

MINISTRE DE LA GUERRE

PLACE DE L'INSTITUT-LE-MAIT

ÉCOLE NORMALE DE GYMNASTIQUE & D'ÉCRIME

CONFÉRENCES

DE

Physiologie, de Mécanique
et d'Hygiène

APPLIQUÉES AUX

EXERCICES PHYSIQUES



JUIN 1911

Médecin-Major de 2^e Classe

SAYORNIN

Université Lille2 Bib.de la FSSEP



3 2277 30 005 580 4



Inscrit à l'inventaire
sous le N° 2638 12M

MINISTÈRE DE LA GUERRE

PLACE DE JOINVILLE-LE-PONT

M. 238

ÉCOLE NORMALE DE GYMNASTIQUE & D'ESCRIME

UNIVERSITÉ
DE LILLE

Bibliothèque

CONFÉRENCES

DE

Physiologie, de Mécanique
et d'Hygiène

STAP
STANRE

APPLIQUÉES AUX

EXERCICES PHYSIQUES

SU



Médecin-Major de 2^e classe.

SAYORNIN.

JUIN 1911

M. 238

1852
de l'Éve
de l'Éve

CONFÉRENT

Physiologie de l'homme
et d'hygiène

EXERCICES PHYSIQUES

7

AVANT-PROPOS

Nous avons terminé une partie des études que nous nous étions imposées en vue de l'obtention de ce que nous avons appelé : « **Le Brevet d'éducateur physique.** »

Maintenant que nous avons analysé les différentes pièces de la merveilleuse machine humaine et que nous avons essayé d'en comprendre le fonctionnement élémentaire, par l'anatomie et la physiologie, premières étapes de l'étude de la biologie humaine, ouvrons nos yeux plus expérimentés sur un traité d'éducation physique et nous lirons en tête du premier chapitre cette définition :

« L'éducation physique a pour objet de perfectionner le moteur humain au point de vue de la force, de la souplesse, de l'adresse et de la santé (qualités qui, pour d'aucuns, contribuent à la beauté physique) et de l'adapter le mieux possible à ses fins. »

« Par l'éducation physique, disent les autres, nous possédons le moyen de développer en vigueur et en santé l'homme, dont les conditions de la lutte pour l'existence ont changé au profit du cerveau, mais au détriment des muscles »

Notre but est le perfectionnement physique de l'homme. Ce perfectionnement est-il possible ? Certes, dans nos études anatomiques, nous avons entrevu une loi qui régit avant tout notre constitution, loi du perfectionnement de la machine humaine : « **L'organe s'adapte à la fonction** » dont nous avons vu les effets à chaque pas en étudiant tel organe ou telle fonction. Allons-nous donc admettre avec les faibles connaissances que nous possédons, sans d'autres

preuves que celles que nous avons soupçonnées, que le moteur humain se perfectionne par le mouvement et lui faire faire du mouvement incohérent, prodigue et désordonné ?

Notre responsabilité serait lourdement engagée si nous allions ainsi à l'aventure et il nous faut plus que jamais raisonner, démontrer d'abord la réalité de la loi du perfectionnement physique, étudier la machine humaine en mouvement pour voir si elle se perfectionne par la fonction, par l'exercice musculaire. *Il nous faut surtout bien connaître les meilleurs moyens de la perfectionner rationnellement.*

En cours de route, nous avons appris deux principes importants que nous n'oublierons jamais :

1° Qu'il n'y avait pas seulement un système musculaire, mais qu'il y avait un système nerveux dans lequel le premier était système mort, et nous avons appelé leur union intime « **système neuro-musculaire** ». Par conséquent, il s'agit de nous rendre compte que la conception actuelle de l'éducation physique ne doit plus viser uniquement au développement musculaire comme le voulaient les anciens pédagogues, mais encore et surtout (j'allais dire : avant tout) à l'éducation du système nerveux.

2° Que les fonctions de nutrition devaient être à même de fournir, dans les meilleures conditions possibles, le charbon à la machine humaine et l'oxygène nécessaire à sa combustion, ainsi que d'éliminer rapidement les déchets toxiques de ces combustions. Une méthode d'éducation physique qui ne réalise pas ce principe physiologique doit donc être condamnée à priori.

Après avoir étudié les lois du transformisme et de l'hérédité, après nous être remis en mémoire quelques notions de mécanique animale, nous verrons les effets du mouvement sur le muscle lui-même (**adaptation du muscle**), puis sur les organes voisins et sur les grandes fonctions.

Nous approfondirons les relations étroites entre les muscles et le système nerveux. Nous étudierons la machine humaine tout entière en mouvement, avec ses différentes fatigues, les effets de l'exercice sur les tissus et les fonctions, c'est-à-dire les effets de l'entraînement. En un mot, nous envisagerons le moteur en mouvement et nous essaierons de tirer de cette étude des règles, des principes à l'aide desquels il nous sera facile de choisir parmi les méthodes connues la méthode d'éducation physique qui nous paraîtra la plus rationnelle.

Dans cette étude physiologique, nous ne connaissons pas tout de l'homme. L'homme est non seulement un être qui se meut, mais encore un être qui pense : de plus, il vit en société, et nous ne laisserons pas dans l'ombre l'étude de la psychologie et de la sociologie, tout au moins appliquées à l'éducation

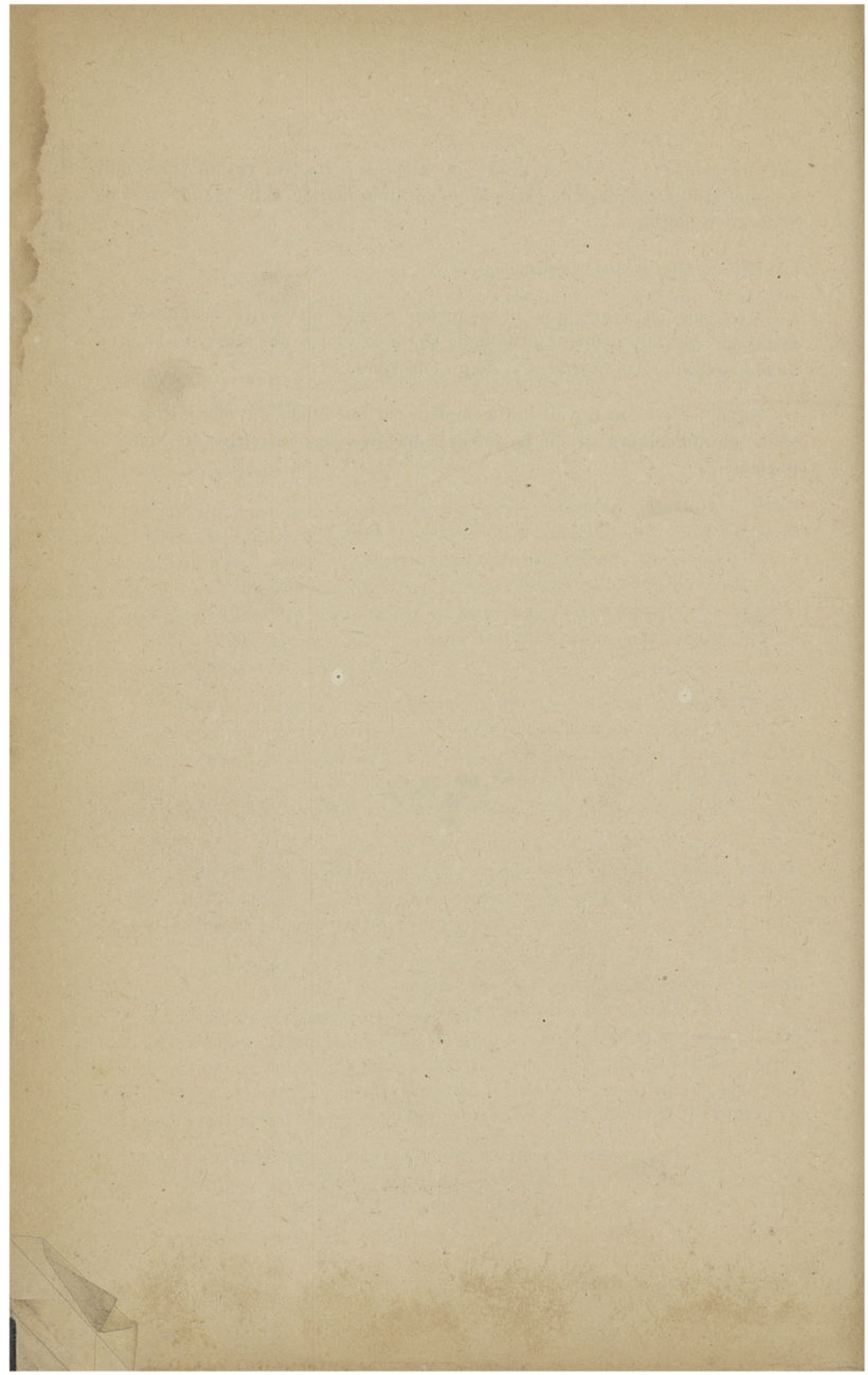
physique puisque le cadre de ces leçons ne nous permettra pas d'approfondir un sujet si intéressant et de parler de l'éducation morale, cette grande sœur de l'éducation physique.

Cette étude précède la pédagogie.

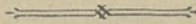
C'est sur les bases que nous aurons posées que votre professeur de Pédagogie vous développera la Méthode que nous employons ainsi que la façon de bien exécuter les exercices et de les enseigner.

Enfin ce présent travail sera complété par une étude du mécanisme, des effets physiologiques et de la valeur éducative des exercices du Nouveau Règlement.





1^{re} CONFÉRENCE



Le Transformisme et l'Hérédité

MECANIQUE ANIMALE

Os

Articulations

Muscles

NOTIONS DE MECANIQUE GENERALE

I. CONFERENCE

Le Transfert de la Mécanique

MECANIQUE ANIMALE

NOTIONS DE MECANIQUE GENERALE

Le Transformisme et l'Hérédité

Le Transformisme

Le Transformisme. — La vie représente un perpétuel mouvement : le sang de l'organisme chargé d'oxygène se meut constamment, les cellules se composent et se décomposent dans une perpétuelle régénération. A toute minute le corps humain se répare et se transforme. Et d'ailleurs, qu'est-ce que la croissance depuis la fécondation de l'ovule jusqu'à la vieillesse et la mort sinon une perpétuelle transformation ? Même en ne nous bornant qu'à une étude superficielle, en n'envisageant que la forme du corps et de ses muscles, l'expérience de chaque jour démontre que cette forme varie avec le travail imposé à l'individu : le relief énorme des muscles d'un athlète n'est pas comparable aux muscles grêles d'un sédentaire.

Notre machine humaine, même lorsqu'elle est à son complet développement, n'est donc pas immuable et il est nécessaire d'étudier les lois biologiques qui paraissent régir son adaptation.

De jour en jour la majorité des esprits se rallie à la magnifique théorie du « Transformisme » dont les fondations ont été posées par Lamarck, sur laquelle Darwin et ses élèves ont appelé l'attention des naturalistes et que J. Guérin a stéréotypée sous cette formule générale, concise et saisissante :

« La fonction fait l'organe »

Si nous ne voulons pas nous rallier au Transformisme dans son sens le plus large, en admettant que l'être unicellulaire de la boue terrestre a pu arriver, par des transitions très lentes, sous certaines influences modificatrices, par la sélection naturelle pendant des milliers d'années (cette cause qui, d'après Darwin, maintiendrait et exagérerait sans cesse les modifications quand elles sont à l'avantage des espèces), à se transformer en l'être pluricellulaire, agrégat extrêmement composite de cellules dont l'homme représente le type le plus parfait, si nous n'admettons pas les variations des espèces, nous sommes obligés d'admettre le Transformisme dans un sens restreint et de nous rendre compte que tous les êtres organisés se modifient suivant leurs divers modes de fonctionnement, que « l'organe s'adapte à la fonction ».

Si nous n'admettons pas ces réalités il ne nous reste plus qu'à nous

confiner dans une délicieuse mais avilissante insouciance en niant en tout essai de Progrès.

Certes, l'hypothèse du Transformisme, pour être certifiée expérimentalement, demande des milliers d'années d'observations, mais n'est-ce pas lui fournir un appui solide que démontrer seulement une tendance à la transformation de l'individu, suivant les conditions du milieu et savoir que l'hérédité peut transmettre en partie cette transformation que nous avons constatée ?

L'adaptation du corps humain à son fonctionnement intéresse, à un haut point, l'**Educateur physique** (sans elle d'ailleurs où serait l'utilité de l'éducation physique ?) et il nous importe beaucoup de vérifier non seulement la formule de J. Guérin, mais encore ses deux corollaires.

« La diminution de la fonction diminue l'organe »

« La cessation de la fonction tend à faire disparaître l'organe »

Nous avons vu cette loi d'adaptation fonctionnelle se vérifier à chaque analyse anatomique, matérialisons-la par des exemples : 1° L'articulation saine du coude est immobilisée à la suite d'une fracture de l'humérus. Au bout de quelque temps, les muscles et les tendons sont rétractés, les ligaments et la synoviale sont épaissies, l'articulation est enraidie, ankylosée, les mouvements sont très limités et douloureux, sinon impossibles.

« La diminution de la fonction a donc diminué l'organe »

Le coude ne reprend sa souplesse normale qu'après avoir fonctionné de nouveau pendant quelque temps.

« La fonction a régénéré l'organe »

2° Une épaule est luxée, c'est-à-dire la tête humérale, sous l'action d'un choc violent, a quitté sa cavité articulaire et est venue se loger, par exemple, entre la clavicule et les premières côtes. Si la réduction n'est pas faite et après un certain temps, le cartilage de la cavité glénoïde s'ossifie, la synoviale disparaît et cette cavité veuve se comble et s'astrophie, les muscles maigrissent.

« La cessation de la fonction tend à faire disparaître l'organe »

Si, à ce moment le bras ankylosé dans une attitude vicieuse est soumis à des mouvements, si on le fait fonctionner, il redevient capable de récupérer une partie de ses mouvements, les muscles se développent de nouveau et, à l'autopsie, on s'aperçoit que l'humérus s'est creusé une cavité aux dépens des côtes et de la clavicule, que cette cavité présente du cartilage, des ligaments et une synoviale rudimentaire, en un mot qu'il s'est formé une nouvelle articulation (*néarthrose*) là où il n'en existait pas.

« La fonction a fait un organe »

Ces exemples concernent la partie motrice de l'organisme.

Il en est de même pour les organes des sens et du foyer générateur.

3° Le fond d'un œil privé longtemps de lumière à la suite d'un cataracte opaque, n'est plus sensible à la lumière après l'opération.

4° Les sens acquièrent par leur fonctionnement des qualités d'acuité et s'affinent.

5° Le cœur s'hypertrophie, c'est-à-dire développe ses fibres musculaires à la suite d'exercices violents et répétés.

6° Les chanteurs de l'Opéra ont une grande capacité respiratoire pouvant dépasser 6 litres.

7° Les dents se carient par l'inaction. Il est recommandé dans l'alimentation lactée prolongée de mâcher un corps élastique pour conserver leur intégrité.

8° La digestibilité des aliments, condition première d'une bonne utilisation, dépend de leur nature et aussi de l'adaptation du laboratoire digestif. C'est ainsi que Jansen et Johansen dans leur hivernage au pôle Nord ont vécu plusieurs mois de viande et de graisse d'ours, nourriture peu estimée de nos estomacs d'Européens.

L'équilibre de la nutrition est réalisé dans des conditions différentes suivant l'adaptation de l'individu. Le Japonais se contente d'une poignée de riz tandis que la nourriture du citadin aisé est beaucoup trop abondante.

Les exemples pourraient être multipliés. Nous en avons vu déjà et nous en verrons encore.

L'Hérédité

Non seulement l'organe s'adapte à sa fonction, mais encore cette adaptation se transmet par l'hérédité dont la loi peut se formuler ainsi « Tout organe tend à créer un organe semblable à lui-même ».

Les preuves de l'hérédité sont nombreuses : Nous connaissons malheureusement l'hérédité des tuberculeux, des syphilitiques.

L'enfant conçu sous l'influence de l'ivresse, même lorsqu'elle n'est pas habituelle, est taré dans son système nerveux et dans la résistance de ses organes.

Les troupeaux des Vosges ont sous l'influence de l'humidité des articulations malades et difformes. Une femelle ainsi malade transplantée dans un milieu sec, met bas des animaux porteurs de l'affection maternelle.

Une chienne kabyle, transportée à Briançon, eut un goître : elle eut une portée ou deux chiens étaient goitreux.

Les éleveurs utilisent la sélection et l'hérédité en choisissant comme reproducteurs des animaux qui possèdent au plus haut point les caractères physiques qu'il s'agit d'imprimer à la race : ils ont ainsi obtenu les curieuses espèces de bœufs d'Amérique, de purs sangs anglais.

N'en est-il pas de même pour l'homme et le rêve de Florian de faire épouser les bergères par les rois n'avait-il pas d'autre but que l'amélioration physique de la race de ces derniers ?

Les végétaux eux-mêmes peuvent être également transformés par la sélection et l'hérédité.

De cette courte étude, posons les conclusions suivantes :

1° Le moteur mécanique s'use et ne se transforme pas ; le moteur humain s'adapte sans cesse, et son fonctionnement est directement influencé par ce fonctionnement même.

2° L'organe s'adapte à la fonction. Donc la machine humaine peut être modifiée en bien ou en mal par la fonction, c'est-à-dire par le travail.

Conséquence : Si nous démontrons que l'Education Physique est nécessaire, faisons qu'elle soit rationnelle, c'est-à-dire capable de modifier en bien l'organisme.

3° L'organe s'habitue à fonctionner dans les conditions données. Créons donc chez nos élèves des habitudes utiles et maintenons-les longtemps.

4° Les conditions actuelles de la vie urbaine créent un milieu factice et malsain, capable de dégénérer notre race.

L'Education Physique doit connaître les moyens d'y remédier.

5° Les individus plus forts ou plus agiles, c'est-à-dire plus aptes à soutenir la « concurrence de la vie » (Marey) et à vivre plus longtemps sont désignés pour le rôle de reproducteurs.

6° L'Éducateur Physique doit se rappeler qu'il possède sous son action, non seulement la vie et la santé de son élève, mais encore son hérédité, sa descendance. Il doit se rappeler à tout instant qu'il doit *avant tout ne pas lui nuire*, mais au contraire l'adapter le plus rationnellement possible à la lutte pour la vie.

Notions de mécanique animale

Le corps humain est, nous l'avons vu, une machine constituée par des parties solides et liquides.

Les Os

Les os munis de leur périoste et de leurs cartilages articulaires sont les organes passifs du mouvement. La taille est fonction du squelette et en rapport surtout avec le développement des membres inférieurs.

Ils sont faiblement élastiques, c'est-à-dire ils reviennent à leur forme définitive quand l'action déformatrice a cessé d'agir.

Ils sont tenaces et résistants par la cohésion de leurs mollécules et cette ténacité est proportionnelle au volume de l'os. Les os s'opposent surtout à l'écrasement dans le sens vertical ainsi qu'on peut le voir par les chiffres suivants :

Résistance à la compression	de 180 kg. (cubitus) à 1.650 kg. (tibia)
— à la flexion	de 122 kg. (radius) à 400 kg. (fémur)
— à la torsion	faible de 8 kg. (cubitus) à 89 kg. (fémur)

Les os longs sont creux et leur matière résistante présente la forme générale d'un cylindre annulaire, disposition qui les rend plus légers et en même temps plus forts pour résister à une force de flexion. En effet, en mécanique, on démontre qu'à égalité de poids et de hauteur un tube creux fléchit moins qu'une tige pleine (*application pratique* : les tubes creux du cadre de bicyclette).

Tout est prévu chez l'homme au point de vue mécanique : L'omoplate par exemple, sur laquelle s'insèrent de puissants muscles, se trouve dans les

conditions où la flexion pourrait se produire. La présence de l'épine de l'omoplate, comme le fait l'âme des fers à T, a pour but de réduire la flexion qui se produirait sans elle et (la Nature est économe), d'augmenter l'étendue des surfaces d'insertion.

Aux épiphyses la présence du tissu spongieux augmente sa légèreté pendant que la disposition en travées, en arc-boutants, des lamelles osseuses en accroît la solidité (fig. 89). Les courbures de la colonne vertébrale augmentent sa résistance à la compression dans le sens vertical : au lieu de résister comme 1, elle résiste comme le carré de ses courbures + 1.

Comme dans une machine, les mouvements du corps résultent du concours ou du conflit de deux ou plusieurs forces agissant simultanément. La *puissance* (force musculaire) réagit contre la *résistance* (forces antagonistes ou opposées, notamment la pesanteur). Puissance et résistance agissent sur les os qui font office de *leviers* avec l'articulation comme point d'appui.

D'ailleurs vous vous rappelez qu'on appelle « levier » une pièce rigide mobile autour d'un point nommé *point d'appui* et soumis à l'action de deux forces, *puissance* et *résistance*, tendant à faire tourner en sens contraire autour du point d'appui.

Les leviers ont été classés en 3 genres et nous trouvons dans l'organisme des leviers du 1^{er} et 3^e genre. Le levier du 2^e genre y est exceptionnel.

Dans le levier du 1^{er} genre (levier d'équilibre, balance romaine) le point d'appui se trouve placé entre la puissance et la résistance (fig. 98).

Exemple : 1^o Equilibre de la tête sur la colonne vertébrale. Le point d'appui se trouve à l'articulation de la tête avec l'atlas ; la Puissance (*action des muscles de la nuque*) s'oppose à la Résistance (*pois de la tête qui tend à la fléchir en avant*).

2^o Equilibre du bassin sur les fémurs. Le point d'appui se trouve à la ligne bi-fémorale : la puissance (*action des muscles fessiers*) s'oppose à la flexion du bassin sur la cuisse.

Dans le levier du 3^e genre, la puissance agit entre le point d'appui et la résistance (fig. 99). C'est un levier de vitesse (pédale du rémouleur).

Exemples : 1^o Flexion de l'avant-bras sur le bras, la main tenant un poids.
Point d'appui : articulation du coude.

Point d'application de la puissance : insertion du biceps sur le radius.

Le poids soulevé forme la résistance.

2^o Les mouvements du bras sur l'épaule, de la cuisse sur la hanche, de la jambe sur la cuisse, forment également des leviers du 3^e genre.

Dans le levier du 2^e genre (fig. 100) la résistance est appliquée entre le point d'appui et la puissance. C'est un levier de force (brouette).

Exemples : 1° Action d'écraser une noix entre les dernières grosses molaires. Le point d'appui est à l'articulation de la mâchoire. La puissance (muscles masticateurs) se trouve en avant de la résistance (noix).

2° Exceptionnellement, ce levier apparaît quand le rôle normal de la puissance est interverti. Ainsi, un poids lourd agit sur la paume de la main, tend à étendre l'avant-bras sur le bras ; on résiste par la contraction excentrique du biceps (Résistance).

Lois des leviers. — Si les produits de l'intensité de chaque force par la longueur de son bras de levier sont égaux, le levier reste immobile, en équilibre. On a :

$$P \times AP = R \times AR$$

Si ces produits sont inégaux, le levier se mettra en mouvement dans le sens de la force plus grande.

De la formule précédente, on peut tirer la suivante :

$$\frac{P}{R} = \frac{AR}{AP}$$

C'est-à-dire la puissance est à la résistance dans le rapport inverse des bras de leviers. Plus le levier de résistance est long, plus la puissance doit être grande.

Or, en général, les muscles s'insèrent au voisinage des articulations, c'est-à-dire la force musculaire (puissance) agit près des articulations (points d'appui) tandis que les résistances à vaincre sont appliquées à l'extrémité du bras de levier le plus long.

Dans la flexion de l'avant-bras sur le bras par exemple la main tenant un objet (fig. 101), l'effort (F) des fléchisseurs appliqué en P est égal à $R \times \frac{AR}{AP}$ et ce rapport est égal à 4 environ. Pour 10 kg. de charge, il faut donc un effort de 40 kg. Il semblerait donc qu'il y a gaspillage de force dans l'économie, mais ce que l'on perd en force, on le gagne en vitesse et en amplitude du mouvement puisque l'amplitude et la vitesse dépendent de la longueur du bras de levier déplacé. Donc, quand le biceps se raccourcira de 1 cm., le poids sera élevé de 4 cm.

Le levier du 3° genre qu'on rencontre dans l'organisme permet donc au point d'application de la résistance le maximum de parcours. Ainsi nous nous expliquons pourquoi les hommes petits, à bras de leviers courts, produisent, à égalité de muscles, des efforts plus intenses (*types de force*) que des hommes grands à bras de leviers longs (*types de vitesse*).

Les Articulations

Les Articulations. — Elles représentent les centres des mouvements, les points d'appui des leviers osseux. Elles doivent être *souples* et *solides* et nous avons vu comme elles étaient merveilleusement disposées pour les glissements : solidité des enveloppes, revêtement élastique cartilagineux, huile synoviale. Les ligaments passifs sont plus résistants sur les côtés où les ligaments actifs font défaut. Elles revêtent plusieurs formes.

Articulations *en boule* (épaule, hanche).

- *en tête allongée* (condyle, poignet).
- *en poulie* (coude).
- *en selle* (cou-de-pied).
- *en pivot* (axis avec atlas).
- *plates* (les corps vertébraux).

Leur morphologie indique la forme des mouvements qu'elles permettent : elles font l'office de charnières, et quel que soit le mode de traction des muscles, la composante utilisée de leur force imprimera à l'article le mouvement permis par la disposition des charnières.

Les Muscles

Les muscles représentent la force qui met en action les leviers osseux. Ce sont les organes actifs du mouvement qui combent presque tout l'espace compris entre le squelette et la peau.

Ils sont maintenus dans leur situation réciproque par une sorte d'enveloppe (*aponévrose*) qui exerce sur eux une compression permanente augmentant la puissance de la contraction.

Ainsi enveloppé, chaque muscle peut être considéré comme un petit moteur perfectionné, dont la partie rouge contractile est active, avec un système de circulation (*artères* et *veines*) pour lui apporter le charbon nécessaire et le débarrasser des scories, un nerf moteur pour donner des ordres et lui apporter l'excitant nécessaire et des nerfs sensibles pour renseigner les centres nerveux. Ce moteur est terminé par un ou deux tendons effilés en tissu fibreux inextensible, résistant et *incontractile*. Les tendons qui sont donc inactifs représentent les *courroies de transmission*. Ils ont leur utilité, car ils permettent aux muscles de localiser leurs efforts en un point précis du squelette et de ne pas gêner le jeu articulaire. En effet, les muscles qui s'insèrent en général très près des articulations gêneraient les mouvements s'ils ne se réduisaient à ce niveau par l'intermédiaire des tendons.

Nous avons d'ailleurs remarqué en anatomie que, plus les tendons étaient nombreux sur une face de l'articulation, plus ils étaient minces.

Transmission du mouvement aux pièces du squelette. — Le muscle produit une force intérieure en ligne droite dirigée suivant la portion terminale du tendon. Nous savons que, dans la contraction avec production de travail mécanique

$$T = P \times H$$

P étant proportionnel au nombre de fibres rouges, H étant proportionnel à leur longueur.

Si tous les muscles étaient munis de fibres musculaires parallèles se continuant par des fibres tendineuses également parallèles, l'action d'un muscle serait égale au produit du nombre des fibres par leur action moyenne en ligne droite ; il n'y aurait ainsi aucune déperdition de force :

Mais nous avons vu que souvent les fibres rouges s'inséraient obliquement sur le tendon comme les barbes d'une plume sur le tuyau central (*insertion penniforme*) ; il y a donc déperdition de force due à l'obliquité de leur direction. Ce dispositif paraît défavorable et « la nature ne paraît pas économe » puisque la résultante de l'action d'un muscle penniforme n'est pas égale à la somme des actions moyennes de chaque fibre. Mais cette disposition a une très grande utilité au point de vue de la morphologie du sujet ; c'est un artifice à l'aide duquel des muscles à faible excursion, mais qui doivent néanmoins développer des efforts assez considérables (*fléchisseur des doigts, long péronier latéral*) peuvent avoir un grand nombre de fibres rouges, c'est-à-dire une grande surface de section, tout en occupant peu de place.

La figure 102 fait comprendre cet artifice.

Supposons un muscle de l'avant-bras, le fléchisseur des doigts par exemple. Ce muscle doit occuper une place restreinte car les muscles de l'avant-bras sont nombreux ; néanmoins il est obligé de fournir des efforts assez considérables, c'est-à-dire d'avoir un grand nombre de fibres rouges. Il n'est pas nécessaire que ces fibres soient très longues puisque l'amplitude de la flexion des doigts n'est pas très considérable. Ce muscle s'insérera sur une longue portion d'os ou d'aponévrose C D et se jettera obliquement sur un long tendon A B. Les fibres rouges seront courtes mais nombreuses puisque la surface de section sera représentée par C D. Certes une partie de la force de chacune de ces fibres sera perdue et la force utilisée pour le mouvement par la fibre G H, par exemple, ne sera que $F/2$. Mais si l'on additionne les forces $F/2$ utilisables de toutes les fibres il est évident que la force du muscle sera plus grande que si les fibres étaient allées directement de A C en B et pourtant le volume du muscle est le même.

Quelquefois cette disposition penniforme est double (fig. 90) elle est *bipenniforme*.

En général la direction des muscles des membres est parallèle à celle des leviers osseux et il semblerait que leur action devrait avoir pour seul but d'accoler les surfaces articulaires l'une à l'autre. Mais, avons-nous vu, les extrémités articulaires renflées réfléchissent le tendon comme une sorte de poulie ou bien les saillies d'insertion corrigent ce parallélisme et la direction réelle de l'effort musculaire au début d'un mouvement est oblique à la direction de l'os.

Prenons un exemple : l'action du muscle biceps M pour fléchir l'avant-bras A sur le bras B (fig. 104.). L'effort du muscles I F peut être décomposé en deux composantes, une force I D suivant la direction des os qui a pour but d'appliquer les surfaces articulaires l'une contre l'autre et une force I C beaucoup plus petite perpendiculaire à l'axe du squelette et qui est seule utile au mouvement. Ceci explique pourquoi le début de la flexion de l'avant-bras est pénible. Il est évident que le maximum de la force sera utilisé quand le tendon agira perpendiculairement à l'os mobilisé.

Donc, *la force effective d'un muscle varie suivant son incidence sur le squelette et plus la direction des fibres musculaires tend à devenir Perpendiculaire à l'axe du levier, moins il y a déperdition de force.*

Relâchement musculaire — Tonicité — Elasticité — Contraction balistique. — Nous croyons avec le Dr Paul Richer que le muscle peut-être en état d'inaction, de relâchement complet (fig. 106, A) lorsque ses insertions extrêmes sont rapprochées au-delà de certaines limites. Le muscle est alors en état d'équilibre stable d'où il ne peut sortir que pour se raccourcir davantage en se contractant ou s'allonger par l'effet de la distention. Ex. : Dans l'extension forcée et passive de l'avant-bras sur le bras, le tendon du muscle triceps forme un repli au dessus de l'olécrane. Le muscle est donc relâché. Si l'on contracte alors le muscle, le repli disparaît et l'on sent le tendon se tendre.

La tension musculaire n'est donc pas permanente, mais elle se produit très souvent par l'écartement des points d'insertion soit sous l'influence de la pesanteur, soit par l'action des muscles antagonistes. Cette distension encore appelée *tonicité* ou *tonus musculaire* est très importante en mécanique animale, car elle diminue la durée du temps perdu. Ex. : Un fil élastique ne soulève un poids que l'orsqu'il a acquis une distension suffisante.

Nous savons également que le muscle est élastique et que l'élément élastique est constitué par les disques clairs de la fibre striée, les disques opaques représentant la partie contractile (fig. 105). Cette élasticité fusionne, en une contraction soutenue, les vibrations dues aux secousses (30 à 35 par seconde) et empêche le muscle de trembler. Cette élasticité joue un grand rôle dans la transmission du mouvement aux pièces du squelette. En effet, dans un mouvement lent, par exemple, la contraction du muscle, c'est-à-dire le raccourcisse-

ment des disques opaques a pour premier effet d'allonger les disques blancs élastiques. Le raccourcissement sera donc diminué au début, mais les parties élastiques ainsi distendues serviront d'accumulateur d'énergie et en se raccourcissant à leur tour, elles continueront à diminuer la longueur du muscle. Le muscle se contracte donc peu à peu et sans interruption ; et son travail est favorisé. En effet, c'est un principe de mécanique que « l'effet utile d'une force appliquée à la traction d'un fardeau est plus considérable lorsque cette force exerce son action par l'intermédiaire d'un trait élastique que lorsque elle est transmise par un lien inextensible. »

Ceci explique peut-être pourquoi le muscle, avant d'effectuer un mouvement brusque et énergique, a besoin d'être tendu au préalable, comme cela arrive dans la *contraction balistique*.

Jusqu'à présent, en effet, considérant l'effort musculaire et le mouvement nous n'avons envisagé que trois sortes de contractions :

1° *Contraction statique*, où le muscle fait effort sans mouvement, c'est-à-dire où :

$$P = R$$

2° *Contraction dynamique*, avec effort et mouvement, l'un étant la cause de l'autre avec ses deux modalités :

a) *Contraction concentrique*, avec travail positif où

$$P > R \quad (\text{fig. 106, B}).$$

b) *Contraction excentrique*, avec travail négatif où $P < R$ retarde la chute du membre entraîné par la pesanteur. Cette contraction peut être appelée encore *contraction frénatrice* (fig. 106, C).

Très fréquemment dans la machine humaine, avant de faire un effort brusque et énergique, le muscle a besoin d'être distendu en contraction excentrique, d'être bandé comme la corde d'un arc. Puis il se contracte concentriquement et cette action cesse brusquement avant que le mouvement de levier osseux ne soit terminé.

Cette succession de contraction excentrique et concentrique peut être appelée la *contraction balistique*, qui permet au muscle de donner le maximum d'effort. Ex. : Dans le lancement d'une pierre, le maximum de vitesse est obtenu en portant vivement le bras en arrière (contraction excentrique), puis en avant (contraction concentrique) avec toute la force possible. Il semblerait que le muscle a besoin de distendre au maximum sa partie contractile et sa partie élastique pour donner ensuite son maximum d'effort en additionnant l'énergie accumulée dans ses disques blancs et celle qui provient du raccourcissement de sa partie opaque.

Synergie musculaire. — *Fixation d'un point d'insertion : Principe de la position fondamentale.*

Nous venons d'étudier la contraction d'un muscle isolé. En réalité, même dans le moindre mouvement, jamais un muscle ne se contracte seul : pour produire un mouvement de flexion, le groupe des fléchisseurs travaille. Par exemple, dans la flexion de l'avant-bras sur le bras, le brachial antérieur (épais et court) seconde, au début de la flexion, l'action du biceps (long et fusiforme). De plus, dans ce mouvement, le point d'insertion immobile (avant-bras) se rapproche du point fixe (bras et épaule) et il faut que d'autres muscles fixent le bras et l'épaule où s'insèrent les fléchisseurs. Si le mouvement demande le maximum de travail, le point d'appui doit être solidement fixé ; or, comme l'épaule est mobile sur le thorax et que le reste du corps est formé de multiples pièces osseuses mobiles, le corps tout entier doit être solidifié par l'action de tous les muscles (ainsi que nous le verrons par exemple en étudiant l'effort thoraco-abdominal). Cette association de nombreux muscles pour accomplir un mouvement quelconque, même simple, s'appelle la *synergie musculaire*.

Cette fixation du point d'appui constitue le principe essentiel du respect de la position fondamentale et permet de localiser le mouvement, de le préciser, d'en régler l'intensité et d'en graduer les effets.

Une méthode d'éducation physique rationnelle doit chercher à développer les muscles suivant leur importance physiologique. Certes, nombreuses sont les synergies musculaires, mais la position fondamentale a pour but de localiser le travail dynamique dans un groupe déterminé et de lui faire produire le maximum de travail utile grâce à la fixation du point d'appui. La synergie musculaire ainsi déployée n'est pas perdue puisque la position fondamentale en profite pour donner à tout le corps et surtout au tronc une attitude favorable pour l'accomplissement des grandes fonctions. C'est ainsi par exemple, que la synergie y est utilisée pour fixer solidement les épaules en arrière et la tête afin de permettre aux muscles de l'inspiration (scalènes, sterno-cleïdo-mastoïdien, dentelé, petit pectoral) d'entrer puissamment en action. Nous reviendrons d'ailleurs sur cette position fondamentale, dont l'intérêt est capital, et nous serons émerveillés de voir qu'à elle seule elle implique une connaissance approfondie de la machine humaine.

Si la coordination des muscles pour un mouvement n'est pas développée par l'éducation physique et si l'effort à fournir est intense, nous voyons tous les muscles de l'économie, voire même les peauciers du visage, se contracter et le visage présenter un hideux sourire.

Nous verrons, en étudiant le mouvement et le système nerveux, comment, par l'éducation du système nerveux, l'ordre moteur est envoyé aux seuls

muscles nécessaires pour la précision d'un mouvement et quels sont ces muscles.

Il semble bien souvent, dans l'action d'asséner un coup de poing, par exemple, que l'effort musculaire se localise aux membres supérieurs alors qu'il est appuyé par tout le corps. Un homme assis donne un piètre coup de poing.

Antagonisme musculaire. Contraction frénatrice. — On appelle muscles antagonistes ceux dont l'action est contraire à celle des muscles agissant, M. Beauvais a démontré que dans la plupart des mouvements les antagonistes se contractent simultanément.

La synergie musculaire s'étend donc aux antagonistes qui se contractent excentriquement pour modérer le mouvement (*contraction frénatrice*). Les antagonistes sont donc des freins et ils contrôlent et coordonnent le mouvement, réglant à chaque instant sa vitesse et l'annulant à la fin de sa course. S'ils n'agissaient pas ainsi, le membre inerte serait mis brusquement en mouvement, il conserverait sa vitesse acquise et les articulations risqueraient de se détériorer. Ex. : Quand l'adversaire évite un violent coup de poing qui, d'après nos calculs, devait l'atteindre, notre olécrane vient buter douloureusement dans sa cavité de l'humérus, parce que les antagonistes n'ont pas ralenti à temps la vitesse.

Lois générales de la mécanique. — Les lois de notre statique et de notre dynamique animales sont celles de la mécanique. (Nous ne ferons que les citer.)

1° Principe d'inertie (Newton). — *Un corps matériel ne peut modifier son état de repos ou de mouvement sans l'intervention d'une cause extérieure.* Cette cause est inconnue dans son essence même : nous n'en voyons que les manifestations et on lui donne le nom de *force*.

Une pierre posée sur le chemin restera indéfiniment immobile si aucune force ne vient la déplacer.

Un corps est en mouvement : il possède à un certain instant une vitesse donnée. S'il est soustrait à toute influence extérieure, cette vitesse restera constante et uniforme. Pour modifier cet état de mouvement uniforme, il faut qu'une force communique au corps une *accélération*.

La force se mesure donc par l'accélération produite.

Chez l'être vivant, les forces motrices sont intérieures au corps, mais celui-ci ne peut se mouvoir sans point d'appui extérieur.

2° Lois des masses. — La force est proportionnelle à l'accélération, mais elle l'est aussi à la masse du corps qu'elle mobilise : elle doit être plus grande si la masse augmente.

Toute masse, sous l'action d'une force, demande un certain temps pour être mise en mouvement. Il faut donc un certain temps pour mobiliser notre tronc et nos membres.

Pour une même masse, la vitesse du mouvement est directement proportionnelle à la force qui s'exerce sur elle.

Pour une même force motrice, plus la masse est grande, moins la vitesse est grande.

Le travail se mesure par la force vive et la force vive est égale à $1/2 MV^2$.

Principe de l'action et de la réaction (Newton). — « A toute action correspond une réaction de sens contraire. »

Dans l'équilibre, action = réaction.

Si, avec le doigt, nous pressons contre un mur avec une force d'un kilog (action), le mur à son tour presse contre notre doigt avec une même force (réaction).

Nous sommes en station debout : le sol reçoit une pression (action) égale au poids du corps ; il réagit en pressant sur les pieds avec une force égale et de sens contraire (réaction). Ceci est vrai que les corps soient en repos ou en mouvement.

4. *Pesanteur*. — *Tout corps est soumis à une attraction qui a pour effet de l'attirer vers le centre de la terre*. — On peut considérer l'action de l'attraction terrestre comme se réduisant au poids total du corps appliqué au centre de gravité.

Notre corps est constamment en lutte contre la pesanteur et la résistance d'inertie de ses différentes parties.

Statique du corps humain. — *Conditions d'équilibre*. Pour que le corps reposant sur le sol par quelques points soit en équilibre, il faut que la verticale passant par le centre de gravité vienne tomber dans le polygone de sustentation.

Notre machine n'est pas invariable de forme comme un bloc de pierre, et par suite son centre de gravité se déplace à chaque instant et avec chaque position des parties mobiles.

Dans la position du soldat sans armes, ce centre se trouve dans un plan antéro-postérieur passant par le nombril. Weber l'a fixé en avant de la première vertèbre lombaire.

La stabilité du corps est d'autant plus grande que son poids est plus considérable. Plus le polygone de sustentation est grand, plus la stabilité sera grande. On étend toujours la base de sustentation dans le sens de la chute.

La stabilité est d'autant plus grande que le centre de gravité est plus abaissé.

Dynamique. — Le corps ne peut progresser sur une surface que si elle a une pente convenable et s'il y a frottement à chaque point de contact.

Quand le corps est lancé dans l'espace (saut) la trajectoire du centre de gravité ne peut être déplacée sans une réaction extérieure (conséquence de la loi d'inertie).

Lois spéciales à la dynamique musculaire. — 1. *Loi du moindre effort.* — Instinctivement ou par l'éducation du système nerveux, nous n'utilisons que les muscles et l'énergie nécessaires pour vaincre la résistance opposée.

2. *Loi du relâchement des muscles.* — Quand on remplace la fonction d'un groupe moteur par une résistance extérieure, le groupe moteur se relâche.

Ex. : Si la cuisse est fléchié passivement sur le bassin, les fléchisseurs de la cuisse sur le bassin se relâchent.

3. *Loi de l'alternance du repos et du travail.*

Nous verrons aux diverses étapes de l'analyse des mouvements l'application de ces divers principes.

II^e CONFÉRENCE

Conservation de l'énergie. -- Nutrition générale. -- Chaleur et travail musculaires. -- Adaptation du squelette, des articulations, des muscles et des grandes fonctions au mouvement.

Loi de la conservation de l'énergie (R. Mayer et Helmholtz). — La vie se manifeste par des dépenses de force, d'énergie. Cette énergie n'est point créée par le protoplasma : elle lui vient du monde extérieur.

La loi de la conservation de l'énergie : « Dans la nature, la quantité d'énergie existante paraît être invariable », s'applique aussi bien aux êtres vivants qu'aux corps bruts.

L'énergie est *une*, et peut revêtir plusieurs formes. Ex. : L'énergie chimique d'une pile peut se transformer en multiples manifestations de l'énergie : électricité, chaleur, lumière, travail mécanique.

Chaque forme de l'énergie peut revêtir à son tour deux états : énergie *potentielle* (énergie latente) ou énergie *actuelle*. Ex. : Je tiens une pierre à bout de bras : son énergie est *potentielle*. Je lâche la pierre : cette énergie devient *actuelle* et la pierre tombe sur le sol.

Le moteur humain puise son énergie dans les aliments, la chaleur et la lumière. L'énergie des aliments s'emmagasine dans les organes à l'état d'énergie latente et reparait à la suite de combinaisons avec l'oxygène sous forme d'énergie actuelle : acte nerveux, acte musculaire, sécrétion, etc.

Nutrition générale. — Nous avons vu, en étudiant l'acte d'assimilation, que les aliments avaient pour but : 1^o de réparer et de développer les tissus ; 2^o de constituer les matériaux de réserve.

Même au repos complet, le corps utilise une partie de ces matériaux pour l'expédition des affaires courantes (respiration, circulation, chaleur animale).

Si l'apport alimentaire est insuffisant, la machine humaine prélève, pour continuer à fonctionner, ses matériaux de réserve d'abord, puis elle consume sa propre substance (myosine) et elle peut même fonctionner quelque temps sans apport extérieur (jeûne prolongé). Mais dans ces conditions, le corps s'use et dépérit par épuisement et surmenage.

Si la ration est dépassée de façon excessive et si elle n'est pas brûlée en partie par un travail en rapport, les matériaux employés s'accumulent dans les tissus de réserve. La graisse envahit les organes, telle la rouille, en gênant leur bon fonctionnement.

Chaleur et travail musculaires. — *Principes de l'alternance du repos et du travail ; principes de la mise en train dans la leçon de gymnastique suédoise.*

Le muscle oxyde les substances ternaires (sucre, graisses) et l'énergie chimique ainsi développée produit travail mécanique et chaleur (théorie de Chauveau). Cette énergie est la même, que le muscle travaille statiquement ou dynamiquement. Le travail statique produit un dégagement de chaleur plus considérable que le travail dynamique.

Les déchets de ces oxydations (acide carbonique, acide lactique, etc.), doivent être balayés immédiatement sous peine de danger pour l'intégrité du muscle.

La contraction statique prolongée empêche l'irrigation sanguine, c'est-à-dire l'apport de matériaux de combustion et le lavage du muscle. Celui-ci use sa propre substance, s'épuise, s'encrasse et se fatigue. D'autant plus que, d'après Chauveau, le travail intérieur serait huit fois plus grand que dans la contraction avec mouvement. Aussi, posons-nous dès maintenant le principe de *l'alternance rationnelle du repos et du travail.*

Le travail musculaire produit de la chaleur, et pendant l'exercice la température du corps peut s'élever d'un demi-degré à un degré. Le muscle a besoin de chaleur pour se contracter, et la température qu'il préfère avoisine 40°. Un muscle refroidi perd son élasticité et se paralyse : la main, trempée dans l'eau très froide, devient inerte ; le travail musculaire est plus difficile quand la température est froide, et les ruptures musculaires plus fréquentes.

La chaleur agit au contraire pour favoriser la contraction musculaire. En été, « le corps paraît plus souple » ; les exercices en plein air s'exécutent plus facilement quand la température est douce.

Dans la pratique, on éprouve le besoin de faire précéder les exercices du corps de mouvements divers qui servent à les préparer : on chauffe la locomotive avant de la faire fonctionner. Ex. : le salut précédant l'assaut de boxe ou d'escrime ; le tour d'essai des coureurs et des canotiers ; les gammes du pianiste ; les gestes de colère précédant le pugilat.

Cette préparation échauffe le muscle, cette chaleur se répartit dans tout l'organisme (la locomotive est chauffée) et facilite la contraction. De plus, le muscle, ayant reçu une première excitation nerveuse, réagit mieux et plus fort à une deuxième excitation (phénomène de l'habitude) : *le moteur est éveillé*.

Enfin, la cellule nerveuse est rendue plus excitable après une première excitation.

Pour ces raisons, les Suédois font précéder la leçon de gymnastique par des *exercices d'ordre et de préparation*, qui constituent une *mise en train*.

Cette mise en train nous paraît surtout utile en hiver, et il y a lieu de mettre, dans ce cas, dès le début de la leçon, des exercices intenses, tels que sauts ou course, pour amener une suractivité fonctionnelle et empêcher le refroidissement de l'organisme.

Elle est utile aussi chez l'enfant, quand la leçon de gymnastique suit immédiatement le repos prolongé de la classe. L'enfant a besoin d'être alors immédiatement suractivité par des exercices intenses (courses, sauts, jeux) qui accélèrent la respiration ralentie par l'attention (voir V^e Conférence : *Action de l'attention sur la respiration*) et décongestionnent son cerveau.

Quand la température est douce, la mise en train peut être très écourtée, les mouvements usuels auxquels le soldat s'est livré avant d'arriver à la leçon étant suffisants pour chauffer la locomotive. Il suffira alors à l'instructeur de faire déplier les alvéoles pulmonaires de ses élèves par des exercices respiratoires et de leur faire exécuter quelques mouvements simples pour prendre possession de leur système nerveux.

Si le muscle affectionne une température avoisinant 40°, il meurt à 45°, parce que sa myosine se coagule : dans le coup de chaleur (voir hygiène), la chaleur intérieure peut dépasser 45° et amener la mort.

Effets de mouvement sur les os, les articulations, les muscles et les fonctions de nutrition

Adaptation du moteur au mouvement. — Dans cette étude, nous allons faire fonctionner chaque partie constitutive du moteur humain et nous rendre compte dans quel sens elle s'adapte suivant le mouvement qu'on lui imprime, suivant la forme du travail qu'on lui impose. Nous verrons aussi comment elle s'adapte à l'inaction.

Nous aurons ainsi de nouvelles preuves de la loi de l'adaptation des êtres et des bases physiologiques pour une méthode rationnelle de Culture Physique.

Nous approfondirons, dans la prochaine leçon, les relations du système nerveux et du mouvement.

Variabilité du squelette. — Vous avez devant les yeux un squelette sec d'une dureté de pierre, capable de résister à l'action du temps, capable d'être retrouvé intact après des milliers d'années d'enfouissement, formé de cavités ou d'aspérités sur lesquelles les parties molles ont l'air d'être obligées de s'adapter, et si vous aviez à remplir l'office d'un constructeur, vous imaginerez de monter un pareil bâti sur lequel vous façonneriez des muscles et des organes, car ce squelette dur vous paraît immuable.

Détrompez-vous ; le squelette, au même titre que les autres organes a la propriété de se transformer, de se sculpter, de subir l'action des organes environnants.

Méconnaître cette malléabilité excessivement facile serait ignorer votre rôle d'Éducateur physique et amener chez vos élèves, surtout chez l'enfant, des tares irrémédiables. L'os si dur, à l'état sec, est comme une cire molle quand il est vivant, et nombreux sont les exemples que la chirurgie nous fournit ; par exemple : Un anévrisme volumineux de l'aorte peut perforer le sternum en quelques mois.

Les muscles impriment leurs fossettes le long des os. Avez-vous remarqué la coulisse bicipitale que s'est creusée le tendon du biceps, comme une corde marque son sillon sur la margelle d'un puits ? Luxez ce tendon, la coulisse se comblera et le tendon se formera une nouvelle gouttière à l'endroit où il fonctionnera de nouveau.

Les apophyses, crêtes, saillies où les muscles s'attachent sont déterminées par ces muscles eux-mêmes et sont plus saillantes, plus volumineuses quand ils exercent sur elles des tractions violentes. Plus le muscle est volumineux, plus ces saillies sont accentuées. Le bras droit à plus de relief que le bras gauche. Il est facile de distinguer le squelette d'un homme du squelette d'une femme.

L'abolition des contractions, au contraire, diminue le relief ainsi qu'on peut le voir sur un membre paralysé. *Vous vous rendez compte de ce que peuvent être les effets de l'inaction et de la sédentarité sur les os.*

La direction des apophyses épineuses des vertèbres est celle que la traction musculaire leur imprime. A peu près verticales sur le corps vertébral chez le quadrupède, elles sont très obliques à la colonne du dos chez le bipède.

De l'enfance à la vieillesse, le squelette se modifie et l'on peut, jusqu'à un certain point, indiquer l'âge d'un sujet par l'examen des os.

Le squelette est très malléable chez l'enfant et l'orthopédie est basée sur ce principe. Vous devez savoir que vous pouvez manier à votre gré le squelette de vos jeunes élèves, que vous devez leur éviter tout exercice amenant une cour-

bure osseuse qui gênera l'action musculaire, toute attitude vicieuse de la colonne vertébrale qui gênera irrémédiablement le fonctionnement des organes thoraciques au point même de tarer ces organes.

Vous devez aussi vous rappeler ce principe physiologique :

Les exercices violents et fatigants hâtent l'ossification des cartilages de conjugaison et amènent des effets nuisibles sur la croissance et la taille des enfants.

Effets des mouvements sur les articulations. — Les mouvements à grande amplitude créent des articulations à petit rayon (*articulations en boule*), et inversement, les mouvements de faible étendue créent des articulations à grand rayon (*articulations plates*). Si le mouvement est plus étendu dans un sens, la courbure de l'articulation dans ce sens aura un plus petit rayon (*articulations à tête allongée (condyles)*).

La tête humérale du singe, qui utilise ses membres supérieurs pour la marche, est aplatie dans le sens antéro-postérieur.

Par le mouvement, les articulations renforcent leur qualité de souplesse et de solidité. La synovie est plus dense et plus abondante.

Parfois, chez les acrobates disloqués (homme serpent), on essaie d'enlever la solidité articulaire en allongeant les ligaments pour accroître la souplesse.

L'inaction vieillit l'articulation, la rend sèche et la rouille. L'immobilisation trop prolongée l'ankylose.

Variabilité des muscles. Adaptation. — Avant d'aborder ce sujet, rappelons que :

1° Les muscles sur le vivant peuvent se raccourcir du $\frac{1}{3}$ de la longueur de leurs fibres rouges, le tendon étant incontractile. Donc, l'amplitude d'un mouvement est proportionnelle à la longueur de la partie rouge du muscle (loi de Borelli).

2° Le poids de la masse musculaire égale environ les $\frac{3}{7}$ du poids total du corps.

Effets de l'inaction. — La fonction entretient l'organe, et le repos prolongé altère le muscle, qui, non seulement s'atrophie et s'amincit, c'est-à-dire diminue le nombre de ses fibres, mais se laisse envahir par la graisse et le tendon. Le tendon s'allonge aux dépens de la longueur de la fibre rouge. La graisse détruit la substance musculaire. *Graisse et tendon sont les rouilles du muscle.* — On observe ces dégénérescences dans les cas de paralysie, et l'on voit, au microscope, les corpuscules graisseux envahir peu à peu le protoplasma de la fibre striée.

Le muscle, non seulement dégénère, mais encore tend à disparaître, « la cessation de la fonction tend à supprimer l'organe. »

Même si l'étendue des mouvements diminue, c'est-à-dire si le muscle, au lieu de perdre sa fonction, diminue le degré de son raccourcissement, sa constitution se modifie. La longueur des fibres rouges diminue et leur partie inutilisée pour le mouvement est remplacée par la rouille tendineuse, ainsi qu'on peut l'observer dans le cas d'ankylose incomplète d'un membre. Cette invasion tendineuse est comparable à celle qui est constatée dans la vieillesse. Chez le vieillard, en effet, le tendon envahit peu à peu les muscles du mollet et le diaphragme ; les spinaux postérieurs dégénèrent également et le poids des ans baisse la colonne vertébrale vers la terre.

On peut prendre sur le fait cette adaptation fonctionnelle, et l'on peut voir par le microscope, ça et là, dans les muscles dégénérés des vieillards, des vestiges de fibres striés.

Donc, posons les conclusions de ces faits : 1° Le mouvement influe sur la conservation des fibres contractiles.

2° Le muscle peut se raccourcir d'un tiers environ ; pour lui conserver cette faculté, il faut, dans les mouvements, obtenir le maximum de son raccourcissement et le maximum de son allongement ; les contractions complètes à amplitude maximum sont les plus favorables pour maintenir l'intégrité du muscle.

Influence de l'intensité de la contraction sur l'épaisseur du muscle. —

La force d'un muscle dépend de sa section et de l'excitation nerveuse qu'il reçoit. Or, la fonction faisant l'organe, les contractions énergiques tendront à grossir et à durcir le muscle. Dans un mouvement peu énergique, au contraire, toutes les fibres ne paraissent pas être utilisées, et le muscle a tendance à s'atrophier. Mais ce dernier atteint vite une limite de développement variable avec la nature et la forme du travail, variable avec la constitution du sujet et qu'il ne peut dépasser.

De plus, le travail énergétique continu fatigue le muscle, l'use, le vieillit prématurément en le laissant envahir par le tendon. Sa nutrition est altérée.

L'enfant qu'on soumet aux efforts violents (gymnastique aux agrès, poids lourds) ne développe pas ses muscles, il les use au contraire.

Donc, concluons :

1° Pour développer les muscles, il faut les faire contracter énergiquement et réagir par conséquent contre la loi du moindre effort et leur faire produire le travail complet dont ils sont susceptibles, *loi du plus grand travail utile en gymnastique éducative* et pour cela, fixer solidement le point d'appui « position fondamentale » et développer l'excitant nerveux : la volonté.

2° Le travail d'un même groupe musculaire ne doit jamais être continué sans repos, et nous affirmons une fois de plus la loi de l'alternance du repos et de l'activité.

Le travail ne doit jamais dépasser les forces du sujet. Or, il serait dangereux d'imposer aux enfants la gymnastique d'un adulte et de faire subir aux muscles de ses membres supérieurs un effort considérable, celui de soulever tout le corps à la barre fixe, par exemple.

Influence de la durée de la contraction. Loi de la cadence. — Quand on fait l'éducation du muscle, les contractions doivent obéir au principe du plus grand travail utile de la gymnastique éducative et être énergiques, mais au début de l'éducation, elles ne doivent pas être brusques. Que se passe-t-il dans un mouvement rapide, la flexion de l'avant-bras sur le bras par exemple ? Les fléchisseurs fournissent un effort initial brusque pour vaincre l'inertie et pour imprimer au segment une grande vitesse, puis ils se relâchent, le mouvement se continue en vertu de la vitesse acquise et il est arrêté finalement par les antagonistes, qui se contractent à leur tour brusquement, afin d'éviter les chocs articulaires.

Les contractions brusques paraissent moins favorables à la nutrition du muscle dans toute l'étendue de ses fibres rouges, et le muscle tend à devenir *globuleux*.

De plus, l'effort initial nécessaire pour mobiliser un segment dépend de la masse de ce segment et de la longueur des bras de levier. Plus on veut aller vite, plus cet effort doit être grand, et si la masse est importante, il y a lieu de craindre les chocs musculaires, capables de nuire à l'intégrité des fibres rouges ou des fibres tendineuses (ruptures partielles ou totales).

Les mouvements brusques sont très utiles en éducation, car ils préparent à certaines applications, ont un caractère utilitaire, ils demandent un excitant nerveux plus fort et renforcent la volonté. Mais leur éducation ne doit se faire que prudemment, après avoir développé suffisamment les muscles et les avoir éprouvés. Ex. : Soit un poids suspendu à un fil : Si l'on tire violemment sur ce fil, le poids ne sera pas soulevé et le fil cassera.

Au contraire, renforçons ce fil en le doublant ou en le triplant, rendons-le résistant, et le fil ne cassera plus. Donc :

1. La cadence d'un mouvement doit varier avec la masse à mouvoir. Elle doit être inversement proportionnelle à cette masse (loi de la cadence). Il est évident que la cadence des mouvements de la main sera plus rapide que celle des mouvements du tronc. Le rythme d'un exercice peut-être considéré comme la réunion de plusieurs cadences :

Exemple : *Flexion du tronc ; bras levés :*

- a) Cadence lente pour fléchir le tronc (grosse masse à mouvoir).
- b) Cadence vive pour étendre les bras.

c) Cadence vive pour les ramener aux épaules.

d) Cadence lente pour ramener le tronc à la position initiale.

2° En gymnastique éducative, les mouvements doivent être toujours énergiques et à amplitude maximum. Mais au début, ils doivent être lents, sans à coups, avec une vitesse uniforme. On n'augmentera la vitesse que progressivement et les mouvements de détente brusque seront surbordonnés à la puissance des muscles moteurs.

Influence de la forme du travail. — Il découle de ce que nous venons d'apprendre qu'un muscle chargé d'une grande amplitude de mouvement avec un petit effort doit être long et fusiforme, tandis que celui capable d'un grand effort avec un mouvement de faible étendue doit être épais et court.

Remarquez que, dans les deux cas, le travail mécanique peut être le même, mais avec une forme différente (fig. 107).

Il suffit de regarder l'homme clastique pour voir l'adaptation du muscle à la forme du travail. Le couturier, chargé d'un long déplacement, est très long et fusiforme. Il en est de même des scalènes et des sterno-cléido-mastoïdiens. Les fessiers, capables de grands efforts avec faible extension, sont très épais et courts. Est-ce à dire que cette disposition soit innée, léguée par l'hérédité, mais qu'elle ne puisse suivre de variations, suivant le travail imposé à l'individu ? Non, comme l'os, le muscle s'adapte à sa fonction, et chaque exercice auquel on le soumet tend à le modifier dans le sens le plus favorable à l'exécution de son travail, et par la forme du travail, nous pouvons à notre gré modeler les groupes moteurs de nos segments. Le sujet adapté aux exercices de force à tendance à acquérir des muscles volumineux, globuleux et courts. Adapté aux exercices de vitesse, ses muscles tendent à être longs et fusiformes (fig. 107). Cette adaptation est constatée chez les animaux : cheval de course et cheval de charrue.

La Grèce s'était bien aperçue de cette adaptation : Hercule Farnèse (type de force statique avec une musculature lourde, saillante, massive, globuleuse) ; coureur de Marathon (type de vitesse et d'agilité, avec une musculature élancée, fine et harmonieuse).

Marey a donné une preuve expérimentale de cette adaptation à la forme du travail. Les muscles du mollet du nègre sont longs et grêles, c'est-à-dire capables d'une grande excursion avec une force minime, tandis que ceux du mollet du blanc sont épais et courts avec un long tendon d'Achille, c'est-à-dire capables d'un grand effort avec un petit déplacement. Cependant, les muscles du mollet du nègre produisent le même effort que ceux du blanc : soulever le corps sur la pointe des pieds, ce qui est permis par une longueur plus grande du calcaneum (*bras de levier de la puissance*).

Donc, si l'on raccourcissait le calcanéum du nègre pour produire le même effort, les muscles devraient se raccourcir et devenir globuleux. Marey ne s'est pas amusé à vivisectionner un nègre, mais a fait cette petite opération sur le lapin, dont le calcanéum est long. Au bout de quelque temps, le mollet du lapin était devenu épais et court: le mollet du nègre s'était transformé en mollet de blanc :

L'habitude des contractions énergiques lentes, ou des efforts statiques, raccourcissent le muscle qui devient globuleux. Ex. : Main fléchie et à demi fermée des terrassiers; avant-bras fléchis des athlètes empiriques. Même à l'état de repos, les muscles ainsi adaptés restent raccourcis, et leur tonicité est tellement accrue qu'elle amène des déformations et des mauvaises attitudes du squelette : dos voûté, épaules attirées en avant, avant-bras fléchi des manieurs de poids lourds ou des grimpeurs à la corde lisse.

Voici les résultats de l'influence de la forme du travail :

1° Les contractions statiques énergiques tendent à développer le muscle en grosseur et à le raccourcir.

2° Les contractions dynamiques concentriques (efforts considérables des lutteurs, des athlètes à poids lourds) ont le même effet.

3° Les contractions dynamiques excentriques tendent à allonger les muscles. Nous devons profiter des effets de ces contractions avec élongation qui sont très favorables à la nutrition du muscles dans toutes l'étendue de ses fibres rouges pour lutter contre le raccourcissement et la nutrition inégale (muscles globuleux) que des contractions concentriques ou statiques répétés pourraient produire dans certains exercices d'application ou dans les travaux professionnels.

4° Pour développer le muscle en épaisseur et en longueur, la contraction dynamique doit être énergique, concentrique et excentrique, en donnant aux mouvements toute l'amplitude permise par les articulations (Ling).

Les os comme les muscles s'adaptent à leurs fonctions, mais tandis que les os se modifient par l'action des muscles, les muscles se modifient par le système nerveux.

Pour cela il nous est nécessaire de connaître l'importance gymnastique de chaque groupe moteur (voir 5^e conférence : importance physiologique des parties de l'organisme) pour raccourcir certains muscles qui ont besoin de l'être. Ex. (fixateurs des omoplates en arrière) ou en allonger d'autres qui ont besoin d'être fusiformes et à grande excursion. Ex : muscles inspireurs.

Action du mouvement sur les grandes fonctions. Respiration. — Nous savons que le muscle au repos est le tissu dont la respiration est la plus intense. Pendant le travail, cette respiration augmente dans de notables proportions. La

consommation d'oxygène et la production d'acide carbonique peuvent être décuplées.

L'exercice suractive donc la respiration. Comme les muscles de l'économie ont un poids égal environ à la moitié du poids du corps, si l'on veut les développer, il faut *avant tout développer la capacité respiratoire*. Vouloir l'ignorer, ce serait imaginer la folie de faire brûler dans un foyer une grande quantité de charbon avec un très faible tirage, c'est-à-dire d'amener à brève échéance l'extinction de ce foyer par les gaz délétères.

En même temps que l'on développe les muscles, il faut développer la respiration.

Une gymnastique rationnelle doit être avant tout respiratoire : elle ne doit pas ignorer les exercices qui entravent la fonction respiratoire (voir effort) et elle doit connaître les attitudes qui favorisent l'expansion thoracique. Certes la fonction musculaire influe automatiquement sur la fonction respiratoire pour l'augmenter, mais ne comptons pas uniquement sur la nature pour développer la capacité respiratoire, ce qui pourrait nous faire courir sinon à un échec, du moins à un retard peut être préjudiciable pour la santé.

Et puisque la volonté, mieux que l'exercice, a une action sur les muscles inspireurs qui agrandissent tous les diamètres du thorax, demandons à la volonté de déplisser toutes les avéoles pulmonaires par les exercices respiratoires volontaires.

N'oublions pas aussi que si nous développons les muscles de façon excessive par une gymnastique spéciale, si nous amenons chez certains sujets pléthore musculaire, il arrivera un moment où nous ne pourrons plus développer concomitamment la cheminée pulmonaire que le thorax d'un athlète peut parfois abriter des poumons de phthisique.

Circulation. — *Circulation locale du muscle.* — Chauveau a imaginé une expérience fort intéressante. Il a mis à nu chez un cheval les muscles masticateurs avec leurs vaisseaux nourriciers. Il a enregistré la vitesse du courant sanguin dans l'artère pendant que ces muscles étaient au repos. Puis il a fait mâcher de l'avoine à l'animal et s'est aperçu que le courant sanguin était accéléré, que *le débit de l'artère nourricière était augmenté*.

Le mouvement augmente donc la circulation locale du muscle. On pourrait croire que cette accélération est due à la compression mécanique des vaisseaux pendant la contraction. S'il en était ainsi, la pression en amont du muscle dans l'artère nourricière devrait être augmentée. Or, Chauveau a démontré qu'elle était diminuée et *qu'il y avait en quelque sorte aspiration du sang dans le muscle en travail*.

Cette loi est générale d'ailleurs : *Dès qu'un organe quelconque (muscles, glandes, etc.) fonctionne, il y a appel physiologique du sang dans cet organe, c'est à-dire congestion active par la vaso-dilatation des capillaires intimes.*

Circulation générale. — Cette accélération constatée a sa répercussion sur tout l'arbre circulatoire. Elle gagne de proche en proche les artères voisines puis le cœur, puis tous les vaisseaux. Chauveau a noté au bout de quelques minutes l'accélération du pouls même aux artères les plus éloignées. Après quelques minutes d'exercice, il y a donc non seulement congestion active des muscles, mais encore de tous les organes. Il est curieux de constater que le cerveau même se congestionne, ce qui se traduit par une sorte de griserie : l'entrain. Un quart d'heure de boston grise. Il est facile de constater que l'exercice musculaire favorise le travail du cerveau. « La marche et le mouvement, a dit J.-J. Rousseau, favorisent le jeu du cerveau et le travail de la pensée. » Cette hyperactivité cérébrale, cet entrain peuvent arriver jusqu'à l'oubli de la fatigue, jusqu'à l'ivresse. Le cheval mis en train par un temps de galop peut s'animer au point de s'emballer. Les Aïssaouas en Algérie, après des mouvements musculaires rythmés, peuvent marcher sur des épines sans ressentir la douleur. La griserie de la bataille empêche les soldats de s'apercevoir qu'ils viennent d'être blessés.

Nutrition proprement dite. — Dans le muscle en travail, la consommation d'oxygène est décuplée, ce qui veut dire oxydations plus nombreuses et surtout oxydation des tissus de combustion (tissus de réserve) ; la circulation est accélérée, ce qui veut dire apport plus considérable des matériaux nutritifs, balayage plus rapide des déchets. Résultat final : la nutrition du muscle est accrue, ce dernier consume les tissus qui le gênent, augmente ses tissus essentiels et devient plus fort, plus volumineux, plus apte à sa fonction.

Puis, au bout d'un certain temps, la respiration et la circulation générale sont activées : une plus grande partie de sang vient se vivifier dans les poumons et va irriguer tous les organes qui reçoivent plus de vie sous forme d'oxygène et d'aliments. La nutrition de toute la machine est accrue. Il est intéressant de constater comment les besoins d'un groupe musculaire influent sur la vitalité de tous les tissus, sur tout le cycle de la nutrition. *L'appétit est augmenté, la chaleur animale dépasse la température moyenne du corps et mécaniquement l'ordre est donné aux glandes sudoripares de sécréter la sueur. Les reins, comme les autres organes, sont congestionnés, une plus grande quantité de sang s'y filtre. Et l'excrétion plus abondante des matériaux de déchets (sueur, urine) ferme le cycle de la nutrition.*

Vous vous rendez bien compte combien l'exercice musculaire est un des plus puissants régulateurs de la nutrition générale, sur lequel nous avons le plus d'action

puisqu'il est soumis à la volonté, et comment bien manié, il rectifie l'organisme car s'il est mal dirigé, trop intense suivant les forces du sujet (femmes, enfants) mal gradué, il peut donner la fièvre de surmenage et être très nocif. Car l'exercice peut être très nuisible et nous pouvons ne plus en être prévenus par l'instinct. Notre intelligence se développant, notre volonté s'affirmant, nous nous écartons peu à peu de l'être primitif, de l'être d'instinct, et il faut que notre Raison établisse ce que l'instinct ne sait plus nous apprendre.

III^e CONFÉRENCE

Le Système nerveux et le Mouvement

Nous venons de voir que l'adaptation du moteur humain était fonction du mouvement ; nous connaissons l'influence de l'exercice musculaire sur les fonctions de nutrition, dont il est le plus puissant régulateur, comme il peut être le néfaste destructeur par une éducation déréglée.

Notre santé physique dépend essentiellement de l'activité rationnelle de nos muscles.

L'adaptation du système nerveux n'est-elle pas aussi fonction du travail régulier de notre système musculaire : *Notre santé morale et intellectuelle n'est-elle pas tributaire du mouvement ?*

Tous nos organes sont les exécuteurs des ordres du système nerveux, qui les manie comme des outils, qui est sur tout, qui actionne tout et pense à tout. Le muscle est doué de force motrice, mais cette dernière n'est rien si elle n'est pas suscitée par un excitant. L'excitant physiologique : la Volonté, lui est aussi nécessaire que le bras de l'archer pour tendre l'arc et lancer la flèche.

Dans le « système neuro-musculaire » l'acte nerveux précède l'acte musculaire et c'est dans lui qu'il faut chercher l'explication de nos mouvements.

Nous avons vu, en anatomie, comment le système nerveux pouvait être comparé à un vaste réseau téléphonique, avec un poste central, directeur, siégeant dans le cerveau, tenant sous ses ordres des sous-directeurs : les centres coordinateurs du cervelet (coordination motrice) et du bulbe (coordination végétative) admirablement reliés aux relais secondaires : les centres médullaires et les centres du grand sympathique. A ces derniers postes détachés correspondent les mouvements organiques ; les réflexes partent surtout des centres médullaires, et les actes volontaires émanent du cerveau.

Si nous essayons de nous représenter la filière que suit un acte volontaire, nous voyons que la volonté a son siège dans les centres d'association, dont elle fait vibrer les cellules. De quelle façon et comment cette vibration ira se transformer en mouvement dans la fibre musculaire striée ? Mystère. L'acte de volition est un mystère compliqué jusqu'à présent, simple peut-être si on le découvre. Quelque soit le mode d'action de la volonté, elle est la souveraine maîtresse de nos actes musculaires et elle paraît circuler le long de la voie nerveuse par une série d'ondulations.

La vibration des cellules des centres d'association gagne les cellules des centres moteurs de projection, ceux du cervelet et du bulbe, descend dans la moëlle le long des cordons antérieurs, fait vibrer les centres médullaires; longe le nerf moteur et finalement se propage à la fibre musculaire striée.

Donc, point de départ : *la volonté* ; aboutissant : le muscle après la traversée de tous les étages du système nerveux central.

On peut poser en principe qu'une éducation du mouvement volontaire sera avant tout une éducation de la volonté.

En améliorant l'effet, on perfectionne la cause.

Or, la volonté n'est pas seule en jeu dans l'éducation motrice qui réclame, nous dit la psycho-physiologie, l'Attention, le Jugement, l'Intelligence, l'Energie morale, facultés siégeant également dans les centres d'association. Les centres d'association sont tributaires dans leurs élaborations et leurs actions des centres de projection (*centres sensoriels, centres sensitifs, centres moteurs*) (1).

Or, ces centres sensoriels, sensitifs, moteurs sont tributaires du mouvement. *A priori* donc, le mouvement volontaire doit influencer sur tous les étages si admirablement enchaînés du système nerveux, et nous allons essayer d'étudier ce double problème si complexe de physiologie et de psychologie.

Action de la cessation de la fonction sur le système nerveux. — Certes, la psycho-physiologie du système nerveux est encore dans le domaine des hypothèses. Mais un argument sérieux, quoique indirect, en faveur de l'influence du mouvement sur le système nerveux nous est fourni par l'étude de la Pathologie. A la suite de la perte de la fonction d'un membre, les cellules corticales, siège des centres moteurs de ce segment, dégèrent et s'atrophient.

(1) Il est d'ailleurs curieux de constater comment le mécanisme de la Pensée est différent suivant les individus et comment il paraît tributaire chez d'aucuns d'une partie seulement des centres de projection. Ainsi, chez certains, la Pensée paraît sous la dépendance des centres sensoriels de la vue : ce sont des *visuels* : ils voient leur pensée. D'autres l'entendent : ce sont des *auditifs*. D'autres la parlent, par une sorte de langage intérieur : ce sont des *moteurs*.

C'est à l'aide de ces données qu'on a pu étudier les localisations cérébrales. Cette dégénérescence s'étend sur une partie de la filière médullaire et des nerfs. Si l'abolition de la fonction atrophie l'organe on peut supposer que la fonction développera au contraire le système nerveux.

Action du mouvement sur les nerfs moteurs. — Le nerf moteur s'adapte à la fonction. Sa conductibilité est accrue par l'habitude et la répétition des mouvements.

Un deuxième mouvement est plus facile que le premier. Il semble que, par la répétition des actes, l'influx nerveux s'ouvre un chemin dans le détail des fibres nerveuses, chemin qu'il suivra de plus en plus facilement.

Pflüger nous a séduit par sa théorie de l'avalanche par laquelle les nerfs renforceraient l'excitation nerveuse. Si cette propriété est réelle, elle doit se perfectionner par l'habitude et la répétition des mouvements et cela explique peut-être pourquoi, même s'il n'a pas augmenté le volume de ses muscles, l'homme entraîné possède une force plus grande et pourquoi, chez lui, un effort moindre de volonté provoque une contraction plus énergique.

Action du mouvement sur les centres moteurs médullaires et cérébraux. — Chez l'adulte, nous savons que chaque muscle a son représentant dans la moëlle : centre moteur médullaire, et que plusieurs centres médullaires sont sous la dépendance d'un centre psycho-moteur de l'écorce cérébrale. Ce poste central cérébral dirige donc plusieurs relais médullaires et plusieurs groupes musculaires et crée cette synergie musculaire qui nous empêche de contracter certains muscles sans d'autres qui sont utiles au mouvement. La coordination des synergies n'est pas innée : elle est acquise par l'Education motrice.

Chez l'enfant, en effet, dans le sein de la mère ou à la naissance, cette synergie paraît se généraliser à tous les muscles de l'économie : l'enfant remue bras et jambes, fait des mouvements incohérents, incoordonnés. Certains mouvements instinctifs, réflexes, tels les mouvements de succion, de défécation, sont seuls coordonnés, et quand il envoie une incitation nerveuse à ses muscles, il semble qu'elle va se répartir dans un grand nombre de muscles. Le système nerveux central de l'enfant paraît former un bloc indistinct que l'influx nerveux parcourt dans toutes ses ramifications, rendant les contractions plus ou moins solidaires.

Par le mouvement, ce bloc indistinct va se façonner.

Le mouvement développera-t-il le cerveau en quantité comme nous lui avons vu développer les muscles et lui verrons-nous créer de nouveaux centres, de nouvelles cellules nerveuses, comme nous lui avons vu créer de nouvelles fibres striées ? Si l'on n'envisage que les cellules nerveuses cérébrales,

on s'aperçoit que, chez l'enfant, elles paraissent à peu près aussi nombreuses que chez l'adulte. Toutes proportions gardées, le développement du cerveau n'a pas été parallèle au développement du corps : en effet, chez le fœtus de 4 mois, le cerveau représente le $\frac{1}{5}$ du poids du corps (60 gr. pour 300 gr.), tandis que chez l'adulte, il n'est que le $\frac{1}{20}$ (1.150 gr. pour 65 kg.). Et pourtant, le cerveau de l'homme est capable d'actes nerveux autrement compliqués et autrement difficiles que ceux de l'enfant.

Il s'est donc passé quelque chose dans ce cerveau. Nous n'en trouvons pas l'explication dans le développement en quantité, cherchons-le dans le perfectionnement en qualité. De fait le cerveau de l'enfant se façonne, se perfectionne par le mouvement. Si l'enfant paraît posséder le même nombre de cellules corticales que l'adulte, si tous les muscles sont représentés dans les centres par des cellules, ces cellules sont lisses, sont accolées à leurs voisines et aucune ne paraît former un centre autonome.

Par le mouvement, ces cellules lisses se perfectionnent, deviennent étoilées, prennent de l'expansion, elles se dissocient de leurs camarades pour fonctionner pour leur propre compte tout en conservant leur liaison entre elles. Bien plus, elles prennent des connexions plus intimes avec d'autres centres utiles à l'accomplissement de certains mouvements. Ex. : Il semblerait qu'au début de l'existence, tous les muscles du membre supérieur sont dirigés par un bloc indistinct de cellules nerveuses. Puis, peu à peu, par le mouvement, par l'Education motrice, ces centres se différencient, s'autonomisent et, finalement, chez le pianiste, par exemple, chaque mouvement d'un doigt est indépendant de celui de son voisin. Bien plus, les centres dissociés de ces mouvements se sont mis en connexion intime avec les centres moteurs des yeux qui suivent la musique écrite, du pied qui bat la mesure, avec les centres de l'ouïe, etc...

Le cerveau et la moëlle se façonnent par le travail, et il est facile de constater cette sculpture du cerveau, si j'ose dire, en comparant un cerveau embryonnaire et lisse, sans circonvolutions apparentes, à celui d'un adulte avec des circonvolutions à relief profond et divisé ne contenant peut-être pas plus de cellules, mais des cellules différentes, façonnées.

Le développement de ces circonvolutions est la caractéristique du perfectionnement cérébral : on a constaté, par exemple, que le cerveau de Gambetta accusait un relief énorme des circonvolutions du langage articulé. *Donc, par l'Education motrice, nous perfectionnons les centres moteurs, nous les individualisons et ils peuvent fonctionner de façon autonome.*

Le résultat final est la coordination et la précision des mouvements.

Coordination motrice. — Comment se fait-elle !

De nos muscles, de nos surfaces articulaires partent des nerfs sensitifs qui renseignent constamment les centres nerveux sur la position de nos membres,

sur la direction et la vitesse des mouvements, sur la force déployée pendant la contraction. Ces sensations constituent le *sens musculaire*, et le résultat de leurs observations sont notés dans la *mémoire* des centres nerveux.

La volonté commande un mouvement. Par le sens musculaire et l'attention, elle trie les muscles dont la contraction est utile au mouvement, neutralise par son pouvoir d'inhibition les muscles inutiles. Et *ce triage de synergies musculaires constitue le premier temps de la coordination de nos mouvements*.

Ex. : La marche nécessite le triage et la coordination de nombreux muscles, « jambe, cuisse, tronc, bras, etc... ». Cette synergie musculaire n'est pas innée chez l'enfant qui naît sans pouvoir se tenir debout. Mais l'enfant, dès que ses yeux sont capables de discerner, *voit* ses parents marcher, et il concentre toute sa *volonté*, toute son *attention* pour en faire autant (*instinct de l'imitation*).

D'abord, il essaie de devenir bipède, mais en se redressant à l'aide des extenseurs de ses jambes, il a oublié de prévenir leurs antagonistes, il n'a nul souci de fixer son tronc dont il vient de déplacer le centre de gravité et... l'édifice s'écroule. Quand il a trié et coordonné les muscles nécessaires pour se tenir debout en équilibre, il essaie ses premiers pas et, pour cela, contracte des quantités de muscles inutiles, lance follement ses jambes en avant : mais, dans la répétition de ces mouvements, son système nerveux finit par classer les muscles indispensables à la marche, c'est-à-dire par trier et dissocier les centres moteurs au moyen des efforts de volonté et d'attention. Détournez cette attention par la vue d'un jouet, et l'édifice s'écroulera de nouveau. Et il continue ainsi son apprentissage. Vous voyez comme la marche, qui paraît facile, a réclamé des efforts nombreux de volonté, d'attention et comment l'Éducation motrice contribue à affirmer, à perfectionner ces deux qualités psychiques. Ce triage ne suffit pas : il n'est que la première étape de la coordination motrice. En effet, tout mouvement exige l'intervention de plusieurs muscles, et chaque muscle doit se contracter avec une force déterminée suivant le but à atteindre.

En même temps que le triage des muscles, se fait le dosage de l'effort musculaire, et pour coordonner l'action de nos muscles, nous devons non seulement choisir les muscles utiles, mais encore savoir régler leur effort en répartissant l'influx nerveux dans chacun d'eux (loi du moindre effort).

Quand nous gravissons un escalier, par exemple, nous avons trié les muscles et dosé leur effort nécessaire pour gravir chaque marche, nous nous en apercevons douloureusement quand par hasard dans l'obscurité, nous nous trompons en croyant gravir une marche de plus.

Finalement pour la précision et la coordination d'un mouvement; par l'habitude et l'éducation, les muscles suivants sont employés :

- a) Muscles moteurs, agents directs et indispensables du mouvement.

b) Muscles directeurs qui assurent une direction précise au mouvement quand les articulations permettent des mouvements étendus tels que la circumduction.

c) Muscles fixateurs qui donnent un point d'appui solide aux insertions fixes des muscles moteurs.

d) Muscles frénateurs : les antagonistes des muscles moteurs.

e) Muscles équilibrateurs qui tendent constamment à ramener le centre de gravité au-dessus de la base de sustentation.

A chaque nouvel apprentissage, nous sommes obligés de faire un nouveau tirage de synergies musculaires. Quand nous apprenons à monter à cheval, nous nous raidissons. Au lieu de tenir nos genoux accolés à la selle par une contraction légère des adducteurs de la cuisse (loi du moindre effort), nous nous contractons des pieds à la tête, ce qui occasionne une raideur qui disparaît quand, par l'attention, la volonté et la répétition du mouvement, nous avons coordonné nos efforts pour n'employer que les muscles spéciaux nécessaires.

Donc : 1° La coordination motrice nécessite des efforts de volonté, d'attention et de mémoire.

2° L'adresse, c'est-à-dire la précision des mouvements, résulte de la coordination. C'est par une exacte coordination des mouvements que les jongleurs exécutent des exercices très difficiles et très précis.

Elle enlève la raideur au corps et donne de la souplesse aux mouvements.

3° Par le triage des muscles spéciaux et le dosage exact de leurs efforts, elle amène un résultat appréciable : Economie de travail nerveux et musculaire retardant ainsi l'apparition de la fatigue et favorisant le rendement utile du moteur.

Equilibres. — La coordination s'affine encore plus par les exercices d'équilibre. Dans ces exercices, la verticale passant par le centre de gravité tend constamment à tomber en dehors de la base de sustentation : aussi devons-nous constamment envoyer aux muscles des excitations *volontaires* très précises, bien dosées et rapides pour réagir contre la chute. Le sens de l'équilibre est sous la dépendance principalement du sens musculaire. Ces exercices nécessitent des efforts constants de volonté, de plus ils sont amusants et éveillent de nombreuses associations de mouvements et d'idées (1). Il y a donc vitalité psychique plus grande et plaisir.

(1) Un mouvement évoque une idée et réciproquement. Dans le sommeil de l'hypnose, le mouvement ou l'attitude imposés au sujet évoquent dans son cerveau une idée : extase, défense...

De plus ils développent l'aplomb, la confiance en soi et ont un caractère utilitaire. En les graduant, en suivant une progression lente, on arrive à lutter contre cet état nerveux spécial qui se nomme le *vertige* et qui provient d'un mauvais fonctionnement des centres nerveux.

Automatisme. — Les centres moteurs ont leur mémoire comme les centres psychiques et les mouvements quand ils ont été coordonnés par des efforts de volonté et d'attention deviennent de plus en plus faciles par leur répétition même et finalement sont accomplis de façon machinale, automatique (*phénomène de l'habitude*). L'acte automatique est analogue sensiblement à l'acte réflexe et peut comme lui être déclenché par une simple impression sensitive. Il suffit pour en assurer la régularité d'un contrôle inconscient qui ne nécessite aucun effort attentif.

Ex. : La marche, par la répétition de ses mouvements coordonnés, devient un acte automatique analogue à un acte réflexe et peut être déclenché par le contact de la plante des pieds sur le sol ou l'impression sensorielle d'une musique scandée. Ce qui était conscient est devenu inconscient : on dit que la marche est passée dans nos réflexes.

Cet automatisme libère le cerveau qui peut employer son activité à d'autres problèmes plus intéressants : on discute, on raisonne, on lit, on rêve même pendant la marche. Un contrôle *inconscient* la dirige néanmoins et avertit immédiatement le cerveau conscient et la volonté quand le sol devient accidenté. N'oubliez donc pas que la marche, bien que normalement automatique, réclame de nombreux efforts volontaires et attentifs et par conséquent devient fatigante dans les chemins difficiles ou la nuit.

Donc : 1° *Par l'éducation de la coordination motrice : économie de travail musculaire surtout.*

2° *Par l'automatisme : économie de volonté et d'attention et par conséquent de fatigue nerveuse.* Résultat final : l'apparition de la fatigue est retardée ; utilisation économique, par conséquent meilleure, de la machine.

Conditions qui influent sur l'automatisme.

1° **Rythme** : loi du rythme « *De tout temps on a compris l'importance du rythme pour faciliter les mouvements en ôtant au cerveau le soin de diriger les muscles* ». Les danses guerrières ou religieuses ont été scandées par le rythme d'une musique. Le rythme favorise l'automatisme : c'est un régulateur des mouvements et du cerveau.

Donc, faire acquérir le rythme, c'est faciliter la répétition des mouvements et leur automatisme.

Il reste bien entendu que le rythme des mouvements varie suivant l'individu : il y a des types qui sont « vites », d'autres qui sont lents. L'éducation mo-

trice devra avoir certes pour but de faire accroître la vitesse de ce rythme, puis, que la vitesse des mouvements contribue à la qualité d'*adresse*. Mais pourra-t-on modifier le rythme d'une série de mouvements automatiques répétés pendant une très longue période, la marche, par exemple. (Le troupière de 21 ans marche au moins depuis 19 ans.) Nous ne le croyons pas : chaque individu marche avec son rythme spécial et voilà pourquoi la marche au pas de route est la moins fatigante, parce qu'automatique. Si nous voulons uniformiser tous les pas, nous sommes obligés de faire jouer à la musique militaire des airs entraînants et scandés, c'est-à-dire par une impression auditive forte et rythmée de déclencher un réflexe uniforme : le fantassin marque alors le pas malgré lui et oublie jusqu'à un certain point la fatigue. Mais cette allure uniforme ne doit pas être soutenue trop longtemps, sous peine de fatigue, et en aucun cas elle ne doit dépasser le rythme de la moyenne des soldats, sous peine de devenir antiphysiologique.

2° Répétition et progression des mouvements : Loi de *continuité* et de *progressivité*. — L'éducation motrice doit être continue : pour qu'un acte devienne automatique, il doit être répété patiemment. Un acte répété à de trop longs intervalles nécessite de nouveaux efforts de volonté et d'attention, c'est-à-dire de la fatigue. Si l'acte coordonné est devenu automatique, la fatigue sera moindre, même après un repos assez long : un cavalier expérimenté se remet facilement en selle : on réapprend plus vite ce qu'on a déjà appris.

Le travail doit être augmenté de façon insensible, sans-à-coups, dans un sens croissant : c'est la *progressivité* qui résulte de la *continuité*.

3° Influence de la volonté sur les réflexes : *Inhibition des actes instinctifs par les actes automatiques*. — Nous avons vu en physiologie élémentaire, qu'un acte réflexe pouvait être enrayé jusqu'à un certain point par la volonté ou par un acte automatique, et nous avons donné l'exemple de l'influence de la volonté sur la miction involontaire et inconsciente de l'enfant au maillot. Si l'éducation motrice a pour but d'augmenter notre bagage d'actes automatiques, n'oublions pas qu'elle doit aussi essayer d'enrayer par les actes automatiques certains actes réflexes. Le bruit de l'arme à feu fait fermer instinctivement les paupières du tireur. L'éducation motrice fait faire à ce tireur un effort de volonté pour tenir les yeux ouverts et, par la répétition, cet acte devient automatique. Dès lors, quand le tireur fera feu, au réflexe instinctif « fermer les yeux », s'opposera l'acte automatique « les ouvrir ».

Le vertige est réflexe et involontaire. Par la volonté d'abord, par l'habitude ensuite, on l'enraye.

L'acte respiratoire est un acte réflexe sur lequel la volonté a une action puissante. Par l'automatisme, donnons à nos élèves une respiration ample et déplissant toutes les alvéoles.

De cette courte étude de l'automatisme moteur, tirons les conclusions suivantes : 1° Par la répétition des mouvements, on crée des habitudes. Il est indispensable que ces habitudes soient coordonnées dans un but rationnel, et pour cela nous devons connaître le but et le rôle de la machine humaine. Il est indispensable aussi de soigner spécialement, de corriger les premiers mouvements et d'éviter les contractions inutiles et mauvaises. Car, plus tard, les fautes deviendraient difficiles, sinon impossibles à redresser : l'organisme s'adapte aux mauvaises comme aux bonnes habitudes. Tout acte automatique dépend du premier acte exécuté : la vitesse d'un cheval dépend de son premier galop ; voilà pourquoi on le lance à toute vitesse avec un gamin sur son dos. « *L'habitude est une seconde nature.* » Évitions les mauvaises habitudes, et que les bonnes habitudes aient une raison anatomique, physiologique ou psychique.

2° Par la gymnastique générale, nous devons donner à l'élève un bagage important d'actes automatiques, car un sujet qui le possède, un individu entraîné a une très grande facilité pour aborder un exercice musculaire nouveau. Nous croyons nécessaire de coordonner l'action des groupes musculaires locaux et de leur faire obtenir de bons actes automatiques par une gymnastique de décomposition et de localisation, car l'individu ainsi éduqué abordera facilement et avec moins de fatigue l'étude de mouvements très complexes : il aura plus d'un tour dans son sac. Il ne faut pas un long apprentissage à un jeune homme habitué aux exercices du corps méthodiques pour se rompre à un sport nouveau.

Il ne faut pas beaucoup de réflexion à un sportman ou à un ouvrier entraîné aux travaux musculaires pour accomplir un acte de courage et de sang-froid et pour exécuter un exercice de sauvetage auquel il n'était pas préparé. Tel celui qui nous a frappé dans l'incendie récent du boulevard Sébastopol : pour accomplir un sauvetage à un quatrième étage qui flambait, un ouvrier est monté sur le balcon du cinquième étage et, après s'être balancé dans le vide, a calculé son effort pour tomber à pieds joints sur le balcon inférieur.

Créer de nombreux actes automatiques, c'est le secret de l'éducation physique. C'est là aussi un des secrets du service militaire à court terme. Avis à vous Messieurs les Instituteurs, éducateurs de l'enfance, et envoyez-nous à nous autres, les éducateurs de l'âge adulte, des jeunes gens avec un bagage suffisant d'actes automatiques, avec un foyer de la machine sain et bien équilibré, et nous saurons rapidement les adapter en vue d'une mobilisation. Cette tâche vous sera particulièrement facile, car le jeune âge est favorable à l'éducation motrice, à l'apprentissage des habitudes, car c'est l'âge de la mémoire

3° L'éducation physique a le même but que l'éducation générale, et alors que le point de départ est l'attention, la volonté qu'elles affirment et dévelop-

pent, le point d'arrivée est l'automatisme, qui les libère, les affranchit et les soulage. Ne craignez pas qu'on vous accuse de plonger les centres psychiques dans l'inaction par de trop nombreux actes machinaux, de paralyser l'intelligence par la mémoire, d'atrophier la volonté par la mémoire motrice, car cette volonté et cette intelligence affirmées, rendues plus fortes par l'éducation et libérées des efforts d'acquisition, pourront s'occuper de problèmes supérieurs, plus intéressants encore, s'engager et continuer dans la voie du progrès.

Ce qui se passe dans l'individu, n'est-ce pas ce que l'on observe dans la société ?

4° L'automatisme influe sur le caractère et le courage de l'individu. « Ce qui est l'œuvre de la nature, a dit Kant, est l'effet du tempérament, mais l'homme n'a de caractère que dans ce qu'il fait de lui-même. Le caractère est dû à l'automatisme d'actes primitivement volontaires. La volonté peut vaincre les réflexes : par la répétition, l'acte primitivement volontaire est devenu inconscient. On s'accoutume à regarder le danger en face et à le conjurer sans faiblesse par l'habitude. Le soldat qui, à la première bataille, courbait la tête sous la balle qui siffle, marche, par la suite, la tête haute. De grands capitaines, nés poltrons, sont devenus courageux par volonté d'abord, par habitude ensuite. — Hubert Spencer conçoit que l'homme deviendra un jour si organiquement moral qu'il accomplira par instinct des actes d'héroïsme et de dévouement. » (Préface du Professeur Henri Jean, in-Kasin : (*Gymnastique suédoise.*)

Temps perdu et excitation latente. — Nous avons vu en physiologie élémentaire qu'entre le moment où l'ordre de la volonté était lancé et celui où le muscle se contractait, s'écoulait un espace de temps improprement appelé *temps perdu*, puisqu'il est le temps de l'acte nerveux précédant l'acte musculaire ; le temps perdu est diminué quand l'excitation volontaire est plus forte. Chez un sujet entraîné, ce temps perdu est également diminué : la répétition des actes a augmenté la propriété de conductibilité des nerfs, a tracé la voie dans les étapes des centres nerveux et l'influx nerveux arrive plus rapidement au muscle. Dans l'escrime, par exemple, le tireur habile et entraîné voit du jour et se fend instantanément.

Ce temps perdu est d'autant diminué que, par l'Éducation motrice et la coordination, se développe *une sorte de travail d'excitation latente* qui prépare le muscle et le rend plus apte à obéir rapidement à la volonté. Il semble que le plan du mouvement à effectuer conçu et coordonné d'avance a été envoyé à la portion terminale des nerfs des muscles synergiques, que les muscles sont tenus en éveil par de légères excitations trop faibles pour amener leur contraction, mais qui les prépare à entrer en jeu très rapidement dès que l'ordre du cerveau sera envoyé pour l'exécution.

Une expérience de laboratoire paraît le prouver : si l'on envoie à un muscle des excitations électriques très légères, le muscle ne se contractera pas. En envoyant une excitation un peu plus forte, le muscle se contractera et on observera que le temps perdu sera diminué tandis que l'amplitude de la courbe graphique sera plus prononcée.

Ce phénomène d'excitation latente est analogue à l'arrêt des animaux chasseurs : le chat guette la souris sans bouger, sans avoir l'air de faire effort, mais il est en excitation latente, et dès que la souris s'aventure, elle est saisie instantanément par un rapide coup de patte. Cette excitation latente demande un travail nerveux ininterrompu et très fatigant, et les exercices soudains (boxe, escrime) fatiguent beaucoup et amaigrissent. Le chat sauvage est toujours maigre.

Action du mouvement sur les centres sensitifs et sensoriels. — Nous n'avons jusqu'à présent envisagé l'action du mouvement que sur la partie motrice du système nerveux, depuis les nerfs moteurs jusqu'aux zones motrices des centres d'association (volonté, attention, mémoire, énergie morale). Est-ce à dire que la zone sensitivo-sensorielle ignorera les bienfaits de l'exercice ? Nous savons que les centres nerveux sont formés par l'association de neurones moteurs et sensitifs, qu'ils sont sensitivo-moteurs. Pouvons-nous concevoir qu'une seule partie de ces centres intimement liés sera perfectionné ? Il suffit d'observer, pour nous rendre compte, de la cohésion intime des centres sensitifs ou sensoriels avec les centres moteurs. Ex. : Un bruit effrayant nous fait coordonner les mouvements pour une fuite rapide. De fait, le mouvement multiplie les contacts avec le monde extérieur et augmente le nombre de sensations reçues par les centres sensitifs et sensoriels. Le déplacement du corps ou de ses segments produit de multiples excitations périphériques qui chemineront le long des voies sensitives pour produire les sensations articulaires, musculaires, sensations tactiles du contact du sol, du frottement de l'air et des effets, sensations auditives du bruit des pas, sensations visuelle du déplacement des objets, sensations d'équilibre, etc... Ces sensations sont nécessaires pour avertir le cerveau, afin qu'il coordonne les mouvements pour modifier la rapidité du pas, pour doser l'inclinaison du tronc, pour trouver l'équilibre du corps, etc... Ces sensations cheminent le long des voies centripètes, dont elles contribueront à perfectionner la conductibilité.

De plus, les centres sensitifs et sensoriels, (*la fonction fait l'organe*), se perfectionneront par ce travail plus intense dû au mouvement et s'affineront.

Faites la différence entre le lourdaud que les campagnes nous envoient et ce lourdaud après quelques mois d'Education motrice. Au début, il fera tellement effort d'attention pour vous comprendre que cet effort inhibera ses sens : il recevra le son de vos paroles, mais la phrase sonnera indistinctement à ses

oreilles, et il ne vous comprendra pas. Il verra sans trop savoir où il est. Puis, après quelques mois de caserne, il sera dégressi physiquement et psychiquement : ses sens se seront adaptés à la fonction : l'œil sera vif et l'oreille ouverte.

Les centres de la vie végétative bénéficieront aussi de l'action indirecte du mouvement qui accélère les fonctions « centres cardiaque, pulmonaire, thermiques, vaso-moteurs, centres du grand sympathique ».

D'ailleurs nous connaissons l'influence du mouvement sur la circulation du cerveau : celui-ci est mieux irrigué, il est par conséquent mieux nourri et fonctionne mieux.

Le perfectionnement du cerveau marche de pair avec le développement matériel du corps.

Les centres d'association bénéficieront de cette meilleure nutrition et nous avons vu s'y développer, par le mouvement, les facultés psychiques de Volonté, d'Attention, les facultés morales : l'énergie, le courage et pourquoi, disons-le, l'intelligence, élaborée dans la même zone, ne participerait-elle pas au perfectionnement général ?

1^o *Argument.* — Cerveau des enfants.

On dit que les enfants ne peuvent rester une minute tranquilles, qu'il leur coule du « vif argent » dans les veines. Cette image a pour les psychologues une signification profonde. L'enfant possède surtout un cerveau moteur : ses centres d'associations sont chargés de coordonner les mouvements, de dissocier les centres moteurs inférieurs. Ce cerveau moteur n'élabore que des actes moteurs.

Petit à petit, par le mouvement, ce cerveau moteur emmagasinera les sensations reçues qui s'y gravent à l'état de souvenirs, d'idées représentatives dont l'association et la comparaison formeront l'association des idées, le jugement, l'expérience et l'Intelligence. Pendant qu'il se développera ainsi au point de vue psychique et par l'automatisme, ce cerveau se libérera d'une partie de sa fonction motrice tout en gardant la haute direction de ses sous-ordres.

Donc, d'une part, le mouvement crée des actes automatiques et laisse des logements vacants, et d'autre part ces derniers y sont remplacés par des sensations, bases de nos facultés psychiques.

L'automatisme aura donc permis de libérer les centres psycho-moteurs et de les rendre, en grande partie, psychiques. C'est la période d'acquisition.

Objection. — Pourquoi certains athlètes habitués aux efforts répétés ou des hommes exécutant des travaux grossiers ont-ils une intelligence très médiocre, si l'Intelligence est en partie fonction du mouvement ?

Cette objection peut être retournée sous forme d'exception confirmant la règle. En effet, chez ces individus, toutes les facultés conscientes sont accaparées par les efforts violents et répétés. Ces efforts sont volontaires et ne peuvent être automatiques. Un athlète ne soulève pas machinalement un poids lourd et la zone psychique de son cerveau est composée de centres presque exclusivement chargés d'actes moteurs. Le cerveau de l'athète est moteur ; c'est, dit Lagrange, un outil faussé qui ne peut plus s'adapter au travail d'esprit.

2° *Argument*. — Thérapeutique des enfants anormaux. Les enfants anormaux arriérés et idiots bénéficient de la gymnastique rythmée. Chez ces pauvres déshérités, on éveille une lueur d'intelligence en perfectionnant et en *rythmant* le mouvement.

3° *Argument (d'histoire)*. — La civilisation grecque a été fertile en intelligences supérieures, en homme de génie et cette civilisation a laissé son impression dans l'Europe entière, si bien qu'un auteur anglais a pu dire « Les forces aveugles de la nature exceptées, tout ce qui s'agit dans ce monde est grec par son origine ». Or la Grèce, au moment de la gloire de sa pensée et de ses productions intellectuelles, était à l'apogée de son éducation physique.

Sans vouloir affirmer que le mouvement rationnel contribue, uniquement à développer l'intelligence, sans vouloir trancher dans cette question si complexe des rapports du physique et du moral, nous pouvons affirmer, nous basant sur la meilleure circulation du cerveau pendant l'exercice, et sur l'automatisme qui libère le cerveau conscient d'une partie de sa besogne que la santé physique, morale et *intellectuelle* est largement tributaire d'une saine physiologie musculaire.

De plus, si nous envisageons l'évolution anatomique du cerveau de l'enfance jusqu'à l'âge adulte, évolution qui consiste non en un développement en masse, mais en un perfectionnement et l'influence néfaste des efforts répétés sur la zone psychique du cerveau, ne trouvons-nous pas une ligne de conduite toute tracée par la nature et un argument sérieux pour cette conclusion : *le but de l'exercice physique doit être de rechercher le perfectionnement de la machine humaine et non son développement exagéré. Perfectionnons nos muscles, rendons-les habiles aux mouvements, rendons-les obéissants à un système nerveux cérébro-spinal perfectionné et le rendement utile de sa machine sera meilleur et plus économique.* Nous nous rendrons utiles à nous-mêmes et à la société et nous serons maîtres de notre machine. Une volonté saine et puissante commandant à des muscles sains et contractiles, dans un cerveau perfectionné nous sauvera des dangers et nous servira plus dans la lutte actuelle pour l'existence qu'un cerveau épais commandant à des muscles dont l'hypertrophie gêne par elle-même les mouvements.

À la période scolaire où le cerveau acquiert, ne condamnons par les enfants à une gymnastique basée sur les efforts violents (agrès) au-dessus de leur force et de leur âge. D'ailleurs les enfants s'écartent instinctivement de cette gymnastique et le nombre ne se compte pas des bons élèves très studieux entraînés aux efforts intellectuels qui, mis devant une barre fixe, n'ont jamais pu faire un rétablissement et s'entraîner à de violents efforts physiques.

IV. CONFÉRENCE

Les fatigues de l'école et de la vie
et les moyens de les combattre

IV^e CONFÉRENCE

La Fatigue ; le Surmenage ; l'Essoufflement ; l'Effort thoraco-abdominal

Nous venons de voir dans quel sens chaque partie du moteur humain s'adaptait au mouvement. Prenons maintenant le moteur tout entier, mettons-le en marche, faisons-le fonctionner dans différentes conditions et observons les *manifestations physiologiques* qui se produisent.

Par exemple, faisons soutenir à la machine humaine un travail moyen pendant une durée assez longue : il en résultera de la *fatigue*.

Forçons-la à continuer son travail, malgré l'apparition de la fatigue, et nous arriverons à l'épuiser : nous la mettrons dans les conditions du *surmenage*.

Demandons-lui un travail intense dans un temps très court, une course rapide, par exemple : plus le travail sera rude, plus il y aura échange d'acide carbonique et d'oxygène, plus la respiration sera suractivée. — Si la respiration est trop précipitée, il y aura *essoufflement*.

Enfin, si le travail demandé au moteur humain est trop considérable, tel que celui nécessaire pour soulever un poids très lourd, le moteur fera *effort*.

Fatigue, surmenage, essoufflement et effort sont les manifestations physiologiques du moteur vivant qui fonctionne. Etudions-les.

La Fatigue et le Surmenage. — La fatigue est une loi de nature qui met à un moment donné un principal obstacle au mouvement, quelque soit l'effort de la volonté. « Tout ce qui travaille, tout ce qui vit, car la vie est un travail, s'use et se fatigue. » Tous nos organes, quels qu'ils soient : muscles, cerveau, glandes, cœur, tube digestif, poumons, organes de reproduction s'épuisent, se fatiguent par un travail intense, trop longtemps soutenu.

La cause physiologique de la fatigue est facile à concevoir : tout travail, toute dépense d'énergie vitale a sa source dans les combinaisons chimiques intimes ; l'organe use ses matériaux de réserve, perd sa substance. *L'organe dépense.*

De plus, il s'encombre des déchets, des scories rendus inutilisables par la combustion, qui gênent et qui ralentissent son fonctionnement. *L'organe s'encrasse.*

L'organe a donc besoin : 1° d'un nouvel apport de matériaux ; 2° de se débarrasser de ses produits de déchets, en un mot de *se réparer.*

Quand la dépense excède la réparation, le signal d'alarme de la fatigue, analogue aux sensations de faim et de soif, est tiré : ce signal se manifeste par une difficulté douloureuse qu'éprouve l'organe à continuer sa fonction ; il le prévient salutairement du danger de prolonger plus longtemps la dépense et de la nécessité absolue de se soumettre à un repos suffisant pour réparer sa dépense.

Et, précaution de notre merveilleuse machine, *cette sonnette du danger s'agite bien avant que l'organe soit totalement épuisé.* Cette fatigue consciente nous distingue du moteur mécanique ordinaire.

En réalité, dans l'exercice physique, bien que la cause primordiale de la fatigue : *Excès de la dépense sur la réparation,* persiste toujours, les facteurs en sont très complexes, puisque toutes les fonctions participent au mouvement. Il est difficile de doser la part précise de chaque fonction, de chaque organe dans la production de la fatigue et nous savons seulement que les fatigues des différentes fonctions réagissent les unes sur les autres. Ex. : Influence de la fatigue musculaire sur le travail intellectuel, de la fatigue de la digestion sur le travail musculaire et cérébral.

Nombreux sont, dans l'organisme, les facteurs de la fatigue, ceux qui l'augmentent ou la diminuent, et nous devons les connaître de façon détaillée pour essayer de retarder la fatigue en en supprimant certaines causes.

Fatigue musculaire. — Cette fatigue a les mêmes symptômes, que nous la provoquons sur un muscle détaché et excité par l'électricité, ou sur les muscles travaillant statiquement ou dynamiquement, ou sur l'organisme entier.

1° *Sur un muscle détaché (expérience de laboratoire) :* Excitons ce muscle à l'aide d'un courant électrique et inscrivons graphiquement la courbe de sa contraction permanente. Si l'expérience se prolonge, l'amplitude de cette courbe tend à diminuer : *fatigue relative* ; puis le muscle ne se contracte plus du tout : *fatigue absolue.* Pendant la période de fatigue relative, pour conserver l'amplitude du début, il faut envoyer au muscle un courant de plus en plus intense.

Quand la fatigue est absolue, un courant fort ne peut plus réveiller la contractilité.

2° *Contraction statique.* — Tenez vos bras étendus latéralement et horizontalement (action du deltoïde) et je vous mets au défi de soutenir cette contraction plus de quelques minutes. Vous observez d'abord une douleur localisée, progressive. Vous êtes obligés de faire effort de volonté de plus en plus grand pour maintenir votre attitude : « Il y a lutte entre la volonté qui commande et la sensibilité qui se révolte. » Puis vos bras retombent inertes : *fatigue relative*. Il n'y a pas fatigue absolue avec abolition de la contractilité, car, si au moment où vos bras vont retomber on envoie un courant électrique dans vos deltoïdes, ces muscles resteront contractés.

3° *Contraction dynamique.* — Mosso a imaginé un appareil, l'*ergographe*, qui lui a permis d'étudier la fatigue et d'en tirer des conclusions utiles importantes. D'après la figure 108, qui représente cet appareil, l'avant-bras est fixé dans deux sortes d'étais, la main est immobilisée par les doigts index et annulaire engagés dans les étuis en doigt de gant.

Le médius est libre, et, par sa flexion, soulève un poids attaché au moyen d'un fil réfléchi sur une poulie. Ce fil fait également mouvoir un stylet inscripteur qui se déplace parallèlement à lui le long d'une glissière. Les mouvements du stylet sont enregistrés sur un cylindre tournant garni d'une feuille de papier noirci au noir de fumée. On fait fléchir et étendre le doigt médium (contraction concentrique et excentrique) à intervalles égaux jusqu'à la fatigue. et les figures 109, 110 et 111 montrent des exemples des variations individuelles de tracés de la fatigue. Dans la plupart des tracés, l'amplitude est plus ample à la deuxième contraction : Une première excitation a rendu le muscle plus apte à se contracter (*addition latente*).

La figure 111 montre que, chez certains, l'amplitude des mouvements est soutenue sensiblement égale à la première pendant un certain temps, puis elle chute brusquement pour arriver rapidement à zéro.

Dans la figure 109, l'amplitude diminue de façon progressive. Dans la figure 110, au contraire, la fatigue commence à se produire peu après le commencement du travail et augmente ensuite graduellement.

Les symptômes observés sont les mêmes que ceux signalés lors de la contraction statique des deltoïdes : douleur, gêne fonctionnelle, efforts de volonté, puis impotence fonctionnelle.

Organisme tout entier : Marche prolongée. — D'abord, nous nous sentons légers, heureux de faire fonctionner notre moteur ; nos fonctions cérébrales sont excitées par une meilleure circulation et une meilleure respiration. Puis, les membres inférieurs s'alourdissent, deviennent le siège d'une véritable sensation de douleur progressive. La marche perd ses propriétés d'automatisme et

nécessite des efforts volontaires de plus en plus énergiques : fatigue relative. Puis le malaise devient général, les tempes battent, le cœur accélère ses mouvements, la respiration est essoufflée et haletante, et finalement nous tombons épuisés sur le chemin.

En résumé, de ces analyses, nous relevons les symptômes suivants : sensation de douleur locale (signal d'alarme) puis gêne fonctionnelle locale (*fatigue locale*), effort de volonté, puis si le travail est généralisé à tout le moteur et continué longtemps, le malaise et l'épuisement deviennent généraux (*fatigue générale*).

Fatigue locale. — 1° *Cause mécanique.* — Pendant le travail, une quantité de filets nerveux sensitifs sont tirillés, comprimés ou contusionnés dans les tendons, les aponévroses, les muscles, sur les surfaces articulaires, etc..., et cette contusion physiologique est une cause de la douleur locale. Cela est tellement bien vrai que le massage, l'hydrothérapie, en comprimant ou contusionnant les filets nerveux sensitifs, occasionnant la même douleur locale sans qu'il y ait eu travail musculaire.

2° *Cause chimique.* — Le muscle qui travaille brûle son sucre et ses graisses, et les cendres produites sont principalement l'acide lactique, l'acide carbonique, l'acide phosphorique, etc. Or, ces produits peuvent s'accumuler dans le muscle et ne pas être balayés immédiatement par le sang, soit parce que trop nombreux, soit parce que la circulation y est arrêtée mécaniquement, comme dans la contraction statique.

Ces acides ont la propriété de coaguler la myosine, de raidir par conséquent les muscles, et produisent la *courbature locale*, qui peut durer 48 heures avant d'être dissipée. Elle ne disparaît en fait que quand tous les produits de déchets ont été balayés par le sang.

De plus, ces acides irritent les terminaisons des nerfs sensitifs et accroissent la douleur locale.

Donc, gêne fonctionnelle et douleur locale.

Arguments en faveur de la cause chimique : 1° Si on prend un muscle de grenouille au moment où la fatigue y est absolue et si on le lave, par une injection d'une solution de sérum physiologique, ce muscle n'est plus fatigué et reprend sa contractilité. 2° Si, au contraire, on injecte dans un muscle reposé de la bouillie d'un muscle fatigué, le muscle perd sa contractilité et présente les symptômes de la fatigue, bien qu'il n'ait fourni aucun travail.

Les déchets des muscles fatigués sont très toxiques et doivent être éliminés rapidement par l'urine et par la sueur. Toutes les conditions qui entravent ce balayage rapide (privation de boisson, mauvais état du cœur et des reins, con-

fraction statique soutenue sans alternance de repos) influent énormément sur la production de la fatigue.

Les muscles contractés statiquement sont les premiers fatigués et courbaturés. Le boulanger fatigue d'abord les muscles de ses jambes, le forgeron, ceux du dos et des reins, les hommes de recrue en marche, ceux de la nuque et du dos.

3° *Cause nerveuse.* — Plus le muscle se fatigue, plus sa contraction est douloureuse et plus la volonté doit agir pour amener le même degré de contraction ; il y a donc ébranlement de la substance grise du cerveau, ébranlement douloureux que nous localisons aux terminaisons des nerfs sensitifs. Ex. : Les amputés d'un bras localisent la douleur cérébrale au niveau de leurs doigts absents : *illusion des amputés.*)

Les actes nerveux deviennent de plus en plus énergiques, puisque les efforts de volonté sont progressifs, les actes chimiques qui les accompagnent augmentent notablement, les combustions sont accélérées, la dépense d'énergie est plus forte ; par conséquent, les produits de déchets sont plus nombreux et vont intoxiquer l'organisme en amenant la sensation de malaise général. Vous vous rendez compte des relations étroites de la fatigue nerveuse et de la fatigue musculaire. A vrai dire, la fatigue est *une* : on se fatigue de *vouloir* comme on se fatigue de *mouvoir*. Cette fatigue nerveuse provenant des cellules nerveuses puisque le « nerf est infatigable » arrive bien avant la fatigue musculaire.

Elle la précède, comme nous l'avons vu dans l'expérience des bras étendus horizontalement. D'ailleurs l'acte nerveux ne précède-t-il pas toujours l'acte musculaire ?

Si le travail musculaire est automatique, la fatigue nerveuse est retardée,

Ex : Dans l'affection pathologique connue sous le nom de danse de St-Guy, les contractions musculaires désordonnées qui sont involontaires ne fatiguent pas. Dans les contractures hystériques, les muscles qui sont involontairement en contraction statique, ne se lassent pas.

L'attention, comme la volonté, est une cause de fatigue. Un musicien qui écoute dans un fauteuil une symphonie de Beethoven se fatigue presque aussi vite qu'un terrassier. Noubliez pas le facteur nerveux de la fatigue, car au début de l'instruction vos élèves ou vos soldats feront des efforts d'attention et de volonté, et les repos devront être fréquents et le travail bien dosé. Rappelez-vous toujours cette loi de Lagrange : « *A travail musculaire égal, la sensation de fatigue est d'autant plus forte que l'exercice exige l'intervention plus active des facultés cérébrales.* »

Donc, et nous insistons, la fatigue est *une*, elle est l'épuisement de l'appareil neuro-musculaire. Nous voyons, une fois de plus, l'intimité de ces deux

systèmes, dont l'un est la continuation de l'autre, si bien que Hugues Le Roux a pu dire : « *Le Français court avec ses nerfs, l'Anglais avec ses muscles.* »

Fatigue générale et surmenage. — Les produits de déchets du travail neuro-musculaire sont de véritables poisons organiques qu'Armand Gautier a appelés les « *leucomaines* » (10^{cm}3 d'urine d'un coureur tue un lapin de 1 kg., d'après le Dr Ph. Tissié). Ces poisons sont plus violents encore quand ils proviennent de la décomposition des tissus essentiels (le sucre musculaire faisant défaut) et ils se répandent dans le torrent circulatoire pour empoisonner l'organisme. La fatigue deviendra *générale*. Le malaise est général, imprécis, la peau se décolore, la respiration s'altère, la douleur des muscles en travail devient vive, le cœur bat plus fort, il se fatigue à son tour (et ce facteur s'ajoute aux autres). Il peut même arriver à la fatigue absolue et au *forçage*. Donc, alors que les fonctions de nutrition doivent permettre une réparation rapide à la dépense, plus la fatigue se prononce, plus ces fonctions s'altèrent et moins le foyer générateur peut remplir son rôle salulaire.

Cette fatigue générale se traduit sous trois formes :

1° *Lassitude.* — Cette sensation est légère, voire même agréable, car elle donne la satisfaction du devoir accompli. Elle montre que le travail a atteint son but utile. C'est la fatigue *physiologique* : elle est à rechercher, *mais elle ne doit pas être dépassée*. Voilà où votre rôle d'entraîneurs est complexe, car vous devez avant tout connaître vos hommes et leur façon de réagir à la fatigue.

2° *Fatigue générale prononcée.* — Avec poussée fébrile, manque d'appétit, manque de sommeil, soif exagérée, indices d'une intoxication. C'est la fatigue *pathologique*. Tout rentre dans l'ordre quand l'organisme s'est débarrassé de ses déchets. Mais cette réparation demande parfois une huitaine de jours. Cette fatigue prononcée marque le début du surmenage.

3° *Surmenage.* — C'est un empoisonnement qui peut être chronique ou aigu. Le surmenage lent met les sujets en état de « *moindre résistance* » vis-à-vis des facteurs de maladies et est d'autant plus à craindre que le *corps s'habitue aux poisons humains, comme Myhridate s'entraînait aux poisons végétaux, et que, par le fait de l'entraînement, le système nerveux émousse sa sensibilité : la sonnette d'alarme est ainsi faussée* et n'avertit du danger seulement quand il est parfois trop tard.

Vos élèves, votre troupe sont à surveiller étroitement et prenez garde en les entraînant de ne pas les ruiner.

Les symptômes de surmenage lent sont les suivants : Anémie et pâleur du visage, céphalée, langueur inexplicable, prostration, faiblesse musculaire, malaises non localisés, troubles digestifs, manque d'appétit, vomissements, langue blanche, diarrhée, mauvaise nutrition et amaigrissement, urines chargées. Le

cœur est fatigué, il s'hypertrophie d'abord parce qu'il a un surcroît de travail, puis il se laisse vaincre et dilater.

Le surmenage peut amener un véritable dédoublement de la personnalité, arrivant parfois jusqu'aux troubles mentaux ainsi que le Dr Tissier l'a observé.

La fièvre est élevée : c'est la fièvre de surmenage qui frappe de préférence les jeunes soldats. Elle simule quelquefois la fièvre typhoïde et souvent d'ailleurs le surmenage a été une des principales causes d'une évolution épidémique de la fièvre typhoïde.

Le surmenage lent qui provient d'un excès de dépenses et d'un défaut de réparation est dangereux chez l'enfant. L'enfant se développe. Pour s'accroître il a besoin d'acquiescer beaucoup et de dépenser peu : ses matériaux de nutrition doivent excéder les dépenses. De plus, les tissus jeunes sont moins stables et se désorganisent plus facilement que les tissus de l'adulte. N'oubliez pas, vous autres Instituteurs, que la fatigue intellectuelle aussi bien que la fatigue musculaire amène au surmenage.

Craignez de faire des petits prodiges qui deviendront peut-être plus tard des « ratés », des surmenés; si la méningite ne les a pas emportés à l'âge de 7 ans.

Le surmenage est dangereux pour l'individu qu'il prédispose à la neurasthénie, cette maladie si à la mode et à tous les troubles organiques et nerveux.

Il est dangereux pour la société, car il est une cause de dégénérescence de la race. Il faut crier au danger à l'époque où l'exode vers les villes amène une *vie électrique de surmenage* et où, en gymnastique, la recherche du bluff de records de plus en plus nombreux claque les recordmen, déforme leur mentalité et les rend inutiles à la société.

Le surmenage peut être *aigu* dans les cas d'exercice violent poussé jusqu'à la limite extrême. Dans ce cas la fatigue est *absolue* et le sujet meurt forcé. C'est ainsi que les animaux chassés tombent morts. C'est ainsi que le soldat de Marathon voulant rapidement annoncer la victoire à Athènes, tomba mort en arrivant au but. La cause chimique de la fatigue (production d'acides) explique peut-être la rigidité cadavérique immédiate après la mort, par coagulation des muscles (soldats trouvés morts sur le champ de bataille fixés dans les attitudes du combat). Ce surmenage est heureusement peu fréquent sauf dans les cas de coup de chaleur (voir hygiène).

Causes qui influent sur la fatigue : L'augmentant. — 1° L'attention soutenue.

2° Tous les facteurs de dépressions : alcoolisme, insomnie, mauvaise digestion, excès alimentaires, excès vénériens, privation de boisson, etc.

3° Les émotions déprimantes : soucis, préoccupations : déroute d'une armée vaincue.

4° *La peur*. Cette dernière est sœur jumelle de la fatigue. L'une et l'autre influent réciproquement sur l'organisme. A hautes doses, la peur paralyse les muscles, la femme effrayée s'arrête annihilée, le soldat poursuivi perd ses jambes. Elle paralyse l'attention et la volonté et les empêche d'agir. Sous l'action de la peur, seuls les réflexes peuvent s'exécuter. D'où l'utilité dans un entraînement d'acquérir de bons réflexes coordonnés, de solides actes automatiques bien établis.

5° *Gêne du sac*.

L'addition des autres fatigues et surtout de la fatigue intellectuelle. Il y a lieu de ne pas oublier la fatigue des organes d'excrétion qui fonctionnent plus activement par surcroît de déchets.

7° *Les efforts répétés qui gênent notablement l'acte respiratoire*.

8° *L'essoufflement, qui entrave l'absorption de l'oxygène*. Si, dans un muscle vivant, on injecte du sang pauvre en oxygène, ce muscle se comporte comme un muscle fatigué et perd sa force. Si, au contraire, on injecte du sang chargé en oxygène dans un muscle fatigué, celui-ci oublie sa fatigue et reprend sa force.

9° *Conditions atmosphériques, etc.*

La diminuant : 1° *L'entraînement*, qui diminue, par l'automatisme, la cause nerveuse de la fatigue, qui améliore les grandes fonctions et par conséquent la force de résistance, qui accoutume le système nerveux aux poisons de la fatigue.

L'individu entraîné se fatigue moins vite : il s'est fatigué *avant*, au moment de l'entraînement.

2° *La colère*, déculpant la force musculaire.

3° *La peur*, à petites doses, qui est un excitant.

La confiance envers soi-même et envers les chefs. Le chef doit avoir une puissance de suggestion sur ses subordonnés, et les empêcher, par son énergie, de succomber aux émotions déprimantes.

5° *L'amour-propre*.

6° *Le repos bien donné*. Maggiora a fait des expériences concluantes à l'aide de l'ergographe de Mosso :

Il a fait contracter le groupe des fléchisseurs des doigts, jusqu'à épuisement, et a noté qu'il fallait un repos de deux heures pour lui permettre de se réparer complètement et, par conséquent, de fournir un tracé ergographique superposable au premier.

Si on ne donne qu'une heure de repos, le tracé sera nettement différent du premier.

Si enfin on réduit le travail de moitié, c'est-à dire si, au lieu de trente contractions, par exemple, qui amènent l'épuisement, on n'en provoque que quinze, le repos ne devra pas être de une heure comme on pourrait le supposer logiquement, mais d'une demi-heure seulement.

Et les deux séries de quinze contractions séparées par un repos judicieux, donnent une somme de travail bien supérieure aux trente premières contractions, dont l'amplitude allait en diminuant.

Donc, un muscle qu'on n'épuise pas et pour lequel on observe la loi d'alternance du travail et du repos, se fatigue moins vite et fournit un travail plus considérable.

Criterium de la fatigue : Certes, ce serait très utile de pouvoir dépister la fatigue par un signe objectif, précurseur facile à constater. Mais déceler la fatigue est chose très complexe qui demande une étude approfondie de ses causes, de ses symptômes et des hommes.

1° Pourrez-vous vous baser sur l'interrogatoire du sujet ? Oui certainement mais n'oubliez pas que les causes d'erreur sont multiples : Paresse exagérant le mensonge, ou amour-propre cachant la fatigue.

2° Vous devez surveiller et faire surveiller par les gradés, vos soldats : surveiller l'accélération de leur respiration, surveiller la rougeur de la face ou sa pâleur, la transpiration abondante, le tremblement des membres inférieurs, le ralentissement de la cadence, la démarche caractéristique de l'homme fatigué, les contractions inutiles (marche non économique) : leur tâter au besoin le pouls que vous comparez au vôtre.

3° La fièvre, le manque d'appétit, l'insomnie, l'amaigrissement sont des symptômes faciles à déceler, mais ils apparaissent à la longue quand le surmenage s'est emparé de l'individu. N'oubliez pas néanmoins de surveiller vos soldats au réfectoire, surtout après des épreuves fatigantes : un tonneau d'eaux grasses qui est vide est l'indice d'une bonne santé de vos hommes. Si possible, faites surveiller leur sommeil, et surtout, que leur sommeil vous soit sacré ! Surveillez aussi chaque pesée périodique.

4° La présence de dépôts dans l'urine (dépôts briquetés ou blanchâtres) indique que l'exercice était trop fatigant pour l'état d'entraînement du sujet.

Pour éviter les causes d'erreur, il faut recueillir l'urine trois heures après l'exercice, la laisser reposer, et ne pas l'exposer au froid, ce dernier faisant précipiter les sels d'urée.

5° Le meilleur moyen de connaître la fatigue de vos hommes, c'est de savoir doser les exercices, que vous connaîtrez mieux parce que vous les aurez pratiqués.

6° Vous devez connaître le moral de chacun de vos hommes, et savoir suggestionner celui qui se laissera facilement déprimer et frêner au contraire celui

qui, par amour propre, voudra dépasser ses forces. Vous vous rendez compte, par cela, de l'utilité des connaissances psychologiques, et des cours de *psychologie et de morale professionnelles*, dans les écoles militaires ou les écoles normales.

Sa réparation. — La cause première de la fatigue étant un excès de dépense et un défaut de réparation, la fatigue sera traitée.

1° Par un apport alimentaire suffisant pour remplacer la dépense faite. Plus la dépense est grande, plus la ration doit être forte, et n'oubliez pas qu'au début de l'entraînement, l'homme de recrue fournit un travail sensiblement égal à celui de la vie de manœuvres.

N'arrivez jamais à la grande fatigue parce qu'elle détruit l'appétit et empêche la réparation.

Après une marche forcée, le soldat ne mange pas, boit beaucoup et se couche, instinct naturel qui l'avertit qu'il ne doit introduire des aliments dans sa machine qu'après le balayage des produits de déchets qui l'encombrent. Evitez l'alimentation en excès, afin de ne pas augmenter la fatigue musculaire par celle de la digestion. Vous apprendrez en hygiène appliquée la valeur énergétique du sucre comme aliment d'épargne.

2° Par un repos judicieusement donné. L'homme qui sait s'analyser et se connaître, sent le moment où il doit s'arrêter. Le chef expérimenté doit savoir le moment où il doit arrêter l'être collectif qu'il dirige : la troupe. Le sommeil est le repos complet, il doit être de huit heures, et rien ne doit troubler le repos nocturne de vos soldats. Le cerveau se fatiguant vite, il ne faut pas oublier le repos moral, le sentiment de sécurité pendant le repos : service de sûreté en campagne ; ne pas affoler les hommes en temps de paix, par des revues après un exercice fatigant, et par la crainte des punitions ; un bon conducteur d'hommes ou d'élèves doit savoir se faire obéir par devoir et non par crainte.

L'Essoufflement. — Dans certains actes musculaires, la fatigue se produit bien avant que les muscles ne soient fatigués, sous la forme d'une sorte de fatigue du poumon : *l'essoufflement*, qui est, en réalité, une fatigue du centre respiratoire bulbaire et du cœur.

Symptômes : Si nous nous mettons à courir, bien avant la fatigue musculaire, le fonctionnement de notre respiration sera altéré. Tout d'abord, la respiration sera accélérée ainsi que la circulation ; il y aura une heureuse suractivité de nos grandes fonctions. Cette suractivité n'est pas désagréable et produit un certain plaisir d'accomplir l'acte respiratoire. *Cette période peut être utilisée pour accélérer la respiration et la circulation* et activer ainsi la vitalité de nos tissus. Si l'on continue à courir, on arrive bientôt à l'essoufflement : le besoin d'inspirer devient exagéré et ce besoin n'est pas satisfait : *on a soif d'air ;*

l'inspiration devient aussi longue que l'expiration et les inspirations ont tendance à être produites bien avant que l'expiration ne soit finie. Il y a un véritable bégaiement de la respiration avec gêne expiratoire. L'oppression devient de plus en plus intense : la face pâlit, les oreilles bourdonnent, la *vue se trouble*, le cœur bat tumultueusement, l'asphyxie est imminente (le cheval au galop meurt asphyxié) et l'essoufflement, poussé à sa limite, amène la syncope (défense salutaire de l'organisme) ou le coup de chaleur en été (voir hygiène). Quand on s'arrête, l'oppression dure un certain temps et, quand elle est calmée, le cœur résonne encore dans la poitrine.

Cause de l'essoufflement. — Pour la connaître il suffit de nous rappeler la physiologie du centre respiratoire bulbaire (*nœud vital*) qui agit comme un régulateur automatique des centres respiratoires médullaires et du grand sympathique. Ce centre est influencé par l'oxygène et par l'acide carbonique. L'oxygène trop abondant dans le sang avertit ce centre qui donne l'ordre d'arrêter un instant la ventilation pulmonaire (*Apnée*).

Si l'acide carbonique abonde dans le sang, à la suite d'un travail intense ayant intéressé de nombreuses masses musculaires, il excite le centre respiratoire, déclenche un réflexe inspiratoire, la respiration est suractivée, une plus grande quantité d'oxygène est absorbée, l'acide carbonique en excédent est rapidement éliminé, la circulation est favorisée, puis tout rentre dans l'ordre.

Mais si l'acide carbonique continue à s'accumuler dans le sang, les poumons seront insuffisants pour l'éliminer, et le centre régulateur respiratoire s'affolera, envoyant aux muscles inspirateurs des ordres de plus en plus impératifs, de plus en plus rapides avant que l'expiration n'ait été terminée, et la *respiration bégayera*. L'essoufflement est donc une véritable *asphyxie* par l'acide carbonique.

D'après ces notions à priori, *l'essoufflement doit être causé par tout exercice musculaire nécessitant une surproduction d'acide carbonique en un temps très court, c'est-à-dire un travail intense de grosses masses musculaires en un temps très court.*

De fait, les exercices qui essoufflent (courses, montée rapide d'un escalier, sauts successifs) intéressent les masses musculaires volumineuses des membres inférieurs et en exigent une grande dépense de travail en un temps très restreint. Par leur action dans la course, le corps tout entier est soulevé à chaque foulée et ce travail énorme peut atteindre 112 kilog. à la seconde (Marey).

De même, le maniement de poids lourds qui demande un travail intense de tous les principaux muscles de l'économie, les sports de vitesse et de force essoufflent.

Si la dépense de travail est forte, mais si les groupes musculaires intéressés sont restreints, l'essoufflement ne se produira pas. Ex. : monter à la corde à la

force des membres supérieurs dont les muscles sont trois ou quatre fois moins volumineux que ceux des membres inférieurs n'essouffle pas mais nécessite l'effort. Mais au contraire rapidement un escalier de même hauteur essouffle

Effets de l'essoufflement sur le cœur. — Dangers. — Le cœur accélère, par voie réflexe, ses battements afin d'envoyer plus de sang toxique à l'hématose, mais les poumons sont gorgés de sang et le cœur est obligé de peiner. En effet, dans l'inspiration il y a aspiration d'air et de sang. L'air et le sang se précipitent au-devant de l'autre, le poumon se congestionne passivement. Comme, dans l'essoufflement les inspirations se succèdent rapidement sans expirations suffisantes pour vider le contenu gazeux et sanguin, les capillaires pulmonaires restent gorgés de sang. Cette stase sanguine se répercute dans toute la petite circulation jusqu'au cœur droit qui est obligé de fournir un travail supplémentaire pour lutter contre cette résistance. Le cœur droit se fatigue. Plus il se fatigue, moins le sang va aller se revivifier dans les poumons et plus l'essoufflement augmente. C'est un cercle vicieux. Cette action sur le cœur peut être dangereuse : en effet, si les poumons élastiques peuvent sans inconvénients quadrupler leur allure, le cœur musculaire se fatigue et s'épuise s'il la double, d'autant plus qu'il a à lutter contre une forte pression.

Si les exercices essoufflants sont répétés fréquemment (entraînement pour battre les records de vitesse cycliste, par exemple), le cœur droit s'hypertrophie d'abord, puis, finalement, fatigué et impuissant, se laisse dilater, et cet épuisement a sa répercussion sur la grande circulation, jusqu'au cœur gauche. Quand le cœur est dilaté, les valves des soupapes sont faussées et insuffisantes. Vous en voyez les dangers.

Donc :

Les dangers de l'essoufflement résultent surtout de son action sur le cœur.

Un cardiaque ne doit jamais exécuter des exercices essoufflants. Envoyez au médecin les élèves ou soldats qui s'essoufflent facilement ou ceux dont le cœur bat rapidement.

Causes adjuvantes. — 1° Grande quantité de tissus gras, car la graisse a la propriété de se comburer vite et de déterminer, en un temps très court, une grande quantité d'acide carbonique : l'obèse s'essouffle facilement. De plus, son cœur est envahi et gorgé par la rouille graisseuse.

2° L'effort thoraco-abdominal, qui suspend passivement les organes au moment où ils ont besoin de recevoir plus d'oxygène et d'éliminer plus d'acide carbonique.

3° Durée de l'exercice, même modéré. La marche sans arrêt essouffle, car le cœur et les poumons se fatiguent trop longtemps.

4° Le manque d'entraînement. La femme mondaine et oisive s'essouffle en traversant le trottoir pour monter dans sa voiture.

5° L'habitude que nous prenons inconsciemment des respirations courtes et superficielles. Cette habitude est exagérée chez la femme par le port de ce corset sous-mammaire et abdominal qui s'appelle le corset. Ces respirations ne ventillent pas aussi bien le poumon que des inspirations lentes et profondes, suivies d'expirations rapides.

6° Le rétrécissement pathologique des fosses nasales et de l'arrière-bouche (végétations adénoïdes, hypertrophie des amygdales, déviation de la cloison du nez), les adhérences de la plèvre à la suite d'une pleurésie.

7° Causes morales altérant la coordination des mouvements respiratoires :

a) La peur, qui fait bégayer la respiration comme elle fait trembler les muscles ;

b) Le souci, la préoccupation. Un duel essouffle plus vite qu'un assaut normal.

c) L'attention, qui ralentit ou arrête momentanément la respiration.

Causes retardant l'essoufflement. — L'entraînement, qui fait obtenir l'aptitude à mieux se servir de ses poumons, une capacité respiratoire plus ample, un cœur plus fort, un organisme plus robuste.

Comment l'éviter : 1° Développons la capacité respiratoire dès l'enfance par les moyens rationnels et maintenons ce développement toute la vie (voir VI^e Conférence) : « La fonction fait l'organe ».

2° Développons la poitrine de nos soldats et apprenons leur bien que leur volonté peut agir sur les mouvements respiratoires, les diriger et les empêcher de s'affoler, que les respirations fréquentes et superficielles sont nuisibles à la santé, et que les respirations profondes sont un moyen de réagir contre l'invasion de la phthisie. Faites bien comprendre que la gymnastique respiratoire devra leur demander de grands efforts de volonté, mais que si des efforts de volonté, mais que si profondes leur deviendront machinalement, s'ils persévèrent, les respirations.

3° L'intensité du travail musculaire doit être proportionnée à la puissance respiratoire du sujet.

Leurs s'appelle le « train ». L'individu et la troupe, être collectif, ont leur train, qu'ils ne doivent pas dépasser sous peine d'essoufflement. Un individu qui sort de son train s'arrêtera, bientôt épuisé. Chacun doit connaître à son train individuel. Le chef doit connaître à tout moment le train de sa troupe. Une troupe qui le dépasse est battue d'avance. « Qui veut aller loin ménage sa monture. »

4° Haltes données à propos. La loi de Maggoria s'applique également à l'essoufflement. Ex. : Dans la marche en montagne, un repos d'une minute donné à propos permet de prévenir l'essoufflement. Si l'on attend qu'il se soit produit, il faudra 10 minutes et plus pour le calmer et rétablir l'équilibre circulatoire.

5° Dans la course il faut lutter contre la gêne expiratoire. Les expirations doivent être aussi rapides et aussi forcées que possible, et les inspirations amples et profondes.

Fatigue de la vue. — Cette rapide étude, qui sort du cadre de ces conférences, a pour but de vous montrer que tout organe qui travaille se fatigue.

Il vous est arrivé d'envoyer quelquefois à la visite des soldats qui, au champ de tir, étaient de piètres tireurs et ne pouvaient voir le but. Le médecin après examen ne décelait aucun trouble visuel, vous conseillait de donner confiance à ces soldats et de leur éviter tout effort d'attention au début de leur entraînement de tireur.

En effet, l'homme très attentif fixe ses yeux sur le guidon de son arme et sur le but à atteindre ; sa vue se fatigue rapidement par cet effort : il larmoie, il contracte les muscles de son accommodation, et plus il veut voir, plus il se fatigue.

Vous avez vu tout à l'heure l'influence de la fatigue d'un organe sur les autres, et vous vous rappelez les troubles de la vue observés chez un essoufflé. Le meilleur tireur, quand il a dépassé son train, devient inutilisable.

Ce court exposé nous fait toucher aussi du doigt le rôle de suggestion du chef sur les subordonnés. Il doit leur donner confiance et soulager, pour ainsi dire, par sa propre volonté, l'attention de ses soldats.

L'effort thoraco-abdominal. — Je vous ai parlé au début de ces leçons, de la synergie musculaire qui permettait de fixer les segments mobiles de notre squelette. Quand on veut soulever un poids lourd par exemple, c'est-à-dire quand on fait fournir aux muscles moteurs des membres supérieurs un travail très considérable, il faut *faire effort*, et solidifier pour ainsi dire le thorax qui leur sert de point d'appui. C'est l'*effort thoraco-abdominal*.

Mécanisme de l'effort : Pour faire effort, on commence par gonfler la poitrine par une inspiration profonde, puis on ferme la glotte pour emprisonner l'air des poumons et l'on contracte les muscles abdominaux afin d'abaisser les côtes comme si l'on voulait faire une expiration forcée. Ce thorax ainsi rendu rigide parce qu'il est gonflé comme la chambre à air d'un pneumatique permet aux muscles qui viennent y prendre insertion d'avoir un point d'appui solidement fixé.

Effets nuisibles de l'effort thoraco-abdominal. — Ils sont nombreux :

a) Effets locaux, sur les alvéoles ainsi gonflées et comprimées qui peuvent se rompre, surtout si l'on n'a pas augmenté leur élasticité par une éducation respiratoire rationnelle. Cette rupture est cause d'*emphysème pulmonaire*, c'est-à-dire de dilatation excessive et permanente des alvéoles pulmonaires ; les portefaix, les joueurs d'instrument à vent, les boulangers sont très sujets à l'emphysème. De plus, le bacille de la tuberculose vient se greffer plus facilement sur ces parties lésées ;

b) Effets locaux sur la circulation pulmonaire et les organes thoraciques :

Pendant l'effort, les poumons sont comprimés, exsangues, anémiés. Le cœur, et surtout le cœur droit, est également comprimé, et presque vide de sang. Quand l'effort cesse, le sang revient avec force dans le poumon qu'il congestionne et vient gonfler le cœur droit qui, surchargé, multiplie ses efforts et se fatigue. De plus, le cœur gauche est obligé d'augmenter l'énergie de ses contractions pour lutter contre la pression : il s'hypertrophie d'abord et se dilate ensuite. Si les efforts sont habituels, il se surmène.

c) Sur la circulation générale : La pression dans les vaisseaux est augmentée et si la paroi élastique des vaisseaux est mince et de mauvaise qualité, les vaisseaux se laissent dilater (anévrismes, varices) ; si ces vaisseaux sont friables comme dans l'*artério-sclérose* des vieillards (incrustations calcaires des artères qui leur font perdre leur élasticité) ils se laissent rompre et on peut observer des hémorragies pulmonaires ou cérébrales graves. Le cœur même peut arriver à se rompre et Lagrange cite le cas d'un portefaix de Bordeaux mort subitement par rupture du cœur en voulant soulever une barrique de vin.

d) Sur le cerveau : Celui-ci est désagréablement congestionné comme tous les autres organes. D'ailleurs on s'en aperçoit facilement : Les veines du cou sont gonflées et turgescentes. Il peut y avoir même syncope.

e) Sur l'appareil digestif : Les intestins comprimés, ont tendance à faire *hernie* par les endroits où la paroi abdominale est faible. Si la hernie existe déjà l'effort peut la rendre *étranglée*.

Comment éviter les effets nuisibles de l'effort. — L'effort est dangereux s'il est fréquent, d'autant plus qu'il arrête la respiration au moment où le travail musculaire intensif demande l'arrivée de beaucoup d'oxygène et l'élimination de beaucoup d'acide carbonique. Une gymnastique éducative ne doit jamais être une gymnastique d'efforts répétés sous peine d'être irrationnelle. Les exercices nécessitant l'effort (grimper) doivent être amenés progressivement.

Dans tous les cas, il faut savoir éviter les effets nuisibles de l'effort thoraco-abdominal, et pour cela bien connaître la physiologie de l'effort.

Pour éviter la pression intense intra-thoracique, il faut laisser à demi-ouverte la soupape de sûreté, c'est-à-dire la glotte et compter, parler ou chanter pendant l'effort, comme les boulangers et les bûcherons qui prononcent un « ha » prolongé.

2° Ou bien, pour éviter le retour congestionnant du sang quand l'effort cesse, il faut le cesser progressivement, en deux temps, c'est-à-dire en cessant de tirer sur les muscles de l'abdomen avant d'ouvrir la glotte.

CONCLUSIONS

Vous venez de voir, par ces études peut-être trop rapides, la complexité des causes de la fatigue. Vous savez combien le facteur *Fatigue* additionné au facteur *Peur* influe sur la foule disciplinée qui s'appelle l'ARMÉE.

Vous connaissez tous votre double devoir : épargner la sueur de vos troupiers en leur faisant donner pourtant tout l'effort utile à un moment donné ; et, dans les cas de nécessité, dépenser sans compter les forces de vos hommes pour l'assaut désespéré.

Dans les deux cas, c'est pour vous un devoir absolu de chercher à supprimer, non la fatigue qui est une loi physiologique, mais les fatigues inutiles, les causes adjuvantes de la fatigue qu'il est en votre pouvoir de faire disparaître, même en temps de guerre ; à supprimer enfin les causes morales qui augmentent inutilement et plus rapidement que tout autre cause. (Vous connaissez l'action inhibitrice rapide des centres nerveux.)

Le troupier français, être d'intelligence et de raison, est capable d'accepter avec le plus grand entrain et la plus grande énergie les fatigues utiles, mais il se rend vite compte de fatigues inutiles dues à la négligence, par exemple. De là à perdre confiance, à se démoraliser, à se fatiguer par conséquent plus vite, il n'y a qu'un pas.

Votre tâche est la même, vous autres, les éducateurs de l'enfance, car les fatigues inutiles démoraliseront les embryons de soldats français que vous dirigerez. Cette atteinte morale n'aura pas comme réflexe la peur, mais le dégoût du travail intellectuel aussi bien que physique.

Puisque tous vous allez devenir les défenseurs d'une culture physique rationnelle, puisque vous connaissez les facteurs intellectuels et physiques du surmenage, puisque vous savez que l'enfant a besoin de s'accroître et de se développer et que, chez lui, le surmenage arrive vite, lutez pour que les heures d'éducation physique, où l'élève se fatigue physiquement, ne soient pas inter-

calées dans le temps des repos et des récréations, mais au contraire parmi les heures du travail scolaire, où l'élève se fatigue intellectuellement.

La fatigue physique n'est pas un dérivatif du surmenage intellectuel : la fatigue est *une* : fatigue physique et intellectuelle s'ajoutent l'une à l'autre pour conduire à l'épuisement. Certes, l'exercice physique modéré est un excellent dérivatif du travail cérébral ; c'est même une nécessité, vous le savez ; une marche modérée a tendance à décongestionner le cerveau qui l'est trop.

Mais, comme en thérapeutique, il ne faut pas dépasser la dose, et si vous faites faire à vos élèves une heure de gymnastique rationnelle qui exige, comme vous le savez, le plus grand travail utile, enlevez une heure de gymnastique intellectuelle.

Luttez pour que les programmes scolaires soient moins chargés et pour que les heures d'oxygénation et de développement de la machine soient plus nombreuses.

Il vaut mieux apprendre peu et bien que vouloir apprendre beaucoup, car au bout d'un certain temps d'ingurgitation massive, vos élèves seront inattentifs et leur imagination suivra les évolutions d'une mouche au lieu de suivre vos explications. L'attention ne peut être longtemps soutenue et c'est par cette défense salutaire et instinctive d'ailleurs que vos élèves éviteront l'épuisement.

Notre tâche d'éducateurs est belle, socialement parlant, car nous devons augmenter le rendement de la machine morale, intellectuelle et physique, de chacun de nos élèves. L'homme possède un budget d'énergie que nous devons accroître dès l'enfance. Nous devons lui faire donner tout l'effort de ses forces intellectuelles et physiques, mais nous ne devons pas les dépasser sous peine d'épuisement. Notre tâche est belle, mais combien lourde ! Pour la remplir, nous devons entraîner, mais entraîner rationnellement, avec la parfaite connaissance des lois de la fatigue et de l'entraînement.

V^e CONFÉRENCE

La Culture physique. -- Sa nécessité ; ses divisions ; son but physiologique. -- Importance physiologique des différentes pièces de la machine humaine. -- Conclusions gymnastiques.

La culture physique. Sa nécessité. — L'homme est un moteur, nous le savons. C'est un moteur perfectionné et perfectible par le mouvement qui s'adapte à sa fonction, qui se régénère de ses cendres pour en sortir plus fort, plus apte, si le mouvement qu'on lui a imprimé n'a pas dépassé ses forces et celles de son foyer générateur, et n'a pas été irrationnel, c'est-à-dire contraire à son anatomie et à sa physiologie.

Le mouvement lui est nécessaire au même titre que l'oxygène et le moment est venu de synthétiser ce que nous avons appris déjà en partie ou ce que nous n'avons fait que soupçonner et de dépouiller l'homme inactif en faisant rapidement ressortir les *dangers de l'inaction*.

Puis nous verrons si les mouvements usuels et naturels du moteur humain peuvent suffire à la régénération de sa vitalité ou s'il n'y a pas nécessité, étant donné certaines conditions actuelles de l'existence, d'user d'un moyen artificiel :
La Culture physique.

Dangers de l'inaction. — L'inaction peut être absolue ou relative.

Nous ne nous occuperons pas de l'inaction absolue, assez rare, et que l'on observe surtout, dans certaines paralysies. Dans ce cas, en effet, les modifications organiques relèvent trop des facteurs pathologiques et il serait difficile de faire la part de l'inaction.

Inaction relative. — « *La diminution de la fonction fait diminuer l'organe.* »

Cette inaction, celle de l'homme sédentaire est fréquemment observée dans nos villes où les positions sédentaires foisonnent. Examinons le sédentaire : il engraisse. Les tissus adipeux de réserve l'envahissent. L'obésité est une véritable maladie.

Sa graisse de couverture forme autour de lui une sorte de couche épaisse d'ouate, empêchant la bonne régulation de sa chaleur animale : il s'échauffe facilement.

Sa graisse interne gêne le fonctionnement de ses muscles, de son cœur, de ses poumons ; les mouvements naturels (marche, course) lui deviennent difficiles. De plus, la graisse, provision de combustibles de réserve, est un charbon qui se combure très facilement, qui se désassimile rapidement. Cette facilité de désassimilation est telle qu'au moindre exercice réclamant par lui-même peu de combustible, beaucoup de graisse se combure, c'est-à-dire beaucoup d'acide carbonique est dégagé : le sédentaire s'essouffle vite et il doit éliminer un grand nombre de déchets : il se fatigue rapidement. Ses respirations sont superficielles, on dirait qu'elles n'envoient de l'air que dans la trachée.

Donc, diminution de sa fonction respiratoire : les articulations des côtes avec les vertèbres perdent leur souplesse : La ventilation pulmonaire se fait mal, les sommets et les bords du poumon sont guettés par le bacille tuberculeux.

De plus, ses tissus reçoivent moins d'oxygène et ceux qui sont destinés à être désassimilés sont incomplètement oxydés. Par exemple, les tissus azotés au lieu de se transformer en urée très facilement et rapidement excrétée par les urines et la sueur se transforment en produit moins oxygéné : l'acide urique difficilement balayé par les organes excréteurs. L'acide urique s'accumule dans le sang : c'est la goutte. Il s'accumule dans les reins : c'est la gravelle.

Le sédentaire, j'allais dire le bureaucrate, continue à faire bonne chère et à consommer plus particulièrement des mets azotés et sucrés. Son acide urique tend à augmenter et, de plus, il est guetté par le diabète. Sur 100 diabétiques, 20 sont malades sous l'influence de la sédentarité (Bouchard). « L'inactif creuse sa tombe avec ses dents. » Bref, sa nutrition est ralentie parce que la cheminée *tire mal* et parce qu'il ne l'oblige pas à la faire bien tirer par un exercice musculaire rationnellement dosé et il est victime des maladies par *ralentissement de la nutrition*.

Le cœur ne possède plus un des auxiliaires de la progression du sang dans les veines : les contractions musculaires. D'où stases veineuses (il suffit de garder le lit pendant un certain temps pour voir les pieds devenir enflés à la suite de la première marche).

La position assise le fait *bedonner*, ce qui équivaut à manque de tonicité de la paroi abdominale : d'où mauvais point d'appui du diaphragme sur les viscères pour le relèvement des côtes, respiration purement abdominale.

De plus, les viscères non retenus ont tendance à se mêler comme des jeux de cartes : chute (*ptose*) des viscères, mauvaises digestions, constipation, troubles gastro-intestinaux.

Ses membres ont tendance à s'atrophier : Pygmée par les bras, il est Gargantua par l'abdomen.

Ces troubles de nutrition ont leur répercussion fâcheuse sur le système nerveux : sa volonté diminue, son raisonnement s'altère, son imagination est troublée par les fumées de la machine qui tire mal.

Essayez d'utiliser son énergie physique : il s'essouffle vite, il est maladroit, il est incapable d'un effort physique.

Utilisez son énergie intellectuelle : il se fatigue vite, il s'est engagé dans la voie de la routine et il n'en sort plus pour cheminer vers le progrès.

Il est devenu inutilisable pour la société : il est raté.

Nécessité de la culture physique. — Pardonnez-moi ce tableau peut-être pessimiste parce qu'il synthétise chez un seul homme sédentaire les troubles observés chez plusieurs. Il est temps de tirer la sonnette d'alarme dans notre xx^e siècle, dans notre civilisation actuelle où l'exode plus considérable des campagnes vers les villes accroît le nombre des gens qui vivent sans se livrer à un travail physique suffisant : bourgeois, rentiers, scribes, ouvriers d'art, mondains, modistes, etc., etc..., moment où la périphérie des grandes villes se bâtit, reculant ainsi les limites des poumons des villes : les campagnes suburbaines ; au moment où l'armée des travailleurs de la pensée s'accroît, travailleurs surmenés par la lutte pour la vie dont les conditions ont changé, au cerveau hypertrophié de façon unilatérale, au cerveau fatigué, car l'inactivité musculaire lui enlève deux des facteurs de son développement normal : l'exercice et l'oxygène, si importants dans le développement de la pensée humaine.

Et pourtant le mouvement est nécessaire au moteur humain pour le maintenir fort, résistant, jeune « on a l'âge de son organisme », « on a l'âge de ses artères », « il y a des vieillards jeunes et de jeunes vieillards ». Le mouvement est nécessaire à l'animal pour lui permettre de se nourrir (conservation de l'individu) et pour lui permettre de se reproduire (conservation de l'espèce) : la vie elle-même est un perpétuel mouvement.

Le mouvement est instinctivement demandé par la machine animale : le besoin d'exercice est *naturel*, nécessaire, *instinctif*, le cheval qu'on sort de l'écurie hennit, hume l'air et piaffe, l'enfant joue, galope et crie à la sortie des classes. Ce besoin est irrésistible et sa satisfaction procure une sensation de bien-être. Mais, chose très importante, ce besoin instinctif s'émousse peu à peu et est « détruit même par les obstacles apportés à sa libre satisfaction ». Moins nous le satisfaisons, moins nous sommes aptes à le satisfaire, et plus nous sommes sédentaires, plus nous voulons le rester.

Notre race se détruit plus ou moins dans les villes, s'affaiblit de génération en génération. Les pères des citadins lèguent à leurs fils des muscles plus faibles que ceux qu'ils ont reçus et ceux-ci en feront autant pour leurs enfants. Les mondaines oisives, quand elles ne sont pas « malthusiennes » ont des grossesses pénibles ; les avortements augmentent ; si elles accouchent à terme, elles ne sont pas capables d'allaiter. Elles sont de mauvaises reproductrices. Leurs rejetons atrophies sont raccrochés à l'existence par des soins minutieux et léguent leur piètre constitution à leurs enfants quand ils reproduiront à leur tour. Les naissances diminuent. La mortalité infantile et l'armée des dégénérés, des peu résistants aux maladies, des tuberculeux, augmente.

Les campagnards, adonnés aux travaux manuels en pleins champs, sauvent encore notre race ; mais les campagnes se dépeuplent, quand elles ne s'alcoolisent pas : vous avez toujours reconnu un citadin d'un paysan. Vous en voyez mieux la différence à présent que vous recevez des hommes du service auxiliaire.

Mais vous ne voyez pas tout, puisque sur 300,000 jeunes gens environ atteignant 21 ans, nous n'en prenons dans les conseils de révision que 220,000 environ pour le service actif, et parmi ceux-là, surtout les cultivateurs, menant l'existence intensive des champs (marche, travaux des bras, port de fardeaux) depuis au moins 4 ans, les ouvriers en apprentissage depuis 14 ans et travaillant 10 heures par jour (*sinon plus*, malgré la loi) depuis 18 ans, et enfin certains bourgeois, employés, étudiants ou commerçants qui ont pu échapper à l'influence néfaste de la ville ou de la sédentarité.

Notre armée est sauvegardée par les jeunes gens adonnés aux travaux de la campagne ou des usines, aux travaux manuels intensifs, comme au moyen-âge la race a été sauvée par le peuple. En effet, à cette époque, on ne parlait plus de la culture physique, des gladiateurs romains et des athlètes grecs : c'était la période de l'ascétisme et du mysticisme religieux et l'exercice n'était l'apanage que des chevaliers. Grâce au peuple chez lequel le travail était resté la règle (*rudes travaux des champs ou de métiers*) la race a gardé son développement et sa vigueur jusqu'à une époque peu éloignée de nous.

A notre époque où les naissances diminuent, où la mortalité surtout tuberculeuse augmente, où les conditions de la lutte pour la vie ont changé au profit des villes et au détriments des campagnes, au moment où les mouvements usuels tendent à devenir insuffisants par l'emploi de plus en plus fréquent des moteurs mécaniques agricoles ou industriels, ou la division du travail fait spécialiser tel ou tel groupe musculaire seulement, il est nécessaire de remédier par un moyen artificiel, *par la culture physique*, à l'insuffisance de cet exercice naturel et spontané auquel l'instinct nous pousse, mais que nos obligations d'hommes civilisés et les nécessités sociales réduisent notablement.

Certes, c'est un devoir absolu pour nous de développer, par l'enseignement répandu dans le moindre hameau, le cerveau de chaque individu de notre collectivité ; nous devons développer l'énergie intellectuelle et morale. Mais développons aussi par la culture physique, l'énergie physique. L'intellectualité et la rusticité réunies chez un individu augmentent son rendement social.

L'intellectualité en antagonisme avec la rusticité peut la détruire rapidement. Il faut des cerveaux, il faut aussi des corps pour les soutenir. Faisons des citoyens et que ces citoyens soient susceptibles d'être armés.

N'oublions pas la nécessité de la culture physique comme un des facteurs de prophylaxie morale et sociale. « L'oisiveté est mère de tous les vices. » L'éducation physique peut nous préserver de la débauche, de l'alcool, des passions déprimantes, vices engendrés par l'inaction et la paresse et où sombrent la dignité des individus et leur rendement social.

N'oublions pas que si, dans la Grèce antique, l'apogée de la pensée a été parallèle à l'apogée de la culture physique, la décadence morale a suivi de près son abandon.

Nous sommes actuellement dans les villes, comme la plante qui ne trouve plus dans le sol les conditions de son développement normal, ou qui n'y rencontre que de mauvais engrais et qu'il y a lieu de cultiver par un moyen artificiel, la *culture rationnelle*.

Donc, par définition, la culture physique comprend tout travail exécuté dans le but de développer normalement l'individu, de le perfectionner au point de vue de la force, de l'adresse, de la souplesse, de la vitesse, de la résistance, de la santé, de l'entretenir le plus longtemps possible dans cet état où son rendement social est le meilleur, de contribuer ainsi à l'éducation morale en tendant à développer certaines qualités morales : volonté, énergie, virilité, stoïcisme envers la douleur.

Elle doit enfin envisager certains exercices spéciaux capables de favoriser l'exécution des mouvements professionnels et d'adapter l'individu à sa situation sociale.

Tout ce que nous avons mis dans cette définition est-il possible ? Nous savons que le développement et le perfectionnement du moteur sont possibles et que pour cela on fait appel au mécanicien chef, la Volonté, et à ses sous-ordres du système nerveux. Le muscle se développe et s'éduque. L'éducation du muscle n'est pas faite uniquement pour lui-même : elle est un moyen. Le but, c'est l'abondance du bagage d'actes automatiques pour amener la coordination, la précision, l'économie des forces dans les actes moteurs, pour enrayer aussi les facteurs de dépression morale en temps de guerre ; c'est l'équilibre harmonieux entre la partie motrice et les grandes fonctions, l'égalité sociale dans

cette collectivité de cellules suivant la formule : « Tous pour chacun » ; voilà son but physiologique et éducatif.

Division de la culture physique. — La définition de la culture physique nous en donnera les divisions.

Il y a d'une part développement, perfectionnement, c'est-à-dire acquisition et maintien, et d'autre part adaptation professionnelle et morale, c'est-à-dire utilisation. Donc, deux grandes divisions de la culture physique.

1° *Gymnastique éducative* ou d'acquisition et de maintien. Elle doit faire acquérir à toutes les parties du corps leur développement normal suivant leur importance physiologique et naturelle. Nous insistons sur le mot « *développement normal* », car elle ne doit pas envisager l'hypertrophie musculaire athlétique, par exemple. L'équilibre ne doit pas être détruit au profit d'une partie musculaire quelconque. Cet équilibre normal, c'est la santé.

Elle doit perfectionner les qualités physiques. Elle doit les maintenir et corriger ce que l'exercice d'une profession ou les lois de notre vie bipède auront tendance à déformer.

2° *Gymnastique d'utilisation ou de rendement*, qui peut comprendre :

a) Une gymnastique d'adaptation ou d'application, qui adapte l'homme à sa profession de militaire, de marin, de couvreur, de charpentier, etc...

b) Une gymnastique sportive qui, sans adapter spécialement l'homme à telle ou telle profession, contribue à affirmer ses qualités physiques et morales, à augmenter sa vitalité psychique et physique tout en distrayant et en délassant des travaux intellectuels.

La gymnastique éducative prépare l'autre, la complète. L'une et l'autre doivent aider l'éducation morale. Ainsi envisagée dans ses deux grandes divisions, la culture physique doit connaître la physiologie de chaque âge de façon à ne pas nuire à l'enfant en lui faisant exécuter une gymnastique d'adulte (*voir classification et indication des exercices*). Comme c'est un moyen artificiel de perfectionner l'individu, elle doit être basée sur la connaissance de l'importance physiologique de chaque partie de la machine. Elle ne doit pas être un art connu de quelques rares initiés, mais étayée sur les sciences biologiques. « *Il ne s'agit plus seulement de faire du mouvement, de l'exercice, voire même de la virtuosité, mais de l'Éducation* », a dit le lieutenant-colonel Coste dans son Avant-Propos (*l'Éducation physique en France ; ce qu'elle est, ce qu'elle devrait être*). Cette éducation, pour perfectionner rationnellement le corps humain et l'adapter le mieux possible à ses fins, « *doit connaître l'anatomie, la physiologie et la psychologie, qui lui révèlent la dynamique individuelle ; elle doit apprendre la sociologie pour connaître le rôle de l'individu dans la société* ».

La *gymnastique éducative* ne doit admettre un exercice qu'après l'avoir analysé et en avoir vérifié les effets.

L'éducateur physique doit connaître enfin de façon parfaite les lois de la fatigue et les règles de l'entraînement et les effets utiles et nuisibles des exercices.

Importance physiologique des différentes pièces de la machine humaine.
Points faibles que la gymnastique éducative doit renforcer.
Conclusions gymnastiques.

1. **Les muscles en général** : *Développement musculaire, son équilibre avec le développement des fonctions de nutrition. Force musculaire et résistance.* — Le muscle en travail est le siège d'une nutrition intense : il dépense de l'énergie, c'est-à-dire use ces matériaux de combustion et il se développe, c'est-à-dire prélève dans le sang des matériaux de reconstitution. En un mot, il dépense et fait un appel pressant au foyer de la machine pour se réparer. Vous savez que les muscles constituent la moitié du poids du corps, nous connaissez l'action des exercices sur les grandes fonctions et l'exerce musculaire, avons-nous dit est un puissant régulateur de la nutrition soumis à l'action de la volonté. Les annexes du règlement de 1902 disaient : « L'activité des fonctions organiques est subordonnée, du moins en partie, à l'importance des échanges nutritifs dont les muscles sont le siège. »

Mais, en aucun moment, il ne doit y avoir disproportion entre le développement musculaire et celui des grandes fonctions. La réparation doit toujours pouvoir équilibrer les dépenses, autrement il y aurait faillite c'est-à-dire fatigue, épuisement, moindre résistance de l'organisme : cause de l'invasion victorieuse des microbes et de la maladie.

Il doit y avoir constamment équilibre entre tous nos organes : cet équilibre, c'est la santé, la résistance à la fatigue et à la maladie.

La force de résistance varie avec chaque individu. C'est une qualité vitale (qu'il serait plus logique d'appeler tout simplement la *résistance* et qui dépend de l'intégrité et du développement le meilleur des fonctions de nutrition (organes d'excrétion compris) en rapport avec l'intégrité et le développement du système moteur (système nerveux compris).

Résultat : D'une part, meilleur rendement de la machine et meilleure réparation des dépenses (retard de la fatigue) qui donnent à l'être humain des qua-

lités de « fond » ; d'autre part, résistance et lutte victorieuse contre les infections pathogènes, c'est-à-dire la santé.

Les facteurs de la résistance sont : de bons muscles entraînés, de bons poumons sains permettant une large ventilation, un cœur sain et entraîné, de bons filtres rénaux et un cerveau énergique. « *Une volonté saine dans un corps sain* », l'absence de préoccupations déprimantes. A ces facteurs s'ajoutent d'autres non moins importantes : bonne alimentation, air oxygéné et aseptique, sommeil réparateur, etc... Si un des facteurs d'équilibre de la résistance périclité, l'organisme est en état de « moindre résistance » et susceptible de maladies.

La résistance ne peut s'apprécier qu'à l'usage par l'épreuve, et le rapport *capacité respiratoire, poids*, n'est qu'un moyen artificiel de la déceler en partie.

La résistance s'accroît par l'exercice, autant que l'intégrité des organes le permet. L'exercice musculaire, vous le savez, influe sur l'activité et le développement du foyer générateur. Mais encore faut-il qu'il soit progressivement et rationnellement dosé, qu'il soit soumis au rythme, c'est-à-dire à l'alternance du travail et du repos, et que la somme de travail soit suffisante pour activer les fonctions de nutrition et pour tendre à accroître la résistance.

Une gymnastique éducative doit savoir profiter de certains exercices pour développer la ventilation pulmonaire (exercices respiratoires) pour développer le cœur (courses, sauts) et les mouvements qu'elle préconise ne doivent gêner en aucune façon le développement de la cage thoracique. (Nous y reviendrons d'ailleurs tout à l'heure tellement ce point est capital.)

L'équilibre fonctionnel serait vite détruit si on voulait développer le muscle pour lui-même en lui faisant faire des efforts intenses sans observer la loi d'alternance du repos et de l'activité. Ceux-ci le développeront certes et de façon exagérée. « *La fonction fait l'organe.* » Mais la fatigue locale arrivera vite et finalement la somme de travail sera relativement faible ou tout au moins insuffisante pour suractiver le foyer de la machine.

Le muscle se développe vite, plus vite que les autres organes et si l'on fait l'élevage du muscle pour le développer de façon exagérée, les fonctions de nutrition ne suivent pas une extension rapide et parallèle et l'équilibre (la résistance) est détruit.

Il ne faut jamais confondre force musculaire et résistance et le développement des muscles ne doit jamais dépasser le développement possible du foyer générateur.

Si nous nous plaçons au point de vue social, que nous importe de former des athlètes peu résistants puisque leur moindre résistance les prédisposera à la maladie et à l'inutilité sociale ? Au point de vue physiologique, vouloir bâtir des muscles d'athlète sur des organes internes qui ne sont pas conformés comme ceux d'un athlète, c'est constituer d'énormes ventouses qui accapareront tout le sang et toute la vitalité de la machine. Donc :

1° Un individu, par ses muscles hypertrophiés, peut en imposer et paraître vigoureux, mais il n'est pas nécessairement résistant.

2° Un développement exagéré, irrationnel des muscles peut être nuisible à la santé.

3° Pour qu'un exercice obtienne des effets généraux sur l'organisme il faut chercher à produire la plus grande quantité de travail ; donc, ne faire à un degré exagéré ni du statisme prolongé qui fatigue vite localement sans bénéfices généraux, ni de la force ou de la vitesse provoquant trop vite la fatigue ou l'essoufflement.

4° *La résistance* relève de nombreux facteurs que l'éducation physique doit connaître. D'ailleurs l'hypertrophie musculaire est-elle bien utile ? Certes, nous devons essayer de donner aux citoyens et aux soldats une force musculaire suffisante, mais n'oublions pas que cette force est *neuro-musculaire* et qu'elle dépend non seulement de la grosseur des muscles, mais aussi et beaucoup de la puissance de l'excitant nerveux. Un athlète aux muscles démesurés et maladroits en raison de leur grosseur, au cerveau moteur, fournit de puissants efforts statiques, mais il peut très bien produire moins de travail, avoir un rendement utile social moindre qu'un individu à musculature modérée, au cerveau énergique et dont les muscles résistants, adroits et souples sont les esclaves de la volonté et sont capables de force et de meilleur rendement. Le développement des muscles doit être modéré « des muscles moyens commandés par une saine volonté, sont supérieurs aux types extrêmes », mais il doit être suffisant car « un certain développement musculaire est indispensable au point de vue de la santé. »

Loi anatomique de symétrie latérale. — Nous avons été frappés en anatomie de la symétrie du squelette, des muscles et du système nerveux, c'est-à-dire des fonctions de relation si bien qu'on pourrait comparer l'homme (les fonctions de nutrition à part) à deux êtres identiques accolés : l'être droit possédant le même nombre de muscles, d'os et de nerfs que l'être gauche ; l'être droit étant commandé par le cerveau gauche et réciproquement. Cette loi anatomique est constamment violée, physiologiquement parlant, dans les circonstances habituelles de notre travail ; nous utilisons un seul être, nous sommes droitiers ou gauchers et nous avons tendance à hypertrophier un côté de notre organisme. Cette asymétrie physiologique est facile à constater, chez un écrivain par exemple. Quand nous essayons une paire de chaussures nous nous apercevons que nous avons un pied « plus fort » que l'autre. Cette hypertrophie unilatérale crée des proportions peu harmonieuses et peut avoir des effets peu utilitaires.

Si nous sommes droitiers, dans certaines conditions un effort du bras gauche peut nous permettre de faire un rétablissement sauveur ou bien de nous

maintenir à la surface de l'eau dans un sauvetage. De même, il est des cas où un bon appel du pied gauche, dans un saut de haie, nous permettra de distancer un adversaire.

Enfin Marey, Gilles de la Tourette ont démontré que dans la marche le pas droit était, la plus part du temps, plus long que le gauche et que l'impulsion du pied droit était plus énergique que celle du gauche. Par conséquent, moins bonne utilisation du marcheur et défaut d'économie dans la marche.

Donc, une gymnastique éducative doit développer aussi bien l'être droit que le gauche.

Muscles considérés dans leurs mouvements en lutte contre la pesanteur.
Points faibles. — Dans certains de nos mouvements usuels la pesanteur (poids du corps ou des segments) remplace l'action de certains muscles qui ont ainsi tendance à s'atrophier (loi du relâchement). Pourtant ces muscles ont droit à la vie comme les autres et *une gymnastique éducative doit les connaître pour les fortifier.*

Exemple : Dans la station assise ordinaire, le poids du corps remplace l'action des fléchisseurs du tronc (muscles abdominaux) qui ont tendance à s'atrophier (nous y reviendrons tout à l'heure).

Colonne vertébrale. — C'est l'axe central du squelette ; soutenant la tête, il fournit attache musculaire aux ceintures scapulaires et attache osseuse aux ceintures iliaques. C'est le pivot du corps qui s'associe à la plupart de ses mouvements et qui lui donne « l'attitude ».

Vous savez comment elle est construite au point de vue solidité et comment la multiplicité de ses pièces, la présence de coussinets élastiques (disques intervertébraux) entre chacune d'elles et la disposition alternée de ses courbures physiologiques éteignent les chocs et les empêchent de venir commotionner le cerveau.

De plus, ces courbures physiologiques sont utiles et *économiques* au point de vue de station bipède. En effet, elles répartissent le poids des viscères et font tomber le centre de gravité au-dessus de la ligne bi-femorale. D'où économie du travail musculaire pour empêcher la chute. Par exemple, supposez la colonne dorsale rectiligne : le poids des organes et des parois thoraciques amènera la chute du corps en avant et nous réagirons par un effort violent les extenseurs de la colonne rachidienne, tandis que la courbure dorsale a pour but de faire tomber le centre de gravité de la poitrine sur la base de sustentation. Ces courbures sont donc la caractéristique de la station bipède ; d'ail-

leurs, la courbure lombaire n'apparaît chez l'enfant que lorsqu'il commence à marcher.

Elles sont étroitement solidaires les unes des autres, c'est-à-dire que si l'une d'elles s'exagère, les autres augmentent d'une quantité compensatrice. De même une déformation d'un membre inférieur (raccourcissement dû à une fracture, atrophie, genoux cagneux, pieds bots), amènent une déformation ou une déviation compensatrice de la colonne vertébrale. Les femmes petites, qui portent des talons hauts pour augmenter leur taille de quelques centimètres, sont dans les conditions de la marche sur la pointe des pieds, ce qui amène une flexion des extrémités inférieures et finalement des courbures de compensation de la colonne vertébrale, d'où diminution de la taille (fig. 112).

Les déviations de la colonne vertébrale peuvent être observées dans un plan antéro-postérieur ou dans un plan latéral.

Dans un plan antéro-postérieur, l'exagération de la courbure lombaire s'appelle *ensellure* ou *lordose*. Elle s'accompagne fatalement d'une augmentation compensatrice de la courbure dorsale (cyphose) et de la courbure cervicale. Les déviations latérales s'appellent, *scolioses*.

Les courbures physiologiques ne doivent pas être exagérées, et la colonne vertébrale ne doit être déviée ni d'avant en arrière, ni latéralement.

En effet : 1° L'attitude rectifiée est économique : il faut moins d'effort pour maintenir des segments osseux qui se trouvent dans le prolongement l'un de l'autre que pour les redresser quand ils forment entre eux un angle de plus en plus aigu. Les muscles chargés de les redresser se fatiguent et les courbures ont tendance à augmenter : cercle vicieux. Finalement la taille diminue.

2° Une colonne vertébrale bien redressée permet aux épaules de prendre une bonne position, au thorax de se développer librement, aux côtes de s'écarter au maximum, aux parois abdominales de garder une tonicité bienfaisante.

Les courbures exagérées produisent le résultat inverse. L'exagération de la courbure dorsale ou la déviation latérale gêne le fonctionnement des organes thoraciques. Imaginez une colonne vertébrale de poisson munie de longues arêtes (apophyses transverses), infléchissez-la latéralement et vous verrez les arêtes se rapprocher les unes des autres du côté infléchi. Supposez que les arêtes représentent les côtes et vous vous rendrez compte comment la cage thoracique est diminuée, comment les espaces intercostaux sont resserrés, comment les côtes sont gênées dans leur fonctionnement par une courbure anormale et comment les organes internes sont comprimés.

Causes de l'exagération des courbures et des déviations. — Les déviations de la colonne vertébrale procèdent de plusieurs causes : la faiblesse des

muscles moteurs de la colonne vertébrale, les attitudes vicieuses ou les causes pathologiques (rhumatisme et ostéite tuberculeux, etc...)

L'Éducateur physique pourra influencer sur les deux premiers facteurs. La pesanteur a tendance à fléchir en avant la colonne vertébrale et nous réagissons par nos muscles extenseurs de la colonne vertébrale qui doivent être forts. D'autre part, la faiblesse des muscles abdominaux (fléchisseurs de la colonne lombaire) amène l'ensellure de plus en plus accentuée : pour bien comprendre les causes si fréquentes des déviations vertébrales, examinons l'enfant et poursuivons-le jusqu'à la vieillesse.

Le nourrisson porté toujours sur les bras par sa mère exagère sa courbure dorsale : ses muscles ne sont pas encore assez forts : fatigue musculaire. Porté toujours sur le même bras il dévie latéralement sa colonne vertébrale : attitude vicieuse. Si on le fait tenir debout trop tôt avant que ses muscles n'aient acquis la force suffisante, il exagère ses courbures et déforme ses membres : faiblesse musculaire. Une fois à l'école, il prend des attitudes scolaires bonnes ou mauvaises et voici les résultats : s'il penche le corps en avant parce que son siège est éloigné de la table, il tend à se voûter (fig. 113) : faiblesse musculaire.

Si l'enfant s'assoit sur le bord de son siège, le dos appuyé sur le dossier (fig. 114), il se voûte également : attitude vicieuse.

S'il cambre ses reins pour se tenir droit sur son siège, il augmente sa courbure lombaire. Donc : *dans une bonne attitude assise, le corps doit reposer sur les deux cuisses et les deux fesses, bien d'aplomb, la colonne vertébrale rectifiée, sans cambrer les reins.* Cette attitude n'est pas économique et ne peut être soutenue longtemps : pour soulager les extenseurs de la colonne vertébrale, il vaut mieux que le siège et son dossier soient légèrement inclinés en arrière à condition que le siège soit large, ni trop haut, ni trop bas, et suffisamment rapproché de la table.

L'enfant écrit ; son professeur lui fait tenir son cahier droit et lui donne de superbes modèles d'écriture inclinée. Pour ce faire, il est donc forcé de se pencher à gauche, de se tenir sur la fesse gauche et de s'appuyer sur la table avec le coude gauche (station uni-fessière) (fig. 115). Donc il élève sa hanche droite et son épaule gauche et il dévie latéralement sa colonne vertébrale : attitude défectueuse.

Sa table est trop basse ou trop écartée du banc, il se courbe vers elle. Donc, pour éviter les déviations, la table doit être suffisamment haute et suffisamment rapprochée du siège (à 0^m 03, dit le D^r Tissié) ; le corps droit, reposant sur les deux fesses et les deux coudes, le papier penché, l'écriture droite. L'idéal serait le banc pouvant se hausser ou s'abaisser, à siège et à dossier légèrement inclinés en arrière et pouvant se rapprocher de la table.

De plus, dans la station unifessière, il fatigue ses yeux, car il est obligé de les faire converger de façon anormale vers le papier. Il en utilise surtout un, le droit ; enfin, plus il abaisse sa tête vers la table, plus il tend à devenir myopé.

L'enfant ou l'adulte se tient debout longtemps. Pour éviter la fatigue, il utilise la *station hanchée*, c'est-à-dire il porte le poids du corps sur une seule jambe, la hanche opposée est abaissée et la colonne vertébrale déviée latéralement. Il fait de la bicyclette qui le voute si le guidon est trop abaissé. Puis l'enfant, au sortir de l'école, entre à l'apprentissage, devient ouvrier, se spécialise, les attitudes professionnelles (travail de menuiserie à la scie et au rabot, travail à l'étau et à la lime, travail des champs, travail de terrassier, etc...) ont tendance à dévier sa colonne vertébrale.

Il veut aller au gymnase : on lui fait faire du grimper aux agrès, c'est-à-dire il contracte énergiquement ses pectoraux et il affaisse sa poitrine en bombant son dos.

S'il a eu la bonne fortune de conserver la rectitude de sa colonne vertébrale, l'âge viendra où il sera inactif, où ses muscles spinaux postérieurs s'affaibliront et la vieillesse le courbera vers la terre qui doit l'ensevelir.

Conséquence des attitudes vicieuses de la colonne vertébrale. — Toute déviation de la colonne rachidienne a tendance à déformer le corps de la vertèbre, à l'aplatir, à le comprimer et à l'empêcher de se bien nourrir du côté comprimé. Si une gymnastique éducative rationnelle ou une gymnastique orthopédique bien comprise y remédie, tout rentre dans l'ordre. Sinon, la déviation amène des troubles de nutrition profonds dans les corps vertébraux et finalement elle s'organise et devient incurable.

On a remarqué que les mauvaises attitudes de longue immobilité (écoliers, bureaucrates) amenaient plus facilement des déviations que les mouvements dans une attitude défectueuse.

Moyens de remédier aux courbures exagérées et aux déviations latérales. — Il est nécessaire de rectifier la colonne vertébrale et pour cela il faut connaître les muscles qui agissent, les fortifier par une gymnastique éducative, rationnelle et faire prendre au corps pendant la séance de gymnastique de bonnes attitudes correctives. La leçon de gymnastique doit être, avant tout, une leçon de correction.

Colonne cervicale. — La contraction des muscles de la nuque exagère la convexité en avant de cette partie. Il faut donc faire agir en même temps les fléchisseurs (prévertébraux), c'est-à-dire faire le double menton en serrant le menton au cou et relever la nuque.

Colonne dorsale. — Elle est à peu près immobile, mais les spinaux postérieurs devront être tonifiés de façon à empêcher la voussure dorsale.

Colonne lombaire. — Pour corriger la lordose, il faut tonifier les muscles fléchisseurs de la colonne lombaire, c'est-à-dire les muscles abdominaux. N'oubliez pas que c'est au moment de la période de développement de l'individu que vous pourrez agir sur ces déviations, au moment où les ligaments seront souples et les os malléables. Après il serait trop tard. Donc, soignez les attitudes de l'enfant, en classe, à la leçon de gymnastique. Essayez de convaincre l'enfant, dites-lui que s'il se tient mal sa poitrine sera étroite et ses poumons malsains. Dites-lui que, quand un bossu entre à l'hôpital avec un rhume vulgaire, il a des chances de ne plus en sortir vivant, car ses poumons sont peu résistants. Dites-lui enfin qu'il pourra corriger l'influence des attitudes professionnelles et se maintenir dans l'état où vous l'aurez laissé par la continuation d'une gymnastique éducative corrective.

Au régiment, faites des adeptes : les soldats se serviront peut-être des bons conseils qu'ils auront reçus pour les donner à leurs enfants plus tard.

Enfin, en voulant aider la physiologie, vous aiderez la beauté, car l'extension, le front haut, le regard vif traduisent la joie et la force, tandis que la flexion, le regard fuyant sont l'indice de la mélancolie, de la faiblesse, de la douleur.

Musculature des parois abdominales. — Entre les dernières côtes et le bassin se trouve une large brèche en avant et sur les côtés, fermée, comme vous le savez, par les muscles abdominaux. Leur action est multiple et importante, ils sont souvent affaiblis et pourtant il est urgent de les maintenir forts et en bonne tonicité, parce que :

1° Ils sont expirateurs forcés et permettent le rejet rapide et en masse des gaz nuisibles de la respiration qui commencent à s'accumuler dans le sang dès le plus léger essoufflement.

2° Ils sont fléchisseurs du tronc et redresseurs de la colonne lombaire, antagonistes par conséquent de l'ensellure lombaire avec ses courbures de compensation cervicale et dorsale qui gênent la respiration, avec son ventre proéminent.

3° Ils sont rotateurs du tronc et contribuent à l'adresse de ce segment important.

4° Ils favorisent l'inspiration en permettant au diaphragme de prendre un appui bien fixé sur les viscères au deuxième temps de son action.

5° Ils retiennent les viscères abdominaux et empêchent leur ptose, cause du mauvais fonctionnement digestif et des troubles ultérieurs du caractère.

6° Par leurs contractions, ils massent les intestins et sont les meilleurs agents thérapeutiques contre la constipation. Ils favorisent la circulation générale en aidant le retour du sang veineux vers le cœur droit. Ils accélèrent aussi

la circulation intestinale, évitant ainsi les poussées d'hémorroïdes qui guettent le sédentaire et le constipé.

7° Ils sont indispensables pour l'accomplissement des actes physiologiques : défécation, vomissement, toux, cris, accouchement, expectoration.

8° Ils constituent la meilleure ceinture orthopédique, empêchant les hernies qui ont tendance à se produire par tous les points faibles de la paroi (région de l'aîne, ombilic, etc...). Supposez un tamis laissant passer des grains : si vous trouvez le moyen de gonfler les fils qui constituent la trame, il est évident que les grains ne passeront plus. Et c'est ainsi qu'on traite, chez les enfants, les hernies en les maintenant avec un bandage élastique à pelote et en faisant faire des mouvements aux muscles abdominaux qui, par le développement de leurs fibres, boucheront définitivement le trou.

Or, dans la station assise économique, la pesanteur, c'est-à-dire le poids du corps porté en avant remplace l'action des muscles fléchisseurs du tronc qui s'atrophient et se relâchent (loi du relâchement).

Il est donc de toute urgence qu'une gymnastique éducative prévoie ce point faible et le renforce et ainsi favorise la fonction digestive, la fonction respiratoire et la mécanique des mouvements du tronc.

Il faut vous mettre en garde contre le port des ceintures rigides de gymnastique qui remplacent la ceinture physiologique et en font relâcher et atrophier les muscles (loi du relâchement des muscles). Il faut savoir aussi qu'étant donné la possibilité de hernies et de leur étranglement à l'occasion d'efforts violents, ces muscles doivent être développés graduellement.

Ceinture scapulaire : fixation des omoplates en arrière. — L'omoplate et la clavicule forment cette pince osseuse qui soutient le membre supérieur et qui n'est reliée au tronc que par l'extrémité interne de la clavicule, par des ligaments et surtout par des muscles.

Or la force musculaire des bras dépend de la solidité du point d'appui, c'est-à-dire de la fixation des omoplates.

Il y a donc lieu de renforcer les muscles qui relient l'omoplate au thorax. Devons-nous renforcer les projecteurs en avant (grand et petit pectoral) ? comme le font les gymnastes aux agrès (barre fixe, trapèze, anneaux) qui développent avec orgueil les pectoraux, synonymes, pour eux, de « poitrine résistante ».

Dans ces exercices à étreinte puissante des bras, les pectoraux deviennent massifs et globuleux, entraînant en avant les épaules dont les fixateurs en arrière s'allongent. Ils forment une sangle puissante qui gêne l'expansion thoracique et voûte le dos. De plus les pectoraux ont été détournés de leur rôle de muscles inspireurs et leurs fibres raccourcies ne peuvent plus obtenir l'élévation maxima des côtes,

Donc, gêne de la fonction respiratoire.

Normalement, dans les stations debout et assise, le poids des membres supérieurs tend à entraîner les épaules en avant et en bas, à détacher les omoplates qui ne sont plus collées au thorax et à rentrer la poitrine. Les faibles, les tuberculeux ont les *omoplates en ailes* et la poitrine affaissée.

Il est donc très important de renforcer et de raccourcir les fixateurs en arrière (rhomboïde, trapèze, angulaire, grand dorsal).

Pour les raccourcir utilisons les contractions concentriques ou statiques.

Allongeons au contraire les pectoraux par des contractions excentriques de façon à ce qu'ils accomplissent avec toute l'amplitude possible l'inspiration.

Leur action dans l'inspiration ainsi que celle des grands dentelés sera d'autant plus puissante que leur point d'appui supérieur sera mieux fixé.

Pour donner la prédominance aux fixateurs en arrière sur les pectoraux, il faut mouvoir constamment les coudes dans le plan transversal des épaules.

Quand vous ferez une analyse des mouvements, méfiez-vous surtout de certains mouvements qui effacent passivement les épaules en arrière tels que : sirène aux anneaux, projection du thorax en avant entre deux barres parallèles, canne placée derrière le dos.

Dans ces mouvements, les épaules sont passivement portées en arrière, d'où relâchement des fixateurs en arrière, tandis que les pectoraux résistent aux tiraillements et sont contractés énergiquement.

Il est donc important de bien discerner dans une analyse les muscles qui produisent l'effet réel et se méfier des effets apparents.

Membres supérieurs. — Les membres supérieurs ne sont pas des membres de locomotion et ils ne doivent pas être détournés de leur fonction physiologique de préhension pour être transformés en instruments permanents de marche ou de grimper. Nous n'avons pas la conformation des animaux *grimpeurs* ou des oiseaux *voiliers*.

La pratique des engins de gymnastique acrobatique et empirique sollicite de façon fréquente les muscles des membres supérieurs pour leur faire produire un travail énorme : mouvoir le corps tout entier. Ces muscles acquièrent un développement peu en rapport avec leur fonction nouvelle.

Vous pourriez faire une objection : dans certaines circonstances, les bras ou même un seul bras, doivent pouvoir soulever le corps et le soutenir, et un rétablissement peut nous sauver la vie.

Mais toute notre existence ne se passe pas dans un sauvetage et ces exercices sont des exercices d'application d'adulte que l'on doit faire exécuter en suivant une progression très rigoureuse. *Et en aucun cas ces exercices ne doivent*

constituer les bases d'une gymnastique éducative rationnelle. En aucun cas ils ne doivent entrer dans une gymnastique d'enfants. Nous répétons que des muscles des membres supérieurs moyennement développés, adroits et commandés par une volonté forte sont capables d'efforts utilitaires.

Bassin. — Ceinture osseuse rigide et très solide formée par les os iliaques soudés pour ainsi dire en arrière au sacrum, réunis en avant par une articulation presque immobile, et qui est chargée de transmettre aux têtes fémorales le poids de la tête, du tronc et des membres supérieurs.

D'autre part le bassin sert d'insertion aux muscles volumineux qui meuvent le bassin sur la colonne vertébrale et les cuisses sur le bassin.

Il faut savoir que les mouvements du tronc sont amplifiés par les mouvements du bassin sur le fémur. La flexion, l'inclinaison latérale et la rotation du tronc sont accompagnées par des mouvements du bassin. M. Demeny dit : « On peut dans la station droite faire tourner la tête de 180° et regarder derrière soi : 73° se passent dans les articulations du tarse, du genou et de la hanche, 79° dans la région cervicale, 28° seulement dans les régions dorsale et lombaire. » Il est utile de connaître cette notion de mécanique animale, car la gymnastique éducative doit savoir localiser et graduer les mouvements de façon à en faire des mouvements éducatifs et non incohérents. Donc, si l'on veut localiser et graduer le travail dans les muscles du tronc, il convient de bien fixer le bassin et si la contraction musculaire ne suffit pas, au début de l'entraînement surtout, il faut faciliter cette fixation en se maintenant à cheval sur un banc, en écartant les jambes (fentes), ou en plaçant la hanche contre un appui. Cette fixation est indispensable pour produire la rotation efficace du tronc et de la colonne vertébrale en donnant aux muscles rotateurs un point d'appui, solidement fixé sur le bassin.

Cette fixation du bassin est également nécessaire pour préciser, localiser et intensifier le travail des membres inférieurs.

Membres inférieurs. — Les modes ingénieux de locomotion urbaine, artificielle et rapide nous amènent de plus en plus à ne pas nous servir des membres inférieurs, notre mode de locomotion naturelle. Nous nous servons plus souvent de nos membres supérieurs.

De plus, la gymnastique empirique ne vise qu'au développement de ces membres. Donc notre épaule et nos bras se développent de manière disproportionnée et aux dépens des membres inférieurs qui ont tendance à s'atrophier. Nous évoluons ainsi vers le type grimpeur, vers le cul de jatte. Ce ne doit pas être notre idéal. C'est de plus une erreur physiologique. « C'est sur les pieds que nous devons marcher et non sur les mains. » Cette vérité de La Palisse est malheureusement ignorée souvent. Tous les physiologistes qui se sont occupés

de la question et en particulier MM. Demény, Lagrange, Tissié, Mosso le déplorent.

Il y a lieu d'y remédier, parce que :

1° Anatomiquement parlant, les membres inférieurs sont trois ou quatre fois plus musclés que les supérieurs. « Une distinction des plus caractéristiques entre l'homme et les animaux est dans le siège, qu'aucun animal ne possède aussi développé et aussi lourd. » (Mosso.)

2° Physiologiquement, ils sont les organes naturels de notre locomotion bipède. De plus, comme l'activité de nos fonctions organiques est subordonnée en partie à l'importance des échanges nutritifs dont les muscles sont le siège, les énormes masses musculaires des membres inférieurs ont un rôle prépondérant dans le développement des grandes fonctions. L'essoufflement léger causé par une marche rapide développera la poitrine ; grimper mettra la respiration dans les conditions de l'effort, n'essoufflera pas et au contraire aura tendance à abîmer les poumons.

3° Socialement parlant, ils ont un rôle prépondérant dans notre existence civile et surtout militaire.

Mais si les exercices naturels ont permis un développement suffisant de ces membres, la gymnastique rationnelle doit s'en occuper pour maintenir toute l'amplitude de leurs articulations et pour rendre l'individu maître de ses jambes au point de les porter rapidement et adroitement dans tous les sens tout en maintenant l'équilibre du corps pour éviter les chutes. Je ne vous donnerai qu'un exemple de cette utilité : nous sommes sujets à nous entorser fréquemment les articulations du tarse : le meilleur moyen de prévenir cet accident, c'est d'avoir des muscles de la jambe solides (ligaments actifs), puissants et adroits, c'est-à-dire obéissant rapidement à la volonté pour faire le mouvement contraire qui remettra le corps en équilibre rapidement, avant que les ligaments ne soient douloureusement et dangereusement distendus.

N'oubliez pas, enfin, que leur entraînement doit être progressif et que le développement de ces gros muscles nécessite parallèlement un développement des grandes fonctions, de la respiration en particulier.

Respiration. — *Nécessité d'une gymnastique respiratoire.* — Nous n'avons certes pas oublié le principe que nous affirmions en tête de ces conférences et qui découlait de l'étude de la nutrition : « *L'Éducation physique ne doit jamais méconnaître que les fonctions de nutrition doivent être toujours à même de fournir dans les meilleures conditions possibles le charbon et l'oxygène à la machine humaine et d'éliminer très rapidement les déchets des combustions.* »

L'approvisionnement en charbon intéresse l'hygiène alimentaire. La fourniture abondante d'oxygène et l'élimination rapide des déchets gazeux est du ressort immédiat de l'Éducateur physique.

Une gymnastique rationnelle doit être avant tout respiratoire.

1° Parce que l'air confiné de nos ateliers, de nos écoles, des salles de spectacle, des demeures d'ouvriers, la contagion facile dans les villes, la sédentarité de notre civilisation urbaine font la part belle à la tuberculose. Le bacille tuberculeux est autour de nous, il pénètre dans nos fosses nasales, dans nos ganglions bronchiques et nous sommes même assez réfractaires à son invasion (sans cela nous serions tous phthisiques), mais qu'une cause débilitante vienne rendre notre organisme moins apte à lutter contre lui, que nos poumons deviennent moins résistants par suite d'un mauvais fonctionnement, il s'installera sournoisement aux endroits qui fonctionnent le moins bien, qui sont le moins oxygénés, c'est-à-dire aux sommets. Une fois qu'il aura déversé dans nous ses poisons, il nous sera plus difficile de lutter contre le mal. Mieux vaut le prévenir. Il est urgent de lutter contre la tuberculose par tous les moyens de prophylaxie sociale et puisque nous en possédons un, celui de déplisser les alvéoles et de gêner la pullulation du microbe qui n'aime pas l'oxygène, de rendre les poumons résistants (là fonction fait l'organe), de favoriser la nutrition de tout le corps, ne le négligeons pas, usons-en largement depuis l'enfance jusqu'à la vieillesse.

2° Parce qu'il est dangereux de cultiver le muscle sans développer proportionnellement la fonction pulmonaire comme il serait imprudent de semer le blé sans avoir aéré les sillons par la charrue. Certes, les exercices violents influent sur le développement de la fonction respiratoire, mais il est urgent de la développer, d'abord si l'on ne veut pas craindre à un moment donné, au début de l'entraînement surtout, un déséquilibre cause d'une moindre résistance dangereuse. *Il serait très dangereux de s'entraîner à un sport essouffant quelconque avant d'avoir complété l'éducation respiratoire et d'avoir éprouvé la résistance des poumons.*

3° Parce que le cœur et ses gros vaisseaux ne doivent pas être à l'étroit dans une cage thoracique peu développée.

4° Parce que vous recevez dans vos régiments des soldats bien musclés peut-être mais dont certains ne savent pas respirer et leurs muscles serviront à peu de chose s'ils sont obligés de s'arrêter bientôt haletants.

D'après Tissié, si on représente par 1 la quantité d'air nécessaire aux combustions organiques quand nous sommes couchés, il faut 1,90 pour les combustions nécessitées par une marche modérée, 2,76 si la marche est rapide et 7 dans la course rapide.

5° Parce qu'enfin, en habituant la respiration à bien fonctionner, l'automatisme sera créé dans ce sens, et cette bonne habitude aura tendance à se conserver.

Pour que la respiration obtienne son maximum de rendement, il faut :

1° Le plein air pur et aseptique. Il y a longtemps que la sagesse populaire a constaté qu'aller respirer à pleins poumons l'air pur de la campagne était un sûr moyen de consolider ou de rétablir la santé.

2° La souplesse des articulations costo-vertébrales, des cartilages sternaux, des articulations sterno-claviculaires et l'extrême mobilité des côtes.

3° L'utilisation de tous les muscles inspirateurs rendus capables de la plus grande amplitude de mouvement et le soulèvement des côtes supérieures comme des côtes inférieures.

4° Une ventilation ample, lente et profonde, supérieure au demi-litre d'air de l'inspiration normale (Gréhant).

5° Une bonne ceinture abdominale, des épaules bien fixées en arrière et une colonne vertébrale sans courbures exagérées.

6° L'absence de toute cause gênant l'expansion thoracique, que cette cause soit physiologique (pectoraux trop charnus, formant sangle et étriquant la poitrine), ou artificielle (vêtements serrés, corsset, ceinturon trop sanglé, manteau en bandouillère), ou pathologique (polypes, végétations adénoïdes, hypertrophie des amygdales, adhérences pleurales) des poumons bien élastiques et un cœur sain (il est évident que l'emphysémateux utilisera moins bien ses poumons.

Causes d'erreur pouvant faire croire à une augmentation de la poitrine. — Les gymnastes empiriques sont aussi fiers d'exhiber leurs pectoraux que leurs biceps. Pour eux, l'hypertrophie des masses pectorales est le critérium d'une poitrine solide et saine, et ils ne cessent de vanter leur périmètre thoracique. Or, le périmètre ne donne que des renseignements assez vagues sur la ventilation pulmonaire : le contenant ne fait pas prévoir le contenu, et les masses musculaires épaisses, hypertrophiées par la pratique d'un entraînement d'animal grimpeur, peuvent matelasser un petit thorax et des poumons insuffisants.

Au contraire, ces pectoraux, lourds et massifs, raccourcis, étreignent la cage thoracique à la manière d'une sangle et empêchent une bonne élévation des côtes.

Il ne faut pas également se laisser tromper par une épaisse couche de graisse.

Comment augmenter la respiration. — Il existe deux méthodes :

Une systématique, par les *exercices respiratoires*.

Une physiologique, par l'essoufflement léger.

1° *Exercices respiratoires.* — Ils utilisent l'action de la Volonté et ont pour but d'éduquer le rythme respiratoire et les muscles inspirateurs (normaux ou

forcés qui agissent sur le relèvement des côtes et de contribuer à l'assouplissement des articulations costo-vertébrales.

Ces exercices peuvent comprendre :

a) Des mouvements respiratoires de pied ferme. On développe les muscles inspireurs, l'homme étant au repos, par des inspirations profondes, analogues à celles que vous avez faites avant de souffler dans le spiromètre. Les expirations doivent être complètes.

Les exercices de chant constituent également une excellente gymnastique respiratoire. Le chanteur fait une inspiration profonde et débite lentement l'air inspiré sans pression intra-thoracique, c'est-à-dire sans effets nuisibles de l'effort, et la capacité respiratoire des chanteurs de profession peut atteindre 7 litres.

Si le chant constitue un excellent exercice respiratoire, une excellente gymnastique des poumons, il ne faut pas néanmoins l'associer aux exercices gymnastiques, *sous peine d'absurdité physiologique*. En effet, *le débit lent de l'air expiré demande une expiration 15 fois plus longue que l'inspiration*, tandis que le travail musculaire, surtout s'il est intense, réclame une élimination rapide d'acide carbonique et une *expiration très rapide*. Tout au plus, peut-on associer le chant aux exercices automatiques tels que les marches au pas de route, mais jamais aux mouvements de gymnastique.

b) *Des mouvements respiratoires de pied ferme combinés avec des mouvements actifs des bras et une légère extension dorsale.*

Les exercices précédents nous paraissent suffisants et font agir les muscles de l'inspiration normale et forcée. Les Suédois les combinent avec des mouvements de bras qui auraient tendance à élever les côtes, à assouplir leurs articulations et à augmenter les dimensions du thorax et ils ajoutent aux inspirations profondes, l'élévation, l'écartement latéral des bras, la circumduction. Dans tous ces mouvements, l'abaissement des bras correspond à la phase expiratoire. C'est en somme, le principe de l'élévation passive des bras, pour essayer de rétablir la respiration chez un asphyxié (procédé de respiration artificielle de Sylvester) mais n'oublions pas qu'avec ce procédé, on ne fait entrer un peu d'air dans les poumons que quand les bras sont en abduction forcée et surtout quand on a cessé la compression du thorax (la poitrine violente dans sa forme revient sur elle-même et il y a tendance à l'expiration)

Ces mouvements nous paraissent surtout utiles pour contribuer à la meilleure éducation du rythme respiratoire. Mais ils ne doivent jamais déployer toute l'énergie musculaire, car les muscles moteurs du bras seraient obligés de fixer solidement leur point d'appui sur le thorax, tendant à nous mettre dans les conditions de l'effort.

Ils doivent être faits en souplesse.

Un excellent moyen de favoriser l'inspiration profonde, est de lui associer une légère extension dorsale, qui a pour but de dégager la tête des côtes qui s'enfoncent à la façon d'un coin entre les corps vertébraux. De plus, cette extension a tendance à soulever mécaniquement les côtes (exemple de l'arête de poisson).

Elle serait favorisée par un léger soulèvement sur la pointe des pieds qui fait basculer en avant le centre de gravité du corps et sollicite l'action des spinaux postérieurs.

L'extension dorsale et le soulèvement sur la pointe des pieds combinés, ne nous semblent devoir être exécutés par l'élève, qu'après un certain entraînement.

Naturellement, l'inspiration et si possible l'expiration doivent être effectuées par les fosses nasales. N'hésitez pas à envoyer à la visite médicale, ceux qui paraissent avoir un obstacle pathologique à leur respiration.

Il ne faut pas oublier que les attitudes correctives de redressement des courbures de la colonne vertébrale, produisent une sorte d'avancement de la poitrine qui favorise l'inspiration (fig. 116). La fixation de la colonne lombaire par les muscles abdominaux (ventre effacé) constitue une excellente gymnastique, puisqu'elle nécessite l'utilisation des côtes et de leurs muscles élévateurs pour la respiration (type thoracique) que nous avons trop tendance à rendre diaphragmatique (type abdominal) (fig. 117), d'autant plus que par la projection des épaules en arrière les muscles moteurs des bras ont leur insertion fixe sur le moignon de l'épaule, leur point mobile au thorax et deviennent par suite moteurs des côtes.

Donc, la position fondamentale favorise une bonne respiration, surtout costale.

Enfin, la suspension allongée à la barre, les bras au moins à l'écartement des épaules, soulève passivement les côtes et contribue à la souplesse des articulations costo-vertébrales.

2. *Méthode physiologique par un léger essoufflement.* — Elle utilise l'action réflexe des exercices violents sur les muscles inspireurs et sur la circulation par le centre respiratoire bulbaire. Ce moyen naturel paraît plus précieux que la méthode systématique et volontaire, à cause de cette double action réflexe. Mais il ne faut jamais perdre de vue :

1° Qu'il est nécessaire de doser l'exercice, car s'il est trop violent, il peut apporter des troubles dans ces fonctions. Dans un entraînement rationnel, on ne doit jamais dépasser un léger essoufflement. Cette méthode constitue un moyen aveugle qu'il importe de doser exactement. *Il est utile de s'en servir, mais en la*

faisant précéder de la méthode systématique, et par une progression lente, qui retardera de plus en plus l'apparition de l'essoufflement dangereux.

Nous ne pensons pas que dans cette méthode le poumon pousse de dedans en dehors pour augmenter la cage thoracique. Le contenu ne paraît pas jouer un rôle sur le contenant, car dans respiration il a un rôle purement passif. L'essoufflement (acide carbonique) excite le centre respiratoire bulbaire, qui envoie des ordres moteurs aux muscles inspirateurs qui gonflent la poitrine et le poumon se déplisse mieux, se renforce, se développe. Là encore, on adapte l'organe par la fonction.

2° Que l'exercice doit faire fonctionner de grosses masses musculaires pour produire l'essoufflement. La méthode empirique fait accomplir un travail violent aux muscles des membres supérieurs qui se fatiguent, mais sans amener l'effort général hygiénique bienfaisant sur les grandes fonctions des mouvements des membres inférieurs.

Méthode empirique. — D'ailleurs, l'erreur de la méthode empirique ne s'arrête pas là. Certains mouvements qu'elle préconise paraissent avoir une action sur l'ouverture de la poitrine et le soulèvement des côtes, comme la suspension renversée avec abduction forcée des bras aux anneaux ou à la barre fixe, la sirène aux anneaux, l'appui fléchi, etc... Il suffit d'analyser ces exercices pour les condamner en *gymnastique éducative*, au nom du principe respiratoire. En effet, dans ces mouvements, les muscles du dos sont relâchés et la contraction est localisée dans les pectoraux qui luttent contre la dislocation de l'épaule : la poitrine n'est nullement dilatée ; au contraire, les pectoraux forment une sangle qui l'étreint.

Action des exercices respiratoires volontaires pour ramener le calme fonctionnel dans l'organisme après un exercice violent. — Non seulement les exercices respiratoires volontaires ont pour but de faire faire au sujet une excellente gymnastique des poumons, du thorax et des muscles inspirateurs, et doivent avoir la place qui leur convient, à ce titre, dans une leçon de gymnastique éducative rationnelle de développement, mais encore ils ont une action calmante manifeste sur la respiration et la circulation suractivées par des exercices intenses ou violents. Ils doivent donc être utilisés dans le cours de la leçon, chaque fois que les exercices auront été intenses : Ex. sauts, ou en dehors de la leçon, dans les exercices d'application ou sportifs, chaque fois que l'essoufflement sera atteint. Ils devront clore inéluctablement tous les exercices violents.

Le lieutenant instructeur attaché au laboratoire a fait des expériences à l'aide du pneumographe (fig. 116 bis) de mai à août 1907, sur 18 sujets, dans le but de rechercher notamment :

- 1° L'influence des exercices respiratoires ;
- 2° L'influence de la marche ;

3° L'influence des exercices respiratoires et de la marche combinés sur le rythme respiratoire de l'homme qui vient d'être soumis à la course, c'est-à-dire à un exercice ayant une action intense sur la respiration et la circulation.

De l'examen des tracés pneumographiques (fig. 418) obtenus après des courses de 800 mètres, de 3 kilomètres, ou des courses de vitesse de 100 mètres, on peut déduire :

1° Que les exercices respiratoires combinés à la marche à cadence lente constituent le moyen le plus actif pour ramener le calme dans la respiration.

Les exercices respiratoires pratiqués seuls ont une action plus rapide que la marche sans exercices respiratoires. En effet, d'une part, les exercices respiratoires accélèrent l'hématose du sang de la petite circulation, facilitent le rejet rapide du gaz carbonique et luttent contre la congestion des poumons. Donc, action sur la respiration. L'inspiration profonde favorise le retour du sang au cœur et la diastole, c'est-à-dire le repos du cœur ; l'expiration favorise la systole et la décongestion des organes thoraciques. Donc, action sur la circulation. D'autre part, la marche lente paraît agir comme décongestionnant des poumons (action sur la respiration et la circulation).

2° Les exercices respiratoires, dans la position couchée, n'agissent pas plus vite pour diminuer l'accélération du rythme que les exercices respiratoires avec marche, mais ils diminuent plus rapidement l'amplitude des mouvements respiratoires et surtout, de l'avis de tous les sujets et de la palpation de cœur, il résulte que ce dernier est soulagé très rapidement du fait de la prise de position couchée. Ce décubitus horizontal favorise évidemment la circulation : la circulation d'un liquide exige moins de force motrice dans une canalisation horizontale que dans un système de tuyaux verticaux.

Donc, l'exercice respiratoire dans la position couchée est à recommander après le travail violent fourni dans un sport, comme le foot-ball, par exemple.

Les exercices respiratoires ont leur place dans tout entraînement.

Action de l'attention sur la respiration. — Il est utile enfin que vous sachiez, vous autres instituteurs, que l'attention arrête, inhibe les mouvements respiratoires. L'attention est l'antagoniste de la respiration, comme elle est celui de la mémoire, et le babillement ou le soupir qui suit une attention soutenue n'est que le réveil du réflexe inspiratoire. Sachez-le : donnez à vos élèves une respiration ample et profonde, dont ils auront l'habitude malgré des efforts attentifs. Coupez fréquemment vos leçons très intéressantes, mais souvent fatigantes pour l'enfant, par quelques exercices respiratoires, fenêtres ouvertes, afin d'oxygéner l'organisme, que l'attention aura désoxygénée.

A tous, je vous dis, comme conclusion de cette étude, que j'ai faite longue à dessein : Donnez à vos élèves un bon automatisme respiratoire, et faites en sorte qu'ils le conservent toujours.

VI^e CONFÉRENCE

L'entraînement : ce qu'il doit être. -- Ses règles. -- Effets nuisibles et utiles des exercices. -- Résultats durables de l'entraînement. -- Contrôle des résultats.

L'entraînement : ses règles. — Nous avons recueilli, au cours de l'étude du moteur en mouvement, notamment en examinant les relations du système nerveux et du mouvement, et en analysant la fatigue, des principes qui *doivent* servir de bases à l'entraînement. Le moment est venu de les synthétiser, sans entrer toutefois dans le détail de leurs applications, domaine de la pédagogie.

Mais il importe auparavant de bien nous entendre sur la définition de l'*entraînement*. Le mot « entraînement » suggère immédiatement l'idée de préparation à un travail donné, physique ou intellectuel : on s'entraîne à la rame en vue d'une régate, on s'entraîne à la marche, on s'entraîne à un examen.

L'entraînement sportif comprend les moyens de mettre le sujet *le plus rapidement possible* en état d'accomplir *un travail déterminé*. Il établit dans l'organisme des modifications profondes et vise à la mise en forme ou en conditions pour un but spécial. Ces modifications sont assez rapidement obtenues et se perdent vite.

Il est *temporaire* et ne peut d'ailleurs durer trop longtemps, car il est *intensif* et si l'on essaie de maintenir les modifications obtenues, on dépasse bientôt les forces du sujet qui s'épuise et qui se « claque », on fait ce qu'on appelle du *surentraînement* et ce que vous traduirez : du *surmenage*. Il est donc *dangereux*. Enfin, il exige une hygiène un peu spéciale : amaigrissement pour diminuer le « *poids mort* », purgatifs, régime alimentaire spécial, massages, douches froides, vie régulière sans excès ni soucis.

En un mot, c'est un entraînement *intensif, spécial* et dangereux, et vous voyez les conséquences de son abus au point de vue militaire, aussi bien qu'au point de vue social : certains chercheurs de records arrivent au conseil de

revision claqués, avec un cœur désormais malade ; ces sujets brûlés ont été inutiles à la société, et, sous prétexte de lutter pour les couleurs de leur pays, ils n'ont lutté que pour satisfaire leur vain égoïsme, pour assurer leur triomphe, et pour hypertrophier leur « moi ».

Cet entraînement peut permettre, certes, des efforts prodigieux, mais devons-nous le concevoir ainsi, dans l'éducation du citoyen et du soldat ? Ce n'est pas une armée qui perd cinq mille hommes de tuberculose par an qui peut se permettre de rendre fréquent le cas du coureur Marathon par exemple, tel qu'il a failli être réédité aux récents jeux olympiques de Londres.

L'entraînement que nous devons adopter doit être *continu*. Le sportman doit briller un jour, le soldat doit durer longtemps. Il ne doit pas spécialiser l'individu pour un travail donné, mais être *général*, c'est-à-dire mettre en forme l'individu, de façon à lui permettre d'accomplir les actes nécessaires à la lutte pour l'existence ; il doit faire des citoyens sains et des soldats résistants. Enfin, il doit être *rationnel*, et lentement *progressif* : « La nature ne fait pas de bond ».

Les annexes du règlement de 1902 le définissaient ainsi : « L'ensemble des procédés avec lesquels l'organisme peut acquérir son maximum de vitalité et de résistance » et auraient-elles dû ajouter, l'y maintenir.

C'est, dit le D^r Tissié, « la mise en valeur d'un ensemble de procédés qui consistent à faire produire au corps humain le maximum de travail avec le minimum de fatigue ».

Il vise donc au maximum de vitalité de nos tissus, au maintien de cet équilibre : la santé et au meilleur rendement de la machine humaine.

Le maximum de cette forme obtenue varie évidemment avec la constitution de chaque sujet soumise à de nombreux facteurs : hérédité, race, milieu, aptitudes.

Le secret de l'entraînement doit être cherché dans le système nerveux d'abord : par l'entraînement, on dissocie les centres neuro-moteurs, on coordonne les mouvements complexes, utiles dans la vie d'un citoyen armé ; on accroît son bagage d'actes automatiques coordonnés (automatisme rationnel respiratoire compris) en retardant ainsi l'apparition de la fatigue, et en le mettant dans les meilleures conditions pour vaincre machinalement les mouvements instinctifs, tels que ceux de la peur, et pour subir les privations et les émotions de la guerre. On développe ses muscles et les fonctions de nutrition, et c'est encore par l'intermédiaire du système nerveux que ce développement se fait. A propos des actes automatiques et pour bien vous en démontrer l'importance, voici un exemple tiré du cours de tactique d'Infanterie, professé à l'École supérieure de guerre en 1906. Cet exemple vise l'entraînement spécial du tireur, mais je vous le sou mets, car il est très démonstratif.

« Un homme de recrue ferme l'œil pour tirer : instinct, appréhension du coup ; avec l'effort de volonté le plus intense, il ne peut garder l'œil ouvert. Il n'y arrivera que par des efforts souvent répétés, et par la décomposition de l'effort (tir l'arme à la hanche, tir les deux yeux ouverts, tir avec cartouches à blanc), de façon que sa volonté, son attention soient consacrées à une seule chose : maintenir l'œil ouvert. Quand il aura obtenu ce résultat, il devra répéter l'acte souvent de façon à le rendre automatique. Alors, chaque fois qu'il aura à tirer un coup de fusil, à l'impulsion de son instinct, fermer l'œil, viendra, sans même qu'il en ait conscience, s'opposer une habitude acquise, l'effort pour maintenir l'œil ouvert. Et alors seulement, sa volonté, devenue libre, pourra diriger l'effort sur autre chose, viser, faire partir le coup sans déranger le pointage, etc... Quand ces autres opérations seront, par la répétition, devenues instinctives à leur tour, le soldat sera dressé au tir, et on pourra espérer que, malgré l'émotion, malgré les circonstances extérieures qui attireront son attention autre part, il pourra tirer.... »

« Un homme de recrue qui a besoin de son attention pour charger son arme ne pourra ni écouter son chef, ni regarder l'ennemi... Quand il a appris, quand il maintient l'œil ouvert instinctivement, la fatigue ne se produit plus ; il bénéficie du travail produit antérieurement. »

Donc, l'entraînement progressif, continu et rationnel développe le moteur ainsi que le foyer de la machine, donne à l'individu le maximum d'actes automatiques, le maintient « en forme » le plus longtemps possible et l'adapte à ses diverses fonctions.

Par la gymnastique éducative, le corps se développe et se maintient dans le sens résistance. Cette gymnastique, par sa décomposition et sa progression, donne aux groupes musculaires locaux le maximum d'actes automatiques, et la tâche de la gymnastique d'application sera facilitée, parce que ces actes automatiques prépareront de façon utile aux mouvements les plus complexes. D'ailleurs, dans la progression d'un entraînement éducatif, il y a lieu de suivre une progressité rigoureuse en partant d'abord des mouvements simples (bras, jambes, tronc) de façon à acquérir, pour ainsi dire, des actes automatiques simples, et à dissocier les centres neuro-moteurs des groupes musculaires locaux, puis à arriver à des mouvements combinés en établissant pour ainsi dire la communication entre les centres neuro-moteurs des divers segments ; enfin, à atteindre des mouvements plus complexes, combinés et *dissymétriques*, c'est-à-dire en établissant la communication des centres-moteurs du bras droit, par exemple, avec ceux de la jambe gauche. Il y a coordination de plus en plus complexe entre les différents centres moteurs, c'est-à-dire tendance au perfectionnement nerveux et, en même temps, développement musculaire et développement des fonctions de nutrition.

La gymnastique éducative donne la mise en forme générale : elle doit convenir à toutes les races, parce que toutes les races ont un cœur, des poumons,

des organes. Elle devra être la même pour tous les citoyens et pour tous les soldats.

La gymnastique d'application vise à la mise en forme spéciale ; elle entraînera le fantassin pour qu'il soit un porteur (29 kg.) et un marcheur. Dans l'entraînement d'adaptation, on pourra même utiliser chaque individu selon ses aptitudes physiques. Vous vous rendez compte de ce que peut être la valeur d'une nation armée ainsi mise en forme depuis la jeunesse, surtout si elle est composée d'individus auxquels les parents auront légué, par hérédité, une partie de leur « forme ». C'est l'idéal. Il y a lieu de se dépêcher, si l'on veut qu'il en soit ainsi au bout de plusieurs générations. Et vous autres instituteurs, qui allez devenir les officiers de complément, faites des adeptes pour les sociétés de gymnastique, importez-les dans les moindres agglomérations, ayez comme but le développement des jeunes, pour le service à court terme, mais faites en sorte que les adultes les fréquentent, pour qu'ils maintiennent leur « forme », et vous contribuerez à résoudre le grave problème de la mise en route immédiate pour les manœuvres ou la mobilisation de réservistes entraînés, à côté de soldats de l'armée active également entraînés.

Règles de l'entraînement. — 1° Il doit être journalier, continu.

2° Il ne doit pas être rapidement intensif.

Il vaut mieux essayer d'augmenter le rendement de tous les individus de la nation qu'essayer de n'utiliser que certains sujets qui constituent l'élite, par un entraînement intensif dès le début.

3° Il doit être, au contraire, progressif, et ne jamais dépasser les forces du sujet. On doit arriver progressivement aux efforts des manœuvres, épreuves plus durables que l'épreuve sportive d'un entraînement intensif.

Au début de la vie de régiment, il doit être doux, car c'est la période du changement d'habitude, de la dépression due à l'éloignement familial.

Si la méthode d'acclimatement n'est pas progressive, on risque déprimer l'homme, de l'affaiblir et d'ouvrir les portes aux propagations épidémiques. De plus la sélection des soldats se continue au régiment, et les quelques faibles de l'armée active qui ont pu échapper aux deux filtres du conseil de révision et de la visite médicale d'incorporation, se révèlent rapidement. Le nombre des individus à constitution moyenne convergeant vers l'hôpital, la réforme ou le service auxiliaire augmenterait certes, si l'entraînement était trop intensif avant qu'ils aient obtenu une résistance suffisante.

L'entraînement peut se perdre facilement après un repos long (séjour à l'hôpital par exemple) et il devra, dans ce cas, être repris progressivement, mais plus rapidement que la première fois.

4° Il doit atteindre une fatigue légère, à condition que la courbature qu'il amène soit dissipée par une nuit de sommeil réparateur. De même, un léger essoufflement est utile. Nous connaissons assez le surmenage et l'essoufflement pour condamner la grande fatigue et l'essoufflement prononcé.

5° Il doit obéir à l'alternative du travail et du repos.

6° Il doit être complet, c'est-à-dire généraliser le travail à tous les muscles importants de l'économie et tendre à les développer symétriquement, rationnellement d'après l'importance physiologique de chaque pièce.

Les Suédois admettent des exercices dits « dérivatifs ». Ces exercices nous paraissent avoir surtout le but de répartir judicieusement le travail sur divers groupes, de façon à en permettre la continuation sans repos absolu. Ainsi, par exemple, aux mouvements de bras, doivent succéder des exercices de jambes. De plus, quand un exercice a contracté trop violemment une région en contraction concentrique ou statique, l'exercice dérivatif le décontracte par une contraction excentrique. L'écrivain dont les muscles moteurs des doigts commencent à être douloureusement contractés, les étire plusieurs fois avant de recommencer la besogne. C'est même instinctif. Après des contractions concentriques violentes des spinaux postérieurs, on les décontractera en fléchissant le tronc (concentrations excentriques).

Doit-on les considérer comme décongestionnant ?

Certes, il y a antagonisme entre la circulation du cerveau et celle des membres : le travail intellectuel dilate les capillaires cérébraux et anémie ceux des membres (Mosso) *et une marche modérée décongestionne le cerveau.*

Il y a également antagonisme entre la circulation des organes de la digestion et celle des membres le travail digestif congestionne les viscères abdominaux : et anémie les membres. Le sang se porte vers l'abdomen et la peau, et les muscles frissonnent (frisson physiologique de la digestion). Un travail musculaire intense, immédiatement après le repas, décongestionnera les organes digestifs au moment où ils auront besoin de plus de sang et il sera dangereux. De même, un travail musculaire intense avant le repas, enlèvera l'appétit : réflexe instinctif de l'organisme qui ne demande de la nourriture qu'après s'être débarrassé de ses déchets. De même nous avons vu les exercices lents des membres inférieurs (marche lente) décongestionner les poumons (voir exercices respiratoires).

Mais y a-t-il vraiment antagonisme entre la circulation d'un groupe musculaire et celle d'un autre ? Par exemple : le travail des bras décongestionnera-t-il les membres inférieurs ou réciproquement ? Nous ne le croyons pas, et l'expérience précitée de Chauveau sur les muscles masticateurs du cheval le prouve suffisamment.

Les contractions de ces muscles (mâcher de l'avoine) amènent rapidement l'accélération du pouls aux artères des membres même les plus éloignées, il y

a au contraire congestion active de tous les muscles, plus intense peut-être au niveau des groupes acteurs, mais pas assez pour amener sur les autres un effet décongestionnant.

Donc, nous croyons qu'il faut traduire *exercices dérivatifs* par *repos relatif*, ou *décontraction* d'une région qui vient de travailler. La marche lente décongestionne le cerveau et les poumons.

7° Enfin, « il n'y a pas d'entraînement possible sans hygiène ».

Les règles de l'hygiène doivent être strictement observées sous peine de détruire les bénéfices de l'entraînement : sommeil réparateur, alimentation en rapport avec le travail fourni, boisson suffisante et saine, en marche comme en station, propreté rigoureuse de la peau. Les exercices violents doivent être interrompus une demi-heure avant le repas et ne peuvent être repris que deux heures après.

8° *L'entraînement doit se faire au grand air.*

9° Les règles de l'entraînement sont communes aux gymnastiques éducative, d'application ou sportive.

10° L'entraînement physique marche de pair avec l'entraînement moral.

M. le Dr *Philippe Tissé* a ainsi résumé l'entraînement dans la proportion suivante : « On marche avec ses muscles, on court avec ses poumons, on galope avec son cœur, on résiste avec son estomac, et on arrive avec son cerveau.

Effets nuisibles et utiles des exercices du corps. — Résultats durables de l'entraînement rationnel. — Contrôle des résultats

Nous ne reviendrons pas sur les effets des mouvements au point de vue système nerveux, que nous avons déjà longuement exposés.

1° **Respiration.** — *Effets nuisibles* : Résultant de l'abus de l'effort thoraco-abdominal et de l'essoufflement exagéré.

Effets utiles : Accélération de la respiration dans les exercices à « *effets généraux* » qui exigent une grande quantité de travail en un temps très court (marche, course, sauts). D'où fonction respiratoire activée et adaptation de ses organes : excursion ample des côtes, souplesse de leurs articulations et de leurs cartilages ; force et contractilité des muscles inspireurs ; pendant la période de développement de l'individu, meilleur développement de la cage thoracique, qui devient suffisante pour abriter le cœur et les gros vaisseaux ; déplissement complet des alvéoles ; force et élasticité du tissu pulmonaire.

Résultats durables : 1° Modification du rythme respiratoire. Chez un individu non entraîné, la respiration s'affole : de 16 à 20 respirations par minute au repos, elle peut atteindre 30 pendant la marche et 40, 60 et même plus pendant la course. Chez l'homme entraîné, au contraire, l'amplitude des respirations augmente, tandis que leur nombre diminue, et cette habitude persiste pendant la course comme pendant le repos : le nombre des respirations n'est guère plus grand après une course de 600 mètres qu'avant (expériences de Marey et Hillairet à l'École de Joinville). Il descend de 20 par minute à 12 environ. L'oxygène reste plus longtemps en contact avec le sang pulmonaire, et toute la superficie alvéolaire est utilisée pour l'hématose, qui est meilleure.

Le sujet entraîné a pris instinctivement l'habitude des respirations amples et profondes, qui ventilent mieux que les respirations artificielles et rapides : l'organe s'est adapté à la fonction.

2° La capacité respiratoire est augmentée.

3° Le rapport : $\frac{\text{capacité respiratoire}}{\text{poids}}$ qui donne une indication à ne pas négliger, sur la résistance du sujet, augmente.

Contrôle des résultats : 1° Mensuration au ruban métrique du périmètre thoracique.

La circonférence du thorax se mesure en plaçant le ruban métrique horizontalement, immédiatement au-dessous de la saillie des pectoraux, les bras tombant le long du corps, le sujet en expiration.

Causes d'erreur : Epaisseur des masses musculaires et de la couche graisseuse.

2° Mensuration des diamètres de la poitrine au compas d'épaisseur (fig. 149). — On mesure les diamètres antéro-postérieur et transverse du thorax.

Diamètre antéro-postérieur (sujet en expiration). — En appliquant une pointe du compas sur l'extrémité inférieure du sternum et l'autre sur l'apophyse épineuse de la vertèbre correspondante dans un plan horizontal.

Diamètre transverse : sur les deux côtes correspondant au même niveau.

diamètre antéro-postérieur

Le rapport : $\frac{\text{diamètre antéro-postérieur}}{\text{diamètre transverse}}$ s'appelle l'indice thoracique et doit être

normalement comme 5 est à 7.

Si le diamètre antéro-postérieur égale ou est plus grand que le diamètre latéral (poitrine de poulet, ou en carène, aplatie latéralement), les poumons, qui occupent les côtés du thorax, sont peu développés.

Cause d'erreur : couche de graisse.

Ampliation thoracique. — Ces deux mensurations donnent-elles des indications sur la capacité respiratoire ? Un individu peut avoir un grand soufflet

thoracique sans posséder une grande capacité respiratoire, si son soufflet se mobilise peu. Pour avoir des indications plus exactes sur la ventilation pulmonaire, il vaut mieux faire ces mensurations (périmètre, diamètres) en inspiration et en expiration forcées et noter la différence des chiffres obtenus, ce qui donne l'ampliation thoracique. Elle est en moyenne de 7 à 8 centimètres et augmente de 2 centimètres à 2 cm. 5 environ par l'entraînement rationnel.

Cause d'erreur : Par cette mensuration on a des indications sur le soulèvement des côtes, mais on néglige l'intervention importante du diaphragme dans le sens vertical.

Spiromètre. — Il vaut mieux donc mesurer la capacité respiratoire par le spiromètre.

C'est la seule mensuration précise bien que subjective. Celui en usage à l'École (fig. 120) est un véritable gazomètre : la cloche en verre graduée renversée sur une cuve à eau et maintenue en équilibre par un contrepoids ; l'air arrive sous la cloche par un tuyau muni d'une embouchure en verre d'un calibre égal à celui de la trachée. Le sujet (le corps droit) fait une inspiration forcée et souffle dans l'appareil par une expiration forcée.

La capacité respiratoire qui est en moyenne de 3 l. 8 chez le jeune soldat, s'élève de 545^{cm} environ au bout d'un an, d'un quart de litre après trois mois et peut atteindre 6 à 7 litres et plus chez les professionnels et les chanteurs. Cette capacité ne se développe pas indéfiniment.

L'entraînement chez l'adulte développe-t-il le squelette du thorax ? Le médecin-major Roblot a fait des expériences sur 50 hommes à l'école de Joinville et a constaté que les diamètres du thorax n'avaient pas sensiblement changé après six mois de stage, tandis que l'amplitude des mouvements des côtes avait augmenté. Le squelette de l'adulte ne se développe plus en longueur mais l'entraînement apprend à l'homme à mieux utiliser ses poumons. Le périmètre thoracique du jeune soldat augmente de 2 à 3 centimètres au bout d'un an de service, mais cette augmentation provient du développement des masses musculaires.

2° *Circulation*. — *Effets nuisibles* : Résultant de l'abus de l'effort et de l'essoufflement exagéré. Le cœur s'hypertrophie d'abord pour s'adapter à l'excès de travail, puis il se laisse forcer et dilater.

Pendant la période de développement, le cœur a tendance à se développer plus vite que la cage thoracique qui le protège, surtout si l'enfant est adénoïdien ou s'il s'est soumis à un entraînement irrationnel de surmenage. ou encore, s'il est inactif. La poitrine est trop petite pour le contenir et il paraît hypertrophié. C'est la fausse « hypertrophie de-croissance », avec ses troubles fonctionnels, tels que les palpitations.

Effets utiles : 1. Accélération des battements du cœur par les exercices à « effets généraux », qui se traduit par une augmentation du pouls.

Le cœur s'adapte au surcroît de travail, perd la graisse qui le gêne, développe ses fibres musculaires, qui deviennent plus contractiles : il grossit et durcit.

Mais il faut toujours craindre les effets néfastes du surmenage ou de l'essoufflement exagéré, sur le cœur, surtout chez les jeunes sujets.

Dans la pratique, il ne faut jamais pousser l'exercice au point de dépasser 140 pulsations à la minute (D^r Tissié).

Envoyez à la visite médicale les hommes dont le pouls s'accélère au moindre mouvement.

2° La circulation est favorisée par le massage des vaisseaux, lors des contractions musculaires, et par la respiration.

Résultats durables : Fonctionnement plus régulier du cœur : « Il ne s'affole plus sous l'influence des mouvements violents », ou plutôt il retarde cet affolement ainsi que les limites de l'effet nuisible des exercices. Il accélère ses battements, mais de façon pondérée, en connaisseur de sa force et de la quantité d'impulsion exactement suffisante à donner, suivant les cas.

Le pouls est plein, bien tendu, même au repos, et le sang lancé avec énergie traverse facilement les tissus qu'il doit nourrir ; il traverse plus aisément les poumons. Ceux-ci se congestionnent moins, ce qui supprime une des causes de l'essoufflement.

3° *Digestion.* — *Effets nuisibles* : 1° Dus à l'effort (hernies).

Pendant le travail digestif, les exercices violents décongestionnent les intestins au moment où ils ont besoin de sang ; de plus, l'exercice par la transpiration déshydrate l'organisme, qui en a besoin pour sécréter ses sucs digestifs. Donc, l'exercice autre qu'un exercice modéré est nuisible dans les deux heures qui suivent le repas.

Effets utiles : 1° Massage des intestins dont le péristaltisme est excité par les contractions de la sangle abdominale.

2° La digestion est plus rapide chez un individu entraîné. L'appétit est meilleur.

3° *Nutrition proprement dite.* — *Effets nuisibles* : résultant de la fatigue, c'est-à-dire d'un excès de dépense sur la réparation et d'un défaut de balayage rapide des déchets toxiques.

Effets utiles et résultats de l'entraînement. — D'une part, un sang mieux oxygéné traverse les tissus, au repos comme pendant l'exercice rationnel : Au

repos, car la ventilation pulmonaire de l'homme entraîné est meilleure ; pendant l'exercice rationnel : s'il est un peu violent, nous absorbons par heure 65 litres d'oxygène au lieu de 24 litres.

D'autre part, l'exercice à « effets généraux » entraîne les fibres musculaires lisses, les vaisseaux capillaires qui obéissent mieux aux nerfs vaso-moteurs.

Résultats : Meilleure nutrition des tissus et des organes, et meilleure régulation de la chaleur animale. De plus, il est intéressant de connaître quelle peut être la désassimilation d'un individu entraîné. Les produits de désassimilation sont nombreux dans un travail énergique, et cette désassimilation est encore plus active chez le sédentaire qui se livre pour la première fois à l'exercice. Ces déchets, « les leucomaïnes », sont toxiques et sont le point de départ de la courbature générale, et même du surmenage, si le travail n'est pas progressivement gradué et si les organes d'excrétion, fatigués à leur tour, ne peuvent les chasser rapidement.

D'autre part, nous savons que dans l'inaction le charbon se combure mal et laisse des déchets moins oxydés et moins facilement excrétés. Tel, par exemple, l'acide urique, produit contenant moins d'oxygène que l'urée et moins facilement balayé.

Or, le Dr Lagrange dit ceci : « *Les produits de désassimilation sont beaucoup plus abondants, à travail égal, chez l'homme dont les organes manquent de résistance que chez celui dont les tissus sont endurcis par l'entraînement* ».

Et il se base sur l'excrétion de sels d'urée, moins abondants à travail égal, dans les urines d'un individu entraîné que dans celles d'un sédentaire. Donc, *l'entraîné désassimile moins et retarde, par conséquent, sa fatigue, d'où meilleur rendement de sa machine.*

Comment l'expliquer ? C'est que, pour produire un travail donné, l'entraîné utilise une petite quantité de charbon, mais il la brûle presque entièrement par les ressources d'oxygène de son sang, il utilise par conséquent toute l'énergie chimique que le charbon est capable de contenir et le transforme en produits ultimes de la combustion : acide carbonique et vapeur d'eau rapidement balayés par la ventilation pulmonaire avec le minimum de déchets à éliminer par les reins. L'individu non entraîné, au contraire, pour produire le même travail, brûle plus de charbon, mais il le brûle mal et les déchets sont nombreux et fatigants à éliminer.

Pour chauffer rapidement une pièce, il faudra plus de charbon si la cheminée tire mal ou si le charbon est mauvais.

De plus, le charbon qui se combure parfaitement laisse peu de cendres.

Je ne puis mieux vous indiquer la désassimilation de l'homme entraîné, qu'en vous la comparant à une flamme de bec Bunsen : Si on fait arriver dans

ce bec une grande quantité d'air, c'est-à-dire d'oxygène, la flamme est bleue et très chaude, elle chauffera rapidement un récipient rempli d'eau, par exemple. De plus, le récipient ne sera pas noirci, encrassé par cette flamme qui combure toutes ses parties. Si on intercepte l'arrivée d'air, cette flamme est blanche, peu chaude et il faudra plus de temps et plus de gaz pour chauffer le récipient qui sera noirci et encrassé d'autre part, parce qu'une partie du carbone non brûlé se déposera sur ses parois.

Donc, par l'entraînement, la nutrition est meilleure, les désassimilations moins abondantes, la fatigue est retardée et la résistance est augmentée.

5° **Squelette.** — *Effets nuisibles :* a) *Sur le développement en longueur et en épaisseur.* — Pendant la période de développement de l'individu, les efforts énergiques et le travail excessif, les exercices violents et athlétiques, congestionnent les cartilages de conjugaison et hâtent leur ossification, or, celle-ci ne doit être terminée que de 20 à 25 ans.

Conséquence : Arrêt de la croissance des os en longueur et diminution de taille.

Le périoste continue à accroître le squelette en épaisseur et les os deviennent courts, trapus et épais ; exemple : l'enfant adonné à un rude métier, reste petit et aura tendance à léguer sa petite taille à ses enfants ; l'aristocrate devient élancé.

b) *Sur la direction des os.* — L'enfant qu'on fait marcher trop tôt a tendance à incurver les os de ses segments inférieurs.

Les mauvaises attitudes scolaires ou professionnelles, la station hanchée, l'abus de la bicyclette, la pratique des agrès de suspension tendent à déformer la colonne vertébrale de l'enfant ou de l'adulte, et cette disposition peut devenir incurable à la longue.

c) *Sur l'intégrité des os :* fractures, arrachement des épiphyses, contusions (voir hygiène appliquée).

Effets utiles : a) *Physiologiques* sur la nutrition du squelette. Celui-ci sous l'action de l'exercice rationnel (combiné à une bonne alimentation et une bonne hygiène) se nourrit mieux, se développe par conséquent, devient plus volumineux, plus dense et plus solide : Les os du cheval de course sont plus denses, et pèsent plus que ceux d'un cheval de pâturage.

b) *Mécaniques :* Un exercice rationnel corrige les mauvaises attitudes qui tendent à déformer la colonne vertébrale.

Les exercices symétriques rétablissent l'harmonie des parties droite et gauche du squelette.

Résultats durables. — Sous l'action de l'exercice rationnel, et rationnellement dosé pendant le développement de l'enfant, la taille qui est fonction du sque-

lette, augmente. « Depuis que la pratique des exercices physiques rationnels est devenue une coutume nationale en Suède, la taille a augmenté d'une moyenne de 3 centimètres. »

Le médecin-major Cartier a constaté à l'Ecole d'enfants de troupe de Saint-Hippolyte et à celle de Montreuil la supériorité de la taille des enfants élèves dans ces écoles, sur les enfants du même âge.

Rappelez-vous qu'une race qui dégénère diminue de taille, et qu'une taille moyenne est très utile pour la bonne utilisation de la puissance musculaire, pour la vitesse de nos mouvements et de la locomotion.

Après la période de développement, la taille peut encore augmenter chez l'adulte : au bout d'un stage de trois mois à l'Ecole de Joinville, la taille est accrue d'une moyenne d'un demi-centimètre. Cette augmentation ne provient pas du développement du squelette en longueur, mais de la correction des courbures vertébrales et de la meilleure attitude du corps.

Contrôle des résultats : la toise. — Pour éviter les causes d'erreur, on accole l'individu à la toise qu'il touchera par la tête, les épaules, les fesses et les talons. La figure ne doit pas être tournée vers le haut. On peut mesurer à l'aide de la toise, la hauteur de la tête et du tronc, en faisant asseoir le sujet sur un tabouret ; en retranchant ce chiffre obtenu de celui de la taille, on a la longueur des membres inférieurs.

6° **Muscles.** — *Effets nuisibles* : Crampes, ruptures partielles ou totales, arrachement des insertions.

2° Hypertrophie pouvant gêner les fonctions (développement exagéré des pectoraux) ou hypertrophie asymétrique et peu esthétique (escrimeur, gymnaste aux agrès, cou de taureau des athlètes) nous faisant évoluer vers le type grimpeur ou l'homme-tronc, ou vers le type « uni-latéral ».

Effets utiles : Développement des muscles, développement de leurs fonctions (force, contractilité, élasticité, tonicité, excitabilité).

Résultats durables. — Les muscles sont durs et élastiques capables de résister aux tiraillements et aux ruptures, et de protéger les filets nerveux qu'ils recouvrent : un boxeur reçoit sans douleur de violents coups. Ainsi la fatigue locale se trouve retardée et même la fatigue générale, car dès qu'il y a sensation douloureuse locale, le moteur peine plus, les efforts volontaires deviennent plus considérables et la fatigue arrive plus vite. Les tendons, les aponévroses, sont durcis, les insertions sont plus solides. Un animal carnassier qui chasse constamment a une chair coriace peu comestible et des tendons durs comme du bois.

Les muscles sont développés et obéissent rapidement à l'action de la volonté. Ils se sont débarrassés de la rouille graisseuse ; les tendons glissent plus facilement dans leurs gaines.

Contrôle des résultats : 1° Par les pesées ;

2° Par les mensurations au ruban métrique ;

3° Par la mensuration de la force musculaire au dynamomètre.

Poids. — Il n'est pas fonction de la taille, et il est impossible de fixer le rapport très variable entre l'accroissement de la taille et du poids.

Le poids est surtout fonction du développement musculaire.

Il peut baisser au début de l'entraînement, car si la masse musculaire augmente, la fonte graisseuse le fait diminuer. Le type maigre, au contraire, a tendance à augmenter son poids immédiatement.

Avec l'ancienne méthode, le poids des soldats baissait en général pendant le premier semestre, pour augmenter pendant le deuxième.

Avec le règlement de 1902, il semble, d'après les expériences du médecin-major Hirtz, que le poids augmente dès le premier mois. Les pesées doivent être périodiques : il y a lieu de les surveiller étroitement, car la diminution du poids trop accentuée peut mettre sur la voie d'une affection latente, du surmenage ou d'une alimentation insuffisante. Les pesées doivent toujours se faire à la même heure de la journée, le sujet ayant vidé son rectum et sa vessie autant que possible.

Ruban métrique. — Les mensurations peuvent se porter sur les circonférences :

1° De la poitrine en expiration, le ruban métrique horizontal, passant au niveau de la pointe des mamelons ;

2° Du bras, biceps contracté ;

3° De l'avant-bras (immédiatement au-dessous du pli du coude) ;

4° De la cuisse (à 20 centimètres environ au-dessus du bord supérieur de la rotule) ;

5° Du mollet (au niveau du gras mollet).

Le médecin-major Roblot a fait des expériences sur le développement musculaire des sous-officiers moniteurs de l'école de Joinville et a constaté que le développement des muscles était progressif pendant cinq ans, puis il devenait stationnaire.

Dynamomètre. — La force musculaire des muscles moteurs des doigts se mesure au dynamomètre (ressort d'acier trempé, en forme d'ovale, dont les deux arcs se rapprochent proportionnellement à la force déployée, qui se mesure en kilogrammes à l'aide d'une aiguille mobile sur un cadran) (fig. 121).

7° *Articulations.* — *Effets nuisibles* : Entorses, luxations, arthrites.

Effets utiles : Le cartilage articulaire s'étend jusqu'aux limites extrême des surfaces articulaires, il matelasse mieux les points qui supportent les plus

grandes pressions. Il est plus élastique. La synovie est plus dense, plus abondante, les joints sont mieux huilés. Les ligaments se renforcent.

Résultats durables : Force et souplesse.

8° **Peau**. — Sous l'action de l'entraînement, le revêtement cutané du corps s'endurcit : il semble que la peau protège mieux les filets sensitifs et les capillaires sanguins. Le boxeur entraîné reçoit sans sourciller un coup de poing ; les ecchymoses sont rares chez lui. *Il est endurci à la douleur et aux contusions*. De plus, si l'individu s'entraîne en plein air, il *devient moins sensible au froid et aux refroidissements*. Vous savez que le froid resserre les capillaires de la peau et chasse le sang vers les organes internes qui sont congestionnés : cette congestion peut être dangereuse si elle se prolonge. Si l'homme est entraîné en plein air, les variations de température font faire au réseau capillaire sous-cutané une véritable gymnastique analogue à celle obtenue par l'hydrothérapie froide, la vaso-contriction de sa peau est passagère ; celle-ci se dilate bientôt, se réchauffe, et la congestion interne cesse. *C'est la réaction*. Grâce à cette réaction, *nous luttons contre les refroidissements*.

Chez le sédentaire frileux, au contraire, le réseau sanguin périphérique a perdu son bon fonctionnement par l'inaction, en quelque sorte, de sa peau : il ne peut faire la réaction et se refroidit facilement.

Enfin la peau, organe de sécrétion, seconde par la sueur, les reins. Comme l'évaporation cutanée est plus abondante par le fait de l'entraînement, la *peau doit être constamment dans un état rigoureux de propreté*.

Sous l'action de l'entraînement rationnel continu, la peau reste jeune et conserve sa tonicité, le corps reste souple et droit, et Hérodote dit : « En contemplant les Ioniens, tandis qu'ils fêtaient Apollon par des jeux, on eût pu croire que ces hommes étaient des immortels et vivaient dans un éternel printemps, de beauté juvénile. »

Entraînement des hommes du service auxiliaire. — N'oubliez pas d'entraîner les jeunes gens du service auxiliaire : myopes, fractures anciennes, hernieux, etc... et surtout ceux que les hasards d'une existence malheureuse, l'hérédité de parents pauvres ou surmenés par toutes les misères sociales (alcoolisme, tuberculose, etc...), l'air confiné des villes, nous amènent au quartier sous le nom de « faibles de constitution ». N'oubliez pas que certains sont des prédisposés à la tuberculose. A vous d'aller les chercher dans les ateliers malsains, à l'air confiné et d'essayer de leur donner par une leçon quotidienne en plein air, une meilleure respiration, une meilleure oxygénation de leurs tissus appauvris, une meilleure résistance. Vous devez les rendre à la société plus vigoureux qu'elle ne vous les a donnés. D'ailleurs l'art. 7 de la circulaire ministérielle du 23 août 1906 indique « que les hommes du service auxiliaire pourront, dans la mesure où le permettront leurs qualités physiques et après avis du service de

santé, être soumis à des exercices de gymnastique appropriés à leur état. » Par application de cette circulaire un peloton spécial d'éducation physique a été constitué fin 1907 pour les 62 hommes du service auxiliaire de notre école sous la direction du lieutenant commandant le Petit Etat-Major et du médecin-major.

Ce peloton fonctionne depuis 4 ans. Tous les hommes furent déclarés aptes à le suivre (notre gymnastique s'appliquant à tous et pouvant être dosée minutieusement) et divisés en deux sections :

Une du plus grand nombre de soldats exécutant tous les exercices de la leçon.

Une autre composée de soldats exécutant une leçon de faible intensité, sans tractions, courses et sauts (fractures, hernies, varices, palpitation) tendant à arriver très progressivement aux exercices de la première section. Les résultats ont été les suivants pour la première année (1^{re} section, 43 soldats, 2^e, 17) :

1^o Etat sanitaire excellent pendant toute l'année.

2^o La capacité respiratoire fut augmentée, au bout d'un an, de 25 à 125 centilitres chez 46, stationnaire ou à peu près chez 16.

3^o Les déviations de la colonne vertébrale, provenant des mauvaises attitudes, furent rectifiées et on note une augmentation de la taille de 2 à 14 millimètres chez 45 d'entre eux.

4^o Augmentation de la force, mesurée au dynamomètre chez 42.

5^o Sur les 19 services auxiliaires ajournés pour « faiblesse de constitution » et ayant suivi effectivement le peloton depuis au moins 6 mois, 10 furent versés dans le service armé par la Commission de Réforme de Vincennes.

Les résultats pour les années suivantes ont été proportionnels.

Donc, entraînez chaque jour tous les services auxiliaires, quelles que soient leurs fonctions spéciales. Un intérêt prime avant tout les autres : leur santé.

Espérons qu'une gymnastique éducative rationnelle appliquée pendant toute la période de développement diminuera le nombre des « faibles de constitution ».

VII^e CONFÉRENCE

Règles générales de l'analyse des attitudes et des mouvements. --

Choix d'une gymnastique éducative. -- Analyse de la station debout. -- La position fondamentale. -- Exemples d'analyse de mouvements.

Règles générales de l'analyse des attitudes et des mouvements. — Cette étude a pour but de vous synthétiser, sous forme de règles générales d'analyses, les connaissances que nous avons acquises. A l'aide de ces données, vous pourrez analyser telle attitude ou tel mouvement d'une gymnastique éducative.

Certes, il serait téméraire et peu logique de vouloir analyser, dans ses moindres détails, les mouvements complexes et variés à l'infini des applications ou des sports. Dans ces exercices où les synergies musculaires complexes varient rapidement, au moindre mouvements des segments du corps, le raisonnement serait vain et il y a lieu :

1. De connaître les *manifestations physiologiques* qu'ils amènent (fatigue, essoufflement, accélération des battements du cœur, effort, etc.), indices suffisants pour apprécier la dépense d'énergie et l'intensité du travail.

2. De se rendre compte des *mauvaises attitudes* résultant de la pratique d'un exercice spécial (professionnel ou autre) et pouvant gêner le fonctionnement des organes.

On doit connaître les unes pour retarder et pour en éviter les dangers, et les autres pour les corriger par une gymnastique corrective.

Mais la gymnastique éducative non seulement corrige, mais elle développe, maintient et adapte. Les exercices préconisés par elle doivent être analysés de façon suffisamment précise : pour *développer*, il faut connaître les groupes moteurs principaux qu'on veut développer et savoir comment les développer ; il cur

corriger, il faut se demander si les exercices préconisés n'amèneront pas un effet contraire. Aller à l'aveuglette serait inutile, sinon dangereux : En faisant mouvoir brusquement bras et jambes dans toutes les directions comme dans les exercices d'assouplissement de la gymnastique franco-allemande, on rend souples les articulations et les muscles, on développe ces derniers, mais on s'occupe peu de les développer dans un but rationnel, on s'occupe peu d'augmenter le bagage des actes automatiques utiles, et de développer en toute connaissance de cause, les grandes fonctions comme dans la méthode suédoise.

Une gymnastique éducative doit être précise si elle ne veut courir à un échec. Voilà pourquoi votre stage à l'école de Joinville-le-Pont est nécessaire, et les règles que nous apprenons ensemble nous serviront de base pour l'étude de cette partie essentielle de la physiologie appliquée : mécanisme, effets physiologiques et valeur éducative de chaque exercice.

Dans cette dernière phase, je viens de vous poser le problème que nous devons solutionner avant de préconiser tel ou tel exercice éducatif : problème de *mécano-physiologie*.

1° *Problème de mécanique*, d'abord, où les leviers, le point d'appui, la puissance et la résistance sont rigoureusement déterminés.

2° *Problème de physiologie* ensuite, pour en connaître les effets locaux et généraux, d'où résulte la *valeur éducative* de l'exercice et son emploi, c'est-à-dire la *pédagogie*.

Problème de mécanique. — Le travail d'un moteur ordinaire s'évalue d'après la masse qu'il a mise en mouvement, d'après la vitesse qu'il lui a imprimée, d'après la durée pendant laquelle il a fonctionné.

Ces données nous permettrons d'intensifier le travail dans le moteur humain. Dans nos mouvements ou nos attitudes d'équilibre, la force musculaire (puissance) agit sur les leviers osseux et luttent contre la résistance (forces antagonistes, ou opposées, notamment la pesanteur). Cette puissance peut être :

= à la résistance (équilibre : contractions statiques).

> résistance (mouvements concentriques).

< résistance (mouvements excentriques).

La dépense d'énergie musculaire varie suivant la résistance.

Dans une analyse, on cherche quelle est la résistance, puis la puissance qui lutte contre elle. Suivant l'importance de la résistance, on connaîtra l'intensité de la puissance.

La résistance. — Dans nos mouvements habituels, la résistance normale est la force de la pesanteur qui tend à infléchir tous les segments de notre

individu. Exemple : quand nous marchons, nous luttons contre cette force qui tend à fléchir notre tête, notre tronc et nos membres inférieurs.

En gymnastique, la résistance opposée à nos mouvements est appelée l'*opposant*. En gymnastique, avec ou sans agrès, on utilise deux espèces d'opposants :

1° L'*opposant normal*, c'est-à-dire la pesanteur (poids du corps ou d'un segment).

2° Un *opposant extérieur au corps*.

I. **Opposant normal.** — *Gymnastique sans agrès ou de plancher.* — On peut arriver à augmenter la résistance, c'est-à-dire à accroître l'intensité du travail musculaire, en donnant au corps et aux segments une attitude telle que l'opposition puisse être augmentée. Suivant cette attitude, le travail peut être modéré et progressivement intense dès le début. Dans une gymnastique de localisation, on appelle *exercices modérés* ceux qui font faire aux muscles un travail local ne s'éloignant pas sensiblement de celui pour lequel ils sont adaptés. Le travail devient de plus en plus intense au fur et à mesure qu'il s'éloigne de celui auquel les muscles sont adaptés. Exemple : Si nous exécutons une fente en avant, le haut du corps est écarté de la verticale et les spinaux postérieurs fournissent un travail de plus en plus énergique à mesure que la fente augmente et que le tronc se rapproche de l'horizontale.

La résistance, et par conséquent la puissance, sont plus considérables, quand on augmente l'angle sous lequel travaille le segment mis en action.

La résistance peut être augmentée en allongeant le bras de levier. Exemple : le travail musculaire est moins intense quand on fléchit la cuisse sur le bassin, jambe fléchie, que quand on fait ce mouvement, jambe tendue. Dans une fente avant on peut intensifier l'exercice, en élevant les bras tendus dans le prolongement du tronc.

Il faut laisser aux gens de cirque les attitudes et les mouvements anti-physiologiques, qui imposent à certaines parties du corps, un travail exagéré ou un rôle qu'elles n'ont jamais à remplir dans la vie normale. Exemple : marcher sur les mains.

Gymnastique aux agrès de suspension.

Les agrès font produire aux muscles moteurs des membres supérieurs, un travail local énorme, en leur opposant le poids du corps tout entier. Ces agrès permettent d'invertir le point fixe normal de ces muscles (le point fixe se trouve à l'agrès par la main recourbée en forme de crochet) et de renverser les conditions naturelles, en faisant mouvoir tout le corps par des muscles qui ne meuvent normalement que les bras. Dans cette méthode, on peut distinguer

différents degrés au point de vue de l'intensité du travail imposé aux muscles des membres supérieurs :

1° Les pieds restent à terre pendant le travail. Exemple : *suspensions et appuis inclinés*. Le poids du corps est réparti entre le sol et l'agrès. Les membres supérieurs ne supportent donc qu'une partie du poids du corps et leur travail est modéré. Leur travail est de plus en plus intense, au fur et à mesure que le corps s'incline sur l'agrès. Si le corps se rapproche de la verticale (barre à hauteur des épaules), le sol supporte la plus grande pression. S'il se rapproche de l'horizontale (barre à hauteur de ceinture), la barre supporte la plus grande pression que l'on équilibre par un travail des bras plus énergique (principe de l'action et de la réaction).

2° Les pieds ne touchent pas le sol mais les bras sont allongés et le corps immobile. Exemple : *suspension allongée*. Dans cette attitude, les muscles des membres supérieurs maintiennent les surfaces articulaires en contact, sans chercher à mouvoir le corps.

3° L'homme suspendu à un agrès fait mouvoir son corps. Cette catégorie de mouvements prépare et conduit à certains exercices d'athlétisme et d'acrobatisme.

II. Opposant extérieur au corps. — On peut employer deux moyens :

a) *Les moyens mécaniques.* — Poids qu'on soulève, fusil, haltères, appareils élastiques ou à ressort, sur lesquels on tire. On peut intensifier, l'opposant en allant des poids légers au poids lourds (méthode athlétique).

b) *Opposant humain.* — L'homme s'oppose à l'effort que fait son partenaire. S'il lui cède tout en résistant, la contraction est excentrique ; si l'opposant cède, la contraction est concentrique. C'est la gymnastique à deux (Ling) ou à plusieurs (lutte à la corde de traction) (1). On a reproché à ces exercices de faire prédominer le travail des bras, mais si l'opposition est énergique, il y a synergie des nombreux muscles du tronc et des membres inférieurs.

La puissance. — Certes, dans l'analyse des mouvements, il n'est pas facile de discerner tous les muscles qui interviennent et de calculer de façon exacte leur dépense d'énergie comme dans un moteur mécanique ; nombreuses sont les synergies qui varient à chaque nouvelle position des segments ; variable est le facteur nerveux de la dépense *neuro-musculaire*, suivant les individus, suivant les conditions même du moment pour chaque individu (fatigue, soucis, mauvaises digestions, etc...)

(1) Les japonais ont introduit dans leur gymnastique des mouvements opposés : bras contre bras, tronc contre tronc, jambe contre jambe...

Néanmoins, nous devons chercher les principaux muscles qui collaborèrent dans la plus grande proportion, à l'effet définitif, et intensifier leur travail en augmentant la résistance ou par d'autres moyens, comme nous le verrons tout à l'heure.

Faute de les connaître, nous risquerions d'obtenir le résultat contraire de celui que nous cherchons.

Ainsi, *il faut se méfier des effets apparents d'un exercice pour ne considérer que les effets réels*. Nous en avons vu un exemple typique à l'étude de la fixation des omoplates en arrière.

Dans l'analyse, il faut toujours se demander dans quel sens commencerait le mouvement sous l'action des résistances si tout d'un coup la contraction musculaire cessait. Exemple : j'incline le tronc en avant : si les muscles du tronc étaient paralysés, celui-ci, sous l'action de la pesanteur, continuerait son mouvement de flexion ; je résiste donc avec les extenseurs du tronc (spinaux postérieurs) qui forment frein. Si je n'avais envisagé que les effets apparents, j'aurais soutenu que les fléchisseurs (muscles abdominaux) étaient contractés.

Or, s'ils ont été sollicités, au début du mouvement, pour changer la position du tronc, ils sont rapidement tombés dans le relâchement, quand la pesanteur a remplacé leur action.

Plus j'incline le tronc en avant, plus le travail des spinaux est intense et plus les abdominaux sont relâchés.

Autre exemple : J'essaie d'étendre l'avant-bras d'un sujet qui résiste. Si son action musculaire cessait, j'étendrais facilement le bras ; il résiste donc avec ses fléchisseurs, tandis que ses extenseurs sont relâchés (loi du relâchement).

Si, à ces principes de statique et de dynamique musculaires, on ajoute le principe de Newton de l'action et de la réaction, les lois de l'équilibre et du frottement, il est facile d'analyser les attitudes.

Exemple : Analyse de la suspension inclinée, bras allongés (fig. 122). Le poids P du corps appliqué au centre de gravité est équilibré par la réaction du sol et de la barre.

Si l'action musculaire cessait tout à coup :

- 1° Les doigts s'étendraient ;
- 2° La tête se fléchirait en arrière ;
- 3° Le tronc et les cuisses se fléchiraient sur le bassin ;
- 4° Les omoplates seraient projetées en avant.

D'où, travail :

- 1° Des fléchisseurs des doigts ;

2° Des fléchisseurs de la tête ;

3° Des extenseurs de la colonne vertébrale (spinaux) et de la cuisse (fessiers) ;

4° Des fixateurs en arrière des omoplates.

Moyens d'intensifier le travail dans cette attitude. — Comme il y a équilibre, l'action musculaire est égale et de sens contraire à la réaction : La somme des pressions supportées par les points d'appui (sol et barre). Plus le corps s'incline, plus la pression devient moindre sur le sol et considérable sur la barre. Donc : pour intensifier le travail des membres supérieurs, des fixateurs des omoplates en arrière et des spinaux postérieurs, j'abaisse la barre.

Suspension inclinée, bras fléchis, jambe tendue et levée (fig. 123). — Même analyse que précédemment, mais la combinaison des mouvements : (bras fléchis, jambe tendue) a permis d'intensifier le travail en sollicitant l'action d'autres muscles et en changeant la position du centre de gravité. D'une part, la réaction de la barre, tend à étendre les bras. D'autre part, la pesanteur du côté de la jambe élevée tend à fléchir la jambe sur la cuisse et étendre la cuisse sur le bassin. Donc travail des fléchisseurs de l'avant-bras, des extenseurs de la jambe sur la cuisse (quadriceps) et des fléchisseurs de la cuisse sur le bassin (psaos-iliaque). Enfin, le centre de gravité est élevé et déplacé vers la barre, par l'élévation de la jambe tendue, une partie de la pression supportée par le sol passe à la barre c'est-à-dire aux membres supérieurs. Donc, les mouvements combinés permettent d'intensifier le travail.

Remarquez que vous pourrez vérifier les résultats de votre analyse en tâtant les muscles qui sont durcis lorsqu'ils sont contractés, ou par l'examen du nu, la morphologie des muscles, changeant suivant leur état de repos ou de contraction. L'idéal serait de faire travailler les individus le torse nu, pour contrôler les efforts musculaires (d'ailleurs « *gumnós* » qui a donné gymnastique, veut dire : nu).

Nature du travail musculaire. — *Autres moyens de l'intensifier.* — Les régions musculaires intéressées étant connues, il y a lieu de se rendre compte de la nature du travail musculaire avant de résoudre la 2° partie du problème (physiologie).

Dans une analyse, il faut déterminer si :

1° *La contraction est dynamique.* — La contraction dynamique correspond au *temps d'action* dans les mouvements de notre règlement. Elle peut être concentrique ou excentrique, produire des effets de force ou de vitesse. La vitesse du mouvement vous donnera des indications utiles sur les muscles qui travaillent, sur la nature et sur la valeur de leur travail.

La vitesse d'un segment dépend de la force des contractions des muscles

moteurs qui déclanchent le mouvement, puis se relâchent, et l'action accélératrice ou retardataire de la pesanteur qui sollicite constamment ce segment. Il en résulte un mouvement accéléré bien défini.

La vitesse de ce mouvement ne peut être retardée, uniformisée, annulée (avant les crans d'arrêt des articulations) contrariée dans son sens que par l'action des muscles antagonistes.

Un mouvement lent peut donc provenir soit d'une faible contraction des muscles moteurs, soit d'une forte contraction de ces mêmes muscles, contrariée par une contraction énergique des antagonistes. On conçoit ainsi qu'un mouvement lent peut exiger plus de travail qu'un mouvement rapide.

Pour intensifier le travail, il faut que le mouvement soit « conduit », et que, pour cela, il y ait travail constant (qui peut être considérable) des moteurs et antagonistes en lutte les uns contre les autres.

Plus l'action des antagonistes est intense et plus, pour maintenir la même vitesse, l'action des moteurs doit être grande.

2° *La contraction est statique.* — Elle est statique dans le *temps d'arrêt* des mouvements gymnastiques.

Le travail peut être intensifié par la durée de ce temps d'arrêt, où les muscles moteurs forcent sur les crans d'arrêt des articulations.

La sensation douloureuse locale arrive assez vite dans ces temps d'arrêt et l'empêche de durer trop longtemps, dans ces conditions *on intensifiera le travail en cessant le temps d'arrêt avant la fatigue*, et en faisant répéter plusieurs fois le mouvement, c'est-à-dire par la *répétition de l'exercice*.

Problème de physiologie. — Ayant résolu le problème de mécanique, il vous sera facile de résoudre la valeur physiologique qui résulte de la nature et de l'intensité du travail.

Effet local : a) *Sur l'intégrité du muscle.* — Vous envisagerez quelle doit être la cadence d'après la masse à mouvoir : la brusquerie des mouvements du tronc a des inconvénients pour l'intégrité de leurs muscles moteurs et pour le cerveau, la moëlle et les viscères.

b) *Sur la nutrition :* Contraction statique, dynamique, à amplitude maxima, lente, rapide, etc...

c) *Sur son adaptation :* force et vitesse, travail positif et négatif, etc.

d) *Sur les articulations :* force et souplesse.

e) *Sur les autres parties du corps :* effets dérivatifs, repos relatifs d'autres régions.

Effet général : Sur les grandes fonctions : circulation, respiration, digestion, système nerveux ; fatigue, essoufflement, effort, etc.

Valeur éducative. — De ce double problème résultera la valeur éducative du mouvement ou de l'attitude :

a) *Valeur corrective.* D'abord, d'après ce que vous connaissez sur l'importance physiologique des pièces du moteur.

b) *Valeur éducative* de développement.

c) *Effet moral* s'il y a lieu. Une gymnastique éducative doit être précise, avons-nous dit. Cette habitude de précision et de sûreté de nos mouvements, que nous enregistrons en somme dans notre cerveau, n'aura-t-elle pas pour résultat d'influer sur notre travail intellectuel et de lui donner des habitudes de précision qu'il perd souvent pour s'engager dans des rêveries par trop imaginatives et peu pratiques.

Exemples : Donnons les conclusions éducatives des deux exemples précités :

1° *Suspension inclinée, bras allongés.*

Valeur de développement : développement surtout des muscles des membres supérieurs, des spinaux postérieurs, des fessiers et des fixateurs des épaules en arrière.

Effet correctif : fixation des épaules en arrière. Redressement de la colonne vertébrale.

Valeur éducative : préparation aux exercices de suspension par les mains.

2° *Suspension inclinée, bras fléchis, élévation de la jambe tendue.*

Valeur de développement : le même. Mais les muscles des bras et les fixateurs de l'épaule en arrière sont plus vigoureusement sollicités. De plus, travail des fléchisseurs de la cuisse.

Effet correctif : Fixation plus puissante des omoplates en arrière.

Valeur éducative : Préparation aux exercices de suspension par les mains. Renforce les attaches musculaires des épaules.

De la valeur éducative résultera le mode d'emploi de l'exercice, c'est-à-dire la *pédagogie* et son indication, suivant l'individu, suivant son âge, suivant le but à atteindre.

Choix d'une gymnastique éducative. — L'étude biologique que nous avons entreprise nous a donné des documents précis pour permettre à la *pédagogie* de choisir une méthode d'éducation physique et rationnelle.

Elle nous amène logiquement à rejeter, comme gymnastique éducative, la méthode dite « franco-allemande » qui essaye d'adapter l'enfant à un engin sans s'occuper de sa physiologie. Cette méthode athlétique en écarte ceux qui en ont un pressant besoin : les faibles et les ouvriers de la pensée.

Basée sur l'effort thoraco-âbdominal, elle méconnaît les muscles inspirateurs et les muscles expirateurs et est anti-respiratoire et congestive.

Dangereuse pour l'intégrité des muscles, parce que violente et peu progressive, elle tend au type grimpeur et utilise de façon empirique les effets hygiéniques du développement des membres inférieurs.

Elle est aveugle et laisse le foyer générateur s'adapter au hasard.

Socialement parlant, elle peut être l'école de l'égoïsme, sinon du cabotinage.

Physiologiquement parlant, nous devons la condamner comme gymnastique éducative.

Nous devons la condamner comme gymnastique d'application d'enfants, de vieillards ou d'homme d'étude.

Mais nous devons en connaître l'utilité, comme gymnastique d'application d'adultes sélectionnés, à condition de les y avoir préparés rationnellement par une gymnastique éducative et de les avoir entraînés progressivement (nous savons comment : par les suspensions et appuis inclinés).

Excellente dans ces conditions, au point de vue militaire, elle est plus spécialement affectionnée par les types petits, trapus, aux leviers courts ; les leviers ongs (type de vitesse) s'en écartent instinctivement.

Méthode suédoise. - *Méthode rationnelle.* — Comme gymnastique éducative, nous ne devons retenir que la gymnastique suédoise et évoluer dans le sens qu'elle nous a indiqué par ses principes fondamentaux, principes physiologiques que nous avons recueillis au cours de ces études.

Une gymnastique éducative et rationnelle ne doit admettre que des mouvements à effet bien déterminé, intensifier progressivement le travail dynamique dans les groupes moteurs importants, en profitant de nombreuses synergies musculaires, pour amener un effet correctif sur les pièces de la machine. Exemple : Quand on élève la jambe tendue, les synergies ne sont pas perdues inutilement, et elles concourent à des effets utiles correctifs, comme nous le verrons en étudiant la position fondamentale.

Progressivement intensifiée, elle est prise au début de l'entraînement aux doses médicamenteuses et non aux doses toxiques, comme la gymnastique empirique qui écarte beaucoup d'adeptes.

Elle met l'organisme en forme sans le tarer et lui permet d'aborder progressivement des exercices plus complexes : applications et sports.

La succession des exercices qu'elle indique ne doit pas être livrée au hasard et vous verrez en pédagogie, quand vous étudierez la « leçon de gymnastique ».

qu'elle s'évertue à ne pas s'écarter des principes physiologiques que nous avons appris.

Elle vise au développement du moteur et surtout au développement de sa « résistance ». Elle est donc essentiellement *hygiénique*.

En faisant de l'hygiène, elle fait de l'esthétique. Dans l'avant-propos, je vous ai parlé de la « beauté physique ».

Qu'est-ce que le beau ? Ce n'est pas sûrement la mode avec ses vêtements déformants et hypocrites : « Rien n'est beau que le vrai... »

La beauté physique, c'est le vrai anatomique et physiologique. Elle dépend du développement harmonieux de nos organes, de nos fonctions et de leur équilibre rationnel.

Elle doit réunir chez un même individu, les qualités de sa race.

Enfin, la gymnastique éducative doit s'adresser à tous : faibles, enfants, femmes, adultes. Elle développe l'enfant, maintient l'adulte. Elle développe le potentiel d'énergie de chacun et augmente le rendement social de tous.

Forme des mouvements. — Dans l'étude de l'éducation motrice, quand nous citons l'apprentissage de la marche chez l'enfant, par exemple, nous avons dit : l'enfant *voit* ses parents marcher et il essaie d'en faire autant, de les imiter. C'est qu'on ne définit guère un mouvement par une phrase, l'instructeur montre le mouvement, la figure d'un Règlement de gymnastique indique la forme d'un mouvement et l'élève qui *voit* cette forme l'exécute.

Il est donc essentiel que la forme d'un mouvement découle logiquement d'abord des règles pédagogiques, et une fois qu'elle est trouvée correcte, elle doit être exactement définie par l'image et montrée par l'instructeur. Une mauvaise figure ou un mauvais instructeur peuvent faire éloigner l'élève du but recherché. *Il faut donc se méfier des « peu près ».*

Analyse de la station debout habituelle, économique. — Quelle doit être cette station en gymnastique ? — Toute « station » est un acte de résistance aux lois de la pesanteur. Cette résistance peut être *passive* en ce qui concerne les os et les ligaments, *active* lorsqu'elle nécessite l'intervention musculaire.

Dans la station debout, le centre de gravité doit passer par le *polygone de sustentation* et les différents segments doivent être en état d'extension réciproque.

La *station debout habituelle* est prise de telle façon que cette extension est surtout maintenue par la résistance passive des ligaments ou par la tonicité musculaire et qu'elle l'est relativement peu la contraction musculaire.

Elle est donc économique :

a) La tête a tendance à se fléchir en avant (levier du premier genre) et les muscles de la nuque résistent à cette chute. Leur action n'a pas besoin d'être

énergique, car la ligne de gravité passe très peu en avant du point d'appui.

b) Chaque vertèbre tend à basculer en avant (levier du premier genre) et nous résistons surtout avec nos ligaments postérieurs et par la tonicité des spinaux postérieurs.

c) Le bassin tend à basculer en arrière, autour de la ligne bifémorale : résistance du puissant ligament de Bertin et tonicité du psoas-iliaque (les fessiers sont relâchés).

d) Les fémurs sont en extension forcée sur les plateaux tibiaux, et la ligne de gravité passe en avant du genou : résistance des ligaments croisés (le quadriceps fémoral est relâché).

e) La ligne de gravité tombe en avant de l'articulation tibio-tarsienne et nous résistons à la chute en avant par la contraction puissante des muscles du mollet, *muscles essentiels de notre station bipède*.

f) Les pieds reposent sur le sol par une sorte de voûte dont les appuis sont : le talon, les têtes des métatarsiens et le bord externe du pied. Cette voûte peut s'affaisser quelquefois (pieds plats).

Donc, cette station sollicite peu de contractions musculaires, sauf aux mollets, et est économique.

D'ailleurs, nous tournons le visage légèrement en haut, pour soulager les muscles de la nuque.

Nous penchons le tronc légèrement en arrière, pour nous reposer sur les ligaments de Bertin, ou bien nous prenons la station hanchée, afin de reposer alternativement l'être droit et l'être gauche.

Station debout en gymnastique éducative. — Doit-elle être passive ? Elle doit être au contraire essentiellement active puisqu'elle vise au développement musculaire et à l'effet correctif. Elle ne doit pas être économique, mais obéir au contraire à la loi du plus grand travail utile de la gymnastique éducative.

La position fondamentale, réunit tous les effets correctifs que nous devons rechercher.

1° « Le cou en arrière, le menton rapproché du cou » c'est-à-dire action combinée des muscles prévertébraux (double menton) et des muscles de la nuque pour rectifier la courbure cervicale. Les scalènes, les sterno-cléido-mastoïdiens (muscles inspireurs) sont élevés et reculés en arrière, d'où meilleure position pour relever les côtes.

2° « Le tronc aussi [redressé que possible] muscles spinaux postérieurs tirant sur les vertèbres dorsales.

3° « Ventre effacé, fesses contractées » : action synergique des fessiers, des abdominaux et des spinaux postérieurs, pour redresser la courbure lombaire.

4° « Épaules à la même hauteur, abaissées et rejetées en arrière », action des fixateurs des omoplates en arrière : trapèze, rhomboïde, angulaire de l'omoplate, grand dorsal.

Il ne faut pas porter en haut le moignon de l'épaule, avec prédominance par conséquent de l'action du trapèze et du grand dantelé. Les épaules doivent être abaissées pour favoriser l'action des grands pectoraux, muscles inspireurs.

5° « Jambes tendues », action volontaire des extenseurs et des fléchisseurs de la jambe ; contraction obligée des muscles du mollet.

6° « Bras allongés, mains ouvertes », contraction volontaire synergique de tous les muscles du membre supérieur.

Pour intensifier l'action des divers muscles du tronc et des membres inférieurs, le corps ainsi solidifié, est légèrement penché en avant.

Cette position fondamentale permet de fixer solidement le point d'appui des groupes locaux qui doivent travailler dynamiquement en utilisant les synergies statiques que nécessite cette fixation pour amener de nombreux effets correctifs qui sont :

- Redressement des courbures vertébrales ;
 - Travail surtout des extenseurs ;
 - Fixation des épaules en arrière ;
 - Travail concentrique des abdominaux ;
 - Travail symétrique des deux moitiés du corps.
- Donc : Valeur éducative excellente.

De plus, la rectification du rachis favorise l'élévation des côtes et la contraction des abdominaux, favorise la respiration du type costal, d'où meilleure éducation de la respiration au point de vue fonctionnel.

Son rigoureux maintien pendant les mouvements des membres nécessite un effort qu'on ne peut éluder.

Travail intense en statisme, fatigant par conséquent, justifiant ainsi ce vieux dicton : « L'immobilité est le plus beau mouvement du soldat » et ne pouvant être conservé longtemps.

Principe du respect de la position fondamentale. — Dans le calcul de l'intensité du travail musculaire, il y a lieu de se méfier des attitudes de « compensation » qui amoindrissent de façon très sensible l'énergie déployée. Exemple : « Elévation latérale de la jambe tendue ». On part de la station debout.

Le levier est long et formé par la jambe tendue. Le point d'appui est à l'articulation de la hanche et la puissance (muscles abducteurs) lutte contre la résistance (poids de la jambe tendue) appliquée au centre de gravité du seg-

ment. Si le corps se penche du côté opposé à la jambe élevée latéralement pendant l'exécution du mouvement le poids du membre inférieur est contrebalancé par le poids du tronc et finalement, il y a peu de travail sérieux dans les abducteurs. On peut arriver même à l'équilibre et cette *attitude de compensation* évite la localisation du travail dans les groupes visés, méconnaît la loi du plus grand travail utile et empêche le raccourcissement maximum des muscles visés. Donc, une gymnastique éducative qui adopte comme opposant le poids d'un segment dans des conditions terminées de levier qui compte sur la combinaison des mouvements pour augmenter le travail, doit admettre ce principe de façon ferme.

Chaque fois qu'on fait un mouvement dans une partie du corps, il faut conserver de façon aussi absolue que possible, la position fondamentale pour les autres parties.

Positions initiales ou dérivées de la position fondamentale. — Mains aux hanches. — Cette position sollicite d'autant plus les fixateurs des omoplates en arrière que les coudes sont plus en arrière.

Mains à la poitrine, les coudes en arrière, permettant les mouvements horizontaux des avant-bras sans décontracter les fixateurs en arrière des omoplates.

Mains aux épaules : Sollicite encore davantage l'action des fixateurs en arrière des épaules et permet les mouvements verticaux des bras sans décontracter les muscles du dos.

Station assise, économique. — C'est une variété de la station debout économique, moins l'action des membres inférieurs. Le corps repose sur les ischions recouverts des masses fessières. Le bassin est presque horizontal et la courbure lombaire disparaît. Les pieds touchent ou ne touchent pas le sol. Pour l'élève, en classe, il est plus reposant de leur faire toucher le sol.

En gymnastique, cette station peut être prise comme position initiale à condition de placer le tronc comme dans la position debout, les jambes tendues en avant et les pieds tendus touchant le sol par les talons. Dans cette position, la ligne de gravité du tronc tombe en arrière de la base de sustentation (fesses et talons) et nous réagissons par une contraction des abdominaux. Elle permet donc d'intensifier leur travail. Elle servira de position initiale à des extensions arrière.

Autres exemples d'analyse

Mouvements de bras

Mains aux épaules « Bras levés ».

Position fondamentale : Station debout à respecter pendant la durée du mouvement.

Position initiale ou de départ : Mains aux épaules qui permet les mouvements verticaux sans décontracter les muscles du dos.

Travail dynamique. — Lutte contre la pesanteur. Le deltoïde (contraction concentrique) élève le bras jusqu'à ce que la tête de l'humérus rencontre l'acromion c'est-à-dire jusqu'à l'horizontale). Puis l'élévation est rendue possible par le mouvement de bascule de l'omoplate (contraction concentrique du trapèze et du grand dentelé) le triceps huméral étend l'avant-bras sur le bras.

Temps d'arrêt dans la position « bras levés ». — Travail statique. Si l'action musculaire cessait en allant successivement des doigts jusqu'au tronc :

1° Les doigts se fléchiraient : travail des extenseurs des doigts.

2° La main se fléchirait ou s'étendrait sur l'avant-bras : fixation de la main par tous les muscles de l'avant-bras.

3° L'avant-bras se fléchirait sur le bras : travail du triceps huméral.

4° Le bras retomberait inerte le long du corps : travail des élévateurs du bras.

De plus, dans cette position, les pectoraux sont en élévation et ont tendance à soulever les côtes.

« Reprendre la position de départ » : Les élévateurs du bras freinent l'abaissement : *travail excentrique*. Si le mouvement est rapide, l'accélération est produite par les abaisseurs du bras (s'ajoutant à l'action de la pesanteur).

Valeur éducative. Effet principal dynamique : développement des élévateurs du bras (travail concentrique et excentrique) de l'extenseur de l'avant-bras.

Effet correctif : Ampliation thoracique.

Mouvement de jambes

« Mains aux hanches », *genou levé, extension de la jambe.*

Position fondamentale : Station debout.

Position initiale : Mains aux hanches.

Mécanisme :

1^{er} temps : Elever le plus possible le genou en avant, jambe fléchie, pied en extension. *Travail dynamique* : lutte contre la pesanteur. Contraction concentrique des fléchisseurs de la cuisse sur le bassin (psoas-iliaque).

Travail statique : « Jambe fléchie » action égale des fléchisseurs et des extenseurs de la jambe sur la cuisse : « pointe du pied baissée », action des muscles du mollet.

2^e temps : « Etendre la jambe dans le prolongement de la cuisse. » Travail dynamique concentrique du quadriceps fémoral. Dans ce temps, les fléchisseurs de la jambe sur la cuisse sont étirés et tendus douloureusement, ce qui oblige le genou à s'abaisser.

De plus, le psoas-iliaque travaille d'une façon plus intense en raison de l'augmentation du bras de levier.

3^e temps : Reprendre la position du 1^{er} temps : surtout, travail frénateur du quadriceps fémoral : accélération produite par les fléchisseurs s'ajoutant à l'action de la pesanteur.

4^e temps : Reprendre la position initiale : travail frénateur du psoas, accélération par les fessiers.

Valeur éducative. — Effet principal : développement du psoas et du quadriceps fémoral, c'est-à-dire des muscles des membres inférieurs. De plus, exercice d'équilibre, développant l'adresse.

Suspensions et appuis

« Bras levés. — *Extension dorsale* ». Incliner le corps en arrière et prendre appui sur la barre.

Mécanisme. — Les bras sont étendus verticalement : élévation des côtes.

Les extenseurs du tronc tirent le corps en arrière pendant que les fléchisseurs (abdominaux) freinent le mouvement.

Dès que les mains touchent la barre, la réaction de la barre remplace le travail des abdominaux de la quantité dont on appuie sur la barre. Il est évident que si on appuie sur la barre avec une force de 2 kilogrammes, la réaction de la barre, soulagera les abdominaux de 2 kilog. seulement.

Dans cet appui sur la barre, si la contraction musculaire cessait, tous les ligaments du corps tendraient à se fléchir.

Principalement :

1^o Les bras s'abaisseraient : élévateurs des bras ;

2° Ils tendraient à revenir en avant, entraînant ainsi les épaules en avant : fixateurs en arrière des omoplates ;

3° Le tronc se fléchirait : spinaux postérieurs.

4° Les cuisses fléchiraient sur le bassin : fessiers.

Valeur éducative : Effet principal : Développement des extenseurs du tronc et de la cuisse, des muscles de la sangle abdominale, des élévateurs des bras et des fixateurs en arrière des omoplates.

Effet correctif : Redressement de la colonne vertébrale ; fixation des épaules en arrière, d'où ampliation thoracique.

Préparation au saut. — Impulsion

Le corps se fléchit sur la pointe des pieds : tension des quadricèpes fémoraux, des muscles du mollet en contraction excentrique.

Puis le corps se relève vivement : contraction concentrique de ces mêmes muscles préalablement tendus. C'est la *contraction balistique*.

Pour finir cette étude, permettez-moi de vous dire que la physiologie appliquée aux exercices est encore dans la phase embryonnaire, que nombreuses et parfois inconnues sont les synergies musculaires, et de vous mettre en garde contre l'erreur d'un débutant : vouloir analyser dans leurs minutieux détails les exercices de votre *Règlement*. Voyez-les d'une façon microscopique, si j'ose dire, en n'oubliant jamais ces trois choses :

1° L'importance physiologique des pièces de la machine humaine ;

2° Les causes d'erreur, quand on n'envisage que les « effets apparents » ;

3° La façon la plus simple d'analyser un mouvement ou une attitude est de se demander ce que deviendraient les pièces de la machine, si, progressivement, en allant d'un bout à l'autre, l'action musculaire cessait.

Vous devez tenir compte des particularités qui vous seront signalées par les médecins, pour apporter votre attention sur telle ou telle partie de l'organisme.

VIII^e CONFÉRENCE

Règles d'économie des divers exercices de la gymnastique d'utilisation (marche, course, sauts, grimper)

Alors que la gymnastique éducative prépare la machine, la développe, et est basée sur le principe du plus grand travail utile, la gymnastique d'utilisation doit lui faire donner son *maximum de rendement* avec le *minimum de dépense*, c'est-à-dire de fatigue et être basée sur la loi du moindre effort, sur l'économie du travail.

Après avoir étudié les moyens d'intensifier le travail des exercices éducatifs, il faut rechercher au contraire les moyens de le réduire dans les exercices d'utilisation. Comme dans les applications et les sports, la marche, la course, les sauts, le grimper y sont combinés de façon variable, nous allons en étudier les règles d'économie.

Méthodes d'investigations. — Ces règles sont les conclusions de nombreuses expériences physiologiques faites; il y a donc lieu de connaître les moyens d'investigations employés et qui sont dûs à peu près tous à Marey.

Cet éminent physiologiste a employé :

- a) La méthode graphique.
- b) La méthode photographique.

a) **Méthode graphique.** — Un premier procédé consiste à représenter le phénomène étudié par une courbe, après avoir déterminé des chiffres au préalable. Par exemple : si l'on veut étudier les variations du poids suivant l'âge, on fait des pesées successives. Pour les inscrire, on prend deux lignes OX et OY se coupant à angle droit, OX étant appelée ligne des abscisses, OY ligne des ordonnées.

On note les mois sur la ligne des abcisses et les poids sur les verticales tombant sur la ligne des abcisses et parallèles à la ligne des ordonnées. On a ainsi la courbe des variations de poids (fig. 124).

Dans un autre procédé, on force le phénomène à s'inscrire lui-même, soit directement comme dans l'étude de la secousse musculaire sur un muscle détaché d'une grenouille (fig. 91), soit à distance et indirectement. Voici le principe de ce dernier procédé (fig. 125). Nous voulons, par exemple, inscrire graphiquement le soulèvement de la pointe du cœur. Appliquons sur la poitrine, au niveau de la pointe du cœur, une poire en caoutchouc B reliée par un tube souple à une deuxième poire en caoutchouc C. Chaque fois que la pointe du cœur se soulèvera, l'air sera comprimé dans la poire B, et la poire C se dilatera. Si on repose sur la poire C un levier fixé en A et dont la pointe est mobile devant un cylindre enregistreur D tournant et garni d'une feuille de papier noircie au noir de fumée, quand la poire C se dilatera le levier sera élevé, et quand elle reprendra son volume primitif, le levier s'abaissera et sa pointe mobile inscrira ses excursions sur le papier noirci.

Ce principe est celui des appareils enregistreurs, tels que le *pneumographe*, le *cardiographe*, etc.

Marey a ainsi construit une *chaussure exploratrice* pour déterminer la pression des pieds sur le sol et un *dynamographe* pour déterminer les variations de pression dans la locomotion.

Méthode photographique. — L'inscription mécanique n'étant pas suffisante pour exprimer tous les changements de position et d'attitude des membres et du corps dans la locomotion, Marey imagina la chronophotographie sur plaque fixe d'abord, en obtenant sur la même plaque une série d'images successives d'un corps en mouvement, par un dispositif spécial permettant d'admettre la lumière dans la chambre noire de façon intermittente et à des intervalles égaux.

Ces images pouvant empiéter l'une sur l'autre, il réduisit la surface du corps étudié en faisant habiller tout en noir un sujet et en indiquant l'axe de ses différents segments par des fils métalliques et les articulations par des boutons brillants. Le sujet se déplace devant un fond noir. L'image obtenue ne donne que des lignes géométriques. C'est la *chronophotographie géométrique* (fig. 126).

La plaque fixe n'admettant qu'un nombre insuffisant d'images, Janssen, puis Muybrige (de San Francisco), puis Marey firent de la chronophotographie sur plaque mobile. Enfin Marey, substitua à la plaque mobile, des bandes pelliculaires (principe de la cinématographie).

Marche

La marche est une succession de « pas » ; c'est notre mode naturel de locomotion. Ordinairement on appelle « pas » l'espace compris d'un pied à

l'autre quand on marche, et le règlement sur les manœuvres de l'Infanterie (art. 65) a adopté cette manière de voir. Cette définition très suffisante lorsqu'il s'agit de l'instruction militaire des cadres, n'est pas scientifique et Marey a fait remarquer qu'il fallait ainsi définir le pas : « la série des mouvements qui s'exécutent entre deux positions semblables d'un même pied ». C'est le pas complet que nous appellerons « *double pas* » afin d'éviter les confusions ; il est exécuté par chaque membre, de manière à ce que le double pas droit, par exemple, commence au milieu du double pas gauche et réciproquement.

Etude de la marche. — Dans la marche, le corps ne quitte jamais le sol. Etudions-la chez un homme qui part du pied gauche : il porte le poids de son corps sur la jambe droite en fléchissant légèrement le membre inférieur gauche. Son pied droit exerce, à l'aide des extenseurs du membre inférieur, une poussée sur le sol auquel il est fixé par le frottement (il est difficile de marcher sur une surface polie, la glace par exemple). Cette impulsion oblique en haut et en avant tend à faire tomber le centre de gravité du tronc en avant de la base de sustentation. Pour éviter la chute, le membre inférieur gauche fléchi oscille en avant, et le pied gauche vient se poser à terre par le talon (on étend la base de sustentation dans le sens de la chute). A ce moment, le pied droit repose sur le sol par la pointe et le pied gauche situé en avant par le talon ; c'est la période du *double appui*. Puis le pied gauche se déroule sur le sol du talon aux orteils ; le membre inférieur gauche donne la poussée pendant que le droit fléchi oscille à son tour pour venir arrêter la chute en avant.

La marche est donc une série de chutes en avant, et chaque jambe joue alternativement un rôle de soutien et un rôle d'impulsion.

La résultante de la force d'impulsion est oblique en haut et en avant, tandis que notre progression est horizontale (fig. 127). Toute cette force n'est donc pas utilisée pour la progression horizontale, et une de ses composantes soulève le corps verticalement. Les *oscillations verticales* du corps dont l'amplitude est de 3 à 4 centimètres en moyenne sont très visibles sur un marcheur dont la tête dépasse la crête d'un mur horizontal. Le minimum de ces oscillations correspond à la période du double appui, au moment où les deux jambes, qu'on peut comparer à deux branches de compas, sont écartées au maximum.

Enfin, Marey a démontré que, dans la marche, le corps était soumis également à des oscillations transversales. Le tronc se porte d'un côté sur l'autre ; il y a des réactions dans les autres parties du corps, et Marey a déterminé les trajectoires de ces parties : oscillations verticales, horizontales, rotation du bassin, mouvements des épaules contraires à ceux des hanches, mouvements d'inclinaison latérale, mouvements des bras en sens inverse des jambes.

On voit que la marche est loin d'être économique, puisque la progression n'est pas rectiligne, mais sinueuse : une partie de la force d'impulsion est

perdue pour faire osciller le corps verticalement. De plus, la progression n'est pas uniforme, les impulsions sont intermittentes, et la jambe oscillante se posant sur le sol arrête l'impulsion précédente. La vitesse varie : ralentie au moment de poser le pied, elle s'accélère pendant la période d'impulsion.

Analyse de la marche. — Problème de mécano-physiologie.

Mécanique : a) *Nature des régions musculaires intéressées.*

Du côté du membre portant : Moyen et petit fessiers pour empêcher le bassin de basculer du côté du membre oscillant ; grand fessier empêchant le tronc de basculer en avant ; quadriceps fémoral pour étendre la jambe sur la cuisse, puis son action fait place à celle vigoureuse des muscles du mollet, véritables muscles de propulsion.

Du côté du membre oscillant : Extenseurs des orteils et jambier antérieur pour soulever la pointe du pied ; fléchisseurs de la jambe ; fléchisseurs de la cuisse sur le bassin (psoas, couturier) pour ramener la cuisse en avant.

(Weber croyait que cette oscillation était passive, analogue à celle d'une pendule, alors qu'elle est au contraire essentiellement active).

Quadriceps fémoral en contraction énergique pour étendre la jambe, avant qu'elle ne pose à terre.

Du côté du tronc : spinaux.

Du côté des membres supérieurs : deltoïde (fibres antérieurs et postérieurs) pour les oscillations des bras.

b) *Travail mécanique effectué* (en négligeant les déplacements latéraux du centre de gravité).

1° Travail suivant la verticale mesuré par le poids du marcheur multiplié par la hauteur de l'oscillation verticale.

2° Travail suivant l'horizontale : la vitesse de translation, suivant l'horizontale est périodiquement variée, d'où variation périodique de force vive mesurant le travail moteur ou résistant dépensé.

3° Travail nécessaire pour faire osciller la jambe (très faible (0 kgm. 300).

Marey à recherché les variations du travail dépensé, à mesure que l'allure s'accélère : de 12 kgm. environ par seconde dans la marche lente, il est de 112 kgm. dans la course rapide.

Physiologique. Action sur les muscles des membres inférieurs, excellent parce qu'elle est rythmée.

Décongestionne le cerveau après un travail intellectuel.

Travail nerveux considérable au début de l'éducation, devenant automatique.

Valeur éducative. Hygiénique pour les hommes d'études et les sédentaires, mais exercice incomplet, car les muscles des bras et du tronc ne produisent pas un grand travail. Nécessite l'entraînement.

Règles d'économie de la marche. — 1° Il faut chercher la cadence économique où la vitesse croît plus vite que la dépense du travail. La vitesse de la marche est le produit de deux facteurs : la longueur du pas et la cadence (c'est-à-dire le nombre de pas à la minute).

Les conclusions des expériences de Marey, à la station physiologique, ont été les suivantes (fig. 128) :

a) La longueur du pas augmente avec l'accélération de la cadence de 40 à 75 doubles pas à la minute chez un homme de 1^m, 67. Elle décroît pour des cadences plus rapides.

b) La vitesse elle-même diminue à partir de 85 doubles pas à la minute. Le raccourcissement des pas est devenu tel que, malgré leur nombre, l'espace parcouru en un temps donné a diminué.

c) A partir du rythme 70 doubles pas à la minute, la dépense du travail croît beaucoup, tandis que la vitesse augmente faiblement.

d) *Les allures les plus économiques varient entre 55 et 65 doubles pas à la minute.*

2° Nous savons que dans la marche, les impulsions sont intermittentes et que les oscillations verticales font suivre au centre de gravité du corps un trajet sinueux, la progression n'est donc uniforme, ni rectiligne. Pour qu'elle soit économique il faut chercher à diminuer les oscillations verticales (se rapprocher de la progression en ligne droite) et les ralentissements de vitesse trop considérables au moment de poser un pied (se rapprocher de l'uniformité).

S'il est nécessaire d'augmenter la vitesse de la marche, il est préférable d'allonger le pas, plutôt que de le précipiter par l'accélération de la cadence. On ne doit pas l'allonger au maximum, car plus la fente est grande, plus le centre de gravité du corps est abaissé pendant la fente et plus il faudra de travail pour le remonter. Pour allonger le pas, en évitant les oscillations verticales exagérées, il faut augmenter l'inclinaison du corps, étendre le plus possible la jambe arrière en donnant l'impulsion le plus obliquement possible (se rapprocher de la ligne droite) et le plus vigoureusement possible par un déroulement complet du pied en amortissant par la jambe fléchie le choc du talon au moment du poser du pied oscillant (se rapprocher de l'uniformité). Si à ce moment la jambe est raidie il se produit un choc qui ralentit la vitesse et on est obligé de regagner dans l'impulsion suivante la force vive perdue, d'où perte de travail. La longueur du pas varie d'après les individus surtout suivant la longueur des membres intérieurs. Sa longueur optima varie entre 0^m, 75 et 0^m, 85 par pas simple.

3° Chaque homme possède un pas naturel, instinctif, qui lui est propre, aboutissant à l'utilisation économique de sa conformation, et *qui est surtout en rapport avec la longueur de ses membres inférieurs.*

Or, actuellement, on classe les soldats d'après le rang de taille, et le Dr Manouvrier, sous-directeur à la station physiologique du Collège de France, qui a étudié le classement des hommes pour la marche de l'infanterie, a établi qu'on les rangeait ainsi absolument au hasard au point de vue de la longueur des membres inférieurs. Il a émis les conclusions suivantes :

1° Des hommes de même taille peuvent avoir des différences considérables de longueur des membres inférieurs. Si l'on prend 50 hommes ayant sensiblement la même taille, avec une variation d'un demi-centimètre au maximum, l'œil sera émerveillé de l'alignement des képis, mais ces hommes auront entre eux des différences considérables de longueur des jambes pouvant aller jusqu'à 10 centimètres. Que sera-donc avec des soldats, ayant des écarts de taille de plusieurs centimètres ?

2° Donc, par le rang de taille on réunit des voisins n'ayant pas des allures synchrones, puisque les longueurs des jambes ne sont pas assorties. Il serait tout aussi désordonné de classer les fantassins par ordre alphabétique !

3° *Il vaudrait mieux classer les fantassins, dans chaque section, voire même dans chaque compagnie, d'après la longueur des membres inférieurs.* Ce classement serait le seul *rationnel*, basé sur des données anatomiques constantes. Il aurait l'avantage d'agglomérer des voisins ayant des allures synchrones. Cet accord serait excellent au point de vue de l'automatisme de la marche et de la diminution de la fatigue. (Vous savez combien il est insupportable et fatigant de marcher aux côtés de quelqu'un dont la cadence est en désaccord avec la vôtre).

4° *De plus, dit le Dr Manouvrier, il y aurait intérêt, dans une marche, à mettre les petits devant les grands.*

En effet, comment se comportent les différents individus dans le pas de route ? Les hommes grands, aux longues jambes, ont tendance naturelle à ne pas profiter de leurs longs leviers et à modérer plutôt leurs pas à cause de l'effort qu'ils doivent fournir pour remonter leur centre de gravité quand ils l'ont trop abaissé par un grand écartement des jambes. Tandis que l'effort fait dans le même but par les sujets aux petites jambes est moindre ; de plus, les muscles de ces bras de leviers courts sont forts. Enfin, les pas des petits sont plus rapides et leur équilibre est mieux assuré, puisque leur centre de gravité est plus bas.

D'une part les petits se servent de tous leurs avantages et ont une marche très régulière ; d'autre part, les grands n'utilisent pas tous leurs moyens et ont une marche plus irrégulière, *cause de l'allongement des colonnes.* A l'occasion des

remous, les petits fatiguent pour serrer et ils produisent, dans les files, l'effet d'éclopés.

Si les petits étaient devant, la marche serait plus régulière, d'autant plus qu'en cas d'à-coups les grands serreraient facilement, sans fatigue.

Il était de mon devoir de vous signaler ces conclusions anthropologiques ; à vous de les expérimenter et d'en tirer des conclusions pratiques.

4° Il faut éviter de frapper le sol avec le pied, car il y a gaspillage de force en pure perte et réaction du sol en sens inverse qui ralentit la vitesse.

5° Il faut, d'ailleurs et surtout, éviter autant que possible les contractions et les mouvements inutiles au but final. C'est la loi d'économie de tous les exercices. Donc, atténuer la valeur de la dépense du travail, c'est-à-dire éviter les oscillations exagérées des bras, rapprocher les pieds de la ligne moyenne du chemin parcouru, pour éviter les inclinaisons latérales exagérées (marche de canard).

6° Le déroulement du pied doit être complet ; si l'on pose le pied par la pointe, le pas est raccourci et la force d'impulsion minimum. La chaussure doit avoir une semelle large dépassant légèrement le bout du pied et rigide, ce qui favorise le déroulement du pied. Une semelle d'une longueur exagérée exigerait une dépense de force considérable, d'où fatigue. Le talon doit être de hauteur moyenne, il surélève la partie postérieure du pied et facilite l'action des muscles du mollet en la dirigeant perpendiculairement au levier (*calcaneum*) et permet de mieux utiliser leur force.

S'il est exagéré, on est dans les conditions de la marche sur la pointe des pieds, le pas est raccourci. Tout le poids du corps est porté sur les orteils d'où tendance à la chute en avant et, par compensation, flexion des membres inférieurs et ensellure lombaire (fig. 112).

Différentes sortes de marches. — Partant de la marche que je vous ai décrite, on peut supposer de nombreuses variétés qui en exagèrent ou diminuent certains éléments constitutifs. En fait, les variétés de marches sont fort nombreuses et nous les classerons en deux grands groupes :

Marche en extension.

Marche en flexion.

Marche en extension. — Le membre oscillant, aborde en extension le sol, le haut du corps est peu ou pas incliné en avant. C'est une marche raidie, peu économique et fatigante.

Marche en flexion. — (A différents degrés de flexion). Au poser du pied scillant, le genou est plus ou moins fléchi, le haut du corps est penché en avant la jambe ne fléchit que juste ce qui est nécessaire pour soulever le pied et

éviter les aspérités du sol. C'est la marche que nous avons décrite aux règles d'économie. C'est la marche des hommes habitués aux sols accidentés, au port des fardeaux : paysans, montagnards, facteurs ruraux, chasseurs de profession, etc. C'est la marche prise instinctivement quand le vent est violent, quand on tire ou l'on pousse une brouette, quand on est chargé, quand on fait une ascension.

C'était la marche de nos ancêtres de l'époque quaternaire. (Dr Manouvrier).

La marche légèrement fléchie est celle de l'homme fatigué et elle paraît plus économique parce que les oscillations verticales sont diminuées ainsi que les chocs sur le sol (MM. le Comte et Félix Regnault). M. le commandant de Raoul a préconisé une marche à grande flexion.

Variétés de la marche en flexion : *Marche sac chargé.* — L'homme se penche instinctivement en avant et marche fléchi pour atténuer les oscillations verticales et pour favoriser la progression. Dans cette marche le double appui est prolongé, le pas est plus court.

Marche sur un plan ascendant : ascensions. — Le membre oscillant arrive en flexion à l'appui. Le double appui est prolongé, le pied antérieur mord sur le sol par la plante pendant que le pied postérieur donne une énergique impulsion. Même les muscles postérieurs de la cuisse participent à cette impulsion pour seconder, probablement, le grand fessier et contribuer à étendre l'articulation de la hanche.

Le tronc est incliné en avant pour porter le centre de gravité du corps au-dessus du pied supérieur. D'où action énergique des spinaux postérieurs.

Travail produit : Action synergique de nombreux muscles pour élever le corps.

Effet physiologique : Essoufflement rapide.

Valeur éducative : Faire l'entraînement très progressif. Cette marche doit être très lente et les repos courts mais fréquents.

Descentes. — Toute différente est la marche sur un plan descendant ; elle se rapproche de la marche en extension.

Le membre oscillant arrive en extension à l'appui, il frappe le sol par le talon et aussitôt il fléchit (contraction frénatrice du quadriceps fémoral) pour atténuer le choc et diminuer la vitesse de chute.

Ceux d'entre vous qui ont fait de l'alpinisme se souviennent que la fatigue et la courbature sont plus violemment ressenties au niveau de ces muscles que dans les ascensions.

Entraînement à la marche. — Pouvons-nous espérer transformer la marche d'un individu de 21 ans ?

La marche est un phénomène complexe qui est fonction de la constitution du système locomoteur (système nerveux compris) et qui en réclame l'intégrité. Même une légère excoriation du pied, par exemple, peut en changer les conditions et la rendre fatigante.

Chacun de nous possède un genre spécial de marche; celle-ci est un signe caractéristique de notre constitution physique et morale : le bruit seul de nos pas suffit pour nous faire reconnaître.

La marche varie avec chaque individu, avec les races, avec l'hérédité, les professions, la morphologie du sol natal et surtout les habitudes. Le mousse, le citadin, le paysan ont une marche différente.

Son rythme dépend des bras de leviers, des muscles, du système nerveux et de la résistance du sujet. Le rythme naturel de chacun ne peut être modifié sous peine de détruire l'automatisme et d'amener la fatigue.

Le rythme uniformisé (pas cadencé) est fatigant et ne doit pas être soutenu longtemps ni répété fréquemment pendant de longues marches. Vouloir que l'un marche comme l'autre amènerait une fatigue rapide. Les analyses chronophotographiques constituent des documents scientifiques importants, mais n'abusons pas des conséquences à en tirer. Nous ne pouvons que constater, mais nous ne pensons pas modifier la marche d'un soldat. Nous devons avoir la seule prétention de l'entraîner à la marche progressivement. Pour cela il faut :

1° Développer symétriquement ses muscles des membres inférieurs, puisque MM. Marey et Gilles de la Tourette ont démontré que la longueur des doubles pas droit et gauche et la pression de chaque pied sur le sol tendaient à ne plus être identiques, d'où mauvais rendement de la machine.

2° Assouplir les articulations et amplifier leurs mouvements.

3° Développer les poumons.

Il nous faut également entraîner le soldat à être un « porteur » (entraînement progressif au sac) et à marcher sur des terrains variés, dans des conditions atmosphériques variables.

Chaque individu, dans ces entraînements, prendra instinctivement l'allure la plus économique conforme à sa constitution. Est-il même nécessaire de transformer la marche de l'enfant par éducation, puisque la marche de chaque enfant variera fatalement suivant ses leviers, suivant le terrain sur lequel il est habitué à progresser, suivant la vitesse du vent habituelle à la région où il habite, etc. Tout ce que nous pourrions faire, c'est de l'empêcher, par une bonne éducation, de dépenser ses forces inutilement, en diminuant les oscillations exagérées des bras, en l'habituant à ne pas frapper sur le sol, en diminuant les oscillations transversales (marche de canard).

Course

Étude de la course. — Comme dans la marche, chaque membre inférieur joue un rôle de soutien et d'impulsion. Mais quand l'impulsion est donnée, le corps est complètement détaché du sol et suspendu en l'air, c'est *la phase de suspension*.

Il y a donc deux phases :

Appui unilatéral.

Suspension.

Étudions-la au moment où le corps projeté retombe sur le sol par le pied oscillant. Le pied arrive sur le sol presque à plat. La jambe est fléchie et les extenseurs de la jambe amortissent le choc en contraction excentrique. Cette tension en élévation est utile pour l'impulsion suivante : (contraction balistique). L'appui est plus énergique que dans la marche et devient plus bref au fur et à mesure que la vitesse augmente.

Une fois l'impulsion donnée, le corps est lancé au-dessus du sol et son centre de gravité progresse en raison de la vitesse acquise jusqu'au moment du poser du pied oscillant. La course est donc une série de sauts.

Comme dans la marche, nous trouvons des oscillations verticales qui atteignent leur maximum pendant le plan de suspension, des oscillations transversales, inclinaisons, rotations, mouvements des bras, etc.

Analyse de la course. — Problème de mécano-physiologie.

Mécanique. Nature des régions musculaires intéressées. — Mêmes régions que dans la marche, mais avec des contractions plus énergiques.

Travail. — Les éléments d'appréciation du travail sont les mêmes que pour la marche mais le travail est plus intense pour projeter le poids de tout le corps au-dessus du sol.

Valeur éducative. — Effet hygiénique intense. Travail énergique de grandes quantités musculaires en temps court, suractivité fonctionnelle tendant à augmenter la résistance.

Mais, en raison de son action intense sur la respiration et la circulation, exercice violent qui doit être conduit avec sagesse et modération ; elle nécessite un entraînement progressif en commençant par une cadence lente, un pas allongé en application du principe du plus grand travail utile, en développant progressivement la fonction respiratoire, car l'essoufflement terrasse le coureur bien avant qu'il ne soit fatigué. A contre indiquer chez les sujets aux poumons et au cœur malades, chez les vieillards.

Règles d'économie. — 1° La vitesse de la course comme celle de la marche dépend de la répétition des pas et de leur allongement. Le rythme ne doit pas être trop lent, car on a tendance à exagérer les oscillations verticales, à sautiller en hauteur et à utiliser moins de force motrice pour la progression horizontale. Si l'on augmente la cadence, il faut éviter de raccourcir le pas. Si l'allure s'accélère jusqu'au rythme 103 doubles pas à la minute, la vitesse augmente, la force dépensée est utilisée de plus en plus pour la progression horizontale et les oscillations verticales diminuent ;

2° Le corps doit être penché en avant pour favoriser la progression ;

3° Si le pied est posé par la pointe, le pas est raccourci. Si on le pose par le talon, il est allongé, mais le choc du talon se transmet douloureusement au cerveau et ralentit la vitesse.

Economiquement, il serait avantageux de poser le pied à plat et de faire un déroulement rapide et complet du pied. De même le pied oscillant doit raser le sol. Enfin, la jambe doit être fléchie au moment du poser du pied pour amortir doucement le choc (contraction frénatrice) et pour augmenter l'impulsion suivante (contraction balistique).

4° Éviter les oscillations verticales exagérées et pour cela l'effort d'impulsion de la jambe arrière doit être donné très obliquement.

5° Éviter les contractions inutiles dans le haut du corps : ainsi on empêche les points de côté résultant de la distension des ligaments suspenseurs des organes abdominaux : foie, rate, etc...

6° Dans la course, l'inspiration tend à empiéter sur l'expiration, et celle-ci est difficile. Afin d'éviter l'accumulation de gaz carbonique dans le sang et l'es-soufflement consécutif, on doit lutter contre cet état de choses et faire l'expiration aussi complète que possible.

Divisions de la course. — Il y a lieu d'établir une division bien tranchée entre.

1° *La course de vitesse ;*

2° *La course de résistance.*

L'une et l'autre sont préparées progressivement par la *course d'entraînement.*

Course d'entraînement. — Effectuée au pas gymnastique.

Son allure varie avec les sujets : longueur du pas entre 0^m 90 et 1 mètre avec une cadence de 170 à 200 à la minute. Elle accroît la capacité respiratoire et la résistance, et il y a intérêt à la commencer en même temps que la gymnastique éducative, à condition qu'elle soit progressivement dosée.

L'allure doit être progressivement augmentée jusqu'au train de l'individu, sinon l'essoufflement apparaît rapidement, puis diminuée progressivement.

Course de vitesse. — Où le sujet parcourt un espace déterminé dans le minimum de temps avec toute la vitesse dont il est capable. Pour faciliter l'impulsion, le corps est penché en avant, jambes fléchies, puis il se redresse. Dans une course ne dépassant pas 100 mètres, la cadence peut aller jusqu'à 145 doubles pas ; le sujet ne respire que superficiellement, le travail musculaire est violent, son travail nerveux est considérable et il tend donc à être dans les conditions de l'effort et de la fatigue. L'entraînement de cette course doit être préparé par la course d'entraînement et doit être progressivement dosé.

A contre-indiquer : chez les vieillards, les hernieux, les cardiaques, les convalescents, et certains hommes du service auxiliaire.

Course de résistance. Elle doit être économique. Pour aller longtemps l'homme doit subordonner sa vitesse à ses forces qu'il faut ménager. Elle montre les qualités de fond de l'individu.

Sauts

Le saut est un mode de progression accidentel, mais utile dans certaines circonstances de la vie. On distingue le saut en longueur, le saut en hauteur ou en profondeur, le saut de pied ferme ou avec élan, ou celui à un ou deux pieds, saut avec appui des mains, sauts successifs, etc., ou les combinaisons de ces différents sauts.

Étude du saut. — Dans tout saut nous trouvons trois phases :

1° Les bras sont portés en arrière, les membres inférieurs sont fléchis et leurs muscles extenseurs contractés en élongation pour freiner le mouvement de flexion, se raccourcissent brusquement pour étendre les segments fléchis.

C'est la contraction balistique de la phase d'*impulsion*. En même temps, les bras sont vivement portés en avant pour augmenter l'élan.

2° Le corps est lancé dans l'espace, tel un projectile, et son centre de gravité progresse en vertu de la vitesse acquise et de l'inclinaison du corps, en décrivant une trajectoire. C'est la phase de *suspension*.

3° Puis le corps se reçoit sur les pieds, les jambes se fléchissent pour amortir le choc et annuler la vitesse. C'est la phase de *la chute*.

Valeur éducative du saut. — Contraction violente des membres inférieurs, grande dépense de travail pour donner la vitesse initiale du corps, donc exercice

intense, de plus effet moral considérable par l'énergie, le courage, la sûreté de coup d'œil qu'il développe.

Mais ne pas oublier que le saut peut avoir un effet nuisible sur l'intégrité articulaire, peut faciliter la production des hernies et que les sauts répétés peuvent avoir une action trop violente sur le cœur.

Donc l'entraînement doit être progressif et il faut le défendre si le cœur est malade, si le sujet est prédisposé aux hernies, ou s'il a été victime récemment d'une fracture ou d'un traumatisme articulaire des membres inférieurs.

Entraînement aux sauts. — Les Suédois font le saut « éducatif » réglé comme un exercice de gymnastique et qu'il y a lieu de conseiller.

Le saut éducatif met en fonction chaque groupe articulaire en vue du soulèvement du centre de gravité et de sa projection.

Le saut étant un exercice de flexion et d'extension brusque des articulations du pied, du cou de pied, du genou, de la hanche, de l'épaule, ces articulations et leurs muscles sont entraînés, les uns après les autres, avant d'en arriver au saut.

1° Pied et cou de pied. Mouvements alternatifs d'abaissement et d'élévation sur la pointe des pieds.

2° Genoux et hanches : en fléchissant alternativement les genoux en forme de « losange » et en les redressant.

3° Épaules : Les bras sont alternativement portés en arrière puis projetés vivement en avant.

4° Sautillements sur place pour entraîner les articulations.

Les sauts doivent se faire sans tremplin « dont l'action nous illusionne en remplaçant l'action musculaire de détente brusque par l'élasticité de l'engin » et sur un sol non préparé pour la chute. La chute sur un sol meuble ou élastique nous empêche de renforcer le coussinet graisseux de notre plante des pieds, véritable coussinet amortisseur physiologique. Pour arriver à sauter sans inconvénient sur sol dur, il faut développer les muscles et les articulations, développer progressivement l'adresse et la confiance en soi et surtout faire la chute sur la pointe des pieds. En effet, si le sol est dur et si la chute tend à se rapprocher de la verticale, la réaction du sol qui annulera la vitesse sera en sens inverse. Si nous chutons sur les talons, le choc sera transmis vers le cerveau, qu'il tendra à commotionner désagréablement ; de plus, l'intégrité articulaire ou musculaire des membres inférieurs aura à souffrir si le choc est violent.

La chute sur la pointe des pieds, jambes fléchies, amortira graduellement le choc par la contraction frénatrice des extenseurs qui résistent à la flexion exagérée des pieds et des jambes, la flexion des jambes ne doit pas dépasser

l'angle droit, car sous l'action du choc, elle serait exagérée et il y a lieu de craindre que la rencontre brusque des masses musculaires de la cuisse et du mollet n'entorse l'articulation.

Les genoux doivent être écartés pour augmenter la base de sustentation, le buste vertical, tête droite, les bras tendus le long du corps. Les bras ne se relèvent pas comme dans le saut français et le maintien de l'équilibre se fait seulement par action musculaire du massif dorso-lombaire surtout et du quadriceps fémoral. Ce saut, excellent au point de vue éducatif, est à conseiller, mais il n'entrera franchement dans nos habitudes militaires que lorsqu'il sera ancré dans les habitudes scolaires, car actuellement chacun saute comme il peut, comme il en a l'habitude, selon son style, la longueur de ses leviers et la force de ses extenseurs, et il paraît difficile de changer un saut automatique. Mais le saut éducatif suédois, même chez l'adulte, est un excellent exercice gymnastique qui augmente la résistance et l'agilité, qui développe les spinaux.

Sauts divers : 1° Saut de pied ferme en longueur. — a) *Impulsion.* — Le corps est incliné en avant et plus l'impulsion se rapproche de 45° sur l'horizon, plus le saut est allongé (principe de balistique).

b) *Chute.* — Si le saut doit être d'une grande amplitude, il n'y a pas d'inconvénient à chuter sur les talons (saut sportif), car la vitesse à annuler est plutôt horizontale que verticale et la réaction ne se transmettra pas vers le cerveau. Les jambes se portent dans une inclinaison symétrique à la position de départ. A ce moment, la ligne de gravité du tronc passe bien en arrière de la base de sustentation, mais la chute en arrière est impossible à cause de la vitesse acquise qui pousse le corps en avant (loi d'inertie).

2° Saut en hauteur de pied ferme. — L'effort est calculé de façon à imprimer au corps un mouvement ascensionnel.

Suspension. — La hauteur du saut dépend de l'énergie de la détente, de l'inclinaison du corps et surtout de la façon de « grouper » les membres inférieurs, car pour une même impulsion et une même inclinaison, le centre de gravité suit une même trajectoire et l'attitude qui permet de franchir un obstacle élevé est celle où les jambes sont allongées et réunies et le tronc fléchi.

3° Saut en profondeur. — Il diffère des précédents en ce sens que la force d'impulsion est minime ; les pieds seuls s'étendent pour se détacher du plan sur lequel ils reposent et lancer le corps dans l'espace. On se groupe le plus possible pour abaisser le centre de gravité et diminuer la hauteur de la chute.

4° Sauts avec élan. — La course préalable donne au corps une certaine vitesse qui se combine avec celle de l'impulsion pour allonger la trajectoire du centre de gravité ; le saut en longueur est donc plus étendu. Dans le saut en

hauteur, on fait un appel énergique du pied, le corps rejeté en arrière, pour transformer la vitesse horizontale en vitesse verticale.

5° Sauts avec appui des mains. — L'action des bras s'ajoute à celle des jambes, ce qui permet d'augmenter la longueur ou la hauteur du saut.

6° Sauts successifs. — Dans les sauts successifs, on utilise la contraction frénatrice des membres inférieurs à la chute pour la contraction balistique de l'impulsion suivante.

Grimper

Les exercices du grimper reviennent presque tous à la suspension et à l'appui. Le poids du corps est supporté tout entier par les muscles moteurs des bras.

Quand le corps arrive à être trop pesant, ces exercices deviennent impossibles. Si un individu n'a été habitué qu'à ces exercices, il aura tendance à s'écarter des exercices du corps, quand l'âge et le poids l'empêcheront de se mouvoir ainsi.

Il faut conserver surtout ceux de ces exercices qui sont utiles à l'homme en cas de nécessité et ne jamais les employer chez l'enfant.

Il y a lieu d'envisager ces exercices au point de vue éducatif et au point de vue application. Au point de vue éducatif, vous savez comment l'entraînement progressif de ces exercices peut être fait par les suspensions et appuis inclinés.

Analyse du mouvement. — « *Suspension allongée, passer à la suspension fléchie.* »

Travail des fléchisseurs de l'avant-bras sur le bras et des abaisseurs du bras. Ceux-ci sont : le grand pectoral et le grand dorsal. Si les coudes sont rapprochés de la ligne médiane en avant, les pectoraux agiront, les épaules seront portées en avant et le dos sera arrondi, d'où gêne de la respiration. On donnera la prédominance aux dorsaux, si les coudes sont abaissés latéralement, sans être portés en avant : les dorsaux, aidés par les fixateurs de l'omoplate en arrière agissent.

Valeur éducative. — Mauvais effet sur la dilatation thoracique, si les dorsaux n'ont pas la prédominance sur les pectoraux. Il faut donc donner la préférence aux engins à écartement fixe (barres doubles, échelle horizontale) qui empêchent les coudes de se rapprocher l'un de l'autre en avant.

Dans les appuis également, les dorsaux aidés par les fixateurs de l'omoplate en arrière, doivent toujours être victorieux des pectoraux.

Au point de vue applications, on fait des exercices de grimper comme l'on peut, sans s'occuper des mauvaises attitudes, de la prédominance des pectoraux sur les dorsaux. De même que chacun saute comme il peut, chacun, surtout s'il est chargé, grimpera comme il pourra, en faisant le minimum de contractions inutiles, en s'aidant de ses jambes. S'il s'occupe d'avoir une position correcte, il fera un mauvais rétablissement peu économique. Et dans la plupart de ces exercices, l'économie est dans le tour de main, dans la « manière » avec laquelle on les exécute.

L'individu qui aura acquis de bons muscles, de bonnes attitudes ne sera pas déformé par des applications pratiques exécutées peu correctement, mais économiquement. D'autant plus que la gymnastique éducative servira à corriger ce que les applications auront pu avoir de mauvais pour la conformation du corps. Par exemple, dans le rétablissement direct sur les poignets à la barre, étant en suspension allongée, on passe à la suspension fléchie et on lève le centre de gravité jusqu'à la rencontre de la poitrine avec la barre. A ce moment, le tronc tend à basculer autour de la base de sustentation, afin de ramener le centre de gravité verticalement au-dessous (condition d'équilibre) ; pour s'opposer à ce mouvement, on fait une sorte de flexion de la tête, de la colonne vertébrale et des membres inférieurs, on amène ainsi le centre de gravité aussi près de la barre que possible, et on fait le rétablissement. Ce mouvement, qui exige un effort violent, est une application défectueuse au point de vue développement thoracique mais pratique.

Autres applications

Natation

Exercice utilitaire.

Dans cet exercice, l'opposant est l'eau et le nageur associe les mouvements de ses membres pour prendre appui sur cet opposant, se maintenir à la surface de l'eau et progresser. La résistance à vaincre varie avec la vitesse de progression du corps et avec la vitesse de l'eau.

Travail de tous les extenseurs du corps.

Valeur éducative. — Exercice complet, utilitaire et hygiénique.

Bon exercice respiratoire, car l'impression du froid active la respiration ; de plus, savoir respirer est le principe même de la natation, car, dans l'inspiration, le corps tend à s'élever au-dessus de l'eau (les poumons formant de véritables vessies natatoires) et à s'enfoncer dans l'expiration. Donc, inspirations amples et profondes, et expirations rapides.

Développe le sang-froid, lutte contre la peur. D'ailleurs les mouvements coordonnés seront vite trouvés, si l'individu est courageux et veut savoir rapidement nager.

La natation à sec sur un tabouret est un excellent exercice pour les spinaux postérieurs, mais n'est qu'une pantomime de la natation » car, sous la poussée de l'eau, les contractions ne sont plus les mêmes.

Le véritable commencement d'une éducation de cet exercice est d'ordre psychique : vaincre la peur ».

Le bain froid nettoie la peau et lui fait faire une excellente gymnastique de ses vaso-moteurs. Dès que l'individu s'est plongé dans l'eau il a un premier frisson qui résulte du reflux du sang périphérique vers les organes internes. Puis le sang revient vers la peau au bout de deux ou trois minutes : c'est la *réaction* qu'on entretient par les mouvements de la natation. Il ne faut jamais rester immobile dans le bain.

Dès que la réaction cesse, un deuxième frisson est perçu et il faut immédiatement sortir du bassin sous peine de syncope, congestion, ou refroidissement. On s'habille rapidement et on favorise la réaction à l'aide de mouvements ou de frictions.

Il y a lieu de conseiller aux sujets qui font une réaction difficile dans l'eau, de prendre du café ou du thé avant d'y entrer, ou de se livrer à un exercice modéré n'amenant ni fatigue ni essoufflement.

Ainsi compris, le bain froid est excitant et tonique, favorise l'excrétion de l'urine et les fonctions de la peau.

Il ne faut jamais se baigner dans les trois heures qui suivent le repas.

A défaut de bain froid, l'hydrothérapie froide doit être conseillée. La douche froide doit être généralisée et très courte (10 à 12 secondes), car le deuxième frisson apparaît rapidement.

Les bains et douches froides doivent être contre-indiqués aux vieillards et aux cardiaques.

Aviron

Excellent sport, se rapprochant beaucoup de la natation et de la gymnastique suédoise, mettant en jeu les extenseurs du corps et les fixateurs en arrière des omoplates, ce qui permet à la cage thoracique de se développer rationnellement : gymnastique des poumons et des abdominaux.

Cyclisme

Sport hygiénique et utilitaire, facilitant les échanges sociaux et permettant aux ouvriers d'habiter les banlieues mieux oxygénées que les villes.

Le travail porte sur les extenseurs des membres inférieurs (travail symétrique) et la progression à bicyclette est identique à la montée d'un escalier, chaque pédale représentant une marche. Dans les montées, le massif lombaire travaille.

Donc, exercices rythmés, symétriques, rapides des grandes masses musculaires des membres inférieurs, activant par conséquent les grandes fonctions.

Les règles d'hygiène de ce sport sont les suivantes :

1° Le buste ne doit pas être courbé sur le guidon, mais droit, pour ne pas dévier la colonne vertébrale.

2° Cet exercice peut être conseillé aux deux sexes, à condition que la selle, surtout chez la femme, soit ischiatique et non périnéale. Les vieillards doivent être prudents dans son emploi à cause de leur artères.

3° L'abus de la bicyclette est dangereux pour le cœur ; de plus il conduit à la fatigue nerveuse, parce qu'exercice de vitesse.

IX^e CONFÉRENCE

Classification, posologie et indications des exercices physiques

En thérapeutique, quand on étudie un médicament, l'usage et la pratique veulent :

1^o Qu'on étudie d'abord l'agent thérapeutique au point de vue physico-chimique et qu'on en détaille l'action physiologique (action utile ou nuisible).

2^o Qu'on en classe ensuite les doses : on fait ce qu'on appelle la *posologie*. L'action physiologique peut varier avec les doses : l'ipéca, à hautes doses, agit comme vomitif ; à petites doses fractionnées, il est expectorant et décongestif.

3^o Qu'on en pose les modes d'emploi et les indications suivant la constitution du sujet et sa façon particulière de réagir contre le médicament (*idiosyncrasie*), suivant son sexe, son âge, suivant les symptômes observés, etc.

C'est la méthode que nous avons employée en étudiant les exercices physiques au point de vue mécanique, physiologique et hygiénique, sans oublier leur action utile et nuisible. Il nous reste à les classer, à en faire la *posologie* et à en étudier les indications suivant les races, la constitution et le tempérament de chacun, le sexe, les professions, etc., et surtout *suivant la physiologie de chaque âge*.

Cette synthèse nous conduira au seuil de la pédagogie.

Classification des exercices. — Quand on envisage de façon globale les exercices connus, la première classification qui vient à l'esprit est la suivante :

- 1^o Exercices naturels ;
- 2^o Exercices artificiels ;
- 3^o Exercices mixtes.

1^o *Exercices naturels.* — Faciles, économiques et tendant à utiliser les mouvements naturels auxquels l'individu se trouve instinctivement porté : mar-

cher, courir, sauter, frapper, grimper en se servant des pieds et des mains, c'est-à-dire de toutes les ressources naturelles. Dans ces exercices, le sujet utilise économiquement son moteur de façon à lui faire rendre beaucoup avec le minimum de dépenses.

Une méthode naturelle utilise les procédés capables de faciliter les exercices naturels, d'en augmenter la précision et d'accroître le rendement utile du moteur par le perfectionnement des mouvements.

2° *Exercices artificiels* qui utilisent des mouvements auxquels l'individu n'est pas instinctivement porté. Exemple : grimper à la force seule des bras.

Ces exercices sont englobés dans une méthode utilisant les procédés tendant à perfectionner l'individu en augmentant les difficultés des exercices et la dépense de force, c'est-à-dire les plus difficiles et les plus désavantageux. Telle est la méthode athlétique.

3° *Exercices mixtes*. — Composés d'exercices naturels et artificiels. Exemple : la boxe, le canotage.

Posologie. — Nous pouvons établir la posologie de ces différents exercices suivant leur action sur les grandes fonctions. Or, la suractivité des grandes fonctions est subordonnée à la quantité de travail effectué dans un temps donné et cette quantité doit être suffisante pour que la circulation soit accélérée et la ventilation pulmonaire augmentée.

Nous pouvons donc admettre le dosage suivant :

1° *Exercices à « effets locaux »* localisant le travail musculaire à des groupes peu importants. Exemple : exercices aux agrès utilisant le travail des bras. Ils ont surtout des effets locaux sur l'adaptation et le développement des muscles intéressés, mais ils n'ont pas le temps de mettre en branle la respiration et la circulation, la fatigue locale arrivant rapidement avant que la quantité de travail ait été assez élevée en un temps très court pour suractiver le foyer générateur.

A cette catégorie, on peut ajouter les exercices nécessitant l'action simultanée de grandes masses musculaires, mais avec une faible somme de travail, c'est-à-dire les exercices *doux* et *modérés*. Exemple : une marche à pas lents.

2° *Exercices à « effets généraux »* répartissant le travail sur de puissants et nombreux muscles et leur faisant produire en un temps restreint une grande quantité de travail de façon qu'un appel pressant soit fait aux grandes fonctions. Exemple : la course. « Cinq minutes de course activent plus la respiration que trois quarts d'heure de gymnastique aux agrès. »

Ces exercices où le travail est réparti sur beaucoup de muscles sont moins rapidement fatigants que grimper à la force des poignets, par exemple : l'essouf-

flément arrive avant la fatigue. Ce sont des exercices violents à « effets hygiéniques » ; mais ils sont nuisibles s'ils sont exécutés sans mesure, et sans règles, car ils amènent alors des troubles dans les grandes fonctions et la fatigue trop grande du moteur.

Modes d'emploi. — Les exercices violents ont donc des « effets généraux » proportionnels à la dépense du travail musculaire, mais, comme en Thérapeutique, il faut en connaître les modes d'emploi. Par exemple, le calomel, pour amener un effet purgatif, peut être donné à doses massives ou à doses fractionnées successives. De plus de petites doses de calomel peuvent être absorbées quotidiennement et longtemps pour agir sur le foie et l'excrétion biliaire.

On peut classer, à ce point de vue, les exercices à « effets généraux » en :

- 1° Exercices de force (calomel à doses massives) ;
- 2° Exercices de vitesse (calomel à doses fractionnées) ;
- 3° Exercices de fond (calomel à petites doses longtemps soutenues).

1° *Exercices de force.* — Ce sont, dit le Dr Lagrange « ceux qui nécessitent l'action simultanée d'un grand nombre de muscles, et qui exigent pour chaque muscle toute l'action dont il est capable ». Exemple : les luttes, le déplacement et le transport des lourds fardeaux où les synergies musculaires puissantes sont généralisées à peu près à tous les muscles de l'économie.

Dans ces exercices, l'essoufflement (effets généraux) précède la fatigue locale et il ne faut pas les confondre avec les exercices aux agrès où la fatigue locale survient avant l'essoufflement d'autant plus que les « tours de force » sont souvent des « tours d'adresse. »

Les exercices de force demandent des efforts de volonté, mais moindres certainement si les muscles sont capables d'un grand déploiement de force, ils réclament moins d'excitation latente, moins de coordination, moins de répétition rapide des mouvements, c'est-à-dire, moins de fatigue nerveuse que les exercices de vitesse.

Ils réclament surtout l'action musculaire lente et soutenue la plus favorable pour la nourriture du muscle.

Mais, pour les aborber, la machine doit être solidement construite, son intégrité doit être parfaite, son développement terminé.

L'entraînement doit être progressif et la réparation alimentaire suffisante.

De plus, ce sont des exercices à « effort thoraco-abdominal. »

Ils produisent l'*accumulation du travail* ; ce dernier est pris à hautes doses.

2° *Exercices de vitesse.* — Ils exigent la répétition très fréquente des mouvements musculaires.

Doux, si on les considère sur des groupes restreints (gammes de pianiste) ils peuvent être violents si le travail intéresse des masses musculaires importantes (la course). Celles-ci ne donnent pas toute la force dont elles sont capables comme dans les exercices de force, mais si les mouvements sont répétés fréquemment, il y aura grande somme de travail en un temps très court, c'est-à-dire « effets généraux ».

Ainsi on peut faire bénéficier l'organisme de cette heureuse suractivité sans risquer les dangers des exercices de force. Exemple : soulever dix fois en une minute dix kilogrammes représentant la même somme de travail que soulever une seule fois cent kilogrammes dans le même temps. Le premier exercice est facile, capable d'être exécuté par des sujets à muscles faibles : la dose massive est prise à doses fractionnées. Il y a « *multiplication du travail* ».

Les exercices de vitesse exigent des poumons élastiques, des artères et un cœur intacts et ce sont ceux auxquels les enfants s'adonnent instinctivement.

De plus, ils sont généralement sans dangers pour l'intégrité musculaire et ne nécessitent qu'exceptionnellement l'effort.

Ils créent un type harmonieux (type de vitesse).

Mais ils nécessitent, plus que les exercices de force, une grande dépense d'influx nerveux (coordination, excitation latente, efforts de volonté pour rendre les contractions « soudaines » devenant plus énergiques si les muscles commencent à être fatigués). Donc, la fatigue de ces exercices, s'ils sont poussés à l'extrême, est plus pénible que celle des exercices de force, parce que nerveuse : l'appétit est diminué, l'insomnie survient : « beaucoup d'enfants après avoir trop couru, ne peuvent ni manger, ni dormir » ; même des troubles mentaux peuvent être constatés (Dr P. Tissié).

Cette fatigue est d'autant plus marquée que l'individu est « plus irritable ».

3° *Exercices de fond*. — « Ce sont ceux dans lesquels le travail doit être continué longtemps ». Le sujet doit aller longtemps et la dépense de sa force est déterminée par la durée du travail.

Il peut, au bout d'un certain temps, avoir fourni un travail considérable dont l'organisme aura bénéficié sans en être troublé parce qu'il y aura eu « *fractionnement de travail* », mais à condition que l'équilibre ait été maintenu parfait entre le travail musculaire et la résistance du sujet. Et, en fait, les efforts musculaires ne doivent pas être trop intenses, ni les mouvements trop rapides pour que la fatigue ne vienne pas trop tôt arrêter la machine.

L'idée de « durée » de ces exercices suggère donc l'idée de « fond ».

Par leur durée, ils agissent sur les grandes fonctions et je ne puis vous rappeler meilleur argument que l'expérience de Chauveau sur les muscles masticateurs du cheval. Ces effets généraux ne sont pas aussi rapides, ni aussi

violents que dans les exercices de force et de vitesse, mais ils ont l'avantage de ne jamais nécessiter l'effort, ni un travail nerveux trop considérable.

Pour terminer ces notions générales sur le mode d'emploi des exercices, j'ajouterai que les exercices dans lesquels on pousse une qualité jusqu'à l'exagération (force, vitesse ou fond) deviennent nuisibles. Ceux qui réclament à la fois deux qualités (force et vitesse, vitesse et fond, etc.) peuvent être trop violents et dangereux. Dans les deux cas, on dit que les exercices sont « forcés » : ils amènent fatalement le surmenage.

Enfin, un même exercice peut revêtir tour à tour les qualités de force, de vitesse ou de fond.

Exemple : *la marche*.

Exercice de force : dans une ascension pénible.

Exercice de vitesse : dans la marche rapide.

Exercice de fond : si elle est soutenue trop longtemps.

Il en est de même du canotage, etc.

Gymnastique d'éducation et d'utilisation. — La méthode que nous avons employée comprend :

1° La gymnastique éducative ou de développement (acquisition et maintien) et la leçon, tout en étant correctrice a des effets locaux et des effets généraux que vous savez intensifier, dont vous avez appris la posologie ;

2° La gymnastique d'utilisation : applications, jeux et sports, travaux professionnels.

Jeux et sports. — Les Suédois en ont compris la valeur comme exercices d'application à effets généraux et les ont introduits dans leur méthode pour développer des qualités, telles que l'énergie, l'endurance, etc.

Les *jeux* sont des exercices libres, aux règles très larges et composés pour la plupart de mouvements naturels : courir, sauter, frapper. Variables avec les pays, ils existent partout, car ils dérivent de l'instinct qui nous pousse à dépenser de l'énergie. « Ce sont les sports de l'enfant ».

Les sports (*trad. jeux*) sont plus libres et plus spontanés que les exercices de gymnastique, mais ils ont des règles plus difficiles et plus strictes que les jeux : leur forme est plus méthodique et ils nécessitent un apprentissage. Les jeux peuvent se transformer insensiblement en véritables sports. « Ceux-ci sont les jeux de l'adulte ».

Il est difficile de classer les jeux et les sports : ils exigent de la force, de la vitesse ou du fond ou ces qualités réunies.

Les uns utilisent la « préhension » et le travail des membres supérieurs, d'autres celui des membres inférieurs.

Ils sont hygiéniques pour la plupart, car ils s'exécutent en plein air.

Dans ces exercices, les muscles agissent instinctivement sans que la localisation du travail puisse être analysée avec précision. Voilà pourquoi la gymnastique aux agrès de suspension doit avoir sa place parmi les sports et pas ailleurs.

Les sports peuvent être individuels ou collectifs. Ces derniers peuvent être pratiqués en équipes et sont préférables aux premiers, car ils ont un caractère « altruiste » et développent la volonté, l'initiative, l'endurance dans un but de solidarité. Véritable école de « discipline librement consentie », ils préparent à la discipline sociale et à la discipline militaire. De plus, ils sont moins fatigants que les sports égoïstes, l'effort en commun étant plus facile.

Comme les exercices d'application, les sports servent de complément à la gymnastique éducative, mais en aucun cas ils ne doivent la remplacer.

Travaux professionnels ou domestiques. — Ils n'entrent pas dans le cadre de ces leçons, mais ils méritent d'être cités, car certains constituent un excellent moyen de développement physique et moral. Grâce à eux la race a pu être conservée sans dégénérer chez les paysans et les ouvriers. Ils ont un avantage sur les autres exercices : la continuité et la durée.

« La paresse engendre tous les vices », et ils sont le meilleur préservatif du désœuvrement et de ses conséquences physiques et morales. Dans les écoles de la Suède, l'enseignement d'un métier est obligatoire.

Indications des exercices. — Jusqu'à présent, nous avons considéré surtout « l'homme », il nous faut maintenant envisager « les hommes » :

1° *Suivant les pays et les races.* — La gymnastique éducative rationnelle est applicable à toutes les races et peut s'acclimater dans tous les pays, car tous les hommes ont les mêmes organes et obéissent aux mêmes lois physiologiques.

Les applications peuvent et doivent diverger. Chaque pays possède ses jeux, ses danses, ses sports nationaux. Chaque race a ses caractères : il ne viendrait jamais à l'idée de faire courir en steeple un cheval de camion. Les hommes du Nord, lourds, massifs, excellent dans les exercices de force, dans les exercices lents et soutenus. Les méridionnaux sont nerveux et brillent dans les exercices « soudains » : les maîtres de l'escrime sont Français ou Italiens.

Le Français exécute bien et même avec passion ce qui l'intéresse et ce qu'il a bien compris. Ceux qui sont réfractaires à la gymnastique rationnelle n'en ont pas compris le « pourquoi » ; il est nécessaire de leur expliquer ; il est surtout indispensable d'en imposer la pratique dans toutes les écoles.

2° *Suivant la constitution et le tempérament.* — Les hommes se divisent en forts, moyens et faibles. La gymnastique éducative doit s'appliquer à tous ; il

serait dangereux de vouloir renforcer une machine faible en lui imposant un travail d'une machine forte.

La loi des aptitudes particulières (*idiosyncrasie*) domine les exercices d'utilisation, comme elle détermine les spécialisations intellectuelles et nous sommes bien souvent déterminés par nos bras de leviers, notre constitution musculaire et organique, notre santé, notre éducation, notre organisation nerveuse, notre hérédité, etc.

Les lymphatiques à peau blanche et aux chairs molles sont lents ; les nerveux, bruns et secs sont aptes aux contractions vives et rapides.

Les individus à système nerveux trop irritable maigrissent rapidement sous l'action des exercices de vitesse : la fatigue nerveuse qui en résulte est nuisible à la réparation de leurs tissus. Il y a lieu de mettre en garde les adultes ou les enfants « impressionnables » contre l'abus de ces exercices.

Les exercices de force varient avec le développement musculaire.

Les exercices de fond et de vitesse sont fonction de la résistance : une marche de courte durée pourra être un exercice violent chez un sédentaire, un débile ou bien un convalescent.

Les exercices de fond bien réglés et exactement dosés peuvent être conseillés aux poumons suspects, aux palpitations, aux artério-scléreux, aux goutteux et aux ralentis de la nutrition parce qu'ils suractivent le jeu des poumons et augmentent l'hématose sans passer par les dangers de l'essoufflement.

3^e *Suivant les sexes.* — La gymnastique éducative convient tout particulièrement au sexe féminin. D'ailleurs, la femme est patiente, parce que coquette, et elle est capable d'efforts de volonté pour pratiquer une gymnastique, même peu récréative, si elle est convaincue que la beauté de ses formes y gagnera.

De plus, cette gymnastique qui s'attache au développement des membres inférieurs, du bassin et des muscles abdominaux, est celle qui la prépare la mieux à ses nobles fonctions de maternité. Il y a lieu, toutefois de faire subir de légères modifications en ce qui concerne les sauts et les suspensions.

La femme ne doit jamais pratiquer des exercices nécessitant l'effort constant : pendant la menstruation et la grossesse, les ligaments qui maintiennent en place la matrice se congestionnent et se ramollissent, et les efforts répétés multiplieraient les cas, trop nombreux déjà, des déviations ou des abaissements de la matrice.

4^e *Suivant les professions :* Pour corriger par une gymnastique rationnelle ce que la pratique des travaux habituels peut avoir de défectueux sur l'attitude du moteur et le fonctionnement des organes.

Il est évident que les applications varieront suivant les professions : il est

nutile de prescrire des marches à un facteur rural, des exercices de bras à un boulanger.

5° *Autres indications.* — Les exercices peuvent être indiqués suivant les saisons : chaque saison amène ses jeux et ses sports. Suivant l'alimentation ; suivant l'intensité du travail : une demi-heure à une heure de gymnastique éducative sera déjà une dose suffisante ; suivant les heures de la journée : l'exercice doit être pratiqué de préférence le matin. C'est après le repos nocturne que le rendement de la machine est le meilleur. Cependant, le travail cérébral de l'écolier ou de l'étudiant étant plus fructueux le matin, il y a lieu de réserver le travail physique pour l'après-midi, deux heures au moins après le déjeuner.

6° *Suivant la physiologie de chaque âge.* — Celle-ci nous donnera des indications importantes car, en matière de culture physique, il faut respecter, de façon absolue, l'évolution naturelle ; il serait tout aussi téméraire et impossible de vouloir hypertrophier les muscles d'un enfant de six ans que de vouloir avancer la menstruation d'une fillette. Un exercice excellent pour l'adulte en plénitude de ses fonctions peut être dangereux chez un enfant en voie de développement.

1° *De l'enfant jusqu'à 21 ans.* — C'est la période de développement et de croissance et c'est surtout pendant toute sa durée qu'une gymnastique éducative rationnelle favorisant le développement matériel du corps est *nécessaire*.

Au point de vue musculaire, le développement n'est pas le même si on le considère chez l'enfant ou chez l'adolescent. Chez l'adolescent de 17 à 18 ans, le relief musculaire se dessine et tend à devenir semblable à celui de l'adulte. Instinctivement, cet âge porte le jeune homme à essayer de soulever des fardeaux, à lutter contre ses camarades pour affirmer la vigueur toute nouvelle qu'il sent en lui. Avant cet âge, tout exercice de force doit être évité, car le tissu musculaire est encore en voie de formation : si on veut le développer on ne le grossira pas, mais on l'épuisera sûrement, et les enfants « prodiges » que des parents inhumains essaient d'adapter aux exercices acrobatiques les plus difficiles ont une architecture musculaire maigre et desséchée.

D'ailleurs, les expériences de Quételet sur la force musculaire ont montré qu'elle progresse jusqu'à 25 ans, mais qu'elle fait un véritable bond après la puberté. C'est ainsi que la force rénale mesurée au dynamomètre, de 88 kilos à 15 ans, passe à 102 kilos à 16 ans et à 126 kilos à 17 ans. De même la force de traction à deux mains qui est de 57 kilos, 1 à 15 ans monte à 63 kilos, 9 à 16 ans et à 71 kilos à 17 ans.

Dans l'hygiène de la race chevaline on observe rigoureusement deux périodes :

L'une de développement ou d'élevage où le poulain, livré à lui-même dans un pâturage, se développe librement : il prend du « gros ».

L'autre de perfectionnement ou de dressage et il ne viendra à l'idée d'aucun de monter un jeune poulain.

Pourquoi n'en est-il pas de même dans l'élevage de l'enfant ?

Donc, jusqu'à 17, 18 ans, les *exercices de force n'ont aucune utilité sur le développement et la force musculaire* : ils ne peuvent faire « prendre du gros » à l'enfant.

Ils peuvent au contraire lui être nuisibles et arrêter sa croissance, car, au point de vue osseux, nous savons que les efforts musculaires intenses et fatigants congestionnent les cartilages de conjugaison, et les ossifient prématurément, arrêtant le développement en longueur des os.

A quel âge se termine la croissance ? En principe, tous les cartilages de conjugaison finissent de se souder de 20 à 25 ans, jusqu'à 12, 15 ans, ils sont encore mous et peuvent être décollés (décollement épiphysaire) par un traumatisme violent. Mais en général, la majeure partie des *ossifications sont faites de 20 à 22 ans*. De sorte qu'on peut dire que le développement du squelette est pratiquement terminé à 22 ans et qu'à 21 ans, le jeune homme est suffisamment ossifié. Si l'on ajoute à cela qu'à cet âge les muscles sont susceptibles de se développer en force et en épaisseur, on peut conclure que *l'adolescent est homme à 21 ans*.

La croissance de l'enfant, si elle est progressive, n'obéit pas à une loi de progressivité uniformément ascendante. Elle procède par bonds : quelques centimètres sont gagnés en un mois. Les principales poussées de croissance s'observent à 7, 12 et 16 ans. Elles amènent une véritable congestion osseuse et une véritable crise de l'organisme qui ne contre-indique pas, de façon absolue, les exercices, mais qui demande certains ménagements, car toute la nutrition est indispensable à l'enfant, et il faut condamner *tout exercice irrationnel physique ou intellectuel susceptible d'amener une déperdition exagérée, un excès de fatigue nerveuse et musculaire*.

C'est d'ailleurs pendant la période de croissance, surtout de 13 à 17 ans, qu'on observe ces « ostéomyélites de croissance » qui sont de véritables abcès des os et de la moëlle osseuse dont le pronostic est grave. Ces affections se terminent moins fréquemment par la guérison que par la suppuration osseuse interminable, par des infirmités incurables et par la mort.

Or, si la cause première est une infection microbienne, cette invasion est souvent favorisée par les contractions musculaires violentes et répétées (Prof. Lannelongue), par les traumatismes, par le surmenage physique ou intellectuel. Cela est tellement vrai que les garçons, plus exposés au traumatisme ou à la

gymnastique irrationnelle sont plus fréquemment atteints que les filles. Ces affections sont rares après la période de croissance.

Signalons également le *rachitisme tardif* qui peut provenir des attitudes vicieuses liées à la misère physiologique.

Au point de vue nutrition, l'enfant doit toujours pouvoir faire les frais de son accroissement et, en aucun cas, les dépenses ne doivent être supérieures aux recettes : ses tissus jeunes sont moins fixes, moins stables et se désassimilent plus rapidement que ceux de l'adulte. *Les enfants supportent mal, par conséquent, les exercices de fond qui les épuisent et les condamnent au surmenage.*

« L'enfant, dit le Dr P. Tissié, est un tube digestif ; c'est, de plus, une vésicule pulmonaire. » Ses poumons sont très élastiques, ses côtes très souples, et il élimine facilement le gaz carbonique. Il résiste donc mieux que l'adulte à l'essoufflement.

Instinctivement, d'ailleurs, l'enfant préfère les exercices de vitesse, qu'il supporte mieux que tout autre exercice.

Mais rien ne doit entraver sa fonction respiratoire : gymnastique d'efforts ou d'étreinte. Il faut également se méfier de l'attention prolongée, qui désoxygène ses tissus en ralentissant ou en suspendant momentanément sa respiration.

Au point de vue cérébral, la période d'acquisition cérébrale correspond à celle de l'acquisition physique. Ce sont les premières associations d'idées et la première éducation morale et intellectuelle qui imprimeront les traces les plus durables sur la mentalité de l'individu, comme la première éducation motrice influera sur sa volonté et son énergie dans la lutte pour l'existence.

Le surmenage intellectuel ne devra pas s'ajouter au surmenage physique pour épuiser et tarer l'enfant. « Un petit prodige devient trop souvent un raté. »

Il ne faudra pas négliger l'influence tonique du plaisir sur le cerveau, et les jeux seront un dérivatif du travail ennuyeux, physique ou intellectuel. Un philosophe a dit que le fond de l'être était un mélange de joie et de douleur à doses constamment variables. Instinctivement, l'enfant recherchera le plaisir du jeu, la joie de dépenser de l'énergie, et il serait anti-physiologique de condamner cet instinct, de le réduire au silence en l'émuissant petit à petit par une discipline sévère d'immobilité et de silence ajoutée à la menace des punitions.

Donc, gymnastique éducative, jeux progressivement difficiles au fur et à mesure que l'enfant grandit, jeux de vitesse et de plein air seront les bases de l'éducation motrice de l'enfant et de l'adolescent.

A quel âge doit-on commencer la gymnastique éducative rationnelle ? Jusqu'à 7 ans, l'enfant n'en aura pas besoin. Les jeux en plein air, où il sautera, galopera, lui feront dépenser de l'énergie et lui développeront ses poumons. Il

poussera librement et naturellement. Son instinct sera son meilleur guide : l'enfant fatigué ou malade suspend son jeu ou choisit un jeu plus tranquille. Il y a intérêt à le laisser pousser librement au grand air et à laisser son cerveau complètement en jachère jusqu'à cet âge. Il « prend du gros » et ce temps ne sera pas perdu puisqu'il donnera à l'enfant un organisme résistant : son travail intellectuel ultérieur en sera d'autant facilité.

2° Age adulte. — C'est de 21 à 30 ans que l'homme est dans la plénitude de ses fonctions. Sans prétendre que le déclin de la vie commence à la trentaine, sûrement nous pouvons affirmer que le plateau de la vie sera atteint dans cette période. C'est le moment où le rendement de l'homme est le meilleur. Il devra certes continuer la gymnastique rationnelle qui l'entretient, le corrige et lui conserve sa souplesse juvénile, mais, s'il est sain et vigoureux, il devra s'adonner à la gymnastique d'utilisation *intensive* par laquelle il perfectionnera ses qualités de force, de vitesse, de fond et d'adresse : il développera son énergie par une gymnastique d'énergie.

L'adulte désassimile moins rapidement que l'enfant ou l'adolescent, et il résiste mieux que lui à la fatigue.

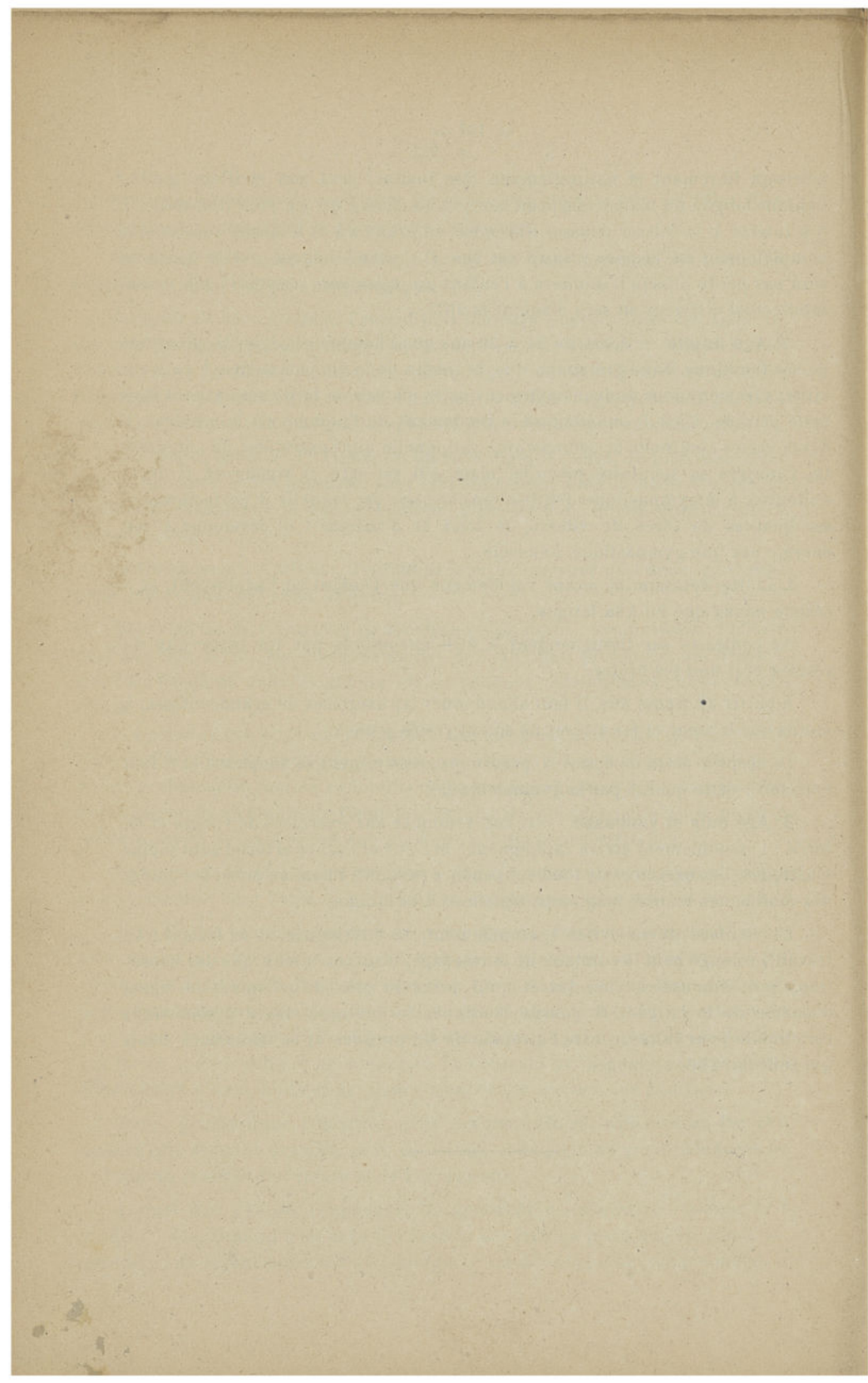
Au contraire ses tissus tendent à être encombrés par les matériaux de réserve et il doit les brûler.

A partir de trente ans, il faut abandonner les exercices de grande vitesse, à moins que le cœur et les artères ne soient restés jeunes.

Le corps a alors tendance à perdre progressivement sa souplesse et il faut entretenir cette qualité par la gymnastique.

3° Age mûr et vieillesse. — Il faut renoncer aux exercices de vitesse et de force : l'essoufflement arrive rapidement ; le cœur et l'arbre artériel sont moins élastiques. Les exercices de fond sont encore permis à l'homme mûr : les guides des montagnes restent longtemps résistants à la fatigue.

Le vieillard devra éviter l'essoufflement, la courbature et la fatigue. Le travail prolongé peut le conduire au surmenage, d'autant mieux que les sensations sont émoussées chez lui et qu'il percevra plus difficilement le signal d'alarme de la fatigue. Il pourra continuer la pratique de la gymnastique rationnelle pour lutter contre l'atrophie de ses muscles et la déchéance finale qui infléchira ses segments.



*Hygiène appliquée aux exercices
du corps*

Manuale applicato alla pratica
di legge

X^e CONFÉRENCE

Premiers soins à donner aux blessés. — Notions élémentaires de massage. — Notions d'hygiène appliquée aux exercices. — Aliments dynamogènes.

Premiers soins à donner aux blessés en attendant l'arrivée du médecin.

— Nous avons dit, en étudiant l'Hérédité, « l'Éducateur physique doit se rappeler qu'il possède entre ses mains la vie et la santé de ses élèves.... » Il doit éviter tout ce qui peut compromettre le succès définitif, et la responsabilité morale qui lui incombe est lourde. Il a le devoir d'éviter les effets nuisibles des exercices qui peuvent être empêchés si la progression est rigoureusement méthodique. Pourtant la prudence ne doit jamais dégénérer en pusillanimité. Vous connaissez les effets nuisibles des exercices et vous devez savoir les *prévenir*, les prévoir. Vous devez connaître les « avaries du moteur », les « pannes » de la machine humaine, qu'elles proviennent des traumatismes ou de toute autre cause. Tout en étant « chauffeurs » vous devez être un peu « mécaniciens » en attendant l'arrivée de secours éclairés. Mais rappelez-vous toujours cet important principe de thérapeutique : « *D'abord ne pas nuire* ».

Cette causerie d'hygiène rappellera aux officiers les connaissances qu'ils ont acquises dans les écoles militaires et est destinée surtout à former un memento thérapeutique qui sera utile aux instituteurs, notamment s'ils occupent un poste éloigné des secours médicaux.

Accidents des parties molles

1° Contusions. — Meurtrissure ou attrition des tissus par un agent contondant (coup de pied, coup de poing, coup de plat de sabre, de pierre, de bâton, etc.).

Si la peau résiste, il y a contusion de la peau et des parties sous-jacentes.
Si elle cède, il y a *plaie* contuse.

Quant la contusion porte sur une arrête osseuse, celle-ci peut faire l'office d'un instrument tranchant et sectionner les tissus de dedans en dehors.

Division et traitement. — *Premier degré* : Déchirure des capillaires sous-dermiques, d'où hémorrhagie légère et *ecchymose* variant du noir presque pur au jaune clair, en passant par le rouge sombre, le bleu et le violet suivant les décompositions successives de l'hémoglobine extravasée.

Traitement : Compresses résolatives d'eau blanche ou d'eau-de-vie camphrée, puis frictions prudentes pour résorber le sang épanché.

Guérison rapide.

Deuxième degré : Hémorrhagie de vaisseaux plus importants : *bosses* ou *poches sanguines*, fréquentes au cuir chevelu.

Traitement : Compression avec de l'ouate et une bande, puis massage. Si la bosse s'enflamme, prévenir le médecin.

Troisième degré : Contusion violente : broiement des tissus ou des viscères sous-jacents.

Traitement : Faire prévenir le médecin. En attendant, si la douleur est violente, applications d'eau très froide ou très chaude.

Envoyer à la visite médicale les hommes atteints de contusion même légère du thorax et de l'abdomen.

2° **Plaies.** — Solutions de continuité des tissus. On les divise en :

Plaies contusées.

Plaies par agent vulnérant (tranchant, piquant, etc.).

Traitement : Les microbes sont nombreux dans l'air, dans l'eau, dans les vêtements et même dans le linge lessivé, et sont à l'affût d'une plaie pour s'y installer y pulluler et infecter l'organisme. Celui-ci se défend contre leur invasion, par les globules blancs, à moins que les microbes ne soient trop nombreux ou virulents. Aussi il faut bien prendre garde quand on soigne une plaie de ne pas y introduire de nouveaux et nombreux microbes. Pour cela, il faut la laver avec des liquides capables de les tuer (solution de sublimé à 4 gr. pour 2000 d'eau, alcool, acide phénique à 20 gr. pour 1000 d'eau, permanganate de potasse à 1 gr. pour 4000). C'est la *méthode antiseptique*. On peut soigner également la plaie avec des liquides et des objets de pansement stérilisés (par l'ébullition par exemple). C'est la meilleure méthode : *méthode aseptique*.

Donc : 1° Faire bouillir des compresses de linge ou de gaze et des boulettes de coton pendant 20 minutes au moins dans de l'eau dans laquelle on a ajouté un morceau de « cristaux de soude ».

2° Pendant ce temps, se laver et se brosser soigneusement les mains à l'eau chaude, puis à l'alcool, *ne pas les essuyer.*

3° Puis obturer la plaie avec un tampon bouilli trempé dans de l'alcool, et nettoyer au savon et à l'alcool la peau environnante, en coupant les poils avec des ciseaux flambés.

4° Déterger la plaie en enlevant tous les corps étrangers. Ne pas avoir peur de faire saigner de nouveau, puis toucher la plaie avec un tampon trempé dans de l'alcool ou de la teinture d'iode.

5° Faire le pansement en mettant sur la plaie une compresse de gaze et de l'ouate hydrophile bouillie, du coton sec. Fixer à l'aide d'une bande légèrement serrée. A défaut d'alcool, employer du sublimé ou une solution phéniquée ou de l'eau bouillie simplement.

Le paquet de pansement individuel se compose d'une compresse de gaze, d'un paquet d'étoupe purifiée, d'une bande et de deux épingles. Si, en campagne, le malade, ou un voisin, ou un brancardier applique le plus tôt possible le pansement individuel, *sans toucher ni laver la plaie*, en prenant du bout des doigts les objets de pansement pour ne pas les souiller, la plaie évoluera plus rapidement vers la guérison, et supprimera peu, ainsi qu'on a pu le constater dans la guerre Russo-Japonaise, parce que le pansement formera un bouchon aseptique empêchant la pénétration de nombreux microbes pendant le transport du malade.

Plaies très superficielles, écorchures : Bien savonner la plaie, la faire saigner la toucher avec de l'alcool ou de la teinture d'iode et la fermer par un peu de collodion.

Plaies graves, anfractueuses : Ces plaies favorisent l'invasion du microbe du *tétanos*. S'il n'y a pas de médecin dans la région, laver la plaie avec d'abondantes irrigations d'eau bouillie *très chaude*, faire le pansement en suivant les précautions aseptiques et envoyer d'urgence le malade à la ville voisine.

Plaies de poitrine : Éviter rigoureusement au blessé tout mouvement et *a fortiori* tout transport et faire prévenir d'urgence le médecin.

Plaies de l'abdomen : *ne pas donner à boire au blessé ;* éviter le transport.

3° **Hémorrhagie.** — Elles compliquent les plaies. L'hémorrhagie est un écoulement de sang par les vaisseaux ouverts s'arrêtant par la formation d'un *caillot*.

Division : a) Hémorrhagie *capillaire* : bénigne ;

b) Hémorrhagie *veineuse* : le sang sort de la plaie en *bavant* sans saccade, d'une couleur rouge noir, et ne coule plus si on fait une compression entre la plaie et l'extrémité du membre.

c) Hémorrhagie *artérielle* : le sang sort sous pression, formant un jet ana-

logue à celui qui émane d'une fissure dans un tuyau d'arrosage. Le jet est saccadé, d'un rouge vif, s'arrêtant par la compression entre la plaie et le cœur.

Traitement. — *Hémorrhagie capillaire* : Traitement ordinaire des plaies. Panser la plaie et serrer légèrement la bande.

Hémorrhagies nasales ou épistaxis : Pencher la tête en avant, pincer les deux narines ou bien introduire dans chaque narine un tampon d'ouate trempé dans de l'eau oxygénée ou une solution d'antipyrine.

Hémorrhagie veineuse : Les bords de la veine sectionnée se laissent facilement déprimer ; aussi le caillot est relativement vite formé et l'hémorrhagie s'arrête. Faire un pansement compressif. Si la veine est grosse et si le pansement n'arrête pas l'écoulement, comprimer fortement par un lien circulaire le membre entre son extrémité et la plaie.

Hémorrhagie artérielle : L'artère reste béante, aussi le caillot ne se forme pas facilement. Si le jet est petit, pansement progressif. Si l'artère est très grosse (artère du cou, artère nourricière de la cuisse), ne pas perdre de temps et enfoncer le doigt dans la plaie pour arrêter l'hémorrhagie jusqu'à l'arrivée des secours.

L'hémorrhagie artérielle peut s'arrêter par une compression entre la plaie et le cœur. Pour cela appliquer une bande élastique (chambre à air de bicyclette) ou une bande ordinaire serrée très fortement à la racine du membre.

Si l'artère donne encore, user d'un autre moyen : sentir les battements de l'artère nourricière aux points de repère suivants : *artère nourricière du bras*, sous le bord interne du biceps ; *artère nourricière de la cuisse*, sur une ligne partant du milieu du pli de l'aîne et aboutissant à la partie interne du genou. Mettre sur le trajet de l'artère un gros bouchon, ou une bande roulée, ou un caillou entouré d'un mouchoir, etc. Au côté diamétralement opposé, mettre une plaque rigide (plaque de ceinturon). Fixer le tout avec une cravate ou une bande que l'on noue. Introduire un bâtonnet entre la bande et la plaque et serrer à l'aide de ce bâton jusqu'à ce que l'artère ne donne plus. Fixer le bâton par une ficelle. Cet appareil, appelé le *garrot*, peut être appliqué par dessus les vêtements et permet une compression très énergique ; *il ne doit pas être laissé en place plus de trois quarts d'heure sous peine de gangrène du membre.*

4^e Corps étrangers. — Tout corps étranger introduit sous la peau, sous la paupière, dans l'oreille, doit être enlevé rapidement et *doucement*. S'il n'est pas facilement accessible, s'adresser au médecin et ne pas faire des tentatives d'extraction maladroites et qui peuvent amener des complications dangereuses.

Les tatouages sont des corps étrangers (encre de Chine) introduits dans le derme à l'aide d'une série d'aiguilles. Ces aiguilles malpropres sont fréquem-

ment mouillées par la salive de l'opérateur qui peut ainsi communiquer la *syphilis*, s'il en est atteint.

5° **Piqûres d'insectes.** — Une goutte d'ammoniaque sur la plaie, puis pansement mouillé par de l'eau boriquée pour prévenir l'inflammation.

6° **Piqûre de vipère.** — Ne pas perdre de temps ; serrer très fortement le membre au-dessus de la plaie à l'aide d'un mouchoir ; débrider la plaie par incision à l'aide de la pointe d'un couteau passé trois fois dans la flamme d'une allumette. Dire au blessé de sucer fortement la plaie ou appliquer une ventouse. Voir le médecin sans tarder.

7° **Brûlures.** — Ne pas ouvrir l'ampoule formée. L'enduire abondamment d'huile et faire un pansement, ou bien appliquer sur la brûlure une compresse trempée dans une solution d'acide picrique à 12 grammes pour 1000 d'eau qui calme rapidement la douleur ; laisser cette compresse deux ou trois jours sur la brûlure.

A défaut d'autres moyens, user de compresses trempées dans l'eau froide.

8° **Accidents de marche.** — *Ampoules* : Remplies de sérosité citrine ou hémorrhagique analogue aux « cloches » des brûlures du premier degré.

Traitement : Savonner le pied avant de percer l'ampoule. La percer en deux endroits seulement avec des ciseaux flambés, sans enlever la mince peau qui la forme. Faire un pansement à la vaseline.

Traitement prophylactique : a) Soigner le pied : propreté des pieds. Lotions froides et courtes avant et après la marche, graisser les pieds.

b) Soigner la chaussette : chaussettes russes sans faux plis, chaussettes de laine.

c) Soigner la chaussure : ne pas entreprendre de longues marches avec des chaussures neuves. Graisser les chaussures.

Complications : Les ampoules, comme tous les autres plaies, peuvent s'enflammer et donner lieu à des lymphangites et à des adénites. Envoyer au médecin les porteurs d'ampoules enflammées.

Hypéridrose ou sueurs fétides des pieds : Exagérées par la marche et facilitant la macération des pieds et la production des excoriations. *Le meilleur traitement est celui au formol* :

1° Le premier jour, deux badigeonnages des pieds avec un tampon d'ouate monté sur un bâton et trempé dans une solution de formol du commerce étendu de deux fois son volume d'eau. *Ne badigeonner qu'une seule fois entre les orteils.*

2° Le deuxième jour, deux badigeonnages avec une solution de formol étendue d'une fois son volume d'eau.

3° Le troisième jour, un badigeonnage avec une solution de formol pur.

Entretenir le tannage des pieds par un badigeonnage tous les huit ou quinze jours.

Pied forcé : Se méfier d'une fracture possible d'un métatarsien si la douleur persiste.

Traitement : Massages, repos.

9° **Accidents des muscles.** — *Crampe* : Contracture douloureuse et involontaire surtout des muscles du mollet.

Traitement : Exécuter énergiquement le mouvement antagoniste.

Souvent elle cède à l'effleurage ou au massage. Si elle est persistante, prévenir le médecin.

Ruptures musculaires. — Partielles ou totales. Résultat d'une contraction violente ; fréquentes dans les mouvements imprévus. Caractérisée par une brusque douleur en *coup de fouet* et l'impotence fonctionnelle du muscle.

Traitement : Repos, immobilisation, puis massages. Si l'atrophie persiste, douches et électricité.

10° **Autres accidents des parties molles.** — *Rupture du tympan* : Déchirure brusque de la membrane du tympan à l'occasion d'un plongeon.

Traitement préventif : Le comité technique de santé militaire a préconisé les moyens suivants :

1° Ne pas mettre de coton dans les oreilles. User de bonnets munis d'oreillettes en caoutchouc ou en toile serrée des pêcheurs de l'Atlantique.

2° Eviter de plonger à une trop grande profondeur ou d'une hauteur exagérée.

3° Faire le plongeon correct, face en avant, tête non inclinée sur le côté.

4° Avant de plonger, faire une inspiration profonde et expirer fortement, bouches et narines fermées, de façon à injecter de l'air dans l'oreille moyenne et à augmenter la pression dans cette cavité pour lutter contre l'excès de pression de l'eau.

Ce dernier moyen peut être dangereux si le sujet a un rhume de cerveau, ou s'il a une perforation du tympan consécutive à une affection aigüe ou chronique de l'oreille. Il vaut mieux s'en tenir aux moyens indiqués aux §§ 1, 2 et 3, et exempter de plongeon ceux qui ont une affection antérieure de l'oreille.

Accidents des articulations et des os

1° **Entorse ou foulure.** — Distension des ligaments articulaires dans les mouvements forcés.

Plusieurs degrés :

- a) Distension
 - b) Rupture
 - c) Fracture des saillies ou des extrémités osseuses.
- } des ligaments.

Traitement : Calmer la douleur par un bain local très chaud, ou des applications de compresses (linges, mouchoirs) trempées dans l'eau très chaude.

Puis massage immédiat et méthodique (voir massage).

2° **Luxations et fractures.** — *Luxation* : Déboîtement des surfaces articulaires, caractérisé par des déformations, l'attitude vicieuse et l'impotence fonctionnelle du membre.

Fracture :

Solution de continuité des os

{ par choc direct.
par action indirecte (entorse).
par contraction musculaire violente.

caractérisée par un craquement au moment de la fracture, une vive douleur, l'attitude vicieuse et l'impotence fonctionnelle du membre. *Ne jamais mobiliser les segments fracturés pour rechercher le symptôme crépitation*, provenant de leur frottement entre eux. Une aiguille osseuse peut en effet perforer un vaisseau ou un nerf important ou la peau.

Traitement : Ne pas chercher à faire le diagnostic de fracture ou de luxation. Essayer de mettre tout doucement le membre en bonne position contre le thorax, pour les membres supérieurs, ou contre la jambe voisine pour les membres inférieurs. Le thorax ou le membre inférieur sain, forment tuteur et on maintient le membre dans cette position de façon à éviter les mouvements nuisibles et douloureux par une écharpe pour le membre supérieur, par des cravates ou une bande posée au-dessus et au-dessous de la fracture probable pour les membres inférieurs. Coucher le blessé dans une voiture abondamment garnie de paille ou dans un brancard en empêchant le membre fracturé de balloter, à l'aide d'une couverture roulée ou d'un bottillon de paille.

Notions élémentaires de massage

Le massage est une méthode thérapeutique qui utilise les frictions et les pressions.

Il agit sur les organes et leur nutrition, soit directement par action mécanique, soit indirectement par action réflexe.

Il agit :

1° *Sur les muscles*, dont il est un excitant mécanique, il réveille leur contractilité et en prévient l'atrophie (amaigrissement) après un traumatisme (luxation, fracture). Il active leur circulation et facilite la réparation du tissu musculaire après une contusion ou une rupture.

2° *Sur les ligaments articulaires*, qu'il assouplit, *sur les synoviales* en désagrégant les exsudats qui les gênent.

3° *Sur les os*, il facilite la circulation du périoste et la meilleure réparation de l'os contusionné ou fracturé.

4° *Sur le tissu cellulaire* qui se trouve sous la peau ou entre les organes en favorisant la circulation et en facilitant la résorption des œdèmes (extravasation de sérosité) dans les mailles des tissus qui gonflent les tissus traumatisés.

5° *Sur la circulation* de la partie massée, en provoquant une vaso-dilatation durable. La circulation est activée dans le membre soumis au massage : la peau rougit et les déchets provenant du traumatisme (sang, sérosités, cellules mortes), sont plus facilement balayés.

6° *Sur la douleur*, qu'il calme en émoussant la sensibilité des filets nerveux sensitifs et en faisant résorber les liquides extravasés qui les compriment douloureusement. En un mot, il fait fonctionner les organes, en empêchant leur atrophie (la fonction fait l'organe), il facilite leur réparation et balaye les déchets.

Manœuvres du massage. — On peut employer l'effleurage progressif, les frictions à l'aide des pouces, le pétrissage ou le tapotage.

Effleurage progressif. — On promène la paume de la main ou l'extrémité des doigts à la surface du membre sur une longue étendue au-dessous et au-dessus de la partie lésée pendant que les doigts pénètrent dans les interstices musculaires. Cet effleurage d'abord très léger devient de plus en plus énergique et doit toujours aller de l'extrémité du membre à la racine (dans le sens de la circulation veineuse) et ne jamais revenir en sens inverse.

Frictions à l'aide d'un ou des deux pouces. — Manœuvre plus énergique qui consiste à circonscrire avec le ou les pouces les saillies osseuses, les méplats articulaires, les tendons comme si on voulait les modeler. Ces frictions se font toujours en remontant vers le cœur.

Pétrissage. — On saisit le muscle entre le pouce et les doigts et on le pétrit dans le sens du massage.

Tapotage. — On tape sur le rebord cubital de chaque main* comme si on voulait hacher le muscle, en allant en remontant.

Règles de massage. — 1° Il doit toujours être fait très proprement (mains de l'opérateur et peau du sujet rigoureusement lavés avant et après le massage), sinon la partie massée pourra être le siège d'une superbe flore cutanée (furoncle, boutons).

2° Il ne doit pas être pratiqué s'il y a plaie.

Il est utile de le faire précéder d'un bain local très chaud qui amènera la vaso-dilatation et une vie cellulaire plus intense, que le massage continuera.

4° *Il ne doit jamais être douloureux* et pour cela être fait très progressivement. Si le sujet accuse une douleur, il faut revenir à des pressions plus légères jusqu'à ce que la sensibilité soit émoussée. Prévenir le médecin si les manœuvres même légères sont douloureuses.

5° Il doit toujours suivre la direction de la circulation veineuse de retour, en allant de la périphérie vers le cœur.

6° Il doit être prolongé (15 à 20 minutes).

7° Il peut être suivi utilement, au début, de mouvements *passifs* qui étirent les muscles, en diminuant la contracture réflexe et qui conservent aux articulations la souplesse, ou quand l'affection marche vers la guérison, de mouvements de résistance : en disant au malade d'étendre ou de fléchir le membre traumatisé et de s'opposer à ces mouvements.

8° Pour faciliter les glissements, il y a lieu d'enduire les mains d'huile, ou d'alcool camphré, de glycérine ou de poudre de talc.

9° Après le massage, il faut faire une compression douce en appliquant une bande de crêpe ou de flanelle.

Exemple de massage : Massage de l'entorse (Marchais). — 1° Bain local chaud.

2° Se savonner vigoureusement les mains.

3° S'asseoir bien en face du patient, essayer le pied lésé et le reposer sur son genou.

4° S'enduire les mains d'huile camphrée.

5° Effleurages légers, puis soutenus du tendon d'Achille et des muscles du mollet, pendant sept minutes environ, puis de la face dorsale du pied et de la face antérieure de la jambe un laps de temps égal. Ces manœuvres ne doivent réveiller aucune douleur.

6° Faire exécuter aux orteils seulement, des mouvements de flexion et d'extension, ce qui masse les tendons et leurs gaines.

7° Sculpter les tendons et les malléoles par des frictions progressives à l'aide des pouces pendant dix minutes.

8° Finir par quelques effleurages comme au début et faire subir à l'articulation du coup-de-pied quelques mouvements passifs.

9° Savonner les parties intéressées et appliquer un bandage en crêpe ou en flanelle.

Accidents généraux

1° **Syncope.** — Perte de connaissance donnant les apparences de la mort : avec arrêt de la respiration et du cœur.

Causes : Essoufflement extrême.

Fatigue due surtout au statisme prolongé (maintien de l'immobilité, dans les revues, par exemple).

Froid ou chaleur, surtout si le sujet est à jeun.

Accident possible des bains froids.

Hémorrhagie abondante.

Douleur aigüe.

Origine nerveuse : la syncope fait « *écho* ». Dès qu'un homme est tombé sur les rangs, il est rare que d'autres ne suivent bientôt son exemple.

Affection cardiaque, etc.

Elle est presque toujours sous la dépendance d'une anémie cérébrale.

Pronostic. — Grave si l'on n'y porte remède immédiatement.

Diagnostic. — Ne pas s'attarder à faire le diagnostic de mort certaine, donner des soins immédiats et ne les cesser que lorsque tout espoir de ranimer le malade est perdu.

Traitement. — On peut soigner de la même façon les asphyxiés par pendaison, strangulation, noyade, par les appareils de chauffage, etc.

Petits moyens. — a) Etendre rapidement le malade au grand air, en le protégeant contre le vent, de tout son long, tête basse, pour favoriser l'irrigation du cerveau. Soulever au besoin les épaules à l'aide d'un sac, de façon à ce que la tête soit inclinée en arrière.

b) Desserrer rapidement la cravate, le pantalon et tout vêtement pouvant gêner la respiration.

c) Essayer de rétablir la réflexe respiratoire en donnant au malade des gifles violentes avec la main ou avec un linge trempé d'eau froide, ou en frictionnant la poitrine et les jambes, ou en chatouillant la muqueuse nasale. Ce

chatouillement peut être mécanique (barbe de plume) ou chimique (éther, ammoniaque, sels d'ammoniaque, allumette soufrée qu'on brûle).

d) Si on soigne un noyé, débarrasser la gorge des mucosités à l'aide d'un doigt entouré par un mouchoir.

e) *Ne jamais faire boire un syncopé avant qu'il n'ait repris totalement connaissance.*

Si ces moyens ne ramènent pas la respiration rapidement, ne pas s'y attarder et employer la *respiration artificielle*. Deux procédés peuvent être utilisés soit isolément, soit simultanément.

Procédé de l'élévation forcée des bras (*Sylvester*).

Procédé des tractions rythmées de la langue (*Laborde*).

Procédé de Sylvester. — Débarrasser la gorge des mucosités. L'opérateur prend solidement les deux coudes du malade couché et les comprime fortement contre la poitrine. Puis il élève les bras en abduction forcée en leur faisant décrire un arc de cercle. Il revient à la position première et fait ces élévations de bras de façon rythmée dix-huit à vingt fois par minute.

Au moment où il comprime le thorax, un aide peut avec les deux mains comprimer le ventre. Ce procédé est plus sûr, mais il est fatigant.

Il peut se faire à deux, chacun prenant un coude.

Procédé de Laborde. — Moins fatigant. Il consiste à saisir la langue du malade, à l'aide d'un mouchoir, pour éviter le glissement, entre le pouce et l'index droits. Tenir la langue hors de la bouche et la rentrer de façon rythmée dix-huit ou vingt fois par minute.

Il y a intérêt à introduire un bouchon entre les dents du fond pour éviter la morsure de la langue quand le sujet reprendra ses sens. On peut combiner ce procédé avec celui de Sylvester, dans ce cas la langue est tirée au moment où les bras sont élevés.

Faire la respiration artificielle le plus longtemps possible ; on a pu réveiller des noyés au bout de deux heures de soins.

Dès que le malade a repris connaissance et vous a parlé, et alors seulement le faire boire. Ne pas lui permettre la station verticale, ni trop de mouvements. Le malade doit se reposer au moins toute la journée.

A la natation, il vous arrivera quelquefois d'observer des hommes dont la peau rougit : c'est un signe précurseur de la syncope. Les faire sortir immédiatement de l'eau et les exempter définitivement de baignade s'il y a récurrence.

2° **Accidents dûs à la chaleur.** — *Coup de soleil* : Rougeur de la peau suivie de desquamation, dûe à l'action directe des rayons du soleil. Se traite comme une brûlure.

Insolation. — Dûe à l'action des rayons chimiques de la lumière solaire sur le crâne, surtout dans les pays tropicaux. Action foudroyante, sinon mortelle.

Traitement. — Celui de la syncope. Mettre la tête haute, car il y a congestion cérébrale. Glace ou compresses froides sur la tête.

Coup de chaleur. — Qu'il ne faut pas confondre avec « insolation », car le coup de chaleur peut être observé avec une température extérieure de 24 à 25 degrés.

Cause : D'une part, chaleur des combustions intimes; d'autre part, causes empêchant la perte de cette chaleur, c'est-à-dire humidité de l'air empêchant l'évaporation de la sueur, air stagnant (chemins creux, rangs serrés). La température intérieure du corps peut ainsi atteindre 45° et plus, température incompatible avec la vie.

Causes prédisposantes : Manque d'entraînement (employés, convalescents, prisonniers).

Alcoolisme aigu ou chronique, alimentation insuffisante, privation de boissons, privation de repos et de sommeil, marches en plein travail digestif, fatigue, surmenage, c'est-à-dire toute cause mettant l'organisme en état de moindre résistance.

Vêtements mouillés ou imperméables.

Symptômes : L'homme a mal de tête, il manque tout à coup d'entrain, il titube, a des vertiges, des éblouissements, des sueurs profuses et tombe à terre, le visage rouge ou pâle. L'atteinte peut être plus grave, le malade tombe, sa respiration est haletante, sa face livide, son pouls affolé, il est dans le coma.

Dans l'atteinte très grave, l'homme tombe sidéré et meurt.

Traitement : a) Surveiller les hommes, leur causer, faire sortir des rangs les somnolents, ceux qui titubent et les allonger à l'ombre.

b) Les débarrasser de tout ce qui peut les gêner.

c) Asperger le visage d'eau froide, l'éventer.

d) Faire boire du café sucré.

Si le malade asphyxie : respiration artificielle, injection hypodermique d'éther.

Si l'atteinte est plus grave : saignée.

Traitement préventif : 1° Ne pas amener aux manœuvres les convalescents récents ou les soldats qui n'ont pas subi un entraînement suffisant.

2° Eviter les heures chaudes.

3° Eviter les fatigues inutiles (contre-marches, faux itinéraires).

4° Ne pas partir à jeun, ni l'estomac surchargé.

5° Approvisionner en eau potable les colonnes en cours de route : interdire l'alcool aux hommes.

Le meilleur préventif du coup de chaleur est le sucre (café ou thé bien sucré).

6° Eviter les bois ou chemins creux, les bas fonds, les hautes herbes ; ne pas y faire la halte horaire. Multiplier les haltes au besoin et ne pas oublier les prescriptions si sages de l'art. 250 du règlement sur les manœuvres d'infanterie visant les haltes durant les marches d'approche.

7° Pendant les haltes, ne pas s'étendre sur le sol surchauffé.

8° Ralentir la marche dès que les premiers coups de chaleur sont observés ; faire desserrer les rangs ; fractionner les colonnes ; faire déboutonner les manches, les cols (capotes et chemises).

9° Les coups de chaleur peuvent être observés à l'arrivée au cantonnement ou sous la tente. Engager les hommes à s'ablutionner d'eau fraîche.

10° Repos, sommeil et alimentation suffisante.

Interdire l'alcool.

« Qui veut aller loin, ménage sa monture » et la victoire sera au chef qui aura su ménager les forces de ses soldats, par la parfaite connaissance de la fatigue, de l'essoufflement, du coup de chaleur.

3° **Accidents dus au froid.** — Moins fréquents ; mêmes causes prédisposantes.

Accidents locaux : froidûres, engelûres, crevasses.

Traitement : glycérine, formol.

Accidents généraux : symptômes : fatigue, accablement, faiblesse musculaire, pâleur du visage, œil hagard, sommeil invincible, chute, asphyxie et convulsions.

Traitement : Eviter la transition brusque du froid à la chaleur.

Mettre le malade dans un endroit frais sur de la paille. Le frictionner avec de la neige, puis à sec, avec une flanelle. Le réchauffer petit à petit.

Une fois qu'il a repris connaissance : café très sucré ou alcool.

Traitement préventif : 1° Sélectionner les hommes.

2° Alimentation riche en graisses, en féculents, en sucre.

3° Vêtements serrés au cou et au poignets. Couvrir les oreilles.

4° Serrer les colonnes.

5° Aucun homme ne doit monter sur les voitures, ni rester en arrière ; « qui s'arrête s'endort, qui s'endort ne se réveille plus ».

6° Au bivouac, feux, ne pas trop s'en approcher. Eviter l'immobilisation prolongée.

Notions d'hygiène appliquée aux exercices

L'entraînement est soumis aux règles de l'hygiène : vous les connaissez déjà par ailleurs, et nous en avons vu certaines au cours de ces causeries. Ma tâche sera donc facilitée et j'envisagerai surtout la valeur de certains aliments dits d'épargne.

Au point de vue alimentation. — Vous êtes tous fermement convaincus que « quand on veut une armée, il faut commencer par s'occuper de son estomac » (Frédéric le Grand à ses généraux). Si les recettes sont inférieures aux dépenses, c'est la misère physiologique avec son bagage de surmenage, de maladies et... d'indiscipline.

« Ventre affamé n'a pas d'oreilles », même pour écouter les chefs. L'alimentation doit donc être saine, variée et suffisante. Elle doit être proportionnée à la somme d'efforts à fournir et souvenez-vous que les fatigues du début de l'instruction du soldat, qui sont le total des efforts physiques et psychiques, sont superposables à celles des grandes manœuvres.

Sachez aussi qu'un homme résiste avec la nourriture de la veille et qu'un entraînement qui contribue à faire cesser l'appétit et à augmenter la soif est trop rapide et doit être ralenti.

L'exercice ne doit jamais être pratiqué à jeun et, à différentes reprises, le ministre de la Guerre (général d'Hautpoul 1850, de Freycinet 1891, général André 1901), prescrivit de substituer une soupe chaude au café du matin. Bien que ces essais aient été combattus, nous pensons que l'estomac a besoin d'un aliment réparateur pendant les 17 heures qui séparent le repas du soir de celui du lendemain.

Certes, comme Harpagon « vous devez faire bonne chère avec peu d'argent » et pour fournir à vos soldats le minimum nécessaire de 3.200 calories, vous devez vous ingénieur, par vos connaissances pratiques, voire même culinaires, à rechercher les moyens de leur faire absorber cette ration : si cette dernière est peu appétissante, mal préparée ou malpropre, elle aura beau satisfaire « aux exigences de la chimie » elle évoluera vers le tonneau d'eaux grasses. Une viande peu appétissante ou de médiocre qualité est une « viande creuse » si elle n'est pas viande toxique.

Mais je m'arrête, car vous connaissez votre lourde responsabilité et vous êtes convaincu que vous ne devez laisser en aucun cas le cuisinier ou le caporal d'ordinaire seuls arbitres de la partie capitale de l'hygiène du soldat.

Au point de vue de l'habillement. — Le vêtement du gymnaste doit être simple, léger, non serré, suffisamment souple pour ne pas gêner les mouvements, sans parties flottantes qui risquent de s'accrocher aux appareils.

La tenue la plus pratique est :

Jersey en laine ;

Pantalon de treillis ;

Espadrilles. Coiffure *ad libitum*.

Il faut interdire la ceinture rigide et serrée (loi du relâchement des muscles). Tout au plus pouvons-nous excuser, afin de ne pas offenser la pudeur, une ceinture élastique très souple maintenant à sa place normale le pantalon.

Le vêtement thoracique doit être en laine (jersey ou chemise de flanelle), car la laine absorbe la sueur et la fait évaporer lentement, ce qui évite les refroidissements. La toile au contraire permet l'évaporation rapide et brusque de la sueur.

Voilà pourquoi en Algérie ou dans les pays chauds il y a intérêt à porter la flanelle, même l'été.

Au point de vue du local. — Rappelez-vous que l'exercice, pour être hygiénique, demande le grand air oxygéné et aseptique, même en plein hiver, d'autant plus qu'il active considérablement les fonctions respiratoires (poumons et peau). Condamnez donc la gymnastique en chambre. L'air est vicié rapidement dans un gymnase fermé. « Un homme qui travaille vicie l'air comme quatre et a besoin de respirer comme sept. » Si le temps est trop mauvais, l'exercice doit être pratiqué dans des locaux avec fenêtres ouvertes ou mieux dans des hangars ouverts, mais à l'abri des courants d'air.

Le sol de ces hangars ou locaux doit être sans poussières et il y a intérêt hygiénique à le plancheier, ou à le bitumer et à le mouiller (faubert humide) avant l'exercice. Des théories devront être faites aux hommes pour leur montrer les dangers de cracher ailleurs que dans les crachoirs.

Recherche d'un aliment d'énergie (dynamogène). Valeur du sucre

On a recherché de tout temps à fournir aux troupes un aliment de force (dynamogène) pouvant être employé sans danger, rapidement assimilable et diffusible se présentant sous le plus petit volume avec le minimum de poids et d'un prix modéré.

Cherchons-le ensemble.

Alcool. — L'usage constant de l'alcool conduit à la dégénérescence surtout graisseuse des organes et à l'intoxication du système nerveux. L'alcool est

dangereux pour l'individu et pour sa descendance. C'est un poison du muscle, du cerveau, et il est le meilleur fournisseur des cimetières et des asiles d'aliénés : « Il tue et déshonore ». C'est un mauvais et dangereux aliment, et il doit être interdit dans un entraînement. Tout au plus est-il utile dans l'assaut désespéré, parce que rapidement diffusible, pour faire bondir l'organisme fatigué, comme le coup d'éperon fait bondir le cheval. Mais n'oubliez pas qu'il diminue comme la résistance.

Café. — Contenant un alcaloïde, la caféine, qui agit sur le bulbe et fait disparaître l'essoufflement (MM. Lapicque et Parisot, Stewart).

A dose modérée, c'est un stimulant, un tonique du cœur et un excitant nerveux.

Il semble permettre, pour une même alimentation, de produire plus de travail avec moins de lassitude, il active l'énergie des muscles tout en activant la circulation, c'est-à-dire le balayage des déchets, d'où diminution de la fatigue. Son excitation peut remplacer, en quelque sorte, celle de l'alcool et c'est le meilleur antialcoolique (M. Armand Gauthier).

Mais ce n'est pas un aliment et son abus est dangereux, car à doses plus fortes, il déprime les centres nerveux et les muscles.

Le café du troupier, léger et par conséquent peu nocif, est une boisson hygiénique parce qu'elle est préparée avec de l'eau bouillie, c'est-à-dire stérilisée, stimulante, parce que chaude, et constitue le plus agréable véhicule du sucre.

Thé. — Contenant de la caféine. Il possède sensiblement les mêmes propriétés que le café. A doses modérées, il excite la digestion et active l'excrétion des urines, il est tonique du cœur et des muscles et excite le travail cérébral.

Mais ce n'est pas un aliment et son abus est nuisible, car les doses fortes et répétées troublent la digestion, fatiguent l'estomac, provoquent un nervosisme spécial et amènent rapidement à la vieillesse. Les Anglais et les Chinois sont sujets à la gravelle (M. A. Gautier).

Chocolat (consERVE de cacao). — C'est un aliment légèrement excitant du système nerveux, riche en matériaux azotés et ternaires (sucre), parfumé, donnant un certain bien-être au moment de la fatigue. C'est de plus un condiment agréable du pain. Mais c'est un aliment cher.

Kola, Guarama, Maté, Coca. — Contenant plus ou moins de caféine, ils aident à supporter la fatigue et la faim, mais ils ne sont pas à conseiller parce qu'ils usent l'organisme. Méfiez-vous des aliments dits d'épargne ou d'énergie qui fourmillent à la quatrième page des journaux et promettent des merveilles,

dans les circonstances mêmes pénibles de la vie, à base de ces substances, ou des liqueurs dites « *sportives* » qui peuvent donner l'illusion de force, mais au détriment du système nerveux. Ils sont dangereux.

De même le formiate de soude ne doit être prescrit que dans les cas pathologiques et par le médecin seulement.

Sucre. — Le meilleur et le plus sûr aliment d'énergie est le sucre, qui est facilement et immédiatement assimilable et qui répond aux conditions stipulées plus haut, d'autant plus qu'il est moins cher depuis la convention internationale de Bruxelles en vigueur depuis le 1^{er} septembre 1903.

Il a fallu les expérimentations physiologiques pour renverser les préjugés du danger du sucre pour les dents des enfants et l'estomac des adultes. Il a fallu les beaux travaux de Mosso et Paoletti à Gênes, de Voit et Pettenkoffer à Munich, de Claude Bernard et de Chauveau à Paris, pour démontrer que le sucre était le « charbon du muscle ».

« Poison, disaient les anciens. Ambroisie disent les modernes ».

« Pas de glycose, pas de travail dans les muscles, pas de chaleur animale » voilà le secret de la machine humaine. Les albuminoïdes se transforment en sucre quand ils servent au travail des muscles (Chauveau). Bouchard a démontré que les graisses constituaient une véritable réserve de l'organisme en sucre.

Des expériences nombreuses ont été faites dans l'armée allemande, dans l'armée française ainsi que sur les animaux de trait (compagnie des petites voitures et des tramways à Paris).

Les conclusions des expériences des médecins militaires français et notamment du médecin-major Drouineau, du médecin aide-major Ragot ont été les suivantes :

1^o Le sucre est rapidement assimilable.

2^o Il accroît le travail quotidien (de 26 à 27 0/0).

3^o Il augmente la résistance à la fatigue et convient aux heures de défaillance pour relever le potentiel musculaire et nerveux.

4^o A la fin d'une marche, les soldats qui avaient absorbé de 50 à 100 grammes de sucre avaient le pouls moins précipité et le nombre des respirations diminué.

5^o Nous avons vu l'utilité du sucre, pour remonter l'organisme accablé par la grande chaleur et prévenir même le coup de chaleur.

6^o Il peut suppléer momentanément à l'absence d'autres aliments et donne un excellent charbon à la machine. Certaines compagnies japonaises qui ne purent être ravitaillées qu'en sucre, restèrent pendant près de 40 heures par un froid de 10 degrés, en présence des Russes à la bataille de Moukden.

Le docteur Casarini de l'armée italienne, à la suite d'expérience d'ergographie a conclu que le sucre augmentait la résistance des muscles à la fatigue et que l'augmentation de l'énergie musculaire, était plus accentuée pour le membre inférieur que pour le membre supérieur.

Quelle dose employer ? Notre ration de campagne est restreinte à 34 gr. par homme et par jour. Les Japonnais en reçoivent 40 gr., les Allemands 50 gr. et les anglais, lors de la campagne d'Egypte, en reçurent 64 gr. La ration anglaise nous paraît la meilleure. Comment l'employer ? Le meilleur véhicule est le café chaud. Si la marche est fatigante, il y a intérêt à donner la ration de 60 gr. à doses espacées de 20 gr., de façon à ce qu'elle soit absorbée avant les deux tiers de la marche.

Dangers possibles. — Le médecin aide-major Boigey a combattu l'usage du sucre, qui amènerait chez les soldats des troubles dyspeptiques et favoriserait le diabète. Ces inconvénients sont réels, si l'individu est sédentaire, mais ne sont nullement à craindre s'il brûle immédiatement son excédent de sucre.

Table alphabétique des Matières

A

Avant-Propos, 3.

Accidents. De marche, 159 ; dûs à la chaleur, 165 ; dûs au froid, 167.

Analyse des attitudes et des mouvements. Règles générales, 106 ; exemple d'—, 110, 111, 116, 119, 120, 121, 137.

Articulations — au point de vue mécanique, 16 ; adaptation au mouvement des—, 28 ; effets de l'entraînement sur les —, 103.

Aviron, 139.

B

Bassin. Importance physiologique du—, 83 ; fixation du—, pour les mouvements du tronc ou des membres inférieurs, 83.

Brûlures. Traitement des —, 159.

C

Circulation. Action du mouvement sur la—, 33 ; effets de l'essoufflement sur le cœur, 61 ; effets nuisibles de l'effort thoracique abdominal sur la—, 64 ; effets et résultats durables de l'entraînement sur la—, 99.

Classification des exercices. Modes d'emploi et indications, 141.

Colonne vertébrale. Importance physiologique de la —, 76 ; courbures anormales de la —, 77 ; conséquences des attitudes vicieuses de la—, 79 ; moyens de rectifier les courbures exagérées de la —, 79.

Contusions, 155.

Coordination motrice, 39.

Corps étrangers. Précautions à prendre, 158.

Course. Analyse de la—, 132 ; règles d'économie dans la —, 133 ; — d'entraînement, 133 ; — de vitesse, 135 ; — de résistance, 134.

Culture physique. Nécessité de la —, 69 ; divisions de la —, 72.

Cyclisme, 139.

D

Digestion. Effets utiles et nuisibles de l'entraînement sur la —, 99.

E

Economie dans les exercices [d'application (règles d')], 123 ; dans la marche, 124 ; dans la course, 133.

Effort thoraco-abdominal. Mécanisme de l'—, 63 ; effets nuisibles de l'—, 64 ; moyens d'éviter les effets nuisibles de l'—, 64.

Energie. Principe de la conservation de l'—, 24.

Entorse. Traitement de l'—, 161.

Entraînement. Définition de l'— rationnel, 91 ; règles de l'— rationnel, 94 ; à la marche, 130 ; aux sauts, 135. Résultats de l'entraînement sur la respiration, 97 ; sur la circulation 99 ; sur la nutrition, 99 ; sur le squelette, 101 ; sur les muscles, 102 ; sur les articulations, 103 ; sur la peau, 104.

Entraînement des soldats du service auxiliaire, 104.

Équilibres. Exercices d', 41.

Essoufflement. Symptômes de l' —, 59 ; cause déterminante de l' —, 60 ; causes adjuvantes de l' —, 61 ; effets de l' — sur le cœur, 61 ; causes retardant l' —, 62.

Exercices. De force, 143 ; de vitesse, 143 ; de fond, 144 ; à effets locaux, 142 ; à effets généraux, 142.

Exercices respiratoires, 86.

F

Fatigue, 50 ; — musculaire, 51 ; causes de la fatigue locale, 53 ; fatigue nerveuse, 54 ; causes augmentant la fatigue, 56 ; causes diminuant la fatigue, 57 ; la fatigue et la peur, 57 ; critérium de la fatigue, 58 ; réparation de la fatigue, 59.

Fixation des omoplates en arrière, 81.

Fractures. Traitement des, 161.

G

Grimper, 137.

Gymnastique. De plancher, 108 ; aux agrès de suspension, 108, 113 ; méthode suédoise de gymnastique, 114.

H

Hémorragies. Caractères des —, 157 ; traitement des —, 158.

Hérédité, 11.

Hygiène appliquée aux exercices. Notions d' —, 168.

I

Importance physiologique et gymnastique des différentes parties du corps humain, 73.

Inaction. Effets de l'inaction sur le squelette, 27 ; effets de l'inaction sur les articulations, 28 ; effets de l'inaction sur les muscles, 28 ; dangers de l'inaction (étude synthétique), 67.

Indications des exercices physiques. Suivant les pays et les races, 146 ; suivant les constitutions et les tempéraments, 146 ; suivant les sexes, 147 ; suivant les professions, 147 ; suivant la physiologie de chaque âge, 148.

M

Marche. Définition de la —, 124 ; analyse de la —, 126 ; règles d'économie dans la —, 127 ; variétés de —, 129 ; entraînement à la —, 130.

Massage. Notions élémentaires de, 163.

Mécanique animale, 13 ; leviers osseux, 13 ; lois des leviers, 15 ; articulations, 16 ; muscles, 16 ; lois générales de la mécanique, 21 ; lois spéciales de la mécanique animale, 23 ; statique et dynamique musculaires, 22.

Membres inférieurs au point de vue de leur importance physiologique, 83.

Membres supérieurs au point de vue de leur importance physiologique, 82.

Mensurations. Du périmètre thoracique, 97 ; des diamètres thoraciques, 97 ; de l'ampliation thoracique, 97 ; spirométriques, 98 ; de la taille (toise), 102 ; du poids, 103 ; des périmètres musculaires, 103 ; de la force musculaire (dynamomètre), 103.

Méthode graphique, 123.

Mise en train dans la leçon de gymnastique, 26.

Mouvement. Transmission du —, aux pièces du squelette, 17 ; adaptation de l'organisme au —, 26 ; adaptation au mouvement des os, 27 ; des articulations, 28 ; des muscles, 28 ; de la respiration, 32 ; de la circulation, 33 ; du système nerveux, 36 ; de la nutrition, 34 ; muscles spéciaux nécessaires à la précision d'un —, 40 ; cadence du rythme des —, 30, 42.

Muscles. Antagonisme musculaire, 21 ; élasticité et tonicité des —, 18 ; relâchement musculaire, 18 ; contraction musculaire, 18 ; contraction balistique, 19 ; contractions statiques, dynamiques, 19 ; synergie musculaire 20 ; chaleur et travail musculaire, 25 ; adaptation des —, au mouvement, 28 ; influence de l'intensité de la contraction sur l'épaisseur des —, 29 ; influence de la durée de la contraction et de la forme du travail sur les —, 30, 31 ; — spéciaux nécessaires à la précision d'un mouvement, 40 ; les —, au point de vue de leur importance physiologique, 73 ; équilibre entre le développement des — et celui

des fonctions de nutrition (force musculaire et résistance), 73 ; contraction musculaire et pesanteur, 76 : — de la sangle abdominale, 80 ; effets utiles, nuisibles et résultats durables de l'entraînement sur les —, 102 ; accidents des —, 160.

N

Natation. 138.

Nutrition générale, 24 ; action du mouvement sur la —, 34 ; effets nuisibles, utiles et résultats de l'entraînement sur la —, 99.

P

Peau. Réaction de la — contre les refroidissements, 104.

Piqûres d'insectes et de vipères. 159.

Plaies. Traitement des, 156.

Position fondamentale. Principe de la, 20 ; analyse de la, 116 ; principe du respect de la, 117.

Principes gymnastiques. — du plus grand travail utile en g. éducative, 29 ; — du rythme et de la cadence des mouvements, 30, 42 ; — de la continuité et de la progressivité de l'éducation motrice, 43 ; — de l'alternance rationnelle du travail et du repos, 23, 26, 57.

— d'une gymnastique respiratoire. 84.

R

Résistance de l'organisme. 73.

Respiration. Action du mouvement sur la —, 32 ; nécessité d'une gymnastique respiratoire, 84 ; action de l'attention sur la —, 96 ; résultats durables de l'entraînement sur la —, 97 ; périmètres et ampliement thoraciques, 97 ; procédés de la — artificielle, 165.

Spirométrie, 98.

S

Sangle abdominale. Importance physiologique des muscles de la —, 80.

Saut. Etude du —, 134 ; Entraînement au —, 135 ; — en longueur, en hauteur, en profondeur, avec élan, 136.

Soins à donner aux blessés, 155.

Squelette. Leviers du —, 3 ; Variabilité du —, 27 ; effets nuisibles de l'entraînement sur le —, 101 ; effets utiles et résultats durables de l'entraînement rationnel sur le —, 102.

Sucré. Sa valeur comme aliment dynamogène, 171.

Surmenage. — chronique, 55 ; — aigu, 56.

Symétrie latérale. (loi anatomique), 73.

Syncope. Causes et traitement, 164.

Système nerveux. — et mouvement, 38 ; automatisme, 42 ; coordination motrice, 39 ; temps perdu et excitation latente, 45.

T

Transformisme, 9.

Tympan. Rupture du, 160.

Ouvrages et documents consultés

Archives de Médecine et de Pharmacie militaires.

Annexes du Règlement de Gymnastique de 1902.

D'ARSONVAL, GARIEL, CHAUVEAU et MAREY : *Traité de Physique biologique.*

Lieutenant-Colonel COSTE : *L'Éducation physique en France.*

DEMENY : *Les Bases scientifiques de l'éducation physique. — Mécanisme et éducation des mouvements.*

DEMENY, PHILIPPE et RACINE : *Cours supérieur d'éducation physique.*

Lieutenant FROMONT : *Expériences de Pneumographie faites à l'École de Joinville.*

GILBERT et CARNOT : *Bibliothèque thérapeutique : Physiothérapie.*

HÉDON : *Précis de Physiologie.*

D^r KAISIN : *Essai critique de la Gymnastique suédoise.*

D^r Fernand LAGRANGE : *Physiologie des exercices du corps. — L'Hygiène de l'exercice chez les enfants et les jeunes gens. — De l'Exercice chez les adultes. — La Médication par l'exercice.*

Médecin principal LAUZA : *Cours d'Hygiène et de Physiologie de l'École militaire de Saint-Maixent.*

LÉFÉBURE : *L'Éducation physique en Suède.*

MANOUVRIER : *Le Classement des hommes et la Marche de l'Infanterie.*

MAREY : *La Machine animale.*

D^r DE MARNEFFE : *Cours de l'École normale de Gymnastique de Bruxelles.*

Lieutenant-Colonel DE MAUD'HUY : *Cours de tactique de l'École supérieure de Guerre (1906).*

MOSSO : *La Fatigue intellectuelle et physique. — Les exercices physiques et le développement intellectuel.*

Lieutenant PRÉVEL : *Rapport sur le Peloton spécial d'Éducation physique (hommes du service auxiliaire) de l'École de Joinville (1908).*

D^r Paul RICHER : *Anatomie artistique.*

D^{rs} ROUGET et DOPTER : *Hygiène militaire.*

D^r Philippe TISSIÉ : *La Fatigue et l'entraînement physiques. — Précis de Gymnastique rationnelle de plein pied et à mains libres.*

UNIVERSITÉ
de Lille
Bibliothèque



004031



