

# L'Oxygénothérapie

## I / HISTORIQUE :

L'atmosphère terrestre, au cours de son évolution, fut composée d'abord principalement d'hydrogène (atmosphère réductrice) puis d'oxygène (atmosphère oxydante, l'oxygène devint alors utilisable comme source d'énergie pour le développement de la vie cellulaire du fait de son abondance, de son accessibilité et de son haut potentiel énergétique.

Ainsi la vie s'est développée, utilisant l'oxygène comme principale source d'énergie.

Les formes les plus complexes de la vie n'ont pu se développer qu'après l'apparition de mécanismes de stabilisation de l'environnement cellulaire en O<sub>2</sub>.

Le passage à une atmosphère oxygénée obligea les systèmes biologiques complexes à se munir de moyens de protection contre les effets toxiques de l'O<sub>2</sub>.

En 1785 **LAVOISIER** disait que l'O<sub>2</sub> constituait une arme à double tranchant : il est source de vie mais peut aussi la détruire.

Il observa qu'un animal, soumis à une atmosphère enrichie en O<sub>2</sub> développait une maladie grave, privé de cet O<sub>2</sub> il mourait presque instantanément.

IL doit ainsi exister une pression en O<sub>2</sub> correspondant à une activité biologique optimale.

Alors que l'O<sub>2</sub> est connu depuis 1774 suite aux travaux de **PRIESTLEY** et **LAVOISIER**, il n'est utilisé pour les traitements médicaux que depuis la première guerre mondiale.

L'Oxygénothérapie de longue durée d'action (OLD) a été préconisée aux Etats-Unis dès 1967 dans le traitement de l'insuffisance respiratoire chronique et a été justifiée par la meilleure qualité de vie et une augmentation de la durée de vie.

## II / QUELQUES DEFINITIONS :

L'air que nous respirons est un mélange en proportions fixe, d'azote, d'oxygène, de gaz rare dont le plus abondant est l'argon et de vapeur d'eau.

L'air contient 20.90% = 21% d'O<sub>2</sub>. La pression partielle d'O<sub>2</sub> (PaO<sub>2</sub>) dans l'air inspiré est de 0,209 bar et sa concentration fractionnelle (FiO<sub>2</sub>) = 0,21

L'O<sub>2</sub> : du mot grec oxy = générateur

Géne=d'acide

C'est un élément gazeux de symbole O, incolore, inodore, légèrement magnétique, dont la molécule est diatomique (O<sub>2</sub>).

L'oxygénothérapie normobare (ONB) = pression partielle dans l'air inspiré comprise entre 0,209- 1 bar.

L'oxygénothérapie hyperbare (OHB) = pression partielle dans l'air inspiré supérieure 1 bar.

En air ambiant l'hypoxémie se définit comme une PO<sub>2</sub> artérielle inférieure à 80mmHg,

## **Besoins de l'organisme en O<sub>2</sub>.**

**Les organismes supérieurs** tirent leur énergie de l'oxydation mitochondriale des glucides et des lipides grâce à un comburant :(O<sub>2</sub>), avec production de CO<sub>2</sub> et d'ATP

*(Forme de transfert de l'énergie à l'intérieur de la cellule)*

⇨ O<sub>2</sub> est fournie par le milieu ambiant à l'organisme par la respiration qui grâce à 1 système ventilatoire assure le renouvellement de l'air dans les poumons  
(Inspiration O<sub>2</sub> expiration CO<sub>2</sub>)

⇨ Un système circulatoire : pour véhiculer le sang riche en O<sub>2</sub> des poumons vers les différents organes & le sang riche en CO<sub>2</sub> des organes vers les poumons.

**Le transport de l'O<sub>2</sub> dans le sang se fait sous deux formes :**

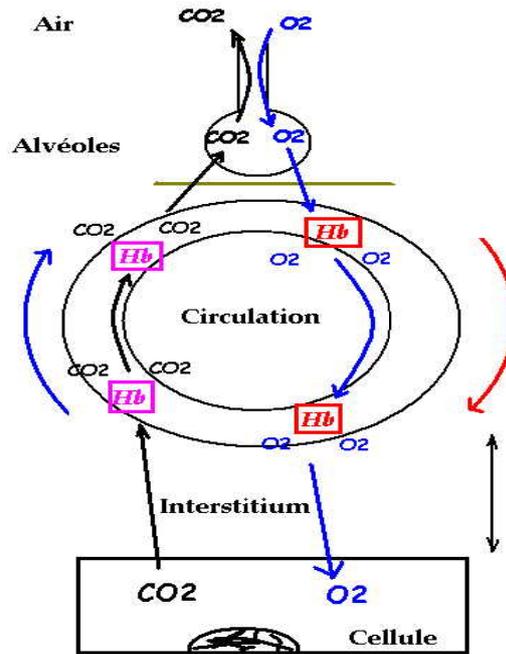
- F combinée : l'O<sub>2</sub> est lié à 1 molécule d' Hb

Hb+ O<sub>2</sub> ⇨ HbO<sub>2</sub> = Saturation de l'O<sub>2</sub>

- Elle est explorée par l'oxymétrie (Capteur au doigt ou à l'oreille)

Valeurs normales : 96% -99%.

- F dissoute : la quantité dissoute d'O<sub>2</sub> relève de la loi de **Henry** (dissolution des gaz dans un liquide)
- L'↗ massive d'O<sub>2</sub> dissous dans le plasma explique les différents effets recherchés en OHB
- La ( F d ) est explorée par la Pao<sub>2</sub>. ( valeurs normales :80%-100% )



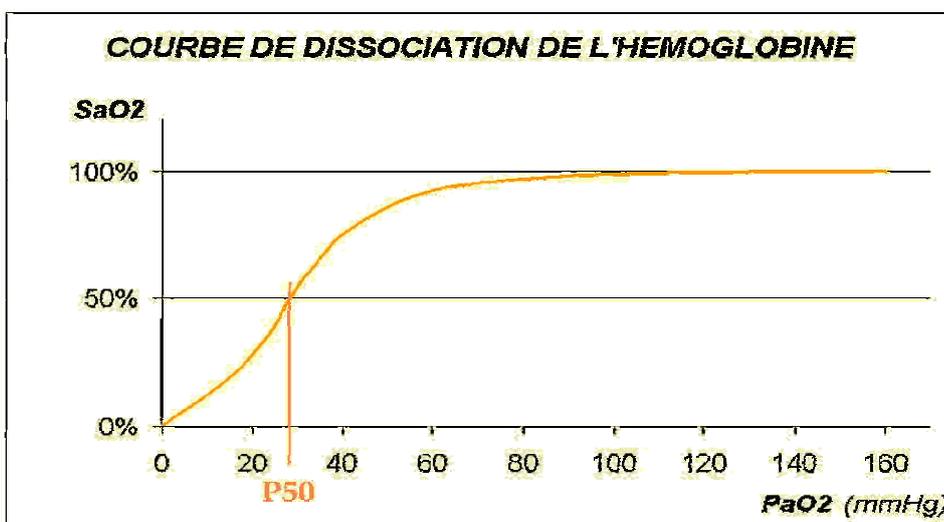
On parle d'insuffisance respiratoire grave au dessous de 55mmhg.

### Les échanges gazeux :

Le terme ultime de la respiration est l'oxygénation de la cellule et l'élimination du  $CO_2$  ce processus s'effectue en 04 étapes :

- ❖ ventilation →  $O_2$  milieu externe → Alvéole. Diffusion alvéolo-capillaire.
- ❖ Circulation sanguine .
- ❖ Pénétration de l' $O_2$  dans la cellule .

Le  $CO_2$  décrit le même trajet dans un sens inverse. Le facteur essentiel de ces échanges est la différence de pression entre 2 milieux (diffusion par simple processus physiologique).



## Affinité de l'hémoglobine pour l'oxygène

La particularité de la relation hémoglobine-oxygène est que la fixation par l'hémoglobine n'est pas une relation linéaire mais une courbe en S. Ceci explique le maintien d'un transport important d'oxygène même quand la fraction d'oxygène (et donc la  $PO_2$ ) diminue. Même dans le sang veineux où cette pression partielle est basse ( $PvO_2 = 40$  mmHg), le transport en oxygène reste significatif.

Certaines situations physiopathologiques modifient l'affinité de l'hémoglobine pour l'oxygène, rapprochant la courbe d'un modèle linéaire (*déviaton à droite*) ou l'en éloignant (*déviaton à gauche*).

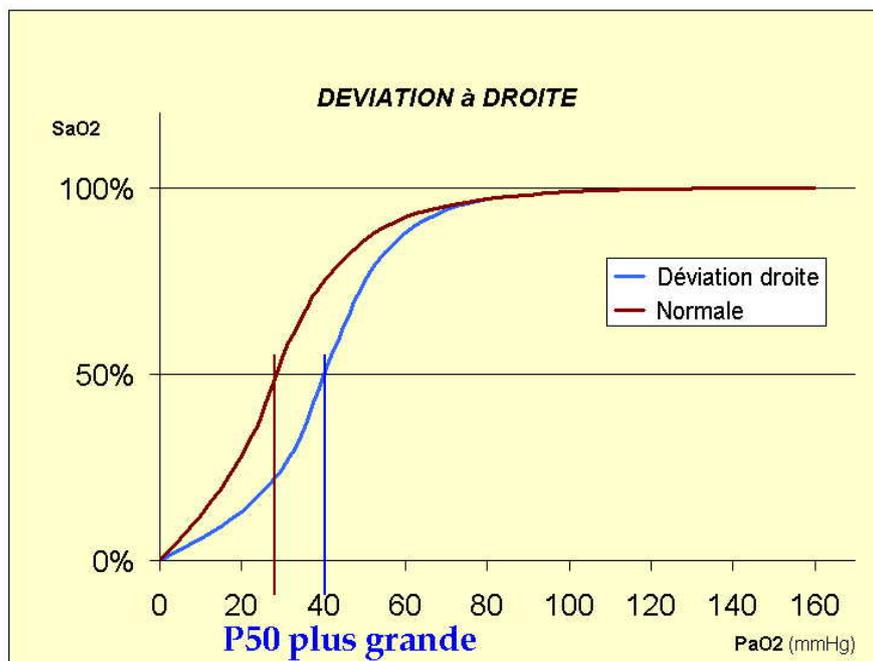
### Déplacement de la courbe à droite

La déviation de la courbe de dissociation de l'hémoglobine à droite signifie un rapprochement du modèle linéaire, et donc une affinité pour l'oxygène moins importante. Concrètement, cela se traduit par :

- une augmentation de la  $P_{50}$  (\*\*\*)
- une augmentation de la quantité d'oxygène délivrée aux tissus (**baisse d'affinité**)

*Causes d'une déviation à droite de la courbe de dissociation :*

- augmentation de la  $PCO_2$ : effet Bohr (\*\*)
- baisse du pH : effet Bohr (\*\*)
- augmentation de température (Exemple : exercice physique)
- augmentation de production du 2,3 DPG (\*) (Exemple : haute altitude)



### Déplacement de la courbe de dissociation à gauche

La déviation à gauche de la courbe de dissociation signifie au contraire une

**augmentation de l'affinité** de l'hémoglobine pour l'oxygène. Les conséquences sont :

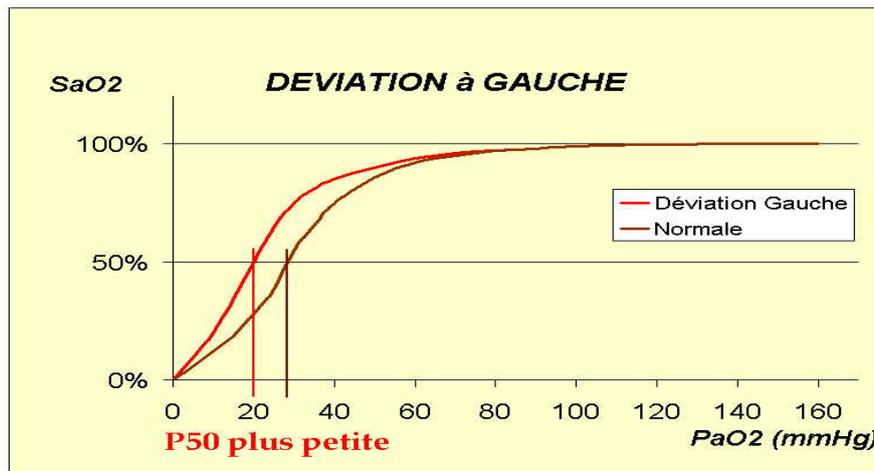
- une baisse de la  $P_{50}$  (\*\*\*)
- une baisse de la délivrance tissulaire d'oxygène

*Les causes de déviation à gauche de la courbe de dissociation :*

- Effet Bohr (\*\*): baisse de la  $PCO_2$ , augmentation du pH
- Baisse de température

Baisse de production du **2,3 DPG** (\*)

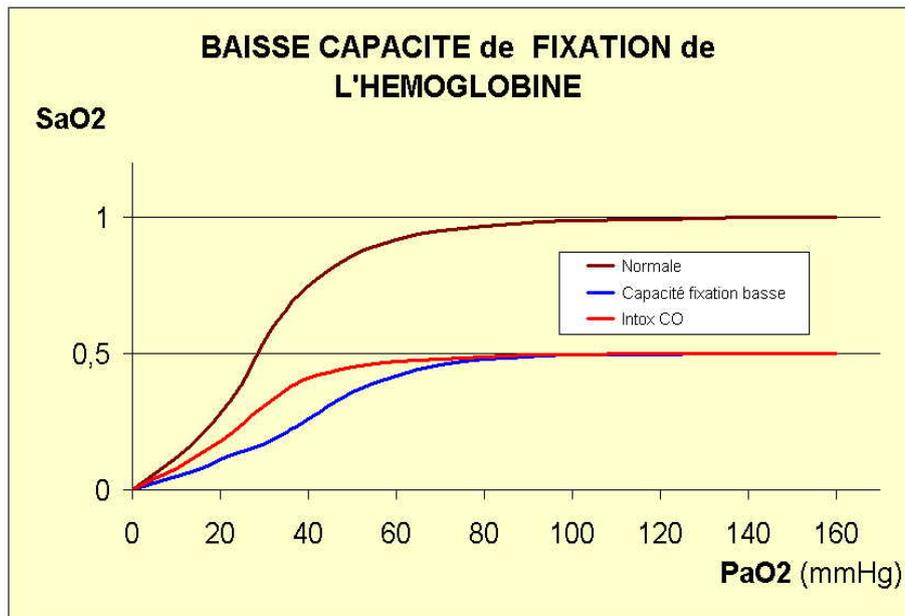
- Présence d'**hémoglobine F** (foétale), ayant une **plus forte affinité** pour l'oxygène que la forme A.



### **Baisse de la capacité de fixation de l'hémoglobine**

En situation physiologique, la capacité de fixation de l'hémoglobine (pour un taux à 15 g / dl) est **20.1 ml d'O<sub>2</sub>**. Certaines situations abaissent cette capacité de fixation sans déviation de la courbe de dissociation, *excepté dans une intoxication au CO* :

- anémie
- méthémoglobinémie (fer de l'hème devenu ferreux, ne fixant plus)
- hémoglobinose S (drépanocytose)
- CO (s'accompagne en plus d'une *déviation à gauche* de la courbe de dissociation)



Deux phrases suffisent pour décrire cet équilibre:

- quand la pression d'oxygène gazeux monte (dans les poumons), l'équilibre se déplace vers la droite.
- quand l'acidité monte ou la pression d'oxygène diminue (dans les cellules en activité), l'équilibre se déplace vers la gauche.

### III Objectifs de l'oxygénothérapie :

L'O<sub>2</sub> est considéré comme 1 médicament employé judicieusement, il est extrêmement bénéfique, mal employé, il est potentiellement Dangereux.

Il est nécessaire donc de fixer les objectifs qui sont :

- 1 ) L'augmentation de la pression partielle en O<sub>2</sub> du gaz inspiré donc amélioration de l'hypoxémie .
- 2) Diminution éventuelle du travail respiratoire nécessaire au maintien de la PaO<sub>2</sub> alvéolaire à un niveau donné donc diminution de la sollicitation ventilatoire .
- 3 ) La possibilité de diminuer le travail respiratoire nécessaire au maintien de la pression artérielle en O<sub>2</sub> à un niveau donné donc diminuant ou évitant l'augmentation du débit cardiaque .

### VI / Modalités

## Préparation :

L'O<sub>2</sub> utilisé en oxygénothérapie est produit industriellement par distillation fractionnée de l'air liquide et conditionné sous P° 50-200 atmosphères permettent ainsi de conserver une grande quantité sous un volume réduit ( 2000 - 3000 L ) dans des Obus peint obligatoirement en blanc.

La pression d'O<sub>2</sub> à la sortie est réglée par un *détendeur* qui sert à diminuer la pression du gaz et à assurer un débit constant de l'O<sub>2</sub> , un débitmètre permet en outre de connaître la quantité de gaz débité par minute .

Dans les hôpitaux il existe une *Batterie centrale d'obus* avec circuit de distribution .

⇒ **Durant les années 70** l'O<sub>2</sub> gazeux comprimé en bouteille était la source la plus communément utilisée en France .

⇒ **A L'aube des années 80** : le concentrateur (Extracteur) faisait son apparition d'un principe simple : Sépare l'O<sub>2</sub> du N<sub>2</sub> de l'air → O<sub>2</sub> 95% , il est surtout utilisé pour l'O<sub>2</sub> thérapie à domicile car il est présentable, compact, fiable et s'insère discrètement dans la chambre Seule inconvénient il fonctionne à L'électricité

⇒ **Au Milieu des années 80** arrive O<sub>2</sub> liquide en France cette technique séduisante permettant un Stockage très compact (40L dégage 34000L d'O<sub>2</sub> gazeux , son intérêt réside dans le Pouvoir de déambuler (Transport et maniement réduit) .

## Utilisation.

Habituellement, on emploie des débits de 3 - 6L /min → 10-12L/min continue ou discontinue .

L'O<sub>2</sub> doit être Humidifié pour éviter le dessèchement des muqueuses respiratoires par passage dans un barboteur H<sub>2</sub>O .

### Administration :

Le choix dépend de la [ D'O<sub>2</sub> désiré] ,de la Sévérité de la détresse et l'acceptation par le patient .

☞ **Lunettes nasales** : ce système simple permet d'administrer un débit continu d'O<sub>2</sub> à 100% qui s'accumule dans le réservoir naturel formé par le naso-pharynx et l'oropharynx .

Ce système est efficace même si le malade respire par la bouche .

☞ **Masque à O<sub>2</sub> simple** : Q 5-10L/min permet d'augmenter d'environ 100-200 CC le réservoir O<sub>2</sub> du patient ce système permet une fraction d'O<sub>2</sub> ( Fi O<sub>2</sub> trachéale entre 0.35 - 0.50 ), et peut être utilisé comme nébuliseur d'O<sub>2</sub>.

☞ **Masque Venturi** = Ventimax = masque doseur : permet un contrôle précis de la Fi O<sub>2</sub> ( ↘ complication IRC Hypercapnique) Fi O<sub>2</sub> : 0.24 - 0.5

- ☞ **Masque avec Réservoir** :  $F_i O_2 > 0.5$  avec source  $O_2$  à 100%  $Q = 6 - 10$  L/min
- ☞ **Nébuliseur à  $O_2$**  : ( Tente faciale, collet trachéal, enceinte céphalique.....etc.

## Causes de l'Hypoxémie

- **IRC . Obst** :  $\searrow$  Calibre Bronchique  $\rightarrow$  :  $\searrow$   $PO_2$  parvenant dans le sang :  
Bronchite Chronique

- ▶ Emphysème ( Génétique, Cicatrices de maladies pulmonaires : TBC, B.Chronique Poste tabagique )
- ▶ D.D.B (Congénitale 2aire maladie infectieuse ou d'inhalation)
- ▶ Asthme sévère

2- **IR Restrictive** :  $\searrow$  Volume pulmonaire :

- ▶ Séquelles de TBC
- ▶ Déformation Thoracique
- ▶ Maladie

Neuromusculaire

- ▶ Séquelles Poliomyélite
- ▶ Séquelles d'intervention Chirurgicales
- ▶ Maladies Pulmonaires: Fibrose, Silicose
- ▶ Séquelles de maladies Pleurales
- ▶ Surcharge pondérale.

### Autres Causes :

- ▶ Insuffisance respiratoire mixte
- ▶ Mucoviscidose
- ▶ Affection Cardiaque
- ▶ Troubles Respiratoires Liés au sommeil.

## Indications de l'Oxygénothérapie

Elle est utile dans la majorité des situations d'hypoxie tissulaire

:

L'efficacité est max. lorsque l'  $\searrow$  xie est provoquée par 1 oxygénation insuffisante du sang artériel (  $SaO_2 - PaO_2$  )  $\searrow$  .

L' $O_2$  thérapie va donc influencer l'  $\searrow$  xémie par **effet shunt** (BPCO)qui réagissent à des petites  $\nearrow$  de  $F_i O_2$  .

L'  $\searrow$  xie 2d à 1 **shunt vrai** est loin de répondre aussi bien

( *sang du shunt vrai n'est pas en contact du gaz alvéolaire* ) .

## L'efficacité thérapeutique de l'O<sub>2</sub>

Se situe à des taux de FiO<sub>2</sub> 22-50% ,1 ↘émie sensible à l'O<sub>2</sub> requiert des FiO<sub>2</sub> > 50% l'emploi correct des broncho-dilatateurs ,du drainage bronchique et des diurétiques ↘ le besoin en FiO<sub>2</sub> élevés .

### Il ne faut pas s'abstenir de délivrer l'O<sub>2</sub> à haute [ ]

Pdt la réanimation , déséquilibres cardio-pulm aigus, transport d'1 malade . Cepdt il faut **éviter de maintenir de façon prolongée** dans les soins intensifs des [élevées d'O<sub>2</sub>] . (décision = clinique basée sur connaissances physio-path ) .

## ❖ Indication pratique de l'O.N.B (Pi O<sub>2</sub> = 0.21-1 bar )

### 1. En Pneumo et Réa Médicale :

- **IRC** = Conséquence habituelle d'une affection pulmonaire chronique (BPCO) le patient est adapté à son insuffisance ventilatoire, PCO<sub>2</sub> > 50mmhg PO<sub>2</sub> < 55mmhg, les résistances aériennes, l'espace mort et le shunt sont augmentés le tout déterminant un surcroît de consommation d'O<sub>2</sub>, la commande respiratoire est liée à la stimulation des chémorécepteurs, celles-ci n'intervient que pour maintenir l'hypoxie à la limite du niveau acceptable. Une augmentation importante de l'O<sub>2</sub> entraîne une diminution de la commande ventilatoire responsable d'une hypoventilation donc ↗ PCO<sub>2</sub> et acidémie. Cette acidémie jointe à la dépression du système nerveux central risque de déterminer une aggravation de l'hypoxie (O<sub>2</sub> faible débit 0.5 - 1 l ) par O<sub>2</sub>th continue ou discontinue au long cours (↗ PaO<sub>2</sub>, ↘ PA Pulmonaire)

- **IRA** - Infectieuse - Traumatique - Toxique .....etc. (Trt étiologique)

2. En Pédiatrie : à coté des atteintes communes avec celles de l'adulte il existe une indication particulière : la maladies des membranes hyalines chez le prématuré .

3. En Anesthésie : l'anesthésie et la chirurgie sont sources d'hypoxie péri -opératoire obligatoire, les causes sont nombreuses :

- Altérations V/Q
- Dépression du centre resp liée aux agents anesthésiques
- Retentissement sur la mécanique ventilatoire des incisions et des phénomènes douloureux.
- L'anesthésie impose une FiO<sub>2</sub> de 40% minimum.
- Il est obligatoire d'administrer de l'O<sub>2</sub> en salle de réveil même si le patient apparaît parfaitement réveillé ( effet Finck - ).

## Indications pratiques de L'oxygénothérapie hyperbare O.H.B ( Pi O<sub>2</sub> > 01bar )

L'OHB est un traitement qui a fait ses preuves. En avril 2005, la Undersea and Hyperbaric Medical Society a reconnu l'efficacité de cette thérapie pour traiter les treize états pathologiques suivantes :

- Embolie (bulles d'air ou de gaz dans le sang qui peuvent atteindre le cerveau ou les poumons)
  - Empoisonnement au monoxyde de carbone (inhalation de fumée ou de gaz d'échappement)
  - Gangrène gazeuse
  - Lésion par écrasement, syndrome de loge et autres problèmes traumatiques graves où le débit sanguin est réduit ou interrompu (p. ex., gelure)
  - Mal de décompression (aéroemphysème)
  - Blessures telles que l'ulcère plantaire diabétique
  - Perte sanguine importante (anémie)
  - Abscesses intracrâniens (accumulation de pus dans le cerveau)
  - Infections nécrosantes du tissu mou (maladie dévoreuse de chair)
  - Ostéomyélite (infection de l'os)
  - Syndrome d'irradiation retardé (brûlure par irradiation qui apparaît après la cancérothérapie)
  - Greffes cutanées qui cicatrisent mal
  - Brûlures thermiques (causées par le feu ou par des sources de chaleur électriques)
- .... mais aussi
- Intoxication grave au CO : ↗ Pa O<sub>2</sub> permet de déplacer la Liaison Hb - CO.
  - L'embolie gazeuse dans les premières 6 heures (↗ O<sub>2</sub> dissous, réduit le V<sub>3</sub> des bulles, induit une dénitroration de l'organisme )
  - Les infections graves à anaérobies (activité bactéricides, meilleure diffusion de l'O<sub>2</sub> au sein des tissus +/- ↘ perfusés : Artérite des membres inf, anoxies céréb etc.....)

## Indications de l'oxygénothérapie de longue durée (O.L.D )

OLD a connu un développement considérable au cours de ces dernières années.

O.L.D a été préconisé aux U.S.A. dès 1967 justifiée par 1 meilleure qualité de vie et une augmentation de la durée de vie.

### **O.L.D Suppose acquit 05 préalables :**

1. Dc exact de la maladie (BPCO++ - Fibrose interstitielle - DDB - Mucoviscidose - Séquelles TBC - cypho-Scoliose....etc.)
2. Déficit important et durable en O<sub>2</sub>
3. Test Thérapeutique : seuls les échecs orientent vers 1 OLD.

4. Constatation que l' OLD est efficace (correction Hypoxémie et amélioration du confort de la personne handicapée)

5. Arrêt impératif et complet de l'intoxication tabagique active ou passive.

- Attention : pour l'ensemble de ces maladies l'OLD n'est prescrit que si la PaO<sub>2</sub> est < 55 mmhg

Dans certains cas, les indications de L'OLD sont + larges : PaO<sub>2</sub> = 55 - 60 mmhg + Polyglobulie + HTAP

Un matériel d'O<sub>2</sub>th est alors confié en particulier pour la déambulation.

## **IX / Toxicité de l'oxygénothérapie**

**Métabolisme Intracellulaire de L'O<sub>2</sub>**: comporte la réduction de L'O<sub>2</sub> en H<sub>2</sub>O avec gain d'un électron à chaque étape :

- étape 01 → molécule de superoxyde (O<sub>2</sub><sup>-</sup>).
- Étape 02 → peroxyde d'hydrogène (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>)
- Étape 03 → O<sup>-</sup> ion (OH<sup>-</sup>)
- Étape 04 → H<sub>2</sub>O

Les radicaux libres O<sub>2</sub><sup>-</sup> et OH<sup>-</sup> sont toxiques (lésions des membranes cellulaires et des mitochondries, inactivation de nombreuses enzymes cytoplasmiques et nucléaires)

Les cellules des mammifères comportent des systèmes enzymatiques permettant l'accélération des étapes de la réduction → évitant l'accumulation des radicaux toxiques (superoxyde dismutase SOD qui inactive rapidement la molécule de super oxyde).

L'hyperoxie cellulaire épuise ces enzymes → accumulation radicaux toxiques (destruction de l'endothélium pulmonaire, affectées + profondément que les cellules épithéliales)

Le parenchyme pulmonaire déjà endommagé présente un dysfonctionnement plus important qu'un parenchyme sain

## **Contre indication de l'O<sub>2</sub>thérapie**

- Il n'y a aucune C.I. absolue à l'administration d'O<sub>2</sub>, les limites de son utilisation restent < 50%.
- La principale limitation est l'hypoxie réfractaire (cardio- vx : shunt intracardiaque droit -gauche et pulm : pneumopathie, néoplasme étendu, atélectasie lobaire syndrome de détresse respiratoire chez l'adulte)
- Il existe d'autres cas où des concentrations d'O<sub>2</sub> entre 50- 100% ne sont pas bénéfiques pour le patient :
  - Atélectasie par résorption de N<sub>2</sub> (azote)
  - Toxicité propre de l'O<sub>2</sub> : pouvant provoquer un dommage endothélial capillaire pulmonaire

-Toxicité fonction  $FiO_2 > 0.5$  ( $> 10$  l/ min ) et durée  $> 12$  heures (provoque une atteinte semblable au Sd détresse resp ad = complication exceptionnelle )

N.N.  $< 44$  semaines d'age post conceptuel la  $PaO_2$  doit être  $< 80$  mmhg, saturation  $< 95\%$  afin de minimiser le risque de fibroplasie rétro lenticulaire.

De plus l'administration prolongée = facteur de risque de dysplasie broncho-pulmonaire

## **Incidents et accidents**

### **Risque d'incendie**

- **Nausées ou vomissements:** en cas de passage oropharynx ou de Q trop élevé .
- **Emphysème s/cutanée :** en cas de traumatisme nasal et de passage S- muqueux (incident rare ans gravité ).
- **Dépression respiratoire :** en cas de Q élevé chez BPCO (0.5 - 1 L min ) surveillance clinique (signes d'encéphalopathie resp.dyspnée ,insuffisance card.).

## **Surveillance de l'O.N.B. :**

Se fait en amont et en aval du poumon :

### **1 En amont: surveillance continue :**

- Dispositifs de sécurité au niveau des rota mètres et autres dispositifs de délivrance .
- Sécurité ultime : contrôle continu par 1 oxymètre de la  $FiO_2$  du gaz inhalé.

### **2 En aval : surveillance de la résultante de l'hématose :**

- Surveillance des gaz du sang (invasif, discontinu, onéreux).
- Surveillance de la saturation trans-cutanée par oxymétrie pulsée (non invasif, peu coûteux, fiable) inconvénient= ne détecte pas l'hyperoxie.

Chez le prématuré, il est impératif d'associer à la surveillance de la saturation une surveillance continue de la  $PaO_2$  par voie transcutanée(électrode de Clark )

## **Conclusion :**

L'Oxygène est reconnu comme étant un Médicament par conséquent il doit Obéir à des prescriptions médicales.

Prescrit selon de bonnes indications celui ci engendrera des Résultats bénéfiques à son malade. A l'inverse de mauvaises indications pourraient être amenées à des résultats catastrophiques.

Enfin l'utilisation de l'oxygène doit obéir à des conditions sécuritaires absolues