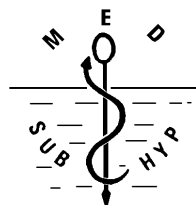


BULLETIN de MEDECINE SUBAQUATIQUE et HYPERBARE

2019. Tome 29. Numéro 2

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



REVUE SEMESTRIELLE

Date de publication : Décembre 2019

**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)

Pr. A. APPAIX (1972-1976)

Dr. R. RISPE (1976-1979)

Dr. B. BROUSSOLLE (1979-1982)

Pr. J. CORRIOL (1982-1985)

Pr. Ph. OHRESSER (1985-1988)

Dr. Ph. CAVENEL (1988-1991)

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

Pr. F. WATTEL (1994-1997)

Pr J.M. SAINTY (1997-2000)

Dr J.L. MELIET (2000-2003)

BUREAU DE LA SOCIETE EN 2019

Président: REGNARD, J.

Vice Présidents : COULANGE, M.

LOUGE, P.

Secrétaire général : HENCKES, A

Secrétaire adjoint : JOFFRE, T

Trésorier : COURAUD, F.

Trésorier adjoint : PARMENTIER, E.

Administrateurs : ALBERTNI J-J.

BLATTEAU, J-E.

GRANDJEAN, B.

GUY, A

MATHIEU, D.

PIGNEL, R.

SOUDAY, V.

.CONSEIL SCIENTIFIQUE

Coordinateur : MELIET, J.L.

Conseillers : BARBERON, B.

DEMAISTRE S.

GUERERO, F.

LUIS, D.

WENDLING, J.

Membres de droit REGNARD J-J.

Président

CONSTANTIN, P.

DUCASSE, J-L.

LETELLIER, P.

ROSTAIN, J.C.

WILLEN, C.

BLATTEAU, J-E.

Président sortant

Secrétariat: Dr. A. Henckes.

secretaire@medsubhyp.fr

BULLETIN de MEDECINE SUBAQUATIQUE et HYPERBARE
2019. Tome 29, Numéro 2.

Dépôt légal : 20 mars 2019
3448 6781®

ISSN 1248 - 2846

Responsable de la rédaction
A. Henckes

Directeur de la publication
J.C. Rostain

Imprimeur

Pronto Offset/Sud Graphic, 22 Chem. St Jean du Désert, 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 : décembre 2019

LES TABLES DE RECOMPRESSION THERAPEUTIQUE POUR LE TRAITEMENT DES ACCIDENTS DE DECOMPRESSION. EVOLUTION DES CONCEPTS, RESULTATS ET PERSPECTIVES.

J-E. BLATTEAU¹, S. DE MAISTRE². Service de Médecine Hyperbare et d'Expertise Plongée, Hôpital d'Instruction des Armées Sainte-Anne, 83800 Toulon Armées, France.
²Antenne médicale soutenant l'Ecole de plongée militaire, 83800 Toulon Armées, France

ABSTRACT

Therapeutic recompression tables for the treatment of decompression sickness. Evolution of concepts, results and perspectives. JE Blatteau, S De Maistre. Bull. MEDSUBHYP 2019, 29(2) : 23 – 40.

It is from the second half of the twentieth century that oxygen and pressure are truly associated as the first-line treatment of decompression sickness with the US Navy oxygen tables at 2.8 ATA.

Subsequently many combinations will be proposed later that modulate oxygenation and pressure levels with procedures using oxygen-nitrogen or oxygen-helium mixtures at 4 ATA, 6 ATA and even up to 11 ATA for durations treatment from a few hours to several days.

The principles of hyperbaric treatment are based on the physical effects of gaseous phase compression and oxygen diffusion / counter-diffusion, which favor the elimination of gas bubbles and denitrogenation.

The biological effects of hyperbaric oxygen are also essential because they allow the limitation of ischemia-reperfusion phenomena with anti-inflammatory and anti-oedematous actions.

While the clinical efficacy of recompression is evidenced by the high level of clinical recovery seen in most published series, there is a lack of a rigorous methodology for comparing patients with therapeutic procedures.

If one wants to progress in the evaluation of hyperbaric treatment, it is essential to set up a standardized process, using validated clinical scores of initial severity and sequelae at term, with harmonized therapeutic management.

Key-words

Decompression sickness, bubbles, Therapeutic recompression, hyperbaric oxygen treatment, nitrox, héliox, neurologic sequelae.

INTRODUCTION

Le traitement hyperbare des accidents de plongée et plus particulièrement des accidents de décompression débute à la fin de XIX^{ème} siècle pour prendre en charge les travailleurs initialement exposés à la pression en ambiance sèche. La recompression thérapeutique se voit proposée par la suite aux scaphandriers et plongeurs avec de nombreuses modalités thérapeutiques et évolutions tout au long du XX^{ème} siècle. La grande diversité des formes cliniques des accidents de décompression et leur physiopathogénie complexe, non complètement élucidée, explique qu'il existe encore aujourd'hui une très grande disparité de propositions thérapeutiques hyperbares selon les centres.

Dans cet article, nous rappellerons les 3 principaux concepts à l'origine des différentes propositions de

tables thérapeutiques hyperbares utilisées pour le traitement des accidents de décompression.

Nous étudierons également les données disponibles dans la littérature sur l'efficacité des tables, avant de détailler les modes d'action supposés du traitement hyperbare.

Nous évoquerons quelques perspectives qui intègrent les dernières conceptions sur la maladie de décompression et les effets du traitement hyperbare.

En conclusion, nous retiendrons qu'il est absolument nécessaire de standardiser les pratiques afin de pouvoir mesurer l'efficacité du traitement.

CONCEPTS ET MODALITES DE LA THERAPEUTIQUE HYPERBARE

Concept 1 : le retour en pression

Table 5 USN

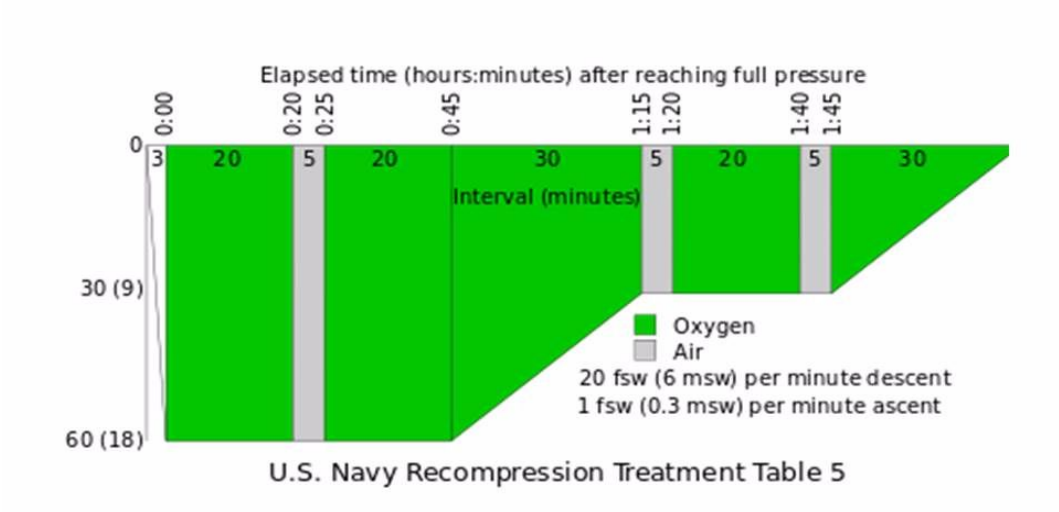


Figure 1 Table à 2.8 ATA : Table USN T5

Table 6 USN

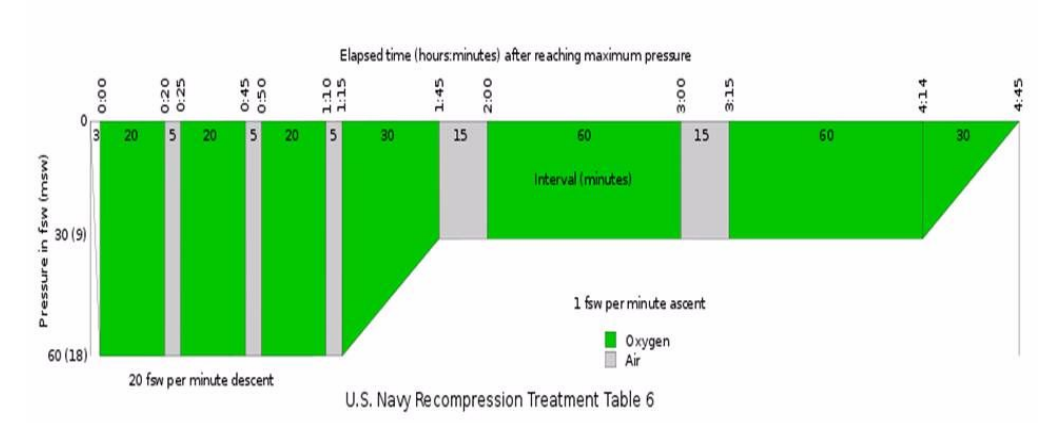


Figure 2 Table à 2.8 ATA : Table USN T6

Depuis l'instauration des dispositifs de chantiers en air comprimé au XIX^{ème} siècle en France (tube de Triger) qui exposaient les travailleurs à des pressions absolues pouvant atteindre 4 atmosphères, les médecins hygiénistes français avaient observé que le retour en pression était à même de soulager les sujets présentant des douleurs articulaires (Pol & Wattelle 1854, Bert 1878).

C'est sur cette base que les premiers traitements hyperbares codifiés ont été mis en place à la fin du XIX^{ème} siècle aux Etats-Unis. Des chambres hyperbares réservées au traitement des accidents de décompression vont être mises en place sur les chantiers de construction de tunnels et de ponts, notamment pour la construction du pont de Brooklyn avec Smith (1874). Les premières tables thérapeutiques de recompression à l'air notamment avec Moir (1896) puis Keays (1909) prévoient un retour en pression qui peut être à la pression maximale, ou alors au 2/3 ou au 1/2 de la pression selon les protocoles afin d'obtenir le soulagement des douleurs avant de remonter lentement vers la surface (Moon et Gorman 2003).

Dès la fin XIX^{ème} siècle, Paul Bert constate, sur la base d'expérimentations animales, que la recompression seule ne permet pas de limiter les séquelles neurologiques des accidents de décompression. Il soumet en effet à la pression de 7 atm plusieurs chiens qu'il décomprime rapidement afin d'entraîner des accidents de décompression médullaire avec paraplégie. Il note que malgré un traitement par recompression à 7 atm débuté 4min après l'apparition des signes et suivi d'une remontée lente en 2h, l'état clinique ne s'améliore pas, avec le décès inéluctable de l'animal dans la nuit (Bert 1878).

Paul Bert fait le constat que le retour en pression est surtout efficace sur les douleurs articulaires mais n'a pas ou peu d'action sur les atteintes neurologiques sévères.

Concept 2 : l'oxygène et la pression

Sur la base de ses expérimentations, Paul Bert suggère de privilégier la prise d'oxygène en surface avant de recomprimer.

Zuntz (1897) puis Von Schrötter (1909) proposent d'associer l'oxygène et la pression en même temps. Ce nouveau concept sera testé par Keays (1909) sur quelques sujets, mais il faudra quelques années de plus pour que Yarbrough et Benhke (Yarbrough et Benhke 1939) démontrent l'intérêt des tables à l'O₂ qui seront par la suite intégrées

dans les procédures de l'US Navy (Moon et Gorman 2003).

Après des débuts difficiles, liés à des choix de profondeur et de durée inadéquats, il faudra attendre quelques décennies pour que l'oxygène et la pression soient véritablement associés comme traitement de première intention des accidents de plongée au niveau de l'US Navy avec les tables T5 et T6 de Goodman & Workman (1965). L'oxygène est dès lors délivré à la pression de 2,8 ATA, avec un effet thérapeutique certain et un risque modéré de crise hyperoxique (Figures 1 et 2).

Concept 3 : les combinaisons de pression et d'oxygène

L'utilisation de pressions de recompression plus élevées au-delà de 2.8 ATA se base sur des travaux expérimentaux d'embolies gazeuses carotidiennes de chiens anesthésiés (Waite et al 1967). Ces études suggèrent que la disparition des bulles serait favorisée par des pressions à 4 ATA voire plus. Cependant ces résultats ne seront pas confirmés par la suite, en particulier avec les travaux expérimentaux de Leitch et coll. qui n'observent pas de bénéfice en faveur des pressions supérieures à 2.8 ATA, à PO₂ égale, dans des modèles animaux d'embolie gazeuse ou d'accident de décompression médullaire (Leitch et coll 1984, Leitch et Hallenbeck 1985).

Pourtant, la deuxième moitié du XX^{ème} siècle voit l'émergence de nombreuses propositions de traitements hyperbares modulant les niveaux d'oxygénation et de pression avec des procédures à 4 ATA, 6 ATA et même jusqu'à 11 ATA pour des durées de traitement allant de quelques heures à plusieurs jours.

C'est ainsi que différentes procédures vont être utilisées en plongée militaire ou professionnelle (Figures 3-7). Le principe est de diluer l'oxygène au-delà de 2.8 ATA afin de réduire le risque de crise hyperoxique. Les gaz diluants sont généralement l'azote (mélanges Nitrox) ou l'hélium (mélanges HélioX). Du fait de cette dilution, et de la profondeur plus élevée, la durée totale de décompression doit être rallongée.

QUELLE EST L'EFFICACITE DES TABLES DE RECOMPRESSION ?

Force est de constater que l'indication de recompression hyperbare des accidents de

Table de Recompression d'Urgence - TRU 30m Nitrox de la Marine nationale

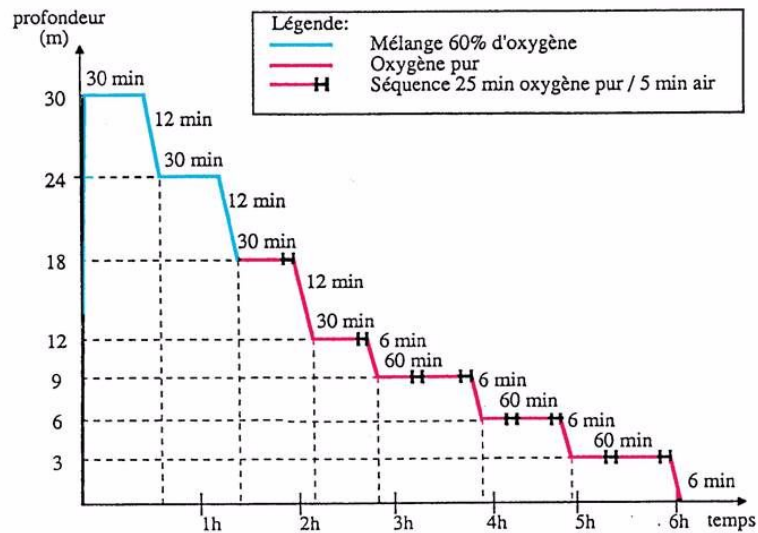


Figure 3 Table à 4 ATA : Tables TRU Nitrox de la Marine française à 30m

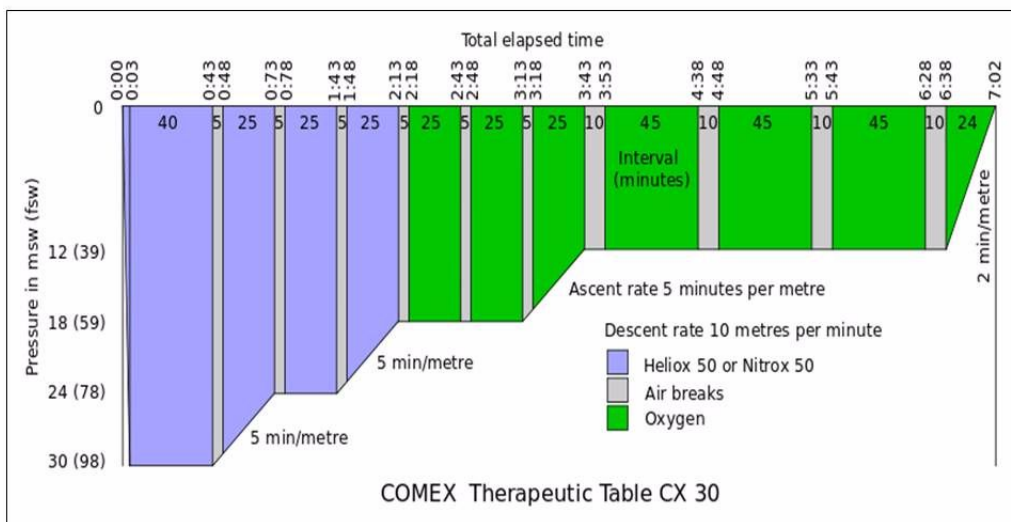


Figure 4 Table à 4 ATA : Table Comex 30 HélioX

Tables de recompression thérapeutique

Table 50m USN Air (ou mélange PO₂<3ATA)

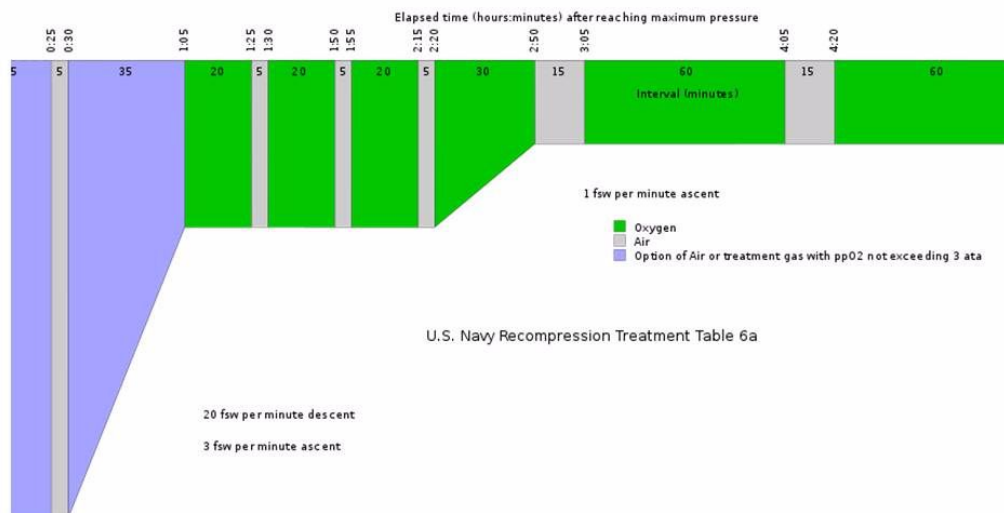


Figure 5 Table à 6 ATA : Table USN 50m incursion air

Table 50m Nitrox Hawaiï

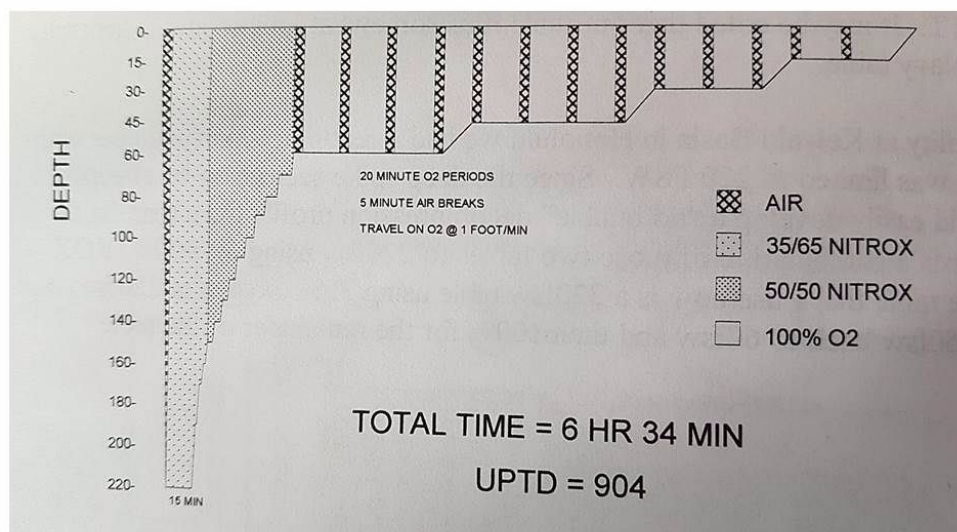


Figure 6 Table à 6 ATA : Table Hawaiï 220 fsw Nitrox

décompression n'a jamais fait l'objet d'une étude contrôlée comparant des groupes de plongeurs accidentés recomprimés avec des plongeurs accidentés non recomprimés maintenus en air ambiant ou sous oxygène normobare.

Néanmoins l'efficacité clinique de la recompression est attestée par le niveau de récupération clinique élevé observé dans la plupart des séries publiées, alors que cela n'est pas le cas au niveau des populations de plongeurs ne pouvant pas bénéficier d'un accès à un centre hyperbare.

Aujourd'hui, les tables US Navy T5 et T6 sont les procédures les plus utilisées dans le monde, et sont, à ce titre, devenues des procédures considérées comme référentielles.

Les tables à 4 ATA Nitrox ou Hélioxy sont utilisées dans certains pays pour la plongée militaire ou professionnelle disposant de caissons de chantier, ainsi que par certains centres hyperbares hospitaliers. Les tables utilisant des pressions supérieures ou égales à 6 ATA sont plus rarement utilisées, essentiellement en Chine ou à Hawaï, si l'on se réfère aux publications disponibles.

Les tables USN T5 et T6 à 2,8 ATA (équivalent profondeur 18m)

L'intérêt de l'utilisation de tables à l'oxygène est mis en évidence dès le début de XXème siècle par l'équipe de Benhke (Benhke & Shaw 1937, Yarbrough & Benhke 1939). Mais il faudra attendre la fin de la deuxième guerre mondiale pour que les premières tables USN à l'O₂ soient réellement utilisées. Ces premières tables, basées sur le concept de pression de soulagement, prévoyaient initialement une recompression à 10m pour 10min, avec en cas d'absence d'efficacité, une recompression jusqu'à 18m pour 30min, suivie d'un retour vers la surface en 1 à 2 heures.

Devant les résultats décevants de ces premières tables à l'O₂, Goodman & Workman (1965) proposent par la suite une recompression à 18 m d'emblée puis à 9 m avec un temps total de décompression augmenté allant de 2h15 à 4h45 (Tables USN 5 et 6).

La table T5 plus courte est proposée en première intention pour les accidents de type 1 et la table T6 pour les accidents de type 2 ou les types 1 n'ayant pas été soulagés par la T5. Ces modifications

Table 50m Nitrox Hong Kong

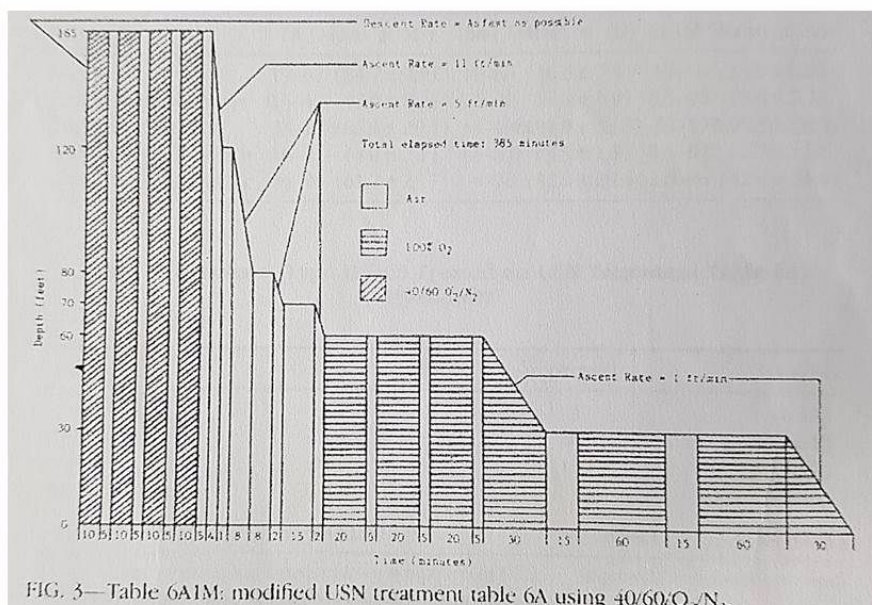


Figure 7 Table à 6 ATA : Table Hong Kong 165fsw Nitrox

apportent de bons résultats pour les plongeurs militaires de l'US Navy victimes à l'époque en majorité d'accident de décompression de type articulaire.

Dans une étude de Workman (Workman 1968) rapportant 110 cas d'accidents de décompression militaire, il est observé 93% de récupération, pour une majorité d'accident de décompression de type 1 (64 % de douleurs articulaires) recomprimés en moins de 6h. Dans cette même étude, il est rapporté un plus faible taux de récupération à 62,5% pour 40 plongeurs civils pris en charge avec ces mêmes tables. Mais il s'agissait en majorité d'accidents de décompression neurologiques (85%) avec des délais de recompression plus longs.

Par la suite d'autres études vont confirmer la très bonne efficacité des tables USN pour les accidents de décompression de type 1, avec cependant une moins bonne efficacité pour les accidents de type 2.

Citons quelques-unes de ces études :

Erde et Edmonds (Erde et Edmonds 1975) observent sur 100 accidents de décompression de plongeurs civils présentant une majorité d'accidents de décompression de type 2, un taux global de récupération à 80%.

Gray et coll. (1984) notent 94% de récupération à la fin de la prise en charge pour une série de 812 accidents de décompression militaires de l'US Navy, avec en majorité des d'accidents de type 1.

Kizer (Kizer 1982) constate à Pearl Harbour sur 157 accidents de décompression de plongeurs civils en majorité, 58%, de récupération complète, 25% d'amélioration et 17% de séquelles.

L'étude de Green et Leitch (Green et Leitch 1987), sur une série de 132 cas d'ADD de type 2 recomprimés de 1965 à 1984, confirme l'efficacité des tables à l'oxygène (équivalentes aux USN T5 et T6) par rapport à des tables longues à l'air avec un taux de guérison de 46% (n=94) vs 32% (n=38), respectivement. Pour les formes sévères d'accidents de décompression neurologiques, il est noté un taux de 59% de récupération complète avec l'USN T6 (n=61) vs 50% pour la T5 (n=28).

D'autres études, notamment issues de rapports du DAN (1999 et 2003), confirment cette tendance avec des récupérations variables de 60% à 90% selon le type d'accident de décompression et sa sévérité initiale.

Les tables courtes et peu profondes $\leq 2,8$ ATA (équivalent profondeur ≤ 18 m) à l'oxygène

La prise en charge de tous les accidents de décompression par une table unique a été développée pour les caissons de chantiers aux Etats-Unis.

Ces tables courtes (2h30) à 18m donnent de bons résultats dans les séries publiées.

Hart et coll. (1986) notent 79% à 95% de récupération selon la forme clinique pour 77 accidents de décompression traités avec la table Hart-Kindwall.

Cianci & Slade (2006) constatent 97,5% de récupération sur une série de 140 accidents de décompression neurologiques avec signes cérébraux, et notamment des signes cognitifs, recomprimés tardivement (médiane de recompression à 48h).

En revanche l'étude d'Hadanny et coll. (Hadanny et al. 2015) sur 76 accidents de décompression recomprimés tardivement (délai > 48 h) n'est pas en faveur de tables moins profondes (10m) et plus courtes (90min). Il constate une différence non significative ($p=0.07$) entre des tables à 10m/90min (n=27) et les tables USN T6 (n=46) avec 66.7% de récupération pour la table 10m vs 84% pour la T6.

Les tables longues et profondes à 4 ATA (équivalent profondeur 30m)

En France, Barthélémy et coll. introduisent dès 1964 des tables au Nitrox à 30m puis à l'O₂ à partir de 12m (tables GERS A, B et C) pour la Marine française (Mathe et coll 1965, Barthélémy et coll 1966). Actuellement une table au Nitrox à 30m d'une durée totale de 6h (table TRU) est encore utilisée pour la prise en charge des accidents neurologiques militaires. Sur une série de 59 accidents de décompression neurologiques (délai médian de recompression à 35 min) traités par des tables GERS B ou TRU, il est noté 75% de récupération avec une majorité de séquelles sensitives mineures (Blatteau et coll 2011a).

D'autres tables à 30m avec utilisation d'un mélange Héliox ont été développées comme la table Comex 30 et utilisées par de nombreux centres hyperbares pour le traitement des accidents de décompression neurologiques. L'étude de Shupak et coll. (1997) sur une série de 33 accidents de décompression neurologiques (délai moyen recompression 13h) compare l'emploi de la table T6 (n=16) vs la table Comex 30 à l'Héliox (n=17). Cette étude ne montre pas de différence sur la récupération clinique à l'issue de la prise en charge. Elle constate cependant une différence

Table 7 USN 18m 36h

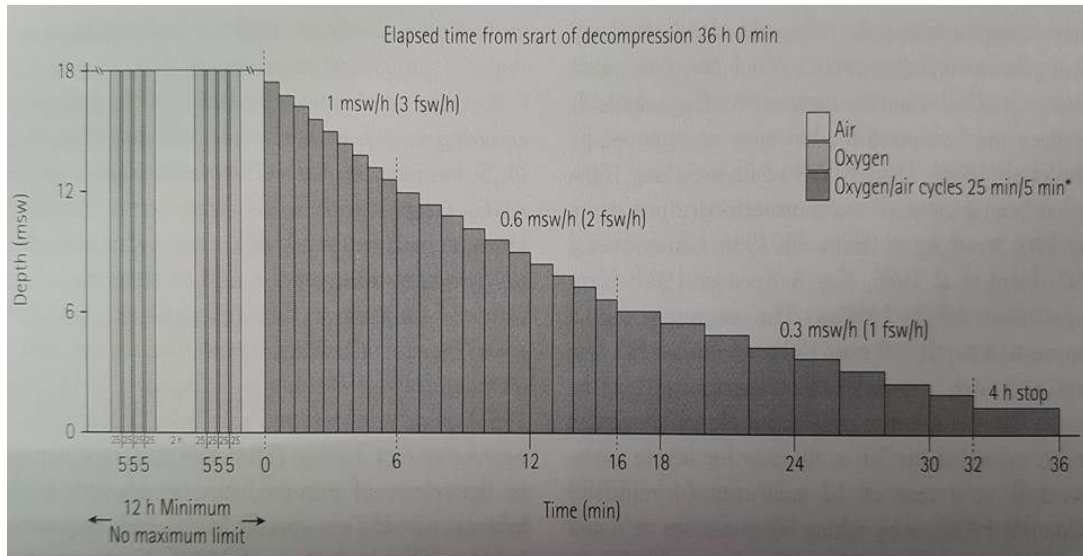


Figure 9 Table à saturation : Table Russe 97m

clinique sur la sévérité initiale des accidents qui est plus élevée dans le groupe traité par la table Comex 30.

Les tables longues et profondes à 6-8 ATA (équivalent profondeur 50-70m)

Les Tables « Hawaïennes » proposent des recompressions initiales entre 50 et 70m (Smerz et coll 2005). Dans une série de 567 accidents de décompression de type 2 recomprimés tardivement (20h de délai moyen de recompression), les taux de récupération varient entre 75% et 91% selon la sévérité. L'étude semble observer de meilleurs résultats avec la TT220 (recompression initiale à 67m au Nitrox 35%). A noter, qu'il est décrit 3 cas d'accidents de décompression pour les accompagnants ainsi que 3 crises hyperoxiques chez les accidentés lors de l'utilisation de ces tables longues et profondes.

Dans une série de 374 accidents de décompression de type 2 recomprimés tardivement (52h de délai moyen de recompression), les tables à 50m utilisées à Hong Kong (Lee et coll 1991) montrent des taux de récupération variables de 51% à 71%

selon la sévérité initiale et l'emploi de l'air ou du Nitrox à 50m. Les meilleurs résultats sont obtenus avec la table 6A1M utilisant un Nitrox 40% à 50m. Xu et coll. (2012) constatent également une grande variabilité d'efficacité pour les tables utilisées à Shanghai. Il note des taux de récupération de 59% à 94% avec les tables 50m utilisés pour 1438 cas d'accidents de décompression classés comme accidents modérés à sévères et recomprimés pour la plupart dans un délai inférieur à 12h.

Les tables « extrêmes » à saturation

Il existe de nombreuses variantes, de la table peu profonde à 18m comme l'USN T7 (Figures 8) qui dure 36 heures ou la table très profonde russe à 97m (Figures 9) pour une durée totale de 87 heures (Thalmann 1996).

Seuls quelques cas cliniques ont fait l'objet de publications avec des résultats contrastés.

Le rapport bénéfice risque reste très discutable aussi bien pour le patient que pour l'accompagnant.

A noter, le cas d'un accident de décompression avec tétraplégie traité par une table de type USN 7.

Table russe Saturation 97m 87h

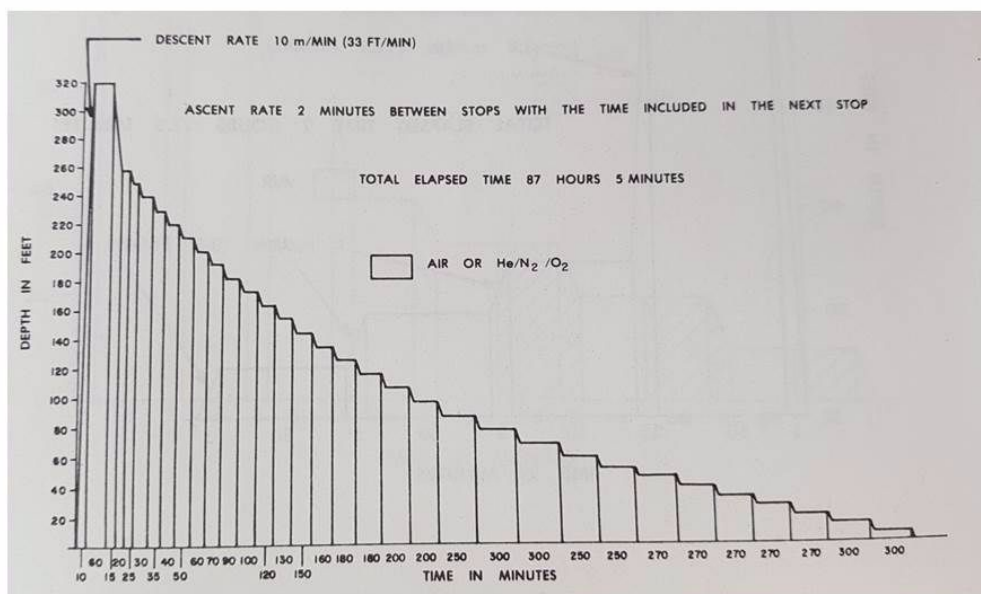


Figure 9 Table à saturation : Table Russe 97m

L'apparition au décours de cette table d'un syndrome de détresse respiratoire aiguë évoluant rapidement vers une fibrose pulmonaire, à l'origine du décès du patient, fait suspecter le risque iatrogène de cette table par l'action toxique pulmonaire de l'oxygène sur des patients fragilisés par la maladie de décompression (Louge et coll. 2001).

DISCUSSION SUR LA MESURE DE L'EFFICACITE DES TABLES

L'évaluation de l'efficacité des tables est très difficile car la plupart des études ne renseignent que des pourcentages d'amélioration ou de récupération sans forcément préciser l'état clinique à l'admission ou à la sortie du centre hyperbare. Certaines études concernent des plongeurs militaires, jeunes et en bonne santé qui bénéficient d'une recompression précoce, tandis d'autres décrivent des plongeurs civils plus âgés, présentant un état pathologique antérieur avec des délais de recompression beaucoup plus longs.

La comparaison des procédures n'est pas pertinente car le type d'accident de décompression, sa sévérité initiale et ses modalités de prise en charge initiale diffèrent énormément selon les centres hyperbares.

D'autre part, l'évolutivité des patients à moyen ou long terme n'est que rarement décrite. La description des événements iatrogènes pour le patient ou l'accompagnant est le plus souvent absente.

Dans une étude multicentrique concernant des accidents de décompression neurologiques médullaires, Blatteau et coll. (2011b) ont évalué la sévérité initiale en distinguant les accidents à haute sévérité vs ceux à faible sévérité, afin de comparer l'effet des tables thérapeutiques sur la survenue de séquelles. Il s'avère que toutes les tables, longues ou courtes, à 30m ou à 18m sont efficaces sur les accidents avec faible sévérité. En revanche aucune table ne s'avère vraiment efficace sur les accidents neurologiques présentant une sévérité initiale élevée (Figure 10).

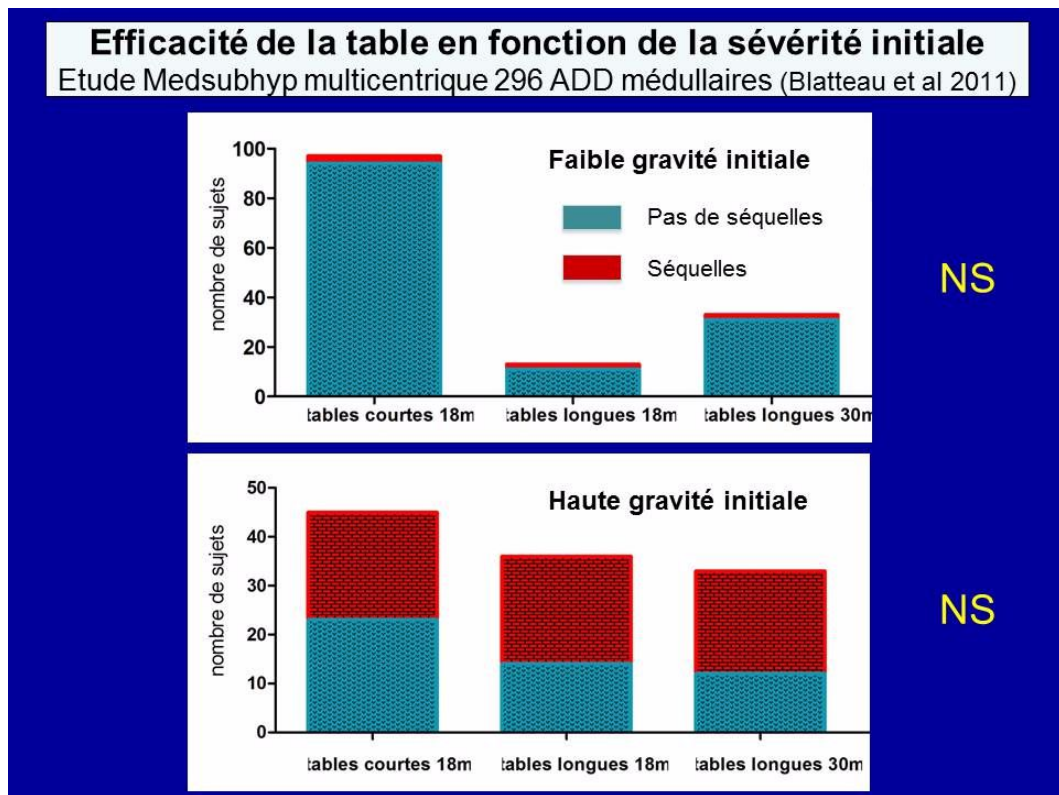


Figure 10 : Comparaison de l'efficacité des différentes tables de recompression initiales en fonction de la sévérité clinique initiale

De manière générale, on peut retenir que la plupart des tables thérapeutiques, courtes ou longues, de 18m à 50m, sont efficaces sur les accidents de type 1 et les accidents de type 2, cochléo-vestibulaires et neurologiques avec signes mineurs. Ce constat plaide pour l'emploi en première intention de procédures courtes à faible profondeur (Table à 2,8 ATA de type USN T5 ou équivalent) qui limitent les risques liés à une profondeur de recompression plus élevée (accident de décompression pour le personnel accompagnant) ainsi que les risques liés à une exposition prolongée (risque hyperoxique et risque thrombotique de l'alitement pour l'accidenté).

Dans le cas d'accidents de décompression avec signes neurologiques déficitaires, aucune étude ne permet de démontrer la supériorité d'une procédure par rapport à une autre. Le taux de séquelles reste important avec une aggravation fréquente dans les 24 premières heures malgré la recompression initiale.

LES MODES D'ACTION DU TRAITEMENT HYPERBARE SUR L'ACCIDENT DE DECOMPRESSION

Effets « physiques » = paradigme historique

On a longtemps considéré l'accident de décompression comme la simple résultante de la formation de bulles d'azote dans l'organisme.

Dans cette vision des choses, les tables thérapeutiques ont pour objectif premier d'éliminer ou de réduire les bulles formées (effet profondeur/pression) et d'empêcher la formation de nouvelles bulles, en favorisant la dénitrégation.

L'effet pressionnel peut être considéré d'un point de vue physique en déterminant la réduction théorique de la taille des bulles formées (Moon et Gorman 2003). Cet effet pressionnel est surtout

Réduction de la taille des bulles formées

- Effet de la métabolisation de l'oxygène

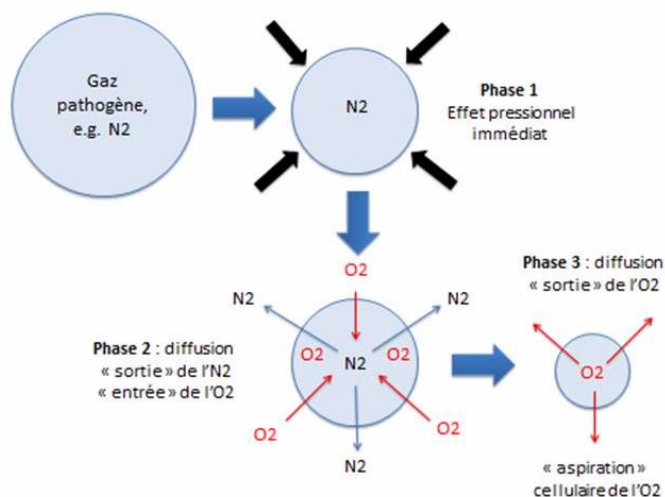


Figure 11 Schéma de l'effet de la métabolisation de l'oxygène sur la taille des bulles.

effectif sur la réduction du volume qui est plus importante que la réduction du diamètre. Mais dans le cas de bulles vasculaires qui entraînent une occlusion avec interruption du flux sanguin, c'est bien la réduction du diamètre de la bulle qui a le plus d'impact. *Force est de constater qu'il existe assez peu de différence en terme de réduction du diamètre théorique d'une bulle entre 18 et 30m.*

Lorsque la recompression s'associe à l'inhalation d'oxygène, il faut également prendre en compte les phénomènes de diffusion de l'oxygène au sein des bulles (Strauss et Lu 2017). La taille des bulles est initialement réduite lors de la recompression avec une phase secondaire de sortie de l'oxygène par l'utilisation métabolique de l'oxygène par les cellules, ce qui contribue à réduire encore la taille des bulles (Figure 11).

Lorsque la recompression s'associe à l'inhalation d'hélium, il faut considérer les effets liés au changement de gaz. Il a en effet été montré qu'il existe des phénomènes de contre-diffusion isobare des gaz (Lambersten 1975) qui surviennent notamment lors du passage d'un mélange Air ou Nitrox vers un mélange Héliox. Cela entraîne une

sursaturation transitoire avec formation de bulles, qui peut être à l'origine d'accidents de décompression cutanés ou vestibulaires. Cet effet de sursaturation semble cependant être neutralisé lorsque l'inhalation d'Héliox est associée à une recompression (Peterson et coll 1980).

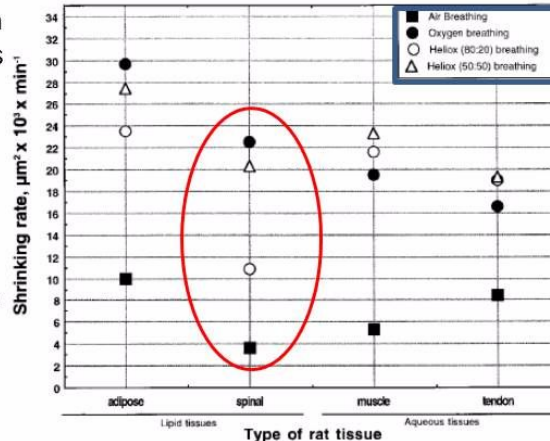
Hyldegaard et coll. (2001) ont étudié l'effet des gaz inhalés sur la formation des bulles à partir d'un modèle animal avec des rats anesthésiés comprimés entre 3 et 3,5 ATA pendant 1h à 4h. Le modèle consiste à injecter préalablement des bulles dans différents tissus (le tissu adipeux, la substance blanche médullaire, le muscle et le tendon) afin de suivre leur évolution après décompression puis recompression à visée thérapeutique.

Différentes modalités de recompressions ont été testées à la profondeur de 18m avec inhalation d'air, d'oxygène, d'Héliox 80% et 50% et à la profondeur de 30 m avec de l'Héliox 50%.

Il en ressort que pour l'évolution des bulles au sein de la substance blanche de la moelle épinière qui est le tissu cible des accidents de décompression médullaire, les recompressions à l'oxygène et à

Effets des gaz sur la formation des bulles, intérêt de l'hélium ? (Hyldegaard 2001)

- Rats anesthésiés / 3-3,5 ATA 1-4h
- Injection de bulles dans différents tissus : tissu adipeux, substance blanche médullaire, muscle et tendon .
- *Recompressions :*
2,8 ATA: Air, O₂, Hélio₈₀ et 50%
4 ATA: Hélio₅₀.
- Observation par microscope de la taille des bulles (% de réduction mesuré par min).



Substance blanche : recompressions à l'O₂ 100% et l'Hélio₅₀ entraînent un taux de réduction de la taille des bulles plus élevé qu'avec l'air ou l'Hélio₈₀.

L'hélium n'est pas supérieur à l'O₂ 100%

Figure 12. Etude expérimentale évaluant l'effet de la recompression sur les bulles en fonction de différents gaz inhalés, air, oxygène ou hélium (d'après Hyldegaard et coll. 2011).

L'Hélium 50% entraîne un taux de réduction de la taille des bulles plus élevé qu'avec l'air ou l'Hélium 80%.

Il est également à noter que l'Hélium 50% n'est pas supérieur à l'oxygène vis-à-vis de la réduction de la formation des bulles au sein de ce tissu (Figure 12).

Ces données semblent cohérentes avec les travaux d'Arieli et coll. (2007) réalisés sur un modèle animal (rats) d'accident de décompression neurologique après une exposition hyperbare initiale au mélange Trimix. Il n'est pas observé de différence significative du taux de mortalité par ADD lorsque la recompression est réalisée au mélange Hélio₃ (3 ATA) par rapport à une recompression à l'oxygène (2.8 ATA), réalisée dans les deux cas en moins de 5 min.

Effets « biologiques » / paradigme actuel

Il est actuellement bien établi que les accidents de décompression en particulier ceux avec atteinte

neurologique déclenchent des processus ischémiques et post-ischémiques bien identifiés initialement déclenchés par la formation des bulles mais qui persistent une fois le processus bullaire éliminé (Francis et Mitchell 2003).

Ces phénomènes sont décrits dans la terminologie française sous le terme de maladie de décompression par opposition à l'accident de décompression bullaire initial (Méliet 2006). Il s'agit en fait d'un continuum entre l'occlusion bullaire initiale et les processus biochimiques induits ayant des voies d'activation et des cinétiques différentes. Cela aboutit généralement à un état clinique constitué à son acmé dans les 24 à 48 premières heures.

La figure 13 rappelle les principales voies impliquées dans la maladie de décompression (Figure 13).

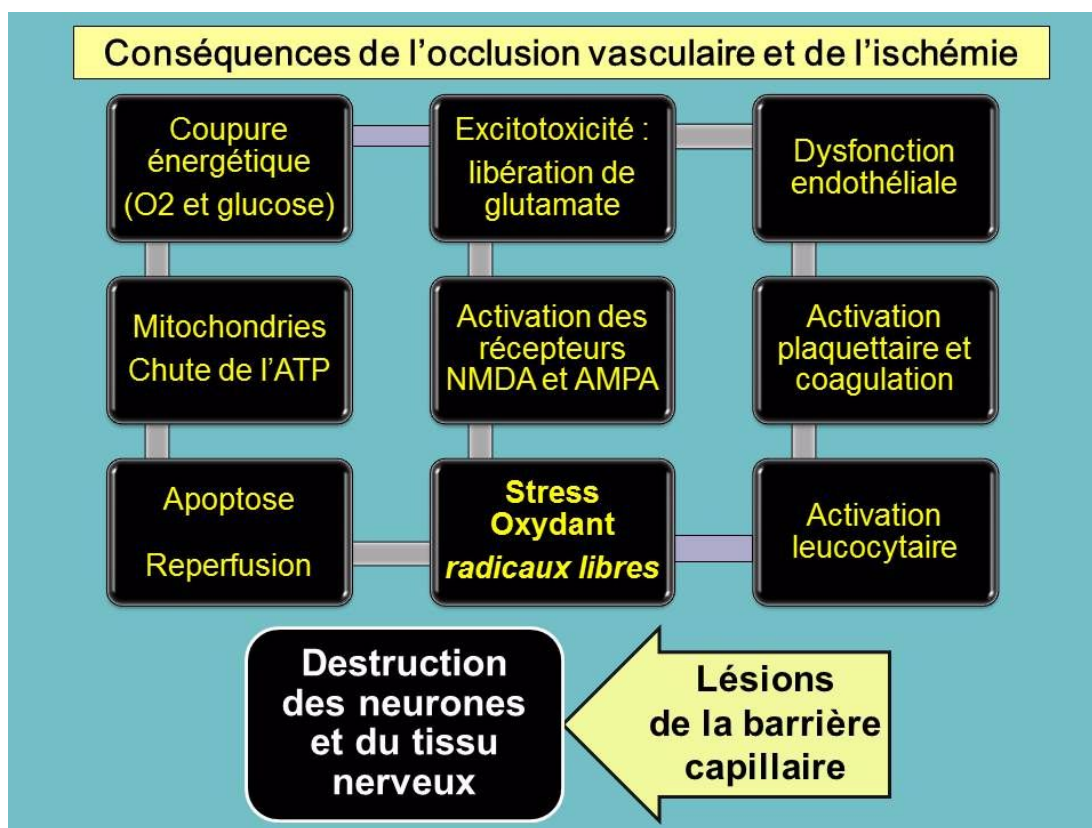


Figure 13 : Les différentes voies post-ischémiques retrouvées dans la maladie de décompression.

Cette compréhension de la physiopathologie de l'accident de décompression permet d'expliquer les situations cliniques d'aggravation qui sont souvent observés dans les atteintes médullaires malgré la recompression thérapeutique initiale.

Le paradigme actuel est de considérer que l'aggravation est liée aux phénomènes post-ischémiques qu'il convient de limiter dans cette fenêtre temporelle.

L'action du traitement hyperbare ne se limite donc pas à la simple reperfusion initiale par élimination des bulles. Le traitement hyperbare s'intègre dans un processus temporel d'ischémie-reperfusion, avec des effets bénéfiques qui peuvent s'observer lors de la recompression initiale (reperfusion), mais également dans les 24-48 premières heures en répétant les séances d'OHB (séances adjuvantes). La figure 14 rappelle les différents effets de l'OHB qui ne limitent pas à une action purement mécanique sur les bulles de gaz.

PERSPECTIVES ET CONCLUSION

Evolution du traitement hyperbare

Nous pensons qu'il n'est pas nécessaire de modifier les tables de recompression initiales et notamment les tables de type USN T5-T6 ou équivalents qui ont fait leur preuve, mais qu'il est en revanche opportun d'essayer d'optimiser les recompressions complémentaires (séances d'OHB adjuvantes) dans la fenêtre temporelle des 24-48 premières heures, c'est à dire au pic des phénomènes post-ischémiques après reperfusion. En dehors des effets physiques sur les bulles et l'oxygénation, les séances d'OHB « standard » itératives et rapprochées sont certainement contributives dans ces 24-48 premières heures, en agissant par exemple sur l'inhibition de l'adhésion leucocytaire, effet bien identifié par les travaux de Thom (2011).

L'utilisation de l'hélium en association à l'OHB pourrait également être intéressante dans ce contexte, avec un bénéfice recherché en terme de

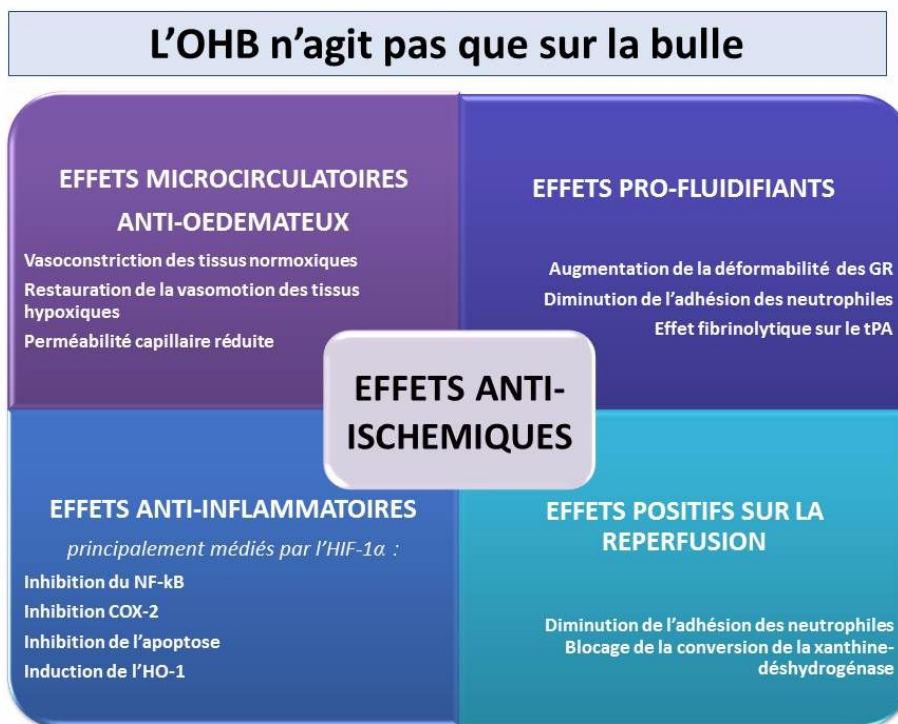


Figure 14 : Principaux effets anti-ischémiques de l'oxygénothérapie hyperbare.

Score « MEDSUBHYP »

Signes neurologiques / Score de sévérité

		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

Score < 8 : risque faible de séquelles

Figure 15 : Score de sévérité « medsubhyp » pour l'évaluation clinique initiale des accidents de décompression neurologiques

neuroprotection de ce gaz inhalé principalement médié par son effet hypothermique central (David et coll 2009). L'étude de Drewry et Gorman (Drewry et Gorman 1994), suggère que l'emploi de tables d'OHB 18m HélioX 50% vs O2 100% pourrait réduire le nombre de patients nécessitant des séances d'OHB complémentaires (9 sujets /25 vs 20/31, respectivement). Ces résultats partiels basés sur une petite série méritent d'être confirmés.

D'autres gaz, aux propriétés neuroprotectrices fortes comme le xénon ou l'argon, pourraient également être utilisés en complément de l'OHB (Blatteau et coll 2015, Nowrangi et coll 2014).

Standardisation de l'évaluation des patients

Si l'on veut progresser dans l'évaluation du traitement hyperbare pour les accidents de décompression neurologiques, il est essentiel de mettre en place un processus standardisé (Vann et coll 2009) au niveau de la prise en charge thérapeutique qui devrait être protocolisée, en s'aidant notamment de scores cliniques validés pour établir les critères initiaux de sévérité à l'admission (Figures 15 et 16). Le niveau de récupération clinique à la sortie du centre hyperbare mais également à distance (par exemple à 3 mois et à 1 an) doit également être évalué de façon précise. L'utilisation d'un score de séquelles suffisamment détaillé comme celui de l'association orthopédique japonaise (score MJOAS) devrait permettre d'améliorer la connaissance du niveau de séquelles à moyen et long terme des patients victimes d'accidents de décompression neurologiques (Figure 17).

REFERENCES

Arieli R, Svidovsky P, Abramovich A. Decompression sickness in the rat following a dive on trimix: recompression therapy with oxygen vs. heliox and oxygen. *J Appl Physiol*. 2007;102: 1324-1328.

Mathe P, Barthélémy L, Michaud A. [Our experience with hyperbaric oxygen therapy]. *Bull Mens Soc Med Mil Fr*. 1965 Dec;59(10):601-12. French. PubMed PMID: 5898595.

Barthélémy L, Parc J, Leterrier F. [Theoretical bases and applications of new therapeutic tables for the treatment of diving accidents].

Agressologie. 1966, Mar-Apr;7(2):181-192. French. PubMed PMID: 5930993.

Benhke AR, Shaw LA. The use of oxygen in the treatment of compressed air illness. *Navy Med Bull* 1937, 35: 1-12.

Bennett M, Lehm J, Mitchell S, Wasiak J. Recompression and adjunctive therapy for decompression illness. *Cochrane Database of Systematic Reviews*. 2007: Art. No.: CD005277. DOI.: 10.1002/14651858.CD005277.pub2.

Bennett M, Mitchell S, Young D, King D. The use of deep tables in the treatment of decompression illness: the hyperbaric technicians and nurses association 2011 workshop. *Diving Hyper Med* 2012, 24: 171-180.

Berghage TE, Vorosmarti J, Barnard EPP. Recompression treatment tables used throughout the world by government and industry. Naval Medical Research Institute, Bethesda, MD; 1978. Retrieved on <http://archive.rubicon-foundation.org/3414>.

Bert P. La pression barométrique. Recherches de physiologie expérimentale. Masson, Paris, 1878.

Blatteau JE, Gempp E, Constantin P, Louge P. Risk factors and clinical outcome in military divers with neurological decompression sickness: influence of time to recompression. *Diving Hyperb Med*. 2011a Sep;41(3): 129-134.

Blatteau JE, Gempp E, Simon O, Coulange M, Delafosse B, Souday V, Cochard G, Arvieux J, Henckes A, Lafere P, Germonpre P, Lapoussiere JM, Hugon M, Constantin P, Barthelemy A. Prognostic factors of spinal cord decompression sickness in recreational diving: retrospective and multicentric analysis of 279 cases. *Neurocrit Care*. 2011b Aug;15(1): 120-127

Blatteau JE, David HN, Vallée N, Meckler, Demaistre S, Lambrechts K, Risso JJ, Abraini JH. Xenon Blocks Neuronal Injury Associated with Decompression. *Sci Rep*. 2015, 5: 15093.

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

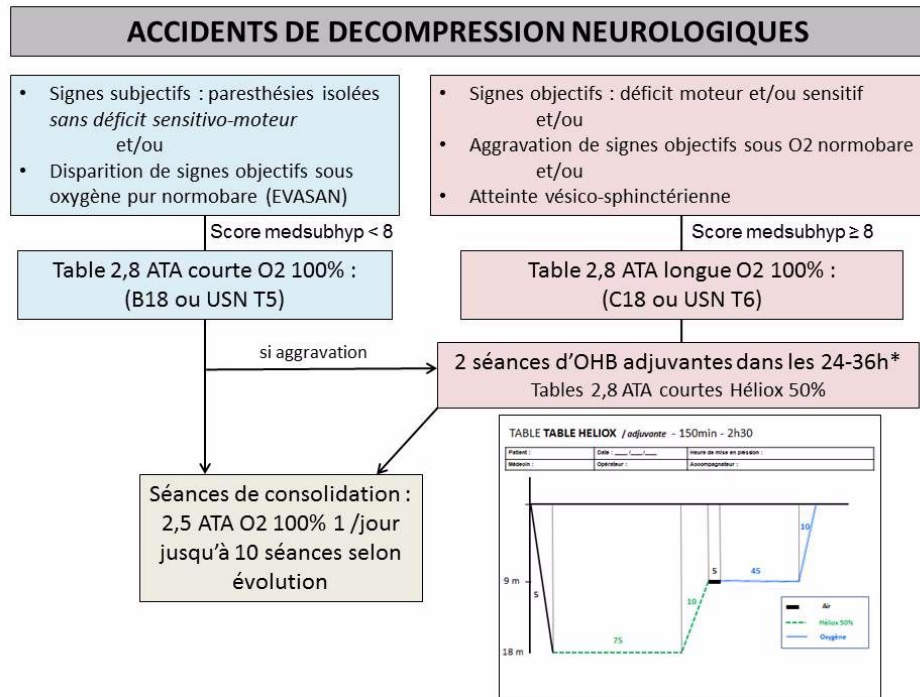


Figure 16 : Protocole actuel HIA Ste Anne pour traitement des accidents de décompression neurologiques prenant en compte la sévérité initiale.

Score d'évaluation des séquelles à réaliser à la fin du séjour au SMHEP
Modified Japanese Orthopedic Association - MJOAS

Atteinte motrice des membres supérieurs

- 0 incapable de se nourrir seul
- 1 incapable d'utiliser un couteau ou une fourchette, mais capable d'utiliser une cuillère pour s'alimenter
- 2 arrive à utiliser un couteau ou une fourchette avec grande difficulté
- 3 arrive à utiliser un couteau ou une fourchette avec une gêne modérée
- 4 RAS

Atteinte motrice des membres inférieurs

- 0 incapable de marcher
- 1 peut marcher sur un sol plat avec un système d'aide à la marche
- 2 peut monter des escaliers avec main courante, accès à un étage
- 3 marche possible sans aide mais avec instabilité
- 4 RAS

Atteinte sensitive aux membres supérieurs / thorax abdomen / membres inférieurs

- 0 douleur ou perte de sensibilité majeure
- 1 déficit sensitif modéré
- 2 RAS

membres supérieurs : 0 1 2

thorax-abdomen : 0 1 2

membres inférieurs : 0 1 2

Atteinte sphinctérienne

- 0 miction impossible, sondage permanent et/ou constipation majeure, évacuation mécanique permanente
- 1 rétention fréquente, sondage intermittent et/ou constipation sévère, évacuation mécanique intermittente
- 2 difficultés mictionnels, pas de sondage et/ou constipation modérée
- 3 RAS

Score normal = 17

Figure 17 : Score d'évaluation du niveau de séquelle neurologique de l'association orthopédique japonaise (MJOAS).

Tables de recompression thérapeutique

- David H, Haelewyn B, Chazalviel L, Lecocq M, Degoulet M, Risso JJ, Abraini JH. Post-ischemic helium provides neuroprotection in rats subjected to middle cerebral artery occlusion-induced ischemia by producing hypothermia. *J Cereb Blood Flow Metab* 2009, 29(6): 1159-1165.
- Drewry A, Gorman DF. A progress report on the prospective randomised double blind controlled study of oxygen and oxygen helium in the treatment of air-diving decompression illness [Abstract]. *Undersea Hyperb Med.* 1994, 21(Suppl): 98.
- 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.
- Erde A, Edmonds C. Decompression sickness : a clinical series. *J Occup Med* 1975, 17: 324-328
- 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.
- Gray CG. A retrospective evaluation of oxygen recompression procedures within the US Navy. In Bachrach AJ, Matzen MM, eds. *Underwater Physiology VIII. Proceedings of the eighth symposium on underwater physiology*. Bethesda, MD: Undersea Medical Society, 1984: 225-240.
- Green RD, Leitch DR. Twenty years of treating decompression sickness. *Aviat Space Environ Med.* 1987, 58:362-366.
- Goodman MW, Workman RD. Minimal recompression oxygen-breathing approach to treatment of decompression sickness in divers and aviators. Washington DC: US Navy Experimental Diving Unit report, 1965: 5-65.
- Hadanny A, Fishlev G, Bechor Y, Bergan J, Friedman M, Maliar A, Efrati S. Delayed Recompression for Decompression Sickness: Retrospective Analysis. *PLoS One* 2015 10(4): e0124919
- Hart GB, Strauss MB, Lennon PA. The treatment of decompression sickness and air embolism in a monoplace chamber. *J Hyperb med* 1986, 1:1-7.
- Hyldegaard O, Kerem D, Melamed Y. Effect of combined recompression and air, oxygen, or heliox breathing on air bubbles in rat tissues. *J Appl Physiol.* 2001,90:1639-1647.
- Kizer KW. Delayed treatment of dysbarism. A retrospective review of 50 cases. *JAMA* 1982, 247:2555-2558.
- Lambersten CJ, Idicula J. A new gas lesion syndrome in man, induced by "isobaric gas counterdiffusion". *J Appl Physiol* 1975, 39(3): 434-446.
- 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, Greenbaum LJ, Hallenbeck JA. Cerebral arterial air embolism: I. Is there benefit in beginning HBO treatment at 6 bar ? *Undersea Biomedical Research.* 1984, 11: 221-235.
- Leitch D, Hallenbeck J. Pressure in the treatment of spinal cord decompression sickness. *Undersea Biomedical Research.* 1985, 12: 291-305.
- Louge P, Cantais E, Palmier B. Syndrome de détresse respiratoire aiguë après oxygénothérapie hyperbare prolongée : un cas d'intoxication pulmonaire à l'oxygène ? *Annales françaises d'anesthésie et de réanimation* 2001 , 20, 6 : 559-562
- Méliet JL. La maladie de décompression. In: Broussolle B, Méliet JL (eds). *Physiologie et Médecine de la Plongée*. Paris, Ellipse 2006 : 404-16.
- Moon RE, Gorman DF. Treatment of the decompression disorders. In Brubak AO, Neuman TS (ed): *The Bennett and Elliot's physiology and medicine of diving*, 5th edn. London, WB Saunders, 2003: pp 600-650

- Nowrangi D, Tang J, Zhang J. Argon gas: a potential neuroprotectant and promising medical therapy, *Medical Gas Research* 2014, 4:3
- Peterson RE, Hamilton RW, Curtsell I. Control of counterdiffusion problems in underwater dry welding. In *International Diving Symposium* 80. Gretna LA: Ass of diving contractors 1980: 183-88.
- Pol B, Watelle T.J. Mémoire sur les effets de la compression de l'air appliquée au creusement de puits à houille. *Ann. d'hygiène publique et de médecine légale* 1854, 2ème série, tome I : 241-279.
- Shupak A, Melamed Y, Ramon Y, Abramovich A, Kol S. Helium and oxygen treatment of severe air-diving-induced neurologic decompression sickness. *Arch Neurol*. 1997, 54: 305-311.
- Smerz RW, Overlock RK, Nakayama H. Hawaiian deep treatments: efficacy and outcomes, 1983–2003. *Undersea Hyperb Med*. 2005, 32: 363-373.
- Thalmann ED. Principles of US Navy recompression treatments for decompression sickness. In: RE Moon, PJ Sheffield, editors. *Treatment of decompression illness*. Kensington, MD: Undersea and Hyperbaric Medical Society; 1996. p. 75-95.
- Thom SR. Hyperbaric oxygen - its mechanisms and efficacy. *Plast Reconstr Surg*. 2011 January ; 127(Suppl 1): 131S–141S.
- Vann RD, Butler FK, Mitchell SJ, Moon RE. Decompression illness. *Lancet*. 2011, 377:153-64.
- Vann RD, Denoble P, Howle LE, Weber PW, Freiburger JJ, Pieper CF. Resolution and severity in decompression illness. *Aviat Space environ Med* 2009, 80:466-471.
- Waite CL, Mazzone WF, Greenwood ME. Cerebral air embolism I. Basic studies. US Naval Submarine Medical center Report N°493. Panama City, FL: US Navy Submarine research Laboratory; 1967.
- Strauss MB, Lu LQ. The role of oxygen and hyperbaric mechanisms. In: Wheelan T and Kindwall EP (eds). *Hyperbaric medicine practice*, 4th edition, North Palm Beach, Best publishing company, 2017, chap13: 263-322.
- Workman RD. Treatment of bends with oxygen at high pressure. *Aerospace med* 1968, october:1076-83;
- Xu W, Liu W, Huang G, Zou Z, Cai Z, Xu W. (2012) Decompression Illness: Clinical Aspects of 5278 Consecutive Cases Treated in a Single Hyperbaric Unit. *PLoS ONE* 7(11): e50079. doi:10.1371/journal.pone.0050079
- Yarbrough O, Benhke A. Treatment of compressed air illness utilizing oxygen. *J Indust Hyg Toxicol* 1939,21:213-218.

RESUME

Les tables de recompression thérapeutique pour le traitement des accidents de décompression. Evolution des concepts, résultats et perspectives. JE Blateau, S De Maistre. Bull. MEDSUBHYP 2019, 29(2) : 23 – 40.

Il faut attendre la deuxième moitié du XX^{ème} siècle pour que l'oxygène et la pression soient véritablement associés comme traitement de première intention des accidents de décompression avec les tables à l'oxygène de l'US Navy à 2,8 ATA.

Par la suite de nombreuses combinaisons seront proposées par la suite qui modulent les niveaux d'oxygénation et de pression avec des procédures utilisant des mélanges oxygène-azote ou oxygène-hélium à 4 ATA, 6 ATA et même jusqu'à 11 ATA pour des durées de traitement allant de quelques heures à plusieurs jours.

Les principes du traitement hyperbare reposent sur les effets physiques de compression des phases gazeuses et de diffusion/contre-diffusion de l'oxygène qui favorisent l'élimination des bulles de gaz et la dénitrogénéation.

Les effets biologiques de l'oxygène hyperbare sont également essentiels, car ils permettent la limitation des phénomènes d'ischémie-reperfusion avec des actions anti-inflammatoires et anti-oedémateuses.

Si l'efficacité clinique de la recompression est attestée par le niveau élevé de récupération clinique observé dans la plupart des séries publiées, force est de constater l'absence d'une méthodologie rigoureuse permettant de comparer les patients et les procédures thérapeutiques. Si l'on veut progresser dans l'évaluation du traitement hyperbare, il est essentiel de mettre en place un processus standardisé, en utilisant des scores cliniques validés de sévérité initiale et de séquelles à terme, avec une prise en charge thérapeutique harmonisée.

Mots-clés

Accidents de décompression, bulles, recompression thérapeutique, oxygénothérapie hyperbare, nitrox, héliox, séquelles neurologiques.

1^{er} Congrès International Scientifique Francophone



Médecine Subaquatique et Hyperbare

Genève, 7-9 novembre 2019

PROGRAMME SCIENTIFIQUE

Jeudi 7 novembre 2019

Pré-cours : Formation continue / Simulation			
14h30 – 14h45	La simulation en santé S. Boet (Hôpital d'Ottawa, Québec, Canada)		
14h45 – 15h00	Éducation par simulation en médecine hyperbare : une revue systématique S. Boet (Hôpital d'Ottawa, Québec, Canada)	PC.01	p 6
15h00 – 15h15	Comment intégrer efficacement la formation continue et l'entretien à la réalité clinique hyperbare J. Boisvert (Hôtel-Dieu de Lévis, Québec, Canada)	PC.02	p 7
15h15 – 16h00	Simulation <i>in situ</i> de la prise en charge d'un patient trachéotomisé J. Maillot (CHU La Réunion)	PC.03	p 8
16h00 – 16h15	Simulation par escapes game T. Masseguin (CHU La Réunion)	PC.04	p 9
16h15 – 16h45	Standardisation d'un <i>Curriculum Vitae</i> de simulation en médecine hyperbare: comment faire? Table ronde		

Vendredi 8 novembre 2019

Effets bénéfiques de la plongée + communications libres			
9h00 – 9h15	Introduction : Plongée dans les bénéfices MA Panchard (Hôpitaux Universitaires de Genève)		
9h15 – 9h25	Évaluation de l'addiction à la plongée scaphandre loisir N. Beauné (DIU université de Lyon)	O.01	p 10
9h25 – 9h45	Les effets bénéfiques de la plongée sur les pathologies du stress M Coulangue (CHU de Marseille)	O.02	p 12
9h45 – 9h55	Apport de l'exploration canalaire Haute Fréquence dans les accidents de désaturation vestibulaires C. D'Andréas (CHU La Réunion)	O.03	p 13
9h55 – 10h05	Confirmation du diagnostic médico-légal dans les accidents de plongée : apport du CO2 gazeux intracardiaque V. Varlet (CHU Lausanne)	O.04	p 14
10h05 – 10h15	Revue des décès en plongée sous-marine au Québec sur une période de 32 ans (1986-2018) D. Buteau (Hôtel-Dieu de Lévis, Québec, Canada)	O.05	p 15
10h15 – 10h30	Discussion		

Vendredi 8 novembre 2019

Soins et Techniques Hyperbares			
11h00 – 11h15	Introduction : Notion d'équipe hyperbare R. Pignel (Hôpitaux Universitaires de Genève)		
11h15 – 11h25	Soins et techniques de prise en charge des patients intubés-ventilés en séance hyperbare F. Delannoy (CHU Lille)	0.06	p 16
11h25 – 11h35	Accident de décompression d'un accompagnant hyperbare J. Boisvert (Hôtel Dieu Levis Québec)	0.07	p 17
11h35 – 11h45	20 ans d'expérience hyperbare à l'Hôtel Dieu de Levis (Quebec) PS Razdan (Hôtel Dieu Levis Québec)	0.08	p 18
11h45 – 11h55	Prise en charge infirmière des accidents de plongée au centre hyperbare de Marseille N. Laurente-Villette (CHU Marseille)	0.09	p 19
11h55 – 12h05	« AMHYPERBARE », une association au service du patient et de la médecine hyperbare C. Agar (CHU Toulouse)	0.10	p 20
12h05 – 12h30	Discussion		

Plongées extrêmes : préparation et surveillance	
13h30 – 14h00	Opération Combessa V L. Ballesta, T. Mavrostomos
14h00 – 14h30	Expédition haute altitude F. Swierczynski
14h30 – 15h15	Expédition Under the Pôle JE Blatteau
15h15 – 15h30	Discussion

Médecine Hyperbare : indications non reconnues ou peu courantes			
16h00 – 16h15	Recommandations : comment faire ? E. Parmentier (CHU Lille)		
16h15 – 16h25	Indications Thérapeutiques en médecine hyperbare : état des lieux T. Joffre (CHU Lyon)	0.11	p 21
16h25 – 16h35	Colite Ischémique : à propos de 2 cas M. Paupé (DIU Lyon)	0.12	p 22
16h35 – 16h45	Efficacité de l'oxygénothérapie hyperbare préventive pour optimiser le devenir des patients chirurgicaux : une revue	0.13	p 23

	systématique des essais contrôlés randomisés S Boet (Hôpital d'Ottawa, Ottawa, Canada)		
16h35 – 16h45	Cas clinique : OHB dans les suites d'un AVC chez un enfant MA. Magnan (HUG)	O.14	p 24
16h45 – 16h55	Retentissement fonctionnel de l'OHB après AVC K. Willem (CHU Nice)	O.15	p 25
16h55 – 17h30	Discussion		

Samedi 9 novembre 2019

Aptitude à la plongée sous-marine			
8h30 – 8h45	Qu'est-ce que l'aptitude et que sont les recommandations de bonne pratique ? JL. Méliet		
8h45 – 9h15	Cas clinique : Reprise de plongée loisir après épuisement professionnel A. Henckes (CHU Brest) Cas clinique : Plongée après une pneumopathie aigue J. Regnard (CHU Besançon)		
9h15 – 9h25	Recherche d'un shunt droit gauche après un accident de désaturation par doppler transcrânien. Etude comparative de 2 voies d'abord C. D'Andréas (CHU La Réunion)	O.16	p 26
9h25 – 9h35	Analyse des facteurs de susceptibilité individuelle à l'œdème pulmonaire d'immersion (OPI). O. Castagna (IRBA/ERSSO, Toulon)	O.17	p 27
9h35 – 10h00	Discussion		

Urgences Hyperbares – Médecine Légale			
10h30 – 10h45	Urgences Hyperbares : EBM ? D. Luis		
10h45 – 10h55	Bilan d'activité du centre d'oxygénothérapie hyperbare de Tunis R. Ben Sassi (HMP de Tunis)	O.18	p 28
10h55 – 11h05	Epidémiologie des accidents de plongée sous-marine au centre d'oxygénothérapie hyperbare de Tunis R. Ben Sassi (HMP de Tunis)	O.19	p 29
11h05 – 11h15	Signes neurologiques au décours d'une plongée sous-marine : accident de décompression ou accident vasculaire cérébral ? A. Bourron (HIA Sainte-Anne, Toulon)	O.20	p 30
11h15 –	SoS gelures : résultats	O.21	p 31

11h25	MA. Magnan (HUG)		
11h25 – 11h35	Gangrène de Fournier : expérience du service d'oxygénothérapie hyperbare de Tunis W. Samoud (HMP de Tunis)	0.22	p 32
11h35 – 11h45	Intoxication aiguë au monoxyde de carbone. Bilan d'activité d'une année du centre hyperbare de Tunis I. Mezoughi (HMP de Tunis)	0.23	p 33
11h45 – 11h55	Les urgences en médecine hyperbare traitées à l'hôpital militaire de Tunis R. Ben Sassi (HMP de Tunis)	0.24	p 34
11h55 – 12h05	Drépanocytose : CVO et OHB J. Stirnemann (HUG)	0.25	p 35
12h05 – 12h30	Discussion		

Samedi 9 novembre 2019

Qualité, sécurité et bonnes pratiques en médecine hyperbare			
14h30 – 14h45	l'ISO 9001 apporte-t-elle plus de sécurité? N. Fourquet (HUG)		
14h45 – 14h55	L'Oxygénothérapie Hyperbare (OHB), une approche multidisciplinaire et humaniste pour une amélioration des pratiques et un plus grand rayonnement S. Carrade (CHU Toulouse)	0.26	p 37
14h55 – 15h05	Evaluation des pratiques des médecins généralistes pour le certificat d'absence de contre-indication à la plongée de loisir. C. Attia (HIA Sainte-Anne Toulon)	0.27	p 38
15h05 – 15h15	Effets des gaz inertes sur la neuroprotection et les accidents de plongée. Hommage au Professeur Jacques ABRAINI (1957-2019) JJ Risso (IRBA/ERSSO)	0.28	p 39
15h15 – 15h25	Effets à long terme de l'exposition hyperbare sur la fonction pulmonaire du personnel accompagnant D. Buteau (Québec)	0.29	p 40
14h25 – 14h35	"N-Tracker" la sécurité des hyperbaristes ? R. Pignel (HUG)	0.30	p 41
14h35 – 14h45	Satisfaction des patients en centre hyperbare – Mise en place d'un outil qualité Pothin	0.31	p 42
14h45 – 14h55	Respect des recommandations sur la prise en charge des intoxications au CO dans les hôpitaux civils de Lyon A. Ramousse	0.32	p 43

14h55 – 16h30	Discussion		
------------------	------------	--	--

Posters		
Evaluation de la survie bactérienne en milieu hyperbare Laetitia Hendier (Hôpitaux Universitaires de Genève, Suisse)	P.01	p 44
Etude comparative rétrospective des accidents de désaturation sur deux chantiers de tunneliers Blandine Aublin (BTP santé au travail, Lyon, France)	P.02	p 45
Oxygénothérapie hyperbare et réimplantation de membre : à propos d'un cas I. Mezoughi (Service de médecine Hyperbare-Hôpital Militaire de Tunis, Tunisie)	P.03	p 46
Elaboration d'une check-list de prise en charge du patient intubé et ventilé dans le caisson hyperbare François-Xavier Jean (HIA Sainte-Anne, Toulon, France)	P.04	p 47
Etude préliminaire de la concordance de grades de bulles enregistrés grâce à un appareil Doppler connecté O'Dive vs. un Doppler vasculaire de référence Céline Quinsac (Azoth Systems, Forum de la Méditerranée, Ollioules, France)	P.05	p 48
Profil épidémiologique des intoxications au monoxyde de carbone chez la femme enceinte I. Mezoughi (Service de médecine Hyperbare-Hôpital Militaire de Tunis, Tunisie)	P.06	p 49
Oxygénothérapie hyperbare et dermite radio-induite : A propos d'un cas I. Mezoughi (Service de médecine Hyperbare-Hôpital Militaire de Tunis, Tunisie)	P.07	p 50
Place de l'oxygénothérapie hyperbare dans le traitement des médiastinites R. Ben Sassi (Service de médecine Hyperbare-Hôpital Militaire de Tunis, Tunisie)	P.08	p 51
Place de l'oxygénothérapie hyperbare dans le traitement de la surdité brusque I. Mezoughi (Service de médecine Hyperbare-Hôpital Militaire de Tunis, Tunisie)	P.09	p 52
Syndrome de fuite capillaire secondaire à un accident de décompression : à propos d'un cas Jean Morin (HIA Sainte-Anne, Toulon, France)	P.10	p 53
Un cas de barotraumatisme sinusien atypique : Emphysème orbitaire sur agénésie osseuse du sinus frontal Pierre Louge (HUG, Genève, Suisse)	P.11	p 54

Utilisation de tables longues additionnelles dans le traitement des accidents de décompression : expérience du centre hyperbare des HUG Pierre Louge (HUG, Genève, Suisse)	P.12	p 55
Un accident de plongée atypique : Rupture diaphragmatique barotraumatique Pierre Louge (HUG, Genève, Suisse)	P.13	p 56

RESUMES

PC.01 : ÉDUCATION PAR SIMULATION EN MEDECINE HYPERBARE : UNE REVUE SYSTEMATIQUE.

S Boet^{1,2}, O Cheng-Boivin³, L Martin³, T Hurskainen¹, N Etherington^{1,3}

¹ Département d'Anesthésie de de la Douleur, L'Hôpital d'Ottawa, Ottawa, Canada

² Programme d'Épidémiologie Clinique, L'Hôpital d'Ottawa, Ottawa, Canada

³ Faculté de Médecine, Université d'Ottawa, Ottawa, Canada

Introduction : De multiples études provenant de nombreux domaines de la santé suggèrent que la formation par simulation améliore la qualité des pratiques cliniques ainsi que le devenir des patients.¹ Cependant, cela n'a pas encore été étudié en médecine hyperbare. Cette revue systématique vise à identifier, analyser et évaluer l'impact de la formation par simulation en médecine hyperbare.

Matériels et méthode : Notre protocole a été enregistré sur PROSPERO (CRD42018111678). Les critères d'éligibilité des études étaient les suivants : études mesurant l'effet de l'éducation par simulation pour l'apprentissage de la médecine hyperbare, quel que soit la méthodologie quantitative employée et publiées en anglais dans une revue à comité de lecture. Tous les niveaux d'apprentissage selon Kirkpatrick ont été inclus (satisfaction des apprenants, connaissances, savoir-faire en pratique simulée et en pratique clinique réelle, devenir des patients).² Les bases de données MEDLINE, EMBASE et le registre central des essais contrôlés de Cochrane ont été analysées. Des paires d'évaluateurs indépendants ont évalué les références pour déterminer leur éligibilité.

Résultats : La recherche bibliographique a identifié 277 publications. Plusieurs chapitres de livres ont été identifiés comme références supplémentaires. Après avoir examiné le texte intégral de 13 articles potentiellement pertinents, tous ont été exclus selon nos critères d'éligibilité préétablis. Nous n'avons donc trouvé aucun article évaluant l'impact de la formation par simulation en médecine hyperbare et publié en anglais. Un seul article potentiellement pertinent mais publié en allemand a été trouvé.³ Bien que la formation par simulation ait été recommandée par plusieurs chapitres de livre ou directives sur l'éducation en médecine hyperbare, ⁴ aucune preuve n'étaye ces recommandations.

Discussion : Cette revue systématique n'a révélé aucune publication en langue anglaise évaluant l'impact de la formation par simulation en médecine hyperbare. Des recherches supplémentaires sont nécessaires pour déterminer comment le domaine de la médecine hyperbare pourrait à son tour bénéficier d'une éducation par simulation pour optimiser à la fois la pratique et les soins aux patients.

Références :

1. Boet S, Bould MD, Fung L, Qosa H, Perrier L, Tavares W, Reeves S, Tricco AC. Transfer of learning and patient outcome in simulated crisis resource management: A systematic review. *Can J Anesth.* 2014; 61 (6) : 571-582.
2. Phillips J. *Handbook of Training Evaluation and Measurement Methods.* Abingdon, UK: Routledge; 1997.
3. Dieterich F, Kanstinger A, Erdmann M, Knebel J, Ott B, Schöppenthau H. Implementierung eines regelmäßigen Reanimationstrainings an einem Druckkammerzentrum. *Anaesthesist.* 2016; 65 (3) : 203-211.
4. ECHM-EDTC Educational and Training Standards. Disponible à: <https://google-url.com/NujF9>

PC.02 : COMMENT INTEGRER EFFICACEMENT LA FORMATION CONTINUE ET L'ENTRETIEN DES INSTALLATIONS A LA REALITE CLINIQUE HYPERBARE.

J Boisvert responsable de la sécurité hyperbare, CISSS de Chaudière-Appalaches (Hôtel-Dieu de Lévis)
143 rue Wolfe, Lévis, Québec, Canada
jocelyn_boisvert@ssss.gouv.qc.ca

Introduction : Il n'est pas toujours évident de maintenir un équilibre entre la formation initiale, la formation continue des équipes hyperbaristes sans compromettre l'accessibilité aux soins pour les patients. Or La sécurité des patients et du personnel ne doit jamais être compromise. Un service de médecine hyperbare doit prévoir des budgets pour la formation initiale et continue et l'entretien des installations hyperbares ce qui n'est toujours le cas, car les coûts sont souvent onéreux.

Tous les services de médecine hyperbare devraient avoir un programme de formation continue ainsi qu'un programme d'entretien. Les coûts associés à ces programmes ne doivent pas être forcément dispendieux, ils peuvent être intégrés aux activités quotidiennes tout en respectant les exigences et les normes demandées. La planification de formation continue journalière ou hebdomadaire telle que les questionnaires, discussion d'articles, révision des mesures d'urgences en place et protocoles de soins et briefing par les responsables sont souvent faciles à coordonner et peu coûteux. Ils ne remplacent pas pour autant les formations sur le terrain mais peuvent être une alternative temporaire pour combler les besoins immédiats.

Les réparations ou remplacements de pièces et/ou de machinerie doivent être planifiés en fonction de leur importance. Les conséquences peuvent être majeures en termes de sécurité si ces travaux sont reportés ultérieurement. Les techniciens compétents doivent avoir à disposition les pièces de rechange et les outils nécessaires pour effectuer l'entretien courant le plus rapidement possible. La coordination de l'entretien est nécessaire afin de réduire les délais possibles à l'horaire de traitements.

La formation et l'entretien des installations peuvent être facilement intégrés dans les activités quotidiennes et permettre de maintenir les compétences nécessaires pour des opérations hyperbares sécuritaires. Il faut juste un peu d'imagination et de volonté de la part du personnel et de l'établissement.

PC.03 : SIMULATION INSITU DE LA PRISE EN CHARGE D'UN PATIENT TRACHEOTOMISE

J Maillot, N Legras, P Laveau, V Cazal, T Masseguin, PJ Marianne, C D'Andrea
Service de médecine hyperbare & plaie et cicatrisation. CHU Sud Réunion, St Pierre. France
idehyperbarie.ghsr@chu-reunion.fr

La simulation fait partie intégrante de l'amélioration de la pratique professionnelle ainsi dans cette dynamique nous avons mis en place des séances de simulation au sein du service de médecine hyperbare 2 fois par mois avec des protocoles réalisés soit par l'équipe médicale soit par l'équipe paramédicale. Nous présenterons la prise en charge lors d'une simulation in situ, pleine échelle d'un patient trachéotomisé lors d'une séance de médecine hyperbare. Celle-ci a débouché par une modification de nos pratiques et l'élaboration d'un protocole commun avec les services de notre CHU.

PC.04 : LA SIMULATION EN CAISSON HYPERBARE PAR ESCAPE GAME.

T Masseguin, C D'Andrea, PJ Marianne dit Cassou, M Pothin, V Cazal , L Chauveau, J Maillot , N Legras, P Laveau

Service de médecine hyperbare & plaie et cicatrisation. CHU Sud Réunion, St Pierre. France

thomas.masseguin@chu-reunion.fr

Introduction : Un « escape game » est un scénario de simulation où les joueurs doivent résoudre une série d'énigmes pour sortir d'une situation. Dans le cadre du travail continu d'amélioration des pratiques professionnelles par la simulation, l'équipe du service de médecine hyperbare du CHU de Réunion a testé ce jeu en échelle réelle dans le caisson hyperbare.

Matériel et méthode : Un scénario d'escape game a été élaboré par deux médecins du service : « Trois joueurs à l'extérieur du caisson ont 40 min pour faire sortir trois joueurs à l'intérieur sans risquer un accident de décompression. »

Résultats : Un débriefing à chaud et un questionnaire de recueil des impressions et expériences ont permis de dégager des réflexions autour de l'observation de l'environnement, de l'échange d'information et de la réflexion collective en situation de stress.

O.01 : EVALUATION DE L'ADDICTION A LA PLONGEE SCAPHANDRE LOISIR

N Beauné

DIU de médecine subaquatique et hyperbare (CHU de Lyon)

La plongée scaphandre loisir s'est largement démocratisée ses dernières années et également technicisée avec l'arrivée des plongées dites « tech » provenant de la plongée professionnelle. Les plongeurs repoussent et testent leurs limites physiologiques et psychiques par l'apprentissage des risques et des connaissances techniques qui entraînent une satisfaction tant intellectuelle que physique. La recherche de bien-être, de liberté, de confiance en soi et envers les autres font également partie intégrante de cette activité. Comme pour tout sport, la pratique de la plongée scaphandre peut donc entraîner une addiction, du fait des effets qu'elle procure, ainsi que des comportements à risque (plonger seul, à l'air à plus de 60m...).

L'objectif de cette étude épidémiologique et descriptive est d'évaluer l'addiction à la plongée scaphandre loisir par un auto-questionnaire en ligne « Google Forms » anonyme de 34 questions réparties en plusieurs parties (profil socio-démographique, profil plongeur, échelle commune d'addiction au sport, évaluation des consommations de substances). Il a été diffusé via les réseaux sociaux du 8 mai au 9 juin 2019.

1221 réponses ont été recueillies en un mois.

Les plongeurs ayant répondu à l'étude sont majoritairement des hommes (69%), d'âge moyen entre 30 et 60 ans (79%), cadres ou travaillant dans les professions intellectuelles supérieures (44%), vivant en couple (75%), mariés pour 45% d'entre eux et parents pour 66%.

Ce sont des plongeurs expérimentés (majoritairement niveau 3 et moniteurs) préférant plonger à l'air (68%) et réalisant 75 plongées par an (médiane à 50) à 30 mètres en moyenne. 25 plongées annuelles en moyenne (médiane à 15) sont effectuées à plus de 40 mètres.

Concernant le comportement en plongée, les plongeurs avaient envie de descendre plus profondément que prévu en moyenne 13 fois au cours de l'année écoulée. La grande majorité (66%) plongerait en cas de

mauvais temps, un peu plus d'un tiers des plongeurs ont déjà plongé seul (35%) et moins d'un tiers plongeraient en cas de maladie contre-indiquant la pratique (29%).

Plus de la moitié des plongeurs aiment le sentiment de fatigue après la plongée (53%), moins du quart aiment le sentiment de narcose (24%) et la très grande majorité (89%) a l'impression que la plongée améliore leur humeur.

Pour plus de 80%, les plongeurs n'avaient pas l'impression de trop plonger et ne ressentaient pas le besoin de diminuer leur activité. Le quart a déjà eu des remarques de la part de l'entourage ou d'un soignant concernant leur pratique. Au cours de l'année écoulée, l'activité de plongée impactait sur les activités quotidiennes moins de 5 fois.

18% d'entre eux ont déclarés avoir déjà été victime d'un incident ou accident de plongée. Les plongeurs recherchent particulièrement le plaisir d'être immergé, l'apesanteur et la découverte de la vie sous-marine (85%), pour moins d'un tiers (27%) c'est l'aspect technique et pour 13% c'est l'envie de se dépasser.

Une moyenne de 18/30 a été retrouvée sur l'échelle commune d'addiction au sport. 141 plongeurs, soit 11,5% ont un usage du sport à risque d'addiction (échelle ≥ 24 points). Concernant les consommations de substances : 16% sont tabagiques, 72% consomment de l'alcool sans addiction c'est-à-dire que la très grande majorité (84%) boivent moins de 10 verres par semaine, et moins de 5% consomment du cannabis ou des drogues dures.

En se basant sur certaines questions et en scorant le risque addictif, les résultats montrent qu'un quart des plongeurs sont susceptibles d'être dépendant à la narcose, et près de 43% susceptibles d'être dépendant à la pratique de la plongée. En définissant un plongeur dit à « haut risque de dépendance » par l'association dépendance à la narcose, à la pratique de la plongée et au sport en général, l'étude n'objective plus que 40 plongeurs soit 3,3% de l'échantillon. Le profil type d'un plongeur à « haut risque de dépendance » serait un homme jeune entre 20 et 40 ans, artisans ou employé, célibataire ou en union libre, vivant seul et sans enfants. Il serait de niveau expérimenté (au moins niveau 3), plongeant en recycleur ou trimix, pratiquant régulièrement des plongées profondes à plus de 40m, aux antécédents d'accidents/incidents de plongée, et recherchant plus la plongée-technique que la plongée-loisir. Les deux tiers des plongeurs à « haut risque » ne consomment aucune substance.

Malgré les biais de sélection, d'information et de classement, l'étude retrouve un profil sociodémographique comparable à l'étude relative à la plongée subaquatique de 2004-2005. Nous sommes dans l'attente d'analyses statistiques plus poussées permettant de dégager une significativité dans les déterminants du risque d'addiction.

Le but n'étant pas de contre-indiquer ces plongeurs (ou alors temporairement), mais plutôt de rechercher des signaux d'alarme de risque de dépendance afin de prévenir certains comportements à risque en plongée pouvant induire un potentiel danger pour le reste de la palanquée. C'est un premier pas vers l'acceptation de l'existence d'un problème peut-être plus profond.

Ce qui n'enlève en rien à la beauté de cette pratique et tous les bien faits qu'elle peut procurer.

O.02 : LES EFFETS BENEFIQUES DE LA PLONGEE SUR LES PATHOLOGIES DU STRESS

M Coulange^{1,2,4}, F Benetton⁴, V. Meurice⁴, P Michelet^{2,3,4}

¹ Service de Médecine Hyperbare, Subaquatique et Maritime, APHM, Marseille

² C2VN, INRA, INSERM, Aix Marseille Université, Marseille

³ Service des Urgences, APHM, Marseille

⁴ Bathysmed

En 2015, une première expérimentation à Marseille, dont les résultats ont été publiés dans « Frontiers in psychology », a permis d'établir les bénéfices à long terme des activités subaquatiques sur le stress perçu. Forte de ce succès, notre équipe a créé un protocole spécifique baptisé "Bathysmed® ", associant techniques de plongée de loisir et exercices subaquatiques inspirés de la sophrologie, de la méditation en pleine conscience et de la programmation neuro-linguistique. Ce protocole innovant a permis d'améliorer en toute sécurité et de façon significative la qualité de vie de patients souffrant de stress post-traumatique suite aux attentats de Paris (étude « Divehope » - Guadeloupe 2017 - Marseille 2018) et de blessés psychiques de l'Armée de Terre (étude « Cognidive » - Malte 2018). Ces résultats très encourageants, en cours de publication, nous ont incités à poursuivre et à élargir nos recherches, notamment dans l'amélioration des conditions de vie des "enfants de la lune", de la résilience post cancer et de la prévention du burn-out.

Dans cette intervention, nous présenterons la genèse du projet, les bénéfices sur les pathologies du stress, les principaux modes d'action fondés en particulier sur la réactivation du système parasympathique par les techniques de contrôle ventilatoire et l'amélioration de l'état de pleine conscience, et enfin les perspectives d'évolution du protocole et de son application.

Ce programme de recherche médicale est soutenu par « Life for Paris », la Fondation d'Aide aux Victimes du Terrorisme, l'Union des Blessés de la Face et de la Tête « Les Gueules Cassées », l'association des Enfants de la Lune, l'Institut de Physiologie et de Médecine en Milieu Maritime et en Environnement Extrême, Atlantis formation, l'Assistance Publique des Hôpitaux de Marseille, l'Institut de Recherche Biomédicale des Armées, l'Assistance Publique des Hôpitaux de Paris, l'UCPA, la COMEX et l'équipementier Beuchat.

O.03 : APPORT DE L'EXPLORATION CANALAIRE A HAUTES FREQUENCES DANS L'ANALYSE DES ACCIDENTS DE DECOMPRESSION VESTIBULAIRES : CAS CLINIQUES

C D'Andrea

Service de médecine hyperbare & plaie et cicatrisation. CHU Sud Réunion, St Pierre. France

cyril.dandrea@chu-reunion.fr

Les accidents de désaturation (ADD) vestibulaires en plongée loisir se présentent à l'examen clinique comme un syndrome vestibulaire périphérique plus ou moins bruyant. Il est classiquement admis que l'origine est un passage de bulle du versant veineux vers le versant artériel via un shunt droit-gauche responsable d'une ischémie ou d'une diminution du débit au niveau du territoire de l'artère labyrinthique. La période tissulaire de l'oreille interne plus longue que celle du reste du système nerveux central permettrait d'expliquer la présence d'une hypoperfusion localisée et isolée sur le territoire de l'artère labyrinthique. Nous présenterons des cas cliniques d'ADD vestibulaires, avec une exploration par imagerie (angioIRM ou angioTDM) associée à une exploration vestibulaire à basses et hautes fréquences qui laisse supposer une origine en amont de l'artère labyrinthique. Nous discuterons de l'intérêt de ces tests et l'orientation de l'examen clinique.

O.04 : CONFIRMATION DU DIAGNOSTIC MEDICO-LEGAL DANS LES ACCIDENTS DE PLONGEE : APPORT DU CO₂ GAZEUX INTRA-CARDIAQUE

V Varlet¹, A Dominguez², S Grabherr³

Vincent.varlet@chuv.ch

¹ Swiss Human Institute of Forensic Taphonomy, Chemin de la Vulliette 4, 1000 Lausanne, Suisse

² Forensic Imaging and Anthropology Unit, Chemin de la Vulliette 4, 1000 Lausanne, Suisse

³ University Centre of Legal Medicine Lausanne-Geneva, Chemin de la Vulliette 4, 1000 Lausanne, Suisse

Introduction : D'importants développements ont été réalisés récemment dans le diagnostic médico-légal des accidents de plongée mortels grâce aux outils d'imagerie (Laurent et coll., 2013). Le CT-Scan a notamment permis d'interpréter la distribution gazeuse globale dans le corps en fonction de sa magnitude et de sa localisation anatomique (Egger et coll., 2012). Cependant, l'interprétation radiologique demeure aléatoire à cause du délai post mortem car la distinction entre la présence de gaz due à la plongée et celle due aux artefacts de décomposition post mortem devient peu évidente. Récemment, des techniques de ponctions de gaz intra cadavériques sous scanner ont été mises au point, permettant d'objectiver le CO₂ intracardiaque gazeux comme outil de confirmation du diagnostic médico-légal dans les accidents de plongée, et ce, indépendamment du gaz de plongée (Varlet et coll., 2017).

Matériel et Méthodes : Deux cas mortels d'accidents de plongée en milieu lacustre avec des délais post mortem inférieurs à 24h sont présentés. Les gaz intra cadavériques y compris intracardiaques, ont été prélevés sous guidage laser lors du scanner et des échantillons (200 µL) ont été analysés par chromatographie en phase gazeuse couplée à la détection par conductivité thermique (GC-TCD).

Résultats et Discussion : Dans les deux cas présentés, l'absence de méthane, d'hydrogène et de sulfure d'hydrogène, habituels marqueurs de décomposition, permettent d'exclure la composante « décomposition » pour expliquer l'origine des gaz intra cadavériques. Dans le premier cas, alors que les examens externes ne permettaient pas d'appuyer clairement un diagnostic de noyade, l'analyse du CO₂ intracardiaque gazeux a permis de corroborer le profil de plongée et de reconstruire le scénario fatal, confirmé ultérieurement par le partenaire de plongée. Dans le second cas, l'analyse du CO₂ intracardiaque gazeux a permis d'émettre une hypothèse de profil de plongée initialement manquant, confirmé par la suite par l'enquête policière.

Dans les cas de délai post mortem court, le CO₂ intracardiaque gazeux s'avère un outil concluant de confirmation du diagnostic médico-légal, notamment lorsqu'il est interprété avec le profil de plongée.

Références

Laurent PE, Coulangue M, Mancini J, Bartoli C, Desfeux J, Perich P, Piercecchi –Marti MD, Vidal V, Bartoli JM, Leonetti G, Gorincour Gl. CT appearance of gas collections can predict the cause of death in scuba diving accidents. *J Forensic Radiol Imaging* 2013, 1: 80-87.

Egger C, Bize P, Vaucher P, Mosimann P, Schneider B, Dominguez A, Meuli R, Mangin P, Grabherr S. Distribution of artifactual gas on post-mortem multidetector computed tomography (MDCT). *Int J Legal Med* 2012, 126: 3-12.

Varlet, V, Dominguez, A, Augsburger, M, Lossois, ., Egger, C, Palmiere, C, Vilarino R, Grabherr S.I. Understanding scuba diving fatalities: carbon dioxide concentrations in intra-cardiac gas. *Diving Hyperb Med* 2017, 47 : 75-81.

O.05 REVUE DES DECES EN PLONGEE SOUS-MARINE AU QUEBEC SUR UNE PERIODE DE 32 ANS (1986-2018)

D Buteau¹, NW Pollock²

¹Service de médecine hyperbare, CISSS de Chaudière-Appalaches (CHAU-Hôtel-Dieu de Lévis)
Professeur agrégé de clinique, Département de médecine familiale et de médecine d'urgence, Faculté de médecine, Université Laval, QC, Canada.

Dominique.Buteau@fmed.ulaval.ca

²Professeur agrégé, Département de kinésiologie, Faculté de médecine, Université Laval, QC, Canada

Introduction : Le Québec est la province canadienne avec le plus grand territoire (15% du pays) et un nombre imposant de plans d'eau propices à la plongée sous-marine. On dénombre malheureusement régulièrement des décès en plongée. Cette étude rétrospective vise à identifier les causes et les facteurs contributifs à ces décès.

Matériels et méthode : Une demande a été faite au bureau du procureur afin d'obtenir tous les rapports concernant les décès en plongée depuis 1986. Les données recueillies portaient en outre sur les données démographiques (âge, sexe), le type d'environnement marin, le niveau de formation, le type de plongée (récréative, technique, professionnelle, scientifique), l'expérience du plongeur, les conditions médicales présentes, le rapport d'autopsie, les causes de décès et les facteurs causaux (problème technique, panique, imprudence, facteur environnemental, dépassement des compétences).

Résultats : 61 décès sont survenus, pour une moyenne annuelle de $1,8 \pm 2,1$ (0-9). L'âge moyen des victimes était de 36 ans ± 12 (18-67), majoritairement des hommes (n=52, 85%). Des autopsies complètes ont été réalisées chez la vaste majorité (n=57, 93%) et ces autopsies ont été faites dans un même laboratoire de pathologie judiciaire pour la plupart (n=49, 84%). La cause de décès la plus fréquemment attribuée était la noyade (n=39, 64%), suivie des événements cardiaques (n=6, 10%) et des embolies gazeuses (n=5, 8%). L'océan constitue l'environnement marin où sont survenus la majorité des décès (n=19, 31%), suivi par les lacs (n=11, 19%). Le niveau de formation était connu pour la grande majorité (n=56, 92%). Le niveau de débutant représentait la majorité des décès (n=28, 50%). La profondeur médiane à laquelle le problème initial est survenu est de 6 mètres (0-60 m.). Le fait d'excéder son niveau de compétences (n=14, 23%) était le facteur contributif primaire le plus fréquent suivi des comportements imprudents (n=9, 15%) et d'une supervision inadéquate (n=7, 11%). Le plus souvent, une combinaison de facteurs contributifs était présente. Le non-largage de la ceinture de plombs quand ceci aurait possiblement pu sauver le plongeur était assez fréquent (n=19, 30%).

Discussion : L'analyse des décès en plongée sous-marine n'est pas toujours une tâche facile. La recherche des facteurs déclencheurs ou contributifs à l'accident amenant le décès est primordiale. Ceci nous permet d'identifier des éléments sur lesquels on peut agir pour possiblement prévenir d'autres décès via la sensibilisation et l'éducation des plongeurs.

O.06 : SOINS ET TECHNIQUES DE PRISE EN CHARGE DES PATIENTS INTUBÉS-VENTILÉS EN SÉANCE HYPERBARE

F Delannoy

Centre hyperbare, Pôle de réanimation, Hôpital Roger Salengro, CHU de Lille

Introduction : Les infirmiers du centre hyperbare de Lille accompagnent les patients de réanimation intubés-ventilés (IV) lors de leur séance d'oxygénothérapie hyperbare (OHB). Ils assurent le transport, l'installation et la surveillance des patients, ainsi que les soins nécessaires pour leur sécurité et confort. Forte de son expérience, la pratique de notre équipe s'est améliorée pour réduire au maximum les risques inhérents à une telle prise en charge.

Méthode : Étude observationnelle rétrospective sur 6 ans (de 2013 à 2018). Cette étude épidémiologique évalue le nombre de séances/patients/an et le nombre d'événements indésirables (EI) lors des prises en charge des patients IV. Cette évaluation des pratiques professionnelles nous permet de prévenir certains EI et d'y apporter des solutions.

Résultats : En moyenne, 9344 séances/patients/an sont réalisées, concernant 748 patients/an. Environ 13% de ces séances concernent des patients IV (1189 séances/patients/an). On note une diminution du

nombre de ces séances entre 2013 (1854) et les années suivantes (1056 en moyenne sur les 5 autres années). Le nombre d'EI est inférieur à 2% des séances IV, voire 1% sur la période 2017-2018. Ces EI sont majoritairement des crises d'hyperoxie.

Discussion : La baisse du nombre de séances depuis 2013 est probablement liée à une extubation précoce grâce à une sédation moindre et une ventilation en mode partiel durant la séance d'OHB (acquisition de nouveaux respirateurs). La présence permanente d'un infirmier permet une prise en charge des patients de manière efficace et sécurisée et explique le peu d'EI. Des formations à l'urgence, à la ventilation mécanique, et le recyclage du personnel permettent de maintenir nos compétences en soin et techniques de réanimation nécessaires lors des séances d'OHB.

O.07 : ACCIDENT DE DECOMPRESSION D'UN ACCOMPAGNANT HYPERBARE : A PROPOS D'UN CAS

J Boisvert¹, D Buteau²

¹Responsable de la sécurité hyperbare, CISSS de Chaudière-Appalaches (Hôtel-Dieu de Lévis) 143 rue Wolfe, Lévis, Québec, Canada jocelyn_boisvert@ssss.gouv.qc.ca, ²médecin-chef du service de médecine hyperbare, CISSS de Chaudière-Appalaches (Hôtel-Dieu de Lévis) Professeur agrégé de clinique, département de médecine familiale et médecine d'urgence Faculté de médecine Université Laval

Introduction : Les traitements hyperbares exposent les accompagnants aux mêmes risques que la plongée sous-marine, en particulier les barotraumatismes mais également les accidents de désaturation. Même si le risque de survenue est minime aux regards d'un niveau de saturation relativement faible et d'un respect strict des procédures de décompression, quelques cas sont tout de même décrits.

Matériels et méthode : Nous présentons le cas d'un accompagnant hyperbariste qui a été victime d'un accident de désaturation. Le protocole de traitement avait été suivi à la lettre incluant une procédure de décompression à l'oxygène. Une heure post traitement, l'accompagnant présentait des symptômes de douleur locale à la cuisse et de faiblesse musculaire plus tard en soirée. Il décide alors de contacter le médecin de garde et il est recomprimé en caisson hyperbare dans la soirée. La récupération sera complète avec un traitement hyperbare (US Navy Table 6). La décompression à l'oxygène pour ce type de protocole de traitement dépasse largement celle prescrites par les tables de plongée du DCIEM (Defence and Civil Institute of Environmental Medicine).

Résultats : Les investigations médicales de l'accompagnant n'ont pas mis en évidence de facteur prédisposant (absence de FOP à l'échographie cardiaque). Une investigation technique a permis de découvrir qu'une valve d'alimentation d'urgence ne se fermait pas complètement causant ainsi une dilution de l'oxygène par ajout d'air dans l'alimentation en oxygène. Nous avons conclu qu'une analyse en oxygène des lignes d'alimentation du système respiratoire intégré devait être faite à chaque fois qu'il y aurait un changement de gaz.

Discussion : Les bris de valve mécanique, pneumatique ou électrique peuvent causer des problèmes au niveau de l'alimentation des masques à l'insu de l'opérateur. Malheureusement ses problèmes ne sont parfois pas détectés immédiatement et peuvent avoir des conséquences graves sur la santé des accompagnants et patients. Personne n'est à l'abri de problème technique, il faut savoir les détecter et corriger la situation le plus tôt possible.

O.08 : 20 ANS D'EXPERIENCE HYPERBARE A L'HOTEL DIEU DE LEVIS (QUEBEC)

PS Razdan^{1,2}, D Buteau^{2,3}, NW Pollock^{1,2}

¹ Department of Kinesiology, University Laval, Québec, QC, Canada;

² Hyperbaric Medicine Unit, Emergency Department, CISSS Chaudière-Appalaches (CHAU-Hôtel-Dieu de Lévis), Lévis, QC, Canada ;

³ Family Medicine and Emergency Medicine Department, University Laval, Québec, QC, Canada

Introduction : Le centre de médecine hyperbare situé à Lévis, au Québec (HDL), est le plus grand établissement hospitalier civil hyperbare au Canada. Le service a débuté avec une chambre monoplace en 1999, puis avec une chambre multiplace ajoutée en 2013.

Méthode : Il s'agit d'une étude rétrospective sur l'activité hyperbare de 1999 à 2018. La répartition géographique des patients a été classée par région administrative du Québec ou du Nouveau-Brunswick. Les traitements ont été classés en traitement électif (chronique) ou urgent. Les données sont présentées sous forme de moyenne + écart type et / ou intervalle, selon le cas.

Résultats : Au total, 41 449 expositions/patients ont été effectuées pour 2 460 patients depuis 20 ans. L'âge du patient allait de 4 jours à 94 ans. Le nombre annuel d'expositions des patients est passé de 1670 + 78 à 3297 + 215 après l'installation de la chambre multiplace. Le temps d'attente entre la consultation et le traitement pour les traitements chroniques a diminué de 6 à 8 mois à 1 à 2 mois. Les affections les plus communément traitées annuellement (installation post-multiplace) sont les lésions post-radiques (1711 + 687), les plaies chroniques (371 + 188), l'ostéomyélite (139 + 76), l'intoxication au monoxyde de carbone (46 + 13) et les greffes compromises (38 + 27). Les lésions post-radiques et les ulcérations chroniques constituaient plus de 90% du total des traitements. Environ 57% des patients provenaient des deux régions administratives entourant immédiatement l'HDL, 45% de l'Est du Québec, 25% de l'Ouest du Québec, y compris Montréal, 1% du Nouveau-Brunswick et 7% d'origines inconnues.

Conclusion : Le service hyperbare de l'HDL prend en charge des patients au-delà de sa région administrative. L'ajout de la chambre multiplace en 2013 a doublé le nombre de séances d'OHB annuelles et a nettement réduit les temps d'attente des patients pour des traitements non urgents.

O.09 : PRISE EN CHARGE INFIRMIERE DES ACCIDENTS DE PLONGEE AU CENTRE HYPERBARE DE MARSEILLE

N Laurente-Villette

L'un des critères primordiaux pour le pronostic des accidents de plongée est la rapidité du délai de prise en charge entre l'apparition des premiers signes et la recompression thérapeutique. Le délai fixé par le service hyperbare qui est de vingt minutes est une problématique parfois difficile à respecter.

Ma démarche a été de reprendre l'ensemble des actions mises en œuvre tout au long de l'hospitalisation du patient jusqu'à la sortie (domicile ou structure spécialisée) puis de les classer.

La réalisation d'un « logigramme » ou « carte mémoire » permet visuellement une prise en charge globale plus facile et plus rapide.

La performance de cette tâche est renforcée par l'inter relation du personnel médical et paramédical. Chacun travaillant de façon coordonnée mais avec un seul et même but : une prise en charge rapide et de qualité.

O.10 : « AMHYPERBARE », UNE ASSOCIATION AU SERVICE DU PATIENT ET DE LA MEDECINE HYPERBARE

A Colette¹, B Flécher², B Riu-Poulenc²

¹-Amhyperbare, CHU Hôpital Purpan, Bâtiment URM, TSA 40031, F31059 Toulouse Cedex 9, secretaires.ah31@gmail.com ; www.amhyperbare.fr

²-Centre de Médecine Hyperbare, CHU Hôpital Purpan, Bâtiment URM, TSA 40031, F31059 Toulouse Cedex 9

centre-hyperbare@chu-toulouse.fr ; www.chu-toulouse.fr

L'association « les Amis du Centre de Médecine Hyperbare (CMH) de Toulouse » (Amhyperbare) a été fondée sous l'impulsion de Mr César JUVE (Association loi 1901, JORF du 11/07/2015).

Elle a été créée à l'initiative de patients du CMH de Toulouse sur le constat de leur épuisement dans leur parcours de santé et d'une méconnaissance de l'oxygénothérapie hyperbare (OHB).

L'association a pu se développer grâce au partenariat des soignants du CMH du CHU de Toulouse, désireux de s'enrichir du vécu de leurs patients.

Les objectifs d'« Amhyperbare », ainsi qu'ils ont été définis dans ses statuts, sont : « de faciliter l'accueil des nouveaux patients dans un esprit de convivialité et de soutien moral, de contribuer au rapprochement des différents CMH et de faire connaître la Médecine Hyperbare ».

Durant 4 ans, l'association s'est consacrée à sa priorité : accueillir, accompagner et rassurer les patients pour leur permettre de mieux appréhender leur parcours de soins au sein du CMH. Elle s'est développée et structurée afin de répondre au mieux aux demandes et aux besoins des patients. Des procédures organisationnelles et fonctionnelles ont été rédigées et des outils ont été mis en place (fiches d'entretien d'accueil, Charte associative, site internet, vidéos...).

Elle a permis de rendre les informations médicales et techniques sur l'OHB plus accessibles et plus compréhensibles

(Colloques d'information, plaquettes...).

Confortés par les nombreux retours positifs de nos patients et encouragés par nos instances hospitalières, nous aimerions pouvoir partager notre expérience avec tous les autres CMH dans la perspective de fédérer nos actions et d'instaurer un réseau poursuivant les mêmes objectifs.

Au-delà d'optimiser la qualité de la prise en charge au sein du CMH, Amhyperbare a enrichi les patients et les soignants d'un humanisme partagé.

O.11 : INDICATIONS THERAPEUTIQUES EN MEDECINE HYPERBARE : ETAT DES LIEUX

T Joffre

Centre de médecine hyperbare – Hospices Civils de Lyon – 69003 Lyon France

Les indications thérapeutiques en oxygénothérapie hyperbare (OHB) font l'objet de recommandations européennes. La dernière mise à jour en avril 2016 comporte une liste de 31 pathologies de niveau B et C en EBM et de niveau 1,2 et 3 pour les degrés de recommandations. Or ces tableaux cliniques n'ont pas le même niveau de recrutement dans la patientèle des centres de médecine hyperbare (CMH).

Une enquête auprès de 15 CMH francophones (soit une population de 4540 patients et un total de 82957 séances d'OHB sur l'année 2016) montre par exemple que les brûlures du 2ème degré et de plus de 20 % de surface corporelle lésée (recommandation type C, niveau 2) ou que les réimplantations de membres (recommandation type C, niveau 3) ne représentent ensemble que 0.5 % de la patientèle et 0.6 % des séances (médiane statistique à 0).

Compte tenu d'une offre de soins positive pour les CMH, une enquête complémentaire a été menée sur l'activité 2018 : 14 CMH francophones ont répondu (soit une file active de 4314 patients et 75495 séances). 11 CMH acceptent des indications actuellement non recommandées mais de manière relative. On retrouve ainsi 12 pathologies non listées. Elles ont toutes fait l'objet de publications dans la littérature scientifique mais ne représentent seulement que 4 % de la patientèle et 5 % des séances. Les 3 principales sont les gelures, les syndromes digestifs occlusifs non chirurgicaux non radiques et les lésions musculo-tendineuses chez le sportif.

En conclusion, les indications validées par l'ECHM sont bien prises en compte mais la majorité de CMH se déclarent prêt à participer à des études en vue d'une prochaine mise à jour des recommandations.

O.12 : COLITE ISCHEMIQUE : A PROPOS DE 2 CAS

M Paupé

Théoriquement, les patients atteints d'ischémie aiguë peuvent tirer avantage de séances d'OHB du fait des effets de suppléance, rhéologique et microcirculatoires, quelle qu'en soit l'étiologie.

Ainsi, en 2016 et 2017, 2 patientes ont été admises au centre de médecine hyperbare de Lyon dans des contextes de colites ischémiques aiguës. Elles ont, au cours de leur prise en charge, bénéficié de séances d'OHB de type ATA 2.5 avec, pour les 2 patientes, une résolution des signes cliniques sans nécessité de recours à la chirurgie.

O.13 : EFFICACITE DE L'OXYGENOTHERAPIE HYPERBARE PREVENTIVE POUR OPTIMISER LE DEVENIR DES PATIENTS CHIRURGICAUX : UNE REVUE SYSTEMATIQUE DES ESSAIS CONTROLES RANDOMISES

S Boet¹, L Martin², O Cheng-Boivin³, N Etherington⁴, P Louge^{4,5}, R Pignel⁵, M Pellegrini^{5,6}, MA Magnan⁵, M Bennett⁷

¹ Département d'Anesthésie et de la Douleur, L'Hôpital d'Ottawa, Ottawa, Canada

² Programme d'Épidémiologie Clinique, L'Hôpital d'Ottawa, Ottawa, Canada

³ Faculté de Médecine, Université d'Ottawa, Ottawa, Canada

⁴ Département de Médecine Hyperbare et de Plongée, Hôpital Militaire Sainte Anne, Toulon, France

⁵ Médecine Hyperbare, Université de Genève, Suisse

⁶ Département de Médecine Aiguë, Hôpital Universitaire de Genève, Suisse

⁷ Département de Médecine Hyperbare et de Plongée, Hôpital du Prince de Galles, Université de Nouvelle-Galles du Sud, Australie

Introduction : Un des principaux facteurs contribuant aux complications postopératoires est lié à la réponse au stress chirurgical, qui peut être atténuée par l'oxygénothérapie hyperbare (OHB)¹. Des études cliniques émergentes suggèrent que l'OHB est prometteuse pour la prévention de certaines complications postopératoires, notamment celles qui surviennent après un pontage coronarien^{2,3}. Cette revue

systématique vise à analyser la littérature existante sur l'OHB préventive afin de déterminer son efficacité pour optimiser les résultats des patients en chirurgie.

Matériels et méthode : Notre protocole a été enregistré sur PROSPERO (CRD42018102737). Les essais contrôlés randomisés publiés en anglais ont été inclus s'ils impliquaient des patients de tout âge subissant une intervention chirurgicale et bénéficiant d'au moins une session d'OHB au cours de la période péri-opératoire (au plus jusqu'à 48 heures post-opératoire). Les bases de données MEDLINE, EMBASE, CINAHL et le registre central des essais contrôlés Cochrane ont été analysées. Des paires d'évaluateurs indépendants ont évalué les références pour déterminer l'éligibilité des études. Le risque de biais a été évalué à l'aide de l'outil "Risque de biais" de Cochrane pour les essais contrôlés randomisés.

Résultats : La recherche a permis de retrouver 775 références, dont 13 essais contrôlés randomisés ont été inclus (627 patients). Onze essais contrôlés randomisés (572 patients) ont indiqué que le traitement était efficace pour améliorer au moins un des critères de jugement évalués pour le patient. Cependant, un large éventail de critères de jugement hétérogènes a été rapporté. Plusieurs autres limites méthodologiques ont été observées parmi les études incluses, telles que l'utilisation limitée du traitement placebo et le manque de conduite des études en aveugle.

Discussion : L'OHB préventive peri-opératoire est une intervention prometteuse pour améliorer le devenir des patients en chirurgie. Les travaux futurs devraient envisager de standardiser les critères de jugement fondamentaux définis en médecine hyperbare et de remédier aux autres faiblesses méthodologiques identifiées dans cette revue.

Références :

1. Finnerty C, Mabvuure N, Ali A, Kozar R, Herndon D. The surgically induced stress response. *J Parenter Enter Nutr.* 2014; 37 (50): 1-14.
2. Li Y, Dong H, Chen M, Liu J, Yang L, Chen S, Xiong L. Preconditioning with repeated hyperbaric oxygen induces myocardial and cerebral protection in patients undergoing coronary artery bypass graft surgery: A prospective, randomized, controlled clinical trial. *J Cardiothorac Vasc Anesth.* 2011; 25 (6): 908-916.
3. Yuan J Bin, Yang LY, Wang YH, Ding T, Chen TD, Lu Q. Hyperbaric oxygen therapy for recovery of erectile function after posterior urethral reconstruction. *Int Urol Nephrol.* 2011 ; 43 (3): 755-761.

O.14 : EFFET BENEFIQUE DE L'OHB CHEZ UN ENFANT DE 8 ANS DANS LES SUITES D'UN AVC

MA Magnan¹, P Louge¹, M Pellegrini¹, C Lae¹, MA Panchard¹, R Pignel¹

¹Programme de médecine subaquatique et hyperbare, hôpitaux universitaires de Genève, Suisse

Introduction : L'intérêt de l'OHB dans la prise en charge tardive des AVC est grandissant. La dernière conférence de consensus de l'ECHM 2016 positionne l'OHB avec un niveau de recommandation de type 3C dans la prise en charge chronique des AVC. Ce cas clinique présente le cas d'un enfant de 8 ans qui a bénéficié de séances d'OHB dans les suites d'un AVC.

Cas clinique : Enfant de 8 ans qui a été victime d'une rupture d'anévrisme 2 années auparavant dans un contexte de malformation artério-veineuse congénitale.

Le statu post hémorragie cérébrale à 1 an retrouve :

- Cliniquement, un patient en fauteuil du fait d'une quadriplégie spastique prédominante à gauche avec très peu de mouvements, une dysphasie avec une fluence verbale très ralentie, une hypotonie du tronc avec des difficultés à tenir sa tête, des épilepsies focales.

- Radiologiquement : lésions mésencéphaliques secondaires et mise en évidence à l'examen scintigraphique SPECT cérébral une hypoperfusion péri-lésionnelle temporo-pariéto-occipitale et thalamique droite.
- Le patient a bénéficié de 62 séances d'OHB (2ATA, 60mn, appelée table AVC aux HUG, pour limiter la toxicité neurologique de l'OHB) réparties en 2 cures : 40 puis 22 séances entre juillet 2016 et janvier 2017.

A l'issue des 2 séries de traitement, l'examen neuropsychiatrique objective une franche amélioration clinique avec une main droite quasi fonctionnelle, une ouverture spontanée de la main gauche, une amélioration du tonus axial (port de la tête sans minerve) et une meilleure stabilité en position debout avec une initiation spontanée et autonome du pas ainsi qu'une fluence verbale améliorée.

L'imagerie SPECT cérébrale montrait une revascularisation des zones initialement hypovascularisées.

A ce jour, le patient continue de progresser, notamment dans ses apprentissages scolaires et se déplace à présent avec un déambulateur.

Conclusion : Selon le neurologue en charge du patient, l'OHB a permis d'accélérer de façon considérable la progression clinique ainsi que sa rééducation. L'imagerie SPECT cérébrale fait également état d'une amélioration de la perfusion cérébrale consécutive à la thérapie hyperbare. L'OHB est ainsi une option thérapeutique à envisager dans les suites d'un AVC avec un bon rapport bénéfices/risques si l'imagerie SPECT cérébrale met en évidence des zones d'hypoperfusion.

Mots Clés : AVC, OHB, SPECT cérébrale, pédiatrie, table thérapeutique

O.15 : RETENTISSEMENT FONCTIONNEL DE L'OHB APRES AVC EN PHASE CHRONIQUE : 5 ANS D'EXPERIENCE A L'UTOH DU CHU DE NICE

C Willem

Médecine Hyperbare et Subaquatique, UTOH, Hôpital PASTEUR 1, CHU de NICE.

Dr Julien Caratti

Médecine physique et de réadaptation, Service MPR, Hôpital de l'ARCHET, CHU de NICE.

L'accident vasculaire cérébral (AVC) représente un problème majeur de santé publique générateur d'une mortalité et de dépenses importantes pour la société. La prise en charge thérapeutique de l'AVC en phase chronique reste d'efficacité limitée avec une faible proportion de résultats probants en rééducation fonctionnelle. Le traitement par oxygène hyperbare comme traitement adjuvant semble être une alternative intéressante par induction d'une neuroplasticité. En effet, la neurogenèse secondaire est désormais scientifiquement prouvée avec des possibilités de régénération constante de certaines régions cérébrales. Les études sur l'hématopoïèse avaient déjà ouvert la voie sur la connaissance du rôle majeur des cellules souches médullaires. Les derniers travaux menés sur ce type cellulaire ont démontré leurs capacités de réparation tissulaire après une lésion quel que soit l'agent causal.

Nous avons initié sur le CHU de NICE, avec le soutien d'une équipe pluridisciplinaire, un protocole thérapeutique d'oxygénothérapie hyperbare sur des patients en phase chronique d'AVC avec l'administration de 100% d'oxygène à 2,5 atmosphères absolues pendant 90 minutes sur 40 à 60 séances à raison d'une séance par jour, cinq jours sur sept. Les sujets inclus étaient majeurs et avaient présenté un AVC ischémique ou hémorragique survenu entre 6 et 36 mois avant l'inclusion, responsable de déficiences motrices souvent associées à des déficiences cognitives et/ou neurosensorielles. Ils ont bénéficié avant et après administration du traitement d'une journée d'évaluation sur les activités, la participation, les fonctions motrices, les fonctions cognitives, les fonctions neurosensorielles et de

manière globale la qualité de vie. Cette double évaluation exhaustive réalisée par différents spécialistes a été couplée à une imagerie cérébrale fonctionnelle par scintigraphie de perfusion.

Nous connaissons déjà certains effets positifs de l'OHB en phase aiguë d'un AVC : diminution de l'œdème cérébral, amélioration de l'apport d'oxygène aux cellules cérébrales avec induction d'une diminution du volume cérébral infarcté, stimulation des inhibiteurs de l'apoptose et de l'angiogenèse.

Les effets de l'administration d'OHB à la phase chronique d'un AVC ont été peu explorés et restent à démontrer. Toutefois, certains travaux récents évoquent l'induction possible d'une neuroplasticité tardive et d'une neurogenèse chez les patients victimes d'un AVC.

Dans le cadre du protocole thérapeutique OHB post-AVC mis en place dans notre unité de traitement par oxygène hyperbare du CHU de NICE depuis 5 ans, des résultats prometteurs objectivés par nos évaluations et l'imagerie ont donné lieu à la rédaction de 2 thèses d'exercice de Médecine de l'Université de Nice-Sophia Antipolis (Traitement par oxygénothérapie hyperbare après un AVC de plus de 6 mois : évaluation des activités et participation, à propos de 9 cas – Retentissement fonctionnel du traitement OHB après AVC en phase chronique : étude prospective sur 8 cas) ainsi que la rédaction d'un mémoire d'orthophonie de l'Université Claude Bernard Lyon 1 (Etude préliminaire de l'effet de l'oxygénothérapie hyperbare sur les fonctions langagières d'adultes en phase chronique d'un accident vasculaire cérébral). Nous poursuivons donc nos études en incluant de nouveaux cas d'AVC en phase chronique tout en améliorant nos mesures de résultats et en sélectionnant soigneusement nos patients sur la base de l'imagerie fonctionnelle cérébrale.

O.16 : RECHERCHE D'UN SHUNT DROIT GAUCHE APRES UN ACCIDENT DE DESATURATION PAR DOPPLER TRANSCRANIEN. ETUDE COMPARATIVE DE 2 VOIES D'ABORD

C D'Andrea¹, T Masseguin¹, PJ Marianne¹, N Bouscaren²
cyril.dandrea@chu-reunion.fr

¹ Service de médecine hyperbare & plaie et cicatrisation. CHU Sud Réunion, St Pierre. France

² Centre d'Investigation Clinique. Inserm CIC 1410. CHU Sud Réunion, St Pierre. France

La recherche d'un shunt droit gauche (SDG) après un accident de désaturation (neurologique et cutané) permet de proposer une adaptation des pratiques de la plongée loisir en prévention secondaire. Pour la recherche d'un SDG, des techniques non invasives sont privilégiées. Parmi celles-ci, le doppler transcranien (DTC) par voie trans-temporale est une technique d'apprentissage simple avec une sensibilité équivalente voire supérieure à l'échographie trans-oesophagienne. La limite de cette technique est l'absence de fenêtre temporale accessible en écho-doppler de 10 à 20% des sujets et ce, d'autant plus chez le sujet âgé. La population de plongeurs vieillissant, nous avons évalué une technique alternative d'accès plus facile.

Matériel et Méthode : Étude prospective du 1er janvier 2019 au 31 octobre 2019 chez les plongeurs présentant un accident de désaturation et adressés au centre hyperbare de St Pierre au CHU de la Réunion. Un doppler transcranien est réalisé au décours du traitement avec une épreuve de contraste spontané et sensibilisée par un Valsalva calibré en utilisant une colonne de mercure. La présence d'un SDG est gradée selon une classification de Spencer modifiée. Dans un premier temps la détection se fait sur l'artère cérébrale moyenne par voie trans-temporale, dans un second temps la détection se fait sur le siphon carotidien par voie trans-orbitaire. Les 2 procédures sont enregistrées, sa présence et son grade sont confirmés par un autre opérateur.

Objectif de l'étude : La voie trans-orbitaire est toujours facilement accessible. Le but de l'étude est d'évaluer si la présence et le niveau du SDG sont comparables entre les 2 voies d'abord et ainsi constituer une voie alternative.

Les résultats de cette étude seront analysés et présentés à la fin de l'étude prévue en octobre 2019.

O.17 : ANALYSE DES FACTEURS DE SUSCEPTIBILITE INDIVIDUELLE A L'ŒDEME PULMONAIRE D'IMMERSION (OPI).

O Castagna

Institut de Recherche Biomédicale des Armées, Équipe Résidente de Recherche, Subaquatique Opérationnelle, (IRBA/ERRSO). Toulon, France.

L'OPI est un œdème pulmonaire avec une composante hémodynamique dont les mécanismes physiopathologiques sont mal connus. Il correspond à une congestion vasculaire pulmonaire engendrant une altération fonctionnelle de la barrière alvéolo-capillaire et non à une atteinte de l'intégrité anatomique de celle-ci.

Au fil des expérimentations que nous avons réalisées pour comprendre les mécanismes physiopathologies de l'OPI, nous avons noté que, pour des conditions de plongée identiques, certains plongeurs avaient systématiquement des signes de congestion vasculaire pulmonaire plus importants. Par ailleurs nous savons que le risque de récurrence d'un OPI est réel. Nous émettons donc l'hypothèse qu'il existe des facteurs de susceptibilité individuelle de survenue d'un OPI.

Les facteurs circonstanciels, favorisant la survenue d'un OPI, sont, à présent, bien identifiés. Il s'agit principalement de l'association d'un exercice physique en immersion au cours duquel le travail ventilatoire inspiratoire est important. La température froide de l'eau est aussi retenue mais sa présence n'est pas indispensable à la survenue d'un OPI.

Les expérimentations menées par l'ERRSO avec les plongeurs volontaires sains ont toutes reproduit les conditions environnementales favorisant la survenue d'un OPI. Ces expérimentations ont confirmé que plus les signes écho-cardiographiques de surcharge cardiaque droite, de troubles de la compliance du ventricule gauche associés à une libération importante du peptide natri-diurétique auriculaire (ANP) étaient élevés, plus l'accumulation d'eau extravasculaire pulmonaire était importante. Dans un second temps nous avons démontré le rôle fondamental du travail ventilatoire inspiratoire dans la survenue des altérations notées précédemment.

Fort de ces constats nous avons mis en place un protocole visant à :

- Reproduire les conditions environnementales rencontrées par les plongeurs lors de la survenue des OPI, c'est-à-dire un exercice physique immergé avec un travail inspiratoire majoré par un déséquilibre hydrostatique dont l'importance est calibrée.
- Induire des modifications du système cardio-pulmonaire dont l'ampleur est significativement différente selon la sensibilité des plongeurs aux OPI
- Être accompagné de mesures physiologiques réalistes, spécifiques, sensibles, reproductibles et non invasives.

L'objectif de cette communication sera de présenter dans le détail ce protocole et d'apporter les premiers résultats de ces travaux.

O.18 : BILAN D'ACTIVITE DU CENTRE D'OXYGENOTHERAPIE HYPERBARE DE TUNIS

R Ben Sassi, I Mezoughi, A Baffoun, W Samoud, H Gharsallah
Centre d'Oxygénothérapie hyperbare-hôpital militaire de Tunis
gharsallahhedi@gmail.com

Introduction : L'oxygénothérapie hyperbare consiste en l'administration de l'oxygène à une pression supérieure à la pression atmosphérique. Les indications à l'OHB sont diverses et la majorité repose sur des considérations physiopathologiques. Le but de notre travail est d'analyser les différentes indications traitées au centre d'oxygénothérapie hyperbare.

Méthodes : Il s'agit d'une étude descriptive, rétrospective concernant tous les patients colligés au centre d'oxygénothérapie hyperbare de Tunis durant l'année 2016.

Résultats : Parmi les 712 consultants, 526 patients sont admis pour oxygénothérapie hyperbare. Les patients sont répartis en 292 hommes et 234 femmes. L'âge moyen est de 40 ± 22 ans. Au moins une tare est retrouvée chez 269 patients, principalement le diabète et l'hypertension artérielle (169 et 105 patients). Le nombre de patients adressé par les structures de santé militaire est de 93. Les principaux services demandeurs sont les urgences (188 patients) et les services chirurgicaux (159 patients). Le nombre total des séances est de 6164 soit 12 séances en moyenne par patient. Les indications sont dominées par les affections urgentes (333 patients). L'intoxication au CO représente la principale pathologie chez 220 patients. Les pathologies chroniques sont présentes chez 193 patients. Le pied diabétique ulcéré est la pathologie la plus fréquente (106 patients). La table thérapeutique 2,5 ATA/90minutes est utilisée pour 443 patients. Les complications liées à l'OHB sont rares (51 patients) : le barotraumatisme ORL est le plus fréquent (37 patients). L'évolution est estimée favorable 349 patients.

Conclusion : Le centre d'oxygénothérapie hyperbare de Tunis présente une activité en pleine croissance. Les indications sont en train de se multiplier dans les domaines médicaux et chirurgicaux.

O.19 : EPIDEMIOLOGIE DES ACCIDENTS DE PLONGEE SOUS-MARINE AU CENTRE D'OXYGENOTHERAPIE HYPERBARE DE TUNIS

R Ben Sassi¹, W Samoud², I Mezoughi¹, A Baffoun¹, Z Hajje², H Gharsallah¹
¹Centre d'oxygénothérapie hyperbare - hôpital militaire de Tunis
²Service de réanimation- hôpital militaire de Tunis
gharsallahhedi@gmail.com

Introduction : La plongée sous-marine expose le plongeur à des risques d'accidents graves. L'épidémiologie de ces accidents est peu étudiée en Tunisie.

Le but est d'analyser l'ensemble des accidents de la plongée pris en charge au centre d'oxygénothérapie hyperbare de Tunis.

Méthodes : Étude rétrospective, descriptive des accidents de plongée traités dans le centre d'oxygénothérapie hyperbare de Tunis sur une période 7 ans.

Résultats : Quarante-sept accidents de plongées ont été rapportés. L'âge moyen est de 32 ans. 76% étaient des plongeurs professionnels. Les facteurs de risque étaient : des erreurs de procédures (80 %), la fatigue (25%), un effort après la plongée (40 %), le froid (23.5 %), une remontée rapide (21 %), et un

foramen ovale perméable (4.25 %). La narcose à l'azote a été signalée dans un seul cas. Dans 4 cas, aucune erreur de procédures n'a été retrouvée.

Les accidents de plongées sont répartis en 46 accidents de désaturation et un seul cas de barotraumatisme pulmonaire compliqué d'aéroembolisme cérébral. Les ADD médullaires représentent 53.2% des cas. Les ADD cérébraux sont retrouvés dans 21.3% des cas et les ADD cochléo-vestibulaires dans 8.5% des cas. Les ADD ostéo-arthro-musculaire sont rencontrés dans 13% des cas. 42.5% des patients ont eu une recompression en urgence. Le nombre moyen des séances de consolidation est de 10. L'évolution est favorable sans séquelles chez 62% des cas.

Conclusion : Notre étude ne permet pas d'émettre une fréquence globale des accidents de plongée en Tunisie qui restent largement sous-estimées avec un accès limité aux caissons hyperbares.

Mots clés : accidents de plongée, oxygénothérapie hyperbare, pronostic

O.20 : SIGNES NEUROLOGIQUES AU DECOURS D'UNE PLONGEE SOUS-MARINE : ACCIDENT DE DECOMPRESSION OU ACCIDENT VASCULAIRE CEREBRAL ?

A Bourron
Service de Santé des Armées. France

Introduction : La plongée sous-marine est pourvoyeuse d'accidents spécifiques. Pourtant, d'authentiques accidents vasculaires cérébraux (AVC) sont décrits en sortie de plongée. Le traitement d'un accident de décompression est la recompression thérapeutique mais il peut retarder la prise en charge d'un AVC. L'objectif de notre étude était de définir des critères d'orientation entre un AVC et un accident de décompression en sortie de plongée.

Matériels et Méthodes : L'étude était observationnelle rétrospective par recueil de données à partir de dossiers médicaux. Le caisson hyperbare de l'HIA Ste Anne a reçu 63 cas d'accidents de décompression à expression cérébrale et 6 cas d'AVC post-plongée entre le 01/01/2011 et le 31/12/2016. Pour l'étude comparative, les AVC admis aux urgences sur la même période étaient sélectionnés. Ceux présentant une contre-indication à la plongée étaient exclus. 114 AVC ont été inclus. Les données recueillies incluaient des données biographiques, les facteurs de risque cardio-vasculaires, la clinique et des paramètres liés à la plongée.

Résultats : Les critères en faveur d'un AVC sont ($p<0,05$) : la présence d'un facteur de risque cardio-vasculaire ; un âge supérieur à 50 ans ; la présence de signes moteurs, l'atteinte de la face, les troubles phasiques, les troubles visuels, la systématisation des signes, les signes objectifs d'emblée, les céphalées et enfin, l'absence d'évolution favorable sous oxygène à la phase initiale. Les signes sensitifs et les signes neurologiques bilatéraux sont en faveur d'un accident de décompression ($p<0,05$).

Conclusion : Tout signe neurologique en sortie de plongée n'est pas un accident de plongée. Il convient de réaliser une IRM cérébrale en urgence en cas de signe orientant vers un AVC même si cela peut retarder une recompression thérapeutique. Une étude complémentaire cherchant à déterminer le rôle de la plongée dans la genèse d'événements thrombotiques serait intéressante.

O.21 : PROGRAMME SOS GELURES : PREMIERS RESULTATS

MA Magnan, P Louge, M Pellegrini, C Lae, MA Panchard, R Pignel
Programme de médecine subaquatique et hyperbare, hôpitaux universitaires de Genève, Suisse

Introduction : La gelure, pathologie peu fréquente, est la conséquence d'une ischémie aiguë des extrémités induites par le froid, suivie d'un gel des tissus. Le pronostic fonctionnel dépend de l'atteinte osseuse et peut aboutir à des amputations. L'oxygénothérapie hyperbare (OHB) n'est actuellement pas recommandée dans le traitement des gelures par l'absence de données scientifiques suffisantes attestant d'une efficacité.

L'étude SOS GELURES est un essai clinique prospectif non randomisé qui évalue l'intérêt de l'oxygénothérapie hyperbare dans la prise en charge précoce des gelures sévères.

Méthode : Essai clinique prospectif non randomisé réalisé entre 2013 et 2019. Les résultats sont comparés aux résultats d'un groupe contrôle, série rétrospective (2000 à 2012) qui a bénéficié d'un traitement classique (réchauffement rapide, aspirine 250mg et iloprost). Les critères d'inclusion pour les 2 groupes sont : gelures des extrémités de stade 3,4 ou 5 (classification DMTM) avec prise en charge médicale <72h par rapport au début de gelure.

Protocole SOS GELURES : Traitement par OHB pendant 14 jours, 1 fois par jour, en complément du traitement classique. Le critère d'évaluation principal est le taux d'amputation ou nombre de segments sauvés (phalanges ou métatarse/carpe) par rapport à la lésion initiale.

Résultats : 28 patients ont été inclus dans le groupe SOS GELURES et 30 dans le groupe contrôle.

L'analyse statistique comparative entre les 2 groupes montre une différence significative, avec une augmentation du taux de segments sauvés en faveur du groupe SOS GELURES. Avec le Mann-Whitney non paramétriques test, on a 6,1 (+/- 5,3, 4:2-9) segments sauvés par patient dans le groupe contrôle contre une moyenne de 12,6 (+/- 10,2, 8:4-22.5) dans le groupe SOS GELURES (p : 0,0056).

Conclusion : Il s'agit d'un essai Clinique prospectif non randomisé avec un niveau de puissance faible compte tenu de la faible fréquence des gelures graves. Cependant, il s'agit de la première étude qui évalue l'intérêt de l'OHB en complément de l'iloprost avec des résultats très encourageants et un rapport bénéfice/risque élevé.

MOTS CLES : Gelures – Classification – Pronostic – Iloprost – Oxygénothérapie hyperbare – Amputation

O.22 : GANGRENE DE FOURNIER : EXPERIENCE DU SERVICE D'OXYGENOTHERAPIE HYPERBARE DE TUNIS

W Samoud¹, R Ben Sassi², I Mezoughi², Z Hajjej¹, H Gharsallah²

¹service de réanimation-Hôpital Militaire de Tunis

² Centre d'Oxygénothérapie hyperbare-Hôpital Militaire de Tunis

gharsallahhedi@gmail.com

Introduction : La gangrène de Fournier est une urgence thérapeutique. Il s'agit d'une infection nécrosante, à germes aérobie et anaérobie qui intéresse la région génitale et périnéale. Le traitement est basé sur une association chirurgie – antibiothérapie et oxygénothérapie hyperbare (OHB). L'apport de l'OHB consiste essentiellement à la limitation du processus nécrotique et à favoriser la cicatrisation.

Le but de notre travail est d'évaluer l'intérêt de l'OHB dans la prise en charge de la gangrène de Fournier dans le service d'oxygénothérapie hyperbare l'hôpital militaire principal d'instruction de Tunis.

Méthodes : Il s'agit d'une étude rétrospective, descriptive concernant les patients adressés au centre d'oxygénothérapie hyperbare de 2012 à 2016. Les données sont recueillies à partir des dossiers médicaux des patients admis au centre. Ils sont analysés par un logiciel SPSS 22.0.

Résultats : Durant cinq ans, nous avons admis 70 patients avec le diagnostic de gangrène de Fournier. Ils sont répartis en 52 hommes et 11 femmes. L'âge moyen est de 57 ± 12 ans. Trente-neuf patients (55.7%) sont encore actifs. La moitié des patients sont tabagiques. 18 patients (25.7%) ne présentent pas de comorbidité. Le diabète est la pathologie la plus retrouvée chez les sujets présentant une comorbidité soit 44 patients (63%). Cinq de nos patients sont intubés ventilés. Le point de départ de la gangrène est péri-anal chez 53 patients. Seulement 19 patients ont eu une colostomie. Le délai moyen de prise en charge en OHB est de deux jours depuis l'acte chirurgical initial. Le nombre moyen des séances d'OHB est de 13 séances ; avec un rythme d'une séance par jour chez 60 patients. L'évolution est favorable chez 55 patients : limitation de l'extension des nécroses et un bourgeonnement significatif. Quatre patients sont décédés. Les complications liées à l'OHB sont rencontrées chez 3 patients.

Conclusion : Le traitement de la gangrène de Fournier est à la fois médical et chirurgical. L'indication de l'oxygénothérapie hyperbare doit être rapide après le premier acte chirurgical.

Mots clés : gangrène de Fournier, oxygénothérapie hyperbare, épidémiologie

O.23 : INTOXICATION AIGUË AU MONOXYDE DE CARBONE. BILAN D'ACTIVITE D'UNE ANNEE DU CENTRE HYPERBARE DE TUNIS : BILAN D'ACTIVITE D'UNE ANNEE

I Mezoughi¹, R Ben Sassi¹, W Samoud², Z Hajjej², H Gharsallah¹

¹Centre d'oxygénothérapie hyperbare - hôpital militaire de Tunis

² Service de réanimation-hôpital militaire de Tunis

gharsallahhedi@gmail.com

Introduction : L'intoxication aiguë par le CO est fréquente. Elle demeure la première cause de mortalité accidentelle d'origine toxique.

Le but est d'analyser les données épidémio-cliniques des intoxications au CO au centre d'oxygénothérapie hyperbare de Tunis.

Méthodes : Étude rétrospective descriptive incluant tous les patients victimes d'intoxication au CO adressés pour une séance d'OHB durant l'année 2016.

Résultats : 220 patients sont inclus : 144 femmes et 76 hommes. L'âge moyen est de 24.7 ± 21 ans. Le chauffe-bain défectueux constitue la principale source d'intoxication (98% des cas). Le délai moyen d'exposition est de 2h27min. La perte de connaissance initiale est le principal motif de consultation (73%). Les convulsions sont présentes dans 24.4% des cas. Seize malades sont admis dans un tableau neurologique grave intubés ventilés. Sept malades présentaient une atteinte myocardique. Les femmes enceintes représentent 22.2% des cas. Le dosage de L'HbCO a été pratiqué dans 33% des cas et la valeur moyenne est de 20.36%. Le délai de prise en charge est de 5 heures. Tous les malades ont bénéficié d'une séance d'oxygénothérapie hyperbare. La table thérapeutique est adaptée à l'âge du patient : OHB 15L (154 cas), OHB 12L (11 cas), OHB 10L (33 cas) et OHB 8C (6 cas). L'évolution est favorable dans la quasi-totalité des cas. Les complications immédiates sont apparues chez 10 patients à types de

barotraumatisme ORL. Deux décès sont survenus chez des intoxications graves suite à une prise en charge tardive.

Conclusion : La détresse neurologique, l'atteinte cardiaque, la grossesse et les taux d'HbCO supérieur à 25% justifient le recours au traitement par OHB.

Mots clés : intoxication au monoxyde de carbone, oxygénothérapie hyperbare, pronostic

0.24 : LES URGENCES EN MEDECINE HYPERBARE TRAITEES A L'HOPITAL MILITAIRE PRINCIPAL D'INSTRUCTION DE TUNIS

R Ben Sassi¹, I Mezoughi¹, W Samoun², A Baffoun¹, Z Hajje², H Gharsallah¹

¹Service de réanimation-Hôpital Militaire de Tunis

² Centre d'Oxygénothérapie hyperbare-Hôpital Militaire de Tunis

gharsallahhedi@gmail.com

Introduction : Plusieurs indications d'oxygénothérapie hyperbare sont retenues. Elles sont réparties en indications urgentes et non urgentes. Le but de notre travail est d'analyser les indications urgentes de l'OHB pris en charge au centre d'oxygénothérapie hyperbare de Tunis.

Méthodes : Il s'agit d'une étude rétrospective, descriptive concernant tous les patients pris en charge en urgence au centre d'oxygénothérapie hyperbare de Tunis durant l'année 2016.

Résultats : Nous avons colligé 333 patients (153 hommes et 180 femmes) pris en charge en urgence ; soit 63% des patients admis pour oxygénothérapie hyperbare dans notre centre. Nous distinguons deux types d'urgence : les urgences immédiates : 68,5%, et les urgences différées : 31,5%. L'âge moyen était de 33±19 ans. 27,6 % de nos patients présentent une comorbidité. Le diabète est la pathologie la plus rencontrée (14% des patients). 57% des patients ont été adressées à partir des services des Urgences. Les patients adressés par les structures hospitalières militaires représentent 11,7%. Les urgences immédiates (228 patients), sont représentées par 220 cas d'intoxication au CO, 7 cas d'accidents de décompression (ADD) et un cas d'embolie gazeuse cérébrale (EGC). Les urgences différées (105 cas) se répartissent en 63 cas de surdités brusques, 35 cas d'infections nécrosantes des parties molles et 4 cas de médiastinites. La prise en charge thérapeutique consiste en une ou plusieurs séances d'OHB selon les tables thérapeutiques : B18 pour les ADD et l'EGC. Les tables OHB 15L, 12L, 10L et 8C sont indiqués pour le reste des urgences et adaptés à l'âge. Les complications inhérentes à l'OHB sont rares (18 cas) : le barotraumatisme ORL est le plus fréquent (17 cas). L'évolution est favorable chez 265 patients.

Conclusion : L'oxygénothérapie hyperbare en urgence est indiquée dans plusieurs spécialités. Seules les indications urgentes validées par les consensus des sociétés savantes sont prises en charge en milieu hyperbare sans délai.

Mots clés : médecine hyperbare, urgence, épidémiologie

0.25 : PROJET D'ESSAI MULTICENTRIQUE RANDOMISE CONTROLE EN DOUBLE-AVEUGLE CONTRE PLACEBO DE L'OXYGENOTHERAPIE HYPERBARE DANS LE TRAITEMENT DE LA CRISE VASO-OCCLUSIVE CHEZ LE PATIENT DREPANOCYTAIRE DE PLUS DE 8 ANS

J Stirnemann¹, J Serratrice¹, R Pignel², A Gervais³, K Samii⁴, M Pellegrini², P Louge²

¹Service de Médecine Interne Générale, Hôpitaux Universitaires de Genève, Genève, Suisse

²Consultation de Médecine Hyperbare, Hôpitaux Universitaires de Genève, Genève, Suisse

³Département de Pédiatrie, Hôpitaux Universitaires de Genève, Genève, Suisse

⁴Service d'Hématologie, Hôpitaux Universitaires de Genève, Genève, Suisse

Introduction : La crise vaso-occlusive (CVO) est la complication la plus fréquente de la drépanocytose ; elle entraîne généralement des douleurs osseuses, thoraciques et/ou des crises abdominales. Elle constitue la première cause d'hospitalisation des patients drépanocytaires et la première cause de mortalité. Elle est en partie liée à la falciformation et est souvent favorisée par certaines conditions environnementales (acidose, froid, déshydratation, hyperthermie, infection et surtout l'hypoxie). Dans un premier temps cette falciformation est réversible en cas d'amélioration des conditions locales, notamment d'oxygénation. L'Oxygénation Hyperbare (OHB) permettrait d'augmenter l'oxygénation nécessaire aux tissus par augmentation de l'O₂ dissout et de limiter la falciformation. Une étude préliminaire a montré un potentiel effet de l'OHB sur la douleur de la CVO sur 9 patients. La CVO drépanocytaire fait partie des indications potentielles de l'OHB selon les recommandations internationales.

Objectifs : L'objectif est de démontrer une efficacité antalgique de l'OHB dans le traitement de la CVO drépanocytaire. Les Objectifs secondaires sont l'analyse de sécurité de la procédure, l'analyse de l'impact de l'OHB sur les marqueurs biologiques pertinents de la CVO drépanocytaire, l'analyser de l'impact au long cours sur la maladie drépanocytaire, l'analyse coût-efficacité.

Mesures : Variable principale : Différence de douleur entre H0 (aux urgences, avant la séance d'OHB) et H6 (4h après la fin de la séance d'OHB, dans le service clinique). La douleur sera évaluée par une Echelle Visuelle Analogique (EVA). Variables secondaires : Variable groupée (EVA>4 et/ou dose de morphine horaire après OHB>1 mg/h IV) ; cette sera analysée en seconde ligne si la variable principale ne permet pas de conclure. Autres variables étudiées : Différence d'EVA de la douleur entre H0 et H24, doses horaires et doses totales de morphine, durées d'hospitalisation, nombre de patients soulagés à H6 et à H24 (avec réduction de l'EVA>30%), durée des CVO, indications ou réalisation de thérapeutiques transfusionnelles, complications (notamment syndrome thoracique aiguë) et marqueurs biologiques pertinents de la crise drépanocytaire. Evaluation de la satisfaction des patients par un questionnaire, évaluation des récidives de CVO, coût des traitements, évaluation placebo/intervention.

Moyens et méthode : Il s'agit d'une étude multicentrique, randomisée en double aveugle (patient et équipe clinique en charge du patient ne sauront pas quel est le bras ; seul le médecin en charge du caisson et le technicien du caisson seront au courant du bras placebo/intervention). La randomisation sera stratifiée selon le centre et la dose de morphine horaire depuis la consultation aux urgences. Tout patient ayant une CVO consultant aux urgences d'un centre participant peut être inclus. Le patient bénéficie dans tous les cas du traitement habituel de la prise en charge de la CVO, à savoir hydratation, antalgiques (morphine en PCA), oxygénothérapie normobare si besoin, antibiothérapie en cas d'infection. Si besoin, une thérapeutique transfusionnelle (transfusion ou échange transfusionnel) pourra être indiquée et dispensée (le patient sortira alors de l'étude avec un échec du traitement). Il est proposé au patient inclus, dans les 4 premières heures de sa consultation aux urgences de l'hôpital, une randomisation entre OHB (2 ATA [Atmosphère Absolue], 95 mn, FIO₂=1) et placebo (1.3 ATA, 95 mn, FIO₂=0,21). Le patient bénéficie alors d'une première séance et revient dans son service d'origine. Une deuxième (et une troisième) séance (même bras placebo/intervention) seront systématiquement programmée dans les 24 (max 36) heures qui suivent la première séance, mais ne sera pas effectuée si EVA ≤ 2 sans utilisation d'antalgique de palier III supérieure à la consommation habituelle. Pour les patients présentant une/plusieurs nouvelle CVO (définie par un intervalle libre de plus de 24 heures et une récidive des douleurs après plus d'1 mois du début de la première CVO), il sera proposé de pouvoir bénéficier du bras intervention et d'être alors inclus dans un suivi de cohorte. Les patients ayant des besoins en oxygène supérieur à 2l/mn seront exclus de la randomisation, mais pourront être inclus dans la cohorte et bénéficier de l'intervention.

Critères d'inclusions : Patient âgé de plus de 8 ans, patient atteint d'un syndrome drépanocytaire majeur (SS, SC, S β 0-thalassémie, S β + -thalassémie), patient présentant une crise vaso-occlusive ne cédant pas à des antalgiques de palier 2 (classification OMS) et ayant des critères de consultation en urgence avec ou sans syndrome thoracique aigu, patient capable de réaliser les manœuvres de Valsalva, patient ayant signé un consentement éclairé.

Critères d'exclusion : Grossesse en cours ; Indication à une ventilation artificielle (VNI / IOT) ; Contre-indication à l'OHB avérée posée par un médecin hyperbare ; Anomalie du Doppler trans-crânien (> 200 cm/sec) ou ATCD d'Accident Vasculaire cérébral ; Besoins en oxygène supérieurs à 2 l/mn aux lunettes pour avoir une SpO₂ ≥ 92% (ces patients seront exclus de la randomisation, mais pourront bénéficier de l'intervention et être inclus dans la cohorte)

Nombre de patients à inclure : 100

Durée de l'étude : 2 ans

Référence :

Stirnemann J, Letellier E, Aras N, Borne M, Brinquin L, Fain O. Hyperbaric oxygen therapy for vaso-occlusive crises in nine patients with sickle-cell disease. Diving and hyperbaric medicine. 2012; 42(2): 82-84.

O.26 : L'OXYGENOTHERAPIE HYPERBARE (OHB), UNE APPROCHE MULTIDISCIPLINAIRE ET HUMANISTE POUR UNE AMELIORATION DES PRATIQUES ET UN PLUS GRAND RAYONNEMENT

C Stéphane¹, B Flécher¹, B Riu-Poulenc²

¹ IDE hyperbaristes

² Chef des opérations hyperbares

³ Centre de Médecine Hyperbare, CHU Hôpital Purpan, Bâtiment URM, TSA 40031, F31059 Toulouse Cedex 9, centrehyperbare@chu-toulouse.fr, www.chu-toulouse.fr

L'OHB, outre ses indications aiguës, est utilisée comme traitement adjuvant dans certaines pathologies médicochirurgicales. Pour autant, la complexité du parcours de soins des patients nous a poussé à repenser l'approche et la diversité des soins en OHB au CHU de Toulouse.

Notre rôle en tant qu'IDE spécialisés en réanimation et en hyperbarie médicale ne peut pas s'arrêter à une simple prestation de service d'une séance d'OHB, au risque de ne pas être considéré comme de véritables partenaires de soins. Nous sommes parvenus à une nouvelle forme de transversalité dans notre prise en charge des patients.

Tout d'abord, des filières de soins spécifiques ont été mises en place avec les autres disciplines médicales et chirurgicales pour des prises en charges plus pointues et plus rapides. Parallèlement, nous avons obtenu des diplômes universitaires (DU de plaie et cicatrisation, DU d'hypnose) pour optimiser notre expertise dans les suivis et les actes infirmiers.

Cette déclinaison de l'offre de soins nous permet de répondre au mieux à la complexité des situations rencontrées en hyperbarie dans toutes ses composantes : médicales, sociales et psychologiques. La réalisation d'un poster situant la place de l'OHB dans une approche pluridisciplinaire a permis de mettre en avant les différentes interfaces thérapeutiques complémentaires à la prise en charge du patient. Cette

approche plus globale a renforcé notre légitimité de soignant hyperbariste et à conforter la place de l'OHB dans une stratégie thérapeutique optimale.

Nous avons également accueilli une vie associative au sein de notre service. En l'aidant à se structurer, l'association Amhyperbare est devenue aujourd'hui une véritable partenaire de soins.

Notre énergie et notre engouement à porter la Médecine Hyperbare à un niveau toujours plus performant ont convaincu nos instances hospitalières et nos partenaires médicaux des bénéfices de l'OHB.

O.27 : EVALUATION DES PRATIQUES DES MEDECINS GENERALISTES POUR LE CERTIFICAT D'ABSENCE DE CONTRE-INDICATION À LA PLONGEE DE LOISIR.

C Attia

Service de Santé des Armées. France

Introduction : Le but de ce travail était d'étudier la pratique des médecins généralistes lors de la consultation en vue de délivrer le certificat médical d'absence de contre-indication et de rechercher l'influence de leur qualification en médecine de la plongée.

Matériels et Méthodes : Un questionnaire de 40 items a été élaboré ciblant la conduite de la consultation, la connaissance des contre-indications et la prise en charge des accidents de plongée. Il a été envoyé sur le territoire métropolitain aux médecins généralistes disposant ou non d'une qualification en médecine de la plongée (médecin fédéral, diplôme et capacité universitaires) et recueilli d'août 2017 à avril 2018. L'étude statistique comprend une approche quantitative et qualitative. Le critère de significativité retenu est $p < 0,05$.

Résultats : 35 994 questionnaires ont été envoyés, 486 ont été reçus et 454 ont été exploités (avec 197 médecins « formés » et 257 « non formés »). Les médecins « formés » ont des réponses plus pertinentes que les médecins « non formés » pour la conduite de l'examen médical et pour la connaissance des contre-indications médicales. Les réponses les plus appropriées sur les contre-indications médicales ont été observées pour les médecins fédéraux titulaires d'une formation universitaire et qui utilisent plus souvent un auto-questionnaire pour optimiser la consultation médicale.

Conclusion : Cette étude suggère que les médecins délivrant un certificat d'absence de contre-indication à la plongée de loisir devraient disposer d'une formation universitaire initiale et continue en médecine de la plongée. L'utilisation d'un auto-questionnaire d'aide à la consultation validé par les sociétés savantes pour la délivrance du certificat semble pertinente.

O.28 : EFFETS DES GAZ INERTES SUR LA NEUROPROTECTION ET LES ACCIDENTS DE PLONGEE. HOMMAGE AU PROFESSEUR JACQUES ABRAINI (1957-2019)

JJ Risso¹, N Vallée¹, B Schmid¹, H David², JE Blatteau³

¹ Institut de Recherche Biomédicale des Armées, Équipe Résidente de Recherche, Subaquatique Opérationnelle, (IRBA/ERRSO). Toulon, France.

² Apricot Inhalotherapeutics, Quebec, Canada.

³ Hôpital d'Instruction des Armées (HIA) Sainte-Anne, Service de Médecine Hyperbare et Expertise Plongée (SMHEP), Toulon, France.

Des études préliminaires, effectuées au niveau tissulaire, cellulaire et chez l'animal, ont montré l'effet protecteur de plusieurs gaz inertes. Ces gaz pourraient être utilisés en clinique humaine, introduisant ainsi

le concept d'inhalo-thérapie. Des études sont actuellement en cours au sein de notre Laboratoire pour étudier l'effet de mélanges ternaires à base de xénon, d'hélium et d'oxygène, après reperfusion dans le cadre du traitement de l'accident vasculaire cérébral ischémique. De la même façon des mélanges à base d'argon pourraient avoir un effet bénéfique aussi bien sur l'ischémie neurologique que sur les troubles de stress post-traumatique (TSPT). Dans le cadre de l'accident neurologique de décompression, le xénon ou l'argon sont de bons candidats pour optimiser le traitement en complément de l'oxygénothérapie hyperbare.

Le Professeur Jacques Abraini était un pionnier dans le domaine de l'inhalo-thérapie. Professeur à l'Université de Caen, professeur associé d'anesthésiologie à l'université Laval (Canada). Jacques Abraini était président du High Pressure Biology Group et colonel de réserve à l'IRBA. Il a été fait chevalier de l'Ordre du Mérite Maritime en 2019. Jacques Henri Abraini, auteur de plus de cent publications internationales dans le domaine, était titulaire de la médaille Zetterström et de la médaille d'honneur de la Société MEDSUBHYP.

O.29 : EFFETS A LONG TERME DE L'EXPOSITION HYPERBARE SUR LA FONCTION PULMONAIRE DU PERSONNEL ACCOMPAGNANT

D Buteau

Service de médecine hyperbare, CISSS de Chaudière-Appalaches (CHAU-Hôtel-Dieu de Lévis)

Professeur agrégé de clinique, Département de médecine familiale et de médecine d'urgence, Faculté de médecine, Université Laval, QC, Canada

Dominique.Buteau@fmed.ulaval.ca

Introduction : Le personnel accompagnant en caisson hyperbare est exposé à des changements répétés et significatifs de pression et doit également respirer de l'oxygène pour la décompression. On sait qu'on peut retrouver des altérations de la fonction pulmonaire chez les plongeurs professionnels. Mais peu d'études ont été réalisées sur les possibles répercussions sur la fonction pulmonaire chez le personnel accompagnant en caisson hyperbare.

Matériels et méthode : Le personnel accompagnant d'un caisson hyperbare multiplace a été recruté afin de participer à cette étude visant à évaluer les effets potentiels de l'exposition hyperbare sur la fonction pulmonaire. Un questionnaire sur les données démographiques, les antécédents médicaux et les habitudes de vie a été complété au début de l'étude. Un suivi annuel sur une période de 4 ans a été effectué via des tests complets de fonction respiratoire (spirométrie et pléthysmographie corporelle totale). Un registre électronique a permis de compiler les heures d'exposition de chaque sujet.

Résultats : 15 sujets ont été recrutés initialement. 7 sujets dont l'âge au début était : 35 ± 11 ans (23-51) ont pu compléter les 4 années de suivi, 8 sujets se sont retirés pour différentes raisons (réorientation de carrière, congé de maternité, etc.). La moyenne annuelle des heures d'exposition par sujet était : 108 ± 58 h (19-211). L'analyse préliminaire des données ne démontre pas de changements significatifs de la fonction pulmonaire, ni de corrélation entre le nombre total d'heures d'exposition hyperbare et les changements sur les tests de fonction pulmonaire.

Discussion : L'exposition hyperbare répétée ne semble pas avoir d'effets délétères sur la fonction pulmonaire des accompagnants. Il est également rassurant de voir qu'un plus grand cumul d'heures d'exposition n'entraîne pas un risque plus élevé pour la santé pulmonaire du personnel.

O.30 : « NITROGENOMETRE » : COMMENT REDUIRE LE RISQUE D'ACCIDENT DE DECOMPRESSION DES ACCOMPAGNEURS HYPERBARES ?

R Pignel, M Pellegrini, MA Magnan, P Louge, P Spagnoli, Y Mykijewics, D Favre, P Avrillon, N Paul, E. Jenisset, C Lac, MA Panchard, O. Brunner, M. Decroux
Programme de médecine hyperbare, Hôpitaux Universitaires de Genève.

L'incidence des accidents de décompression des accompagnateurs hyperbares est inférieure à un cas pour 10 000 compressions. Les profils de compression, les fréquences de pressurisation comme les tables de décompression utilisées sont centre-dépendants. En fin de journée, un hyperbariste peut-il faire du sport, monter en altitude ? Est-il complètement dénitrogéné ? Le dosimètre à nitrogène a été expérimenté durant près d'un an par l'équipe hyperbare de Genève. Retour d'expérience !

Le « N-Tracker » monitorise les tensions d'azote et d'hélium, et permet d'apprécier les temps de désaturation complète de chaque hyperbariste. Il intègre la pression ambiante, le temps et le type de gaz respiré. Il fonctionne avec un algorithme haldanien (Bühlmann). Afin de garantir la sécurité des personnels, il incorpore une alarme basée sur les tables MT92.

En suivant instantanément les pressurisations et dépressurisations, le «dosimètre» permet au personnel hyperbare de savoir tout au long de sa journée de travail quels sont ses taux résiduels d'azote et d'hélium et le temps nécessaire pour obtenir une désaturation complète.

A la sortie d'une OHB standard (2,5ATA, 95 mn) la tension résiduelle d'azote est calculée à 1,67 b (comp. 6). Une prise d'oxygène lors de la décompression permet de descendre cette valeur à 1,27b ! Il faudra attendre près de 8h pour être complètement dé-saturé ; et seulement 50 mn en respirant de l'oxygène pure en surface !

C'est tout l'avantage de ce dispositif

Mots clés : hyperbare, accompagnateur, hyperbariste, prévention, accident du travail, accident de décompression

O.31 : SATISFACTION DES PATIENTS EN CENTRE HYPERBARE – MISE EN PLACE D'UN OUTIL QUALITE

AL Pothin, N Tomasso, T Joffre

Centre de médecine hyperbare – Hospices Civils de Lyon – 69003 Lyon France

Depuis 2016, chaque patient ayant réalisé au moins 10 séances d'oxygénothérapie hyperbare, se voit remettre un questionnaire de satisfaction. Ce document papier comporte 30 questions (et une zone pour un commentaire libre) abordant 4 thèmes : la prise en charge médicale et non médicale, le déroulement d'une séance hyperbare et la qualité logistique du service (hygiène, confort...). Les réponses sont fermées de type oui-non ou de type semi-qualitatives à 4 niveaux (excellent-bon-moyen-mauvais). Le questionnaire est rempli de manière anonyme, puis récupéré par la secrétaire de l'unité. Les données sont saisies dans un logiciel informatique de l'établissement mais indépendant du centre hyperbare. Les résultats sont restitués en fin d'année et sont utilisés de plusieurs manières sous forme de graphes. Présentés en réunion de service, ils servent d'outils d'évaluation des pratiques professionnelles pour l'ensemble du personnel soignant. Ils peuvent aussi être utilisés comme argument dans une réponse à un contentieux d'un usager ou pour motiver par exemple lors d'une demande de moyen supplémentaire. Un affichage de certains résultats dans les salles d'attentes des usagers est également prévu pour l'année prochaine.

Notre objectif serait, à terme, que l'ensemble des centres hyperbares puissent utiliser des indicateurs similaires dans le suivi de leur propre patientèle.

O.32 : RESPECT DES RECOMMANDATIONS SUR LA PRISE EN CHARGE DES INTOX AU CO DANS LES HOPITAUX CIVILS DE LYON

A Ramousse (DIU Lyon)

Suite aux 7^{ème} et 10^{ème} conférence de consensus de l'ECHM respectivement en 2004 et 2016, nous avons cherché à savoir si les recommandations de prise en charge des intoxications au monoxyde de carbone étaient bien suivies dans les différents services d'urgence des HCL. Ainsi, nous avons étudié les dossiers de 275 patients sortis avec un diagnostic « d'intoxication au monoxyde de carbone » ou « intoxication par des fumées et gaz » posé aux urgences des hôpitaux Edouard Herriot, de la Croix Rousse et de Lyon Sud pendant 2 périodes de chauffe (d'avril 2017 à avril 2019). Dans ces dossiers, nous avons étudié principalement la mise en place d'une oxygénothérapie normobare préhospitalière, la durée totale d'oxygénothérapie normobare reçue, le dosage de l'HbCO et de la troponine et la réalisation d'un électrocardiogramme.

P.O1 EVALUATION DE LA SURVIE BACTÉRIENNE EN MILIEU HYPERBARE

L Hendier, H Soule, M Abbas, MA Magnan, D Pittet, R Pignel
Hôpitaux Universitaires de Genève

Introduction : L'oxygénothérapie hyperbare (OHB) est pratiquée dans des situations cliniques nombreuses et diverses impliquant un profil de patients très variés et potentiellement porteurs de micro-organismes pathogènes. Le risque inflammable de la combinaison pression / O₂ interdit l'utilisation d'alcool ou de la glycérine contenue dans le savon. C'est pourquoi, nous nous sommes demandés si la pressurisation de la chambre jouait un rôle sur les bactéries présentes sur le matériel.

De nombreuses études ont évalué l'effet de la pression et de l'oxygène sur la survie bactérienne dans des milieux vivants. Cette étude a pour but d'évaluer la résistance bactérienne à l'élévation de la pression à air ambiant (FiO₂ 21%) sur des matériaux inertes. Les deux espèces bactériennes choisies sont de type anaérobie facultative : *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli*. Pour effectuer cette évaluation, les bactéries, déposées sur des matériaux inertes, sont placées dans le caisson expérimental durant une séance type d'OHB (2,5ATA, 95 minutes).

Matériel et Méthode : Caisson expérimental Comex1200Alu. Souches bactériennes : *Staphylococcus aureus* NC 10788 et *Escherichia Coli* K12NCTC 10536. Matériaux inertes : revêtement de sol plastifié, métal et revêtement de siège (similicuir). Méthode : s'inspirant de la norme d'application phase 2/étape 2 NF EN 14561.

Résultats : Les réductions logarithmiques moyennes de *Staphylococcus aureus* et *Escherichia coli* ne montrent pas de différences statistiquement significatives lors d'une exposition à un environnement normobare (1 ATA) et hyperbare (2,5 ATA) en air ambiant et ce, indépendamment des supports utilisés.

Conclusion : Une pressurisation standard (2,5 ATA durant 95 minutes) en air n'a pas d'action proliférative ou bactéricide sur les colonies de *Staphylococcus aureus* et de *Escherichia coli* déposées sur les supports inertes par rapport à celles présentes à l'extérieur d'une chambre hyperbare. Une étude complémentaire doit être faite sur support organique.

P.02 : ETUDE COMPARATIVE RETROSPECTIVE DES ACCIDENTS DE DESATURATION SUR DEUX CHANTIERS DE TUNNELIERS

B Aublin, B Delafosse, JP Baud, JL Méliet

b.aublin@btpst.fr

BTP santé au travail, Lyon, France.

Le retour d'expérience des activités professionnelles de creusement des sols avec utilisation des méthodes hyperbares fait état de la survenue d'accidents de décompression (ADD) chez les salariés tubistes lors du retour à la pression atmosphérique. La majorité de ces accidents dans ce contexte sont des bends.

L'incidence des ADD reste non négligeable malgré le respect de l'utilisation des tables de décompression, établies en 1992, qui prennent en compte la charge de travail, facteur favorisant reconnu dans la genèse de ce type d'accident.

La présente étude porte sur l'analyse rétrospective de l'accidentologie spécifique chez les tubistes sur deux chantiers lyonnais ayant utilisé les techniques des tunneliers à pression de boue. La différence principale réside dans l'utilisation des tables de décompression à l'oxygène sur le second chantier. Les taux d'incidence des ADD montrent une nette diminution avec l'utilisation des tables à l'oxygène. Ainsi on observe que 2 ADD sur 295 expositions avec décompression à l'oxygène versus 33 ADD sur 576 expositions avec décompression à l'air l'absence complète d'atteintes polyarticulaires. Certes, les améliorations techniques des conditions de travail dans les tunneliers permettent l'amélioration de l'accidentologie, mais la généralisation de l'utilisation des tables AIR/OXY sur ce type de chantier est à privilégier afin d'optimiser la prévention des ADD chez les tubistes.

P.03 OXYGENOTHERAPIE HYPERBARE ET REIMPLANTATION DE MEMBRE : A PROPOS D'UN CAS

I Mezoughi¹, Ben Sassi¹, W Samoud¹, M Khezami², S Kchelfi², H Gharsallah¹

¹Service de médecine Hyperbare-Hôpital Militaire de Tunis

²Service traumatologie-Hôpital Militaire de Tunis

gharsallahhedi@gmail.com

Introduction: L'amputation traumatique d'un membre est un accident grave survenant souvent en milieu professionnel. Elle touche le plus souvent le sujet jeune et actif. L'oxygénothérapie hyperbare (OHB) est une thérapie adjuvante à la chirurgie de réimplantation.

Cas clinique : Il s'agit d'un ouvrier du bâtiment âgé de 28 ans. Il a été victime d'un accident de travail ayant occasionné un arrachement du membre supérieur droit. Il a bénéficié d'une chirurgie de réimplantation dans les 8 heures de l'ischémie aigue. Le patient a développé en postopératoire un syndrome des loges qui a nécessité une aponévrotomie de décharge. L'OHB a été débutée au 5ème jour de réimplantation à raison d'une séance quotidienne de 2,5 ATA pendant 90 minutes. L'évaluation à 10 séances a montré une diminution du suintement, des phlyctènes et de la turgescence musculaire ainsi que l'amélioration de l'état cutané. Après 20 séances, nous avons obtenu un bourgeonnement satisfaisant de la plaie avec une normalisation du bilan biologique. La mesure de pression d'oxygène transcutanée (TcPO₂) a montré des valeurs élevées (300mmHg) ce qui est un facteur de bon pronostic. Le patient a bénéficié au total de 40 séances d'OHB. Le résultat final était satisfaisant et le patient a été adressé en chirurgie plastique pour une greffe de peau.

Conclusion : Le traitement par OHB constitue un traitement adjuvant d'une aide précieuse en cas de réimplantation de membres.

P.04 ELABORATION D'UNE CHECK-LIST DE PRISE EN CHARGE DU PATIENT INTUBE ET VENTILE DANS LE CAISSON HYPERBARE

FX Jean¹, J Morin¹, A Guy², Y Mykijewicz³, JÉ Blatteau¹

¹fxavierjean@hotmail.com, Hôpital d'Instruction des Armées Sainte-Anne, centre de médecine hyperbare, 2 boulevard Sainte-Anne 83000 Toulon

²Hôpital Edouard Herriot, centre de médecine hyperbare, Lyon

³Hôpitaux Universitaires de Genève, centre de médecine hyperbare, Genève

Actuellement, il existe plusieurs indications reconnues de traitement au caisson hyperbare chez les patients intubés de soins intensifs. Ce traitement peut provoquer un changement physiologique pouvant menacer la stabilité du patient critique. Les contraintes à l'intérieur du caisson génèrent des spécificités particulières de surveillance et de traitement des patients intubés. L'objectif des soignants est de ne pas altérer la prise en charge initiale et proposer une continuité des soins critiques dans le caisson. Une check-list est un outil qui pourrait permettre de réduire le nombre d'événements indésirables graves et renforcer la sécurité dans la prise en charge d'un patient intubé dans le caisson. La check-list a déjà fait sa preuve dans la sécurité du patient au bloc opératoire (1).

Au centre de médecine hyperbare de l'hôpital d'instruction des armées Saint-Anne, nous avons donc élaboré une standardisation de vérifications à faire avant l'entrée du patient dans le caisson mais également pendant les phases à risque comme la mise en pression et la décompression. La check-list impose de s'arrêter avant les points critiques de non-retour. La check-list a également pour but d'instaurer une communication standardisée entre les acteurs de la prise en charge : médecin hyperbariste et de soins critiques, infirmier hyperbariste et de soins critiques, opérateur du caisson.

Notre ambition est de valider cette check-list du patient intubé dans le caisson pour la diffuser en exemple à l'ensemble des centres hyperbares francophones.

(1) Recommandations concernant la check-list "sécurité du patient au bloc opératoire", HAS, novembre 2018

P.05 ETUDE PRELIMINAIRE DE LA CONCORDANCE DE GRADES DE BULLES ENREGISTRES GRACE A UN APPAREIL DOPPLER CONNECTE O'DIVE VS. UN DOPPLER VASCULAIRE DE REFERENCE

C Quinsac, N Sadaghianloo, S Declémy, A Metelkina, A Barbaud

celine.quinsac@azoth-systems.com

Azoth Systems, Forum de la Méditerranée, 83190 Ollioules

La mesure Doppler sous-clavière (SC) a démontré son intérêt dans l'évaluation du stress de décompression (Hugon et coll. 2018). Visant une personnalisation de la décompression, Azoth Systems a développé un capteur Doppler connecté : O'Dive, permettant aux plongeurs de mesurer leurs bulles SC. L'objectif de cette étude était de tester la concordance des grades de bulles de signaux enregistrés par le capteur O'Dive avec ceux d'un appareil Doppler vasculaire de référence opéré par un médecin.

Huit plongeurs et une plongeuse ont été monitorés à 30 et 60 minutes post-plongée. Chaque volontaire était mesuré par deux appareils Doppler continu (2MHz) simultanément : la veine SC gauche par O'Dive, opéré par un ingénieur d'Azoth Systems selon le didacticiel du produit (sans retour auditif) et la veine SC droite par un chirurgien vasculaire au moyen d'un Doppler vasculaire (BiDop ES-100V3 Hadeco) branché à un enregistreur et un casque (avec retour auditif).

Au total, 84 enregistrements ont été analysés. Le délai moyen entre les mesures SC gauche et droite était de 1 min 23 secondes (+/- 14 secondes). Ces signaux ont été gradés à l'aveugle par un expert d'Azoth Systems selon l'échelle de Spencer adaptée suivante. Pour 20 secondes, G0 : aucune bulle, G1 : 1-7 bulles, G2 : 8-20 bulles, G3 : 21-40 bulles et G4 : 41 bulles et plus.

La plupart des grades obtenus étaient égaux (34 paires de mesures), le reste avaient une différence de grade de 1. Une seule paire de mesure avait une différence de grade de 2 (G4 O'Dive vs G2 BiDop). Le tableau contingence calculé a permis d'estimer une mesure kappa-pondérée de 0,87 correspondant à une concordance quasi-parfaite entre les deux méthodes (Germonpré et coll. 2014).

Le capteur O'Dive permet d'obtenir des grades de bulles concordant à ceux d'un Doppler de référence opéré par un médecin.

Références

Germonpré P, Papadopoulou V, Hemelryck W, Obeid G, Lafère P, Eckersley RJ, Tang MX, Balestra C. The use of portable 2D echocardiography and 'frame-based' bubble counting as a tool to evaluate diving decompression stress. *Diving Hyperb Med* 2014, 44(1): 5-13.

Hugon J, Metelkina A, Barbaud A, Nishi R, Bouak F, Blatteau JE, Gempp E. Reliability of venous gas embolism detection in the subclavian area for decompression stress assessment following scuba diving. *Diving Hyperb Med* 2018, 48(3): 132-140.

P.06 PROFIL EPIDEMIOLOGIQUE DES INTOXICATIONS AU MONOXYDE DE CARBONE CHEZ LA FEMME ENCEINTE

I Mezoughi, R Ben Sassi, W Samoud, Z Hajje, H Gharsallah
Centre d'oxygénothérapie hyperbare - hôpital militaire de Tunis
gharsallahhedi@gmail.com

Introduction : L'intoxication au monoxyde de carbone (CO) est un accident grave et fréquent. L'intoxication chez la femme enceinte constitue une situation particulièrement fragile du fait de son retentissement sur le fœtus. Le but de notre travail est d'étudier le profil épidémiologique des femmes enceintes victimes d'une intoxication au CO et adressé pour une oxygénothérapie hyperbare.

Méthode : Il s'agit d'une étude rétrospective, descriptive. Elle intéresse toutes les femmes enceintes intoxiquées au CO qui ont été adressées au centre d'oxygénothérapie hyperbare de Tunis durant une période de sept ans.

Résultats : Cent quatre-vingt-dix-neuf femmes enceintes ont été admises suite à une intoxication au CO. Le pic des intoxications est survenu durant le mois de février. L'âge moyen est de 28±5 ans. L'intoxication au CO est survenue chez 150 patientes lors de leur première grossesse et chez 80 patientes durant le premier trimestre. Le chauffe bain défectueux constitue la principale source d'intoxication. La symptomatologie est neurologique : céphalées chez toutes les patientes, vertiges chez 75 patientes et perte de connaissance chez 59 patientes. Quatre patientes ont signalé une diminution des mouvements actifs

foetaux. Une échographie obstétricale a été réalisée chez 19 patientes avant de les adresser au centre OHB. Elles n'ont pas montré d'anomalies. Le délai moyen de prise en charge en OHB est de 4 heures depuis l'appel pour la séance. Huit patientes ont eu une complication liée à l'OHB à type de barotraumatisme de l'oreille moyenne. Trois patientes n'ont pas pu bénéficier de l'OHB à cause de leur claustrophobie.

Conclusion : Le pronostic des femmes enceintes victimes d'intoxication au CO rejoint celui de la population générale.

Mots clés : intoxication au monoxyde de carbone, grossesse, oxygénothérapie hyperbare

P.07 OXYGENOTHERAPIE HYPERBARE ET DERMITE RADIO INDUITE : A PROPOS D'UN CAS

I Mezoughi, R Ben Sassi, W Samoud, H Gharsallah
Centre d'oxygénothérapie hyperbare - hôpital militaire de Tunis
gharsallahhedi@gmail.com

Introduction : Le retard de cicatrisation constitue l'une des complications cutanées tardives liées à la radiothérapie. L'oxygénothérapie hyperbare est considérée comme une thérapie adjuvante aussi bien dans la prévention que dans le traitement des complications radio-induites tardives.

Cas clinique : Nous rapportons le cas d'une patiente âgée de 35 ans aux antécédents de carcinome canalaire infiltrant du sein droit traité en 2013 : Elle a eu une résection de type Patey, associé à une chimiothérapie et une radiothérapie. En Avril 2015, la patiente a bénéficié d'une reconstruction mammaire par un lambeau du grand dorsal et une prothèse mammaire interne siliconée. Devant la désunion des sutures au niveau de la jonction lambeau – peau irradiée, une reprise chirurgicale associée à des séances d'oxygénothérapie hyperbare a été indiqué. La patiente a bénéficié de 57 séances d'oxygénothérapie hyperbare à 2.5 ATA à raison de 5 séances par semaine. Le résultat était l'obtention d'une cicatrisation totale avec une nette amélioration de la qualité de la peau irradiée.

Conclusion : Ce cas clinique confirme que L'OHB est un traitement adjuvant apporte un bénéfice la cicatrisation chez les patients présentant des complications cutanées tardives secondaires à une radiothérapie (indication type II de niveau C).

P.08 PLACE DE L'OXYGENOTHERAPIE HYPERBARE DANS LE TRAITEMENT DES MEDIASTINITES

R Ben Sassi¹, Mezoughi¹, W Samoud¹, R Ben Mhamed², H Gharsallah¹
¹ Service de médecine Hyperbare-Hôpital Militaire de Tunis
² Service ORL-Hôpital Militaire de Tunis

Introduction : Les médiastinites infectieuses aiguës sont rares et graves. Les étiologies principales sont représentées par les foyers infectieux dentaires ou oropharyngés. Il s'agit souvent d'une infection polymicrobienne, où prédominent les bacilles à Gram négatif et les germes anaérobies. Il s'agit d'une urgence absolue dont la prise en charge est multidisciplinaire associant chirurgie, antibiothérapie et oxygénothérapie hyperbare.

Matériel et méthodes : Nous rapportons une série de six patients traitées au centre d'oxygénothérapie hyperbare de Tunis pour médiastinite aiguë, durant la période une période de 3 ans (2014/2016).

Résultats : La moyenne d'âge était de 43 ans, le sexe ratio H/F était de 4/2. La porte d'entrée était un foyer oropharyngé ou dentaire chez cinq patients. Tous les patients ont bénéficié d'un drainage thoracique et une prise en charge chirurgicale précoce ainsi qu'une antibiothérapie adaptée à l'antibiogramme. Les lésions constatées sont à type de : érosion des gros vaisseaux du médiastin (n=1), pneumopathies, pleurésies (n=4), empyèmes, fistule pleuro-œsophagienne (n=1) et fistule trachéale (n=1).

Le délai moyen de prise en charge en OHB était de 5 jours. Le nombre moyen de séance d'OHB était de 10 (2,5 ATA, 90mn à 100% d'O₂). L'évolution a été favorable chez tous les patients

Conclusion : L'OHB est considérée comme un moyen thérapeutique adjuvant qui s'inscrit dans un protocole de prise en charge multidisciplinaire permettant de lutter contre le développement microbien, d'améliorer l'oxygénation des tissus et d'en accélérer la cicatrisation.

P.09 PLACE DE L'OXYGENOTHERAPIE HYPERBARE DANS LE TRAITEMENT DE LA SURDITE BRUSQUE

I Mezoughi¹, R Ben Sassi¹, W Samoud¹, R Ben Mhamed², H Gharsallah¹

¹ Service de médecine Hyperbare-Hôpital Militaire de Tunis

² Service ORL-Hôpital Militaire de Tunis

gharsallahhedi@gmail.com

Introduction : La surdité brusque est une perte auditive neurosensorielle aiguë idiopathique. L'oxygénothérapie hyperbare (OHB) améliore la microcirculation au niveau de l'oreille interne ce qui pourrait améliorer l'audition.

Le but de notre travail est d'étudier le profil épidémiologique des patients traités par OHB pour une surdité de perception idiopathique.

Méthodes : Il s'agit d'une étude rétrospective descriptive analysant les dossiers de tous les malades traités dans le service d'oxygénothérapie hyperbare de l'hôpital militaire de Tunis.

Résultats : Soixante-deux patients ont bénéficié d'un traitement par oxygénothérapie hyperbare pour surdité brusque durant l'année 2016. L'âge moyen était 44.5 ans (3-68). Les principaux ATCD pathologiques étaient l'HTA chez 20 malades et le diabète chez 6 patients. La surdité brusque était associée à des signes audios vestibulaires dans 29% des cas. La perte auditive initiale moyenne était de 74.83dB. Dix patients souffraient d'une cophose. La perte auditive était bilatérale dans 22.5% des cas. Une IRM des rochers et de l'oreille interne a été réalisée dans 64.5% des cas et est revenue normale. Tous nos patients ont reçu un traitement corticoïdes et vasodilatateur. Le traitement antiviral a été prescrit dans 40% des cas. Le délai moyen de prise en charge en OHB était de 21 jours avec un nombre moyen de séances de 11.5 par malade. Une amélioration de l'audition a été retrouvée dans 42% des cas. L'audiométrie de contrôle réalisée à la fin du traitement a montré un gain moyen de 29.82dB. Quatre patients ont totalement récupéré leur audition. Les acouphènes sont disparus chez 5 patients.

Conclusion : La surdité brusque est une urgence neurosensorielle d'origine indéterminée. L'OHB semble améliorer le niveau de récupération. Des études ultérieures contrôlées sont nécessaires pour confirmer cette hypothèse.

Mots clés : surdité de perception, oxygénothérapie hyperbare,

P.10 SYNDROME DE FUITE CAPILLAIRE SECONDAIRE A UN ACCIDENT DE DECOMPRESSION : A PROPOS D'UN CAS

J Morin¹, K Simon², F Chadelaud³, D Delarbre⁴, S DeMaistre¹, A Druelle¹, H Le Hot¹, JE Blatteau¹

¹ Service de Médecine Hyperbare et Expertise Plongée (SMHEP), Hôpital d'Instruction des Armées Sainte-Anne, BP 600, 83800 Toulon cedex 9

² Service d'Accueil des Urgences, Hôpital d'Instruction des Armées Alphonse Laveran, 13000 Marseille.

³ Service de Réanimation, Hôpital d'Instruction des Armées Sainte-Anne, BP 600, 83800 Toulon

⁴ Service de Médecine Interne, Hôpital d'Instruction des Armées Sainte-Anne, BP 600, 83800 Toulon

Contexte : Le syndrome de fuite capillaire est une complication rare d'accident de désaturation pouvant être responsable de choc hypovolémique avec œdèmes.

Cas Clinique : Un plongeur amateur de 21 ans, victime d'un accident de désaturation cochléo-vestibulaire suite à une plongée à l'air à 96 mètres, a présenté une dégradation secondaire avec tableau d'hypovolémie et œdème diffus causés par un syndrome de fuite capillaire.

Discussion : Dans la maladie de décompression, l'agression bullaire initiale altère la paroi des vaisseaux sanguins et active des mécanismes biochimiques complexes qui entraînent une fuite protéique extravasculaire. L'expression clinique de la fuite capillaire est variable, allant d'une simple hémococoncentration au choc hypovolémique. Une surveillance clinico-biologique rapprochée des patients présentant une élévation de l'hématocrite associée ou non à une hypoalbuminémie est recommandée en phase initiale de l'accident de désaturation. Un remplissage vasculaire précoce associé à une perfusion d'albumine pourrait permettre d'éviter la survenue d'un choc hypovolémique et d'améliorer le pronostic de ces patients.

P.11 UN CAS DE BAROTRAUMATISME SINUSIEN ATYPIQUE : EMPHYSEME ORBITAIRE SUR AGENESIE OSSEUSE DU SINUS FRONTAL

P Louge¹⁻², E Gemp², MA Magnan¹, M Pellegrini¹, R Pignel¹

¹ Centre hyperbare Hopitaux Universitaires de Genève – Suisse,

² Ecole de plongée de Saint Mandrier – France

Introduction : Les barotraumatismes sinusiens sont des accidents de plongées bien connus se caractérisant habituellement par des douleurs sinusiennes associées parfois à des saignements.

Cas clinique : Un plongeur de 25 ans, en formation scaphandrier professionnel, sans antécédent, se présente avec un œdème orbitaire important (Fig 1) apparu immédiatement une plongée d'instruction à 15 mètres de profondeur. Il s'agit de la deuxième plongée du cours, comportant 2 remontées de 15 mètres à la surface (exercice de remontés contrôlés). Le plongeur ne décrit aucun problème d'équilibration ni aucune douleur. L'examen clinique révèle une crépitation neigeuse à la palpation orbitaire en faveur d'un emphysème sous cutané orbitaire.

Le scanner crânien effectué à son arrivée à l'hôpital confirme la présence d'un emphysème sous-cutané orbitaire et rétro orbitaire (Fig A) et révèle une agénésie osseuse du sinus frontal gauche (Fig B Flèche).

Le traitement a consisté en une simple surveillance avec une disparition de cet emphysème en 8 jours.

Le plongeur a été déclaré inapte à la plongée sous-marine.

Discussion : Les barotraumatismes sinusiens surviennent à la suite de modifications de la pression ambiante lorsqu'il existe une dysperméabilité des méats sinusiens ne permettant plus l'équipression. Ces

accidents sont fréquents avec une prévalence estimée de 26 à 34% chez les plongeurs. Le barotraumatisme sinusal aigu implique un seul sinus, le sinus frontal étant le plus souvent affecté (68 à 100%) en raison d'un ostium frontal obstrué. Quelques cas de barotraumatisme sinusiens avec emphysème orbital ont déjà été décrits à la suite de la manœuvre de Valsalva mais dans un contexte de récentes fractures asymptomatiques de la *lamina papyracea*. Dans notre cas, le barotraumatisme apparaît lors d'une ascension sans manœuvres de Valsalva et est secondaire à l'augmentation de la pression dans le sinus frontal lors de l'ascension avec rupture ultérieure de la muqueuse du sinus affaiblie par l'absence de paroi osseuse.

P.12 UTILISATION DE TABLES LONGUES ADDITIONNELLES DANS LE TRAITEMENT DES ACCIDENTS DE DECOMPRESSION : EXPÉRIENCE DU CENTRE HYPERBARE DES HUG

P Louge¹⁻², E Gemp², MA Magnan¹, M Pellegrini¹, R Pignel¹

¹ Centre hyperbare Hopitaux Universitaires de Genève – Suisse,

² Ecole de plongée de Saint Mandrier – France

Introduction : Le traitement habituel des accidents de décompression consiste en une recompression thérapeutique initiale à 2,8 ou 4 ATA pour une durée de 300' à 420' suivi de tables additionnelles de type OHB standard (90' à 2,5 ATAT) 1 à 2 fois par jour. Quelques centres hyperbares utilisent des tables complémentaires plus longues et plus profondes.

Matériel et méthode : Nous avons analysé rétrospectivement les données et les résultats de tous les cas d'ADD neurologiques admis dans notre centre de 2010 à 2016. De 2010 à 2013, Treize patients ont été traités avec des tables standard, tandis que de 2013 à 2016, vingt-trois patients ont été traités par tables longues supplémentaires hyperoxiques (2,5 ATA 150' deux séances par jour ou 2,8 ATA 300' une séance par jour jusqu'à la guérison complète ou l'absence d'amélioration clinique).

Résultats : Les résultats sont résumés dans le Tableau 1. L'analyse statistique suggère qu'il n'y a pas de différence entre les 2 groupes en particulier pour le niveau de séquelles.

Discussion : L'utilisation de tables additionnelles longues ne semble pas apporter un bénéfice particulier aux patients. Malgré de nombreuses limites à cette étude en particulier un effectif relativement faible dans chaque bras, nous avons décidé de ne pas poursuivre l'utilisation des tables longues complémentaires.

P.13 UN ACCIDENT DE PLONGEE ATYPIQUE : RUPTURE DIAPHRAGMATIQUE BAROTRAUMATIQUE

P Louge¹, G Lacroix², Baudoin³

¹ Service de Médecine Hyperbare et expertise plongée, HIA Sainte-Anne, Toulon, France

² Service d'Anesthésie Réanimation, HIA Sainte-Anne, Toulon, France

³ Service de Chirurgie Viscérale et Thoracique, HIA Sainte-Anne, Toulon, France

Cas clinique : Un plongeur de 40 ans présente au cours de la remontée d'une plongée de 50 m une douleur thoraco-abdominale intense et une dyspnée sévères. Il est évacué vers le département de médecine hyperbare pour prise en charge hyperbare d'un accident de décompression.

Au caisson : le patient est hyperalgique. La pression artérielle est de 100/70 mm Hg, le pouls de 120 battements par minute, la fréquence respiratoire de 35 respirations par minute et l'oxymètre de 95% avec 12 L / min d'oxygène.

À l'examen physique, il présente une diminution du murmure vésiculaire sur tout l'hémithorax gauche et une sensibilité abdominale globale. Une tomodensitométrie thoracique et abdominale a été réalisée de manière urgente avant la réception des résultats des tests sanguins (Figure 1A et 1B). Tout d'abord, un pneumothorax sous tension a été exclu avec la radiographie thoracique (Figure 2). Dans ses antécédents médicaux il est noté un traumatisme thoracique dû à un accident de la circulation, traité par drainage thoracique 6 ans auparavant.

Le scanner effectué en urgence montre une rupture diaphragmatique associée à une hernie thoracique majeure. Il est transféré au bloc opératoire pour réduction de cette hernie étranglée et la réparation du diaphragmatique. Le contenu de la hernie était le côlon transverse, l'intestin grêle et l'*omentum*.

Discussion : 10 à 20% des ruptures du diaphragme ne sont pas diagnostiquées lors du traumatisme initial. Les ruptures trop petites pour être détectées à la phase précoce grossissent progressivement et peuvent devenir symptomatiques, parfois après quelques années. Rarement, des ruptures sont découvertes lors de l'étranglement de la hernie thoracique (1-3). Dans 70 90% des cas, la rupture du dôme diaphragmatique est située à gauche, compte tenu du rôle protecteur du foie à droite. Le contenu de la hernie peut être variable (4). Dans notre cas, le mécanisme de la variation du volume de gaz intestinal, du volume du poumon au cours des différentes phases de la plongée et d'une rupture diaphragmatique non reconnue pourrait expliquer cet accident de plongée inhabituel.

Index des auteurs :

Abbas M	P.01
Agar C	O.10
Attia C	O.27
Aublin B	P.02
Avrillon P	O.30
Baffoun A	O.18 O.19 O.24
Barbaud A	P.05
Baud JP	P.02
Baudoin Y	P.13
Beauné N	O.01
Ben Mhamed R	P.08 P.09
Ben Sassi R	O.18 O.19 O.22 O.23 O.24 P.03 P.06 P.07 P.08 P.09
Benetton F	O.02
Bennett M	O.13
Blatteau JE	O.28 P.04 P.10
Boet S	PC.01 O.13
Boisvert J	PC.02 O.07
Bourron A	O.20
Bouscaren N	O.16
Brunner O	O.30
Buteau D	O.05 O.08 O.29
Caratti J	O.15
Carrade S	O.27
Castagna O	O.17
Cazal VPC.03	PC.04
Chadelaud F	P.10
Chauveau L	PC.04
Cheng-Boivin O	PC.01 O.13
Coulange M	O.02
D'Andréas C	PC.03 PC.04 O.03 O.16
David H	O.28
Declémy S	P.05
Decroux M	O.30
Delafosse B	P.02
Delannoy F	O.06
Delarbre	P.10
Demaistre S	P.10
Dominguez A	O.04
Druelle A	P.10
Etherington N	PC.01 O.13
Favre D	O.30
Flécher B	O.10 O.27
Gharsallah H	O.18 O.19 O.22 O.23 O.24 P.03 P.06 P.07 P.08 P.09

Gempp E	P.12
Gervais A	O.25
Grabherr S	O.04
Guy A	P.04
Hajjej Z	O.19 O.22 O.23 O.24 P.06
Hendier L	P.01
Hurskainen T	PC.01
Jean FX	P.04
Jenisset E	O.30
Joffre T	<u>O.11</u> O.31
Kchelfi S	P.03
Khezami M	P.03
Lacroix G	P.13
Lae C	O.14 O.21
Laveau P	PC.03 PC.04
Legras N	PC.03 PC.04
Lehot H	P.10
Lorente-Vilette N	<u>O.09</u>
Louge P	O.13 O.14 O.21 O.25 O.30 <u>P.11</u> <u>P.12</u> <u>P.13</u>
Magnan A	O.13 <u>O.14</u> <u>O.21</u> O.30 P.01 P.11 P.12
Maillot J	<u>PC.03</u> PC.04
Marianne PJ	PC.03 PC.04 O.16
Martin L	PC.01 O.13
Masseguin T	PC.03 <u>PC.04</u> O.16
Méliet JL	P.02
Metelkina	<u>P.05</u>
Meurice	<u>O.02</u>
Mezoughi I	O.18 O.19 O.22 O.23 O.24 <u>P.03</u> <u>P.06</u> <u>P.07</u> P.08 <u>P.09</u>
Michelet P	O.02
Morin J	P.05 <u>P.10</u>
Mykijewicz Y	O.30 P.04
Panchard MA	O.14 O.21 O.30
Pail N	O.30
Paupé M	<u>O.12</u>
Pellegrini	O.13 O.14 O.21 O.25 O.30 P.11 P.12
Pignel R	O.13 O.14 O.21 O.25 <u>O.30</u> P.01 P.11 P.12
Pittet B	P.01
Pollock NW	O.08
Pothin AL	PC.04 <u>O.31</u>
Quinsac C	P.05
Ramousse A	O.32
Razdan PS	<u>O.08</u>
Risso JJ	O.28

Riu-Poulenc B	O.10 O.27
Sadaghianloo N	P.05
Samii K	O.25
Samoud W	O.18 O.19 O.22 O.23 O.24 P.03 P.06 P.07 P.08 P.09
Schmid B	O.28
Serratrice J	O.25
Simon K	P.10
Spagnoli P	O.30
Stirnemann J	O.25
Soule H	P.01
Tommaso N	O.31
Vallée N	O.28
Varlet V	<u>O.04</u>
Willem C	<u>O.15</u>

RECOMMANDATIONS AUX AUTEURS

MANUSCRIT:

Le manuscrit soumis pour publication sera adressé, à l'Editeur du Bulletin (Dr JC ROSTAIN - Physiopathologie et Action Thérapeutique des Gaz Sous Pression - UPRES - EA 3280 - Faculté de Médecine Nord - 13344 Marseille Cedex 15 -), avec les tableaux, figures, annexes et résumés (total de 10 pages maximum, sauf accord préalable) de préférence par courriel à jean-claude.rostain@univ-amu.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 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.

Eviter les caractères italiques, les soulignements et les notes de bas de page. 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.
- le titre et le résumé en anglais, l'introduction, les matériels et méthode, les résultats, la discussion, les références et le résumé en français.

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. Dejourn, (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 ou des reproductions de bonne qualité sur ordinateur. Envoyer les figures au format JPEG.

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. Légendes et figures sont à envoyer séparées du texte.

SOMMAIRE

Les tables de recompression thérapeutique pour le traitement des accidents de décompression. Evolution des concepts, résultats et perspectives. JE Blatteau, S De Maistre.	23 – 40.
1 ^{er} Congrès international Scientifique Francophone de Médecine Subaquatique et Hyperbare (Genève)	41 -48.
Résumés	49 – 83.
Index des auteurs	84 – 86.