

moelle. Nous citerons bientôt les faits sur lesquels nous nous fondons pour indiquer ces parties comme ayant une influence remarquable sur la contraction musculaire.

Nerfs du mouvement.

Nerfs du mouvement.

Long-temps les anatomistes ont cherché à distinguer les nerfs qui servent à la sensibilité, de ceux qui sont plus spécialement destinés aux mouvements; ils s'attachaient avec d'autant plus de zèle à cette recherche, que tous les jours des maladies isolent les deux phénomènes. Nous voyons fréquemment en effet une partie perdre sa sensibilité, et conserver son mouvement, ou réciproquement perdre son mouvement, et conserver sa sensibilité. J'ai été assez heureux pour établir cette distinction par l'expérience, et il est généralement connu aujourd'hui, depuis mon travail, que les racines antérieures des nerfs spinaux sont les nerfs qui appartiennent essentiellement au mouvement de toutes les parties du tronc et des membres.

Quant à la face, il résulte d'une très-belle expérience de M. Charles Bell, que le nerf de la septième paire est particulièrement l'organe qui sert aux mouvements des paupières, des joues, des lèvres. L'expérience a appris aussi que le nerf hypoglosse et le glosso-pharyngien sont plus particulièrement destinés aux mouvements de la langue,

que la portion musculaire de la cinquième paire dirige ceux des mâchoires, et que les troisième, quatrième et sixième paires, concourent plus spécialement au mouvement de l'iris et du globe de l'œil. Nous reviendrons sur ces nouveaux faits à l'article des mouvements partiels. J'ai donné ailleurs la preuve expérimentale que la huitième paire dirige les mouvements de la glotte, comme on le verra à l'article *Voix*.

MM. Prévot et Dumas se sont occupés récemment de la structure des nerfs qui se rendent aux muscles, et de la manière dont ils se comportent lorsqu'ils sont parvenus au milieu des fibres musculaires. Un grand nombre d'observations faites au microscope sur les nerfs du lapin, du cochon-d'Inde, de la grenouille, leur ont appris : 1^o qu'avec un grossissement de 10 à 15 fois le diamètre, les nerfs présentent à leur surface des bandes alternativement blanches et obscures, qui simulent d'une manière frappante les contours d'une spirale serrée qui serait placée sous l'enveloppe celluleuse. Mais cette apparence est illusoire, elle dépend simplement d'un petit plissement de l'enveloppe qui perd sa transparence dans certain point, et la conserve dans d'autres. Et la preuve, c'est qu'en tirant légèrement sur le filet nerveux placé sous la lentille, tout disparaît.

Structure des nerfs.

Lorsqu'on prend un nerf, et qu'après l'avoir divisé longitudinalement on l'étale sous l'eau, on voit

Chaque fibre musculaire est attachée par ses deux extrémités à des prolongements fibreux (*tendons, aponévroses*), qui sont les conducteurs de la force développée quand elle se contracte.

La contraction musculaire, telle qu'elle a lieu dans l'état ordinaire de la vie, suppose l'exercice libre et facile du cerveau, des nerfs qui aboutissent aux muscles, et enfin des muscles eux-mêmes. Chacun de ces organes doit recevoir du sang artériel, et le sang veineux ne doit pas avoir séjourné trop long-temps dans son tissu. Si l'une de ces conditions manque, la contraction musculaire est impossible, pervertie ou très-affaiblie.

Phénomènes de la contraction musculaire.

Phénomènes
de la
contraction
musculaire.

Examinées avec un grossissement très-faible, les fibres musculaires qui forment un muscle sont parallèles et droites si le muscle est en repos, mais très-disposées à changer de position. Si par une cause quelconque le muscle vient à se contracter, aussitôt il apparaît dans les fibres musculaires un phénomène des plus remarquables, et qui n'avait été que vaguement entrevu avant les recherches de MM. Prévot et Dumas. Tout à coup les fibres se *fléchissent en zigzag* et présentent en un instant un grand nombre d'ondulations anguleuses et régulièrement opposées. Si la cause qui avait amené la contraction vient à cesser, le parallélisme des fibres

se reproduit avec la même promptitude qu'il avait cessé.

En répétant cette expérience, on ne tarde pas à reconnaître que les flexions de chaque fibre ont lieu dans certains points déterminés, et jamais ailleurs. Les plus fortes contractions ne vont point jusqu'à donner des angles qui soient de cinquante degrés ou au-dessous. Un fait fort digne d'intérêt, et qui a été observé par MM. Prévot et Dumas, c'est que les filets nerveux qui traversent les fibres musculaires passent justement par les points où se produisent les angles de flexion, et dans une direction perpendiculaire aux fibres.

Les mêmes auteurs ont constaté, par les observations les plus précises, que la fibre musculaire contractée, c'est-à-dire anguleuse, n'est pas raccourcie, et qu'ainsi dans la contraction, les extrémités de la fibre se rapprochent, mais que la fibre elle-même n'a rien perdu de sa longueur; ils sont parvenus à ce résultat, soit en mesurant directement la fibre contractée, soit en calculant les angles produits.

Long-temps il a été incertain si le muscle considéré en masse, et qui se contracte, augmentait ou diminuait de volume; Borelli soutenait qu'il y avait augmentation; Glisson soutenait le contraire, et s'appuyait d'une expérience: il faisait plonger dans un baquet rempli d'eau le bras d'un homme, et croyait apercevoir un abaissement du niveau du

Phénomènes
de la
contraction
musculaire.

Les muscles
ne changent
pas de volume
en se
contractant.

liquide au moment où il recommandait à l'homme de contracter ses muscles. Cette expérience, répétée avec plus de précautions par M. Carlisle, a donné un effet opposé; mais on a senti que le mode d'expérimenter était loin de présenter la précision nécessaire, puisqu'on n'y tient pas compte des changements qui doivent survenir, soit dans la peau, soit dans le tissu cellulaire.

Expérience
de Barzoletti.

M. Barzoletti a fait l'expérience d'une manière qui ne laisse rien à désirer : il suspend dans un flacon la moitié postérieure d'une grenouille, remplit celui-ci d'eau, et le ferme avec un bouchon traversé par un tube étroit et gradué; il fait alors contracter le muscle au moyen du galvanisme, mais dans aucun cas il n'a vu le niveau du liquide changer dans le tube. Il est donc bien positif que le volume des muscles ne change pas par l'effet de leur contraction.

Phénomènes
de la
contraction
d'un muscle.

Quand un muscle se contracte, il se raccourcit, se durcit plus ou moins brusquement, et sans qu'il y ait aucune oscillation ni hésitation préparatoire; il acquiert tout à coup une élasticité telle, qu'il devient susceptible de vibrer et de produire des sons. La couleur du muscle ne paraît pas changer dans le moment où il est contracté; mais il a une certaine tendance à se déplacer, à laquelle résistent les aponévroses.

Tous les phénomènes sensibles de la contraction musculaire se passent dans les muscles; mais il

n'en est pas moins certain qu'ils ne peuvent se développer qu'autant que le cerveau et les nerfs y prennent part.

Comprimez le cerveau d'un animal ou d'un homme : aussitôt il perd la faculté de faire contracter ses muscles; coupez les nerfs qui se distribuent à un membre, il est à jamais paralysé.

Influence du
cerveau et des
nerfs sur la
contraction.

Quels changements arrivent dans le tissu musculaire durant l'état de contraction? On l'ignore complètement; et, sous ce rapport, la contraction musculaire ne se sépare point des actions vitales, dont on ne peut donner aucune explication.

Ce n'est pas qu'on n'ait plusieurs fois tenté d'expliquer non-seulement l'action des muscles, mais aussi celle des nerfs, et même du cerveau dans la contraction musculaire : aucune des hypothèses proposées ne peut être encore adoptée (1).

Au lieu de nous arrêter à de semblables spéculations, toujours faciles à inventer et à réfuter, et qui doivent enfin être bannies de la physiologie, il faut étudier dans la contraction musculaire, 1° l'intensité de la contraction, 2° sa durée, 3° sa vitesse, 4° son étendue.

(1) Je n'excepte même pas celle où le fluide électrique est considéré comme ayant une certaine influence sur le phénomène; il résulte d'expériences aussi précises qu'ingénieuses de M. Person, qu'aucune trace d'électricité ne se développe durant la contraction musculaire.

Intensité
des
contractions.

L'intensité de la contraction musculaire, c'est-à-dire le degré de force avec lequel les fibres se raccourcissent, est réglée par l'action du cerveau ; elle est en général soumise à la volonté, dans des limites variables pour chaque individu. Une organisation particulière des muscles favorise l'intensité des contractions : ce sont des fibres volumineuses, fermes, rouge foncé, présentant des stries transversales. A puissance de volonté égale, elles produiront des effets bien plus forts que des muscles dont les fibres sont fines, lisses et décolorées. Cependant, si avec de semblables fibres se trouve jointe une influence cérébrale très-forte, ou une grande puissance de volonté, la contraction pourra acquérir une intensité remarquable : en sorte que l'influence cérébrale d'une part, et la disposition du tissu musculaire de l'autre, sont les deux éléments de l'intensité de la contraction musculaire.

Il est rare qu'une action cérébrale très-énergique soit réunie chez le même individu avec la disposition des fibres musculaires favorable à l'intensité des contractions ; presque toujours ces deux éléments sont en sens inverse. Quand ils sont réunis, des effets étonnants sont produits. Cette réunion existait probablement chez les athlètes célèbres de l'antiquité, comme elle se fait remarquer de nos jours chez certains bateleurs.

Par la seule influence de l'action du cerveau, la force musculaire peut être portée à un degré ex-

traordinaire ; qui ne connaît la force d'un homme en colère, celle des maniaques, celles des personnes qui éprouvent des convulsions, etc.

La durée de la contraction est soumise à la volonté : il ne faut pas cependant qu'elle se prolonge au-delà d'un temps variable selon les individus, car alors on éprouve un sentiment de lassitude d'abord peu marqué, qui va ensuite en croissant jusqu'au point où le muscle refuse de se contracter. La promptitude avec laquelle se développe ce sentiment pénible est en raison de l'intensité de la contraction et de la faiblesse de l'individu.

Pour éviter à cet inconvénient, les divers mouvements du corps sont calculés de manière que les muscles agissent successivement, la contraction de chacun ne durant pas long-temps : ainsi s'explique pourquoi nous ne pouvons rester long-temps dans la même position ; pourquoi une attitude qui nécessite la contraction forte et soutenue d'un petit nombre de muscles ne peut être conservée que peu d'instant.

Le sentiment de fatigue qui suit la contraction musculaire se dissipe par l'inaction, et, au bout de quelque temps, les muscles récupèrent la faculté de se contracter avec une énergie nouvelle.

Jusqu'à un certain degré, la vitesse des contractions est soumise à l'influence cérébrale : on en a la preuve dans la manière dont nous exerçons nos mouvements ordinaires ; mais, passé ce degré, la

Durée de la
contraction.

Nécessité du
repos.

Vitesse des
contractions.

vitesse des contractions dépend évidemment de l'habitude. Voyez quelle différence existe, sous le rapport de la rapidité des mouvements, entre un écolier qui met sa main pour la première fois sur le clavier d'un piano, et ce même écolier lorsqu'il aura quelques années d'exercice.

On observe des différences individuelles très-prononcées par rapport à la vitesse des contractions, soit pour les mouvements ordinaires, soit pour ceux qui nécessitent un exercice approprié.

Étendue
des
contractions.

Quant à l'étendue des contractions, la volonté la dirige, mais elle doit nécessairement varier avec la longueur des fibres, car des fibres longues ont une étendue de contraction plus considérable que des fibres plus courtes.

D'après ce qui précède, nous voyons qu'en général la volonté a une grande influence sur la contraction des muscles; cependant elle n'y est pas indispensable: dans une foule de circonstances, les mouvements s'exécutent non-seulement sans sa participation, mais aussi malgré elle; on en trouve des exemples remarquables dans les effets de l'habitude, des passions, et des maladies.

Ne confondons point la contraction musculaire, telle que nous venons de la décrire, avec les modifications qu'elle éprouve dans les maladies, telles que les convulsions, les spasmes, le tétanos, les blessures du cerveau, etc.; gardons-nous de même de confondre la contraction qui nous occupe, avec

les palpitements fibrillaires que présentent les muscles quelque temps après la mort. Sans doute ces phénomènes sont curieux à étudier, mais certes ils ne méritaient pas l'importance qu'y ont attachée Haller et ses disciples, et surtout il ne fallait pas les réunir, sous le nom d'*irritabilité* avec les autres modes de contraction qui se voient dans l'économie animale, et particulièrement avec la contraction musculaire.

Modifications de la contraction musculaire par l'âge.

C'est seulement au commencement du second mois, que l'on peut distinguer les muscles de la masse gélatiniforme qui constitue l'embryon; encore à cette époque ne présentent-ils presque aucun des caractères qu'ils ont chez l'adulte. Ils sont d'un gris pâle, légèrement rosé; ils ne reçoivent qu'une petite quantité de sang relativement à celle qu'ils recevront plus tard. Ils croissent et se développent par les progrès de la grossesse; mais ce développement est peu marqué, au point qu'à la naissance ils sont grêles et peu prononcés; exceptons-en cependant ceux qui doivent concourir à la digestion et à la respiration, qui devaient avoir, et qui ont en effet pris un accroissement beaucoup plus marqué.

Muscles chez
l'embryon
et l'enfant.

Pendant l'enfance et la jeunesse la nutrition des muscles s'accélère, mais ils croissent particulièrement en longueur: aussi, chez l'enfant et le jeune

Muscles chez
l'adolescent
et l'adulte.

homme, les formes sont-elles arrondies, sveltes, agréables : elles sont à peu près semblables chez les jeunes filles. Quand arrive l'âge adulte, les formes changent de nouveau : les muscles croissent en épaisseur, ils se prononcent fortement sous la peau, augmentent beaucoup de volume ; les intervalles qui les séparent n'étant plus remplis par la graisse, il en résulte des saillies et des enfoncements qui donnent au corps un aspect tout différent de celui de l'adolescent. A cet âge, le tissu du muscle prend plus de consistance ; sa couleur rouge se fonce, sa nature chimique même se modifie : car une expérience journalière apprend que le bouillon fait avec la chair de jeunes animaux est d'une saveur, d'une couleur et d'une consistance tout autres que celui qui a été fait avec la chair d'animaux adultes. Il paraît que les muscles de ces derniers contiennent plus de fibrine, d'osmazôme et de partie colorante du sang, par conséquent plus de fer.

Muscles
du vieillard.

La nutrition des muscles décroît sensiblement dans la vieillesse. Ces organes diminuent en volume, pâlissent, deviennent flasques et vacillants, surtout aux membres ; la contractilité du tissu est affaiblie, la fibre est devenue coriace et difficile à déchirer : aussi la préparation de la chaire musculaire est-elle bien différente dans nos cuisines, si l'animal est jeune, ou s'il est déjà vieux.

La contraction musculaire subit à peu près les mêmes phases que la nutrition des muscles. Faible

et à peine marquée chez le fœtus, elle augmente d'activité à la naissance, s'accroît rapidement dans l'enfance et la jeunesse, acquiert son plus haut degré de perfection dans l'âge adulte, et finit par se perdre presque entièrement chez le vieillard décrépit.

DE LA VOIX.

On entend par *voix* le son qui est produit dans le larynx au moment où l'air traverse cet organe, soit pour entrer dans la trachée-artère, soit pour en sortir.

De la voix.

Pour l'intelligence du mécanisme par lequel la voix est produite et modifiée, il est nécessaire que nous disions quelques mots de la manière dont le son se produit, se propage et se modifie dans les instruments à vent, principalement sur ceux qui ont le plus d'analogie avec l'organe de la voix.

En général, un instrument à vent est formé d'un tuyau droit ou courbe, dans lequel l'air est mis en vibration par des procédés variables.

Instrument à
vent.

Les instruments à vent sont de deux sortes : les uns, nommés *à bouche* ; et les autres, *à anche*.

Dans les instruments à bouche (cor, trompette, trombone, flageolet, flûte, tuyau d'orgue en flûte), c'est la colonne d'air contenue dans le tuyau qui est le corps sonore. Pour qu'elle produise des sons, il faut y exciter des vibrations. Les moyens qu'on

Instruments à
bouche.

qu'il est composé d'un grand nombre de petits filaments parallèles, égaux en grosseur. Ces filaments sont plats et composés de quatre fibres élémentaires, disposées à peu près sur le même plan. Ces fibres sont elles-mêmes composées d'une série de globules. (*Voyez la planche, tom. III, de mon Journal de Physiologie*), MM. Prévot et Dumas trouvent qu'il peut y avoir jusqu'à 16,000 de ces fibres dans un nerf cylindrique d'un millimètre de diamètre, tel que le crural d'une grenouille, par exemple.

Des muscles.

On donne le nom de *système musculaire* à l'ensemble des muscles.

Muscles.

La forme, la disposition, etc., des muscles, varient à l'infini. Un muscle est formé par la réunion d'un certain nombre de *faisceaux musculaires*, qui sont composés de faisceaux plus petits; ceux-ci résultent de faisceaux d'un moindre volume; enfin, de division en division on arrive à une fibre excessivement fine, qui ne peut plus être divisée, mais qui probablement pourrait l'être si nos sens et nos moyens de division étaient plus parfaits. Cette fibre, pour nous indivisible, est la *fibre musculaire*; elle est formée par une série de globules qui sont maintenus en lignes droites par une matière amorphe. Elle est plus ou moins longue, selon les muscles dont elle fait partie. Presque toujours droite, elle

Fibre musculaire.

ne se bifurque point, et ne se confond point avec les autres fibres de la même espèce; elle est enveloppée d'un tissu cellulaire extrêmement fin: molle et peu extensible, elle se déchire aisément sur le cadavre; elle présente, au contraire, sur le vivant une grande élasticité et une résistance étonnante, relativement à son volume; elle est essentiellement composée de fibrine et d'osmazôme, reçoit beaucoup de sang, et au moins un filament nerveux. Quelques anatomistes ont prétendu expliquer comment les vaisseaux et les nerfs se comportent quand ils sont arrivés dans le tissu des fibres musculaires, mais ils n'ont rien dit de satisfaisant à cet égard. Les recherches auxquelles on peut davantage se confier sur ce point sont celles qui ont été faites il y a peu de temps par MM. Prévot et Dumas; ces savants naturalistes ont suivi au microscope la distribution des fibres nerveuses, et ils assurent qu'elles ne se confondent ni ne s'épanouissent dans les muscles, mais qu'elles y forment une anse qui va d'un nerf à l'autre, de manière à remonter vers le cerveau après avoir traversé le muscle. Selon les mêmes auteurs, chaque filament nerveux aurait une extrémité à la partie antérieure de la moelle, descendrait vers un muscle, en faisant partie d'un tronc nerveux, puis traverserait une ou plusieurs fibres musculaires, et enfin irait gagner la partie postérieure de la moelle en remontant un tronc nerveux.

Terminaison des vaisseaux et des nerfs dans les muscles.