

Durée de la rigidité cadavérique. — La *durée* du phénomène varie également avec les circonstances extérieures, et suivant les muscles. Cette durée est plus longue pour les muscles les premiers envahis, par conséquent pour les muscles masticateurs. Comme d'ailleurs la rigidité cadavérique disparaît pour faire place à la putréfaction du tissu musculaire, on comprend que toutes les causes qui accélèrent l'apparition de cette dernière diminueront la durée de celle-là. Aussi en été, par les temps chauds et orageux, la rigidité, très-lente à apparaître, est-elle de courte durée.

Nature de la rigidité cadavérique. — La rigidité cadavérique est due à la coagulation de la myosine.

La coagulation de la myosine dans le muscle se fait spontanément comme celle de la fibrine du sang. La rigidité ne cesse que lorsque le muscle commence à se décomposer. Le muscle est acide pendant la rigidité, puis il devient alcalin (on peut rendre un muscle rigide en y injectant un acide, son alcalinisation fait disparaître cette rigidité). Pendant le travail musculaire, pendant les contractions énergiques, dans le surmenage, il se produit un acide dans le muscle, *acide sarcolactique*; aussi la rigidité se montre-t-elle rapidement et quelquefois trois minutes après la mort. C'est ce qu'on observe sur les animaux forcés à la chasse, et ce qui explique pourquoi des soldats surmenés ont été trouvés morts et rigides dans la position qu'ils affectaient au moment où ils avaient été frappés.

CHAPITRE TROISIÈME

DE LA CONTRACTION MUSCULAIRE

Des différents temps de la contraction musculaire. — Lorsqu'on irrite un muscle, celui-ci ne se contracte pas instantanément. Entre le moment où l'irritation commence et celui où l'irritabilité du muscle se réveille, il s'écoule un intervalle de

temps évalué par Helmholtz à $\frac{1}{60}$ de seconde. Cet intervalle est désigné sous le nom de *période d'excitation latente*.

Puis les fibres musculaires quittent leur forme allongée pour se raccourcir. Le maximum de ce raccourcissement est atteint au bout de $\frac{1}{6}$ de seconde environ, et dure un laps de temps très-court.

Après quoi les fibres musculaires mettent à peu près $\frac{1}{6}$ de seconde à revenir à leur longueur primitive.

On voit donc qu'une contraction musculaire comprend quatre temps : la période d'excitation latente, le passage de l'état de relâchement à l'état de raccourcissement maximum, l'état de raccourcissement maximum, et le retour à l'état de relâchement.

Représentation graphique de la contraction musculaire. Myographe. — Ces différents temps de la contraction musculaire peuvent être représentés graphiquement à l'aide d'un appareil enregistreur imaginé par Helmholtz et connu sous le nom de *myographion*. Cet instrument se compose essentiellement d'un cylindre vertical animé d'un mouvement uniforme, autour duquel s'enroule une feuille de papier. Un crayon fixé à l'une des extrémités du muscle dont on étudie la contraction vient tracer sur cette feuille de papier une ligne qui représentera les phases successives de la contraction musculaire. Quand, à l'aide d'une irritation brusque, on développe dans le muscle une contraction unique, autrement dit une *secousse* musculaire, le tracé obtenu comprend d'abord une ligne *horizontale* (période d'excitation latente), à laquelle fait suite une ligne *ascendante* (raccourcissement des fibres musculaires). Une nouvelle ligne horizontale ou *plateau* (période de raccourcissement maximum) relie la ligne ascendante à une ligne *descendante* (retour de la fibre musculaire à sa longueur primitive).

C'est là le tracé graphique obtenu lorsque les fibres musculaires, sous l'influence d'une irritation très-brusque, n'exécutent qu'une seule contraction ou secousse.

Mais lorsqu'un certain nombre d'irritations brusques se succèdent très-rapidement, il ne faudrait pas croire que le tracé graphique qu'on a obtenu se composera simplement d'une succession de tracés analogues à celui que nous venons de décrire. On remarque au contraire que la ligne de *descente* du quatrième temps est interrompue, après un court trajet, par la ligne ascendante correspondant à la contraction qui suit. Cela indique que les fibres musculaires se raccourcissent de nouveau avant d'être revenues à leur état de relâchement complet. Le tracé qu'on obtiendra sera

donc constitué par un certain nombre d'ondulations correspondant à autant d'irritations successives. De plus, l'amplitude de ces ondulations sera en raison inverse du nombre des irritations qui se seront succédé dans un temps déterminé.

Tétanos physiologique. — Lorsque les excitations qui se succèdent dans l'unité de temps, c'est-à-dire dans la seconde, sont au nombre de trente, les ondulations des graphiques disparaissent. Elles sont remplacées par une ligne droite horizontale qui correspond à la distance maxima dont le crayon enregistreur s'écarte de la ligne répondant à l'état de relâchement du muscle.

Ce tracé horizontal indique que les fibres musculaires sont dans un état de contraction continue, que leur raccourcissement se maintient à son summum. On a désigné cet état sous le nom de *tétanos physiologique*. Le *tétanos physiologique* se produit, par exemple, dans le biceps, lorsqu'on maintient l'avant-bras appliqué contre le bras. Il s'accompagne d'un bruit désigné sous le nom de *ton musculaire*, qu'il est facile de percevoir sur soi lorsqu'on fait contracter le masséter en serrant énergiquement les arcades dentaires l'une contre l'autre.

Mécanisme de la contraction musculaire. — La contraction du muscle consiste en un simple changement de forme, car il gagne en largeur ce qu'il perd en longueur. En effet, si l'on fait contracter un muscle dans une éprouvette pleine de liquide, le niveau du liquide ne change pas.

Comment se fait la contraction de la fibre ? — 1^o *Théorie des zigzags.* — Prévost et Dumas avaient cru observer que les fibres musculaires se raccourcissent en produisant des inflexions, des sinuosités en *zigzags*. Cette théorie n'est plus soutenable aujourd'hui. Il suffit d'étudier une fibre musculaire sur un animal vivant, araignée, etc., pour se convaincre que les sinuosités observées par Prévost et Dumas étaient dues à un vice de préparation.

2^o *Théorie des ondulations.* — Weber et Marey croient que le contenu des fibres musculaires est une substance de consistance demi-liquide, et que cette substance exécute pendant la contraction des ondulations se propageant de proche en proche, comme les ondes d'une nappe liquide. Le raccourcissement de la fibre serait produit par ces ondulations.

3^o *Théorie de la spirale.* — Rouget, de Montpellier, ayant constaté l'existence de fibres musculaires en spirale sur des animaux infé-

rieurs, crut que les fibres musculaires de l'homme avaient également la forme de spirales. Il comparait ces fibres en spirales à ces élastiques métalliques dont les tours de spire se rapprochent pendant le raccourcissement et s'écartent pendant l'allongement du ressort. Pour Rouget, les stries étaient dues à l'action de la lumière, qui produisait des reflets clairs sur la fibre et des reflets foncés sur les interstices. Pendant la contraction, la spirale se contractait à la manière d'un ressort. La découverte des stries d'Amici et de Hensen et des disques accessoires a ruiné la théorie de Rouget.

4^o *Théorie de la case musculaire, ou théorie de Krause.* — Dans cette théorie, on compare les *stries d'Amici* à des cloisons, et l'intervalle séparant deux stries d'Amici à une case musculaire. Dans cette case, le disque sombre serait considéré comme un corps solide en suspension au milieu d'un liquide représenté par la strie claire.

Pendant la contraction, des stries d'Amici se rapprocheraient, et le liquide de la strie claire fuirait sur les bords du disque sombre. Cette théorie expliquerait bien l'onde musculaire, malheureusement elle ne répond pas aux faits exactement observés.

5^o *Théorie de l'inversion.* — Pendant la contraction, toutes les stries diminuent d'étendue en longueur, tandis que la strie claire de Hensen augmente. Il y aurait donc tassement de certaines parties et allongement d'autres parties. Au microscope, ces changements se produisent de telle manière que les parties claires de la fibre prennent la place des fibres foncées, et *vice versa*. C'est pour cette raison qu'on donne à cette théorie le nom de *théorie de l'inversion*.

En somme, on ne sait pas d'une manière bien certaine comment se fait la contraction de la fibre musculaire.

Contraction des fibres lisses. — La contraction des fibres lisses diffère de celle des fibres striées en ce que la période d'*excitation latente* a une durée beaucoup plus longue, et en ce que les changements de forme de ces fibres s'accomplissent avec une extrême lenteur. — Nous avons déjà dit que la contraction des fibres lisses est soustraite à l'influence de la volonté. Par contre, leur irritabilité directe semble être plus prononcée que celle des fibres striées; c'est-à-dire que lorsque, par exemple, on applique directement les deux pôles d'une pile sur un muscle lisse, celui-ci se contractera plus facilement que si l'on électrisait ses nerfs moteurs. Le contraire a lieu pour les muscles striés. Disons enfin

que les muscles lisses conservent leur irritabilité après la mort beaucoup plus longtemps que les muscles striés.

Les muscles lisses se contractent sous l'influence de la lumière et de la température, aussi les a-t-on appelés *muscles thermosytaltiques*. La chair de poule, produite par la contraction des muscles de la peau soulevant les follicules pileux, est causée par le froid. La rétraction du scrotum, après un bain froid, est due au changement de température provoquant la contraction des fibres lisses du dartos.

M. Brown-Séguard assure que la lumière seule suffit à la contraction des fibres lisses (expérience sur une anguille dont on a détruit les nerfs). La lumière du soleil aurait la propriété de produire la rétraction de la pupille.

La composition chimique des muscles lisses est peu connue. Cependant Lehmann y a trouvé de la syntonine comme dans les muscles striés. Ils présentent la *rigidité cadavérique*, que Robin a parfaitement étudiée sur les cadavres des suppliciés. Robin a pu produire la chair de poule sur des suppliciés de trois à sept heures après la mort.

CHAPITRE QUATRIÈME

DES DIFFÉRENTES SORTES DE MOUVEMENTS

Les mouvements sont de deux sortes : les uns consistent dans un déplacement d'une portion du tronc, ce sont les *mouvements de locomotion*. Ces mouvements sont exécutés par des muscles striés. Ils sont, de plus, sous l'empire de la volonté, quoiqu'à un moment donné les contractions des muscles de l'appareil locomoteur puissent se produire automatiquement, en dehors de l'intervention de la volonté.

Puis il y a des mouvements essentiellement involontaires, qui ont pour siège les organes profonds, les viscères. Ces mouvements ne consistent pas dans une locomotion proprement dite, mais dans la distension ou le resserrement de cavités, telles que l'esto-

mac, la vessie, l'intestin, le cœur. Ces mouvements ont le plus souvent pour agents des muscles lisses. Mais on trouve également des organes contractiles, tels que le cœur, l'œsophage dans son tiers supérieur, qui, ne renfermant en fait de fibres musculaires que des fibres striées, exécutent des mouvements entièrement soustraits à l'empire de la volonté.

§ 1. — Mouvements des éléments microscopiques.

Outre ces mouvements visibles à l'œil nu, il en est d'autres que nous ne pouvons apercevoir qu'au microscope et qui sont indépendants du système nerveux. Tels sont premièrement les *mouvements amiboïdes* dont est animé le protoplasma des cellules vivantes, mouvements qui déterminent des changements de forme de la cellule. Ainsi, quand on examine au microscope du sang de grenouille, en empêchant l'évaporation de se faire, on voit naître à la périphérie des globules blancs des prolongements qui tantôt reviennent sur eux-mêmes, tantôt vont se fusionner avec des prolongements des globules voisins. Ces mouvements s'observent également sur le protoplasma des cellules embryonnaires, sur l'ovule non encore fécondé, sur les cellules conjonctives, en particulier sur celles qui sont riches en granulations pigmentaires, sur les cellules glandulaires du foie. Les mouvements amiboïdes sont d'ailleurs influencés par les irritations mécaniques, par les variations de température, par l'action de la lumière et de l'électricité. Ils ne peuvent, par exemple, se produire que quand la température du milieu ambiant se maintient dans de certaines limites, c'est-à-dire ne dépasse pas de 35 à 40° et ne descend pas au-dessous de 10 à 15°. Les courants électriques intenses, la plupart des agents chimiques, abolissent les mouvements amiboïdes.

Les granulations pigmentaires contenues dans certaines variétés d'entre elles, par exemple dans les cellules de la couche de Malpighi et dans celles de la choroïde, sont également douées de mouvements appréciables à l'examen microscopique. Ces granulations tournent sur elles-mêmes, en même temps qu'elles semblent se mouvoir autour d'un centre fictif. Ce mouvement, appelé *mouvement brownien*, a probablement lieu également dans les granulations d'autres cellules ; la coloration des granulations pigmentaires les rend plus apparents dans ces dernières.

Mouvements des cils vibratiles. — Une troisième catégorie de mouvements microscopiques et indépendants du système nerveux