

bras au niveau même du plexus brachial (Cl. Bernard).

Les modifications que les fonctions des nerfs vaso-moteurs amènent dans la circulation sont très-importantes quand on les étudie dans leurs rapports avec les phénomènes de *sécrétion* et de *calorification* (voy. plus loin *Chaleur animale*). Ces modifications sont encore très-importantes à étudier dans leurs rapports avec un grand nombre de phénomènes pathologiques. Ainsi la *fièvre* est due essentiellement aux troubles vaso-moteurs qui modifient la production et la régularisation de la chaleur : elle résulte d'une action exagérée des nerfs *vaso-dilatateurs*, lesquels sont en même temps des nerfs *calorifiques* (tandis que les vaso-constricteurs sont frigorifiques. Cl. Bernard) (1).

Il faudrait enfin, pour compléter l'histoire des vaso-moteurs, passer en revue les nombreuses applications thérapeutiques qui ont pour intermédiaire les modifications vaso-motrices. Nous ne citerons qu'un des médicaments de ce genre, la *digitale*; cet agent, antagoniste du pouls et de la chaleur, agit puissamment contre la fièvre, dont nous venons d'esquisser en deux mots la physiologie pathologique. En effet, outre que la digitale ralentit et régularise les mouvements du cœur, elle agit aussi sur les organes périphériques de la circulation, et amène une contraction des parois artérielles par excitation des vaso-moteurs (Ackermann). Le pouls, ralenti par la digitale, est plus fort et plus plein. La tension artérielle semble augmentée, et l'action intense et essentielle du remède paraît consister dans la restitution de la contractilité des artéριοles sous l'influence des vaso-moteurs dérivant du grand sympathique. La digitale doit donc être considérée dès lors comme un régulateur de la circulation par une action excitante et tonique, et non pas hyposthénisante comme on l'admet généralement. (Hirtz, *Nouv. Dict. de méd. et de chirurgie*.)

(1) Cl. Bernard, *Leçons sur la chaleur animale, sur les effets de la chaleur et sur la fièvre* (dernières leçons). Paris, 1875.

IV. — USAGES GÉNÉRAUX DE LA CIRCULATION.

Le but le plus général de la circulation est de produire dans l'intimité de nos tissus des courants très-rapides destinés à fournir les matériaux de la nutrition aux organes et à entraîner les déchets qui résultent des échanges nutritifs, comme nous l'avons indiqué dès le début dans notre schéma de l'organisme. C'est le globule sanguin qui joue le principal rôle à ce point de vue. Ces échanges se passent au niveau même des capillaires (voy. p. 195); nous savons qu'en général la pression dans ces petits vaisseaux est de 10/100 à 12/100 d'atmosphère, pression qui paraît être très-favorable à l'équilibre des échanges. Quand la pression diminue, par exemple par l'effet d'une saignée, ce sont alors les résorptions qui prédominent : si au contraire la pression augmente dans les capillaires, par la compression par exemple ou la ligature d'une veine, l'exsudation dépasse les limites normales et le sérum du sang épanché dans les tissus constitue ce qu'on appelle l'*œdème*. La dilatation paralytique des petites artères peut aussi produire l'œdème en augmentant l'afflux du sang et par suite la pression dans les capillaires (Ranvier).

Outre ces fonctions générales, le système circulatoire présente dans certaines régions des dispositions spéciales qui indiquent un but accessoire et particulier; ainsi, dans quelques organes, les vaisseaux sont chargés, outre la nutrition, d'un rôle de caléfaction : nous pouvons citer à ce point de vue les vaisseaux du pavillon de l'oreille, de la face en général, des extrémités des doigts, des téguments des régions articulaires, vaisseaux qui sont dans toutes ces régions plus abondants que ne l'exigeait la simple nutrition. Dans d'autres points les capillaires sont disposés dans un but particulier d'absorption ou d'exhalation : tels sont ceux du poumon, qui forment dans ce viscère une large nappe sanguine où les globules rouges viennent se charger d'oxygène, tandis que le sérum dégage son acide carbonique.

Ailleurs l'afflux du sang est appelé à un rôle mécanique, comme par exemple celui de l'érection; c'est alors seulement que nous trouvons des *cœurs accessoires périphériques*, destinés à augmenter la tension du sang dans les organes qui s'érigent : en effet le muscle bulbo-caverneux et l'ischio-caverneux, par leurs contractions rythmiques pendant l'érection, chassent vers l'extrémité de la verge le sang qui s'est déversé dans le bulbe de l'urèthre et dans la racine des corps caverneux.

Le mouvement de la circulation est indispensable au maintien du sang dans son état physiologique, dans l'état liquide; non pas que l'agitation empêche la coagulation du sang, car au contraire elle la favorise, et c'est par le *battage* que l'on extrait la fibrine du sang (voy. p. 153); mais le mouvement de la circulation met continuellement les divers points de la masse du sang en contact avec la paroi interne, avec l'*endothélium* des vaisseaux. Or, parmi les causes plus ou moins bien définies qui influent sur la coagulation du sang et que nous avons rapportées plus haut (p. 154), la moins contestable, quoique la plus difficile à expliquer, paraît être l'influence encore énigmatique de la *paroi interne des vaisseaux vivants*. Cette influence a été signalée par Brücke : le *contact de la paroi vivante s'oppose énergiquement à la coagulation*; la fibrine ne peut se solidifier tant que le sang circule et que chacune de ses particules vient incessamment se mettre au contact de la paroi vivante.

Dès que la circulation s'arrête, les couches centrales du torrent sanguin tendent donc à se coaguler : l'examen de la manière dont se produit cette coagulation constitue l'étude des caillots formés *post mortem*, étude non moins intéressante pour le physiologiste que pour le pathologiste, auquel elle apprend à distinguer les caillots récents des caillots anciens. Le sang ne se coagule pas sur le cadavre immédiatement après la cessation des battements du cœur; le mécanisme par lequel les artères mourantes chassent leur contenu dans les veines constitue encore une sorte de circulation qui empêche cette coagulation : aussi ne

trouve-t-on généralement sur le cadavre des caillots que dans les veines.

Quand les veines du cadavre sont gorgées du sang exprimé du système artériel, la coagulation commence à s'y produire dans les couches centrales, qui sont le plus loin de la paroi; ici la coagulation de la fibrine est rapide, elle englobe les globules rouges de cette partie du sang, et c'est pourquoi le centre des caillots veineux est toujours rouge ou noir, présente en un mot l'aspect *cruorique*.

Les parties plus périphériques du contenu des veines restent toujours au moins 20 à 24 heures avant de se coaguler complètement; c'est qu'ici l'action de contact de la *paroi vivante* continue à faire sentir son influence. En effet, lorsqu'a lieu la mort générale, lorsque la dernière expiration et le dernier battement du cœur ont eu lieu, il s'en faut de beaucoup qu'avec cette mort générale coïncide la mort de chaque élément anatomique; nous avons vu que les muscles et les nerfs restent encore longtemps excitables, que l'épithélium de la vessie s'oppose encore pendant plusieurs heures à tout phénomène d'absorption; nous verrons que les épithéliums vibratiles continuent encore leurs mouvements pendant 8 ou 10 heures; il en est de même de l'*endothélium* des vaisseaux sanguins, et ce n'est qu'après sa mort complète, qu'après 20 ou 24 heures, que la coagulation des couches les plus périphériques du sang veineux peut s'effectuer : souvent on extrait des vaisseaux d'un cadavre déjà en rigidité cadavérique un liquide sanguin, qui, placé dans un vase, au contact de l'air, se coagule bientôt, presque comme du sang extrait d'un animal vivant.

La coagulation étant ainsi très-lente à se produire dans le cadavre, nous avons là toutes les conditions qui favorisent la séparation de la fibrine et des globules, qui déterminent la formation d'une *couenne* (voy. *sang couenneux*, p. 154). En effet les vaisseaux peuvent être considérés comme formant un réservoir de forme compliquée, dans lequel, pendant la coagulation, fibrine et globules se déposent par couches selon les lois de la pesanteur, les globules vers les parties déclives, la fibrine vers les parties plus élevées, sous forme de *caillots décolorés* : de là les *caillots*

mixtes, ou formés en partie de caillots *cruoriques* (centre et parties déclives des masses coagulées), et en partie de caillots *décolorés* ou *couenneux*. Dans ces derniers, comme dans la couenne formée après coagulation dans un vase, on trouve une très-grande quantité de globules blancs (fig. 57), réunis parfois en si grand nombre qu'ils forment de petits amas qu'on prendrait facilement pour des amas de pus.

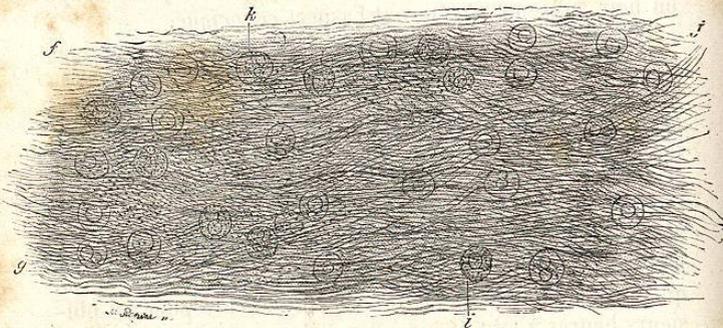


FIG. 57. — Caillot fibrineux sans globules rouges*.

La disposition de ces caillots mixtes est déterminée par la position du cadavre dans l'agonie : ainsi dans la veine cave le cadavre étant d'ordinaire couché sur le dos, le caillot est décoloré vers le voisinage du cœur, puis il devient foncé vers la région lombo-dorsale qui est plus déclive ; puis de nouveau décoloré vers l'angle sacro-vertébral, qui est un peu plus élevé, et reprend l'aspect cruorique dans les veines iliaques et surtout dans les iliaques internes : les caillots des veines pulmonaires sont toujours très-foncés, vu leur position déclive : en changeant la position du cadavre, en le renversant pendant que se forment les caillots, on renverse la disposition de ceux-ci et on obtient des caillots mixtes de composition inverse.

On voit combien ces faits sont intéressants, et de quelle

* *f, g, j*, couche mince fibrineuse, montrant l'entre-croisement des stries de la couche fibrineuse. — *i, k*, leucocytes englobés par la fibrine et pâlis par l'action de l'eau (gross. 500 diam.) (Robin, traité du *Microscope*).

utilité ils peuvent être, par exemple en médecine légale, pour déterminer la position dans laquelle s'est trouvé un cadavre pendant les 24 heures qui ont suivi l'agonie. Tous ces faits sont le résultat de la singulière propriété dont jouit la paroi interne du vaisseau d'empêcher la coagulation.

Ce n'est pas là la seule propriété dont jouisse la paroi vasculaire ; on remarque que le résultat de la coagulation dans les vaisseaux se présente sous forme de caillot, mais on ne trouve plus que peu de sérum : c'est que la partie liquide du sang, à mesure que les parois artérielles perdaient leurs propriétés de tissus vivants, a transsudé à travers elles, soit précisément parce que ces parois n'étaient plus vivantes, ne réglaient plus les échanges, soit parce que la séparation de la fibrine a laissé les autres éléments albumineux du sang dans un état de composition qui favorise leur exsudation, ainsi que cela se produit du reste, sur le vivant, et par un mécanisme semblable, dans certaines formes d'œdème et d'albuminurie.

RÉSUMÉ. — A. Le CŒUR est l'organe central de la circulation. — L'oreillette agit en se laissant facilement distendre par le sang veineux (élasticité) et en chassant par une *contraction très-rapide* (durée 1/3 de la révolution cardiaque), son contenu dans le ventricule, avec léger reflux dans l'origine des veines.

Le *ventricule*, par une contraction *énergique* et d'une durée appréciable, lance le sang dans l'origine des artères (pulmonaire et aorte) ; le reflux ne peut se faire vers l'oreillette, parce que les voiles auriculo-ventriculaires (valvules mitrale et tricuspide) sont appliquées par la contraction des muscles papillaires les uns contre les autres et contre la paroi ventriculaire, d'où occlusion parfaite de l'orifice correspondant.

Le cœur effectue chez l'adulte environ 70 à 75 contractions par minute ; chacune de ces contractions se révèle à l'extérieur par : 1° le *choc du cœur*, attribué à un mouvement de *recul* ou de *torsion* de cet organe, mais qui est dû en réalité au changement de consistance du muscle cardiaque en contraction ; 2° le *premier bruit*, synchrone à la systole ventriculaire, et dû à la tension des replis (valvules) auriculo-ventriculaires par les muscles

papillaires; 3° le *second bruit* (synchrone au début du temps de repos), qui est dû au redressement brusque des valvules sigmoïdes aortiques et pulmonaires.

B. LES ARTÈRES : l'arbre artériel forme un cône dont le sommet est au ventricule et la base au niveau du système capillaire. Dans ce cône, la *pression* du sang (*hémodynamomètres* divers) va en diminuant du cœur vers les capillaires; telle est la *cause de la circulation*. Quant à la *vitesse*, elle est en chaque région du cône artériel en raison inverse de la surface de section correspondant à cette région du cône. Il en est de même pour la vitesse dans le cône veineux : la vitesse va donc dans le système artériel en diminuant du centre à la périphérie, et dans le cône veineux en augmentant de la périphérie au centre. La nappe de sang contenue dans les *capillaires* est ainsi comme le lac du *fleuve sanguin*.

La *vitesse générale* de la circulation est très-grande : il suffit de quelques secondes pour qu'une substance toxique introduite dans le sang fasse le tour de la circulation (15 secondes).

On nomme *vaisseau porte*, *système porte*, toute partie de l'appareil circulatoire où le sang marche directement d'un système capillaire vers un autre système capillaire : *veine porte* hépatique; *veine porte rénale* (vaisseau efférent du glomérule).

La *tunique moyenne* des artères est la plus importante à considérer au point de vue physiologique : elle renferme des *fibres musculaires lisses* et des *éléments élastiques*; dans les artères de moyen calibre ces deux éléments anatomiques (muscle et tissu élastique) se partagent à peu près également la constitution de la tunique moyenne; mais dans les grosses artères (aorte, sommet du cône artériel), le tissu élastique règne seul, tandis que dans les artérioles (vers la base du cône artériel), c'est l'élément musculaire qui finit par prédominer complètement.

Le *tissu élastique* sert à *régulariser* la circulation générale, en transformant le jet *intermittent* du cœur en jet *continu*.

Le tissu musculaire sert à régler les circulations *locales*. (Voyez Nerfs vaso-moteurs.)

On nomme *POULS* la sensation de soulèvement brusque que le doigt éprouve lorsqu'il palpe une artère reposant sur un plan osseux : il sent alors l'*onde sanguine* (ou *vibration* causée par le choc de la masse de sang que le ventricule lance dans l'aorte) : il ne faut pas confondre cette *vibration*, ce *pouls* avec le mouvement lui-même du sang en circulation.

Le *dicrotisme* du pouls est un phénomène normal, exagéré par certains états morbides, et qui est dû à une seconde onde

causée par la réaction du tissu élastique des grosses artères (aorte : systole artérielle).

Les *capillaires*, formés en apparence d'une membrane amorphe avec des noyaux, sont constitués en réalité par des cellules soudées (*endothélium vasculaire*). — Le *système capillaire* est le lieu des échanges des matériaux soit avec les organes, soit avec les milieux ambiants (poumon).

C. LES VEINES, étant très-dilatables, servent jusqu'à un certain point de *réservoirs* au sang, qui, du reste, y circule par la *vis a tergo* et grâce à ce que les *valvules* sont disposées de manière à utiliser dans le sens du cours du sang toutes les causes de compression du vaisseau (contraction des muscles voisins).

INNERVATION DE L'APPAREIL CIRCULATOIRE. Le *pneumogastrique* est le nerf *modérateur*, et le grand sympathique le nerf *accélérateur* du cœur. — De plus, le cœur contient dans l'épaisseur même de ses parois de petits ganglions dont les uns jouent le rôle de centres modérateurs, les autres de centres accélérateurs. C'est pour cela que le *cœur*, arraché de la poitrine, continue encore à battre plus ou moins longtemps selon les espèces animales.

Les *vaso-moteurs* sont les nerfs qui innervent les vaisseaux (tunique moyenne musculaire des artérioles) : ces nerfs nous sont représentés dans leur trajet périphérique par les filets du grand sympathique (expérience de Cl. Bernard sur le cordon cervical du sympathique chez le lapin : vascularisation de l'oreille). Les uns sont *vaso-constricteurs*, les autres *vaso-dilatateurs*. L'action de ces derniers s'explique par une *action suspensive* ou *d'arrêt* analogue à celle que le pneumogastrique exerce sur le cœur.

La fièvre résulte d'une action exagérée des *nerfs vaso-dilatateurs* qui sont en même temps *calorifiques* (Cl. Bernard).