

L'APPAREIL CIRCULATOIRE :

Introduction

I-ANATOMIE DU CŒUR :

1-Généralités :

2-Configuration extérieure du cœur

3-Configuration intérieure du cœur

3-a-Généralités

3-b-Les oreillettes

3-c-Les ventricules

3-d-Les valves cardiaques

4-La paroi du cœur :

4-a- L'épicaide

4-b-Le myocarde

4-c-L'endocarde

5-L'enveloppe du cœur

6-Apport sanguin du corps

7-Innervation du cœur

II- NOTIONS GENERALES SUR LES VAISSEAUX :

1-Généralités

2-Les artères

3-Les veines

4-Les capillaires

III- LE TRAJET DU SANG (LE CIRCUIT SANGUIN) :

1-Généralités

2-La petite circulation ou circulation pulmonaire

3-La grande circulation ou circulation systémique

IV-LE SYSTEME LYMPHATIQUE :

1-Cellules, tissu et organes lymphatiques

2-La lymphe :

2-a-Définition :

2-b-Composition et rôle

3-La circulation lymphatique

3-a-Généralités

3-b-Les vaisseaux lymphatiques

3-c-Les troncs collecteurs

V- DEVELOPPEMENT ET VIEILLISSEMENT DU CŒUR ET DES VAISSEAUX

1-Développement et vieillissement du cœur

2-Développement et vieillissement des vaisseaux sanguins

3-Développement et vieillissement du système lymphatique

VI- PHYSIOLOGIE DE LA CIRCULATION :

1-La révolution cardiaque

2-La fréquence et le débit cardiaque : définitions

3-L'automatisme cardiaque

3-a-Le système nerveux intrinsèque :

3-b-Les mécanismes de régulation de la fréquence cardiaque :

3-b-1-La régulation nerveuse :

3-b-2-La régulation chimique

3-b-3-Autres facteurs

3-b-4-Troubles du rythme cardiaque

VII-LA PRESSION ARTERIELLE ET LES MECANISMES DE CONTROLE

1-Définition de la PA

2-Variations de la PA:

3-Régulation de la PA :

3-a-Généralités

3-b-Les mécanismes nerveux :

3-c-Les mécanismes hormonaux

VIII-EXPLORATION DU FONCTIONNEMENT CARDIAQUE ET DES VAISSEAUX PERIPHERIQUES :

[REDACTED]

Introduction : *Depuis des siècles, l'être humain s'interroge sur l'organe qui bat sans cesse au creux de sa poitrine . Les Grecs de l'Antiquité croyaient que le cœur était le siège de l'intelligence ; d'autres y ont cru la source des émotions. Ces théories sont depuis longtemps tombées en désuétude , mais il est vrai que les émotions se répercutent sur la fréquence cardiaque. Lorsque le cœur s'emballa, on prend brusquement conscience que notre vie entière dépend des battements de cet organe.*

On peut comparer les **vaisseaux sanguins** à un **réseau routier** , et les **cellules de l'organisme** aux habitants de la ville desservie par le réseau. Jour et nuit, ces habitants absorbent de l'**oxygène** et des **nutriments** et ils excrètent des **déchets** (CO₂). Or, les cellules n'ont aucun moyen de se déplacer, et , pour échapper à la disette et à la pollution, elles dépendent des allées et venues d'un transporteur, **le sang**. Ce transporteur ne peut se mouvoir par lui – même. Une pompe doit le propulser à travers le réseau de vaisseaux. Cette pompe, c'est **le cœur**.

I-ANATOMIE DU CŒUR :

1-Généralités :

Le cœur est un **muscle creux** qui, par sa contraction rythmique , assure la progression du sang à l'intérieur des vaisseaux.

Le cœur est situé dans le **thorax**, au-dessus du **diaphragme** sur lequel il repose ; il occupe là une loge cellulaire appelée **médiastin antérieur** (*médiastin : subdivision de la cage thoracique située entre les 2 poumons et contenant la cavité péricardique , la trachée et l'œsophage*) à gauche du bord droit du sternum. Il se projette du 3^{ème} au 6^{ème} espace intercostal, en regard des vertèbres T6 à T8.

Le cœur n'est pas plus gros qu'un poing fermé et son poids varie entre **250 et 300 g**, sa coloration est rougeâtre , sa consistance ferme.

2-Configuration extérieure du cœur :

Le cœur renferme 4 cavités : **2 oreillettes (atrium)** dans sa partie supérieure (avec des auricules (auricula= oreille), qui sont de petits appendices ridés qui font saillie et augmentent quelque peu leur volume) et **deux ventricules** dans sa partie inférieure. Le ventricule droit constitue la majeure partie de la face antérieure du cœur . Le ventricule gauche domine la partie postéro-inférieure du cœur et forme l'apex du cœur (qui pointe vers le bas, l'avant et la gauche en direction de la hanche gauche).

Si on pose nos doigts sous notre mamelon gauche entre la 5^{ème} et la 6^{ème} côte , on perçoit les battements du cœur. En effet, l'apex du cœur touche à la paroi thoracique ; ce que l'on ressent c'est le choc de la pointe du cœur.

Des **sillons visibles** à la surface du cœur indiquent les limites des 4 cavités et portent les vaisseaux sanguins qui irriguent le cœur.

Le **sillon coronaire, ou sillon auriculo-ventriculaire** (atrio-ventriculaire) encercle la jonction des oreillettes et des ventricules à la manière d'une couronne et sépare les atriums et les ventricules , schématiquement perpendiculaire à l'axe du cœur.

Le **sillon inter-ventriculaire** (antérieure et postérieure) sépare les ventricules droit et gauche dans un plan vertical parallèle à l'axe du cœur.

Le **sillon inter-auriculaire** (interatrial) sépare OD et OG et n'est visible qu'en arrière .

Différents vaisseaux sont visibles extérieurement :

-**des veines** : veine cave supérieure et veine cave inférieure ; veine pulmonaire (4 veines pulmonaires), veine coronaire,

-**des artères** : aorte , artère pulmonaire, artère coronaire.

3-Configuration intérieure du cœur :

3-a- Généralités

Le cœur est partagé intérieurement en **4 cavités** par une cloison verticale et une cloison longitudinale. A l'intérieur des cavités, le sang circule.

Dans la partie supérieure les cavités sont les **oreillette** (droite et gauche) ; dans la partie inférieure, les **ventricules** (droit et gauche) .

Chaque oreillette communique avec le ventricule sous-jacent par un orifice, l'**orifice (=ostium) auriculo-ventriculaire (atrio-ventriculaire)** . Par contre, les oreillettes ne **communiquent pas entre elles**, pas plus que les ventricules : les oreillettes sont complètement séparées par la cloison **ou septum interauriculaire membraneux** (interatrial) (*creusé d'une légère dépression , la fosse ovale, qui constitue un vestige du foramen ovale, un orifice du cœur fœtal*), les ventricules par la **cloison ou septum interventriculaire, qui possède une partie musculaire** (donnant insertion aux piliers internes) **et une partie membraneuse**. Les cavités cardiaques droite et gauche sont donc complètement séparées des cavités gauches et le sang qui circule dans les cavités droites ne se mélange jamais avec le sang des cavités gauche et vice-versa. Du point de vue fonctionnel, le cœur est une double pompe.

3-b-Les oreillettes :

Du point de vue fonctionnel, les oreillettes constituent le **point d'arrivée du sang** en provenance de la circulation dans le cœur (on y trouve orifice de veine). *Comme elles n'ont pas à se contracter fortement pour faire passer le sang dans les ventricules juste en-dessous d'elles, les oreillettes* sont de **petites tailles et leurs parois sont relativement minces** ; *elles contribuent peu au remplissage des ventricules et à l'action de pompage du sang.*

L'**oreillette droite** est une cavité lisse : on y trouve les orifices de **2 veines caves sup et inf** qui y déversent du sang et l'**orifice du sinus coronaire** (veine propre du cœur).

Sur sa face médiale , au niveau de sa partie moyenne, on trouve une dépression: la **fosse ovale** (vestige du foramen ovale , orifice de la communication embryonnaire entre les deux oreillettes). Sa face antérieure se prolonge par l'**auricule droit**.

Lien avec la pathologie :

La communication embryonnaire entre l'OD et l'OG peut ne pas se refermer , on parle alors de foramen ovale perméable , cause d'AVC du sujet jeune par embolies athéromeuses; on peut parfois être amené à le fermer chirurgicalement

L'**oreillette gauche** a une forme arrondie présente 4 orifices correspondants aux **4 quatre veines pulmonaires**.Sa face antérieure se prolonge par l'**auricule gauche**.

La paroi des deux oreillettes est lisse.

3-c-Les ventricules :

Ils constituent presque toute la masse du cœur. Les ventricules sont le **point de départ** du sang hors du cœur , les pompes proprement dites du cœur et leurs parois sont par conséquent

assez épaisses (0,5 cm à droite ; 1 cm à gauche). En se contractant les ventricules projettent le sang hors du cœur dans les vaisseaux.

Le **ventricule droit** éjecte le sang dans les **artères du tronc pulmonaire** (qui se ramifie en artère pulmonaire droite et gauche), qui achemine le sang dans les poumons, en vue des échanges gazeux.

Le **ventricule gauche**, propulse le sang dans l'**aorte** (orifice visible : orifice aortique), dont les ramifications successives alimentent tous les organes.

La paroi des deux ventricules est soulevée par des muscles dits papillaires(servant d'amarrage à des cordages tendineux fixés sur les valves du cœur).

3-d-Les valves cardiaques

Le sang circule à sens unique dans le cœur : il passe des oreillettes aux ventricules , puis il s'engage dans les grosses artères qui émergent de la partie supérieure du cœur. Des petits orifices (ostium) équipés de valves assurent l'immuabilité de ce trajet . Il existe 4 valves:

-les 2 **valves auriculo-ventriculaires** ,

-les **valves du tronc pulmonaire et les valves de l'aorte** (encore appelées **valves sigmoïdes**).

Les 2 **valves auriculo-ventriculaires** sont situées à la jonction des oreillettes et des ventricules correspondants et empêchent le sang de refluer dans les oreillettes lorsque les ventricules se contractent.

La **valve auriculo-ventriculaire droite** ou **valvule tricuspide** est formée de 3 valves cuspidées (antérieure, postérieure, septale) : on lui donne le nom de **valve tricuspide** (lames d'endocarde renforcées par du TC) *donnant insertion à des cordages tendineux amarrant la valve aux muscles papillaires de la paroi ventriculaire.*

La **valve auriculo-ventriculaire gauche** ou **valve mitrale** (valvule= plusieurs valves) qui comprend 2 valves quadrilatères (antérieure et postérieure) , *amarrés par des cordages tendineux aux muscles papillaires de la paroi ventriculaire.*

De fins cordons de collagène blancs nommés **cordages tendineux** sont attachés à chacune des valves auriculo-ventriculaires . Ils ancrent leurs cuspidées aux muscles papillaires qui jaillissent des parois internes des ventricules.

Les **valvules sigmoïdes pulmonaires et aortiques** ,situées respectivement à la base du tronc pulmonaire (3 valvules semi -lunaire(antérieure, droite et gauche)) et de l'aorte (3 valvules (antérieure droite et antérieure gauche, postérieure)) elles empêchent le sang de refluer dans les ventricules au moment du relâchement du muscle cardiaque.

Par contre, **aucune valve** ne garde l'entrée des veines caves et pulmonaires , situés dans les oreillette droite et gauche respectivement. De petites quantités de sang rejaillissent dans ces vaisseaux pendant la contraction auriculaire , mais ce reflux est considérablement limité par le myocarde auriculaire qui, en se contractant, comprime ces points d'entrée veineux et provoque leur affaissement.

Les valves cardiaques sont des dispositifs assez simples. Comme n'importe quelle pompe, le cœur peut fonctionner en dépit de fuites mineure de ses valves. Toutefois, certaines **malformations graves des valves** (ou leurs **altérations**) peut gêner considérablement le

fonctionnement du cœur. Ainsi, l'**insuffisance valvulaire**, qui correspond à un défaut de fermeture d'une valve et au reflux de sang, oblige le cœur à pomper sans cesse le même sang. P 79-lien avec la pathologie

Une distension ou une rupture d'un cordage amarrant une valve atrio-ventriculaire va provoquer un dysfonctionnement de cette dernière : défaut d'ouverture ou surtout de fermeture ; on parle alors d'insuffisance mitrale ou tricuspide.

Dans le rétrécissement valvulaire, aussi appelé **sténose**, les valves durcissent et obstruent l'orifice. Cette rigidité force le cœur à se contracter plus fortement qu'il ne le devrait. Dans les 2 cas, le cœur fournit un surcroît de travail, et, avec le temps, s'affaiblit. Ces troubles dictent un remplacement de la valve défectueuse par une valve artificielle ou une valve provenant d'un cœur de porc (traitée chimiquement pour prévenir les risques de rejet).

4-La paroi du cœur :

Le cœur est formé de 3 tuniques (=tissus), soit de l'extérieur vers l'intérieur : l'**épicarde**, le **myocarde** et l'**endocarde**. Ces 3 tuniques sont riches en vaisseaux sanguins.

4-a- L'épicarde :

Lame viscérale du péricarde (qui est l'enveloppe du cœur). Il est souvent infiltré par de la graisse, surtout chez les personnes âgées.

4-b-Le myocarde : « muscle du cœur ».

Tunique musculaire épaisse, il constitue l'essentiel de la masse du cœur. Il assure les contractions du cœur.

On distingue schématiquement deux grands types de cellules myocardiques dans le myocarde :
-les **cellules musculaires classiques** (=les fibres) musculaires qui sont **courtes, épaisses, striées, ramifiées**, qui constitue l'essentiel du myocarde. Chacune porte en son centre un ou, au plus, deux gros noyaux pâles. *Les espaces intercellulaires sont remplis d'une trame de TC lâche qui renferme de nombreux capillaires. Elles contiennent des myofibrilles composés de sarcomères typiques.* Comme les cellules (fibres) musculaires sont constituées de **muscle strié**, elles ont la capacité de se contracter suite à des PA déclenchés par les cellules automatiques. Dans ces cellules, les PA sont produits de la même façon que dans les cellules musculaires squelettiques. *La dépolarisation de la membrane ouvre les canaux sodium – voltage dépendants. L'entrée de sodium induit la phase ascendante de la courbe du PA. En outre, la dépolarisation ouvre les canaux lents à calcium et à sodium : l'entrée du calcium prolonge la phase de dépolarisation (ce qui crée un plateau). Le calcium ionique libéré par le RS permet de coupler le PA au glissement des filaments d'actine et de myosine. La période réfractaire est plus longue que dans le muscle squelettique ce qui prévient la contraction téτανique.* Contrairement aux fibres musculaires squelettiques, qui sont indépendantes tant du point de vue structural que du point de vue fonctionnel, les cellules cardiaques adjacentes sont **rattachées les unes aux autres** (grâce à des *disques intercalaires situés au niveau de leurs membranes plasmiques (desmosomes et jonction ouvertes)*) et forment ainsi un véritable réseau continu de tissu musculaire ; c'est ce que l'on appelle un **syncytium**. Cette structure explique la contraction en masse du myocarde.

-les **cellules automatiques** (système cardio-necteur). Ces cellules proviennent d'un tissu particulier, constitué par un tissu particulier : le **tissu nodal**, constitué de cellules musculaires non contractiles, ayant gardé un caractère embryonnaire et capable de dépolarisation spontanée ou d'auto-excitation.

Quantitativement peu abondant, le tissu nodal est constitué par des cellules musculaires présentant plusieurs caractéristiques du tissu myocardique embryonnaire .

La répartition de ce tissu nodal à l'intérieur du myocarde est inégale : ces cellules sont regroupées pour former deux noeuds (connectés par un réseau internodal) et un filament ramifié.

Les noeuds sont tous deux situés, chez le mammifère, dans la paroi de l'oreillette droite.

4-c-L'endocarde :

Endothélium (épithélium simple squameux) blanc brillant qui repose sur du TC lâche, qui recouvre toute la surface interne des oreillettes et des ventricules . Il est en continuité avec l'endothélium des vaisseaux sanguins qui aboutissent au cœur (veines) ou qui en émergent (artère). Il constitue un revêtement qui diminue la friction du sang contre les parois cardiaques. Les valves atrio-ventriculaires correspondent à un repli de l'endocarde.

5-L'enveloppe du cœur :

Le cœur est enveloppé dans un sac à double paroi **appelé péricarde** (*péri= autour ; kardia=cœur*). Il est constitué de 2 parties : une partie externe, le **péricarde fibreux**, et une partie interne, le **péricarde séreux**. **Le péricarde fibreux** est lâche et composé de **TC dense**. Résistant, le péricarde fibreux protège le cœur, l'amarre au diaphragme et aux gros vaisseaux (grâce à des ligaments) et lui évite toute accumulation excessive de sang.

Le **péricarde séreux** recouvre le péricarde fibreux . Celui-ci est **une séreuse** formée de 2 lames ou feuillet distincts. : **un feuillet viscéral (=péricarde) et un feuillet pariétal**.

Le feuillet pariétal tapisse la face interne du péricarde fibreux. Sur le bord supérieur du cœur, la lame pariétale se rattache aux grandes artères qui émergent du cœur , tourne vers le bas et se prolonge sur la face externe du cœur pour constituer le feuillet viscéral du péricarde séreux aussi appelé épicarde (« sur le cœur), appliqué contre le myocarde . L'épicarde fait partie intégrante de la paroi du cœur.

Les 2 lames du péricarde séreux délimitent la très mince cavité du péricarde , **la cavité péricardite** qui renferme un liquide. Ce liquide lubrifie les lames et élimine une bonne part de la friction créée entre elles par les battements du cœur.

L'inflammation du cœur, la **péricardite**, peut résulter d'une infection bactérienne comme la pneumonie. Elle entrave la formation de la sérosité et abrase les lames. Dans les cas graves, la péricardite provoque un épanchement dans la cavité du péricarde. L'excédent de liquide comprime le cœur et limite sa capacité à pomper du sang. *Le traitement consiste à insérer une seringue dans la cavité du péricarde pour en évacuer le liquide.*

6-Apport sanguin du corps :

Le sang qui circule presque continuellement dans les cavités du cœur nourrit très peu les cavités cardiaques. L'irrigation fonctionnelle relève de la **circulation coronarienne (artères et veines coronaires)**, la moins étendue de l'organisme. *5 à 10 % du débit cardiaque sert à l'irrigation du myocarde (par les artères coronaires avec une distribution droite prédominante dans 60 %des cas).*

Les artères coronaires droite et gauche, nées de l'aorte, émettent des ramifications qui irriguent le cœur lui même . Des **branches pariétales** pour la paroi des atriums et des ventricules; des **branches septales** : branches perforantes pénétrant dans les septums et vascularisant notamment le système cardio-necteur . Les branches pariétales issues des artères coronaires droite et gauche ont tendance à s'anastomoser pour former une couronne

rayonnante (corona radiata) autour du coeur , assurant une vascularisation stable en cas d'obstruction d'une branche.

Lien avec la pathologie:

La pathologie des vaisseaux est très fréquente . L'insuffisance coronarienne est liée à une surcharge athéromateuse des vaisseaux avec:

-soit un rétrécissement de la lumière des coronaires diminuant le débit sanguin coronaire , responsable d'une pathologie angineuse (angor) avec douleurs thoraciques à l'effort ;
-soit une obstruction des coronaires provoquée par un arrêt du flux sanguin pour le myocarde et donc une ischémie du muscle cardiaque: c'est l'infarctus du myocarde;

L'obstruction d'une branche coronaire pariétale ou septale (infarctus) n'aura pas les mêmes conséquences cliniques :

-l'obstruction d'une branche pariétale provoquera une ischémie de la paroi avec une moindre contraction pariétale (hypokinésie);

-l'obstruction d'une branche septale provoquera une ischémie (=diminution de l'apport sanguin artériel à un organe) du système cardio-necteur avec risque d'arythmie , potentiellement plus grave.

L'artère coronaire droite prend son origine au niveau du sinus aortique puis décrit trois segments:

-le segment 1, qui rejoint le sillon auriculo-ventriculaire antérieur entre la VCS et le tronc pulmonaire;

-le segment 2, qui parcourt verticalement le sillon atrio-ventriculaire antérieur jusqu'au bord inférieur , passe alors en arrière et à gauche de la VCI . Le segment 2 donne des branches atriales pour l'atrium droit et le septum interatrial et des branches ventriculaires antérieures pour le ventricule droit(dont la branche marginale),

-le segment 3, qui chemine sur la face postérieure le long du sillon atrio-ventriculaire postérieure jusqu'à la croix des sillons où elle se termine en artères interventriculaires postérieure et artères rétro-ventriculaire gauche qui abandonnent des branches ventriculaires et septales postérieures.

L'artère coronaire gauche prend son origine dans le sinus aortique . L'artère coronaire gauche possède un tronc court , elle passe derrière le tronc pulmonaire puis chemine à droite de l'atrium gauche où elle se divise en:

-**artère interventriculaire antérieure** qui descend dans le sillon interventriculaire antérieur avec la grande veine coronaire , contourne l'apex pour s'anastomoser avec l'artère interventriculaire postérieure. Elle donne des branches ventriculaires droites et gauches dont l'artère diagonale et des artères septales antérieures;

-**artère circonflexe** qui passe en arrière du sillon atrio-ventriculaire gauche pour rejoindre la croix des sillons , donnant des branches pour l'atrium gauche et le VG dont l'artère marginale gauche.

Après son passage dans les lits capillaires du myocarde, le sang veineux est recueilli par les **veines du coeur** , dont les trajets sont plus ou moins jumelés à ceux des artères coronaires. Ces veines se réunissent en un gros vaisseau, le **sinus coronaire** , qui déverse le sang dans l'oreillette droite . Le sinus coronaire est bien visible sur la face postérieure du coeur . Il a quatre grands tributaires: la **grande veine du coeur** (à gauche de l'artère coronaire gauche) , dans le sillon interventriculaire , la **petite veine du coeur** (satellite de l'artère coronaire droite) , dans le sillon coronaire droit, la **veine moyenne du coeur** , dans le sillon interventriculaire postérieur , et la **veine postérieure du ventricule gauche** , qui draine la

face diaphragmatique du ventricule gauche . De plus, **quelques veines antérieures du cœur** se jettent directement dans la partie antérieure de l'oreillette droite.

Le sang veineux , recueilli par les **veines coronaires du cœur** (grande, moyenne et petite) se jette dans le sinus coronaire , qui se jette dans l'oreillette droite..

Le **myocarde** est irrigué pendant le **relâchement du cœur**.

Toute entrave à la circulation artérielle coronaire peut avoir des conséquences graves, voir fatales. **L'angine de poitrine** est une douleur siégeant au niveau du sternum et causée par une diminution momentanée de l'irrigation du myocarde. *Elle peut résulter de spasmes des artères coronaires dus au stress , ou encore d'un surcroît de travail imposé à un cœur dont le réseau artériel est partiellement obstrué.* L'obstruction ou le spasme prolongé peuvent provoquer un infarctus du myocarde, encore appelé **crise cardiaque**. *Les chances de survie dépendent du siège et de l'étendue des lésions (car cellules du cœur ne se renouvelle pas).*

7-Innervation du coeur:

Le coeur est innervé par le plexus cardiaque contenant un **contingent sympathique** et un **contingent parasympathique** venant des **nerfs vagues**.

La partie superficielle du plexus cardiaque passe en-dessous de l'arc aortique , entre l'arc aortique et le tronc pulmonaire . La partie profonde du plexus cardiaque passe entre l'arc aortique et la bifurcation trachéale . Les fibres nerveuses vont ensuite pénétrer dans le coeur et se diriger vers le système cardio-necteur adaptant l'adaptant ax besoins du corps.

P 87-à retenir:

Une stimulation du système cardiaque parasympathique entrainera:

- une diminution de la fréquence cardiaque,
- une réduction de la force de contraction myocardique,
- une vasoconstriction des vaisseaux coronaires

La stimulation du système cardiaque orthosympathique entraînera:

- une augmentation de la fréquence cardiaque ,
- une augmentation de la force de contraction myocardique,
- une vasodilatation des vaisseaux sanguins.

P 87-Lien avec la pathologie:

Le malaise vagal se traduit cliniquement par une sensation de malaise avec vertiges,pâleur et sueurs. Il est lié à une hyperstimulation du SNP entraînant une bradycardie (réduction de la fréquence cardiaque) et une hypotension artérielle.

II- NOTIONS GENERALES SUR LES VAISSEAUX :

1-Généralités :

Le sang chemine à l'intérieur d'un système de conduits (*réseau routier*) , où il est propulsé par les battements du cœur. On distingue 3 catégories de vaisseaux : **les artères** , **les veines** et les **capillaires**. Les vaisseaux sont répartis en un système clos, c'est-à-dire fermé sur lui-même et circule dans les vaisseaux dans un sens unique.

2-Les artères :

Les artères sont les vaisseaux qui **transportent le sang depuis le cœur jusqu'aux organes**.

*Le sang circule dans les artères sous pression appelée **tension artérielle**.*

Elles se situent en profondeur. Elles contiennent du **sang oxygéné (excepté l'artère pulmonaire)**.

Leurs **parois** sont **épaisses , élastiques** (*une artère coupée produit un jet sanguin saccadé*) ce qui favorise le débit sanguin régulier vers les organes et faites de trois tuniques concentriques :

-une **tunique interne ou intima** formée **d'un endothélium** en continuité avec l'endocarde . *Cet endothélium est continu, lisse, il assure l'étanchéité du vaisseau et empêche la coagulation du sang à l'intérieur de celui-ci ;*

-une **tunique moyenne ou média** faite de **fibres musculaires lisses et de fibres élastiques** . *Cette tunique est très résistante : les fibres élastiques transmettent les impulsions dues aux contractions cardiaques (pouls) , les fibres musculaires, par leur contraction ou leur relâchement modifient le calibre des vaisseaux ;*

-une **tunique externe ou adventice** faite de **fibres conjonctives** et de quelques **fibres élastiques**. *Cette tunique porte des filets nerveux du système végétatif qui commande les fibres musculaires lisses de la média et de très fins vaisseaux , les vasa vasorum (vaisseaux des vaisseaux)qui assurent la nutrition de la paroi des artères.*

Suivant la prédominance de l'un ou de l'autre type de fibres, leur taille (qui va diminuer au fur et à mesure de leur éloignement du coeur)et leur fonction les artères se divisent en trois groupes :

-les **artères élastiques** , qui sont grosses artères situés près du coeur (: aorte et ses ramifications, par exemple), avec un gros diamètre et une grande élasticité . Ces artères se dilatent et se resserrent suivant les variations du volume sanguin)

-les **artères musculaires** qui sont de petites artères souvent nées de la ramifications des artères élastiques , avec une grosse tunique moyenne .Elles apportent le sang aux organes ,

-les **artérioles** , **qui sont les plus petites artères** qui se jettent dans les capillaires où elles régissent l'écoulement du sang.

Les parois des artères contiennent des fibres musculaires lisses. La contraction ou le relâchement de celles-ci va entraîner des modifications du calibre des vaisseaux.

Ces modifications constituent la **vasomotricité** (=régulation de la circulation du sang). La vasomotricité a pour effet d'adapter à chaque instant la calibre vasculaire aux besoins en sang de chaque organe. La vasomotricité est commandée par le système végétatif.

La vasoconstriction touche essentiellement les vaisseaux artériels de moyens et surtout de petit calibre, que l'on appelle les artérioles.

Lorsque les vaisseaux sont dilatés : leur calibre augmente on parle de **vasodilatation** (ce qui a pour effet de diminuer la pression) , lorsque les vaisseaux ont un calibre réduit, on parle de **vasoconstriction**.

La principale cause des MCV est la formation d'une plaque d'athérome (bouchement de la paroi interne d'une artère ce qui provoque sa sténose (son rétrécissement) dans les vaisseaux sanguins . Elle est à l'origine de l'athérosclérose.

La plaque d'athérome est un dépôt de lipides sur la paroi des artères. Le diamètre artériel va se rétrécir de plus en plus, et , de ce fait, la débit sanguin diminuera . Secondairement, un caillot (appelé thrombus) risque d'obstruer le vaisseau . Les principaux facteurs de risque : - hérédité familiale, - hypertension, -diabète , -mauvaise hygiène de vie (tabagisme, obésité). Moyens de prévention : exercice physique, bonne hygiène de vie (pas de tabac , ni alcool).

3-Les veines :

Ce sont les vaisseaux qui **ramènent le sang depuis les organes jusqu'au cœur**.

Elles se situent en **superficie**. Elles contiennent du sang **chargé de CO2** (excepté les **4 veines pulmonaires**).

La circulation du sang dans les veines se fait sous faible pression .

Leur structure est comparable à celle des artères et comporte également 3 tuniques , mais leurs paroi est toujours plus mince et leurs lumière plus grande que celles des artères correspondantes , et elles contiennent peu de fibres musculaires dans la média. *La média est mince ; l'adventice est la plus robuste et elle est bien souvent plus épaisse que la média.*

Grâce à leur grande lumière et à leurs parois minces, les veines peuvent contenir un volume de sang substantiel, elles constituent un réservoir de sang.

La circulation dans les veines s'effectue grâce à plusieurs mécanismes :

- la **chasse du sang veineux** par le sang artériel envoyé continuellement par le cœur ;
- la **contraction des muscles** qui comprime les veines profondes intra-musculaires ;
- l'**aspiration thoracique**, produisant un effet de succion très important pendant l'inspiration pulmonaire.

Les veines peuvent contenir des valvules, les **valvules veineuses** qui obligent le sang à circuler à sens unique (notamment dans membre inférieur, à l'encontre des lois de la pesanteur). *Les varices, sont des veines dilatées et tortueuses du fait de l'insuffisance de leurs valvules. Elles ont plusieurs causes , notamment l'hérédité, l'obésité et la grossesse, la position debout prolongée. Les varices des veines anales sont appelées hémorroïdes.*

4-Les capillaires :

Ce sont des **vaisseaux microscopiques (diamètre entre 5 et 15 microns) intermédiaire entre les artères et les veines, reliant** ces 2 systèmes , et grâce auxquels le sang parvient au contact direct de toutes les cellules de l'organisme. P 101-Les capillaires- *Elles sont issues des artérioles et se poursuivent par des veinules (les veinules post-capillaires) qui vont se regrouper pour former les veines.*

Leur **paroi , extrêmement minces** , ne sont formées que de cellules endothéliales , cette paroi n'est pas hermétique ; les capillaires n'ont donc **qu'une tunique interne**. Les capillaires mesurent en moyenne 1 mm de long et leur calibre moyen n'est que de 8 à 10µm .

La plupart des tissus sont riches en capillaires. Il existe cependant des exceptions : les tendons et les ligaments sont peu vascularisés, les cartilages et les épithéliums sont dépourvus de capillaire...

Si l'on compare les vaisseaux sanguins à un réseau routier, les capillaires en sont les ruelles et les allées.

Compte-tenu de leur situation et de leur minceur, les capillaires sont bien adaptés à leur rôle , c'est-à-dire à l'**échange de substance** (gaz, nutriments, hormones) entre le sang et le liquide interstitiel.

Les capillaires sont toujours **largement anastomosés** entre eux , c'est-à-dire qu'ils communiquent largement entre eux.

Certains capillaires ont un aspect particulier :

-les uns n'ont pas de paroi propre par place , les cellules de l'organe limitant elle-même la cavité sanguine : ce sont les **capillaires sinusoïdes** qui existent au niveau de certaines glandes endocrines ;

-les autres ne sont pas interposés entre artère et veine , mais entre des vaisseaux de même nature et constituent **des systèmes portes** : entre 2 artères : système porte artériel (au niveau du rein par exemple) , ou entre deux veines : système porte veineux (au niveau du foie).

Lien avec la pathologie:

Le sang veineux apporté par le système porte jusqu'aux hépatocytes va, après avoir été détoxifié , être relargué dans les centres centro-lobulaires hépatiques qui confluent pour former les veines sus-hépatiques qui se jettent dans la VCI. Le foie sert de système de liaison entre le système porte et le système cave: c'est le système porto-cave.

III- LE TRAJET DU SANG (LE CIRCUIT SANGUIN) :

1-Généralités :

Jusqu'au XVI^e siècle, on croyait que le sang circulait d'un côté à l'autre, en s'écoulant par des pores de sa paroi médiane, le septum auriculo-ventriculaire. Nous savons aujourd'hui que les passages du cœur ne s'ont pas horizontaux, mais verticaux.

Le cœur est composé de 2 pompes placées côte à côte, qui desservent chacun un circuit distinct et précis dont les valvules assurent la circulation à sens unique.

Les vaisseaux qui apportent le sang dans les poumons et l'en retirent forment **la circulation pulmonaire ou petite circulation** ; la fonction de cette circulation est d'assurer les échanges gazeux (approvisionner l'organisme en O₂ et rejeter les déchets produits CO₂).

Les vaisseaux qui transportent le sang vers les tissus de l'organisme et le rapportent au cœur constituent la **circulation systémique ou grande circulation**, qui irrigue les organes en sang réoxygéné.

2-La petite circulation ou circulation pulmonaire:

Le **côté droit du cœur** est la pompe de **la circulation pulmonaire**.

Le sang rouge sombre qui vient de l'organisme, pauvre en oxygène et riche en CO₂, entre dans l'oreillette droite grâce aux veines caves supérieures et inférieures puis descend vers le ventricule droit d'où part **l'artère pulmonaire**, qui après un court trajet se divise en 2 branches : l'artère pulmonaire droite et l'artère pulmonaire gauche. Chacune d'elles se dirige vers le poumon correspondant. Dans les poumons, le sang se débarrasse du CO₂ et absorbe de l'oxygène (*au niveau des capillaires nées de la ramifications des artères pulmonaires*). Le sang rouge clair emprunte ensuite les **veines pulmonaires** (les 4 veines pulmonaires : 2 droites et 2 gauches) pour retourner au cœur dans l'oreillette gauche.

La durée de la petite circulation est de 6 secondes.

Cette **circulation est unique en son genre** car, habituellement, les veines transportent un sang relativement pauvre en oxygène et les artères un sang riche en O₂. Dans la circulation pulmonaire, la situation est inversée.

La petite circulation fonctionne à basse pression, la pression maximale ne dépassant pas normalement 25 mm Hg dans l'artère pulmonaire.

3-La grande circulation ou circulation systémique :

Le **côté gauche** est la pompe de **la circulation systémique**.

A sa sortie des poumons, le sang fraîchement oxygéné, rouge clair, entre dans l'oreillette gauche puis dans le ventricule gauche, qui l'expulse dans **l'aorte**. De là, les petites **artères systémiques** transportent le sang jusqu'aux tissus, où gaz et nutriments sont échangés à travers la paroi des capillaires. Le sang, encore une fois chargé de CO₂ et délesté de son oxygène, donc rouge sombre, retourne au côté droit du cœur (oreillette droite) par les 2 veines caves :

-la **veine cave supérieure** ramène le sang des membres supérieurs et de la tête,

-la **veine cave inférieure** ramène le sang de tout le reste du corps.

Cette circulation distribue O₂ et CO₂ récupéré au niveau des poumons et au fur et à mesure se retrouve riche en CO₂ et pauvre en O₂ d'où le retour au cœur puis aux poumons pour se recharger. La durée de la grande circulation est de 15 secondes. Le cœur rejette 10 litres de sang par minute, soit 15 000 litres par jour, ce qui représente un travail considérable.

La grande circulation est un système à haute pression, la pression maximale atteignant chez le sujet normal de 100 à 140 mm Hg dans l'aorte et dans ses branches.

3-a-Le système artériel de la grande circulation :

Il est représenté par l'**aorte** et ses **branches** :

-l'**aorte** : elle naît du ventricule gauche, elle décroît une courbe à concavité inférieure (la crosse de l'aorte) , puis elle descend dans le thorax , traverse le diaphragme par l'orifice aortique, chemine dans l'abdomen et se divise à la hauteur de la 4^{ème} vertèbre lombaire en ses branches terminales. Elle fournit au cours de son trajet de très nombreuses collatérales.

-les branches de la crosse de l'aorte : ce sont dans l'ordre de leurs naissance : **les artères coronaires, le tronc artériel brachio-céphalique, l'artère carotide primitive gauche et l'artère sous-clavière gauche.**

Les artères coronaires sont les artères nourricières du cœur .

Le tronc artériel brachio-céphalique se divise après un trajet de quelques centimètres en 2 branches : **l'artère carotide primitive droite et l'artère sous-clavière gauche.**

Les artères carotides naissent : de la droite du tronc brachio-céphalique , la gauche de la crosse aortique en arrière de celui-ci. Elles montent dans le cou, accompagnées de la veine jugulaire interne et du nerf pneumogastrique et se terminent à la hauteur du cartilage thyroïde en se bifurquant en 2 branches : **les artères carotides externe et interne.**

L'artère carotide interne est l'artère principale du cerveau et de l'œil. Elle pénètre dans le crâne en traversant le canal carotidien du rocher, traverse un sinus veineux de la base du crâne, le sinus caverneux. Elle fournit ensuite une branche collatérale, **l'artère ophtalmique** et se divise en 4 branches qui forment avec celles du côté opposé et avec les branches de l'artère vertébrale un cercle artériel au niveau de la base du crâne, l'hexagone de Willis ; de l'hexagone naissent les branches qui vont irriguer le cerveau. L'artère ophtalmique pénètre dans l'orbite par le trou optique et se distribue à la cavité orbitaire , au globe oculaire , aux paupières, au front et au nez ;

L'artère carotide externe est l'artère des régions superficielles de la tête. Elle fournit au cours de son trajet sept branches collatérales :

***l'artère thyroïdienne supérieure**, destinée au corps thyroïde,

***l'artère linguale**, pour les muscles de la langue,

***l'artère faciale**, qui irrigue les parties superficielles de la face et se termine à l'angle interne de l'œil,

***l'artère auriculaire postérieure**, pour le pavillon de l'oreille,

***l'artère occipitale**, pour la nuque et la partie postérieure du cuir chevelu,

***l'artère pharyngienne ascendante**, pour le pharynx,

***un ou deux rameaux parotidiens** , pour la glande parotide,

La carotide externe traverse la glande parotide et s'y divise en 2 branches terminales : **l'artère maxillaire interne et l'artère temporale superficielle.**

L'artère temporale superficielle se distribue aux parties antérieures et latérale du cuir chevelu.

L'artère maxillaire interne fournit 14 branches collatérales et se distribue : aux régions profondes de la face, aux muscles masticateurs , au palais et au pharynx, aux fosses nasales, aux os du crâne et à la dure -mère (par les artères méningées).

Les artères sous-clavières naissent : la droite du tronc brachio-céphalique, la gauche de la crosse aortique. Elles se portent en dehors jusqu'à la clavicule. Elles fournissent de nombreuses collatérales :

-l'**artère vertébrale**, qui monte au cou en traversant les trous transversaires des vertèbres cervicales, pénètre dans le crâne par le trou occipital n s'unit à celle du côté opposé (tronc basilaire) et prend part à la constitution de l'hexagone de Willis par ses branches terminales. Elle irrigue une partie de la moelle épinière , le tronc cérébral, le cervelet et une partie du cerveau ;

-l'**artère mammaire interne**, irrigue la paroi thoracique , le sein et la paroi abdominale ;

-le **tronc thyro-bicervo-scapulaire** fournit : l'**artère thyroïdienne inférieure** (pour la thyroïde) , les artères cervicale ascendante et cervicale transverse superficielle (pour les muscles du cou), l'artère scapulaire supérieure (pour les muscles de l'épaule) ;

-le **tronc cervico-intercostal** donne : l'**artère cervicale ascendante** (pour le cou) et l'**artère intercostale supérieure** des 3 premiers espaces intercostaux ;

-l'**artère scapulaire postérieure** pour les muscles de l'épaule.

L'**artère axillaire** fait suite à l'artère sous-clavière. Elle traverse le creux axillaire, fournit des branches collatérales destinées aux parois de ce creux, à la paroi thoracique et au sein (**artère mammaire externe**) , à la région scapulaire et au moignon de l'épaule (**artères circonflexes et scapulaire inférieure**).

L'**artère humérale** fait suite à l'artère axillaire. Elle traverse la loge antérieure du bras , fournit des branches destinées aux muscles de la loge antérieure et de la loge postérieure (**artère humérale profonde**) et se divise un peu au-dessous du pli du coude en 2 branches : **l'artère radiale et l'artère cubitale**.

L'**artère radiale** descend à la partie externe de la loge antérieure de l'avant-bras ; elle est aisément perceptible au quart inférieur de l'avant-bras dans la gouttière du poulx. Elle se termine en formant l'arcade palmaire profonde. Elle fournit de nombreux rameaux pour les muscles des loges antérieure et externe de l'avant-bras, pour le poignet, la main et les doigts.

L'**artère cubitale** descend à la partie interne de la loge antérieure de l'avant-bras. Elle donne des rameaux destinées aux coudes, aux muscles des loges antérieure et postérieure de l'avant-bras, au poignet, à la main et aux doigts. Elle se termine en formant l'arcade palmaire superficielle.

Au niveau de la main et des doigts, l'irrigation est assurée par trois arcades transversales formées par les anastomoses des branches des **artères radiales et cubitale**. Ces 3 arcades sont : **l'arcade palmaire superficielle, l'arcade palmaire profonde, l'arcade dorsale du carpe**. De ces 3 arcades naissent des branches descendantes , **les artères digitales** , au nombre de 4 pour chaque doigt, qui vont assurer l'irrigation de ceux-ci.

Les branches de l'aorte thoracique :

-les **artères bronchiques, les artères oesophagiennes, les artères intercostales** : destinées à la paroi thoracique.

Les branches de l'aorte abdominale. Ce sont :

-les artères destinées aux parois de l'abdomen : **artères diaphragmatiques inférieures** pour le diaphragme , **artères lombaires** pour la paroi postérieures de l'abdomen ;

-**deux artères** destinées aux viscères digestifs :

*le **tronc coeliaque** : il se divise en 3 branches les artères coronaire stomacique, hépatique et splénique qui irriguent l'estomac, le foie, la rate et le pancréas,

***l'artère mésentérique supérieure** : elle irrigue le pancréas, l'intestin grêle et la moitié droite du gros intestin ;

***l'artère mésentérique inférieure** : elle distribue à la moitié gauche du gros intestin ;
-**des artères** destinées aux viscères non digestifs :

***les artères capsulaires** : pour les surrénales ;

***les artères rénales** : au nombre de 2, une droite et une gauche se distribuant au rein correspondant ;

***les artères spermatiques** (destinées aux testicules) chez l'homme **ou utéro-ovariennes** chez la femme (destinées aux ovaires et à l'utérus).

Les branches terminales de l'aorte : au niveau de la 4^{ème} vertèbre lombaire, l'aorte se divise en 3 branches terminales : **l'artère sacrée moyenne, les artères iliaques primitives droite et gauche.**

L'artère sacrée moyenne irrigue le sacrum et le plexus sacré.

Les artères iliaques primitives se divisent après un trajet de 6 cm environ en deux branches terminales, **les artères iliaque externe et iliaque interne.**

L'artère iliaque interne ou hypogastrique se divise rapidement en un grand nombre de branches, que suivant leur destination, on classe en :

*branche pariétale intrapelviennes (destinées à la paroi interne du petit bassin) : **artères iléo-lombaire et sacrée latérale** ;

*branches viscérales (destinées aux organes pelviens) : **artère ombilicale, artère vésicale inférieure, artère hémorroïdale moyenne** (pour le rectum), **artères génitales** (utérine et vaginale chez la femme, prostatique et vésiculo-déférentielle chez l'homme) ;

***branches pariétale extra-pelviennes** (destinées aux parties molles entourant le bassin osseux) :

***artère fessière** sortant par la grande échancrure sciatique et irriguant les muscles fessiers ;

***artère obturatrice** sortant par le trou obturateur et se distribuant dans les muscles adducteurs et obturateurs ;

***artère ischiatique** accompagnant le nerf sciatique et se distribuant à la loge postérieure de la cuisse ;

***artère honteuse interne** qui gagne le périnée en contournant la petite épine sciatique, qui irrigue les organes du périnée (muscles du périnée, organes érectiles) et devient **l'artère dorsale de la verge ou du clitoris.**

L'artère iliaque externe longe d'abord le détroit supérieur, fournit 2 branches destinées à la paroi abdominale (artères épigastrique et circonflexe iliaque profonde) et gagne la cuisse en passant sous l'arcade crurale. Elle devient à ce niveau **l'artère fémorale.**

L'artère fémorale traverse de haut en bas la loge interne de la cuisse, puis apparaît à la face postérieure du genou. Elle donne une branche collatérale volumineuse, **l'artère fémorale profonde**, qui par de nombreux rameaux irrigue tous les muscles de la cuisse.

L'artère poplitée fait suite à la fémorale au niveau du genou. Elle donne des branches destinées à la région du genou. Elle se termine en se divisant en deux branches : **l'artère tibiale antérieure et le tronc tibio-péronier.**

L'artère tibiale antérieure se glisse entre tibia et péroné, chemine dans la loge antérieure de la jambe dont elle irrigue tous les muscles et se continue sur le dos du pied **par l'artère pédieuse** qui va irriguer le dos du pied.

Le tronc tibio-péronier se divise rapidement en deux branches terminales :

-l'**artère péronière** qui irrigue la partie externe des muscles de la loge postérieure de la jambe ;

-l'**artère tibiale postérieure** qui irrigue la partie interne des muscles de la loge postérieure de la jambe et se divise à la partie basse de la jambe en 2 branches : **les artères plantaire externe et interne.**

Le pied est irrigué par les 3 artères que nous avons citées : **artère pédieuse externe et plantaire interne.** Ces 3 artères s'anastomosent entre elles et forment 2 arcades , l'arcade plantaire et l'arcade dorsale, d'où naissent les **artères digitales** destinées aux orteils, au nombre de 4.

p 91-Lien avec la pathologie:

Les pathologies de l'aorte sont généralement graves . On distingue principalement:

-les plaques d'athérome de la crosse aortique pouvant envoyer de petites embolies dans les vaisseaux à destination cérébrale et provoquer des AVC (=accidents vasculaires cérébrales);

-les dilatations (anévrismes) de la paroi de l'aorte pouvant se rompre et entraîner des hémorragies cataclysmiques;

-les déchirures (dissections) de la paroi de l'aorte entraînant un hématome de la paroi responsable de douleur , de signes d'ischémie dans le territoire en regard.

3-b-Le système veineux de la grande circulation :

Il est constitué par les veines correspondant au système artériel aortique. D'une façon générale, **chaque artère est accompagnée de 2 veines** qui suivent le même trajet que l'artère et qui portent le même nom qu'elle. Ce n'est qu'au niveau **des gros vaisseaux** qu'il n'existe qu'une **seule veine satellite de l'artère correspondante.**

Les veines de la grande circulation sont finalement collectées par deux veines énormes qui se jettent dans l'oreillette droite , les **veines caves inférieure et supérieure.**

On distingue donc 2 grands systèmes veineux correspondant à chacune des veines caves, ; en outre , les veines propres du cœur sont indépendantes de ces deux systèmes . Nous étudierons successivement ces 3 catégories de veines.

Les veines coronaires . Ce sont les veines propres du cœur.

Le système de la veine cave supérieure. Il draine le sang des membres supérieurs , de la tête et du cou, du thorax et du rachis.

Les affluents de la veine cave supérieure sont donc :

-**les veines du membre supérieur.** Celle-ci sont de deux sortes :

*les unes sont des satellites des artères de ce membre , au nombre de 2 par artère et elles suivent le même trajet ;

*les autres sont isolées, ce sont les **veines superficielles** du membre inférieur. Les veines superficielles se collectent finalement en 2 veines terminales, la **veine céphalique et la veine basilique** qui, à la racine du membre , se jettent dans les veines profondes. C'est dans ces veines superficielles que se font habituellement les injections intra-veineuses.

-**Les veines de la tête et du cou :**

*le sang veineux de l'encéphale, des méninges et de la boîte crânienne se draine par une veine volumineuse, la **veine jugulaire interne**, satellite des artères carotides jusqu'à la base du cou ,

*le sang veineux de la face et du cou se draine également par la **veine jugulaire interne** mais aussi par trois autres veines, les **veines jugulaires antérieure, externe et postérieure** ,

-les **veines du membre supérieur et les veines de la tête et du cou** se réunissent au niveau de la base du cou et forment alors le **tronc veineux brachio-céphalique** . La réunion des 2 troncs veineux brachio-céphaliques droit et gauche forme la **veine cave supérieure**. Celle-ci après un trajet de quelques centimètres , se jette dans la paroi supérieure de l'oreillette droite ;
-les **veines du thorax et du rachis (veines intercostales et veines rachidiennes)** sont drainées par les **veines azygos** appliquées sur la paroi postérieure de la cavité thoracique. Ces veines forment un tronc veineux terminal unique , **la veine grand azygos**, qui va se jeter dans la veine cave supérieure.

Lien avec la pathologie:

Lorsqu'un patient nécessite un traitement par voie intra-veineuse et que le réseau veineux superficiel n'est plus accessible , on peut être amené à poser une voie veineuse centrale: le cathéter placé dans la VCS ou dans la veine jugulaire.

La pose du cathéter est un geste médical mais la surveillance de la perméabilité du cathéter et les pansements de cathéter sont des gestes infirmiers.

Le système de la veine cave inférieure. Il draine le sang de toutes les parties du corps situées en dessous du diaphragme.

Le tronc de la veine cave inférieure naît par réunion des deux **veines iliaques primitives** sur le flanc droit de la 4^e vertèbre lombaire. Il monte verticalement en longeant l'aorte abdominale, traverse le diaphragme par un orifice particulier et se jette dans la paroi inférieure de l'oreillette droite.

Les **affluents de la veine cave inférieure** sont :

-les **veines du membre inférieure**. Comme au niveau du membre supérieur, elles sont de 2 sortes : les **veines profondes satellites** des artères et les **veines superficielles (veines saphènes externe et interne)**, dont la dilatation pathologique constitue les varices. Toutes aboutissent aux **veines iliaques externes** ;

-les **veines du petit bassin** : très nombreuses et satellites des branches de l'artère hypogastrique , elles se réunissent pour former la **veine hypogastrique** . Celle-ci s'unit à la **veine iliaque externe** pour former la **veine iliaque primitive** ;

-les veines de la paroi de l'abdomen : **veines lombaires** ;

-les **veines rénales droite et gauche** ;

-les **veines du tube digestif** dont l'ensemble constitue un système porte . Les **veines du tube digestif, satellites des artères correspondantes** sont ; la **veine coronaire stomacique, la veine splénique, la veine mésentérique supérieure et la veine mésentérique inférieure**.

Toutes ces veines se réunissent en un tronc veineux unique, la **veine porte**. Celle-ci se ramifie à l'intérieur du foie en de nombreux capillaires. De ce réseau naissent d'autres veines dont la réunion forme les **veines sus-hépatiques** qui drainent tout le sang veineux du foie. Les **veines sus-hépatiques** viennent se jeter dans la **veine cave inférieure** un peu avant sa terminaison dans l'oreillette droite.

IV-LE SYSTEME LYMPHATIQUE :

1-Cellules, tissu et organes lymphatiques :

Le tissu lymphatique est un TC réticulaire .

Les **cellules du tissu lymphatique** sont les lymphocytes , les plasmocytes , les macrophages et les cellules réticulaires (semblables à des fibroblastes) produisent le stroma (=la charpente) qui soutient les autres variétés de cellules des organes lymphatiques.

Le **tissu lymphatique** existe sous forme diffuse (quelques éléments réticulaires dispersés et présent dans presque tous les organes du corps) ou en amas denses de follicules (nodules).

Les **principaux organes lymphatiques** sont les nœuds lymphatiques , la rate (, le thymus , les tonsilles (dans les bronches) et les amas de follicules (dans la paroi intestinale et l'appendice vermiforme). .

2-La lymphe :

2-a-Définition :

Au niveau des capillaires , se produit une sortie (transsudation) du **plasma** et des **globules blancs**.

Cette traversée des parois des capillaires par une partie des constituants sanguins forme le **liquide interstitiel** qui va baigner directement les cellules qui y puiseront une partie de leurs substances nutritives et y rejetteront leurs déchets. Le liquide interstitiel fait ensuite retour à la circulation général par des vaisseaux sanguins, les **vaisseaux lymphatiques**. Lorsque le liquide interstitiel est entré dans les vaisseaux lymphatiques, il prend le nom de **lymphe**. *(ceci pour que le volume sanguin (volémie) reste normal et maintiennent la pression artérielle nécessaire au bon fonctionnement du système cardio-vasculaire). L'écoulement de la lymphe est lent ; il est maintenu par la contraction des muscles squelettiques , les variations de pression dans le thorax.*

2-b-Composition et rôle: c'est un liquide jaunâtre . Sa composition est identique à celle du **plasma sanguin**, dont elle n'est qu'un filtrat. Elle contient également des **cellules** : globules blancs et notamment des lymphocytes. Par contre, contrairement au sang, la lymphe est dépourvu de globules rouges *(qui ne sortent pas des vaisseaux)*. *C'est un liquide venu du sang qui retourne au sang*
Son rôle est triple :

-**rôle nutritif**, elle apporte au sang circulant les graisses absorbées au niveau des chylifères de l'intestin grêle ;

-**rôle de drainage et d'épuration** : elle envoie dans la circulation les lipides et les protéines qu'y se sont échappés,

-**rôle de défense** essentiellement dus aux ganglions lymphatiques qui retiennent les microbes que la lymphe a pu absorber dans son parcours et les détruisent par phagocytose.

Environ 3 l de lymphe qui circule grâce à des mécanismes analogues à ceux du retour veineux , soit l'effet de propulsion dû à la contraction des muscles squelettiques , l'action de valvules lymphatiques...

3-La circulation lymphatique :

3-a-Généralités : La circulation lymphatique est une circulation parallèle et complémentaire à la circulation sanguine . L'appareil lymphatique comprend les éléments suivants : des **vaisseaux lymphatiques** et des **trons collecteurs**.

3-b-Les vaisseaux lymphatiques : Les premières structures de ce réseau sont les **capillaires lymphatiques**, de microscopiques vaisseaux en culs-de-sac qui s'insinuent entre les cellules et les capillaires sanguins des TC lâches de l'organisme. Très répandus, les capillaires lymphatiques sont présents presque partout où l'on trouve des capillaires sanguins. *Ils sont toutefois absents des os et des dents, de la moëlle osseuse et de tout le système nerveux central.*

Aux capillaires lymphatiques font suite des vaisseaux plus gros ; ce sont des vaisseaux d'aspect noueux . Ils portent sur leur trajet des **ganglions lymphatiques ou nœuds lymphatiques** qui sont le siège de la formation des lymphocytes (GB) *(que nous retrouvons dans le sang)*. Ces ganglions sont nombreux au cou, à l'aisselle, au pli de l'aîne ; *ils deviennent douloureux , roulent sous le doigt*

comme des billes , lors de certaines maladies infectieuses. Les nœuds lymphatiques ont deux fonctions principales, reliés à la défense de l'organisme. Premièrement, grâce aux macrophages qu'ils abritent , les nœuds lymphatiques jouent le rôle de filtre qui épurent la lymphe. Ils empêchent les particules étrangères d'entrer dans le sang et de se disséminer dans l'organisme. Deuxièmement, ils contribuent à l'activation du système immunitaire .

On trouve des canaux lymphatiques hautement spécialisés dans l'intestin grêle appelés **vaisseaux chylifères**. Ceux-ci transportent une **lymphe** très riche en graisses ou lipides qu'ils ont absorbés au niveau de la muqueuse intestinale ; cette lymphe spéciale porte le nom de **chyle**.

3-c-Les troncs collecteurs :

La lymphe est finalement drainé par **deux troncs collecteurs** volumineux et terminaux.

Le **canal thoracique** draine la lymphe des membres inférieurs , de l'abdomen , de la moitié gauche de la tête, du cou et du thorax , et se jette dans la **veine sous-clavière gauche** .

La **grande veine lymphatique** draine la lymphe du reste du corps et se jette dans la **veine sous-clavière droite** .

Ainsi, la lymphe retourne au sang par l'intermédiaire des veines. *Tout ce qui nuit au retour de la lymphe dans le sang, notamment les tumeurs ou l'ablation chirurgicale des vaisseaux lymphatiques cause un important œdème localisé . Toutefois, la régénération des vaisseaux restants finit généralement par rétablir le drainage d'une région où des vaisseaux lymphatiques ont été enlevés.*

1-Développement et vieillissement du cœur :

Dérivé du **mésoderme** , le cœur humain commence à s'élaborer sous forme de deux tubes , les **cœurs primordiaux**. La fusion de ces deux tubes crée une cavité simple qui pompe le sang dès le 23^{ème} jour de la gestation . Un à deux jours plus tard , cette cavité montre quatre petites bosses qui représentent les futures cavités cardiaques. De l'extrémité caudale à l'extrémité crânienne , dans le sens de la circulation sanguine , ces quatre cavités sont les suivantes :

-**sinus veineux** : cette cavité reçoit d'abord le sang veineux de l'embryon . Elle devient ensuite la portion lisse de l'OD et le sinus coronaire , et donne naissance au nœud sinusal . Le sinus veineux règle la fréquence cardiaque dès le début du DE.

- **l'oreillette primitive** : cette cavité embryonnaire se transforme pour former les muscles pectinés des oreillettes .

-**Le ventricule primitif** : cette cavité , la plus forte des cavités de pompage du cœur embryonnaire , donne le ventricule gauche adulte.

-le **bulbe primitif du cœur** : cette cavité , ainsi que son extension crânienne , le tronc artériel , sont à l'origine du tronc pulmonaire , du vestibule de l'aorte et de la majeure partie du VD.

Au cours des trois semaines qui suivent , la cavité cardiaque subit des contorsions spectaculaires (elle forme une boucle vers la droite). D'importants changements structuraux la transforment en un organe à quatre cavités , qui dès lors, fonctionne comme une double pompe fiable et régulière . Pour assumer leurs fonctions définitives , le ventricule primitif amorce sa descente et l'oreillette monte . Le cœur se divise en 4 cavités , les septums se forment et le bulbe primitif se sépare en deux sections : le tronc pulmonaire et l'aorte ascendante. Après le deuxième mois , le cœur ne fait que croître jusqu'à la naissance.

Le septum inter-auriculaire du cœur est percé par le foramen ovale ; grâce à cet orifice , le sang qui entre dans le cœur droit contourne les poumons , affaiblis et inactifs . Une autre voie de contournement des poumons , le conduit artériel, relie le tronc pulmonaire et l'aorte . A la naissance ou peu après , ces deux dérivations achève la séparation des deux côtés du

cœur. Dans le cœur adulte , le foramen ovale et le conduit artériel laisse deux vestiges , le foramen ovale et le ligament artériel.

Chez les nouveaux-nés , les **cardiopathies congénitales** causent près de la moitié des décès attribuables à une anomalie congénitale . Les anomalies les plus courantes causent deux types de troubles : elles font entrer en contact le sang systémique pauvre en oxygène et le sang oxygéné provenant des poumons (ex : communication inter-auriculaire ou inter-ventriculaire) , elles produisent des valves ou des vaisseaux rétrécis qui augmentent considérablement l'effort demandé au cœur (ex : coarctation de l'aorte).La plupart de ces malformations nécessitent un traitement chirurgical et sont dus à des facteurs environnementaux ou maternels.

En revanche , un cœur bien constitué est très résistant. Chez les gens qui pratiquent une activité physique intense et régulière , , le cœur s'adapte graduellement à l' effort : il grossit et gagne en puissance et en efficacité. Par conséquent , le volume systolique augmente et la fréquence cardiaque au repos diminue.

Etant donné , l'incroyable quantité de travail qu'accomplit le cœur en une vie , le vieillissement lui fait subir des changements anatomiques inévitables :

- **sclérose et épaissement des valves** , responsable des souffles cardiaques,
- **diminution de la réserve cardiaque** . Au fil des années , le cœur réagit moins vigoureusement aux facteurs de stress , soudains et prolongés , qui exigent un accroissement de son débit .

- **Fibrose du myocarde** . Avec l'âge , les nœuds sinusal et auriculo-ventriculaire deviennent parfois fibreux . Ce phénomène augmente l'incidence des arythmies et des problèmes de conduction.

- **Athérosclérose**

2-Développement et vieillissement des vaisseaux sanguins :

Dans l'embryon microscopique , l'endothélium des vaisseaux sanguins est formé de cellules mésodermiques qui se transforment en **angioblastes** et se regroupent en petits amas appelés **îlots sanguins** . Ces îlots forment ensuite les esquisses des vaisseaux sanguins en convergent les uns vers les autres et vers le cœur en voie de formation . Simultanément , les cellules mésenchymateuses adjacentes entourent les tubes endothéliaux et constituent les couches musculaires et fibreuses des parois vasculaires.

Les dérivations qui contournent les poumons , **le foramen ovale et le conduit artériel ne** sont pas les seules particularités du système cardiovasculaire fœtal . En effet, un vaisseau spécial appelé **conduit veineux ou canal d'arantius** , permet de contourner en grande partie le foie , de plus , la veine et les artères ombilicales assurent le transfert du sang entre la circulation fœtale et le placenta , où se produisent des échanges de gaz et de nutriments avec le sang de la mère. Une fois la circulation fœtale établit , le système cardiovasculaire subit peu de changements jusqu'à la naissance , moment où se ferment les vaisseaux ombilicaux et les dérivations de la circulations fœtale .

Contrairement aux malformations cardiaques , les anomalies vasculaires sont rares . Jusqu'à la puberté , filles et garçons sont exemptés de problèmes vasculaires . Le vieillissement apporte son lot de problèmes :chez certains , les valvules veineuses s'affaiblissent et dessinent à fleur de peau des varices violacées et tortueuses ,chez d'autres , l'inefficacité de la circulation se manifeste de manière plus insidieuse , par des picotements des extrémités et des crampes.

Les conséquences de l'athérosclérose se font sentir avec l'âge.

La PA augmente au cours des années.

3-Développement et vieillissement du système lymphatique :

Dès la 5^{ème} semaine du DE , les ébauches des **vaisseaux lymphatiques** et les principaux groupes de **noeuds lymphatiques apparaissent** . Ils naissent de sacs **lymphatiques** qui se développent à partir de veines en voie de formation

A l'exception du thymus d'origine endodermique , les organes du système lymphatique sont d'origine mésodermique .

L'exception de la rate , tous les organes du système lymphatique sont imparfaitement développés à la naissance . Peu de temps après la naissance , ils se peuplent d'un très grand nombre de lymphocytes et leur développement se poursuit parallèlement à celui du système immunitaire.

VI- PHYSIOLOGIE DE LA CIRCULATION :

1-La révolution cardiaque :

Le cœur est un organe traversé en une journée par 900 l de sang , sans cesse animé de mouvements rigoureux grâce à son tissu musculaire (**le myocarde**) formant la paroi des oreillettes et des ventricules , qui se contracte pour éjecter le sang (=systole) , et se relâche afin que les cavités se remplissent (=diastole).

La **révolution cardiaque** désigne l'ensemble des phénomènes qui se produisent pendant le battement du cœur. *La durée de la révolution cardiaque est d'environ 0,8 s soit 0,1 s pour la systole auriculaire , 0,3 s pour la systole ventriculaire et 0,4 s pour la période de relaxation complète .*

La révolution cardiaque est marquée par des variations successives de la **pression et du volume** sanguin à l'intérieur du cœur.

Les phases de la révolution cardiaque peuvent être découpées en différents temps temps .

Comme le sang circule sans interruption, il nous pour expliquer son trajet dans le cœur, choisir arbitrairement un point de départ. Partant du point où le cœur est complètement décontracté et que les oreillettes et les ventricules sont au repos.

La **diastole** comporte elle-même deux phases:

-1^{er} temps : la phase de remplissage ventriculaire : La pression est basse à l'intérieur des cavités cardiaques et le sang provenant de la circulation s'écoule passivement dans les oreillettes et, par les valves auriculo-ventriculaires ouvertes dans les ventricules . Les valves de l'aorte et du tronc pulmonaire sont fermées. Les oreillettes se contractent (*suite à une dépolarisation des cellules du tissu nodal*) et compriment le sang qu'elles contiennent. C'est la **systole auriculaire**. Le sang est éjecté dans les ventricules. Les oreillettes se relâchent (diastole auriculaire) jusqu'à la fin de la révolution cardiaque. Les ventricules se dépolarisent à leur tour.

-2^{ème} temps : la contraction iso-volumétrique : au moment où les oreillettes se relâchent (diastole) , les ventricules commencent à se contracter . Leurs parois compriment le sang qu'ils renferment , et la pression ventriculaire s'élève , ce qui ferme les valves auriculo-ventriculaires (*premier bruit du cœur*). Pendant une fraction de seconde, toutes les issues des ventricules sont fermées et le volume de sang y est constant.

La **systole** comporte également deux phases:

-1^{er} temps: la phase d'éjection ventriculaire: La pression ventriculaire continue de monter et elle finit par dépasser la pression qui règne dans les grosses artères émergeant des ventricules . Les valves de l'aorte et du tronc pulmonaire s'ouvre et le sang est expulsé dans l'aorte et le tronc pulmonaire .

-2^{ème} temps : la relaxation isovolumétrique . Les ventricules se relâchent. Comme le sang qui y est demeuré n'est plus comprimé, la pression ventriculaire chute , et le sang contenu dans l'aorte et le tronc pulmonaire commence à refluer vers les ventricules , fermant les valves de l'aorte et du tronc pulmonaire (*deuxième bruit du cœur*) . Une fois de plus , les ventricules sont entièrement clos. .

Pendant cette période, les oreillettes se remplissent de sang, et la pression s'y élève. Lorsque la pression exercée sur la face auriculaire des valves auriculo-ventriculaires dépasse celle qui règne dans les ventricules, les valves auriculo-ventriculaires s'ouvrent et le temps n°1 peut recommencer.

Deux points importants sont à retenir :

- la circulation dans le cœur est entièrement régie par des variations de pression. Le sang suit un gradient de pression, c'est-à-dire qu'il s'écoule toujours des régions de haute pression vers les régions de basse pression empruntant pour se faire n'importe quelle ouverture.
- les variations de pression résultent de l'alternance des contractions et des relâchements du myocarde ; elles provoquent l'ouverture des valves cardiaques, qui orientent la circulation du sang.

2-La fréquence et le débit cardiaque : définitions:

La **fréquence cardiaque** est d'environ 75 à 80 battements par minute, mais ce chiffre évolue avec un certains nombres de facteurs : exercices, émotions, sommeil. *On dit qu'il y a tachycardie lorsque la fréquence cardiaque dépasse les 100 battements par minute.*

Le **débit cardiaque** est le volume de sang expulsé par chaque ventricule par unité de temps exprimé en l par minutes. Il correspond au produit de la fréquence cardiaque par le volume d'éjection systolique et est globalement équivalent à droite et à gauche. Au repos et en position couchée, le débit cardiaque est compris entre 7 et 7 L/minute. Il est plus élevé chez l'homme que chez la femme ; il diminue avec l'âge et avec la position debout (-15%). Lors de la grossesse, il augmente à partir du 3ème mois et se normalise après l'accouchement.

À retenir : La mesure du débit cardiaque peut se faire de deux manières:

- d'une manière non invasive : par échographie doppler cardiaque;
- d'une manière invasive : en positionnant une sonde dans l'artère pulmonaire grâce à une voie veineuse centrale (cathétérisme droit).

3-L'automatisme cardiaque :

3--a-Le système nerveux intrinsèque :

Un cœur, isolé de l'organisme, correctement perfusé continue à se contracter rythmiquement, comme on peut le constater lors des greffes du cœur. On dit que le cœur est doué d'**automatisme**, c'est-à-dire qu'il présente un fonctionnement spontané, indépendant de tout facteur extra-cardiaque.

Cette activité spontanée est sous la dépendance du **système nerveux intrinsèque** encore appelé : ou **système cardio-necteur**. Celui-ci est situé dans les parois mêmes du cœur. Il est constitué par un tissu particulier : le **tissu nodal**, constitué de *cellules musculaires non contractiles, ayant gardé un caractère embryonnaire et capable de dépolarisation spontanée ou d'auto-excitation (=de se contracter spontanément sans influx nerveux)*. C'est un ensemble de fibres musculaires et d'éléments nerveux chargés d'assurer la propagation de la contraction du myocarde et de coordonner les contractions cardiaques.

Ce tissu nodal comporte différents éléments :

- le **nœud de Keith et de Flack (ou nœud sinusal ou nœud sinu-atrial)** situé dans la paroi de l'oreillette droite, (100 battements minute naturelle, 75), c'est le starter du cœur,
- -le **nœud d'Aschoff-tawara ou nœud auriculo-ventriculaire** situé dans le septum ou la cloison interauriculaire, (50 battements minutes)
- Ces deux nœuds seraient reliés par trois voies de conduction (antérieure, médiane et postérieure) qui sont des bandes de tissu nodal mêlé à des fibres myocardiques.
- Le **nœud auriculo-ventriculaire** se prolonge par un filament de 2 cm de long, le **faisceau de His**, situé dans la cloison interatriale et dans la cloison interventriculaire,

(30 battements), constitué d'un tronc qui se divise en deux branches droite et gauche dans la paroi des ventricules. Arrivées à la pointe des ventricules, ces deux branches se réfléchissent et se terminent par de multiples arborisations qui constituent un réseau se distribuant à tout le myocarde ventriculaire constituant le réseau de **purkinje**.

Le point de départ de l'excitation cardiaque est situé dans le **nœud de Keith et de Flack**. De celui-ci, l'excitation diffuse à travers la paroi des oreillettes provoquant la contraction de celles-ci. Lorsque l'excitation a traversé les oreillettes, elle atteint le nœud d'Aschoff Tawara et de là le faisceau de His. Par le faisceau de His et ses branches qui se ramifient dans les parois des ventricules et par le réseau de purkinje l'excitation diffuse aux ventricules et provoque la systole ventriculaire.

L'intégrité de ce système est indispensable pour que le cœur conserve une action normale. L'altération de ce système provoque des **troubles du rythme cardiaque ou arythmies** : contractions cardiaques survenant en dehors des systoles normales (**extra-systole**), contractions indépendantes des oreillettes et des ventricules (**dissociation auriculo-ventriculaire**), contractions anarchiques des oreillettes ou des ventricules (**fibrillation**). *Lors de la fibrillation, on procède à la défibrillation en exposant le cœur à une secousse électrique intense qui dépolarise le myocarde en entier. En faisant repartir le cœur à zéro, on espère que le nœud sinusal retrouvera son fonctionnement normal et que le nœud sinusal se rétablira de lui-même. Los du bloc cardiaque, lésion du nœud d'aschoff-tawara on implante un pacemaker car les ventricules déconnectées du nœud sinusal battent à leur rythme propre qui est trop lent pour assurer une circulation adéquate.*

3-b-Les mécanismes de régulation de la fréquence cardiaque :

3-b-1-La régulation nerveuse :

Elle est sous la dépendance du **système nerveux autonome** (système nerveux végétatif (**ortho et para**)). Il intervient à l'état normal pour modifier l'activité cardiaque et pour l'adapter à l'activité générale de l'organisme, mais il n'assure pas la contraction même du cœur. (*livre banban p 113*)

Les **centres cardio-vasculaires** sont situées dans le **bulbe rachidien**.

Des **barorécepteurs** (sensible à la pression sanguine) et des **chimiorécepteurs** (sensible à la teneur en O₂, au pH du sang, en concentration en CO₂), situés dans la paroi des vaisseaux au niveau du sinus carotidien et de la crosse aortique informent le centre cardiovasculaire. sur le débit sanguin, la composition du sang...

Les **neurones du centre cardio-accélérateur sympathique** émettent des prolongements qui atteignent la moelle épinière. De là partent des neurones qui vont jusqu'à des **ganglions sympathiques**. De ces ganglions émergent des neurones qui rejoignent le nœud sinusal, le nœud auriculo-ventriculaire ainsi que les cellules du muscle cardiaque.

Le **centre cardio-inhibiteur parasympathique** exerce son influence par l'intermédiaire des **nerfs vagues (X)**, qui s'étendent jusqu'à la paroi du cœur. La plupart des neurofibres parasympathiques desservent les nœuds sinusal et auriculo-ventriculaire.

Au repos, le système nerveux sympathique et parasympathique envoient sans cesse des influx au nœud sinusal, mais l'influence prédominante est l'inhibition provenant de la stimulation du nœud sinusal par les neurofibres du nerf vague. Le muscle cardiaque a donc un tonus vagal, et la sécrétion d'Ach par les neurofibres du nerf vague ralentit la fréquence de ses battements.

Ainsi, le sectionnement de ces nerfs a pour effet immédiat d'accélérer la fréquence cardiaque d'environ 25 battements par minutes, soit la cadence déterminée par le nœud sinusal.

3-b-2-La régulation chimique :

Les substances chimiques normalement présentes dans le sang et dans les autres liquides organiques peuvent influencer sur la fréquence cardiaque, particulièrement si elles deviennent excessives ou insuffisantes. Parmi celles-ci, on peut citer :

- **Des hormones.** L'adrénaline, une hormone libérée par la médullo-surrénale durant les périodes d'activation du système nerveux sympathique, a sur le cœur le même effet que la noradrénaline libérée par les neurofibres sympathiques : elle augmente la force de contraction et la fréquence de ses battements.
- **-des ions.** Pour que le cœur fonctionne normalement, les rapport de concentration entre les ions intra-cellulaires et les ions du liquide interstitiel doivent demeurer à l'intérieur des liquides physiologiques. Les déséquilibres des ions plasmatiques et, par conséquent du liquide interstitiel peuvent entraîner des dysfonctionnements importants de la pompe cardiaque. Par exemple, la diminution de la concentration sanguine en calcium (hypocalcémie) déprime l'activité cardiaque. L'hypercalcémie au contraire, augmente l'irritabilité du cœur au point que ses contractions deviennent spastiques et exténuantes. *Beaucoup de médicaments cardiovasculaires agissent sur le transport du calcium dans les cellules cardiaques.*

3-b-3-Autres facteurs :

L'âge, le sexe, l'exercice et la température corporelle influent sur la fréquence cardiaque. *De 140 à 160 battements par minutes chez le fœtus, la fréquence cardiaque diminue graduellement au cours de la vie. La fréquence cardiaque moyenne est de 72 à 80 battements par minutes chez les femmes et de 64 à 72 battements par minutes chez l'homme.* Par l'intermédiaire du SN sympathique, l'exercice accélère la fréquence cardiaque, ce qui améliore l'irrigation des muscles. La chaleur augmente la vitesse du métabolisme des cellules cardiaques et par conséquent, augmente la fréquence cardiaque. Le froid a l'effet opposé.

3-c-Troubles du rythme cardiaque:

Lorsque le rythme cardiaque est plus rapide que la moyenne, on dit qu'il y a **tachycardie (+100 battements par minute)** ; dans le cas contraire, il y a **bradycardie (Moins de 60 battements par minute)**. *Les sportifs entraînés ont souvent un rythme cardiaque de base lent, ce qui les rend aptes à réaliser plus facilement que d'autres de grandes performances.*

On parle d'**arythmie** lorsque les contractions cardiaques deviennent irrégulières, inégales. *Il peut arriver que certaines zones des oreillettes ou des ventricules, devenant particulièrement excitables émettent des influx qui viennent perturber le rythme sinusal : si un tel influx arrive immédiatement après une contraction et avant l'onde de dépolarisation en provenance du nœud sinusal, une contraction cardiaque prématurée se produit ; elle est décalée dans le temps par rapport aux contractions normales : on dit que c'est une extra-systole.*

VII-LA PRESSION ARTERIELLE ET LES MECANISMES DE CONTROLE :

1-Définition de la PA: :

A chaque contraction, le cœur envoie dans les vaisseaux une certaine quantité de sang avec une vigueur plus ou moins grande. Ce sang se heurte à l'élasticité des parois vasculaires et il règne de ce fait à l'intérieur des artères une certaine pression : **la pression artérielle.**

P 97

La pression artérielle correspond à la courbe des pressions enregistrées dans l'aorte ou dans l'artère brachiale, on l'exprime en millimètres de mercure (mm Hg).

La pression artérielle atteint son maxima lors de la **systole** et son minima lors de la **diastole.**

p 97-Lien avec les soins infirmiers:

La PA normale d'un adulte normale jeune est comprise:

-entre 120 et 140 mm Hg pour la pression systolique,
-entre 70 et 80 mm Hg pour la pression diastolique
Au-delà de 16/9 de TA, on parle d'hypertension artérielle.

La mesure de la PA s'effectue avec le **tensiomètre de Vaquez**. Cet appareil comporte un **brassard gonflable muni d'un manomètre**. Il est placé autour du bras (et gonflé tandis que l'on ausculte l'artère humérale au pli du coude). Le procédé consiste à prendre la pression artérielle dans l'artère humérale. On le gonfle jusqu'à ce que la pression qui règne à l'intérieur du brassard soit supérieure à la pression artérielle systolique. A ce moment, le sang cesse de s'écouler dans le bras, et on ne peut plus entendre ni sentir le pouls brachial. On réduit graduellement la pression à l'intérieur du brassard tout en auscultant l'artère humérale à l'aide d'un stéthoscope. La valeur indiquée par le manomètre au moment où on entend les premiers bruits (indiquant qu'une petite quantité de sang jaillit dans l'artère comprimée) représente la **pression systolique**. A mesure que la pression continue de baisser dans le brassard, ces bruits se font plus forts et plus distincts. Ils s'évanouissent lorsque cesse la compression de l'artère et que le sang s'écoule librement. La valeur indiquée au moment où les bruits s'éteignent représentent la **pression artérielle diastolique**.

Le pouls est la traduction des battements du cœur au niveau des artères. Sa fréquence, sa régularité (ou non) sont des indications précieuses dans nombre de situations aiguës. La prise du pouls la plus facile se fait en palpant l'artère radiale au poignet de la base du pouce. La fréquence maximale théorique est de 220 moins l'âge. Le pouls peut également se prendre au niveau des artères axillaires, fémorales, poplitée, tibiale postérieure et dorsale du pied.

2-Variations de la PA:

Les chiffres de la PA dépendent de plusieurs facteurs :

- le **débit cardiaque** qui règle la quantité de sang que les ventricules envoient à chaque systole dans le système artériel. Au repos, chaque ventricule débite environ **5 litres** de sang par minute. Ce débit peut atteindre 30 litres en cas d'effort intensif. Cette augmentation résulte : d'une augmentation du rythme cardiaque (tachycardie) et d'une augmentation du volume d'éjection ventriculaire ;
- la **calibre vasculaire** (en particulier des artérioles) : la vasodilatation tend à faire baisser la PA, la vasoconstriction tend à l'augmenter ;
- le **volume de la masse totale de sang** ou **volémie** (on contient environ 5 à 6 l de sang)
- Divers états physiologiques influencent la pression artérielle** : l'âge (la PA augmente avec l'âge), le sexe, le sommeil, les émotions, l'exercice musculaire...

Des variations dans ces facteurs (par exemple : une hémorragie, qui entraîne une chute de la volémie, aura pour conséquence une diminution PA) mettront en marche le système de régulation chargé de conserver fixe la PA.

Variations dans PA :

L'hypotension correspond à une pression systolique inférieure à 10 cm Hg. Dans bien des cas, elle ne porte pas à conséquence. En fait, l'hypotension est souvent associée à la longévité et à une bonne santé. L'hypertension (140/90) est fréquente chez personne obèses. On estime que 30 % des personnes de plus de 50 ans sont hypertendus. Bien que l'hypertension soit généralement asymptomatique pendant les 10 à 20 premières années de son évolution, elle fatigue le cœur et endommage les artères. L'hypertension prolongée est la cause de l'insuffisance cardiaque, des maladies vasculaires, de l'insuffisance rénale et de l'accident vasculaire cérébral. Comme le cœur doit surmonter une résistance accrue, il travaille plus fort qu'il ne devrait et, au fil des années, le myocarde s'hypertrophie. Lorsqu'il finit par outrepasser ses capacités, il s'affaiblit et ses parois deviennent flasques. Les facteurs qui contribuent à l'hypertension : régime alimentaire (graisse, cholestérol), obésité, âge, hérédité, stress, tabagisme. L'hypertension essentielle est incurable ; elle peut-être maîtrisée par un régime faible en sel, en gras et en cholestérol, la perte pondérale, la maîtrise du stress, l'abandon du tabagisme. Dans 10% des cas, l'hypertension est secondaire, c'est-à-dire qu'elle est due à des troubles identifiables donc traitable (artériosclérose, hypersécrétion de rénine, hyperthyroïdie..).

3-Régulation de la PA :

3-a-Généralités :

La PA. varie peu en raison de l'intervention de système de régulation.

Ce système de régulation dépend de mécanismes nerveux qui, permettent une régulation à **court terme** (rapide) et de mécanismes hormonaux qui permettent une **régulation à moyen et long terme**.

3-b-Les mécanismes nerveux :

Ils sont sous la dépendance du **centre cardio-vasculaire** vu précédemment.

En effet, la PA est lié de près au **rythme cardiaque** : une augmentation du rythme cardiaque entraîne une augmentation de la PA (grâce à l'action du système ortho) et inversement une diminution du rythme cardiaque entraîne une diminution PA (système para).

La stimulation des barorécepteur ou de chimiorécepteurs en réponse à une augmentation de PA a pour conséquence une diminution du **rythme cardiaque (bradycardie)**. En effet dans ce cas, les fibres efférentes du nerf vague appartenant au système parasympathique sont stimulés ce qui a pour conséquence une **libération d'Ach** au niveau du cœur donc le ralentissement du rythme cardiaque et une **vasodilatation** des vaisseaux. Dans le même temps, les influx des fibres efférentes du système ortho sont inhibés.

A l'inverse, une diminution de la pression sanguine relevés par les barorécepteurs entraîne la levée de l'inhibition portant sur les fibres efférentes orthosympathiques (*de même que la section du pneumogastrique*), les activent, ce qui provoque une accélération du rythme cardiaque (**tachycardie**) grâce à la **libération de noradrénaline au niveau du cœur** et vasoconstriction des vaisseaux.

Les **centres cérébraux supérieurs** (cortex et hypothalamus) peuvent aussi modifier la PA par l'intermédiaire de relais avec le bulbe rachidien.

Enfin, il existe une **autorégulation ou régulation locale**, qui adapte le débit sanguin aux besoins de chaque organe considéré.

3-c-Les mécanismes hormonaux :

Différentes substances jouent un rôle dans la régulation de la PA à moyen et long terme ;

Certaines augmentent la PA :

-le **système rénine-angiotensine** joue un rôle prépondérant dans la régulation de la PA

-les **hormones de la médullo-surrénales** (adrénaline et noradrénaline),

-l'**hypothalamus**, par l'intermédiaire de l'ADH, .

D'autres substances réduisent la PA :

-le **FNA**, **l'alcool**, le **monoxyde d'azote** libéré par les cellules endothéliales vasculaires.

VIII-EXPLORATION DU FONCTIONNEMENT CARDIAQUE ET DES VAISSEAUX PERIPHERIQUES :

1-Exploration cardiaque :

L'exploration du fonctionnement revêt une importance capitale en médecine pour les maladies cardiaques. Cette exploration peut-être réalisée de différentes manières.

1-a-L'auscultation : Elle permet d'entendre les bruits du cœur, synchrone de ses battements, due à la fermeture des valvules : le **premier bruit** (fort, long et résonant) due à la fermeture des valvules auriculo-ventriculaires, le **second** (bref et sec) due à la fermeture des valvules sigmoïdes. On peut enregistrer ces bruits : **phonocardiogramme**. *Le rythme fondamental des bruits du cœur est toc-tac, pause, toc-tac, pause et ainsi de suite*. Les maladies valvulaires entraînent l'apparition de bruits anormaux : les **souffles**. *Le sang circule tant que son*

écoulement est continu. Mais si le sang rencontre des obstacles, son écoulement devient turbulent et produit des bruits audibles au stéthoscope. Dans l'insuffisance valvulaire, le reflux ou régurgitation de sang produit un sifflement après la fermeture (incomplète) de la valve atteinte. Le rétrécissement valvulaire rend le passage du sang plus difficile ; s'il touche une valve sténosée de l'aorte par exemple, il crée un son aigu que l'on peut détecter au moment où la valve devrait être grande ouverte, soit pendant la systole ventriculaire. Beaucoup de jeunes enfants (et de personnes âgées) au cœur parfaitement sain présentent des souffles cardiaques ; on pense que ces souffles sont dues aux vibrations que le passage du sang imprime aux parois plus minces de leur cœur.

1-b-Enregistrement électrique :

Comme tout muscle, le cœur en se contractant, est le siège d'une activité électrique qu'il est possible d'enregistrer. Cet enregistrement porte le nom **d'électro-cardiogramme (ECG)**. C'est la représentation graphique des PA générés par les cellules myocardiques et recueillis par des électrodes à la surface de la peau. On place pour cela des électrodes (12) à différents endroits sur le corps du patient . Un électrocardiogramme typique est composé de plusieurs accidents répétitifs appelés « ondes ». La **première P** est de faible amplitude et dure environ 0,08s ; elle résulte de la dépolarisation des oreillettes engendrées par le nœud sinusal .On analyse sa forme , sa durée, sa hauteur , son axe et sa synchronisation avec les autres ondes. Environ 0,1 s après le début de l'onde P, les **oreillettes se contractent**.

Le **complexe QRS** est formé des ondes Q, R et S. Il est lié à la dépolarisation ventriculaire et précède la **contraction des ventricules** . Sa forme compliquée reflète la taille inégale des ventricules de même que le temps que chacun met à se dépolariser . Le complexe QRS a une durée moyenne de 0,8s.

L'onde T est causée par la repolarisation ventriculaire et elle dure généralement 0,16s . Comme la repolarisation est plus lente que la dépolarisation, l'onde T est plus longue que le complexe QRS et son amplitude est plus faible. La repolarisation auriculaire survenant pendant la période de dépolarisation ventriculaire, son déroulement est généralement masqué par l'enregistrement simultané du grand complexe QRS.

L'intervalle PR représente le temps qui s'écoule entre le début de la dépolarisation auriculaire et celui de la dépolarisation et la contraction des oreillettes ainsi que le passage de l'onde de dépolarisation dans le reste de système de conduction du cœur. Il est le témoin du temps nécessaire à la transmission de l'influx électrique des atriums aux ventricules.

L'intervalle QT d'une durée d'environ 0,36s est la période qui s'étend entre le début de la dépolarisation des ventricules et il couvre le temps de contraction ventriculaire .

Sur un cœur sain, la durée et la succession des ondes sont assez constantes . Par conséquent toute irrégularité peut révéler une anomalie du système de conduction du cœur ou cardiopathie.. Par exemple, une onde R grossie indique une hypertrophie des ventricules , une onde T aplatie une ischémie et un intervalle QT prolongé une anomalie de la repolarisation du cœur qui accroît le risque d'arythmie ventriculaire.

Grâce à l'ECG, on peut également calculer la fréquence cardiaque (nombre de QRS par unité de temps) et voir si le rythme est régulier ou non . Quand la fréquence est régulière , elle est égale à : $60 / \text{durée en secondes de l'intervalle R6R}$.

Lien avec la patho : 101: Chaque dérivation précordiale correspond à une zone ventriculaire . La localisation des anomalies de repolarisation détectées sur certaines dérivations ECG renseigneront donc sur le territoire myocardique lésé ou en souffrance.

1-c-Enregistrement par les ultrasons :

Les ultrasons ont la propriété de traverser les parties molles et d'être réfléchis par les parois du cœur ainsi que par les éléments figurés du sang. En étudiant la façon dont s'effectue cette réflexion, il est possible de dépister une anomalie cardiaque ou vasculaire.

Les renseignements fournis par ce procédé d'investigation sont de deux ordres :

-**renseignements morphologiques** : on enregistre la réflexion des ultra-sons sur les parois du cœur, ce qui renseigne sur leur état anatomique et l'existence possible d'altérations ;

-**renseignements dynamiques** : on étudie les mouvements des parois et des valvules cardiaques et l'on peut en étudier le fonctionnement et ses anomalies.

Cette exploration porte le nom **d'échocardiogramme**.

L'avantage de l'exploration par les ultra-sons est de ne comporter aucune manœuvre agressive pour le patient (ni ponction, ni injection) et par conséquent de ne faire courir rigoureusement aucun risque, tout en fournissant des renseignements très importants.

1-d-Epreuve d'effort :

Certaines atteintes des artères coronaires ou du cœur ne traduisent chez le sujet au repos, par aucune anomalie, notamment de **l'électro-cardiogramme**. On peut augmenter la sensibilité des examens en réalisant ceux-ci pendant l'effort ; les enregistrements sont effectués au cours d'une épreuve de pédalage sur une bicyclette ergométrique, l'intensité de l'effort y étant mesurée et dosée de façon précise pour éviter toute défaillance coronarienne ou cardiaque.

1-e-Scintigraphie myocardique :

Le **thallium 201**, élément dont la radioactivité naturelle est de durée très brève (période de 3 minutes environ), a la propriété de se fixer sur le muscle cardiaque après injection intraveineuse. On peut visualiser ainsi les parois des ventricules, objectiver **les anomalies** de leur **irrigation artérielle** et de leurs contradictions, préciser la topographie et l'étendue de territoires pathologiques. L'injection intraveineuse préalable de **dipyridamole** (persantine) accroît la sensibilité de cet examen. Celui-ci tient, à l'heure actuelle, une grande place dans l'exploration cardiaque notamment avant intervention chirurgicale.

1-f-Coronarographie : La visualisation des artères du cœur ou coronarographie est possible par **injection sélective dans leur origine de produits opaques aux rayons X**, au moyen de sondes fines introduites à partir d'une artère périphérique jusque dans la racine de l'aorte. La prise de clichés en série objective la totalité du réseau coronaire et ses anomalies.

1-g-Cathétérisme cardiaque : Il est possible d'introduire à partir d'une artère ou d'une veine périphérique des sondes très fines et très longues jusque dans l'intérieur même du cœur.

Ces sondes permettent :

-d'enregistrer les variations de pressions régnant à l'intérieur des cavités du cœur :

cardiogramme ;

-d'enregistrer les bruits à l'intérieur du cœur : **phonocardiogramme intracardiaque** ;

-de prélever du sang dans le cœur lui-même afin d'en doser les constituants et notamment les gaz (oxygène) : **gazométrie** ;

-d'injecter dans le cœur des produits opaques aux rayons X afin d'étudier par des radiographies en séries la forme et le volume des cavités cardiaques, le fonctionnement du cœur et ses anomalies : **angiocardographie**.

Ces sondages constituent le **cathétérisme cardiaque**.

2-Exploration des vaisseaux périphériques :

2-a-La prise du pouls :

L'expansion et la rétraction successives des artères élastiques lors de chaque révolution cardiaque créent une onde de pression, le **pouls**, transmise à toutes les artères à chaque battement de cœur. On peut sentir le pouls de toutes les artères situées près de la surface de la peau en appuyant sur le tissu les recouvrant et en pressant l'artère contre une surface ferme (os) ; il s'agit là d'un moyen facile de calculer la fréquence cardiaque. L'artère radiale, située sous la surface du poignet est souvent la plus utilisée car la plus accessible.

La palpation des trajets artériels permet de sentir le choc de l'ondée sanguine. Les pouls doivent être recherchés à chaque étage des membres supérieures et inférieures et en comparant un côté à l'autre. Cette manœuvre simple renseigne sur le rythme et sur la qualité des contractions cardiaques, mais aussi sur une éventuelle maladie artérielle gênant le courant sanguin (**artérite**).

2-b- L'étude de la coloration de la peau et des muqueuses :

Il faut examiner la couleur de la **peau et de la conjonctive** à la face interne de la paupière inférieure. Les modifications de couleur renseignent sur l'état circulatoire :

- la **pâleur** indique **habituellement soit un état d'anémie** (déficit en globules rouges), soit un obstacle à la circulation artérielle (l'arrêt total de la circulation artérielle au niveau d'un membre entraîne une pâleur marmoréenne) ;
- la cyanose (coloration bleu violacé) traduit habituellement une congestion avec ralentissement circulatoire et stase du sang veineux ;
- l'**érythrose** (couleur rouge) indique habituellement une inflammation.

2-c- L'auscultation des trajets artériels : Elle peut révéler des souffles qui témoignent de lésions de la paroi artérielle.

2-d-La prise de la pression artérielle : elle s'effectue avec le **tensiomètre de Vaquez**. Cet appareil comporte un **brassard gonflable muni d'un manomètre**. Il est placé autour du bras (*et gonflé tandis que l'on ausculte l'artère humérale au pli du coude*). Le procédé consiste à prendre la pression artérielle dans l'artère humérale. On le gonfle jusqu'à ce que la pression qui règne à l'intérieur du brassard soit supérieure à la pression artérielle systolique. A ce moment, le sang cesse de s'écouler dans le bras, et on ne peut plus entendre ni sentir le pouls brachial. On réduit graduellement la pression à l'intérieur du brassard tout en auscultant l'artère humérale à l'aide d'un stéthoscope. La valeur indiquée par le manomètre au moment où on entend les premiers bruits (indiquant qu'une petite quantité de sang jaillit dans l'artère comprimée) représente la **pression systolique**. A mesure que la pression continue de baisser dans le brassard, ces bruits se font plus forts et plus distincts. Ils s'évanouissent lorsque cesse la compression de l'artère et que le sang s'écoule librement. La valeur indiquée au moment où les bruits s'éteignent représentent la **pression artérielle diastolique**.

Chez l'homme normal au repos, la pression systolique varie entre **110 et 140 mm Hg** et la pression diastolique entre **75 et 80 mm Hg**. Cependant, il faut se rappeler que la pression artérielle varie en fonction de l'âge, du sexe, du poids, de la race et de la situation socioéconomique du sujet. La pression artérielle est aussi liée à l'humeur, à l'activité physique et à la position.

2-e-La mesure des oscillations : Elle est effectuée avec l'**oscillomètre de Pachon** qui comporte deux brassards gonflables dont l'un assure une **pression mesurée** et dont l'autre mesure, pour chaque niveau de pression, l'**amplitude des battements artériels**. On peut ainsi dresser une courbe qui reflète la qualité de la circulation artérielle au niveau du membre exploré.

2-f-L'examen par les ultra-sons : Comme pour le cœur, l'exploration par les ultra-sons permet d'obtenir deux sortes de renseignements :

-renseignements morphologiques : l'échotomographie vasculaire renseigne sur la forme des vaisseaux et l'existence d'un anévrisme (dilatation de l'artère),

-renseignements dynamiques : l'effet Doppler permet de tracer des courbes de vélocité du sang et d'apprécier ainsi la façon dont s'effectue la circulation .

Cet examen ne comporte aucune manœuvre agressive pour le malade et, par conséquent, aucun risque.

2-g-L'artériographie : Cet examen consiste à injecter un **produit de contraste opaque aux rayons X** à l'intérieur d'une artère et à prendre des clichés radiographiques en série.

L'artériographie fournit les renseignements morphologiques les plus précis puisqu'elle visualise directement la lumière des vaisseaux et les lésions qui altèrent leurs parois. Elle renseigne également sur la vitesse circulatoire sanguine. Appliquée aux artères qui irriguent une viscère, elle permet de visualiser celui-ci et de détecter d'éventuelles lésions.

En contrepartie de ses avantages, l'artériographie nécessite une ponction artérielle, et de ce fait, comporte un petit risque pour le patient (hémorragie, infection...).

2-h--La phlébographie : Elle est fondée sur les mêmes principes que l'artériographie.

L'injection du produit de contraste est effectuée au niveau d'une veine superficielle et sa propagation suivie par des clichés en série. On étudie ainsi les veines superficielles des membres dans lesquelles l'opacifiant se dirige préférentiellement .

L'étude des veines profondes des membres nécessite l'application de garrots étagés bloquant le passage de l'opacifiant vers les veines superficielles. Comme l'artériographie, la phlébographie fournit des renseignements morphologiques (état des veines) et hémodynamiques (vitesse circulatoire).