

## Ce que le médecin généraliste doit savoir

# La médecine hyperbare

Dr méd. Philippe Furger<sup>a</sup>, Dr méd. Roland Soldner<sup>b</sup>, Dr méd. Rodrigue Pignel<sup>c</sup>, Dr méd. Bertrand Delafosse<sup>d</sup>

<sup>a</sup> Chargé de cours Hôpital universitaire Berne (BIHAM) et cabinet médical, Vaumarcus, Suisse; <sup>b</sup> Dr Soldner Roland, médecin urgentiste, Praticien Hospitalier, centre de médecine hyperbare, Lyon France; <sup>c</sup> Médecin adjoint responsable du Programme de Médecine hyperbare, Hôpitaux Universitaires Genève, Suisse;

<sup>d</sup> Ancien responsable du service médecine hyperbare Hôpital Edouard Herriot, Lyon, France



L'oxygénothérapie hyperbare (OHB) est souvent méconnue par les médecins généralistes, potentiellement prescripteurs de cette option thérapeutique. L'OHB est le traitement de choix dans des situations aiguës, telle l'intoxication au CO et les pathologies bulleuses (embolie gazeuse, accident de décompression) et constitue un traitement adjuvant pour des pathologies chroniques (troubles de la cicatrisation, lésions post-actiniques). Cet article passe en revue le principe de l'OHB et les indications potentielles.

## Introduction

Le principe de base de l'oxygénothérapie hyperbare (OHB) consiste à administrer de l'oxygène à un patient qui l'inhale à une pression partielle supérieure à 1 atmosphère absolue [1]. Le plus souvent il s'agit d'oxygène à 100%, parfois avec des mélanges d'oxygène avec de l'hélium (héliox) ou d'autres gaz (par exemple le nitrox) selon l'indication, la table choisie et les différents centres hyperbares.

En dehors de quelques indications où l'augmentation de la pression hydrostatique dans le caisson est salvatrice (exemple: embolie gazeuse), l'OHB exerce ses effets par l'augmentation de la pression partielle d'oxygène dans le sang. Cet oxygène va se fixer d'une part à l'hémoglobine (1 g d'hémoglobine peut fixer maximum 1,34 ml d'oxygène) et d'autre part, s'accumuler sous forme dissoute dans le plasma en créant un «pool» de réserve d'oxygène important. Cette réserve permet également d'augmenter la distance de diffusion de l'oxygène au niveau tissulaire qui sera essentielle pour traiter une hypoxie locale, par exemple dans des tissus radionécrotiques ou encore en cas de micro ou macro-angiopathie (pied diabétique). Finalement, c'est le phénomène de la vasoconstriction en tissu normoxique et la vasodilatation en tissu hypoxique, qui permet à cette augmentation de la pression partielle d'oxygène d'influencer le flux microcirculatoire, recherchée par exemple en cas de traumatisme aigu avec écrasement de membres ou en cas de lésion chronique d'un pied diabétique.



Philippe Furger

La figure 1 schématise la répartition de l'oxygène dans le secteur intravasculaire.

## Indications à l'OHB en Europe

Le tableau 1 (non exhaustif) fournit un aperçu des indications de l'OHB et de leur niveau de recommandation respectif. Certaines indications seront abordées plus tard dans cet article.

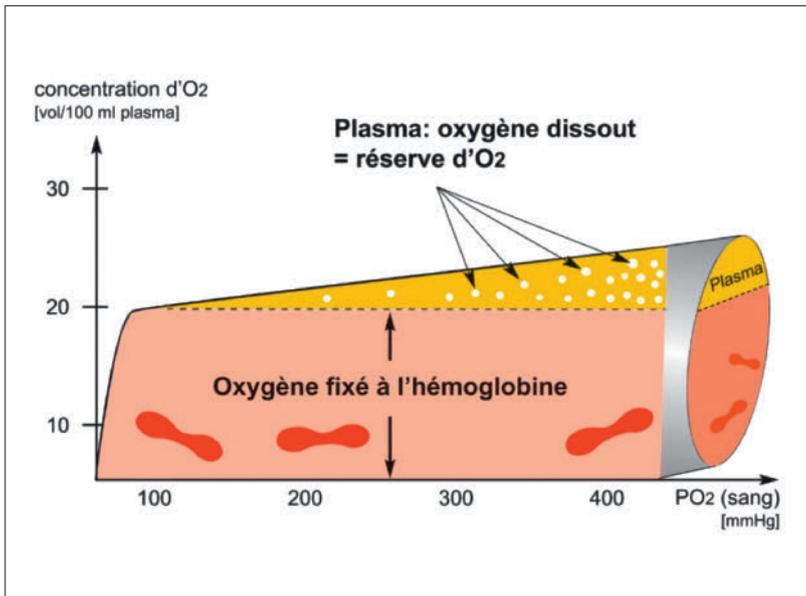
## Contre-indications à l'OHB

Les contre-indications *absolues* sont:

- pneumothorax non drainé;
- pneumomédiastin.

Pour d'autres pathologies, il faut vérifier la cause de l'éventuelle contre-indication. Voici des contre-indications *temporaires*:

- Asthme en crise
- Syndrome coronarien aigu (NSTEMI, STEMI et angor instable). Remarque: Le syndrome coronarien peut être lié à une intoxication par le CO ou une embolie gazeuse coronarienne, les deux renforçant encore l'indication à un traitement d'OHB.
- Epilepsie non ou mal traitée. Remarque: Le patient peut être pris en charge après équilibration de son traitement; avant les séances d'OHB, on renforce le traitement avec un antiépileptique de type lévétiracétam (exemple: 500–1000 mg p. o. 1 heure avant la séance).



**Figure 1:** Distribution intravasculaire de l'oxygène lors d'une séance d'OHB. Le plasma sert de «pool» de réserve pour stocker l'oxygène dissout.

- Chirurgie du bas œsophage et anneau gastrique serré (l'éruption doit être possible sans problème lors de l'absorption de boisson gazeuse).

## OHB et indications en urgence

Le tableau 1 résume les indications de l'OHB en situation aiguë. Les pathologies suivantes sont traitées spécifiquement dans cet article: intoxication au CO, pathologies bullaires (embolie gazeuse, accident de décompression), surdité brusque.

### Intoxication au monoxyde de carbone (CO)

La mortalité liée à une intoxication au CO se situe mondialement entre 0 et 30% [3–5].

L'OHB, comme traitement de choix en cas d'intoxication au CO fut établi depuis les années 1960 [6–9]. Deux mécanismes d'action expliquent la haute efficacité de l'OHB en cas d'intoxication au CO: 1) La haute pression partielle de l'oxygène permet de «décoller» le CO qui est fortement lié à l'hémoglobine (l'affinité d'adhésion aux érythrocytes est 230–250 fois plus forte que celle de l'oxygène) et 2) L'OHB raccourci la demi-vie du CO de 5 h à l'air ambiant à 23 min en chambre hyperbare sous 2,5 ATA [10].

Il n'y a pas de doute que l'OHB permet d'éviter les complications aiguës et fatales du CO. Toutefois, il persiste une certaine controverse quant à l'efficacité de l'OHB dans le traitement préventif des séquelles neurologiques à long terme de l'intoxication au CO, aussi connus sous le nom de syndrome post-intervallaire (SPI) [11, 12]. Ce syndrome n'est pas rare. Il touche 10–40% des patients [13–17] et manifeste la clinique suivante: parkinsonisme, état de désorientation, apathie, mutisme, incontinence urinaire, troubles de la personnalité et de la concentration, démence, épilepsie, chorée.

Une étude Cochrane a analysé 6 études (1361 patients), dont 2 ont montré un effet bénéfique de l'OHB en termes de réduction de l'incidence du syndrome post-intervallaire après 1 mois, alors que 4 autres études n'ont pas pu confirmer ces résultats, mais dont 3 ont eu, comme critère d'exclusion, l'intoxication sévère, alors que ce sont précisément ces patients-là qui bénéficient le plus d'un traitement OHB.

### Pathologies bullaires: Embolie gazeuse, accident de décompression

La majorité des embolies gazeuses (EG) est d'origine iatrogène: cathétérismes intraveineux, interventions chirurgicales (neurochirurgie, ORL, orthopédique, gynécologique, cardiaque), ventilation en pression positive. D'autres causes sont plus rares (accident de décompression, traumatismes thoraciques et abdominaux).

**Tableau 1:** Indications de l'OHB et leur niveau de recommandation (adapté selon [2]).

Indications	Recommandation
<b>Pathologies aiguës</b>	
Intoxication au CO chez patients à haut risque de complications à court ou à long terme: – Perte de conscience – Signes neurologiques, cardiaques, respiratoires ou psychologiques – Femme enceinte	1B
Accident de décompression – Traitement initial – Traitement des déficits résiduels	1C 1C
Embolie gazeuse	1C
Infection bactérienne à germes anaérobies ou mixte nécrosante des tissus mous	1C
Écrasement de membre (fracture ouverte de type III Gustilo B et C)	1B
Écrasement de membre sans fracture	1C**
Surdité brusque	1C**
<b>Pathologies chroniques</b>	
Lésions radio-induites – Ostéoradionécrose de la mandibule – Traitement préventif de l'ostéoradionécrose de la mandibule en cas d'extraction dentaire en territoire irradié – Radionécrose du tissu mou (proctite, cystite)	1B 1B 1B**
Pied diabétique en présence d'ischémie critique chronique si P <sub>TcO<sub>2</sub></sub> * sous OHB >100 mm Hg	2B
Nécrose de la tête fémorale	2B**

\* P<sub>TcO<sub>2</sub></sub> = Pression d'oxygène transcutanée (mesurée à l'aide d'une électrode polarographique, chauffée à 42–44 °C). La P<sub>TcO<sub>2</sub></sub> permet de déterminer le degré d'ischémie du pied. En cas d'ischémie d'effort (claudication), la P<sub>TcO<sub>2</sub></sub> est <35 mm Hg et lors d'ischémie critique chronique, elle est <10 mm Hg.

\*\* Upgrading de la force d'évidence de recommandations (selon «The 10th European Consensus Conference on Hyperbaric Medicine», Lille, France; pas encore publié)

On distingue les EG de type artériel et veineux. Pas tous les patients avec une EG ne seront traités au cours, mais l'OHB est très utile lorsque la clinique est sévère, ce qui est généralement le cas en présence d'une EG artérielle paradoxale. L'OHB devrait être initiée précocement chez des patients hémodynamiquement instables, en présence de symptômes neurologiques ou des signes d'atteinte d'organe cible [18–20].

L'effet bénéfique de l'OHB est d'une part de type «mécanique», puisque la haute pression hydrostatique permet d'écraser les bulles d'air et d'autre part, de type «diffusionnel», dans le sens que l'OHB crée un grand gradient de pression induisant une diffusion des gaz de la bulle vers le sang («shrinkage»). La durée d'une séance OHB peut aller jusqu'à 6–8 heures. Le nombre de séances dépend de l'évolution clinique. L'OHB devrait être initiée précocement (<4–6 heures après le début des symptômes; mais des effets bénéfiques sont rapportés encore durant les 30 premières heures [21, 22]).

### **Surdité brusque**

La surdité brusque idiopathique est définie comme une perte brutale du sens de l'audition en moins de 24 à 72 heures sans cause décelable. Cette surdité doit être de perception avec une perte de plus de 30 dB sur trois fréquences successives. Au stade ultime on parle de cophose. La récupération spontanée de la perte auditive est de 60–89% [23]. L'OHB, lorsque celle-ci est effectuée dans les 15 jours depuis le début des symptômes, montre une amélioration dans >50% et ceci chez au moins 25% des cas [24]. L'OHB est indiquée pour le traitement de la surdité brusque en complément des autres traitements (niveau 1C) [25]. Il est prévu une séance quotidienne pendant 10 jours en fonction de l'évolution clinique. Un suivi audiométrique est nécessaire.

## **OHB et indication pour des pathologies chroniques**

### **Lésions post-radiques**

L'incidence de lésions post-radiques est fréquente (10–35%). Mondialement, plus de 4 millions de personnes par an, souffrant d'une néoplasie, subissent une radiothérapie [26]. La radiothérapie utilisée pour le traitement des tumeurs provoque des lésions aiguës (durant le traitement) et tardives (après 3 mois à plusieurs années, en moyenne après 2 ans). Une intervention chirurgicale, un traumatisme ou une infection locale (même banale) peut déclencher cette cascade pour manifester une lésion post-radique pouvant toucher beau-

coup de différents tissus (ex: os, vessie, intestin, peau). L'OHB participe au sauvetage des tissus à viabilité réduite en stimulant l'angiogénèse. [27]

Notons un intérêt particulièrement de l'OHB en cas d'hémorragie vésicale post-radique: déjà au bout d'une à deux semaines de traitement (5 séances/semaine) le saignement vésical peut s'arrêter. La cystoscopie de contrôle peut ainsi être répétée plus vite et dans de meilleures conditions.

Une étude randomisée, contrôlée, double aveugle a évalué l'effet de l'OHB chez 120 patients souffrant d'une proctite post-radique réfractaire au traitement conventionnel [28]. L'OHB a significativement amélioré la cicatrisation comparé au groupe sans OHB (NNT = 3), basé sur un score d'évaluation appelé SOMA-LENT [29]. Le groupe interventionnel a également une meilleure qualité de vie.

### **Effet de l'OHB sur la cicatrisation**

La cicatrisation dépend étroitement de la néoangiogénèse. Celle-ci est liée à l'activité oxygène-dépendante des fibroblastes et du VEGF (Vascular Endothelial Growth Factor Receptor). Durant une séance d'OHB, d'importantes quantités d'oxygène provoquent un grand gradient de pression. Il en résulte une certaine alternance «hypoxie' hyperoxie» qui est essentielle pour stimuler le processus de cicatrisation. L'effet de l'OHB sur la cicatrisation a été démontré notamment en cas d'ulcère artériel, notamment chez les patients diabétiques résistants au traitement usuel et aussi pour favoriser la cicatrisation de lambeaux en chirurgie de reconstruction résistants au traitement usuel [30].

Malgré l'inhomogénéité et la qualité variable de la méthodologie des différentes études, une analyse Cochrane [31] suggère que l'OHB peut offrir un bénéfice dans le traitement de l'ulcère du pied diabétique [32–35]. D'autres chercheurs s'intéressaient aux taux d'amputation chez des patients avec un ulcère du pied et une ischémie sévère [34–36]. Une autre étude montre une réduction significative du taux d'amputation chez 70 patients (8,6% dans le groupe OHB, versus 33,3% dans le groupe contrôle; p = 0,016) [36].

### **Application clinique: Le pied diabétique**

Le pied diabétique est fréquent. Environ 25% des patients diabétiques (type 1 et 2) souffrent au moins une fois dans leur vie d'un ulcère du pied [37].

En cas d'ischémie critique, l'OHB influence de nombreux systèmes de régulation dans le but de stimuler la cicatrisation:

- amélioration de l'oxygénation tissulaire et effet anti-oedémateux;

Correspondance:  
Dr méd. Furger, Philippe  
Clos-du-Château 10  
CH-2028 Vaumarcus  
philippe\_furger[at]  
investimed.ch

- effets bactériostatiques et bactéricides avec effet favorable sur l'activité des leucocytes neutrophiles;
- stimulation et accélération de la néovascularisation;
- stimulation des fibroblastes avec formation de collagène;
- action positive sur un facteur de croissance vasculaire endothéliale.

### Nécessité de développer d'autres centres OHB et/ou centres multidisciplinaires

La «popularité» d'un traitement hyperbare dépend beaucoup du fait si un centre hyperbare est géographi-

quement accessible. Si un patient doit se déplacer durant des heures, l'acceptation et l'adhésion thérapeutique ne sera pas optimale.

Sur le plan scientifique, il est très difficile de fournir des études de haute pertinence (randomisées en double aveugle) pour les raisons suivantes:

- problèmes éthiques;
- prise en charge multidisciplinaire;
- durée de l'étude souvent longue (le suivi d'un patient avec une pathologie post-radique nécessite des années);
- éloignement et transport des patients de la chambre hyperbare;
- adhérence thérapeutique, notamment pour des pathologies nécessitant de nombreuses séances (exemple: cicatrisation, lésions post-radiques);
- formation du corps médical et paramédical;
- difficultés d'informer et de convaincre les médecins omnipraticiens et les spécialistes de l'efficacité du traitement OHB.

Ceci dit, il est pertinent d'ouvrir d'autres centres hyperbare afin d'offrir la chance d'être traité de manière équitable sur l'ensemble du territoire suisse.

La figure 2 visualise l'activité du centre hyperbare à Genève en fonction des indications respectives.

Nous constatons que plus de 80% du nombre de séances OHB sont effectuées pour les indications «cicatrisation» et «post-radique», alors que les embolies gazeuses ne représentent qu'environ 1%.

La figure 3 permet de visualiser les indications urgentes versus non urgentes.

La fraction des traitements non urgents représentent la grande majorité de l'OHB à Genève, soit 88% du nombre total des séances d'OHB effectuées moyennées sur 6 ans. En revanche, les indications urgentes (intoxication au CO, embolie gazeuse/ADD) ne représentent une activité que de 12%.

Comparé à l'activité au Centre hyperbare de l'Hôpital Edouard Herriot à Lyon, on constate des chiffres semblables: cicatrisation et post-radique 72% et embolie gazeuse 3,6%. Il n'y a pas de différence entre l'activité urgente versus non urgente (88 et 12%).

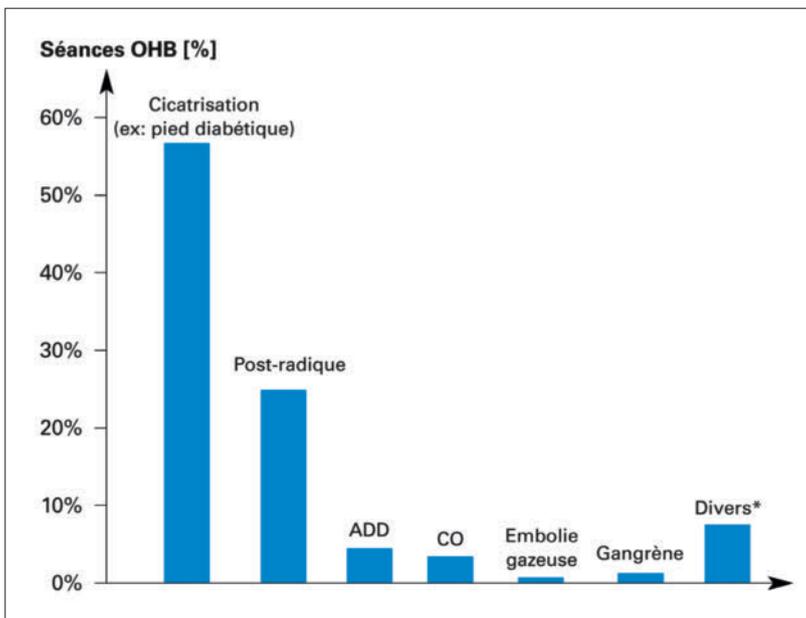


Figure 2: Activité du centre hyperbare à Genève entre 2010 et 2015.

ADD = accident de décompression, CO = intoxication au monoxyde de carbone

\* Divers: pneumatose kystique intestinale, surdité brusque, pathologie osseuse

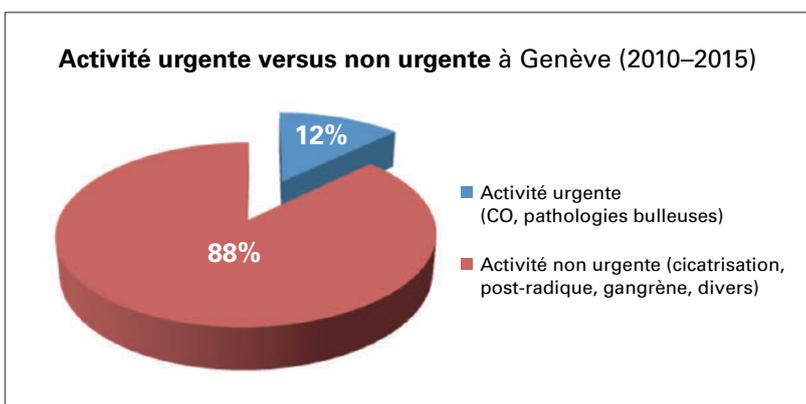


Figure 3: Activité urgente versus non urgente au centre hyperbare à Genève.

#### Les séances d'OHB

Une séance d'OHB dure généralement deux heures (pouvant aller jusqu'à 6–8 heures en cas d'embolie gazeuse). La pression habituelle est autour de 2,5 ATA (équivalent à 15 m de profond dans l'eau). Le nombre et la pression choisie des séances d'OHB sont liés à l'indication. Ainsi, un patient avec une intoxication au CO aura une ou rarement deux ou trois séances, alors qu'un patient avec une lésion post-radique aura souvent plus de 50 séances. Une séance d'OHB coûte environ 300 CHF et est prise en charge par l'assurance de base (LAMal).

---

## L'essentiel pour la pratique

- L'oxygénothérapie hyperbare (OHB) comprend l'administration d'oxygène à une pression partielle supérieure à une atmosphère absolue.
- Environ 90% de l'activité dans un centre hyperbare est dédiée à traiter des pathologies chroniques (exemple: troubles de la cicatrisation, lésions post-actiniques). Parmi les indications urgentes comptent l'intoxication au monoxyde de carbone et l'embolie gazeuse.
- L'effet thérapeutique de l'OHB se base sur l'augmentation de la pression de l'oxygène dans le sang (à savoir l'angiogenèse, la bactéricidie et la formation de collagène) et sur la propriété de la haute pression hydrostatique à l'intérieur du caisson.
- Afin de rendre l'OHB accessible à toute la population en Suisse, il est incontournable de créer d'autres centres hyperbare. La création de centres multidisciplinaires englobant l'OHB pour offrir une prise en charge des plaies chroniques, résistants aux traitements standards serait fortement souhaitée.

### Disclosure statement

Les auteurs n'ont pas déclaré des obligations financières ou personnelles en rapport avec l'article soumis.

### Références recommandées

- Weaver, Lindell K. Hyperbaric oxygen therapy indications: the Hyperbaric Oxygen Therapy Committee report. Undersea and Hyperbaric Medical Society Hyperbaric Oxygen Committee. Thirteenth edition. Best Publishing Company, 2014.
- Mathieu D, Marroni A, Kot J. Tenth European Consensus Conference on Hyperbaric Medicine: preliminary report. Diving Hyperb Med. 2016;46(2):122-3.

### Références

La liste complète des références est disponible dans la version en ligne de l'article sur [www.medicalforum.ch](http://www.medicalforum.ch).