

Les capillaires : La microcirculation

1-introduction :

- il s'agit de fins conduits de cellules a 14 μm de diamètre de la microcirculation sanguine formant un réseau qui s'étend le plus souvent entre une artériole et une veinule (capillaires vrais).
- ils existent dans tous les tissus sauf dans les épithéliums, le cartilage, la cornée, le cristallin, la strie vasculaire de la cochlée et l'intima des vaisseaux.
- le réseau capillaire occupe une surface de 700 m² mais son volume est faible a 5% du volume sanguin.
- c'est le seul lieu d'échange entre le sang et les tissus.

2) embryologie :

Le système vasculaire sanguin se met rapidement en place a partir de la 2^{ème} semaine et la circulation devient fonctionnelle a la fin du premier mois.

au début les ébauches sont symétriques, elles dérivent toutes des ilots angio-formateurs qui apparaissent vers 16-17 jours au niveau du mésoblaste extra-embryonnaire puis dans le mésoblaste intra-embryonnaire.

3.La Structure histologique des capillaires

-Les capillaires naissent d'une artériole terminale et sont anastomosés entre eux, ils convergent vers une veine post-capillaire .

-A leur partie initiale, la paroi renferme quelques fibres musculaires circulaires, associées à des terminaisons nerveuses formant « *le sphincter pré-capillaire* » .

-La paroi des capillaires très fine constituée d'une seule couche pouvant être comparée à l'intima des vaisseaux

L'endothélium : très aplati repose sur la basale (absente dans les capillaires sinusoides).

La membrane basale : repose sur une membrane basale mince, doublée par des fibres réticulées.

La couche sous endothéliale (périthélium) : elle est fine et elle comprend quelques fibres conjonctives et des cellules appelées « péricytes » qui sont entourées par un dédoublement de la basale, elles possèdent certains caractères des myocytes (micro filaments) ainsi que certains caractères des fibroblastes (forme étoilée, élaboration de substance conjonctive) mais ne semble pas avoir une activité contractile, leur rôle reste mal connu.

Classification des capillaires :

→En microscopie optique (MO) : selon l'aspect on en distingue trois types :

1-**les capillaires typiques** : ce sont les plus nombreux, présent dans la plupart des tissus, leur diamètre est compris entre 7 et 14 μm et leur longueur est $<(0,1-0,8 \text{ mm})$, les limites entre les cellules endothéliales sont bien visibles après coloration argentique, les péricytes sont nombreux .

2-**les capillaires atypiques de type embryonnaire** : les limites endothéliales ne sont pas visibles même après coloration argentique : l'aspect de l'endothélium est pseudo syncytial.

3-**les capillaires atypiques sinusoides** : ils sont beaucoup plus larges avec un calibre très irrégulier, les limites des cellules endothéliales ne sont pas visibles, ils forment dans certains organes (organes hématopoïétiques, glandes endocrines) un *réseau réticulé* entre les éléments parenchymateux .

→En microscopie électronique (ME) :

-L'ultra structure de l'endothélium et de la membrane basale a permis une classification plus précise des capillaires et définit trois types de capillaires :

1-**Les capillaires continus** :

Les cellules endothéliales : sont jointives et reposent sur une membrane basale continue, les cellules endothéliales sont réunies entre elles par des jonctions d'adhésion (ZONULA ADHERENS), des jonctions étanches (ZONULA OCCLUDENS) surtout dans les capillaires du tissu osseux et du placenta.

-Leur cytoplasme renferme des vésicules de pinocytose qui peuvent fusionner et former de petits canaux trans-endothéliaux transitoires.

Les péricytes : sont nombreux, entourés par un dédoublement de la basale .

-Ces capillaires continus sont les plus répandus et correspondent aux capillaires typiques vu en MO.

-Ils se trouvent dans le tissu musculaire strié squelettique, dans le conjonctif de la peau et des muqueuses dans les poumons, également dans les capillaires du tissu nerveux.

2-**Les capillaires fenêtrés** :

Les cellules endothéliales : présentent des pores cytoplasmiques de 20 à 100 nm de \varnothing , ceux -ci sont obturés par un diaphragme dévié des membranes plasmiques cellulaires (sauf au niveau du glomérule rénal) permettant le passage libre de liquide, la basale est continue.

Les péricytes : sont peu nombreux.

-Ces capillaires se trouvent dans les tissus où les échanges de liquides ou de molécules sont important (glomérule rénal, tube digestif, plexus choroïde, glandes endocrines, conjonctif des synoviales).

3-**Les capillaires discontinus** :

Les cellules endothéliales : ne sont pas jointives et ménagent entre elles des ouvertures par où peuvent passer parfois des cellules entières

-Leur cytoplasme est plus riche en équipement enzymatique lysosomal (système réticulo-endothélial), la basale est discontinue ou absente.

Les péricytes : sont absent.

-Ce sont des capillaires sinusoides à lumière large du foie et des organes hématopoïétiques, leur \emptyset atteint plusieurs μm , il existe également des capillaires discontinus (avec des ouvertures de taille modérée) dans l'adénohypophyse et dans la corticosurrénale.

NB :

-Péricytes : cellules ressemblant aux myocytes, fibroblastes et cellules endothéliales sans qu'elles appartiennent à l'une des trois.

→rôle : cellules multi potentielles, susceptibles de se différencier en myocytes, cellules impliquées dans l'information, la protection et l'élaboration de substances.

Le réseau capillaire :

→Importante :

- le réseau capillaire à une surface totale évaluée à 700 m^2 .

-Sa densité varie selon les tissus : *réseau capillaire dense :myocarde

*peu abondant :tissus conjonctifs

*absent : épithélium de revêtement

→Place dans l'appareil circulatoire :

-en fonction de leur situation dans le territoire vasculaire ,les réseaux capillaires se classent en 03 catégories :

-Réseaux capillaires vrais : ces derniers sont intercalés entre une artériole et une veinule, ils sont les plus répandus dans les tissus.

-Réseaux admirables : ils sont de 2 types :

**Réseau porte artériel* : intercalé entre une artère afférente et une efférente : Glomérule de Malpighi du rein.

**Réseau porte veineux* : intercalé entre une veinule afférente et une autre efférente : réseau porte hépatique (veine centro-lobulaire et la veine porte).

→La texture :

Les capillaires sont adaptés à la structure des organes :

*les capillaires radiés : lobule du foie.

* les capillaires parallèles aux fibres du muscle squelettique.

→L'organisation locale du réseau capillaire :

-artériole principale, elle amène le sang aux réseaux capillaires

-artériole terminale « pré-capillaire », elle fait suite à l'artériole principale et donne naissance aux capillaires.

-capillaire de jonction : il relie directement l'artériole terminale à la veinule collective, c'est la voie rapide qui n'existe pas dans certains réseaux.

-les capillaires vrais : ils naissent à angle droit de l'artériole principale et des capillaires de jonction pour former le *réseau capillaire proprement dit*, la portion initiale de chaque capillaire est munie d'un sphincter → c'est la voie contournée existant dans la plupart des organes.

-les veinules post-capillaires : les capillaires vrais confluent vers ces veinules.

-les veinules collectives : les veinules post-capillaires rejoignent les veinules collectives.

-les veinules musculaires : les veinules collectives deviennent petit à petit veinules musculaires.

Histophysiologie des capillaires :

-Hémodynamique :

-La circulation capillaire est très lente et irrégulière ,elle peut s'arrêter et le sens du courant peut s'inverser temporairement ,ceci est du aux variations de pression liés aux mouvements du corps ,les variations du calibre des capillaires sont importantes mais sont essentiellement passives et liées aux variations de pression.

-La circulation capillaires est contrôlée par :

*La pression artérielle et le tonus de l'artériole terminale, sous contrôle nerveux.

*Les anastomoses artério-veineuses pré-capillaire .

*Les sphincters pré-capillaires soumis à une double régulation nerveuse (sympathique) et hormonale (histamine).

Les échanges avec les tissus :

Les gaz et les substances nutritives passent à travers la paroi capillaire, le liquide interstitiel est un intermédiaire obligatoire.

→dans les capillaires continus : l'endothélium réalise une membrane filtrante.

-le liquide interstitiel est appauvri en protéine, outre la taille des molécules leur charge intervient dans la sélectivité du transport endothélial.

Les petites molécules (eau, sels minéraux, peptides) diffusent passivement hors des capillaires en passant principalement par les espaces intercellulaires : pores de 4à7 nm de Ø

Les pores des capillaires fenêtrés facilitent le passage des petites molécules.

→dans les capillaires discontinus :

-Le passage est libre pour la plupart des molécules plasmatiques

-Le liquide interstitiel apparait dans le segment initial du capillaire où la pression hydrostatique est plus élevée que la pression oncotique

-Dans le tissu nerveux, l'œil et le thymus, la paroi capillaire se comporte comme une véritable barrière entre le sang et les tissus.

-Dans les conditions physiologiques, la perméabilité vasculaire est augmentée par l'acidose tissulaire, les amines biogènes et les membranes vasculaires (histamine, Kinine, prostaglandine).

-En pathologie, elle augmente dans l'inflammation sous l'action des médiateurs hormonaux tels que : l'histamine ou toxiques tels que : les bactéries se traduisant par un œdème.

Les fonctions métaboliques de l'endothélium :

-Les cellules endothéliales jouent un rôle dans le métabolisme de certains médiateurs et hormones :

-Dans le tissu nerveux, les cellules endothéliales possèdent un équipement enzymatique adapté à la régulation des neuromédiateurs.

-Les cellules endothéliales élaborent les enzymes de conversion de l'angiotensine qui transforme l'angiotensine I en angiotensine II hypertenseur.

-Toutes les cellules endothéliales ont des propriétés anticoagulantes, fibrinolytiques et antiagrégantes plaquettaires.

-Par leur propriétés de pinocytose ,elle participe à l'épuration du sang appartient également au système réticulo-endothélial .

La diapédèse :

C'est le passage des cellules sanguines dans le tissu conjonctif voisin.

Les leucocytes (PN, lymphocytes, cellules histiomonocytaire) peuvent se fixer dans le conjonctif surtout sous cutané et le chorion des muqueuses pour assurer la défense des tissus ,cette fixation est augmentée au cours des agressions : c'est un facteur de développement de l'inflammation.

Dans les circonstances physiologiques la diapédèse se situe préférentiellement dans les veinules post-capillaires

► La diapédèse s'effectue en plusieurs temps et dure 2 heures :

L'adhésion des leucocytes à l'endothélium.

La formation des pseudo-pores.

L'ouverture d'un passage trans-endothélial.

La migration des leucocytes dans l'espace périthélial.

Pathologie :

-syndrome de Clakson :

-hyperperméabilité des capillaires

-maladie de Willebrand .