



Tutorat 2023-2024



FORMATION EN SOINS INFIRMIERS

PREFMS CHU DE TOULOUSE

Rédaction 2022-2023

UECP 20

Anatomie et physiologie cardio-
vasculaire et respiratoire

Physiologie cardio-vasculaire

Partie III

Ce cours vous est proposé bénévolement par le Tutorat Les Nuits Blanches qui en est sa propriété. Il n'a bénéficié d'aucune relecture par l'équipe pédagogique de la Licence Sciences pour la Santé ni de l'IFSI. Il est ainsi un outil supplémentaire, qui ne se substitue pas aux contenus diffusés par la faculté et l'institut en soins infirmiers.

Rédigé par Sourd Dorian à partir du cours de JF.ARNAL présenté le 08/03/2023.

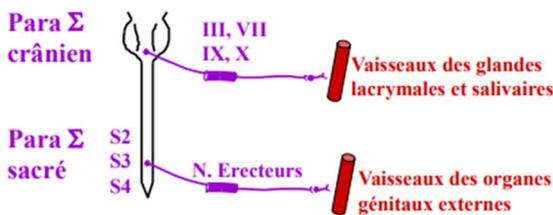
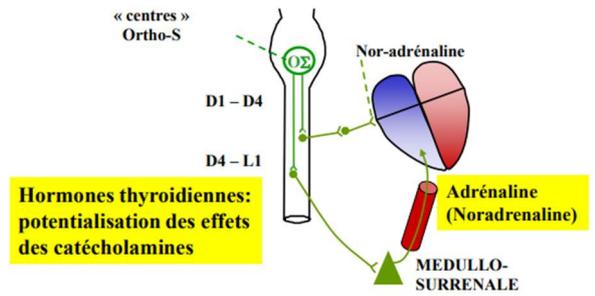
Physiologie cardio-vasculaire Partie 3

I. SNV Orthosympathique : composante hormonale

Il existe également une composante hormonale au système orthosympathique. La médullo-surrénale (au centre du rein) libère de l'adrénaline dans le sang. Cette partie endocrine vient compléter l'activité orthosympathique au niveau des terminaisons neuronales. La libération dans cette voie endocrine se joue dans l'ordre de la minute.

Au cours de l'exercice physique, le système orthosympathique stimule la glande médullo-surrénale qui augmente la sécrétion d'adrénaline dans le sang.

Via les récepteurs bêta adrénergiques, l'adrénaline provoque une vasodilatation au niveau coronaire et hépatique ; Via les récepteurs alpha adrénergiques, l'adrénaline provoque une vasodilatation au niveau cutanée, rénal et du tube digestif. La médullo-surrénale joue donc un rôle important dans l'exercice physique car elle permet de prioriser l'apport en sang de certains organes.



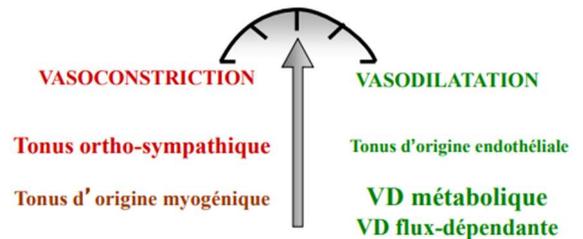
Le SNV parasympathique innerve les glandes lacrymales et salivaires provoquant la sécrétion des larmes et de la salive.

Au niveau du sacrum, l'innervation parasympathique est responsable de l'érection des organes génitaux externes.

La vasoconstriction est régulée par le tonus ortho-sympathique et la vasodilatation est d'origine endothéliale et flux dépendante.

Intensité de l'exercice physique et débit régionaux :

ml/min	REPOS	EXERCICE LEGER	EXERCICE MAXIMAL
Débit cardiaque	6.000	10.000	25.000
Muscles	1.400	5.000	22.000
Cœur	250	400	1.000
Cerveau	750	750	750
Splanchnique	1.400	1.100	300
Reins	1.100	850	250
Peau	500	1.500	600
Autres	600	400	100



Le débit cardiaque s'accélère en fonction de l'intensité de l'exercice physique.

Parallèlement, le débit sanguin est privilégié vers les muscles et minoré au niveau des autres organes en particulier les viscères (splanchnique) et les reins (en raison de la fermeture des artéoles via la libération de noradrénaline sur les récepteurs alpha adrénergiques avec l'activité orthosympathique).

II. Pression sanguine artérielle

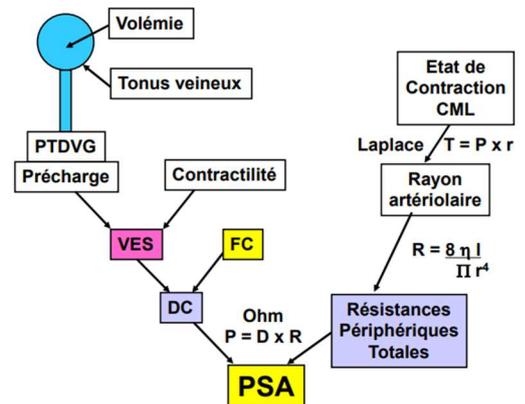
a. Définition et valeurs

C'est le produit du DC par les résistances périphériques totales :

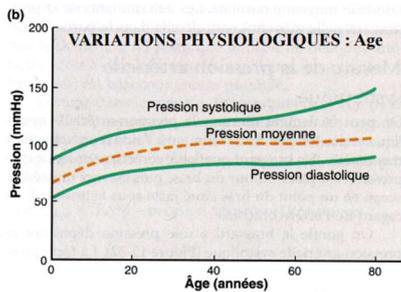
$$P = DC \times R$$

Cette pression sanguine est maintenue dans une gamme de pression relativement constante.

Les résistances périphériques totales sont proportionnelles aux rayons des artéoles périphériques. La vasodilatation des artéoles au niveau des muscles entraîne une diminution du rayon d'un facteur n^4 . Si le rayon de l'artéole est 2 fois plus dilaté, il y a une diminution d'un facteur 2^4 , soit une diminution d'un facteur 16 de la résistance de celle-ci. Si la résistance baisse alors le débit baisse.



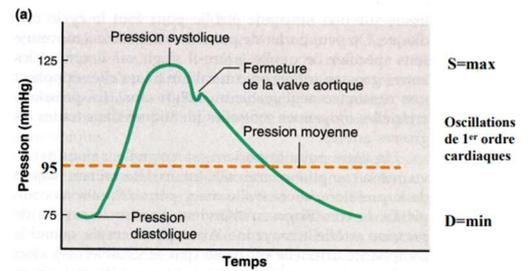
La PSA varie entre une valeur minimale : pression diastolique, soit la pression dans les artères après le remplissage ; et une valeur maximale : pression systolique, soit la pression dans les artères après éjection ventriculaire. Si on fait l'intégrale sous la courbe, on obtient une valeur moyenne qui varie néanmoins en fonction de l'âge.



Lorsque l'on vieillit, la tension artérielle diminue en raison de la moins forte distension des artères et en particulier de l'aorte.

Voici les valeurs de la pression artérielle :

- PSA Syst <140 mmHg
- PSA Diast <90 mmHg



Cependant, la PSA varie en fonction de la position à laquelle on se trouve. Lorsque l'on est couché, on en moyenne :

- 100 mmHg au cœur
- 95 mmHg aux pieds et au cerveau

Les artères ne résistent pas à l'écoulement du sang, ce sont les artéριοles qui permettent le maintien de la pression sanguine.

Lorsque l'on est debout on a :

- 100 mmHg au cœur
- 51 mmHg au cerveau
- 183 mmHg aux pieds

C'est la hauteur de liquide qui fait la pression (Schéma Partie 2, IV. a.). Ceci explique qu'il y ait une plus forte pression au niveau des pieds que du cerveau.

Attention, bien différencier pression et débit : Le débit est l'éjection d'un certain volume par unité de temps et la pression est la force qu'exerce les molécules sur une paroi.

b. Variations physiologiques

La pression artérielle varie en fonction de :

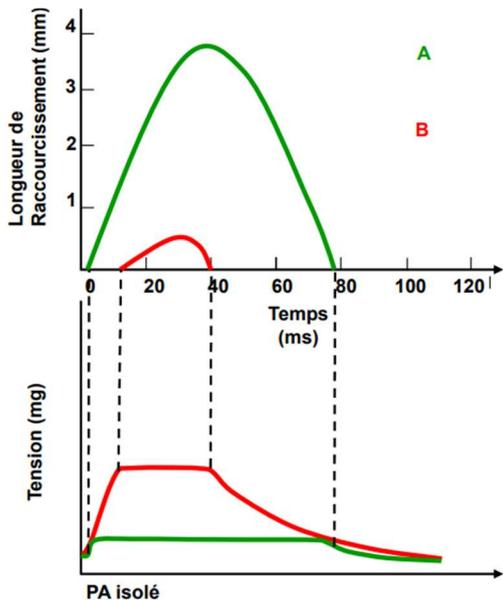
- Age
- Posturales
- Sommeil/Veille/Stress
- Grossesse
- Ventilation

Conditions de mesure de la PSA :

- Assis, après 5 minutes de repos (Même travail de bureau, ou juste parler : + 5 mmHg)
- Pas de tabac
- Pas de café
- Pas la vessie pleine (+ 10 mmHg)
- 2 mesures à une minute d'intervalle

La mesure de la pression artérielle par un professionnel de santé peut faire un effet « bouse blanche » où la pression monte par un effet psychologique en raison d'une stimulation du SNV orthosympathique. Les valeurs normales de la PSA faite par une automesure sont donc :

- PSA Syst <135 mmHg
- PSA Diast <85 mmHg



b. Postcharge

« Vous ne serez pas interrogé sur cette notion de postcharge ».

L'expérience suivante est la même que celle partie 2, I. b. 2). Pour rappel, la précharge est la masse permettant d'étirer le muscle avant qu'il ne se contracte et la postcharge est la masse que le muscle doit soulever pour se raccourcir.

Dans cette expérience, on fait contracter le muscle à une faible postcharge A et une lourde postcharge B. En A, le muscle se contracte et se raccourcit de 4 mm tandis que la tension reste stable et relativement faible. En B, le muscle se contracte mais ne se raccourcit presque pas avec une tension élevée (la postcharge n'est pas soulevée)

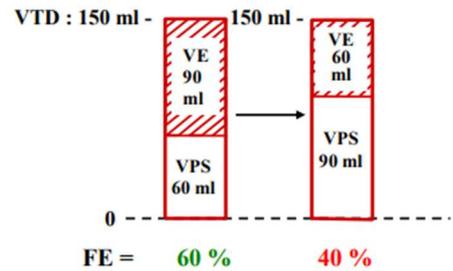
Ces deux graphiques ci-contre nous montre que si la postcharge est trop grande par rapport à la force que peut développer le muscle, celui-ci pourra se contracter mais pas se raccourcir.

Le cœur :

En vert on a une faible postcharge (pression) et en rouge une forte postcharge. La fraction d'éjection est plus importante (=efficace) avec une faible postcharge qu'une forte ; C'est-à-dire que le cœur éjecte plus de sang en A qu'en B.

Donc pour le cœur, plus la postcharge (la pression) dans l'aorte est élevée, plus il va avoir du mal à éjecter le volume de sang. Si la pression est trop grande, le cœur va se contracter en développant une tension jusqu'à arriver au niveau de la postcharge, mais pas assez se raccourcir pour éjecter le sang.

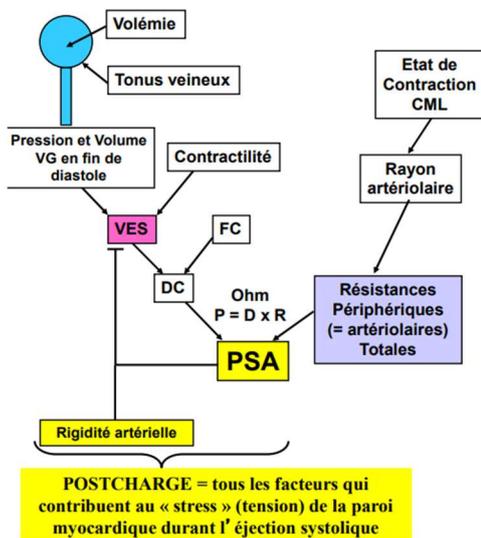
POSTCHARGE : 1 UA => 1,3 UA de façon aigue



Donc, la pression sanguine artérielle vient s'opposer au volume d'éjection systolique. Plus la pression est élevée, plus on a du mal à éjecter le volume de sang en systole.

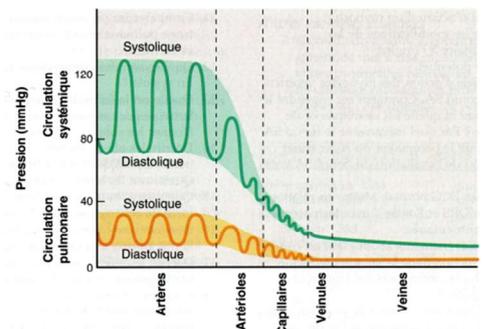
L'hypertension est toujours une augmentation des résistances artérielle et donc une anomalie de vasoconstriction des artères. Le débit cardiaque est le même chez un normo ou hyper tendu.

Il y a 3 grandes pathologies du cœur : l'hypertension artérielle, l'insuffisance cardiaque, ischémie artérielle (AVC, Infarctus du myocarde). L'hypertension artérielle se traite en diminuant le degré de vasoconstriction des artères et alternativement en diminuant le volume sanguin ou en diminuant la fréquence cardiaque.



La résistance à l'écoulement du sang entraîne une chute locale en pression.

Jusqu'à des vaisseaux de 300µm de diamètre, la pression sanguine est proche de celle des grosses artères. En dessous des 300µm de diamètre, donc au niveau des artérioles, il y a une chute de pression.

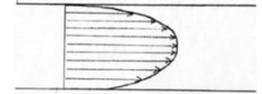


c. Régimes d'écoulement du sang

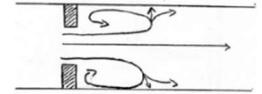
Les globules rouges contre la paroi vont moins vite que les globules rouges au centre du vaisseau. Néanmoins, les vecteurs vitesse sont parallèles et il y a un écoulement laminaire.

L'écoulement laminaire est silencieux. S'il y a un obstacle, il y a du bruit et l'écoulement est dit turbulent.

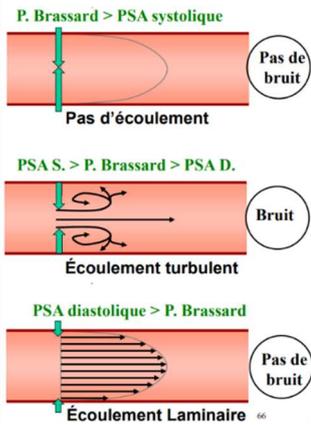
Écoulement laminaire



Écoulement turbulent



REGIMES D'ÉCOULEMENT DU SANG



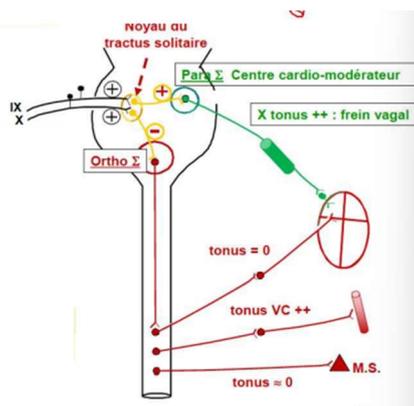
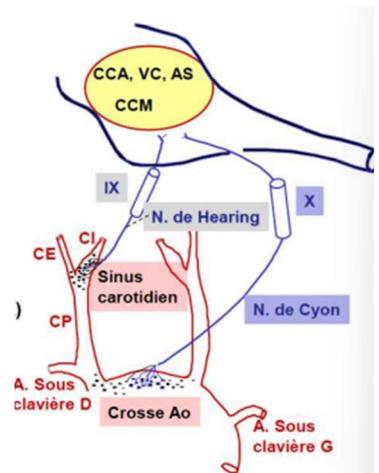
d. Mesure de la pression artérielle

La pression sanguine artérielle peut se mesurer classiquement avec un tensiomètre ou sphygmomanomètre. On met le brassard sur le bras et grâce au manomètre on le gonfle. On écoute ce qu'il se passe au niveau de l'artère humérale grâce à un stéthoscope qui permet de détecter le bruit (turbulences). Quand la pression dans le brassard devient inférieure à la pression systolique, et en lisant à cet instant la valeur indiquée par le manomètre, on obtient la mesure de la PSA systolique.

A un moment donné, la pression dans le brassard devient inférieure à la pression diastolique. L'écoulement de sang dans l'artère devient alors laminaire et le bruit disparaît. On trouve à ce moment-là la pression diastolique. (Annexe 1)

III. Régulation rapide de la PSA

La régulation se fait grâce à des barorécepteurs sensibles à la pression au niveau de la paroi des artères. Ils se situent au niveau de la crosse de l'aorte (nerf de Hering et glossopharyngien IX) et de la carotide interne (Nerf de Cyon et vague X). Ces barorécepteurs traduisent en permanence le niveau de pression en potentiel d'action pour que l'information soit acheminée au niveau des centres cardio-accélérateur ou cardio-modérateur située dans le bulbe de la protubérance annulaire dans la partie basse du cerveau. Les centres cardio-accélérateurs agissent sur le SNV orthosympathique pour augmenter la fréquence cardiaque, dilater les artères via les récepteurs alpha adrénergiques et, par l'intermédiaire de la médullo-surrénale, la libération d'adrénaline. Le centre cardio-modérateur agit sur le SNV parasympathique.



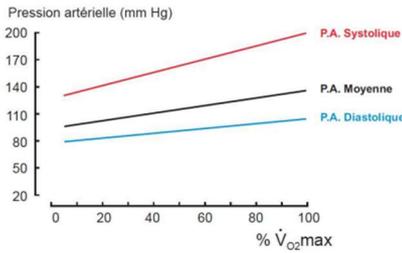
Si la PSA augmente, il y a une augmentation de la tension au niveau des parois et donc une augmentation des décharges des barorécepteurs. Cette information est traitée au niveau des centres cardio-vasculaire entraînant et une activation parasympathique et une inhibition orthosympathique avec comme conséquence, le ralentissement de la fréquence cardiaque et la diminution de la vasoconstriction des artères. Cela diminue le débit cardiaque et les résistances périphériques et donc la pression artérielle car $P = DR$ avec P la pression artérielle, D le débit cardiaque et R la résistance périphérique totale. Inversement lorsque la PSA diminue.

Au repos, la PSA moyenne est de 95 mmHg et elle augmente d'autant plus que l'exercice physique est important. Ceci s'explique par le fait que si la pression est forte, le muscle est mieux perfusé (loi d'Ohm $U = RI$ avec U la tension (=pression), R la résistance et I l'intensité (=débit sanguin)).

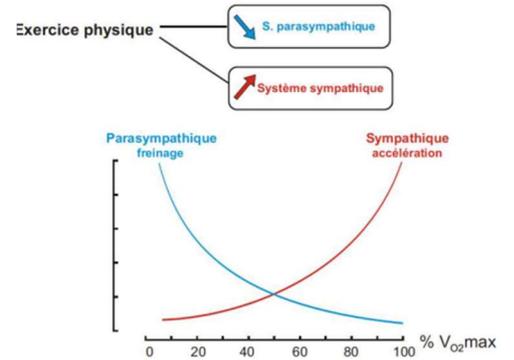
Débits régionaux au cours d'un ex. physique à 2 niveaux d'intensité

ml/min	REPOS	EXERCICE LEGER	EXERCICE MAXIMAL
Débit cardiaque	6.000	10.000	25.000
PSA moyenne	95	110	130
Muscles	1.400	5.000	22.000
Cœur	250	400	1.000
Cerveau	750	750	750
T. splanchnique	1.400	1.100	300
Reins	1.100	850	250
Peau	500	1.500	600
Autres	600	400	100

Relation entre l'intensité d'exercice et la pression artérielle



Au repos, il y a une prédominance de l'activité des neurones du SNV parasympathique (=rôle de frein) et à l'exercice il y a une prédominance de l'activité des neurones du SNV orthosympathique (=rôle d'accélérateur).



IV. Capillaires

a. Organisation générale

Les capillaires sont les plus petits vaisseaux qui existe. Ils sont composés uniquement de cellules endothéliales. Les réseaux capillaires entours les cellules des tissus. Grâce aux sphincters pré-capillaires, il y a une variation de l'irrigation des capillaires en fonction de l'activité musculaire. Au repos, il y a 90% des capillaires qui ne sont pas perfusés. A l'activité, les artérioles sont ouvertes grâce à l'arrêt de la contraction des sphincters ce qui permet la perfusion des capillaires. L'activité métabolique locale est le facteur de régulation le plus important. (Annexe 2)

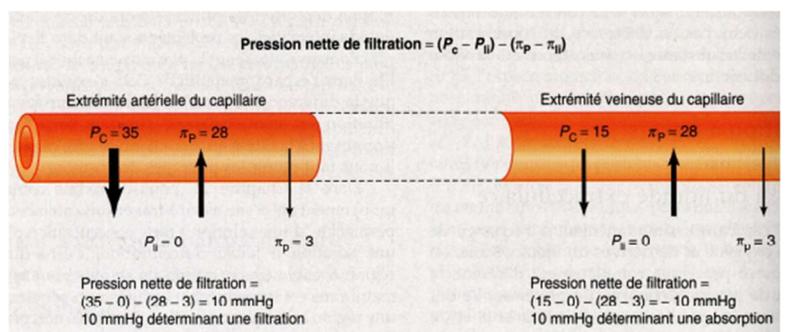
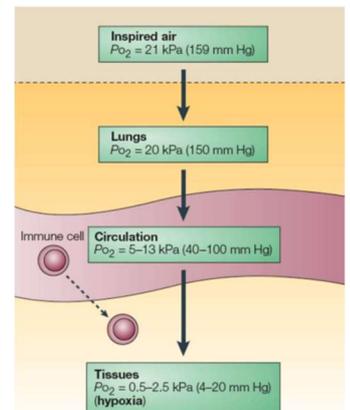
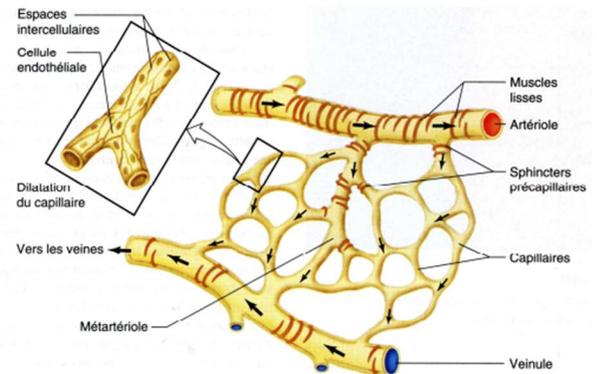
b. Mécanismes d'échange

Le mécanisme d'échange le plus important est la diffusion. Cette diffusion est le fait qu'une molécule aille d'une zone à une autre en fonction de son gradient de concentration. L'oxygène inhalé a une pression partielle de 159mmHg, l'ai alvéolaire a une pression de 150mmHg et l'air dans le sang a une pression de 4 à 100mmHg (retenir ce chiffre ++). A la pression de 100mmHg, l'hémoglobine est saturée : elle transporte le maximum d'oxygène que ce qu'elle peut contenir. Cet oxygène est plus ou moins libéré dans les tissus : la pression partielle en oxygène est entre 4 et 20mmHg. Il y a 10 fois moins de pression partielle en oxygène dans un tissu que dans le sang artériel. Cela instaure un gradient de pression d'un fact eur 10. Le gradient est d'autant plus important que la consommation en oxygène est importante car le muscle va consommer plus d'oxygène ce qui va faire baisser la pression partielle en oxygène.

Dans le muscle qui fait un exercice intense, la pression partielle peut chuter jusqu'à ce qu'il n'y a plus assez d'oxygène qui arrive à la mitochondrie : c'est la glycolyse anaérobie (le muscle se fourni en ATP sans oxygène). Ce phénomène ne dure pas longtemps car la glycolyse anaérobie génère beaucoup d'acide (ions H+) ce qui fait chuter l'activité musculaire.

c. Transsudation

La transsudation fait intervenir des mouvements de liquides et de sels. La paroi capillaire est un filtre poreux perméable à l'eau, au sel et aux protéines. La pression hydrostatique représente la pression du liquide sur la paroi en question. La pression oncotique est la pression qui attire l'eau en direction des protéines. Dans les valeurs de pression du schéma, on soustrait la valeur de la pression



atmosphérique. Donc la pression du liquide interstitiel n'est pas nulle mais est égale à la pression atmosphérique.

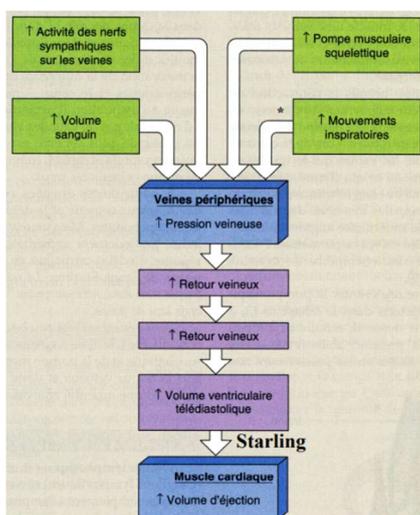
Au niveau du pôle artériolaire à gauche, la pression hydrostatique est de 35mmHg tandis que la pression dans le liquide interstitiel est nulle. On a donc une sortie du liquide. A l'intérieur du capillaire, il y a des protéines et notamment l'albumine capables d'attirer l'eau. Cette attraction fait naître une force sur la paroi se traduisant par l'apparition d'une pression oncotique. Au niveau du pôle artériolaire à gauche, la pression oncotique est de 28mmHg alors que celle du liquide interstitiel est nulle. On a donc une entrée de liquide. Comme la pression hydrostatique est plus forte que la pression oncotique, il y a une sortie globale de liquide et de sel au niveau du pôle artériel des capillaires.

Au niveau du pôle veineux, la pression hydrostatique a chuté et n'est plus que de 15mmHg et la pression oncotique ne change pas (même taux d'albumine dans le sang). On a donc une entrée globale de liquide et de sel au niveau du pôle veineux du capillaire.

Cette entrée et sortie de liquide à travers la paroi des capillaires se nomme la transsudation. La transsudation est globalement faible, cependant pour tout l'organisme et par jour, il y a une filtration nette de transsudation de 4 litres.

Elle est néanmoins modulée par la position du sujet et les résistances artérielles (la tension augmente quand il y a une vasodilatation et la tension diminue quand il y a une vasoconstriction).

d. Veines



Le drainage veineux se sert de la contraction musculaire pour faire remonter le sang jusqu'au cœur. Elles sont toujours à proximité d'un plan dur (os ou aponévrose) et sont équipées de valves anti-retours. Chez le sujet alité, le retour veineux se fait moins bien et il est recommandé de réaliser des mouvements de flexion/extension pluriquotidiens des membres inférieurs pour éviter les thromboses. (Annexe 3).

Le retour veineux est maintenu grâce au volume sanguin, à l'activité des nerfs orthosympathiques sur les veines (il y a des cellules musculaires lisses dans les veines qui dépendent du SNV orthosympathique), aux mouvements inspiratoires et à la pompe musculaire squelettique

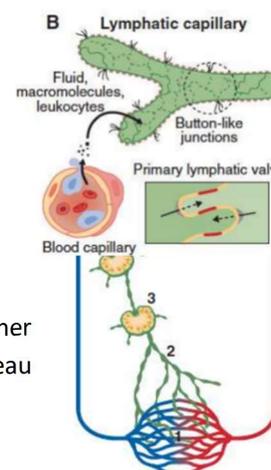
Quand on inspire, il y a une dépression à l'intérieur de la cage thoracique qui permet l'entrée d'air dans les poumons et diminuer la pression dans le cœur. On a davantage de sang qui parvient à l'oreillette ce qui favorise le remplissage.

V. Système lymphatique

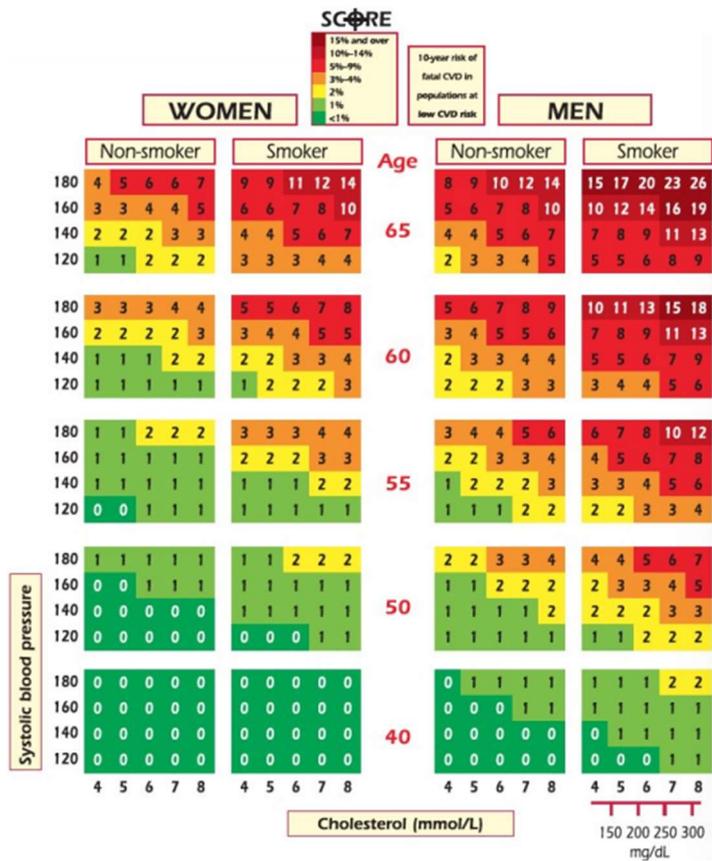
Tout l'excès de liquide transsudé est récupéré par le tissu lymphatique grâce à des capillaires lymphatiques (1 et 2).

Une fois transsudé, le sang est acheminé vers les ganglions qui « filtrent » le sang (3). Ce sont des sentinelles immunitaires qui contiennent des cellules présentatrices d'antigène (qui iront par la suite aux centres germinaux pour présenter l'antigène aux lymphocytes T et B pour réaliser la réponse immunitaire adaptative).

Ce sang revient ensuite au cœur par l'intermédiaire de la veine cave (4). Ce système permet de drainer l'excès de liquide, récupération des lipides (voilà pourquoi il y a un grand réseau lymphatique au niveau digestif) et la réponse immunitaire.



VI. PSA comme facteur de risque



La table ci-contre montre le risque de faire un accident cardio-vasculaire dans les 10 ans à venir. 0% de risque pour le vert foncé et 26% de risque pour le rouge foncé. Les critères sont les suivants :

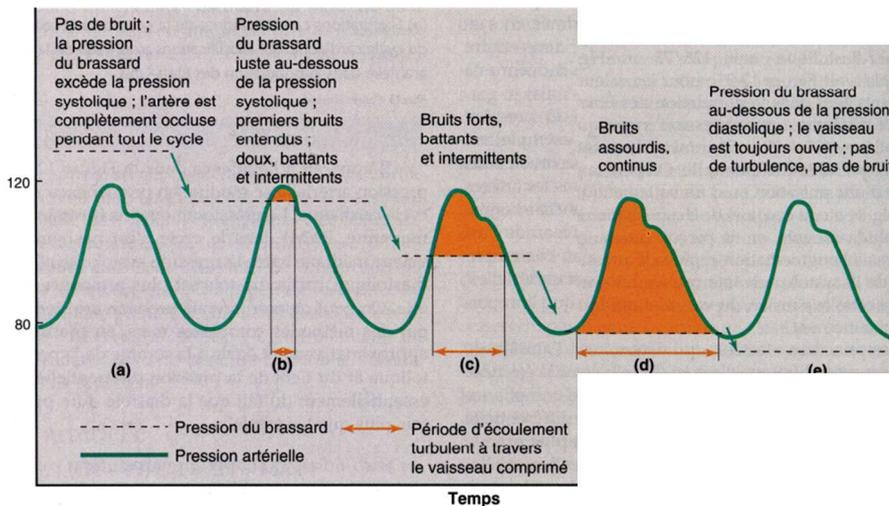
- Être un homme ou une femme
- Fumer ou ne pas fumer
- Âge (premier facteur de risque)
- Taux de cholestérol
- Pression artérielle quotidienne

L'athérome est une accumulation de lipides dans la paroi artérielle et qui existe chez tous les individus à 80 ans. En revanche, si une plaque se forme il peut y avoir une rupture et une coagulation locale de sang associé à un risque élevé de faire un accident cardio-vasculaire.

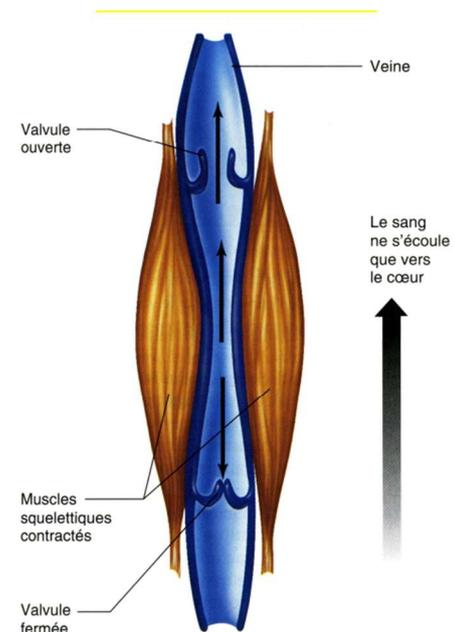
80% à 90% des rupture de plaques (thromboses) sont silencieuses.

VII. Annexes

Annexe 1



Annexe 3 :



Annexe 2 :

