

Universitäts- und Landesbibliothek Tirol

Mécanisme et éducation des mouvements

Demeny, Georges

Paris, 1911

Chapitre II. Analyse des Attitudes et des Mouvements

CHAPITRE II

ANALYSE DES ATTITUDES ET DES MOUVEMENTS

§ 1^{er}. — Règles générales d'analyse des mouvements.

Dans toute analyse d'une attitude ou d'un mouvement, il y a un problème de mécanique et une question de physiologie. Le problème de *mécanique* est facile à poser ; il consiste à déterminer les résistances dues à la pesanteur, aux réactions diverses s'exerçant sur le corps à les composer entre elles pour en déduire l'action musculaire et par suite les muscles entrant spécialement en jeu pour équilibrer les premières. Suivant la direction, le sens et la nature du mouvement on se rendra compte de l'antagonisme entre les muscles et les résistances à vaincre. Il faut tenir compte des résistances d'inertie des différentes parties du corps et des masses à mouvoir. Les variations de vitesse mesureront le travail produit. Nous aurons plus loin à considérer cette mesure. Chaque mouvement peut être également étudié au point de vue *physiologique*, c'est-à-dire d'après ses effets sur le corps et au point de vue *pédagogique* ou éducatif, c'est-à-dire d'après les avantages qu'il procure à l'individu. (Essai d'une méthode positive.)

Nous serons obligés de confondre souvent ces études pour être fidèle à notre plan et au but proposé : l'amélioration physique de l'homme. Le nombre des mouvements à analyser est indéfini mais tous ne présentent pas d'intérêt à notre point de vue, ce qui importe, c'est la manière de tirer parti de nos forces après les avoir acquises, de ne pas les gaspiller ou les dépenser de façon à nous nuire soit par excès soit par mauvaise utilisation.

Un muscle ne se contracte jamais seul, il faut dans une

attitude ou un mouvement le concours de synergies musculaires où les muscles spéciaux, directeurs et modérateurs du mouvement, les fixateurs des points fixes ont chacun leur rôle spécial et déterminé. Nous ne reviendrons pas sur ces faits développés précédemment à propos de la coordination¹. Nous n'avons pas besoin d'une précision bien grande pour établir la part des muscles et des résistances dans l'équilibre et dans le mouvement, ce qui nous suffit presque toujours.

LOIS GÉNÉRALES DU MÉCANISME DES MOUVEMENTS. — Les mouvements sont d'ailleurs régis par les lois générales de la mécanique dont il faut rappeler les plus importantes.

Loi du moindre effort. — Par l'éducation et par instinct nous trouvons les conditions les plus économiques de l'application de nos efforts, nous réduisons le nombre des contractions musculaire au minimum utile et leur intensité à la valeur de la résistance à vaincre.

Loi de répartition des efforts suivant les résistances à vaincre. — Toute résistance opposée à une partie du corps fait naître une action musculaire égale et opposée; par exemple une résistance extérieure produisant la flexion du bras fera naître un effort ou réaction musculaire d'extension et inversement.

Loi du relâchement des muscles. — Toute résistance appliquée sur une partie du corps a pour effet de relâcher les muscles dont elle remplace la fonction; par exemple, si le bras est étendu passivement par une résistance extérieure, les muscles extenseurs tombent dans le relâchement.

Loi d'inertie. — Le corps et toute partie du corps tendent à conserver leur état de repos ou de mouvement; le passage du repos au mouvement ou d'un mouvement à un autre mouvement avec vitesse ou direction variées ne peut se faire sans le concours des forces; les forces motrices sont intérieures au corps, mais ce dernier ne peut se mouvoir sans points d'appuis extérieurs.

1. Conditions économiques de l'exercice, in *Les Bases scientifiques de l'Éducation physique*, 2^e édition; Paris, F. Alcan, 1903.

Loi des masses. — La vitesse d'un mouvement est en rapport avec la masse à mouvoir, les résistances à vaincre et la force motrice ; le travail se mesure par la force vive, il est proportionnel à la masse en mouvement et au carré de la vitesse de celui-ci.

POIDS ET CENTRE DE GRAVITÉ DU CORPS. — Notre force musculaire s'exerce sans cesse à vaincre le poids du corps et la résistance d'inertie de ses différentes parties. Toutes les molécules du corps sont pesantes, elles représentent des petites forces parallèles dirigées verticalement ; elles peuvent se composer partiellement pour former le poids d'un membre, du tronc ou totalement pour former le poids du corps entier. Il est commode de représenter ce poids par une seule force appliquée en un point idéal appelé centre de gravité.

Le centre de gravité du corps est le point d'application de la résultante du poids de toutes ses parties, on ne peut donc lui assigner aucune position fixe dans le corps, ce serait une absurdité. Il faut en déterminer la situation pour chaque attitude particulière.

DÉTERMINATION DE LA POSITION DU CENTRE DE GRAVITÉ DANS LES ATTITUDES DU CORPS. — Nous avons fait cette recherche expérimentale à propos des principales attitudes de la marche, de la course et du saut et nous avons obtenu les chiffres suivants :

Le sujet était étendu sur un lit de sangle suspendu et pouvant osciller sur des couteaux autour de deux axes horizontaux et rectangulaires comme une suspension de cardan¹. Partant de la position droite où l'équilibre était indiqué au moyen d'un index, on changeait d'attitude ce qui déplaçait l'index. On rétablissait l'équilibre au moyen de poids additionnels et, par un calcul de proportion très simple, on obtenait la valeur en millimètres du déplacement du centre de gravité dans le corps par suite du changement d'attitude (fig. 117).

Le déplacement du centre de gravité était compté dans deux directions, en avant ou en arrière.

L'homme étant couché sur le côté, voici les déplacements en

1. G. Demeny, Étude des déplacements du centre de gravité dans le corps de l'homme, *Comptes rendus de l'Académie des Sciences*, 10 octobre 1887.

avant et en arrière correspondant à quelques attitudes simples.

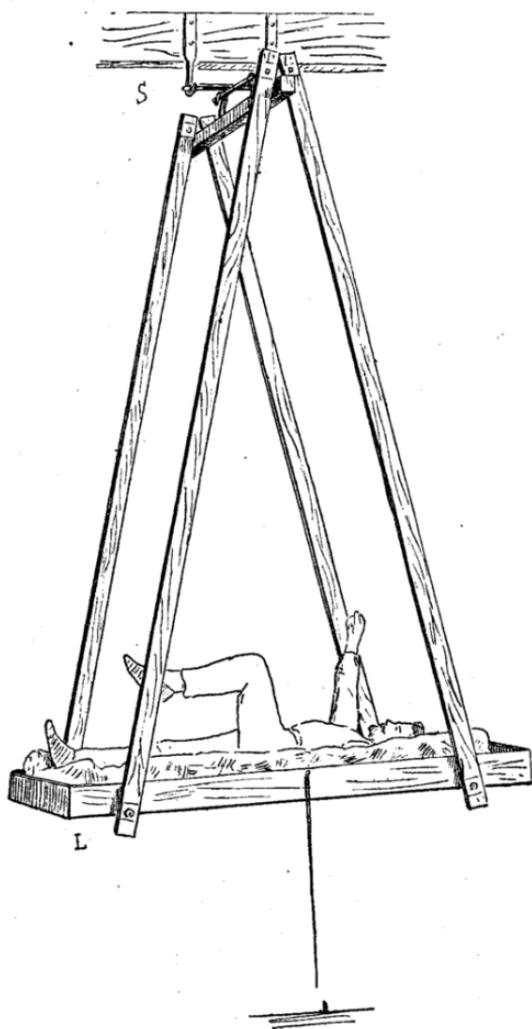


Fig. 117. — Lit suspendu à la cardan pour la détermination de la position du centre de gravité dans le corps dans différentes attitudes (DEMEY).

I, index pour montrer les variations d'écart dans l'équilibre du système.

Taille 1,66 m. ; hauteur du centre de gravité au-dessus du sol dans la station droite 0,945 m. (fig. 118).

Dans les attitudes correspondant à la course et au saut les

écarts sont encore plus considérables. Par exemple dans la position du sauteur au-dessus de l'obstacle le centre de gravité est porté à 109 millimètres en avant et à 138 millimètres en haut.

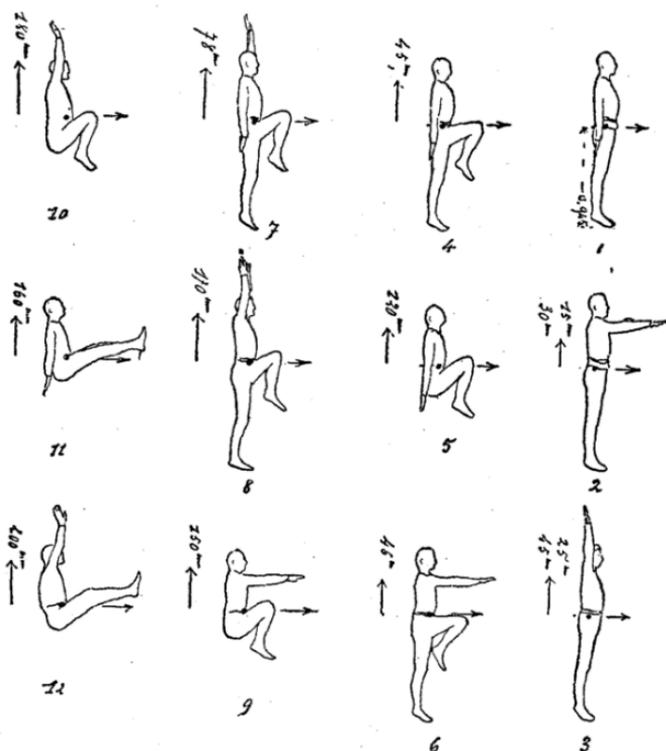


Fig. 118. — Attitudes que l'on rencontre dans les différentes phases du saut où sont indiqués les déplacements correspondants du centre de gravité en millimètres.

Nous verrons qu'il faut tenir compte de cette position du centre de gravité dans la hauteur du saut et dans l'évaluation du travail.

CONDITIONS DE STABILITÉ DU CORPS REPOSANT SUR LE SOL. BASE DE SUSTENTATION. — La seule condition d'équilibre sur un sol horizontal est que le centre de gravité du corps soit verticalement placé au-dessus de la base de sustentation ou la figure convexe formée par les contours des pieds et les tangentes à ces con-

tours. Bien entendu il faut d'abord et avant tout que les différentes parties du corps soient fixées et forment un tout solide.

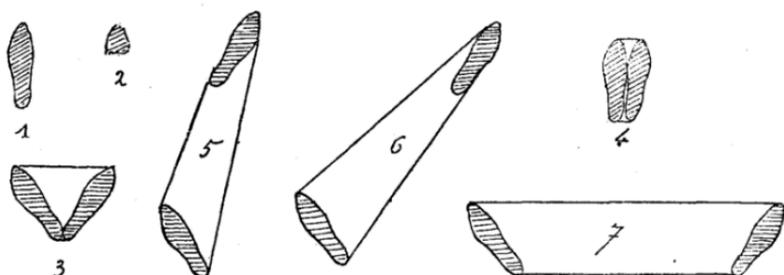


Fig. 119. — Différentes formes de base de sustentation du corps reposant sur le sol.

1, station sur un pied ; — 2, station sur la pointe d'un pied ; — 3, station talons réunis, pointes écartées ; — 4, id., les pieds joints ; — 5, fente en avant ; — 6, fente oblique ; — 7, fente latérale.

Une fois cela obtenu, la stabilité diminue ou augmente avec l'étendue de la base de sustentation (fig. 119).

Il y a bien quelques petits écarts de cette condition rigoureuse grâce au frottement des chaussures et du sol, mais l'équilibre demande le concours actif de la force musculaire et ne peut être maintenu longtemps. Si l'on se penche légèrement en avant, il y a contraction énergique des extenseurs du pied, des fléchisseurs des orteils, des extenseurs de la jambe et du tronc, le coccyx étant rejeté en arrière. Si l'on se penche en arrière, ce sont les fléchisseurs du pied et du tronc qui agissent ; dans l'inclinaison latérale, les fléchisseurs latéraux du tronc (fig. 120).



Fig. 120. — Station inclinée obtenue en donnant aux semelles une grande longueur et une grande rigidité.

Dans la station droite ces diverses actions musculaires s'exercent sans cesse pour rétablir à chaque instant l'équilibre compromis et empêcher une chute de se produire. L'homme ivre ou endormi chez lequel les muscles se relâchent, s'affaisse sur lui-même, la tête, le tronc et les jambes fléchis.

Foudroyé par une mort subite on tombe en avant, la face contre terre.

Un sujet amputé des deux pieds ne peut rester immobile sur place si ses membres artificiels sont terminés par des pilons. La base de sustentation est alors restreinte et les réactions musculaires du pied nécessaires pour rétablir à chaque instant l'équilibre n'existent plus.

Pour augmenter la stabilité de la station debout, on écarte la pointe des pieds, on se fend en avant, de côté ou latéralement; suivant la forme et l'étendue de la base de sustentation, les mouvements du tronc deviennent possibles sans compromettre la stabilité. Pour résister à un effort extérieur, on prend une base dans la direction de cet effort; ainsi si l'on porte par exemple la jambe droite en avant légèrement fléchie, la jambe gauche tendue en arrière comme un arc-boutant, l'axe du pied droit perpendiculaire à celui du pied gauche, la base de sustentation aura la forme d'un triangle et permettra la flexion du tronc en avant; le centre de gravité du corps se projettera toujours sur la surface ainsi délimitée. L'attitude précédente est bonne pour résister à un effort venant de front (fig. 119).



Fig. 122. — Forme de la base de sustentation dans la station sur la pointe d'un pied.

C'est à peu de chose près la position de l'escrime et de la boxe.

L'équilibre devient de plus en plus difficile à maintenir si l'on se tient sur un seul pied, la base de sustentation étant réduite à la surface de contact avec le sol (fig. 122).

La stabilité diminue encore à plus forte raison si l'on se dresse sur la pointe des pieds ou sur la pointe d'un seul pied comme les danseurs. Étant en équilibre si l'on porte la jambe libre en avant, en arrière, ou latéralement, le tronc s'incline respectivement en arrière, en avant ou latéralement mais du côté opposé à la jambe libre afin de ramener au-dessus de la



Fig. 121. — Station sur la pointe des orteils.

base de sustentation le centre de gravité de l'ensemble déplacé par le fait de la nouvelle attitude (fig. 123).

EXERCICES D'ÉQUILIBRE. — Les équilibres sur le sol demandent une éducation spéciale, beaucoup de souplesse et une grande intégrité du système nerveux. Ils donnent une assurance et un aplomb tout particuliers. On peut les graduer facilement en les exécutant d'abord sur le sol (fig. 123), puis sur la poutre dans des attitudes de plus en plus difficiles et à des hauteurs de plus en plus grandes.



Fig. 123. — Équilibre sur une jambe les bras écartés.

Les coups de pied de flanc et les coups de pied de figure usités dans la boxe française sont de véritables exercices d'équilibre très intéressants à ce point de vue.

Les danseurs de corde ont différents moyens d'assurer leur équilibre. Sur une corde raide celui-ci est tout à fait instable, le moindre écart fait dévier le centre de gravité de la verticale passant par la corde et la chute devient inévitable.

On se sert alors des bras ou mieux encore du balancier pour rétablir à chaque instant la position du centre de gravité au-dessus de sa base étroite de sustentation. Le balancier agit surtout par sa masse; lent à se déplacer, il présente au corps une certaine fixité relative et, par son inertie, un point d'appui momentané. Le fil de fer suspendu à deux points fixes demande d'autres conditions de stabilité parce qu'il peut osciller autour de la ligne de ses points de suspension; debout sur le fil, le danseur a toujours son centre de gravité plus bas que cet axe. L'équilibre est donc relativement plus stable; un écart latéral a pour effet de faire osciller le système sans produire immédiatement une chute. Les Japonais excellent à ces exercices; on les voit demeurer longtemps sur ce fil et y prendre toutes les attitudes possibles. Le parasol qu'ils ont à la main n'est pas un ornement, c'est un véritable instrument d'équilibre, il permet de s'appuyer sur l'air comme l'aile de l'oiseau et d'y trouver une résistance analogue au balancier.

Dans les attitudes d'équilibre, le corps prend l'apparence d'une statue, mais cette immobilité est une illusion. Il suffit de toucher les membres maintenus rigides pour constater l'état des muscles, tout vibre chez l'homme ainsi immobilisé ; il y a

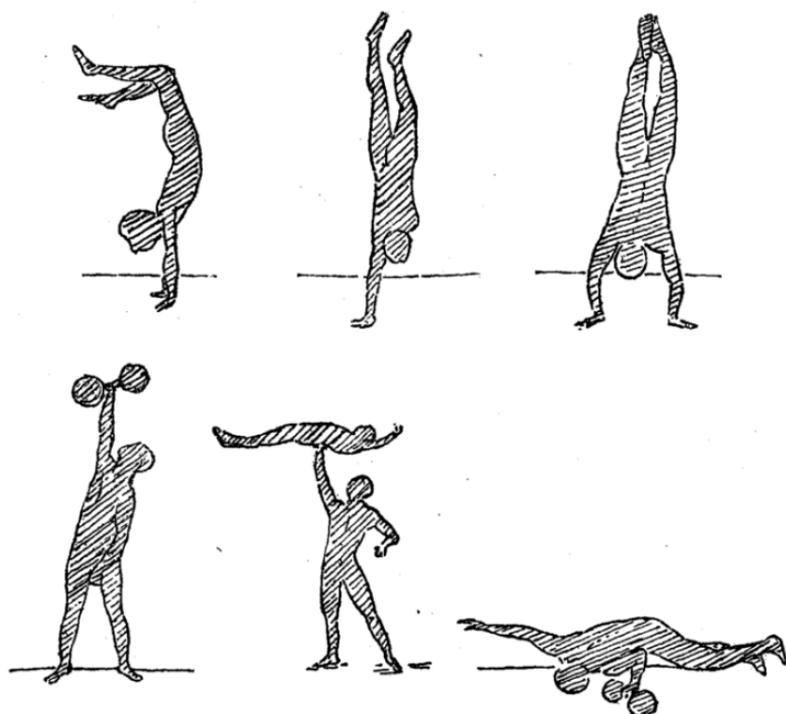


Fig. 124. — Attitudes d'équilibre demandant pour être maintenues une énergie et une coordination spéciales (d'après photographies de MURBRIDGE).

travail et fatigue réelle. Debout sur le plancher d'un dynamographe sensible, l'appareil indique des trépidations, au lieu du calme on constate une agitation incessante (fig. 124).

ÉQUILIBRE SUR UN PLAN INCLINÉ. — Les conditions d'équilibre sont les mêmes sur un plan incliné ; la base de sustentation est alors réduite à la projection horizontale de la base sur le plan incliné. La stabilité dépend du poli de la surface sur laquelle on repose. Le frottement doit être assez considérable

pour empêcher le glissement qui se produirait également sur un plan horizontal lorsque les jambes ont une position oblique ; par exemple dans la fente de l'escrime ou dans la station les jambes écartées.

CHARGE ET PRESSION SUR LES POINTS D'APPUI. — La pression se répartit sur les points d'appui d'après la loi connue des

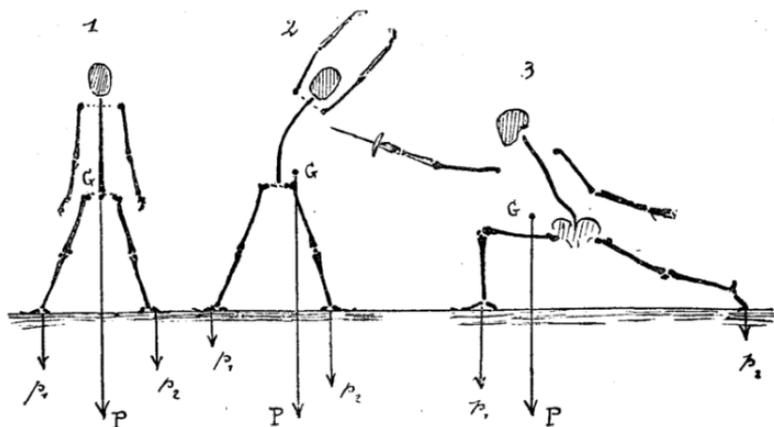


Fig. 125. — Répartition de la charge sur chacun des pieds dans différentes attitudes.

G, centre de gravité; — P, poids du corps; — p_1, p_2 , composantes du poids supporté par chaque pied; — 1, fente latérale; pressions égales; — 2, inclinaison latérale du tronc, pressions inégales; — 3, fente de l'escrime, charge très grande du pied en avant.

moments des forces parallèles. S'il y a un seul point d'appui, il supportera toute la charge du poids du corps, s'il y en a deux ou plusieurs, la somme des pressions sera égale au poids et leur valeur dépendra de la position du centre de gravité. La décomposition du poids du corps doit être en rapport inverse avec les distances des centres des surfaces d'appui à la verticale passant par le centre de gravité.

Si nous nous tenons debout les jambes écartées, le corps droit, les bras symétriquement placés, la pression sera la même sur les deux pieds et égale à la moitié du poids du corps.

En nous penchant latéralement (fig. 125) le centre de gravité G se projettera en G' du côté du pied où l'on s'incline. La pression augmentera sur ce pied et diminuera sur l'autre

dans le rapport inverse des distances AG' et G'B de façon à avoir toujours : $P_1 + P_2 = \text{poids du corps}$. A et B étant les appuis des pieds G' la projection du centre de gravité sur le sol. Nous avons construit des appareils mettant en évidence la pression différentielle du pied droit et du pied gauche, ce qui permet de constater que presque jamais, en station debout, nous n'avons une égale répartition de la charge sur les membres inférieurs, ceci pourrait expliquer la production de certaines déformations du squelette, en particulier la scoliose des enfants. Si la fente devient assez grande pour amener le centre de gravité du corps au-dessus du pied, (fig. 287) la pression supportée par ce dernier sera tout le poids du corps, tandis que sur l'autre elle deviendra nulle.

Tout ceci est vrai du corps reposant immobile sur le sol.

En réalité la pression des pieds change à chaque instant, le moindre mouvement produit des variations de pression et l'on pèse ainsi tantôt plus, tantôt moins que le poids réel, suivant le mouvement ascensionnel du centre de gravité; les dynamographes nous en ont montré la loi, nous aurons à revenir sur ce point dans l'étude de la locomotion, principalement à propos de l'étude du saut.

Plus nous avons de surface du corps en contact avec le sol et moins la pression en chaque point est considérable. Assis sur un siège, accoudé à une table, appuyé sur une canne ou des béquilles, nous soulageons une grande partie de nos articulations et de nos muscles. Couché sur un matelas, nous avons alors une base de sustentation et une surface de contact maximum. Le poids du corps se répartit sur toute cette surface; chaque point du corps ne supporte ainsi qu'un minimum de pression. C'est la meilleure manière de nous reposer; nos muscles sont complètement relâchés. Le cœur lui-même se repose, il n'a plus à élever verticalement la colonne sanguine, son travail est considérablement réduit.

RÔLE DES CONTRACTIONS MUSCULAIRES DANS LES DIVERSES STATIONS. —

La station droite et les diverses stations exigent au contraire le concours de la force musculaire pour maintenir les différentes pièces du squelette en équilibre. Un cadavre, après la rigidité, devient souple et flexible; il est impossible de le faire tenir

debout. Il y a donc constamment une lutte entre la pesanteur et les muscles fléchisseurs et extenseurs des différentes parties du corps. Plus les membres sont étendus, moins il est nécessaire de faire intervenir la force musculaire. Dans l'extension complète du genou, les ligaments peuvent suffire à limiter le mouvement et le poids du corps tend à produire l'écrasement

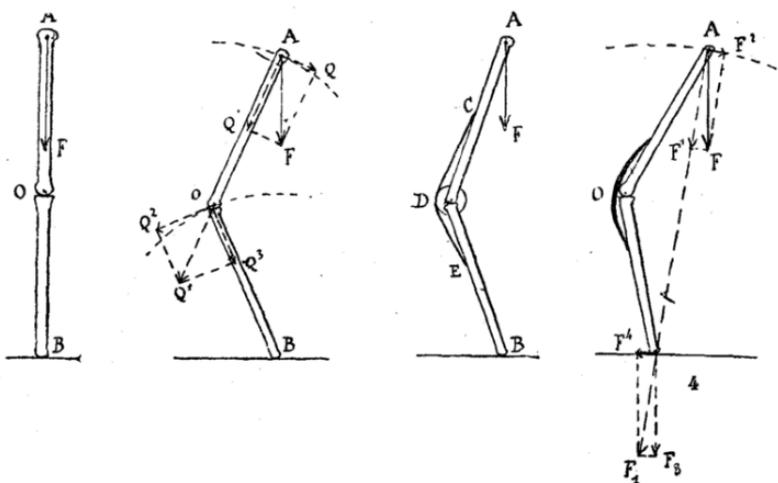


Fig. 126. — Équilibre de deux segments osseux rigides d'abord dans le prolongement l'un de l'autre puis fléchis. Décomposition des forces qui permettent d'obtenir la rigidité et l'équilibre du système.

des os servant de colonne de soutien. Mais lorsque les segments sont fléchis il faut l'effort des muscles pour les maintenir sous un angle donné, si obtus soit-il.

La hanche A et le genou O (fig. 126, 1 et 2) peuvent se mouvoir sur deux circonférences ayant respectivement le genou et la cheville comme centres.

Le poids du corps s'exerce en A il se décompose en deux efforts, l'un perpendiculaire au fémur Q, l'autre dirigé suivant sa direction Q'.

Cette dernière composante transportée elle-même en O se décompose en Q^2 et Q^3 , l'une perpendiculaire au tibia et l'autre suivant celui-ci. La composante Q^3 est détruite par la résistance de l'os et du sol. Il reste Q et Q^2 agissant pour fléchir le système.

L'équilibre est dû à l'antagonisme de la force musculaire des extenseurs dont l'action est comparable à la tension d'un cordon CDE passant sur une poulie ayant le genou pour axe et s'attachant aux os en C et en E (fig. 126, 3 et 4) ¹.

1. L'intensité de l'effort musculaire nécessaire à maintenir deux segments osseux articulés sous un angle α peut se calculer comme il suit. Les segments ayant pour longueurs respectives L et M.

l et m les distances des points d'insertion du muscle à l'axe du mouvement o .

Pour simplifier la question, nous faisons abstraction du poids des segments et nous supposons l'effort AF perpendiculaire au plan de support xy et dirigé suivant AB (fig. 127).

Le système étant en équilibre sous l'action de la force F, de la réaction du plan égale et opposée à F et de la tension du cordon CED, nous pouvons considérer le point O comme fixe.

β, β_1 , les angles des cordons avec les segments, angles constants.

λ, λ_1 , les angles des segments avec la ligne AB.

La condition d'équilibre est :

$$Tl \sin \beta = FL \sin \lambda.$$

$$\text{D'où} \quad T = F \frac{L}{l} \frac{\sin \lambda}{\sin \beta}$$

exprimons $\sin \lambda$ en fonction de α et de M :

$$\sin \lambda = \frac{M \sin \alpha}{h} = \frac{M \sin \alpha}{\sqrt{L^2 + M^2 - 2 LM \cos \alpha}}$$

$$T = F \times \frac{L}{l} \frac{\sin \alpha}{\sin \beta} \times \frac{M}{\sqrt{L^2 + M^2 - 2 LM \cos \alpha}}$$

Le maximum de cette tension pour une valeur déterminée de F a lieu pour $\cos \alpha = \frac{L}{M}$ et $\cos \alpha = \frac{M}{L}$. Pour $\alpha = 90^\circ$ la tension serait environ 6 fois le poids du corps.

Suivant que L sera plus grand que M ou M plus grand que L, on aura un maximum quand le triangle AOB sera rectangle en A ou dans le second cas rectangle en B (fig. 128).

La tension des muscles partira de 0 pour $\alpha = 180$ passera par le maximum pour α aigu et se réduira à 0 pour $\alpha = 0$.

Le même calcul peut se faire pour le cas où le système articulé serait suspendu au point A fixe et où le cordon λ relie deux points de l'avant-bras et du bras (fig. 128).

$$T = F \frac{M}{m} \frac{L}{l} \frac{\lambda}{\sqrt{L^2 + M^2 - 2 LM \cos \alpha}}$$

Le système entier du membre inférieur est maintenu rigide mais peut tourner autour de la cheville. Si la ligne AB n'est pas verticale cette rotation tendra à se produire par l'effet de la composante F_2 tangente à la circonférence décrite du point B comme centre avec BA pour rayon. La charge supportée par le point B sera F_3 , composante verticale de F, transportée en B.

La composante horizontale F sera détruite par la résistance du point B ou par le frottement sur le sol. Cette charge sera égale à l'effort total supporté si la ligne AB est verticale. Toutes les composantes suivant l'axe des os sont détruites par la résistance des surfaces et des ligaments articulaires.

STATION DROITE. — L'équilibre des différents segments du corps en station droite ne demande pas une tension musculaire continue, ce qui serait impossible. Ces segments sont déjà presque en équilibre instable, les muscles empêchent cet équilibre d'être rompu en se contractant au moment et dans la direction voulue pour empêcher le mouvement de se produire. Leur rôle est intermittent et leur action peu énergique. Néanmoins on se fatigue en restant debout et l'on cherche instinctivement à se reposer en faisant porter la tension non plus sur les muscles mais sur les ligaments.

Le tronc est en équilibre sur la ligne des têtes fémorales, le centre de gravité du tronc situé à la hauteur de la pointe du sternum est, grâce à la courbure lombaire du rachis, situé verticalement au-dessus de cette ligne (fig. 130).

La station droite contre un mur définie à propos de la rectification du rachis demande certainement un effort considérable impossible à soutenir longtemps.

Bientôt fatigué, si l'on ne peut s'asseoir, on prend des attitudes mauvaises mais économiques. La première consiste à projeter

C'est le cas des muscles fléchisseurs de l'avant-bras résistant à un effort d'extension (fig. 129).

La tension des muscles et la loi de variation de cette tension pour une même résistance suivant l'angle des segments peut se constater expérimentalement au moyen d'appareils explorateurs du durcissement du muscle. Ces appareils indiquent au moyen d'une aiguille qui se meut sur un cadran la quantité dont un bouton d'ivoire rappelé par un ressort pénètre dans le corps du muscle qui se laisse d'autant plus écraser qu'il est moins dur.

(Voir: *Appareils d'anthropométrie et règles d'analyse des mouvements dans le Cours supérieur d'Éducation physique.*)

le ventre en avant et à s'incliner en arrière. Les membres

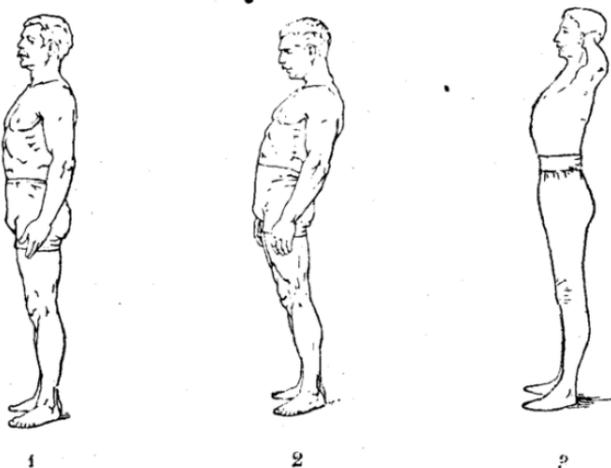


Fig. 131. — 1 et 3, Bonne station droite ; — 2, mauvaise station droite.

inférieurs n'étant plus verticaux, le centre de gravité du tronc passe en arrière des têtes fémorales, le poids du corps tend à produire l'extension du tronc sur la cuisse; nous avons vu le ligament de Bertin limiter cette extension (fig. 130, 2).



Fig. 132. — Station hanchée.

Les psoas-iliaques fortement tendus servent aussi de ligaments actifs comme les aponévroses et le tenseur du *fascia lata*. La ligne de gravité peut passer en avant de l'articulation du genou, le poids du corps produit alors l'extension de cette articulation, extension limitée par les ligaments croisés et latéraux, ainsi que par les muscles fléchisseurs de la jambe, s'insérant au bassin et faisant l'office de cordes tendues entre l'os iliaque et le tibia. Le rôle des extenseurs de la jambe et du bassin est par là même annulé (fig. 131).

La ligne de gravité passe également en avant de l'articulation de la cheville, le poids du corps tend à

produire la flexion de la jambe sur le pied, mais la tonicité des jumeaux distendus empêche cette flexion.

On ressent dans cette attitude droite longtemps soutenue une sensation de lourdeur dans l'aîne et un tiraillement dans le mollet au-dessus de l'articulation du genou, ce qui concorde bien avec les efforts indiqués.

On prend aussi pour se reposer la station hanchée (fig. 132) ; on fait porter le poids du corps tantôt sur la jambe droite, tantôt sur la jambe gauche en amenant le centre de gravité sur l'une des têtes fémorales. La jambe correspondante est tendue, l'autre se repose fléchie légèrement et fait l'office d'arc-boutant pour maintenir la stabilité.

Comme nous l'avons vu précédemment, l'attitude hanchée provoque des torsions de la colonne vertébrale devenant à la longue de véritables déviations.

Le tronc et la tête ont aussi leurs conditions d'équilibre.

Le centre de gravité de la tête se projette en avant des condyles occipitaux, le plan des surfaces articulaires est incliné en avant et en bas. La flexion de la tête sur l'allas est très peu étendue. La flexion de la tête est due en grande partie à la mobilité des vertèbres cervicales. Celles-ci sont maintenues en extension par un grand nombre de faisceaux musculaires qui peuvent en se relayant, exercer une action continue. Chez le cheval et les animaux à long cou l'effort musculaire pour soutenir la tête est remplacé par la tension du ligament cervical.

La courbure dorsale de la colonne vertébrale tend à s'augmenter sans cesse, sous l'action du poids des viscères et par l'intermédiaire des côtes. Il est donc économique de se tenir droit ; plus on se courbe, plus il faut de la part des muscles des gouttières vertébrales une contraction énergique pour se redresser.

Ces muscles sont fortement soulagés par la tension des ligaments jaunes élastiques limitant la flexion des vertèbres et équilibrant l'effort de flexion en avant.

Le poids des viscères abdominaux est supporté en partie par les os iliaques, en partie par les muscles et aponévroses des muscles des parois abdominales et fermant le détroit inférieur du bassin.

La station droite prolongée a des inconvénients multiples ; elle fatigue, refroidit, trouble la circulation et cause des stases

sanguines dans les membres inférieurs avec dilatation des veines et œdème des tissus.

Elle exagère les courbures vertébrales, en produit quelquefois d'anormales, fait relâcher les parois abdominales et irrite en les écrasant les surfaces articulaires du genou et de la cheville. Rien n'est fatigant comme de rester debout immobile, il est moins pénible de marcher et de se remuer.

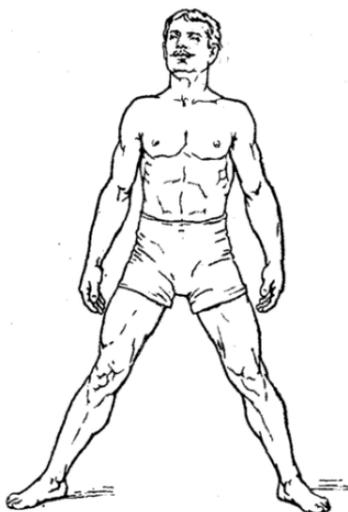


Fig. 133. — Station les jambes écartées ou fente latérale.



Fig. 134. — Fente en avant.

STATIONS DIVERSES. — Si la station debout, les membres étendus, produit de la fatigue, à plus forte raison les attitudes fléchies, fendues ou accroupies sont-elles pénibles (fig. 133).

Dans la station les jambes écartées l'équilibre du tronc sur les têtes fémorales est celui de la station droite, mais le poids du corps tend à exagérer l'écartement des jambes. Le frottement et les muscles adducteurs des cuisses s'y opposent et partagent l'effort. Sur un plan parfaitement poli le frottement étant nul, tout l'effort porte sur les muscles adducteurs. Dans les fentes en avant, dans les gardes de la boxe et de l'escrime (fig. 134) les genoux sont fléchis et les extenseurs des jambes et des cuisses fortement contractés.

Dans la station accroupie (fig. 135) l'effort musculaire est

différent suivant le degré de flexion des extrémités inférieures.

La flexion des jambes est limitée par la rencontre de la cuisse avec l'abdomen (fig. 137), du mollet avec la cuisse et par la forme de l'articulation de la cheville. Les gens obèses ont du mal à s'accroupir pour cette raison. Avec la même base de sustentation, la stabilité est plus grande que dans la station debout sur la pointe des pieds, le centre de gravité du corps étant

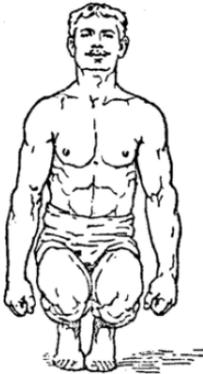


Fig. 135. — Station accroupie, les genoux joints.

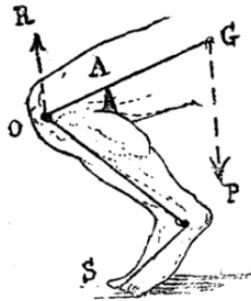


Fig. 136. — Montrant l'action du poids P du corps sur l'articulation du genou dans la station accroupie.

Le point d'appui A donné par le contact du mollet et de la cuisse, tend à désjoindre les surfaces articulaires sous l'action résultante R.



Fig. 137. — Position accroupie, les talons joints, les genoux écartés.

considérablement abaissé. La cuisse prend point d'appui sur le mollet et le genou se fatigue. Les vaisseaux sont comprimés, le sang circule mal et, si l'on se relève après un accroupissement assez long, on a des éblouissements et du vertige dus au retour subit du sang dans le membre inférieur. L'effort musculaire se fait surtout sentir dans les orteils et dans tous les extenseurs de la jambe si l'on maintient les segments fléchis sans prendre aucun point d'appui sur l'abdomen ou le mollet.

STATION ASSISE. — Assis sur un siège, la base de sustentation est représentée par toute la partie du corps en contact avec le siège, c'est-à-dire les ischions et les parties molles de la région fessière, par les pieds et les coudes sur lesquels on s'appuie légèrement pour écrire. Si le tronc est incliné contre le dossier du siège, il y a relâchement des extenseurs de la colonne verté-

brale. La meilleure condition de repos est d'avoir la surface du siège et le dossier un peu inclinés en arrière. La pression du corps sur le siège est une cause de douleur et de fatigue ; on l'atténue au moyen de coussins élastiques se moulant sur la forme du corps et répartissant ainsi la pression sur le plus grand nombre de points possibles.

Nous avons vu antérieurement les inconvénients des mauvaises attitudes assises et les déviations qu'elles peuvent engendrer ¹.

Les personnes toujours assises sont sujettes à bien des malaises, circulation mauvaise, refroidissement général, langueur des fonctions, gonflement des pieds, constipation, hémorroïdes, congestion des parties génitales ce sont les moindres maux dont ils souffrent. Il faut changer souvent d'attitude, éviter l'immobilité dans cette position en faisant alterner la session avec la position debout et la marche.

La stabilité de la station assise dépend de la largeur du siège ; l'équilibre devient très instable sur une simple barre. Le centre de gravité du tronc est situé au-dessus de la barre, s'il sort du plan vertical passant par celle-ci, il y aura chute à moins de le ramener aussitôt à sa première position par un mouvement convenable et subit des membres.

SE RELEVER ÉTANT ASSIS. — Pour passer de l'attitude assise à l'attitude droite, on place d'abord les pieds sous le siège, on fléchit fortement le tronc sur les cuisses pour amener le centre de gravité du corps au-dessus des pieds (fig. 138). On se trouve alors dans la position accroupie et il suffit de faire effort des extenseurs de la jambe et du tronc pour passer en station droite.

La flexion du tronc est d'autant plus accentuée que l'on est plus faible et que les jambes sont moins fléchies sur les cuisses au moment du lever. Les vieillards, les malades s'aident des bras et s'appuient sur les genoux pour faciliter l'extension du tronc.

Le croisement des jambes étant assis a pour effet de comprimer les vaisseaux ; on voit alors le pied libre osciller sous les ondées sanguines de l'artère fémorale.

1. G. Demeny, Mauvaises attitudes scolaires, in *Les bases scientifiques de l'Éducation physique*.

ATTITUDE FAVORABLE AU SOMMEIL. — Doit-on prendre une attitude spéciale pour dormir. Chacun a sa position particulière; cependant chez tous, les membres se fléchissent afin de relâcher complètement les muscles fléchisseurs toujours plus raccourcis que les extenseurs. Nous avons déjà montré combien la flexion du tronc, les jambes tendues, est pénible, et nous en avons indiqué la raison dans le mode d'insertion des muscles moteurs de la jambe.

Reste le poids des organes à répartir convenablement. Beaucoup de personnes ne peuvent se coucher sur le côté droit sans ressentir des angoisses



Fig. 138. — Passage de l'attitude assise à l'attitude droite.

dues à la compression du cœur. D'autres ont des rêves et des excitations de la moelle étant couchés sur le dos. Couché sur le côté, le bras gêne, si on l'élève au-dessus de la tête, il y a des tiraillements dans les muscles éleveurs des côtes et difficulté de l'expiration.

On évite ces légers inconvénients en se couchant obliquement sur le ventre, la tête reposant sur le bras fléchi. Le lit ne doit pas être trop moelleux ni la tête trop haute, l'usage des oreillers et du traversin est exagéré. L'un des deux suffit, et il doit être de varech ou de crin de préférence à la plume. Si le lit est trop dur, la charge du corps est inégalement répartie, les points de contact sont peu nombreux, les autres parties du corps forment des voûtes maintenues rigides par la contraction musculaire; le repos n'est pas complet.

Les pieds et l'abdomen doivent être couverts et maintenus plus chaudement que les autres parties du corps. Tête fraîche et pieds chauds est une formule ancienne bonne à rappeler en cette circonstance. L'attitude couchée soulage le travail du cœur

à la condition que les vaisseaux périphériques soient largement ouverts. Il faut avoir bien chaud, surtout aux pieds, pour dormir et se reposer; la tête un peu plus haute que les pieds est une condition favorable à une bonne circulation cérébrale.

ÉTANT COUCHÉ SE RELEVER. —
Pour passer de la station couchée à la station debout, on

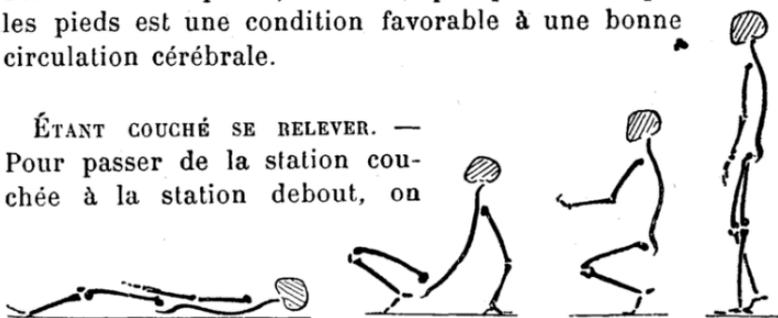


Fig. 139. — Se relever étant couché sur le dos.

infléchit le tronc sur les cuisses, puis prenant point d'appui sur les bras en arrière, on amène les pieds le plus près possible du pubis. On imprime au tronc un élan léger d'arrière en avant et l'on passe ainsi à la station accroupie et de là à la station droite (fig. 139).

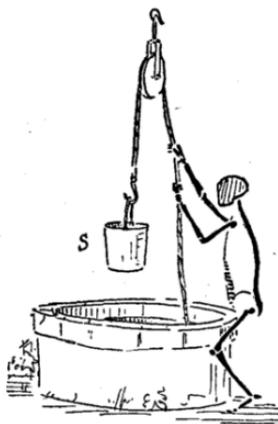


Fig. 140. — Effort vertical de traction sur la corde d'un puits.

LIMITE DE TRACTION QUE L'ON PEUT EXERCER SUR UNE CORDE FIXÉE A SON EXTRÉMITÉ. — Lorsque l'on exerce une traction sur un cordon vertical, soit sur la corde d'un puits, soit sur une corde mouvant une cloche ou un mouton, l'effort musculaire est analogue à celui de la suspension fléchie. Les adducteurs du bras et fléchisseurs du tronc sont les agents du mouvement et, si les premiers

attirent le bras vers le tronc, le tronc est attiré par eux avec une intensité égale. Il en résulte que, lorsque l'effort de traction sur le cordon sera égal au poids du corps, celui-ci n'exercera plus de pression sur le sol, et, pour une traction un peu supérieure, le corps sera soulevé verticalement. La limite de

la traction verticale est donc le poids du corps. On peut ainsi se hisser à la force des bras comme on tire l'eau d'un puits (fig. 140 et 141). Si le cordon est oblique, la traction pourra se décomposer en deux forces, l'une verticale, l'autre horizontale, l'effort maximum développé dépend du poids du corps, de l'adhérence sur le sol déterminée par le frottement, et avant tout de sa direction (fig. 142).

Déjà, nous l'avons vu, si le

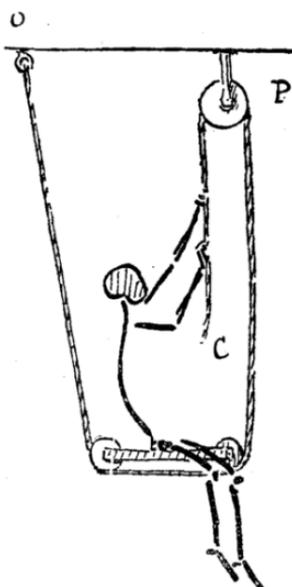


Fig. 141. — Manière de se hisser à la force des bras sans faire un effort égal au poids du corps. Le cordon C passe sur la poulie P et s'attache en O.

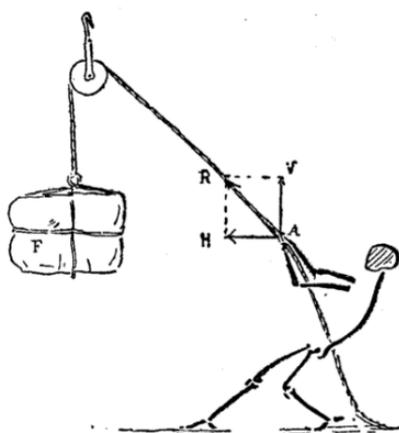


Fig. 142. — Effort oblique de traction sur une corde et composantes de la résistance à vaincre pour élever un fardeau F.

cordons est vertical, la traction diminue l'adhérence du sol, la limite est le poids du corps, la composante horizontale est nulle.

Si le cordon fait avec la verticale un angle de 0 à 90° , la composante verticale diminue jusqu'à 0 , c'est-à-dire que la pression du corps augmente sur le sol, elle est égale au poids du corps, quand le cordon est horizontal (fig. 144).

La composante horizontale nulle d'abord augmente et atteint la valeur égale à la traction elle-même. C'est elle qui tend à faire glisser le corps sur le sol si les réactions développées par le frottement des pieds ne lui sont pas égales; on peut en se penchant en arrière faire naître et lui opposer une composante

horizontale du poids du corps dirigée en sens inverse, on peut aussi augmenter le frottement en mettant sous les pieds de la résine.

De 90° à 180° la composante verticale de la traction change de sens, elle s'ajoute au poids du corps pour augmenter la pression sur le sol; la composante horizontale d'entraînement diminue jusqu'à 0 (fig. 143).

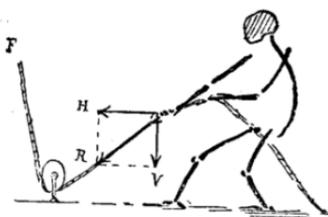


Fig. 143. — Traction sur un cordon oblique passant sur une poulie, composantes de la résistance à vaincre.

Pour ces raisons la limite de traction est reculée en tirant sur une corde dirigée vers le bas; le maximum a lieu quand le cordon est vertical et attaché au sol.

Au moment où le cordon passe par l'horizontale, les muscles mis en jeu changent de nature; au-dessous de l'horizontale les fléchisseurs des bras et du tronc étaient la puissance active,

au-dessous de l'horizontale, au contraire, l'action des extenseurs des membres inférieurs et du tronc devient tout à fait prépondérante (fig. 144).

L'effort est alors considérable et peut aller en moyenne jusqu'à 133 kilogrammes.

MOUVEMENTS DU CORPS

RÔLE DES MUSCLES ANTAGONISTES DANS LES DIVERS MOUVEMENTS : RÉGULIERS, VIFS, LENTS ET ALTERNATIFS. — Tout ce que nous avons dit des attitudes du corps est insuffisant pour comprendre l'effet des mouvements et en analyser le mécanisme. Ne nous occupant que des conditions d'équilibre, nous avons négligé dans nos analyses la masse et l'inertie des membres si importants à considérer dans la vitesse. La plupart des mouvements du corps sont des mouvements alternatifs ou du moins des déplacements des segments partant d'une vitesse nulle pour arriver à une vitesse nulle en passant par des modes de mouvement très variés.

L'action des muscles se complique : par exemple, les muscles moteurs agissant seuls sur l'avant-bras communiqueront à ce dernier un mouvement brusque qui ne fera que s'accélérer

si les antagonistes n'interviennent pour régler à chaque instant la vitesse du mouvement et même l'arrêter à fin de course.

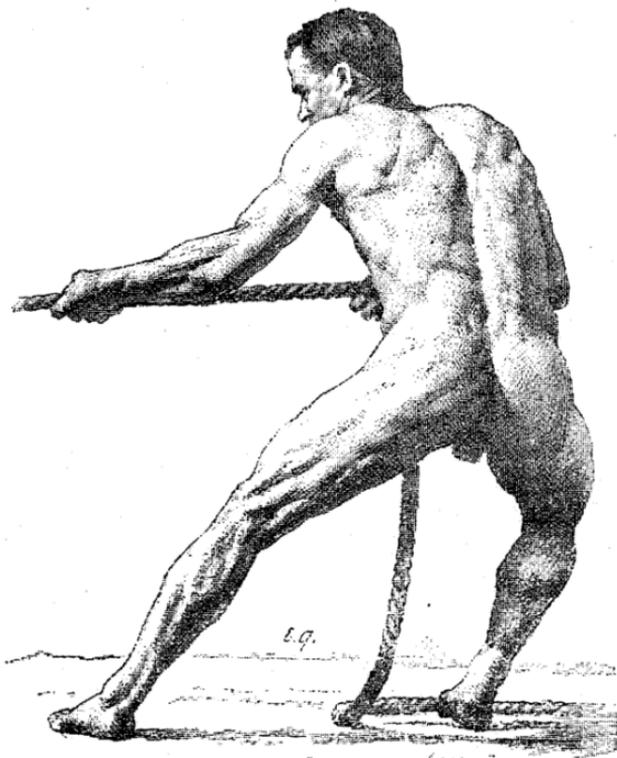


Fig. 144. — Modelé du corps dans une traction énergique sur un câble. On voit la jambe en avant fortement contractée tandis que l'autre est presque relâchée (Figure tirée d'une série chronophotographique).

Nous avons vu la limite naturelle imposée à l'amplitude des mouvements par la structure des articulations. Tout mouvement un peu vif, s'il n'était modéré par les antagonistes aurait pour effet de léser et de disloquer les articulations. Le bras, la jambe, le tronc possèdent une masse plus ou moins grande, il faut un certain temps pour leur communiquer du mouvement et, une fois en mouvement, ces masses en vertu de leur inertie tendent à conserver leur vitesse acquise. A fin de course il faut un frein pour détruire cette vitesse comme il faut une action pour la produire. Un train de chemin de fer ne part pas à toute vitesse

et ne s'arrête pas immédiatement, il lui faut du temps pour prendre sa vitesse et pour la perdre à son arrivée en gare. Les antagonistes remplissent ici le rôle du frein et leur fonction est

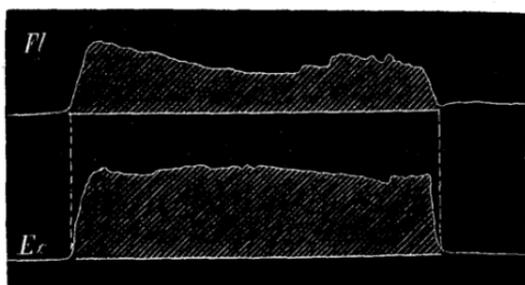
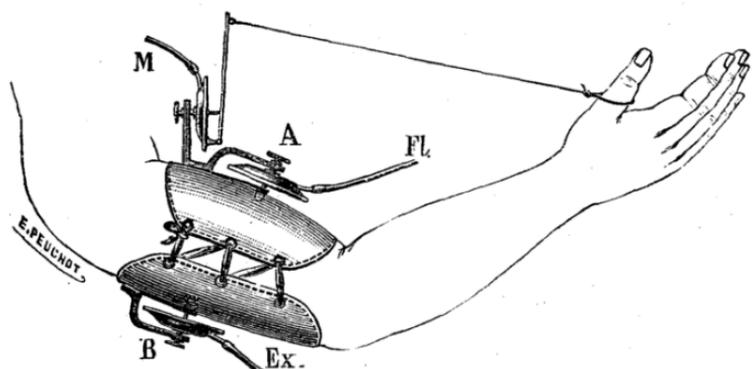


Fig. 145. — Disposition pour l'inscription simultanée du durcissement des muscles fléchisseurs et extenseurs de l'avant-bras et du mouvement de l'avant-bras.

Tracés obtenus dans la contraction statique des antagonistes. Fl, fléchisseurs ; Ex, extenseurs.

surtout remarquable dans les mouvements alternatifs répétés avec vitesse.

Nous avons fait de ce mécanisme une étude toute spéciale¹ dont nous rappelons ici les résultats principaux.

Nous avons étudié le synchronisme d'action des muscles antagonistes dans les trois états qu'ils peuvent présenter pendant leur contraction :

1. Demy, Du rôle des muscles antagonistes dans les actes de la locomotion, *Archives de physiologie*, 1890-1891.

- 1° L'état de contraction statique ;
- 2° L'état de contraction avec raccourcissement ;
- 3° L'état de contraction avec élongation.

Contraction statique volontaire des antagonistes. — On peut volontairement contracter synergiquement les antagonistes et immobiliser ainsi l'avant-bras avec solidité. Les tracés obtenus (fig. 145) montrent que les muscles sont dans un état de tension

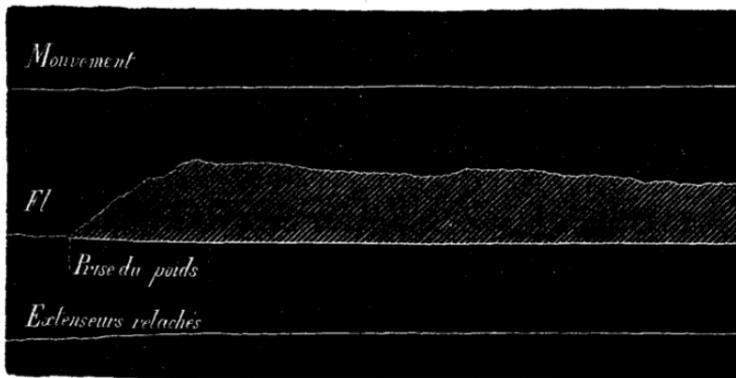


Fig. 146. — Effort statique prolongé des fléchisseurs sous l'influence d'un poids de 10 kilogrammes tenu à la main ; relâchement des extenseurs.

variable ; ils réagissent les uns sur les autres et sont le siège de vibrations rapides (Les tracés indiquent le durcissement des muscles).

Cette contraction statique des antagonistes n'a pas lieu lorsque l'on fait agir une résistance extérieure.

Si l'on soutient un poids à la main, l'avant-bras fléchi sur le bras à angle droit, les fléchisseurs entrent en contraction violente, le muscle vibre tant que dure l'effort statique, et les extenseurs sont relâchés (fig. 146).

L'inverse se produit quand on exerce un effort statique d'extension (fig. 147). M. Marey a montré que les vibrations des muscles pendant l'effort statique peuvent être considérablement amplifiées si on relie le poids à la main par une bande élastique.

L'effet de cette bande élastique est de supprimer l'influence de l'inertie du poids soutenu, inertie qui s'oppose aux vibra-

tions de l'avant-bras dans le sens de la flexion. Le nombre des vibrations entières ont été pour nous de quatorze à quinze par seconde.

Le relâchement des antagonistes se produit encore quand on exerce un effort statique contre une résistance quelconque.

Ainsi, si nous immobilisons notre bras en plaçant le coude sur une table, et si, saisissant notre poignet, un aide cherche à produire la flexion ou l'extension de l'avant-bras pendant que

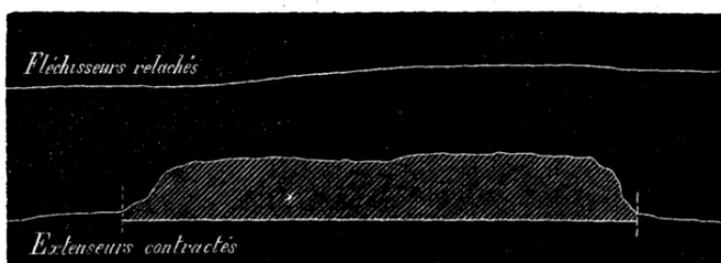


Fig. 147. — Effort statique des extenseurs.

nous résistons statiquement, les fléchisseurs ou extenseurs tombent dans le relâchement (fig. 148).

Il en est de même lorsque le sujet exerce soit une traction, soit une poussée sur un obstacle fixe, par exemple, si le sujet s'appuie sur une table et fait supporter le poids de son corps sur la main, le bras étendu.

Dans le cas (fig. 149) où un poids est porté à la main, le bras étendu, on voit entrer en contraction les fléchisseurs et les extenseurs. L'effet de cette contraction est vraisemblablement de soulager l'articulation du coude et celle de l'épaule, sur lesquelles la traction du poids s'exerce dans toute son intensité.

M. Donders faisait, pour manifester la tension des muscles dans l'effort statique, l'expérience suivante :

Pendant que le bras est fixé, l'avant-bras fléchi et ses fléchisseurs contractés par le maintien d'un poids suspendu par un fil, on coupait subitement le fil et l'on voyait se fléchir l'avant-bras, d'autant plus que le poids était plus lourd, c'est-à-dire plus la tension des fléchisseurs était grande.

Si l'on enregistre les mouvements qui se produisent dans

l'expérience de Donders, on voit (fig. 150), au moment où le

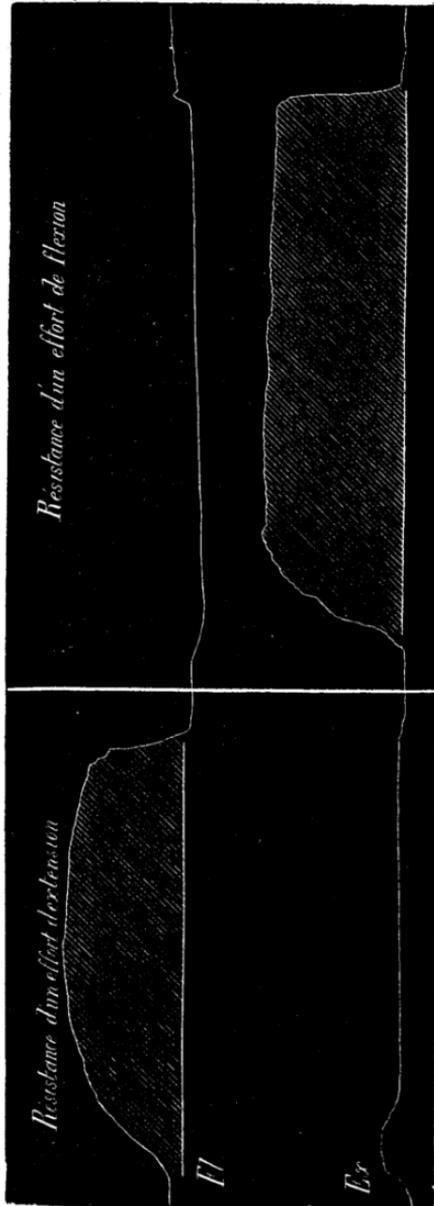


Fig. 148. — Résistance des fléchisseurs de l'avant-bras à un effort extérieur d'extension et des extenseurs à un effort de flexion.

pois cesse son action, les fléchisseurs se relâcher et les exten-

seurs, qui étaient légèrement tendus, augmenter de tension par le fait de leur allongement. Par l'effet de la tension qui existait

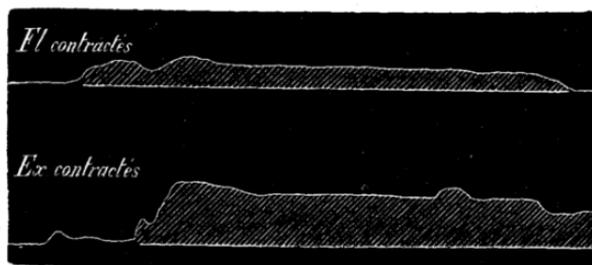


Fig. 149. — Contraction synergique des antagonistes pendant que l'on porte un poids lourd à la main.

dans les fléchisseurs au moment de la rupture du fil, la flexion de l'avant-bras est brusque et les extenseurs entrent soudaine-

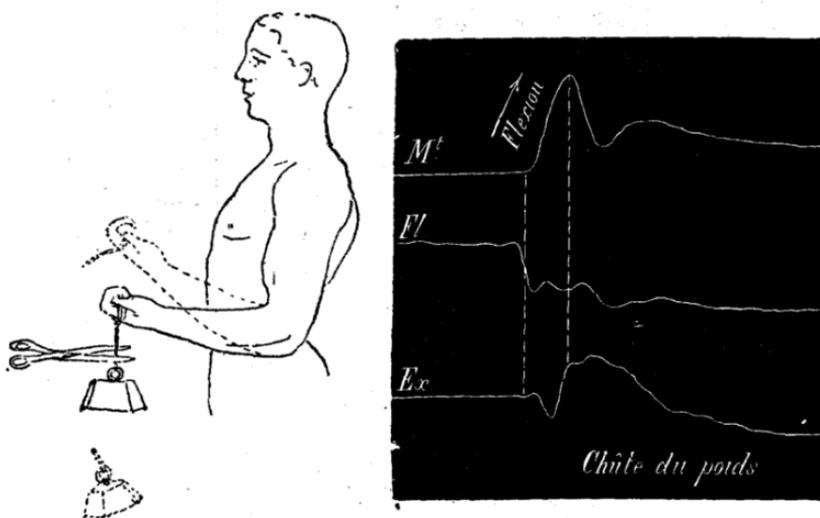


Fig. 150. — Synchronisme d'action des antagonistes au moment de la chute d'un poids tenu à la main au moyen d'un fil que l'on sectionne. (Expérience et tracés.)

ment et violemment en jeu pour arrêter cette flexion et éviter un choc.

On voit ce rôle des extenseurs se manifester aussi, mais

moins brutalement, lorsque l'on se contente de lâcher le poids que l'on tient à la main, après l'avoir soutenu quelque temps dans un effort statique.

Analyse des mouvements naturels. — Lorsqu'on fléchit lentement l'avant-bras sur le bras, les tracés indiquent une tension des muscles fléchisseurs et une tension de leurs antagonistes

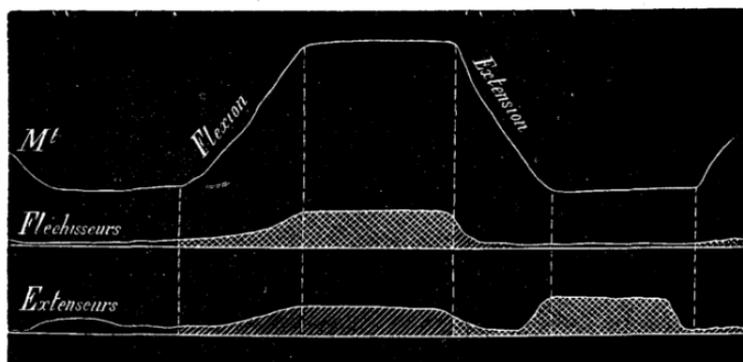


Fig. 151 — Mouvement uniforme de flexion et d'extension de l'avant-bras.

Les courbes de tension restent parallèles. Faut-il conclure de là que, dans le mouvement lent et uniforme, les antagonistes se contractent synergiquement, nous croyons que cela est probable et même nécessaire à l'uniformité du mouvement.

Cependant, nous avons constaté qu'il est possible que, par le seul fait de la distension passive, les muscles accusent une augmentation de dureté. A l'appui de la première opinion, nous pouvons citer les expériences de M. Beaunis, sur des animaux dont les tendons avaient été détachés de leurs insertions mobiles; ces expériences, dans lesquelles l'auteur s'était mis ainsi tout à fait en garde contre l'action réciproque des muscles les uns sur les autres, semblent montrer qu'il y a, en réalité, contraction simultanée des antagonistes. Il est permis de croire, cependant, qu'en excitant les nerfs moteurs par voie réflexe, on se trouve dans le cas d'une action synergique brusque, semblable à celle que nous allons considérer ci-après.

Dans le cas de mouvements très lents, les tracés correspondant à la tension des antagonistes sont presque parallèles, et les

appareils explorateurs sont très peu influencés par le durcissement des muscles.

La figure 151 nous montre des mouvements lents et exécutés avec une vitesse uniforme. On est assuré de cette uniformité, lorsque la ligne du mouvement de flexion ou d'extension de l'avant-bras est une ligne droite. On voit que les extenseurs luttent contre les fléchisseurs pour obtenir cette uniformité

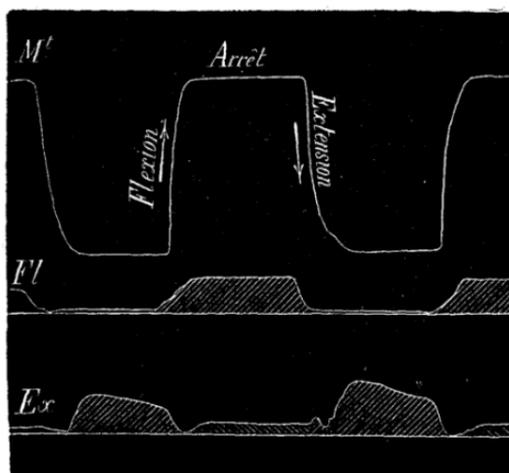


Fig. 152. — Mouvements vifs de flexion et d'extension de l'avant-bras.

et que les extenseurs restent contractés pendant la phase d'extension forcée qui précède la flexion. On sait, en effet, que la position d'extension complète du coude n'est pas une attitude de repos et qu'elle nécessite la contraction des extenseurs.

Plus le mouvement de l'avant-bras est exécuté vivement, plus on voit (fig. 152) l'action isolée des muscles avoir lieu. On remarque que le mouvement de flexion augmentant de vitesse l'intensité d'action des extenseurs devient moindre pendant cette flexion. Leur rôle retardateur devient de moins en moins nécessaire.

La figure montre que dans les mouvements de flexion exécutés de plus en plus vivement, le rôle retardateur des extenseurs diminue de plus en plus.

Mouvements exécutés brusquement. — Dans les mouvements

exécutés très vite, on voit la tension des muscles moteurs croître brusquement et précéder le moment où le mouvement de l'avant-bras se manifeste. Ainsi, dans la flexion brusque, la tension des fléchisseurs est grande au début mais ne se maintient pas ; les extenseurs étirés accusent un petit accroissement de dureté ; puis ils agissent fortement vers le milieu du mouvement pour détruire la vitesse acquise de l'avant-bras ; leur

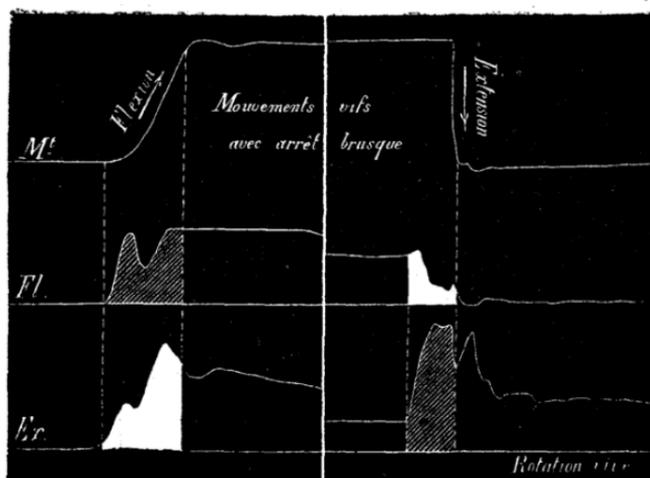


Fig. 153. — Mouvements de flexion et d'extension de l'avant-bras terminés par un arrêt brusque.

contraction cesse progressivement pendant que celle des fléchisseurs se maintient si l'on conserve l'avant-bras dans la flexion.

Dans l'extension brusque, les choses se passent exactement de même, mais dans l'ordre inverse.

Mouvements brusques avec arrêt subit. — Dans une flexion brusque avec arrêt subit, les extenseurs ont encore une action plus soudaine et plus intense. On voit aussi les fléchisseurs rester contractés pour immobiliser l'avant-bras. L'inverse se produit dans l'extension vive suivie d'un arrêt brusque (fig. 153).

Mouvements exécutés avec des vitesses variables. — Le rôle des antagonistes n'est pas seulement à considérer dans les mouvements lents ou brusques, mais aussi dans des mouvements à vitesse variable.

Nous avons vu le mouvement uniforme produit par la résultante d'actions opposées des antagonistes, actions presque égales. Dans le mouvement accéléré, les fléchisseurs agissent seuls quelque temps, tandis que dans le mouvement retardé les extenseurs (fig. 154) se contractent d'une façon continue et luttent avec un effort croissant contre les fléchisseurs.

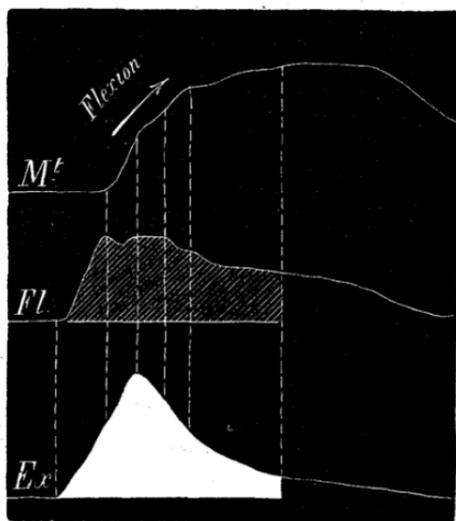


Fig. 154. — Mouvement retardé de flexion de l'avant-bras.

On voit alors la vitesse de flexion diminuer très vite et s'anuler sous l'action retardatrice des muscles extenseurs.

Mouvements contre lesquels on oppose une résistance. — Si l'on exerce sur l'avant-bras un effort d'extension, deux cas peuvent se présenter : ou bien l'avant-bras se fléchit malgré cet effort, ou bien il s'étend passivement.

Ces deux cas correspondent à un travail positif ou à un travail négatif des muscles moteurs. Les fléchisseurs sont, en effet, tantôt raccourcis, tantôt étirés.

Si l'on soutient un poids dans la main, l'avant-bras fléchi, et que l'on diminue la contraction des fléchisseurs, l'avant-bras s'étend, les fléchisseurs sont étirés en restant contractés, et les extenseurs restent relâchés comme dans l'effort statique.

Si l'on exécute successivement une flexion et une extension

de l'avant-bras, la main chargée d'un poids, les fléchisseurs lemeurent en contraction tant que dure la flexion, puis quand l'extension commence, ils se laissent étirer en diminuant de tension. Pendant ce temps, les extenseurs restent dans un état de tonicité sans qu'on puisse dire qu'ils soient dans un état de contraction active (fig. 155).

Lorsque saisissant l'avant-bras du sujet en expérience on cherche à produire la flexion ou l'extension pendant qu'il résiste à cette

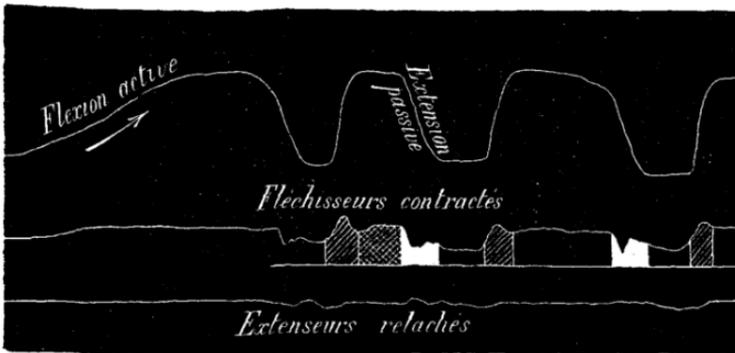


Fig. 155. — Mouvements de flexion et d'extension de l'avant-bras, la main chargée d'un poids.

action par un effort contraire, sans pour cela empêcher le mouvement de se produire passivement, on voit, lorsque le sujet résiste à un effort de flexion, les extenseurs entrer violemment en action pendant que les fléchisseurs tombent dans le relâchement, et inversement, quand le sujet résiste à un effort d'extension.

Si l'on exécute les deux mouvements précédents successivement c'est-à-dire si l'on fléchit par une action extérieure l'avant-bras qui résiste par un effort actif d'extension et inversement, on voit les courbes de tension des muscles fléchisseurs et extenseurs présenter des sinuosités en sens inverse l'une de l'autre. de telle sorte que la courbe de tension des extenseurs suit les inflexions de celle du mouvement de flexion ou d'extension. Le rôle des muscles est alors l'inverse de ce qui se passe dans les mouvements naturels ; les extenseurs se contractent quand la flexion se produit, et les fléchisseurs agissent quand l'extension a lieu.

Au contraire, si les muscles fléchisseurs agissent avec assez d'intensité pour vaincre l'effort extérieur d'extension, on les voit se contracter en même temps que se produit la flexion, tandis que les extenseurs se relâchent ; les courbes du mouvement et celles de la tension des fléchisseurs offrent alors des inflexions de même sens. Dans le cas où l'on exerce un effort

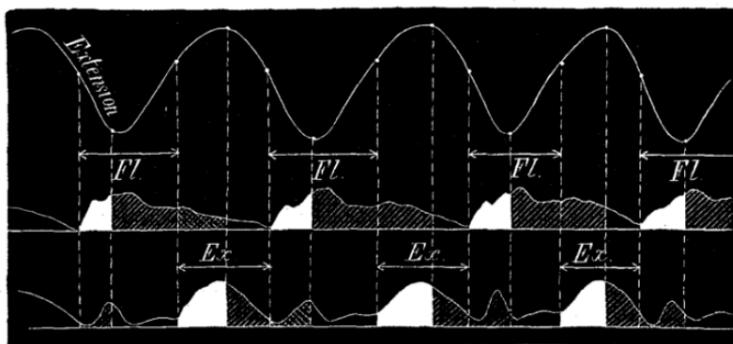


Fig. 156. — Mouvements vifs de va-et-vient.

Remarques. — Les parties teintées de hachures indiquent les phases de travail positif des muscles. — Les parties couvertes d'une teinte uniforme indiquent les phases du travail résistant. — Les parties laissées en noir correspondent aux phases d'étirement des muscles sous l'action de leurs antagonistes (Cette passivité n'est que supposée, mais elle est très probable.)

extérieur de flexion, ce sont les fléchisseurs que l'on voit se relâcher.

Mouvement continu de va-et-vient. — Dans le début du mouvement continu de flexion et d'extension on remarque que la tension des fléchisseurs s'accroît très vite, que les extenseurs étirés accusent aussi un durcissement croissant. Puis on voit la tension des fléchisseurs baisser pendant que celle des extenseurs s'élève. Les extenseurs arrivent au maximum de leur dureté avant que l'extension ait commencé. Pendant l'extension les fléchisseurs se détendent pour se contracter un peu avant la fin du mouvement. Cette contraction est accompagnée d'une augmentation de la tension des extenseurs ; cette augmentation a lieu à fin de course, les fléchisseurs redoublent leur action à ce moment et ainsi de suite.

On voit dans la figure 156 que la succession des contractions musculaires forme une période semblable à celle des mouve-

ments de flexion et d'extension ; mais on remarque que cette



Fig. 157. — Modelé des membres inférieurs dans la marche pendant l'appui et le lever du pied.

période est tout entière en avance d'une quantité égale à la

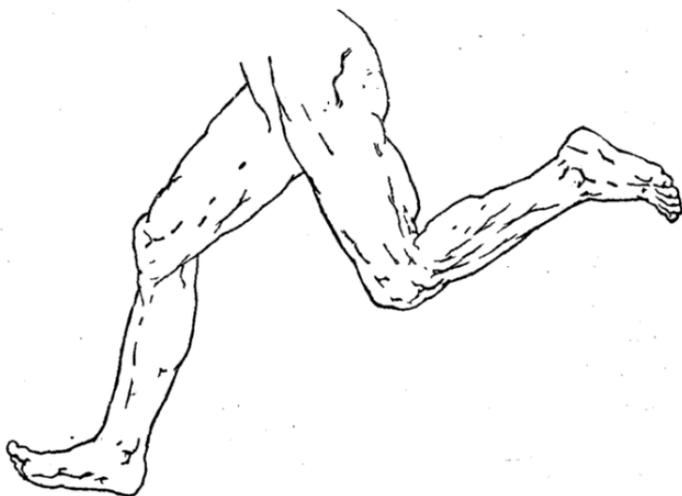


Fig. 158. — Modelé des membres inférieurs dans une course vive.

demi-durée d'un mouvement complet de flexion ou d'extension. L'action des muscles fléchisseurs ou extenseurs précède donc

les mouvements de flexion ou d'extension de tout ce demi-intervalle.

Nous tirerons de cette importante remarque des conséquences intéressantes pour l'intelligence du mécanisme des mouvements.

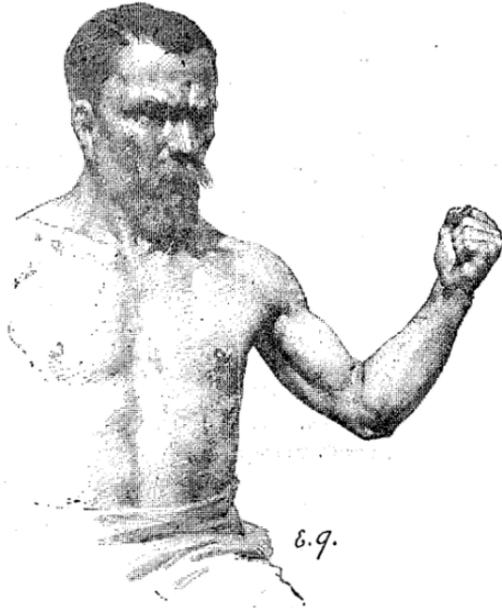


Fig. 159. — Modelé d'un bras qui se fléchit.

Conclusions. — En résumé, dans les contractions statiques énergiques, les antagonistes se contractent synergiquement soit pour immobiliser solidement un segment osseux, soit pour empêcher la disjonction des surfaces articulaires quand les deux segments sont dans le prolongement l'un de l'autre.

Si l'on résiste statiquement contre un effort qui tend à produire la flexion ou l'extension, les antagonistes de ce mouvement se relâchent.

Les antagonistes se relâchent aussi pendant le mouvement toutes les fois qu'une résistance extérieure agit dans le sens de leur action, que cette résistance extérieure soit vaincue ou non par les muscles qui luttent contre elle, que ces muscles se raccourcissent ou bien subissent une élongation.

Dans les mouvements naturels il y a, en général, synergie des antagonistes.

Dans les mouvements à vitesse lente et uniforme il y a action simultanée des antagonistes.



Fig. 160. — Modelé d'un bras qui s'étend vivement.

Dans les mouvements à vitesse variable, les antagonistes agissent comme modérateurs de la vitesse et entrent en jeu un peu avant que le mouvement ait cessé ou changé de sens.

Les antagonistes réagissent les uns sur les autres passivement, par l'intermédiaire des os.

Nous tirerons des observations précédentes quelques applications utiles à l'intelligence des actes musculaires complexes de la locomotion en général.

RELATIONS ENTRE LA FORME EXTÉRIEURE DU CORPS ET LE MOUVEMENT. — Les contractions musculaires se répartissent donc en raison du mouvement voulu et de même qu'il y a des lois qui régissent l'attitude de l'homme, de même aussi il y a une rela-

tion exacte entre la forme des différentes parties du corps et la nature du mouvement exécuté¹.

Le repos est caractérisé par le relâchement des muscles et par la mollesse des formes. Dans l'effort statique, les saillies musculaires s'exagèrent.

Dans l'effort avec mouvement, les reliefs augmentent aussi ;



Fig. 161. — Modelé d'un bras qui s'étend et reste étendu comme dans le coup de poing.

mais ils présentent un autre aspect que dans les contractions statiques. Chaque phase du mouvement possède sa forme correspondante et cette forme est constante pour la même espèce de mouvement et la même phase observée (fig. 157 et 158).

La jambe d'un marcheur n'a pas la forme de la jambe d'un coureur. La jambe qui soutient le poids du corps pendant l'appui du pied ne ressemble en rien à celle qui oscille. Le modelé du bras qui se fléchit n'est pas celui du bras qui s'étend. Le modelé d'un bras qui se fléchit et s'étend par un mouvement

1. Demeny, De la forme extérieure des muscles de l'homme, dans ses rapports avec les mouvements exécutés, *Académie des sciences*, 9 novembre 1891.

continu de va-et-vient n'est pas non plus celui d'un bras qui s'étend brusquement pour s'arrêter ensuite. Ainsi, il y a des formes caractéristiques du repos, de l'effort statique et de l'état dynamique des muscles de l'homme¹ (fig. 159, 160, 161 et 162).

En brandissant une hache on n'a pas la même attitude que lorsqu'on l'abaisse. On voit clairement dans les figures 170 et 171

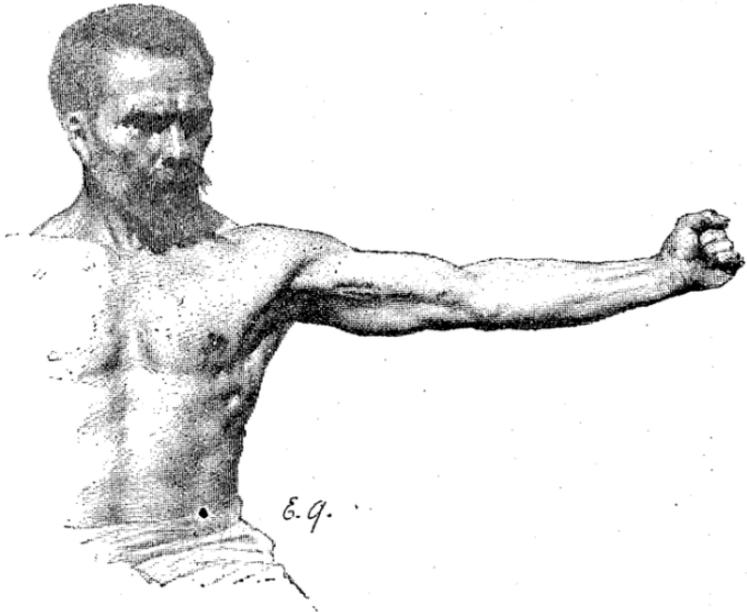


Fig. 162. — Modelé d'un bras qui s'étend pour se fléchir immédiatement après.

reproduisant exactement des photographies du mouvement la différence entre les deux attitudes. L'effort est visiblement un effort d'extension en levant la hache et un effort de flexion en l'abaissant.

La figure 144 montre la différence de modelé d'une jambe qui pousse avec la jambe relativement peu active dans un effort de traction. Les figures 168 et 188 montrent la propagation des contractions musculaires dans tout le corps dans un effort violent.

Les artistes en s'inspirant de ces vérités pourraient peut-être

1. Marey et Demeny, *L'homme en mouvement, Études de physiologie artistique*; Paris, Société d'éditions scientifiques, 1893.

donner à la représentation du mouvement une forme plus variée plus expressive et plus vraie que de se borner à copier des modèles au repos. M. Paul Richer a repris ces études commencées par nous depuis longtemps et a cherché à les développer avec le concours de M. Londe.

EXERCICES DE FORCE ET EXERCICES DE VITESSE. — Les muscles peuvent produire du travail sous forme d'efforts statiques ou sous forme de vitesse, à ces deux formes correspondent deux genres d'exercices bien différents. Nous avons vu à propos de l'effet hygiénique comment la dépense en travail met en jeu l'activité générale de la nutrition, et comment les efforts statiques, tout en développant le système musculaire, peuvent apporter des troubles dans le fonctionnement des organes circulatoire et respiratoire (*Bases scientifiques de l'Éducation physique*).

La force statique énergique demande des muscles courts et trapus, à insertions assez éloignées des articulations et à leviers osseux très courts. La vitesse au contraire demande des muscles longs et de longs leviers. La vitesse c'est de la force et avec de la force on peut faire de la vitesse, c'est une manière différente d'utiliser l'énergie dont on dispose. Avec le même générateur de vapeur on peut mouvoir une locomotive destinée à la traction avec des pistons de grand diamètre, de petites manivelles et de petites roues motrices ou une locomotive express avec de grandes manivelles et de grandes roues. Mais on ne pourra intervertir les rôles et atteler la locomotive de grande vitesse à un train de marchandises. Ce serait atteler un cheval de course à la charue où faire courir un cheval de brasseur. La force pour être bien utilisée doit s'exercer au moyen de machines convenablement choisies. *Ce que l'on gagne en force on le perd en vitesse.*

Pour acquérir de la vitesse dans certains exercices, il faut d'abord avoir un système nerveux capable de décharges promptes, il faut être *vite* et cela ne s'acquiert point. Il y a des gens lambins qui seront toujours lents dans leurs mouvements comme dans leurs décisions ; ils auront beau faire, leur organisation est ainsi faite, ce sont des machines à explosions lentes comme à réactions lentes. De ce côté donc rien à espérer au point de vue éducatif, mais s'il s'agit d'utiliser sa force en vitesse, c'est autre chose, et nous avons tout à apprendre. La pointe de

l'épée va droit au corps parce qu'elle est à la suite de longs segments qui se détendent, que toutes les extensions du bras, du tronc, de la jambe se font simultanément et s'ajoutent pour gagner toujours du terrain et percer la ligne de défense (fig. 163).

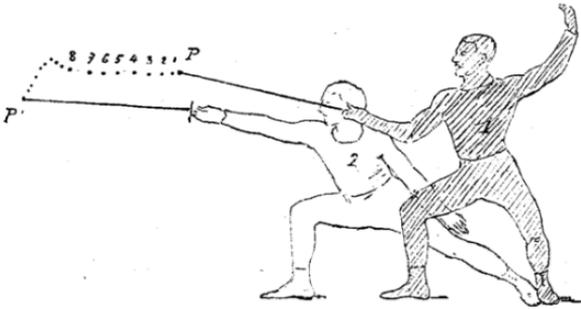


Fig. 163. — Analyse d'un coup d'épée.

La pointe P décrit dans l'espace une trajectoire, les positions 1 2 3 4 5... 8 correspondent à des cinquantièmes de seconde. — 1, Position de la garde; — 2, feinte.

MESURE DE LA VITESSE D'UN COUP D'ÉPÉE. — La pointe de l'épée va toujours trop vite pour en estimer la vitesse à l'œil, mais nous avons pu, dès 1890, mesurer exactement cette vitesse en appliquant aux exercices physiques les procédés de la chronophotographie sur plaque fixe imaginés par M. Marey¹. Nous avons ainsi trouvé pour un coup d'épée une durée de $\frac{19}{50}$ de seconde. Mais le coup était donné à vide il aurait fallu beaucoup moins de temps pour toucher: 9 à $\frac{10}{50}$ c'est-à-dire $\frac{1}{5}$ de seconde à peine. La vitesse de la pointe atteignait $3^m,12$ à la seconde. On voit combien la parade doit être vive pour éviter le coup porté.

Il faut déjà $\frac{1}{10}$ de seconde pour voir ce dernier, prendre une décision et commencer la parade. C'est la valeur moyenne de l'erreur personnelle ou temps de réaction. Si on retranche cette durée de celle du coup d'épée il ne reste plus qu'un dixième de seconde pour exécuter la parade et riposter ensuite. On voit combien les natures vives ont d'avantages sur les autres quand il s'agit de se décider et d'agir dans des temps aussi courts².

1. G. Demeny, La vitesse d'un coup d'épée, *La Nature*, 11 octobre 1890.

2. Voir note 1 à la fin du volume.

VITESSE DU COUP DE POING. — Dans la boxe, la vitesse du coup de poing s'obtient comme dans l'escrime par la détente simultanée de la jambe et du bras. Ici deux écoles : l'école française et l'école anglaise. Le coup de poing enseigné à l'école de Joinville-le-Pont consiste à retirer d'abord le poing en arrière

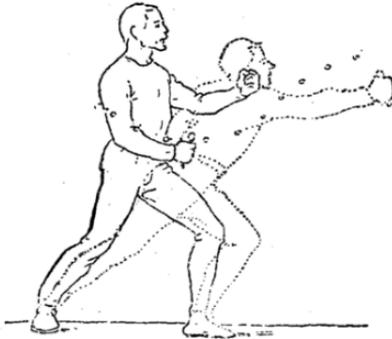


Fig. 164. — Analyse chronophotographique du coup de poing en 50^e de seconde.

puis le lancer en avant avec toute la vitesse possible en restant fendu (fig. 164).

En opérant comme pour le coup d'épée¹, j'ai constaté qu'il faut 8/50 de seconde pour retirer le poing à 45 centimètres en arrière et 11/50 de seconde pour le projeter de 75 centimètres en avant. Durée totale du coup de poing 19/50 de seconde; espace total parcouru, 1^m,20 y compris le retrait; vitesse maximum

du poing 13 centimètres en 1/50 de seconde un peu après avoir dépassé la ceinture. Le boxeur reste fendu et ne quitte pas les pieds de terre.

Dans la boxe anglaise, au contraire, le tireur est peu fendu dans la position de la garde; il ne retire pas le poing en arrière avant de donner le coup, il supprime ce temps perdu. Pour acquérir toute la vitesse possible, il se fend en avant au moment de la détente du bras et fait coïncider cette détente avec une projection du corps tout entier (fig. 165). On voit dans cette figure le pied d'arrière se substituer à celui d'avant pendant la garde. Le corps se déplace encore en avant de quelques centimètres en glissant sur le sol par la violence du coup, tant est grande la vitesse communiquée à la masse entière du corps.

Dans ces conditions la vitesse du coup de poing a été de 8/50 de seconde, l'espace parcouru par le poing 90 centimètres, vitesse maximum 17 centimètres en 1/50 de seconde, c'est-à-

1. G. Demeny, La vitesse du coup de poing, *La Nature*, 11 octobre 1890.

dire 8 mètres à la seconde au lieu de 6^m,50 pour le précédent et 3^m,12 pour l'épée.

La durée totale du coup de poing a été 8/50 de seconde, c'est-à-dire égale au temps mis par le premier boxeur suivant la méthode classique pour retirer seulement le poing en arrière.

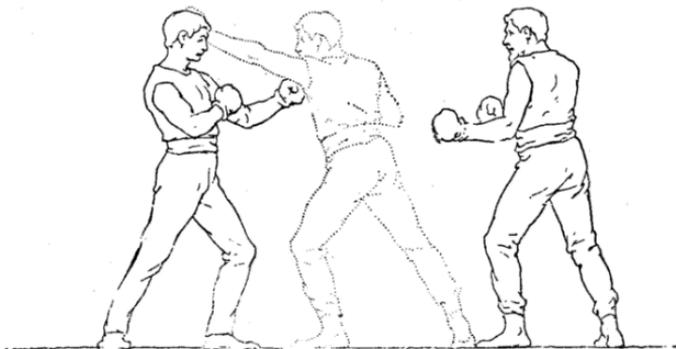


Fig. 165. — Coup de poing avec sursaut de la boxe anglaise.

Si l'on mettait donc ces deux boxeurs en présence sans modifier leur méthode, le boxeur classique aurait été touché deux fois avant que son poing ait eu le temps de porter. C'est là une infériorité de la méthode. Sur les 19/50 de seconde que dure son coup de poing, il en perd 11/50 pour retirer le poing en arrière et le ramener jusqu'à la position initiale. A partir de ce moment, le véritable coup de poing ne dure que 7/50 de seconde¹.

COUP DE PIED. — La détente du coup de pied est très brève aussi, le coup de pied direct, coup de pied de flanc et coup de pied bas sont produits par l'extension rapide de tous les segments du membre inférieur. La masse de ce dernier ne permet pas d'acquérir cependant la vitesse du coup de poing (fig. 164). Le coup de pied bas et le coup de pied de flanc agissent uniquement par une extension du membre de telle sorte que si l'on manque de touche ou si l'on touche trop loin, leur effet est nul ou peu de chose; le coup de pied direct agit en vertu de la vitesse angulaire des segments, cette vitesse se conserve dans un rayon plus étendu.

1. La vitesse du coup de poing mesurée par des procédés électriques. (G. Demeny, *L'École française*. Fournier, éditeur.)

VITESSE D'UN COUP DE CANNE. — Les exercices de canne sont un exemple d'exercices où la vitesse est la qualité la plus importante à acquérir. Les coups sont moins variés et moins fixes que dans l'escrime, ils se rapprochent de l'escrime au sabre. En dehors des coups de bout, le coup de canne se donne le plus

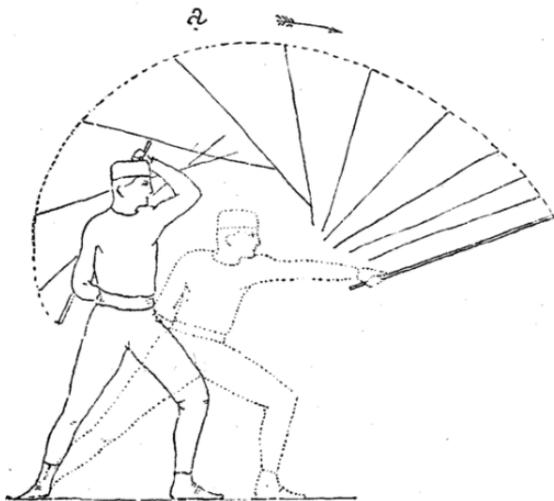


Fig. 166. — Analyse chronophotographique du coup de bâton direct. On voit le maximum de vitesse de la pointe avoir lieu en *a*.

souvent à plat, en fouettant et son effet est d'autant plus sérieux que la vitesse de la canne est plus grande au moment du toucher. On donne le coup de canne de deux façons. Le coup simple est un abaissement violent de la canne; le coup composé est le coup simple précédé d'un moulinet (fig. 166, 167 et 168).

La vitesse acquise par l'extrémité de la canne dépend ici du mouvement de rotation et de la longueur de la canne. Pour une canne de 1^m,15 nous avons constaté des vitesses de 32^m,50 à la seconde dans les deux cas. Il semblerait donc que les moulinets préparatoires ne donnent pas d'avantages au point de vue de la vitesse; on aurait pu penser que, pendant le moulinet, la vitesse de la canne s'accélérait et donnait ainsi au coup un caractère plus dangereux. Il n'en est rien, la masse de la canne est assez légère pour obéir vite à l'action musculaire.

COUP DE MARTEAU. — Au contraire, s'il s'agit de manier une masse lourde, un marteau de forge, on lui fera acquérir sa vitesse par une longue trajectoire ce qui lui donnera le temps de s'accélérer sans trop de dépense de force. La finale de la trajectoire aboutissant à l'enclume a une direction vers le sol.

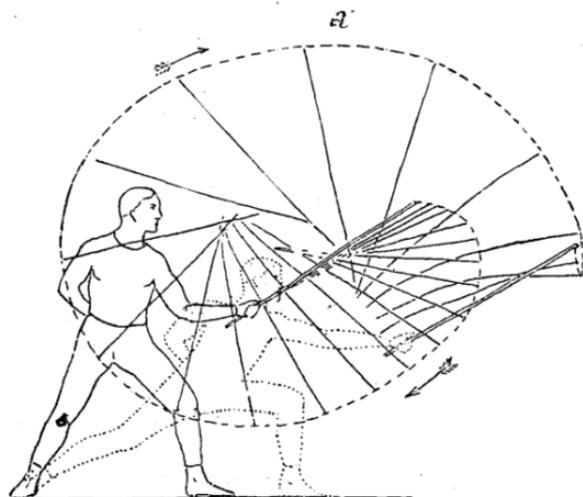


Fig. 167. — Coup de bâton avec un moulinet; le maximum de vitesse en a n'atteint pas une valeur plus grande que dans le cas précédent.

la pesanteur du marteau agit encore dans le sens voulu pour augmenter la vitesse d'où dépend l'intensité du choc (fig. 169, 170 et 171).

Ainsi le marteau et la canne sont des exemples où la vitesse s'acquiert par des chemins détournés qui donnent le temps au mouvement de s'accélérer. Ces analyses doivent être faites sur des coups frappés et non retenus.

MANIÈRE DE LANCER UN PROJECTILE. — Il y a encore une troisième manière de produire de la vitesse, on l'emploie pour lancer une pierre ou un javelot, pour sauter ou exécuter des actes brusques et à détente instantanée. Nous en trouvons un exemple plus simple dans la chiquenaude. Si nous pouvons lancer une boulette de papier avec le doigt cela tient à la tension de nos muscles extenseurs bandés comme un ressort. Sans cet acte préalable aucune détente, aucune force de pro-

jection. Quand nous lançons une pierre nous faisons un mouvement préparatoire, nous rejetons le bras en arrière, puis

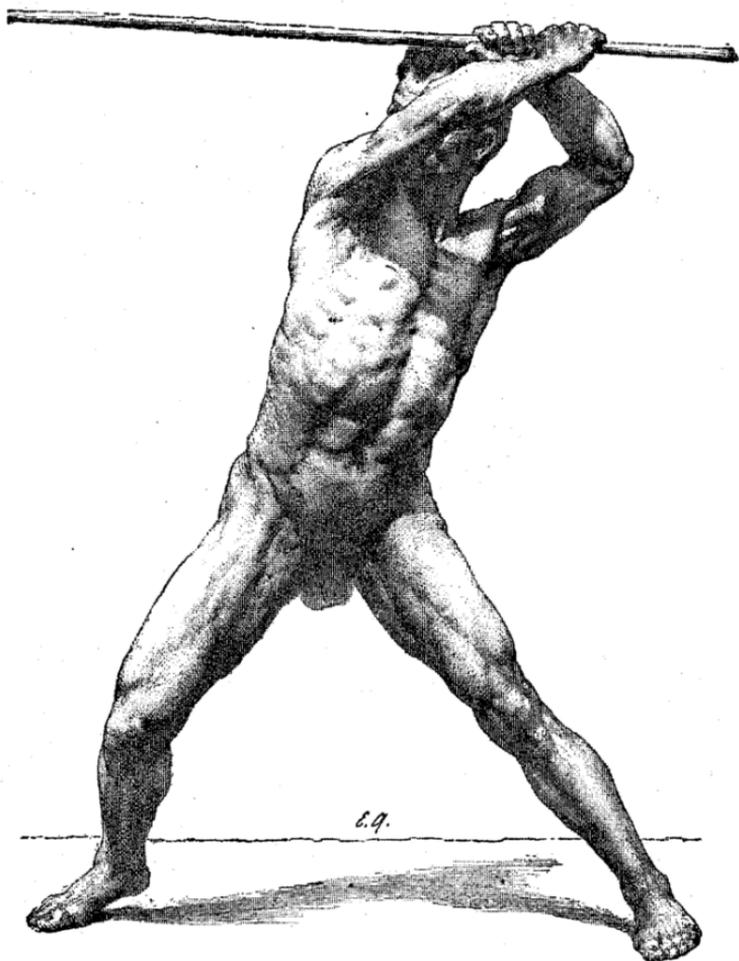


Fig. 168. — Coup de bâton très énergique (MAREY et DEMENVY, *Etudes de physiologie artistique*).

brusquement nous changeons le sens du mouvement pour abandonner ensuite la pierre avec la vitesse communiquée par le bras (fig. 172 et 173).

Le changement brusque de direction de celui-ci a pour effet de tendre très énergiquement les muscles utiles au lancer. La

vitesse initiale dépend justement de la force accélératrice; on conçoit l'avantage de commencer le mouvement avec un effort considérable de tension des muscles moteurs. Dans tout changement de sens des mouvements, nous avons vu l'intervention anticipée des antagonistes avoir pour effet, en retardant le mouvement, de leur faire acquérir d'abord une tension considérable. C'est sous l'influence de cette tension que va commen-

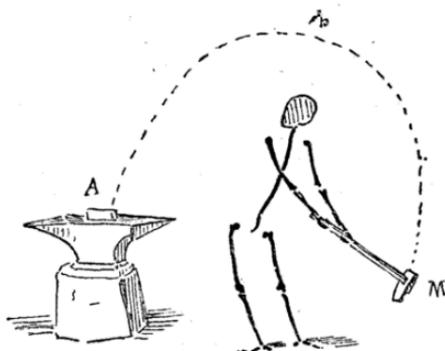


Fig. 169. — Trajectoire de la masse du marteau allant frapper l'enclume en A. La main se déplace le long du manche pour économiser l'effort.

cer l'oscillation en sens inverse. Ce changement de sens dans la vitesse est d'autant plus brusque que l'action des muscles est plus intense au moment de l'arrêt, c'est-à-dire que l'énergie déployée par les antagonistes pour annuler la vitesse première a été plus grande (fig. 174 et 175).

Le mouvement de retirer le poing en arrière, fautif pour la boxe, devient ici pour lancer une pierre ou un javelot la qualité indispensable du coup; nous verrons des exemples analogues dans la course et le saut¹.

La vitesse de la pierre est acquise par les mouvements angulaires du bras et de l'avant-bras; il faut à chacun de ces segments une vitesse angulaire spéciale pour faire décrire à la main une trajectoire convenable et lui donner la vitesse maximum. Grâce au mouvement circulaire, la pierre tend à s'échapper en vertu de son inertie suivant la tangente à la trajectoire décrite. La grande difficulté est de la lâcher au moment oppor-

1. G. Demeny, Du rôle mécanique des antagonistes dans les actes de la locomotion, *loco citato*.

tun, c'est-à-dire lorsque la vitesse passe par une valeur maxi-

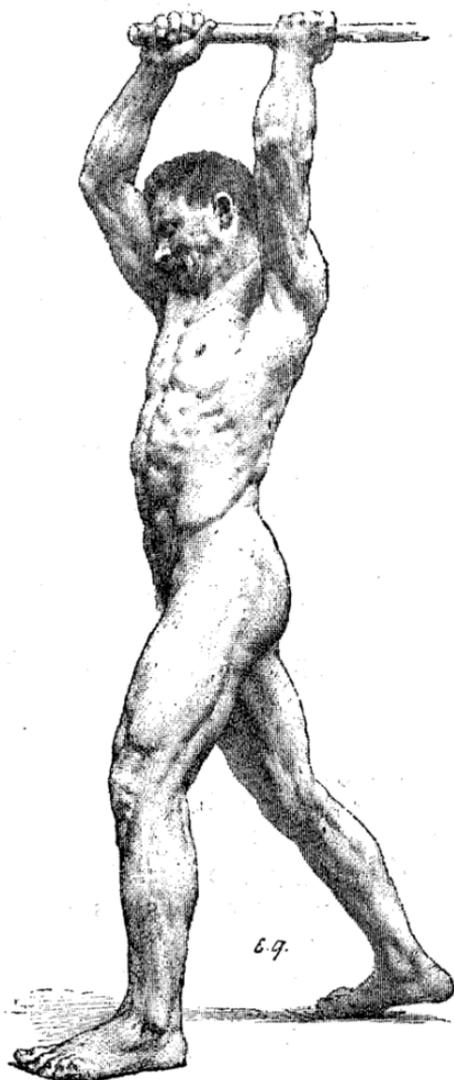


Fig. 170. — Coup de hache, effort d'abaissement des bras.

mum et coïncide avec la direction du but à atteindre. Un peu plus tôt ou un peu plus tard l'effet utile est incomplet ou perdu (fig. 176 et 177).

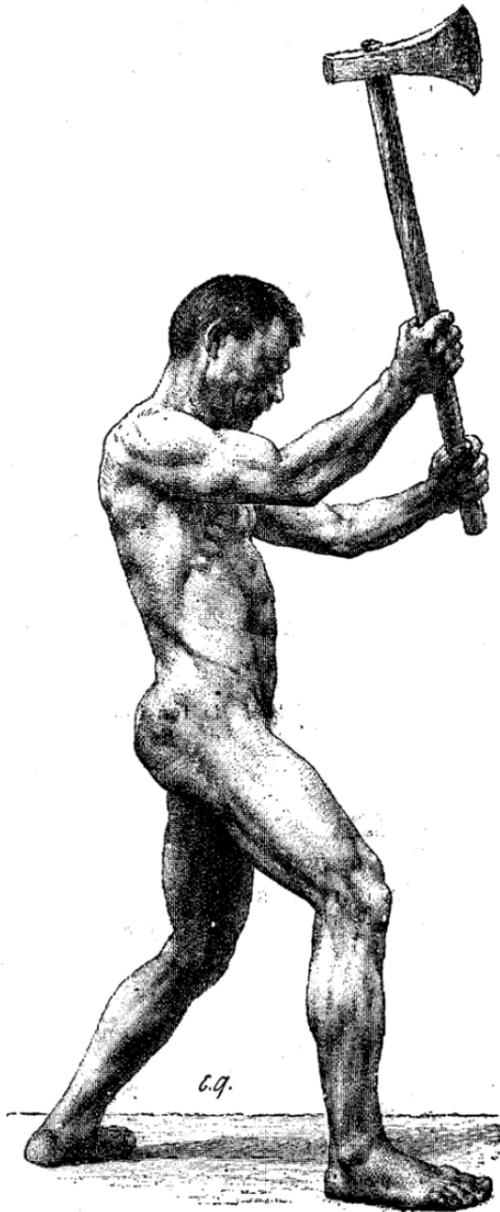


Fig. 171. — Coup de hache, mouvement ascendant.

vitesse des mouvements est naturellement liée à l'importance de la masse à mouvoir et à la force des muscles moteurs. Elle est inversement proportionnelle à la masse et dépend de la force initiale et de la durée de son action. Dans un mouvement de lancer, la vitesse dépend aussi de la longueur des leviers; pour une même vitesse angulaire, il y a avantage à avoir de longs bras. Mais cette longueur de membres demande beaucoup



Fig. 172. — Préparation du coup de poing pour chasser la balle. Cet enfant lance le bras en arrière pour le ramener immédiatement en avant.

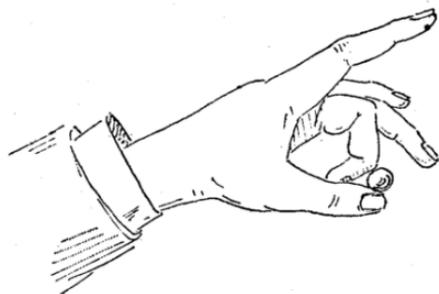


Fig. 173. — Chiquenaude montrant la tension préalable des muscles des doigts précédant la détente.

plus de force motrice en vertu de l'inertie et de l'importance des masses à mouvoir. Plus les segments sont longs, plus leur rythme propre, leur rythme pendulaire est lent, plus il faut d'intensité dans l'effort initial pour accélérer ce rythme ou cette vitesse.

Ces lois peuvent nous éclairer sur l'influence de la taille. Les animaux ont les mouvements d'autant plus vifs qu'ils sont plus petits parce que les petits ont moins de masse à mouvoir et que les rythmes pendulaires de leurs membres sont plus rapides. On peut faire 10 mouvements de doigt pendant un mouvement de bras. Mais par contre les grands ayant de plus longs bras de levier, leurs mouvements sont plus étendus, la vitesse absolue de la main par exemple est proportionnelle à la longueur du bras pour la même vitesse angulaire de celui-ci.

Il y a donc pour la taille une grandeur favorable à l'utilisation maximum de la force. Les petits trapus sont construits pour produire de grands efforts, les grands minces pour la vitesse. Il est rare de voir deux sujets de dimensions différentes exactement proportionnés et semblables. S'il en était ainsi, le plus grand serait mal partagé sous le rapport de la vitesse,

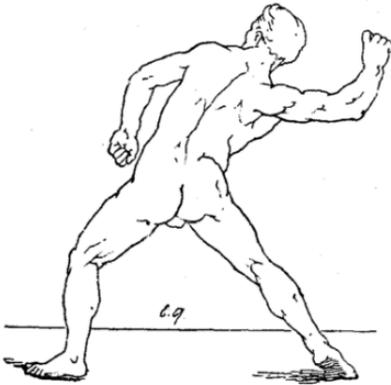


Fig. 174. — Attitude d'un sujet qui lance une pierre; mouvement du bras en arrière précédant le lancer.

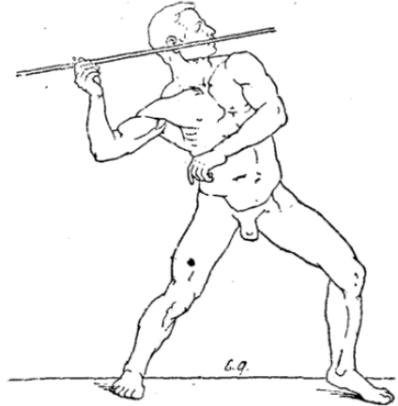


Fig. 175. — Lancer du javelot.

parce que ses forces motrices ne seraient pas dans le rapport de la masse considérable à mouvoir.

Chaque animal se meut avec le rythme qui lui est propre et s'y prend à sa façon, cependant ce ne sont pas les petits animaux qui ont la moindre vitesse de progression. Un chien suit facilement un cheval au galop. Ici la masse, la forme des organes et la disposition des muscles moteurs sont des conditions de premier ordre pour le rendement en travail sous forme de vitesse.

EFFET DES MASSES ADDITIONNELLES. — Les observations faites à propos de la vitesse dans les mouvements naturels sont applicables aux mouvements avec masses additionnelles. Il y a alors exagération des effets dus à l'inertie lorsque nous obligeons des masses en mouvement à suivre un chemin sinueux déterminé avec des vitesses variées.

HALTÈRES. — Les haltères sont des poids additionnels dont on surcharge les extrémités supérieures. Ils ont pour effet d'augmenter l'intensité des contractions musculaires en créant des efforts statiques et des résistances d'inertie à vaincre.

Dans le repos et en station droite, ils créent des résistances verticales et ce sont principalement les éleveurs des bras : deltoïdes, grands dentelés, partie supérieure du trapèze, angu-

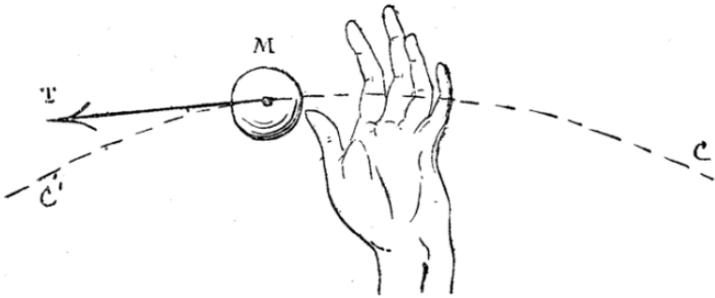


Fig. 176. — Direction et vitesse d'un projectile M au moment où il est lâché par la main qui le lance.

laire et les extenseurs des jambes et du tronc qui supportent l'effort.

Dans l'abaissement du bras, dans la flexion du tronc, le poids de l'haltère agit dans le sens du mouvement, les muscles éleveurs ont alors un rôle modérateur de la cadence. Les mouvements d'haltères sont des exercices spéciaux amenant promptement une lassitude dans les épaules et dans la région lombaire.

Le poids de l'haltère ne doit pas dépasser 5 kilogrammes et être en rapport avec les forces de chacun. Pour être logique, il faudrait même exécuter les mouvements à bras tendus avec des haltères moins lourds que les mouvements à bras fléchis, ou bien répéter les mouvements à bras allongés un nombre de fois moindre.

Si l'on veut tirer tout le parti possible des haltères légers il faut conserver au corps l'attitude droite sur laquelle nous avons tant de fois attiré l'attention. Il faut marquer des temps d'arrêt et varier la position du corps en l'inclinant en tous sens.

L'action de l'haltère immobile est une force constante, verticale, invariable, pour en changer les effets il faut donc varier l'attitude du corps, sinon les contractions musculaires seraient toujours celles des éleveurs des bras. Pour maintenir le corps debout, couché, oblique, le dos, le ventre ou le côté tournés

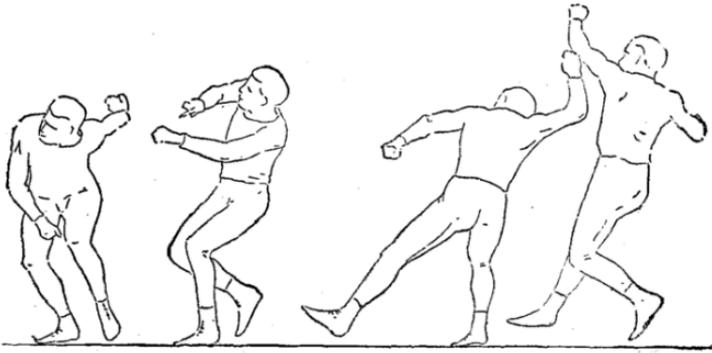


Fig. 177. — Attitudes successives d'un homme lançant une pierre. Les images se lisent de droite à gauche et occupent des positions relatives exactes.

vers le sol les mains chargées d'haltères, il y a chaque fois une chaîne de contractions facile à déterminer. Les muscles servent surtout de fixateurs des points fixes et de ligaments actifs autour des articulations.

La gradation des exercices statiques avec haltères est basée sur l'intensité des contractions, le degré de raccourcissement des muscles ou l'amplitude du mouvement, la durée de la contraction et l'obliquité des bras.

L'intensité des contractions dépend du poids de l'haltère, de l'allongement des bras et de l'inclinaison du tronc. Le maximum d'effort a lieu le corps horizontal et les bras complètement étendus. L'effet sur le raccourcissement des muscles se produit surtout avec l'amplitude la plus complète, et la tenue de l'attitude, l'obliquité des bras influe sur la longueur du bras de levier de la résistance à vaincre.

INFLUENCE DE L'INERTIE DE LA MASSE. — L'haltère n'agit pas seulement par son poids mais aussi par son inertie.

D'abord immobile il demande l'action énergique des muscles pour être mis en mouvement. Une fois en mouvement il tend à conserver sa vitesse et à se mouvoir dans la direction vers laquelle il a été entraîné. Son effet varie à chaque instant avec la direction et la nature du mouvement qu'on lui imprime.

Le mouvement peut être uniforme, accéléré ou retardé, sa

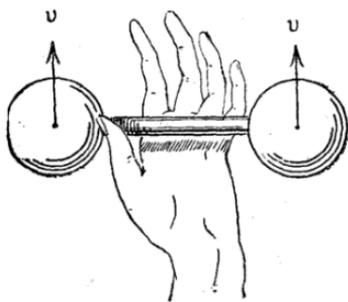


Fig. 178. — Un haltère que l'on élève rapidement en haut avec la vitesse V ne pèse plus dans la main. Celle-ci peut alors s'ouvrir un instant et l'action du poids est alors nulle.

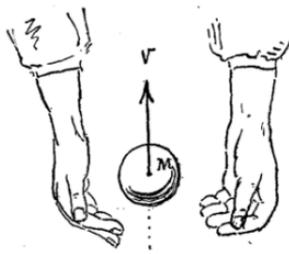


Fig. 179. — Une masse M ayant une vitesse ascensionnelle V arrivée au sommet de sa trajectoire demeure un instant immobile. A ce moment, on peut la saisir comme un objet sans poids.

direction peut être verticale ascendante ou descendante, horizontale, oblique ascendante ou descendante.

Dans un mouvement vertical ascendant la vitesse peut rester constante, augmenter ou diminuer. Dans ces trois cas la pression de l'haltère sur la main est respectivement constante, égale à son poids ou légèrement supérieure dans le mouvement uniforme; supérieure au poids dans le mouvement accéléré, et inférieure au poids dans le mouvement retardé.

La pression peut même être nulle et l'effort musculaire aboli si l'on a communiqué à l'haltère une certaine vitesse d'ascension (fig. 178).

Un projectile lancé verticalement arrive au point culminant de sa course avec une vitesse nulle, à ce moment il ne pèse pas; on peut le saisir à la main (fig. 179) sans sentir de sa part aucune action, aucune pression jusqu'à ce que son mouvement descendant ait commencé.

Dans le mouvement ascendant un peu rapide l'haltère peut

aller plus vite que la main et abandonner celle-ci si on ne le retient pas. Si on le retient, les actions musculaires changent; les muscles abaisseurs et fléchisseurs du bras remplacent les éleveurs et extenseurs.

Dans le mouvement vertical descendant, les muscles luttent franchement contre la chute de l'haltère. Uniforme, la pression de la main est constante; uniformément accélérée, la pression dans la main devient nulle c'est alors la chute libre.

Les mouvements d'haltères exécutés dans un plan horizontal demandent deux actions différentes: une action continue des éleveurs des bras pour les maintenir dans un plan horizontal, et une action variable des muscles produisant le mouvement d'abduction ou d'adduction des bras dans le plan horizontal (fig. 180).

Un mouvement de ce genre est toujours accéléré d'abord et retardé ensuite. Le bras moteur de l'haltère au début est finalement entraîné par lui et les muscles antagonistes du mou-



Fig. 181. — Lancer horizontalement les bras avec haltères.

Dans ce mouvement, l'amplitude est due à l'inertie des poids qui conservent leur vitesse acquise.

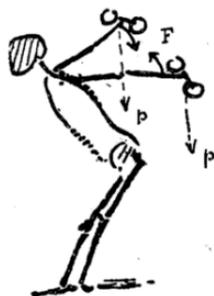


Fig. 180. — Mouvement d'abduction des bras en arrière effectué avec des haltères dans la main.

On voit les forces musculaires horizontales F , seules utiles au rapprochement des omoplates, être remplacées par l'élan tandis que le poids de l'haltère p n'ajoute rien à l'intensité de l'effet de l'exercice, mais suscite les contractions des éleveurs des bras et des muscles abdominaux.

ment entrent vigoureusement en jeu, pour empêcher le choc final et la dislocation de l'articulation de l'épaule.

Si l'amplitude du mouvement est grande à fin de course (fig. 181) la cause doit se trouver dans l'inertie de la masse de l'haltère continuant son chemin avec la vitesse qui lui a été communiquée au début. Les muscles abducteurs, c'est-à-dire les muscles du dos tombent dans le relâchement et ce sont les pectoraux qui retiennent les bras et les empêchent d'être projetés trop fort en arrière (fig. 182).

Lorsque les bras sont allongés, l'haltère décrit une circonfé-

rence de cercle, jamais une ligne droite; il s'ajoute donc une action centrifuge s'exerçant dans la direction du bras.

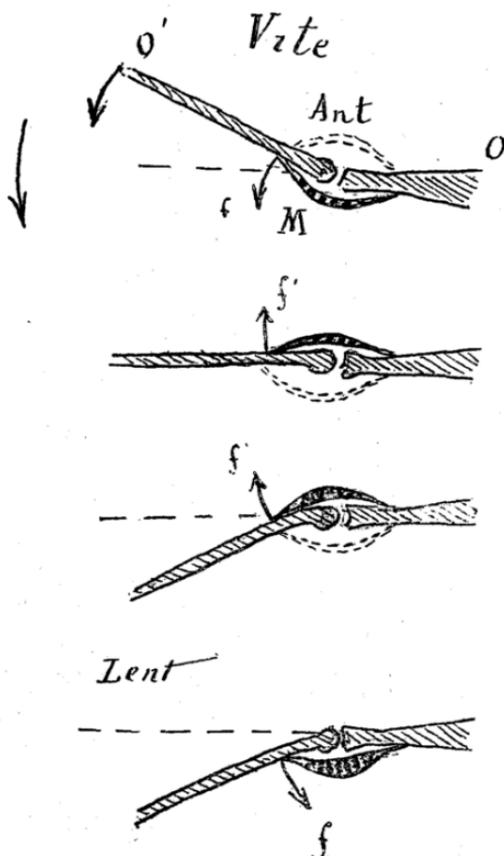


Fig. 182. — Résumant ce qui se passe dans un mouvement vif et un mouvement lent.

O , segment osseux fixe sur lequel se meut le segment mobile O' . Le muscle moteur M , qui a commencé le mouvement, tombe dans le relâchement et son action f est remplacée bientôt par l'action f' du muscle antagoniste.

Dans le mouvement lent, au contraire, le muscle moteur agit d'une façon continue f jusqu'à son complet raccourcissement.

En résumé les mouvements d'haltères n'ont pas d'effet constant à moins d'être exécutés très lentement avec mouvement uniforme; le rythme, la vitesse et la direction des mouvements changent à chaque instant la répartition et l'intensité des contractions musculaires.

COMPLEXITÉ DES EFFETS DE L'HALTÈRE. — Si le rythme s'accélère et le poids de l'haltère augmente, les effets de l'inertie et de la

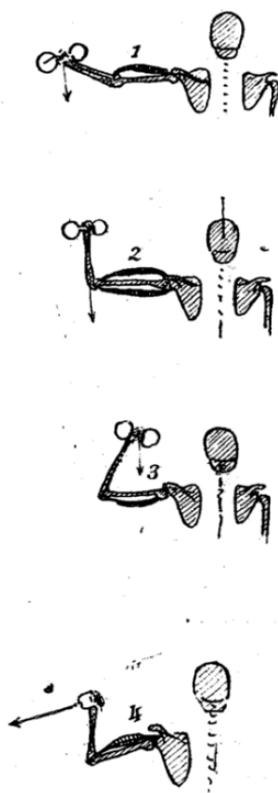


Fig. 183. — Effet d'un haltère suivant la position de l'avant-bras.

1, effort de flexion ; — 2, point neutre ; — 3, effet d'extension ; — 4, effort continu de flexion obtenu par une traction horizontale.

masse se font sentir de plus en plus énergiquement et la contraction musculaire au lieu d'être continue devient au contraire tout à fait intermittente. L'exercice avec haltères se différencie totalement pour cette raison des attitudes soutenues. Leur effet est beaucoup plus indéterminé ; on le considère généralement comme un moyen de développer le système musculaire et la force. Il y a beaucoup de préjugés à leur égard ; ils ne doivent pas être employés par l'enfant au-dessous de 10 ans.

Pour développer les muscles on augmente volontiers le poids de l'haltère, on tombe ainsi dans une exagération athlétique sans bénéfice réel et surtout sans améliorer les vices de conformation du corps. Les haltères trop pesants exagèrent les mauvaises attitudes du corps et nuisent à la bonne exécution des

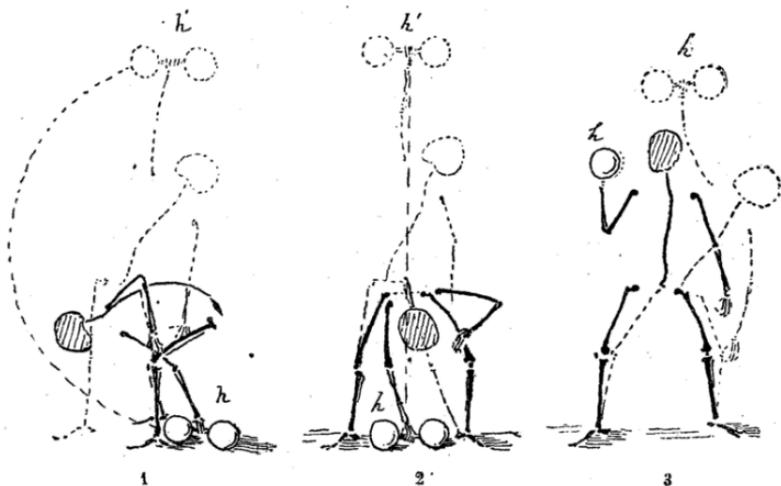


Fig. 184. — Trois manières d'enlever un gros haltère.

1, avec balancement d'arrière en avant ; — 2, par arrachement vertical ; — 3, par effort d'extension du bras.

mouvements simples. Ils seront toujours trop lourds si on ne peut exécuter facilement les mouvements à bras étendus.

Nous renvoyons le lecteur à ce que nous avons dit relativement à la recherche du développement musculaire excessif et à ses inconvénients (fig. 183).

MOUVEMENTS EXÉCUTÉS AVEC DES HALTÈRES LOURDS. — Beaucoup se complaisent dans le maniement des gros haltères pesants et ne s'arrêtent qu'à la limite de leurs forces.

Enlever un haltère, d'après l'expression consacrée, consiste à saisir avec la main cet haltère posé sur le sol et finalement, par un effort musculaire, à l'élever et à le maintenir en équilibre à l'extrémité du bras allongé verticalement.

L'haltère peut être enlevé de 3 manières principales (fig. 184).

1^{re} *Manière*. — Élévation en 3 temps avec balancement :

L'haltère posé sur le sol, on se place un peu en arrière, les jambes légèrement écartées, la poignée située dans le plan médian :

(1^{er} temps). On fléchit les jambes et le tronc, puis l'on saisit la poignée de l'haltère.

(2^e temps). On fait effort des extenseurs du tronc pour détacher l'haltère du sol et lui permettre d'osciller d'avant en arrière dans le plan médian.

On aide à ce mouvement par les abducteurs du bras, puis, au moment où l'oscillation commence d'arrière en avant, on fait (3^e temps) un violent effort simultané des extenseurs et des membres inférieurs, des fessiers, des extenseurs de la colonne et des abducteurs du bras (partie antérieure du deltoïde).

Sollicité verticalement par l'extension des jambes et suivant deux arcs de cercle dont l'un décrit par l'épaule, a son centre sur la ligne des têtes fémorales, et l'autre décrit par la main, a pour centre l'articulation scapulo-humérale, l'haltère est suivant une trajectoire plus ou moins complexe, amené verticalement à l'extrémité du bras tendu.

2^e *Manière*. — Élévation en deux temps :

L'haltère étant placé transversalement un peu en avant des pieds, on le saisit (1^{er} temps) la main en pronation en s'accroupissant sur les extrémités inférieures légèrement écartées; et (2^e temps), par la détente violente des membres inférieurs exécutée simultanément avec l'extension du tronc, l'haltère est arraché violemment du sol. On continue à le suivre dans son ascension verticale en fléchissant le bras et en élevant le coude. L'effort musculaire actif va ainsi en diminuant, mais, si l'élan donné est suffisant pour lui faire dépasser la hauteur de l'épaule, on substitue à la flexion du bras l'extension subite et ainsi l'haltère est amené directement, suivant la verticale, à l'extrémité du bras tendu.

3^e *Manière*. — Élévation en 3 temps sans élan :

La jambe gauche fléchie étant placée en avant, la jambe droite tendue en arrière, l'haltère situé au-devant du pied droit, l'axe antéro-postérieur.

On fléchit (1^{er} temps) fortement le tronc de façon à saisir la

poignée, la main en demi-supination et, par un effort simultané des fléchisseurs du bras et des extenseurs du tronc, on amène l'haltère à la hauteur de l'épaule.

L'effort musculaire est proportionnel au poids de l'haltère à la longueur de l'avant-bras et à la distance des points d'insertion des muscles.

Il varie donc en raison inverse du raccourcissement de ces derniers ainsi qu'en raison inverse de la distance d'insertion et de la longueur du bras.

Il va toujours en diminuant pendant que l'angle des deux segments du bras varie de 180° à 0° .

Si cet angle atteignait cette dernière valeur, l'effort musculaire pourrait être nul, le poids de l'haltère serait alors totalement supporté par les ligaments articulaires de l'articulation du coude.

L'expérience s'accorde avec le calcul ; au début de la flexion l'effort musculaire est très pénible, généralement même on élève involontairement les coudes pour imprimer à l'haltère un élan vertical. La longue portion du biceps fortement contractée attire la tête humérale contre la cavité glénoïde et s'oppose à la luxation en bas. Elle est aidée dans cette fonction par la contraction énergique des rotateurs du bras et de la longue portion du triceps. Les pectoraux s'opposent à un mouvement d'oscillation du bras en arrière, les portions supérieures des trapèzes résistent à l'affaissement de l'épaule.

La portion moyenne des trapèzes et les dorsaux fixent l'insertion supérieure des pectoraux et attirent l'omoplate en arrière.

Le mouvement de flexion de l'avant-bras est facilité par l'extension simultanée du tronc qui contribue à l'élévation de l'haltère et est accompagnée de la contraction des muscles abdominaux.

La flexion est plus facile la main en pronation, car le biceps s'enroulant autour du radius pendant la supination, agit directement pendant la pronation.

(3^e Temps). L'haltère une fois à l'épaule, son centre de gravité est amené au-dessus de la base de sustentation du côté de la jambe droite qui se fléchit légèrement ; par un effort considérable des deltoïdes, des élevateurs du moignon de l'épaule, par le mouvement de bascule de l'omoplate dû à l'action du grand dentelé, par l'extension de l'avant-bras sur le bras, toutes ces

actions étant simultanées, l'haltère est enlevé verticalement au-dessus de la cavité glénoïde (fig. 185).

Il repose alors sur la colonne formée par les segments du membre supérieur mis bout à bout et maintenus dans l'extension par l'effort musculaire.

L'équilibre sera facilité si l'on ne perd pas des yeux l'haltère; le tronc sera incliné du côté gauche de manière à ramener le centre de gravité de tout le système vers la ligne médiane.

Si le poids est très lourd, on peut user de l'artifice suivant pour faire en partie supporter l'effort d'extension par les extenseurs des jambes, beaucoup plus puissants que ceux du bras.

A cet effet, au moment où l'on étend le bras, on fléchit les jambes, de telle sorte que la somme de l'abaissement vertical de la cavité glénoïde dû à la flexion des jambes et de l'élévation verticale de la main due à l'extension partielle du bras soit justement égale à la longueur du bras étendu. Alors l'élévation de l'haltère à l'extrémité du bras étendu se fait par l'extension des jambes, en élevant simultanément et en masse le tronc et le bras. Au début de ce mouvement, l'haltère reste sensiblement immobile. Il n'est élevé ensuite que par l'effort d'extension des jambes qui exécutent alors tout le travail d'élévation.

Dans l'abaissement de l'haltère, c'est-à-dire le mouvement inverse, les muscles précédents sont mis en jeu pour ralentir la chute.

Le travail effectué n'est pas très considérable, mais portant sur des muscles relativement faibles et devant être produit très rapidement il nécessite des efforts musculaires instantanés et très intenses.

Cet effort est plus durable dans la troisième méthode, aussi voit-on se produire, au plus haut degré, les troubles indiqués à propos du phénomène de l'effort.

La congestion de la face en est une des manifestations extérieures.



Fig. 185. — Élévation d'une barre à sphères lourde.

Du reste, toute la musculature du corps se contracte, les muscles abdominaux en particulier, compriment si violemment l'abdomen qu'il n'est pas sans exemple que des hernies se soient produites à la suite du soulèvement d'un poids. Les articulations du genou se fatiguent vite; aussi ces inconvénients condamnent absolument les exercices exagérés d'haltères lourds, surtout s'ils ne sont exécutés que d'une seule main, sans symétrie.

Ces exercices peuvent être classés parmi ceux qui visent surtout la satisfaction de la vanité et la recherche de la difficulté vaincue sans grande utilité.

LANCER LES HALTÈRES LOURDS.—L'exercice d'haltères peut être

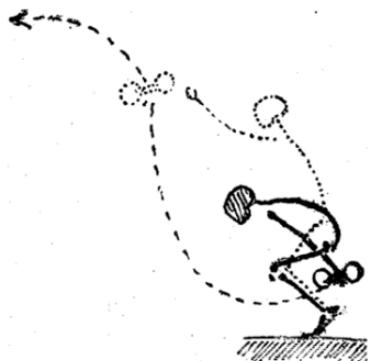


Fig. 186.—Lancer l'haltère en avant après un balancement en arrière.

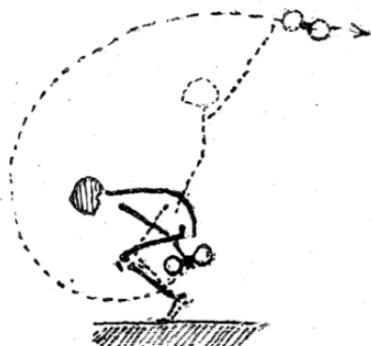


Fig. 187.—Lancer l'haltère en arrière au-dessus de la tête après un balancement en arrière.

aussi un exercice de lancer comme l'exercice du boulet et de la pierre. On peut s'exercer à lancer l'haltère en le portant d'abord à l'épaule et en le jetant le plus loin possible. On fait concourir pour cela l'extension des jambes et celle du bras. On peut le lancer également au moyen d'un élan après lui avoir fait prendre quelques balancements. Ces exercices exécutés avec des poids de 10 kilogrammes sont intéressants, ils prennent un intérêt spécial si on les transforme en jeu. A cet effet plusieurs jeunes gens se placent en cercle et lancent et saisissent l'haltère au vol. Celui qui lance produit un travail moteur, celui qui reçoit produit du travail résistant transformé immédiatement en un élan nouveau sans temps d'arrêt (fig. 186 et 187). On peut constater l'intensité et la généralité des contractions

musculaires dans le travail résistant, chez le sujet qui reçoit le choc d'un boulet lancé, la chaîne continue des contractions se propage jusqu'aux muscles du cou et de la mâchoire donnant au corps l'aspect d'un individu disséqué (fig. 188).



Fig. 188. — Modelé du corps d'un sujet recevant un boulet dans les mains et résistant énergiquement au choc.

ADRESSE DANS LE MANIEMENT DES FARDEAUX. — Il y a dans le maniement des poids lourds autant d'adresse que de force, et nous voyons journellement grâce à leur habileté des ouvriers manier facilement des caisses, des barriques de vin qu'il nous serait impossible de remuer. Ils ont acquis un sens particulier des balancements et des pressions leur permettant de saisir les temps favorables pour donner l'effort.

L'homme chargé d'un fardeau prend une position convenable pour conserver son équilibre. Porté sur la tête le poids a

une action symétrique, il tend à écraser et à fléchir notre tronc. La meilleure manière de résister à cette flexion c'est de rester bien droit.

Le fardeau porté sur le dos nous oblige à nous courber en avant (fig. 189) pour soulager les fléchisseurs du tronc et nous empêcher de tomber à la renverse.

Les porteurs de la halle sont pour cela presque tous voûtés ;

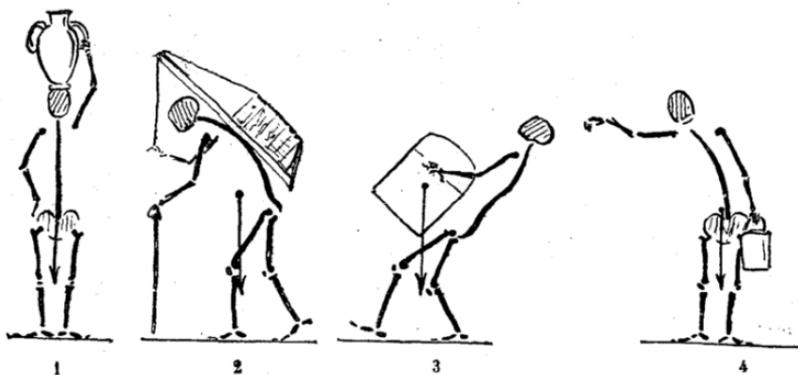


Fig. 189. — Attitudes différentes du corps suivant la répartition de la charge.

1, Fardeau porté sur la tête ; corps droit ; — 2, fardeau sur les épaules ; corps penché en avant ; — 3, fardeau porté en avant ; corps penché en arrière ; — 4, fardeau porté d'une main ; corps penché de côté.

ils portent leur sac très avant sur le cou et s'appuient avec une canne pour soulager leurs muscles extenseurs.

Porté en avant ou de côté, le fardeau nous fait rejeter le tronc en arrière ou du côté opposé. Si l'on tient un seau d'eau d'une main on élève horizontalement le bras opposé pour servir de balancier et faire contrepoids.

Les clowns enlèvent facilement un homme couché sur un tapis et arrivent à le mettre à bout de bras en un seul temps.

Ceci s'explique, l'homme, représentant ici le fardeau, est loin d'être passif, il a répété à l'avance l'exercice et s'entend avec son partenaire pour se donner un élan invisible mais coïncidant exactement avec l'effort d'arrachement.

Il serait tout à fait impossible de soulever ainsi un cadavre dans le relâchement absolu (fig. 125).

On a dû même chercher des moyens pratiques pour placer et transporter sur le dos un malade ou un blessé incapable de se mouvoir et tombé en syncope.

La manière la plus ordinaire consiste à le saisir par le bras gauche, le soulever de terre, à passer le genou fléchi sous le corps, pour l'y bien reposer, l'entourer de ses bras et attirer ses jambes sur l'épaule (fig. 190 et 191). Le malade se trouve finalement placé les jambes et les bras pendants sur l'épaule de son camarade redressé. Le blessé est considéré ici comme un fardeau difficile à porter. Le cas se présente dans un incendie où il faut à tout prix éloigner du foyer un sujet qui a perdu connaissance.



Fig. 190. — Manière de charger sur les épaules un blessé évanoui.



Fig. 191. — Manière de porter un blessé.

CARACTÉRISTIQUE DES MOUVEMENTS DE MASSUE. — Les massues ou mils se distinguent des haltères par une forme allongée. L'haltère est symétrique, son centre de gravité est situé dans la main, la massue au contraire a son centre de gravité dans sa partie renflée, c'est-à-dire assez éloigné de l'extrémité amincie qui sert de poignée.

Dans les attitudes où elle est maintenue immobile, le poids de la massue s'exerce à l'extrémité d'un bras de levier variant sans cesse avec l'inclinaison de celle-ci (fig. 192). L'effort maximum correspond à l'inclinaison horizontale, l'effort minimum à la position verticale de la massue. Les mouvements de massue sont surtout des mouvements d'élan, des moulinets du poignet, des cercles décrits derrière la tête, en avant et en arrière du corps. La massue une fois lancée n'a plus qu'à être dirigée par la main

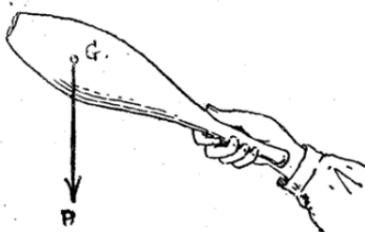


Fig. 192. — Massue représentant une force GP agissant sur la main à l'extrémité d'un bras de levier variable.

qui la conduit. Il ne faut aucunement lui résister ; elle a un balancement propre s'accéléralant dans les flexions des bras lorsque les trajectoires décrites diminuent de rayon. Quand la massue suit la partie descendante de son parcours, elle s'accélère, quand elle remonte elle se ralentit et à ce moment une légère impulsion lui fait reprendre la vitesse perdue. On peut ainsi entretenir son mouvement sans dépenser beaucoup de force et avec de la pratique on arrive à de véritables exercices de jonglerie.

La massue tourne souvent autour de



Fig. 193. — Moulinet du poignet avec la massue. Fig. 194. — Petit cercle décrit par la massue derrière la tête.

son centre de gravité immobile dans l'espace. C'est le bras qui tourne autour de la massue.

Les moulinets de poignet sont des combinaisons de la pronation et de la supination avec la flexion et l'extension de la main, flexion et extension légère de l'avant-bras (fig. 193).

Les autres mouvements consistent en moulinets exécutés derrière la tête et devant le corps. Ce sont tantôt les élévateurs, tantôt les adducteurs qui sont mis en action (fig. 194).

Dans les moulinets derrière la tête, la massue, tenue verticalement par le bras droit tendu par exemple, tombe par son poids à gauche, le bras se plie, le mouvement s'accélère, la massue, par son élan, passe au delà de la verticale et, au moyen d'une vigoureuse adduction du coude effectuée par le pectoral attirant le bras dans un plan horizontal, adduction

exécutée simultanément avec une extension de l'avant-bras, elle remonte à sa première position verticale. Son centre de gravité a décrit sensiblement une circonférence autour de la main.

Les circumductions du bras s'effectuant dans un plan antérieur le bras allongé et combinées avec les moulinets et les exercices de poignets, donnent lieu à des mouvements complexes, fort élégants, dont l'effet sur la dilatation thoracique est manifeste, surtout exécutés symétriquement et simultanément des deux bras (fig. 195 et 196).

Leur inconvénient, lorsque l'on



Fig. 195. — Balancement des massues au-dessus de la tête.

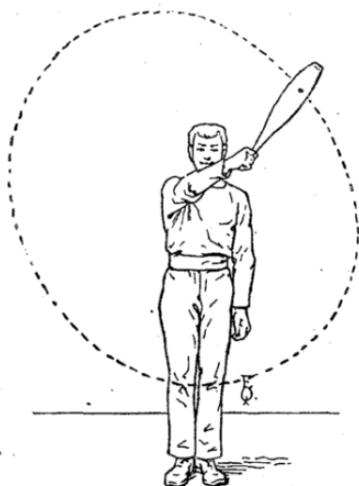


Fig. 196. — Grand cercle en avant décrit avec la massue.

n'en a pas acquis une grande pratique, surtout si l'on ne résiste pas au moment de la chute de la massue derrière la tête lors de la flexion de l'avant-bras, c'est de causer dans l'articulation du coude des secousses peu salutaires; de plus, ils fatiguent vite le poignet par l'effort constant des muscles de la préhension. Exécutés dans la station droite les pieds réunis, lorsque la massue est derrière la tête, le centre de gravité de tout le système se trouve rejeté en arrière de la colonne dans la concavité lombaire; la courbure lombaire se trouve exagérée pour cette raison.

Les mouvements de massue doivent être faits avec modération, il serait même bon de les alterner avec des mouvements d'haltères. Il faudra avant tout conserver au corps une attitude bien droite et lutter par la contraction des muscles abdominaux contre l'ensellure qu'ils provoquent inévitablement.

Les moulinets inverses, c'est-à-dire exécutés derrière la tête de bas en haut et de dehors en dedans obligent les coudes à se tenir dans le plan des épaules, ils suscitent la contraction des muscles du dos, en forçant le corps à se tenir bien droit.

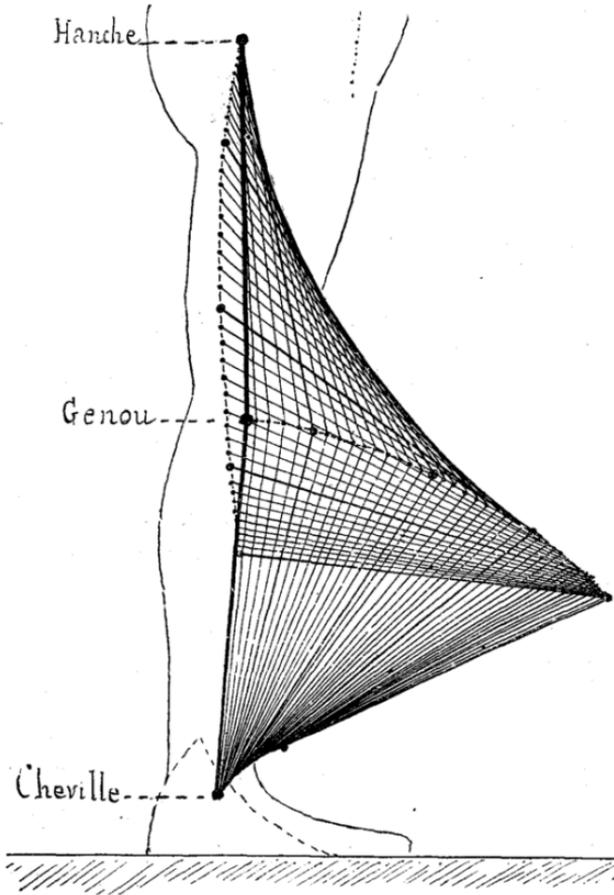


Fig. 197. — Analyse des trajectoires engendrées par la hanche, le genou et la cheville dans un abaissement du corps sur la pointe des pieds.

Toute attitude fléchie en avant vous exposerait inévitablement à rencontrer la massue en mouvement et à la frapper soit de la nuque, soit de l'épaule.

MOUVEMENTS QUI ENGENDRENT UNE TRAJECTOIRE RECTILIGNE. — Nous

avons souvent à appliquer nos forces à un outil ou un instrument. Ce dernier est obligé de suivre une trajectoire définie, une ligne droite, par exemple. S'il n'est pas guidé mécaniquement, c'est à la main de le diriger. Le bras et l'avant-bras peuvent engendrer que des mouvements circulaires, il faut que leurs mouvements se combinent de façon à obtenir une ligne droite suivie par la main.

C'est là une des grandes difficultés du maniement de la scie, de la lime, du rabot et de l'archet. Cette difficulté se complique si, en assurant la direction rectiligne de l'outil, sa vitesse et sa pression doivent demeurer constantes ou suivre une loi déterminée. Nous avons fait l'analyse cinématique de ces mouvements, nous en citerons ici deux exemples.



Fig. 198 — Positions extrêmes et position moyenne du bras conduisant l'archet de violon dans une direction rectiligne.

ABAISSMENT VERTICAL DU CORPS. — Quand nous nous abaïssons sur la pointe des pieds, le corps droit, le genou, la hanche et la cheville se fléchissent, la figure ci-dessus nous montre quelle part de mouvement revient à tout instant à chacune des articulations pour assurer à la hanche une descente verticale. Ce genre d'analyse photographique nous a servi surtout pour étudier divers actes de la locomotion (fig. 197).

MOUVEMENT RECTILIGNE DE L'ARCHET. — Un bon violoniste s'efforce de conduire son archet perpendiculairement à la corde afin d'éviter les vibrations longitudinales de celle-ci, vibrations dont le timbre n'a rien d'artistique.

Il doit pour cela combiner savamment les mouvements de l'épaule, du bras, du coude, du poignet et même des phalanges. Tous les articles se fléchissent simultanément et d'une

quantité différente; à chaque position de l'archet sur la corde correspond une attitude spéciale du bras (fig. 198).

CHANGEMENT DU MOUVEMENT DE L'ARCHET. — Le changement de sens de l'archet est particulièrement difficile si l'on veut éviter l'interruption du son.

La corde est entraînée dans le sens du mouvement de l'archet au delà de sa position d'équilibre. Dans le changement de sens de l'archet ce sera de l'autre côté de cette position que se feront

les vibrations; il y a donc un moment où la corde accompagnera l'archet à son retour et où la vibration cessera. Pour atténuer cet inconvénient et donner au son toute sa continuité, on accélère la vitesse de l'archet jusqu'au talon, le poignet se plie et s'étend ensuite légèrement au moment où la direction du bras vient à changer. De cette façon le mouvement de la corde n'est pas interrompu brusquement comme il le serait si le bras commandait seul. A la fin du

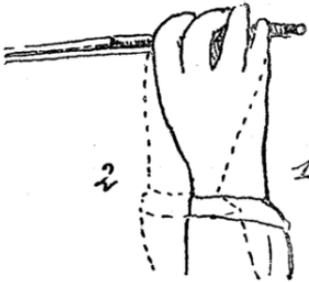


Fig. 199. — Mouvement du poignet au moment du changement de direction de l'archet (passage du pousser au tirer).

Le poignet se fléchissant de 1 à 2, le mouvement du bras peut ainsi s'effectuer sans communiquer à la baguette un arrêt brusque.

pousser, l'archet va moins vite que le bras à cause de la flexion du poignet; au commencement du tirer, l'archet reste aussi un peu en arrière du bras à cause de l'extension du poignet (fig. 199).

La vitesse de l'archet est donc égale à celle de l'avant-bras, diminuée ou augmentée de celle du poignet et le changement d'archet, c'est-à-dire la transition du pousser au tirer se fait moelleusement sans sécheresse et sans brusquerie. Telle est la raison du coup de poignet final exécuté au talon à fin de course par tous les violonistes habiles.

Dans tous les arts il existe des délicatesses de ce genre; l'effet artistique ne doit certes pas être confondu avec la correction de la technique, cependant, surtout en musique instrumentale, cette correction est une des premières conditions d'un effet agréable.

ÉDUCATION DE LA MAIN. — Tous les métiers délicats ont chacun leur tour de main, il nous serait très agréable de les analyser si le cadre de ce travail nous permettait des développements aussi considérables. Citons les professions manuelles dans lesquelles la vitesse est une qualité essentielle, comme les travaux d'aiguille, le maniement de l'épée et de l'archet, le toucher du piano. Dans ces exemples la rapidité des mouvements peut être très grande à la condition de ne mettre en jeu que les segments des doigts qui ont le moins de masse. Le grand défaut des élèves, ce qui leur donne le jeu lourd, c'est de faire avec les bras des mouvements inutiles au lieu de localiser le mouvement dans la main et les doigts.

SCIENCE ET ART. — Dans tous les arts il y a le métier pouvant être séparé de la partie artistique ou du moins étudié et perfectionné à part; c'est la technique des arts. La perfection de la technique ne donnera jamais une œuvre d'art, cela est certain, mais inversement un artiste négligeant la partie matérielle ne sera jamais un grand artiste.

Tous ceux qui ont laissé de grandes œuvres ont eu le plus grand souci des moyens qu'ils employaient et ont recherché l'intensité d'expression dans une connaissance approfondie de la nature et la perfection des moyens d'exécution.

Nous ne voulons pas confondre la science et l'art, des différences fondamentales les séparent. Un savant devant un tableau ou à l'audition d'une symphonie, analysera les formes, les sons et les couleurs, s'il est psychologue et artiste il cherchera à se rendre compte des raisons de l'émotion ressentie, il trouvera des rapports impersonnels entre les objets et ses sensations, mais son œuvre de dissection sera incapable de faire revivre l'exécution première.

L'artiste, au contraire, se préoccupe peu des moyens employés pourvu qu'ils rendent l'impression voulue.

Il n'étudie pas la nature en elle-même, il y cherche une source intarissable d'émotions les plus variées, les combine et les fixe afin de les faire partager aux autres.

Les buts poursuivis par le savant et l'artiste sont donc bien différents, cependant il y a des points où la science et l'art se touchent et se confondent. La forme anatomique, les attitudes et

les mouvements des êtres animés, la perspective ont des lois que le peintre ne peut enfreindre. Dans la musique surtout la technique est presque mathématique.

Pour émettre des sons justes d'un timbre agréable à l'oreille nuancés et rythmés, il faut une délicatesse de l'ouïe unie à une délicatesse du sens musculaire; ce n'est pas encore l'art, mais c'est la condition nécessaire à l'effet artistique.

Les écoles appelées conservatoires de musique n'ont pas d'autre but et ne peuvent avoir d'autre prétention que d'enseigner la technique du métier et de vous familiariser avec les traditions et les chefs-d'œuvre des prédécesseurs. Le génie créateur ne peut se former ni par l'étude, ni par l'érudition, il est naturel; c'est le résultat d'une conformation fortuite ou spontanée du cerveau. L'école doit enseigner la technique, mais pour mériter le nom d'école, il faut établir cette technique sur des faits d'expérience incontestée. Les exercices du pianiste ou du violoniste sont un cas particulier de l'éducation physique. Il s'agit d'obtenir de la sûreté, de la rapidité et de l'égalité avec un organe imparfait, la main, il faut exercer celle-ci d'après les lois du rythme, des masses, de l'habitude et de la fatigue régissant tous les mouvements. Le fait de manier un archet ne constitue par une exception, c'est un outil comme un autre ayant seulement un but différent¹.

GYMNASTIQUE SPÉCIALE DE LA MAIN A INTRODUIRE DANS LES CONSERVATOIRES DE MUSIQUE. — Les écoles de musique gagneraient beaucoup à s'inspirer des travaux des physiologistes, leurs méthodes seraient plus sûres, elles sortiraient d'un empirisme fâcheux et mesquin, arriveraient plus vite au résultat cherché et utiliseraient des organisations d'élite rejetées des concours par inobservation des routines séculaires.

Il serait indispensable de faire d'abord l'éducation des mouvements de la main, de rendre les doigts indépendants avant d'attaquer le mécanisme d'un instrument, on apprendrait ensuite la manière la plus favorable de s'adapter à ce dernier pour lui faire rendre tout son effet.

M^{me} Jaëll², l'éminente pianiste, a cherché à établir des règles du

1. Demeny, *Le Violoniste* (Paris, Maloine).

2. Madame Jaëll, *Le toucher de piano*.

toucher pour le piano et à raisonner le travail préparatoire de ses élèves. Elle arrive ainsi bien plus rapidement et bien plus sûrement à un résultat que par une répétition prolongée d'exercices de toutes sortes dont l'effet est inconnu ou reste encore à démontrer.

La main se travaille et s'affine par les exercices d'indépen-

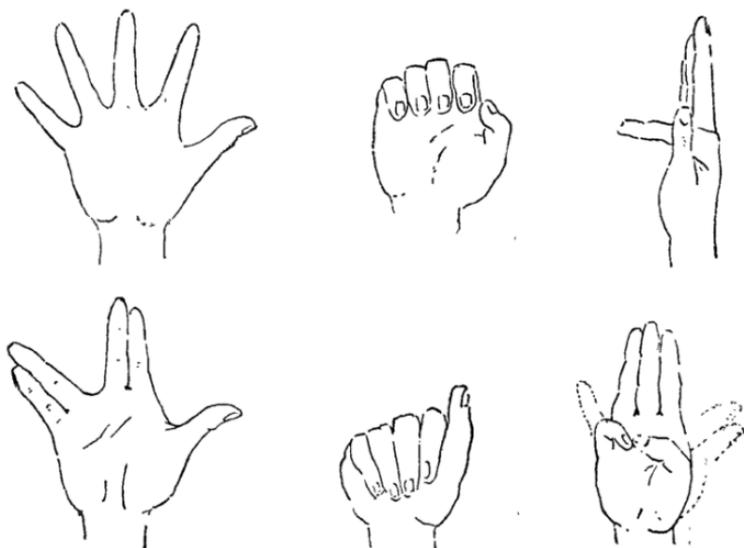


Fig. 200. — Exercices destinés à donner aux doigts une indépendance et une souplesse qui constituent le perfectionnement de la main.

dance des doigts : flexion et extension séparées, mouvements d'abduction et d'adduction, mouvements de circonflexion (fig. 200 et 201). [Dr Albert Reibmayr.]

Les mouvements du poignet et ceux de l'avant-bras, pronation, supination s'ajoutent aux précédents et pétrissent la main beaucoup mieux que tous les exercices directs sur l'instrument, dont l'amplitude est toujours restreinte. C'est le seul moyen d'éviter la raideur et la crispation dès le début des études. M. Macdonald Smith¹ a créé en Angleterre une école pour la préparation de la main au jeu du piano et il obtient des résultats considérables. Nous avons fait beaucoup nous-même pour

1. Macdonald Smith, *Congrès international de l'éducation physique*, 1900.

fixer le mécanisme du violon. C'est au professeur de musique d'enseigner ces choses comme c'est au professeur d'escrime à connaître les mouvements de l'épée (fig. 202, 203, 204, 205, 206).

Il faudrait encore dans tous les conservatoires où l'on fait

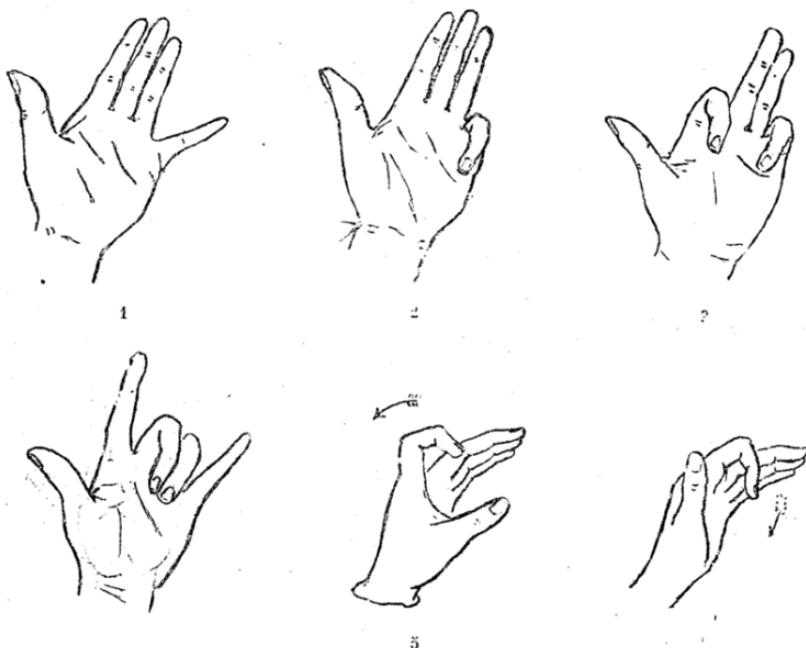


Fig. 201. — Exercices des doigts.

1. Écartement successif des doigts ; — 2, Flexion indépendante de chacun des doigts ; — 3, Flexion simultanée du 1^{er} et du 4^e ; — 4, Flexion simultanée du médius et de l'annulaire ; — 5, Mouvement complet de toutes les phalanges dans lequel l'extrémité du doigt décrit un arc de cercle suivant la flèche (M^e JARLL) ; — 6, Mouvement en sens inverse.

abus du travail et de la précocité établir un enseignement gymnastique général afin de combattre ce que la spécialisation aux instruments de musique peut avoir de désastreux pour la santé.

PRESTIDIGITATION. — Il y a d'autres exercices de la main, chaque métier est à considérer sous ce rapport. Les prestidigitateurs produisent l'illusion par deux moyens¹ : l'habileté

¹ A. Binet, *La psychologie de la prestidigitation*.

manuelle et la suggestion, ils distraient ou attirent l'attention

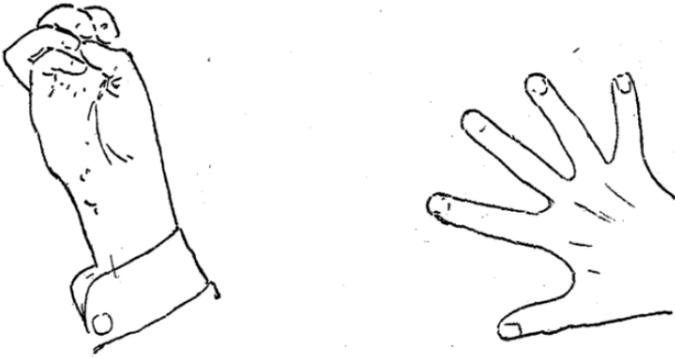


Fig. 202. — Exercices des doigts.

Rapprocher les extrémités des doigts dans la paume de la main et les écarter en étendant les doigts.

du spectateur par leur verbiage; le tour en lui-même est peu de

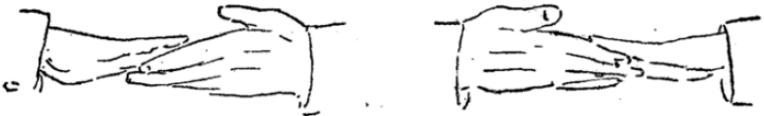


Fig. 203. — Exercices des avant-bras.

Placer successivement les mains en pronation et en supination, paumes en contact (M. SMITH).

chose, il consiste principalement dans une influence suggestive.

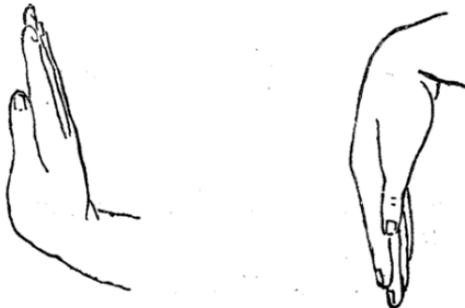


Fig. 204. — Mouvement de flexion et extension de la main.

Cependant il est des tours d'adresse, le saut de coupe en est

un des plus difficiles; on voit (fig. 207) comment se produit la substitution d'une carte à l'autre pendant un léger mouvement de la main qui masque le mouvement principal des doigts.

Les anciens tours connus sous le nom d'escamotage des mus-



Fig. 205. — Mouvement latéral et circumduction du poignet.

cales donnent aux doigts beaucoup de dextérité; il faut un exercice journalier pour y exceller.

Nous ne faisons que les citer en passant à l'appui de notre

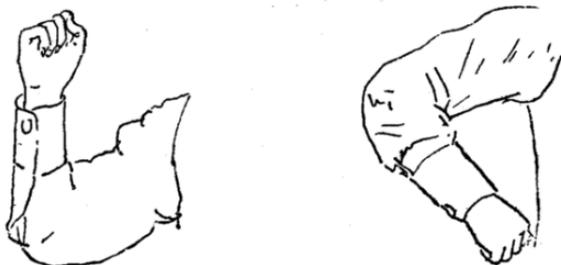


Fig. 206. — Exercice de rotation des bras.

démonstration et pour rappeler combien l'éducation peut perfectionner la main, en rendre la fonction délicate alors qu'elle demeure un instrument grossier si on l'emploie seulement comme organe de préhension.

§ 2. — Mouvements éducatifs.

MOUVEMENTS AYANT UNE QUALITÉ ÉDUCATIVE. — Parmi les innombrables combinaisons de mouvements possibles avec le corps

humain, il en est d'anodines, d'inutiles, de nuisibles, de grotesques, de dangereuses, toutes ne sont pas bonnes ; il ne faut viser dans une méthode d'éducation que le perfectionnement par des moyens conformes à l'organisme humain et aux nécessités de la vie. La valeur d'une méthode se mesure aux avantages réels qu'on en tire. Nous ne voulons pas ici aborder les

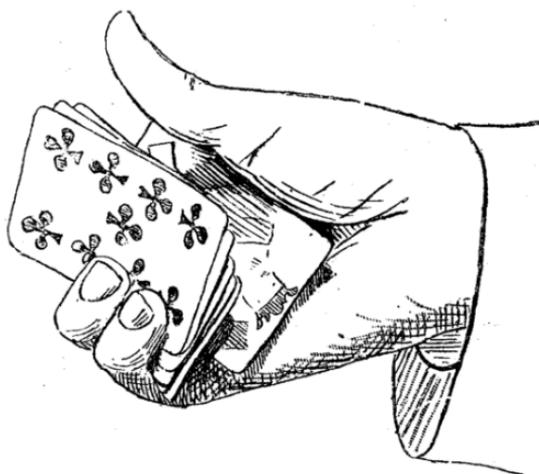


Fig. 207. — Éducation de la main par des tours d'adresse ; saut de coupe d'une seule main (tiré d'une série chronographique).

questions d'enseignement ; il est cependant nécessaire d'attirer l'attention sur certains mouvements utiles présentant un intérêt et une valeur éducative certains. La connaissance de leurs effets n'est pas du ressort de la pédagogie, mais en doit constituer les bases.

Considérons un sujet faisant fi de tout exercice méthodique et ne se livrant qu'aux exercices naturels : s'il joue et s'exerce, nous le voyons s'agiter, courir, sauter, exécuter des mouvements des bras et du tronc, ces mouvements sont ceux de la vie ordinaire ; il les exécute avec plus de violence peut-être, il les répète plus fréquemment ; mais, en se pressant, il étrèque tous ses mouvements ; jamais il n'obtient l'effet si intense de l'amplitude complète sur laquelle nous avons tant de fois insisté. S'il avait de mauvaises attitudes, il les garde, bien plus, il les aggrave. S'il ne fait que des flexions il n'y a pas de raison pour

que les muscles extenseurs se raccourcissent et rétablissent l'harmonie dans sa forme ; le résultat obtenu est la conséquence logique des faits (fig. 208).

AVANTAGE DE LA MÉTHODE DANS LES EXERCICES. — Il serait superflu d'insister sur la supériorité des exercices méthodiques. Ce serait refaire tout le discours sur la méthode de Descartes. En nous



Fig. 208. — Attitudes d'un vélocipédiste et d'un gymnaste montrant l'attitude fléchie de tout le corps.

mettant au simple point de vue de l'amplitude, nous savons, les photographies nous l'indiquent, que librement, dans les jeux, nous ne donnons jamais à nos mouvements articulaires tout leur développement. Jamais l'effacement des épaules, l'extension du bras, l'extension du rachis ne sont assez complets pour contrebalancer les efforts constants de flexion ou l'action fléchissante de la pesanteur. Les mouvements sont trop vite exécutés, sans marquer dans les extenseurs les temps d'arrêt nécessaires à l'effet optimum. Il y a à ce sujet une différence complète entre une leçon d'escrime, de boxe ou de bâton et l'assaut. Dans une leçon, le coup est déterminé à l'avance et l'on a le temps de l'exécuter. Dans l'assaut il en est tout autrement. J'ai eu l'occasion de prendre une grande quantité de séries photographiques de ces exercices, les images obtenues (fig. 210) ne pouvaient se comparer aux images posées (fig. 209) ; les sujets m'ayant servi de modèles ne reconnaissaient plus leurs coups. Ils étaient loin de la pureté de style qu'ils enseignaient. Cela se comprend ; l'assaut

ou le combat sont choses complexes, on cherche à toucher, mais on se prépare constamment à parer et à riposter ; on se retient étant constamment préoccupé du jeu de l'adversaire ; toujours prêt à revenir sur soi-même, on ne se développe pas à fond et l'on donne ses coups en passant par des chemins tortueux, arrondis en quelque sorte ; ce ne sont pas là des mouvements amples.

Un mouvement complet donne aux muscles tout le raccour-

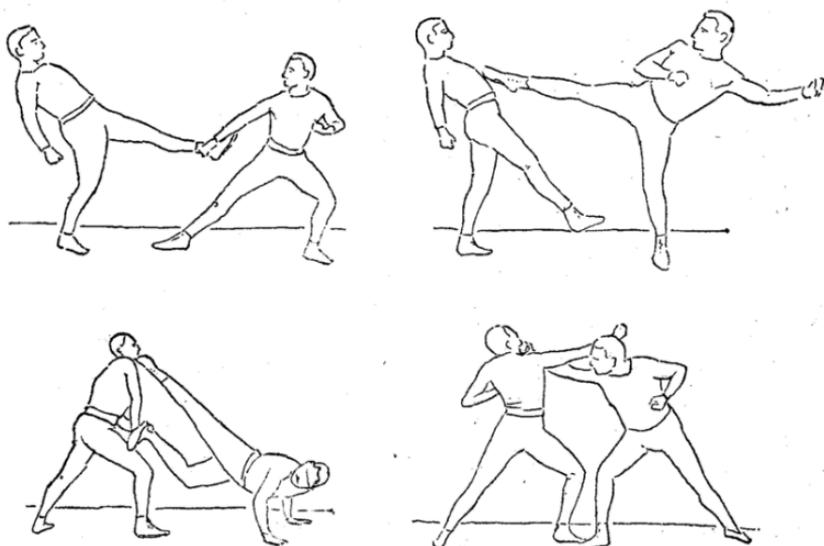


Fig. 209. — Attitudes de la boxe française comme on l'enseigne d'après des photographies posées de M. CHARLEMONT.

Comparer à la figure suivante.

cissement et tout l'allongement dont ils sont capables, tantôt dans l'extension, tantôt dans la flexion en restant contracté un certain temps à fin de course.

Il n'y a pas de milieu, un mouvement est complet ou il est incomplet. Dans ce dernier cas, il ne faut plus en attendre l'effet maximum cherché, ce n'est plus un mouvement gymnastique sur lequel on peut compter pour obtenir un résultat certain au point de vue de la nutrition du muscle. C'est l'amplitude qui constitue l'exercice méthodique, jamais nous ne la voyons dans les exercices de jeux. Ces derniers constituent ainsi une gymnastique incomplète. C'est de l'à peu près.

MOUVEMENTS ORDINAIRES ET MOUVEMENTS GYMNASTIQUES. — Les muscles fléchisseurs sont généralement tous plus raccourcis que les extenseurs ; s'étendre à fond constitue déjà une gymnastique énergique et salutaire, puisque c'est tout le contraire

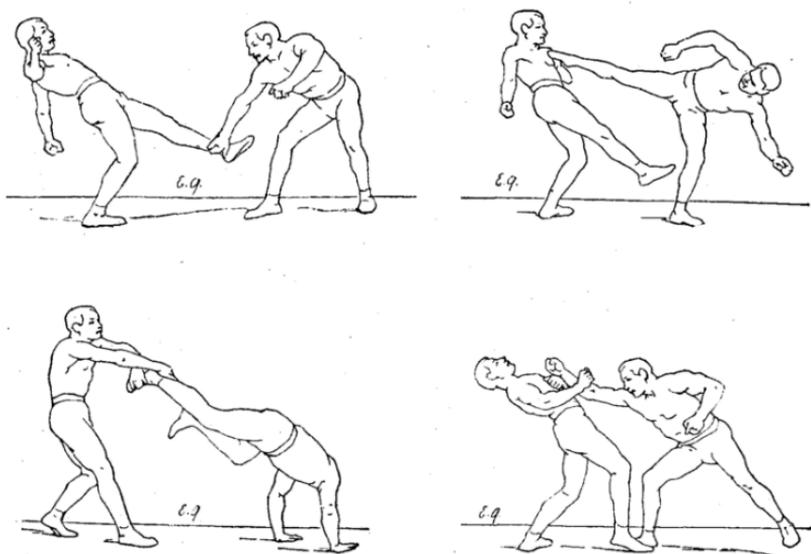


Fig. 210. — Attitudes prises pendant un assaut de boxe d'après des séries photographiques. On voit combien elles diffèrent des mêmes attitudes posées pour la démonstration (fig. 209).

de ce que l'on fait dans les mouvements ordinaires (fig. 211 et 212).

Pour cette raison, nous laisserons de côté une grande quantité d'exercices inutiles puisque nous les faisons sans cesse et nous en choisirons quelques-uns que nous exécuterons avec toute l'amplitude possible pour rétablir l'harmonie dans la forme du corps. On a cru longtemps nécessaire de faire successivement tous les mouvements articulaires dont le corps est susceptible, ou de se servir d'engins pour y rechercher des exercices compliqués et difficiles. L'expérience et le bon sens ont fait merci de ces exagérations.

LE CORPS EST LE MEILLEUR APPAREIL DE GYMNASIQUE. — Le corps

est le meilleur appareil de gymnastique, il suffit de savoir s'en servir. Mais, pour s'améliorer, est-il nécessaire de faire avec son corps toutes les combinaisons de mouvements possibles? Point du tout. Nous n'en avons pas le temps et cela n'est pas utile.

CHOIX, CLASSEMENT ET GRADATION DES EXERCICES. — Le choix des exercices, leur classement et leur gradation, voilà qui importe.

On a sur ce sujet des idées encore bien vagues; l'ordre apparent des classifications usitées généralement cache un désordre et une ignorance profonds.

Il est impossible d'admettre une classification des mouvements basée sur la forme des appareils de gymnastique et de diviser les exercices en deux groupes: ceux qui se font les mains libres et ceux qui s'exécutent aux appareils portatifs ou fixes. Cela n'a rien de sérieux.

Autant vaudrait classer les médicaments d'après la forme des bocaux qui les contiennent en laissant de côté leurs propriétés médicinales.

Tout cela sent l'ignorance et ressemble aux premières classifications de l'histoire naturelle. On mettait alors dans un même groupe des animaux de même couleur ou d'une forme extérieure semblable sans s'occuper de leurs caractères communs, fondamentaux.

Le classement des exercices doit être basé sur leurs propriétés et les avantages qu'ils nous donnent. L'appareil est un procédé, le perfectionnement humain est le but. Tout exercice, tout engin, doit être fait pour l'homme, adapté à ses besoins, jamais nous ne devons accepter un mouvement sans lui reconnaître une propriété physiologique; l'appareil ne doit nous suggérer aucune combinaison sans raison.

Sur quoi baser le choix des exercices? Il est facile de répondre:



Fig. 211. — Schémas indiquant les masses musculaires toujours en action sur le corps dans les attitudes et les mouvements habituels.

f, F, fléchisseurs des doigts et de l'avant-bras; *P*, adducteurs des bras; *Ea*, extenseurs du rachis et du bassin; *E, E'*, extenseurs de la jambe et du pied.

(La figure de droite indique les masses musculaires à fortifier.)

sur les qualités physiques qui nous manquent. L'acquisition de la vigueur et l'utilisation de la force acquise sont deux choses distinctes.

Le développement de la vigueur demande des conditions d'hygiène spéciales, une conformation favorable des organes, une structure générale du corps conforme à la beauté et à la force.

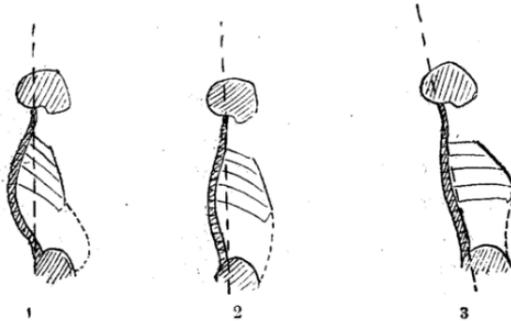


Fig. 212. — Différents degrés d'amplitude dans un mouvement.

1, Attitude penchée en avant (défectueuse); — 2, attitude normale droite; — 3, attitude d'extension (effet gymnastique intense).

L'application toujours dirigée vers la pratique de la vie doit nous apprendre à utiliser au mieux notre énergie sans la gaspiller en pure perte.

Ceci suffit à déterminer notre choix parmi tous les exercices : fortifier l'épaule en la fixant, amplifier le thorax, rectifier les courbures vertébrales et donner de la solidité aux parois abdominales, voilà ce qu'il faut obtenir par des exercices convenables. Il n'est pas besoin de beaucoup d'appareils pour cela.

La question d'hygiène a été réglée ailleurs. Il faut vivre à l'air pur, s'exposer à la lumière, dépenser une certaine dose de travail, il faut aussi des soins de la peau, de la nourriture saine et de la gaieté pour y satisfaire. Les jeux de plein air remplissent mieux que toute gymnastique ces conditions. Mais ils sont incomplets, il y a des exercices beaucoup plus parfaits pour obtenir une forme et une attitude correctes. Les jeux et le mouvement augmentent l'activité de la nutrition, les exercices méthodiques s'emparent de ce mouvement nutritif et le dirigent en le localisant dans les parties faibles du corps.

La leçon de plancher d'un effet hygiénique bien faible est au

contraire parfaite au point de vue de la forme, mais il ne faut y laisser que des exercices intensifs et utiles. Nous les avons étudiés ailleurs. Il faut susciter l'effort et le porter où il est nécessaire (fig. 212).

ATTITUDES FONDAMENTALES ACTIVES. — On suscitera l'effort en

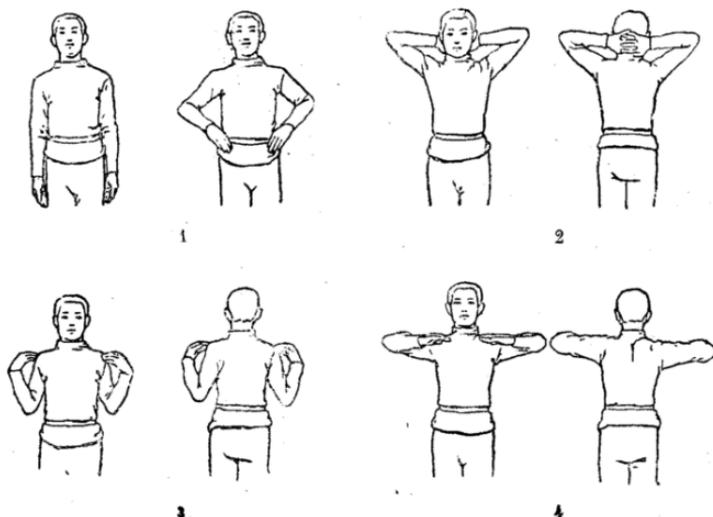


Fig. 213. — Attitudes fondamentales actives usitées dans la gymnastique scolaire.

1, mains aux hanches ; — 2, mains à la nuque ; — 3, mains aux épaules ; — 4, mains à la poitrine.

prenant des attitudes actives exigeant déjà pour être maintenues des contractions localisées à ces parties faibles, ayant un effet certain de redressement. On conservera ces attitudes pendant tous les exercices (fig. 213).

IL FAUT DÉVELOPPER LES PARTIES FAIBLES DU CORPS. — Les parties faibles sont les muscles du dos et les muscles de l'abdomen. En maintenant les coudes dans le plan des épaules, on fixera les omoplates fortement contre le thorax par l'action des rhomboïdes, trapèzes, etc., et cette action continue sera indépendante du mouvement des bras.

Les attitudes, mains aux hanches, mains à la nuque, mains aux épaules et mains à la poitrine produisent cet effet.

La 1^{re} est simple et bonne sans demander un effort considérable ;

La 2^e rectifie la position de l'épaule et redresse activement la région cervicale ;

La 3^e maintient les omoplates rapprochées ; elle est le point de départ pour les mouvements verticaux des bras ;

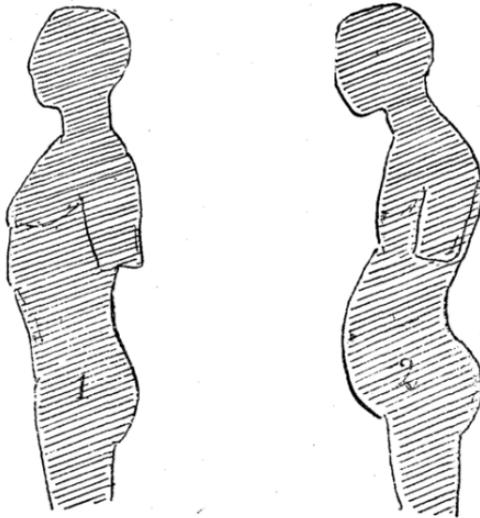


Fig 214. — 1, Type thoracique ; — 2, Type abdominal.

Pour passer du second au premier, il faut fortifier les muscles du dos et de l'abdomen.

La 4^e produit le même effet sur l'épaule ; elle est le point de départ pour le mouvement horizontal des bras. Les avant-bras pourront s'étendre ou se fléchir, le bras et l'épaule se maintiendront fixes et la contraction permanente des fixateurs de l'épaule subsistera toujours :

COMBINAISON DES ATTITUDES DES BRAS AVEC LES DIFFÉRENTES STATIONS ET FENTES. — En associant ces attitudes à différentes fentes et aux inclinaisons du tronc en avant, en arrière et de côté on obtient un effet des plus énergiques, plus énergique que ne le permet aucun appareil de gymnastique¹.

1. Voir G. Demeny, *Guide du maître chargé des exercices physiques*, 2^e édition ; Paris, de Rudeval.

La figure 215 montre les combinaisons de la station droite avec les inclinaisons du tronc en avant, en arrière et de côté et les mouvements de bras en partant des attitudes initiales.

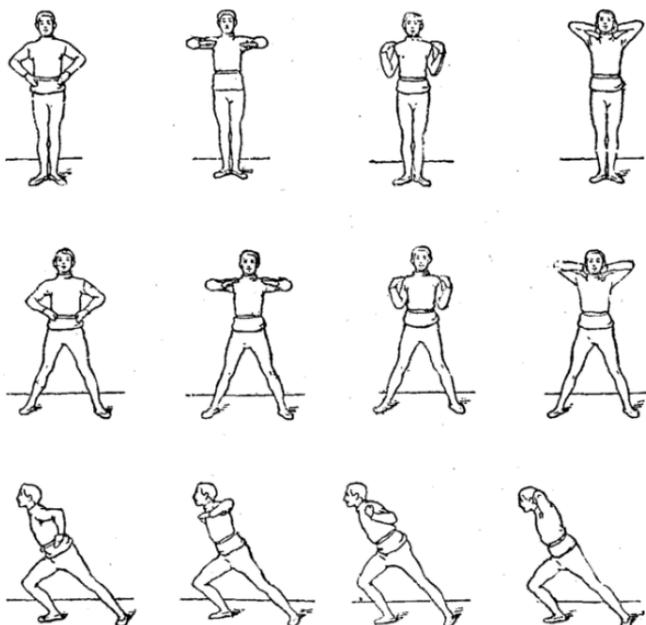


Fig. 215. — Combinaison de la station droite, de la fente latérale et de la fente en avant avec les attitudes des bras : mains aux hanches, à la nuque, aux épaules et à la poitrine.

Les figures 216 et 217 montrent les combinaisons des fentes en avant, en arrière et latérale avec les inclinaisons du tronc et les mouvements des bras horizontaux et verticaux.

Ces mouvements se comprennent facilement, ils procèdent d'une manière bien simple. Dans toutes les fentes il y a inclinaison du tronc et la jambe inclinée se trouve tendue dans le prolongement de la ligne d'inclinaison du tronc. Inclinaison du tronc en avant, jambe tendue en arrière ; inclinaison du tronc en arrière, jambe tendue en avant ; inclinaison du tronc de côté, jambe tendue du côté opposé à l'inclinaison. La dernière attitude n'est pas absolument nécessaire, l'immobilisation du bassin se fait mieux en fente latérale les jambes tendues.

Cette manière de procéder fixe les attitudes d'une façon précise et permet une gradation très facile ; en effet, à une fente plus ouverte correspond une inclinaison plus grande de la jambe tendue et par conséquent une inclinaison plus grande du tronc.

Il y a encore bien d'autres combinaisons possibles de ces

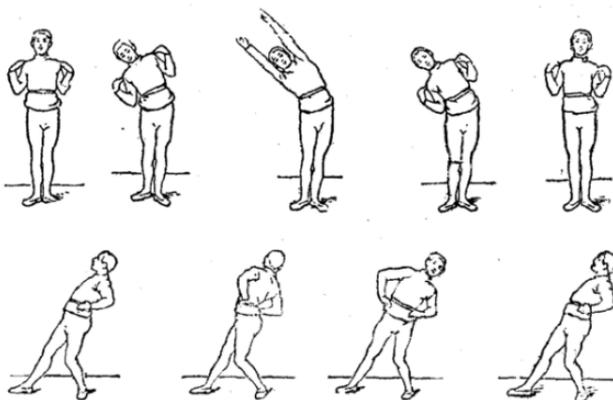


Fig. 216. — Attitudes énergiques utilisant le poids du corps et combinant les attitudes fondamentales avec les mouvements du tronc et des bras pour augmenter l'intensité de l'effet produit.

attitudes du corps ; nous renvoyons le lecteur aux ouvrages classiques de MM. Törngren, Norlander et Liedbeck.

Si l'on ajoute à ces exercices les mouvements naturels exécutés avec une cadence rapide, nous sommes en possession d'une quantité considérable d'éléments variés dont le choix seul pourra nous embarrasser.

EFFETS DIFFÉRENTS DES ATTITUDES ET DES MOUVEMENTS VIFS. — Cependant nous ne saurions trop le répéter, la différence d'effets entre les exercices ordinaires et les exercices à attitudes soutenues et extensions complètes est fondamentale.

Les exercices de vitesse sont presque nuls au point de vue esthétique, ils ont une certaine action sur la circulation du sang, mais cette action est toute mécanique elle est due aux contractions musculaires et aux actions centrifuges des mouvements de circumduction. Il ne faut pas confondre cet effet avec les

échanges nutritifs à la suite d'une dépense considérable de travail, échanges qui modifient la composition du sang et activent les réparations de l'organisme. Ce travail intime constitue l'effet hygiénique proprement dit, il ne doit pas être confondu avec une action mécanique favorisant le cours du sang et même avec le passage de l'air dans le poumon sans échanges gazeux.

Les exercices esthétiques d'attitudes ont certainement un

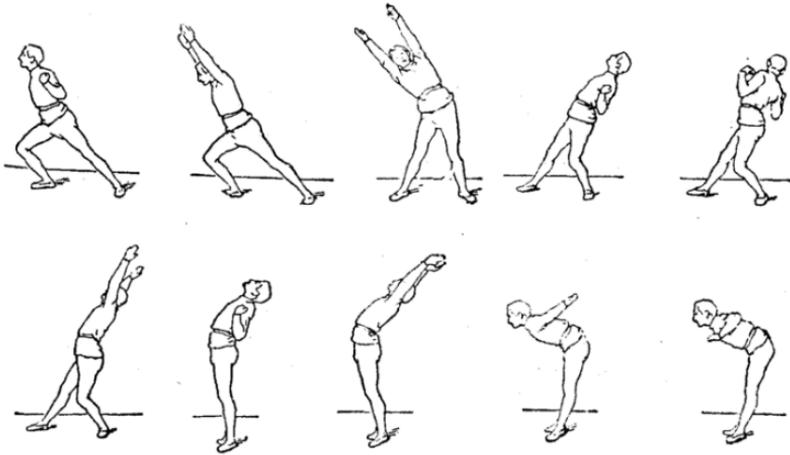


Fig. 217. — Combinaisons des fentes, inclinaisons et torsions du corps avec les mouvements des bras.

effet hygiénique par cela seul qu'ils favorisent les fonctions en donnant de l'aisance aux organes, au poumon, au cœur et aux gros vaisseaux, en activant aussi la circulation abdominale, mais ils sont avant tout esthétiques, comme les jeux de plein air sont avant tout hygiéniques.

PRÉJUGÉS SUR LES MOUVEMENTS SACCADÉS ET L'EFFET DES POIDS ADDITIONNELS. — Les attitudes soutenues et les mouvements doivent s'associer et ne peuvent se remplacer. Nous avons combattu l'erreur consistant à attribuer aux exercices ordinaires des membres plus d'effet sur le développement normal, parce qu'ils seraient exécutés plus brutalement ou les mains chargées de poids additionnels.

Il y a peut-être plus de confusion, plus de désordre et d'intensité dans les contractions, mais point d'effet esthétique plus

grand. Ce dernier ne peut dépendre que des associations des efforts localisés en vue du but à atteindre.

Dans les attitudes précédentes usitées dans la gymnastique suédoise, il y a antagonisme constant entre l'effort des extenseurs raccourcis au maximum et la tonicité des fléchisseurs, entre les pectoraux et grands dorsaux, entre les extenseurs du rachis et les muscles de l'abdomen.

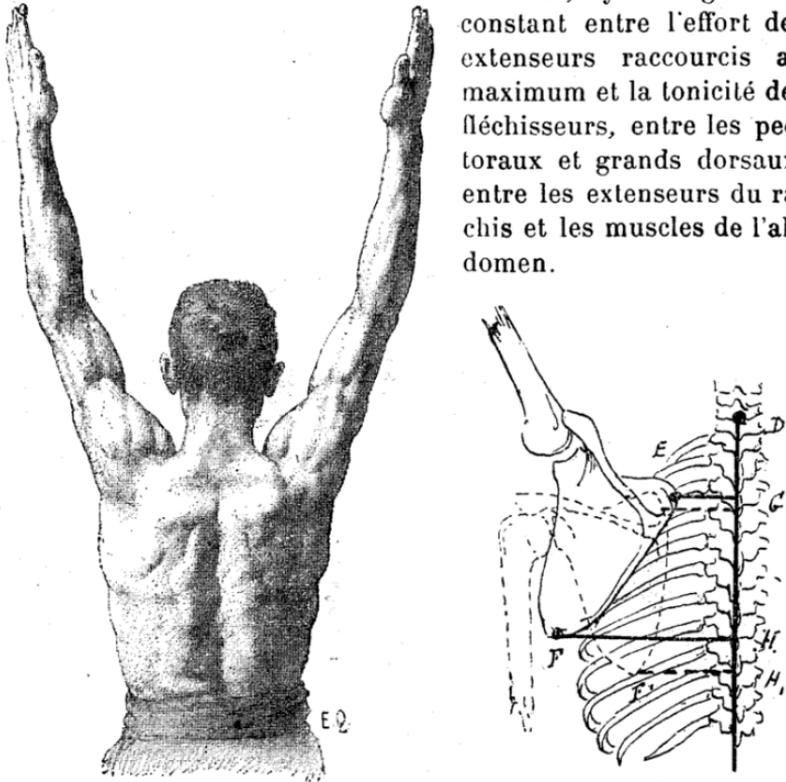


Fig. 218. — Élévation des bras dans le plan des épaules montrant le mouvement de bascule de l'omoplate et la contraction énergique des muscles fixateurs de l'épaule.

FH, F'H', distances de l'angle inférieur de l'omoplate à la ligne médiane; on voit que le mouvement de bascule se fait autour de l'angle supérieur E qui reste presque fixe.

L'inclinaison du corps vient augmenter l'effort nécessaire à l'extension. Les bras élèvent le centre de gravité du tronc et forment un balancier énergétique (fig. 218).

Dans le mécanisme de l'élévation verticale du bras, le grand dentelé est chargé de faire basculer l'omoplate pour porter les bras de la position horizontale à la position verticale. L'action du grand dentelé est oblique, s'insérant aux côtes sur le côté, il

attire nécessairement l'omoplate en bas et latéralement. Les omoplates tendent à s'écarter en basculant et à glisser sur les parois de la poitrine. L'élévation du bras à ses dernières limites n'est obtenue que par le mouvement de l'omoplate, c'est pourquoi il est extrêmement difficile de maintenir correctement la position. Il faut pour cela le concours de la portion inférieure

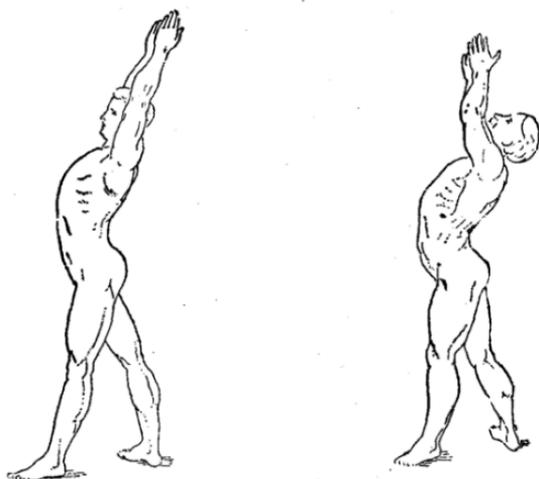


Fig. 219. — Attitude d'élévation des bras, correcte et incorrecte, d'après LING (effet esthétique).

et moyenne des trapèzes, etc., du rhomboïde et de l'angulaire etc. (fig. 218 et 219) pour tirer en arrière l'omoplate et amener le bras fixé à celle-ci par le deltoïde et sus-épineux dans le prolongement du tronc.

UTILITÉ DE LA CORRECTION DANS L'ATTITUDE. — La correction dans l'attitude est l'indice certain d'un effort très énergique et bien localisé. N'est-ce pas remplir toutes les conditions voulues pour tirer des exercices naturels tout le bénéfice possible. La saillie de la poitrine et l'effacement de l'abdomen, le redressement de la région cervicale et lombaire, l'ouverture des pieds, les mouvements étendus de ceux-ci, l'extension des doigts sont également des choses essentielles obtenues certainement par l'extension correcte de tous les segments (fig. 219).

Ainsi compris les mouvements libres ont un caractère défini,

utile, assuré, ce ne sont plus les vagues assouplissements mous et sans effet ou secs et brutaux produisant des chocs dans les tendons et les ligaments articulaires. La vitesse ne doit pas être la seule garantie de l'énergie déployée, nous avons vu qu'elle n'exige que des contractions instantanées des muscles, contractions passant d'un groupe musculaire à son antagoniste sans transition et sans durée (voy. p. 102).

Ce n'est pas là une bonne manière de dépenser son énergie, on peut être énergique sans se presser et sans être brutal, ce serait même pour notre race française une qualité de savoir dominer sa nervosité, du moins momentanément. Cela n'empêche pas de mettre toute la vivacité possible dans la détente du coup de jarret et du bras quand nous faisons des exercices de sauts, de boxe et de lancer.

La souplesse ne s'obtient pas de cette façon, mais par l'éducation des mouvements, par leur indépendance et par l'ordre des contractions musculaires amenant l'affinement des centres nerveux.

Notre gymnastique militaire d'application a sa raison d'être, mais les mouvements préparatoires usités dans l'armée ont si peu de rapport avec le but à obtenir, qu'il serait préférable de les abandonner si on ne veut les modifier¹.

L'amplitude est factice, l'effet est apparent puisque à fin de course, dans les mouvements précipités, ce sont justement les antagonistes qui entrent en jeu pour produire du travail négatif et retenir le mouvement.

ERREUR DU CLASSEMENT DES MOUVEMENTS D'APRÈS LEUR FORME EXTÉRIEURE. — Il existe une méthode imaginée par M. Happel classant les mouvements suivant leur forme géométrique extérieure. C'est la méthode sexlatérale². Le principe consiste à exécuter indistinctement tous les mouvements du corps et à répéter chacun d'eux dans les six directions de l'espace. Si l'homme était un mannequin composé d'un squelette et de muscles, le problème serait résolu, mais il possède malheureusement des organes délicats, un système nerveux sensible,

1. Depuis que ces lignes ont été écrites, la réforme a été faite dans l'armée (voir le règlement nouveau de la gymnastique 1902).

2. J. HAPPEL. *Le Maintien et le Mouvement de l'homme sain*.

une circulation à ménager, des poumons qui ne peuvent être troublés dans leur fonctionnement, on ne peut se tourner de toutes façons dans l'espace ni exécuter impunément des efforts dans toutes les attitudes et toutes les directions. Le changement d'attitude change la nature et la proportion de l'effort, il change toutes les conditions physiologiques ; varier la direction d'un mouvement n'est pas un moyen assuré de produire un effet différent ou inverse. Chaque exercice n'est pas si simple, il nécessite une analyse spéciale, analyse délicate dans laquelle l'orientation joue un rôle complexe puisqu'elle influe sur le cours du sang, sur les centres nerveux et sur la grandeur des résistances à vaincre.

La classification géométrique des mouvements d'après leur orientation n'a donc rien de physiologique, elle ne tient pas compte de la dépense de travail, elle est tout au plus un moyen mnémonique à l'usage des sociétés de gymnastique qui ne veulent point approfondir leur enseignement. Le travail de M. Happel est considérable, son ouvrage est une mine de matériaux, mais l'auteur soucieux d'un ordre factice n'a rien donné de substantiel à l'éducateur ; il a réuni tous les éléments possibles du mouvement comme un chimiste réunirait tous les corps de la nature sans en indiquer les propriétés utiles ou nocives. Il ne suffit pas d'être chimiste pour être pharmacien, quand la sélection n'est pas indiquée, l'abondance des matériaux devient une cause de désordre et de trouble pour l'esprit.

CLASSEMENT PHYSIOLOGIQUE DES EXERCICES. — Autre chose est le système de Ling auquel nous avons fait de larges emprunts, nous réservant de les justifier et de les compléter. Les principes de la méthode suédoise sont la nature humaine elle-même, on ne peut que s'y soumettre, on en critiquera les détails dans l'application, mais toutes adjonctions devront être faites dans le même esprit et pour amener l'accord plus parfait entre les moyens et le but. C'est le premier système ayant un plan et qui tienne debout, c'est là sa force à la condition qu'il progresse¹.

Le classement des exercices doit avoir pour base le genre de travail dépensé et leur effet psychique. Nous avons précisé

1. G. Demeny. *L'Éducation physique en Suède*, 2^e édition ; Paris, Société d'éditions scientifiques.

ailleurs la violence de l'exercice et montré combien différent au point de vue de leurs dangers et de leurs avantages les mouvements exigeant des contractions locales intenses et ceux qui dépendent une grande somme de travail généralisé.

Les troubles graves de l'effort et de l'essoufflement ont été indiqués à ce propos ; nous reviendrons sur l'effet psychique, mais déjà nous savons combien différent les exercices réglés à l'avance, devenus presque automatiques et ceux qui demandent au contraire l'intervention continue de l'attention et de la volonté (voir *Bases scientifiques*).

La gymnastique suédoise vise presque exclusivement le côté esthétique, elle laisse encore dans le vague certains effets non moins importants du mouvement, la résistance à la fatigue, l'effet moral et l'effet économique. La science n'était pas assez avancée au temps de Ling pour préciser ces points essentiels qui sont les bases de l'éducation physique moderne. Nous avons essayé de combler cette lacune ¹.

PRÉJUGÉS AU SUJET DES APPAREILS DE GYMNASTIQUE. — On rencontre encore bien des préjugés qui ont pour point de départ une vague conception des effets de l'exercice. Ainsi pour beaucoup s'exercer consiste à faire du mouvement sous une forme quelconque et des efforts intenses, incohérents même.

Marcher ou courir est si naturel qu'on ne songe pas à considérer la marche ou la course comme un exercice gymnastique, tandis que la gymnastique semble commencer dès que l'on est suspendu par les mains. C'est là l'effort extrême, c'est là le summum de l'énergie dépensée et tous les exercices doivent avoir leur couronnement dans les exercices aux appareils. Nous avons vu combien cette manière de concevoir l'éducation physique est erronée.

La suspension par les mains est le moins violent des exercices puisqu'il ne dépense presque pas de travail et les habiles arrivent à faire presque tous les mouvements par élan. Si dans la locomotion avec les bras les efforts musculaires sont pénibles, nous en trouvons la raison dans la disproportion entre le poids du corps à mouvoir et les muscles moteurs ; c'est à cause de l'interversion des points fixes et de l'emploi de ces muscles à un usage pour lequel ils ne sont pas construits (fig. 17).

1. Demeny. *Plan d'un enseignement supérieur de l'éducation physique.*

Les exercices de locomotion avec les mains ne constituent pas une progression avec les exercices libres, c'est autre chose. C'est évidemment une gradation pour les muscles abaisseurs des bras, mais cette gradation est mauvaise puisque tout d'un coup ils sont chargés de mouvoir le corps au lieu de mouvoir le bras, leur rôle normal.

Ce sont de plus des exercices spéciaux puisqu'ils localisent les contractions dans un groupe restreint de muscles. Nous verrons comment on peut établir une progression réelle et généraliser leur effet.

L'APPUI N'EST PAS L'OPPOSÉ DE LA SUSPENSION.

— L'erreur est plus grande encore d'opposer les exercices d'appui aux exercices de suspension et de croire à leur effet complémentaire, ce qui dispenserait de faire autre chose, c'est-à-dire de restreindre la gymnastique à ces seuls exercices.

Nous allons par une analyse succincte comparer ces deux sortes de mouvements.

PARALLÈLE DE LA SUSPENSION ET DE L'APPUI. STATION A LA SUSPENSION. — Il y a deux variétés de suspension :

La suspension étendue et la suspension fléchie (fig. 220).

La station en suspension allongée n'exige au besoin que la contraction des fléchisseurs des doigts qui font alors l'office de crochets et supportent tout le poids du corps. L'omoplate en continuité avec le bras par les ligaments articulaires et les muscles qui s'y rattachent tend à être soulevée en masse après avoir effectué son mouvement de bascule ordinaire ; aussi la contraction des trapèzes (partie inférieure), celle des dorsaux et pectoraux qui bien que légère, agit indirectement sur le moignon de l'épaule, est-elle indispensable pour soulager l'articulation *scapulo-humérale* et établir des liens entre l'épaule et le tronc (fig. 221).



Fig. 220. — Suspension par les mains à deux barres horizontales parallèles.



Fig. 221. — Région postérieure du dos. Muscles grand dorsal et trapèze.

Ainsi, pendant que les rotateurs du bras, les longues portions des biceps et des triceps maintiennent la tête de l'humérus contre la cavité glénoïde, le tronc tout entier est suspendu à l'omoplate et à la clavicule par les côtes et le sternum au moyen des muscles qui s'y insèrent, les côtes sont soulevées au maximum, la dilatation du thorax est complète. C'est pourquoi les mouvements respiratoires, surtout ceux des côtes inférieures sont presque supprimés pendant la suspension allongée, et la respiration presque totalement exécutée par le *diaphragme*.

Les jambes sont suspendues au tronc sans contraction nécessaire, les ligaments et les muscles distendus donnent même lieu à une sensation de lourdeur vague dans l'aîne si la suspension est suffisamment prolongée.

Les courbures de la colonne dorsale et lombaire tendent à s'effacer. Cette station offre donc de grands avantages surtout au point de vue de l'ampliation du thorax, *mais cet allongement est absolument passif, s'il y a des actions musculaires, elles sont toutes fléchissantes.*

La suspension d'une seule main est plus pénible, son manque de symétrie peut être utilisé dans les cas de déviation.

La suspension doit se faire les bras demeurant parallèles, à l'écartement des épaules, les mains soit en pronation, soit en supination.

Plus l'écartement des mains est grand, plus les omoplates tendent à être écartées l'une de l'autre, plus les muscles qui les rapprochent (rhomboïdes, portion moyenne des trapèzes en particulier), se contractent, plus vite aussi vient la fatigue.

STATION A L'APPUI TENDU. — Dans la station à l'appui, le corps repose par les mains sur des obstacles fixes, sur deux barres parallèles par exemple, par l'intermédiaire des bras. Le tronc et les jambes sont suspendus à l'axe des épaules par l'intermédiaire des omoplates, des clavicules et des muscles qui relient ces os au tronc, muscles dont les insertions à ce dernier sont inférieures à celles du bras et de l'épaule (fig. 222).

Tout le poids du corps est donc transmis aux têtes humérales et la réaction des points d'appui, conséquences de ce poids, a pour effet de faire basculer en masse l'omoplate et la

clavicule, en soulevant le moignon de l'épaule, et en écartant son angle inférieur de la ligne médiane.

Pour s'opposer à ce mouvement de bascule ainsi qu'à l'élévation en masse du scapulum, le concours énergique des rhomboïdes surtout des parties moyenne et inférieure des trapèzes est nécessaire ainsi que celui des dorsaux qui ramènent indirectement les épaules en arrière, en agissant sur l'humérus.

Le bras est maintenu en extension par les triceps et l'équi-

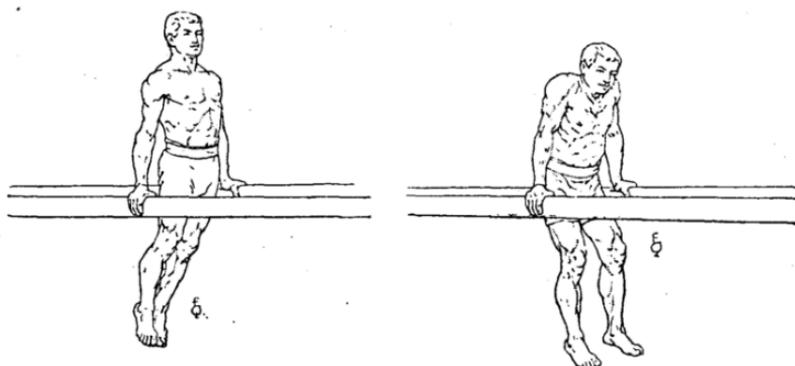


Fig. 222. — Bonne et mauvaise station à l'appui.

libre ne nécessite pas d'effort musculaire considérable lorsque les segments sont amenés dans le prolongement l'un de l'autre, l'olécrâne venant buter dans la cavité olécranienne.

Les fléchisseurs et extenseurs de la main et des doigts qui s'insèrent à l'humérus peuvent aussi concourir à la stabilité.

Les jambes sont suspendues au tronc, par les ligaments et muscles qui relient le fémur au bassin ; les contractions ne sont pas nécessaires, la pression atmosphérique les remplace en partie.

L'inconvénient de cette station est de ne point exiger les contractions musculaires vraiment indispensables à la dilatation thoracique.

Il en résulte que les mouvements, peuvent être bons ou mauvais suivant la manière dont ils sont exécutés.

Si en effet, la contraction des dorsaux et trapèzes n'intervient pas pour abaisser l'omoplate et attirer en arrière le moignon de l'épaule, les épaules seront élevées, la poitrine déprimée, et la

station à l'appui deviendra extrêmement défectueuse à tous les points de vue (fig. 222).

Notons aussi la pression consi-

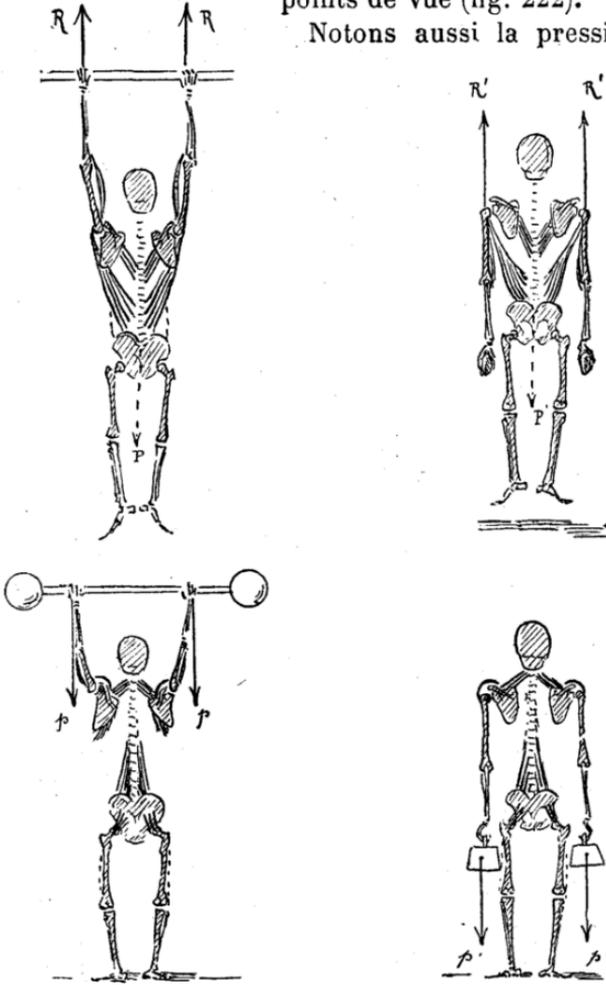


Fig. 223. — Parallèle de la suspension et de l'appui sur les mains.

P P' , poids du corps; RR $R' R'$, réactions des barres aux points de suspension; pp $p' p'$, effet contraire d'un poids soutenu les bras élevés ou abaissés. Les muscles en action ont été indiqués par des traits forts.

dérable, supportée par le carpe, pression qui devient douloureuse par l'abus.

Si nous rapprochons ces deux analyses, nous voyons de part et d'autre une action verticale : le poids du corps ayant pour

effet de soulever l'épaule. Cette action verticale ne peut susciter que d'autres actions verticales opposées, c'est-à-dire mettre en jeu les muscles abaisseurs du moignon de l'épaule et du bras (fig. 223).

La suspension et l'appui exigent donc à peu près les mêmes contractions ; la seule différence est dans la position différente de l'omoplate et l'extension des avant-bras.

Le poids du corps tire dans un cas sur l'épaule dans la suspension et pousse verticalement dans l'appui.

Aucune action horizontale des muscles du dos n'est définie. Cependant cette action peut être surajoutée, seulement elle peut être énergique ou bien insuffisante, ceci explique les bonnes et les mauvaises attitudes prises pendant l'appui et la suspension.

La contraction n'est plus localisée dans les muscles du dos comme dans les attitudes esthétiques rapprochant les omoplates, cet effet est contrarié au contraire par la difficulté de l'attitude et l'effort considérable qu'elle nécessite. Les contractions agissant sur l'attitude de l'épaule sont indépendantes des contractions nécessaires à la suspension et à l'appui et finalement la suspension et l'appui n'ont pas d'action plus intense au point de vue de la correction de l'attitude de l'épaule que les mouvements sur le sol, ils suscitent surtout des réactions toutes fléchissantes (fig. 223).

DÉFAUTS INHÉRENTS AUX EXERCICES DE SUSPENSION ET D'APPUJ. — Il manque à ces exercices de suspension et d'appui la variété d'effets ; de plus, le corps étant vertical, la résistance à vaincre est le poids du corps entier du moment que les pieds ont quitté le sol ; les exercices de suspension et d'appui ne sont donc pas non plus des exercices gradués.

En réalité ce sont des exercices spéciaux, ils ne doivent pas être pratiqués exclusivement mais alternés avec d'autres exercices suscitant des réactions musculaires horizontales,



Fig. 224. — Appui sur le sol et sur les mains à deux perches verticales. — Effort des pectoraux.

il faut encore les graduer en ne passant pas immédiatement à la suspension et à l'appui par les mains, mais en conservant encore sur le sol un point d'appui, c'est-à-dire en ne faisant pas

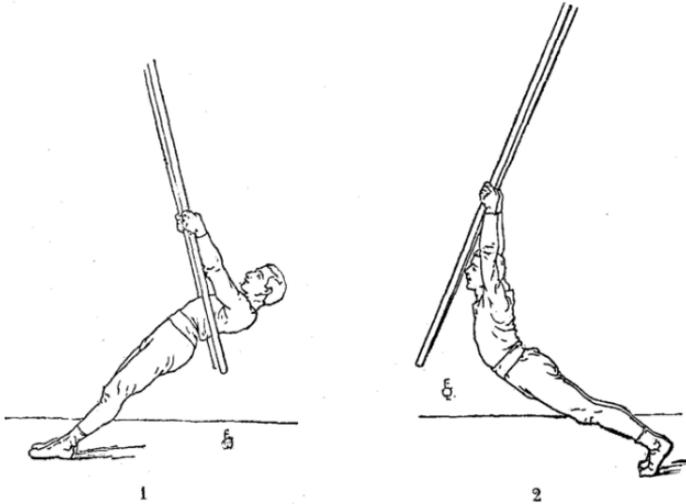


Fig. 225. — Suspension oblique à deux perches mobiles.

1, Effort des dorsaux ; 2, effort des pectoraux et abdominaux.

porter le poids du corps exclusivement par les mains (fig. 224 et 225).

Il n'est pas difficile de voir que l'inverse de la suspension et de l'appui serait de porter des poids dans les mains, les bras tendus verticalement dans l'élévation ou l'abaissement, ou encore de se tenir en équilibre sur les mains (fig. 223).

COMBINAISONS DIVERSES DES RÉISTANCES POUVANT S'EXERCER SUR LE CORPS VERTICALEMENT, HORIZONTALEMENT ET OBLIQUEMENT. — Examinons les combinaisons principales des résistances pouvant s'exercer sur le corps verticalement, horizontalement et obliquement. Il nous sera facile d'analyser les contractions musculaires qu'elles suscitent en nous demandant dans quel sens commencerait le mouvement si la contraction musculaire venait à cesser. Rappelons-nous que :

« La réaction musculaire est égale et opposée à la résistance à vaincre ».

« Les muscles dont on remplace la fonction tombent dans le relâchement ».

Le corps étant vertical la résistance à vaincre peut être verticale, horizontale ou oblique.

RÉSISTANCE VERTICALE DIRIGÉE VERS LE HAUT

Les bras élevés parallèles : effort d'abaissement de l'épaule

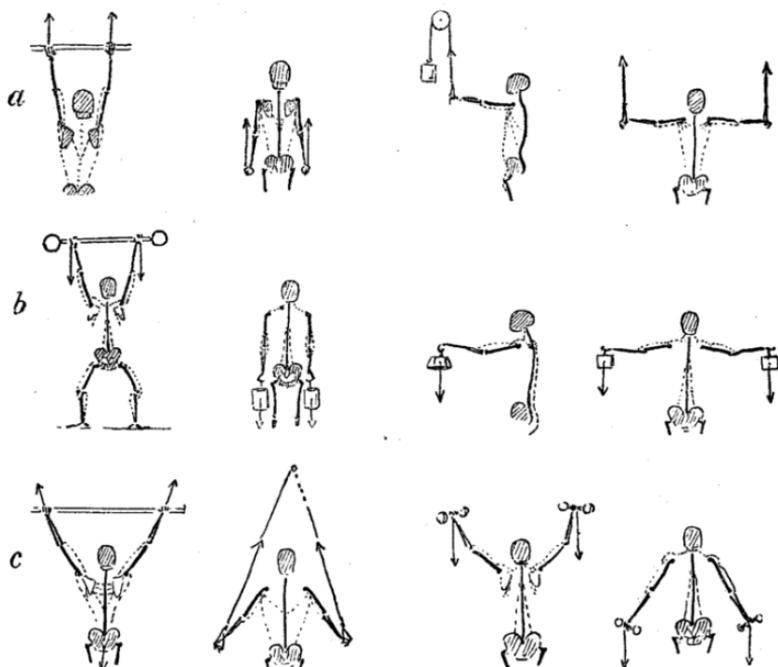


Fig. 226. — *a*, Résistance dirigée vers le haut et réactions musculaires qu'elle suscite ; — *b*, résistance dirigée vers le bas avec les réactions musculaires ; — *c*, résistance oblique en haut et oblique en bas.

Les masses musculaires entrant en jeu ont été indiquées par des pointillés.

et de flexion des bras et du tronc ; exemple : suspension allongée (fig. 226 *a*).

Les bras abaissés : effort d'abaissement et d'extension des bras ; exemple : appui tendu.

Les bras en avant : effort d'abaissement et de flexion du tronc ; exemple : appareils à contrepoids.

Les bras de côté : effort d'adduction ; exemple : appareils à contrepoids.

RÉSISTANCE VERTICALE DIRIGÉE VERS LE BAS

Les bras élevés : effort d'extension des bras et du tronc ; poussée contre une barre (fig. 226, b).

Les bras abaissés : effort de flexion des bras et d'extension du tronc ; porter des fardeaux à la main.

Les bras en avant : effort d'élévation et d'extension du tronc ; haltères.

Les bras de côté : effort d'élévation et d'extension du tronc ; haltères.

RÉSISTANCE OBLIQUE EN HAUT

Les bras obliques en haut : effort d'abaissement de flexion des bras et de rapprochement des omoplates ; suspension bras écartés (fig. 226, c).

Les bras obliques en bas : effort d'abaissement des omoplates ; appui bras écartés.

RÉSISTANCE OBLIQUE EN BAS

Les bras obliques en bas : effort de flexion des bras et d'extension du tronc ; tirer sur des cordes attachées au sol.

Les bras obliques en haut : effort d'extension des bras et du tronc ; poussée contre une barre (fig. 226, c).

RÉSISTANCE HORIZONTALE EN AVANT

Les bras en avant : effort de flexion des bras et d'extension du tronc ; traction sur un contrepoids, luttés (fig. 227).

Les bras de côté : effort d'abduction des bras et de rapprochement des omoplates, extension du tronc ; traction par un contrepoids, luttés.

Les bras élevés : effort d'abduction et d'élévation des bras et d'extension du tronc ; traction par un contrepoids, luttés.

Les bras abaissés : effort d'adduction des bras et de flexion du tronc ; traction par un contrepoids, luttés.

RÉSISTANCE HORIZONTALE EN ARRIÈRE

Les bras en avant : effort d'extension des bras et de flexion du tronc; traction par un contrepoids, luttés (fig. 228).

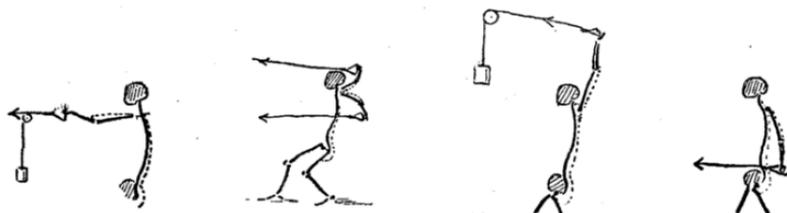


Fig. 227. — Résistance horizontale en avant.

Les bras de côté : effort d'adduction des bras et de flexion du tronc; traction par un contrepoids, luttés.

Les bras élevés : effort d'abaissement des bras et de flexion du tronc; traction par un contrepoids, luttés.



Fig. 228. — Résistance horizontale en arrière.

Les bras abaissés : effort d'adduction des bras et d'extension du tronc; traction par un contrepoids, luttés.

RÉSISTANCE HORIZONTALE DE CÔTÉ

Les bras en avant, traction en dehors : effort d'adduction des bras (pectoraux) et de torsion du tronc; appareils à contrepoids, luttés (fig. 229).

Poussée en dedans : effort d'abduction et de torsion du tronc; appareils à contrepoids, luttés.

Bras de côté, traction en dehors : effort de flexion des bras

et des pectoraux, rapprochement des omoplates; appareils à contrepoids, luttés.

Poussée en dedans : effort d'extension des bras; appareils à contrepoids, luttés.

Les bras élevés, résistance en dehors : effort d'élévation des bras; appareils à contrepoids, luttés.

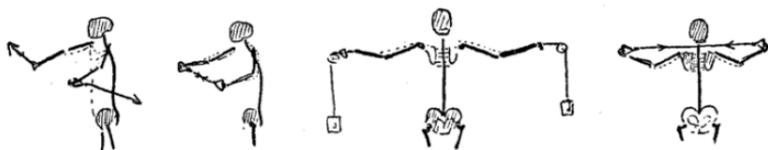


Fig. 229. — Résistance horizontale de côté, en dehors et en dedans.

En dedans : effort d'abaissement des bras; appareils à contrepoids, luttés.

Les bras abaissés, résistance en dehors : effort d'adduction des bras; appareils à contrepoids, luttés.

En dedans : effort d'élévation des bras; appareils à contrepoids, luttés.

CORPS OBLIQUE EN AVANT

Effort des extenseurs du tronc : sur un banc, dans la fente en avant ou couché.

CORPS OBLIQUE EN ARRIÈRE

Effort des fléchisseurs du tronc; exemple : dans la fente arrière ou assis sur un banc.

A L'APPUI SUR LES MAINS ET SUR LES PIEDS

Le ventre au sol : effort des extenseurs et adducteurs des bras et fléchisseurs du tronc.

Le dos au sol : effort des abducteurs des bras et des extenseurs du tronc.

A l'espalier : effort des fixateurs de l'épaule et extenseurs du tronc.

Appuyé contre des perches fixes : effort des adducteurs et extenseurs du bras.

Les pieds sur le sol, les mains à une barre : effort des fléchisseurs des bras et fixateurs de l'épaule.

CORPS OBLIQUE DE CÔTÉ

Debout : fléchisseurs latéraux du tronc du côté opposé.

A l'appui sur la main et sur le pied : adducteurs ou abducteurs du bras suivant l'inclinaison du bras sur le sol, fléchisseurs latéraux du tronc.

CORPS HORIZONTAL

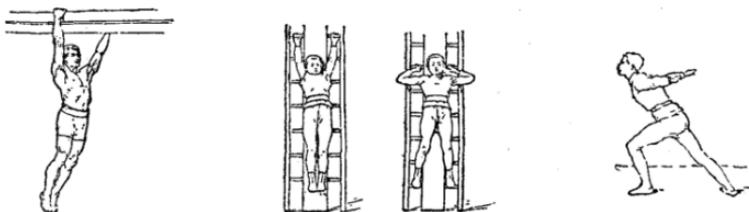
Couché sur un lit : repos.

Couché raide sur deux obstacles : face au sol, effort des fléchisseurs du tronc ; face en l'air, extenseurs du tronc.

De côté en suspension latérale : fléchisseurs du bras élevé, extenseurs du bras abaissé ; fléchisseurs latéraux du côté opposé au sol.

Suspension d'un bras et appui de l'autre : fléchisseurs et extenseurs respectifs.

CLASSEMENT D'APRÈS L'ACTION MÉCANIQUE. — Dans tous ces exemples le classement est fait d'après l'action mécanique des



1. Suspension allongée.

2. Echelle dite orthopédique.

3. Lancer les bras horizontalement.

Fig. 229 *ois.* — Exercices dont l'action extensive est purement passive.

L'effet réel est de susciter les actions fléchissantes des muscles pectoraux sans améliorer la position de l'épaule, ni localiser la contraction dans les dorsaux utiles au redressement.

résistances sur les groupes musculaires, il n'est certainement pas complet, mais il vaut toujours mieux qu'un classement fait d'après la forme géométrique extérieure du mouvement. Il existe beaucoup de mouvements où les bras sont portés en abduction en arrière ou en élévation sans que pour cela les abducteurs ou muscles du dos soient nécessairement sollicités, la résistance à vaincre porte au contraire entièrement sur les muscles pectoraux. Ces exercices n'ont donc qu'un effet nul et même contraire à la fixation de l'épaule, au redressement du rachis et à la dilatation thoracique (fig. 224).

EFFET APPARENT DES MOUVEMENTS. — Dans les mouvements indi-

qués dans les figures 224, 225, 2, 229 bis, 3, l'ouverture ou l'abduction des bras est passive et produite par la résistance à vaincre. La contraction porte sur les pectoraux, les muscles du dos effaçant les épaules sont relâchés.

L'analyse élémentaire la plus simple suffit à détruire les préjugés existant à cet égard.

GRADATION D'INTENSITÉ DES EXERCICES. — La gradation des exercices est une condition essentielle de leur efficacité et de leur adaptation convenable à l'état de chacun.

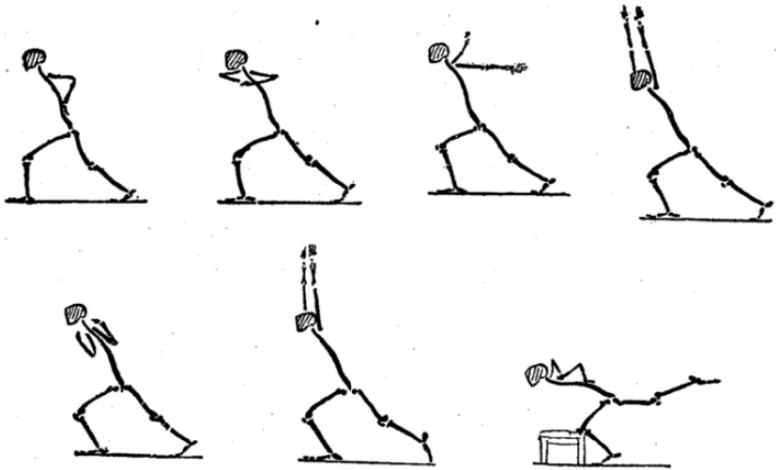


Fig. 230. — Gradation dans les exercices de fentes. — Contraction des extenseurs; muscles du dos.

La gradation se base sur la *violence* de l'exercice et sur sa *complication*.

La *violence de l'exercice* peut consister, nous l'avons vu précédemment, dans les *efforts statiques* intenses suscités dans les luttes, poids, grimper, attitudes, résistances à vaincre, ou dans une *grande dépense de travail dans un temps donné* (marches, courses, sauts, ascensions de montagne...), les deux facteurs du travail sont la masse à mouvoir et la vitesse de progression.

La complication de l'exercice demande un effort d'attention et une action coordinatrice des centres nerveux.

Les éléments de gradation sont généralement obtenus dans la pratique par des positions fondamentales plus difficiles,

inclinaisons plus grandes du corps, une amplitude plus complète des mouvements, une durée plus longue des contractions soutenues, une rapidité plus grande dans la cadence, une répéti-



Fig. 231. — Gradation dans les exercices en fente latérale s'adressant aux extenseurs.

tion plus fréquente de l'exercice et une combinaison plus compliquée des mouvements.

Somme toute une bonne gradation doit être conforme à

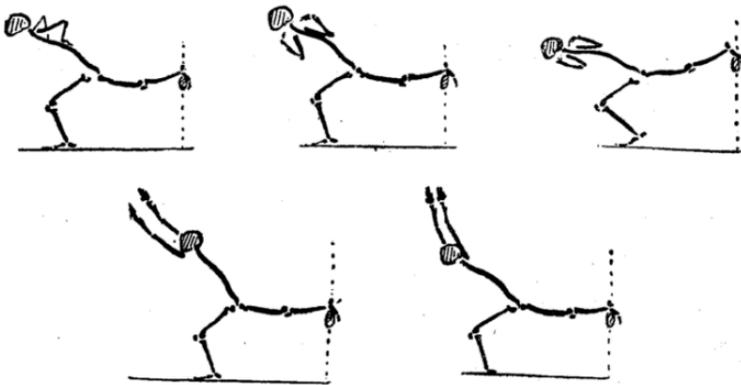


Fig. 232. — Gradation dans l'intensité des contractions des extenseurs, corps incliné, pied accroché à l'espalier.

l'évolution de l'élève et produire en définitive un effet utile plus intense.

Nous citons ci-contre quelques exemples de séries graduées formant des familles de mouvements et usitées dans l'Institut central de gymnastique de Stockholm. Ces séries nous ont été indiquées par le professeur Silow (fig. 230 à 242).

Dans les exemples cités on reconnaîtra combien l'amplitude de l'exercice exerce d'effet sur sa violence et l'intensité des

contractions surtout lorsqu'on reste dans la position finale (voy. fig. 242).

Classification physiologique des mouvements (voir note 2).

ÉCHELLES JUMELLES. — Les échelles jumelles sont éminemment propres à établir une gradation dans les exercices d'appui et de suspension. Elles permettent :

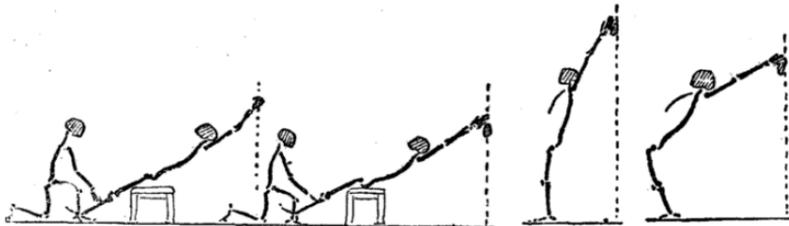


Fig. 233. — Exercices gradués en position inclinée, appui au mur, et s'adressant aux muscles fixateurs de l'épaule.

1° Des appuis sur les mains le corps reposant à terre (fig. 243 à 245).

2° Des appuis sur les échelons avec les mains et les pieds (fig. 246).

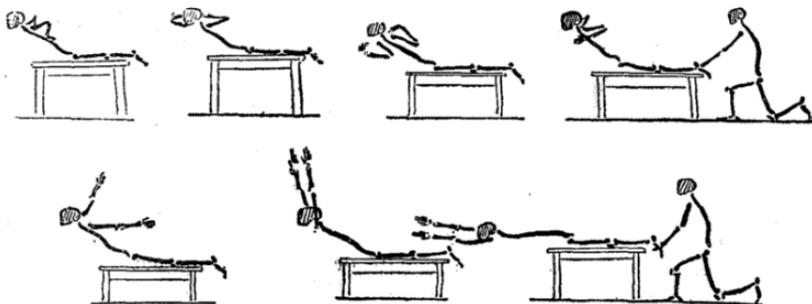


Fig. 234. — Exercices gradués en position couchée s'adressant aux muscles du dos.

3° Des suspensions et des appuis sur les échelons avec les mains seulement (fig. 247).

Le poids du corps étant réparti sur les mains et sur les pieds, l'effort musculaire des bras peut être ainsi gradué, ce qui n'aurait pas lieu en se suspendant totalement par les mains. Les échelons peuvent être saisis à des hauteurs variables les



Fig. 235. — Exercices gradués pour les muscles de l'abdomen en station droite et à l'appui sur un banc.



Fig. 236. — Exercices gradués pour les muscles de l'abdomen étant couché sur le dos.

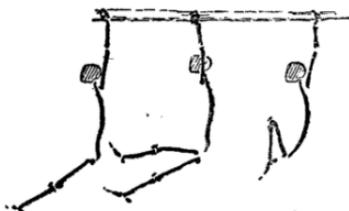


Fig. 237. — Exercices gradués pour les muscles de l'abdomen en suspension allongée.

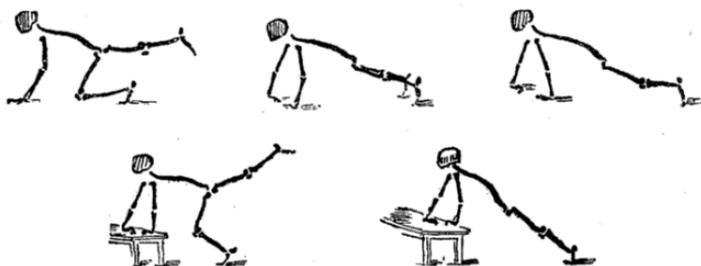


Fig. 238. — Exercices gradués pour les muscles de l'abdomen étant à l'appui oblique.

pieds reposant sur le sol, cela permet une obliquité du corps et

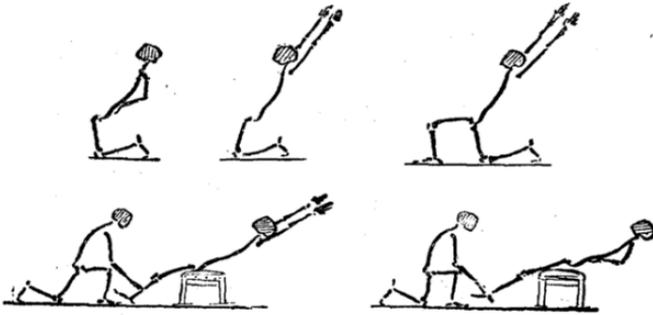


Fig. 239. — Exercices gradués pour les muscles de l'abdomen étant à genoux ou assis sur un banc.

par suite des contractions intenses des muscles du dos et des muscles de l'abdomen (fig. 244 et 247).

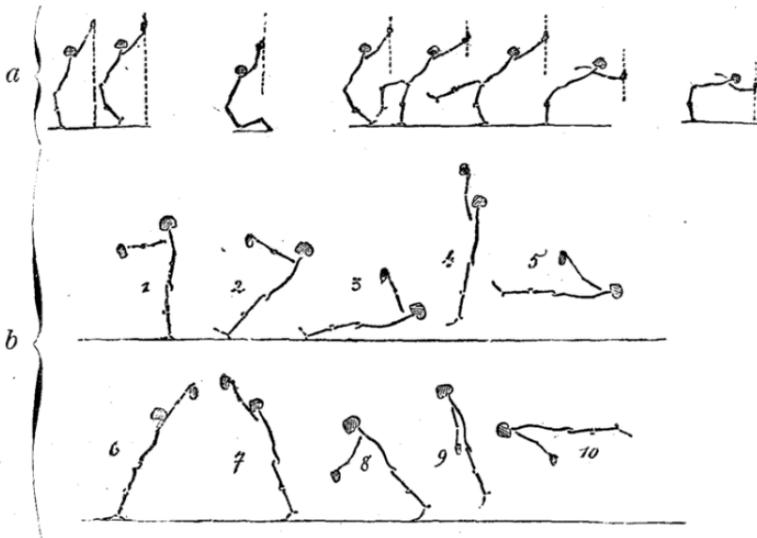


Fig. 240. — *a.* Exercices gradués pour les muscles de l'abdomen à l'espalier suédois (traction sur la barre); *b.* Exercices gradués de suspension et d'appui.

EXERCICES SUR LES BANCs. — Pour obtenir ces effets utiles les appuis sur le sol suffisent au besoin et nous avons vu qu'un simple banc et l'aide d'un opposant permettent des attitudes

obliques et couchées sollicitant énergiquement les contractions des muscles fléchisseurs, extenseurs et fléchisseurs latéraux

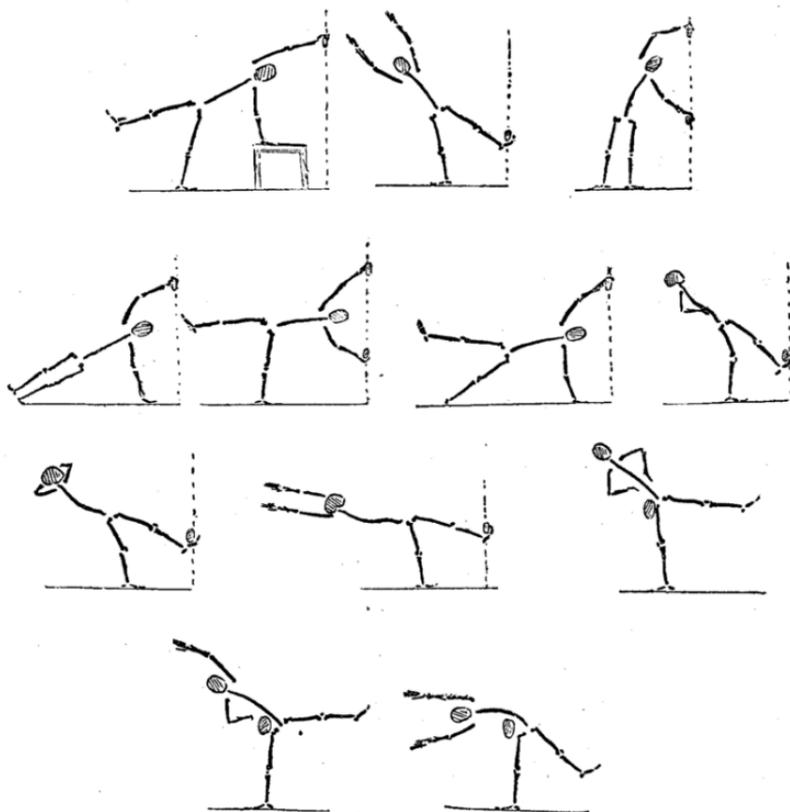


Fig. 241. - Divers exercices gradués usités en Suède et s'adressant particulièrement aux muscles latéraux du tronc.

du tronc associées aux muscles du dos fixateurs de l'épaule et à la dilatation du thorax (fig. 248).

Les exercices les plus énergiques ne sont pas forcément ceux qui en ont l'air ou qui se pratiquent aux appareils.

Un mouvement d'abduction des bras en arrière exécuté les mains libres et en marquant un temps d'arrêt à fin de course est plus énergique que le même mouvement exécuté avec élan et avec haltères.

La masse additionnelle ne constitue pas ici une gradation à

moins de changer l'attitude du corps et d'exécuter le mouvement lentement en position horizontale (fig. 249).

Tous les exercices précédents pourraient ainsi être exécutés

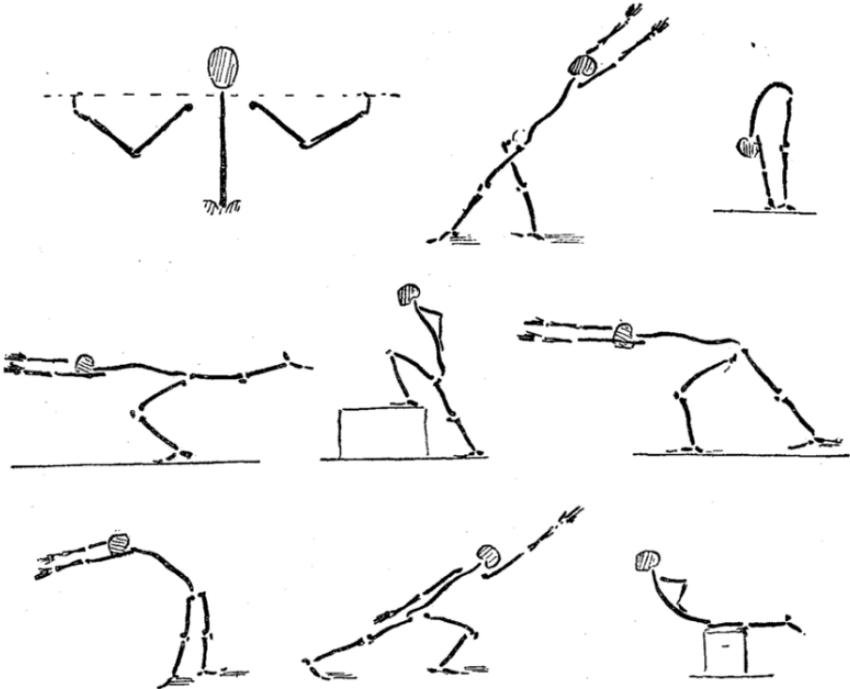


Fig. 242. — Exemples de mouvements gymnastiques demandant une grande énergie à cause de leur amplitude considérable (Tirés de la *Gymnastique de LING*).

avec haltères mais il faut bien faire attention à l'attitude. Suivant que le poids de l'haltère passe en avant ou en arrière du corps, il tend à produire l'adduction ou l'abduction du bras, la flexion ou l'extension du tronc (fig. 250).

EXERCICES DE BARRES. — L'adjonction d'une barre dans la main n'est pas non plus un élément de gradation, bien au contraire. On recommande journallement pour effacer les épaules et prendre une bonne attitude de passer une barre dans les coudes et derrière le corps. Les épaules sont ainsi portées en arrière, il est vrai, mais cet effet est tout à fait passif, il n'est pas dû à

l'effort des muscles ; la barre s'appuyant sur le dos est un point



Fig. 243. — Écartement latéral des jambes avec appui sur les échelons.

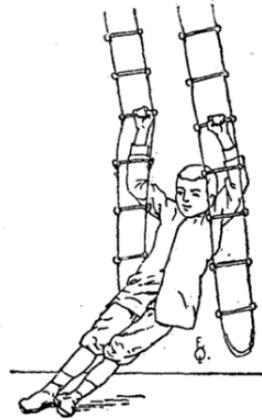


Fig. 244. — Suspension inclinée du corps, les mains aux échelons; les pieds sur le sol.

d'appui pour les coudes et c'est la solidité de la barre qui pro-

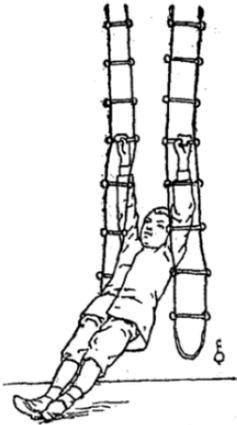


Fig. 245. — Suspension aux échelles le corps incliné latéralement.



Fig. 246. — Abduction des jambes (effort des adducteurs).

duit l'abduction du bras ; l'action musculaire porte au contraire

sur les pectoraux pour serrer la barre avec les coudes. C'est une action analogue à celle des bretelles orthopédiques, remplaçant l'action musculaire (fig. 251 et 252) et laissant par suite se relâcher les muscles qu'il faudrait contracter. L'usage d'une barre est ainsi inutile ou nuisible, il ne constitue pas un degré plus intense dans l'effet produit.



Fig. 247. — Flexion des extrémités inférieures en suspension allongée.

Il en est de même si l'on tient la barre au-dessus de la tête les bras écartés et si on la fait descendre ainsi le long du dos en pliant les bras. Si la barre ne touche ni la tête ni les épaules c'est grâce à un effort musculaire intense rejetant les bras dans le plan des épaules, dans ce cas la barre devient inutile ; on peut l'enlever, les bras resteront fixés dans leur

position, l'épaule restera effacée. Si la barre s'appuie contre la

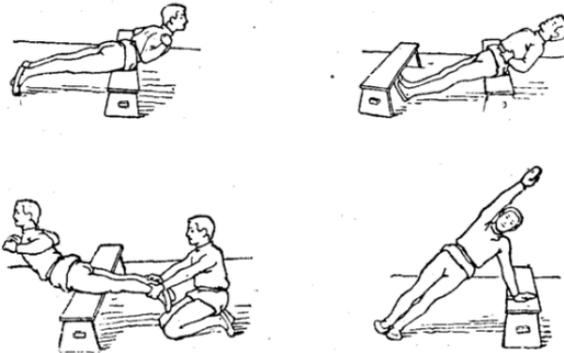


Fig. 248. — Exercices sur les bancs sollicitant la contraction énergique des muscles du dos et de l'abdomen.

tête et les épaules, il y a alors pression des mains contre la barre, action des muscles antérieurs de la poitrine et relâchement des muscles du dos ; la barre devient nuisible (fig. 253).

La barre étant au-dessus de la tête, si on la tire avec les deux

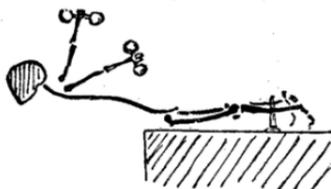


Fig. 219. — Sujet couché sur le ventre et écartant latéralement les bras. Les haltères placés dans la main exigent dans cette position un effort considérable des muscles du dos.

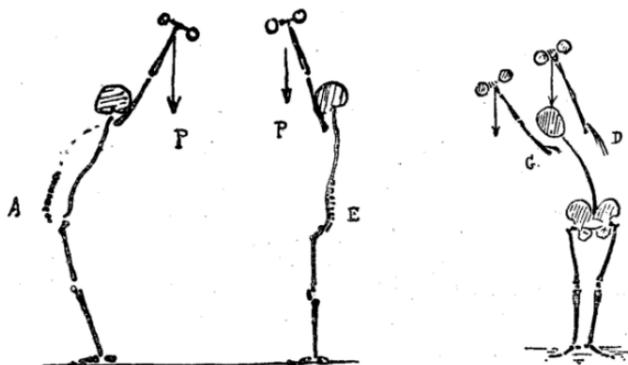


Fig. 250. — élévation des bras avec haltères.

On voit le poids P de l'haltère provoquer la contraction des muscles abdominaux A ou extenseurs du rachis E suivant que la main est portée en arrière ou en avant du corps. Les pectoraux s'opposent dans le premier cas à l'abduction exagérée du bras.

Dans la figure de droite l'inclinaison latérale fait contracter d'un côté les deltoïdes G, de l'autre les grands dorsaux D.

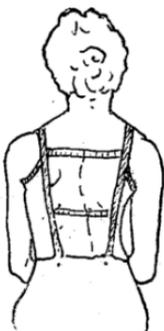


Fig. 251. — Bretelles dites orthopédiques.



Fig. 252. — La barre appuyée derrière la tête et derrière le dos remplace l'action des muscles qui effacent les épaules et ne produit qu'un effet illusoire.



mains, comme pour l'allonger (fig. 254) il se produit un mouve-

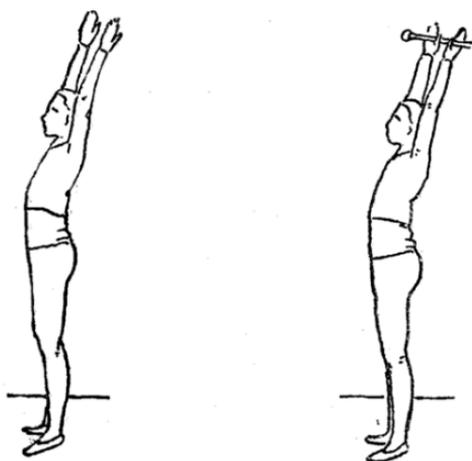


Fig. 253. — La barre élevée au-dessus de la tête n'ajoute rien à l'effort des fixateurs dans l'élévation des bras.

ment d'abduction des bras en arrière attribué à tort aux

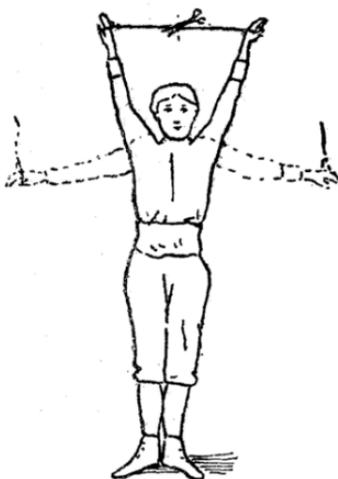


Fig. 254. — Expérience mettant en évidence les puissances musculaires agissant dans l'élévation des bras avec un lien qui réunit les deux mains. Le lien étant rompu, on voit les bras s'abaisser de côté sous l'action des fléchisseurs contractés.

muscles éleveurs et fixateurs de l'omoplate. Pour analyser ce qui se passe, nous nous servons d'un procédé très simple

et très démonstratif. Au lieu d'une barre, nous prendrons une corde sur laquelle nous opérerons la traction, puis la corde bien tendue, nous la coupons instantanément (fig. 254) et nous voyons alors les bras tomber de côté avec force. L'effort musculaire est ainsi mis en évidence, c'était une action des grands dorsaux et point du tout une action des fixateurs de l'omoplate.



Fig. 255. — Exercice avec la barre en bois.

Fig. 256. — Barre horizontale tenue derrière le dos.

Fig. 257. — Passer la barre derrière le dos.

Conclusion : la barre remplace en partie l'action des muscles dorsaux et fait obtenir passivement l'attitude qu'on devrait obtenir volontairement.

La barre devient inutile ou nuisible si on l'appuie sur le corps ; et le redressement du tronc et la fixation de l'épaule en arrière sont obtenus avec plus d'intensité avec les mouvements exécutés librement dans le plan des épaules qu'avec une barre. Cette vérité peut s'étendre à bien des appareils de gymnastique¹. Ainsi la gradation croissante dans l'effet correctif de l'attitude droite pourrait être faite comme il suit :

Bretelle orthopédique.	0 (fig. 231)
Haltère.	0 (fig. 183)
Barre au-dessus de la tête.	1 (fig. 253)
Élévation des bras dans le plan des épaules.	2 (fig. 219)
— le corps incliné obliquement.	3 (fig. 230)
Couché horizontalement sur le ventre	4 (fig. 248)
Couché avec haltère.	5 (fig. 249)
Debout appuyé au mur	6 (fig. 233)

1. L'échelle orthopédique par exemple.

Ces mouvements correspondent aux figures indiquées.

On fait avec les barres d'autres exercices. On exécute des mouvements de circumduction des bras d'avant en arrière de

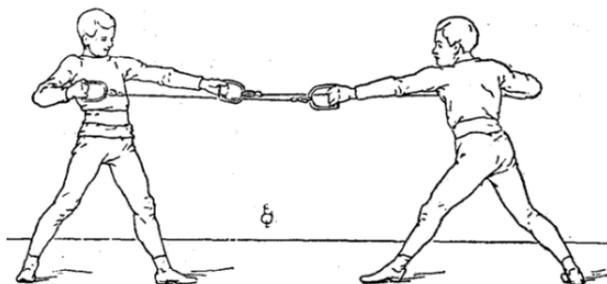


Fig. 258. — Lutte au moyen d'une traction horizontale des bras.

façon à amener ainsi la barre jusqu'au contact du corps (fig. 255, 256 et 257).

Ces mouvements fatiguent l'articulation de l'épaule et la

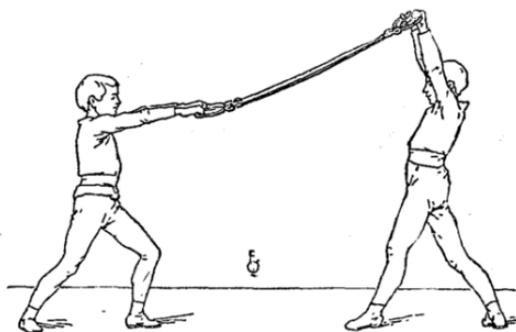


Fig. 259. — Opposition à l'élévation des bras par une traction faite au moyen de poignées.

partie antérieure et postérieure des deltoïdes constamment mis en jeu, s'ils sont répétés trop souvent et exécutés avec des barres de fer trop lourdes. Ils ont encore l'inconvénient de provoquer l'ensellure.

Les barres à sphères lourdes ont sur les haltères lourds l'avantage d'être un poids symétrique; elles établissent une liaison entre les deux mains et contribuent ainsi à la stabilité. Dans les mouvements de flexion de l'avant-bras, la barre vient

au contact du thorax et s'oppose un peu à l'effacement des épaules.

Avec de longues barres on peut exécuter des mouvements à deux et des oppositions et des luttes.

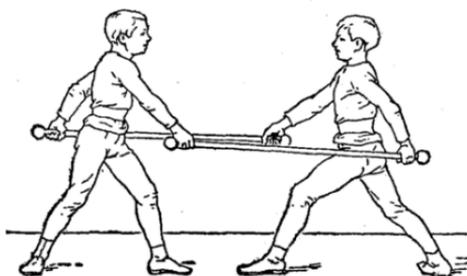


Fig. 260. — Opposition des bras avec mouvement de balancement au moyen de bâtons (contraction des muscles pectoraux et des muscles de l'abdomen).

OPPOSITIONS ET LUTTES. — Les oppositions deux à deux ou luttes raisonnées donnent lieu à des exercices variés qui per-

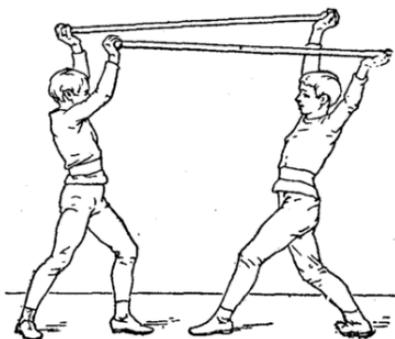


Fig. 261. — Oppositions avec les barres ; — Contraction énergique des muscles de l'abdomen.

mettent de diriger la résistance dans toutes les directions et de la graduer avec toutes les nuances possibles d'intensité.

L'opposant doit pour cela se rendre compte de l'effet produit sur son camarade ; il doit se rappeler que l'effort musculaire suscité est, à chaque instant contraire aux mouvements qu'il produit.

On peut exécuter ces oppositions avec la main, mais cela est malpropre et gêne l'étendue des mouvements. Avec des cordes terminées par des poignées on transmettra des tractions, avec des bâtons rigides, des tractions et des poussées.

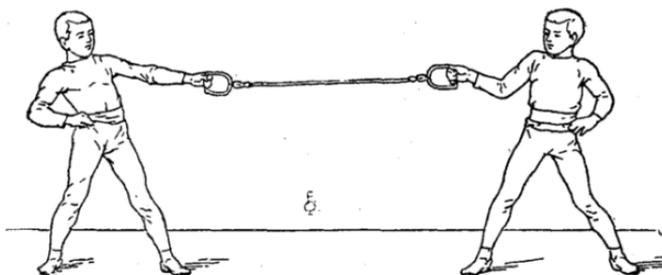


Fig. 262. — Opposition au moyen de cordes à poignées. Effort des muscles latéraux du tronc.

Les mouvements d'opposition bien raisonnés et bien exécutés renferment tous les éléments de la meilleure gymnastique de développement, mais ils demandent de la part des exécutants des connaissances et une volonté qui sont loin d'être générales.

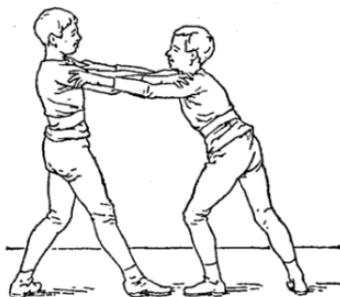


Fig. 263. — Lutte des épaules.

La gymnastique médicale suédoise les emploie constamment et en tire le plus grand avantage. Une grande partie de ces mouvements sont applicables à la gymnastique de chambre et à la gymnastique scolaire ; toutefois pour cette dernière il faut être prudent

et en faire un choix sérieux. Il faut chercher surtout à produire les contractions des muscles du dos et de l'abdomen par des tractions horizontales. Il faut veiller à ce que les oppositions ne dégèrent point en luttes brutales. La résistance opposée doit être continue, le mouvement lent, l'amplitude complète et jamais on ne doit donner d'à-coups.

Les cordes des poignées seront toujours tendues et les attitudes correctes. Chaque adversaire devra remplir tour à tour le

rôle actif et celui d'opposant ; en voici quelques exemples choisis pour amener la contraction dans les fixateurs de l'omoplate et les extenseurs de la colonne vertébrale (fig. 258 à 261).

L'exercice (fig. 262) met en jeu les fléchisseurs latéraux du

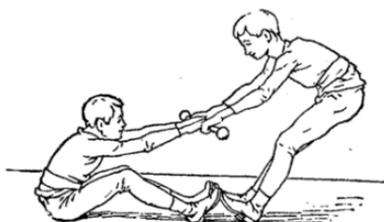


Fig. 264. — Lutte au moyen d'un bâton (effort d'extension du tronc).

tronc ; on peut faire des combinaisons de ces exercices et y ajouter la difficulté de l'équilibre.

Si l'un des opposants tournait le dos à son camarade, tout l'effet serait changé pour lui ; ce seraient alors les muscles flé-

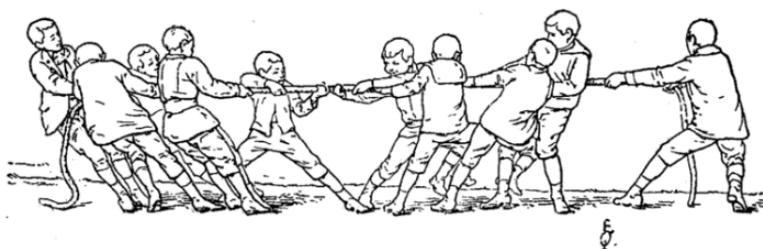


Fig. 265. — Lutte d'enfants à la corde de traction.

chisseurs du tronc et les muscles pectoraux qui seraient sollicités. Nous conseillons de pratiquer fréquemment ces oppositions et surtout de donner la préférence aux exercices des muscles du dos ; on peut être assuré des résultats les plus sérieux au point de vue de l'attitude et du développement. La localisation des contractions se fait à volonté et d'autant mieux qu'on obtient le relâchement des antagonistes des muscles contractés, si, bien entendu, le mouvement est exécuté sans brusquerie. Ces mouvements complètent parfaitement les suspensions, appuyés et l'effet des poids additionnels suscitant toujours des actions verticales.

Il y a d'autres luttes moins raisonnées où l'on cherche à faire perdre pied à son adversaire en le poussant ou le tirant. Pour cela les mains ou les poignets sont engagés. On se sert aussi de bâtons placés sous les aisselles (fig. 263 et 264). Ces exercices constituent de véritables jeux où l'émulation peut faire craindre un excès d'effort. Leur effet n'est plus aussi bien défini

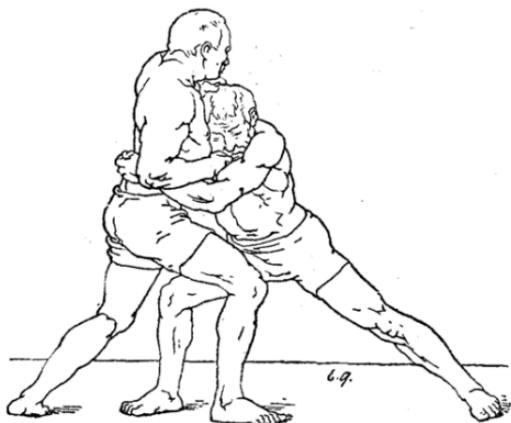


Fig. 266. — Lutte, prise de ceinture.

que dans les luttes raisonnées. La lutte à la corde (fig. 265) partage les élèves en deux camps ; ici la traction se fait par à-coups. Chaque élève n'est pas tenu de soutenir son effort, la résultante seule de toutes les actions individuelles intermittentes décide de la victoire et il faut bien peu de différence pour cela dès que l'un des camps a été ébranlé.

LUTTE CORPS A CORPS. — La lutte corps à corps est un exercice un peu brutal, du moins si l'on prenait pour exemple la lutte foraine. Philippe Daryl lui reproche trois vices : la bassesse du sentiment qui anime trop souvent les professionnels et leur fait rechercher la victoire à tout prix même en blessant leurs adversaires, soit en les jetant à terre au lieu de les accompagner, soit en leur cassant les doigts ou en leur tordant l'épaule. Le second est l'abus de la lutte à terre et le troisième l'obésité des lutteurs tenant uniquement à leur glotonnerie et à l'abus des boissons alcooliques. Tous ces professionnels n'ont aucune idée

des pratiques de l'entraînement, ce qui fait croire à l'indispensable nécessité d'être obèse pour être lutteur.

La lutte en réalité est un exercice utile, mais seulement pour les adultes (fig. 266).

Elle développe les muscles en grosseur et vous entraîne aux contractions prolongées grâce à un effort de volonté énergique.

On pourrait lui reprocher de toujours demander l'étreinte, on y voit cependant quelques attitudes d'extension comme le

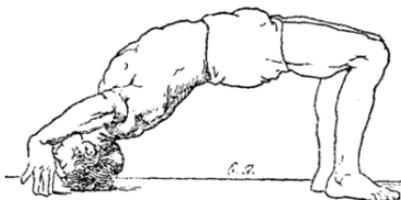


Fig. 267. — Attitude du pont dans la lutte. Effort localisé dans les extenseurs du tronc et les dorsaux.

pont, attitude fondamentale (fig. 267) ayant pour but d'éviter de toucher terre avec les épaules.

La lutte provoque l'effort avec tous ses graves inconvénients : congestion de la face, troubles de la circulation et de la respiration, dangers des hernies. En luttant contre un adversaire sans amour-propre exagéré, on se trouve évidemment dans des conditions plus complexes et moins déterminées que celles d'un exercice gymnastique classique. Il y a là de l'imprévu, un jeu attrayant pour la jeunesse et peut-être même une école de sociabilité. Dans ces conditions il serait bon de revenir à la lutte, mais jamais pour l'enfant.

MACHINES A CONTREPOIDS. — On a cherché à remplacer les oppositions et luttes par des appareils mécaniques à ressorts ou à contrepoids et si l'on a réussi à faire des machines suscitant en tous les sens des efforts musculaires, il est inutile de faire remarquer combien ces machines sont imparfaites, jamais leur action n'est proportionnée aux efforts naturels; si ces appareils développent les muscles, ce dont on ne saurait douter, ils laissent le système nerveux endormi. Nous avons déjà fait remarquer la différence fondamentale séparant deux hommes

également musclés mais développés par les machines ou par les sports.

Le premier possède des muscles, mais il est incapable d'utiliser sa force, le second est au contraire adroit, audacieux et plein d'initiative. La supériorité du second est évidente.

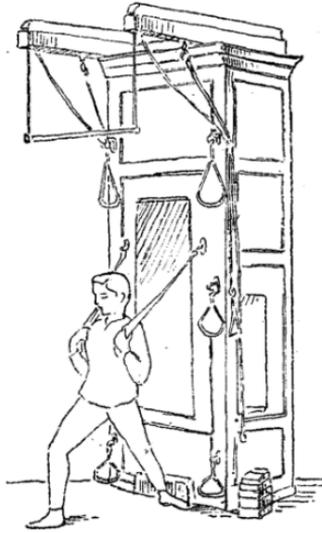


Fig. 268. — Appareils à contrepoids de Burlow.

Les machines à contrepoids sont des appareils de gymnastique de chambre ou des appareils pour les malades, on peut cependant en tirer un bon parti si l'on sait s'en servir.

Triat a été un des premiers à les populariser et à les adapter à toutes sortes de mouvements. Nous nous rappelons en avoir vu une grande variété dans son gymnase de l'avenue Montaigne depuis longtemps disparu.

Ensuite M. Burlow a construit pour M. Paz des armoires spéciales permettant de diriger et de graduer la résistance à vaincre; un lit placé devant l'appareil avait l'avantage de donner au corps différentes orientations et de varier ainsi la répartition des contractions musculaires (fig. 268).

Ce que nous avons dit des diverses combinaisons possibles du corps avec une résistance à vaincre, tableau de la page 171, s'applique aux appareils à contrepoids, nous n'y reviendrons

plus. Parmi toutes ces combinaisons, les plus utiles sont toujours celles qui mettent en jeu les muscles du dos et les muscles de l'abdomen et les raccourciront. Citons par exemple l'abduction

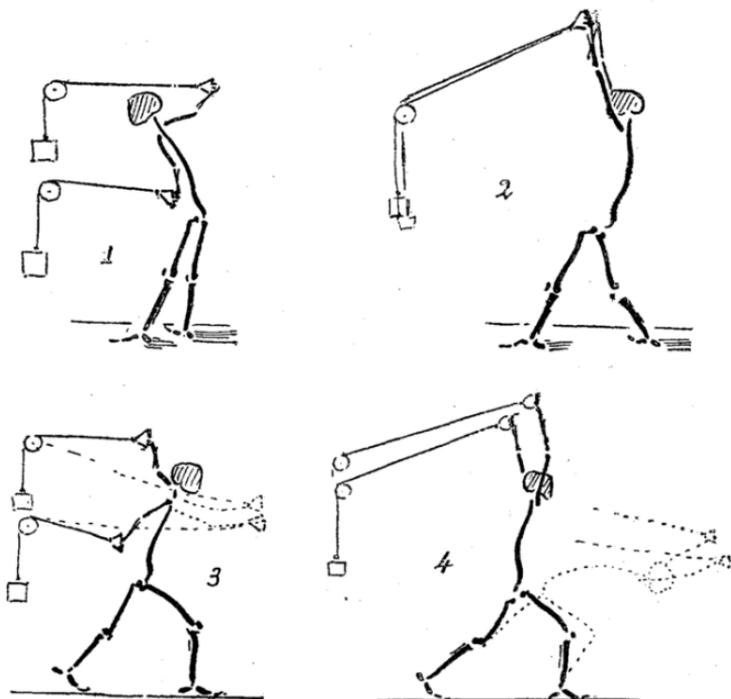


Fig. 269.— Exercices usités aux appareils à contrepoids.

1, Action des muscles du dos et des extenseurs du rachis; — 2, action encore plus énergique des mêmes groupes musculaires; — 3, action des muscles pectoraux et abdominaux; — 4, action encore plus énergique des mêmes muscles abaisseurs du bras et fléchisseurs du tronc.

horizontale des bras, le tronc fléchi, les jambes tendues face à l'appareil. L'exercice est difficile, pour être bien exécuté il demande l'extension de la tête et du dos, extension contrariée par la flexion du tronc. Il devient extrêmement énergique lorsqu'on l'exécute les bras étendus et élevés avec une flexion marquée du tronc, les jambes tendues (fig. 269 et 270). Nous avons donné les règles générales d'analyse de tous ces mouvements, nous faisons cependant encore remarquer combien il importe de tenir compte de la direction du cordon pour ne pas commettre d'erreurs. Par exemple, j'engage le pied dans un étrier tiré vers

le haut par le contrepoids, et j'exécute un mouvement d'extension simultanée de la cuisse, de la jambe et du pied. Il est facile de voir l'effet différent du contrepoids suivant la direction du cordon par rapport à la jambe et suivant l'angle de la jambe avec la cuisse. Dans la position 1 (fig. 271) le cordon produit



Fig. 270. — Traction horizontale, action des muscles extenseurs et fixateurs de l'épaule en arrière.

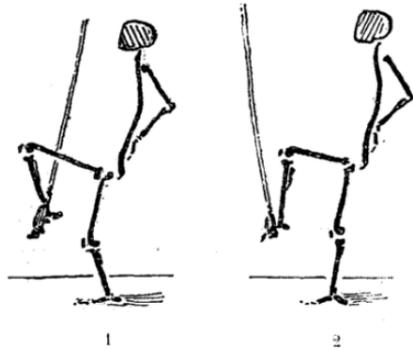


Fig. 271. — On voit l'action de l'appareil à contrepoids susciter la contraction des muscles fléchisseurs ou des muscles extenseurs de la jambe suivant la direction du cordon.

la flexion il produit, au contraire, l'extension dans la position 2. Cette disposition fait agir très peu les extenseurs de la jambe mais elle sollicite constamment les extenseurs de la cuisse.

Les extenseurs de la jambe sont constamment en action pour marcher, courir, sauter; l'effort d'extension prédomine aux jambes, l'effort de flexion aux bras. Les appareils à contrepoids peuvent remédier à cette désharmonie en changeant complètement la direction des résistances à vaincre; il n'est pas utile de recourir aux machines exagérant les contractions habituelles.

Le défaut général de ces appareils entre des mains inexpérimentées est justement de faire double emploi avec les exercices naturels.

IMPERFECTIONS DES APPAREILS A CONTREPOIDS. — Ils sont imparfaits pour trois raisons : 1° ils présentent une résistance constante à vaincre pour une action musculaire variable; 2° La direction des cordons pendant le mouvement change à chaque

instant avec la direction des segments osseux et s'exerce ainsi sous des angles tout à fait défavorables; 3° ils ne sont pas exempts des effets d'inertie constatés à propos du maniement des haltères.

Exemples : Dos à l'appareil, adduction des bras tendus; au

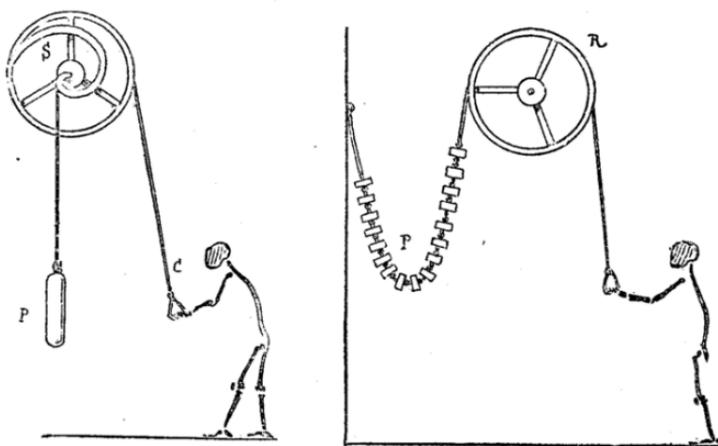


Fig. 272. — Machines gymnastiques à résistances variables permettant d'opposer aux mouvements un effort continu et proportionné à l'action musculaire, soit au moyen d'une spirale, soit au moyen d'une chaîne de poids.

début du mouvement les poids agiront sur toute la longueur du bras c'est la position la plus défavorable pour les muscles, il faut exercer un effort extrêmement pénible pour démarrer, puis l'obliquité du bras augmentant sans cesse, l'effort musculaire diminue toujours jusqu'à la position horizontale en avant où l'effort passe aux extenseurs de l'avant-bras et aux fléchisseurs du tronc (fig. 269). Dos à l'appareil, les bras élevés au-dessus de la tête, flexion du tronc avec abaissement des bras. Même difficulté de démarrage, les poids agissent perpendiculairement aux bras, l'abaissement est pénible, ce sont les fléchisseurs du tronc qui en supportent une bonne part et cette part ne fait qu'augmenter, mais le poids du corps y aidant, la force musculaire devient de moins en moins nécessaire. Dans la position finale (fig. 269.4) le poids du corps penché en avant l'emporte largement sur les contrepoids et l'action musculaire est à peu près nulle.

L'inertie des contrepoids se fait sentir au début du mouvement si l'on tire vivement sur les cordons, on constate d'abord une forte résistance, puis les poids acquièrent une vitesse qui tend à se conserver et devient, si les bras se ralentissent, supérieure à la vitesse des mains. Les cordons cessent alors d'être tendus et l'action du contrepoids est nulle.

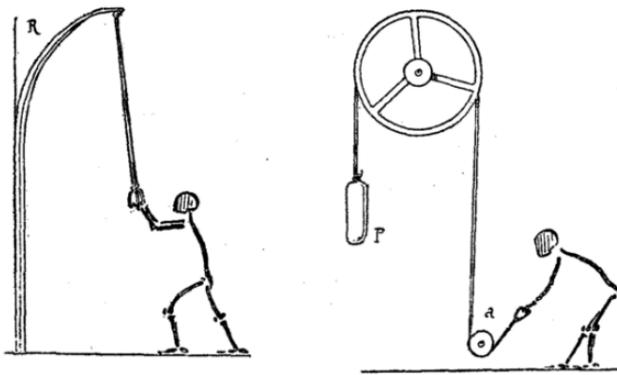


Fig. 273. — Appareils à ressort et à contrepoids permettant de diriger la résistance à vaincre dans toutes les directions.

Le poids a son mouvement propre, il n'accompagne jamais exactement la main, tantôt il avance, tantôt il retarde sur celle-ci. L'effet indiqué est encore plus sensible si les cordons se réfléchissent sur des poulies de petit diamètre créant des résistances nouvelles, si les poids sont guidés dans des glissières à frottements, ce qui rend l'instrument extrêmement paresseux.

MANIÈRE D'Y REMÉDIER. — Il y aurait bien des moyens de remédier à la variation de l'effort musculaire suscité par les appareils à contrepoids en donnant au contrepoids une variation d'effet constamment en rapport avec la variation de l'effort normal.

Nous avons proposé¹ d'employer des poulies légères de grand diamètre, environ la moitié du rayon décrit par la main ; pour remédier à la différence d'effort qui peut varier de 5 à 40 kilo-

1. Communication faite à la deuxième Assemblée générale du Cercle de Gymnastique rationnelle en 1880.

grammes suivant la position du corps, le cordon du contre-poids doit être indépendant de celui de la poignée. Celui-ci s'enroule sur un arc de circonférence celui-là sur une spirale. Les diamètres de cette spirale croissent proportionnellement à l'effort; le contre-poids agit ainsi aux extrémités de bras de leviers d'autant plus grands que l'effort est plus considérable.

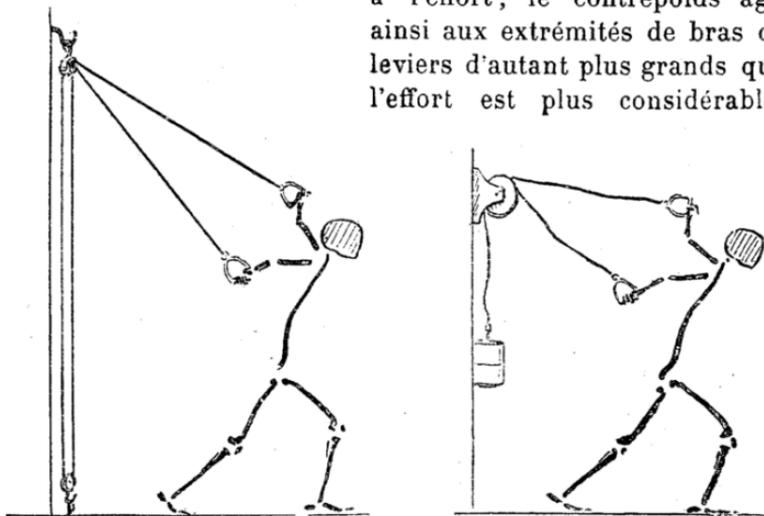


Fig. 274. — Comparaison des exercices aux appareils en caoutchouc ou aux appareils à contre-poids.

Le caoutchouc restant toujours tendu exerce une action continue sur les muscles. Le contre-poids au contraire ne suivant pas exactement le mouvement de la main, les cordons sont tantôt fortement tendus, tantôt tout à fait relâchés.

Cet effort serait préalablement déterminé au dynamomètre de traction (fig. 272).

Le grand diamètre de la poulie a pour but de n'exiger qu'une fraction de tour, d'éviter sa vitesse trop grande, de diminuer les frottements et de produire un jeu doux et régulier.

La variation dans l'effet du contre-poids peut être produite également au moyen d'une chaîne de poids fixée à un mur, comme les anciens ponts-levis (fig. 272). Cette chaîne pendant librement entre la poulie et son point d'attache exerce un effort d'autant plus intense qu'il y a plus de poids soulevés.

APPAREILS A RESSORT. — Des appareils plus simples mais moins parfaits réalisent les mêmes avantages. Un ressort formé par une lame de bois permet une grande amplitude du mouvement

et un effort gradué surtout quand on en réunit plusieurs, comme des ressorts de voiture (fig. 273).

Les appareils à ressort d'acier ou de caoutchouc sont beaucoup moins encombrants et rendent de réels services. Les derniers surtout n'ont pas l'inconvénient d'être pesants ou d'être

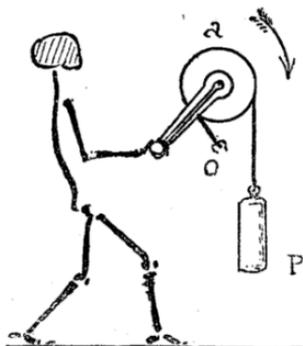


Fig. 275. — Machine gymnastique destinée à faire produire du travail au moyen des bras.

Un tambour *a* est serré par une bande d'acier faisant frein. Un poids *P* permet de varier la friction et, par suite, l'effort à faire pour faire tourner la manivelle.

lancés, pendant le mouvement, ils restent toujours tendus même lorsqu'ils sont étirés avec vitesse. Ils représentent donc à chaque instant une force sensiblement constante agissant sur la main. Les muscles sont toujours sollicités sous cette action et leurs antagonistes relâchés. De là une grande facilité pour localiser les contractions musculaires et obtenir un développement considérable des muscles mis en jeu. Ce ne sont cependant que des exercices de gymnastique de chambre ne pouvant constituer une méthode d'éducation (fig. 274).

On a cherché des combinaisons plus compliquées en ajoutant aux poignées des masses faisant l'office d'haltères. L'appareil perd alors ce qui constituait sa qualité, il n'est plus inerte, la masse des haltères change à chaque instant l'effet de la traction régulière et continue du caoutchouc et l'annule dans certains cas. La figure 183 montre bien la différence entre l'action continue d'un ressort et la résistance variable de l'haltère sur la contraction des muscles du bras. L'exercice aux appareils à ressort produit une fatigue locale sans pour cela demander une grande dépense de travail. Pour l'éviter il faut savoir en varier l'effet et faire porter la contraction sur des muscles différents.

Il ne faudra jamais prendre un contrepoids assez lourd pour empêcher l'extension ou l'amplitude complète des mouvements, faire les exercices à bras demi fléchis serait un défaut sérieux. A ces conditions les appareils à caoutchouc peuvent rendre des services au point de vue du développement musculaire, bien

peu au point de vue hygiénique et point du tout au point de vue économique, c'est-à-dire au point de vue de l'adresse.

APPAREILS A FRICTION CONSTANTE. — Il y a encore des machines gymnastiques où la résistance à vaincre est une friction au lieu d'un contrepoids. Il n'y a plus alors d'action due à la vitesse ou à l'inertie du poids, la résistance est constante et graduée. Elle est produite souvent par un frein agissant à la circonférence d'un disque (fig. 275).

Pour que le mouvement ait quelque effet gymnastique il faut se servir d'une manivelle de grande dimension et adaptée à la taille.

Si l'on tourne la roue d'arrière en avant et de haut en bas, l'effort musculaire est différent suivant la situation de la manivelle. Durant la demi-révolution descendante, la contraction des extenseurs de l'avant-bras, des adducteurs du bras et des fléchisseurs du tronc est mise en jeu.

Dans la demi-révolution ascendante, au contraire, les fléchisseurs de l'avant-bras, les éleveurs du bras et les extenseurs du tronc sont à leur tour les agents du mouvement.

Cette disposition est excellente si l'on a soin de bien régler la dimension de la manivelle et l'intensité de la résistance.

Les appareils à manivelles et à friction sont des freins dynamogéniques, c'est-à-dire absorbant du travail et pouvant le mesurer. Ils sont employés pour cette raison plutôt au point de vue de l'hygiène qu'à celui de l'esthétique. Ils provoquent l'essoufflement et la transpiration, ce sont donc des brûleurs des réserves de graisse et sont même recommandés spécialement pour faire maigrir les personnes obèses.

APPAREILS MÉCANO-THÉRAPIQUES. — Il faut ici compléter la liste des appareils mécaniques par les remarquables appareils mécano-thérapeutiques imaginés par le Dr Zander. Ce dernier

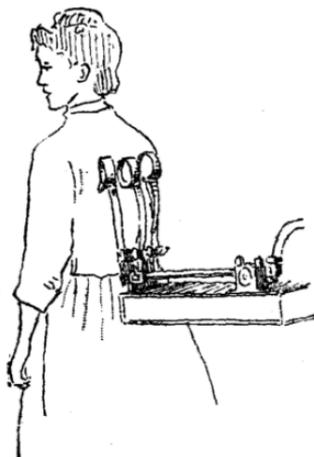


Fig. 276. — Appareil mécanique à tapotements de Zander.

a réalisé des mécanismes ingénieux remplaçant les aides opposants de la gymnastique médicale suédoise. Ils sont devenus assez délicats et assez maniables pour remplacer l'action de la main dans les massages, frictions, tapotements et trépidations (fig. 276).



Fig. 277. — Garde d'escrime.

C'est dans les affections abdominales qu'ils sont surtout employés avec succès. On voit dans la nombreuse série des appareils Zander les machines exécutant passivement tous les mouvements naturels articulaires, même les mouvements respiratoires, leur inconvénient est celui de tous les appareils à contrepoids signalés plus haut : inertie et résistance ne suivant pas la loi de l'effort musculaire dans toutes ses variations, développement des muscles sans éducation des mouvements. Pour plus de détails nous renvoyons le lecteur aux traités spéciaux¹.

ESCRIME. — Les exercices d'escrime, de bâton, de canne et de boxe rentrent dans la classe des exercices de vitesse,

1. Zander, *Mécano-thérapie*.

comme nous l'avons vu, ils mettent l'organisme dans des conditions physiologiques toutes différentes des exercices précédents.

Comme exercices de vitesse ils consomment du travail et activent fortement les grandes fonctions, leur effet hygiénique sera certain dans une atmosphère pure. Au point de vue mécanique, ils pèchent, sauf la boxe française où l'on donne le coup de pied et le coup de poing, par l'uniformité des mouvements,

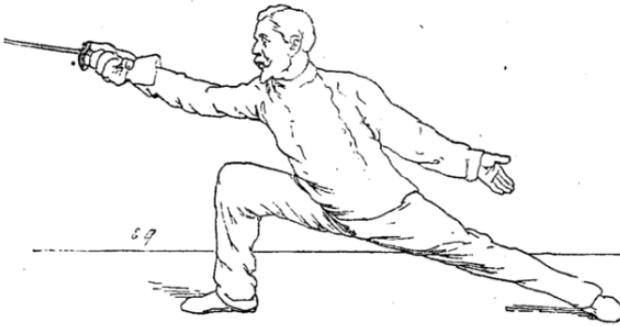


Fig. 278. — Fente de l'escrime à fond (coup droit).

ils peuvent ainsi déformer ; tous les maîtres d'armes ont les muscles de la cuisse du côté où l'on tient l'épée, présentant une hypertrophie caractéristique. M. le D^r Roblot a constaté sur des élèves de l'École militaire de Joinville-le-Pont une saillie interne produite par l'hypertrophie du paquet des muscles adducteurs, en outre une hypertrophie du droit antérieur et du triceps fémoral dont la partie charnue descend plus bas que celle du côté opposé¹. Le travail des bras dans l'escrime au fleuret est insignifiant par rapport au travail des jambes. Le coup droit, base de l'escrime est une fente rapide, il faut un coup de jarret solide pour avoir de la vitesse et un faire effort considérable pour revenir en garde. Les jambes se développent donc démesurément, les bras restent grêles (fig. 163 et 278).

De plus la garde de l'escrime n'est point symétrique et M. Roblot constate sur le tiers des maîtres d'armes un abaissement manifeste de l'épaule du côté de l'épée, avec développe-

1. Roblot, *Guide pratique des exercices physiques*; Paris, Société d'éditions scientifiques.

ment considérable des muscles correspondants. La scoliose n'est pas la conséquence nécessaire de la dissymétrie de l'escrime, nous en trouvons la raison dans la mobilité constante de celui qui tient une épée. Les déformations sont, nous l'avons vu, plutôt le fait des mauvaises attitudes de repos que l'effet des mouvements dans de mauvaises positions. Il ne faut

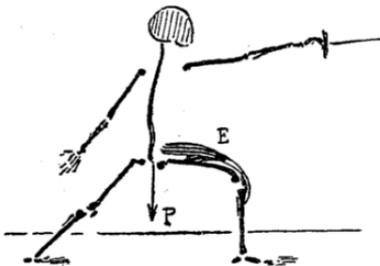


Fig. 279. — Destinée à montrer la raison du développement excessif des extenseurs de la jambe antérieure chez les escrimeurs.

Le poids du corps P est équilibré par les extenseurs E qui empêchent la cuisse de se fléchir.

pas s'étonner de l'hypertrophie des muscles extenseurs de la jambe du côté droit. Si l'on y réfléchit, on se rendra compte de l'effort supporté par ces muscles. Dans la fente, le poids du corps porte en partie sur le pied en avant. La flexion de la cuisse sur la jambe tend à se produire sous l'action de ce poids et la jambe faisant avec la cuisse un angle obtus, les muscles extenseurs sont dans un moment défavorable à leur action, beaucoup plus défavorable que la jambe tendue en arrière. Leur section se développe en raison de l'effort considérable qu'ils déploient. De plus, remarque importante, les mouvements de la jambe droite et ceux de la jambe gauche sont tout différents, la jambe gauche s'étend toujours à fond, la jambe droite reste toujours fléchie, à cette différence dans l'amplitude du mouvement correspond une forme différente des muscles suivant la loi générale. Le triceps droit faisant plus d'effort et moins d'étendue de mouvement a son corps charnu plus gros et moins long que le triceps gauche. L'hypertrophie des adducteurs de la cuisse s'explique par la remise en garde, véritable mouvement d'adduction rapide de la cuisse (279 et 280).

L'escrime est loin d'être un exercice complet et n'est pas comparable à la boxe française au point de vue du développement (281).

La garde de celle-ci laisserait à désirer au point de vue gymnastique vu la position des bras devant la poitrine, mais

pour la stabilité du corps, l'extension du rachis, la variété des mouvements et l'agilité, cet exercice n'a pas son pareil.

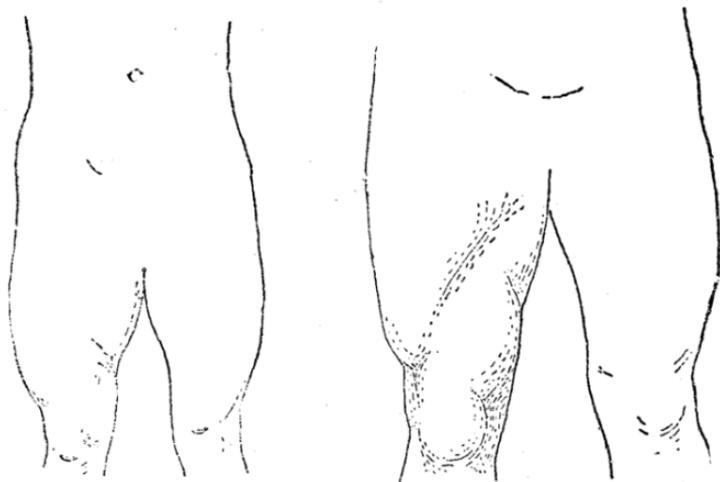


Fig. 280. — Hypertrophie de la cuisse droite chez des maîtres d'armes (Dr ROBLOT).

L'escrime au sabre et l'escrime à la baïonnette sont plus lourdes ; on n'y rencontre pas la délicatesse de la main nécessaire



Fig. 281. — Destinée à montrer les différences dans l'amplitude des mouvements principaux :

1, de l'escrime ; 2, de la boxe anglaise ; 3, de la boxe française.

à manier l'épée. Le bâton et la canne ont l'avantage d'apprendre à se servir pour sa défense d'instruments à la portée de tous.

BOXE. — La boxe est encore l'exercice de défense par excellence, chacun porte en lui ses armes naturelles (fig. 282 à 286).

En Angleterre les querelles sont vidées sur le champ sans de bien grands inconvénients et sans qu'il soit besoin des cérémonies du duel moderne. Avec les poings et les pieds la boxe est une défense terrible au moyen de laquelle un homme de moyenne



fig. 282. — Garde de la boxe.

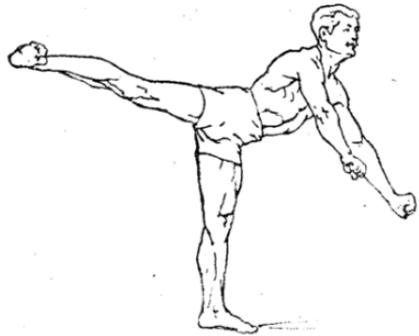


Fig. 283. — Coup de pied de figure

force peut faire face à plusieurs adversaires. Mais il faut bien restreindre ses coups et laisser de côté les coups de pied de

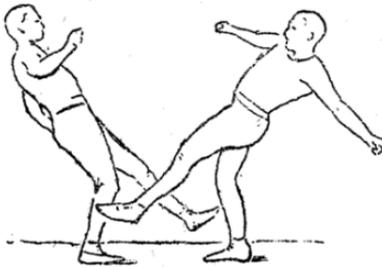


Fig. 284. — Boxe française ; riposte du coup de pied bas.

figure et autres mouvements plus gymnastiques et plus élégants que pratiques, on risquerait d'être touché et de perdre son équilibre, la première chose à conserver (fig. 284, 285 et 286).

Il en est de même pour la canne, les moulinets sont moins dangereux que les coups de figure et les coups droits. La boxe et le bâton sont des exercices de défense à la condition de

s'entraîner à donner les coups pour frapper sérieusement. Dans la leçon et dans l'assaut on prend l'habitude de retenir ses coups, de les indiquer seulement sans les donner à fond,

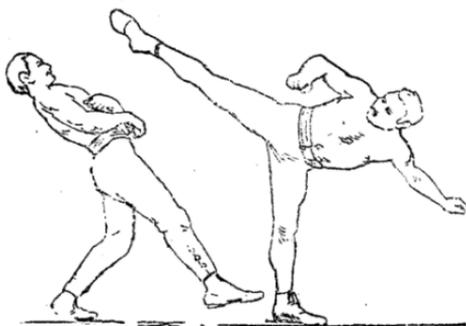


Fig. 285.— Attitude de la boxe française prise dans un assaut. Coup de pied de figure avec esquivé de la tête.

c'est une façon de procéder qui manque de logique. La boxe et le bâton sont destinés à tuer ou au moins à mettre un adver-

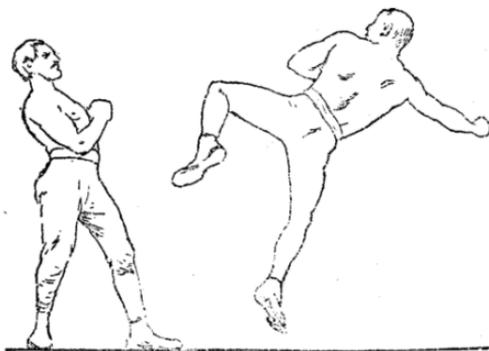


Fig. 286. — Boxe française. Coup de pied donné en sautant en l'air.

saire hors de combat, il ne faut pas en faire une sorte de danse inoffensive et un pur exercice gymnastique. On doit apprendre à frapper et à frapper dur. Nous n'admettons pas les combats professionnels où des paris d'argent sont engagés, il suffit d'en avoir vu un seul pour en être dégoûté à jamais. Mais autre chose est d'aller par goût ou par dépravation à des spectacles répugnants ou de se défendre dans une rencontre que l'on n'a

pas cherchée. C'est une supériorité évidente de pouvoir répondre par un solide coup de poing à une insulte ou à une attaque quelquefois impossible à éviter.

Les exercices d'escrime, de boxe, de canne et de bâton ont des effets psychiques considérables ; mais ce qui contribue à donner la noblesse des sentiments peut dégénérer et développer les plus vils instincts. Devant un adversaire, l'audace, l'à-propos, la générosité, la décision, la promptitude, la fierté, la loyauté sont mises en jeu ; ce sont des qualités morales ayant pour contre-partie la témérité, la fatuité, l'orgueil, la ruse, la lâcheté et la trahison. Ce sera à l'éducateur intelligent de tuer ces défauts à leur apparition et d'inculquer à son élève la note juste, preuve de goût, de tact et d'élévation d'esprit.

RÉSUMÉ DE L'EFFET DES EXERCICES. — En résumé, les exercices musculaires produisent des *effets généraux* ou des *effets locaux* distincts. L'effet général le plus intéressant consiste dans l'activité des échanges nutritifs ; il est le résultat d'une dépense de travail musculaire mettant en action les grandes fonctions de la vie. La dose de travail est, avec le rythme du travail, le facteur essentiel à considérer ; le genre de travail est moins important, mais il faut préalablement veiller au régime, à l'alimentation, aux soins de propreté et aux conditions favorables du milieu pour avoir tous les éléments nécessaires à assurer notre santé.

Les *effets locaux* de l'exercice dépendent de la répartition des contractions musculaires et de leur influence sur la forme du corps et sur les organes essentiels qu'il contient. On doit tirer parti des contractions pour rectifier le rachis, dilater le thorax, resserrer l'abdomen, étendre les articulations toujours fléchies, allonger certains muscles, et en raccourcir d'autres.

Le résultat dépend uniquement du genre d'exercice employé. Autant l'incohérence des mouvements est, dans une certaine mesure compatible avec l'effet général, autant l'ordre et la méthode sont ici indispensables et nécessitent des conditions favorables au résultat cherché.

Les effets de l'exercice sur le système nerveux coordinateur dépendent de la perfection dans l'exécution des mouvements ; ils se manifestent par l'économie, l'adresse et la meilleure utilisation des forces.

La qualité d'un mouvement dépend du plus grand nombre d'avantages qu'il nous donne au point de vue de l'hygiène, de la beauté corporelle, de l'utilisation économique de nos forces et de l'effet moral, plaisir ou qualités viriles qu'il développe.

La science de l'éducation consiste à faire un choix des exercices justifié par leurs qualités et un classement méthodique en vue de notre perfectionnement. Il faut en outre tenir compte des exigences du milieu social et établir la gradation suivant l'état psychique des individus. Par les modifications dans les mouvements respiratoires et la régularisation du cours du sang, les fonctions sont bien améliorées.

Suivant l'idée dirigeante et l'énergie dépensée, l'exercice agit sur les fonctions les plus élevées du cerveau, sur le caractère, la volonté, l'initiative, l'indépendance et la moralité; il donne des jouissances saines, durables, compatibles avec la vigueur et les qualités viriles qui sont seules la garantie de la force d'une nation.

Les mouvements exécutés librement sans appareils sous forme de jeux et sous forme d'exercices esthétiques avec toute l'ampleur et la vigueur qu'ils permettent sont suffisants au développement de l'enfant et à l'entretien de la santé. Ils sont naturels, faciles à exécuter et à graduer assouplissent et coordonnent les mouvements en apprenant à les rythmer.

Ils conviennent avant tout à l'enfant parce qu'ils ne lui demandent que des efforts proportionnés à sa structure. Ils doivent surtout viser la nutrition complète des muscles en longueur en excluant des contractions énergiques des muscles raccourcis ce qui déforme le squelette et nuit à son développement ultérieur. Exception est faite pour les muscles du dos redresseurs de l'épaule, dilatateurs du thorax et compresseurs de l'abdomen.

L'avantage des mouvements libres est de pouvoir être exécutés partout et simultanément par un grand nombre à la fois. Leur importance dans la gymnastique scolaire est manifeste.

On utilisera le poids du corps dans toutes les inclinaisons possibles comme résistances à vaincre (fig. 287 et 288).

Il faut encore pour être complet ajouter les luttes et oppositions, les exercices de vitesse et les exercices de lancer, la marche, la course et le saut, la boxe, la canne et l'escrime.

Cette gymnastique toute naturelle est la seule qui puisse, avec certitude, amener l'homme à son développement normal, conforme à l'attitude bipède.

Croire obtenir un effet utile plus intense sur la santé et sur la bonne attitude du corps parce qu'on emploie des appareils portatifs ou des engins gymnastiques est un préjugé que nous avons longuement combattu en montrant qu'une progression



Fig. 287. — Fente en avant exécutée avec une amplitude considérable.

rationnelle ne doit pas être seulement basée sur l'intensité des contractions musculaires mais bien sur la répartition de ces contractions et l'effet utile produit.

Nous avons montré le rôle spécial des masses additionnelles agissant au repos exclusivement sur les muscles éleveurs de l'épaule,

les extenseurs du tronc et des membres inférieurs, nous avons déterminé leur effet complexe pendant les mouvements et indiqué l'action de leur inertie. L'usage des haltères et massues est ainsi mieux défini. Celui des barres en bois est trompeur, il remplace les contractions musculaires utiles plutôt que d'en susciter de nouvelles.

La suspension et l'appui ne nous offrent point de différences assez importantes pour les considérer comme exercices complémentaires; surtout pour les opposer l'une à l'autre. Au point de vue des réactions musculaires il faut opposer à la suspension la poussée contre une barre, l'élévation d'une barre lourde ou la station sur les mains; à l'appui, le port de fardeaux à la main. Il est indispensable d'observer dans ces exercices une progression en ne quittant pas de suite le sol, mais en conservant des appuis simultanés des pieds et des mains, en répartissant ainsi convenablement la charge au moyen des attitudes inclinées. Sauf exception il n'y a qu'une période de la vie où le rapport du poids du corps à la force motrice des bras est favorable au grimper.

Cette période est relativement courte.

Dans la jeunesse on brille dans les exercices de voltige et de grimper justement parce que le poids du corps est en rapport avec la force des bras, de là vient le goût pour les appareils.

Mais on ne peut recommander cette gymnastique à tout âge, elle est trop spéciale, incomplète, elle ne convient ni à la première enfance ni à l'âge mûr. Le corps s'épaissit, il devient trop lourd pour les bras ; on n'est pas pour cela moins vigoureux,

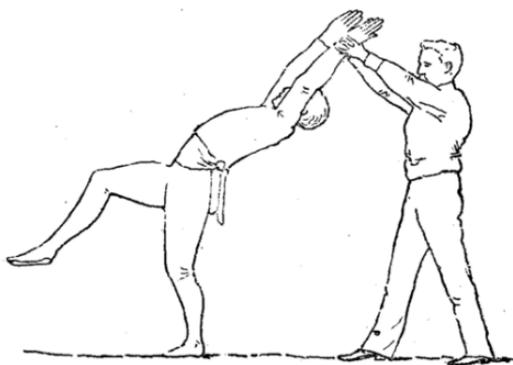


Fig. 288. — Aide remplaçant un appareil d'appui ou l'espalier.

mais la force n'a pas augmenté en proportion de la résistance à vaincre. On abandonne ces exercices de la jeunesse quand on n'y est plus apte. Cependant il faut toujours s'exercer et il faut trouver d'autres mouvements appropriés.

Tous les exercices faits avec des appareils pesants portés à la main comme les suspensions et les appuis rentrent dans la classe des exercices spéciaux, ils sont incomplets puisque toujours la résistance due à la pesanteur est dirigée verticalement.

Il est indispensable de les compléter par des actions horizontales, soit en changeant la position du corps soit en introduisant les luttes ou les appareils à contrepoids ; ces derniers rentrent dans les exercices généraux parce qu'on peut varier la direction et l'intensité de la résistance à vaincre en tous sens et en toute grandeur.

Les exercices de poids lourds sont des exercices spéciaux mettant toujours en jeu les mêmes groupes de muscles. Les deltoïdes se fatiguent, les parties supérieures des trapèzes se raccourcissent et diminuent la longueur apparente du cou, les

extenseurs du rachis et du tronc surmenés préparent pour la vieillesse une faiblesse prématurée de la région lombaire.

La *suspension* a l'avantage de mettre en jeu les abaisseurs des bras et d'être ainsi le complément et l'antagoniste des exercices d'haltères ; elle serait donc utile à ce point de vue seul, même si l'on ignorait ses effets sur le développement thoracique.

Seulement, tandis que les haltères peuvent fournir des résistances graduées suivant leur poids, la suspension donne lieu à une résistance constante qui est le poids du corps, et il peut y avoir disproportion entre ce poids et la puissance musculaire des adducteurs. La facilité avec laquelle s'exécutent les exercices de suspension quels qu'ils soient, dépend de conditions toutes spéciales indiquées plus haut. Leur avantage est de développer les muscles inspireurs élévateurs des côtes ; leur inconvénient est de transformer l'homme en grimpeur ; s'ils sont exécutés sans attention à des obstacles qui ne conservent pas aux bras leur parallélisme, comme aux anneaux, ils peuvent exagérer l'action des pectoraux et nuire ainsi à la beauté de l'attitude et au développement thoracique.

Les *exercices d'appui* ont peu d'effet, ce n'est que de leur mode d'exécution que dépend leur bonne ou mauvaise qualité.

Nous avons vu précédemment qu'ils ne nécessitent pas le concours de puissances musculaires utiles au développement thoracique.

Le bras maintenu en extension sert de support au tronc par l'intermédiaire de l'omoplate reposant sur la voûte acromioclaviculaire et les muscles qui s'y rattachent. Il est indifférent pour l'équilibre que l'omoplate soit amenée en avant ou en arrière, ou même que l'épaule soit soulevée en totalité. L'inconvénient des appuis se résume en ces deux mots : *L'effet utile n'est pas inhérent au mouvement, il lui est surajouté par la contraction volontaire des muscles correcteurs de ses mauvaises qualités.*

Les exercices prolongés d'appui transforment les muscles supérieurs en organes de locomotion. Le bassin est remplacé alors par l'épaule dont la solidité est due seulement à la contraction des muscles fixateurs. Pour que les exercices aient un effet utile dans l'application il faut attendre que l'ossification soit ter-

minée et que les muscles fixateurs de l'épaule soient bien développés.

Si l'on veut de ces observations déterminer l'importance relative que l'on doit donner aux mouvements libres, aux appuis et aux suspensions dans la leçon de gymnastique rationnelle, c'est d'abord à la leçon de plancher complète qu'il faut avoir recours, elle seule est suffisante; la suspension est

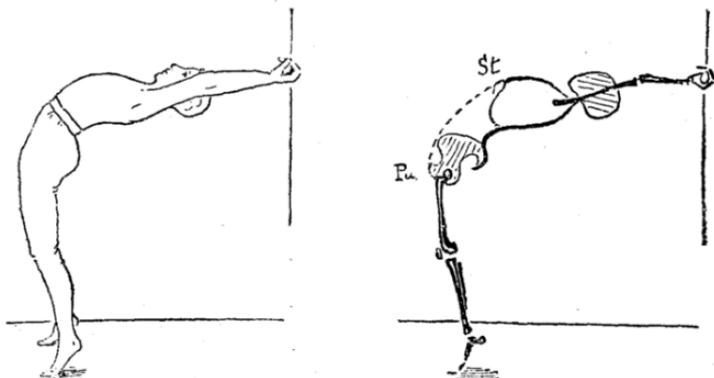


Fig. 289. — Attitude de la courbe raidie à l'espalier suédois.

On voit la courbure lombaire s'exagérer en même temps que la distance du pubis au sternum. Les muscles de l'abdomen sont allongés.

indispensable pour contre-balancer l'effet exagéré des poids et contribuer au développement du thorax, mais elle doit être graduée, enfin les appuis ne doivent consister qu'en exercices généraux de voltige n'ayant pas la longue durée des progression que l'on peut rechercher dans les exercices de suspension.

Nous ne sommes pas d'avis d'allonger les muscles de l'abdomen par des courbes raidies exagérées dont on fait quelquefois abus dans la gymnastique suédoise. Dans les attitudes où le rachis est replié en arrière (fig. 289), le thorax est, il est vrai dilaté fortement, mais la distance entre le pubis et le sternum augmente ce qui amène l'ensellure avec renversement du bassin¹.

En bonne gymnastique, nous cherchons à rectifier la position de l'épaule et pour cela à raccourcir les muscles du dos, il faut chercher de même pour la bonne conformation lombaire et

1. Voir note 3.

abdominale à raccourcir les muscles du ventre et à passer du type 1 au type 2 (fig. 214).

Il faudrait ne pas dépasser les limites normales de l'extension du tronc et d'autre part conserver les exercices où les muscles de l'abdomen sont raccourcis, et ils sont nombreux. Une restriction cependant : il faut les exécuter en conservant aux muscles du dos leur raccourcissement et en veillant à la bonne attitude des épaules (fig. 289 et 290).

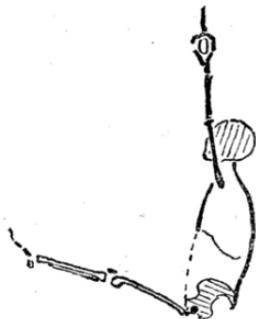


Fig. 290. — Suspension par les mains à une barre, les jambes en équerre.

On voit dans cette attitude la courbure lombaire diminuer ; les muscles abdominaux sont raccourcis et fortement contractés.

BASES DE LA PÉDAGOGIE DANS L'ÉDUCATION PHYSIQUE. — Les notions acquises précédemment suffisent pour établir les bases d'une pédagogie de l'éducation physique.

Il n'y a qu'une éducation physique comme il n'y a qu'une organisation humaine. C'est l'effort personnel seul qui développe et améliore l'individu. Il faut éviter, surtout au début, les efforts stériles, il faut toujours un petit résultat, mais un résultat sensible encourageant et invitant à recommencer l'effort avec plaisir.

Les moyens employés doivent être simples, accessibles à tous et subordonnés au but à remplir. L'obligation d'enseigner à un grand nombre exclut les mouvements et les concours individuels pour chercher à élever le niveau moyen.

Les jeux et exercices méthodiques ne peuvent être séparés, ils se complètent et doivent présenter une gradation en rapport avec le degré d'instruction et de développement de l'élève. Ils doivent en outre être classés d'après leurs effets sur le corps. On établira un plan sur ce principe, en groupant par séries les exercices répondant au même but, ce qui permet de varier les détails en conservant l'unité dans l'ensemble, en général en prenant pour type le développement moyen.

Jusqu'à douze ou treize ans, le ballon, la marche, le colin-maillard demanderont un effort modéré donné en toute liberté.

De douze à seize ans il faut des jeux plus intenses mais ne

demandant pas encore de qualité de fond. Les barres, la paume, la boxe, le bâton, la course, les sauts, le vélocipède rempliront cette condition.

De seize à vingt ans les jeux prendront le caractère sportif dans la barette, la marche, la course, les sauts, les lutttes, le canotage, l'escrime, etc.

Après vingt ans on peut rechercher dans un sport préféré les conditions de l'excellence en se spécialisant, mais il ne faut jamais abandonner la gymnastique générale. Ces conclusions ont été admises par M. le D^r Tissié et par nous et présentées à la Commission ministérielle de la réforme de l'éducation physique.

Les exercices méthodiques peuvent être classés d'après leur effet somatique seul et leur effet psychique, ce sont :

1. Les ensembles où chacun exécute les mêmes actes définis et au commandement comme les marches et exercices d'ensemble avec ou sans appareils; leur but doit être surtout esthétique.

2. Les ensembles où les actes sont définis mais différents suivant le rôle particulier de l'élève. Ce sont les lutttes, les oppositions deux à deux, les leçons de boxe, de bâton et d'escrime.

Leur but est d'exercer un grand nombre d'élèves à la fois; de développer les parties faibles, de perfectionner l'attitude, d'éduquer le rythme, d'obtenir la coordination et l'indépendance des mouvements.

La discipline produit un effet psychique; le fait d'obéir à un commandement, de se mettre dans un ensemble, et de chercher la correction des attitudes demande une attention soutenue.

3. Les ensembles où le mouvement est moins défini, où il y a des choses imprévues impossibles à régler à cause de la structure et de la constitution de l'élève; ce sont les équilibres, les courses, les sauts, les exercices de lancer.

4. Les exercices où l'initiative et la spontanéité sont les maîtresses, exemple: Assauts de boxe, de canne, d'escrime, de lutte; il faut dans ces assauts prendre à chaque instant une décision résultant d'actes spontanés et imprévus, d'où l'effet psychique intense, attention soutenue, rivalité et amour-propre fortement excités.

5. Les exercices d'application: natation, course de vitesse, sauts d'obstacles, grimper, sauvetages, maniement des armes

sollicitant particulièrement la volonté et où l'on recherche les meilleures manières d'utiliser la force avec adresse et économie.

Dans les exercices d'application la structure du corps exige des attitudes et des mouvements coordonnés en vue du but final qui est la vitesse, une longueur à franchir ou une hauteur à atteindre. Ce serait une erreur de confondre les exercices d'application avec les exercices esthétiques. Ainsi vouloir conserver dans un saut ou dans un rétablissement une attitude correcte, comme celle que l'on recherche dans les positions fondamentales de la gymnastique esthétique, conduirait à faire des mouvements mauvais aux deux points de vue esthétique et économique.

Nous avons déjà insisté sur la nécessité de faire le partage bien net entre les exercices de développement et les exercices d'application¹.

Les exercices de développement doivent toujours précéder les seconds et avoir un effet intense ; les exercices d'application doivent avoir une toute autre direction, leur qualité réside dans leur bonne exécution au point de vue de l'effet utile produit.

Un gymnaste qui chercherait à bomber la poitrine pendant un rétablissement sur une planche ou pendant la suspension d'un saut risquerait fort de dépenser toute sa force sans résultat utile.

Ne confondons pas l'énergie d'un exercice avec la brutalité avec laquelle on l'exécute et souvent en détruit tout l'effet en amenant le désordre des contractions. L'intensité de l'effet constitue seule l'énergie du mouvement ; ce dernier est d'autant plus énergique que son effet est plus intense et mieux défini.

Il y a là une différence fondamentale dans la façon de concevoir l'enseignement.

Un système d'éducation doit avoir un plan et être complet ; il ne peut prendre pour base quelques appareils de gymnastique spéciaux mais doit comprendre un ensemble de moyens de perfectionnement. Une grossière erreur est de prendre les moyens employés par les athlètes et les adultes pour les adapter à l'enfant, il faut faire au contraire une distinction entre la gymnastique scolaire ou éducative et la gymnastique militaire ou d'application.

1. *Cours supérieur d'éducation physique*, 7^e leçon. F. Alcan, 1905.

La gymnastique éducative est en même temps une gymnastique de développement et de redressement autant que gymnastique hygiénique, la gymnastique d'application doit avoir un but immédiat utile à l'individu et à la société. Elle doit être en même temps la fin de tout exercice.

TRAVAIL MANUEL. — Le travail manuel est indispensable à pratiquer, mais il faut qu'il s'exécute dans de bonnes conditions hygiéniques et esthétiques si l'on veut le considérer comme faisant partie intégrante de l'éducation physique.

Tout travail manuel peut être étudié à deux points de vue : au point de vue du travail en lui-même, de son utilité et de sa perfection ; au point de vue de l'effet produit sur le travailleur.

Chaque mode de travail laisse en effet ses traces sur le corps en vertu de la loi d'adaptation. Il y a lieu de l'étudier comme tout exercice sous le rapport de la santé, de la conformation du corps, de l'adresse et de l'habileté qu'il demande et des qualités morales et sociales qu'il développe.

Les différents métiers peuvent, au point de vue hygiénique, se diviser en quatre grands groupes : Ceux qui exigent une faible dépense de travail comme les métiers artistiques, ceux qui demandent une grande dépense de travail : les travaux manuels proprement dits exécutés à l'air libre ou à l'air confiné.

Le premier groupe comprend les cochers, conducteurs, peintres, surveillants toujours à l'air et dépensant peu de travail.

Le second les couturières, les ouvriers sédentaires et séjournant dans l'air confiné ou chargé de poussières délétères des manufactures.

Le troisième : les professions rurales, débardeurs, maçons, charpentiers demandant une dépense intense de travail.

Le quatrième : les forgerons, les bouchers, boulangers, les mineurs et autres métiers pénibles à air confiné.

Il y aurait lieu de distinguer parmi les métiers ceux qui emploient de grands efforts et ceux qui dépensent le travail par petites doses rythmées.

Au point de vue esthétique, les professions sédentaires exigeant des attitudes soutenues se distinguent des professions actives, nécessitant des mouvements dans des attitudes de travail

Les premières se rencontrent dans la couture, dans les écoles, elles occasionnent des déformations du squelette surtout dans l'enfance.

Les secondes produisent des déformations musculaires si elles exigent la répétition des mouvements spéciaux; plus rarement elles donnent lieu à des déformations du squelette, un correctif gymnastique est néanmoins nécessaire pour les prévenir. Nous avons déjà indiqué certains métiers qui courbent ou redressent le tronc, il y aurait lieu d'étudier chaque cas particulier.

Au point de vue économique ou utile, l'adresse manuelle joue une grande part, il y a des métiers plus ou moins compliqués, plus ou moins délicats qui demandent une coordination des mouvements plus ou moins parfaite pour utiliser ses forces avec profit.

Les charpentiers doivent de plus vaincre le vertige en s'habituant à travailler sur des lieux élevés, d'un abord dangereux et difficile. C'est là une nouvelle complication.

Au point de vue moral, certains métiers contribuent à affiner les sens. Donnant l'occasion de matérialiser sa pensée, ils impriment à celle-ci un caractère positif et concret et rendent ainsi le jugement plus précis, l'homme plus indépendant et plus sociable en rapprochant les ouvriers et les penseurs et en faisant apprécier les difficultés et le mérite du travail.

Ces bases étant fixées, la matière même de la pédagogie en est la conséquence, mais elle exige un développement considérable que nous nous proposons de donner ailleurs.
