

néral la cavité ne reprend pas tout à fait les dimensions qu'elle avait avant la stimulation, dans le cas où la membrane a été excitée. Mais n'importe, l'excitation peut être renouvelée et la dilatation des cellules observée de nouveau. En général les cellules ne réagissent plus après la seconde ou la troisième excitation. Si cependant on applique indirectement l'excitant, en le transmettant par les nerfs, on peut répéter très souvent l'expérience et observer toujours une rétraction complète des cellules. A cet effet il faut placer la membrane de la grenouille vivante sous le microscope et irriter le nerf sciatique (1).

Quand des cellules augmentent de volume, elles absorbent des liquides, puisqu'un accroissement de volume sans un accroissement de la masse est impossible. Quand les cellules diminuent d'autre part, ces liquides doivent en être expulsés de nouveau. Nous avons donc proposé l'hypothèse, que c'est par cette absorption et cette excretion de liquides que la sécrétion se produit. Mais cela est de minime importance. Nous n'avons à nous occuper ici que de ce fait, que des cellules augmentent de volume activement pour rétrécir une cavité et se rétractent de nouveau activement pour déterminer la dilatation de cette cavité. Cette découverte prouve en effet que la contraction active de même que la dilatation active d'un vaisseau dépourvu de fibres musculaires n'est pas sans analogie.

A. Spina a montré par de nouvelles recherches qu'on observe des mouvements cellulaires semblables dans l'épithélium de l'intestin (2).

DES NERFS VASO-MOTEURS.

La contraction ainsi que la dilatation des vaisseaux est réglée par la moelle, au moyen de nerfs spéciaux appelés *vaso-moteurs*. Histologiquement les relations qui existent entre les nerfs et les vaisseaux ne sont pas encore suffisamment élucidées. Nous savons que les nerfs passent entre les vaisseaux et s'étendent sur eux, mais nous n'en connaissons pas la terminaison dans les parois vasculaires. D'un autre côté, le fait de l'innervation des vaisseaux a été placé par l'expérimentation sur une base solide. La doctrine des nerfs vaso-moteurs, fondée sur les vivi-

(1) Cette irritation exige quelques précautions spéciales. — Voir, à ce propos, l'article déjà cité de Stricker et Spina (*Mediz. Jahrb.*, S. 368).

(2) Spina, *Ueber Resorption et Secretion*, Leipzig, 1882.

sections, peut être placée à côté de l'anatomie descriptive, au point de vue de la certitude de ses lois fondamentales. Cette doctrine forme un supplément naturel à l'anatomie; sur le cadavre en effet nous ne pouvons pas apercevoir les terminaisons des nerfs, et jusqu'aujourd'hui, au moins, il ne nous a pas été donné de distinguer, au moyen du microscope, les nerfs les uns des autres au point de vue de leurs fonctions. Le microscope ne nous dit pas si un nerf est sensitif ou moteur, s'il obéit à la volonté ou s'il dessert les vaisseaux ou les cellules glandulaires. A toutes ces questions les vivisections font des réponses positives. L'angéiologie expérimentale, par son importance en ce qui regarde la circulation, peut être considérée à ce point de vue comme une des doctrines les plus importantes de la médecine. Je dirais même qu'il n'est pas de physiologiste, de pathologiste, de thérapeute qui puisse exercer sa profession d'une manière précise sans être familier avec ces recherches (1). Ce que j'expose ici n'est qu'une partie très incomplète du sujet. Connaissant les tendances pratiques du médecin, je ne dirai ici que ce qui est nécessaire, pour faire comprendre l'influence du système nerveux sur l'hypérémie et l'ischémie.

Les nerfs vaso-moteurs ont leur origine dans la moelle, comme l'ont reconnu d'abord Waller et Budge (2). Ils émergent avec les racines des nerfs spinaux pour atteindre leurs terminaisons périphériques par différentes routes. On peut diviser ces routes en deux groupes principaux.

A. *Premier groupe principal*. — La majorité des nerfs vaso-moteurs quittent les nerfs rachidiens avec les branches communicantes, et pénètrent avec elles dans le grand sympathique. Elles font un court trajet ascendant ou descendant dans le cordon sympathique, puis le quittent en prenant deux directions :

1° Ils forment des filets indépendants du grand sympathique, dont un exemple nous est fourni par le nerf splanchnique, lequel renferme la masse principale des nerfs vaso-moteurs des organes abdominaux ;

2° Ou bien, après avoir suivi un certain trajet ascendant ou descendant dans le grand sympathique, ils retournent par la voie des branches communicantes dans les nerfs spinaux, et ga-

(1) Je fais cette remarque dans le but de combattre l'opinion qui regarde ces détails comme des superfluités pour la pratique de la chirurgie.

(2) Budge (1853), cité par Vulpian, *Leçons sur l'appareil vaso-moteur*, tome I, p. 23.

gnent avec eux les parties qu'ils desservent. Cette disposition s'observe pour la peau, les muscles et les os. Ainsi une partie des nerfs vaso-moteurs du pied quittent la moelle par une série de racines dorsales et lombaires, descend dans le cordon sympathique, le quitte au fond du bassin, et va se joindre au nerf sciatique par de petits filaments de communication.

B. *Second groupe principal*. — Un nombre considérable de nerfs vaso-moteurs ne pénètrent pas dans le nerf sympathique, mais se joignent directement aux nerfs rachidiens correspondants pour atteindre leur distribution terminale avec eux. Ainsi la patte de derrière du chien reçoit des nerfs qui ont pris les deux routes, dont les uns ont pénétré dans le cordon sympathique et dont les autres viennent directement de la moelle avec les racines du sciatique et atteignent la patte avec les branches de ce nerf.

Nous désignerons cette dernière classe de nerfs vaso-moteurs sous le nom de *nerfs directs* et la première sous le nom de *nerfs vaso-moteurs indirects*.

Le fait qu'une région périphérique reçoit ses nerfs vaso-moteurs de plusieurs racines rachidiennes, joue un rôle (comme je vais le montrer) dans la guérison de l'hypérémie. Pour rendre ma pensée plus claire au moyen d'une comparaison, considérons seulement le cas d'un homme qui reçoit son revenu de plusieurs sources; cet homme ne souffrira pas de la faim quoiqu'une ou plusieurs de ces sources s'épuisent. Appuyons cette comparaison sur une autre tirée de l'art médical: supposons que la portion lombaire de la moelle ait été complètement séparée de la portion dorsale par un projectile, mais que le projectile soit resté dans le canal spinal sans causer plus de dommage, le grand sympathique restant par conséquent indemne. Les extrémités inférieures seront complètement paralysées et insensibles, tous les nerfs sensitifs et moteurs de ces régions ayant été divisés. Cette paralysie complète sera incurable. De plus les extrémités inférieures sont chaudes (hypérémies), un nombre considérable de nerfs ayant été divisés, qui donnaient un certain tonus aux vaisseaux sanguins. Mais ces nerfs vaso-moteurs divisés n'étaient pas les seuls qui maintinssent la tonicité vasculaire dans les membres, puisque le sympathique n'a pas été atteint. Maintenant, comme avant le traumatisme, les nerfs vaso-moteurs qui l'ont suivi pénètrent dans les nerfs sciatiques qui n'ont pas été atteints par le pro-

jectile. En fait, l'hypérémie des extrémités inférieures s'efface; leur température s'abaisse; elles ont donc récupéré un certain tonus vasculaire en dépit de la paralysie et de la perte de la sensibilité. Je n'ai observé ce cas expérimentalement que chez le chien. Mais je sais que des individus dont la moelle a subi une solution complète de continuité dans la région dorsale inférieure, présentent du refroidissement des extrémités inférieures durant le cours de leur affection. Ce qui est démontré pour la patte postérieure du chien s'applique-t-il à tous les autres départements cutanés et musculaires, nous n'en avons pas encore la preuve; mais pour des raisons que je ne puis exposer ici, il est probable que partout ailleurs les conditions sont les mêmes. En ce qui concerne l'homme j'espère que des observations cliniques éclairciront la question.

Les nerfs vaso-moteurs se divisent aussi d'après leurs fonctions en deux groupes: ceux dont l'irritation fait contracter les vaisseaux, et ceux dont l'irritation les dilate. Les premiers, dits *vaso-constricteurs*, produisent normalement un certain tonus des vaisseaux, et exercent ainsi une influence continuelle sur la distribution du sang et sur la réplétion des vaisseaux. Dans le cas que j'ai supposé de lésion de la moelle et d'hypérémie consécutive passagère, je n'ai considéré que l'action des vaso-constricteurs. Leurs antagonistes, les *vaso-dilatateurs*, n'exercent pas une influence continuelle, au moins d'après ce qu'on sait aujourd'hui; ils n'agissent que dans certaines conditions, quand ils reçoivent une stimulation spéciale.

Les nerfs vaso-constricteurs sont sous la domination des cellules ganglionnaires (centre nerveux) de la moelle et spécialement de la moelle allongée, laquelle joue un rôle si important que pendant longtemps on a cru qu'elle contenait tous les centres des nerfs vaso-moteurs; on pensait que la moelle épinière n'avait aucune influence sur les vaso-moteurs.

Mais cette hypothèse ne s'est pas trouvée vérifiée. J'ai montré pour mon compte (1) qu'il y a sur les limites des portions cervicale et dorsale des centres vaso-constricteurs importants.

Les centres nerveux qui tiennent sous leur

(1) *Wiener mediz. Jahrb.*, 1878. Auparavant déjà, un de mes élèves (Schlesinger), et à la même époque Vulpian avaient montré que ce ne pouvait être la moelle allongée seule qui gouvernait les vaso-constricteurs. Mais la preuve complète de l'existence de ces centres dans la moelle épinière a été donnée dans le travail cité ici.

dépendance les constricteurs contrôlent la pression sanguine. Nous devons cette loi physiologique fondamentale à Carl Ludwig et à son élève Thiry (1). Quand les centres nerveux émettent une impulsion puissante, et que conséquemment les vaisseaux se rétrécissent beaucoup, l'écoulement du sang de l'aorte est entravé. Mais le cœur envoyant de nouvelles quantités de sang dans l'aorte, la tension des parois (c'est-à-dire la pression sanguine dans l'aorte) doit nécessairement s'élever. Quand les centres nerveux n'émettent aucune impulsion ou seulement des impulsions faibles, les vaisseaux sanguins se dilatent, le sang s'écoule facilement de l'aorte, et sa tension s'accroît nécessairement. Il se passe ici exactement ce qu'on observe dans tout système de canaux ou de cours d'eau. Quand les canaux de décharge sont obstrués, la pression sur les parois latérales augmente au-dessus du siège de l'obstruction. Une seconde loi fondamentale, que nous devons à Carl Ludwig (2) et à ses élèves, nous apprend que les vaisseaux sanguins des viscères abdominaux sont les régulateurs principaux de la pression sanguine. Les vaisseaux des viscères abdominaux ont une capacité si grande, et peuvent en se dilatant et en se contractant augmenter ou diminuer leur contenu à un point tel, qu'ils agissent comme un puissant réservoir. Quand ce réservoir est largement ouvert, il peut contenir une portion si grande de la masse totale du sang que le reste de l'organisme devient anémique. Un animal atteint d'une paralysie complète des nerfs vaso-moteurs des viscères abdominaux, saigne, pour ainsi dire, jusqu'à en mourir, dans ses propres vaisseaux abdominaux.

Les nerfs, qui influencent ces vaisseaux se trouvent principalement, comme je l'ai dit déjà, dans les nerfs splanchniques. Aussi, quand les nerfs splanchniques sont coupés, il se produit une hyperémie intense des viscères abdominaux, accompagnée d'un abaissement de la pression sanguine et d'une ischémie des autres organes. Les nerfs splanchniques, comme je l'ai déjà également fait remarquer, sont des branches du grand sympathique; avant de pénétrer dans le centre sympathique, ils quittent la moelle avec les racines des nerfs dorsaux supérieurs. Si on divise la moelle assez bas, environ au point de jonction des portions dorsale et lombaire, les points d'origine des splanchni-

(1) Wiener Sitzungsberichte, 1865. Bd. XLIX.

(2) Ludwig, Arbeiten aus d. physiolog. Anstalt zu Leipzig, 1867.

ques sont à peine lésés. Un animal à qui on a fait cette lésion est paralysé et insensible dans ses pattes postérieures, mais peut d'ailleurs être très sensible autant que les conditions où le met ce traumatisme le permettent. Un animal en cet état redevient parfaitement bien portant en général, et ne diffère en apparence d'un animal bien portant que parce qu'il traîne les pattes de derrière. La section n'est plus indifférente quand elle est pratiquée plus haut, vers la région de la deuxième ou de la troisième vertèbre dorsale. La conséquence d'une pareille lésion est la séparation de tous les nerfs vaso-moteurs des viscères abdominaux de leurs ganglions centraux; de ceux qui se trouvent sur la limite de la portion cervicale et de la portion dorsale de la moelle, aussi bien que de ceux que renferme la moelle allongée. Il en résulte une telle hyperémie des viscères abdominaux, et un tel abaissement de la pression sanguine, qu'il se produit une ischémie des autres organes pouvant devenir fatale.

Il n'est pourtant pas sans importance pour le médecin de savoir que, même après une semblable division de la moelle, le trouble apporté à la répartition du sang n'est pas toujours fatal; puisque les nerfs vaso-moteurs des viscères abdominaux continuent à demeurer en relation avec des centres situés plus bas dans la portion dorsale de la moelle, et atteignent certainement jusqu'à la région des vertèbres dorsales inférieures. J'ai rendu le fait manifeste dans une série d'expériences.

Si on divise sur un chien la portion cervicale de la moelle juste au-dessous de la moelle allongée, l'animal cesse bientôt de respirer, car les centres nerveux respiratoires dans la moelle allongée (que nous ont fait connaître Legallois puis Flourens), sont séparés des nerfs périphériques de la respiration. Mais si on fait la respiration artificielle, comme cela se pratique habituellement dans les vivisections, on peut maintenir la respiration et les battements cardiaques pendant plusieurs heures. La pression sanguine est basse (1) parce que des centres vaso-moteurs importants de la moelle allongée sont séparés de leurs nerfs périphériques; mais les centres vaso-moteurs importants de la limite inférieure de la portion cervicale continuent à fonctionner, l'incision étant pratiquée en haut au voisinage de l'atlas. J'ai alors extirpé complètement la portion cervicale de la moelle, de la moelle allongée à la cinquième vertèbre cervicale. Une pareille opération détermine une certaine perte de sang en dépit de toutes les précautions; l'animal souffre de cette hé-

(1) D'environ 150 mm. de mercure, hauteur normale, elle tombe à environ 60 mm.

morrhagie, mais on peut ne pas tenir compte de cette influence sur la pression sanguine. Mais si je continue cette extirpation jusqu'à la première vertèbre dorsale, la pression sanguine tombe tout d'un coup à un niveau extrêmement bas (environ 20 mm. de mercure). Mais la circulation continue toujours. Si je continue l'extirpation au-dessous de la première vertèbre dorsale, la pression du sang tombe à environ zéro, et tout aussitôt le cœur cesse de battre.

C'est en réalité l'accumulation du sang dans les viscères abdominaux qui cause la mort; ce fait peut être démontré par une expérience de Carl Ludwig, laquelle, me semble-t-il, est du plus grand intérêt pratique. Si on pétrit vigoureusement l'abdomen au moment où les battements du cœur vont cesser, ils prennent immédiatement de l'énergie. — En agissant ainsi en effet, on fait refluer au cœur (par la pression des mains) une portion du sang accumulé dans les veines abdominales, et l'action du cœur est excitée. La connaissance de ce fait est importante pour le médecin, parce que, même dans le cas d'une hémorrhagie grave, il peut renforcer le pouls, s'il est devenu filiforme, en pétrissant l'abdomen. Dans les cas pourtant où les viscères abdominaux sont intacts et où il n'y a aucun danger à les pétrir vigoureusement; de plus, dans les cas où tout dépend d'une intervention rapide, quoique momentanée; en pareille circonstance l'introduction même d'une quantité minime de sang, qui se trouve toujours dans les veines abdominales, peut avoir une importance considérable. Il y a des hémorrhagies dont les individus peuvent se remettre d'eux-mêmes par substitution de la lymphe au sang perdu, si l'on écarte le danger momentané d'une mort immédiate.

J'ai déjà fait remarquer que, lorsque l'extirpation de la moelle dépasse les vertèbres dorsales supérieures, la pression tombe à zéro et les battements du cœur cessent. Mais cela n'est vrai que des animaux adultes. J'ai extirpé sur de jeunes chiens (de deux mois environ) la moelle tout entière, et cependant la circulation continuait tant qu'on pratiquait sans interruption la respiration artificielle, si bien que je pus noter la pression, quoiqu'elle fût extrêmement basse (d'environ 10 à 15 millimètres de mercure).

L'hyperémie des viscères abdominaux produite par la paralysie des nerfs vaso-moteurs est une hyperémie active. J'ai déjà dit qu'une hyperémie active implique une accélération du courant sanguin dans le district hyperémié.

Mais il faut considérer ici que l'hyperémie a une très grande extension s'étendant à tous les viscères abdominaux. Dès que ce grand réservoir s'élargit, le sang doit nécessairement couler plus rapidement, autrement comment la tension intra-aortique diminuerait-elle soudainement? Mais quand le réservoir est rempli, le cœur contient peu de sang. Le ventricule droit n'est pas desservi suffisamment; une petite quantité de sang arrive au ventricule gauche; une faible masse de sang seulement est lancée dans l'aorte. Par conséquent la rapidité du courant artériel en général doit décroître et elle peut tomber à zéro. Car, si le cœur ne lance plus de sang du tout dans l'aorte, la circulation s'arrête.

Je donne à l'hyperémie active produite par la paralysie des vaso-constricteurs le nom d'hyperémie paralytique, en opposition à l'hyperémie due à l'irritation des vaso-dilatateurs, que j'ai appelée hyperémie irritative. L'hyperémie irritative et les vaso-dilatateurs furent découverts par Cl. Bernard en 1858. Cl. Bernard (1) a montré que la glande sous-maxillaire du chien prend une coloration d'un rouge vif par l'irritation de ses nerfs, et que, en même temps, le sang qui s'écoule de la veine de la glande est d'un rouge plus vif, et est plus abondant qu'avant l'irritation. Plus tard, Eckhard (2) a trouvé des nerfs vaso-moteurs semblables desservant les corps caverneux du pénis du chien; et plus tard encore Goltz (3) les découvrit dans le nerf sciatique du chien. Mais dans ce nerf ils se trouvent adjoints à leurs antagonistes, les vaso-constricteurs. Aussi, quand on irrite le sciatique artificiellement, on agit sur les deux espèces de nerfs, et l'effet est généralement insignifiant ou tout à fait nul. Il faut des conditions spéciales pour qu'un des antagonistes — ici les constricteurs — soient rendus inactifs (4).

Tel est le cas quand, après avoir divisé le sciatique, on fait l'expérience principale plusieurs jours après. Si, plusieurs jours après cette section, on tire le bout périphérique hors de la plaie, et qu'on l'irrite, l'irritation excite seulement les vaso-dilatateurs: la patte correspondante s'échauffe immédiatement, et se refroidit.

(1) Claude Bernard, Leçons sur le système nerveux, 1858.

(2) Eckhard, Beiträge zur Anatomie und Physiologie, Bd. III, 1863.

(3) Goltz, Pflüger's Archiv, 1874, Bd. VIII.

(4) Ces conditions ont été déterminées par Ostromoff, élève de Heidenhain (Pflüger's Archiv, Bd. XII), et par moi-même.