La circulation sanguine. Ronéo n°5

I. Introduction sur la circulation

- Débit constant = 5L/min = volémie = débit systémique et pulmonaire
- Surface de section minimum dans l'aorte
  Max. dans les capillaires (échanges ++)
- Distribution ramifications au niveau des capillaires
- Vitesse max. dans l'aorte
  min dans les capillaires (échanges ++)

II. Généralités

Circulation = tuyau (vx) + pompe (cœur) + liquide (sang)

Deux circulations { lymphatique
Sanguine → systémique = générale = grande
Sanguine → pulmonaire = petite

- Rôle = maintien l'homéostasie + communication entre les organes
- Fonctionnement = grâce à un gradient de pression
- Organisation = circuit fermé
  Les circulations pulmonaires et systémiques sont en série
  La circulation systémique est un réseau en parallèle
  SAUF 3 réseaux en série :
  - Réseau artériel du glomérule rénal
  - Réseau veineux du syst. porte entéro-hépatique
  - Réseau veineux du syst. porte hypothalamo-hypophysaire

III. Anatomie de la circulation

Petite circulation : basses pressions – faibles résistances
Grande circulation ARTERIELLE hautes pressions - résistance élevée
CAPILLAIRE résistance élevée - échanges
VEINEUSE basses pressions - faibles résistances

1) Répartition du volume sanguin

80% du sang de l'organisme est dans les veines car les faibles pressions et résistances à l'intérieur des veines font que les vaisseaux ont tendance à se dilater

2) La circulation systémique

Réseaux en parallèle sauf les 3 exceptions en série

a) Répartition du débit systémique

- En fonction de l'importance vitale de l'organe et de sa tolérance à l'hypoxie ⇨ notion de circulation prioritaire/privilégiée au niveau du cœur et du cerveau
- En fonction des besoins, adaptation des débits locaux

b) 5 niveaux

Vaisseaux	Fonctions
Grosses artères	Créer un débit cst mais pulsatil
Artérioles	Réguler le débit local
Capillaires	Permettre les échanges
Veinules	Permettre le retour veineux
Veines capacitifs	Emmagasiner le sang (→ réservoir)

La circulation sanguine. Ronéo n°5

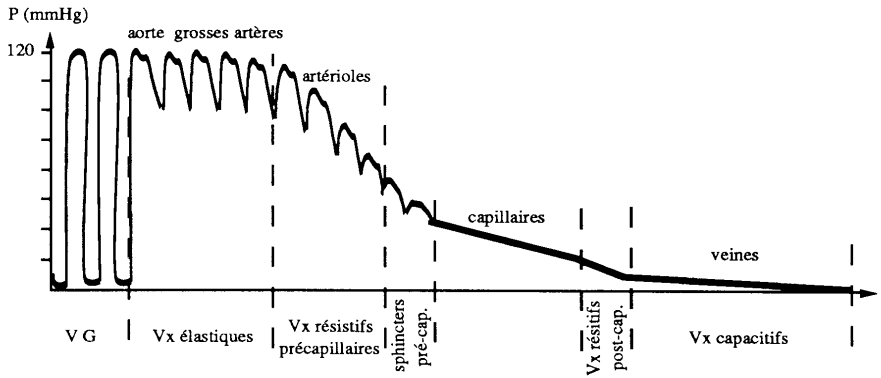


Fig. 32: variation de la pression sanguine dans les différents segments de la circulation systémique.

IV. Structure des vaisseaux

1) Intima

Structure de l'intima :

- Endothélium *couche monocellulaire hétérogène et polarisée (pôle luminal et basal)*
- Lame basale
- Tissu conjonctif
- Lame limitante interne *élastique*

Rôle de l'endothélium :

- Thromborésistance : synthèse de molécules anticoagulantes et fibrinolytiques
- Contrôle actif de la perméabilité vasculaire
- Anti-inflammatoire
- Antiaglomérant plaquettaire
- Elimination ou activation d'hormones circulantes
- Sécrétion de facteurs vasodilatateurs

Tonus vasculobasal :

A l'état basal (=normal) → vasodilatation > vasoconstriction

2) Media

Structure de la média :

- Couche constituée de :
  - Fibres musculaires lisses *contraction* → *moduler le débit*
  - Fibres d'élastine *compliance des vaisseaux*
  - Fibres de collagène *rigidité des vaisseaux*
- Lame limitante externe : pour les artères, non présente dans les veines

Les différents types de vaisseaux en fonction de la proport° des différents types de fibres :

- Vaisseaux capacitifs *riches en fibres élastiques ++ → capacité à se distendre et à accumuler le sang*
- Vaisseaux restrictifs *riches en fibres musculaires lisses → capacité à se contracter et à moduler + ou – la quantité de sang qui arrive aux organes*
- Vaisseaux mixtes : musculo-élastiques *la plupart des vaisseaux*

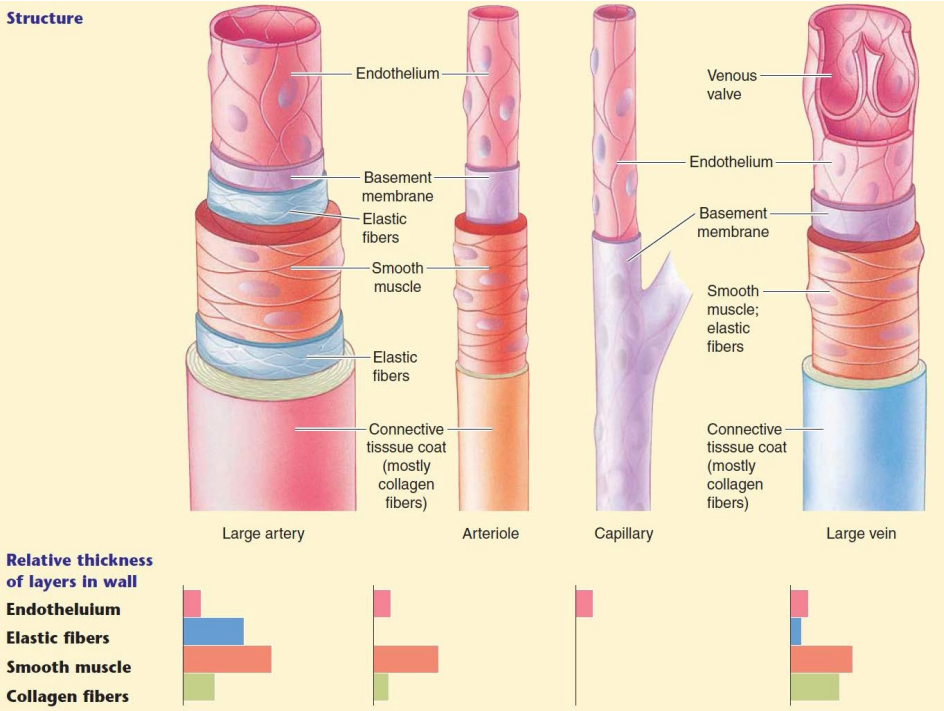
3) Adventice

Constituée de :

fibres conjonctives ++ et élastiques
Vasa vasorum : trophicité des vaisseaux
Terminaisons nerveuses (nervi vasorum)
Canaux lymphatiques : évacuation des molécules

La circulation sanguine. Ronéo n°5

4) Description du circuit



vaisseaux	Structure/composition
Grosses artères Petites artères =artérioles	Nb de fibres musculaires = nb de fibres élastiques Media grosse ++ Fibres élastiques – Fibres musculaires +
Capillaires	Uniquement endothélium + Lame Basale
Veines	Absence de lame limitante externe Diamètre plus grand Valvules Fibres musculaires ++ et fibres élastiques --

5) Structure des capillaires

Absence de media et d'adventice

Surface capillaire importante : 600m^2 → échanges importants

❖ Capillaires continus

Jonctions serrées entre les cellules endothéliales

Lame basale continue

- PERMEABILITE : faible

Passage uniquement par transport actif au travers de la cellule (passage transcellulaire)

- LOCALISATION : cœur, muscle et SNC :barrière hématoencéphalique
- FONCTION : protection

❖ Capillaires fenestrés

Pores dans l'endothélium

Lame basale continue

- PERMEABILITE : moyenne passage des molécules < 100nm
- LOCALISATION : rein, tube digestif, glandes endocrines

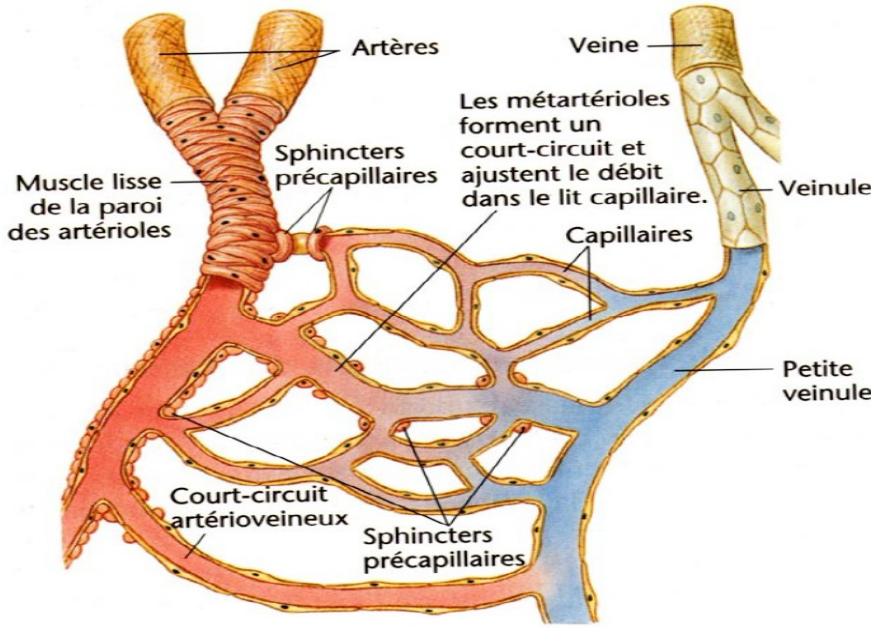
❖ Capillaires discontinus/sinusoïdes

Gros trous dans l'endothélium : fentes intercellulaires, fenestration <200nm

Lame basale discontinue ou absente

- PERMEABILITE : importante, passage de grosses molécules voire de cellules
- LOCALISATION : organes hématopoiétiques, moelle osseuse

6) Le réseau capillaire



Les capillaires vrais :

- Description :

  - taille = 5 à 8 micromètres

  - formation = soit au niveau de l'artériole soit au niveau de la métartériole

- Fonction : échanges importants

Sphincters pré-capillaires :

- Description : Anneaux de fibres musculaires lisses non innervées mais régulées par des hormones et sécrétions locales
- Localisation : à chaque fois, à la jonction entre le vrai capillaire et l'artériole ou métartériole (= au niveau de la formation du capillaire)
- Fonction : en se contractant permet +/- le passage du sang à travers le vrai réseau capillaire

Anastomose artério-veineuses :

- Description : Lorsque tous les sphincters pré-capillaires sont contractés, il y a alors plus qu'un passage permit au niveau du court-circuit artérioveineux
- Fonction : shunt pour rediriger le débit tissulaire, il n'y aucun échange donc l'oxygénation du sang reste à la même valeur

V. Hémodynamique

1. 2 types de fluides :

- Parfait : pas de dissipation de la charge avec la distance parcourue

- Visqueux : dissipation de la charge par frottements (résistances)

Le sang est un liquide visqueux car il y a des frottements entre les GR et la paroi des vx.

2. Écoulement d'un fluide visqueux :

Écoulement	Laminaire	Turbulent
Résistances	Faibles	Élevées
Vitesse de chaque GR	basse et homogène (maximum au centre du vx)	élevées et hétérogéne
Flux	Unidirectionnel	Multidirectionnel

3. L'écoulement laminaire sanguin :

- Loi de Poiseuille

$R_{ésistances} = 8L\eta/\pi r4$

L = Longueur du vx

η = viscosité

r = rayon du vx

=> Au niveau des artérioles et des capillaires, le rayon des vaisseaux est très faible donc les résistances sont maximales.

=> Le rayon du vx est le principal déterminant des résistances à l'écoulement du sang => vasomotricité

- Loi d'Ohm

$Q = \Delta P/R$

Q = débit

ΔP = différence de pression à l'entrée (**Pe**) et à la sortie (**Ps**)

R = résistances

=> On a une vasoconstriction (= diminution du rayon) d'un même vx, alors les résistances R augmentent (d'après la loi de Poiseuille) si pas de compensation (= ΔP inchangé) alors on a une diminution des débits Q d'aval (d'après la loi d'Ohm)

- Loi d'Ohm appliquée à l'échelle d'un vaisseaux

$Q = k.(Pe-Ps).r4$

- Le rayon est un déterminant majeur de régulation du débit local (importance du tonus vasomoteur)
- Le débit Q ds un vx de petit calibre (= petit r) est plus faible que ds un vx de gros calibre
- le debit du même vx vasoconstricté est plus faible que si il est vasodilaté

- Équation de continuité

$Q = S_{ection} \times V_{itesse}$

⇨ D'après le principe de continuité, une diminution du diamètre donc diminution de S (ex : sténose) s'accompagne toujours d'une augmentation de la vitesse d'écoulement (d'où l'apparition d'un souffle lors d'une sténose)

- Équation de continuité dans un système parallèle

  Pour des vaisseaux de même diamètre : $Vn=Q/(N.Sn)$

  => La vitesse dans chaque vx en parallèle (Vn) est plus faible que ds le vx principal (V)car la somme des surfaces des sections des tubes en parallèle (N .Sn) est plus élevée que la surface du vx principal (S)

  => Ds les capillaires(= N est élevé), la surface de section est bien supérieur à celle de l'aorte (= Sn est élevée) et donc d'aprés l'équation de continuité, la vitesse ds les capillaire est bien inférieure à celle de l'aorte (=Vn est faible) ce qui favorise les échanges.

  Réduction du calibre d'un des vx en parallèle :

  => D'après le principe de continuité, le débit global est inchangé, donc c'est le débit ds chaque vx qui est modifié, le débit perdu est redistribué ds les vx de calibre normal

- Calcul des résistances dans un système parallèle

  $R'= Rn/N$

  => Ds un réseau en parallèle , les R artérioles > R capillaires car le N capillaires > N artériole

  => C'est donc le nombre de vx qui constituent le réseau qui est important

- Loi de Laplace : Relation Tension (T) /pression transmurale (Pt)

  $Tension = Pt.rayon / épaisseur$

  Tension paroi aortique = 10 000 . Tension paroi capillaires

- Pression critique de fermeture d'un vx

  Définition : Pression minimale de sang pour qu'il y est un débit

  Explication : par la loi de Laplace

  Conséquences : En dessous de cette pression , les vaisseaux se ferment et il n'y aura plus de circulation

- Compliance et Elastance

	Formules	Définition	Propriétés
Compliance	= Δvolume / Δpression	capacité d'un vx à se laisser distendre	Compliance élevée ds les vx capacitifs
Elastance	= inverse de la compliance = ΔP/ΔV	résistance à la déformation	Elastance élevée ds les artérioles