

ANATOMIE ET PHYSIOLOGIE CARDIOVASCULAIRE

BMS

1. ANATOMIE DES VAISSEAUX ET DU CŒUR
 1. L'appareil circulatoire
 2. Les parois vasculaires
 3. La circulation capillaire
 4. La circulation lymphatique
 5. Le cœur
 6. Les tuniques du cœur
2. L'ACTIVITE CARDIAQUE ET SA REGULATION
 7. L'automatisme cardiaque :
 - 7.1. électrophysiologie cellulaire
 - 7.2. Le potentiel d'action
 - 7.3. Activité automatique
 - 7.4. Tissu nodal
 8. Le cycle cardiaque
 9. L'innervation cardiaque : le baroréflexe
 10. Le contrôle nerveux de l'activité cardiaque
 11. Le débit cardiaque
 12. La pression sanguine
 13. Les facteurs de la pression artérielle
 14. La régulation nerveuse de la pression artérielle

1. L'APPAREIL CIRCULATOIRE

Le rôle de l'appareil circulatoire est: d'apporter aux cellules, à travers le sang, les substances nécessaires à leurs métabolismes, transporter les produits de ces métabolismes, (les déchets++) afin qu'ils soient éliminés.

La caractéristique essentielle de l'appareil circulatoire est d'être divisée en 2 grands systèmes indépendants mais complémentaires :

- **la grande circulation ou circulation systémique**
- **et la petite circulation ou circulation pulmonaire.**

1.1. LA GRANDE CIRCULATION OU CIRCULATION SYTEMIQUE

Du ventricule gauche, le sang oxygéné est éjecté dans l'aorte d'où vont naître toutes les artères destinées à vasculariser tous les organes, toutes les cellules

Dans les tissus, au niveau capillaire sanguins, le sang libère son O₂ et se charge en CO₂.

Par l'intermédiaire du réseau veineux, le sang revient à l'OD et passe dans le VD.

1.2. LA PETITE CIRCULATION OU CIRCULATION PULMONAIRE

La petite circulation, ou circulation pulmonaire, est entièrement consacrée à l'oxygénation du sang et à l'élimination du gaz carbonique.

Du VD, le sang est éjecté vers les poumons par l'intermédiaire de l'artère pulmonaire.

Dans les poumons, au niveau des capillaires pulmonaires, le sang se décharge de son CO₂ et se charge de nouveau en O₂.

Le sang revient alors au cœur par les veines pulmonaires, aboutit à l'OG d'où il passe dans le ventricule.

Puis un nouveau cycle reprend.

REMARQUE

Les termes utilisés en anatomie et en physiologie ne se recouvrent pas toujours.

Ainsi, l'artère pulmonaire contient du sang veineux, les veines pulmonaires du sang artériel.

- **En anatomie**, tous les vaisseaux qui quittent le cœur sont appelés des artères et tous ceux qui s'y rendent sont des veines, quelle que soit la composition du sang qu'ils contiennent
- **En physiologie**, c'est la composition du sang qui fait parler, selon les cas, de sang veineux ou artériel, quel que soit le type anatomique de vaisseau où ce sang circule.

ANATOMIE ET PHYSIOLOGIE CARDIOVASCULAIRE

BMS

2. LES PAROIS VASCULAIRES Tuniques vasculaires

2.1. L'INTIMA

Tapisse l'intérieur du vaisseau (artère ou veine).

Elle est formée : d'un **endothélium** constitué d'une couche de cellule plates, pavimenteuse, jointives, et d'un **sous-endothélium**, tissus conjonctif riche en fibres de collagènes..

joue un rôle important dans le bon écoulement du sang dans le vaisseau.

En effet, les cellules endothéliales « empêchent » la formation de caillot ou thrombus : c'est la **thromborésistance**, alors que le sous-endothélium, lorsqu'il est mis à nu, est **thrombogène**

2.2. LA MEDIA

Est la tunique conjonctive moyenne.

Son épaisseur et sa constitution varient selon le calibre du vaisseau et selon qu'il s'agit d'une artère ou d'une veine.

2.2.1. **La média des grosses artères** est épaisse et comporte de très nombreuses **fibres élastiques** qui permettent d'amortir les variations de la pression sanguine dues aux contractions cardiaques et de régulariser ainsi le débit sanguin : c'est la **compliance artérielle**.

2.2.2. **La média des artérioles**

La média des petites artères et des artérioles, plus mince, contient peu de fibres élastiques mais beaucoup de cellules musculaires lisse.

Celles-ci, en se contractant ou en se relâchant, permettent une variation importante du calibre des petites artères.

2.2.3. **La média des artérioles**

C'est cette vasomotricité qui permet d'adapté le débit sanguin dans les organes en fonction de leurs besoins

La présence de fibres de collagènes s'oppose à des augmentations de volume importantes.

2.2.4. **La média des veines**

La pression sanguine étant bien moindre dans les veines que dans les artères, la média des veines est plus mince : à calibre égal, la média des veines est deux fois plus minces que la média de l'artère.

2.2.5. **La média des veines**

Comparée à celle des artères, la média des veines contiens moins de cellules musculaires lisses et de fibres élastiques mais plus de tissus conjonctif et de fibre collagène.

Les veines sont moins contractiles, moins élastiques mais beaucoup plus **distensibles** que les artères

2.3. L'ADVENTICE

C'est une tunique conjonctive externe. Elle est le support de la vascularisation et de l'innervation des vaisseaux

3. LA CIRCULATION CAPILLAIRE

3.1. DEFINITION

La circulation capillaire commence là où le diamètre des vaisseaux devient inférieur à 20 microns, et pour cette raison on l'appelle également la **micro-circulation**.

Celle-ci est donc constituée par les artérioles, les capillaires et les veinules.

La micro-circulation permet d'assurer les échanges entre le sang et les tissus, mais aussi de régler le niveau de ces échanges en fonction des besoins cellulaires.

- Les plus grosses: 3 tuniques.
- Les plus petites : endothélium + quelques cellules musculaires

Rôle important de la couche musculaire dans la distribution du sang.

- Vasoconstriction → baisse du débit
- Vasodilatation → augmentation du débit

Les plus petits vaisseaux : diamètre $\approx 0,5 \mu\text{m}$ à $10 \mu\text{m}$

Endothélium seulement.

Présents dans tous les tissus.

Très perméables.

Lieu d'échanges entre le sang et les cellules.

ANATOMIE ET PHYSIOLOGIE CARDIOVASCULAIRE

BMS

Capillaires organisés en **lits capillaires**.

Responsables de la **microcirculation**.

Microcirculation contrôlée par les contractions des sphincters pré capillaires.

Permettent d'adapter le débit sanguin dans l'organe à l'activité de l'organe.

Contraction des sphincters contrôlée par :

- ✓ Neurofibres du sympa.
- ✓ Substances vasodilatatrices

3.2. ORGANISATION

L'artériole principale apporte le sang au réseau ;

Les artérioles terminales, qui font suite à la précédente, donnent naissance aux **capillaires**.

Au fur et à mesure des ramifications artériolaires, l'épaisseur de la média et de l'adventice diminue progressivement, et finalement les capillaires ne sont plus constitués que par une couche de cellules endothéliales enroulées sur elle-mêmes.

C'est au niveau de ces capillaires que se font les échanges.

A noter la présence, avant le réseau capillaire proprement dit, de **sphincters pré-capillaires**.

Composés de cellules musculaires lisses, ces sphincters permettent, selon leur ouverture ou leur fermeture, d'augmenter ou de diminuer la circulation sanguine dans le réseau capillaire dans un tissu (et donc l'importance des échanges) en fonction des besoins de celui-ci.

Les capillaires confluent ensuite vers des **veinules post-capillaires**. Celles-ci rejoignent alors une **veinule collectrice**.

Il faut noter qu'il existe des anastomoses, les **shunts artério-veineux** qui « court-circuitent » les capillaires.

Échanges avec le liquide interstitiel se font par :

Diffusion par les fentes intercellulaires

Diffusion à travers les cellules de la paroi

Diffusion à travers les pores (capillaires fenestrés)

Endocytose et exocytose à travers les cellules

Dynamique des échanges capillaires (loi de Starling). La pression hydrostatique du sang a tendance à pousser le liquide hors des capillaires (filtration), tandis que la pression osmotique colloïdale du sang a tendance à attirer le liquide dans les capillaires (réabsorption).

3.2.1. Au pôle artériel des capillaires:

La force résultante permet donc de faire sortir par diffusion, l'eau, les gaz (O₂) et les nutriments du plasma vers le liquide interstitiel pour atteindre les cellules des tissus.

3.2.2. Au pôle veineux des capillaires :

La force résultante permet de rappeler l'eau et les déchets métaboliques (CO₂, acide lactique) dans le plasma.

Échanges des gaz respiratoires, des nutriments et des déchets se font essentiellement par **DIFFUSION**.

Substances hydrosolubles : diffusion à travers les fentes intercellulaires ou par les pores.

Substances liposolubles : diffusion à travers la membrane des cellules endothéliales.

Grosses molécules et petites protéines : transport par endocytose et exocytose.

Les grosses molécules comme les protéines, ne peuvent pas quitter les capillaires → le sang est **hypertonique** par rapport au liquide interstitiel.

Il y a donc une pression osmotique dirigée vers l'intérieur des capillaires

3.2.3. Veinules

8 à 100 µm

Les plus petites = **veinules post capillaires** (endothélium seulement)

Très poreuses (~ capillaires); laissent facilement passer le plasma et les globules blancs.

3.2.4. Veine :

Parois plus minces (pression sanguine faible) que celle des artères.

Grand diamètre : peuvent contenir jusqu'à 65% du sang de l'organisme = réservoir de sang.

Très poreuses (~ capillaires); laissent facilement passer le plasma et les globules blancs.

Certaines contiennent des valvules (rôle dans le retour du sang au cœur).

ANATOMIE ET PHYSIOLOGIE CARDIOVASCULAIRE

BMS

4. LA CIRCULATION LYMPHATIQUE

Quand le liquide interstitiel est entré dans les vaisseaux lymphatiques, il prend le nom de **lymph**

Au niveau des capillaires:

Il sort plus de liquide qu'il en entre :

déficit ~ 2- 3 L par jour.

Certaines protéines sanguines peuvent sortir, mais ne peuvent pas être réabsorbées.

Retour par le **système lymphatique**

4.1. Origine

Elle provient du liquide interstitiel : des capillaires lymphatiques draine l'excédent du MI strict.

4.2. Composition

C'est une solution aqueuse contenant :

Différents ions (Na⁺, Cl⁻ en particulier)

De nombreux composés organiques (surtout des déchets du métabolisme cellulaire)

= même composition que le liquide interstitiel (=plasma – protéines)..

4.3. Les 4 rôles principaux :

- Évacue-le trop plein du MI
- Ramène vers le plasma les protéines du liquide interstitiel
- Filtre les micro-organismes étrangers, les toxines (intervention dans le SI)
- Transporte les lipides d'origine digestive et les vitamines liposolubles (A, D, E, K) vers la circulation sanguine.

Au niveau de l'ensemble des capillaires de l'organisme, 20 litres de liquide (soit 1/200 environ de l'eau plasmatique éjectée par le cœur dans la grande circulation) **filtrent** du sang vers le milieu interstitiel en 24 heures.

Dix-huit litres de liquide **sont réabsorbés, c'est à-dire** retournent dans les capillaires pendant le même temps.

La différence, soit 2 litres, retourne dans la voie sanguine par l'intermédiaire de la **circulation lymphatique**

5. LE COEUR

Le cœur est situé entre les deux poumons, dans la partie médiane du thorax appelée **médiastin**.

Il a grossièrement la forme d'une pyramide dont une face est couchée sur le diaphragme et dont le sommet (on parle de la pointe du cœur) est dirigé vers le bas.

Chez un homme adulte, le cœur pèse environ 500 grammes.

Muscle creux, le cœur est formé de quatre cavités : 2 oreillettes et 2 ventricules.

Les oreillettes droite et gauche d'une part, et les ventricules droit et gauche d'autre part ne communiquent pas entre eux ; ils sont séparés par une paroi appelée **septum**.

Ainsi, on distingue un **cœur droit** et un **cœur gauche**.

Par contre, chaque oreillette communique avec le ventricule homolatéral (situé du même côté) par un **orifice auriculo-ventriculaire portant une valve** destinée à empêcher le reflux du sang lors de la contraction ventriculaire (systole ventriculaire).

5.1. LE CŒUR DROIT

L'oreillette droite reçoit le sang de la veine cave inférieure et de la veine cave supérieure.

La valve auriculo-ventriculaire droite est formée de trois valvules, on l'appelle **valve tricuspide**.

Du ventricule droit part l'**artère pulmonaire** : elle porte à son orifice une autre valve, appelée **valve sigmoïde pulmonaire** (parce que elle est formée de trois valvules qui ont approximativement la forme de la lettre grecque sigma), qui empêche le sang artériel de refluer dans le ventricule droit lors de la relaxation ventriculaire (diastole).

5.2. LE CŒUR GAUCHE

L'oreillette gauche reçoit le sang des quatre veines pulmonaires.

La valve auriculo-ventriculaire gauche ne compte que deux valvules.

Elle est appelée **valve mitrale** ou bicuspidée (elle ressemble à la mitre d'un évêque).

Du ventricule gauche part l'aorte avec, entre les deux, la **valve sigmoïde aortique** dont le rôle est là encore d'empêcher le sang de refluer vers le ventricule gauche au cours de la diastole .

ANATOMIE ET PHYSIOLOGIE CARDIOVASCULAIRE

BMS

6. LES TUNIQUES DU COEUR

La paroi du cœur est constituée, de l'intérieur, vers l'extérieur, de trois tuniques :

- l'**endocarde**,
- le **myocarde**
- une **enveloppe fibroséreuse**.

6.1. L'ENDOCARDE

Formé d'une mince couche de cellules, aplaties et jointives, qui tapisse la face interne du myocarde. L'endocarde est en contact avec le sang se trouvant à l'intérieur du cœur.

6.2. MYOCARDE

Le myocarde est le muscle proprement dit.

Très développé, il est constitué d'une multitude de cellules musculaires, ou cellules myocardiques.

6.3. L'ENVELOPPE FIBROSEREUSE

L'enveloppe fibroséreuse est formée de deux feuillets, l'un viscéral et l'autre pariétal, séparés par une cavité virtuelle. Le feuillet viscéral, ou **épicaarde**, recouvre le myocarde, mais aussi les gros troncs des artères nourricières du cœur : les coronaires.

Le feuillet pariétal ou **péricarde**, plus rigide, empêche une dilatation exagérée du cœur.

Les deux feuillets, en glissant l'un sur l'autre, permettent au cœur de se mouvoir pendant sa contraction et sa relaxation.

7. AUTOMATISME CARDIAQUE:

7.1. ELECTROPHYSIOLOGIE CELLULAIRE

L'électronégativité du milieu intracellulaire par rapport au milieu extracellulaire est due à une inégalité de répartition des ions, et donc de charges électriques, de part et d'autre de la membrane cytoplasmique (le milieu intracellulaire contient 30 fois plus de K^+ mais 7 fois moins de Na^+ que le milieu extracellulaire).

la différence des concentrations d'un Ion entre les milieux est appelée **gradient de concentration**.

Cette répartition différente des ions s'explique par l'existence, au niveau de la membrane, de protéines particulières appelés « **pompes** » qui aspirent ou expulsent de façon spécifique un ion donné.

7.2. LE POTENTIEL D'ACTION

Lorsque la cellule myocardique est stimulée, il se produit une modification des mouvements ioniques.

Tout se passe comme si les « les pompes » cessaient brutalement de fonctionner.

Les ions diffusent à travers la membrane selon leur gradient de concentration : le **sodium rentre brusquement dans la cellule**.

Ce mouvement ionique est à l'origine d'une nouvelle répartition des charges électriques.

La cellule s'est **dépolarisée** et la nouvelle différence de potentiel, de + 20 millivolts, est appelée **potentiel d'action**.

D'autres mouvements ioniques se produisent alors : entrée **du Ca^{2+} qui inonde la cellule myocardique et provoque sa contraction**, puis sortie du K^+ . la différence de potentiel décroît pour revenir à sa valeur initiale. C'est la **repolarisation** qui ramène la cellule à son état initial avec retour au **potentiel de repos**.

7.3. ACTIVITE AUTOMATIQUE

Certaines cellules du tissu myocardique, les **cellules nodales**, présentent la particularité d'avoir un **potentiel de repos instable** : il croît progressivement jusqu'à un certain potentiel, de -70 millivolts environ, appelée **potentiel seuil**, qui **déclenche spontanément le potentiel d'action**. C'est pourquoi **ces cellules sont dites automatiques**.

7.4. LE TISSU NODAL

Même privé de son innervation, le myocarde est capable de se contracter spontanément, il doit cette propriété à l'existence, au sein du tissu myocardique, de cellules spécialisées qui génèrent spontanément un influx, des **cellules automatiques**.

Ces cellules sont appelées **cellules nodales** parce que certaines sont regroupées sous forme d'amas ou de nœuds. On appelle **tissu nodal** l'ensemble constitué par ces cellules.

ANATOMIE ET PHYSIOLOGIE CARDIOVASCULAIRE

BMS

Le tissu nodal est également capable de **transmettre l'influx** chargé de provoquer la contraction des cellules myocardiques : c'est la propriété de **conduction**.

Cette propriété de conduction repose sur une autre propriété du tissu nodal, l'**excitabilité**. Chaque cellule excitée stimule à son tour les cellules nodales voisines permettant ainsi la transmission de l'influx.

La phase du cycle pendant laquelle le myocarde se contracte est appelée *systole*, celle pendant laquelle il se relâche, *diastole*.

C'est le nœud sinusal qui impose son rythme au cœur tout entier. D'où son nom d'**entraîneur cardiaque**. Son rythme spontané est d'environ 120 à 140/mn. Mais à l'état physiologique, ce rythme est ralenti par le système nerveux autonome à 60 à 80/mn.

L'excitation motrice naît donc au niveau du nœud sinusal. De là, l'excitation se transmet aux oreillettes qui se contractent (**systole auriculaire**).

Puis, du nœud auriculo-ventriculaire, l'excitation se transmet par les deux branches du faisceau de His puis par le réseau de Purkinje, à tout le myocarde ventriculaire et provoque **la contraction des ventricules (systole ventriculaire)**.

Rappelons que cet influx est dû à des modifications de la répartition de charges électriques de part et d'autre des membranes cellulaires. On peut enregistrer, grâce un **électrocardiogramme (ECG)**, ces variations de potentiel électrique (dépolarisation et repolarisation) au cours d'une révolution cardiaque.

Puis, du nœud auriculo-ventriculaire, l'excitation se transmet par les deux branches du faisceau de His puis par le réseau de Purkinje, à tout le myocarde ventriculaire et provoque **la contraction des ventricules (systole ventriculaire)**.

Rappelons que cet influx est dû à des modifications de la répartition de charges électriques de part et d'autre des membranes cellulaires. On peut enregistrer, grâce un **électrocardiogramme (ECG)**, ces variations de potentiel électrique (dépolarisation et repolarisation) au cours d'une révolution cardiaque.

8. LE CYCLE CARDIAQUE

8.1. DEFINITION

Un cycle, ou révolution cardiaque, se déroule en deux temps :

Une **contraction** du myocarde, appelée **systole**, pendant laquelle le sang est propulsé dans les artères ;

Un **relâchement** du myocarde, appelé **diastole**, pendant lequel le cœur se remplit du sang apporté par les veines.

8.2. DEROULEMENT

Dans un premier temps, la dépolarisation, née dans le nœud sinusal, se propage dans les oreillettes. En réponse celle-ci se contractent, c'est la **systole auriculaire**, et chassent le sang dans les ventricules encore en diastole (en effet, la dépolarisation n'est pas encore arrivée à leur niveau, elle est « conduite » par le faisceau de His et ses branches). Les pressions intra-ventriculaires deviennent supérieures aux pressions intra-auriculaires et **les valves auriculo-ventriculaires se ferment**.

Arrivée dans le réseau de Purkinje, la dépolarisation se propage dans le myocarde ventriculaire et provoque sa contraction, c'est la **systole ventriculaire**.

Dans le même temps, les oreillettes se repolarisent et se relâchent (début de la diastole auriculaire).

Les pressions intra-ventriculaires croissent alors rapidement, deviennent supérieures aux pressions qui règnent dans les artères (aorte et artère pulmonaire); entraînant l'**ouverture des valves sigmoïdes** et l'éjection du sang dans les artères.

Les cellules myocardiques se repolarisant, elles se relâchent, provoquant une chute progressive des pressions intra-ventriculaires. Celles-ci deviennent d'abord inférieures aux pressions intra-auriculaires, provoquant l'**ouverture des valves auriculo-ventriculaires** : c'est alors le début de la **diastole ventriculaire**. Puis une nouvelle dépolarisation naît dans le nœud sinusal et un nouveau cycle commence.

EN PRATIQUE ! Bien qu'il existe une systole ventriculaire et une systole auriculaire (de même qu'il existe une diastole ventriculaire et une diastole auriculaire), quand on parle de systole, c'est de la systole ventriculaire qu'il s'agit. Elle conditionne la circulation du sang dans la grande circulation, celle qui nous intéresse.

ANATOMIE ET PHYSIOLOGIE CARDIOVASCULAIRE

BMS

9. L'INNERVATION CARDIAQUE : LE BAROREFLEXE

9.1. L'ADAPTATION DE L'ACTIVITE CARDIAQUE AUX BESOINS DE L'ORGANISME

Grâce aux propriétés du tissu nodal, la contraction cardiaque est automatique. Mais l'**activité cardiaque s'adapte en permanence aux besoins de l'organisme**. Cette adaptation s'effectue par l'intermédiaire du **système nerveux autonome (SNA)**. Rappelons que le SNA comprend le **système sympathique** et le **système parasympathique**. Ce contrôle nerveux de l'activité cardiaque dépend essentiellement d'un arc réflexe, le **baroréflexe**.

9.2. LES RECEPTEURS ARTERIELS :

9.2.1. Barorécepteurs :

sinus carotidien, arche aortique

sensibles aux variations d'étirements de la paroi vasculaire et donc aux variations de la PA

9.2.2. Chémorécepteurs :

glomus carotidien, arche aortique

sensible à l'hypoxie, l'hypercapnie, acidose

9.3. Les récepteurs cardiaques, pulmonaires et musculaires :

9.3.1. Veino-atriaux : paroi atriale, détectent la pression veineuse centrale : réponse hormonale par le peptide atrial natri-urétique

9.3.2. Récepteurs sensibles à l'étirement des vaisseaux au niveau pulmonaire

9.3.3. Ergo-récepteurs au niveau des muscles : sensibles aux perturbations métaboliques et aux actions mécaniques info de l'état d'activité des muscles au SNC

9.4. DESCRIPTION DU BAROREFLEXE

Dans la paroi de la **crosse de l'aorte** et des **carotides**, existent des récepteurs nerveux sensibles aux modifications de la pression artérielle (les **barorécepteurs**) et d'autres sensibles aux modifications chimiques du sang c'est-à-dire à sa concentration en O₂ et en gaz carboniques (les **chémorécepteurs**).

Les informations en provenance des récepteurs sont transmis aux **centres sympathique et parasympathique** du SNA qui élaborent une réponse adaptée.

Les **fibres sympathique** (adrénergiques*), **cardiostimulantes**, parviennent au cœur par le **nerf cardiaque**.

Les **fibres parasympathiques** (cholinergiques*), **cardio-inhibitrices**, parviennent au cœur par le **nerf pneumogastrique (ou nerf vague ou Xème paire crânienne)**.

Pour être complet, il faut savoir que l'activité des centres nerveux sympathiques et parasympathiques est aussi sous le contrôle des **centres nerveux supérieurs (cortex, hypothalamus)** qui sont capables de les stimuler ou de les inhiber en réponse aux activités physiques, végétatives ou intellectuelles (effort, douleur ou émotion par exemple).

10. LE CONTROLE NERVEUX DE L'ACTIVITE CARDIAQUE

10.1. LES PARAMETRES

Le SNA est capable d'augmenter ou de diminuer l'activité cardiaque en agissant sur plusieurs facteurs :

Sur la **fréquence** des contractions cardiaques, en activant les cellules **nodales** : c'est l'action **chronotrope** ;

Sur la **vitesse de conduction** du tissu **nodal** : c'est l'action **dromotrope** ;

Sur la **contractilité** des cellules **myocardiques** : c'est l'action **inotrope** ; (capacité intrinsèque des cellules myocardiques à développer une force de contraction donnée, à une longueur de fibre donnée, en réponse à un potentiel d'action)

Sur l'**excitabilité** des cellules **myocardiques** : c'est l'action **bathmotrope**

10.2. ACTIONS ANTAGONISTES DU SYMPATHIQUE ET DU PARASYMPATHIQUE

Le **système sympathique est cardiostimulant**. Il présente des actions :

- **Chronotrope positive**, par augmentation de la fréquence cardiaque (action sur le nœud sinusal) ;
- **Dromotrope positive**, par augmentation de la vitesse de conduction dans le tissu nodal ;
- **Inotrope positive**, par augmentation de la contractilité des cellules myocardiques ;
- **Bathmotrope positive**, par augmentation de l'excitabilité des cellules myocardiques.

Le **système parasympathique** est, à l'inverse, **cardio-inhibiteur** par ses actions

- **chronotrope négatives**
- **dromotrope négatives**

ANATOMIE ET PHYSIOLOGIE CARDIOVASCULAIRE

BMS

11. LE DEBIT CARDIAQUE

11.1. DEFINITION

On appelle **débit cardiaque (DC)** le volume de sang expulsé par chaque ventricule en une minute.

Il est d'environ 5 à 6 litres par minute pour un sujet normal au repos.

C'est une valeur minimale, toute modification physiologique se faisant dans le sens d'une augmentation (par exemple, lors d'un effort musculaire, il peut être multiplié par 5).

Débit cardiaque (ml/min) = débit systolique (70 ml/battement) x nbre de batt par min (75 batt/min)

Débit cardiaque = 5 250 ml/min ou 5,25 l/min

11.2. LES FACTEURS DU DEBIT CARDIAQUE

Le débit cardiaque dépend de deux facteurs :

D'une part, du volume de sang éjecté par le ventricule à chaque systole ou **volume d'éjection systolique (VES)**, qui est en moyenne de **80 ml** ;

D'autre part, du nombre de systoles par minute, c'est à dire de la **fréquence cardiaque (FC)**, qui est normalement comprise entre **60 et 80/minute**

On peut donc établir la formule : **DC= VES x FC**

11.3. L'INDEX CARDIAQUE

Mais le débit cardiaque varie pour chaque individu en fonction de sa morphologie (taille, poids). Afin de faire disparaître ces écarts individuels, on calcule l'**index cardiaque** qui est le rapport du débit cardiaque par mètre carré de surface corporelle.

Au repos, l'index cardiaque est d'environ 3 litres par minute et par mètre carré.

12. LA PRESSION SANGUINE

La pression sanguine n'est pas identique en tous points du réseau circulatoire et peut varier en fonction du cycle cardiaque.

Dans l'aorte, et les grosses artères qui en partent, la pression artérielle oscille entre une **valeur maximale (pression artérielle systolique ou PAS)** de l'ordre de 120 à 140 mm de mercure (Hg) et d'une **valeur minimale (pression artérielle diastolique ou PAD)** d'environ 80 mm d'Hg.

Dans les artères, les **oscillations systolo-diastolique s'amenuisent et disparaissent** (rôle de la compliance artérielle*) puis, du fait de l'importante division que subit le système artériel, c'est dans les **artéioles que la pression artérielle baisse de manière importante.**

Compliance = la *variation du volume par rapport à la variation de la pression et on écrit : $C = dV/dP$*

Au niveau du réseau capillaire, la pression n'est plus que de 15 mm de Hg ; un niveau de pression qui permet les échanges entre le sang et les tissus.

Puis la pression continue à diminuer tout au long du réseau veineux pour atteindre une valeur de quelques millimètres d'Hg à l'entrée de l'oreillette droite.

Il est à noter que nous retrouverons les mêmes variations de la pression sanguine au sein de la petite circulation, mais avec des chiffres tensionnels beaucoup plus faible (la pression systolique au niveau de l'artère pulmonaire est de l'ordre de 20 mm d'Hg et la diastolique de 8 mm d'Hg)

13. LES FACTEURS DE LA PRESSION ARTERIELLE

La pression artérielle est la pression qu'exerce le sang sur la paroi des artères. Cette pression dépend de plusieurs facteurs liés au contenu, le sang ; ou au contenant, les artères.

La pression artérielle dépend de quatre facteurs :

- De la quantité de sang éjecté dans les artères, c'est-à-dire du **débit cardiaque (DC)**
- Du volume de sang circulant, c'est-à-dire de la **volémie**
- De l'élasticité des parois artérielles, c'est-à-dire de la **compliance artérielle**
- Du tonus et du calibre des artéioles, c'est-à-dire des **résistances périphériques (RP)**

A l'état physiologique, la volémie et la compliance artérielle varient peu. Par contre le débit cardiaque et les résistances périphériques se modifient en permanence pour permettre une adaptation de la perfusion sanguine aux besoins de l'organisme.

ANATOMIE ET PHYSIOLOGIE CARDIOVASCULAIRE

BMS

Si bien que, au total, **la pression artérielle dépend essentiellement du débit cardiaque et des résistances périphériques**. Elle s'exprime par la formule :

$$PA = DC \times RP \text{ et comme } DC = VES \times FC, \text{ on obtient : } PA = VES \times FC \times RP$$

La pression artérielle doit toujours se maintenir à un certain niveau pour assurer la perfusion des tissus et doit répondre aux différents besoins de l'organisme. Tous ceci est rendu possible grâce à **deux systèmes de régulation, l'un nerveux, l'autre hormonal**.

14. LA REGULATION NERVEUSE DE LA PRESSION ARTERIELLE

Comme nous l'avons vu, le système nerveux autonome (SNA) exerce une autorégulation de la PA grâce au baroréflexe qui permet d'ajuster à **chaque instant** les chiffres tensionnels **en fonction de l'activité** et d'**amortir les variations spontanées de la pression artérielle**. Cette régulation nerveuse porte sur deux facteurs de la PA : le **débit cardiaque** et les **résistances périphériques**.

14.1. SYMPATHIQUE ET PA

Le **sympathique** accélère la fréquence cardiaque (action chronotrope et dromotrope positive) et augmente la force des contractions (action inotrope positive). Il en résulte une **régulation du débit cardiaque**. Il provoque parallèlement une contraction des cellules musculaires lisses des parois artériolaires, d'où une **vasoconstriction** et donc une **augmentation des résistances périphériques**. Au total, le **sympathique a donc une action hypertensive**.

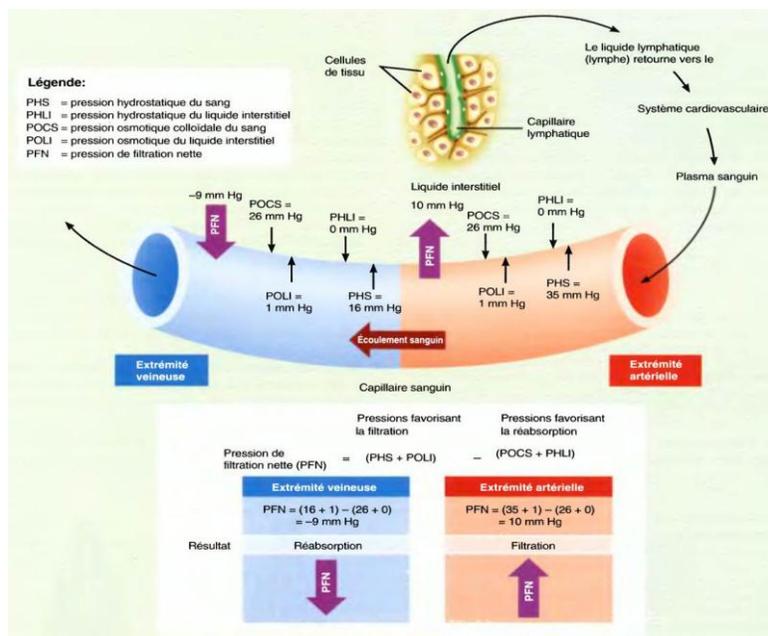
14.2. PARASYMPATHIQUE ET PA

Le **parasympathique** a les effets inverses. Il **diminue le débit cardiaque et les résistances périphériques** (les artérolaires n'ont pas d'innervation parasympathique, mais une activation du parasympathique induit une diminution du tonus sympathique qui entraîne un relâchement spontanée des artérolaires). Au total, le **parasympathique a donc une action hypotensive**.

14.3. SNA ET PA

Les fluctuations de la pression artérielle sont corrigées en permanence par l'intermédiaire du **baroréflexe** :

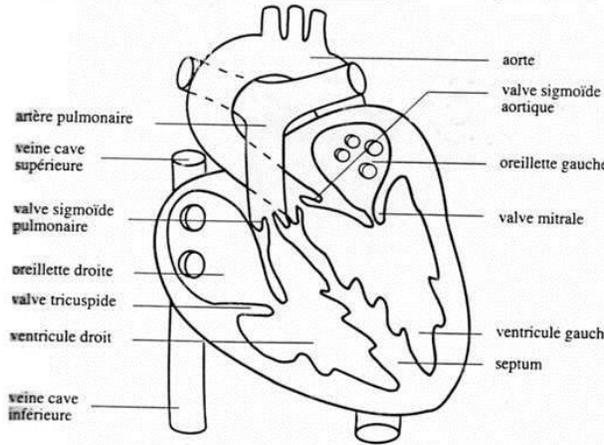
- S'il s'agit d'une **baisse de la PA**, c'est le **sympathique qui est activé** d'où une augmentation du débit cardiaque et des résistances périphériques et donc une **augmentation de la PA**.
- S'il s'agit d'une **augmentation de la PA**, c'est le **parasympathique qui est activé**, entraînant ainsi une **baisse de la PA**.



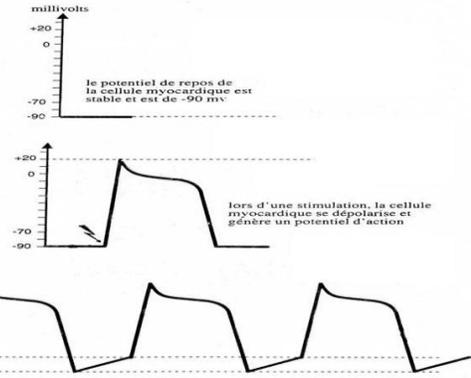
ANATOMIE ET PHYSIOLOGIE CARDIOVASCULAIRE

BMS

CŒUR DROIT

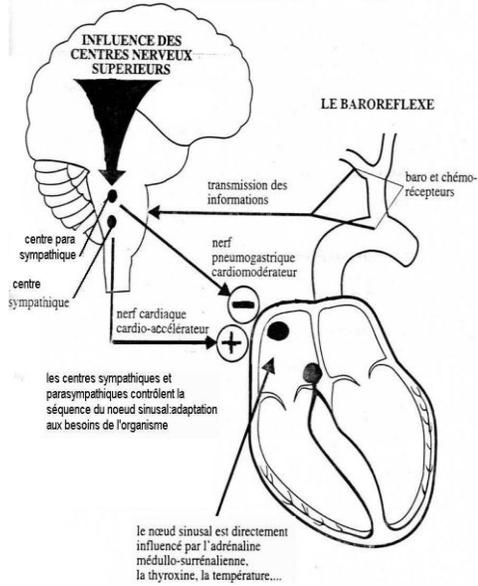


L'AUTOMATISME CARDIAQUE ELECTROPHYSIOLOGIE CELLULAIRE



LE CONTROLE NERVEUX DE L'ACTIVITE CARDIAQUE

L'INNERVATION CARDIAQUE: LE BAROREFLEXE



ACTIONS

CHRONOTROPE	INOTROPE	BATHMOTROPE	DROMOTROPE
fréquence des contractions	contractilité (amplitude des contractions)	excitabilité des cellules myocardiques	conductibilité du tissu nodal

