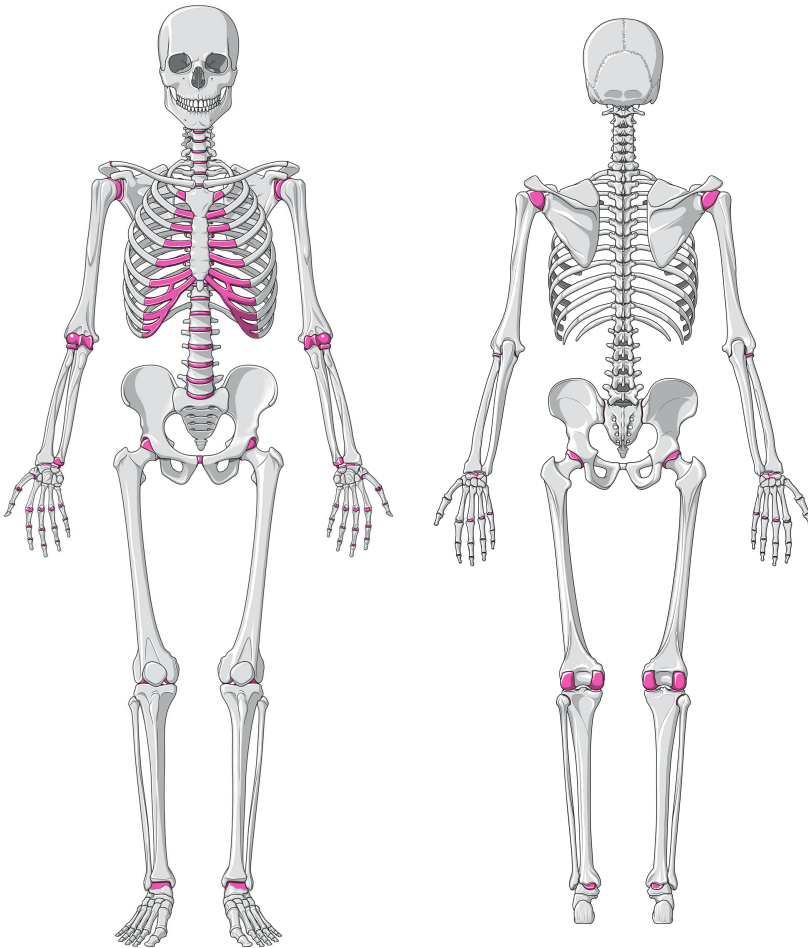


Figure 1.1 Squelette complet

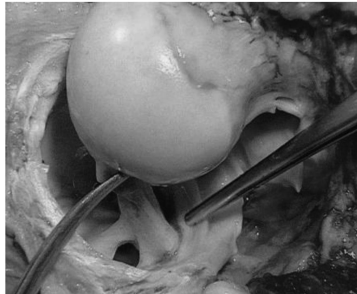
2. Les articulations

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

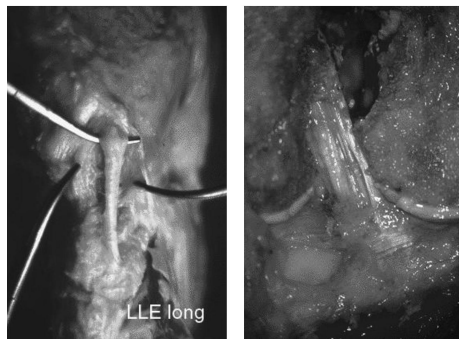
- des surfaces articulaires recouvertes de cartilage, tissu conjonctif nacré et lisse, mal vascularisé, qui recouvre les extrémités osseuses de toutes les articulations mobiles ;
- une capsule articulaire c'est un manchon fibreux, véritable tissage de fibres qui vont s'insérer au pourtour des surfaces 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.

Tableau 1.1 Photos d'articulations

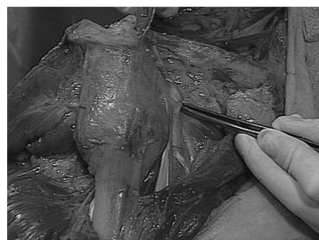
La surface articulaire



La capsule articulaire



Les bourses séreuses



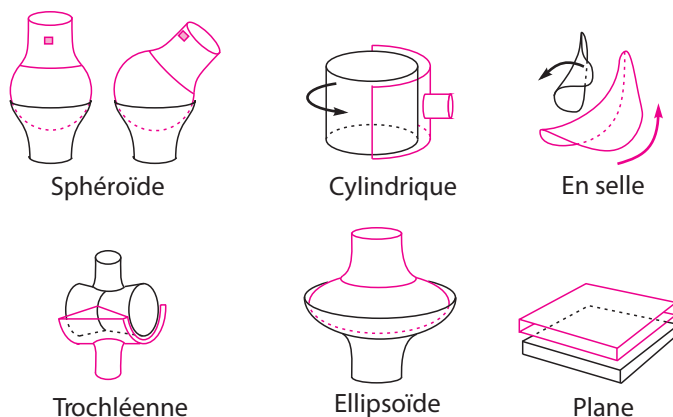
La limitation des mouvements est donnée par l'orientation des fibres ligamentaires et capsulaires. La capsule et les ligaments ne sont pas élastiques.

Le ménisque pièce intercalaire est un fibro cartilage 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 (tableau 1.2).

Tableau 1.2 Les différentes articulations



- **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 arthroïde** : 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.

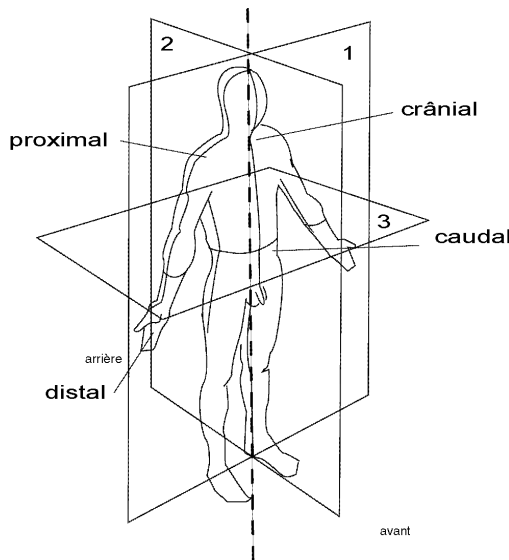
3. Décrire les mouvements

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.

Tableau 1.3 Les plans pour décrire corps humain (Images Formation)



1 plan frontal
2 plan sagittal
3 plan horizontal

L'étude du corps humain se décrit en fonction des trois plans de l'espace (tableau 1.3) :

- 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.