

Les échanges alvéolocapillaires

A – Introduction :

L'échangeur pulmonaire est la rencontre de deux circulations : aérienne (alvéolaire) et capillaire pulmonaire ; il représente le lieu de **diffusion** de l'oxygène des alvéoles vers le sang, et le dioxyde de carbone en sens inverse, selon un gradient de pression entre les deux compartiments. Cette étape de transport fait suite à la ventilation alvéolaire dans le processus respiratoire

L'**hématoxe** est par conséquent définie par l'ensemble des mécanismes physiologiques qui permettent l'enrichissement du sang veineux mêlé en oxygène.

L'existence de pathologie perturbant cette diffusion aura des conséquences néfastes sur tout l'organisme tel que l'hypoxie tissulaire et la réduction du métabolisme cellulaire.

B - Rappel anatomohistologique :

La membrane alvéolocapillaire « **MAC** » représente plus de 300 millions d'alvéoles et se caractérise par une surface considérable comprise entre **50 et 70 m²** pour une épaisseur inférieure à **0.5 micromètre**.

Elle est successivement composée par les structures suivantes :

- Surfactant
- Epithélium alvéolaire
- Interstitium
- Membrane capillaire
- Plasma
- Membrane du globule rouge

Après avoir traverser l'ensemble de ces couche (par simple diffusion) l'oxygène doit réagir *chimiquement* avec l'hémoglobine pour être fixé puis transporté aux tissus, c'est pour cette raison qu'on ne parle plus de diffusion mais de **transfert** alvéolocapillaire.

C - Loi physique de diffusion :

Selon le principe de **Fick** la vitesse de transport d'un gaz à travers une couche de tissu est :

- proportionnelle à la surface du tissu
- proportionnelle à la différence de concentration du gaz de part et d'autre du tissu
- inversement proportionnelle à l'épaisseur de la couche tissulaire
- proportionnelle à la solubilité du gaz
- inversement proportionnelle à la racine carré du poids moléculaire du gaz

On peut écrire alors :

$$V_x = K \cdot s/e \cdot \Delta P$$

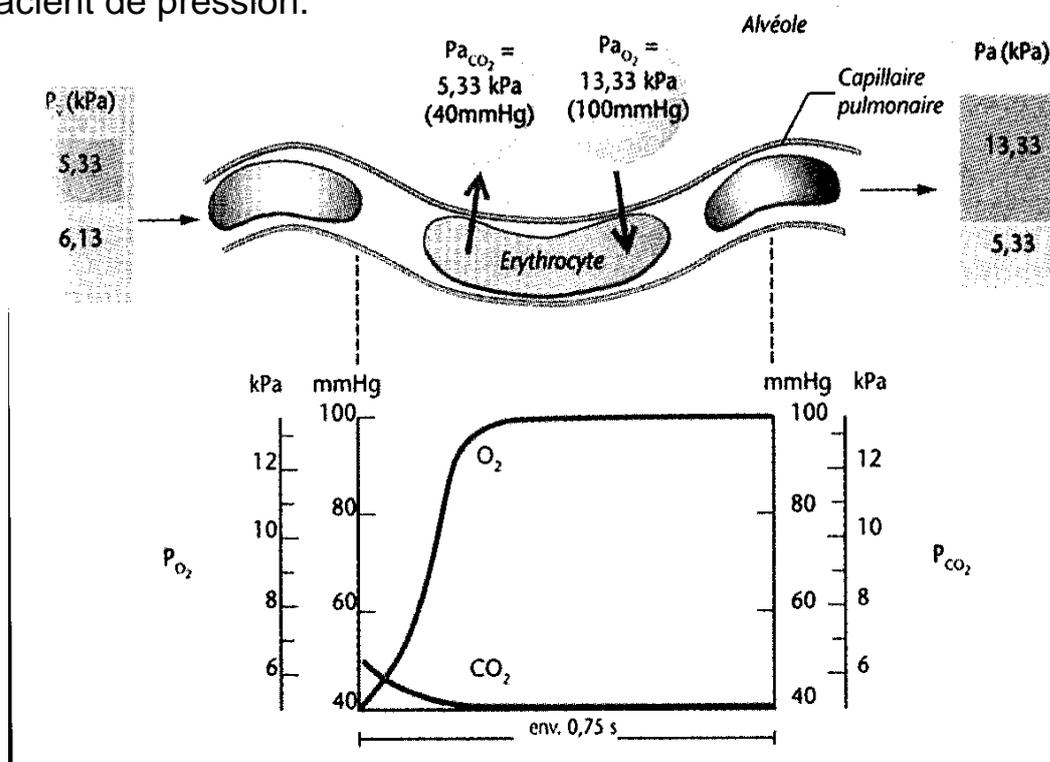
s : surface

e : épaisseur

K : facteur physico-chimique (coefficient de solubilité divisé par la racine carré du poids moléculaire gaz)

D - Diffusion de l'oxygène à travers la membrane alvéolocapillaire :

La PAO_2 est en moyenne 100 mmHg, la pression partielle d'oxygène à l'entrée du capillaire pulmonaire est de 40 torrs : l'oxygène suit donc ce gradient de pression.



Passage de l'oxygène à travers la MAC

La capacité de diffusion membranaire dépend de deux facteurs placés en série, un facteur *physique* de conductance membranaire, un facteur *chimique* ou sanguin de combinaison avec l'hémoglobine. L'ensemble de ces phénomènes a conduit les physiologistes à employer le terme de *Transfert* au lieu de simple diffusion alvéolocapillaire :

$$1/TL = 1/D_M + 1/\theta.Vc$$

TL : capacité de transfert pulmonaire

D_M : capacité de diffusion pulmonaire

θ : vitesse de combinaison avec l'hémoglobine

Vc : volume sanguin capillaire pulmonaire

Le facteur temps concernant le passage de l'oxygène à travers la membrane alvéolocapillaire peut s'envisager à deux niveaux :

- *le temps de transit* qui est celui pendant lequel le sang traverse le capillaire au contact de l'alvéole (égale à 0.75 secondes, à 0.25 secondes au cours de l'exercice physique intense)
- *le temps d'équilibre* définit par le temps nécessaire pour que les pressions partielles d'oxygène au niveau de l'alvéole et le sang capillaire s'équilibrent (de l'ordre de 0.25 sec)

Ainsi que ce soit au repos ou à l'exercice, le temps de transit est toujours suffisant pour qu'un équilibre puisse se faire entre l'oxygène alvéolaire et celui du sang capillaire.

E - Diffusion du CO₂ à travers la membrane alvéolocapillaire :

La PCO₂ à l'entrée du capillaire pulmonaire est égale à environ 45 mmHg, celle dans l'air alvéolaire est de 40 torr: le CO₂ diffuse par conséquent du capillaire vers l'alvéole.

Du fait de sa *grande solubilité* (25 fois supérieure à celle de l'oxygène) le CO₂ diffuse facilement à travers la membrane alvéolocapillaire malgré le faible gradient de concentration entre les deux compartiments.

F - Mesure de la capacité de transfert de la MAC :

Si l'on reprend la formule $TL O_2 = VO_2 (PAO_2 - P_c O_2)$, le terme $P_c O_2$ qui représente la pression capillaire de l'oxygène est très difficile à mesurer.

On utilise alors le monoxyde de carbone « **CO** » qui non seulement suit le même trajet que l'oxygène, mais présente en plus une capacité majeure à se fixer à l'hémoglobine (affinité 250 fois supérieure à celle de l'oxygène), malgré des pressions capillaires négligeable $P_c CO \cong 0$.

On écrit alors: **$TL CO = V CO / PA CO$**

Chez l'homme jeune de 20 ans d'une taille de 1.75 mètres la **TL CO** est égale à environ **35 ml/ mn/ KPa**.

La TL CO est perturbé par un ensemble de maladies susceptibles :

- D'augmenter l'épaisseur de la MAC tel que les pneumopathies interstitielles diffuses
- De diminuer la surface de la MAC , exemple : processus infectieux, néoplasique ou encore une résection pulmonaire dans le cadre du traitement d'un cancer broncho-pulmonaire ...
- D'induire une restriction du lit vasculaire pulmonaire ($\downarrow V_c$): embolie, emphysème ...
- Anomalies quantitatives ou qualitatives de l'hémoglobine ($\uparrow \theta$) : anémie, drépanocytose, thalassémie....