

**BULLETIN de
MEDECINE
SUBAQUATIQUE
et HYPERBARE**

2009. Tome 19. Supplément.

**REUNION
BRUXELLES**

**Société de physiologie et de médecine subaquatiques
et hyperbares de langue française**



REVUE SEMESTRIELLE

Date de publication : septembre 2009

SOCIETE DE PHYSIOLOGIE ET DE MEDECINE
SUBAQUATIQUES ET HYPERBARES
DE LANGUE FRANCAISE

Déclarée le 24 Décembre 1968

J.O. du 11 Janvier 1969

PRESIDENTS HONORAIRES

Pr. J.DOR (1969-1972)

Dr. Ph. CAVENEL (1988-1991)

Pr. A. APPAIX (1972-1976)

Dr. J.C. ROSTAIN (1991-1994)

Dr. R. RISPE (1976-1979)

Pr. F. WATTEL (1994-1997)

Dr. B. BROUSSOLLE (1979-1982)

Pr J.M. SAINTY (1997-2000)

Pr. J. CORRIOL (1982-1985)

Dr J.L. MELIET (2000-2003)

Pr. Ph. OHRESSER (1985-1988)

CONSEIL D'ADMINISTRATION DE LA SOCIETE EN 2009

Président: BARTHELEMY, A.

Administrateurs : AIMARD, A.

Vice Présidents : MATHIEU, D.

BERGMANN, E.

GENESTAL, M

BLATTEAU, E.

Secrétaire général : DELAFOSSE, B

GRANDJEAN, B

Secrétaire adjoint : COULANGE, M.

PONTIER J.M.

Trésorier: LOUGE, P.

REGNARD, J.

Trésorier adjoint : HUGON, M.

RISSE, J.J.

SOUDAY, V.

.
.

Secrétariat: Dr. B. Delafosse, Hôpital Edouard Herriot, 69437 Lyon cedex 03

BULLETIN de MEDECINE SUBAQUATIQUE et HYPERBARE
2009. Tome 19, Supplément.
Réunion Bruxelles

Dépôt légal : 17 février 2009

ISSN 1248 - 2846

Responsable de la rédaction
B. Delafosse,

Directeur de la publication
J.C. Rostain

Imprimeur
Pronto Offset, 22 Chem. St Jean du Desert, 13005 Marseille

Editeur
Société de physiologie et de médecine subaquatiques et hyperbares
de langue française
Centre Hyperbare, CHU de Sainte Marguerite
270 Bd de Ste Marguerite
13274 Marseille cedex 09

Date de publication : septembre 2009



Société de Physiologie et de Médecine Subaquatiques et Hyperbares de langue Française
Réunion d'automne du 24 octobre 2009 à Bruxelles
Hôpital Militaire Reine Astrid
Organisée par la Société Belge de Médecine Hyperbare et Subaquatique
Sous le patronage de Madame Laurette Onkelinx, Ministre belge de la Santé publique



Programme

- 9 Hr Accueil Dr Alain Barthélemy Président de MedSubHyp (France)
et Dr Guy Vandenhoven Président SBMHS (Belgique)
- 9.15 Hr **Recherche en médecine hyperbare : les difficultés éthiques et méthodologiques rencontrées** – Modérateurs : Dr G. VANDENHOVEN – Dr A. BARTHELEMY
- Rapport d'évaluation de l'oxygénothérapie hyperbare par le Centre Fédéral d'Expertise des soins de santé (KCE). Synthèse de l'évaluation et difficultés spécifiques rencontrées.
- Monsieur Mattias Neyt, Ph.D.,** Economic Analysis Expert - Centre fédéral d'expertise des soins de santé – Belgique. Auteur et co-auteur de nombreuses publications internationales relatives à l'évaluation économiques des soins de santé.
- 9.45 Quelles perspectives pour l'oxygénothérapie hyperbare après le rapport du KCE ?
- Dr Peter Germonpré, Président du** Conseil Belge de l'Oxygénothérapie Hyperbare (ACHOBEL), Belgique
- 10.15 Rapport d'évaluation de l'oxygénothérapie hyperbare par la Haute Autorité de la santé (HAS). Synthèse de l'évaluation et difficultés spécifiques rencontrées.
- Dr Julie Biga, chef de projet** Direction de l'Evaluation Médicale, Economique et de Santé Publique Haute Autorité de la Santé - France
- 10.45 Présentation sur le rapport d'évaluation de l'oxygénothérapie hyperbare par la Haute Autorité de la santé (HAS). Perspectives en France (titre provisoire)
- Professeur Daniel Mathieu** Centre d'Oxygénothérapie Hyperbare Lille – France – Président du European Committee for Hyperbaric Medicine (ECHM)
- 11.15 Questions - réponses
- 11.30 Pause
- 11.45 Rapport synthèse
- Dr Guy Vandenhoven – AstraZeneca,** Regional Medical R&D Director Central Eastern Europe, Middle East & Africa
- 12.00 Lunch
- Visite du Centre Hyperbare
Hôpital Militaire Reine Astrid
- 13.30 **Mélanges gazeux sous l'eau**
- Modérateurs :
Dr MD DEVOS – Dr M HUGON
- Chapitre 1 : Le mélange suroxygéné en plongée loisir: bénéfiques et risques
- Dr Boussuges, UMR-PD2 PPCOE et** IRBA-IMNSSA France, **Dr Coulange,** UMR-MD2 PPCOE et Centre Hyperbare de Ste Marguerite Marseille, France
- 14.00 Questions - réponses

- 14.15 Chapitre 2 : Les recycleurs et les gaz
Les recycleurs utilisés en plongée subaquatique : caractéristiques générales, contraintes physiologiques et pathologies spécifiques liées à leur emploi.
- 14.40 Le recycleur en milieu sportif : une passion, une mode ou un véritable marché de la plongée ?
- 15.05 Epidémiologie des accidents de plongée liés à l'usage des appareils respiratoires à recyclage des gaz dans les armées françaises.
- 15.30 Questions - réponses
- 15.45 Pause
- Communications libres**
- 16.00 Mise en place d'une reconnaissance pan européenne des formations pour le personnel paramédical hyperbare.
- 16.15 Accidents de plongée aux mélanges ternaires survenus entre 1998 et 2008 en région Provence-Alpes-Côte d'Azur.
- 16.30 Facteurs pronostiques des accidents de décompression médullaires en plongée de loisir ; étude rétrospective et multicentrique franco-belge.
- 16.45 Microparticules et phénomène bullaire lors de la décompression en plongée sous-marine
- 17.00 Questions réponses
- 17.15 Clôture de la journée
- Dr Michel Hugon**, Chef du service de médecine hyperbare et plongée de l'HIA Ste Anne à TOULON.
Consultant national pour la médecine de plongée dans les armées françaises.
- Mr Jean Luc Diainville**, président directeur général d'Aqua Lung France - La Spirotechnique, directeur général de la zone Europe - Moyen Orient - Afrique.
- Dr Pierre Louge**, Docteur spécialiste de médecine de plongée du service de santé des armées françaises, médecin adjoint du service de médecine hyperbare et plongée de l'HIA Ste Anne à Toulon.
- Modérateurs :
Dr P. GERMONPRE - Dr JL MELIET
- Mr R Houman** - Centre d'Oxygénothérapie Hyperbare - Hôpital Militaire Reine Astrid - Bruxelles
- Dr JM Pontier** - Centre de Médecine Hyperbare, d'Expertise de la Plongée, HIA St Anne, 83800 Toulon
- Dr JE Blatteau** - Centre de Médecine Hyperbare, d'Expertise de la Plongée, HIA St Anne, 83800 Toulon
- Dr JM Pontier** - Centre de Médecine Hyperbare, d'Expertise de la Plongée, HIA St Anne, 83800 Toulon
- Dr G. VANDENHOVEN**
Dr A. BARTHELEMY

Programme social: **Lecture alchimique de la Grand Place de Bruxelles**
Sur la Grand Place - Maison des Trois Roses, le 24 octobre 2009 de 09.30 Hr à 13.00 Hr.
Le Dr MD DEVOS vous proposera de découvrir le chef d'œuvre d'architecture hermétique qu'est la Grand-Place de Bruxelles.

Informations pratiques :

Organisation : Robert HOUMAN - robhouman@yahoo.fr
Informations : www.sbmhs.be
Adresse organisation : 9 Sainte Anne - B7880 FLOBECQ - Belgique

RESUMES

Recherche en médecine hyperbare : les difficultés éthiques et méthodologiques rencontrées

Oxygénothérapie hyperbare: une rapide évaluation de la santé en Belgique. M Neyt, C Obyn, C De Laet. KCE – Belgique (kce.fgov.be)

Le mandat confié à la direction du Centre d'expertise (KCE) doit la conduire à constituer et à maintenir une équipe multidisciplinaire d'experts de haut niveau, appuyée par un réseau externe, émettant en toute indépendance des avis objectifs, fondés sur des données validées et sur les connaissances les plus récentes. Les rapports d'étude du KCE doivent aider les responsables à prendre les décisions qui conduisent à l'allocation la plus efficace des moyens disponibles dans la dispensation des soins de façon à garantir la plus grande accessibilité à tous les usagers et à préserver le plus haut niveau de santé.

Dans le cas de l'oxygénothérapie hyperbare (OHB), il a été relevé peu d'indications qui ont fait l'objet d'essais cliniques randomisés, correctement organisés. Par conséquent, les données de bonne qualité sont insuffisantes pour établir une évaluation correcte de cette modalité thérapeutique. Plusieurs arguments ont été proposés pour expliquer ce manque de recherche de qualité qui apporterait des données probantes. A ce stade, il n'existe pas assez de données probantes pour étendre les remboursements de cette thérapie indépendamment de l'indication. Toutefois, une décision éventuelle des décideurs en faveur de remboursements plus attractifs pour certaines indications spécifiques devrait être couplée à une activité de recherche de qualité, randomisée dans le but explicite de collecter des données relatives à l'efficacité et aux coûts.

Quelles perspectives pour l'oxygénothérapie hyperbare après le rapport du KCE ? P Germonpré. ACHOBEL – Belgique (www.achobel.be)

Le Conseil belge de l'oxygénothérapie hyperbare est une association sans but lucratif qui regroupe tous les centres hyperbares hospitaliers de Belgique. Depuis 1996, ACHOBEL a présenté diverses propositions aux Autorités de la Santé Publique afin de faire reconnaître le traitement par oxygène hyperbare comme d'un traitement curatif dans les indications reconnues par l'ECHM (European Committee for Hyperbaric Medicine) www.echm.org. Les conséquences des recommandations du KCE, sont que nos propositions sont remises sur la table de discussion, pour une période indéterminée....

Tout le monde est d'accord qu'en matière d'oxygénothérapie hyperbare (OHB), en Belgique, il n'y a plus d'investissement lourd à envisager, le « parc de chambres hyperbares » est suffisant et le plus moderne d'Europe. De plus, d'après les analyses économiques du KCE, le remboursement de l'OHB n'est pas onéreux, même dans les conditions spécifiées par ACHOBEL. Toutes les conditions sont ainsi réunies afin qu'un moratoire sur le nombre de centres OHB et le remboursement « conditionnel », selon les conditions strictes telles que proposées par ACHOBEL, sur une période de 10 ans d'évaluation continue, puissent permettre d'analyser, en Belgique, les économies budgétaires et d'objectiver l'efficacité clinique de l'OHB.

Evaluation de l'oxygénothérapie hyperbare (OHB). J Biga. HAS – France (www.has-sante.fr)

L'objectif de la Haute Autorité de Santé était d'évaluer les indications de l'oxygénothérapie hyperbare (OHB), et d'en définir les conditions de mise en oeuvre.

La méthode proposée par la HAS pour évaluer l'intérêt thérapeutique de l'OHB est fondée sur l'analyse critique des données scientifiques, la position de professionnels réunis en groupe de travail pluridisciplinaire et une consultation des sociétés savantes concernées. Après une recherche documentaire sur les articles publiés entre janvier 1995 et juillet 2006 par interrogation des bases de données bibliographiques Medline, Pascal, Cochrane Library, National Guideline Clearinghouse, INAHTA HTA

Database et la littérature grise, 55 références ont été retenues. Les conclusions ont été que l'OHB constitue un moyen thérapeutique recommandé en urgence dans l'intoxication au monoxyde de carbone chez les patients à haut risque, les accidents de décompression et les embolies gazeuses. C'est un traitement adjuvant à la chirurgie et l'antibiothérapie dans les infections nécrosantes des tissus mous et les retards à la cicatrisation. Des données complémentaires sont nécessaires pour attester de l'efficacité de l'OHB dans d'autres affections.

Présentation sur le rapport d'évaluation de l'oxygénothérapie hyperbare par la Haute Autorité de la santé (HAS). Perspectives en France. D. Mathieu Centre d'Oxygénothérapie Hyperbare, Lille .France. Président du European Committee for Hyperbaric Medicine (ECHM) (www.echm.org)

Au tournant des années 1980, il est apparu de plus en plus évident que les conduites diagnostiques et thérapeutiques ne pouvaient plus être fondées seulement sur des raisonnements physiopathologiques, des expérimentations animales ou l'expérience clinique mais que le choix devait être fait sur des études cliniques randomisées (ECR) de haute qualité méthodologique. Cette médecine fondée sur des preuves (« Evidence-Based Medicine » ou EBM) a vite connu une diffusion à tous les domaines de la Médecine et a provoqué une explosion dans le nombre d'études cliniques randomisées entreprises et publiées.

Parallèlement et très vite, les autorités de santé de même que les organismes payeurs ont vu dans cette démarche le moyen d'encadrer, voire de diminuer les dépenses de santé en ne considérant comme justifiées que les modalités diagnostiques et thérapeutiques appuyées par un haut niveau de preuve. Ceci a abouti dans la plupart des nations occidentales à l'éclosion d'agences ou d'autorités d'évaluation chargées d'élaborer des recommandations ou des référentiels opposables aux médecins et soignants pour leur pratique clinique.

Cette conséquence, non entrevue par les premiers promoteurs de l'EBM, n'est pas sans soulever de nombreuses questions :

Qu'en est-il des pratiques où il n'existe pas d'étude publiée (classiquement considérées comme représentant 80% de la pratique médicale), des situations où la réalisation d'étude n'apparaît pas éthique, ou quand la fréquence de la maladie rend la réalisation d'ECR impossible, ... ?

La Médecine hyperbare est un domaine particulièrement touché par ce problème et ces questions. L'analyse de l'expérience Française permet de dégager quelques pistes de réflexion et d'action pour le futur.

Mélanges gazeux sous l'eau

A. Boussuges, M. Coulange Université de la Méditerranée UMR-MD2 PPCOE Marseille et IRBA IMNSSA, Toulon, Centre Hyperbare de Sainte Marguerite, AP-HM, Marseille (France)

Le bénéfice de l'utilisation des mélanges gazeux enrichis en oxygène est basé sur une réduction du risque d'accident de désaturation. Par contre, la physiopathologie de certains accidents survenus lors de plongées NITROX reste mal comprise. La présentation concernera dans un premier temps les connaissances acquises sur les contraintes cardiovasculaires, respiratoires et neurologiques en ambiance hyperoxique. Les auteurs exposeront ensuite les résultats de travaux récents qui permettent une meilleure compréhension de la physiopathologie d'accidents survenus en hyperoxie. Enfin, les bénéfices et risques de ce type de mélanges seront discutés à partir de l'expérience clinique issue des accidents admis au centre hyperbare de l'Assistance Publique des Hôpitaux de Marseille.

Au total, la stratégie d'utilisation des mélanges suroxygénés en circuit ouvert sera débattue dans une perspective d'optimisation de la sécurité du plongeur loisir.

Les recycleurs utilisés en plongée subaquatique : caractéristiques générales, contraintes physiologiques et pathologies spécifiques liées à leur emploi. M. Hugon, Service de médecine hyperbare et plongée de l'HIA Ste Anne à Toulon (France)

Bruxelles, 24 Octobre 2009

A partir d'un bref rappel historique sur la conception des premiers recycleurs militaires français mais surtout à partir des travaux récents de développement et de validation du nouveau recycleur CRABE menés de 2006 à 2008, les caractéristiques générales des recycleurs et les contraintes physiologiques sont décrites. L'analyse des incidents et accidents survenus au cours de la conception et l'emploi de ces recycleurs militaires depuis plus de 50 ans, permet d'aborder les pathologies spécifiques liées à l'emploi de ce type d'appareil. Celles-ci sont essentiellement liées à la qualité du mélange gazeux délivré au plongeur par ce type d'équipement, pouvant être à l'origine le plus souvent d'une perte de connaissance avec risque de noyade. L'expérience des militaires français permet de conclure sur des conseils de prévention, simples et efficaces au vu du faible impact de ce type d'accident chez les plongeurs militaires français.

Le recycleur en milieu sportif : une passion, une mode ou un véritable marché de la plongée ? J L Diainville : Président directeur général d'Aqua Lung France - La Spirotechnique, directeur général de la zone Europe - Moyen Orient - Afrique.

Alors que quelques sociétés de renom (Dräger, Carleton, Divex, Aqua Lung...) se risquent sur le micro-marché des recycleurs militaires, aucune d'entre elles n'a franchi le pas du marché toujours très confidentiel des recycleurs en plongée sportive. Pire encore, aucun leader du marché de la plongée sportive et de loisir (Aqua Lung, Scubapro, Mares...) n'a également jusqu'à présent tenté l'aventure. Pourtant, chaque année voit son lot de nouvelles machines, et si toutes ne sont pas forcément abouties, la plupart sont de belle facture et mériteraient un meilleur sort sur le terrain des ventes. Alors pourquoi ce marché des recycleurs tarde-t-il à éclore et trouver un véritable public ? Est ce que le niveau de fiabilité requis est atteint ? Est ce que le prix des appareils correspond au prix du marché ? Est ce que les volumes attendus offrent le retour sur investissement espéré ? Est-ce que le public et les pratiques de la plongée de loisir sont prêts à assimiler la culture "recycleur" ? Le recycleur doit-il se cantonner au rôle de vecteur de plongée profonde ? Est-ce *une passion, une mode ou un véritable marché de la plongée* ? A défaut d'apporter des réponses au risque qu'elles soient fausses, l'auteur essaiera d'adresser au moins les vraies questions et de nourrir un vrai débat avec le regard raisonné de l'industriel.

COMMUNICATIONS LIBRES

Mise en place d'une reconnaissance pan européenne des formations pour le personnel paramédical hyperbare. R. Houman, Centre d'oxygénothérapie hyperbare. Hôpital Militaire Reine Astrid. Bruxelles. (Belgique).

Pour mémoire, l'European Baromedical Association for Nurses, Operators and Technicians (EBAss) www.ebass.org est une association internationale sans but lucratif qui a vu le jour en 2003.

Ses membres fondateurs (infirmiers, opérateurs, techniciens) provenaient des principaux centres hyperbares d'Europe. Un des buts d'EBAss est la reconnaissance pan européenne des formations spécifiques au monde hyperbare hospitalier.

C'est 2004, lors de la conférence de consensus à Lille, que l'European Committee for Hyperbaric Medicine (ECHM) demandera à EBAss la réalisation de proposition concrète.

En 2008, le "Resource manual for Education of nurses, operators and technicians in hyperbaric facilities in Europe" est présenté à l'ECHM qui accepte d'en faire un document de l'ECHM.

Cette présentation se propose de présenter ces travaux.

Accidents de plongée aux mélanges ternaires survenus entre 1998 et 2008 en région Provence-Alpes-Côte d'Azur. JM Pontier¹, S De Maistre¹, O Simon², E Bergmann³. ¹Centre de Médecine Hyperbare, d'Expertise de la Plongée, HIA St Anne, 83800 Toulon. ²Centre Hyperbare de Nice. ³Centre Hyperbare – Hôpital Font-Pré – 83000 Toulon. (France)

Introduction

La plongée de loisir aux mélanges gazeux ternaires connaît un développement soutenu depuis plus d'une décennie. Ce type de plongée spécifique permet des profondeurs d'intervention plus importantes. L'objectif de cette étude est de rapporter tous les accidents survenus entre 1998 et 2008 et pris en charge au sein des différents centres hyperbares de la région Provence-Alpes-Côte d'Azur.

Résultats

Les 39 dossiers cliniques concernent tous des plongeurs de sexe masculin, d'un âge moyen de 37 ans (22-48). Il s'agit de plongeurs expérimentés avec des niveaux de qualification élevés (de niveau III à moniteurs fédéral et/ou brevets d'état). Les plongées en cause (exploration et entraînement) concernent toutes des tranches de profondeurs supérieure à 55 mètres avec une profondeur moyenne de 83 mètres (+/- 23 mètres) et une durée de travail moyenne sur le fond de 17 min (+/- 5 min). Dans tous les cas, les plongeurs avaient respecté le protocole de décompression (durée totale moyenne de 72 minutes) sans notion de successivité. Le délai moyen d'apparition des symptômes est inférieur à une heure après la fin de la plongée. Dans tous les cas, il s'agit d'accidents de désaturation avec 30 formes ostéo-myo-articulaires, 8 cochléo-vestibulaires et 2 médullaires avec une symptomatologie neurologique déficitaire et une évolution favorable à 24 heures.

Discussion

L'atteinte prédominante ostéo-myo-articulaire et cochléo-vestibulaire peut trouver une explication dans les caractéristiques de ce type de plongée profonde pénalisante pour les tissus avec une période de désaturation longue. Une seconde hypothèse concerne l'utilisation de l'hélium, gaz diluant moins narcotique que l'azote mais avec une diffusibilité plus importante. Le traitement de ces accidents a privilégié la réalisation de tables thérapeutiques à 2,8 ATA (B18 ou US Navy 5) en accord avec les conférences de consensus. Pour les formes neurologiques déficientes, la réalisation d'une table plus profonde (4 ATA) avec une durée plus importante est privilégiée dans l'état actuel des connaissances. Cette catégorie de plongeur devrait faire l'objet d'une attention particulière lors de la rédaction du certificat médical de non contre indication. L'imagerie des grosses articulations pourrait s'avérer informative.

Facteurs pronostiques des accidents de décompression médullaires en plongée de loisir ; étude rétrospective et multicentrique franco-belge. JE Blatteau¹, E Gemp², O Simon³, M Coulange⁴, B Delafosse⁵, V Souday⁶, G. Cochard⁷, J Arvieux⁷, A Henckes⁷, P Lafere⁸, P Germonpre⁸, M Hugon², P Constantin², A Barthelemy⁴. ¹ Institut de Recherche Biomédicale des Armées, antenne Toulon, 83800 Toulon cedex 9. Centres hyperbares de : ²HIA Sainte-Anne, 83800 Toulon cedex 9), ³Hôpital Pasteur, 06002 Nice cedex, ⁴Hôpital Sainte-Marguerite, 13009 Marseille, ⁵Hôpital Edouard Herriot, 69000 Lyon, ⁶CHU, 49033 Angers cedex 1, ⁷Hôpital la Cavale Blanche, 29609 Brest, (France) et ⁸Hôpital militaire Reine Astrid, 1120 Bruxelles (Belgique).

La moelle épinière est un des tissus les plus fréquemment et sévèrement atteints lors des accidents de décompression (ADD) liés à la pratique de la plongée sous-marine. L'objectif de cette étude était de déterminer les facteurs de risque potentiels associés à une mauvaise récupération neurologique. Les renseignements concernant la plongée, la latence d'apparition des symptômes, le délai de recompression et le type de traitement hyperbare initial ont été étudiés. La sévérité clinique à l'admission a été estimée par le score de Boussuges et la présence ou non de séquelles a été évaluée à 1 mois. L'analyse multivariée a identifié plusieurs variables indépendantes associées à une mauvaise récupération : l'âge, la profondeur, la présence d'une rétention aigue d'urine, la persistance ou l'aggravation des signes avant la recompression et un score de Boussuges > 7. En revanche, ni la précocité de la recompression, ni le choix de la table thérapeutique initiale n'ont influencé significativement la récupération clinique. L'évolution clinique initiale des ADD médullaires lors de la prise en charge au centre hyperbare constitue le facteur pronostique le plus important prédictif d'une évolution défavorable. Un nouveau score de gravité spécifique des ADD médullaires est proposé pour optimiser l'évaluation clinique initiale.

Microparticule et phénomène bullaire lors de la décompression en plongée sous-marine. JM Pontier¹, E Gemp², O Simon³. ¹Centre de Médecine Hyperbare et d'Expertise de la Plongée, HIA St Anne, 83800 Toulon. ²Ecole de plongée de la Marine Nationale, BP311Toulon naval. ³Service Hyperbare, Hôpital Pasteur, 30 Avenue de la voie romaine, 06000 Nice (France)

Introduction

Les troubles de la coagulation jouent un rôle prépondérant dans la physiopathologie de l'accident de désaturation (ADD). Des travaux récents ont montré que lors de la décompression le phénomène bullaire était à l'origine d'une activation des plaquettes sanguines. Les microparticules (MP) d'origine endothéliale, leucocytaire et plaquettaire sont des fragments membranaires de petite taille libérés dans le milieu intravasculaire qui témoignent d'un processus d'activation cellulaire. Ces MP semblent également avoir des propriétés proinflammatoires et procoagulantes à l'origine de pathologies cardiovasculaires athéromateuses. L'objectif de cette étude était d'étudier, chez l'homme, des MP de différentes lignées cellulaires lors d'une plongée sous-marine en l'absence de toute manifestation clinique d'ADD.

Matériel et méthode

Dix plongeurs militaires ont réalisé la même plongée sous-marine à l'air (30 minutes à la profondeur de 30 mètres) sans effort physique sur le fond et en suivant le même profil de décompression (vitesse de remontée de 15 mètres/minute et un palier de 9 minutes à 3 mètres). A l'issue, une détection de bulles veineuses circulantes en région précordiale par Doppler pulsé a été effectué sur chacun des sujets à la 30ième, 60ième et 90ième minute en utilisant la classification de Spencer et le score de KISS. Avant et après chaque plongée (60 min), des prélèvements sanguins veineux ont permis de déterminer le taux plasmatique des MP étudiées que sont l'annexine V (AnV) et le CD41 reflet des plaquettes sanguines, le CD11b et CD66b reflet de la lignée leucocytaire et enfin le CD31 et CD41 pour les cellules endothéliales.

Résultats

Aucun plongeur n'a manifesté de signe d'ADD. L'analyse des marqueurs biologiques montre que seules les MP plaquettaires sont significativement augmentées après la plongée (2307 +/- 471 ng/ml vs 2005 +/- 848 ng/ml pour AnV et 2245 +/- 620 ng/ml vs 2026 +/- 821 ng/ml pour CD41). Les taux de MP plaquettaire sont corrélés positivement avec les valeurs du score KISS reflet du niveau de bulle circulantes ($R^2 = 0,905$, $n = 10$, $p < 0,05$).

Discussion

Ces résultats sont en faveur d'une activation des plaquettes sanguines liée au phénomène bullaire lors de la décompression en l'absence de signes cliniques d'ADD. Des travaux dans le choc sceptique ont montré une relation étroite entre des taux de MP plaquettaires élevés et l'initiation d'un état pro-coagulant. Ce phénomène permettrait d'expliquer la formation de thrombi plaquettaires autour des bulles et l'initiation d'un état procoagulant à l'origine des ADD en cas de dégazage important.

Conclusion

La recherche et l'identification des MP circulantes pourraient ouvrir de nouveaux champs d'application dans la compréhension des mécanismes intervenant dans la physiopathologie de la maladie de décompression et dans le traitement des ADD.

PROGRAMME SOCIAL

Lecture alchimique de la Grand Place de Bruxelles

Sur la Grand Place – Maison des Trois Roses, le 24 octobre 2009 de 09.30 Hr à 13.00 Hr.

La plupart des alchimistes médiévaux sont des religieux ou des prêtres. Et l'on ne s'étonnera pas guère qu'ils aient voulu faire de leur églises et abbayes le bréviaire des faiseurs d'or, présents et à venir.

Ayant fait le choix d'une langue réservée à une minorité d'initiés, celles des symboles, ils s'adressèrent tout naturellement aux corporations des bâtisseurs pour transcrire leurs instructions dans la pierre, matériau durable par excellence. Jusqu'au jour à l'église romaine, aux prises avec la réforme, estima avoir de plus immédiates préoccupations et ferma ses

derniers chantiers. Sans plus de cathédrales à bâtir, les maçons se retrouvèrent avec une connaissance, un langage et leur habileté sur les bras.

C'est alors que l'alchimie descend dans la rue, palliant la démission du clergé, les princes, les bourgeois et enfin les maçons reprennent à leur compte la transmission de l'Art royal. Un peu partout s'édifient les demeures philosophales. Celles de Rouen, Lisieux, l'hôtel Lallemand et de Jacques de Coeur à Bourges, le château de Dampierre sur-boutonne. Un chef d'oeuvre de cette architecture hermétique est la Grand-Place de Bruxelles.

Les circonstances de la naissance de ce grimoire extraordinaire ont un côté inexplicable.

En août 1695, à l'issue du bombardement de la ville par le maréchal de Villeroy, il ne reste debout sur la place que les murs de l'hôtel de ville et la façade d'une maison, la louve. La municipalité se débat dans un maquis de difficultés financières et un paupérisme d'où sortira l'insurrection de 1718. Néanmoins sur des directives et avec des fonds dont l'origine restemystérieuse, on se met immédiatement à l'oeuvre. Le 24 avril 1697, alors que s'achèvent les travaux de déblai, une ordonnance intervient, défendant aux propriétaires comme aux ouvriers, sous peine de démolitions et d'amendes, de bâtir sans que les plans n'aient été au préalable approuvés et reconnus conformes, entendu qu'il est raisonnable de mettre les pignons en harmonie les uns avec les autres. Cette condition, si elle explique l'homogénéité architecturale, aurait dû s'ajouter au manque de ressources et à l'insécurité pour mettre un frein à la construction. Il n'en fut rien. Cinq ans plus tard, la Grand-Place est entièrement relevée de ses ruines. Le contrôleur général de Bruyn lança : « vous avez eu conscience de travailler pour l'éternité ».

Ces paroles énigmatiques furent prononcées au midi, du haut de l'arbre d'or, sous une statue équestre dorée de pied en cape arborant, celle de l'Electeur Maximilien de Bavière, (Charles de Lorraine) arborant sur son armure comme autour de son blason un étincelant collier de la toison d'or. Un rebus c'est lui, en tendant le bras vers une autre statue, un saint boniface, protestant ce n'est pas moi c'est l'autre, désignant le saint Nicolas (Flamel).

Ces trois bonshommes qui s'interpellent du haut de leurs façades sont les notes en bas de page, les références de l'Art royal, de ce gigantesque grimoire qu'est la Grand-Place. Car c'est bien de cela qu'il s'agit, un traité d'alchimie dont chaque maison est une page enluminée de sculptures, parmi lesquelles il faut découvrir l'initiale celle qui porte le frontispice de l'oeuvre, avant de tenter la moindre lecture.

La lecture de ce chef d'oeuvre d'architecture hermétique qu'est la Grand-Place de Bruxelles suivie d'une promenade explicative vous est proposée par le docteur DEVOS, Marie Dominique, spécialiste en médecine hyperbare mais également psychanalyste et dont nombre de travaux portent sur l'alchimie, les légendes, les mythes.

ARTICLES

OXYGENOTHERAPIE HYPERBARE: UNE RAPIDE EVALUATION DE LA SANTE EN BELGIQUE.

M. NEYT, C. OBYN, C De LAET. Centre fédéral d'expertise des soins de santé (KCE), Boulevard du Jardin Botanique 55, 1000 Bruxelles, (Belgique).

ABSTRACT

Hyperbaric Oxygen Therapy: a Rapid Assessment by the Belgium health service. M Neyt, C Obyn, C De Laet. Bull. Medsubhyp. 2009, 19 (Suppl) : 93 - 99

The Belgian Health Care Knowledge Centre (KCE) is an independent institution which produces analyses and studies in order to support decision makers in taking decisions that enable an efficient allocation of available resources in health care in order to provide best medical care and guarantee accessibility. The institute supports the idea of Evidence-Based Medicine and collects and disseminates objective information from registered data, literature and current practice.

In the case of hyperbaric oxygen therapy (HBOT) few indications have been subject to properly organised randomized controlled clinical trials. For some indications, there is no scientific evidence at all. For other disorders, such as diabetic foot ulcers, acute deafness presenting early, and post radiation therapy tissue damage, there is some low-quality evidence. For carbon monoxide intoxication, there is low quality evidence for the non-efficacy of HBOT on the avoidance of long-term neurological sequels. For the short-term therapeutic effects on carbon monoxide poisoning, no RCTs have been conducted. Finally, HBOT has become accepted standard therapy in a few life threatening conditions, i.e. decompression illness and gas embolism, mainly based on historical empirical evidence.

There is currently insufficient evidence to simply extend reimbursement of this therapy regardless of indication. If, however, decision makers decide to make financing more attractive for specific indications, this should be linked to a proper randomised research setting with the explicit goal to collect effectiveness and cost data. This is the best way to find out were HBOT reimbursement should be supported.

INTRODUCTION

La thérapie par oxygénation hyperbare (OHB) consiste en l'administration thérapeutique d'oxygène à des pressions supérieures à la pression atmosphérique normale. Ce traitement est réalisé dans des chambres pressurisées de diverses dimensions, allant de chambres à une place pour un seul patient, à des chambres de traitement à plusieurs places ou même multicompartiments dans lesquelles peuvent s'asseoir plusieurs patients. Dans ces dernières, des lits d'hôpital ou même un poste de soins intensifs complet peuvent être installés tandis que des infirmiers soignent les patients. Cette thérapie est disponible depuis plusieurs décennies et utilisée pour de nombreuses indications. Toutefois, la plupart d'entre elles reposent sur peu, voire aucune donnée probante. Par conséquent, l'OHB a dans le passé été appelée "une thérapie à la recherche de maladies".

On ne connaît pas encore clairement les indications de l'OHB. L'objectif du rapport HTA était de synthétiser les données probantes relatives à son efficacité clinique, d'examiner les aspects de l'OHB en lien avec l'économie de la santé, de décrire l'organisation et les pratiques actuelles en Belgique et de formuler des recommandations pour l'utilisation la plus appropriée de cette thérapie. Cet article donne un bref aperçu des résultats.

Nous renvoyons au rapport HTA complet pour des informations plus détaillées (méthodologie, description des indications, résumé des données probantes, méta-analyse, discussion, etc.) (De Laet et coll. 2008).

INDICATIONS

L'OHB a été utilisée pour soigner de nombreuses pathologies. Toutefois, la majorité des essais cliniques randomisés (ECR) concerne des groupes restreints de patients. De plus, pour de nombreuses indications, aucun essai randomisé de qualité n'a été réalisé. Nous avons dès lors axé notre revue systématique de littérature sur les méta-analyses et les revues systématiques relatives aux indications acceptées par les Sociétés Médicales Hyperbares, soit européennes, soit nord-américaines: le « European Committee for Hyperbaric Medicine » (ECHM) et la « Undersea and Hyperbaric Medical Society » (UHMS). D'autres indications ont uniquement été mentionnées lorsque des données sommaires étaient disponibles.

Nous avons résumé les données probantes pour les catégories d'indications suivantes: intoxication au monoxyde de carbone (CO), accidents de décompression, embolies gazeuses, infections bactériennes à germes anaérobies ou mixtes

(germes anaérobies et aérobies), ischémie aiguë des tissus mous, lésions de tissus après radiothérapie (tissus mous et os), retards de cicatrisation (par exemple le pied diabétique), ostéomyélite réfractaire chronique, encéphalopathie post-anoxique, brûlures thermiques, troubles de l'audition, ischémie oculaire aiguë, neuroblastome de stade IV, pneumatose kystique de l'intestin, situations exceptionnelles d'anémie et une catégorie résiduelle comprenant diverses indications.

SÉCURITÉ

L'OHB semble relativement sûre et les effets indésirables occasionnels sont principalement bénins et réversibles, bien qu'ils puissent être potentiellement sévères et constituer un risque vital. Une installation et une maintenance rigoureuses de même que la présence de personnel adéquat relèvent dès lors de la plus haute importance. Des barotraumatismes peuvent survenir dans les zones du corps où existe une interface entre le gaz et les tissus, comme dans l'oreille moyenne, les sinus et les poumons. Le barotraumatisme de l'oreille moyenne est l'effet indésirable de l'OHB le plus fréquemment reporté en aigu, et ce chez environ 2 % des patients (Bennett, 2006; Feldmeier, 2003). Une étude prospective révèle que près d'un patient sur cinq subit une douleur auriculaire ou un inconfort lié à des problèmes d'égalisation des pressions dans l'oreille moyenne, tandis qu'un examen par otoscope confirme une lésion barotraumatique chez 3,8 % des patients (Plafki et coll. 2000). Le barotraumatisme peut être évité grâce à une sélection soignée des patients, excluant ceux présentant une contre-indication pour l'OHB comme l'emphysème, grâce à l'éducation du patient et à l'arrêt de l'OHB dès les premiers symptômes.

EFFICACITÉ CLINIQUE

Pour diverses raisons, la qualité des données probantes soutenant l'efficacité de l'OHB est faible voire très faible pour la plupart des indications proposées. L'OHB est devenue une thérapie standard acceptée pour quelques conditions extrêmement graves, à savoir l'accident de décompression et l'embolie gazeuse. Ces

indications se basent principalement sur des données empiriques historiques. Pour ces indications, il est peu probable que des données probantes soient mises en évidence par des ECR car de tels essais sont considérés comme non éthiques par de nombreux acteurs de terrain.

Pour trois indications, des ECR de taille réduite ont fourni des données de qualité médiocre relatives à l'efficacité clinique de l'OHB. Dans le traitement des ulcères diabétiques, l'OHB adjuvante pourrait aider à éviter des amputations importantes à moyen terme par rapport à une thérapie standard sans OHB. Pour la surdité aiguë une récupération de l'audition légèrement meilleure a été observée avec l'OHB adjuvante. Une condition est l'utilisation de la thérapie à un stade précoce, bien que la pertinence clinique de l'amélioration soit incertaine. Enfin, l'OHB semble dans certains cas améliorer la guérison de lésions tissulaires après radiothérapie. Toutefois pour ces trois indications, de futurs ECR de plus grande envergure et correctement menés devraient améliorer la qualité des données disponibles.

Par ailleurs, des données de qualité médiocre, basées sur de petits essais de nature hétérogène, montrent l'absence d'efficacité de l'OHB (en comparaison avec l'oxygénothérapie à pression normale) pour éviter les séquelles neurologiques à long terme consécutives à l'intoxication au monoxyde de carbone. Aucun ECR n'a évalué l'efficacité de l'OHB sur les effets à court terme de l'intoxication au monoxyde de carbone: la thérapie par OHB est basée sur des modèles *in vitro* et sur animal, de même que sur un raisonnement théorique. En raison du large consensus au sein de la communauté hyperbare au sujet de l'efficacité de l'OHB pour cette indication, des ECR de plus grande envergure et correctement menés devraient être entrepris pour tirer des conclusions scientifiques définitives relatives à son utilisation pour l'intoxication au monoxyde de carbone.

Enfin, pour les autres indications mentionnées, la qualité des données probantes relatives à l'efficacité de l'OHB adjuvante est très faible, voire inexistante. L'acceptation de ces indications par des sociétés scientifiques et des compagnies d'assurance-maladie est principalement consensuelle: seuls des ECR de plus grande envergure et correctement menés pourront étayer ou réfuter la pertinence de l'OHB.

OHB EN BELGIQUE

L'assurance-maladie belge rembourse le premier et le deuxième jour d'OHB. Au 1^{er} janvier 2008, les prix pour l'OHB ont été fixés à 64,63 € et 48,47 €, respectivement pour le premier et le deuxième jour de traitement.^a Le niveau de remboursement est de 100 %. La nomenclature ne limite pas explicitement l'OHB à des indications spécifiques mais en théorie, l'OHB peut uniquement être porté

en compte lorsque le patient se trouve dans une situation présentant un danger vital. En réalité, ce point fait l'objet d'une interprétation relativement large. Les dépenses en matière d'OHB par les caisses d'assurance-maladie nationales sont relativement limitées. En 2006, 83 000 € ont été payés pour environ 1 400 sessions, principalement en raison des remboursements actuellement restreints. Selon nos estimations, moins de 9 % de toutes les séances d'OHB ont été remboursées

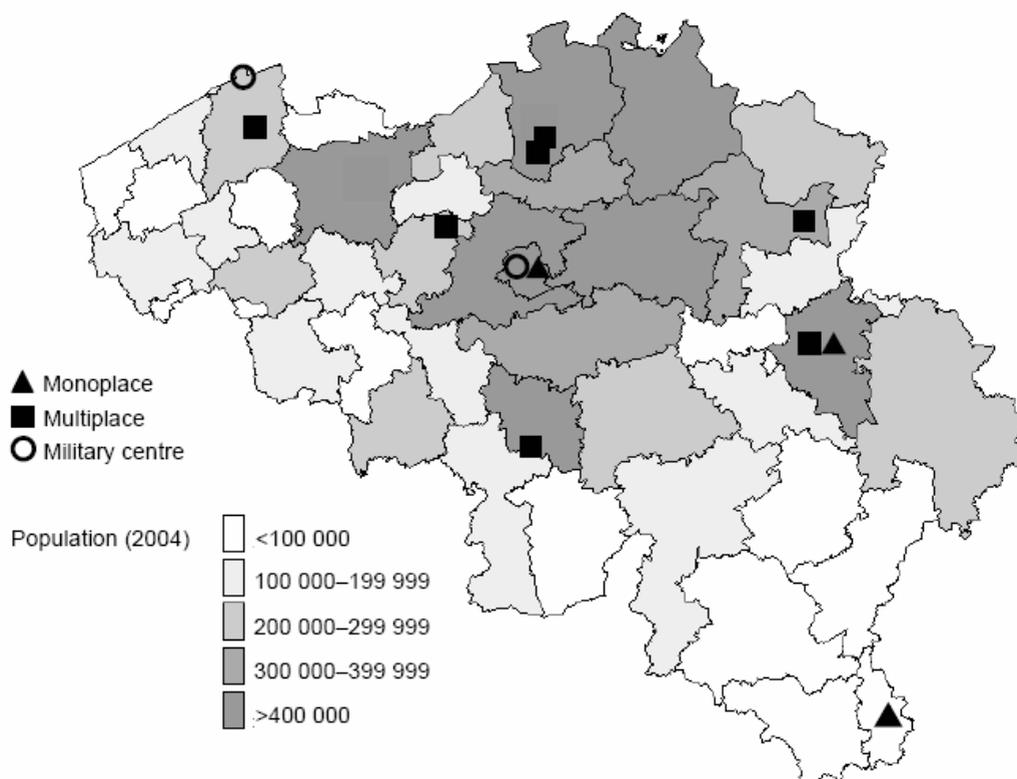


Figure 1: Vue d'ensemble des centres belges avec chambre(s) hyperbare(s).

^a Contexte historique: Jusqu'au début des années mille neuf cent soixante, il n'y avait pas d'aide d'urgence organisée en Belgique. Avec la loi du 8 juillet 1964 sur l'aide médicale urgente, le gouvernement mettait en place le « Dienst/ Service 900 ». Par cette loi, le ministère de la santé a doté les hôpitaux d'un grand nombre d'ambulances avec équipement standard et de réanimation pendant les années suivantes. Dix hôpitaux (essentiellement des hôpitaux chargés d'enseignement) ont également reçu une chambre hyperbare monoplace. A ce moment, les principales indications étaient aiguës, comme une intoxication au CO ou un accident de décompression, indications pour lesquelles une ou un petit nombre de séances étaient suffisantes. C'est pourquoi, le ministère, qui avait déjà lui-même financé l'équipement hyperbare, a introduit en 1972 un honoraire relativement bas pour un maximum de 2 séances (Winnen, 2000).

durant cette année.

Actuellement, douze centres en Belgique sont équipés d'installations hyperbares, deux d'entre eux étant des centres militaires (figure 1). Nous avons demandé aux 12 centres belges de rapporter volontairement leurs activités en utilisant un questionnaire. Finalement, 11 centres ont répondu, ce qui conduit à une légère sous estimation en nombres absolus. En se basant sur les données reçues des 11 centres avec OHB, un total de 1 980 patients ont été traités en 2006, ce qui représente un total de 16 402 séances individuelles. La chambre

hyperbare est utilisée le plus souvent pour les 2 indications suivantes : troubles de l'audition (32 % du total des sessions thérapeutiques reportées, ce qui correspond à 26 % des patients), et les dégâts tissulaires après radiothérapie (30 % des séances, correspondant à 10 % des patients). L'intoxication au CO fournit cependant le plus grand nombre de patients pour une seule indication (40 % des patients) (voir également la figure 2). Pour cette dernière indication, il existe néanmoins des données probantes de faible qualité en faveur de la non efficacité de l'OHB pour éviter des séquelles neurologiques à long terme de l'intoxication au monoxyde de carbone en comparaison avec un traitement par oxygène à pression normale. Cependant les symptômes traités varient sensiblement d'un centre à l'autre. Les taux d'occupation montrent qu'il n'existe aucun problème apparent de capacité et la distribution géographique semble adéquate.

Finalement, nous avons établi une comparaison internationale de la capacité et de l'organisation de l'OHB dans plusieurs pays occidentaux. Il appert qu'il n'existe aucun accord international clairement défini en matière d'utilisation et d'organisation de l'OHB. Les niveaux de remboursement varient et les indications remboursées reposent principalement sur des consensus. Par rapport aux pays environnants, la capacité en matière d'OHB est relativement élevée en Belgique. Par exemple, la Belgique a en moyenne un centre OHB par ~2 500 km², tandis qu'il y a en moyenne un centre par 3 700, 13 600, 15 500, 20 300 et 640 800 km² pour les Pays-Bas, le Royaume Uni, les Etats Unis, la France et l'Australie respectivement. Par rapport au nombre d'habitants, cela correspond à environ un centre par 0.9 million d'habitants en Belgique, comparé à un centre OHB par 1.5, 1.7, 2.3, et 3.3 millions d'habitants pour les Pays Bas, l'Australie, la France et le Royaume Uni, respectivement. Seuls les Etats Unis ont une proportion plus élevée de centres OHB mais ce sont essentiellement des monoplaces pour les services d'urgence.

DISCUSSION

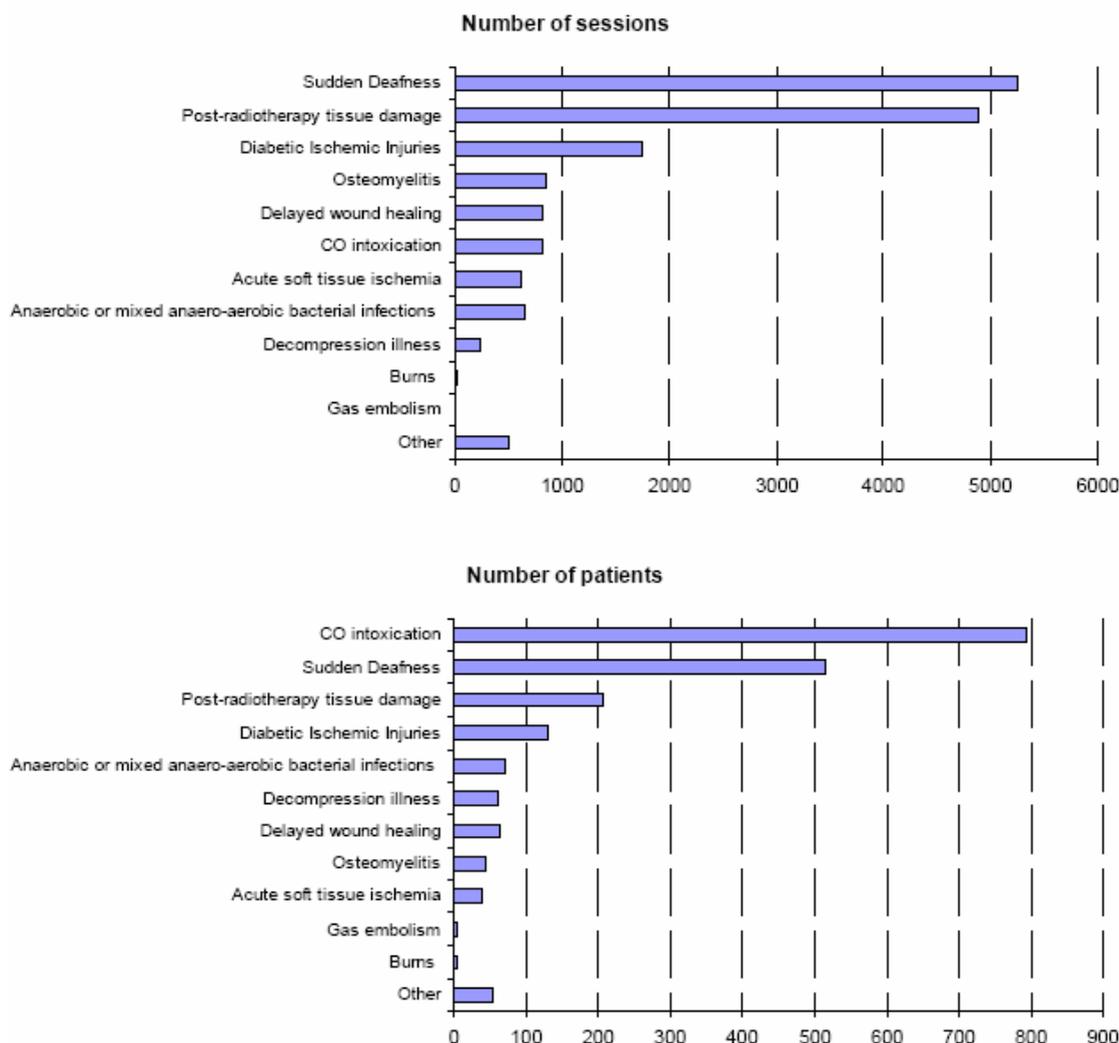
Pour la plupart des indications proposées, les données probantes sérieuses sont au mieux limitées. Une partie de ce manque de données

probantes est expliqué, selon la communauté des hyperbaristes, par le fait que des essais cliniques randomisés sont plus difficiles à conduire pour les indications de l'OHB vu que ces pathologies sont trop complexes pour permettre une randomisation facile, et par le fait que ces pathologies sont parfois une telle menace pour la vie que l'inclusion du patient dans un essai clinique correctement randomisé pourrait être considéré par certains comme contraire à l'éthique. (European Committee for Hyperbaric Medicine, 2004) Un autre problème rencontré lors de l'élaboration des ECRs est la difficulté à occulter l'attribution du traitement, ce qui peut être obtenu soit par l'administration de l'oxygène dans une chambre hyperbare sans augmenter la pression pour les patients du groupe contrôle, comme cela a été fait par exemple dans l'étude sur l'intoxication au CO de Weaver et coll. (2002) ou en plaçant les patients du groupe contrôle et du groupe intervention dans la même chambre hyperbare, en augmentant la pression mais en administrant différents mélanges de gaz comme réalisé dans d'autres études. (Yarnold, 2005; Löndahl et coll. 2006) Et finalement, comme la plupart de ces études sont relativement petites, il y a un risque important de biais de publication puisque les études négatives ou non conclusives ont moins de chance d'être publiées dans les journaux avec peer review.

En conséquence de toutes ces difficultés, la plupart des recommandations actuelles sur les indications "acceptées" ont été obtenues par les sociétés médicales des hyperbaristes selon une méthode basée sur le consensus, plutôt que sur un processus de décision basé sur les données probantes, et le rôle et les besoins d'OHB en pratique médicale journalière en Belgique et dans les autres pays reste incertains.

Au moment où ce rapport a été écrit, il était impossible d'estimer le rapport coût/efficacité de l'OHB puisque des données fiables sur l'efficacité, les coûts et la qualité de vie faisaient défaut. L'OHB pourrait, en théorie, être efficace, améliorer la qualité de vie et réduire les coûts dans certaines indications et, pour cela, mériterait plus d'attention. Même si les effets délétères potentiels causés par l'OHB semblent réduits, ce pourrait être un gaspillage des ressources disponibles d'utiliser l'OHB pour des indications pour lesquelles il n'y a pas d'efficacité prouvée. Puisque l'absence de données probantes n'est pas la preuve d'une absence d'efficacité, de grandes études multicentriques sont nécessaires pour réunir ces

Evaluation de l'OHB par le KCE



Source: données des questionnaires

Figure 2: Utilisation nationale de l'OHB en 2006: vue d'ensemble par indication (en nombre de patients et de séances)

données probantes, spécialement pour les indications cliniquement pertinentes pour lesquelles des données probantes de faible qualité provenant de petites ECR sur l'efficacité clinique de l'OHB existent. Quand ces données probantes seront disponibles, il faudra les soupeser par rapport aux frais que cela entraîne pour voir si les dépenses sont acceptables et abordables.

CONCLUSIONS

L'OHB est utilisé dans de nombreuses indications. Toutefois, peu d'entre elles ont fait l'objet d'essais

cliniques randomisés correctement organisés. Par conséquent, les données de bonne qualité sont insuffisantes pour établir une évaluation correcte de cette modalité thérapeutique. Plusieurs arguments ont été proposés pour expliquer ce manque de recherche de qualité qui apporterait des données probantes. Néanmoins, les détenteurs d'enjeux et les décideurs devraient pouvoir s'appuyer sur des données probantes afin de déterminer s'il est approprié ou non de soutenir et de rembourser l'utilisation de l'OHB pour des indications spécifiques. Les recommandations principalement basées sur des consensus ne peuvent pas être considérées comme des données de qualité.

Les médecins en Belgique ont recours à l'OHB pour un large éventail d'indications mais l'impact de l'OHB sur le budget national de l'assurance-maladie est minime. Cette situation s'explique par les règles actuelles de remboursement restrictives, limitant le remboursement uniquement aux premiers et seconds jours de traitement.

À ce stade, il n'existe pas assez de données probantes pour étendre les remboursements de cette thérapie indépendamment de l'indication. Toutefois, une décision éventuelle des décideurs en faveur de remboursements plus attractifs pour certaines indications spécifiques devrait être couplée à une activité de recherche de qualité, randomisée, dans le but explicite de collecter des données relatives à l'efficacité et aux coûts. Il est nécessaire d'éviter une sur-utilisation pour les indications pour lesquelles une absence de bénéfice est probable, et d'éviter une sous-utilisation là où des bénéfices seraient mis en doute en raison du manque de connaissances.

RECOMMANDATIONS

1. Aucune expansion de la capacité de l'OHB n'est recommandée étant donné qu'il n'existe manifestement aucun problème de capacité et que la distribution géographique semble adéquate, même en tenant compte des indications actuellement « acceptées ».
2. L'utilisation de l'OHB dans le traitement des accidents de décompression et de l'embolie gazeuse sévère est supportée par des évidences empiriques historiques et par un large consensus. L'OHB pour le traitement de l'intoxication au monoxyde de carbone en prévention des séquelles neurologiques à long terme n'est pas étayée par des données cliniques, vu la faible qualité des petits ECR qui montrent l'absence d'efficacité clinique de l'OHB. Par ailleurs, aucun ECR n'a étudié les effets de l'OHB sur les conséquences à court terme de cette intoxication.
3. Un financement conditionnel pour le traitement expérimental pourrait être envisagé et/ou une recherche encouragée spécifiquement pour les indications pertinentes d'un point de vue clinique, pour lesquelles des données sont déjà disponibles. Quelques données de qualité médiocre relatives à l'efficacité clinique d'un traitement adjuvant utilisant l'OHB existent pour les ulcères diabétiques et certains cas de lésions tissulaires

induites par la radiothérapie. Pour les cas de surdité aiguë se présentant à un stade précoce, certaines données suggèrent également un effet bénéfique, quoique la pertinence clinique de ce bénéfice puisse être mise en question.

4. L'utilisation de l'OHB pour d'autres indications n'est étayée par aucune étude, ou par des études de qualité très médiocre.

5. Pour les indications fréquentes, de nouvelles recherches sur des populations plus larges pourraient être menées tant en Belgique, vu le nombre de centres en activité et l'expertise nationale disponible, qu'au niveau international. Pour les recherches relatives aux indications rares, des études multicentriques sont nécessaires: une initiative au niveau européen est probablement requise pour collecter des données relatives à ces indications. Les sources de financement pour cette recherche spécifique ne sont pas identifiées, bien que des protocoles aient  ete d evelopp es précédemment avec un soutien européen.

6. Ces recommandations devraient être révisées dès que de nouvelles et meilleures données relatives à l'efficacité de l'OHB sont disponibles.

RÉFÉRENCES

- Bennett M. The Evidence Basis of Diving and Hyperbaric Medicine - A synthesis of the high level clinical evidence with meta-analysis. Sydney: Prince of Wales Hospital and The University of New South Wales; 2006. Department of Diving and Hyperbaric Medicine Available from: <http://www.library.unsw.edu.au/~thesis/adt-NUN/public/adt-NUN20060808.155338/>
- De Laet C, Obyn C, Ramaekers D, Van De Sande S, Neyt M. Hyperbaric Oxygen Therapy: a Rapid Assessment. Health Technology Assessment (HTA). Brussels: Belgian Health Care Knowledge Centre (KCE); 2008. KCE Reports 74C (D/2008/10.273/15) Available from: http://kce.fgov.be/index_en.aspx?SGREF=10504&CRE F=10715
- European Committee for Hyperbaric Medicine. 7th European Consensus Conference on Hyperbaric Medicine. Lille, France: 2004. Available from: <http://www.echm.org/ECHMConferences.htm>
- Feldmeier J. Hyperbaric oxygen 2003: Indications and results: The Hyperbaric Oxygen Therapy Committee Report. Society UaHM, editor. Kensington, MD; 2003.

Evaluation de l'OHB par le KCE

- Löndahl M, Katzman P, Nilsson A, Hammarlund C, Sellman A, Wykman A, [Hugo-Persson M](#), [Apelqvist J](#). A prospective study: hyperbaric oxygen therapy in diabetics with chronic foot ulcers. *J Wound Care*. 2006, 15(10): 457-459.
- Plafki C, Peters P, Almeling M, Welslau W, Busch R. Complications and side effects of hyperbaric oxygen therapy. *Aviat Space Environ Med*. 2000, 71(2): 119-124.
- Weaver LK, Hopkins RO, Chan KJ, Churchill S, Elliott CG, Clemmer TP, Orme JF Jr, Thomas FO, Morris AH. Hyperbaric oxygen for acute carbon monoxide poisoning. *The New England journal of medicine*. 2002, 347(14): 1057-1067.
- Winnen B. Hyperbare Zuurstofftherapie in Belgische ziekenhuizen: te veel en toch niet genoeg? Katholieke Universiteit Leuven; 2001.
- Yarnold J. Double-blind randomised phase II study of hyperbaric oxygen in patients with radiation-induced brachial plexopathy. *Radiother Oncol*. 2005, 77(3): 327.

RESUME

Oxygénothérapie hyperbare: une rapide évaluation de la santé en Belgique. M Neyt, C Obyn, C De Laet. Bull. Medsubhyp. 2009, 19 (Suppl) : 93 – 99.

Le Centre fédéral d'expertise des soins de santé (KCE) est un organisme indépendant qui a pour mission de produire des rapports d'étude en vue d'aider les responsables à prendre les décisions qui conduisent à l'allocation la plus efficace des moyens disponibles dans la dispensation des soins de façon à garantir la plus grande accessibilité à tous les usagers et à préserver le plus haut niveau de santé. S'appuyant sur les principes de l'Evidence-Based Medicine, le KCE rassemble et diffuse une information objective, fondée sur des données validées et sur les connaissances les plus récentes.

Dans le cas de l'oxygénothérapie hyperbare (OHB), peu d'indications ont fait l'objet d'essais cliniques randomisés correctement organisés. Pour certaines affections, il n'existe absolument aucune étude scientifique. Pour d'autres, comme le pied diabétique, les troubles aigus précoces de l'audition et les lésions de tissus après radiothérapie, il en existe mais de qualité médiocre. En cas d'intoxication au monoxyde de carbone, des données probantes de faible qualité montrent que l'HBOT n'est pas efficace pour éviter les séquelles neurologiques à long terme. Pour les effets à court terme dans l'intoxication au monoxyde de carbone, aucun essai clinique randomisé n'a été mené. Finalement, l'HBOT est devenu le traitement de référence dans certaines situations où la vie est en danger, comme les accidents de plongée et les embolies gazeuses, ce qui est basé essentiellement sur des données historiques empiriques.

A ce stade, il n'existe pas assez de données probantes pour étendre les remboursements de cette thérapie indépendamment de l'indication. Toutefois, une décision éventuelle des décideurs en faveur de financements plus attractifs pour certaines indications spécifiques devrait être couplée à une activité de recherche de qualité, randomisée dans le but explicite de collecter des données relatives à l'efficacité et aux coûts. Alors seulement, il serait possible de décider s'il est opportun de rembourser l'HBOT et dans quels cas

Correspondance.

Mattias Neyt, PhD Centre fédéral d'expertise des soins de santé (KCE), Boulevard du Jardin Botanique 55, 1000 Bruxelles, Belgique

Tel: +32(0)2/287.33.39, Fax: +32(0)2/287.33.85, Email: mattias.neyt@kce.fgov.be

Neyt et coll.

QUELLES PERSPECTIVES POUR L'OXYGENOTHERAPIE HYPERBARE APRES LE RAPPORT DU KCE ?

P. GERMONPRE. Président, Conseil Belge de l'Oxygénothérapie Hyperbare. (Belgique).

ABSTRACT

What are the perspectives for hyperbaric oxygen therapy after the KCE report? P Germonpré. Bull. Medsubhyp. 2009, 19 (Suppl) : 101 – 106.

Le Conseil belge de l'oxygénothérapie hyperbare est une association sans but lucratif qui regroupe tous les centres hyperbares hospitaliers de Belgique. Depuis 1996, ACHOBEL a présenté diverses propositions aux Autorités de la Santé Publique afin de faire reconnaître le traitement par oxygène hyperbare comme d'un traitement curatif dans les indications reconnues par l'ECHM (European Committee for Hyperbaric Medicine) www.echm.org

Les conséquences des recommandations du KCE, sont que nos propositions sont remises sur la table de discussion, pour une période indéterminée....

Tout le monde est d'accord qu'en matière d'oxygénothérapie hyperbare (OHB), en Belgique, il n'y a plus d'investissement lourd à envisager, le « parc de chambres hyperbares » est suffisant et, sans doute, l'un des plus moderne d'Europe. De plus, d'après les analyses économiques du KCE, le remboursement de l'OHB n'est pas onéreux, même dans les conditions spécifiées par ACHOBEL. Toutes les conditions sont ainsi réunies afin qu'un moratoire sur le nombre de centres OHB et le remboursement « conditionnel », selon les conditions strictes telles que proposées par ACHOBEL, sur une période de 10 ans d'évaluation continue, puissent permettre d'analyser, en Belgique, les économies budgétaires et d'objectiver l'efficacité clinique de l'OHB.

INTRODUCTION

La médecine hyperbare est régulièrement soumise à diverses critiques quant à sa crédibilité, son manque de rigueur scientifique ou pire encore : son côté charlatan. Ce moyen thérapeutique est probablement mieux connu, dans le monde anglo-

saxon, depuis un article de 1987, écrit par un étudiant en médecine, dans la revue internationale Chest: « Hyperbaric Oxygen – a Therapy in Search of Diseases ». Le deuxième auteur de cet article, le professeur Eugene Robin, avait écrit un livre en 1984 « Matters of Life and Death », un guide d'évaluation risque-bénéfice pour patients sur un grand nombre de maladies. Robin âgé de 65 ans au moment de la publication, n'avait jamais étudié, ni pratiqué la médecine hyperbare.

Le contenu de cet article, qui pourrait être vu par certains comme précurseur de l'Evidence Based Medicine, passe rapidement en revue les différentes indications de l'OHB en concluant qu'il n'y a, pour aucune indication, de preuve scientifique.

Sans doute, ces auteurs avaient-ils voulu réagir contre ce qu'ils avaient perçu comme d'une « economic driving force », c'ad, sous une couverture philanthropique, l'utilisation outrancière de chambres hyperbares dans une perspective économique, sans analyse coût-bénéfice réelle et répétée.

Malgré le fait que cet article n'était qu'un article d'opinion dans Chest (8 pages), il a été cité et re-cité comme la « preuve » que l'OHB n'a aucune raison d'existence.

Le KCE, dans son rapport d'expertise et ses recommandations, a évalué les « preuves scientifiques » de l'OHB par le filtre des Grade I Scientific Evidence (preuve scientifique), les RCT (Randomised Controlled Trials, essais contrôlés randomisés), et ce de façon stricte. L'équipe du KCE n'a pris en compte que les revues systématiques et meta-analyses, en justifiant cette approche par le fait que « la plupart des études cliniques randomisées trials ont été faites sur un nombre restreint de

patients, et que dans d'autres indications les études randomisées prospectives sont manquantes ».

C'est donc sans surprise que le KCE conclut que, pour aucune des indications pour l'OHB, des RCT de qualité optimale sont disponibles. C'était déjà ce que, en 2004, le professeur Francis Wattel, Président du Comité Européen de Médecine Hyperbare (ECHM) avait observé : « we are forced to recognise that in our field, many questions remain without sufficient evidence to give a definite answer » (nous sommes obligés de reconnaître que, dans notre domaine, il demeure de nombreuses questions sans preuve suffisante pour donner une réponse définitive) mais il ajoutait « this must be a strong stimulant to increase our research effort » (cela doit être un puissant stimulant de nos efforts de recherche).

Pour mémoire, l'approche de l'Evidence Based Medicine (EBM) en sa forme pure, basée sur des RCT, des méta-analyses et des revues systématiques ~~Systematic Reviews~~, ne peut être appliquée que si des RCT de bonne qualité existent en nombre suffisant. Si ce n'est pas le cas, l'approche « EBM » est de baser ses recommandations sur la « best available evidence » (la meilleure preuve disponible). Cela sera le cas pour les maladies peu fréquentes, aux patients en conditions hétérogènes, difficilement stratifiables et/ou randomisables, où des niveaux de preuves scientifiques de moindres qualités pourront être pris en compte. La méthode optimale sera alors d'assurer une évaluation objective, sans biais, par un groupe d'experts, tant issu du domaine concerné, qu'indépendants, puis de formuler des recommandations « par consensus ». Les conclusions de ce consensus indiqueront qu'il conviendra de rester prudent, en mentionnant clairement le manque de preuve scientifique de haut niveau.

D'autres domaines de la médecine sont contraints de suivre ce même trajet. Certaines disciplines, ayant beaucoup de praticiens et de centres de traitement, peuvent produire un volume suffisant d'études multicentriques afin de surmonter cette barrière. La médecine hyperbare, nécessitant une structure de traitement coûteuse et produisant des résultats peu « spectaculaires », a-t-elle des chances de jamais arriver à ce stade-là ?

LES CONCLUSIONS DU KCE

Comme les auteurs de l'article de Chest, le KCE a pour mission « de produire des rapports d'étude aidant les responsables à prendre les décisions qui conduisent à l'allocation la plus efficace des moyens disponibles dans la dispensation des soins de façon à garantir la plus grande accessibilité à tous les usagers et à préserver le plus haut niveau de santé » - un but donc, essentiellement économique.

Evaluer la médecine par le scrutin des preuves scientifiques est évidemment une tâche noble et utile ; néanmoins, peu de domaines de la médecine passent ce scrutin sans dommage – preuve en sont les multiples rapports négatifs que le KCE a émis depuis le début de son activité.

Si le but ultime est, de réduire les coûts en éliminant tout remboursement de frais de santé pour des interventions « non-Grade I », les conclusions du KCE sont claires et toute discussion est vaine. Par contre, si le but ultime est l'amélioration de l'efficacité des moyens disponibles, de garantir une plus grande accessibilité et de préserver un niveau de santé le plus haut possible, les conclusions du rapport du KCE auraient pu être beaucoup plus nuancées. Une « absence de preuve scientifique de Grade I » ne devrait pas être systématiquement considérée comme « absence de preuve scientifique ». Si tel n'était pas la teneur des conclusions, elles ont été interprétées comme tel, et le KCE a ainsi condamné l'OHB avec de graves conséquences.

UNE SITUATION « KAFKAÏENNE »

Le taux de remboursement des traitements hyperbares en Belgique a été instauré en 1972 et n'a pas été modifié en 37 ans. Il s'agit d'un montant pour le premier jour de traitement et un montant plus faible pour le deuxième jour. Il n'est pas fait mention d'indications ni de remboursements pour des jours consécutifs. Le KCE a chiffré que le montant total des remboursements s'élève à 83.000 Euros par an, pour toute la Belgique, soit en moyenne 8.300 Euros par centre.

Perspectives pour l'OHB en Belgique

Ces faibles taux de remboursement étaient peut-être adéquats il y a 37 ans, pour les chambres hyperbares monoplaces installées par le Ministère de la Santé ; entretemps, aucune de ces chambres n'est encore en service. Tous les hôpitaux, sauf deux, ont investi dans une chambre multiplace, permettant un traitement plus sûr, confortable et médicalement plus adapté. Ces nouveaux investissements ont été faits par les moyens propres des hôpitaux, sans intervention du service public.

L'investissement en matériel n'est pas le seul à prendre en compte : afin de garantir une sécurité et un suivi optimal des patients, du personnel dédié est nécessaire. Les recommandations actuellement disponibles (ECHM 2004-2009) prévoient un nombre minimal de personnel physiquement présent lors de chaque traitement hyperbare, ainsi que leur niveau de formation et de compétence (European Code of Good Practice on Hyperbaric Oxygen Therapy, EBAss/ECHM Resources manual on Education of nurses, operators and technicians in hyperbaric facilities in Europe, ECHM Educational and Training Standards for the Staff of Hyperbaric Medical Centres). La lecture de ces recommandations révèle rapidement que ces fonctions sont difficiles à combiner avec une fonction principale p.ex. au Service des Urgences ou Soins Intensifs.

Le KCE insiste, très justement, sur le fait que « proper installation and maintenance of a HBOT facility and adequate staffing with specifically trained personnel is pivotal » (La qualité du matériel et l'entretien rigoureux des installations d'oxygénothérapie hyperbare, servis par du personnel de qualité spécifiquement formé sont des éléments fondamentaux). A défaut de quelque reconnaissance, comment remplir cette condition ? Les centres hyperbares belges ont résolu ce problème, chacun à sa manière. Une revue des solutions (enquête juin 2009) révèle que :

- soit l'hôpital prend en charge les frais liés à l'oxygénothérapie hyperbare
- soit un montant non-remboursé est demandé au patient, de l'ordre de 20-30 Euros par séance
- soit le montant d'une consultation anesthésie est facturé à la Sécurité Sociale

- soit une négociation avec les mutualités permet de facturer le montant du deuxième jour également pour les jours suivants

Il est à noter que les trois dernières solutions augmentent le revenu par séance d'OHB d'environ 20-25 Euros ; que la troisième solution peut être illégale si une consultation personnelle entre patient et anesthésiste n'a pas eu lieu ; et que la dernière solution induit une inégalité entre patients car elle est dépendante des négociations entre le médecin-conseil de chaque Mutualité et l'hôpital.

En aucun cas, ces revenus ne couvrent le montant chiffré de coût réel d'une séance hyperbare (chiffrée à 79-295 Euros par séance/patient par le KCE, à 75-192 Euros – moyenne 150 Euros – par ACHOBEL). Donc, s'il est possible d'assurer une sécurité et un suivi des patients avec ces montants inconstants et faibles, c'est aux dépens exclusifs des budgets de hôpitaux.

Il n'est pas pris en compte dans ces montants, le temps et les ressources en personnel nécessaires pour l'organisation de projets de recherche, ni pour la collecte systématique et l'analyse des données de recherches en cours. En fait, même si cela ne devrait pas prendre trop de temps et pourrait être fait par le personnel OHB sans trop d'effort supplémentaire, il s'avère que ce personnel n'est pas capable d'assurer cette fonction, pourtant indispensable, simplement parce que ce personnel hyperbare n'existe pas !

Effectivement, cette même enquête menée par téléphone en juin 2009, révèle que dans tous les centres hyperbares belges sauf deux, il n'y a pas de personnel spécifiquement dédié à la fonction hyperbare.

- un centre (militaire) dispose de 6 Opérateurs Hyperbares (4 FTE) et 4 mi-temps médecins hyperbares (2 FTE)
- aucun des autres centres n'a de médecin spécifiquement désigné pour la fonction hyperbare pour plus de 2-5% de ses activités, l'essentiel étant consacré à sa fonction « Urgences » ou « soins intensifs »
- un centre civil universitaire dispose de deux infirmiers qui, à mi-temps, prennent la responsabilité du centre hyperbare (1 FTE); deux autres centres (un multiplace, un monoplace) ont l'équivalent d'un ½ FTE en staff infirmier.

- un autre centre civil universitaire dispose de 2 Opérateurs Hyperbares (2 FTE).
- les fonctions « infirmier hyperbare » et/ou « accompagnant hyperbare » sont prises à tour de rôle par les infirmiers des Urgences ou Soins Intensifs, selon leurs disponibilités et en cumul avec leur fonction normale. Il existe, en majorité, un « pool » d'infirmiers/accompagnants, qui, comme les médecins, ne consacrent que quelques pourcentages de leur temps à l'OHB.

Il n'est donc guère surprenant de voir que le volume de recherche en médecine hyperbare en Belgique, ces dernières 20 années, est déplorablement faible. Une recherche systématique sur Medline, sur les années 1989-2009, ne relève que 27 publications dans le domaine de la médecine hyperbare ou de la plongée, dont 11 Case Reports (comptes rendus de cas)/ Case series (séries de cas), 2 Reviews (revues) et 5 Letters (lettres). Vingt-deux de ces publications sont issus du centre hyperbare militaire (dont tous les publications type étude prospective ou rétrospective), 3 autres du centre universitaire disposant de 1 FTE infirmier hyperbare (2 Case Reports (compte-rendu de cas), 1 Letter (lettre)). Ceci démontre clairement que les possibilités de produire des résultats de recherche sont directement liées à la disponibilité de personnel physiquement disponible et dédié à la fonction hyperbare.

Or, le faible montant actuel de remboursement, pour lequel le KCE estime ne pas devoir être adapté à la réalité économique, ne permet d'assurer la mise en place de personnel qualifié ni de garantir la sécurité et le suivi optimal des patients; a fortiori, la recherche en médecine hyperbare, même en collaboration internationale, est impossible à mener. Le KCE reconnaît que les sources de financement disponibles pour la recherche ne sont pas identifiés – en effet, les difficultés d'obtenir des budgets de recherche en l'absence d'intérêts économiques comme par exemples les firmes pharmaceutiques, est reconnue depuis des années par le Comité Européen de Médecine Hyperbare.

Les conclusions et recommandations du rapport restent donc loin des buts initiaux du KCE, « d'améliorer l'efficacité des moyens disponibles, de

garantir une plus grande accessibilité et de préserver un niveau de santé le plus haut possible ».

LES PROPOSITIONS DE REMBOURSEMENT ACHOBEL

Depuis 1993, l'association professionnelle ACHOBEL « Conseil Belge de l'Oxygénothérapie Hyperbare » s'est dédiée à la formation des personnels hyperbares, l'élaboration d'algorithmes de prise en charge et de traitement, les conditions de remboursement par la Sécurité Sociale. Depuis 1996, ACHOBEL a collaboré à l'élaboration de propositions de textes visant à réguler et uniformiser et optimiser l'oxygénothérapie hyperbare, via les réunions ad hoc du Conseil National des Etablissements Hospitaliers et les Comités Médicaux de l'Institut National d'Assurance Maladies et Invalidités.

Ces efforts ont abouti à trois reprises à des textes approuvés en Séance Plénière des Comité Directeurs de ces établissements; malheureusement, chaque fois, des contraintes budgétaires ou instabilités politiques ont mené à une « remise à zéro » des négociations.

L'évaluation menée par le KCE durant l'année 2007 a suspendu les négociations devant mener à une nouvelle considération de modification de remboursement, et ce pour l'accord sectoriel de 2008-2009.

Pour mémoire, le remboursement tel que proposé par ACHOBEL avait pour objectifs :

- de permettre le traitement adéquat des principales indications reconnues par l'ECHM sans nécessité de frais supplémentaires importants pour le patient,
- de permettre une maintenance correcte du matériel, et la mise à disposition des instruments médicaux adaptés au milieu hyperbare,
- de permettre la mise en place du personnel nécessaire, en nombre suffisant, afin de garantir un traitement en sécurité, un suivi optimal du patient et une activité de recherche multicentrique,

Perspectives pour l'OHB en Belgique

- d'éviter des abus, en limitant les indications pouvant être remboursés ainsi que le nombre maximal de séances administrées.

Les bases de la proposition ACHOBEL reposent sur un remboursement conditionnel pour certaines indications reconnues par l'ECHM, à savoir

- l'intoxication au monoxyde de carbone
- maladie de décompression
- embolie gazeuse artérielle
- myonécrose à germes anaérobies
- ischémie chronique critique des membres inférieurs
- (ostéo)radionécrose
- ostéomyélite chronique réfractaire
- surdité brutale
- syndrome d'écrasement des membres
- greffes et lambeaux ischémiques

Pour chacune de ces indications, un nombre maximal de traitements autorisés sont fixés, ainsi que les conditions de réévaluation.

Des critères de qualité pour centres hyperbares avaient également été proposés dans un premier temps, mais n'avaient pas été retenus dans ce premier temps.

L'impact budgétaire de cette nomenclature n'aurait pas été énorme (environ 1 Million d'Euros par an) ; mais elle aurait permis aux hôpitaux de ne pas devoir considérer l'OHB comme « poste à perte » absolu.

CONCLUSIONS

Par son analyse purement axée sur les « preuves scientifiques Grade I », le KCE a complètement annihilé le dialogue entre le Ministre de la Sécurité Sociale et ACHOBEL ; en effet, pourquoi dépenser de l'argent à un traitement sans preuve d'efficacité ? De ce fait, le rapport du KCE, paradoxalement, a

rendu impossible tout progrès dans la recherche en médecine hyperbare, puisque le remboursement actuel ne permet pas d'obtenir du personnel dédié à l'OHB. L'oxygénothérapie hyperbare se trouve donc condamnée à rester une activité « annexe » aux Services d'Urgences ou Soins Intensif (eux-mêmes déjà surchargés et en manque chronique de personnel). Si même des sponsors de l'industrie pouvaient être trouvés (et nous savons tous que ceci est fortement improbable vu le faible intérêt commercial en jeu), il n'y aurait toujours pas le personnel disponible pour effectuer ces recherches... Le facteur sécurité en souffrira également – prendre la responsabilité du fonctionnement journalier d'un centre hyperbare ne se fait pas en cumul avec d'autres fonctions plein-temps.

Si une évaluation plus réaliste des preuves disponibles avait été réalisée, tenant compte d'autres « niveaux de preuve scientifique », les propositions de remboursement telles qu'introduites par ACHOBEL auraient été appréciées à leur juste valeur, et auraient constitué la base pour une période de remboursement conditionnelle. Nous aurions ainsi de réelles possibilités de développer les recherches scientifiques tellement souhaitées.

Le rapport d'évaluation tel que la Haute Autorité de Santé l'a établi en France, répond plus aux buts communs de ces deux organismes : faire le point sur les connaissances actuelles, les preuves disponibles et les arguments pour et contre le traitement par OHB de certaines maladies.

C'est pour cette raison que nous invitons le KCE à engager un vrai dialogue avec les praticiens de l'OHB, afin de réaligner son chemin avec celui que les sociétés scientifiques en médecine hyperbare suivent depuis maintenant 15 ans.

RESUME

Quelles perspectives pour l'oxygénothérapie hyperbare après le rapport du KCE ? P Germonpré. Bull. Medsubhyp. 2009, 19 (Suppl) : 101 – 106.

Le Conseil belge de l'oxygénothérapie hyperbare est une association sans but lucratif qui regroupe tous les centres hyperbares hospitaliers de Belgique. Depuis 1996, ACHOBEL a présenté diverses propositions aux Autorités de la Santé Publique afin de faire reconnaître le traitement par oxygène hyperbare comme d'un traitement curatif dans les indications reconnues par l'ECHM (European Committee for Hyperbaric Medicine) www.echm.org. Les conséquences des recommandations du KCE, sont que nos propositions sont remises sur la table de discussion, pour une période indéterminée....

Germonpré

Tout le monde est d'accord qu'en matière d'oxygénothérapie hyperbare (OHB), en Belgique, il n'y a plus d'investissement lourd à envisager, le « parc de chambres hyperbares » est suffisant et le plus moderne d'Europe. De plus, d'après les analyses économiques du KCE, le remboursement de l'OHB n'est pas onéreux, même dans les conditions spécifiées par ACHOBEL. Toutes les conditions sont ainsi réunies afin qu'un moratoire sur le nombre de centres OHB et le remboursement « conditionnel », selon les conditions strictes telles que proposées par ACHOBEL, sur une période de 10 ans d'évaluation continue, puissent permettre d'analyser, en Belgique, les économies budgétaires et d'objectiver l'efficacité clinique de l'OHB.

EVALUATION HAS DE L'OXYGENOTHERAPIE HYPERBARE (OHB)

J. BIGA. DEMESP - Service Evaluation des Médicaments - Haute Autorité de Santé.
Avenue du Stade de France, 93218 Saint-Denis La Plaine Cedex (France).

ABSTRACT

Assessment of hyperbaric oxygen therapy (HBOT). J Biga. Bull. Medsubhyp. 2009, 19 (suppl): 107 – 110.

The goal of the French National Authority for Health (HAS) was to assess hyperbaric oxygen therapy (HBOT) to define indications and the conditions for implementation. The method used by HAS to assess the therapeutic benefit of HBOT was based on the critical analysis of scientific data, the position of professionals in multidisciplinary working group and consultation with concerned professional societies. After an analysis of the scientific articles published between January 1995 and July 2006 on the databases MEDLINE, Pascal (French speaking literature), the Cochrane Library, National Guideline Clearinghouse, INAHTA HTA Database and non published scientific literature, 55 references were selected. The conclusions were that HBOT can be used in an emergency in the high-risk patients with carbon monoxide poisoning, decompression sickness and acute gas embolism. HBOT can be used in addition to surgery and antibiotherapy for treatment of necrotizing fasciitis and chronic wounds. Additional data are required to demonstrate the effectiveness of HBOT in other indications.

CONTEXTE ET OBJECTIF DE L'EVALUATION

L'oxygénothérapie hyperbare (OHB) est une modalité thérapeutique d'administration de l'oxygène par voie respiratoire à une pression supérieure à la pression atmosphérique standard (1 bar ou 1 atmosphère absolue [ATA]). Elle est définie comme l'inhalation d'oxygène pur (O₂ à 100 %) par un sujet placé dans un caisson d'acier ou de polymère, à des pressions supra-atmosphériques (1,5 à 3 ATA) pendant au moins 90 minutes.

L'évaluation de l'OHB a été demandée par l'Union Nationale des Caisses d'Assurance Maladie, suite aux résultats d'une enquête réalisée en 2005 sur l'activité des centres d'OHB. Cette enquête a révélé qu'un encadrement de ces actes en matière d'indications et de conditions d'exécution était nécessaire.

METHODE

La méthode proposée par la HAS pour évaluer l'intérêt thérapeutique et la place dans la stratégie thérapeutique de l'OHB dans les différentes indications s'est appuyée sur l'analyse critique des données scientifiques et la position de professionnels de santé réunis dans un groupe de travail (une quinzaine de professionnels issus des diverses régions de France, de différentes disciplines, exerçant à l'hôpital ou en activité

libérale, experts de l'acte, de ses alternatives ou de la pathologie). L'avis des sociétés savantes a également été sollicité pour les différentes indications. Une recherche documentaire des publications entre janvier 1995 et juillet 2006 a été effectuée par interrogation des principales bases de données bibliographiques médicales (Medline, Pascal, Cochrane Library, National Guideline Clearinghouse et INAHTA HTA Database). Les autres sources consultées ont été les sites Internet des sociétés savantes compétentes dans le domaine étudié et la bibliographie des articles et documents sélectionnés, ainsi que la littérature grise.

L'analyse critique des publications a été réalisée par une équipe interne à la HAS. Le rapport intermédiaire a alors été soumis au groupe de travail puis a été approuvé par la Commission d'Evaluation des Actes Professionnels, et enfin le Collège de la HAS avant publication (www.has-sante.fr).

RESULTATS

Cent cinq documents ont été obtenus, 92 ont été analysés, et 55 sont cités dans le document, dont 3 recommandations, 2 conférences de consensus, 5 méta-analyses, 7 revues systématiques, 3 séries de cas.

Intérêt thérapeutique

Il est possible de conclure que l'OHB présente un intérêt thérapeutique dans les indications suivantes

- :
- intoxication au monoxyde de carbone (CO) chez les patients à haut risque de complications à court ou à long terme. La notion de haut risque inclut la perte de conscience à l'admission ou après l'admission (niveau B) ; les signes neurologiques, cardiaques, respiratoires ou psychologiques (niveau B) ; la grossesse (niveau C)¹ ;
 - accident de décompression en traitement initial ;
 - embolie gazeuse : les 2 conférences de consensus, celle de l'European Committee of Hyperbaric Medicine (ECHM), et celle de l'Undersea and Hyperbaric Medical Society (UHMS) recommandent l'utilisation de l'OHB dans l'embolie gazeuse, en dépit de l'absence de données cliniques disponibles (essais impossibles à réaliser dans cette indication) ;
 - infection nécrosante des tissus mous ;
 - écrasement de membre (fracture ouverte de type III Gustilo B et C²) ;

¹ Selon les recommandations de la Conférence de consensus de l'ECHM dont les gradations sont les suivantes :

Niveau A (au moins 2 essais cliniques contrôlés randomisés concordants, de grande puissance, en double aveugle ; études contrôlées randomisées sans biais ou petits biais ; méta-analyses), niveau B (essais cliniques contrôlés randomisés en double aveugle, avec biais méthodologiques ou concernant un petit effectif ou une seule étude), niveau C (opinion d'experts).

2 CLASSIFICATION DE GUSTILO

Type I : Ouverture cutanée inférieure à 1 cm. Généralement l'ouverture se fait de l'intérieur vers l'extérieur. Il existe une petite lésion des parties molles. La fracture est souvent simple, transverse ou oblique courte avec petite comminution.

Type II : Ouverture supérieure à 1 cm sans délabrement important ni perte de substance ni avulsion. Il existe une légère comminution et une contamination modérée.

Type III : Délabrement cutané-musculaire, lésion vasculo-nerveuse, contamination bactérienne majeure :

III A : La couverture du foyer de fracture par les parties molles est convenable malgré la dilacération extensive. Il existe une comminution importante de la fracture sans tenir compte de la taille de la plaie.

III B : La fracture ouverte est associée à une lésion extensive ou à une perte de substance des parties molles, avec stripping du périoste et exposition de l'os avec contamination massive et comminution très importante due au traumatisme à haute énergie. Après parage et lavage, l'os reste exposé, et il est nécessaire de recourir à un lambeau de voisinage ou à un lambeau libre pour le recouvrir.

- ostéomyélite chronique réfractaire ;
- lésions radio-induites : ostéoradionécrose de la mandibule en cas d'extraction dentaire et cystite radio-induite ;
- ulcères ou gangrène ischémiques (pied, orteils) chez les patients diabétiques en ischémie critique chronique, sans possibilité de revascularisation ou persistant après vascularisation optimale si la pression d'oxygène transcutanée (PTCO₂) sous OHB > 100 mmHg ;
- ulcères ou gangrène ischémiques (pied, orteils) chez les patients non diabétiques en ischémie critique chronique, sans possibilité de revascularisation ou lésions persistant après revascularisation optimale si PTCO₂ sous OHB > 50 mmHg.

Sécurité

L'OHB conduit à peu de complications et le plus souvent peu sévères. Les complications les plus fréquentes sont le barotraumatisme ORL (incidence de 2 à 6,6 %), le pneumothorax, les convulsions hyperoxiques, les troubles ophtalmologiques et l'exacerbation de la claustrophobie (incidence 14,3 %).

Place dans la stratégie thérapeutique

- Intoxications au CO

Le traitement par OHB est le traitement de première intention, réalisé en urgence dans tous les cas avant la 24^{ème} heure chez les patients à haut risque dans les intoxications au CO. Dans ce cas, l'OHB répond à un besoin thérapeutique non couvert. Les patients peuvent être traités après 12 heures d'oxygénothérapie normobare, lorsque persistent des signes cliniques. Dans les formes mineures, il existe un choix entre l'oxygénothérapie normobare pendant au moins 12 heures et l'OHB. Dans les formes non à risque de complications, le traitement est l'oxygénothérapie normobare (avis du groupe de travail). L'OHB constitue dans ce cas un traitement de relais.

- Accidents de décompression

Les soins de première urgence consistent en l'administration d'oxygène à 100 % sur place et la mise en place de perfusion. Après stabilisation

III C : La fracture ouverte est associée à une lésion artérielle qui nécessite une réparation, mis à part le degré important des dégâts des parties molles.

immédiate et évaluation médicale, les victimes d'un accident de décompression doivent être immédiatement dirigées vers le centre d'OHB disponible le plus proche. L'OHB répond à un besoin thérapeutique non couvert par d'autres moyens thérapeutiques.

- Embolie gazeuse

L'OHB est utilisée en urgence, et en 1^{ère} intention dans les embolies gazeuses.

- Affections chroniques

Dans les infections nécrosantes des tissus mous, les écrasements de membre, l'ostéomyélite chronique réfractaire, les lésions radio-induites, les ulcères ou gangrène ischémiques chez des patients diabétiques ou non diabétiques en ischémie critique chronique, sans possibilité de revascularisation ou persistant après revascularisation optimale, la place dans la stratégie thérapeutique de l'OHB par rapport aux autres thérapeutiques n'est pas bien définie du fait d'une insuffisance de données scientifiques et de l'absence de consensus sur l'amélioration apportée par l'OHB. Dans ces situations, l'OHB constitue un traitement adjuvant dans le cadre d'un protocole thérapeutique, mis en place par une équipe multidisciplinaire.

Ainsi la HAS ne peut se prononcer dans les situations suivantes :

- accident de décompression en traitement des déficits résiduels
- abcès intracrânien, pleuro-pulmonaire, hépatique
- brûlures supérieures à 20 % et du second degré
- rectite radio-induite
- neuroblastome de stade IV
- surdité brusque
- encéphalopathie post-anoxique
- syndrome coronarien aigu
- sclérose en plaques
- ischémie cérébrale.

Conditions d'exécution

La ventilation mécanique : la mise sous ventilation mécanique dans le caisson hyperbare ne diffère pas des indications usuelles (coma, troubles neurologiques, etc.). La ventilation mécanique n'est pas un obstacle à la mise en œuvre d'une OHB, mais nécessite la présence d'un médecin ou d'un(e) infirmier(e) formés à la réanimation, et la proximité d'un service de réanimation.

La mesure de la $PTCO_2$ est réalisée pour la sélection des patients susceptibles de répondre à l'OHB en cas d'ischémie des tissus mous et du pied diabétique, de lambeaux musculo-cutanés, de greffes de peau à vitalité compromise ou d'écrasement de membre. Des mesures de la $PTCO_2$ sont requises pour déterminer les patients candidats à l'OHB, et pour suivre l'effet du traitement dans les écrasements de membre, les plaies non cicatrisantes.

Une non-élévation de la $PTCO_2$ contre-indique l'OHB dans ces indications.

La pression d'OHB utilisée est habituellement de 2,5 ATA, sauf en cas d'accident de décompression (4 à 6 ATA). La durée de séance est d'au moins 90 minutes (jusqu'à 7 heures pour l'accident de décompression et l'embolie gazeuse). Une séance ou plusieurs sont nécessaires en fonction des indications et de l'évolution clinique.

Difficultés liées à l'évaluation

Les résultats de la revue de la littérature sont issus principalement des 2 conférences de consensus, celles de l'ECHM et de l'UHMS. Il se trouve qu'un bon nombre des professionnels ayant participé à l'élaboration de ces conférences de consensus ont fait partie du groupe de travail. De même, les sociétés savantes consultées ont principalement fait appel à ces mêmes personnes pour les questions relatives à l'intérêt clinique de l'OHB. En outre, ces conférences de consensus reposent principalement sur des avis d'experts.

Certaines indications ne sont pas soutenues par des études de haut niveau de preuve. Il s'agit principalement de l'embolie gazeuse ou de l'accident de décompression, dont l'intérêt thérapeutique est connu mais repose sur des fondements empiriques. Pour des raisons éthiques, il est impossible de mener essais contrôlés randomisés dans ces situations d'urgence vitale.

CONCLUSION

L'OHB constitue un moyen thérapeutique recommandé en urgence dans l'intoxication au CO chez les patients à haut risque, les accidents de décompression et les embolies gazeuses. C'est un traitement adjuvant à la chirurgie et au traitement médicamenteux dans les infections nécrosantes des

Biga

tissus mous et les retards à la cicatrisation, les écrasements de membre, l'ostéomyélite chronique réfractaire, les lésions radio-induites (ostéoradionécrose de la mandibule en cas d'extraction dentaire et cystite radio-induite), les ulcères ou gangrène ischémiques sans possibilité de revascularisation ou persistant après revascularisation optimale. Des données complémentaires sont nécessaires pour attester de l'efficacité de l'OHB dans d'autres affections.

REFERENCES

Comité européen pour la médecine hyperbare. 1ère conférence européenne de consensus sur la médecine hyperbare. Lille 19 au 21 septembre 1994. Recommandation du jury. Paris : CEMH ; 1994.

Institut de veille sanitaire. Intoxication au monoxyde de carbone. Aide mémoire. Saint-Maurice : INVS ; 2005.

Conseil supérieur d'hygiène publique de France. Repérer et traiter les intoxications oxycarbonnées. CSHPF ; 2005.

Juurlink DN, Buckley NA, Stanbrook MB, Isbister GK, Bennett M, McGuigan MA. Hyperbaric oxygen for carbon monoxide poisoning (Review). The Cochrane Database of Systematic Reviews 2005 ; Issue 1.

Leach CL, Rees PJ, Willmshurst P. ABC of oxygen : hyperbaric oxygen therapy. BMJ 1998, 317 : 1140-1143.

Comité européen pour la médecine hyperbare. Programme de coopération européenne dans la recherche scientifique et technique. 7^{ème} conférence de consensus sur la médecine hyperbare. Lille 3-4 décembre 2004. Lille : Centre hospitalier et universitaire ; 2004.

Caisse nationale d'assurance maladie des travailleurs salariés. Étude des centres d'oxygénothérapie hyperbare. région PACA Corse. CNAMTS ; 2005.

COST Action B14 hyperbaric oxygen therapy. A european code of good practice for hyperbaric oxygen therapy. Eur J Underwater Hyperbaric Med 2004 ; 5 (Suppl 1).

National Institute for Clinical Excellence. Type 2 diabetes prevention and management of foot problems. London : NICE ; 2004.

Undersea and Hyperbaric Medical Society, Feldmeier JJ. Hyperbaric oxygen 2003 : indications and results. The hyperbaric oxygen therapy committee report. Kensington : UHMS ; 2003.

Bennett M, Jepson N, Lehm JP. Hyperbaric oxygen therapy for acute coronary syndrome (Review). The Cochrane Database of Systematic Reviews 2005 ; Issue 2.

RESUME

Evaluation de l'oxygénothérapie hyperbare (OHB). J Biga. Bull. Medsubhyp. 2009, 19 (suppl): 107 – 110.

L'objectif de la Haute Autorité de Santé était d'évaluer les indications de l'oxygénothérapie hyperbare (OHB) et d'en définir les conditions de mise en œuvre.

La méthode proposée par la HAS pour évaluer l'intérêt thérapeutique de l'OHB est fondée sur l'analyse critique des données scientifiques, la position de professionnels réunis en groupe de travail pluridisciplinaire et une consultation des sociétés savantes concernées. Après une recherche documentaire sur les articles publiés entre janvier 1995 et juillet 2006 par interrogation des bases de données bibliographiques *Medline*, *Pascal*, *Cochrane Library*, *National Guideline Clearinghouse*, *INAHTA HTA Database* et la littérature grise, 55 références ont été retenues. Les conclusions ont été que l'OHB constitue un moyen thérapeutique pouvant être utilisé en urgence dans l'intoxication au monoxyde de carbone chez les patients à haut risque, les accidents de décompression et les embolies gazeuses. C'est un traitement adjuvant à la chirurgie et l'antibiothérapie dans les infections nécrosantes des tissus mous et les retards à la cicatrisation. Des données complémentaires sont nécessaires pour attester de l'efficacité de l'OHB dans d'autres affections.

EPIDEMIOLOGIE DES ACCIDENTS DE PLONGEE AVEC APPAREILS RESPIRATOIRES A RECYCLAGE DES GAZ UTILISES DANS LES ARMEES FRANCAISES A PROPOS DE 153 ACCIDENTS REPERTORIES DEPUIS 30 ANS

P. LOUGE⁽¹⁾, J-E. BLATTEAU⁽²⁾, E. GEMPP⁽¹⁾, P. DELPRAT⁽³⁾, J-M. PONTIER⁽⁴⁾, M. HUGON⁽¹⁾. ¹Service de Médecine Hyperbare et d'Expertise Plongée, HIA Sainte Anne, Toulon. ²Institut de Recherche Biomédicale des Armées, antenne Toulon. ³Groupement de plongeur-démouilleurs de la méditerranée. Toulon. ⁴Ecole de plongée de la marine nationale. Saint Mandrier. (France).

ABSTRACT

Diving accidents with rebreathing apparatus reported in a survey of 153 French military diver. A 30 year summary. P Louge, JE Blatteau, E Gempp, P Delprat, JM Pontier, M Hugon. Bull. Medsubhyp. 2009, 19 (suppl): 111 – 118.

A retrospective study of diving accidents with rebreathing apparatus in the French army was performed for 1979-2009. Some 153 accidents with rebreathing diving apparatus were reported with an annual incidence of 5 events and a estimated risk of 1 accident per 3 500-4 500 dives. Biochemical accidents are the most frequent disorders (68 %) with hypercapnia (60 %), hyperoxia (25 %) and hypoxia (15 %). They may occur with all types of equipment and cause often causes a loss of consciousness (52 %). Decompression sickness represent 12 % of the accidents. They are observed with 40 % and 30 % nitrox mixtures for dives deeper than 35 msw. 12 pulmonary edema were also recorded with complete recovery. Three fatalities resulted in drowning were reported, two with pure oxygen and one with trimix. This low incidence can be explained by the strong application of diving procedures (life strap between divers, airway protection with buccal strap), supervision of trainee divers by instructeurs with open circuit apparatus.

INTRODUCTION

Les plongeurs militaires français utilisent depuis plus de 50 ans des appareils respiratoires à recyclage des gaz dans le cadre opérationnel et très souvent dans les limites de leurs conditions physiologiques d'emploi que ce soient pour la toxicité des gaz, la durée d'immersion ou les efforts effectués. Chaque accident de plongée fait l'objet de déclarations réglementaires qui permettent d'incrémenter une base de données depuis 1979. Sur les 362 fiches validées, 153 concernent des accidents survenant avec un recycleur de gaz.

L'objectif de cette étude est l'analyse épidémiologique de ces accidents intégrant la spécificité d'emploi des ces appareils et les mesures de prévention utilisées dans le domaine matériel et dans les procédures.

MATERIEL ET METHODE

La population étudiée est celle des plongeurs militaires professionnels français, formés à

l'utilisation des appareils à recyclage des gaz. On distingue deux sous-populations :

Les plongeurs démineurs (PLD) (effectif = 200) dont les missions essentielles sont la recherche, l'identification, et la neutralisation ou la destruction d'engins explosifs subaquatiques. Ils sont aptes à travailler jusqu'à 80 mètres sur des modèles de plongées dites « verticales ». Leurs appareils à recyclage de gaz de prédilection sont :

- le DC 55 qui fonctionne en circuit semi-fermé avec des mélanges nitrox préétablis jusqu'à 55 mètres (remplacé depuis cette année par le CRABE : Complet Range Apparatus Breathing Equipement) ;
- le MIXGERS 78 qui utilise un mélange ternaire jusqu'à 80 mètres.

Les nageurs de combats (NC) (effectif = 100) dont les principales missions en plongée sont l'infiltration discrète en territoire ennemi en vue de reconnaissance ou de destruction d'installations portuaires ou de navires. Ils sont aptes à travailler jusqu'à 60 mètres à l'air, mais réalisent l'essentiel de leur plongée par faible profondeur, sur des modèles de plongées dites « horizontales ». Leurs appareils de prédilection sont :

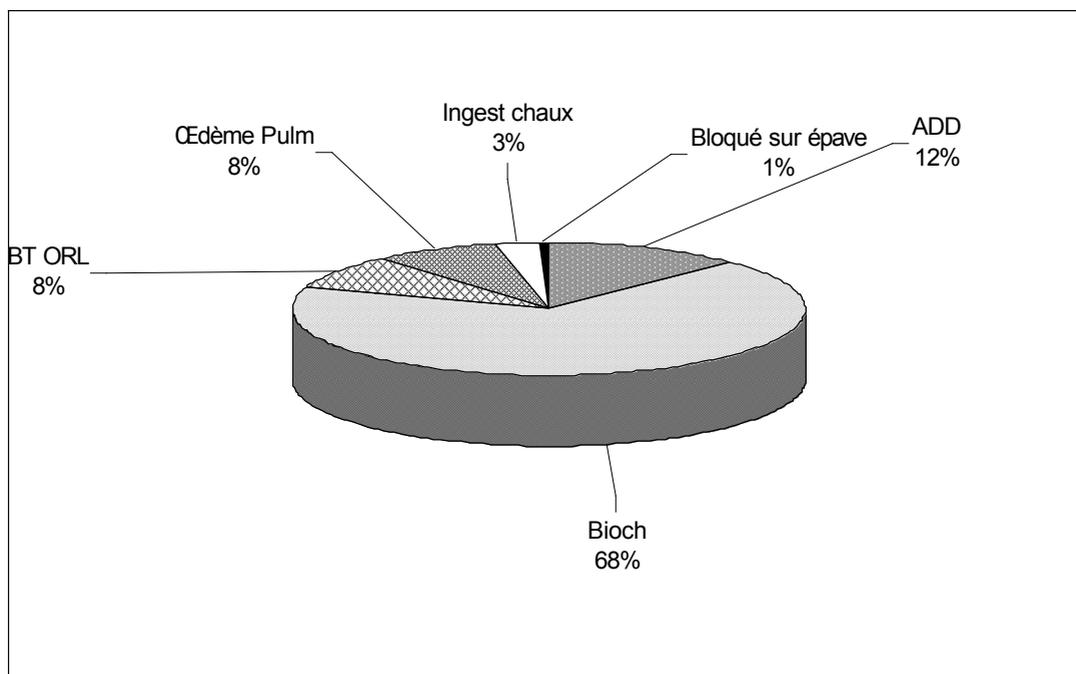


Figure 1 : répartition générale des accidents

- l'OXYGERS 57, appareil à circuit fermé à l'oxygène pur, remplacé depuis 2002 par le FROGS, pour des plongées jusqu'à 7 mètres ;
- l'OXYMIXGERS qui fonctionne avec de l'oxygène pur en circuit fermé ou avec du nitrox 60 % d'O₂ en circuit semi-fermé pour des plongées jusqu'à 25 mètres.

Chaque accident fait l'objet d'une double déclaration réglementaire, militaire et médicale, afin de pouvoir faire évoluer les matériels et procédures. Les informations sont collectées depuis 1979 sur une base de données où sont recueillies les éléments médicaux concernant l'accident, son évolution, les examens complémentaires effectués ainsi que l'expertise du matériel de plongée. L'exploitation de cette base de données permet une analyse épidémiologique descriptive de ces accidents. Chaque fiche a été réétudiée pour compléter et actualiser les diagnostics posés initialement. Les accidents ayant fait l'objet de ces déclarations sont des accidents à manifestation clinique bruyante et/ou ayant eu pour conséquence une interruption de la plongée, un comportement pouvant générer un danger pour le plongeur ou une manœuvre de sauvetage.

Les appareils à recyclage de gaz utilisés dans les armées sont actuellement tous des appareils mécaniques dont l'emploi se fait en fonction de la profondeur à atteindre et/ou de la discrétion attendue qu'elle soit acoustique ou de surface (Blatteau et coll. 2003). On distingue :

Les appareils mécaniques à circuit fermé (Closed Circuit Rebreather ou CCR) sans émission de bulles contraints à l'utilisation d'oxygène pur qui limite leur domaine d'emploi à 7 mètres (risque de toxicité neurologique de l'oxygène). Ces appareils portés habituellement en position ventrale et dont l'alimentation en gaz se fait « à la demande » sont principalement utilisés par les nageurs de combat. L'admission de gaz « frais » contenu dans la bouteille se fait par action de la paroi du sac respiratoire ou « faux poumon » sur une palette ou un détendeur lorsque le volume de gaz dans l'appareil diminue par consommation d'oxygène. Les gaz expirés sont épurés grâce à une cartouche de chaux sodée qui fixe le CO₂ avant d'être à nouveau admis dans le sac respiratoire. Le remplacement de l'OXYGERS 57 par le FROGS (Full Range Oxygen Gaz System) en 2002 a permis d'augmenter l'autonomie de cet appareil (jusqu'à 4 heures d'utilisation contre 3 heures auparavant) et d'optimiser le confort ventilatoire.

Les appareils à circuit semi-fermé (Semiclosed Circuit Rebreather ou SCR) constitués d'un « faux poumon » avec deux sacs concentriques permettant une fuite de gaz proportionnelle au rapport volumétrique des deux sacs grâce à un ensemble de soupapes. L'admission du gaz des bouteilles se fait « à la demande » par action du sac respiratoire sur une fourchette d'admission. Après quelques cycles ventilatoires, le mélange de gaz contenu dans le sac ventilatoire est théoriquement stable avec un taux d'oxygène inférieur à celui présent dans les bouteilles. Ces appareils fonctionnent avec des mélanges gazeux préétablis qui déterminent la profondeur maximale d'utilisation :

- Trimix 23% mélange ternaire contenant 23% d'O₂, 37% d'N₂ et 40% d'He, utilisé entre 55 et 80 m pour limiter les effets narcotiques de l'azote avec un recycleur spécifique : le MIXGERS 78. Cet appareil comporte un ensemble respiratoire dorsal et un tablier tri bouteilles ventral. L'encombrement généré et les procédures d'emploi de cet appareil imposent une plongée de type statique avec descente et remontée sur jalon.

L'appareil mixte type OXYMIXGERS permet de fonctionner en circuit fermé ou en circuit semi-fermé grâce à un permutateur manuel. L'appareil est alimenté par de l'O₂ pur en mode fermé (pas

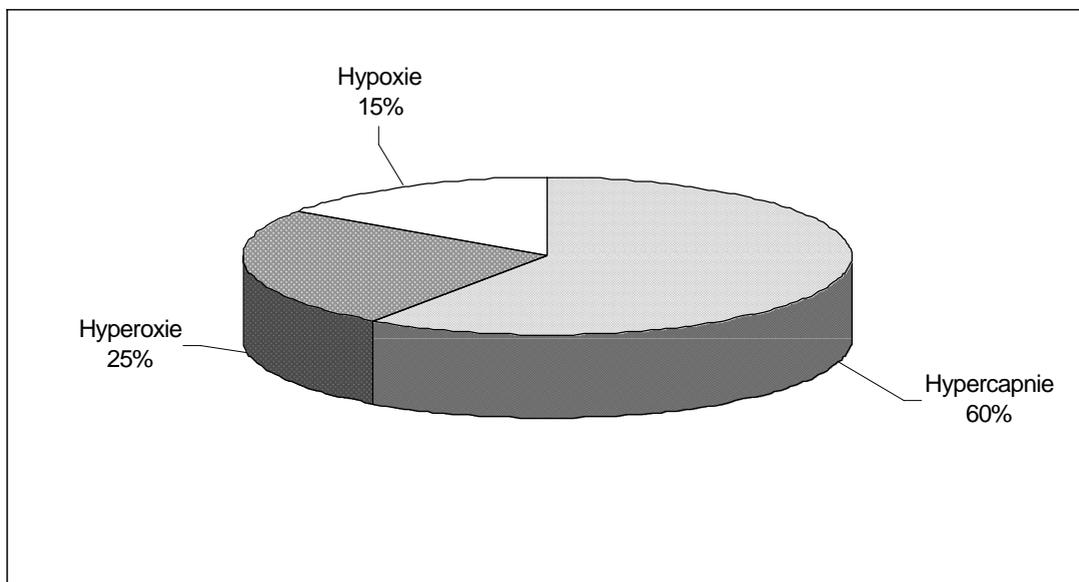


Figure 2 : répartition des accidents biochimiques

- NITROX 60% de 0 à 25m (3 heures sans palier) ; NITROX 50% jusqu'à 30m (1 heures sans palier) ; NITROX 40% jusqu'à 45m, NITROX 32,5% jusqu'à 55m dans le cas du DC 55 remplacé à partir de 2009 par le CRABE, appareil plus performant en confort ventilatoire et en sécurité. Pour les plongées au 40 % et 32,5 % d'O₂, le mélange gazeux ventilé après équilibrage est hypoxique entre 0 et 15 m de profondeur. Un injecteur d'appoint à déclenchement et à fermeture barométrique est ajouté au circuit permettant une injection permanente de gaz hyperoxique dans cette tranche de profondeur ;

d'émission de bulles) avec une limitation d'emploi jusqu'à 7m, ou par du nitrox 60% en mode semi fermé permettant d'atteindre 25m. Il est utilisé exclusivement par les nageurs de combat dans leurs propulseurs sous-marins.

RESULTATS

153 accidents de plongée concernant des plongeurs ayant utilisé un appareil à recyclage de gaz ont été rapportés, soit 42 % de l'ensemble des accidents répertoriés depuis 30 ans, avec une moyenne de 5 accidents par an.

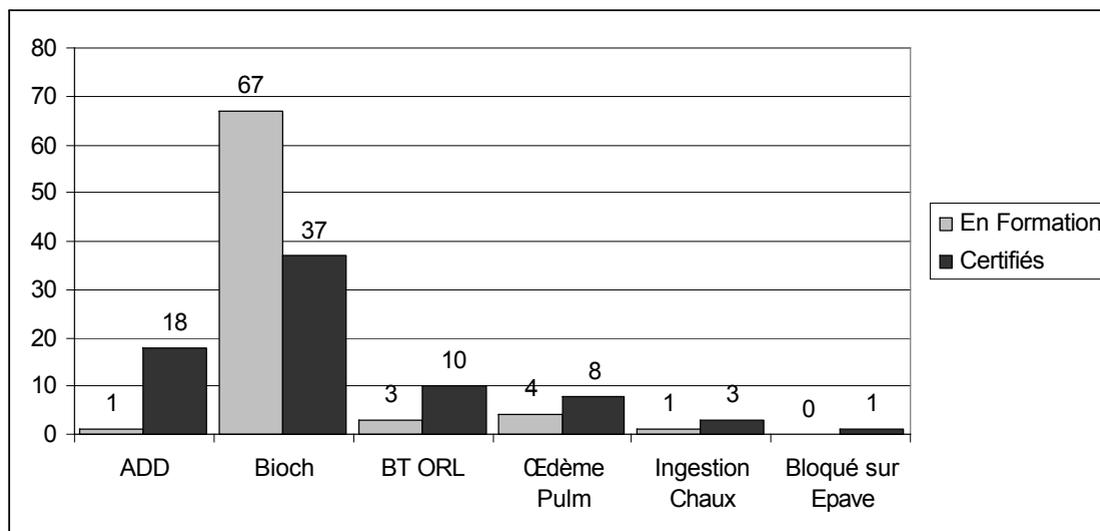


Figure 3 : Répartition des accidents en recycleur en fonction du niveau de formation

Le nombre de plongées en recycleur par an est estimé entre 17 000 et 23 000 (60 à 80 plongées par an pour PLD, 50 et 60 plongées par an pour les NC) d'où un taux d'incidence d'accident au recycleur de l'ordre de 1 cas pour 3500 à 4500 plongées.

L'essentiel des plongées sont réalisées au DC 55 avec mélange nitrox 60% d'O₂ pour les plongeurs démineurs et au FROGS 100% d'O₂ pour les nageurs de combat. Les plongées profondes avec recycleur (DC 55 au Nitrox 32,5% entre 45 et 55 m et MIXGERS avec mélange Trimix 23% de 60 à 80 m) sont relativement rares (4 à 8 plongées par an par plongeur) et se font dans un cadre de sécurité renforcée (plongeur d'assistance et paliers de désaturation à l'oxygène par narguilé pour le mélange ternaire notamment).

Les accidentés sont dans 100 % des cas des hommes (mais la féminisation des plongeurs démineurs est extrêmement récente et seules 2 femmes sont certifiées depuis 2006). L'âge moyen est de 29 ± 5 ans.

Dans 76 cas (50 %), les accidents sont observés pendant le cours de formation de plongeur d'arme à l'école de plongée (figure 3).

La majorité des accidents sont de type biochimique avec 102 cas répertoriés (prévalence de 68%).

On distingue (Figure 2) :

Les hypercapnies aiguës dans 62 cas (60 %) avec une symptomatologie associant des signes ventilatoires à type d'essoufflements incoercibles

et de céphalées intenses ayant entraîné un arrêt de la plongée et une remontée assistée dans certains cas par le coéquipier. Dans 10 cas (21 %), une perte de connaissance hypercapnique est observée. Ces hypercapnies sont principalement d'origine endogène (60 %) c'est à dire liée au plongeur. Dans quelques cas, on retrouve une origine exogène liée à un problème de chaux sodée (chaux saturée en fin de plongée de longue durée, chaux non renouvelée ou inopérante parce que noyée par défaut d'étanchéité de l'appareil) (Galland 1992)

Les hyperoxies aiguës dans 26 cas (25 %) se manifestent invariablement par une perte de connaissance suivie de mouvements convulsifs après une phase hypertonique. Elles apparaissent soit en eau, soit parfois en surface après sauvetage au moment de la levée d'embout. Un coma post critique est habituel. Ces accidents étaient surtout observés avec l'oxygène 57 après une exposition prolongée (2-3 heures), à la limite du seuil de toxicité de l'oxygène (1,6-1,7 ATA d'O₂), dans un contexte d'hypercapnie (effet vasodilatateur du CO₂ annulant l'effet vasoconstricteur hyperoxique protecteur cérébral) (Cantais et coll. 2000 ; Louge et Méliet 2006). Certains cas d'hyperoxie aigüe ont également été associés à l'utilisation du DC 55 avec Nitrox 32% ou encore avec l'OXYMIXGERS. Un défaut matériel ou bien encore une erreur d'emploi de l'appareil étaient souvent constatés de ce cas avec ventilation de gaz hyperoxique très au delà de la limite toxique neurologique (mélange très hyperoxique à 50 m au DC 30% par ouverture intempestive de la bouteille

Accidents avec les recycleurs à gaz dans les armées françaises

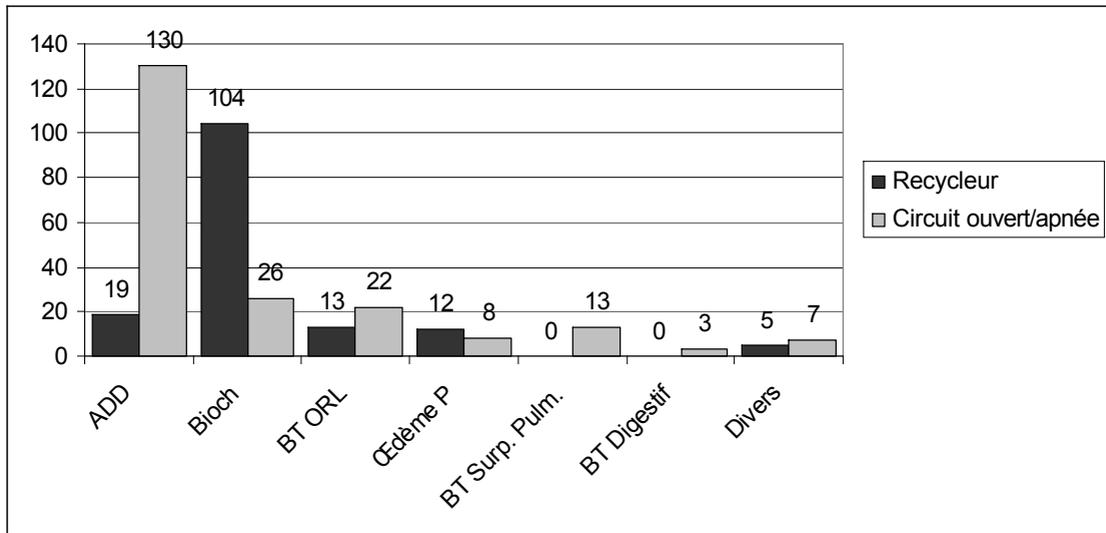


Figure 4 : répartition des accidents recycleurs/circuit ouvert-apnée

d'O₂, défaut du commutateur 100 % - 60 % avec ventilation de 100 % d'O₂ à 25 mètres à l'OXYMIXGERS).

Les hypoxies aiguës dans 16 cas (15 %). Ces accidents sont également caractérisés par une perte de connaissance sans prodrome, parfois associées à des mouvements convulsifs avec une reprise de la conscience sans coma post-critique mais un épisode d'agitation dans 2 cas. Ils concernent surtout les appareils pour lesquels le mélange

respiratoire peut devenir hypoxique à la remontée en particulier dans la tranche 0-15 mètres (DC 30 %, 40 %, MIXGERS 23 %). Dans un cas, il s'agit d'un mauvais rinçage de l'appareil de plongée en circuit fermé (OXYGERS 57) et dans un autre cas, de l'utilisation de bouteilles sensées contenir du mélange 60 % d'O₂ mais qui ne contenaient que de l'azote (bouteilles non rincées en retour de réépreuve).

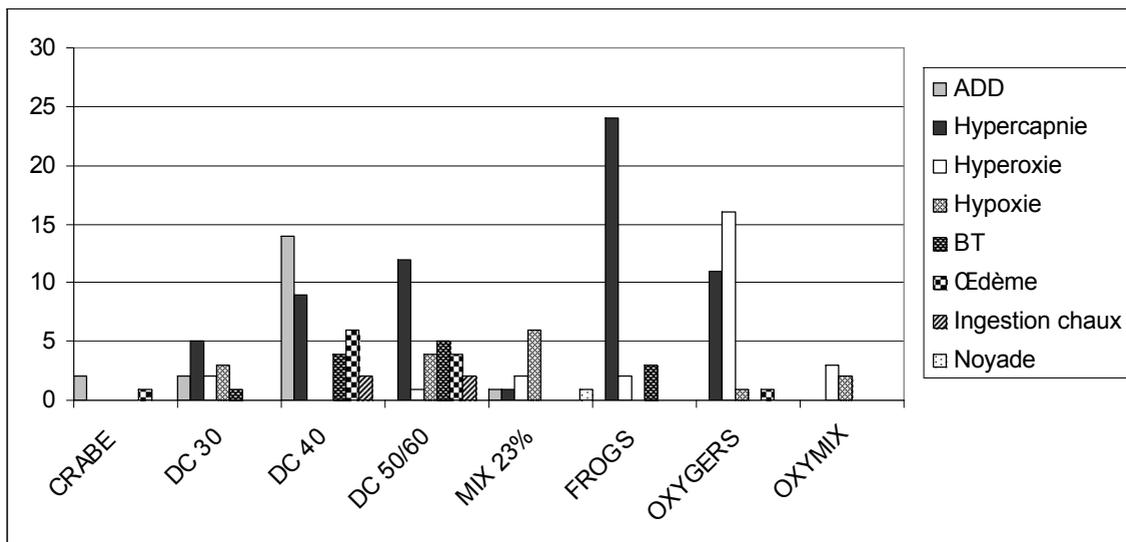


Figure 5 : répartition des accidents de plongée par appareil

Au total, dans 54 cas sur 102 (52 %), ces accidents biochimiques se sont soldés par une perte de connaissance en eau et le plongeur a du faire l'objet d'une manœuvre de sauvetage par son coéquipier pour remonter vers la surface. L'évolution a toujours été favorable dès que le plongeur a rejoint la surface et a été débranché de son appareil de plongée. Deux complications avec d'inhalation modérée ont été observés à la suite d'une hypercapnie et d'une hyperoxie.

Trois décès sont à déplorer, ils concernent un binôme d'élèves nageur de combat à l'oxygène 57 qui se sont trouvés dans l'impossibilité de remonter en surface, bloqués sous une barge, un autre accident correspond à un blocage d'un plongeur sur une épave profonde avec visibilité nulle lors d'une plongée au mixers.

Sur l'ensemble de la série, les accidents de désaturation (ADD) sont relativement rares (20 cas sur 153 soit 13 %). Ils n'ont jamais été observés pour les appareils utilisant de l'O₂ 100 % ni du mélange 60 % d'O₂. En revanche, il s'observent fréquemment avec les appareils à circuit semi-fermé DC 55 au mélange 40 % O₂ (17 cas soit 85 % des cas) utilisés entre 35 et 45 mètres.

Des symptômes d'origine respiratoire ont été observés dans 12 cas (8 %). Ces symptômes à type de gêne ventilatoire associée ou non à des crachats hémoptoïques ont été initialement classés en distension / surpression pulmonaire. Cependant l'analyse des fiches n'objective pas de blocage expiratoire patent pour la majorité des observations, et suggère plutôt une étiologie multifactorielle d'œdème pulmonaire d'immersion (Slade et coll. 2001). Une prédominance nette pour les appareils à port dans le dos (11 cas) est observée (Guivarc'h 1991). Toutes les évolutions ont été favorables.

Les Barotraumatismes ORL représentent 13 cas (8 %). Ils n'ont pas de caractéristiques particulières et n'ont fait l'objet d'une déclaration que pour les formes les plus sévères : Barotraumatisme de l'Oreille Interne dans 6 cas avec atteinte cochléo-vestibulaire, perforation tympanique dans 4 cas (stade 5).

Enfin, 4 cas de brûlures bénignes buccales et des voies digestives hautes ont été observées par ingestion de liquide caustique, mélange d'eau et de chaux sodée. Dans chaque cas, il s'agissait

d'erreur de manipulation du boisseau avec appareil noyé.

DISCUSSION

Les accidents de plongée avec recycleur les plus fréquents sont les accidents liés à la toxicité des gaz (70 % des cas) (figure 4). Ils génèrent dans 1 cas sur 2 une perte de connaissance dont la conséquence est le risque de noyade par lâchage d'embout et l'impossibilité de rejoindre seul la surface. Le **pronostic vital** est alors directement engagé. Les procédures actuelles de plongée aux recycleurs dans le cadre militaire rendent ces complications exceptionnelles. En effet, deux mesures préventives sont obligatoires :

- Le sanglage systématique des plongeurs en binôme ce qui permet de retrouver son coéquipier quelles que soient les conditions de la plongée (en particulier si la visibilité est mauvaise) et de pouvoir l'assister en cas de sauvetage ;
- L'utilisation d'une sangle de maintien de l'embout buccal associé à un couvre-lèvre dit « cache moustache » permettant au plongeur inconscient de continuer de ventiler sans risque de noyade. Le sauveteur peut se concentrer alors sur la qualité de son sauvetage et sur le respect des paramètres de la remontée.

L'hypercapnie aigüe est l'accident le plus fréquent et est très largement sous-estimée lorsque les symptômes sont frustrés. Elle est prédominante chez les plongeurs en formation au recycleur en circuit fermé (33 cas sur 35 soit 94 %) où l'intensité de l'effort sub-aquatique (palmage soutenu), la difficulté de maîtrise de l'appareil (absence de poumon ballast), les contraintes ventilatoires générées par la tenue d'immersion, le recyclage de gaz, et les durées de plongée à la limite des capacités d'épuration de la cartouche de chaux sodée, aboutissent à une inadéquation entre la production de CO₂ et son élimination. Les pertes de connaissance hypercapniques observées sont le plus souvent rapidement précédées par des signes ventilatoires d'embûées importants accompagnés de carbonarcose. L'explication semble être un effet de « masque » de la symptomatologie initiale du fait de l'utilisation d'un mélange hyperoxique (compensation partielle de l'action de l'élévation de la PaCO₂, agissant comme un puissant stimulus

respiratoire, par l'élévation de la PaO₂ au niveau des chémorécepteurs centraux).

Les hyperoxies aiguës sont également prédominantes chez les plongeurs en formation (16 cas sur 18 soit 89 %). Elles sont également sous-évaluées notamment en tout début lors des tests de présélection nageur de combat (figure 2).

Le remplacement à partir de 2002 de l'OXYGERS 57 par FROGS, recycleur de gaz en circuit fermé de nouvelle génération, a permis par une augmentation des capacités en chaux sodée, une meilleure ergonomie et une plus grande sécurité d'emploi, d'observer une diminution des hypercapnies et des crises hyperoxiques en fin de plongée de longue durée. En revanche, on observe toujours un nombre important d'hypercapnies par inadaptations ventilatoires à l'appareil en début de formation.

Une mesure préventive complémentaire est appliquée à l'école de plongée pour les plongeurs en formation dont le risque d'accident biochimique est majoré : Chaque binôme de plongeurs est accompagné par au moins un instructeur en circuits ouvert y compris jusqu'à 80 mètres (Utilisation de Bi-corailleur 18 % d'O₂ 41 % N₂ et 41 % He). Les élèves ne plongent en binômes seul qu'à la condition qu'ils aient validés les techniques de sauvetage avec ce type de matériel, ou qu'ils soient balisés en surface par un nokalon.

Sur l'ensemble de la série concernant tous les recycleurs (figure 5), l'accident de désaturation est relativement peu observé, en revanche il devient un accident fréquent avec l'appareil DC55 qui utilise des mélanges nitrox contenant de l'azote jusqu'à la profondeur de 55 mètres. Les formes cliniques de l'accident de désaturation ne semblent pas être différentes de celles rencontrées en plongée à l'air avec une prédominance de forme neurologique. Il est intéressant de constater l'absence d'accident de désaturation avec le mélange nitrox 60% d'oxygène qui délivre une PpO₂ élevée dans la zone des 25 mètres. En revanche, le mélange nitrox 40% apparaît plus pathogène avec un pic d'accident survenant entre 35 et 40 mètres sans paliers prévus par la procédure de décompression. On ne constate pas d'accident de décompression pour la plongée plus profonde au-delà de 45 mètres (nitrox 32,5% et mélanges ternaires), mais cela est certainement lié au protocole imposé (plongée statique, durée de travail limitée, paliers à l'oxygène) qui entraîne également un faible nombre de plongées réalisées

dans ces tranches de profondeur.

Depuis cette année un nouvel appareil semi-fermé (le CRABE) est en dotation dans la Marine française. La mesure des PpO₂ dans l'appareil a imposé une modification des procédures de décompression, ce qui semble particulièrement légitime pour la plongée au mélange nitrox 40%. 2 accidents de désaturation au nitrox 40 % ont été observés lors de plongées aux limites physiologiques de l'appareil.

Il est à noter que les accidents par défaut matériel ont été extrêmement rares (9 cas sur 153 soit 6 %), ce qui confirme la fiabilité de ces appareils mécaniques.

CONCLUSION

Les accidents avec les appareils à recyclage de gaz utilisés dans les armées sont relativement fréquents (de l'ordre de 1 accident pour 3 500-4 500 plongées) avec une prédominance nette des accidents biochimiques. Ils intéressent principalement les plongeurs en formation. Cependant, les procédures de plongées imposées par la réglementation militaire (sangle d'embout, lien du binôme, sécurité du binôme sangle en formation par un instructeur en circuit ouvert) ont pour conséquence de limiter grandement les complications mettant en jeu le pronostic vital (noyade et/ou disparition) que l'on recense malheureusement trop fréquemment en plongée TEK civile avec des chiffres éloquentes (Johnson 2007) :

- 175 décès répertoriés depuis 1949 ;
- 83 décès entre 1994 et 2007 pour 2 500 pratiquants répertoriés ;
- 1 décès pour 391 plongées au recycleur (sportif) ;
- les recycleurs mécaniques à circuit fermé ou semi-fermé (CCR ou SCR) sont 204 fois plus dangereux que les appareils à circuit ouvert ;
- les recycleurs électroniques (eSCR) sont 900 fois plus dangereux...

REFERENCES

Cantais E, Louge P, Goutorbe P, Méliet JL. Flow velocity changes in the cerebral arteries during a long period of oxygen breathing. In: Carli-Corleo R (eds.) Proceedings of the 26 th annual meeting of European

Louge et coll.

Underwater and Baromedical Society (EUBS). Malta, 2000, pp 111-116.

Galland FM. La chaux sodée des appareils de plongée. Etude des facteurs de l'absorption du CO₂. Proposition de standardisation des essais de laboratoire. Mémoire de spécialité du service de santé des armées « médecine de la plongée », février 1992.

Guivarc'h C. L'œdème aigu pulmonaire apparu en plongée avec l'appareil DC 55. Aspect médico-militaires. Proposition d'améliorations ergonomiques. Mémoire de spécialité du service de santé des armées « médecine de la plongée », janvier 1991.

Johnson S. Présentation récupérée sur www.deeplife.co.uk/files/How_Rebreathers_Kill_People.pdf

Louge P, Méliet JL. Toxicité neurologique de l'oxygène. In : Broussolle B, Méliet JL (eds). Physiologie et médecine de la plongée. Ellipse, 2^{ème} édition, 2006, pp 282-294.

Slade JB, Hattori T, Ray CS, Bove AA, Cianci P. Pulmonary edema associated with scuba diving. Case reports and review. Chest 2001, 120 : 1686-1694.

RESUME

Epidémiologie des accidents de plongée avec appareils respiratoire à recyclage des gaz utilisés dans les armées Françaises. A propos de 153 accidents répertoriés depuis 30 ans. P Louge, JE Blatteau, E Gempp, P Delprat, JM Pontier, M Hugon. Bull. Medsubhyp. 2009, 19 (suppl) : 111 – 118.

Les plongeurs militaires français utilisent depuis plus de 40 ans différents types d'appareils de protection respiratoire et de mélanges gazeux adaptés à la profondeur et la mission de ses plongeurs. Ont été répertoriés 153 accidents avec un appareil à recyclage des gaz de 1979 à 2009. Les accidents biochimiques sont les plus fréquents (68 %) répartis entre hypercapnie (60 %), hyperoxie (25 %) et hypoxie (15 %). Ils s'observent avec tous les types d'appareils et entraînent souvent une perte de connaissance (52 %), et intéressent plus particulièrement les plongeurs en formation (64%). Les accidents de désaturation représentent 12 % des accidents. Aucun n'a été observé pour les plongées à l'oxygène pur et au nitrox 60 % (60 % O₂-40 % N₂). Ils apparaissent avec les mélanges nitrox 40 % et 30 % pour une profondeur supérieure à 35 m. Aucun accident n'a été enregistré dans la tranche 60-80 m au mélange ternaire (O₂-N₂-He) probablement en raison du protocole utilisé (durée de travail limitée, plongée statique). On a recensé 12 fois (8 %) avec une symptomatologie respiratoire d'évolution favorable. Enfin on ne déplore que trois décès (deux à l'oxygène pur et un au mélange ternaire). Ce chiffre peu élevé peut s'expliquer par l'application stricte des procédures de sécurité comme le sanglage systématique en binôme des plongeurs, l'utilisation de sangles d'embout pour éviter la noyade, une grande rigueur dans la maintenance des appareils et des règles d'utilisation de la chaux sodée, et un accompagnement des plongeurs en formation par un instructeur en circuit ouvert.

FACTEURS PRONOSTIQUES DES ACCIDENTS DE DECOMPRESSION MEDULLAIRES EN PLONGEE DE LOISIR ; ANALYSE RETROSPECTIVE MULTICENTRIQUE DE 279 CAS.

J-E. BLATTEAU¹, E. GEMPP², O. SIMON³, M. COULANGE⁴, B. DELAFOSSE⁵, V. SOUDAY⁶, G. COCHARD⁷, J. ARVIEUX⁷, A. HENCKES⁷, P. LAFERE⁸, P. GERMONPRE⁸, M. HUGON², P. CONSTANTIN², A. BARTHELEMY⁴. ¹ Institut de Recherche Biomédicale des Armées, antenne Toulon, 83800 Toulon cedex 9. Centres hyperbares de : ²HIA Sainte-Anne, 83800 Toulon cedex 9), ³Hôpital Pasteur, 06002 Nice cedex, ⁴Hôpital Sainte-Marguerite, 13009 Marseille, ⁵Hôpital Edouard Herriot, 69000 Lyon, ⁶CHU, 49033 Angers cedex 1, ⁷Hôpital la Cavale Blanche, 29609 Brest, (France) et ⁸Hôpital militaire Reine Astrid, 1120 Bruxelles (Belgique).

ABSTRACT

Prognostic factors of spinal cord decompression sickness in recreational divers; retrospective and multicentric analysis of 279 cases. J-E. Blatteau, E. Gempp, O. Simon, M. Coulange, B. Delafosse, V. Souday, G. Cochard, J. Arvieux, A. Henckes, P. Lafère, P. Germonpré, M. Hugon, P. Constantin, A. Barthélémy. *Bull Medsubhyp.* 2009, 19 (Supp): 119 – 127.

Aim: The purpose of this study was to determine the potential risk factors associated with the development of severe diving-related spinal cord decompression sickness (DCS).

Methods: 279 injured recreational divers (42 ± 12 years; 53 women) presenting with symptoms of spinal cord DCS were retrospectively included from 7 hyperbaric centres in France and Belgium. Diving information, symptom latency after surfacing, and time interval between symptom onset and hyperbaric treatment were studied. The initial severity of spinal cord DCS was rated numerically with the Boussuges severity score and the presence of sequelae was evaluated 1-month later. Initial recompression treatment at 2.8 ATA with 100% oxygen breathing or deeper recompression up to 4 or 6 ATA with nitrogen-oxygen or helium-oxygen breathing mixture was also noted.

Results: 26% of spinal DCS had incomplete resolution after 1 month. Multivariate analysis revealed several independent factors associated with a bad outcome: : age ≥ 42 ans [OR, 1,04 (1 – 1,07)], depth ≥ 39 msw [OR, 1,04 (1 – 1,07)], the presence of a bladder dysfunction [OR, 3,8 (1,3 – 11,15)], the persistence or worsening of clinical symptoms before recompression [OR, 2,07 (1,23 – 3,48)] and a Boussuges severity score > 7 [OR, 1,16 (1,03 – 1,31)]. However, the time to recompression and the choice of initial hyperbaric procedure did not significantly influence recovery after statistical adjustment.

Conclusion: Clinical symptoms of spinal cord DCS and their initial course before admission to the hyperbaric centre should be considered as major prognostic factors in recovery. A new severity score is proposed to optimize the initial clinical evaluation for spinal cord DCS.

INTRODUCTION

Les accidents de décompression rencontrés par les plongeurs proviennent de la formation de bulles de gaz inerte initialement dissous dans les tissus lors d'une exposition hyperbare. Les symptômes neurologiques sont prédominants dans les ADD et la moelle épinière est le site le plus communément affecté. Les manifestations cliniques d'atteinte médullaire sont nombreuses et les symptômes peuvent varier considérablement allant de simples signes subjectifs jusqu'à la tétraplégie avec troubles sphinctériens (Dunac et coll. 2008). Les mécanismes physiopathologiques des ADD médullaires ne sont pas encore parfaitement élucidés : plusieurs hypothèses sont avancées comme l'embolisation de bulles artérielles via un

shunt droite-gauche, le développement de bulles autochtones au sein du tissu nerveux médullaire, ou bien encore la survenue d'un infarctus veineux d'origine bullaire (Blatteau et coll. 2006). Cette dernière hypothèse est la plus documentée car l'altération du drainage veineux médullaire résultant de l'obstruction du système veineux épidual a été expérimentalement mis en évidence (Hallenbeck 1976). Des processus immuno-inflammatoires secondaires à l'activation endothéliale ainsi que l'enclenchement de l'agrégation plaquettaire et de la coagulation participeraient à l'aggravation du phénomène (Laborit et coll. 1961, Francis et Mitchell 2003). En réduisant le volume de bulles et en augmentant le taux d'oxygène dissous au sein des tissus ischémisés, l'oxygénothérapie hyperbare (OHB) est

considérée comme le traitement de référence des ADD.

Sur la base de l'expérience historique, la recompression à 2,8 ATA, avec respiration d'oxygène à 100 % (table 5 ou 6 de l'US Navy) est la procédure la plus communément employée dans le monde, avec un grand taux d'efficacité et une faible incidence d'effets secondaires (Thalman 1996, Weaver 2006). Cependant, les études publiées comparant les tables à l'oxygène 100% à 2,8 ATA avec d'autres tables de traitement, utilisant une recompression prolongée et plus profonde à 4-6 ATA avec des mélanges oxygène-hélium ou oxygène-azote sont assez limitées (Shupak et coll. 1993, Bond et coll. 1990, Leitch et Green 1985), et ne permettent pas de tirer de conclusion sur la stratégie optimale de recompression des ADD.

De nombreuses études ont été conduites dans le passé dans le but d'identifier des facteurs influençant le pronostic des ADD neurologiques (Ross et coll. 2000, Robertson 1991, Desola et coll. 2000, Rivera 1964), en particulier la présentation clinique avant le traitement (Ross et coll. 2000, Dick et Massey 1985), la latence des symptômes après l'émersion (Francis et coll. 1988, Ross et Watt 2001, Méliet et Mayan 1990, Aharon-Peretz et coll. 1993) et le délai entre le début des signes et la recompression (Rivera 1964, Méliet et Mayan 1990, Van Hulst 1990, Kizer 1982, Ross et coll. 2007, Ball 1993, Stipp 2007, Blanc et coll. 1994, Desola et coll. 1997). Cependant, l'identification des facteurs prépondérants n'est à ce jour pas encore établie en raison des biais méthodologiques et des faibles effectifs rapportés dans ces études.

Le but de cette étude était d'enquêter sur l'influence de facteurs de risque potentiels associés à une mauvaise récupération des ADD médullaires, en essayant de dégager différents facteurs environnementaux ou individuels pouvant influencer le pronostic. Nous avons également cherché à évaluer l'efficacité des différentes procédures de recompression utilisées dans les centres hyperbares français et belges.

MATERIELS ET METHODE

A partir d'un fichier de recueil commun, nous avons réalisé une étude multicentrique

rétrospective, qui rassemble les données de sept centres hyperbares (Hôpital d'Instruction des Armées Sainte-Anne Toulon, Hôpital Sainte-Marguerite Marseille, Hôpital Pasteur CHU Nice, Hôpital Edouard Hériot Lyon, CHU Angers, CHU la Cavale Blanche Brest, Hôpital militaire Reine Astrid Bruxelles) sur les ADD médullaires consécutifs pris en charge entre 2000 et 2007.

Critères d'inclusion

Les patients admis dans un centre hyperbare présentant des signes neurologiques bilatéraux touchant les voies longues ont été inclus en déterminant s'il s'agissait de paresthésies isolées, d'un déficit sensitif objectif ou d'un déficit moteur. Nous avons également inclus les dossiers d'ADD avec signes neurologiques unilatéraux présentant une atteinte sphinctérienne et/ou une douleur rachidienne, évoquant une atteinte médullaire.

Recueil des données

Un fichier de recueil des données anonymes des ADD médullaires a été proposé à la plupart des centres hyperbares français par l'intermédiaire de la société de médecine subaquatique et hyperbare de langue française (MEDSUBHYP). Ce fichier comporte des renseignements sur la plongée en cause : durée totale de la plongée, profondeur maximale, faute de procédure caractéristique (remontée rapide, omission de paliers), plongées successives (réalisées dans les 12 heures précédant l'accident). Les données cliniques suivantes ont été également analysées : âge, sexe, délai d'apparition des signes après la sortie de l'eau, caractéristique des signes cliniques (paresthésies isolées, déficit sensitif ± paresthésies, déficit moteur ± déficit sensitif ou paresthésies), niveau lésionnel (lombaire, dorsal ou cervical), présence d'une douleur vertébrale, présence d'une rétention aiguë d'urine, association d'ADD, évolutivité des signes avant la recompression, délai de recompression, traitement hyperbare initial et séances complémentaires, traitement médical et récupération clinique à 1 mois.

Evaluation de la gravité initiale

Nous avons utilisé le score de Boussuges (Tableau 1), pour estimer la gravité initiale des accidents médullaires à l'admission au centre hyperbare. Il a été montré que les patients présentant un score > 7 ont un potentiel de séquelles plus élevé (Boussuges et coll. 1996).

Facteurs pronostiques des ADD médullaires

Score de Boussuges		0	1	2	3	4	5	6
Plongée successive	non	X						
	oui			X				
Evolution avant recompression	amélioré	X						
	stable				X			
	aggravé						X	
Signes sensitifs objectifs	non	X						
	oui					X		
Signes moteurs	non	X						
	parésies					X		
	paraplégie							X
	hémiplégie				X			
Atteinte sphincter urinaire	non	X						
	oui						X	

Tableau 1. Score de Boussuges

Traitement hyperbare initial (Broussolle et Méliet 2006)

Les tables utilisées dans le traitement initial des accidents de décompression médullaires comprenaient des tables à l'oxygène 100% à 15 m (table A15), à 18 m « courtes » inférieures à 3 heures (tables A18, B18, USN T5) ou « longues » supérieures à 4 heures (CX18, USN T6), à 30 m (GERS A et B, B30, CX30) au nitrox 50% ou à l'héliox 50%, et enfin des tables à 50 m (D50) réalisées avec des mélanges héliox ou nitrox.

Traitement médical

Les patients inclus dans cette étude ont bénéficié d'un traitement médical conforme à la conférence de consensus de Marseille (Wattel et Mathieu 1996), comprenant un remplissage vasculaire, l'usage de médicaments vasodilateurs et/ou de corticoïdes. L'aspirine a été également donné le plus souvent avant l'arrivée au centre hyperbare.

Traitement hyperbare complémentaire

Dans la plupart des centres, la réalisation de séances d'OHB complémentaires après la séance initiale consistait en une ou deux séances par jour d'OHB à 15 m pendant 70 minutes. Néanmoins, un seul centre (Lyon) utilisait un protocole spécifique avec des tables complémentaires plus profondes et plus longues intégrant un mélange héliox. La poursuite de l'OHB complémentaire dépendait de l'évolution clinique de l'accidenté, avec un nombre plus important de séances d'OHB pour les patients ayant une mauvaise récupération.

Analyse statistique

L'analyse statistique a été réalisée avec le logiciel Sigmastat 3.0 (SYSTAT Inc., Richmond, Californie). Les données ont été exprimées en

moyenne \pm écart-type ou en médiane pour les variables non-paramétriques. La récupération clinique à 1 mois (complète ou incomplète) a été prise comme variable dépendante, tandis que les caractéristiques liées à la plongée et les paramètres cliniques ont été analysés comme variables indépendantes. L'analyse univariée a utilisé des tests Chi-carré ou des tests de Fisher pour identifier des variables significatives prédictives d'une récupération incomplète ($P < 0,05$). Les variables avec un P inférieur à 0.20 ont été retenues pour l'analyse multivariée par régression logistique. Les variables indépendantes hautement intercorrélées ($r > 0,7$) ont été rejetées. Les rapports de côtes (OR) avec intervalles de confiance de 95 % (IC de 95 %) ont été précisés pour l'analyse univariée et pour l'analyse multivariée. Des comparaisons complémentaires inter-groupes pour une variable donnée ont également été réalisées en utilisant le test de Mann-Whitney.

RESULTATS

L'étude retient 279 dossiers d'ADD médullaires comprenant 226 hommes (81 %) et 53 femmes (19 %) avec un âge moyen de 42 ± 12 ans. 75% sont des plongeurs confirmés (équivalent ou supérieur au niveau 3 de la FFESSM).

La profondeur maximale moyenne est de 39 ± 12 m pour 33 ± 14 minutes de durée totale de plongée. 75 patients (27 %) ont effectué une faute caractérisée dans la procédure de décompression ; 61 plongées successives (22%) ont été enregistrées.

218 patients (78%) ont un délai d'apparition des symptômes initiaux \leq à 30 minutes après la sortie de l'eau, avec une médiane de 10 minutes.

Analyse (n =279)				univariée		multivariée	
variables	récupération	séquelles	p-value	OR (95% CI)	p-value	adj OR (95% CI)	
Age							
< 42 ans	117	25					
≥ 42	89	48	0,001	2.5 (1.4-4.4)	0,042	1.04 (1-1.07)	
Temps de plongée							
< 33 min	103	39					
≥ 33	103	34	0.71	NA			
Profondeur							
< 39 m	110	25					
≥ 39	96	48	0,007	2.2 (1.3-3.8)	0,031	1.04 (1-1.07)	
Faute de procédure							
non	150	54					
oui	56	19	0.97	NA			
Plongée successive							
non	158	60					
oui	48	13	0.417	NA			
Délai d'apparition des signes							
> 30 min	53	8					
≤ 30	153	65	0,014	2.8 (1.3-6)	0.987		
Délai de recompression							
≤ 3 heures	94	30		1			
3 à 6	60	13		0.7 (0.3-1.4)			
> 6	52	30	0,024	1.8 (1-3.3)	0.191		
Symptômes initiaux							
paresthésies	127	13		1			
déficit sensitif	38	9		2.3 (0.9-5.8)			
déficit moteur	41	51	<0,001	12 (6-24.5)	0.177		
Niveau lésionnel							
lombaire	117	30		1			
dorsal	29	22		2.96 (1.5-5.9)			
cervical	60	21	0,006	1.37 (0.7-2.6)	0.309		
Douleur vertébrale							
non	141	34					
oui	65	39	0,001	2.5 (1.4-4.3)	0.218		
Rétention aigue d'urines							
non	189	24					
oui	17	49	<0,001	22.7 (11.3-41.4)	0,014	3.8 (1.3-11.15)	
Evolution avant recompression							
disparition des signes	98	15		1			
stable	61	29		3 (1.55-6.3)			
aggravation	37	29	<0,001	5 (2.5-10.6)	0,006	2.07 (1.23-3.48)	
Score de Boussuges							
≤ 7	146	7					
> 7	60	66	<0,001	22.9 (11.6-45.2)	0,016	1.16 (1.03-1.31)	
Recompression initiale							
tables courtes ≤ 18m	118	25		1			
tables longues à 18m	25	24		4.53 (2.2-9.2)			
tables à 30m	43	23		2.52 (1.3-4.9)			
tables à 50m	20	1	<0,001	0.24 (0.03-1.9)	0.533		
OHB complémentaire							
≤ 5 séances	161	2					
> 5	45	71	<0,001	NA			

Tableau 2. Résultats des analyses uni- et multivariées sur une série de 279 ADD médullaires.

Concernant le délai de recompression (après apparition des symptômes), la médiane est de 4 heures, avec 124 patients (44,4%) recomprimés dans un délai ≤ 3 heures, 73 (26,2%) entre 3 et 6 heures, et 82 (29,4%) avec un délai > 6 heures. Parmi les 279 plongeurs accidentés victimes

d'ADD médullaire, 73 (26 %) présentent des séquelles neurologiques à 1 mois. 25 patients ont des symptômes d'ADD associé évoquant une atteinte cutanée (n=5), vestibulaire (n=6) ou cérébrale (n=14).

126 patients (45%) présentent des critères de gravité clinique initiale évaluée par un score de Boussuges > 7. Le nombre moyen de séances complémentaires d'OHB est de $6,7 \pm 7,7$ avec 22 patients (8%) ayant reçu plus de 20 séances.

L'analyse univariée montre que plusieurs variables sont significativement associées à une récupération clinique incomplète (cf tableau 2). Le nombre de séances d'OHB complémentaires n'a pas été retenu pour l'analyse multivariée en raison de son inter-corrélation étroite avec la variable dépendante ($r = 0,78$). Après ajustement par analyse de régression logistique, seules 5 variables indépendantes sont significativement associées à une mauvaise récupération neurologique : l'âge ≥ 42 ans (OR, 1,04 (1 – 1,07) ; P = 0,042) , la profondeur ≥ 39 mètres (OR, 1,04 (1 – 1,07) ; P = 0,031), la présence d'une rétention aigue d'urines (OR, 3,8 (1,3 – 11,15) ; P = 0,014), la persistance ou l'aggravation des signes avant la recompression (OR, 2,07 (1,23 – 3,48) ; P = 0,006) et un score de Boussuges > 7 (OR, 1,16 (1,03 – 1,31) ; P = 0,016).

L'analyse statistique réalisée sur le groupe de patients ayant un score de Boussuges > 7 confirme que l'âge et la profondeur sont associés à une mauvaise récupération (OR, 1,06 (1,025 – 1,096), P < 0,001 et OR, 1,032 (1 – 1,064) ; P = 0,049, respectivement).

Concernant le délai de recompression, seule l'analyse univariée montre une différence statistique avec 28% versus 37,5 % de séquelles pour des délais inférieurs ou supérieurs à 6 heures, respectivement, (p=0,012). Par ailleurs, le groupe de patients présentant des séquelles ne présente pas un délai de traitement significativement différent du groupe de patients guéris avec des médianes de 4 ± 9 heures et $3,5 \pm 3,25$ heures, respectivement, (P=0,449). Dans le groupe des patients ayant un score de Boussuges > 7, on n'observe également pas de différence statistique dans le délai de recompression entre les patients avec ou sans séquelles (P=0,23).

L'analyse univariée appliquée au traitement

hyperbare initial ne met pas en évidence de différence statistique entre les tables utilisées dans le groupe des patients les moins sévères (p=0,2). Pour les accidents avec un score > 7, il existe une différence statistique lors de l'analyse univariée (p= 0.01) qui n'est pas retrouvée après ajustement (cf tableau 3).

Recompression initiale	Score de Boussuges > 7		Score de Boussuges ≤ 7	
	récupération	séquelles	récupération	séquelles
tables courtes ≤ 18m	23	22	94	3
tables longues à 18m	14	22	11	2
tables à 30m	12	21	31	2
tables à 50m	10	1	10	0

Tableau 3. Evolution clinique en fonction de la recompression initiale et du score de Boussuges.

DISCUSSION

Dans notre étude, 26 % des plongeurs victimes d'un ADD médullaire présentent des séquelles neurologiques à 1 mois. Ce résultat est cohérent avec les grandes séries qui décrivent 20 à 30% de patients séquellaires après un ADD neurologique (Divers Alert Network 2001, 2005) ou médullaire (Aharon Peretz et coll. 1993). Nos résultats montrent que l'âge, la profondeur, la présence d'une rétention aigue d'urine, la persistance ou de l'aggravation des signes avant la recompression et enfin le score de Boussuges sont des variables indépendantes, prédictives d'une mauvaise récupération clinique.

L'âge et la profondeur ont surtout été décrits comme facteurs de risque de survenue d'un ADD plutôt que comme facteurs pronostiques (Francis et Mitchell 2003, Blatteau et coll. 2005). Notre étude semble indiquer qu'un âge ≥ 42 ans et qu'une profondeur ≥ 39 m sont associés à une évolution séquellaire, bien que l'estimation du risque soit faible dans les deux cas.

En revanche la présence de certains symptômes comme la rétention aigue d'urine, et la persistance ou l'aggravation des signes avant l'arrivée au caisson apparaissent d'une plus grande valeur pronostique. Il n'est donc pas étonnant que le score de sévérité de Boussuges, qui intègre ces deux éléments cliniques, soit lui aussi associé à une moins bonne récupération lorsqu'il dépasse la valeur seuil de 7. D'autres études, employant des scores cliniques différents du score de Boussuges, rattachent également les manifestations cliniques initiales des ADD neurologiques au résultat à long terme, et confirment l'idée que la présence de

symptômes objectifs persistants ou s'aggravant à l'admission constitue un facteur de mauvais pronostic (Ross et coll. 2000, Dick et Massey 1985, Kizer 1982, Ball 1993). L'usage d'un score clinique à l'admission apparaît intéressant et notre étude confirme que le score de Boussuges peut être employé pour l'évaluation pronostique (Pitkin et coll. 1999). Néanmoins, il ne semble pas légitime de maintenir le critère de « plongée successive », qui n'est statistiquement pas associé à la présence de séquelles à long terme et qui ne correspond en outre pas à un critère clinique. Nous proposons son remplacement par deux critères affectés d'une faible pondération : l'âge ≥ 42 ans et la présence d'une douleur vertébrale. Le critère « âge » est en effet retrouvé lors de notre analyse multivariée, tandis que le critère « douleur vertébrale » apparaît significatif lors de l'analyse univariée, et qu'il est décrit comme un symptôme important dans d'autres études (Gempp et coll. 2008). Il apparaît également pertinent d'augmenter la pondération de l'atteinte sphinctérienne car il s'agit du facteur ayant l'OR le plus élevé. Compte-tenu du fait que les signes de rétention urinaire se manifestent souvent avec une certaine latence, il semble licite de les prendre en compte s'ils apparaissent dans les 12 premières heures. Le critère présence de « signes moteurs » doit être affecté d'une pondération moindre, car il ne s'exprime pas lors de l'analyse multivariée et « l'atteinte hémiplegique » qui concerne les ADD cérébraux doit être enlevée de ce score, spécifique des ADD médullaires. Pour être validé, ce score modifié (cf tableau 4) doit faire l'objet d'une étude clinique prospective.

Notre étude ne retient pas le délai de recompression comme une variable indépendante prédictive d'une mauvaise récupération. La revue de littérature sur ce sujet est assez controversée, avec des auteurs qui ne trouvent aucune relation entre le délai de recompression et les séquelles neurologiques à long terme, et d'autres qui admettent une moins bonne récupération lorsque le traitement hyperbare est appliqué tardivement au-delà de 12 à 24 heures (Desola et coll. 2000, Van Hulst 1990, Kizer 1982, Ball 1993). A partir d'arguments essentiellement théoriques, certains auteurs considèrent que l'application de délais très précoces de l'ordre de quelques minutes, pourrait être bénéfique (Brubakk 2000). Malheureusement, ni les études expérimentales sur l'animal (Smith et coll. 1994), ni les études épidémiologiques réalisées sur des plongeurs militaires disposant de caissons sur le site de plongée, ne permettent de confirmer cette notion (Blatteau et coll. 2009, Méliet et Mayan 1990).

Les dernières études appliquées à de grandes séries de plongeurs accidentés en Ecosse semblent retenir un temps optimal de recompression inférieur à 6 heures (Stipp 2007). Ce résultat est cohérent avec notre série qui retrouve cette même valeur seuil lors de l'analyse univariée.

L'influence du traitement hyperbare initial sur la récupération clinique à long terme est également un sujet controversé. Les tables longues à 18 m (table 6 de l'US Navy) sont les procédures les plus communément employées dans le monde pour les ADD neurologiques, avec un taux de séquelles de l'ordre de 20 à 30% dans les grandes séries (Divers

Score ADD Médullaire		0	1	2	3	4	5	6
Age ≥ 42 ans	<i>non</i>	X						
	<i>oui</i>		X					
Douleur vertébrale	<i>non</i>	X						
	<i>oui</i>		X					
Evolution avant recompression	<i>amélioré</i>	X						
	<i>stable</i>				X			
	<i>aggravé</i>							X
Signes sensitifs objectifs	<i>non</i>	X						
	<i>oui</i>					X		
Signes moteurs	<i>non</i>	X						
	<i>parésies</i>					X		
	<i>paraplégie</i>							X
Atteinte sphincter urinaire	<i>non</i>	X						
	<i>oui</i>							X

Tableau 4. Score proposé pour les ADD médullaires.

Alert Network 2001, 2005). En France, de nombreux centres hyperbares utilisent également une recompression plus longue et plus profonde à 30 m pour ce type d'accident (type table CX 30). L'efficacité de ces tables semble comparable à celle de la table 6 américaine lorsque un mélange suroxygéné de type oxygène-azote (Blatteau et coll. 2009) ou oxygène-hélium (Gempp et Blatteau 2009) est utilisé. Pour Shupak et coll., il semble exister une tendance vers une meilleure récupération clinique après le premier traitement hyperbare lorsqu'il s'agit d'une table CX30 héliox versus une table 6 de l'US Navy (Shupak et coll. 1993). Par ailleurs, plusieurs études ont montré l'absence de bénéfice d'une recompression plus profonde à 50 m, initialement réalisée à l'air, par rapport à la table 6 (Leitch et Greene 1985, Bond et coll. 1990). L'emploi ultérieur de mélanges suroxygénés (oxygène-azote) à cette profondeur a cependant permis d'améliorer les résultats (Lee et coll. 1991). Dans une étude prospective randomisée en double aveugle, Drewry et Gorman ont observé que l'utilisation d'une table à 18 m avec un mélange 50% oxygène - 50% hélium réduisait significativement le nombre de séances d'OHB complémentaires par rapport à une table équivalente à l'oxygène pur (Drewry et Gorman, 1993). La revue de la littérature nous montre qu'il faut prendre en compte non seulement la profondeur et la durée de la table initiale mais également le mélange respiratoire employé avec certainement des effets spécifiques de l'héliox sur la cinétique d'élimination des bulles d'azote tissulaires (Hyldegaard et Madsen 1989).

Dans notre étude, il semble que les tables testées soient toutes efficaces pour traiter les patients avec un score de Boussuges ≤ 7 . On observe 97% de guérison avec les tables courtes \leq à 18 mètres, qui ont été utilisées dans 62% des cas. Ces résultats sont concordants avec ceux de Cianci et Slade, même si les délais d'apparition des signes et de recompression étaient beaucoup plus tardifs dans cette série (Cianci et Slade 2006). En revanche, dans le groupe des patients les plus gravement atteints au stade initial, il semble difficile de tirer des conclusions dans le choix du traitement hyperbare initial en raison de la disparité des profils de table et des mélanges gazeux employés par les différents centres.

CONCLUSION

L'évaluation clinique initiale des ADD médullaires lors de la prise en charge au centre hyperbare est essentielle. La réalisation d'un score clinique simple devrait permettre d'optimiser cette démarche en identifiant les symptômes ayant la plus grande valeur pronostique. L'utilisation de tables courtes à l'oxygène semble licite dans le traitement des ADD médullaires peu sévères. La poursuite d'études prospectives comparatives devrait permettre de préciser l'intérêt des tables profondes et l'emploi de mélanges oxygène-hélium dans les accidents graves.

REFERENCES

- Aharon-Peretz J, Adir Y, Gordon CR, et al. Spinal cord decompression sickness in sport diving. *Arch Neurol*. 1993, 50: 753-756.
- Ball R. Effect of severity, time to recompression with oxygen, and re-treatment on outcome of forty-nine cases of spinal cord decompression sickness. *Undersea Hyperbaric Med*. 1993, 20: 133-145.
- Blanc P, Boussuges A, Bergmann E, Sainty JM. Accident neurologique de décompression : importance du délai de prise en charge médicalisée initiale et de la thérapeutique hyperbare. *Urgences* 1994, 4 : 177-180.
- Blatteau JE, Boussuges A, Hugon M. L'accident bullaire initial. In : Broussolle B et Méliet JL (eds) : *physiologie et médecine de la plongée*, 2nd edn. Paris, Ellipses, 2006 ;chap 4 pp 385-393.
- Blatteau JE, Gempp E, Louge P. Time to recompression and treatment outcome in military divers with neurological decompression sickness. *Occup Environ Med* 2009 in press.
- Blatteau JE, Guigues JM, Hugon M, Galland FM, Sainty JM, Menu JP. [Plongée à l'air avec la table de décompression MN 90. Bilan de 12 années d'utilisation par la Marine française : à propos de 61 accidents de désaturation de 1990 à 2002.](#) *Science & Sports*. 2005, 20: 119-123.
- Bond JG, Moon RE, Morris DL. Initial table treatment of decompression sickness and arterial gas embolism. *Aviat Space Environ Med*. 1990;61:738-743.
- Broussolle B, Méliet JL : Tables thérapeutiques, annexes. In : Broussolle B, Méliet JL (eds). *Physiologie et médecine de la plongée*, 2nd edn. Paris, Ellipses,

2006 ; chap 8 pp 841-843.

Boussuges A, Thirion X, Blanc P, Molenat F, Sainty JM. Neurologic decompression illness: a gravity score. *Undersea Hyperb Med.* 1996, 23: 151-155.

Brubak AO. On-site recompression treatment is acceptable for DCI. *SPUMS J.* 2000, 30: 166-173.

Cianci P, Slade JB. Delayed treatment of decompression sickness with short, no-air breakables: review of 140 cases. *Aviat Space Environ Med.* 2006, 77: 1003-1008.

Desola J, Sala J, Bohe J, Garcia A, Abos R, Canela J. Prognostic factors of dysbaric disorders. Evidence-based conclusions after a multivariate analysis of 554 cases. In Cali-Corleo R (ed). *Proceedings of the 26th Annual Meeting of the European Underwater and Baromedical Society.* Valetta, Malta, 2000, pp 17-23.

Desola J, Sala J, Bohe J, Garcia A, Gomez M, Graus E, Martinez E, Montanya J, Rabella A. Outcome of dysbaric disorders is not related to delay in treatment. Preliminary results of a multivariate analysis of 466 cases following a prospective study. In: Mekjavic IB, Tipton MJ (ed). *Proceedings of the 23rd Annual Scientific Meeting of the European Underwater and Baromedical Society,* Bled, Slovenia, 1997, pp 133-38.

Dick APK, Massey EW. Neurologic presentation of decompression sickness and air embolism in sport divers. *Neurology.* 1985, 35: 667-671.

Divers Alert Network. The DAN annual review of recreational SCUBA diving injuries and fatalities based on 1999 data. Report on decompression illness, diving fatalities and project dive exploration. Durham: Divers Alert Network 2001.

Divers Alert Network. The DAN annual review of recreational SCUBA diving injuries and fatalities based on 2003 data. Report on decompression illness, diving fatalities and project dive exploration. Durham: Divers Alert Network 2005.

Drewry A, Gorman DF. A preliminary report on a prospective randomised double-blind controlled study of oxygen and oxygen-helium in the treatment of air diving decompression illness. *Undersea Hyperbaric Med.* 1993, 20: 19-20.

Dunac A, Popolo M, Simon O. Complications Neurologiques des Accidents de Plongée. *Traité EMC Neurologie* 2008 ; 158 Elsevier Masson [17-161-D-10] Doi : 10.1016/S0246-0378(08)35575-4

Francis TJR, Dutka AJ, Flynn ET. Experimental determination of latency, severity and outcome in CNS

decompression sickness. *Undersea Biomed Res* 1988, 15: 419-27.

Francis TJR, Mitchell SJ. Pathophysiology of decompression sickness. In: Brubak AO, Neuman TS (ed). *The Bennett and Elliot's physiology and medicine of diving,* 5th edn. London, WB Saunders, 2003, pp 530-556.

Gempp E, Blatteau JE. Risk factors and treatment outcome in scuba divers with spinal cord decompression sickness. *J Crit Care.* 2009 in press.

Gempp E, Blatteau JE, Stephant E, Pontier JM, Constantin P, Pény C. MRI findings and clinical outcome in 45 divers with spinal cord decompression sickness. *Aviat Space Environ Med.* 2008, 79: 1-5.

Hallenbeck JM. Cinephotomicrography of dog spinal vessels during cord damaging decompression sickness. *Neurology.* 1976, 25: 190-199.

Hyldegaard O, Madsen J. Influence of heliox, oxygen, and N₂O-O₂ breathing on N₂ bubbles in adipose tissue. *Undersea Biomed Res.* 1989, 16: 185-193.

Kizer KW. Delayed treatment of dysbarism. A retrospective review of 50 cases. *JAMA.* 1982, 247: 2555-2558.

Laborit H, Barthélémy L, Perrimon-Trouchet R. Action de l'héparine dans le traitement des accidents de décompression. *Agressologie* 1961, 2 (3) : 229-236.

Lee HC, Niu KC, Chen SH, Chang LP, Huang KL, Tsai JD, Chen LS. Therapeutic Effects of Different Tables on Type II Decompression Sickness. *J Hyperbaric Med.* 1991, 6(1): 11-17.

Leitch DR, Green RD. Additional pressurisation for treating nonresponding cases of serious air decompression sickness. *Aviat Space Environ Med.* 1985, 56: 1139-1143.

Meliet JL, Mayan PY. Le pronostic des accidents de décompression dans la Marine nationale: influence du délai d'apparition et du délai de recompression. *Bull. Medsubhyp.* 1990, 9: 63-75.

Pitkin AD, Benton PJ, Broome JR. Outcome after treatment of neurological decompression illness is predicted by a published clinical scoring system. *Aviat Space Environ Med.* 1999, 70: 517-521.

Rivera JC. Decompression sickness among divers: an analysis of 935 cases. *Milit Med.* 1964, 129: 134-334.

Robertson AG. An analytic survey of 111 cases of decompression sickness. *Undersea Biomed Res.* 1991,

Facteurs pronostiques des ADD médullaires

18 (Suppl): 47

Ross JAS, Stephenson RN, Godden DJ, Watt SJ, Prescott G. Factors associated with poor outcome in decompression illness. *Undersea Hyperb Med.* 2000, 27(Suppl): 43.

Ross JAS, Stephenson RN, Godden DJ, Watt SJ. The presentation and clinical course of decompression illness in Scotland. *Undersea Hyperb Med.* 2000, 27(Suppl): 42.

Ross JAS, Sayer MDJ, Trevett AJ. The relationship between time to recompression treatment and clinical outcome for decompression illness treated in Scotland. *Undersea Hyperb Med.* 2007, 34(Suppl): 269.

Ross JAS, Watt SJ. The relationship between the severity of decompression illness and symptom latency. *Undersea Hyperb Med.* 2001, 28 (Suppl): 70.

Shupak A, Melamed Y, Ramon Y, et al. Helium and oxygen treatment table of severe airdiving-induced neurologic decompression sickness. *Arch Neurol.* 1993, 54: 305-311.

Smith LA, Hardmann JM, Beckman EL. Immediate in water recompression. Does it make a difference in the

pathology of central nervous system decompression sickness ? *Undersea Hyperb Med.* 1994, 21 (Suppl): 23-24.

Stipp W. Time to treatment for decompression illness. Research report RR 550, Norwich, UK, Health and Safety Executive Books, 2007, pp 1-29. Retrieved on <http://www.hse.gov.uk/research/rrpdf/rr550.pdf>

Thalmann ED. Principles of US Navy recompression treatments for decompression sickness. In Moon RE, Sheffields PJ (ed). *Diving accident management.* Bethesda, MD: Undersea and Hyperbaric Medical Society, 1996, pp 75-95.

Van Hulst RA. Analysis of ten year diving casualties 1979-1989, diving medical centre, The Netherlands. *Undersea Biomed Res.* 1990, 17(Suppl): 144.

Wattel F, Mathieu D. (ed.) Proceedings of the 2nd European consensus conference on hyperbaric medicine on the treatment of decompression accidents in recreational diving. 1996 May 9 11 ; Marseille, France.

Weaver LK. Monoplace hyperbaric chamber use of US Navy table 6: a 25-year experience. *Undersea Hyperb Med.* 2006, 33: 85-88.

RESUME

Facteurs pronostiques des accidents de décompression médullaires en plongée de loisir ; analyse rétrospective multicentrique de 279 cas. JE Blatteau, E Gempp, O Simon, M Coulange, B Delafosse, V Souday, G Cochard, J Arvieux, A Henckes, P Lafère, P Germonpré, P Constantin, A Barthélémy. Bull Medsubhyp. 2009, 19 (suppl) : 119 - 127.

Objectifs

L'objectif de cette étude était de déterminer les facteurs de risque potentiels associés à une mauvaise récupération neurologique pour les accidents de décompression (ADD) médullaires liés à la pratique de la plongée sous-marine.

Matériels et méthode

279 plongeurs (42 ± 12 ans, 53 femmes) présentant des symptômes d'ADD médullaire ont été inclus dans une étude rétrospective. Les renseignements concernant la plongée, la latence d'apparition symptômes et le délai de recompression ont été étudiés. La sévérité clinique à l'admission a été estimée par le score de Boussuges et la présence ou non de séquelles a été évaluée à 1 mois. Le traitement hyperbare initial, recompression à 2,8 ATA ou plus profonde à 4 ou 6 ATA a également été noté.

Résultats

26 % des patients présentaient des séquelles neurologiques à 1 mois. L'analyse multivariée a identifié plusieurs variables indépendantes associées à une mauvaise récupération : l'âge ≥ 42 ans [OR, 1,04 (1 - 1,07)], la profondeur ≥ 39 mètres [OR, 1,04 (1 - 1,07)], la présence d'une rétention aigue d'urine [OR, 3,8 (1,3 - 11,15)], la persistance ou l'aggravation des signes avant la recompression [OR, 2,07 (1,23 - 3,48)] et un score de Boussuges > 7 [OR, 1,16 (1,03 - 1,31)]. En revanche, ni la précocité de la recompression, ni le choix de la table thérapeutique initiale n'ont significativement influencé la récupération clinique après ajustement statistique.

Conclusion

La symptomatologie et l'évolution clinique initiale des ADD médullaires lors de la prise en charge au centre hyperbare constituent les facteurs pronostiques les plus importants prédictifs d'une évolution défavorable. Un nouveau score de gravité spécifique des ADD médullaires est proposé pour optimiser l'évaluation clinique initiale.

Blatteau et coll.

ENQUETE

CARACTERISTIQUES DEMOGRAPHIQUES, PERSPECTIVES ET ATTENTES DES MEMBRES DE LA SOCIETE DE PHYSIOLOGIE ET DE MEDECINE SUBAQUATIQUES ET HYPERBARES DE LANGUE FRANÇAISE EN 2008

M. COULANGE ¹, P. LOUGE ², A. BARTHÉLÉMY ¹. ¹Service de médecine hyperbare, Pôle RUSH, Assistance Publique Hôpitaux de Marseille. ²Service de médecine hyperbare et plongée, HIA Ste Anne, Toulon. (France).

INTRODUCTION

En 2008, le conseil d'administration de la Société de Physiologie et de Médecine Subaquatiques et Hyperbares de langue française (MEDSUBYP) demande aux Docteurs M. Coulange et P. Louge d'organiser un recensement de ses membres sous forme de questionnaire afin de mieux cerner leur profil. Cette étude a pour objectif de préciser les attentes de chacun sur les thèmes qui pourront être exposés afin d'intéresser le plus grand nombre de participants lors des deux réunions annuelles de la Société.

METHODE

Il s'agit d'une étude descriptive réalisée à partir d'un questionnaire envoyé par courrier postal et électronique à chaque membre de la société (fig. 1). Le questionnaire est composé d'une première partie comportant les coordonnées du sociétaire, son ancienneté dans la société, sa catégorie professionnelle (spécialité, civil / militaire, médecin / infirmier / technicien / plongeur / autre) et sa formation initiale (diplôme inter universitaire de médecine subaquatique / certificat d'aptitude à l'hyperbarie). La deuxième partie évalue l'intérêt qu'il porte à la médecine hyperbare et à la médecine de plongée, ainsi que son expérience dans ces deux domaines. Enfin, une troisième partie lui permet de préciser ses attentes.

RESULTATS / DISCUSSION

138 membres ont répondu au questionnaire, soit un peu moins d'un membre sur

 SOCIÉTÉ DE PHYSIOLOGIE ET DE MÉDECINE SUBAQUATIQUES ET HYPERBARES DE LANGUE FRANÇAISE <small>Association loi de 1901, fondée en 1969 (J.O.R.F. du 11 janvier 1969) Siège social : CHU Sainte-Marguerite - Service de Réanimation Médicale et de Médecine Hyperbare - 270 Boulevard de Sainte-Marguerite - 13274 MARSEILLE CEDEX 9 http://www.medsuhyp.com e-mail : medsubhyp@wanadoo.fr</small>	
Recensement des Membres de MEDSUBHYP	
NOM :	Prénom :
Adresse :	Téléphone :
E-mail :	
Date de naissance :	Membre de MEDSUBHYP depuis :
Spécialité :	<input type="checkbox"/> Civil <input type="checkbox"/> Militaire
	<input type="checkbox"/> Médecin <input type="checkbox"/> IDE <input type="checkbox"/> Technicien <input type="checkbox"/> Plongeur <input type="checkbox"/> Autre :
Titulaire du : <input type="checkbox"/> DIU de médecine sub. et hyperbare <input type="checkbox"/> Certificat d'aptitude à l'hyperbare	
Intérêt pour la médecine hyperbare : <input type="checkbox"/> aucun <input type="checkbox"/> modéré <input type="checkbox"/> important	
Intérêt pour la médecine de plongée : <input type="checkbox"/> aucun <input type="checkbox"/> modéré <input type="checkbox"/> important	
Expérience professionnelle en médecine hyperbare : <input type="checkbox"/> aucune <input type="checkbox"/> modérée <input type="checkbox"/> importante	
Préciser : <input type="checkbox"/> Travaille en centre hyperbare	
Expérience professionnelle en médecine de plongée : <input type="checkbox"/> aucune <input type="checkbox"/> modérée <input type="checkbox"/> importante	
Préciser : <input type="checkbox"/> Traite des accidents de plongée <input type="checkbox"/> Effectue des visites d'aptitudes	
Qu'attendez vous de notre société :	

Figure 1. Fiche de recensement

deux. 91% sont des hommes. La moyenne d'âge est de 53 ans \pm 10. Le plus jeune a 30 ans et le plus ancien 88 ans. Leur ancienneté moyenne dans la société est de 14 ans. Elle peut être de 34 ans pour les plus anciens. Les sociétaires sont principalement des civils (78%) et sont pour près de 90% des médecins (fig. 2). Soixante treize pour cent sont titulaires du DIU de médecine subaquatique et hyperbare et du certificat d'aptitude à l'hyperbarie.

Parmi les médecins, 22% sont des généralistes, 14% des réanimateurs et 12% des urgentistes. Les médecins du travail, les médecins de plongée du

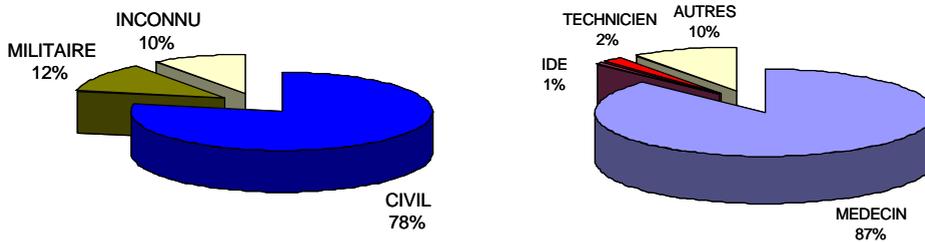


Figure 2. Catégories professionnelles

service de santé des armées, les ORL et les ophtalmologues représentent chacun réciproquement 5% de l'ensemble des membres. Le reste est composé d'angiologues, de cardiologues, de chirurgiens digestifs, de médecins du sport, de pneumologues, de rhumatologues, de

39% en médecine de plongée. 18% travaillent dans un service de médecine hyperbare, 26% traitent des accidents de plongée et 73% effectuent des visites de non contre indication à la pratique des sports subaquatiques (fig. 5).

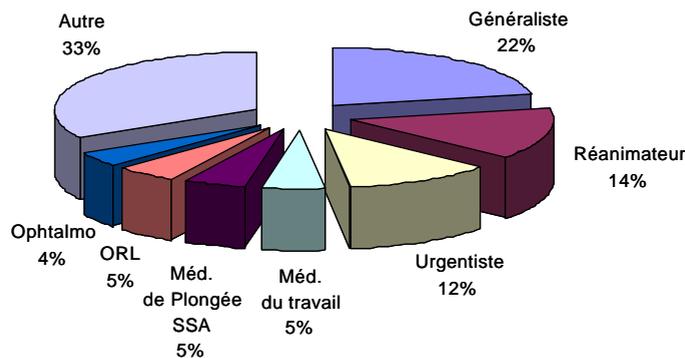


Figure 3. Spécialités médicales

médecins sapeur pompier, de psychiatres, d'endocrinologues, de stomatologues, d'internistes, de gériatres, d'urologues, de radiologues et d'anatomopathologistes. Les techniciens, les infirmiers et les ingénieurs représentent 3% des membres (fig. 3).

Les membres de la Société proviennent principalement des départements 13 et 83, puis du 75, du 06 et du 57. Le reste se répartit de façon homogène sur l'ensemble de la France métropolitaine et des DOM TOM. Quelques membres sont suisses, belges, espagnols ou algériens (fig. 4).

Quarante sept pour cent témoignent d'un intérêt important pour la médecine hyperbare et 86% pour la médecine de plongée. 15% signalent avoir une expérience importante en médecine hyperbare et

Un certain nombre de membres considèrent que les points forts de notre société sont la formation continue et la défense de nos intérêts face aux pouvoirs publics. D'autres, par contre, soulignent la faible participation des sociétaires aux réunions scientifiques. Nombreux souhaiteraient être informés par courrier messagerie électronique des différentes réunions et travailler en réseau pour échanger des informations. La mise en place d'un annuaire électronique pourrait ainsi faciliter la création d'un forum de discussion pour débattre par exemple des problèmes d'aptitude à la plongée. En ce qui concerne la recherche, notre société devrait engendrer un plus grand dynamisme et encourager un plus grand nombre de travaux scientifiques de niveau élevé. L'ensemble des travaux en cours pourrait être listé sur le site internet de la société. La création de registres nationaux améliorerait la collecte d'information.

Enquête membres Medsubhyp

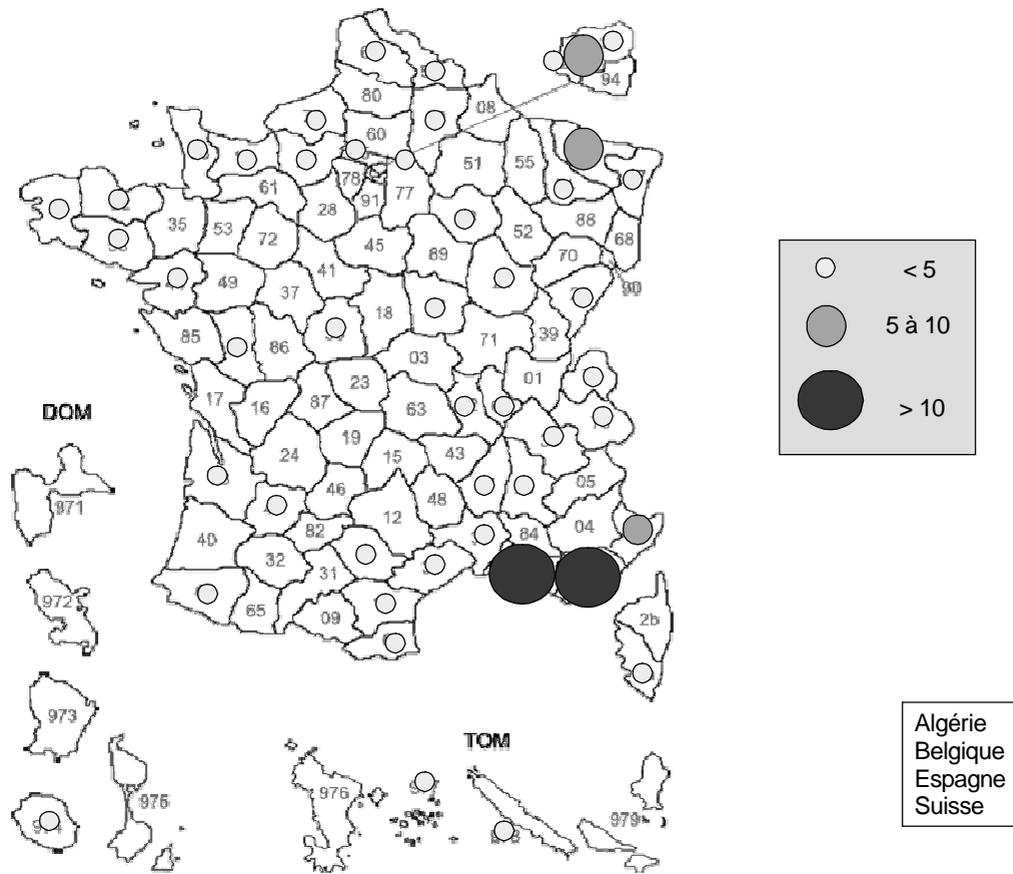


Figure 4. Répartition géographique

Une enquête nationale sur les accidents de plongée regroupant les données des centres hyperbares, des CROSS, des pompiers, des SAMU faciliterait l'analyse épidémiologique et optimiserait les politiques de prévention, à l'image de l'étude estivale sur les noyades coordonnée par l'Institut de Veille Sanitaire. Ces travaux pourraient aboutir à l'élaboration de recommandations destinées au

grand public. Une plus grande ouverture sur l'extérieur sortirait la médecine hyperbare et la médecine de plongée de leur confidentialité. L'organisation de réunions de FMC décentralisées en délégation de Medsubhyp ou des sessions conjointes avec d'autres spécialités comme par exemple la médecine aéronautique ou la cardiologie renforceraient notre légitimité.

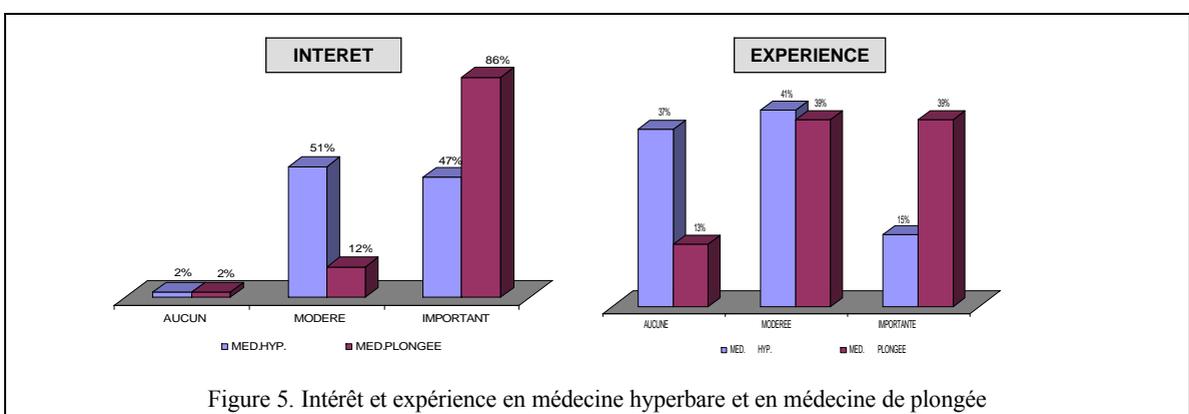


Figure 5. Intérêt et expérience en médecine hyperbare et en médecine de plongée

CONCLUSION

Cette étude permet de mieux cerner le profil des membres de notre société. Elle nous incite à poursuivre notre ouverture vers les infirmiers et les techniciens hyperbares. La création d'un annuaire électronique devient indispensable pour faciliter le travail en réseau. Notre société doit poursuivre ses missions d'enseignements, de formations continues et de défenses de nos intérêts. Les thèmes des prochaines réunions scientifiques

devront être orientés sur la médecine de plongée et les problèmes d'aptitude sans pour autant délaisser les sujets de médecine hyperbare. Notre société devra également renforcer la valeur scientifique de ses travaux dans le domaine de la plongée en coordonnant des études multicentriques en collaboration avec d'autres sociétés savantes. Ces résultats permettront d'élaborer des recommandations et de renforcer les politiques de prévention.

RECOMMANDATIONS AUX AUTEURS

MANUSCRIT:

Le manuscrit soumis pour publication sera adressé, à l'Éditeur du Bulletin (Dr JC ROSTAIN - Physiopathologie et Action Thérapeutique des Gaz Sous Pression - UPRES - EA 3280 - Faculté de Médecine Nord - 13916 Marseille Cedex 20 –), en triple exemplaire, y compris les tableaux, figures, annexes et résumés (total de 9 pages maximum, sauf accord préalable) et enregistré sur une disquette au format Word (.doc) pour PC, ou adressé par courriel à jean-claude.rostain@univmed.fr.

Le texte sera écrit en français, en Times New Roman 12, simple interligne, texte justifié, début de paragraphe sans retrait, saut d'une ligne entre chaque paragraphe. Les pages seront numérotées de 1 à 9 dès la page de titre (pagination automatique Word). Les titres seront précédés et suivis d'un saut de ligne. Pas de ponctuation en fin de titre.

Éviter les caractères italiques et les soulignements. Seules les abréviations internationales connues peuvent être utilisées. En ce qui concerne les signes peu courants, il faudra signaler leur justification, entre parenthèses, la première fois qu'ils apparaîtront dans le texte.

Un bref résumé de l'article en français et en anglais avec un titre en anglais, sera joint au manuscrit (150 mots ou 1000 caractères espaces compris pour chacun des résumés).

Chaque manuscrit devra comporter :

- les noms exacts et les prénoms des auteurs, ainsi que leurs adresses complètes avec l'e-mail du premier auteur
- le nom et l'adresse de l'hôpital, du centre ou de l'institut où a été réalisé le travail.

REFERENCES:

Les citations dans le texte se feront entre parenthèses de la façon suivante :

- 1 auteur : (Bennett 1975)
- 2 auteurs : (Rostain et Naquet 1974)
- 3 auteurs et plus : (Brauer et coll. 1974)

Les références bibliographiques seront présentées par ordre alphabétique :

- pour un mémoire : 1/ le nom des auteurs et les initiales de leurs prénoms ; 2/ le titre intégral du mémoire dans la langue originale ; 3/ le nom du journal (abrégé selon les normes internationales) ; 4/ l'année de parution ; 5/ le tome ; 6/ la première et la dernière page
- pour un livre : 1/ le nom des auteurs et les initiales de leurs prénoms ; 2/ le titre de l'ouvrage ; 3/ le numéro d'édition à partir de la seconde édition ; 4/ le nom de la maison d'édition ; 5/ la ville ; 6/ l'année de parution ; 7/ le nombre de pages
- pour un article dans un livre : 1/ le nom des auteurs et les initiales de leurs prénoms ; 2/ le titre intégral de l'article ; 3/ le nom de l'éditeur ; 4/ le titre de l'ouvrage ; 5/ le numéro d'édition à partir de la seconde édition ; 6/ le nom de la maison d'édition ; 7/ la ville ; 8/ l'année de parution ; 9/ le nombre de pages

Exemples

REVUE :

Rostain JC, Gardette B, Naquet R. Effects of exponential compression curves with nitrogen injection in man. *J Appl Physiol* 1987, 63 : 421-425.

LIVRE :

Jannasch HW, Marquis RE, Zimmerman AM, (eds). *Current perspectives in High Pressure Biology*. Academic Press, London. 1987, 341 p.

ARTICLE DANS UN LIVRE :

Rostain JC, Lemaire C, Naquet R. Deep diving, neurological problems. *In* : P. Dejours, (ed). *Comparative physiology of environmental adaptations*. Karger, Basel. 1987, p 38-47.

ILLUSTRATIONS:

Ne fournir que des photographies sur papier, des figures et schémas aux dimensions prévues pour la publication.

Tenir compte du degré de réduction avant de fixer la dimension des lettres figurant sur le dessin.

Les schémas et illustrations seront numérotés en chiffres arabes. Les tableaux seront notés en chiffres romains. En ce qui concerne la radiologie, ne fournir que d'excellents tirages sur papier.

Dactylographier sur une feuille à part les légendes des figures.

TIRES-A-PART:

Les tirés-à-part sont à la charge des auteurs et doivent être impérativement commandés au moment de la remise du bon à tirer des épreuves.

Bulletin de médecine subaquatique et hyperbare.
2009, 19, supplément.

SOMMAIRE

REUNION ANNUELLE OCTOBRE 2009 : RESUMES DES COMMUNICATIONS	87 – 92.
OXYGENOTHERAPIE HYPERBARE: UNE RAPIDE EVALUATION DE LA SANTE EN BELGIQUE. M NEYT, C OBYN, C DE LAET.	93 – 99.
QUELLES PERSPECTIVES POUR L'OXYGENOTHERAPIE HYPERBARE APRES LE RAPPORT DU KCE ? P GERMONPRE.	101 – 106.
EVALUATION DE L'OXYGÉNOTHERAPIE HYPERBARE (OHB). J BIGA.	107 – 110.
EPIDEMIOLOGIE DES ACCIDENTS DE PLONGEE AVEC APPAREILS RESPIRATOIRE A RECYCLAGE DES GAZ UTILISES DANS LES ARMEES FRANÇAISES. A PROPOS DE 153 ACCIDENTS REPERTORIES DEPUIS 30 ANS. P LOUGE, JE BLATTEAU, E GEMPP, P DELPRAT, JM PONTIER, M HUGON.	111 – 118.
FACTEURS PRONOSTIQUES DES ACCIDENTS DE DECOMPRESSION MEDULLAIRES EN PLONGEE DE LOISIR ; ANALYSE RETROSPECTIVE MULTICENTRIQUE DE 279 CAS. JE BLATTEAU, E GEMPP, O SIMON, M COULANGE, B DELAFOSSE, V SOUDAY, G COCHARD, J ARVIEUX, A HENCKES, P LAFERE, P GERMONPRE, P CONSTANTIN, A BARTHELEMY.	119 - 127.
CARACTERISTIQUES DEMOGRAPHIQUES, PERSPECTIVES ET ATTENTES DES MEMBRES DE LA SOCIETE DE PHYSIOLOGIE ET DE MEDECINE SUBAQUATIQUES ET HYPERBARES DE LANGUE FRANÇAISE EN 2008 M. COULANGE, P.LOUGE, A. BARTHÉLÉMY.	129 – 132.