

Pour les usages de ce ventricule dans la diastole et dans la systole, nous renvoyons le lecteur à ce que nous avons dit du ventricule droit. Il en est de même pour la sensibilité et la contractilité; il ne nous reste donc qu'à parler de sa force.

Force du ventricule gauche. — Les expériences de Poiseuille, Magendie, Hales, Valentin, etc., ont démontré que le ventricule gauche pouvait soulever une colonne de mercure de 15 à 16 centimètres ou une colonne d'eau de 2 mètres.

§ VIII. — Usages des artères.

Nous devons réparer une omission commise en traitant des attributs ou usages généraux des systèmes. On sait, en effet, qu'à la constitution de l'appareil circulatoire prennent part : 1° le système artériel; 2° le système veineux; 3° le système capillaire et 4° le système lymphatique; tous sont très distincts les uns des autres, sous les rapports de la structure et de la distribution anatomique, et ils ne le sont pas moins au point de vue physiologique. Il entre en outre dans la constitution de cet appareil une portion des systèmes musculaire dans le cœur, et glandulaire dans les glandes sans conduit excréteur; nous n'avons pas à y revenir. Mais ayant omis de traiter des attributs physiologiques de chacun de ces systèmes, nous sommes obligés de les résumer ici.

Quant aux organes que constituent chaque artère musculaire, glandulaire, etc., chaque veine comme la saphène, la jugulaire, chaque tronc lymphatique du testicule, du foie, etc., ce serait le lieu d'en parler comme nous l'avons fait pour les muscles, les articulations. Mais d'après l'idée qu'on se fait que les attributs des vaisseaux sont purement d'ordre mécanique, on croit que leurs usages ressortent assez de leur origine et de leur distribution terminale pour qu'il ne soit point nécessaire de faire pour chaque organe vasculaire, ce que l'on fait pour les précédents. C'est pourtant une lacune grave dans la physiologie et qui plus tard sera comblée. En effet, lorsqu'on connaîtra mieux les phénomènes particuliers des sécrétions dans chaque parenchyme glandulaire et non glandulaire, ceux des parties diverses de l'axe cérébro-rachidien, etc., on verra qu'il y a autant d'utilité à connaître les usages réels de chacun de leurs vaisseaux, qu'il y en a dans la connaissance des usages de chaque articulation pour arriver à bien connaître la fonction de locomotion. Déjà ce que nous avons dit de l'influence des nerfs sur l'intermittence des sécrétions lacrymale, salivaire, hépatique, etc., fera comprendre qu'un jour viendra où l'on précisera les usages de chaque artère viscérale comme ceux de chaque articulation, et

qu'il y aura même à dire des faits intéressants pour certaines artères des muscles.

En attendant, à la suite des attributs de chaque système, nous nous bornerons à parler des usages spéciaux de ceux des vaisseaux seulement qui peuvent faire le sujet des questions d'examen.

Attributs du système artériel. — L'attribut du système artériel est le transport à partir du centre circulatoire jusque dans tous les organes du sang que chassent les ventricules. Nous avons en outre à examiner en eux-mêmes les attributs mécaniques du système artériel relatifs à sa résistance, à son élasticité et à sa contractilité. Nous verrons plus loin que les effets de ces attributs sont le cours du liquide contenu dans ces conduits; c'est alors seulement que nous aurons à étudier ces effets et quelles en sont les différences, selon que le sang est ou non hématosé, etc.

1° *Attributs relatifs à la résistance et à l'extensibilité.* — Le physiologiste et le chirurgien doivent avoir des notions précises sur ce point. Il y aurait lieu d'examiner quel est le degré d'extensibilité et de résistance dans chaque artère en particulier; nous sommes persuadés que la pratique y trouverait des applications utiles; mais, faute de renseignements, nous nous contenterons d'exposer ce qu'on a dit de général.

Bichat a distingué l'extensibilité des artères sous deux rapports : 1° dans le sens transversal, 2° dans le sens longitudinal.

Les artères ont peu d'extensibilité dans le sens transversal. Quelque effort que l'on fasse pour les dilater avec des injections solides, liquides ou gazeuses, on ne peut pas leur donner un diamètre transversal bien supérieur à celui qu'elles offrent dans l'état normal. M. Poiseuille a démontré expérimentalement cette extensibilité qui est incontestable, mais assez faible pour que des doutes eussent été émis sur cette propriété. Aussi reconnaissons à l'artère peu d'extensibilité, et par conséquent, une grande résistance dans le sens transversal.

Dans le sens longitudinal, les artères offrent plus de résistance et plus d'extensibilité. On s'en assure tous les jours en tirant ces vaisseaux pour en faire la ligature sur un moignon.

2° *Attributs relatifs à l'élasticité et à la rétractilité.* — Cette élasticité est très remarquable dans les artères. C'est à leur élasticité qu'il faut rapporter leur retour subit sur elles-mêmes lorsqu'on les a affaissées et leur redressement quand on les a courbées. Cette élasticité est aussi marquée après la mort que pendant la vie.

Il importe dans l'étude des attributs des artères de ne jamais oublier que le contenant et le contenu, qui est le sang, se développent en même temps, de sorte qu'on peut dire que les parois

artérielles sont constamment distendues par le sang, et que, d'autre part, la rétractilité naturelle de leur paroi moyenne ou leur tendance continuelle à revenir sur elles-mêmes fait que le sang est toujours soumis à un certain degré de pression dans les artères, et *vice versa*. C'est ce phénomène qui est dit *tension des artères* lorsqu'on considère le sang comme actif, et *tonicité des artères* lorsque ce sont celles-ci que l'on prend plus spécialement en considération. Dès que l'artère cesse d'être distendue par le sang, elle revient sur elle-même d'une manière manifeste. C'est à ce retour qu'il faut rapporter les phénomènes suivants : 1° l'artère ombilicale et le canal artériel se rétrécissent graduellement par cette action ; 2° si l'on comprend une portion de la carotide entre deux ligatures, et qu'ensuite on la vide par ponction, elle perdra bientôt la moitié de son calibre.

La rétractilité des artères dans le sens longitudinal est réelle, mais moins prononcée que dans l'autre sens. C'est ainsi qu'après la section d'une artère, les deux bouts s'écartent insensiblement pendant longtemps. Cette rétraction des artères est surtout évidente dans un moignon.

3° *Attributs relatifs à la contractilité*. — Cette contractilité que Bichat appelait *contractilité animale* existe très manifestement dans les artères, et si Bichat était arrivé à une opinion contraire, c'est qu'il avait rapporté ces effets à ce qu'il désignait sous le nom de *contractilité de tissu*.

Cette force ne ressemble pas à celle du cœur ; elle ne se manifeste pas par des contractions brusques, mais d'une manière insensible, lente, vermiculaire. Et cela se comprendra facilement si l'on veut se rappeler que les fibres musculaires, trouvées dans les artères, appartiennent à celles de la vie organique. Ces fibres musculaires sont éparses dans la tunique moyenne, mais moins nombreuses dans l'aorte que dans les autres artères. Quoi qu'il en soit, il y en a partout ailleurs ; elles sont surtout abondantes dans les artères intercostales, cérébrales et ombilicales (Ch. Robin). Mais cette contractilité qui nous est démontrée par l'anatomie, n'a pas été admise par Nysten, Bichat, Wedemeyer, ni Mueller. Cependant E. H. Weber et Ed. Weber ont démontré la contractilité des petites artères par l'emploi de l'irritation électro-magnétique. De petites artères de $\frac{1}{7}$ à $\frac{1}{17}$ de ligne en diamètre se contractent, après une irritation électrique de 3 à 10 secondes, d'un tiers de leur diamètre et de plus de la moitié de leur cavité ; et même la contraction peut, par la prolongation de l'irritation, aller jusqu'à interrompre le cours du sang. Après quelque temps elles reprennent leur diamètre ; mais si l'irritation est trop forte ou trop longtemps conti-

nuée, la paralysie survient, et il s'ensuit une dilatation qui peut être portée jusqu'au double. Nous verrons, en parlant des usages du grand sympathique, que M. Cl. Bernard et M. Brown-Séquard ont démontré son influence sur la contractilité des carotides et de leurs branches de manière à ne pas laisser de doute sur la réalité de ce phénomène et de son influence sur la circulation. C'est à cette contractilité jointe à la rétractilité, qui est un des côtés de l'élasticité, et dont il vient d'être question, que l'artère ombilicale et le canal artériel doivent de revenir sur eux-mêmes lorsqu'ils sont vidés après la mort, plus que toute autre artère. Ce sont en effet les plus riches de toutes en fibrecelloses.

4° *Attributs relatifs à la sensibilité*. — La ligature d'une artère détermine quelquefois un sentiment douloureux, mais le plus souvent n'en cause point. D'après Bichat, sur plus de cent chiens où la carotide lui a servi à pousser au cerveau différentes substances, jamais, de quelque manière qu'il l'ait irritée, par le scalpel, les acides, les alcalis, etc., les animaux ne donnaient de marques de douleur. Une foule d'auteurs ont obtenu des résultats analogues. Ils ont observé même que c'est une preuve de plus de l'espèce d'insensibilité des nerfs de la vie organique, lesquels se distribuent presque partout sur les artères. Quant à l'irritation de la membrane commune du sang rouge, voici ce que Bichat a observé : l'injection d'un fluide doux, comme l'eau, à la température de l'animal, est absolument indifférente ; mais un fluide irritant, comme l'encre, un acide étendu, le vin, etc., produit une douleur très vive, aussi forte que celle résultant de l'irritation des parties les plus sensibles, s'il faut au moins s'en rapporter aux cris, à l'agitation de l'animal, à l'instant où le fluide entre dans la carotide.

Carotides. — Pour que l'innervation ne soit pas détruite, il faut nécessairement que les artères apportent au tissu nerveux une quantité de sang suffisante. Pour prouver cette proposition, on peut s'appuyer sur la pathologie et les vivisections. Nous allons étudier successivement la suspension du sang dans les carotides. Mais avant il faut remarquer que la suspension brusque de la circulation occasionne des accidents plus graves que l'oblitération lente et progressive des artères, précisément parce que, dans ce dernier cas, les voies collatérales ont eu le temps de se dilater.

Suspension de la circulation dans une carotide. — On fait souvent avec succès la compression d'une carotide dans l'épilepsie ou la congestion cérébrale. Cela prouve bien une influence de la part de ce vaisseau. Dans les cas de ligature d'une carotide, on a observé la mort trois fois sur soixante-cinq (Lencir) ; mais, à la suite, des

malades ont présenté un trouble plus ou moins prononcé et plus ou moins durable de la vue, du côté correspondant à l'opération. Chez d'autres, on a constaté une hémiplegie siégeant, en général, du côté opposé à la lésion; chez beaucoup, les fonctions cérébrales ont été notablement affaiblies. Vincent et M. Sédillot ont trouvé le lobe correspondant du cerveau ramolli, et moins pénétré de sang que l'autre lobe.

Suspension de la circulation dans les deux carotides. — Key a vu chez l'homme la mort survenir à la suite de l'oblitération de ces deux vaisseaux. Cependant Mussey a lié, à douze jours d'intervalle, les deux carotides primitives sans qu'il se manifestât d'accidents cérébraux.

Miller et A. Cooper ont remarqué, dans leurs expériences sur les animaux, que cette double ligature n'avait pas de conséquences fâcheuses. Mais il ne faudrait pas en conclure qu'il en soit ainsi chez l'homme où les carotides ont surtout pour usage de porter du sang dans les parties où siègent les plus nobles facultés dont les animaux sont privés.

Vertébrales. — D'après A. Cooper, après la ligature des deux vertébrales, il survient une dyspnée, à laquelle succède bientôt une accélération des mouvements du thorax et des contractions du cœur; la sensibilité et les mouvements volontaires sont conservés, seulement le train antérieur est un peu affaibli. L'animal succomba le septième jour aux suites d'un abcès profond du cou. On trouva à l'autopsie le polygone artériel de Willis plein de sang; les artères du cerveau étaient également remplies de ce liquide.

Suspension du cours du sang dans les vertébrales et les carotides. — Elle n'amène pas nécessairement la mort. Le plus souvent la respiration s'arrête et la mort arrive immédiatement. D'après A. Cooper, il peut se faire que l'animal guérisse. Après ces ligatures, il a constaté: coma, stupeur, hémiplegie à droite, mouvements convulsifs. Trois jours après, l'animal est en voie de guérison; il se rétablit parfaitement.

Que faut-il conclure de ces expériences? C'est que la circulation carotidienne est surtout en rapport avec les fonctions cérébrales, et la vertébrale en rapport avec les phénomènes respiratoires. Nous pouvons, par l'anatomie, nous expliquer pourquoi les effets de la ligature des carotides ou des vertébrales ne sont pas constamment les mêmes. Nous pensons que ces différences pourraient bien tenir au volume variable de la communicante de Willis.

Pour les usages de l'artère hépatique, il faut voir page 322, et pour ceux de l'artère rénale, le chapitre qui traite de l'urination dans le tome II.

§ IX. — Usages des capillaires généraux.

Ces usages sont relatifs: 1° à la mécanique de la circulation, et, sous ce rapport, par leur contractilité, ils poussent le sang du côté des veines; 2° à l'absorption, et sous ce rapport ils reçoivent, comme nous l'avons établi, des gaz, des liquides, des solides même; 3° à la sécrétion, dans chaque parenchyme, pour fournir des liquides très différents; 4° à la nutrition des tissus eux-mêmes. Dans quelques régions spéciales, les capillaires généraux peuvent avoir des usages relatifs aux fonctions animales, tels sont ceux de la face qui s'injectent ou se vident pour exprimer soit la colère, soit la honte, soit la peur.

Le système capillaire sanguin est parfaitement distinct, aussi bien au point de vue anatomique qu'au point de vue physiologique. Dès le milieu du XVII^e siècle, des observations positives permirent de reconnaître que le sang artériel ne s'épanche pas, suivant la notion vague des anciens, dans le *parenchyme* des organes, mais suit, entre les artères et les veines, des voies fixes dans leur direction, leur structure et leur forme. Toutefois, ce n'est qu'à partir de Bichat que la considération spéciale du système capillaire fut admise, malgré de très grandes imperfections anatomiques. Depuis, tous les bons esprits se sont rangés à cette manière de voir, et nous regrettons d'en excepter ici Muller, qui, tout en reconnaissant certains caractères spéciaux des capillaires, n'admet pas la distinction de Bichat. (Segond, *Thèse de concours*, 1853.)

1° *Usages des capillaires sanguins relatifs à la contractilité.* — Un grand nombre de faits tendent à démontrer que les vaisseaux capillaires peuvent se resserrer sous l'influence d'irritations mécaniques et chimiques. C'est particulièrement sur la membrane nataoire des grenouilles que des expériences ont été faites. Les irritants employés sont la glace, l'essence de térébenthine, l'éther, l'aconit, le sel de cuisine. Il faut, dans tous les cas, éviter les agents qui peuvent augmenter ou diminuer la coagulabilité du sang. Le froid et les irritations mécaniques ne manifestent pas immédiatement leur effet. La contraction débute lentement, atteint son *maximum* après quelques minutes, puis diminue peu à peu. Il ne faut donc pas s'attendre dans les expériences à voir une contraction rapide comme dans les tissus de la fibre rouge striée. L'irritation locale ne reste pas circonscrite, elle se communique aux parties voisines, se propage de proche en proche le long de la paroi des vaisseaux. La contractilité des capillaires peut également s'estimer au moyen des substances qui la paralysent. La paralysie des capillaires, ma-

nifestée par leur expansion, peut dépendre d'une irritation qui a préalablement provoqué leur contraction. Avec l'eau chaude, l'expansion s'opère après cinq minutes ; avec la glace, la contraction préalable est d'une demi-heure, puis l'expansion se manifeste. Wedemeyer, avec le sel de cuisine, a vu la contraction durer quatre à cinq minutes, puis la dilatation s'opérer sous forme anévrysmatique. L'ammoniaque, l'air, l'alcool, divers acides étendus, peuvent provoquer directement cette expansion.

La contractilité des capillaires s'observe facilement sur de jeunes mammifères, sur des animaux à température variable (grenouilles, salamandres). Cette contractilité persiste même quelque temps après la mort.

2° *Usages des capillaires relatifs à l'endosmose et à l'exosmose.*

— Rien ne prouve mieux ces usages que le phénomène en vertu duquel le sang veineux est transformé en sang artériel à travers les capillaires du poumon.

Dans cette modification instantanée, il faut surtout considérer le changement de couleur et l'échange des gaz. C'est dans le poumon que le sang prend la teinte écarlate rutilante qui caractérise le sang artériel. Lower l'avait établi dans ses vivisections. Goodwin sur le poumon d'une grenouille, put directement contempler le phénomène ; le sang amené noir dans les capillaires y devenait rouge en les traversant. Depuis, Bichat, par une expérience ingénieuse, a vulgarisé la notion de ce phénomène.

Le changement de coloration du sang dépend de l'échange des gaz qui se fait par endosmose à travers les capillaires. Il est vrai que les réseaux sur les vésicules pulmonaires sont séparés de l'air par des cellules épithéliales. Or, tout en admettant que cet épithélium lui-même peut prendre une certaine part aux phénomènes d'endosmose, en définitive il faudra bien reconnaître que l'acte fondamental s'opère à travers la tunique des capillaires sanguins.

Pour caractériser cet usage, il suffit de se rappeler que :

1° On retire plus de gaz du sang artériel que du sang veineux.

2° Il y a tout à la fois plus d'acide carbonique et plus d'oxygène dans le sang artériel que dans le sang veineux.

3° Que le sang soit artériel ou veineux, il fournit beaucoup plus d'acide carbonique que d'oxygène.

4° Le sang artériel a *relativement* plus d'oxygène que le sang veineux.

5° Il y a *relativement* plus d'acide carbonique dans le sang veineux que dans le sang artériel.

3° *Usages relatifs à la nutrition.* — Si des capillaires du poumon nous passons maintenant dans les capillaires des autres or-

ganes, nous allons voir des phénomènes du même ordre, mais inverses, se présenter. En effet, le sang qui est artériel en arrivant dans les capillaires généraux, passe dans les veines à l'état de sang veineux. Mais il faut concevoir, que dans chaque tissu, il est des modifications spéciales dépendant du mode particulier de nutrition de chaque partie.

Pour préciser ici par un exemple le rôle des capillaires dans les conditions générales de la nutrition, je considérerai le tissu du muscle dans lequel l'entretien des propriétés les plus caractéristiques de la fibre rouge, se maintient au moyen d'une nutrition très active. On a pu voir, par la disposition des capillaires dans ce tissu, que, malgré sa grande vascularité, il faut y concevoir des îles de substance musculaire, qui peuvent avoir en étendue le diamètre d'un, deux et même trois faisceaux primitifs, et dans ces espaces, l'entretien s'opère néanmoins avec une grande activité. Cet entretien se fait au moyen du *suc nourricier*, du *plasma* du sang, qui passe par endosmose de la cavité des capillaires proprements dits, dans le tissu même du muscle, et chaque île de substance se pénètre des points qui sont immédiatement en contact avec les vaisseaux, vers ceux qui occupent les parties centrales des îlots intercapillaires. Le muscle, fait avec le plasma de la fibrine musculaire, renouvelle l'ensemble de ses principes immédiats, et, comme tout renouvellement de ce genre comprend un double phénomène de composition et de décomposition, le tissu propre, pour le cas du muscle, rejette par exosmose, dans le courant sanguin, à travers la tunique des capillaires, la créatine, la créatinine, l'inosate de potasse que d'autres capillaires présenteront à des surfaces d'élimination, au rein par exemple. (Segond.)

D'après cet exemple qui peut servir de type, on voit que dans l'acte général de la nutrition, le rôle du capillaire doit être considéré comme assez uniforme ; il laisse passer à travers sa paroi le plasma du sang et les produits excrétés par ce tissu, tandis que dans le tissu, suivant qu'il est formé de telle ou telle substance homogène, de telle ou telle cellule, fibre, tube, l'assimilation s'effectue en vertu de la propriété de nutrition de chacun de ces éléments, et varie suivant l'espèce et la variété de ces derniers.

Quand on étudie le système sanguin dans la patte des têtards de triton, on voit, pour chaque doigt, une arcade vasculaire allongée dont le sommet courbé répond à l'extrémité supérieure et dont les deux branches se dirigent à la manière des vaisseaux collatéraux des doigts. Le sang, arrivant dans ces deux branches uniques, est ascendant du côté gauche et descendant du côté droit. A cette période du développement, le diamètre des deux vaisseaux est