

OXYGENOTHERAPIE HYPERBARE

Philippe Alquier, Professeur à la Faculté de Médecine et Chef de Service du Département de Réanimation Médicale et de Médecine Hyperbare au CHU d'Angers

Article paru dans Pharmacorama:

http://www.pharmacorama.com/ezine/oxygeno_therapie_hyperbare.php

Ph. Alq - L'inhalation d'oxygène en condition hyperbare entraîne une augmentation considérable du contenu sanguin en oxygène. L'oxygène transporté dans le sang existe sous 2 formes : combiné à l'hémoglobine (oxyhémoglobine) et dissous dans le plasma et les éléments figurés. Quantitativement, l'oxyhémoglobine est la forme la plus importante. Pour un taux d'hémoglobine de 15 g pour 100 ml, le sang peut transporter à saturation complète 20 ml d'oxygène combiné à l'hémoglobine. Cette quantité ne peut augmenter quelles que soient les conditions de pression.

Au contraire, la quantité d'oxygène dissoute dans le plasma est faible, de l'ordre de 0,28 ml pour 100 ml de sang à l'air ambiant ; mais son importance physiologique est essentielle puisque c'est cette forme qui diffuse et assure l'oxygénation des tissus. La quantité d'oxygène dissous régie par la loi de Henry ; est directement proportionnelle à la pression.

	Air ambiant	Oxygène pur		
Pression en ATA (atmosphère absolue)	1	1	2	3
PpO ₂ alvéolaire (mmHg)	100	673	1433	2193
Oxyhémoglobine (ml O ₂ /100 ml sang)	19,7	20,1	20,1	20,1
O ₂ dissout (ml O ₂ /100 ml sang)	0,285	1,88	3,8	6

Donc, dans une chambre hyperbare, l'augmentation du contenu en O₂ du sang est due essentiellement à l'augmentation de l'O₂ dissous. A une pression de 3 ATA, et en oxygène pur, la quantité d'oxygène dissous est suffisante pour assurer l'oxygénation des tissus et la vie devient possible sans globule rouge, comme l'a démontré Boerema en 1959.

Cette oxygénothérapie hyperbare permet donc une meilleure oxygénation des tissus ?

Ph. Alq - Effectivement, lorsque sont réunies les conditions de pression et de concentration d'oxygène inhalé, les différents tissus de l'organisme sont mieux oxygénés.

Cependant, l'oxygène dissous, qui agit après diffusion hors des capillaires, doit être transporté par le flux sanguin jusqu'aux tissus ; cette augmentation de la concentration d'oxygène dissous permet d'augmenter l'apport local d'oxygène lorsque la vascularisation est altérée mais est sans effet si le flux sanguin est totalement interrompu.

La quantité d'oxygène dissous augmente proportionnellement à la pression, mais le facteur limitant est la toxicité de l'oxygène qui croît avec la pression partielle et la durée d'exposition.

L'oxygène et en particulier l'oxygène hyperbare peut-il être considéré comme un médicament ?

Ph. Alq - L'oxygène dans les conditions où il est utilisé en médecine peut être considéré comme un médicament. Mais l'oxygène hyperbare se différencie de l'oxygène normobare qui est utilisé quotidiennement dans toutes les structures de soins, par son mode d'action associant l'effet pression et l'effet hyper-oxygénation, paramètres régis par les lois de la physique des gaz, donc parfaitement reproductibles. Il a des indications, des contre-indications, des effets indésirables, un mode d'administration exclusivement par inhalation et une posologie précise: durée d'exposition, niveau de pression (unité de mesure l'ATA : atmosphère absolue), pourcentage d'oxygène (de 0,21 air ambiant à 1 oxygène pur), intervalle entre les prises, durée du traitement.

Quelles sont les indications de l'oxygénothérapie hyperbare ?

Ph. Alq - On peut distinguer les indications qui résultent de l'effet pression et celles qui résultent de l'effet hyper-oxygénation.

1. L'effet pression.
La simple augmentation de pression va entraîner, pour des raisons mécaniques, la réduction du volume des bulles gazeuses (loi de Mariotte : pression x volume = constante). Lorsque la pression double, le volume de la bulle diminue de moitié. C'est pourquoi l'oxygène hyperbare est le seul traitement étiologique des embolies gazeuses, que la présence des bulles soit liée à un accident de décompression au cours d'une plongée ou à la pénétration accidentelle de bulles d'air dans la circulation lors de certains gestes médicaux ou chirurgicaux.
2. L'hyperoxygénation
 - compense certaines déficiences d'apport d'oxygène en augmentant la quantité d'oxygène dissous
 - lors d'ischémie critique ou subaiguë par altération de la micro circulation ne permettant plus un débit sanguin suffisant : artériolites (diabète, conséquences parfois très lointaines de radiothérapie, écrasement des membres). L'efficacité de ce traitement peut être évaluée par la mesure transcutanée de la pression d'oxygène dans les territoires atteints.
 - lors d'altérations de l'hémoglobine (intoxication oxycarbonée, méthémoglobinémie) puisque à 3 ATA l'organisme peut vivre uniquement grâce à l'oxygène dissous ; s'agissant de l'oxyde de carbone, la forte augmentation de la pression partielle d'oxygène contribue par ailleurs à déplacer l'oxyde de carbone de l'hémoglobine qui redevient apte au transport de l'oxygène.
 - A une action anti-infectieuse :
 - directe sur les bactéries anaérobies responsables de cellulites ou de gangrènes gazeuses qui ne se développent qu'en l'absence d'oxygène
 - indirecte : le fonctionnement normal des polynucléaires nécessite une pression partielle d'oxygène de l'ordre de 30 mmHg qui n'est pas fréquemment atteinte dans les territoires infectés en raison des micro thromboses particulièrement dans les infections par anaérobies ou les staphylocoques : la fonction phagocytaire des polynucléaires est rétablie au cours des séances d'oxygénothérapie hyperbare.
 - A des effets circulatoires :
en entraînant une vaso constriction, sans diminution du transport en oxygène puisqu'il y a parallèlement une augmentation de l'oxygène dissous ; ce mécanisme est utilisé en clinique dans la prise en charge des traumatismes des muscles, surtout lorsqu'ils sont enserrés dans des gaines inextensibles.
 - Facilite la cicatrisation :
par augmentation de l'angiogenèse et de la synthèse du collagène et des fibroblastes.

Le dénominateur commun de tous ces effets, en apparence disparates, est l'augmentation de la quantité d'oxygène dissous.

Les indications de l'oxygénothérapie hyperbare qui ont été précisées à l'occasion de la 1^{ère} Conférence européenne de Consensus sur la Médecine Hyperbare : Lille –1994 sont résumées dans le tableau suivant :

RECOMMANDATIONS DE TYPE 1 : indication très fortement recommandée car l'OHB peut changer le pronostic vital

- Maladie de décompression
- Intoxications à l'oxyde de carbone
- Embolie gazeuse
- Infections nécrosantes des parties molles à germes anaérobies ou mixtes
- Brûlures + CO
- Ostéoradionécrose
- Radionécrose des tissus mous (cystite)

RECOMMANDATIONS DE TYPE 2 : indication recommandée ne change pas le pronostic vital mais améliore le pronostic fonctionnel

- Ecrasements de membre et syndromes de loge d'origine post-traumatique
- Surdités brusques
- Ostéomyélite chronique réfractaire
- Lésions des pieds chez les diabétiques
- Ischémie critique chronique des artéritiques

RECOMMANDATIONS DE TYPE 3 : indication optionnelles ou compassionnelles

- Encéphalopathie post-anoxique
- Formes mineures des intoxications au CO

- Myélite, rectite post-radiothérapie
- Syndrome de reperfusion après chirurgie vasculaire
- Brûlures > 20 % de surface, > 2 ème degré
- Pathologie ophtalmologique ischémique aiguë

Quelles sont les indications de l'oxygénothérapie hyperbare qui vous paraissent donner les meilleurs résultats ?

Ph. Alq - En pathologie aiguë, ce sont les formes graves d'intoxication oxycarbonée, les fracas de membres et les embolies gazeuses.

En pathologie chronique, ce sont les lésions du « pied diabétique » et les ostéo-radio-nécroses.

On demande aux traitements de faire la preuve de leur efficacité. A-t-il été possible de faire des études comparatives, groupe traité OHB versus groupe de référence, en aveugle par exemple ?

Ph. Alq - Autant les arguments théoriques sont solides et les travaux expérimentaux multiples, autant les études en double aveugle sont trop peu nombreuses. Il est vrai que l'infrastructure et les conditions techniques des séances rendent le double aveugle difficile mais possible par exemple en faisant inhaler à l'un des groupes de l'air appauvri en oxygène de façon à obtenir lors du traitement une pression partielle en oxygène identique à celle de l'air ambiant (0,21 ATA). L'autre raison expliquant le petit nombre d'études prospectives est le nombre réduit d'installations sur le territoire, obligeant à des transferts de malades parfois en état grave. L'éventualité que la moitié d'entre eux subissent les aléas d'un transport parfois sur de grandes distances sans bénéficier du traitement spécifique est un obstacle éthique qui doit être pris en compte. Par ailleurs, les études monocentriques évitent cette critique mais habituellement manquent de puissance. Il n'en demeure pas moins que des travaux d'évaluation sont indispensables et d'ailleurs pour certains déjà en cours au niveau européen sur la prise en charge du « pied diabétique » par exemple. Parmi les travaux de méthodologie peu discutables on peut citer :

- Lindell K Weaver and all. [Hyperbaric oxygen for acute carbon monoxide poisoning](#). N. Engl. J. Med. 2002, 347/14, 1057-66
- Bouachour G. et coll. [Hyperbaric oxygen therapy in the management of crush injuries : a randomized double – blind placebo controlled clinical trial](#). J. Trauma. 1996, 41, 333-39.

Cette oxygénothérapie a-t-elle des contre-indications ?

Ph. Alq - Comme toute thérapeutique, l'oxygénothérapie hyperbare présente des contre-indications et nécessite des précautions lors de son utilisation.

- RESPIRATOIRE :
 - ce sont toutes les affections bulleuses et l'asthme. Les pneumothorax doivent être drainés avant la mise en pression.
 - Les œdèmes pulmonaires lésionnels constituent une contre indication incontournable, dans la mesure où l'oxygène hyperbare se comporte comme un co-facteur dans les situations capables de générer par elles-mêmes cette pathologie.
- ORL :
 - les dysfonctionnements de la trompe d'Eustache exposent à des otalgies lors des variations de pression. Cette situation peut justifier la mise en place de drains trans-tympaniques.
 - Les sinusites constituent des contre-indications temporaires.
- CARDIOLOGIQUE :
 - les troubles de la conduction auriculo-ventriculaire, non appareillés.
- NEUROLOGIQUE :
 - la comitialité non équilibrée est une contre indication relative ; avec disparition des crises, elle nécessite des séquences particulières où l'oxygène pur est entrecoupé d'inhalation d'air durant 5 minutes toutes les 30 minutes.
 - Pour les malades en état instable, l'isolement relatif durant les séquences thérapeutiques, justifie une mise en condition minutieuse avant la séance (par exemple, une intubation avec assistance respiratoire pour un patient insuffisant respiratoire chronique). Dans ces situations, la présence d'un accompagnement médical est indispensable durant la séance.