

sont celles qui se rapportent à la qualité du sang. Dans la chlorose, il y a diminution de l'hémoglobine (et par conséquent du fer du sang; l'hémoglobine peut tomber à 6 et à 5 p. 100). Dans la leucémie le nombre des globules blancs augmente au point d'égaliser le nombre des hématies et de donner au sang une couleur laiteuse. La fibrine augmente dans les maladies inflammatoires (rhumatismes, pneumonie, etc.) jusqu'à atteindre 9 à 10 p. 1 000, et, dans la coagulation d'un tel sang, il se forme à la partie supérieure du caillot une couenne épaisse (*couenne inflammatoire*). Dans le *mal de Bright* l'albumine diminue dans le sang par suite de la perte occasionnée par l'albuminurie; l'urée, au contraire augmente (urémie). L'acide urique augmente dans la goutte, le sucre dans le diabète. L'eau et les sels diminuent fortement dans certaines maladies, en particulier dans le choléra.

§ 2. — LYPHNE

La lymphe recueillie par une fistule du canal thoracique chez un animal à jeun, est un liquide transparent ou légèrement opalescent; si l'animal est en digestion, sa couleur est blanc laiteux par suite de son mélange avec le chyle, qui n'est pas autre chose que de la lymphe chargée de gouttelettes grasses extrêmement fines. Par cette fistule du canal thoracique, on peut obtenir des quantités considérables de lymphe. COLIN a pu de la sorte, chez une vache, recueillir plus de 95 kilogrammes de lymphe en vingt-quatre heures. Dans un cas de fistule lymphatique chez l'homme, cette quantité était de 6 kilogrammes en vingt-quatre heures. La quantité totale de la lymphe contenue dans le corps est cependant difficile à calculer d'après ces chiffres. LUDWIG l'estime au quart du poids du corps.

La lymphe est alcaline comme le sang; elle a une saveur fade, un peu salée; elle se coagule à la sortie des vaisseaux et donne un caillot blanc, mou, peu rétractile et moins volumineux que celui du sang par rapport au sérum restant. La composition de la lymphe est semblable à celle du sang, moins les hématies. Elle ne contient pas d'oxygène; aussi les leucocytes, qui sont identiques aux mononucléaires du sang, ne présentent-ils point

de mouvements amiboïdes dans l'intérieur des vaisseaux lymphatiques. WÜRTZ a trouvé qu'elle est plus riche en urée que le sang.

La lymphe provient de la transsudation du sang et de la diapedèse des leucocytes à travers les parois des capillaires. C'est pourquoi la quantité de lymphe formée augmente dans tous les cas où la filtration du plasma sanguin à travers les parois des capillaires est favorisée (dilatation des petits vaisseaux, stase veineuse). Mais HEIDENHAIN a soutenu qu'elle prend aussi naissance par une sorte de sécrétion dont l'endothélium des vaisseaux lymphatiques est le siège. Cette sécrétion serait augmentée par l'injection intra-veineuse de certaines substances appelées pour ce motif *lymphagogues* (peptones, extraits de sangsues, de muscles d'écrevisses, etc.). Ces substances jouissent en même temps de la propriété de rendre le sang et la lymphe incoagulables (voy. p. 166). L'écoulement de la lymphe est également très renforcé par l'injection dans les vaisseaux de solutions salées ou sucrées hypertoniques.

Les globules blancs se forment dans les ganglions lymphatiques et probablement aussi dans les organes dits lymphoïdes, principalement la rate; la lymphe qui sort des ganglions est plus riche en globules et en fibrine que celle qui y pénètre.

Quant au rôle physiologique de la lymphe, il est double, comme nous l'avons déjà fait remarquer; la lymphe sert d'intermédiaire dans les échanges nutritifs entre le sang et les tissus; de plus, le système lymphatique représente un véritable appareil de drainage.

ARTICLE II

MÉCANIQUE DE LA CIRCULATION

Le sang veineux qui arrive dans le cœur droit par les veines caves est lancé dans l'artère pulmonaire, traverse les capillaires du poumon et revient artérialisé au cœur gauche par les veines pulmonaires. Ce premier cycle représente ce qu'on appelle la *petite circulation*; c'est le moine MICHEL SERVET (1553) qui en eut

le premier la conception nette. Du cœur gauche le sang est lancé

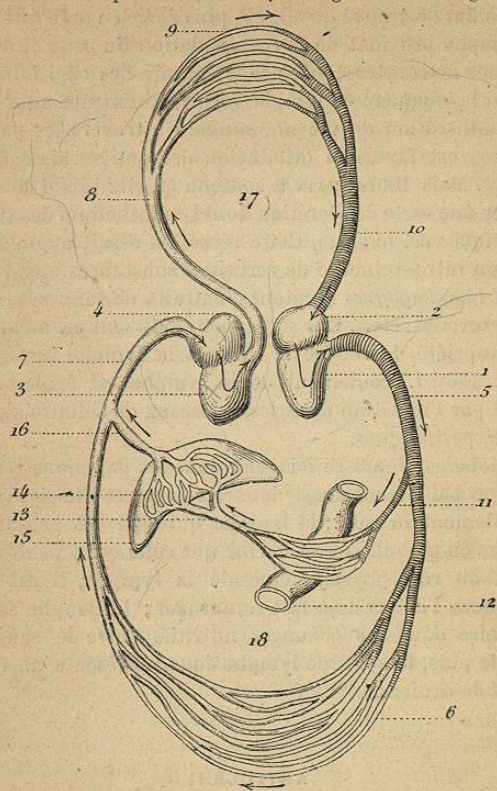


Fig. 35.

Schéma général de la circulation.

1, ventricule gauche. — 2, oreillette gauche. — 3, ventricule droit. — 4, oreillette droite. — 5, aorte. — 6, capillaires généraux. — 7, veine cave inférieure. — 8, artère pulmonaire. — 9, capillaires pulmonaires. — 10, veine pulmonaire. — 11, artère mésentérique. — 12, intestin et ses capillaires généraux. — 13, tronc de la veine porte. — 14, capillaires du foie. — 15, veine sus-hépatique. — 16, circuit de la petite circulation ou circulation pulmonaire. — 17, circuit de la grande circulation.

dans l'aorte et les artères, et revient au cœur droit par les veines.

Ce mouvement du sang, toujours de même sens, grâce à un système de valvules, constitue la *grande circulation* ; il fut démontré par les expériences de l'immortel HARVEY (1628). Le passage du sang des artères aux veines à travers les vaisseaux capillaires ne fut toutefois découvert que lorsqu'on employa le microscope ; l'honneur en revient à MALPIGHI (1661). Le sang accomplit donc une révolution complète dans le système circulatoire, et si l'on sépare théoriquement les deux cœurs l'un de l'autre (fig. 35), on voit facilement qu'il n'y a en somme qu'un grand cycle circulatoire, sur le trajet duquel se trouvent deux systèmes capillaires : celui du poumon, et celui de tous les autres



Fig. 36.

Schéma de la transmission par l'air (L. FREDERICO).

a, b, ampoules de caoutchouc conjuguées. — c, levier inscripteur.

tissus et organes. De nos jours, l'étude de la circulation du sang a fait de grands progrès, grâce à la méthode graphique inaugurée par LUDWIG, MAREY, etc. Un mot sur cette méthode : elle consiste essentiellement à exprimer par une courbe les diverses circonstances qui sont liées à la production d'un phénomène ; on peut obtenir cette courbe dans certains cas, en forçant le phénomène à s'inscrire lui-même sur une bande de papier qui se meut d'un mouvement uniforme.

Je renvoie pour les détails aux applications de cette méthode que nous aurons bientôt à faire. Pour la transmission du mouvement à distance, on se sert des tambours enregistreurs (fig. 37) dont voici le principe : si deux ampoules de caoutchouc pleines d'air sont reliées l'une à l'autre par un tube, toute variation du volume de l'air d'une des ampoules par compression ou dilatation, se traduira par des variations inverses du volume de l'autre ampoule ; et si l'on fait reposer sur cette dernière un levier léger, dont une extrémité soit mobile autour d'un point fixe et l'autre

extrémité terminée par une pointe écrivante, le levier oscillera et on pourra lui faire inscrire la courbe du mouvement (fig. 36).

On comprend par là qu'il est possible de transmettre un mouvement loin de son lieu de production afin de l'enregistrer plus facilement. Pour apprécier la durée d'un mouvement qui s'inscrit, on enregistre aussi le temps, soit avec un

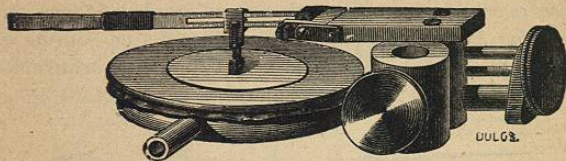


Fig. 37.

Tambour à levier inscripteur de MAREY.

métronomie, soit, pour les fractions de seconde, avec un diapason.

Nous divisons l'étude du mécanisme de la circulation en trois paragraphes : dans le premier, seront exposées quelques données d'ordre général indispensables à connaître avant d'aborder aucun détail ; le second traitera de la circulation dans le cœur, et le troisième de la circulation dans les vaisseaux.

§ 1. — CONSIDÉRATIONS GÉNÉRALES

Le sang circule dans un système de vaisseaux absolument clos, et le cœur n'est en somme qu'un segment de l'arbre vasculaire renflé et spécialisé pour imprimer le mouvement à la masse sanguine. Comment est répartie cette masse sanguine dans l'arbre vasculaire et à quelles lois d'hydraulique se trouve soumis son mouvement ?

1° Répartition du sang dans les vaisseaux. — La capacité totale du système circulatoire est, comme il a été dit, d'environ 5 à 6 litres chez l'homme adulte du poids moyen de 65 kilo-

grammes. Cette quantité de sang est inégalement répartie dans les artères et dans les veines ; le système artériel a une capacité moins grande que celle du système veineux ; le rapport est de

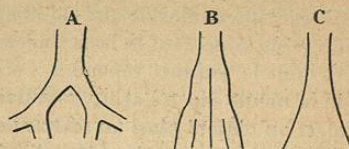


Fig. 38.

Schéma de la division d'un vaisseau et de la formation d'un cône vasculaire (d'après Küss et DUVAL).

1 à 2 environ. Les notions anatomiques suffisent pour expliquer cette différence : ne sait-on pas que les veines surpassent les artères et par leur nombre et par leur calibre ? Si l'on compare maintenant la quantité de sang de la petite circulation à celle de la grande, on voit, d'après les expériences de JOLYET et TAUZIAC, que le rapport est de 2 à 41 ; c'est-à-dire que si l'on compte cinq litres et demi de sang en circulation, il y en aura un litre dans la petite circulation et quatre litres et demi dans la grande. Pour la petite comme pour la grande circulation, les quantités de sang contenues dans les portions successives de l'arbre artériel ou veineux augmentent avec la distance qui sépare du cœur la portion considérée, et, à ce point de vue, on peut exprimer schématiquement la répartition du sang dans les vaisseaux par un cône dont le sommet serait au cœur et la base au niveau des capillaires. En effet, la somme des calibres des branches de division d'un vaisseau étant supérieure au calibre de ce vaisseau, il en résulte que l'arbre vasculaire présente une capacité de plus



Fig. 39.

Schéma des cônes à base capillaire.

en plus grande, au fur et à mesure qu'il se ramifie. D'après DONDEES, le calibre de tous les capillaires est à celui de l'aorte comme 500 est à 1. L'arbre artériel peut donc être comparé à un cône correspondant par son sommet au ventricule gauche et par sa base considérablement élargie aux capillaires. De même, l'arbre veineux forme un cône dont la base s'adosse à la base du cône précédent, et dont le sommet répond à l'oreillette droite. On peut figurer de la même façon l'arbre vasculaire de la circulation pulmonaire, et on obtient ainsi un *schème des cônes à bases capillaires* qui exprime l'augmentation de calibre et de surface des vaisseaux résultant de leur division (fig. 38 et 39).

2° Lois du mouvement du sang. — Le mouvement du sang dans les vaisseaux est soumis aux lois de l'hydrodynamique. Supposons le cœur arrêté ; le sang se répartira dans tout l'appareil vasculaire, comme dans un système de tubes communicants, sous une pression uniforme. Cette pression, qui est de 1 centimètre de mercure environ, provient de la réaction des parois élastiques des vaisseaux sur leur contenu ; c'est-à-dire que la masse du sang ne trouve à se loger dans le système circulatoire qu'en distendant les vaisseaux. Faisons maintenant intervenir l'action du cœur que l'on peut comparer à celle d'une pompe foulante ; l'équilibre hydrostatique sera rompu, et un courant s'établira en raison de ce principe d'hydrodynamique que toute molécule liquide qui éprouve sur une de ses faces une pression plus forte que sur l'autre, se déplace dans le sens de la pression moindre. Le sang lancé dans les gros vaisseaux artériels va les distendre et s'y accumuler, jusqu'à ce que sa tension soit devenue suffisante pour vaincre la résistance que les capillaires opposent à son passage et pour assurer un écoulement à débit régulier à travers ces capillaires. La résistance que les capillaires opposent à cet écoulement est très grande, en raison de la petitesse de leur calibre et de leur nombre considérable, ce qui augmente d'autant les frottements du sang contre les parois. Aussi, de même qu'un barrage situé sur le trajet d'un cours d'eau produit une augmentation de tension du liquide en amont et une diminution au contraire en aval, de

même pour l'appareil circulatoire l'obstacle des capillaires produit une forte pression en amont, c'est-à-dire dans les artères, et une pression faible en aval, c'est-à-dire dans les veines. Comme c'est au cœur que revient la charge de vaincre la résistance des capillaires, on comprend que sa musculature se développe en raison de la force à déployer ; voilà pourquoi le cœur gauche est bien plus musclé que le cœur droit ; car la résistance des capillaires généraux est évidemment bien plus grande que celle des capillaires pulmonaires.

Ces conditions d'écoulement se trouvent réalisées dans la

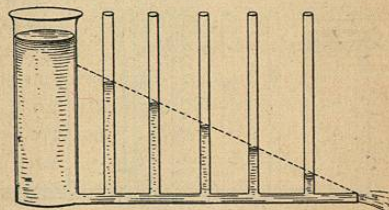


Fig. 40.

Écoulement d'un liquide dans un tube régulièrement calibré.

simple expérience de physique suivante (Exp. de BERNOULLI). Soit un vase rempli d'eau, communiquant dans sa partie inférieure avec un tube horizontal, sur lequel se trouvent branchés une série de tubes verticaux ou *piézomètres* (fig. 40). Supposons bouché l'orifice du tube horizontal d'écoulement : l'eau va s'élever au même niveau dans le vase et tous les piézomètres (principe des vases communicants). Ouvrons maintenant l'orifice d'écoulement : aussitôt les conditions de pression sont changées, et on voit les niveaux des piézomètres s'échelonner suivant une pente régulière. Cette décroissance de pression est due au mouvement du liquide et au frottement des molécules sur les parois du tube d'écoulement. Ce dernier étant également calibré, le frottement s'exerce également en chacun de ses points : aussi chacun des piézomètres accuse-t-il une pression d'autant plus

basse qu'il est plus éloigné de l'orifice d'entrée du liquide. Mais à présent remplaçons ce tube d'écoulement par un autre présentant un rétrécissement sur une partie de sa longueur (fig. 41) : la décroissance des niveaux va cesser d'être régulière, et nous voyons la pression s'élever en amont de l'obstacle et baisser en aval.

Telles sont les considérations générales qui sont relatives à la pression du sang dans les vaisseaux. Voyons encore celles qui ont trait au débit et à la vitesse. Lorsqu'un régime régulier d'écoulement est établi, il faut de toute nécessité que la même

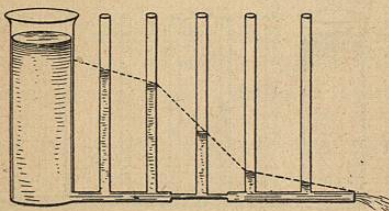


Fig. 41.

Écoulement d'un liquide dans un tube inégalement calibré.

quantité de sang passe au même instant par chaque section théorique du système circulatoire. Si, par exemple, le ventricule gauche lance dans l'aorte 100 grammes de sang, le ventricule droit devra en envoyer la même quantité dans l'artère pulmonaire ; en même temps, et avant qu'une autre systole se soit effectuée, 100 grammes de sang traverseront les capillaires généraux, et 100 grammes les capillaires du poumon. Il doit forcément en être ainsi, sans quoi tout l'équilibre circulatoire serait rompu, et des stases sanguines se produiraient en différents points du système vasculaire. Or, puisque chaque section de l'arbre vasculaire laisse passer au même moment la même quantité de sang, il est clair que la vitesse imprimée aux molécules liquides dans les différents segments du système circulatoire sera très différente : rapide dans les parties étroites du cône vascu-

laire, lente au contraire dans ses parties larges, de même que le courant d'un fleuve est rapide quand son lit se rétrécit et plus lent lorsqu'il s'élargit. Le sang aura donc son maximum de vitesse dans l'aorte, et cette vitesse ira ensuite en diminuant jusqu'aux capillaires où elle sera minima, pour augmenter ensuite progressivement dans les veines, jusqu'à un maximum qu'elle atteindra dans les veines caves ; ce maximum sera néanmoins toujours inférieur à celui de l'aorte, en raison de la capacité plus grande du système veineux. De plus, comme les capillaires du poumon ont une capacité bien inférieure à celle des capillaires généraux, et que néanmoins ils laissent passer la même quantité de sang dans le même temps, la circulation pulmonaire doit être bien plus rapide que la circulation générale. La quantité de sang de la petite circulation étant à celle de la grande dans le rapport de 2 à 11, on peut en déduire que le renouvellement du sang dans le poumon se fait cinq fois plus vite que dans les autres organes.

Dans le système de tubes de la figure 40 la vitesse d'écoulement est régulière et l'inclinaison de la pente est d'autant plus grande que l'écoulement est plus rapide. Mais dans le système 41, où le tube d'écoulement présente un étranglement, nous constatons que la pente est plus faible que précédemment parce que le débit est devenu moindre et que, en conséquence, les parties larges du tube laissent circuler le liquide avec moins de vitesse. Or, les résistances de frottement croissant et décroissant avec la vitesse du courant, il est clair que la série des piézomètres doit accuser une moindre décroissance de pression que dans le système précédent, et, de plus, cette décroissance de pression doit être pareillement affaiblie en amont et en aval de l'obstacle, puisque toutes les parties de la colonne d'eau sont solidaires les unes les autres.

§ 2. — CIRCULATION DANS LE CŒUR

Le cœur, muscle creux, est composé chez les mammifères et les oiseaux de quatre cavités, les deux oreillettes et les deux ventricules. Les oreillettes ne communiquent pas entre elles, excepté

chez le fœtus dont la cloison interauriculaire présente un orifice (trou de Botal). Les deux ventricules sont séparés par une cloison étanche (cloison interventriculaire qui n'existe pas chez les batraciens et les reptiles dont le cœur ne possède qu'un ventricule). L'oreillette droite communique avec le ventricule droit, l'oreillette gauche avec le ventricule gauche, respectivement par les orifices auriculo-ventriculaires droit et gauche, et le mouvement du sang dans ces cavités se fait ainsi : déversé par les veines caves dans l'oreillette droite, le sang est chassé par les contractions de cette poche cardiaque dans le ventricule droit qui à son tour se contracte et le pousse dans l'artère pulmonaire ; après avoir traversé les capillaires du poumon, le sang revient par les veines pulmonaires dans l'oreillette gauche qui, par sa contraction, l'envoie dans le ventricule gauche ; et ce dernier le chasse dans l'aorte.

Si, pour se rendre compte de la manière dont s'effectuent ces diverses contractions et de l'ordre dans lequel elles apparaissent, on met le cœur à nu par l'ouverture de la cage thoracique chez un chien curarisé soumis à la respiration artificielle, on constate facilement que le cœur se contracte ou bat d'une façon rythmique, c'est-à-dire que chaque contraction est séparée de la suivante par un intervalle de repos. On voit, en outre, par une observation plus attentive que les deux oreillettes se contractent ensemble synergiquement, et que les deux ventricules se contractent de même aussitôt que la contraction des oreillettes est terminée ; de telle sorte que la succession des phénomènes apparents est celle-ci : 1° contraction ou *systole auriculaire* ; 2° contraction ou *systole ventriculaire* ; 3° repos général du cœur pendant lequel s'opère sa dilatation ou *diastole*. La succession de ces trois temps constitue ce qu'on appelle une *révolution cardiaque*. L'analyse de cette révolution cardiaque, les signes extérieurs par lesquels elle se manifeste, la façon dont elle est interprétée en clinique, feront l'objet des détails qui vont suivre ; nous terminerons par quelques mots sur le travail du cœur et sur les troubles pathologiques de la circulation intra-cardiaque.

1° **Analyse de la révolution cardiaque.** — Cette analyse

peut être poussée déjà fort loin par la seule observation du cœur mis à nu et par le raisonnement ; mais pour la compléter, il faut employer la méthode graphique.

a. *Systole auriculaire.* — L'oreillette est distendue peu à peu par le sang qui lui arrive des veines (veines caves ou pulmonaires) ; lorsqu'elle est pleine, elle se resserre brusquement ; sa contraction est brève, rapide, et débute dans la portion voisine de l'embouchure des grosses veines pour se propager comme une onde péristaltique vers l'auricule et l'orifice ventriculaire. L'effet de la systole est de chasser le sang dans le ventricule pour en achever la réplétion. Le ventricule reçoit, en effet, le sang pendant toute la durée de la distension de l'oreillette, et la systole auriculaire peut manquer sans que le débit du ventricule soit beaucoup diminué. L'oreillette peut donc être considérée comme une dilatation des grosses veines tenant en réserve une certaine quantité de sang pour le ventricule. En raison de la minceur de sa paroi musculaire, elle ne développe que peu de force dans sa contraction et ne se vide pas complètement de son contenu. Au moment de la systole auriculaire, le sang n'a pas de tendance à refluer dans les veines, malgré l'absence de valvules à leur embouchure, pour la seule raison que la pression veineuse, si faible qu'elle soit, est encore supérieure à celle qui existe dans la cavité du ventricule au moment de sa diastole ; le ventricule n'oppose, en effet, qu'une résistance insignifiante à la distension, et le sens du mouvement du sang, ici comme dans le reste du système circulatoire, est déterminé par les différences de pression.

b. *Systole ventriculaire.* — Elle succède immédiatement à la systole auriculaire, et se manifeste par une dureté et une rigidité soudaines du ventricule se propageant rapidement de la pointe à la base du cœur. Le sang pressé par la contraction du ventricule n'a d'autre issue que les orifices artériels (aortique et pulmonaire), car les orifices auriculo-ventriculaires se trouvent fermés hermétiquement par le jeu des valvules mitrale et tricuspide. Ces valvules forment des voiles qui pendent dans l'intérieur du ventricule au moment de la diastole ; sous l'action de la pression sanguine développée par la systole, leurs bords flottants

sont projetés les uns contre les autres, et les parties de leurs faces auriculaires voisines des bords s'affrontent sur une certaine étendue; la tension des cordages tendineux qui s'y insèrent et la contraction des muscles papillaires d'où émanent ces tendons, règlent le jeu de ces soupapes en les maintenant en place et en empêchant leur renversement dans la cavité de l'oreillette

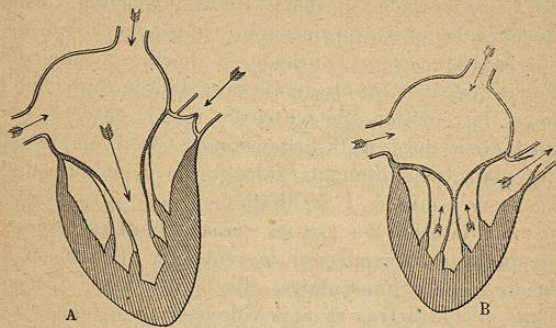


Fig. 42.

Schéma indiquant le jeu des valvules auriculo-ventriculaires et sigmoïdes : A, pendant la diastole ventriculaire ; B, pendant la systole ventriculaire.

(fig. 42). De la sorte, l'augmentation de la pression sanguine intra-ventriculaire n'a d'autre effet que d'accoler plus intimement les bords des valvules et de faire bomber leurs faces du côté des oreillettes, de façon à produire un dôme multiconvexe que l'on peut sentir facilement avec le doigt introduit dans l'oreillette du cœur des gros animaux, comme l'ont remarqué CHAUCHEAU et FAIVRE. Dès que la tension sanguine intraventriculaire a atteint une valeur suffisante (15 à 20 centimètres de Hg pour le ventricule gauche, 3 à 5 pour le ventricule droit), ce qui arrive quelques centièmes de seconde après le début de la systole (*retard essentiel* de CHAUCHEAU et MAREY), le sang pénètre dans les artères; lorsque le ventricule se relâche, le reflux du sang est empêché par le jeu purement mécanique des valvules sigmoïdes en forme de nid de pigeon, qui s'accolent par leurs bords sous

l'action de la tension sanguine et opposent leurs faces concaves à la poussée artérielle. La systole ventriculaire ayant à vaincre une forte résistance, a aussi une durée plus longue que la systole auriculaire. Le ventricule lance à chaque systole environ 100 grammes de sang et se vide complètement; il resterait cependant, d'après CHAUCHEAU, une petite quantité de sang sous les dômes valvulaires.

c. *Diastole*. L'oreillette entre déjà en diastole pendant la systole ventriculaire; une fois celle-ci terminée, le ventricule se relâche à son tour, et toutes les cavités sont alors en diastole et se remplissent de sang; c'est le repos du cœur. Le sang est poussé dans les cavités cardiaques sous l'action de la pression veineuse développée par la réaction élastique des veines sur leur contenu. La diastole est donc passive. Cependant on peut admettre encore que le cœur est capable d'exercer une aspiration sur le sang par la dilatation de ses cavités. En effet, par suite de l'élasticité de leurs parois, les ventricules tendent à reprendre après la systole une certaine capacité, de même qu'une poire en caoutchouc à parois épaisses pressée entre les doigts revient à sa forme primitive quand on cesse la compression. Il en résulte qu'il se produit dans les ventricules, après chaque systole, une *pression négative* (*vide postsystolique* de MAREY) et une aspiration du sang. Le cœur, d'après certains physiologistes, agirait donc comme une pompe à la fois aspirante et foulante. Il faut remarquer de plus que le cœur est, comme tous les autres organes contenus dans le thorax, soumis à l'influence de l'aspiration thoracique. Lorsqu'il s'est contracté, cette aspiration doit donc contribuer à lui faire reprendre une *forme d'équilibre* correspondant à un certain degré de dilatation.

La simple inspection et la palpation du cœur mis à nu permettent encore de se rendre compte des changements de forme, de volume, de position et de consistance qui accompagnent chaque contraction. Pendant la diastole, la poche ventriculaire est conique et sa section transversale figure une ellipse; pendant la systole elle devient plus petite et globuleuse par le raccourcissement de son diamètre antéro-postérieur, et sa section prend une forme circulaire. On observe aussi pendant la systole la production

d'un mouvement spiroïde ou de torsion du cœur; cette torsion se fait autour de l'axe longitudinal de l'organe, de gauche à droite, et a pour effet de mettre en saillie le ventricule gauche; en même temps la pointe du cœur se redresse légèrement en se portant à droite et en avant. Le mouvement de retrait de la

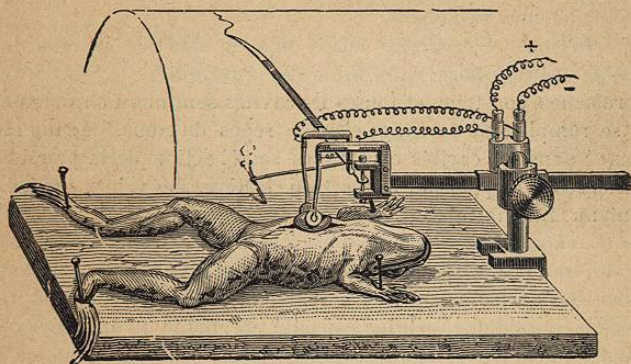


Fig. 43.

Pince cardiaque de MAREY.

Le cœur est saisi entre deux cuillers dont l'une est mobile et actionne le style inscripteur auquel elle est soudée. Au moment de la systole le myocarde repousse la cuiller mobile et le style trace un crochet sur le cylindre enregistreur. Pendant le repos du cœur, le style inscripteur est ramené mécaniquement à une position d'équilibre par un fil élastique attaché à l'épingle *e*. Des fils + et - aboutissant à chaque cuiller permettent de porter des excitations électriques sur le myocarde.

pointe, qui résulte nécessairement du raccourcissement de l'axe longitudinal, est du reste peu accentué, parce qu'il est compensé par la projection de la base du cœur provenant de la chasse brusque du sang dans les artères (*mouvement de recul* analogue au recul du fusil au moment où le coup part). Le muscle cardiaque est mou et dépressible pendant la diastole; pendant la systole il devient dur et ferme, et repousse le doigt qui le palpe.

d. *Cardiographie*. — Pour enregistrer les battements du cœur, on peut faire reposer directement sur les poches cardiaques des

leviers inscripteurs (*cardiographes* pour le cœur de grenouille, de tortue). Le tracé ci-dessous (fig. 44) des pulsations du cœur de grenouille a été pris avec la pince cardiaque de MAREY (fig. 43). Mais, pour obtenir des tracés permettant d'analyser en détail la révolution cardiaque, il faut avoir recours à la belle méthode imaginée par CHAUVEAU et MAREY. Ces physiologistes introduisirent des sondes dans les cavités du cœur du cheval, en les poussant par la jugulaire pour l'oreillette et le ventricule droit, et

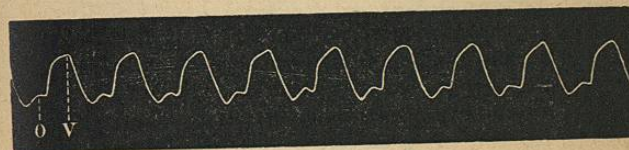


Fig. 44.

Tracé des battements du cœur de la grenouille.

O, oreillette. — V, ventricule.

par la carotide pour le ventricule gauche. Ces sondes cardiaques étaient munies à leur extrémité d'une ampoule de caoutchouc remplie d'air, et reliées par un tube à un tambour inscripteur à levier. A l'aide du schéma suivant (fig. 45) qui représente la sonde cardiaque droite munie de deux ampoules dont l'une se trouve dans la cavité auriculaire et l'autre dans la cavité ventriculaire, il est facile de comprendre que la compression de l'air des ampoules par la pression du sang, au moment de la systole, produit une élévation du levier des tambours inscripteurs, et que sa dilatation pendant la diastole amène au contraire un abaissement du levier. Les plumes écrivent sur un cylindre enregistreur, tournant d'un mouvement uniforme, et tracent la courbe de la contraction auriculaire et ventriculaire. On peut aussi recueillir le tracé de la *pulsation cardiaque*, c'est-à-dire de ce choc que perçoit la main appliquée sur la poitrine; il n'y a pour cela qu'à maintenir sur le thorax dans la région précordiale une autre ampoule reliée aussi à un tambour inscripteur

Les tracés que l'on obtient, ou *cardiogrammes*, sont représentés ci-dessous (fig. 46). Comment les interpréter ?

La ligne supérieure O représente le tracé de l'oreillette, celle qui est au-dessous V le tracé du ventricule, la troisième P le tracé de la pulsation cardiaque. Comme les pointes des leviers

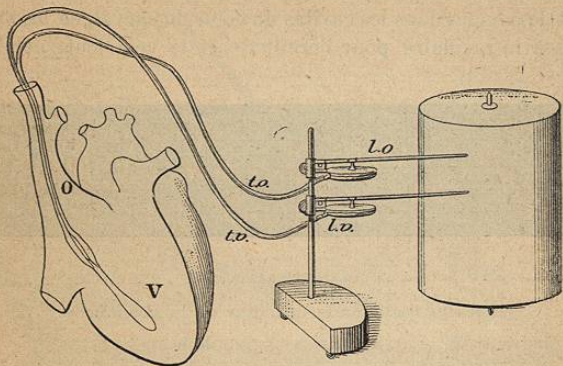


Fig. 45.

Schéma de l'expérience de cardiographie de CHAUCHEAU et MAREY.

Sonde cardiaque droite munie de deux ampones, l'une située dans le ventricule V et reliée au tambour enregistreur l.v. par le tube l.v., l'autre située dans l'oreillette O et reliée au tambour l.o. par le tube l.o. (d'après L. FRÉDÉRICQ).

sont exactement de même longueur et superposées, il est clair que les accidents qui se trouvent sur ces trois tracés, selon la même ligne verticale, sont synchrones. Le quadrillage imprimé dans la figure permet de s'en rendre compte; les lignes verticales de ce quadrillage étant espacées par intervalles de un dixième de seconde, on peut en outre apprécier la durée de chacun des actes de la révolution cardiaque; les lignes horizontales permettent de comparer plus facilement les différences d'amplitude des oscillations du levier.

Le tracé de l'oreillette O présente tout d'abord une élévation A de courte durée qui correspond évidemment à la systole de l'oreillette; après cet accident, la ligne du tracé s'élève progres-

sivement jusqu'à la production d'un nouveau soulèvement systolique, traduisant ainsi le remplissage graduel de l'oreillette par le sang.

Sur le tracé ventriculaire V on trouve d'abord une petite oscillation synchrone avec la systole auriculaire, et qui exprime

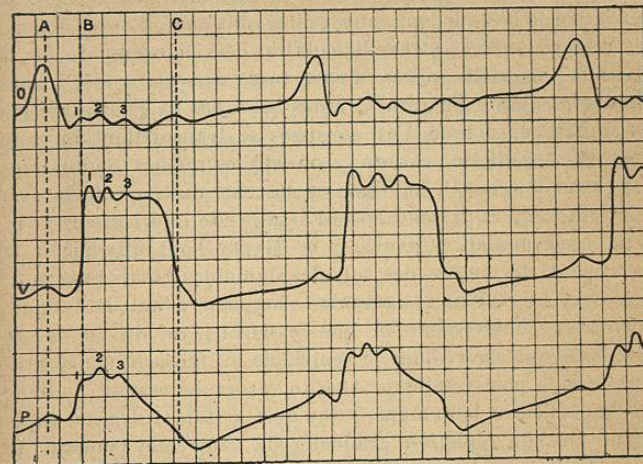


Fig. 46.

Cardiogramme (d'après MAREY).

O, tracé de l'oreillette. — V, du ventricule. — P, de la pulsation cardiaque.

la légère augmentation de pression du sang dans le ventricule au moment où il est chassé par la contraction de l'oreillette. Aussitôt après, la ligne s'élève brusquement très haut en B, se maintient un certain temps à cette hauteur dans un sens à peu près horizontal en formant ce qu'on appelle un *plateau*, puis s'abaisse, mais moins rapidement qu'elle ne s'est élevée. L'ensemble de cette courbe répond à la systole ventriculaire; son amplitude traduit l'énergie de la contraction, la distance qui sépare la ligne d'ascension de la ligne de descente mesure la durée de la systole qui, on le voit, est au moins trois fois