

## **LE TRANSPORT D'OXYGENE**

*Dr Omar DAHMANI, Dr Amal BELCAID, Dr Ouafa EL AZZOUZI, Dr Hayat EL HAMI*

### **PLAN**

### **INTRODUCTION**

#### **TRANSPORT DE L'OXYGENE :**

**I- Mise en évidence**

**II- Modalités de transport :**

**A- La forme dissoute**

**B- La forme combinée**

**III- Facteurs de transport :**

**A- La nature de l'Hb**

**B- La concentration de l'Hb**

**C- La pression partielle de l'oxygène**

**D- Autres facteurs**

**1- Effet Bohr**

**2- Rôle du CO<sub>2</sub>**

**3- Rôle de la température**

**4- Rôle du 2-3 DPG**

# LE TRANSPORT D'OXYGENE

*Dr Omar DAHMANI, Dr Amal BELCAID, Dr Ouafa EL AZZOUZI, Dr Hayat EL HAMI*

## INTRODUCTION :

- L'oxygène : gaz respiratoire essentiel dans l'organisme, est puisé par système ventilatoire, à partir de l'atmosphère, et amené jusqu'aux tissus, où il est utilisé pour la fabrication d'énergie dans le cadre de la combustion oxydative des aliments.

- Dans des conditions d'état stable, l'organisme impose un besoin en oxygène correspondant à sa consommation tissulaire en oxygène. La couverture des besoins cellulaires en oxygène dépend de :

- Ventilation pulmonaire;
- Echanges gazeux alvéolo-capillaires;
- Le transport de l'oxygène (rôle du système cardio-vasculaire et du sang);
- Respiration cellulaire (échange avec les capillaires systémiques).

## TRANSPORT DE L'OXYGENE :

### I- Mise en évidence :

- L'analyse du sang artériel et du sang veineux mêlé montre une différence de concentration en oxygène :

- concentration artérielle : 20 ml/100ml de sang;
- concentration veineuse : 15 ml/ 100 ml de sang.

### II- Modalités de transport :

- L'oxygène est véhiculé dans le sang sous deux formes :

#### A- La forme dissoute : 1,5 %

- Le volume d'oxygène dissout est fonction de la loi de Henry (le volume d'un gaz dissout dans un liquide est fonction de la pression partielle de ce gaz et du coefficient de solution lité de ce gaz)

- Ainsi la quantité d'oxygène dissoute est proportionnelle à la pression partielle de ce gaz : 0,3 ml / 100 ml de sang artériel.

- On peut augmenter cette fraction, fonctionnellement active, par la respiration d'oxygène pur à la pression atmosphérique ou hyperbare.

#### B- La forme combinée : 98,5 %

- C'est la forme essentielle du transport.

- 99 % de l'oxygène du sang est lié à l'hémoglobine (Hb), protéine vectrice de l'oxygène.

- L'Hb fixe, l'oxygène au niveau de l'atome du fer ferreux pour former l'oxyhémoglobine.

- Chacun des quatre atomes de fer peut se lier de façon réversible à une molécule d'oxygène :



- La réaction est rapide, se fait en moins de 0.01s

- Avant d'être oxygène, Hb se trouve sous forme réduite.

- A saturation complète, 1g d'Hb fixe 1,34 ml d'oxygène.

- La cyanose correspond à un taux d'Hb réduite supérieur à 5g/100ml.

### III- Facteurs de transport :

#### A- La nature de l'Hb :

- Certaines formes de L'Hb ne peuvent pas transporter l'oxygène :

- Hb anormale : comme dans la drépanocytose;
- Carboxy Hb : HbCO (CO : monoxyde de carbone);
- Méthémoglobine : oxydation du Fe<sup>2+</sup> de l'Hb en Fe<sup>3+</sup>.

## B- La concentration de l'Hb :

- **Pouvoir oxyphorique de l'Hb :**

- c'est le volume maximal d'oxygène que peut fixer 1g d'Hb : 1.34ml d'oxygène
- La concentration en Hb du sang normal est d'environ 15g/100ml, en conséquence 100ml de sang renferme 20,1ml d'oxygène, lié à l'Hb : (1,34 × 15= 20,1ml) lorsque l'Hb est saturée à 100 %. In vivo l'Hb à la sortie des capillaires pulmonaires est saturée en O<sub>2</sub> à environ 97,5 %, du fait du shunt physiologique, donc le sang artériel renferme au total environ 19,8ml d'oxygène pour 100ml : 0,29ml en solution et 19,5 liées à l'Hb.

- **Saturation en O<sub>2</sub> de l'Hb :**

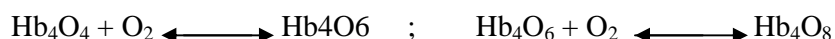
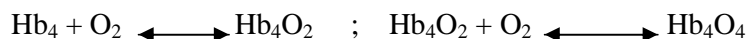
C'est la quantité d'oxygène réellement combinée à l'Hb exprimée en % de la capacité maximale en O<sub>2</sub> de cette Hb :

- \* Normalement elle est de 97 %, devient pathologique si elle est inférieure à 93 %.
- \* La saturation du sang en O<sub>2</sub> dépend de la pression artérielle de ce gaz.

## C- La pression partielle de l'oxygène :

La quantité d'oxygène combinée n'est pas directement proportionnelle à la PO<sub>2</sub> ; la relation entre ces deux grandeurs n'est donc pas linéaire ; elle décrit la courbe de dissociation en S de BARCROFT :

- Aux faibles pressions partielles (0-15mmHg), la saturation augmente lentement; entre 15 et 70mmHg, la saturation en O<sub>2</sub> augmente rapidement, au delà, la courbe s'infléchit et décrit un plateau à partir de 100mmHg.
- Cet aspect sigmoïde de la courbe est dû au changement d'affinité des molécules de l'hème pour l'oxygène : La combinaison du 1<sup>er</sup> hème de la molécule d'Hb avec l'oxygène, accroît l'affinité du second hème pour l'oxygène, l'oxygénation du second accroît l'affinité du 3<sup>ème</sup>, si bien que l'affinité de l'Hb pour la 4<sup>ème</sup> molécule d'oxygène est bien plus élevée que pour la 1<sup>ère</sup>.



- Aux basses pressions d'oxygène comme au niveau des tissus périphériques l'affinité de l'Hb pour l'oxygène diminue, ce qui permet de libérer l'oxygène aux cellules.
- Cette courbe sigmoïde permet la fixation d'un maximum d'oxygène au niveau des poumons et une bonne désaturation à la périphérie.

- La P50 :

- Pour une PaO<sub>2</sub> de 25 à 30mmHg la saturation est de 50%
- C'est la P50 qui apprécie la valeur fonctionnelle de l'Hb (c'est la pression en O<sub>2</sub> nécessaire pour saturer l'Hb à 50 %)
- Quand la P50 augmente la courbe est déviée à droite, il faut fournir une PO<sub>2</sub>>27mmHg pour saturer 50% d'Hb, cette Hb devient donc plus difficile à saturer; càd son affinité pour l'oxygène diminue.

## D- Autres facteurs modifiant l'affinité de l'Hb pour l'O<sub>2</sub> :

### 1- Effet Bohr :

- C'est la libération des protons H<sup>+</sup> lors de l'oxygénation de l'Hb, alors que la forme réduite capte les ions H<sup>+</sup> pour reconstituer les ponts salins (effet tampon de l'Hb réduite).

- Autrement dit : l'augmentation de la concentration d'ions  $H^+$  affaiblit la liaison entre Hb et  $O_2$  → diminution de l'affinité.

- L'affinité de l'Hb pour l' $O_2$  dépend donc du pH du milieu : l'acidose renforce les ponts salins et augmente la P50, l'alcalose a l'effet inverse (Or, les tissus actifs libèrent une quantité importante de  $CO_2$  et ions  $H^+$  → effet bénéfique).

## **2- Rôle du $CO_2$ :**

- L'affinité de l'Hb pour l'oxygène diminue pour une  $PaCO_2$  élevée, et inversement.

- L'effet spécifique du  $CO_2$  est lié à la formation de radicaux carbamates dont la synthèse dépend du PH, du  $CO_2$  de l' $O_2$  (carbamates oxydables), avec rejet de protons  $H^+$  lors de la formation des carbamates oxydables (effet antiboer ou effet boer).

## **3- Rôle de la température :**

- L'élévation thermique diminue l'affinité de l'Hb pour l'oxygène.

- Une augmentation de la température de 1,5 °C, entraîne une augmentation de la P50 de 1,5mmHg.

- Donc effet bénéfique : une grande partie d' $HbO_2$  se dissocie au voisinage des tissus actifs dont la température est élevée.

## **4- Rôle du 2-3 DPG : (DPG : diphosphoglycérate)**

- Constitue, à côté de l'ATP, les principaux éléments du métabolisme du globule rouge.

- C'est un métabolite de la glycolyse anaérobie du globule rouge, produit en grande quantité en cas d'hypoxie, il pénètre dans la cavité centrale de l'Hb, et entraîne une diminution de son affinité pour l'oxygène.

- Parmi les facteurs modifiant la concentration en 2,3-DPG dans les globules rouges :

- PH : l'acidose inhibe la glycolyse dans les globules rouges → diminution de 2,3-DPG.
- Les hormones thyroïdiennes, le GH et les androgènes augmentent la concentration en 2,3-DPG.
- L'exercice physique, l'ascension à haute altitude augmentent 2,3-DPG.

## **Rq :**

- L'affinité pour l'oxygène de l'Hb foetale est plus grande que celle de l'Hb adulte, ceci facilite le passage de l' $O_2$  de l'organisme de la mère vers le fœtus. Cette plus grande affinité est due à la faible liaison entre 2,3-DPG et les chaînes polypeptidiques (remplacent les chaînes  $\beta$  dans l'Hb foetale).

- Il y a une augmentation du 2,3-DPG au cours de l'anémie et les affections entraînant une hypoxie chronique → libération facilitée de l'oxygène.

- Dans le sang mis en réserve dans les banques de sang, il y a une chute du 2,3-DPG → libération d'oxygène réduite vers les tissus → limitation de l'effet bénéfique de ce sang lors de la transfusion. Cette baisse est moindre si le sang est recueilli sur une solution de citrate phosphate dextrose, plutôt que sur l'habituelle solution acide citrate dextrose.

## **NB : RÔLE DE LA MYOGLOBINE :**

- C'est un pigment susceptible comme l'Hb de fixer l'oxygène. Il existe dans le muscle squelettique, et fixe une molécule d'oxygène par molécule.

- Elle est plus affine vis-à-vis de l'oxygène, sa P50 est beaucoup plus basse → elle ne libérera son oxygène qu'à des  $PO_2$  tissulaires relativement basses; elle rend disponible une réserve d' $O_2$  lorsque la  $PO_2$  et l'oxygène de l'Hb devient insuffisant :

\* La  $PO_2$  du muscle en activité est voisine du zéro.

\* Le contenu en myoglobine est plus élevé dans les muscles qui sont appelés à fournir des contractions prolongées, le débit sanguin est interrompu au ions de telles contractions et la myoglobine peut fournir l'oxygène dans ce cas.

\*  
\*\*