

Physiopathologie trouble de l'hématose et des hypoxies

Pr K.YOUSFATE

I. DEFINITION :

- Hématose : à la réoxygénation du sang au niveau des poumons.
- Ensemble des phénomènes :
 - permettent les échanges gazeux entre le sang et l'alvéole pulmonaire → sang veineux de s'épurer de son CO₂ et au sang artériel de s'oxygéner
- Elle dépend de 3 facteurs :
 - **Ventilation:** circulation de l'air dans les alvéoles.
 - **Perfusion:** circulation du sang au niveau des capillaires.
 - **Diffusion:** Les échanges gazeux à travers la membrane Alvéolo-capillaire

L'unité respiratoire est représentée par l'alvéole

La membrane alvéolo-capillaire est composée:

-Gaz

-Surfactant

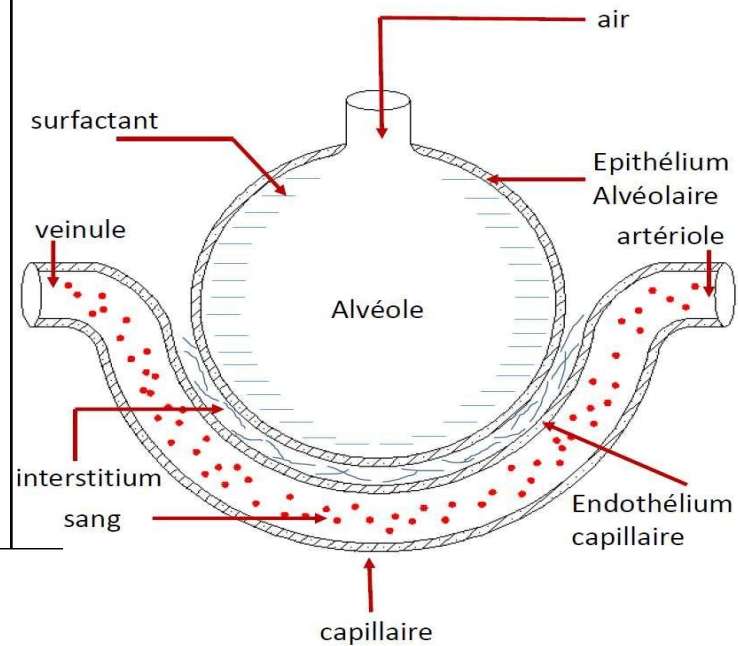
Membrane Alvéolo-capillaire :

-Epithélium alvéolaire

-Interstitialium

-Endothélium capillaire

-Sang



La circulation et la ventilation ne se font pas de façon homogène ainsi :

- Au niveau des sommets la ventilation est meilleure mais la circulation est diminuée.

La rapport $V/P > 1$

-bien ventilée
-peu perfusée

On parle
d'espace
mort

- Au niveau des bases la ventilation est diminuée mais la circulation est bonne.

La rapport $V/P < 1$

-peu ventilée
-bien perfusée

On parle
de shunt

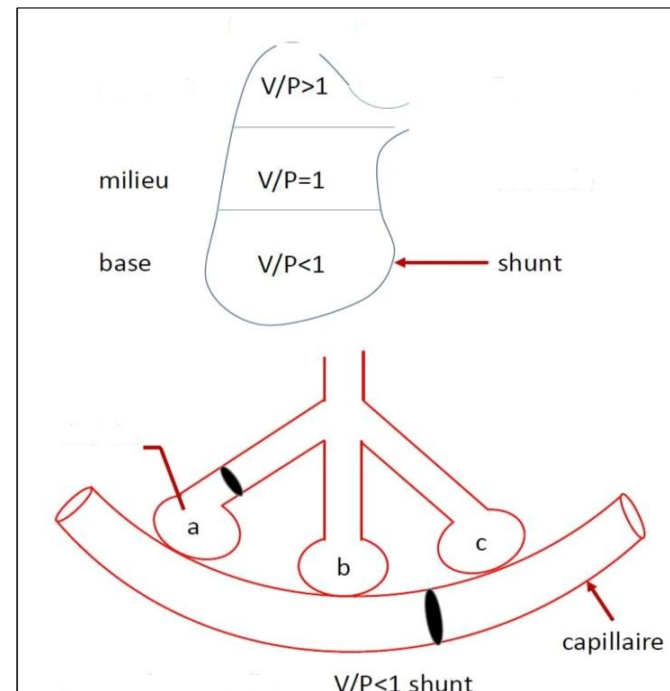
- Au niveau de la zone moyenne du poumon la ventilation et la circulation se font de façon normale.

La rapport $V/P = 1$

-ventilation= perfusion
-zone idéale

En moyenne le rapport V/P au niveau de l'ensemble du poumon est égale à 0,8

$V/P = 0,8$



II.RAPPEL

1- Concentration fractionnaire d'un gaz :

Énergie cinétique ensemble molécules dans Atm → Pression Barométrique (PB)

- PB varie en sens inverse de l'altitude : Au niveau de la mer, la PB = 760 mm Hg
- Air atmosphérique est un mélange de plusieurs gaz : N₂, O₂, Air, CO₂ et vapeur d'eau.
 - Air et CO₂: minimes
 - vapeur d'H₂O faible
 - → Air atm: mélange 21% O₂ et 79% N₂
 - Inhalé air atm réchauffé et saturé en H₂O

2- Pression partielle d'un gaz :

- Dans mélange de gaz, énergie cinétique de chacun des gaz génère pression: pression partielle
- P totale du mélange = somme pressions partielles de chacun des gaz du mélange (Loi de Dalton)
- Air atmosphérique :

$$PB = PO_2 + PCO_2 + PN_2 + PH_2O$$

PH₂O dans air inspiré chauffé et humidifié 47 mm Hg

3- Diffusion des gaz

Membrane alvéolo-capillaire adaptée au transfert des gaz entre espaces

alvéolaires capillaires pulmonaires Surface alvéolaire extensible et important réseau de capillaires

→ optimisent capture d'O₂ et élimination CO₂.

Transfert gaz à travers Membrane alvéolo-capillaire :

DIFFUSION

PHYSIOPATHOLOGIE TROUBLE DE L'HEMATOSE ET DES HYPOXIES :

Troubles de l'Hématose :

Faillite fonction respiratoire : aboutit à défaut d'oxygénation du sang ou défaut d'épuration du gaz carbonique:

- PaO₂: hypoxémie (<80 mm Hg et SaO₂ <95%)
- PaCO₂ : hypercapnie (>45 mm Hg)
- Insuffisance respiratoire aiguë (IRA)
- installation rapide

On distingue 2 types d'IRA:

- IRA sans hypercapnie: Hypoxémie pure ou Syndrome Hypoxémie /Hypocapnie
- IRA avec hypercapnie: Syndrome d'Hypoventilation alvéolaire

1. Concentration O₂ insuffisante dans l'air

PO₂ → m PAO₂ → m PaO₂ :

Inhalation d'un mélange dont la FiO₂ < 21% :

- Respiration en altitude (montagnes)
- Respiration en air confiné à association d'une hypercapnie

2. Hypoventilation alvéolaire

Chaque cycle respiratoire apporte un volume d'air frais :

(volume courant (VT) qui se répartit entre les alvéoles (VA) et l'espace mort (VD) :

$$VT = VA + VD,$$

ou encore $VA = VT - VD$

La ventilation alvéolaire V'A = VA x Fr Fr = fréquence respiratoire

$$V'A = (VT - VD) * Fr .$$

Donc l'hypoventilation alvéolaire peut être secondaire soit à une diminution du VT ou une augmentation du VD .

V'A assure maintien d'1 composition

normale du gaz alvéolaire [PAO₂ (102 mmHg) que PACO₂ (35mm Hg)]

Qd V'A est diminuée → la PACO₂ et PAO₂

Dans sang capillaire pulmonaire, en équilibre avec le gaz alvéolaire

→ Hypoxémie + hypercapnie.

D'après •, hypoventilation résulte :

- soit $V'T$
- soit $V'D$, donc k VD lui-même

(ou d'un effet espace mort)

a. ventilation totale ($V'T$) liée à:

Atteinte Centres Respiratoires

Atteinte muscles respiratoires

Atteinte pleurale

Atteinte osseuse de la cage thoracique

→ Hypoxie + hypercapnie

b. Espace mort et effet espace mort:

Rapport Ventilation/Perfusion

→ $V'Dk$

zones normalement ventilées mais peu ou pas perfusées (Embolie Pulmonaire)

→ Hypoxie

→ mais hypercapnie masquée par une polypnée

3. Shunt droite-gauche et alteration de la membrane alvéolo-capillaire :

- Anomalie V/Q : perfusion maintenue et la $V'A$ (effet shunt), voire suspendue (shunt)

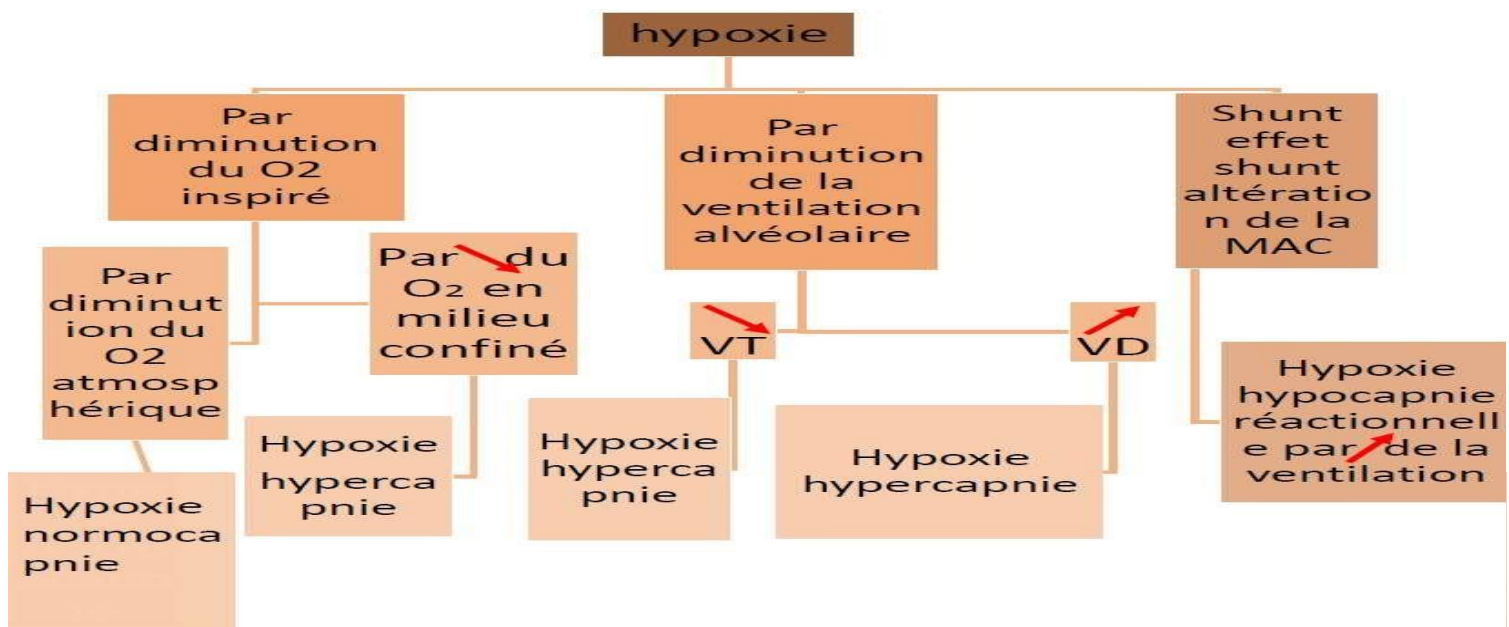
- Ainsi qu' une altération Membrane A-C

→ peuvent empêcher la diffusion de l'O₂ vers le sang capillaire pulmonaire.

En cas OAP ou de l'atélectasie pulmonaire.

→ Hypoxie + hypocapnie

- Une hypocapnie réactionnelle par augmentation de la ventilation (CO₂ diffuse 20 fois plus que le O₂)



4. Distinction entre hypoxémie et autres formes d'hypoxie

Rappel :

La consommation d'oxygène (?O₂) dépend de 4 facteurs:

1. fonction respiratoire
2. Taux et intégrité fonctionnelle de l'Hb
3. débit cardiaque
4. capacité des tissus à capter l'O₂

Formule de Fick :

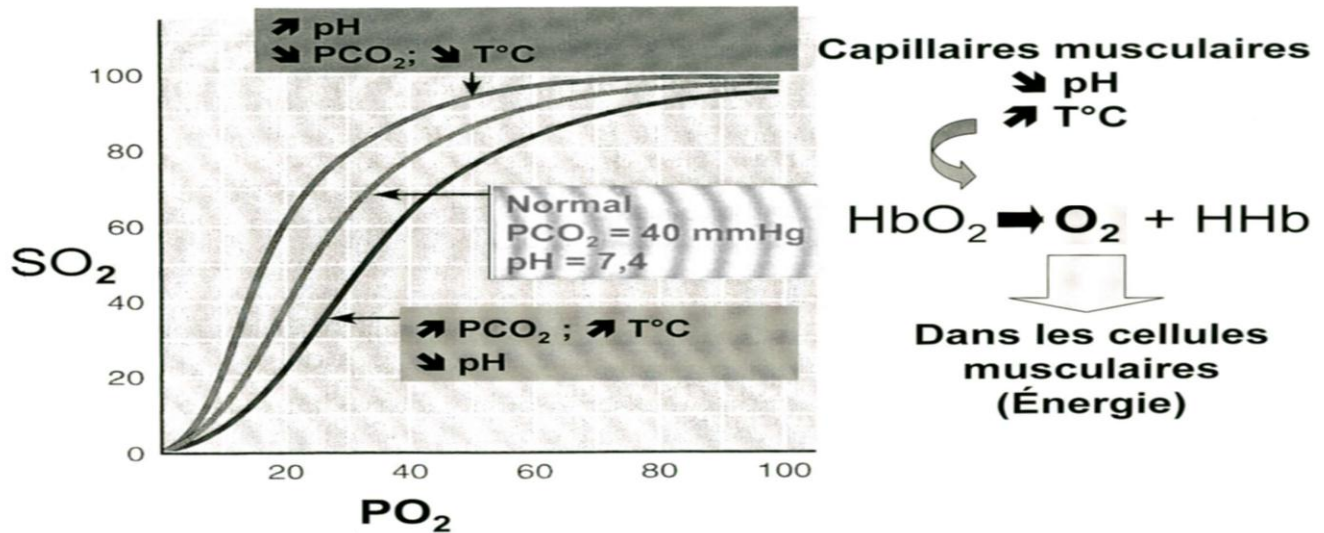
$$VO_2 \text{ ml/min} = DC \text{ l/min} \times (CaO_2 \text{ ml} - CvO_2 \text{ ml}) \times 10$$

CaO₂: contenu sang artériel en O₂

CaO₂ constitué par:

- O₂ dissout qui varie proportionnellement à la PaO₂ (PaO₂ mm Hg x 0,003)
- O₂ lié à l'Hb suivant courbe de dissociation de l'Hb (courbe de Barcroft)

A PaO₂ normale, l'Hb du sang artériel est saturée à 98%



Courbe de dissociation de l'oxyhémoglobine : est de forme sigmoïde- présente deux points remarquables, le point SO₂ 90 %/ PO₂ 60 mmHg et le point SO₂ 50 %/PO₂ 50 mmHg (P50).

La courbe normale correspond à pH = 7,40, PCO₂ = 40 mmHg et t = 37 °C.

La diminution du pH déplace la courbe vers la droite (effet Bohr).

□ CvO₂: contenu du sang veineux mêlé en O₂, dépendant de la:

- PvO₂
 - saturation de l'Hémoglobine correspondant à cette PvO₂ sur la courbe de Barcroft
- A l'état normal, l'Hb est saturée à 70% dans le sang veineux
- Donc CaO₂ – CvO₂ est la différence artério-veineuse en O₂ (DO₂)

DO₂ = quantité d'O₂ délivrée aux tissus

A l'état normal,

CaO₂ = 20 ml, CvO₂ = 5 ml,

DC = 5 l/min et ?O₂ = 250 ml/min.

Hypoxémies :

Hypoxémie : Consommation d'O₂ globale < aux besoins de l'organisme

- Hypoxie hypoxémique manifestation essentielle de l'insuffisance respiratoire
- Hypoxie de stase par la diminution du débit cardiaque
- Hypoxie anémique : hypoxie par défaut de prise en charge de l'O₂ par l'Hb
- Hypoxie histotoxique par ↓ capacité des tissus à utiliser l'O₂

On désigne :

1. Hypoxie → un défaut d'oxygénation de la cellule.
2. Anoxie → La non oxygénation totale de la cellule
3. Hypoxémie → un déficit d'oxygène dans le sang.
4. Hypoxidose → une diminution de la prise de O₂ pour les cellules.

5. Cyanose dans hypoxie hypoxémique :

- Coloration bleutée de la peau et des muqueuses :
- Visible quand plus de 5g d'Hb: non saturée ou réduite (HbH) pour 100 ml de sang capillaire.
 - Sang capillaire contient 16% d'HbH.
 - Sang capillaire moyen normal contient (en poids):

$15\text{g} \times 16 / 100 = 2,4 \text{ g d'HbH pour } 100 \text{ ml de sang}$

- Donc le taux d'O₂ n'intervient pas mais : c'est la valeur absolue et non le pourcentage d'Hb réduite qui détermine la cyanose.
- Quand taux d'HbH entre 2,4 et 5g pour 100 ml, il y a hypoxémie sans que la cyanose apparaisse

La cyanose n'est donc pas un signe très précoce d'hypoxémie

- Normalement :
 - il y a 15 g d'Hb pour 100 cc de sang
 - dans le sang artériel : il y a 2% de Hb réduite soit : 0,3 g pour 100 cc
 - dans le sang veineux : il y a 30% de Hb réduite soit : 4,5 g pour 100 cc
 - dans le sang capillaire donc : $(4,5 + 0,3)/2 = 2,4 \text{ g/100cc}$.
- Donc la cyanose dépendra de trois éléments :
 - Hb artérielle
 - Hb veineuse
 - Hb totale
- C'est-à-dire que : $\text{Hb réduite capillaire} = \text{Hb totale} \cdot (\% \text{Hba} + \% \text{Hbv}) / 2$
- malades anémiques: cyanose encore plus tardive.
- Polyglobulique: il suffit d'une hypoxémie plus modérée pour que la cyanose devienne visible.



Auteur: James Heilman, MD

