

Plongée et médecine hyperbare

Le Journal de la Société de médecine sous-marine du Pacifique Sud
et de la Société européenne sous-marine et baromédicale

SPUMS

Volume 44 n°3 septembre 2014

EUBS



Plongée « yo-yo » dans l'industrie aquacole

L'échocardiographie donne de nouvelles perspectives sur la physiologie de l'OHB

Valeurs transcutanées d'oxygène dans les jambes de sujets sains

Œillets pour barotraumatisme de l'oreille moyenne chez les patients OHB

Les médecins danois veulent plus de preuves sur l'OHB dans l'ORN

Les plaquettes spléniques peuvent ne pas contribuer au DCS chez le rat

Le cortisol change après des plongées sous-marines en eau chaude

OBJECTIFS DES SOCIÉTÉS

Promouvoir et faciliter l'étude de tous les aspects de la médecine sous-marine et hyperbare

Fournir des informations sur la médecine sous-marine et hyperbare

Publier une revue et convoquer chaque année les membres de chaque Société lors d'une conférence scientifique

SOUS-MARIN DU PACIFIQUE SUD
SOCIÉTÉ DE MÉDECINE

SUPPORTS DE BUREAU

Président	
David Smart	<president@spums.org.au>
Ancien président	
Mike Bennett	<pastpresident@spums.org.au>
secrétaire	
Karen Richardson	<secretary@spums.org.au>
Trésorier	
Pierre Smith	<trésorier@spums.org.au>
Agent d'éducation	
David Wilkinson	<education@spums.org.au>
Président ANZHM	
John Orton	<anzhmg@spums.org.au>
Les membres du comité	
Denise Blake	<denise.blake@spums.org.au>
Simon Mitchell	<simon.mitchell@spums.org.au>
Janine Gregson	<janine.gregson@spums.org.au>
Webmestre	
Joël Hissink	<webmaster@spums.org.au>

ADMINISTRATION

Adhésion	
Steve Goble	<admin@spums.org.au>

ADHÉSION

Pour plus d'informations sur SPUMS et pour remplir une demande d'adhésion, rendez-vous sur le site Web de la Société : <www.spums.org.au>

L'adresse officielle de SPUMS est :

c/o Collège australien et néo-zélandais des anesthésistes,
630 St Kilda Road, Melbourne, Victoria 3004, Australie

SPUMS est incorporé à Victoria A0020660B

SOUS-MARIN ET EUROPÉEN
SOCIÉTÉ BAROMÉDICALE

SUPPORTS DE BUREAU

Président	
Costantino Balestra	<costantino.balestra@eubs.org>
vice-président	
Jacek Kot	<jacek.kot@eubs.org>
Président sortant	
Pierre Germonpré	<peter.germonpre@eubs.org>
Ancien président	
Alf Brubakk	<alf.brubakk@eubs.org>
Secrétaire honoraire	
Jörg Schmutz	<joerg.schmutz@eubs.org>
Membre ordinaire 2013	
Pierre Lafère	<pierre.lafere@eubs.org>
Membre ordinaire 2012	
Lesley Blogg	<lesley.blogg@eubs.org>
Membre ordinaire 2011	
Fiona Sharp	<fiona.sharp@eubs.org>
Officier de liaison	
Phil Bryson	<phil.bryson@eubs.org>

ADMINISTRATION

Trésorier honoraire et secrétaire aux membres	
Patricia Wooding	<patricia.wooding@eubs.org>
16 Burselm Avenue, Hainaut, Ilford	
Essex, IG6 3EH, Royaume-Uni	
Téléphone et fax : +44-(0)20-85001778	

ADHÉSION

Pour plus d'informations sur l'EUBS et pour remplir une demande d'adhésion, rendez-vous sur le site Web de la Société : <www.eubs.org>

PLONGÉE et MÉDECINE HYPERBARE

<www.dhmjournal.com>

Editeur :

Michael Davis <editor@dhmjournal.com>
c/- Unité de Médecine Hyperbare
Hôpital de Christchurch, sac privé 4710
Christchurch, Nouvelle-Zélande
Téléphone : +64-(0)3-364-0045 ou (0)3-329-6857
Fax : +64-(0)3-364-0817 ou (0)3-329-6810

Editeur européen :

Peter Müller <peter.mueller@eubs.org>

Adjointe à la rédaction:

Nicky McNeish <editorialassist@dhmjournal.com>

Distribution du journal :

Steve Goble <admin@spums.org.au>

Soumissions de revues :

Les soumissions doivent être envoyées à <submissions@dhmjournal.com>

Comité éditorial:

Costantino Balestra, Belgique
Michael Bennett, Australie
Alf Brubakk, Norvège
David Doolette, États-Unis
Peter Germonpré, Belgique
Jane Heyworth, Australie
Jacek Kot, Pologne
Simon Mitchell, Nouvelle-Zélande
Claus-Martin Muth, Allemagne
Neal Pollock, États-Unis
Monica Rocco, Italie
Martin Sayer, Royaume-Uni
Erika Schagatay, Suède
David Smart, Australie
Robert van Hulst, Pays-Bas

L'offre de l'éditeur

Notre dernier numéro contenait une série d'articles et un éditorial sur les applications des principes de l'échographie pour améliorer notre compréhension de la physiopathologie de la décompression et du stress de décompression. Ce thème est approfondi dans ce numéro dans lequel l'échographie est utilisée pour étudier le stress de décompression chez les plongeurs en activité et pour évaluer les effets de l'oxygène hyperbare sur la physiologie cardiaque.^{1,2} Smart et al ont introduit l'échographie sur le lieu de travail des plongeurs aquacoles pour évaluer les risques, et contribuer à la gestion sûre de ce que l'on appelle la plongée « yo-yo ».¹ À la suite de ces recherches, ils ont développé, en coopération avec l'industrie aquacole de Tasmanie elle-même, de nouvelles règles de décompression pour ce type de plongée, qui ont considérablement réduit les risques d'accident de décompression et a considérablement amélioré la productivité des opérations de plongée dans cette industrie. Ce travail révolutionnaire aura, je crois, des implications importantes pour les opérations de plongée dans l'immense industrie internationale de l'élevage de fruits de mer, et pas seulement pour l'élevage du saumon.

Récemment, trois aspects importants de la publication scientifique ont été soulevés pour moi-même et pour le comité de rédaction (EB). Premièrement, l'utilisation appropriée des statistiques constitue un élément éthique important d'une bonne recherche. Aucune étude ne doit être entreprise sans considérer l'analyse à utiliser et sans évaluer la taille des échantillons nécessaires pour étudier efficacement une hypothèse. Trop souvent, les études ne sont pas suffisamment puissantes pour répondre de manière satisfaisante à l'hypothèse nulle qui sous-tend la recherche. Les chercheurs, que ce soit en laboratoire ou en milieu clinique, sont fortement encouragés à solliciter pour cela l'aide professionnelle d'un biostatisticien. Au cours d'une grande partie de ma propre carrière de chercheur, mes collègues biostatisticiens ont joué un rôle essentiel dans la conception, l'analyse et les rapports de recherche (ma propre connaissance en biostatistique étant au niveau quelque peu basique de bon nombre de mes collègues médecins), de sorte que leurs noms apparaissent en tant que co-auteurs.

Dans la colonne des lettres, l'analyse statistique de l'étude sur les effets du vinaigre sur les nématocytes de *Chironex fleckeri* libérés est fortement contestée et réfutée par les auteurs.³ Des conseils biostatistiques indépendants ont également été demandés.

Tout cela a mis en évidence les divers points de vue des biostatisticiens sur un même problème. Néanmoins, les données contenues dans cet article suggèrent qu'il doit être considéré comme un travail préliminaire qui, en raison de ses implications potentiellement importantes pour les premiers soins de ces envenimations, nécessite clairement des recherches cliniques et en laboratoire plus approfondies. Malheureusement, cet article a donné lieu à des reportages sensationnalistes et erronés dans les médias australiens qui ont été repris à l'échelle internationale. Les auteurs doivent faire très attention à la manière dont ils rendent compte de leur travail au grand public.

La deuxième question discutée récemment est celle de la paternité multiple. Diving and Hyperbaric Medicine suit les recommandations concernant la paternité du Comité international des éditeurs de revues médicales (ICMJE).⁴ Tous

les auteurs doivent répondre aux quatre critères de paternité de l'ICMJE et ceux qui ne le font pas doivent être reconnus. Le document de l'ICMJE précise également que « Il est de la responsabilité collective des auteurs, et non de la revue à laquelle le travail est soumis, pour déterminer que toutes les personnes nommées comme auteurs répondent aux quatre critères ; ce n'est pas le rôle des éditeurs de revues de déterminer qui est admissible ou non à la paternité ou d'arbitrer les conflits de paternité. Néanmoins, une revue a besoin d'être rassurée sur le fait que cette décision a été prise de manière appropriée. DHM exige également qu'il y ait une justification solide pour plus de six (6) auteurs et peut demander des informations supplémentaires aux co-auteurs. Toute personne entreprenant une recherche doit connaître l'intégralité des lignes directrices de l'ICMJE.

Troisièmement, au cours des dernières années, nous avons reçu des études cliniques potentiellement publiables, notamment un ECR prospectif, pour lequel les auteurs n'avaient pas demandé d'approbation éthique. Le DHM reçoit également régulièrement des rapports de cas individuels et des séries de cas dans lesquels le consentement des patients à publier leurs informations médicales, même de manière anonyme, n'a pas été obtenu. Il est rappelé aux cliniciens que l'approbation éthique préalable et/ou le consentement du patient sont des conditions préalables essentielles à l'acceptation de la publication.

Les références

- 1 Smart DR, Van den Broek C, Nishi R, Cooper PD, Eastman D. Validation sur le terrain des programmes de plongée par rebond de l'industrie aquacole de Tasmanie à l'aide de l'analyse Doppler de la contrainte de décompression. *Plongée Hyperb Med.* 2014 ; 44 : 124-36.
- 2 Gawthrop IC, Playford DA, King B, Brown K, Wilson C, McKeown B. Les effets cardiaques de l'oxygène hyperbare à 243 kPa par échocardiographie en chambre. *Plongée Hyperb Med.* 2014;44:141-5.
- 3 Welfare P, Little M, Pereira P, Seymour J. Un examen in vitro de l'effet du vinaigre sur les nématocystes déchargés de *Chironex fleckeri*. *Plongée Hyperb Med.* 2014;44:30-4.
- 4 Recommandations pour la conduite, le reporting, l'édition et la publication de travaux scientifiques dans des revues médicales. Comité international des rédacteurs de revues médicales ; 2013. Disponible sur : <http://www.icmje.org/icmje-recommendations.pdf>.

Michael Davis

Erratum

Dans Diving and Hyperbaric Medicine 2014 June;44(2):63, le titre de l'éditorial du professeur Costantino Balestra est incorrect en faisant référence à « l'oxyde nitreux ». On devrait y lire : « Dites simplement NON aux bulles de décompression : existe-t-il un lien réel entre l'azote _____ production ou réduction d'oxyde et de bulles chez l'homme ? Nous nous excusons pour cette erreur dans le problème d'impression, qui a été corrigée sur Medline, SciSearch et Embase/Scopus.

Photo d' *Arctocepalus pusillus*, l'otarie à fourrure australienne, sous un enclos à saumon de l'Atlantique en Tasmanie. Reproduit avec l'aimable autorisation de Jon Bryan Photography, Newnham, Tasmanie.

Les pages des Présidents

Y a-t-il besoin de plus de science de la plongée pour les plongeurs ?

Costantino Balestra, président EUBS

Les maladies de décompression (DCI)/troubles dysbariques représentent un spectre complexe de conditions physiopathologiques avec une grande variété de signes et de symptômes liés aux gaz dissous et à leur changement de phase ultérieur.^{1, 2} Tout déclin organique ou fonctionnel significatif chez les individus qui ont récemment été exposés à une réduction de la pression environnementale (c'est-à-dire une décompression) doit être considérée comme une preuve de DCI jusqu'à preuve du contraire. Cependant, outre les manifestations aiguës les plus évidentes, les personnes ayant subi des expositions répétées (par exemple, les plongeurs commerciaux ou professionnels et les plongeurs récréatifs actifs) peuvent également développer des manifestations subaiguës ou chroniques de manière subclinique – insidieuses, même si subtiles, et presque asymptomatiques. ³

Il est en effet généralement admis qu'il existe des formes subcliniques de DCI, avec peu ou pas de symptômes signalés, et que celles-ci peuvent provoquer des modifications au niveau des os, du système nerveux central et des poumons. Tout cela nous a conduit à analyser la

« contrainte de décompression », la véritable manière de comprendre la décompression.

Les recherches actuelles sur les accidents de décompression (DCS) se concentrent sur les marqueurs biologiques détectables dans le sang. Les chercheurs explorent l'association potentielle entre le stress de décompression et la présence de microparticules membranaires (vésicules liées à la membrane émises par divers types de cellules) dans le sang.^{4–6}

Les niveaux de microparticules augmentent en association avec de nombreux états pathologiques physiologiques ainsi qu'avec le stress de cisaillement provoqué par les bulles dans le sang. L'hypothèse de travail est que certaines microparticules (éventuellement induites par des bulles de gaz inertes) pourraient initier, être un marqueur ou contribuer à la réponse inflammatoire conduisant au DCS. Cette enquête va au-delà du pur modèle de bulle. Bien que les bulles dans le sang jouent certainement un rôle clé dans le développement du DCS, leur présence ou leur absence ne permet pas de prédire de manière fiable l'apparition des symptômes du DCS. L'étude de ce processus au niveau moléculaire pourrait nous en apprendre beaucoup plus sur le DCS, en fournissant des informations qui, nous l'espérons, amélioreront l'efficacité de la prévention et du traitement.

Les approches d'évaluation du stress de décompression ont pris en compte un large éventail de « marqueurs » : différents changements physiologiques après la plongée (réduction de la dilatation médiée par le débit, pression artérielle) ; susceptibilité personnelle (VO₂max, âge) ; facteurs environnementaux (altitude, température) ; divers états physiologiques (déshydratation, augmentation des résistances vasculaires ainsi que du nombre de bulles, modèles prédictifs de décompression, etc., etc. Tout cela montre à quel point l'approche actuelle de

la décompression est éloignée de la compréhension « traditionnelle ». Il reflète à la fois la nécessité d'envisager le phénomène de décompression d'une manière différente qu'auparavant et les avancées des connaissances au cours des 20 dernières années de recherche en sciences de la plongée.

Les 14 chercheurs qui travaillent depuis trois ans dans le cadre du projet européen PHYPODE en sont arrivés au point où ils ont ressenti le besoin de publier un nouveau livre en anglais pour permettre aux plongeurs d'en apprendre davantage sur les approches modernes pour comprendre la décompression et ses problèmes. Presque tous les jeunes scientifiques participant au projet PHYPODE avaient la responsabilité d'écrire un chapitre. Ce n'était pas une tâche simple compte tenu des différentes origines linguistiques de ce groupe de jeunes chercheurs, dont beaucoup avaient leur propre thèse de doctorat ou des programmes de recherche à réaliser en parallèle. Les auteurs comprennent également des scientifiques renommés et établis et des spécialistes de la médecine de la plongée. Le lectorat visé est constitué de plongeurs, ainsi que de personnes ayant une formation médicale ou scientifique, intéressées à approfondir leurs connaissances de la science derrière la plongée et la décompression.

On ne peut pas remettre en question ce projet compte tenu de l'énorme quantité d'informations disponibles sur Internet sur un tel sujet.

Illustrons notre motivation à travers une histoire venue du Japon où l'une des plus grandes sociétés de cosmétiques a reçu une plainte d'un client parce qu'il avait reçu une boîte à savon vide. Ils ont lancé une vaste enquête et ont découvert que le défaut provenait du département d'emballage. Le plan était de développer un système robuste et fiable garantissant le zéro défaut dans le processus d'emballage des produits et l'entreprise a investi massivement dans la conception et la mise en œuvre d'une solution. Quelques semaines plus tard, un problème similaire s'est produit dans une petite entreprise de fabrication de savon en Inde. Cette fois, l'approche était très différente. Le fabricant a acheté un gros ventilateur industriel et l'a placé face à la chaîne de la boîte à savon.

Les cartons vides ont simplement explosé de la chaîne et le reste s'est dirigé vers l'entrepôt !

Notre objectif était de garder les concepts aussi clairs que possible tout en préservant l'intégrité scientifique du sujet. Les références sont limitées et proposées comme lectures complémentaires. Comme bon nombre de ceux qui conçoivent certaines des nouvelles approches sont des auteurs, c'est notre opportunité d'être le « fan qui souffle les boîtes vides ».

Le projet PHYPODE n'ayant aucun moyen de percevoir des bénéfices sur la vente ou les droits du livre, le livre sera publié sous le nom d'EUBS/PHYPODE, EUBS étant le bénéficiaire. Le titre provisoire pourrait être « La science de la plongée pour les plongeurs – Ce que votre instructeur de plongée ne vous a jamais dit ». L'éditeur final doit être choisi lors de la réunion du Comité exécutif à Wiesbaden et le livre sera publié peu de temps après.

Les références

- 1 Papadopoulou V, Eckersley RJ, Balestra C, Karapantsios TD, Tang MX. Une revue critique de la formation de bulles physiologiques dans la décompression hyperbare. *Adv Colloide Interface Sci.* 2013;191-192 :22-30.
- 2 Papadopoulou V, Tang MX, Balestra C, Eckersley RJ, Karapantsios TD. Dynamique des bulles circulatoires : des aspects physiques aux aspects biologiques. *Adv Colloide Interface Sci.* 2014 ; 206 : 239-49.
- 3 Hemelryck W, Germonpré P, Papadopoulou V, Rozloznik M, Balestra C. Effets à long terme de la plongée sous-marine récréative sur les fonctions cognitives supérieures. *Scand J Med Sci Sport.* 2013 Publication électronique Avant impression : <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/23902533>
- 4 Madden D, Thom SR, Yang M, Bhopale VM, Ljubkovic M,

- Dujic Z. Le cyclisme à haute intensité avant la plongée sous-marine réduit la production de microparticules après décompression et l'activation des neutrophiles. *Eur J Appl Physiol.* 2014 Publication électronique Avant impression : <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/24917356>
- 5 Culic VC, Van Craenenbroeck E, Muzinic NR, Ljubkovic M, Marinovic J, Conraads V, et al. Effets de la plongée sous-marine sur les mécanismes de réparation vasculaire. *Sous-marin Hyperb Med.* 2014;41 :97-104.
 - 6 Zanchi J, Ljubkovic M, Denoble PJ, Dujic Z, Ranapurwala S, Pollock NW. Influence des plongées quotidiennes répétées sur la contrainte de décompression. *Int J Sports Med.* 2014;35:465-8.

Mots clés

Société médicale, recherche en plongée, accident de décompression, intérêt général

David Smart, président SPUMS

Ceci est mon premier rapport en tant que président du SPUMS. Je suis touché et honoré d'avoir été élu président et il y a un niveau très élevé à maintenir après les services distingués fournis par mon prédécesseur, le professeur agrégé Mike Bennett. Je voudrais tout d'abord féliciter Mike pour ses réalisations à la tête de SPUMS. Mike a dirigé la Société à travers des périodes de turbulences, et il ne fait aucun doute que le SPUMS est désormais une organisation plus forte et plus robuste, dotée de meilleures structures de gouvernance. SPUMS dispose également d'une base financière solide, ce qui fait honneur au précédent dirigeant. Il n'a pas été nécessaire d'augmenter les cotisations au cours du prochain exercice financier. Mike a également supervisé le resserrement des relations avec l'EUBS, en coéditant le *Diving and Hyperbaric Medicine Journal*.

Il reste encore beaucoup à faire pour continuer à développer les relations avec nos collègues européens. Nous sommes en train de créer un comité conjoint de la Revue, afin qu'il y ait une structure claire pour la gouvernance de la Revue.

Des travaux sont également en cours pour créer au moins un point de parité dans la formation médicale de plongée pour les médecins d'Europe et du Pacifique Sud. Il existe des différences considérables dans les processus de formation en plongée et en médecine hyperbare, allant des cours de courte durée aux stages cliniques, en passant par les packages Web et les cours universitaires et collégiaux. Tous ont des mérites, mais il existe des points communs sur lesquels travailler afin de parvenir à une certaine forme de reconnaissance professionnelle mutuelle.

Le nouveau comité exécutif a une tâche immédiate : réviser les objectifs et les règles du SPUMS pour correspondre aux nouvelles « règles modèles » de Consumer Affairs Victoria (CAV). Cela a commencé et, bien que cela ne soit pas onéreux, nécessitera une négociation minutieuse des processus nécessaires. Une autre tâche consiste à accroître le nombre de nos membres. Espérons que nous ayons franchi un cap après plusieurs années de contraction du nombre de membres, car l'année dernière a vu une augmentation du nombre. J'encourage tous les membres à approcher des collègues qui partagent des intérêts communs et à leur recommander de rejoindre SPUMS. Là

Des brochures d'adhésion sont téléchargeables sur le site Web.

Je tiens également à féliciter Mike Davis pour le travail remarquable qu'il accomplit en tant que rédacteur en chef de la Revue. Il s'agit d'une production de qualité, gérée avec le plus petit budget, et qui a augmenté son facteur d'impact pour devenir la première revue de ce type au monde. De plus, Mike a bénéficié d'un soutien formidable de la part de son assistante, Nicky McNeish, dans la production du Journal. Nicky a également joué un rôle déterminant dans l'amélioration du site Web SPUMS. Nous avons besoin de renouveler et d'améliorer davantage le site Web, une tâche que l'exécutif du SPUMS devra parcourir au cours des deux prochaines années. Espérons que ce site puisse être polyvalent pour mieux servir nos membres ; combinant abonnements, processus administratifs, formation et plusieurs autres fonctions.

Enfin, j'ai eu le privilège d'assister à une autre ASM SPUMS, cette année à Bali, et j'offre mes félicitations et mes remerciements à Neil Banham et à ses collègues qui ont convoqué la réunion. Ce fut un succès dans tous les domaines ; le contenu scientifique, les ateliers pratiques de plongée, la qualité de l'hébergement et des commodités et le programme social. De plus, le nombre de délégués cette année était 50 % plus élevé que les tendances récentes.

Bravo Neil, vous avez établi une référence très élevée pour les futurs organisateurs.

Mots clés

Société médicale, intérêt général

Le



le site Web est à

<www.spums.org.au>

Les membres sont encouragés à se connecter et à maintenir leurs informations personnelles à jour.

Articles originaux

Validation sur le terrain des programmes de plongée par rebond de l'industrie aquacole de Tasmanie à l'aide de l'analyse Doppler de la contrainte de décompression

David R Smart, Corry Van den Broek, Ron Nishi, P David Cooper et David Eastman

Abstrait

(Smart DR, Van den Broek C, Nishi R, Cooper PD, Eastman D. Validation sur le terrain des programmes de plongée par rebond de l'industrie aquacole de Tasmanie à l'aide de l'analyse Doppler du stress de décompression. *Plongée et médecine hyperbare*. 2014 septembre : 44(3) : 124- 136.)

Introduction : L'industrie aquacole de Tasmanie produit plus de 40 000 tonnes de poisson par an, évaluées à plus de 500 millions AUD.

Les plongeurs aquacoles effectuent des plongées répétitives et de courte durée dans des enclos à poissons à des profondeurs allant jusqu'à 21 mètres d'eau de mer (msw). Des niveaux élevés de maladies de décompression (DCI) peuvent avoir résulté de ces plongées « yo-yo ». Cette étude visait à évaluer les plongeurs en activité, à l'aide de la détection de bulles par ultrasons Doppler, pour déterminer si la plongée yo-yo était un facteur de risque de DCI, déterminer les profils de plongée présentant un risque acceptable et étudier l'amélioration de la productivité.

Méthodes : Des données de terrain ont été collectées auprès de plongeurs en activité lors de plongées à rebond dans des fermes marines près de Hobart, en Australie. Les vitesses de remontée étaient inférieures à 18 m·min⁻¹, avec des arrêts de sécurité de routine (3 min à 3 msw) lors de l'ascension finale. La méthode Kisman-Masurel a été utilisée pour évaluer les bulles après la plongée afin d'évaluer la contrainte de décompression. Conformément aux pratiques de Recherche et développement pour la défense Canada à Toronto, les plongées étaient rejetées comme présentant un risque excessif si plus de 50 % des scores dépassaient le niveau 2.

Résultats : De 2002 à 2008, des données Doppler ont été collectées à partir de 150 séries de plongées rebond (55 plongeurs, 1 110 rebonds). Trois séries de profils de rebond, caractérisés par les temps dans l'eau, ont été validées : 13 à 15 msw, 10 rebonds en 75 minutes ; 16–18 msw, six rebonds en 50 min ; et 19-21 msw, quatre rebonds en 35 min. Tous avaient une note médiane de 0. Une évaluation plus approfondie a validé deux séries successives de rebonds. Les notes des bulles étaient cohérentes avec les profils de plongée à faible stress. Les notes des bulles n'étaient pas corrélées au nombre de rebonds, mais étaient corrélées à la vitesse de remontée et au temps passé dans l'eau.

Conclusions : Ces données suggèrent que la plongée avec rebond n'était pas un facteur majeur provoquant une DCI chez les plongeurs aquacoles de Tasmanie. L'analyse des données de terrain a amélioré la productivité de l'industrie en augmentant le nombre de rebonds autorisé, par rapport aux tableaux empiriques antérieurs, sans compromettre la sécurité. Les tables de plongée avec rebond de Tasmanie recommandées fournissent des conseils pour la plongée avec rebond jusqu'à une profondeur de 21 msw et deux séries de plongées avec rebond successives au cours d'une journée de plongée.

Mots clés

Plongée professionnelle, plongée répétitive, appareil respiratoire à adduction de surface (SSBA), Doppler, tables de décompression, tables de plongée, accident de décompression, recherche en plongée

Introduction

L'industrie aquacole des salmonidés en Tasmanie a débuté en 1986 et emploie aujourd'hui plus de 900 personnes. Il s'agit de la pêche la plus rentable d'Australie, produisant 43 989 tonnes de saumon (22 % de la production halieutique australienne totale en 2011-2012) avec une valeur d'exportation de 513 millions AUD.¹

L'aquaculture marine nécessite beaucoup de plongée et les plongeurs ont apporté une contribution significative à la qualité des produits. Il y a actuellement plus de 100 plongeurs employés dans l'industrie tasmanienne. Les plongeurs aquacoles respirent de l'air fourni en surface et effectuent des plongées répétitives de courte durée dans des enclos à poissons, à des profondeurs allant jusqu'à 21 mètres d'eau de mer (msw), dans des températures d'eau aussi basses que 8°C. Ils se déplacent d'un enclos à l'autre au cours de leurs tâches normales (figures 1 et 2) et entreprennent de multiples décompressions lors de leur transit entre les enclos (la figure 3 montre un profil de plongée typique). Cela rend la plongée « rebondissante » ou « yo-yo » potentiellement plus risquée que la plongée traditionnelle « à profil carré » (une seule descente suivie d'une seule remontée) avec un potentiel accru de formation de bulles.² Initialement, il y avait des niveaux élevés de plongée.

niveaux de maladies de décompression (DCI) dans l'industrie.^{3,4}

Toutes les tables de décompression actuellement disponibles sont basées sur des profils de plongée carrés. Par conséquent, avant cette étude, il n'existait aucune table de plongée validée pour guider le type de plongée entrepris par les plongeurs aquacoles.

L'Institut civil et de médecine de médecine environnementale (DCIEM, maintenant Recherche et développement pour la défense Canada, Toronto, RDCC Toronto) possède une vaste expérience dans le développement et la validation de tables de décompression utilisant la détection de bulles Doppler, aboutissant à la production des tables de plongée aérienne DCIEM pour les profils de descente-remontée unique (carrés) et les profils de plongée à répétition limitée basés sur le stress de décompression.^{5–9} Des tables de plongée dérivées de manière empirique basées sur les temps sans escale du DCIEM ont été mises en œuvre au début des années 1990 pour l'industrie aquacole de Tasmanie sur les conseils des plongeurs. médecins spécialistes du Royal Hobart Hospital (RHH).^{3–5} En réponse aux taux initiaux élevés de DCI dans l'industrie aquacole naissante, ces tables de plongée empiriques ont été rendues plus conservatrices que les DCIEM habituelles.

Figure 1

Plongeur aquacole sur le point d'entrer dans un enclos à saumons



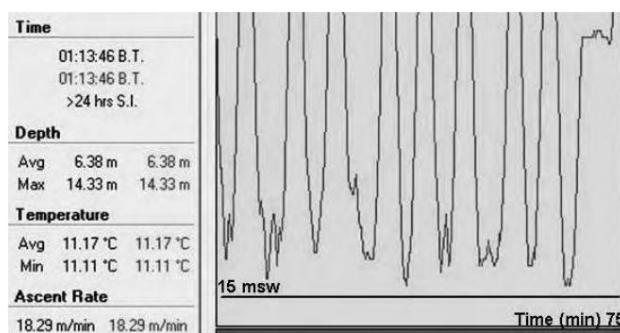
Figure 2

Vue aérienne d'un bail de ferme salmonicole



figure 3

Image des données de plongée de l'enregistreur de données de plongée Sensus Pro



limites des tables sans palier, et il est devenu courant d'ajouter un palier de décompression supplémentaire comme mesure de réduction des risques. De 1988 à 1998, après la mise en œuvre des nouveaux programmes de décompression en plongée rebondissante, l'incidence de la DCI a été réduite de 98 %, empêchant théoriquement jusqu'à 44 plongeurs par an de contracter cette maladie (et jusqu'à 200 traitements de recompression). L'incidence de la DCI est passée de 26,19 à 0,57 cas pour 10 000 plongées, de 11,0 à 0,62 cas pour 100 plongeurs par an et de 17,46 à 0,06 cas pour 1 000 tonnes de production annuelle de poisson (toutes les valeurs $P < 0,0001$).⁴ La réduction observée la prise de risque s'est faite au prix d'une productivité réduite des plongeurs. Il a été avancé que les tableaux empiriques étaient trop conservateurs.

Il y avait des raisons de soupçonner que la contrainte de décompression associée à la plongée avec rebond serait plus importante que pour les profils de plongée plus traditionnels en raison d'un risque (théorique) accru de formation de bulles produit par de multiples décompressions.² Des noyaux de bulles se forment lors d'une décompression donnée vers la surface. peut ne pas nécessairement se résoudre complètement lors de la prochaine descente et peut donc être disponible pour servir de foyer au gaz sortant de la solution lors des décompressions ultérieures.

La meilleure façon d'étudier ce problème était d'entreprendre des études sur le terrain des plongeurs en activité en utilisant la détection de bulles Doppler. La technologie et la capacité nécessaires pour entreprendre cette validation sont devenues disponibles au Département de plongée et de médecine hyperbare du RHH (DDHM) lorsque l'un des auteurs (CVdB) a entrepris une formation en surveillance Doppler des plongeurs à RDDC Toronto, Canada en 2001.

HYPOTHÈSES

un. La plongée avec rebond est un facteur de risque indépendant de stress de décompression.

b. À condition que les plongeurs maintiennent des temps de plongée dans l'eau inférieurs aux limites de temps sans arrêt du DCIEM selon les tableaux, et que les vitesses de remontée obéissent aux recommandations du DCIEM de 18 ± 3 msw·min⁻¹, la plongée avec rebond n'entraînera pas de risque inacceptable de DCI. occurrence.

OBJECTIFS

- Étudier la contrainte de décompression produite par la plongée avec rebond en utilisant la détection de bulles par ultrasons Doppler ;
- Entreprendre une évaluation sur le terrain et la validation des tableaux empiriques utilisés par l'industrie aquacole de Tasmanie ;
- Déterminer si la plongée avec rebond est un facteur de risque indépendant de DCI ;
- Étudier les méthodes permettant d'améliorer la productivité dans l'industrie, guidé par les résultats de cette étude.

Méthodes

TABLEAUX DCIEM : DÉFINITIONS ET TERMINOLOGIE

À l'exception des points (c) et (d) ci-dessous, les définitions utilisées dans le texte sont cohérentes avec celles du manuel de plongée DCIEM.⁵ Les

éléments suivants sont fournis à titre de référence :

un. Taux de remontée – le taux de déplacement lorsqu'un plongeur passe de

profondeur jusqu'à la surface : le débit préconisé pour les tables DCIEM est de 18 m $\pm$ 3 m-min-1.

b. Série de plongées rebond : une série de deux ou plusieurs descentes et remontées à partir d'une plongée, séparées par un intervalle de surface de moins de 15 minutes. Un exemple de série de plongées rebondissantes est illustré à la figure 3. Si un intervalle de surface (SI) entre les plongées dépasse 15 minutes, la plongée suivante devient une plongée répétitive et nécessite le calcul de groupes répétitifs à l'aide des tables DCIEM pour déterminer la durée et la profondeur. limites des plongées ultérieures.

c. Temps de fond : le temps total écoulé entre le moment où le plongeur quitte la surface pour la première fois et le temps (minute entière suivante) pendant lequel le plongeur commence la dernière ascension (mesuré en minutes). Pour une série rebond-plongée, le temps au fond inclut les SI entre les rebonds, à condition qu'ils soient inférieurs à 15 minutes.

d. Temps dans l'eau : il diffère du temps passé au fond et correspond au temps total que le plongeur passe dans l'eau, moins le temps passé à la surface pendant les intervalles en surface. Il comprend l'heure de la dernière remontée et le palier de décompression.

e. Facteur répétitif : un chiffre numérique, utilisé pour les plongées répétitives, déterminé par le groupe répétitif et la durée d'un SI après une plongée. Une valeur de 1,0 reflète l'absence d'azote résiduel chez le plongeur. Les valeurs allant de 1,1 à 2,0 reflètent des quantités croissantes d'azote résiduel.

F. Groupe répétitif : une lettre de l'alphabet qui se rapporte directement à la quantité d'azote résiduel dans le corps d'un plongeur immédiatement à la surface après une plongée. La lettre « A » est la plus basse.

g. Plongée répétitive : toute plongée présentant un facteur de répétition DCIEM supérieur à 1,0. Cela inclut toute série de plus d'une plongée, où les plongées sont séparées par des SI supérieurs à 15 minutes, à moins que le SI ait été d'une durée suffisante pour que le facteur de répétition du plongeur revienne à 1,0.

h. Intervalle de surface : Le temps qu'un plongeur a passé à la surface après une plongée ; commençant dès que le plongeur fait surface et se terminant dès que le plongeur commence la descente pour la plongée suivante.

Une étude de cohorte prospective et observationnelle a été menée sur six ans en utilisant l'échographie Doppler pour évaluer le stress de décompression subclinique. Ce projet a été approuvé par les comités d'éthique de la recherche institutionnelle du RHH et de RDDC Toronto (numéro de référence RHH Ethics H6455).

Tous les plongeurs ont donné leur consentement éclairé pour la collecte de données et la participation à l'étude.

À partir de mai 2002, des données de terrain ont été collectées par un ou plusieurs auteurs lors d'activités de plongée de routine dans des fermes marines près de Hobart, en Tasmanie. Les visites à la ferme ont été programmées pour coïncider avec une activité de plongée maximale et avec des plongées conformes aux profils les plus couramment utilisés dans l'industrie. Au début de l'étude, les profils les plus courants étaient 12 msw et 15 msw. Au fur et à mesure que l'étude progressait, des changements sont survenus dans les techniques et technologies agricoles, nécessitant une extension de la collecte de données à des profils plus approfondis. Cela n'a posé aucun problème éthique car les fermes ont mis en œuvre la technologie et les processus de plongée indépendamment de cette étude.

COLLECTE DE DONNÉES DE TERRAIN

Les données de terrain ont été collectées principalement par l'un des auteurs (CVdB), avec des visites régulières de DS pour surveiller la santé des plongeurs. Un questionnaire a été rempli au moment du balayage Doppler, avant la plongée. Cela a collecté des informations sur les 24 heures précédentes du plongeur, notamment : l'exercice avant la plongée, les médicaments, la consommation d'alcool, le tabagisme, le sommeil, la fatigue, la consommation de nourriture et de liquides, les rhumes ou autres infections, l'activité de plongée et tout problème physique. Tous ces facteurs ont été considérés comme des facteurs de confusion potentiels susceptibles d'augmenter la formation de bulles.

Les expositions prévues en altitude (en avion ou en voiture) après la plongée ont également été documentées. Les plongeurs ont également rempli un questionnaire de santé après la plongée et ont dû signaler des symptômes ou des signes de DCI dans les 24 heures suivant la plongée.

Les plongeurs ont entrepris leur série habituelle de plongées rebondissantes en respirant de l'air fourni en surface à partir d'un groupe de cylindres à haute pression. L'utilisation de l'air a été enregistrée, fournissant une indication de la charge de travail de la plongée. Un palier de décompression de routine de 3 minutes à 3 msw a été effectué à la fin de la dernière plongée avec rebond de chaque plongeur. La profondeur et le temps passé sous l'eau de chaque plongeur ont été surveillés et enregistrés en continu à l'aide d'un enregistreur de données de plongée submersible (Sensus Pro, Reefnet Incorporated, Mississauga, ON, Canada, Figure 3), à partir duquel les données pouvaient être téléchargées sur un ordinateur portable à la fin de la plongée. La profondeur maximale, les temps passés au fond, le nombre de rebonds, les vitesses de remontée et la température de l'eau ont été enregistrés. Le plongeur était aveugle aux données collectées.

Le traitement, l'analyse et la production des données ont eu lieu au DDHM (DS, DC), avec la contribution d'experts de RDDC Toronto. Les scientifiques de RDDC (RN, DE) ont validé de manière indépendante les classifications de niveau de bulle attribuées à 10 % des lectures sélectionnées au hasard et ont contribué à l'analyse statistique.

SURVEILLANCE DOPPLER

L'échantillonnage Doppler a été réalisé selon les techniques décrites par Eatock et Nishi.10–13 Un auteur (CVdB) a reçu une formation en surveillance Doppler à RDDC Toronto, puis à plusieurs reprises au cours de l'étude, pour maintenir ses compétences. Toutes les mesures ont été effectuées par cette personne ou sous sa supervision directe. Les enregistrements ont été réalisés à l'aide d'un appareil à ultrasons Doppler à onde continue de 2, 5 MHz (TSI DBM 9008, Techno Scientific Inc., Ontario, Canada) avec une sonde à réseau Doppler (TSI-DPA7). Des enregistrements Doppler ont été réalisés sur le précordium et les deux veines sous-clavières à 20-

intervalles min pendant au moins 2 heures après la plongée (ou jusqu'à ce que les bulles ne soient plus détectables pour trois lectures successives) et enregistrées sur des cassettes audio magnétiques. Le premier enregistrement a été réalisé immédiatement après la sortie de l'eau du plongeur.

Chaque enregistrement à intervalles de 20 minutes comprenait les éléments suivants :

- précordium, au repos – 60 secondes ;
- précordium, 3 squats – 30 secondes après chacun ;

- veines sous-clavières, au repos – 30 secondes ;
- veines sous-clavières, 3 serremments de mains – 15 secondes après chaque.

ANALYSE DES DONNÉES DOPPLER

Les enregistrements Doppler ont été classés auditivement selon le code standard Kisman-Masurel (KM).^{9,14} Les bulles détectées ont été soumises à une classification en trois volets qui analysait (i) la fréquence, (ii) le pourcentage de cycles cardiaques affectés (au repos) ou la durée (après le mouvement), et (iii) l'amplitude du signal des bulles détectées, pour donner une note de bulle unique (0 à 4).¹⁴

Il était connu d'une grande série de plongeurs aériens DCIEM (1 726 sujets) que, sur la base des niveaux de bulles maximaux enregistrés dans tous les sites et conditions de surveillance (repos/mouvement), les niveaux 2 ou moins (faible stress) étaient associés à des symptômes cliniques de DCI dans 1,1 % des cas, et les bulles de grade 3 ont été citées comme ayant une incidence de DCI allant jusqu'à 6,3 %. Les bulles de grade 4 avaient un taux de DCI de 9,7 % au moment où le DCIEM a collecté ses données originales.⁹ Les bulles de grade 4 peuvent produire un risque beaucoup plus élevé de DCI lorsqu'elles sont détectées après des plongées à exposition exceptionnelle ou extrême.

Les tables de rebond ont été définies a priori comme « à faible risque » si les scores de bulles étaient conformes aux limites d'acceptabilité définies par le DCIEM/RDDC (bulles de grade 2 ou moins chez 50 % ou plus des sujets). RDDC Toronto a défini les profils de plongée produisant des bulles Doppler de grade 3 ou 4 chez 50 % ou plus des sujets comme étant à « risque élevé » et devaient être rejetés pour utilisation. Cette étude a suivi les recommandations et définitions du tableau DCIEM.

LA COHÉRENCE DES DONNÉES

On sait que la notation auditive dépend de l'observateur ; par conséquent, tous les enregistrements Doppler ont été classés par un seul auteur (CVdB). Un échantillon aléatoire de 10 % de tous les enregistrements a été noté et validé indépendamment par RDDC Toronto pour assurer la cohérence des données.

STATISTIQUES

Toutes les données ont été saisies dans une base de données Microsoft Access® (Microsoft Corporation – Redmond, Washington, USA) et analysées à l'aide de Graph Pad Instat® version 3.0 pour Windows et de Graph Pad Prism® version 4.03 pour Windows (Graph Pad Software, San Diego, Californie, États-Unis, 2003 et 2005).

Les notes des bulles ont été traitées comme des données catégorielles pour l'analyse statistique. La note de bulle KM la plus élevée après chaque plongée a été tabulée à des fins de comparaison statistique.

Les notes des bulles ont été dichotomisées en « acceptable » (grades 0 à 2) et « inacceptable » (grades 3 à 4) pour faciliter l'analyse statistique ultérieure. Les tableaux de contingence 2 x 2 résultants ont été soumis au test exact de Fisher. Tous les tests étaient bilatéraux et $P < 0,05$ était considéré comme statistiquement significatif. Les notes des bulles ont également été corrélées à tout

symptômes observés par les plongeurs dans les 24 heures suivant la plongée.

Lorsque les notes des bulles ont été comparées à des variables continues telles que le nombre de rebonds ou le pourcentage des délais DCIEM, le coefficient de corrélation de rang de Pearson ou de Spearman a été calculé et testé pour déterminer la signification de l'association, selon que les données étaient continues ou catégorielles.

Une analyse de variance bidirectionnelle a été utilisée pour évaluer les contributions relatives des variables indépendantes à la variable dépendante, le niveau de bulle Doppler. Il était prévu d'entreprendre une analyse de régression multiple pour évaluer les facteurs identifiés dans le questionnaire préalable à la plongée ainsi que les facteurs liés à la plongée qui affectaient les niveaux de bulles dans cette population de plongeurs, si suffisamment de plongeurs enregistraient des niveaux de bulles inacceptables.

Il a été prédit que plus de 90 % des plongeurs produiraient des bulles KM de 2 ou moins, ce qui correspond à des profils à faible risque, sur la base des données des préposés à la chambre plongeant sur une table de 14 msw à l'hôpital Royal Hobart.¹⁵ Si plus de 50 % des plongeurs les plongeurs expérimentaient des bulles de grade 3 ou 4, alors le profil serait rejeté et il serait conseillé à l'industrie de modifier sa table de décompression pour cette série de plongées avec rebond. Si moins de 50 % des plongeurs avaient des bulles de niveau 3 ou 4, alors les profils seraient enregistrés comme risque acceptable. En utilisant un échantillon de 20 plongées à chaque profondeur, cette étude avait une puissance de 80 % pour détecter une différence absolue de 40 % entre la proportion de plongeurs censés avoir des bulles de grade 2 ou moins, et le point auquel nous avons rejeté un profil de plongée donné (en utilisant $\alpha = 0,05$). S'agissant d'une étude sur le terrain dans un environnement de travail, il a été reconnu qu'il pouvait y avoir un certain écart par rapport à l'idéal, en raison de problèmes indépendants de notre volonté.

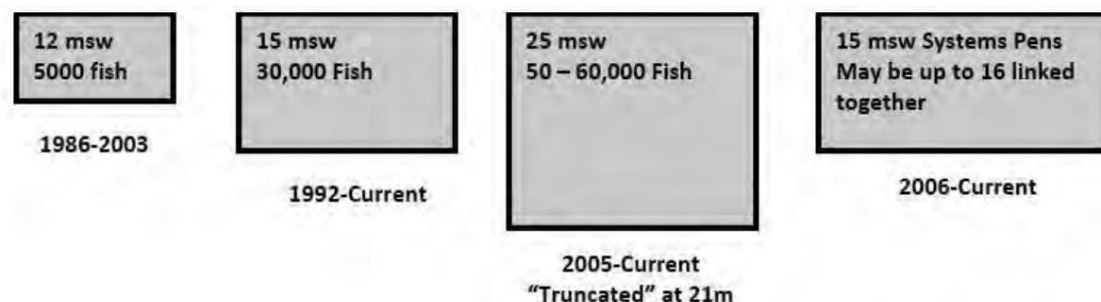
Par conséquent, nous avons visé un échantillon de cohorte de plus de 100 séries de plongées rebondissantes et un minimum de 20 à 25 séries de plongées rebondissantes pour chaque plage de profondeur individuelle. Cela permettrait une collecte de données cohérente avec les méthodes DCIEM sur les quatre profils de plongée les plus fréquemment : 10 à 12 msw, 13 à 15 msw, 16 à 18 msw et 19 à 21 msw. L'incidence attendue des accidents de décompression sur 100 plongées était nulle. Les limites de confiance à 95 % pour 100 échantillons correspondent à un risque de DCI de 0 à 3,6 %, et pour 20 échantillons, à un risque de 0 à 16,8 % de DCI, en utilisant la distribution binomiale. Il existe des limites statistiques reconnues pour prouver que les plongées présentent un risque acceptable en définissant le DCI comme un résultat binaire (oui ou non), compte tenu de ces larges limites de confiance.^{16,17} Ceci est encore plus limité si l'événement index (DCI) a une faible incidence. L'étude de 1999 n'a observé que 0,57 cas de DCI clinique pour 10 000 plongées au cours de la période d'étude 1996-1998.⁴

Résultats

IMPACT DES FACTEURS EXTERNES SUR LES DONNÉES COLLECTION

Cette étude a nécessité quelques ajustements pour suivre l'évolution simultanée de la technologie et des pratiques de plongée au sein de l'industrie. Au début de l'étude, seules deux tailles d'enclos à saumon existaient : 80 m de circonférence, 12 msw de profondeur et 120 m de circonférence,

Figure 4
Evolution des enclos à saumons selon la profondeur et la taille au cours de l'étude



15 à 16 msw de profondeur. Les stylos de 12 msw ont été remplacés début 2003, empêchant la collecte de données suffisantes sur les temps de plongée proches des limites sans arrêt du DCIEM pour 12 msw (150 min). L'évolution des enclos à saumons est illustrée à la figure 4. En raison de problèmes logistiques, les enclos de 25 msw ont été « tronqués » avec un faux fond à 21 msw.

De plus, certaines fermes se sont considérablement agrandies, ce qui a augmenté le temps de trajet entre les enclos et a fait que de nombreuses plongées sont devenues des plongées répétitives car les intervalles en surface dépassaient 15 minutes. Cela a réduit le nombre de séries de rebonds et de plongées disponibles pour l'analyse. Des événements locaux imprévisibles ont également eu un impact négatif sur la collecte de données. À plus de 10 reprises, les auteurs sont arrivés à la ferme salmonicole, prêts à collecter des données, pour découvrir que les priorités de travail avaient changé ce jour-là pour résoudre une urgence (par exemple, un impact de phoque sur un enclos – voir l'image de couverture du journal, l'amarrage ou d'autres problèmes).), et les rebonds de cette journée avaient été annulés. Après une journée complète d'expédition, avec un trajet de 80 à 100 km dans les deux sens, aucune donnée n'a été collectée. Cela a prolongé la collecte de données à 6 ans (de mai 2002 à mars 2008).

Des données complètes sur le terrain ont été collectées auprès de 55 plongeurs différents entreprenant 150 séries de plongées-rebonds totalisant 1 110 rebonds (moyenne 7,4 rebonds par série, SD 3,1). Les 55 plongeurs mâles (âge moyen 27,6 (SD 5,1) ans, taille 179,0 cm, poids 84,0 kg, IMC 25,7 kg·m⁻²) étaient tous professionnellement formés au minimum à la norme AS/NZS 2815.2 (restreint à l'aquaculture).¹⁸

Tous les plongeurs n'avaient pas plongé depuis plus de 18 heures avant de commencer leur série de plongées rebondissantes. L'eau moyenne

la température lors de la collecte des données était de 12,3°C (plage : 8-15°C). Quatre séries de plongées rebond ont été exclues de l'analyse (16 rebonds au total), trois parce que la série de plongées s'étendait trop profondément (22 msw – niveaux de bulles 0, 1 et 2) et une parce que le plongeur a souffert d'un barotraumatisme sinusal.

La figure 3 montre un exemple d'enregistrement d'une série de rebonds-plongées de neuf rebonds individuels, jusqu'à une profondeur maximale de 14,33 msw et une durée surface à surface de 73 min 46 secondes.

Le plongeur a effectué un palier de décompression de 5 minutes à 3 msw conformément au protocole, lors de la dernière remontée.

La vitesse de remontée maximale enregistrée était de 18,3 msw·min⁻¹.

Notez que le temps dans l'eau pour la plongée ci-dessus était de 55 minutes et le temps au fond de 65 minutes.

GRADES DE BULLES ET REBONDS POUR DIVERS PROFONDEURS OPÉRATIONNELLES

Le tableau 1 résume les temps moyens dans l'eau, les temps au fond et le nombre médian de rebonds pour chaque profondeur. Hormis la série de 12 msw, toutes les profondeurs avaient des durées moyennes dans l'eau qui dépassaient 80 % des limites du tableau DCIEM, et des temps au fond (en additionnant tous les intervalles de surface entre les rebonds et les temps dans l'eau) qui dépassaient les limites du DCIEM.

Le tableau 2 résume le nombre de séries rebond-plongée et de rebonds individuels effectués par les plongeurs ainsi que leurs niveaux de bulles, stratifiés par profondeur de plongée. Vingt-deux plongeurs ont été évalués après avoir plongé à différentes profondeurs à différents jours ; par conséquent, 77 sujets ont fourni des données à travers

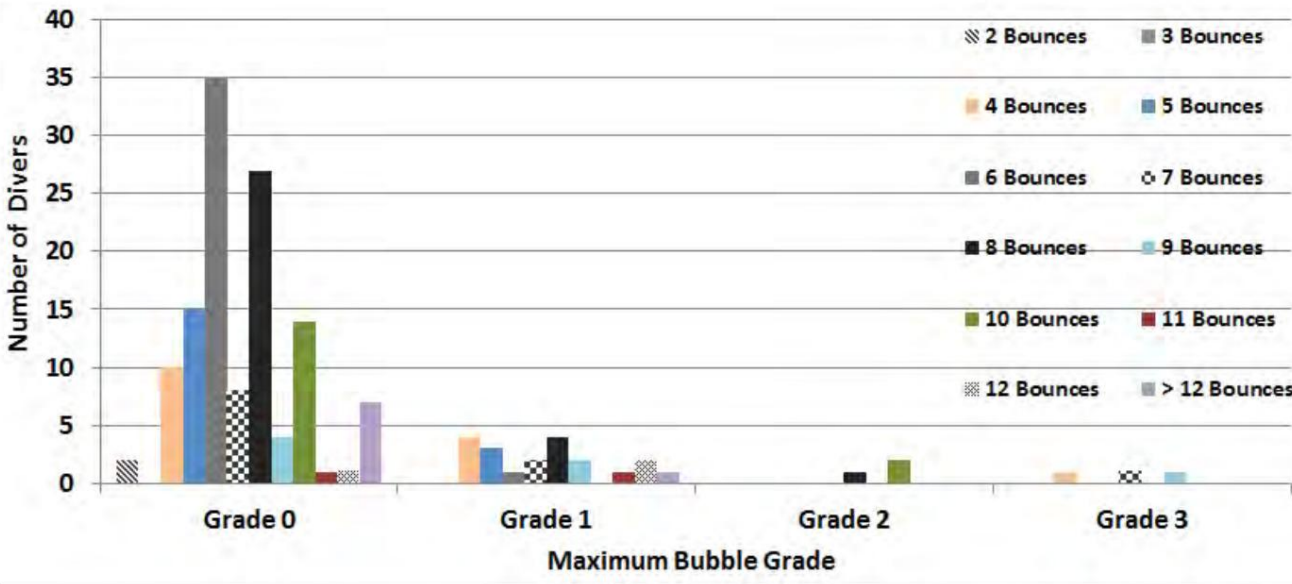
Tableau 1
Temps moyens dans l'eau, temps au fond et nombre médian de rebonds pour chaque profondeur ; Écart interquartile – IQR

Profondeur Moyenne DCIEM Moyenne (msw) Temps dans l'eau (min) (min) Temps (min) Intervalle (min)	Surface moyenne	Nombre médian de rebonds (IQR)	Signifier médiane dans l'eau temps en % qualité DCIEM % Limite sans stop DCIEM limite sans arrêt	Temps au fond	Bulle			
≤-12	40	150	74	34	8 (8) 7	26	51	0
13-15	61	75	98	37	(6-10) 6 (5-9)	81	131	0
16-18	56	50	106	50	4 (4-6)	112	215	0
19-21	32	35	77	44		91	218	0

Tableau 2
Séries de plongées avec rebond et rebonds individuels effectués par les plongeurs et leurs niveaux de bulles, stratifiés par profondeur de plongée

Profondeur (msw)	Nombre de rebonds	Nombre médian de rebonds de séries de plongées (plage)	Niveaux de bulles 1				Total des rebonds	
			0	2	3			
≤ 12	10	24	8 (7-12) 7 (4-21)	22	2	0	0	194
13-15	41	82	6 (2-20) 4 (2-8)	63	14	3	2	651
16-18	18	32	7 (2-21)	24	7	0		207
19-21		12					1	58
Total	8 77	150		8 117	3 26	14	0 3	1 110

Figure 5
Notes de bulles pour les 150 séries de plongées réparties par nombre de rebonds



les quatre plages de profondeur du tableau 2.

Dans l'ensemble, 97 % des séries de plongées rebond évaluées étaient à faible stress (grades Doppler inférieurs à 3), bien dans les tolérances DCIEM. La note médiane des bulles pour les 150 séries de plongées avec rebond était de 0 (Figure 5). Aucun plongeur n'a présenté de symptômes évocateurs d'une DCI après la plongée et aucun des sujets n'a eu besoin d'un traitement pour DCI pendant la période d'étude.

À partir des données disponibles sur les séries de rebonds, trois plages de profondeur de plongée contenaient suffisamment de données pour évaluer les tolérances de RDDC (car les temps dans l'eau étaient supérieurs à 80 % des limites de RDDC) pour tester l'hypothèse (a). Les données étaient incomplètes pour les séries de plongées par rebond menées jusqu'à 12 msw de profondeur, car l'industrie a adopté des enclos à saumons plus profonds au début de l'étude.

EFFET DES TEMPS DANS L'EAU

Entre 13 et 15 msw, le temps moyen dans l'eau (61 min) représentait 81 % de la limite sans palier du DCIEM, et des séries de rebonds et de plongées allant jusqu'à 10 rebonds aboutissaient à une note médiane de bulle de 0. Vingt pour cent des les séries de plongées avec rebond dans cette plage de profondeur ont été dépassées

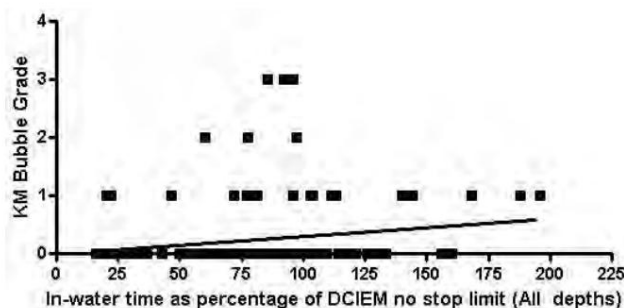
la limite DCIEM de 75 min ; ces données ont été considérées comme valides pour les raisons exposées dans la discussion. Les 16 séries de plongées avec rebond dépassant les limites du DCIEM ont été évaluées plus en détail. Les temps dans l'eau variaient de 76 à 126 minutes, soit une moyenne de 86,3 minutes. Le SI cumulatif moyen entre les rebonds était de 36 minutes et le nombre médian de rebonds était de 10 (plage de 6 à 21). Douze de ces séries de plongées rebondissantes de plus longue durée ont produit des bulles de grade 0 et quatre ont produit des bulles de grade 1. Les plongeurs entreprenant des séries de plongées avec rebond avec des temps dans l'eau inférieurs à 75 minutes présentaient un nombre médian de rebonds plus faible (six par série de plongée) et moins de temps en surface (21,5 minutes).

Entre 16 et 18 msw, les plongeurs avaient un temps moyen dans l'eau de 56 minutes, ce qui dépassait les limites sans arrêt du DCIEM. Les 24 séries de rebonds-plongées avec six rebonds ou moins ont abouti à une note médiane de bulle de 0, à condition que le temps passé au fond ne dépasse pas 50 minutes.

Dix-huit des 32 séries de plongées avec rebond ont dépassé les limites du tableau DCIEM de temps dans l'eau pour cette plage de profondeur de la série de rebonds, et ont donc été évaluées plus en détail. Les temps dans l'eau variaient de 52 à 98 minutes, soit en moyenne 66,0 minutes. Ces plongées avaient en moyenne 67

Figure 6

Graphique comparant la durée de la plongée sous-marine (en pourcentage de Limite sans arrêt de la table d'air DCIEM) et niveau de bulle montrant une ligne de tendance de corrélation positive



min SI cumulé, et le nombre médian de rebonds était de six (plage de 2 à 20).

Douze de ces séries de plongées avec rebond de plus longue durée ont produit des bulles de grade 0 et six ont produit des bulles de niveau 0.

bulles de niveau 1. Les plongeurs entreprenant des séries de plongées avec rebond avec des temps dans l'eau inférieurs à 50 minutes avaient un nombre médian de rebonds de 5,5 et moins de temps en surface (31,2 minutes).

À 19-21 msw, le temps moyen dans l'eau (32 min) pour les 12 séries de plongées avec rebond était de 91 % des limites sans arrêt du DCIEM.

Dix des séries de plongées ont effectué jusqu'à six rebonds avec des notes médianes de bulle de 0. Quatre des dix séries de plongées avec rebond ont dépassé les limites sans arrêt du DCIEM dans ce groupe, mais en raison du petit nombre et seulement quatre séries de plongeurs en avaient six ou plus. rebondit, les données sont moins robustes.

Il n'y avait pas suffisamment de données pour la plage de moins de 12 msw pour l'évaluation, car le temps moyen dans l'eau ne représentait que 26 % de la limite DCIEM (temps moyen dans l'eau 40 min, plage 24-75 min ; temps moyen au fond 74 min, plage 53-139 minutes). Même en tenant compte de cela, il était évident qu'une médiane de huit rebonds n'entraînait pas de contrainte de décompression significative à 12 msw au cours de ces plongées de courte durée.

IMPACT DE LA PLONGÉE AVEC REBOND SUR LA DÉCOMPRESSION STRESS MESURÉ PAR LA QUALITÉ DES BULLES

La corrélation entre le nombre de rebonds et la qualité des bulles pour les 150 séries de rebonds et de plongées n'était pas statistiquement significative (Spearman $r = 0,07$, $P = 0,42$). Une fois stratifiés par plages de profondeur, une tendance vers la signification a été identifiée pour la relation entre le nombre de rebonds et la qualité des bulles dans la plage de 13 à 15 msw. (Lancier $r = 0,21$, $P = 0,06$).

Aucune plage de profondeur n'avait de relation statistiquement significative entre le nombre de rebonds et la qualité des bulles. Des notes de bulles de 0 ont été enregistrées chez 78 % des plongeurs. Il n'y avait pas de différence significative dans le nombre moyen de rebonds effectués par les plongeurs avec un niveau de bulle de 0 (7,3, SD 3,1).

par rapport à ceux avec des niveaux de bulles maximaux plus élevés (7,4, SD 3,5) ; différence entre les moyennes -0,048 +/- 0,64, IC à 95 % -1,3 à 1,2, $P = 0,93$).

La figure 6 représente la relation entre la durée de la plongée dans l'eau et la qualité des bulles, qui était statistiquement significative (Spearman $r = 0,23$, $P = 0,004$). Cela suggère que la tendance possible observée pour le nombre de rebonds et la qualité des bulles pourrait avoir été influencée par la durée de la plongée dans l'eau.

Il existait une relation hautement significative entre le nombre de rebonds et la durée de la plongée dans l'eau (Pearson $r = 0,28$, $P = 0,0006$). C'était logique car, à mesure que les plongeurs effectuaient davantage de rebonds au cours de la série de plongées, la durée de leur plongée augmentait.

La relation entre la qualité des bulles et le temps passé au fond en pourcentage de la limite DCIEM était statistiquement significative (Spearman $r = 0,17$, $P = 0,03$). Le temps au fond comprenait le temps (variable) que les plongeurs passaient à la surface au cours de leur série de plongées rebond.

AUTRES VARIABLES AFFECTANT LA DÉCOMPRESSION STRESSER

Les questionnaires préalables à la plongée ont révélé que quatre plongeurs avaient eu des problèmes de santé avant la plongée : un avec une gastro-entérite la veille, un avec une blessure à la main, un avec une épistaxis et un avec une déchirure musculaire de la cuisse. Aucun de ces plongeurs n'avait un niveau de bulle > 2. Parmi les facteurs intra et post-plongée, citons le harcèlement de deux plongeurs par des phoques et un autre qui a pris une douche très chaude.

De multiples rebonds sous la surface se sont produits lors de deux séries de plongées avec rebond et quatre plongeurs ont raté leurs paliers de décompression prévus. Aucun de ces plongeurs n'a enregistré un grade de bulle > 1.

Le plongeur souffrant de barotraumatisme sinus a été exclu de l'analyse car aucune lecture Doppler n'a été prise.

Nous avons également évalué si une plongée récente influençait ou non la qualité des bulles. Bien que tous les plongeurs aient commencé leur série de plongées rebondissantes avec un facteur de répétition DCIEM de 1,0, certains avaient plongé le(s) jour(s) précédent(s) et d'autres non. Une fois stratifiés en deux groupes – plongés la veille et non plongés – il n'y avait pas de différence significative dans les notes des bulles. Nous n'avons pas collecté de données précises sur l'intervalle de temps depuis la plongée précédente s'il était supérieur à 24 heures.

La vitesse de remontée moyenne pour tous les plongeurs était de 18,8 (plage de 9 à 40) msw-min-1. Les taux de remontée recommandés par le DCIEM ont été dépassés lors de 12 séries de plongées (8 % du total). Aucun des plongeurs ayant effectué des ascensions rapides n'avait de bulle supérieure au grade 2, mais la relation entre la vitesse de remontée et le niveau de la bulle était statistiquement significative (Pearson $r = 0,16$, $P = 0,046$).

Les données ont ensuite été analysées pour détecter les sources de variance. La durée de la plongée dans l'eau (pourcentage de la limite DCIEM) représentait 72,5 % de la variance des qualités de bulles et était hautement significative ($P < 0,0001$). Le taux de remontée représentait 13,8 % de la variance du niveau de bulle et n'était pas significatif ($P = 0,32$). Seulement 3,7 % de la variance était attribuable au nombre de rebonds ($P = 0,47$). Une équation de régression multiple a été calculée à partir des données disponibles, et la relation entre la qualité maximale des bulles et les trois autres variables était significative dans le modèle ($P = 0,04$) :

Figure 7

Cas de DCI traités à l'hôpital Royal Hobart de 1989 à 2010 montrant les tendances pour les plongeurs d'élevages de saumons

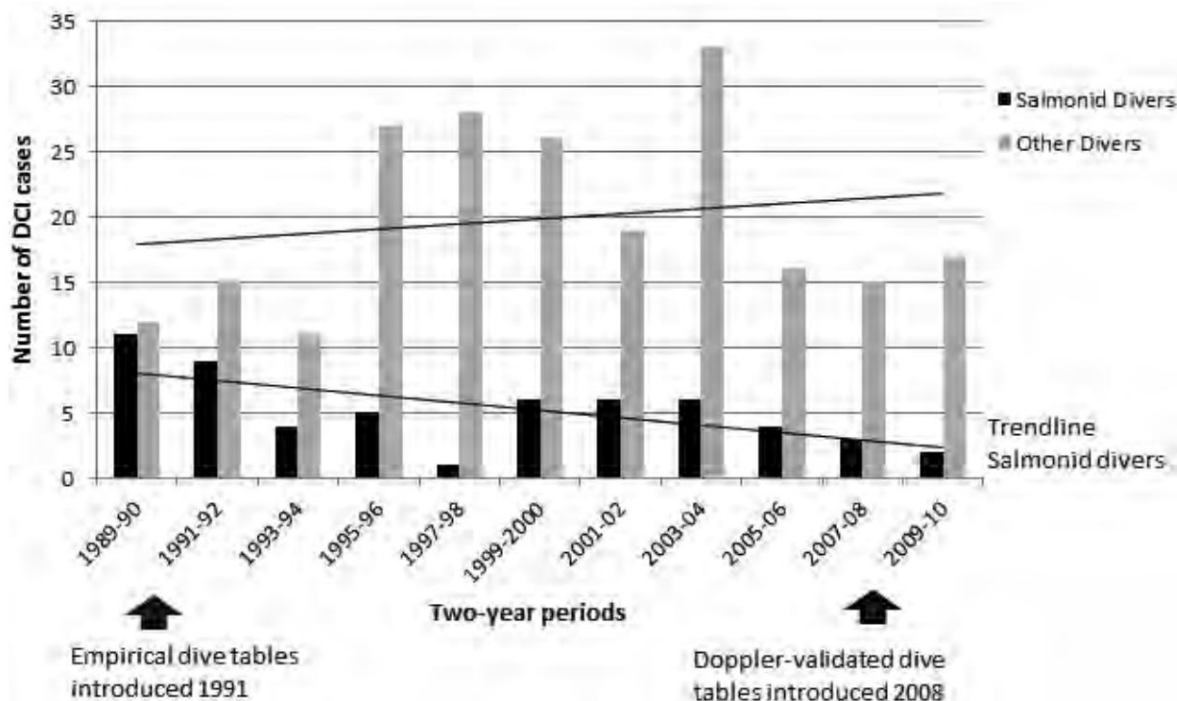


Tableau 3

Incidence de la DCI par rapport au nombre de plongées, au nombre de plongeurs et au tonnage de poissons

Période	Nombre de plongeurs	Nombre de plongées	les cas de DCI	Tonnes de poisson	Taux DCI pour 10 000 plongées	Taux DCI pour 100 années plongeur	Taux DCI pour 1 000 tons de poisson		
1989-1990	50	1993-1994	4	200	11	1 260	26,19	11	17h46
87	1997-1998	81	11	200	4	8 824	3,57	2,3	0,45
2003-2004	143					16 264	0,57	0,6	0,06
2008-2009	108					29 977	1,36	2,1	0,20
						59 641	0,90	1,4	0,05

$$MBG = -0,42 - 0,0021 * N + 0,024 * A + 0,0029 * T \quad (1)$$

où MBG = niveau de bulle maximum pour la plongée ; N = nombre de rebonds ; A = vitesse de remontée maximale ; T = temps dans l'eau en pourcentage du temps sans arrêt DCIEM.

ÉPISODES DCI DE L'INDUSTRIE AQUACULTURE

Au cours de deux décennies d'étude, l'un des auteurs (DS) a étudié l'industrie aquacole à intervalles de 4 à 5 ans pour déterminer le nombre de plongeurs et le nombre de plongées entreprises. La dernière enquête a été réalisée fin 2008, à la fin de la collecte des données de l'étude. Le tableau 3 démontre une baisse de l'incidence de la DCI lorsqu'elle est mesurée par le nombre de plongées, le nombre d'années de plongée et le tonnage de production de poisson.

L'incidence de la DCI pour 2008-2009 était de 1 pour 11 106 plongées.

La figure 7 représente tous les cas DCI traités à la DDHM depuis

1989 à 2010 à intervalles de deux ans. La population est divisée en deux groupes : les plongeurs salmonidés et tous les autres plongeurs. Tous les autres cas DCI incluent d'autres plongeurs professionnels (par exemple, ormeaux, côtiers, offshore et scientifiques), des plongeurs récréatifs et des narguiliés. Depuis 1989, le nombre de cas provenant de l'industrie aquacole (plongeurs de salmonidés) montre une tendance à la baisse statistiquement significative (test de tendance, $\chi^2 = 23,6$, $P = 0,008$), par rapport à tous les autres cas DCI, qui sont en augmentation. La tendance s'est poursuivie jusqu'en 2010, au-delà de la fin de la période d'étude. Les moments auxquels les tableaux de plongée empiriques et validés par Doppler ont été introduits sont marqués sous l'axe X.

ANALYSE DOPPLER DE DEUX ENSEMBLES DE REBONDS

En réponse à une demande de l'industrie, nous avons entrepris des mesures Doppler sur des plongeurs effectuant deux séries de rebonds par jour. Cette pratique était déjà présente dans une entreprise,

et par conséquent, les mesures étaient une observation d'une pratique existante (et non contrôlée), plutôt que de tester une nouvelle hypothèse. En réponse à cette demande, les auteurs ont indiqué qu'il devrait y avoir des lignes directrices strictes régissant les deux séries de rebonds, afin que les résultats soient reproductibles et utiles en pratique. Les lignes directrices permettant d'autoriser deux séries de rebonds le même jour sont décrites dans le tableau 4.

Les résultats de l'analyse Doppler de deux séries consécutives de plongées avec rebond utilisant les critères ci-dessus étaient disponibles auprès de 23 plongeurs. Toutes les premières séries de plongées rebond étaient de 16 à 18 msw. La plage de profondeur pour la deuxième série de rebonds-plongées était de 16 à 18 msw (moyenne 17,7 msw, durée moyenne 38 min, nombre médian de rebonds 4). Après la deuxième série de rebonds, la note maximale des bulles pour tout plongeur était de 2, avec une médiane de groupe de 0 et les plongeurs avaient des groupes répétitifs DCIEM E à H (Figure 8). Les notes des bulles suivaient largement les groupes répétitifs - comme les groupes répétitifs. Le groupe a augmenté, tout comme la note des bulles.

Discussion

Cette étude a duré plus de six ans pour obtenir suffisamment de données de terrain dans trois plages de profondeur afin de confirmer le faible risque lié à la plongée avec rebond. De nombreux défis sont décrits dans les résultats, et ceux-ci démontrent les difficultés de mener des recherches sur le terrain sur des plongeurs en activité. D'un point de vue logistique, il n'était pas possible d'évaluer chaque plage de profondeur de plongée avec 100 échantillons. De plus, il était important que les plongées évaluées soient suffisamment provocatrices : produisant suffisamment de stress de décompression pour fournir des conseils valables dans l'élaboration des tables. Lors de l'élaboration ou du test de tableaux et de procédures de plongée, le nombre de plongées réellement réalisables dépend davantage de considérations pratiques que d'une tentative de répondre à des critères statistiques.

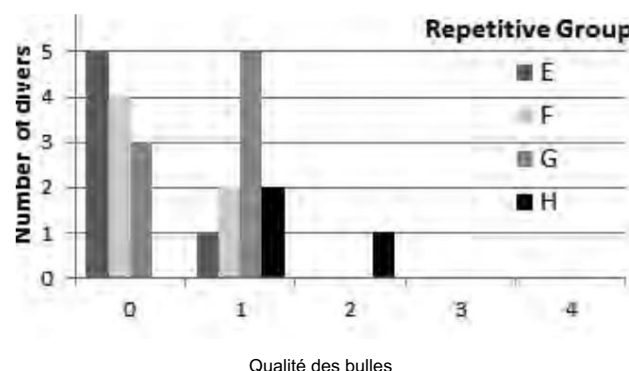
Des compromis doivent être faits et environ 20 plongées par profil sans incident DCI ont été considérées comme acceptables.¹⁷ Cela a été suivi pour notre étude sur le terrain des plongeurs aquacoles, mais en limitant les plages de profondeur à ceux plongés de manière opérationnelle.

Quatre-vingt-dix-sept pour cent des profils de plongée évalués dans cette série étaient à faible stress (grade Doppler 2 ou moins), bien dans les tolérances de RDDC Toronto. Bien que cela fournisse la preuve d'un risque acceptable, cela a également conduit à des difficultés dans toute analyse multivariée de la causalité de la contrainte de décompression, car très peu de plongées présentaient une contrainte suffisante, telle que définie par les niveaux de bulles KM. Les seuls facteurs liés à une contrainte de décompression plus élevée étaient le temps passé dans l'eau en pourcentage de la limite du tableau DCIEM et les taux de remontée.

Un résultat surprenant a été le manque de corrélation entre le nombre de rebonds et les qualités des bulles Doppler, et les faibles notes globales mesurées chez les plongeurs entreprenant une plongée avec rebond. Un certain nombre de facteurs peuvent avoir influencé ce résultat. Premièrement, nous n'avons peut-être pas « poussé » les plongeurs à absorber suffisamment d'azote pour créer un stress de décompression élevé (c'est-à-dire que les plongées ont peut-être été trop conservatrices). Dans

Figure 8

Grades Doppler et groupes répétitifs de table aérienne DCIEM après une deuxième série de plongées avec rebond



plongeurs en activité, cette approche conservatrice est justifiée. Les plongeurs utilisaient déjà les tables DCIEM pour guider leur pratique ; cependant, l'étude était observationnelle et nous n'avons donc pas cherché à influencer leurs pratiques de plongée pendant qu'elles se produisaient. Notre objectif était d'enregistrer un ensemble de données proche des limites du tableau, et cela a été réalisé pour les profondeurs 13 à 15 msw, 16 à 18 msw et 19 à 21 msw. Nos données soutiennent l'utilisation des limites du tableau DCIEM sans arrêt comme guide de réduction des risques lors de la plongée avec rebond. Seuls 8 % des plongeurs dépassaient les vitesses de remontée recommandées, ce qui aurait également réduit le risque. Même si les plongeurs ne voyaient pas l'enregistreur de données qu'ils portaient, ils ont peut-être été très prudents en sachant que leur plongée était surveillée dans le cadre de l'étude.

Certaines études Doppler ont utilisé des systèmes de notation intégrés pour évaluer la progression des niveaux de bulles au fil du temps, plutôt que les valeurs maximales. Un exemple bien connu est le Kisman Integrated Severity Score (KISS).^{19,20} KISS fournit une représentation plus large de l'activité des bulles au fil du temps en estimant « l'aire sous la courbe ». Nous n'avons pas calculé KISS dans cette étude car nous nous intéressons aux teneurs maximales des bulles au repos et en mouvement. En tant que plongeurs opérationnels, la population de l'élevage de saumons était active entre les plongées, ce qui peut avoir conduit à une libération transitoire de bulles d'activité (similaire au cas de mouvement), qui est généralement supérieure à l'état d'équilibre au repos. Comme des notes de bulle de 0 ont été détectées chez 78 % des plongeurs de cette étude, KISS aurait été nul pour la majorité des plongeurs.

Bien que KISS fournisse une représentation plus large des niveaux de bulles au fil du temps, il ne le fait toujours qu'à des moments fixes, espacés de 20 minutes. Étant donné que 97 % des plongées de cette série étaient de niveau 2 ou moins et qu'il n'y a eu aucun cas de DCI, nous pensons que les résultats sont conformes aux niveaux de risque acceptables dans l'industrie. Nos objectifs initiaux de l'étude étaient d'enquêter sur ce qui se passait sur le plan opérationnel et de surveiller les plongeurs en activité. Il n'y avait pas de différence significative dans le nombre de rebonds effectués par les plongeurs avec un niveau de bulle de 0 par rapport à ceux avec un niveau de bulle maximum plus élevé. Cela suggère que les calculs KISS ne peuvent pas apporter davantage aux conclusions ; cependant, nous le faisons

Tableau 4
Tables de plongée Tasmanian Bounce
Critères pour deux séries consécutives de plongées avec rebond

1. Les plongeurs doivent avoir le niveau de répétition DCIEM 1.0 au début de la première série de plongées rebondissantes.
2. La profondeur maximale pour la première série de plongées rebondissantes ne dépasse pas 18 mètres.
3. Le temps dans l'eau pour la première série de plongées rebond est calculé comme le temps écoulé entre le début de la première descente et le moment de la sortie de l'eau, moins la somme de tout le temps passé sur les intervalles de surface. Le temps dans l'eau comprend le temps passé dans l'eau pour le palier de décompression.
4. Le groupe répétitif pour les tables DCIEM est calculé à partir de la première série de plongées rebondies dans l'eau, après faire surface.
5. Un intervalle minimum de 2 heures en surface doit être respecté entre la première et la deuxième série de plongées avec rebond.
6. Le groupe répétitif est ensuite utilisé pour calculer le temps au fond autorisé pour la deuxième série de plongées rebond.
7. La profondeur maximale de la deuxième série de plongées rebondissantes ne doit pas être plus profonde que la profondeur maximale de la première série.
série de plongées rebondissantes.
8. Le nombre de rebonds autorisés dans la deuxième série de plongées avec rebond sera limité à la moitié du nombre de rebonds autorisés.
première série de rebonds-plongées (maximum de 5 rebonds), et avec un temps de fond maximum tel que défini par le DCIEM
temps de fond autorisé pour les groupes répétitifs.

Tableau 5
Tables de plongée Tasmanian Bounce

Profondeur (mètres)	Nombre de rebonds autorisés dans les séries de plongées	Limite de temps de plongée dans l'eau† (min)
≤ 9	10*	300‡
10-12	10*	150‡
13-15	10	75
16-18		50
19-21 >	6 4	35
21	Utiliser les tables de plongée répétitive DCIEM	

1. Les vitesses de remontée doivent être ≤ 18 mètres par minute ;
2. Les intervalles de surface entre les rebonds doivent être < 15 minutes ;
3. Un palier de décompression de 3 minutes à 3 mètres doit être effectué lors de la dernière remontée ;
4. Une deuxième série de plongées avec rebond est possible après un intervalle de surface de 2 heures, à condition que des critères spécifiques soient respectés (Tableau 4).

Remarques:

* Nombres de rebonds basés sur la sécurité validée de séries de plongées rebond de 13 à 15 mètres ;

† Limite de temps dans l'eau définie comme : le temps total que le plongeur passe dans l'eau, moins le temps passé à la surface pendant les intervalles en surface. Il inclut l'heure de la dernière remontée et le palier de décompression.

‡ Il est recommandé que les temps de plongée des séries de rebond soient inférieurs aux limites du tableau DCIEM jusqu'à ce qu'ils soient entièrement validés.

envisagez de publier les calculs ainsi que des données supplémentaires dans un article ultérieur.

Nous reconnaissons également les limites de notre méthode de calcul de la contrainte de décompression à l'aide de la détection de bulles par ultrasons Doppler. L'utilisation récente de l'échocardiographie 2D a démontré une bonne fiabilité intra et inter-évaluateurs et pourrait remplacer les systèmes de notation auditive à l'avenir.²¹

Ces systèmes sont encore reconnus comme semi-quantitatifs.

Le Doppler auditif présente toujours des avantages pour la recherche sur le terrain dans la mesure où il est plus rapide à entreprendre et les plongeurs peuvent aider au placement précis de la sonde. Bien que la notation nécessite un opérateur expérimenté, il en va de même pour des images précises utilisant l'échocardiographie 2D.

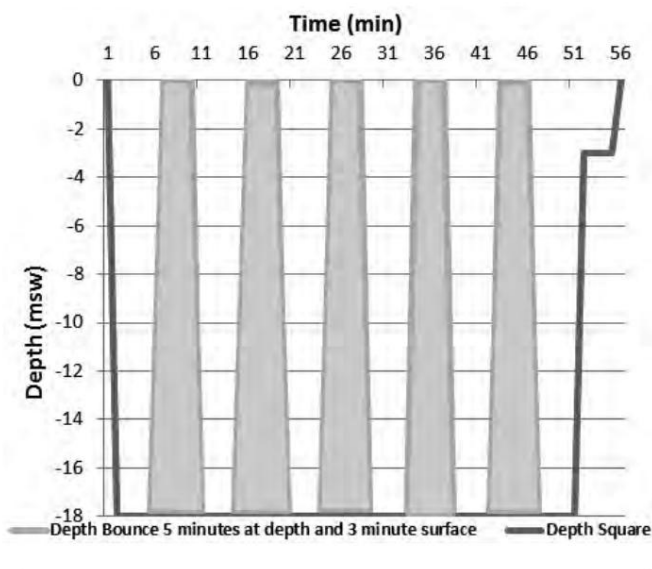
Dans cette étude, le temps total passé dans l'eau ne tenait pas compte du

intervalle de surface entre les plongées ou que des dégagements gazeux ont eu lieu pendant cet intervalle. Il semble qu'il y ait suffisamment de dégagement de gaz pendant les intervalles de surface, de sorte que le temps de fond « effectif » soit inférieur ou égal à la limite DCIEM même si la somme des temps réels passés au fond peut dépasser la limite DCIEM. Ceci a été illustré par les données de la plage de profondeur de 16 à 18 msw. Les plongeurs qui ont dépassé les limites de temps DCIEM pour les temps au fond ont passé le même temps à la surface que dans l'eau. Il y avait du temps pour évacuer les gaz entre chaque plongée avec rebond, ce qui aurait réduit la charge d'azote dans le corps.

De plus, le critère consistant à limiter le temps dans l'eau à un niveau inférieur à la limite DCIEM a ajouté au conservatisme car ce temps inclut tous les temps de remontée plus les 3 minutes de décompression.

Figure 9

Série théorique de plongées rebond montrant cinq retours à la surface avant de terminer la plongée lors de la sixième remontée (les zones ombrées reflètent moins d'azote absorbé par rapport à un profil de plongée carré)



s'arrêter au dernier rebond. S'il y a sept rebonds, cela réduit le temps passé en profondeur de 10 minutes de moins que la limite DCIEM. Avec 12 rebonds, la réduction était de 15 min.

Étant donné que les temps au fond incluent des intervalles en surface, avec un grand nombre de rebonds, la limite DCIEM pour le temps au fond pourrait être dépassée, mais le temps passé dans l'eau pourrait être inférieur à la limite DCIEM. Par conséquent, une exposition moindre en profondeur et en temps peut avoir compensé les multiples décompressions. Le palier de décompression peut avoir réduit de manière indépendante le risque de stress de décompression, bien que cela n'ait pas été évalué dans l'étude.

Les facteurs ci-dessus fournissent une explication de la faible contrainte de décompression observée dans nos données. La plongée avec rebond a réduit « l'aire sous la courbe » par rapport à un profil de plongée carré – par conséquent, il y aurait moins d'absorption d'azote pendant les phases de montée, d'intervalle en surface et de descente de chaque rebond en surface, par rapport au séjour en profondeur (Figure 9). Dans la figure 9, le plongeur effectuant une plongée avec rebond a cinq retours à la surface avec un temps de plongée de 48 minutes.

Par rapport au profil de plongée carré, le plongeur rebondissant a moins d'exposition en profondeur-temps de l'équivalent de 20 minutes à 18 msw (c'est-à-dire que le plongeur a eu 42 % d'exposition en profondeur-temps en moins). Un facteur supplémentaire peut avoir été le fait que les bulles n'ont pas eu suffisamment de temps pour se développer avant la dernière remontée, car les plongeurs étaient à nouveau sous pression rapidement après leur bref intervalle de surface (semblable à une plongée avec décompression réduite). Enfin, nous ne pouvons pas exclure d'autres facteurs tels que les vibrations des moteurs des bateaux lorsque les plongeurs se déplacent entre les enclos à poissons, qui pourraient avoir un effet protecteur.²²

Nos données sont également cohérentes avec la modélisation mathématique de la plongée yo-yo menée par Flook qui a conclu : « la plongée yo-yo du type traditionnellement pratiqué dans les fermes piscicoles peut être très sûre et diviser le temps total au fond en

plusieurs plongées plus courtes alternées avec un intervalle de surface présentent moins de risques que de plonger dans l'enveloppe.

Nos données sont les premières à confirmer que les profils de plongée « rebond » ou « yo-yo » dans le cadre des activités de plongée professionnelle de routine peuvent être menés avec des niveaux de risque acceptables.

Un certain nombre de plongeurs ont dépassé les limites de temps dans l'eau définies par le DCIEM au cours de cette étude : 16 sur 82 à 13-15 msw, 18 sur 32 à 16-18 msw et 5 sur 12 à 19-21 msw. Ces violations des règles se produisaient généralement accidentellement, car les plongeurs ne connaissaient pas la profondeur exacte de chaque enclos à saumons lorsqu'ils entraient. Par exemple, le centre de l'enclos était peut-être conique plutôt que plat, et les poissons morts étaient situés 1 à 2 m plus profondément dans le « cône mort » que la profondeur moyenne du fond de l'enclos. Les données de plongée en temps réel de la figure 3 démontrent la brièveté de certaines plongées jusqu'à la profondeur maximale. Les limites DCIEM s'appliquent uniquement à la profondeur maximale dans une plage de profondeur donnée. À l'extrémité inférieure de la plage de profondeur, la limite DCIEM serait considérablement plus longue. Par exemple, la modélisation DCIEM permettrait 10 minutes supplémentaires de plongée à 17 msw par rapport à 18 msw. Les profondeurs des plongeurs étaient clairement variables pendant tous les rebonds, et ils n'étaient à la profondeur maximale que pendant de brèves périodes. Compte tenu de ces considérations et du conservatisme inhérent à la définition dans l'eau, l'inclusion des données dépassant les limites du DCIEM est justifiable.

Les niveaux de bulle et la durée de la plongée en pourcentage de la limite de temps DCIEM sans décompression ont démontré une corrélation positive significative. Ce résultat était attendu car des recherches antérieures ont démontré qu'à mesure que le plongeur s'approche des limites de décompression connues, son risque de formation de bulles augmente.^{6-14,16,17,25} Les vitesses de remontée présentaient également une corrélation significative avec la contrainte de décompression. Cela a souligné l'importance de maintenir des vitesses de remontée conformes aux recommandations du DCIEM et d'ajouter un palier de décompression de routine.

Nous avons pu démontrer qu'il est possible d'entreprendre des plongées rebondissantes en utilisant les tables DCIEM pour guider les profondeurs et les temps. Sur la base de ces résultats, nous avons pu augmenter le nombre de rebonds autorisé à chaque profondeur par rapport aux restrictions empiriques précédentes. Nos recommandations concernant les temps de plongée et le nombre de rebonds sont résumées dans le tableau 5 – Les tables de plongée de Tasmanie avec rebond. Ces recommandations comportent la condition que les temps de plongée dans l'eau ne doivent pas dépasser les limites DCIEM pour une profondeur donnée, que les vitesses de remontée sont maintenues inférieures ou égales à 18 msw min⁻¹ et qu'un palier de décompression de 3 minutes à 3 msw a lieu lors de la dernière ascension.

Nous avons été prudents en recommandant un maximum de quatre rebonds seulement dans la plage de 19 à 21 msw, car nos données pour six rebonds ou plus étaient basées sur seulement quatre plongeurs. Nous avons également moins de certitude concernant les 7 à 9 msw et les 10 à 12

msw et cela pourrait être étudié plus en détail si la technologie industrielle évolue à l'avenir vers l'utilisation d'enclos moins profonds. Nous recommandons de ne pas faire plus de 10 rebonds dans une série et de rester bien dans les limites de temps sans arrêt du DCIEM pendant ≤ 12 msw, jusqu'à ce que des recherches plus approfondies aient lieu. Cette recommandation est peut-être trop conservatrice ; cependant, cela permet une certaine flexibilité et une marge pour les événements fâcheux.

Étant donné que la majorité des plongeurs (126/150, 84 %) ayant contribué aux données avaient entrepris des plongées la veille ou plusieurs jours avant le jour de la mesure, nous considérons que nos données sont suffisamment robustes pour être généralisées et peuvent être appliquées aux industries. qui nécessitent de la plongée avec rebond dans le cadre de leurs opérations quotidiennes. Nous n'avons pas évalué le facteur de risque possible de DCI résultant d'une mise à pied prolongée (plus de trois jours) avant la plongée. Étant donné que 97 % des plongées de cette série étaient de niveau 2 ou moins et qu'il n'y a eu aucun cas de DCI, il est peu probable que l'étude ait eu le pouvoir de répondre à cette question.

Suite à la mise en œuvre des tables de rebond de Tasmanie validées par Doppler en 2008, l'industrie a bénéficié d'améliorations de la productivité, par rapport aux précédentes limites empiriques de rebond fixées au début des années 1990. Le nombre de stylos plongés (ou de rebonds autorisés par série de plongées) a augmenté de 25 %, passant de huit à 10 à 10-12 msw, de 50 % de quatre à six à 16-18 msw, de 100 % de deux à quatre à 19-12 msw. 21 msw et de 150 % de quatre à 10 à 13-15 msw. Les temps de plongée dans les nouveaux tableaux sont basés sur les temps dans l'eau, alors qu'ils étaient auparavant basés sur les temps au fond. Il y avait un avantage supplémentaire en termes de productivité à entreprendre une deuxième série de plongées avec rebond dans la même journée, ce qui a également été validé par nos recherches. Nous avons démontré qu'avec des critères stricts, il est possible de réaliser une deuxième série de rebonds après une première série antérieure.

Cela permettra à un plongeur d'effectuer jusqu'à 15 rebonds dans des enclos de 15 msw de profondeur le même jour, à condition que les règles énoncées dans les tableaux 4 et 5 soient respectées.

Les améliorations de la productivité se sont produites avec une tendance continue à la baisse des épisodes DCI de l'industrie. Cette étude a démontré une baisse de l'incidence de la DCI mesurée par le nombre de plongées, le nombre d'années de plongée et le tonnage de production de poisson, au cours des deux dernières décennies. Les réductions de l'incidence des DCI ont été maintenues (Figure 7), malgré l'assouplissement des limites de rebond suite à cette étude. D'autres facteurs tels que la formation professionnelle des plongeurs, l'utilisation appropriée des tables de plongée, des procédures de plongée plus efficaces et le remplacement de tâches par certaines pratiques de plongée à risque auraient probablement contribué à cette amélioration de la sécurité.³ Si l'incidence des DCI dans l'industrie était restée aux niveaux de 1990, il y aurait désormais 44 cas de DCI traités au DDHM par an sur la base de l'incidence pour 10 000 plongées : soit plus de 500 cas de DCI par an sur la base du tonnage de poisson. L'industrie est devenue plus efficace en matière de production de poisson et dépend moins des plongeurs pour certaines tâches, comme le nettoyage des filets. L'industrie aquacole de Tasmanie connaît une croissance rapide

évolue, et avec cette évolution il y a d'autres changements dans les pratiques de plongée, et appelle à une plus grande flexibilité. Il y a eu des demandes pour combiner des profils de plongée carrée avant ou après la plongée avec rebond. Nous avons reçu des demandes pour évaluer des séries de plongées avec rebond plus profondes, et également pour compléter la collecte de données sur les plongées avec rebond dans les enclos de moins de 9 msw. De plus, l'impact de la plongée au nitrox, des exercices post-plongée et des montées en altitude (très pertinents en Tasmanie) sur la contrainte de décompression n'a pas encore été testé.

Conclusions

Cette étude a permis des améliorations significatives de la productivité de l'industrie aquacole de Tasmanie entre des profondeurs de 13 à 21 msw tout en maintenant un bon dossier de sécurité. Nos données suggèrent que la plongée avec rebond n'était pas un facteur majeur provoquant une DCI chez les plongeurs aquacoles de Tasmanie à la fin des années 1980 et au début des années 1990. L'industrie doit être félicitée pour avoir adopté de multiples améliorations des procédures de plongée et amélioré la formation des plongeurs. Dans cette recherche, nous avons bouclé la boucle. Un problème de sécurité a été détecté et, avec la coopération de l'industrie, des contrôles ont été mis en œuvre, ce qui a permis de réduire les risques.

Enfin, nous avons pu adapter certaines solutions pour répondre aux besoins de l'industrie. Il s'agit d'un processus de coopération et d'évolution continue, et des études plus approfondies sont en cours.

Les références

- Skirtun M, Sahlqvist P, Vieira S. Statistiques des pêches australiennes 2012, projet FRDC 2010/208. Canberra : ABARES ; 2013. Disponible sur : http://data.daff.gov.au/data/warehouse/9aam/afstad9aamd003/2012/AustFishStats_2012_v1.0.0.pdf. Consulté le 11 novembre 2013
- Parker EC, Survanshi SS, Thalmann ED, Weathersby PK. Analyse du risque de maladie de décompression liée à la plongée yo-yo à l'aide du modèle de décompression probabiliste de l'USN. Abstrait. Sous-marin Hyperb Med. 1994 ; 21 (Supplément) : 62.
- Smart DR, McCartney P. Plongée à haut risque. L'industrie aquacole de Tasmanie. Journal SPUMS. 1990 ; 20 : 159-65.
- Smart DR, Rubidge S, McCartney P, Van den Broek C. L'industrie aquacole de Tasmanie : un examen sur dix ans de l'amélioration de la sécurité de la plongée. Documents et actes de la Société royale de Tasmanie. 1999 ; 133 : 77-83.
- Manuel de plongée DCIEM : Partie I. Procédures et tableaux de décompression de l'air. Rapport DCIEM n° 86-R-35, Institut militaire et civil de médecine environnementale, Downsview (Ontario). Vancouver (C.-B.) : Universal Dive Techtronics, Inc. ; 1992.
- Nishi RY. Développement des tables de décompression DCIEM. Dans : Kuehn LA, éditeur. Actes du premier congrès annuel canadien sur les technologies océaniques. Rapport DCIEM n° 82-R-04, Toronto : Institut militaire et civil de médecine environnementale ; 1982. p. 373-84.
- Nishi RY. Tests sur table de décompression et limites de plongée sans décompression. Dans : Cox FE, éditeur. Actes du 3e Congrès annuel canadien des technologies océaniques. Toronto : Institut civil et de défense de médecine environnementale ; 1984. p. 157-64.
- Lauckner G, Nishi RY. Tableaux et procédures de décompression pour la plongée à l'air comprimé basés sur le modèle de décompression DCIEM 1983. Rapport DCIEM n° 84-R-74. Toronto :

Institut militaire et civil de médecine environnementale ; 1984.

11 Nishi RY. Détection de bulles Doppler et ultrasonique. Dans : Bennett PB, Elliott DH, éditeurs. La physiologie et la médecine de la plongée, 4e éd. Londres : WB Saunders ; 1993. p. 433-53.

12 Eatock BC, Nishi RY. Analyse des données ultrasonores Doppler pour l'évaluation des profils de plongée. Dans : Bove AA, Bachrach AJ, Greenbaum LJ Jr, éditeurs. Physiologie sous-marine IX, Actes du 9e Symposium international sur la physiologie sous-marine et hyperbare. Bethesda, MD : Société médicale sous-marine et hyperbare ; 1987. p. 183-95.

13 Eatock BC, Nishi RY. Procédures de surveillance par ultrasons Doppler des plongeurs pour détecter les bulles intravasculaires. Rapport DCIEM n° 86-C-25. Toronto : Institut civil et de défense de médecine environnementale ; Toronto : 1986.

14 Nishi RY, Kisman KE, Eatock BC, Buckingham IP, Masurel G. Évaluation des profils de décompression et des plongeurs par surveillance ultrasonique Doppler. Dans : Bachrach AJ, Matzen MM, éditeurs. Physiologie sous-marine VII : Actes du 7e Symposium sur la physiologie sous-marine. Bethesda, MA : Société médicale sous-marine ; 1981. p. 717-27.

15 Nishi RY. Évaluation Doppler des tables de décompression. Dans : Lin YC, Shida KK, éditeurs. L'homme à la mer. Vol.1. San Pedro, Californie : meilleure publication. 1990. p. 297-316.

16 Kisman KE, Masurel G, Guillemin R. Évaluation des bulles code pour les données de décompression par ultrasons Doppler. Abstrait. Recherche biomédicale sous-marine 1978 ; 5 (Suppl) : 28.

17 Cooper PD, Van den Broek C, Smart DR, Nishi RY, Eastman D. Sécurité des préposés aux chambres hyperbares I : analyse Doppler de la contrainte de décompression chez les préposés aux chambres multiplaces. Plongée Hyperb Med. 2009;39 :63-70.

18 Weathersby PK. Confiance dans la sécurité de la décompression. Dans : Lin YC, Shida KK, éditeurs. L'homme à la mer. Vol.1. San Pedro, Californie : meilleure publication ; 1990. p. 217-30.

19 Nishi RY, Tikiuis P. Développement de tables et de modèles de décompression : statistiques et analyse de données. Journal du système humain-environnement 1999 ; 2 : 19-31.

20 Normes Australie. Formation et certification des plongeurs professionnels Partie 2 : Plongée aérienne jusqu'à 30 m. COMME 2815.2 (1992). (Actuellement en cours de révision sous le nom AS/NZS 2815.2.)

21 Kisman, KE, Masurel G, LaGrue D. Évaluation de la qualité d'une décompression basée sur la détection ultrasonore des bulles. Méd Aéro Spat Méd Sub Hyp. 1978;XVII(67):293-7. Français

22 Jankowski LW, Nishi RY, Eaton DJ, Griffin AP. L'exercice pendant la décompression réduit la quantité d'embolies gazeuses veineuses. Sous-marin Hyperb Med. 1997;24 :59-65.

23 Germonpré P, Papadopoulos V, Hemelrick W, Obeid G, Lafère P, Eckersley RJ, et al. L'utilisation de l'échocardiographie 2D portable et du comptage de bulles « basé sur des images » comme outil pour évaluer le stress de décompression en plongée. Plongée Hyperb Med. 2014;44 :5-13.

24 Germonpré P, Pontier P, Pontier JM, Gemp E, Blatteau

JE, et coll. Effet des vibrations pré-plongée sur la formation de bulles après une plongée de 30 m nécessitant un palier de décompression. Aviat Space Environ Med. 2009;12:1044-8.

25 Flook V. La plongée yoyo et le risque de maladie de décompression.

Rapport de recherche 214. Sudbury, Suffolk : HSE Books ; 2004.

26 Ofir D, Yanir Y, Mollikandov M, Aviner B, Arieli Y. Quel risque peut-on impliquer en effectuant une plongée yo-yo ?

Une comparaison de deux modèles animaux différents. Abstrait.

Actes de la réunion tricontinentale sur la plongée et la médecine hyperbare. La Réunion 2013 : O21.

27 Nishi RY, Brubakk AO, Eftedal OS. Détection de bulles. Dans : Brubakk AO, Neuman TS, éditeurs. Physiologie et médecine de la plongée de Bennett et Elliott, 5e édition. Londres : WB Saunders Ltd ; 2003 : 433-53.

Remerciements et financement

Les auteurs souhaitent remercier les producteurs de salmonidés de Tasmanie Association pour son soutien et son financement. M. Van Den Broek a reçu un financement pour fréquenter RDDC-Toronto afin de suivre une formation de technicien Doppler certifié. Un financement supplémentaire a été reçu de la RHH Research Foundation et d'un prix Prince de Galles du Conseil de soutien aux réserves de défense pour poursuivre le travail Doppler avec RDDC-Toronto.

Divulgateion

Le professeur agrégé Smart reçoit des revenus provenant des évaluations de santé des plongeurs professionnels et du traitement des plongeurs souffrant de maladies de décompression.

Soumis : 09 février 2014

Accepté : 01 juillet 2014

David R. Smart^{1,2}, Cory Van den Broek², Ron Nishi³, P David Cooper², David Eastman³

¹ Faculté des sciences de la santé, Université de Tasmanie, Hobart, Tasmanie

² Département de plongée et de médecine hyperbare, Royal Hobart Hôpital, Hobart, Tasmanie

³ Anciennement Unité de Plongée Expérimentale, Recherche pour la Défense et Développement Canada – Toronto

Adresse pour correspondance:

Professeur associé David Smart

Département de plongée et de médecine hyperbare

Hôpital Royal Hobart

Hobart, Tasmanie 7000, Australie

Téléphone : +61-(03)-6222-8193

Télécopie : +61-(03)-6222-7268

Courriel : <david.smart@dhhs.tas.gov.au>

Examen rétrospectif des procédures d'œillets sous anesthésie générale ou locale chez les patients subissant une oxygénothérapie hyperbare

Laura Lamprell, Derelle Young, Venkat Vangaveti, John Orton et Anand Suruliraj

Abstrait

(Lamprell L, Young D, Vangaveti V, Orton J, Suruliraj A. Revue rétrospective des procédures d'œillets sous anesthésie générale ou locale chez les patients subissant une oxygénothérapie hyperbare. *Plongée et médecine hyperbare*. Septembre 2014; 44(3):137-140.)

Introduction : Un effet secondaire important du traitement à l'oxygène hyperbare (HBOT) est le barotraumatisme de l'oreille moyenne (MEBT) qui peut nécessiter l'insertion d'un tube de tympanostomie (œillet) par le service de l'oreille, du nez et de la gorge. Lorsqu'une OHB rapide est nécessaire, l'insertion systématique d'œillets sous anesthésie locale (AL) devient courante.

Objectifs : étudier les différences entre les patients recevant une OHB et des œillets concomitants sous LA par rapport à une anesthésie générale (AG) à l'hôpital de Townsville (TTH).

Méthodes : Une analyse rétrospective des dossiers de patients recevant une OHB entre 2008 et 2012 et nécessitant des œillets a été entreprise.

Résultats : Trente et un (5 %) patients sur 685 traités par OHB entre 2008 et 2012 ont reçu des œillets. Douze cas ont reçu des œillets sous LA et 19 sous GA. Vingt des 31 cas présentaient des œillets après le MEBT et le reste à titre prophylactique. Les complications liées à l'insertion des œillets comprenaient deux cas avec des œillets bloqués. Il y avait une différence significative ($P = 0,005$) dans le délai en jours depuis la référence ORL vers l'OHB entre le groupe LA (médiane 1 jour, plage 0–13 jours) et le groupe GA (médiane 8 jours, plage 0–98 jours). .

Conclusion : Un plus grand nombre de patients hyperbares ont reçu des œillets sous GA que LA au TTH. L'insertion des œillets sous l'AL était sûre, offrant des avantages à la fois au patient et à l'équipe traitante dans le cadre d'une OHB associée. barotraumatisme otique.

Mots clés

Barotraumatisme, barotraumatisme de l'oreille, ORL, oxygène hyperbare, oxygénothérapie hyperbare

Introduction

L'unité de médecine hyperbare de l'hôpital de Townsville (TTH HMU) abrite une chambre hyperbare de pointe et est le seul établissement du Queensland en dehors de Brisbane, desservant les régions du nord et de l'ouest du Queensland, de la Grande Barrière de Corail et du Pacifique Sud. Un effet secondaire fréquemment rencontré du traitement hyperbare à l'oxygène (HBOT) est le barotraumatisme de l'oreille moyenne (MEBT), qui peut nécessiter une myringotomie et l'insertion d'une sonde tympanique par le service de l'oreille, du nez et de la gorge (ORL).¹ La pratique de l'insertion d'une canule dans la membrane tympanique (TM) car une tympanostomie temporaire rapide n'est pas utilisée au TTH. Les longues listes d'attente pour les interventions chirurgicales électives, associées à la nécessité d'un traitement rapide pour les nouvelles références en OHB, signifient que l'insertion systématique d'œillets sous anesthésie locale (AL) devient de plus en plus courante.^{2,3}

Le but de cette étude était d'étudier les différences entre les patients recevant l'OHB et les œillets concomitants sous anesthésie générale (AG) ou LA dans le nord du Queensland.

Méthodes

L'approbation du comité d'éthique de la recherche humaine de l'hôpital de Townsville a été obtenue (HREC/13/QTHS/58). UN

un examen rétrospectif des dossiers a été entrepris. Les patients inclus dans l'étude devaient avoir été traités par TTH HMU au cours de la période de cinq ans allant de 2008 à 2012 et avoir reçu des œillets en association avec leur traitement hyperbare.

Les cas ont été identifiés à partir de la base de données des patients de l'unité, et les données suivantes ont été collectées à partir des dossiers des patients et de la base de données : indication de l'OHB ; données démographiques ; date de l'œillet ; délai entre la référence ORL pour l'insertion des œillets et la reprise (ou le début) de l'OHB ; utilisation de LA ou GA ; type d'œillet ; indication pour l'insertion d'un œillet ; qualité du MEBT au moment de l'insertion du passe-fil ; nombre de séances d'OHB avant et après l'insertion de l'œillet ; complications liées aux œillets. Les détails de la consultation initiale d'OHB ont également été enregistrés, en particulier lorsque cela a conduit à une orientation ORL précoce pour envisager l'insertion d'un œillet prophylactique (c.-à-d. Résultats de l'otoscopie ; observations de la capacité du patient à dégager ses oreilles ou à communiquer sa détresse physique). Lorsqu'un même patient avait subi plus d'un traitement d'OHB, il était compté comme un nouveau cas si un nouveau passe-fil était inséré pour le traitement d'OHB suivant.

ANALYSES STATISTIQUES

Le logiciel IBM SPSS 22 (IBM, New York) a été utilisé pour identifier toute différence significative entre les cas LA et les cas GA, sur la base de comparaisons entre les

Tableau 1

Résumé des données comparant les cas traités avec des œillets sous anesthésie locale (LA) ou générale (GA) ; * P = 0,005

	Cas LA	Cas GA
Nombre de patients	12	19
Ratio hommes/femmes	8/4	13/6
Âge (médiane (extrêmes))	75 (43-88)	66 (43-78)
Nbre d'œillets prophylactiques	5	6
d'œillets post-barotraumatisme	7	13
Jours après la référence à l'OHB* (médiane (plage))	1 (0-13)	8 (0-98)
Complications post-œillet	0	2
Nbre OHB avant œillet	2 (0-30)	0,5 (0-39)
(médiane (plage))		
N° HBOT post-œillet (médiane (plage))	25 (2-40)	25 (0-58)

données mentionnées ci-dessus. La normalité de la distribution des données a été vérifiée à l'aide du test de Kolmogorov-Smirnov. Le test U de Mann-Whitney a été utilisé pour comparer les délais de reprise/démarrage du traitement entre les deux groupes. Le test des rangs signés de Wilcoxon a été utilisé pour comparer le nombre de traitements avant et après l'insertion des œillets entre les deux groupes. Une valeur P < 0,05 a été considérée comme statistiquement significative.

Résultats

Trente et un patients (5 %) sur un total de 685 traités par OHB entre 2008 et 2012 ont reçu des œillets pour activer l'OHB. Les hommes étaient plus nombreux que les femmes, ce qui correspond à un plus grand nombre d'hommes que de femmes recevant l'OHB au TTH HMU lors d'un audit récent (147 hommes contre 70 femmes pour 2010-2011).

Il y avait quelques différences entre les patients recevant des œillets utilisant GA et ceux recevant LA (Tableau 1).

L'âge médian des patients nécessitant des œillets était de 75 ans (extrêmes 43 à 88 ans) pour les patients ayant reçu des œillets sous LA, contre 66 ans (extrêmes 43 à 78) ans pour les patients ayant reçu des œillets sous GA, bien que cela ne soit pas statistiquement significatif. Parmi ceux-ci, deux hommes ont subi une OHB à deux reprises (représentant quatre cas masculins au total) avec des œillets insérés sous l'AG pour chacun. L'un de ces patients avait des œillets insérés à titre prophylactique avant les deux cours d'OHB, tandis que l'autre avait des œillets à titre prophylactique avant leur premier cours d'OHB, mais après le MEBT pour leur deuxième cours d'OHB.

Les indications de l'OHB comprenaient l'ostéoradionécrose (huit cas), les plaies à problèmes (six cas) et la rectite radique (deux cas). Les indications les moins fréquentes étaient l'ostéomyélite, l'embolie gazeuse, la fistule trachéo-œsophagienne, la gangrène de Fournier et la fasciite nécrosante.

Les cas d'œillets GA étaient plus nombreux que les cas LA (Tableaux 1 et

Figure 1

Fréquence des procédures d'œillets sous GA versus LA entre 2008 et 2012

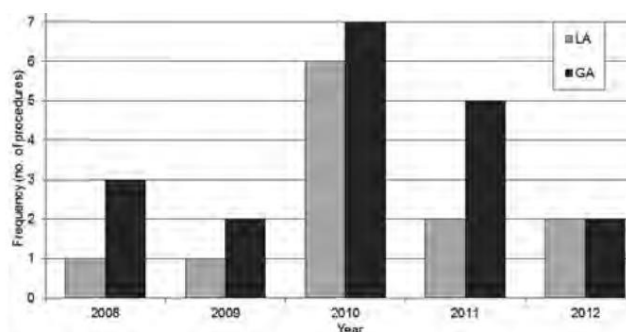


Figure 1). Les types d'AL utilisés comprenaient du phénol liquide appliqué sur la membrane tympanique avec un applicateur, EMLA® crème (un mélange eutectique de lignocaïne et de prilocaïne) et spray de cophénylcaïne. Trois cas ont reçu des œillets à bride Shah, 17 des œillets Shepard de courte durée et dans 11 cas, le type d'œillet n'était pas documenté.

Le délai médian entre la référence ORL pour les œillets et la date de reprise/début de l'OHB était de huit jours (plage de 0 à 98) pour les cas recevant des œillets GA, contre 1 jour (plage de 0 à 13) pour les cas recevant des œillets sous LA (P = 0,005).

De plus, 20 cas sur 31 avaient des œillets après le MEBT. Parmi les cas d'œillets post-MEBT, l'évaluation pré-traitement de la fonction de la trompe d'Eustache comprenait l'anamnèse documentée (sept patients), le succès d'une manœuvre de Valsalva (cinq patients), l'audiologie formelle (10 patients) et l'otoscopie (six patients). La différence entre le nombre de cas post-MEBT traités par GA et par LA n'était pas statistiquement significative.

Le nombre médian d'OHB avant l'insertion des œillets était de un (plage de 0 à 39), ce qui indique une période d'essai généralement courte de l'OHB avant l'insertion dans la plupart des cas.

Dans l'ensemble, le nombre médian de séances d'OHB après l'insertion était de 25 traitements (plage de 0 à 58) (P = 0,001 pour la différence entre le nombre de séances d'OHB avant et après l'œillet). Les problèmes liés à l'OHB avant l'insertion de l'œillet étaient dominés par le MEBT (20 cas sur 31) et les descentes ralenties (trois cas sur 31). Les problèmes survenus avec l'OHB après l'insertion des œillets comprenaient des œillets bloqués dans deux cas, des problèmes cardiaques dans deux cas, une mauvaise observance et une incompatibilité avec une sinusite aiguë et une cellulite comorbides respectivement.

Discussion

De manière anecdotique, le service ORL de Townsville rapporte quelques cas de tentatives primaires de procédures à œillets sous LA qui ont ensuite été référées pour une GA où le patient (souvent jeune) ne tolère pas la procédure. Les œillets

également être inséré simultanément sous GA lorsque le patient a une autre procédure prévue à proximité du moment de la référence ORL, comme un changement de pansement ou un lavage et ces cas ont été classés comme passe-fil GA pour cette étude.

La pratique de l'insertion d'une canule en tant que tympanostomie rapide et temporaire n'est pas utilisée dans cet établissement, car la demande de tympanostomie dans le cadre de l'OHB est satisfaite de manière satisfaisante par l'insertion conventionnelle d'un œillet. Le potentiel d'OHB prolongée est également considéré localement comme géré de manière optimale par l'insertion d'un œillet.

L'étude a révélé que LA est une alternative sûre et efficace aux œillets GA, avec des complications limitées à deux œillets bloqués pouvant être dégagés avec des stratégies conservatrices. Aucun œillet n'a besoin d'être retiré et aucune réinsertion n'est nécessaire. Cependant, la durée du suivi, qui était de 6 mois pour les patients traités en 2012, pouvait être considérée comme brève. Comme l'inconfort du patient n'a pas été formellement documenté, une mesure précise de la douleur résultant de l'insertion d'un œillet LA ou GA n'a pas pu être étudiée.

MEBT ET HBOT

Dans une étude prospective au TTH HMU portant sur 106 patients utilisant une régression logistique multivariée, le risque cumulatif local de MEBT était de 35,8 % dans les cinq premiers OHB et de 10,3 % pour la nécessité de sondes tympanostomisées ; 13,2 % des patients ont eu besoin d'une sonde à tout moment pendant leur traitement par l'OHB.⁴ Les facteurs de risque prédominants comprennent le dysfonctionnement de la trompe d'Eustache, la présence de voies respiratoires artificielles, un niveau de conscience réduit, la radionécrose de la tête et du cou, les maladies nasales et paranasales, l'âge supérieur à 55 ans, le sexe féminin et une chirurgie antérieure de l'oreille moyenne.⁵ La pratique du TTH HMU consiste à évaluer le risque de MEBT chez le patient avant le traitement comme décrit ci-dessus, y compris les antécédents et l'examen otoscopique suivis d'un essai de techniques d'égalisation otique. Cependant, tous les cas présentant des facteurs de risque de MEBT lors de l'évaluation initiale n'ont pas reçu d'œillets dans le cadre prophylactique. Les raisons peuvent inclure : la nécessité de procéder d'urgence à une OHB ; les obstacles à un accès précoce aux services ORL ; la facilité d'un essai initial d'OHB par rapport à l'orientation du patient vers des œillets. Ceci peut être influencé par les résultats de l'étude TTH HMU susmentionnée.⁴ Il a été conclu que parmi cette population locale, il n'était pas possible de prédire avec précision quels patients avaient besoin de tubes de tympanostomie pendant leur OHB pour justifier une recommandation de placer des œillets à titre prophylactique dans n'importe quel patient sélectionné. les patients; une conclusion partagée par d'autres.^{4,5}

Le MEBT est courant dans l'OHB, avec un potentiel de barotraumatisme de l'oreille interne dans des cas graves mais rares. Le diagnostic est basé sur les antécédents et un examen otoscopique de confirmation avec la classification d'Edmond du MEBT utilisée au TTH HMU.⁶ La seule intervention à ce jour est la prévention d'un MEBT supplémentaire par l'annulation de l'OHB ou par l'insertion d'œillets.⁷

Le taux d'insertion des œillets au TTH HMU reflète le degré de prise en compte des risques d'insertion des œillets (cholestéatome, otorrhée, perforation persistante du TM nécessitant une myringoplastie, extrusion précoce, tympanosclérose, poches de rétraction, infection, lésion ossiculaire) par rapport au bénéfice de ne pas interrompre d'autres OHB.⁸⁻¹⁰

Cela peut également refléter la tolérance locale du MEBT par les patients dans le cadre de l'OHB, ou l'efficacité de l'éducation précoce fournie par le personnel de l'unité concernant les techniques préventives du MEBT pendant le traitement.

ANESTHÉSQUES LOCAUX ET ŒILLETS

L'anesthésie locale du TM par ionophorèse a été relancée dans les années 1970.¹¹ En 1988, les changements histologiques du TM chez des modèles de cobayes après application de différentes préparations d'AL ont été étudiés.¹² Une perte observée de cellules épithéliales et muqueuses avec de la tétracaïne récupérée après trois mois, alors qu'un tissu conjonctif hyperplasique a été observé avec la solution de Bonain (quantités égales de chlorhydrate de cocaïne, de menthol et de phénol).¹² Une étude plus récente n'a pas réussi à démontrer de différence histologique significative dans la MT de guérison entre le phénol, la tétracaïne ou l'EMLA®.¹³

Un essai contrôlé en double aveugle a comparé l'anesthésie injectée à l'EMLA, concluant que l'EMLA était tout aussi efficace avec un moindre degré d'invasion pour le patient.¹⁴ Une étude de 1991 sur la technique EMLA a entrepris une audiométrie tonale pure avant et après chaque procédure, ne révélant aucune preuve. d'ototoxicité avec EMLA.¹⁵

Plus récemment, des alternatives sûres à l'EMLA ont été recherchées, et le phénol a été signalé comme un LA sûr dans 71 procédures.¹⁶ Les mesures visuelles analogiques de la douleur et de la satisfaction globale à l'égard de l'expérience thérapeutique dans un essai randomisé en double aveugle portant sur 41 patients n'ont révélé aucune différence statistiquement significative entre la tétracaïne et l'EMLA.³

LIMITES DE LA RECHERCHE ET ORIENTATIONS FUTURES

La principale limite de cette étude est la variabilité de l'adéquation de la documentation concernant les grades de MEBT, les types d'AL utilisés, l'inconfort du patient et l'évaluation pré-HBOT du dysfonctionnement de la trompe d'Eustache. Les recherches futures devraient examiner le taux de complications audiolgiques entre les patients recevant des œillets en association avec leur OHB et les patients atteints de MEBT qui ne reçoivent pas d'œillets. En outre, un examen des différences de coûts entre les procédures d'œillets sous LA et GA pourrait conduire à une utilisation accrue des techniques LA.

CONCLUSION

L'insertion d'œillets sous LA était associée à des délais plus courts pour l'OHB. Dans cette étude, davantage de patients ont reçu des œillets sous GA. Les facteurs influençant un taux local plus élevé d'œillets GA peuvent être la commodité de l'insertion simultanée des œillets avec une procédure GA à venir, un

la préférence du chirurgien pour l'insertion de l'AG ou le poids accordé pour minimiser l'inconfort du patient lors de l'insertion de l'œillet.

Les références

- 1 Bessereau J, Tabah A, Genotelle N, Francais A, Coulangue M, Annane D. Barotraumatisme de l'oreille moyenne après oxygénothérapie hyperbare. *Sous-marin Hyperb Med.* 2010;37 : 203-8.
- 2 Hickey SA, Buckley JG, O'Connor AF. Insertion du tube de ventilation sous anesthésie locale. *Suis J Otol.* 1991 ; 12 : 142-3.
- 3 Nichani J, Camilleri AE, Broomfield S, Saeed S. Optimisation de l'anesthésie locale pour l'insertion des œillets : mélange eutectique d'anesthésiques locaux versus Ametop : un essai clinique randomisé. *Otol Neurotol.* 2008;29 :658-60.
- 4 Commons KH, Blake DF, Brown LH. Une analyse prospective des facteurs de risque indépendants des patients pour le barotrama de l'oreille moyenne dans une chambre hyperbare multiplace. *Plongée Hyperb Med.* 2013;43 :143-7.
- 5 Lehm JP, Bennett MH. Prédicteurs du barotraumatisme de l'oreille moyenne associé à l'oxygénothérapie hyperbare. *Journal SPUMS.* 2003;33:127.
- 6 Edmonds C. Barotraumatisme de l'oreille. Dans : Edmonds C, Lowry C, Pennefather J, Walker R, éditeurs. *Plongée et médecine subaquatique*, 4e éd. Londres : Arnold ; 2002. p. 73-91.
- 7 Fernau JL, Hirsch BE, Derkay C, Ramasastry S, Schaefer SE. Oxygénothérapie hyperbare : effet sur la fonction de l'oreille moyenne et de la trompe d'Eustache. *Laryngoscope.* 1992 ; 102 : 48-52.
- 8 Kay DJ, Nelson M, Rosenfeld RM. Méta-analyse de séquelles de la trompe tympanostomie. *Chirurgie de la tête et du cou à l'otolaryngol.* 2001;124 : 374-80.
- 9 Stenstrom R, Pless IB, Bernard P. Seuils d'audition et séquelles de la membrane tympanique chez les enfants pris en charge médicalement ou chirurgicalement pour une otite moyenne avec épanchement. *Arch Pédiatre Adolesc Med.* 2005 ; 159 : 1151-6.
- 10 Vaile L, Williamson T, Waddell A, Taylor G. Interventions pour les écoulements auriculaires associés aux œillets (tubes de ventilation). *Système de base de données Cochrane Rév.* 2006(2):CD001933. Publication en ligne du 21/04/2006.
- 11 Echols DF, Norris CH, Tabb HG. Anesthésie de l'oreille par

ionophorèse de la lidocaïne. *Arc Otolaryngol.* 1975;101:418-21.

- 12 Strutz J, Blessing R, Zollner C. Effets des anesthésiques topiques sur la structure de la membrane tympanique. *Arc Otorhinolaryngol.* 1988 ; 244 : 381-6.

- 13 Gnuechel MM, Schenk LL, Postma GN. Effets tardifs des anesthésiques topiques sur la cicatrisation des membranes tympaniques du cobaye après myringotomie. *Arch Otolaryngol Chirurgie de la tête et du cou.* 2000;126:733-5.

- 14 Roberts C, Carlin WV. Une comparaison de la crème topique EMLA et de l'injection de prilocaïne pour l'anesthésie de la membrane tympanique chez l'adulte. *Acta Otolaryngol.* 1989 ; 108 : 431-3.

- 15 Bingham B, Hawke M, Halik J. La sécurité et l'efficacité de l'anesthésie topique à la crème Emla pour la myringotomie et l'insertion d'un tube de ventilation. *J Otolaryngol.* 1991 ; 20 : 193-5.

- 16 Robertson A, Whitwell R, Osborne J. Le phénol est-il un anesthésique local sûr pour l'insertion des œillets ? *J Laryngol Otol.* 2006 ; 120 : 20-3.

Conflit d'intérêts : nul

Soumis : 02 mars 2014

Accepté : 16 juillet 2014

Laura Lamprell¹, Derelle Young², Venkat Vangaveti³, John Orton², Anand Suruliraj¹

¹ Département d'oto-rhino-laryngologie, chirurgie de la tête et du cou, Le Hôpital de Townsville, Queensland

² Unité de médecine hyperbare, hôpital de Townsville, Queensland

³ École de médecine et de médecine dentaire, Université James Cook, Townsville, Queensland

Adresse pour correspondance:

Laura Lamprell

Département d'oto-rhino-laryngologie et de chirurgie de la tête et du cou

L'hôpital de Townsville

100, promenade Angus Smith

Douglas, Queensland 4814, Australie

Téléphone : +61-(0)7-4433-1111

Courriel : <laura.lamprell@gmail.com>

La base de données des essais contrôlés randomisés en médecine hyperbare maintenue par Michael Bennett et ses collègues du Prince of Wales Hospital Diving and

L'unité de médecine hyperbare de Sydney se trouve à :
<<http://hboevidence.unsw.wikispaces.net/>>

L'aide des médecins intéressés à la préparation des évaluations critiques est la bienvenue, voire nécessaire, car il existe un retard considérable. Des conseils pour remplir un CAT sont fournis.
Contacter le professeur agrégé Michael Bennett : <M.Bennett@unsw.edu.au>

Les effets cardiaques de l'oxygène hyperbare à 243 kPa par échocardiographie en chambre

Ian C Gawthrope, David A Playford, Benjamin King, Kathryn Brown, Catherine Wilson et Barry McKeown

Abstrait

(Gawthrope IC, Playford DA, King B, Brown K, Wilson C, McKeown B. Les effets cardiaques de l'oxygène hyperbare à 243 kPa à l'aide d'une échocardiographie en chambre. *Plongée et médecine hyperbare*. Septembre 2014; 44(3):141-145 .)

Introduction : Les effets indésirables de l'oxygène hyperbare (HBO) sur la physiologie cardiaque sont considérés comme un danger potentiel lors du traitement de certains patients. Les effets hémodynamiques de l'OHB sont mal compris et l'incompatibilité des équipements électriques à l'intérieur de la chambre a rendu leur évaluation difficile. À l'unité hyperbare de Fremantle, nous avons modifié un appareil à ultrasons (Logiq™ e) pour une utilisation sûre dans l'environnement hyperbare. Le but de cette étude était d'évaluer les changements cardiaques qui se produisent pendant l'OHB par échocardiographie transthoracique en chambre (ETT) chez des sujets sans signe de maladie cardiaque active.

Méthodes : Onze patients et neuf membres du personnel ont subi des examens ETT complets avant et pendant l'OHB administrée à une pression de 243 kPa. Les examens TTE ont été rapportés par deux cardiologues indépendants et évalués statistiquement à l'aide de tests t de Student appariés.

Résultats : Il y a eu une diminution significative de la fréquence cardiaque pendant l'OHB (65 vs. 70 bpm dans l'air à pression atmosphérique, $P = 0,002$) entraînant une diminution du débit cardiaque (5,3 vs. 5,9 L·min⁻¹, $P = 0,003$). La dimension de la voie de sortie du ventricule gauche (LVOT) était plus grande pendant l'OHB que l'imagerie de base (2,30 contre 2,23 cm, $P = 0,0003$). Les intégrales vitesse-temps (VTI) du LVOT ont diminué (19,9 contre 21,5 cm, $P = 0,009$) et donc un volume systolique similaire a été maintenu (61 contre 65 ml, $P = 0,5$). Les volumes ventriculaires et auriculaires, les flux intracardiaques et les anomalies valvulaires mineures n'étaient pas significativement affectés par l'OHB. Aucun effet cardiaque indésirable n'a été observé.

Conclusions : L'ETT peut être réalisée en toute sécurité dans une chambre hyperbare. La physiologie cardiaque n'est pas affectée par l'OHB chez les individus sans maladie cardiaque active.

Mots clés

Physiologie, cardiovasculaire, oxygène hyperbare, échocardiographie, recherche hyperbare

Introduction

Un certain nombre de changements potentiellement néfastes se produisent dans le système cardiovasculaire en réponse à l'oxygène hyperbare (HBO), et ceux-ci restent relativement peu étudiés, en partie à cause de l'incompatibilité des équipements électroniques à l'intérieur de la chambre.¹⁻⁵ À l'unité hyperbare de Fremantle, nous avons devenir le premier, à notre connaissance, à développer un appareil à ultrasons capable d'être utilisé à l'intérieur de la chambre.⁶

Le traitement OHB est utilisé chez un large éventail de patients pour diverses affections, notamment la cicatrisation des plaies, les lésions tissulaires retardées par les radiations, les infections nécrosantes et les indications liées à la plongée. Beaucoup de ces patients sont des personnes âgées présentant des comorbidités importantes et les facteurs de risque de développement de leurs principales plaintes sont similaires aux risques potentiels de maladie cardiaque sous-jacente. Les préposés aux chambres sont également soumis aux effets physiologiques de la respiration HBO.

L'échocardiographie continue de se développer en tant qu'outil important dans la reconnaissance des maladies cardiaques et l'évaluation de la fonction cardiaque. La littérature antérieure a documenté les résultats de l'échocardiographie transthoracique (ETT) avant et après l'OHB.⁷ Des études limitées sur l'ETT ont également été réalisées dans des conditions hyperbares avec la machine externe au

chambre utilisant le sujet ou une personne distincte de la machine pour acquérir les images.^{8,9} Ces deux études ont mis en évidence certaines difficultés d'imagerie avec la machine externe à la chambre. Un véritable TTE 2D en chambre des sujets n'a jamais été réalisé.

Le but de cette étude était d'évaluer les changements cardiaques qui se produisent pendant l'OHB en utilisant l'ETT en chambre chez des sujets sans signe de maladie cardiaque active.

Méthodes

L'étude a été approuvée par le comité d'éthique de la recherche humaine du service de santé de la région métropolitaine sud de l'Australie occidentale (numéro d'approbation : 10/478) et menée conformément aux principes de la Déclaration d'Helsinki (révisée en 2008). Un consentement écrit éclairé a été obtenu de tous les sujets.

Comme décrit précédemment, avec l'aide des services biomédicaux de l'hôpital de Fremantle et en utilisant les directives et recommandations disponibles, un appareil à ultrasons (Logiq™ e, GE Healthcare) a été modifié pour une utilisation sûre dans la chambre.⁶ L'appareil à ultrasons était doté d'un logiciel cardiaque et les images étaient acquises avec une sonde cardiaque de 3 MHz. Le logiciel cardiaque disponible n'avait pas de capacité Doppler tissulaire.

Tableau 1

Acronymes utilisés pour les termes physiologiques dans cet article

LV – véhicule gauche
VD – ventricule droit
LA – oreillette gauche
RA – oreillette droite
LVOT – voie d'éjection ventriculaire gauche
RVOT – voie d'éjection du ventricule droit
VTI – intégrale vitesse-temps
TR – régurgitation tricuspide
EDV – volume diastolique final
ESV – volume systolique de fin
EF – fraction d'éjection

Les sujets constituaient un échantillon de commodité de volontaires traités ou travaillant à l'unité hyperbare de Fremantle au cours des années 2011 et 2012. Les patients et le personnel ont été recrutés lorsqu'il y avait à la fois un espace disponible dans la chambre et un échographiste disponible pour effectuer l'examen.

Les examens se déroulaient individuellement dans la salle, la confidentialité n'était donc pas un problème. Les patients soumis à un traitement OHB pour diverses pathologies et les membres du personnel disponibles ont subi une ETT immédiatement avant et pendant l'OHB. Les patients ont été examinés au cours de leur traitement de routine et le personnel a été examiné exactement dans les mêmes conditions après 30 minutes d'OHB. La chambre a été pressurisée à 243 kPa et 100 % d'oxygène a été administré à travers une cagoule Amron™ à 30 L·min⁻¹. Les sujets ont été photographiés sur un chariot à l'intérieur de la chambre en position latérale gauche (axes parasternal long et court et vues apicales) et en décubitus dorsal (vues sous-costales) conformément à un examen TTE de routine (Figure 1).

Un échographiste cardiaque certifié a effectué un examen TTE complet. Les évaluations ont été effectuées à la pression ambiante en respirant de l'air avant la pressurisation et à la pression en respirant 100 % d'oxygène des volumes et de la fonction de la chambre cardiaque ; fonction de la vanne ; les vitesses d'entrée et de sortie, les intégrales temporelles et la fréquence cardiaque (voir le tableau 1 pour la liste des acronymes utilisés). Les volumes systolique du VG ont été calculés à partir des données de diamètre LVOT VTI et LVOT. Les débits cardiaques ont été dérivés du volume systolique et de la fréquence cardiaque.

Les examens TTE ont été rapportés par deux cardiologues indépendants aveugles à la pression, puis examinés s'il y avait une divergence entre les résultats rapportés. Une décision consensuelle a ensuite été prise sur les résultats.

Les données ont été évaluées statistiquement à l'aide de SPSS version 20. Les tests t de Student appariés ont comparé les mesures de l'air de surface et de l'OHB. Les paramètres ont été testés pour vérifier la normalité de la distribution avant que les comparaisons ne soient effectuées. Les accords entre les tests ont été mesurés à l'aide de tests Kappa et les corrélations à l'aide de tests de Pearson. La signification a été acceptée comme une valeur P de 0,05 ou moins.

Figure 1

Sujet subissant une échocardiographie à une pression de 243 kPa tout en respirant 100 % d'oxygène à partir d'un casque



Résultats

Onze patients et neuf membres du personnel ont été recrutés.

Les 20 sujets (13 hommes, 7 femmes) étaient âgés de 48,8 (SD 15,7) ans, leur poids moyen était de 77,8 (SD 15,7) kg et leur indice de masse corporelle de 25,7 (SD 4,8) kg·m⁻².

Il n'y avait aucune différence significative entre les groupes de patients et ceux du personnel lorsque comparés à l'aide de tests non paramétriques. Les données ont donc été regroupées pour analyse. Les mesures enregistrées par TTE sont présentées dans le tableau 2. Dans la mesure du possible, les données ont été obtenues dans des conditions d'air de surface et d'OHB, à l'exception du fait que la TR était insuffisante pour estimer la pression systolique ventriculaire droite sous forme de données appariées chez 15 sujets (c'est-à-dire, TR insuffisante à la pression atmosphérique). pression, pendant l'OHB ou les deux).

RÉGURGITATION VALVULAIRE ET STÉNOSE

Sur l'imagerie de surface, il y avait 12 sujets sans TR et cinq sujets avec des traces de TR. Il y avait un sujet chacun avec une TR légère et modérée. Lors de l'imagerie HBO, la TR était absente chez 13 sujets et légère chez quatre sujets.

La différence apparente de gravité du TR entre l'air de surface et l'OHB n'a pas pu être comparée statistiquement en raison de la petite taille de l'échantillon. Il y avait une enveloppe suffisante pour estimer la pression systolique ventriculaire droite chez quatre sujets pendant l'imagerie atmosphérique et deux sujets pendant les conditions OHB. L'OHB ne semble pas avoir d'effet important sur le degré de TR. À la pression atmosphérique de l'air, un sujet présentait une régurgitation aortique modérée, cinq sujets présentaient une régurgitation pulmonaire légère, quatre une régurgitation mitrale légère et un autre une régurgitation mitrale modérée. Aucun sujet ne présentait de sténose valvulaire significative.

Les conditions OHB n'ont modifié la gravité de la régurgitation valvulaire identifiée à la pression atmosphérique chez aucun des sujets.

Tableau 2

Données hémodynamiques de l'air de surface et de l'oxygène hyperbare (HBO) à 243 kPa dérivées de l'imagerie échocardiographique trans-thoracique ; * taille de l'échantillon trop petite pour une comparaison statistique ; † aucune corrélation entre les mesures lors de l'imagerie atmosphérique et de l'imagerie HBO (données présentées par souci d'exhaustivité)

Variable	n	Air de surface	HBO à 243 kPa	Valeur P
		Moyenne (SD)	moyenne (SD)	
Diamètre diastolique VG (cm) 16		4,8 (0,5) 107,2	4,7 (0,4) 102,7	0,3
Volume diastolique VG (mL) 19		(22,9) 41,4 (17,5)	(25,8) 42,5 (18,8)	0,2
Volume systolique VG (mL) 19		64,5 (14,6) 62,3	61,4 (15,2) 60,6	0,8
Volume systolique VG (mL) 18		(9,6) 14,6 (3,4)	(10,5) 15,6 (2,6)	0,5
Fraction d'éjection VG (%) 19		39,5 (11,4) 4,2	39,3 (14,0) 3,7	0,5
Surface RA (cm2) 14		(1,6) 29,5 (5,8)	(1,2) 29,9 (5,7)	0,2
Indice de volume LA (mL·m-2) 19		2,23 (0,25) 21,5	2,30 (0,25) 19,9	0,8
Gradient moyen de la valvule aortique (mmHg) 14		(6,0) 69,7 (11,8)	(6,3) 64,9 (11.	0,09
Valve aortique VTI (cm) 14		5,9 (2,4) 71,5	3) 5.3 (2,2) 74,7	0,99
Diamètre de la voie d'éjection VG (OT) (cm) 20		(22,5) 59,1 (16,9)	(25,7) 55,3 (15,0)	<0,001
LVOT VTI (cm) 19		1,4 (0,5) 219,0	1,5 (0,6) 227,0	0,009
Fréquence cardiaque (bpm) 20		(48,0) 43,9 (13,0)	(54,6) 44,1 (16,7)	0,002
Débit cardiaque (L·min-1) 19		44,0 (15,6) 2,6	45 6 (14,9) 2,2	0,003
Onde E d'afflux mitral (cm·s-1) 20		(0,2) 16,0 (4,7)	(0,0) 14,4 (4,0)	0,2
Afflux mitral Onde A (cm·s-1) 18		32,5 (9,1)	30,7 (8,5)	0,2
Afflux mitral rapport E:A 18				0,06
Temps de décélération de l'onde E (ms)† 19				0,6
Veine pulmonaire Onde S (cm·s-1) 12				0,9
Veine pulmonaire Onde D (cm·s-1) 12				0,9
Vitesse maximale TR (m·s-1)* 4				n / A
RVOT VTI (cm) 18				0,07
Pression systolique estimée de l'artère pulmonaire (mmHg)	5			0,3

DIMENSIONS ET VOLUMES DE LA CHAMBRE

Les dimensions du VG utilisant la dimension basale parasternale à long axe standard ou les volumes apicaux du VG utilisant la méthode de Simpson10 n'étaient pas différents lors de l'imagerie atmosphérique ou OHB (Tableau 2). Cependant, la dimension LVOT était plus grande lors de l'imagerie HBO qu'à pression atmosphérique (2,30 cm contre 2,23 cm, P = 0,0003). Les tailles LA et RA (volume et surface, respectivement) n'étaient pas différentes entre l'imagerie atmosphérique et HBO.

DÉBIT CARDIAQUE

Le volume systolique du VG a été mesuré à l'aide de la méthode LVOT (LVOT VTI et LVOT dimension) et de la méthode de Simpson. (LVEDV-LVESV). Le volume systolique du VG et la fraction d'éjection du VG n'étaient pas différents entre l'imagerie de surface et l'imagerie HBO par aucune des deux méthodes de mesure. Parallèlement à l'augmentation de la dimension LVOT dans des conditions OHB, le LVOT VTI a diminué (21,5 cm contre 19,9 cm, P = 0,009), maintenant ainsi un volume systolique similaire.

Il y avait une diminution significative de la fréquence cardiaque dans les conditions d'OHB (65 bpm pendant l'OHB contre 70 bpm à pression atmosphérique, P = 0,002). En conséquence, il y a eu une diminution significative du débit cardiaque dans des conditions d'OHB (moyenne 5,3 L·min-1 contre 5,9 L·min-1 à la surface de l'air, P = 0,003 ; tableau 2).

FLUX INTRA-CARDIAQUES

Il n'y avait aucune différence statistique entre l'air de surface et les conditions HBO pour l'onde E d'afflux mitral, l'onde A, le temps de décélération mitrale ou les flux veineux pulmonaires (Tableau 2). Il y avait une tendance vers un rapport E:A plus faible du flux mitral à la pression ambiante par rapport à l'OHB (1,4 contre 1,5 m·s-1, P = 0,06), ce qui concorde avec les flux trans-mitraux précoces plus élevés (mais non significatifs). . Les flux du côté droit, reflétés dans les mesures RVOT VTI, avaient tendance à baisser pendant l'OHB (14,4 contre 15,8 cm, P = 0,07). La dimension RVOT n'a pas été mesurée au cours de l'étude en raison de la qualité d'image variable de la région d'intérêt.

COHÉRENCE INTERNE DES DONNÉES

Pour confirmer la cohérence interne des données, une analyse corrélationnelle a été réalisée entre les deux conditions pour chaque mesure décrite. De fortes corrélations (r > 0,9, P < 0,001) ont été trouvées entre les mesures de l'air de surface et de l'OHB pour la plupart des variables, et des accords tout aussi forts ont été trouvés à l'aide des tests Kappa. Des degrés moindres d'accord ont été trouvés entre le débit cardiaque dérivé de Simpson et la fraction d'éjection (r = 0,5, P = 0,02 et r = 0,6, P = 0,005, respectivement). Par conséquent, le débit cardiaque dérivé du LVOT et la FE VG dérivée de PLAX ont été présentés dans le tableau. 2 (r = 0,96, P < 0,001 ; r = 0,9, P < 0,001, respectivement). Aucune corrélation

a été observé entre les paires de données sur le temps de décélération mitrale.

Discussion

Notre étude décrit la physiologie cardiaque en réponse à une OHB administrée à 243 kPa. Nous décrivons que l'ETT est réalisable et sûr à réaliser dans une chambre hyperbare.

Aucune réponse cardiaque indésirable n'a été observée dans notre groupe d'individus sans signe de maladie cardiaque active.

Nos résultats fournissent une base sur laquelle de futures études sur les effets cardiovasculaires de l'OHB pourraient être envisagées chez les patients atteints de maladies cardiaques. La chute du débit cardiaque observée lors de l'OHB dans notre étude est le résultat d'une diminution de la fréquence cardiaque. Il n'y avait pas de changement significatif dans le volume systolique malgré une augmentation de la dimension LVOT et une diminution du débit LVOT. Les volumes ventriculaires et auriculaires, les flux intracardiaques et les anomalies valvulaires mineures n'ont pas été affectés de manière significative par les conditions OHB.

Il a été bien documenté que pendant l'OHB, il y a une diminution du débit cardiaque, principalement due à la bradycardie et à une postcharge accrue.^{1–4} Cette diminution a déjà été attribuée à l'hyperoxie seule puisque, dans les modèles animaux, le débit cardiaque et la fréquence cardiaque n'ont pas d'effet significatif. changement dans des conditions hyperbares normoxiques.³ Cependant, d'autres mécanismes peuvent également jouer un rôle : des modèles animaux ont démontré des écarts entre l'apport et la demande en oxygène du myocarde, et l'effet direct de la pression hydrostatique sur le fonctionnement du stimulateur cardiaque peut provoquer une bradycardie.^{2,11} Il n'y a pas d'effet direct de la pression hydrostatique sur le fonctionnement du stimulateur cardiaque. effet évident de l'OHB sur la contractilité du myocarde dans des études animales ou humaines.^{12–14} Nos données montrent une réduction de la fréquence cardiaque, qui semble être le principal facteur de la diminution du débit cardiaque, de la FEVG et du volume systolique, deux mesures indirectes du VG. la contractilité n'a pas changé.

L'œdème pulmonaire aigu est considéré comme un risque potentiel lors du traitement des patients atteints d'OHB. Les rapports de cas estiment l'incidence de l'œdème pulmonaire à environ 1 patient traité sur 1 000.^{5,15} Une explication postulée pour cela était un trouble de l'équilibre ventriculaire chez les patients souffrant d'insuffisance cardiaque congestive.⁵ L'insuffisance cardiaque congestive reste une contre-indication relative à l'OHB. traitement. Dans notre étude, nous n'avons pas pu démontrer de changement dans les flux intracardiaques ou dans les mesures de la fonction ventriculaire gauche pendant l'OHB. D'après nos données, dans une petite cohorte de patients sans signe de maladie cardiaque active, il semble que l'OHB ne prédispose pas un individu à un œdème pulmonaire dû à une fonction systolique et/ou diastolique ventriculaire gauche anormale.

LIMITES DE L'ÉTUDE

En raison du nombre relativement faible de sujets (20), nous n'avons peut-être pas été en mesure d'identifier des effets physiologiques cardiaques mineurs de l'OHB. Cela inclut les tendances observées dans la diminution du rapport E:A du flux mitral ou du RVOT VTI. Nous faisons

ne mesurent pas l'effet des conditions hyperbares normoxiques et ne peuvent donc pas exclure un effet des conditions hyperbares spécifiquement en l'absence d'hyperoxie.

Nous avons considéré la possibilité d'une variabilité de l'échographie entre l'OHB et les conditions de surface pour expliquer les résultats obtenus. Cependant, la variation point à point (variabilité test-retest) était extrêmement faible entre l'échographiste et l'observateur indépendant. L'accord global entre les paramètres atmosphériques et HBO était également bon. Les mesures ont été effectuées uniquement sur des images jugées de bonne qualité.

L'imagerie des sujets dans des conditions atmosphériques et HBO était légèrement différente dans la mesure où une légère pression positive devait être atteinte à l'intérieur de la hotte à oxygène (pression maximale < 1 cm H₂O) afin d'éviter son effondrement. Bien que nous ne puissions pas exclure un effet mineur de la pression positive sur la physiologie cardiaque, nous n'avons pas considéré qu'il s'agissait d'un facteur important.

Une augmentation de la dimension LVOT dans les conditions HBO n'était pas attendue. Il n'existe aucune donnée publiée sur le comportement du LVOT dans des conditions de charge HBO, nous ne sommes donc pas en mesure de vérifier nos résultats à partir d'autres études. À pression atmosphérique, le LVOT ne varie pas de manière significative lors d'études répétées. Cependant, dans notre étude, l'augmentation de la dimension LVOT a été constatée par l'échographiste réalisant l'étude et par deux cardiologues indépendants examinant l'étude et ignorant les autres analyses. De plus, l'augmentation de la dimension LVOT a compensé la diminution observée du LVOT VTI, préservant ainsi le volume systolique. La diminution du débit cardiaque que nous avons observée était due à la diminution de la fréquence cardiaque dans des conditions d'OHB, plutôt qu'à un changement dans la dimension LVOT. Sur la base de ces observations, nous considérons cette légère augmentation comme un phénomène réel.

Conclusions

Nous avons démontré que l'ETT est réalisable dans une chambre hyperbare et que la physiologie cardiaque n'est pas affectée par les conditions OHB chez les patients et les volontaires sans signe de maladie cardiaque active. La diminution de la fréquence cardiaque observée avec l'OHB semble être à l'origine de la diminution du débit cardiaque, sans aucune preuve d'effets indésirables de l'OHB sur les flux intracardiaques ou les volumes des chambres.

Une étude plus approfondie des effets de l'OHB est nécessaire chez les personnes atteintes d'une maladie cardiaque importante.

Les références

- 1 Peliia P, Rocco M, Conti G, DeBlasi RA, Bufi M, Antonelli M et al. Modifications hémodynamiques au cours de l'oxygénothérapie hyperbare. J Hyper Med. 1992;7:229-37.
- 2 Bergo GW, Risberg J, Tyssebotn I. Effet de 5 bars d'oxygène sur le débit cardiaque et le flux sanguin des organes chez des rats conscients. Recherche biomédicale sous-marine. 1989;15:457-70.
- 3 Risberg J, Tyssebotn I. L'exposition hyperbare à un 5 ATA He-N₂ -O₂ affecte la fonction cardiaque et le flux sanguin des organes

distribution chez des rats éveillés et dressés. Recherche biomédicale sous-marine. 1986;13 :77-90.

4 Hahnloser P, Domanig E, Lamphier E, Schenk WG Jr.

Oxygénation hyperbare : altérations du débit cardiaque et du débit sanguin régional. J Thorac Cardiol Surg. 1966 ; 52 : 223-31.

5 Abel FL, McNamee JE, Cone DL, Clarke D, Tao J. Effets de l'oxygène hyperbare sur la performance ventriculaire, le volume sanguin pulmonaire et la résistance vasculaire systémique et pulmonaire. Sous-marin Hyperb Med. 2000;27 :67-73.

6 Gawthorpe IC. L'échographie en plongée et en médecine hyperbare. Plongée Hyperb Med. 2012;42:36-9.

7 Swift PC, Oxer HF, O'Shea JP, Lane GK, Woollard KV, Turner JH. Hibernation myocardique identifiée par oxygénothérapie hyperbare et échocardiographie chez des patients post-infarctus : comparaison avec la scintigraphie au thallium d'effort. Suis Heart J. 1992 ; 124 : 1151-8.

8 Lafay V, Boussuges A, Ambrossi P, Barthelemy P, Frances Y, Gardette B, et al. Étude par échocardiographie Doppler de la fonction cardiaque lors d'une plongée humaine à 36 atm. Sous-marin Hyperb Med. 1997;24 :67-71.

9 Molenat F, Boussuges A, Grandfond A, Rostain JC, Sainty JM, Robinet C, et al. Effets hémodynamiques de l'hyperoxie hyperbare chez des volontaires sains : une étude échocardiographique et Doppler. Science clinique. 2004 ; 106 : 389-95.

10 Lang RM, Bierig M, Devereux RB, Flachskampf FA, Foster E, Pellikka PA et al. Recommandations pour la qualification de la chambre : un rapport du comité des lignes directrices et des normes de l'American Society of Echocardiography et de la Chambre

Quantification Writing Group, développé en collaboration avec l'Association européenne d'échocardiographie, une branche de la Société européenne de cardiologie. J Am Soc Echocardiogr. 2005;18 : 1440-63.

11 Ornhaugen HC, Hogan PM. Pression hydrostatique et fonction du stimulateur cardiaque chez les mammifères. Recherche biomédicale sous-marine. 1977;4:347-58.

12 Stuhr LEB, Bergo GW, Tyssebotn I. Hémodynamique systémique lors d'une exposition hyperbare à l'oxygène chez le rat. Espace aéronautique

Environ Med. 1994;65:531-8.

13 Daniell HB, Bagwell EE. Effets d'un taux élevé d'oxygène sur le flux coronaire et la force cardiaque. Amer J Physiol. 1968;214 :1454-9.

14 Koch A, McCormack P, Schwanecke A, Schnoor P, Buslaps C, Tetzlaff K et al. Surveillance non invasive de la contractilité myocardique par sismocardiographie lors de plongées simulées. Sous-marin Hyperb Med. 2003;30 : 19-27.

15 Shah J. Œdème pulmonaire éclair chez les patients recevant oxygénothérapie hyperbare. Abstrait. Sous-marin Hyperb Med. 2010;37:314.

Conflits d'intérêts : nul

Remerciements

Nous remercions le personnel et les patients de l'unité hyperbare de Fremantle impliqués dans l'étude, l'aide du service de cardiologie de l'hôpital de Fremantle et l'autorisation de publier la figure 1.

Soumis : 18 février 2014

Accepté : 14 juin 2014

Ian C Gawthorpe¹, David A Playford², Benjamin King¹, Kathryn Marron¹, Catherine Wilson¹, Barry McKeown¹

¹ Hôpital et service de santé de Fremantle, rue Alma, Fremantle, Australie occidentale

² L'Université de Notre Dame, Henry St, Fremantle, Western Australie

Adresse pour correspondance:

Ian Gawthorpe

Unité hyperbare de Fremantle

Hôpital de Fremantle

Alma Street, PO Box 480, Australie occidentale

Téléphone : +61-(08)-9431-2233

Courriel : <ian.gawthorpe@health.wa.gov.au>

DIVE SMART DIVE SECURE

Be a DAN Member

- * Worldwide Emergency Evacuation * 24/7 Medical Assistance
- * Subscription to 'Alert Diver' DAN's Dive Health & Safety Magazine
- * Travel Assistance Benefits (Travel, Personal, Legal, Medical)
- * Dive Injury (Treatment) Insurance * DAN Product Discounts

To Find Out More or to Become a DAN Member ...

Nationals/Residents of the Asia-Pacific visit www.danasiapacific.org

European Nationals/Residents visit www.daneurope.org




A lot of protection at a very small cost!

Photo by Christopher Rous

Oxymétrie transcutanée : valeurs normales pour le membre inférieur

Denise F Blake, Derelle A Young et Lawrence H Brown

Abstrait

(Blake DF, Young DA, Brown LH. Oxymétrie transcutanée : valeurs normales pour le membre inférieur. Diving and Hyperbaric Medicine. 2014 September;44(3):146-153.)

Introduction : Les lignes directrices actuelles pour la mesure de l'oxymétrie transcutanée (TCOM) pour le membre inférieur définissent l'hypoxie tissulaire comme une pression partielle transcutanée d'oxygène < 40 mmHg. Les valeurs obtenues avec certaines machines plus récentes et les recherches en cours remettent en question ces valeurs de référence.

Objectif : Déterminer les valeurs TCOM « normales » pour le membre inférieur chez des adultes en bonne santé et non-fumeurs à l'aide de l'oxymètre TCM400 avec le capteur tc E5250.

Méthode : Trente-deux volontaires en bonne santé et non-fumeurs ont subi une TCOM dans six positions sur le bas de la jambe et le pied.

Les mesures ont été prises avec des sujets allongés sur le dos, respirant de l'air, puis avec la jambe surélevée et tout en respirant 100 % d'oxygène.

Résultats : Les valeurs TCOM dans l'air ambiant (moyenne mmHg, intervalle de confiance (IC) à 95 %) étaient : jambe latérale 41,3, IC 37,8 à 44,7 ; malléole latérale 38,6, IC 34,1 à 43,1 ; malléole médiale 43,9, IC 40,2 à 47,6 ; dos, entre le premier et le deuxième orteil 39,3, IC 35,9 à 42,7 ; dos, proximal à la cinquième articulation métatarso-phalangienne 46,4, IC 43,4 à 49,3 ; plantaire 52,3, CI 49,6 à 55,1.

En utilisant la valeur actuellement acceptée de moins de 40 mmHg pour l'hypoxie tissulaire, 24 de nos 32 sujets « en bonne santé » avaient au moins une lecture de capteur d'air qui aurait été classée comme hypoxique. Dix-sept sujets avaient des valeurs TCOM inférieures à 100 mmHg lorsqu'ils respiraient de l'oxygène normobare à 100 %.

Conclusion : Les lectures normales du TCOM des membres inférieurs à l'aide du TCOM400 avec le capteur tc E5250 peuvent être inférieures à 40 mmHg, valeur utilisée pour définir l'hypoxie tissulaire, mais cohérente avec la large plage de valeurs trouvées dans la littérature. En raison de la grande variabilité du TCOM au niveau des différents sites de capteurs, nous ne pouvons pas recommander une valeur TCOM unique comme indicative d'une hypoxie tissulaire. Une évaluation clinique approfondie du patient est essentielle pour établir l'opportunité d'un traitement à l'oxygène hyperbare, le TCOM étant utilisé comme une aide pour guider cette décision, mais pas comme un outil de diagnostic absolu.

Mots clés

Oxymétrie transcutanée, oxygénothérapie hyperbare, plaies, suivi des patients, normes

Introduction

La mesure d'oxymétrie transcutanée (TCOM) est le processus de mesure de la pression partielle d'oxygène dans les tissus à travers la peau. La technique a été utilisée à l'origine en néonatalogie, mais est désormais devenue un élément essentiel de l'évaluation des plaies en médecine hyperbare.¹ TCOM estime l'oxygénation des tissus de manière non invasive en mesurant la diffusion de l'oxygène extracellulaire dans un capteur chauffé placé sur la peau. La confirmation de l'hypoxie tissulaire et la réactivité démontrée des tissus à l'oxygène dans la zone entourant une plaie permettent de sélectionner les patients les plus susceptibles de bénéficier d'un traitement à l'oxygène hyperbare (OHB).² TCOM fournit également des informations utiles pour les patients nécessitant une évaluation vasculaire plus approfondie et aide à déterminer niveaux d'amputation.³

Des études antérieures sur le TCOM chez des individus en bonne santé ont révélé que les valeurs dans les membres inférieurs variaient entre 48 et 79 mmHg.⁴⁻⁷ Les valeurs obtenues avec certaines machines et capteurs plus récents remettent en question ces valeurs. Les revues ont défini l'hypoxie des membres inférieurs comme une pression partielle transcutanée d'oxygène (PtO₂) inférieure à 40 mmHg.^{2,8,9} Cependant, cette valeur de référence unique peut ne pas constituer une valeur normale précise pour tous les points du membre inférieur. Une étude récente a révélé différentes valeurs TCOM « normales » pour différentes zones du membre supérieur.¹⁰

Comme les valeurs TCOM sont actuellement considérées

fondamentale pour déterminer l'adéquation des patients à l'OHB, il est essentiel de connaître les valeurs normales de référence. Le but de cette étude était d'établir des valeurs normales de TCOM dans diverses zones du membre inférieur chez des sujets adultes sains et non fumeurs.

Méthodes

L'approbation éthique de cette étude a été accordée par le comité d'éthique de la recherche humaine de l'hôpital et du service de santé de Townsville (HREC/12/QTHS/209). Trente-deux volontaires sains (16 hommes et 16 femmes) ont été recrutés parmi le personnel hospitalier et la population générale pour participer à l'étude. Les critères d'exclusion incluaient les sujets âgés de moins de 18 ans ; fumeur actuel ou ancien; maladie cardiovasculaire connue, y compris l'hypertension traitée ou non ; maladie respiratoire importante ou toute autre condition médicale importante. Les sujets présentant une seule jambe, des cicatrices importantes ou une affection cutanée au membre inférieur ont également été exclus. Comme les sujets devaient porter une cagoule en plastique sur la tête pour recevoir de l'oxygène pendant une partie de l'étude, une claustrophobie sévère était un autre critère d'exclusion.

Tous les participants ont reçu une fiche d'information sur l'étude et un consentement éclairé a été obtenu. Les sujets se sont abstenus de consommer de la nourriture ou de la caféine ou de faire des exercices intenses

Figure 1

Mesure d'oxymétrie transcutanée : placement des six capteurs sur le membre inférieur

Capteur 1 – 10 cm en aval de l'épicondyle fémoral latéral

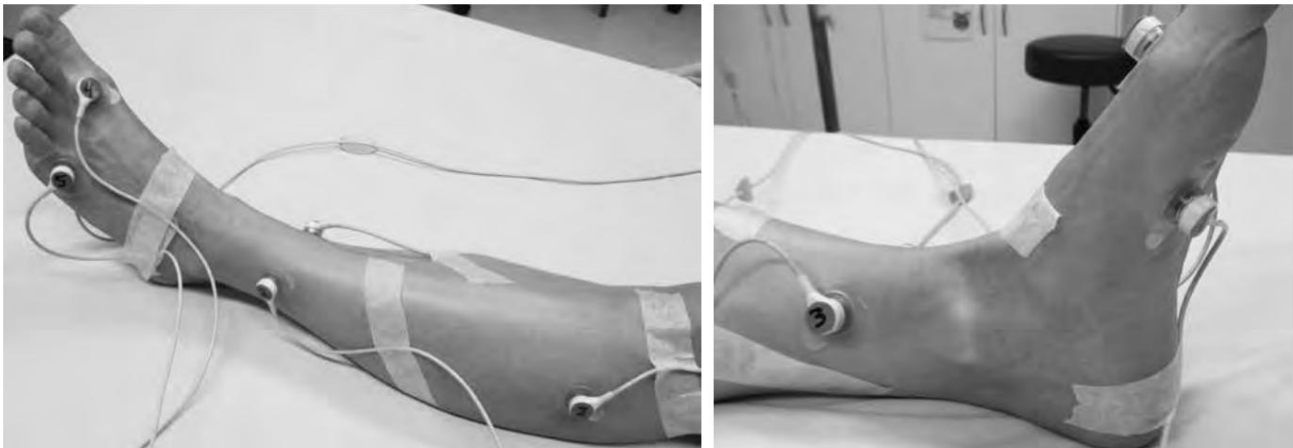
Capteur 2 – 5 cm proximal par rapport à la face antérieure de la malléole latérale

Capteur 3 à 5 cm à proximité du centre de la malléole médiale

Capteur 4 – Dos du pied entre le 1er et le 2e métatarsien, à l'écart de toute veine évidente

Capteur 5 – Dos du pied à proximité de la tête du 5ème métatarsien

Capteur 6 – Zone plantaire du 1er métatarsien (proximale au coussinet adipeux à la base du gros orteil)



pendant deux heures avant de participer à l'étude. L'étude a été réalisée au niveau de la mer. Les sujets ont été placés en décubitus dorsal sur un lit d'hôpital, la tête légèrement relevée sur un oreiller pendant toute la durée de l'étude. Une couverture leur a été proposée pour plus de confort et pour limiter les effets vasoconstricteurs du froid. La température ambiante a été maintenue entre 22,0 et 22,5°C (la température ambiante recommandée par le fabricant TCOM). Les participants se reposaient tranquillement pendant que les capteurs étaient placés.

Des données démographiques de base ont été collectées, notamment la taille et le poids. La saturation en oxygène et la pression artérielle ont été mesurées sur les deux bras. Les pouls du dos du pied et du tibial postérieur ont été enregistrés pour les deux jambes. L'indice cheville-brachial (ABI) et la pression des orteils ont également été mesurés.

Les participants ont été randomisés pour avoir six capteurs placés sur leur jambe droite ou gauche (Figure 1). Les sites des capteurs ont été préparés en rasant les cheveux si nécessaire, en les essuyant, en les frottant avec un tampon imbibé d'alcool et en les séchant avec une gaze. Un capteur a été positionné à 10 cm en aval de l'épicondyle fémoral latéral et deux capteurs ont été placés chacun à 5 cm en position proximale des malléoles latérale et médiale. Deux capteurs ont été placés sur le dos du pied pour tenter d'éviter les gros vaisseaux superficiels, l'un entre les première et deuxième têtes métatarsiennes et le second à proximité de la cinquième articulation métatarso-phalangienne (MTP). Le capteur final a été placé sur la face plantaire du pied, à proximité de la première articulation métatarso-phalangienne.

Les fils ont été fixés en place avec du ruban adhésif pour éviter de tirer sur les capteurs. Il a été demandé aux sujets de continuer à parler au minimum pendant l'étude.

Toutes les évaluations TCOM ont été effectuées par le même technicien à l'aide du système de surveillance transcutanée (tc) de la pO₂ TCM400 avec le capteur tc E5250 (Radiometer Medical ApS, Bronshøj, Danemark) qui peut enregistrer la PtcO₂.

données de six capteurs tc E5250 simultanément. Les températures des électrodes ont été pré-réglées à 44 °C et les étalonnages atmosphériques et du point zéro des électrodes ont été effectués conformément aux recommandations du fabricant. Un facteur de correction de l'humidité a été calculé à partir de la température ambiante, de la pression de vapeur saturée d'eau et de l'humidité relative, et saisi dans la machine conformément au manuel de l'opérateur du TCM400.¹¹

Le TCM400 affiche les valeurs PtcO₂ en unités de mmHg.

Nous avons utilisé le protocole TCOM décrit par Sheffield, qui a été utilisé historiquement en médecine hyperbare pour identifier l'hypoxie tissulaire et la réactivité à l'hyperoxie.^{12,13}

Les premières lectures normobares de l'air ambiant de tous les capteurs ont été enregistrées après une période d'équilibrage minimale de 20 minutes qui a permis à tous les capteurs de se stabiliser.⁴ La jambe a ensuite été élevée à 45° au-dessus de son niveau de repos et placée sur un coin en mousse, les lectures des capteurs étant enregistrées. après 5 minutes. La jambe a été remise en position horizontale pendant une période minimale de 5 minutes permettant à toutes les lectures du capteur de se stabiliser à nouveau, et une autre série de lectures a été enregistrée pour garantir que le TCOM était revenu à la ligne de base. Les sujets ont ensuite respiré 100 % d'oxygène à un débit de 15 L·min⁻¹ pendant 10 minutes via une cagoule en plastique transparent avec un joint de cou souple, les lectures du capteur étant enregistrées à la fin de la période de 10 minutes, une fois stabilisées (un étude pilote a démontré que 10 minutes suffisaient pour atteindre des niveaux stables). Tous les sites ont été inspectés pour détecter les dommages thermiques. Toutes les données collectées ont été an

Tableau 1
Caractéristiques démographiques et de base des 32 sujets ; des moyens et SD ou numéro (n) affichés ;
* P < 0,05 pour la différence entre homme et femme

Variable	Hommes (n = 16)	Femmes (n = 16) 53,8	Tous (n = 32)
Âge (ans) * < 50 ans (n)	45,1 (10,6) 5	(12,3) 10 27,2 4 9	49,4 (12,1) 15
Indice de masse corporelle (kg·m-2) Poids normal (IMC = 20-25) (n) Surpoids (IMC > 25-30) (n) Obèse (IMC > 30) (n)	27,2 (2,9) 3 11 2	3 117 (3,8)	27,2 (3,3) 7 20 5
TA systolique (L) (mmHg) *	124 (7) 124 (8)	(9) 120 (11) 72	121 (9)
TA systolique (R) (mmHg)	80 (9) 76 (6)	(6) 73 (6) 98,4	122 (10)
TA diastolique (L) (mmHg) *	97,4 (1,0) 97,7	(1,1) 98,3 (1,0)	76 (9)
TA diastolique (R) (mmHg)	(1,1) 68 (9)	65 (14) 1,08	74 (6)
SpO2 (L) (%) *	1,09 (0,07) 0,78	(0,07) 0,78	97,9 (1,2)
SpO2 (R) (%)	(0,11) 98,5 (15,4)	(0,15)) 94,6 (17,7)	98,0 (1,1)
Fréquence cardiaque (battements·min-1)			66 (12)
Index brachial de la cheville			1,09 (0,07)
Index brachial des orteils			0,78 (0,13)
TA systolique aux orteils (mmHg)			96,5 (16,5)

dans une feuille de calcul Excel préformatée. Ces données ont ensuite été exportées dans Stata Statistical Software : version 11 (StataCorp LP, College Station, TX, USA) pour analyse.

ANALYSE

Le principal résultat de cette étude était la détermination de la plage normale des lectures de TCOM lorsqu'elles étaient mesurées à divers endroits de la jambe de sujets volontaires en bonne santé.
Sur la base de rapports précédents faisant état de lectures normales moyennes de TCOM allant de 52 à 70 mmHg avec un écart type d'environ 10 mmHg, 4–7, notre taille d'échantillon de 32 sujets était destinée à nous permettre d'estimer les lectures moyennes de TCOM avec un IC à 95 % de $\pm 3,5$ mmHg. Le fait d'avoir 16 sujets masculins et 16 sujets féminins a également fourni une puissance de 80 % (avec $\alpha = 0,05$) pour détecter une différence de 10 mmHg dans les lectures moyennes du TCOM des hommes par rapport aux femmes à l'aide du test t de Student.

Les caractéristiques démographiques des sujets masculins et féminins ont été comparées à l'aide du test exact de Fisher ou du test t de Student, selon le cas. Des statistiques descriptives sont rapportées pour les lectures TCOM sur chacun des six sites de capteurs : la moyenne et l'intervalle de confiance (IC) à 95 % pour la moyenne sont rapportés lorsque les données sont normalement distribuées ; la médiane, l'intervalle interquartile et l'IC d'environ 95 % pour la médiane sont indiqués pour les données non paramétriques. Les différences entre les mesures moyennes du TCOM chez les hommes et les femmes ont été comparées à l'aide de tests t lorsque les données étaient normalement distribuées et à l'aide du test de somme des rangs de Wilcoxon pour les données non paramétriques.

Les corrélations entre les mesures de perfusion de base de la pression artérielle systolique (PAS), de la pression artérielle diastolique (DBP), de la saturation en oxygène (SpO2) et de la PAS de l'orteil dans le membre randomisé et les lectures TCOM observées dans l'air ambiant et sous oxygène sur chaque site de capteur ont été évaluées. en utilisant linéaire

régression ou corrélation de rang de Spearman pour les données normales et non paramétriques respectivement, avec correction de Bonferroni pour les comparaisons multiples.

Résultats

Les données démographiques et de base sont présentées dans le tableau 1. Les sujets étaient âgés de 22 à 80 ans. Les sujets féminins étaient plus âgés que les sujets masculins (âge moyen 53,8 contre 45,1 ans) ; La pression artérielle systolique moyenne du côté gauche, la pression artérielle diastolique et la saturation en oxygène différaient également statistiquement entre les sujets féminins et masculins, mais ces différences n'étaient pas pertinentes sur le plan clinique. Les mesures de base de la perfusion étaient cliniquement banales chez tous les sujets.

Les lectures TCOM de l'air de surface pour chaque site de capteur étaient normalement distribuées, à la fois globalement et séparément pour les hommes et les femmes. Les lectures de TCOM avec les jambes surélevées et sous oxygène n'étaient pas normalement distribuées. La moyenne, l'IC à 95 % et les valeurs minimales et maximales des lectures du capteur d'air ambiant sont présentées dans le tableau 2. Les sujets féminins présentaient des lectures de TCOM de l'air ambiant plus élevées au niveau du capteur latéral de la jambe (44,8 contre 33,7 mmHg, $P = 0,04$), sinon il n'y avait aucune différence dans les lectures moyennes du TCOM dans l'air ambiant pour les sujets féminins et masculins. La médiane, l'intervalle interquartile, l'IC à 95 % pour la médiane et les valeurs minimales et maximales pour les lectures des capteurs de jambe surélevée et sous oxygène sont présentés dans le tableau 3. Les sujets féminins avaient des lectures de TCOM avec jambe surélevée plus élevées que les sujets masculins à le site du capteur de jambe latérale (médiane 39,5 vs 32,0, test Wilcoxon Rank Sum, $P = 0,04$) ; il n'y avait aucune différence significative dans les lectures de TCOM dans les jambes élevées et sous oxygène pour les sujets féminins et masculins sur aucun des sites de capteurs (test Wilcoxon Rank Sum, tous $P > 0,05$, données non présentées). Aucune trace de lésion cutanée n'a été trouvée.

Tableau 2
Moyenne et intervalle de confiance à 95 % (IC à 95 %) pour les lectures TCOM pour chaque capteur respirant l'air ambiant (mmHg) ; * P = 0,04

Capteur	Homme (n = 16)	Femme (n = 16)	Tous (n = 32)
Jambe latérale*			
Moyenne (IC à 95 %)	37,7 (32,6-42,8) 13-51	44,8 (40,6-49,0) 29-59	41,3 (37,8-44,7) 13-59
Plage n	9	3	12
< 40 mmHg			
Cheville latérale			
Moyenne (ET)	41,0 (33,5-48,5) 13-61	36,2 (31,3-41,0) 12-48	38,6 (34,1-43,1) 12-61
Plage n	8	10	18
< 40 mmHg			
Cheville médiale			
Moyenne (ET)	43,9 (37,8-50,1) 13-65	43,8 (39,4-48,2) 29-58	43,9 (40,2-47,6) 13-65 ans
Plage n	5	4	9
< 40 mmHg			
Dos, 1er et 2ème orteil			
Moyenne (ET)	41,0 (36,8-45,2) 24-53	37,6 (32,2-42,9) 21-59	39,3 (35,9-42,7) 21-59
Plage n	8	8	16
< 40 mmHg			
Dos, 5ème orteil			
Moyenne (ET)	45,8 (41,4-50,1) 21-60	47,0 (42,9-51,1) 34-59	46,4 (43,4-49,3) 21-60
Plage n	4	3	7
< 40 mmHg			
Plantaire, 1er MTP			
Moyenne (ET)	53,3 (48,8-57,8) 39-70	51,4 (48,2-54,6) 37-63	52,3 (49,6-55,1) 37-70
Plage n	2	1	3
< 40 mmHg			

La figure 2 affiche graphiquement les lectures de TCOM dans l'air ambiant pour tous les sujets d'étude sur tous les sites de capteurs, montrant plusieurs lectures de TCOM inférieures à 40 mmHg, en particulier pour les capteurs proximaux. Vingt-quatre des 32 sujets avaient au moins une lecture de TCOM dans l'air ambiant inférieure à 40 mmHg. Seize sujets avaient au moins un capteur d'oxygène indiquant une valeur inférieure à 100 mmHg (Tableau 3). Onze avaient des lectures multiples inférieures à 100 mmHg : huit avec deux capteurs, deux avec trois capteurs et un avec quatre capteurs. Sur les 31 sous oxygène

Si les lectures des capteurs étaient inférieures à 100 mmHg, tous ces mêmes capteurs sauf quatre (chez trois sujets) avaient également présenté une diminution du TCOM d'au moins 10 mmHg avec l'élévation des jambes. Aucun des capteurs n'a enregistré de valeurs d'oxygène très faibles (c'est-à-dire TCOM < 30 mmHg). Le changement moyen avec l'élévation des jambes dans les capteurs avec un TCOM sous oxygène < 100 mmHg était de -13,5 mmHg, le changement le plus important étant de -24 mmHg et le plus petit étant de -5 mmHg. Nous n'avons pas pu discerner une tendance soit à la diminution avec l'élévation de la jambe et les valeurs initiales, soit à la réponse à l'oxygène et aux valeurs initiales.

Figure 2
Répartition des lectures TCOM sur chaque site de capteur sur le membre inférieur dans l'air ambiant (< 40 mmHg est actuellement considéré comme hypoxique)

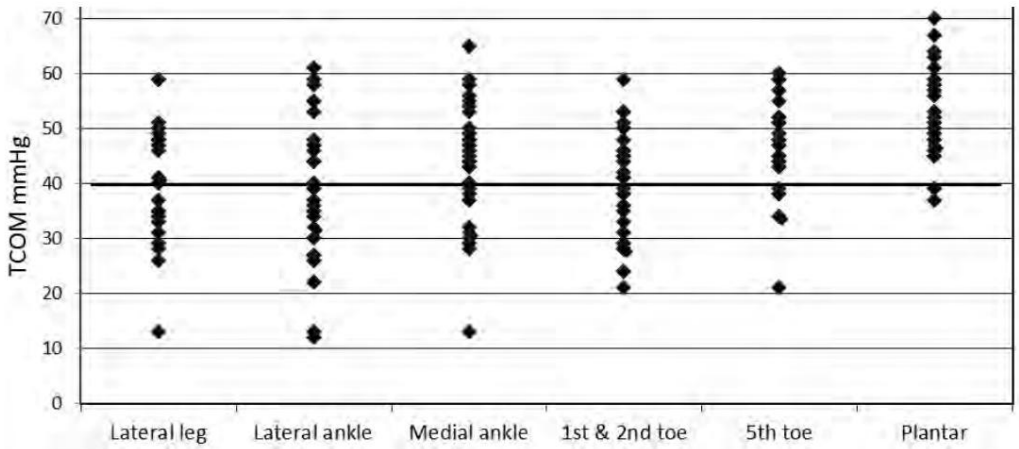


Tableau 3

Médiane (intervalle inter-quartile) et intervalle de confiance à 95 % (IC à 95 %) pour les lectures TCOM pour chaque capteur ; le sujet respire l'air ambiant avec la jambe surélevée et le sujet respire 100 % d'oxygène au niveau des jambes (mmHg).

Capteur	Air ambiant, jambe surélevée	100% oxygène, au niveau des jambes
Jambe latérale		
Médiane (IQR)	34,5 (27,5-40,0)	241,5 (203,5-307,5)
IC à 95 %	4-55 8 s.o.	207,0-279,5
Plage n		130-366
≥ 10 mmHg chute n <		n / A
100 mmHg, oxygène		0
Cheville latérale		
Médiane (IQR)	29,0 (12,5-34,5)	200,0 (158,0-279,0)
IC à 95 %	1-44 23 s.o.	164,0-241,0
Plage n		53-337
≥ 10 mmHg chute n <		n / A
100 mmHg, oxygène		2
Cheville médiale		
Médiane (IQR)	31,5 (25,5-36,5)	213,5 (158,5-275,0)
IC à 95 %	6-60 20 s.o.	176,0-269,5
Plage n		55-389
≥ 10 mmHg chute n <		n / A
100 mmHg, oxygène		1
Dos, 1er et 2ème orteil		
Médiane (IQR)	27,5 (16,0-34,5)	137,5 (72,5-195,5)
IC à 95 %	1-47 27 s.o.	101,0-180,5
Plage n		45-384
≥ 10 mmHg chute n <		n / A
100 mmHg, oxygène		dix
Dos, 5ème orteil		
Médiane (IQR)	33,0 (24,0-40,0)	132,0 (86,5-179,5)
IC à 95 %	4-55 26 s.o.	94,5-168,5
Plage n		51-307
≥ 10 mmHg chute n <		n / A
100 mmHg, oxygène		11
Plantaire, 1er MTP		
Médiane (IQR)	43,5 (38,0-50,0)	162,0 (113,0-210,5)
IC à 95 %	26-62 12 s.o.	124,0-190,5
Plage n		69-246
≥ 10 mmHg chute n <		n / A
100 mmHg, oxygène		7

Les niveaux de TCOM n'étaient pas expliqués par d'autres mesures de perfusion : il existait une corrélation positive faible mais statistiquement significative ($\beta = 0,25$, r carré = 0,308) entre la PAS de l'orteil et la TCOM de l'air ambiant au niveau du capteur situé sur le dos du pied, à proximité de la cinquième articulation MTP, sinon il n'y avait aucune association significative entre les mesures de perfusion et le TCOM observé au niveau d'un capteur, que ce soit à l'air ambiant, avec la jambe surélevée ou respirant 100 % d'oxygène.

Discussion

TCOM est une méthode non invasive d'estimation de l'oxygénation des tissus et les résultats sont utilisés pour faciliter la sélection

de patients appropriés pour l'OHB. La valeur de référence normale actuelle de 40 mmHg chez les patients non diabétiques peut ne pas constituer une référence précise permettant de définir l'hypoxie pour toutes les localisations du membre inférieur. En utilisant cette valeur pour définir l'hypoxie, environ la moitié des lectures entre le premier et le deuxième orteil et celles de la cheville latérale auraient été classées comme hypoxiques. Il n'y avait aucun site de capteur pour lequel tous nos sujets présentaient des valeurs supérieures à 40 mmHg, et 24 des 32 ont enregistré un TCOM de l'air ambiant inférieur à 40 mmHg pour au moins un site de capteur. Les valeurs de TCOM dans l'air ambiant étaient inférieures à 20 mmHg sur quatre sites chez trois sujets et auraient donc pu être classées à tort comme preuve d'ischémie critique des membres.⁸ Cependant, les quatre sites ont répondu à l'oxygène avec des valeurs supérieures à 100 mmHg, ce qui suggère la possibilité d'une ischémie critique des membres.

une barrière de diffusion contribuant à leurs faibles valeurs de l'air ambiant plutôt qu'à une ischémie critique. De plus, l'utilisation de plusieurs électrodes garantit que les données provenant d'une seule électrode ne sont pas utilisées de manière isolée.

Une classification incorrecte des patients comme ayant des tissus hypoxiques peut conduire à ce que certains patients reçoivent inutilement une OHB. Malheureusement, une valeur de référence plus conservatrice ne constitue pas une solution complète. Une valeur de référence de 34 mmHg (un ET en dessous de la moyenne enregistrée dans notre étude) conduirait quand même à classer 9 % de nos lectures de capteurs d'air ambiant comme hypoxiques. Des lignes directrices de pratique clinique pour le TCOM ont été élaborées pour aider le clinicien ;⁸ cependant, nos résultats réaffirment que les antécédents cliniques et l'examen physique restent obligatoires dans la sélection des patients appropriés pour l'OHb.

Notre étude n'a enregistré aucune valeur TCOM dans l'air ambiant supérieure à 70 mmHg, bien que des valeurs plus élevées aient été rapportées dans des études antérieures.^{5,6,14,15} Une explication possible de la différence entre nos résultats par rapport aux études précédentes est que le système de surveillance TCOM400 peut mesurer l'oxygénation des tissus différemment, car les capteurs les plus récents ont des spécifications techniques différentes.¹⁶ Comme discuté avec Radiometer, la température de l'électrode TCM400 est contrôlée par deux thermistances dans la tête de l'électrode. Ceux-ci doivent être en accord entre eux à moins de 0,6°C près. Si ce n'est pas le cas, une erreur de température est signalée et il n'est pas possible d'utiliser cette électrode. Les spécifications du TCM400 indiquent que la précision de la température est décrite comme meilleure que $\pm 0,1^\circ\text{C}$.

Les études récentes sur les membres inférieurs utilisant le TCM400 continuent d'être guidées par des valeurs normales antérieures.^{17–20} En outre, des études antérieures se sont concentrées sur des patients atteints de maladies vasculaires ou de diabète, sans bras témoin sain pour définir des valeurs normales. Une étude précédente utilisait une position standardisée du capteur, le premier espace inter-métatarsien, et trouvait des valeurs moyennes de 55 ($\pm 9,92$) mmHg dans un groupe de patients diabétiques et des valeurs moyennes de 56 ($\pm 8,8$) mmHg chez des patients non diabétiques.¹⁷ Ces valeurs sont là encore un peu plus élevées que celles que nous avons observées au même site de capteur chez des sujets sains et non-fumeurs, en moyenne 39 ($\pm 9,8$) mmHg. Nous ne connaissons aucune étude évaluant la validité des mesures pour différentes machines TCOM mesurant sur le même site anatomique.

Il est courant de placer un capteur sur la paroi thoracique antérieure comme référence centrale censée fournir des informations concernant l'état cardio-respiratoire du patient. Dans une étude TCOM antérieure, nous avons constaté que la lecture du capteur thoracique était inférieure à celle d'au moins une lecture du capteur bras/main chez plus des trois quarts de nos sujets en bonne santé, la valeur du capteur thoracique de l'air ambiant d'un sujet étant de 13 mmHg, avec les lectures des capteurs bras/main se situant entre 38 et 63 mmHg.¹⁰ La même chose a été constatée dans d'autres études et une récente déclaration consensuelle d'experts confirme qu'un pourcentage de patients ont un TCOM thoracique anormalement bas.

la lecture et la valeur de ce site comme référence centrale est discutable.^{8,17} Compte tenu du manque de fiabilité du capteur thoracique comme site de référence, nous ne l'avons pas utilisé dans cette étude et avons choisi de focaliser tous les capteurs sur le membre inférieur.

Historiquement, dans le cadre de l'évaluation de routine du TCOM, la jambe est surélevée pendant cinq minutes.^{3,21,22} Une baisse de 10 mmHg est considérée comme indicative d'une maladie vasculaire importante et d'une diminution de la cicatrisation lors des amputations.^{23,24} Deux études vasculaires récentes ont examiné ce phénomène en utilisant le TCM400. Une étude a révélé une baisse de moins de 10 mmHg chez les patients diabétiques et non diabétiques présentant une ischémie sévère des membres ; cependant, leurs valeurs initiales se situaient autour de l'adolescence et ces patients auraient été identifiés comme souffrant d'une maladie grave sans l'élévation supplémentaire de la jambe.¹⁸ L'autre étude a utilisé la baisse de 10 mmHg avec l'élévation pour stratifier leurs patients. Quatre-vingt-douze pour cent des patients dans la plage équivoque du TCOM pour une guérison de 20 à 40 mmHg, avec une chute à l'élévation > 10 mmHg, n'ont pas réussi à guérir, alors que 80 % des patients qui avaient une baisse à l'élévation ≤ 10 mmHg ont guéri.²⁰ Cependant, une baisse de 10 mmHg a également été observée chez des sujets sains.⁷ Dans notre étude, la réponse à l'élévation variait selon le site du capteur, les sites distaux étant plus sensibles à l'élévation de la jambe (Tableau 3). Au total, tous sauf un de nos sujets présentaient une diminution du TCOM > 10 mmHg pour au moins un site de capteur lorsque leur jambe était surélevée ; cela remet en question l'utilisation de cette manœuvre dans l'évaluation des patients lors du TCOM et, par conséquent, elle n'est plus utilisée dans notre unité.

Le consensus des experts est que chez les sujets normaux respirant 100 % d'oxygène à une pression normobare, le TCOM sur la jambe devrait toujours augmenter jusqu'à une valeur ≥ 100 mmHg.⁸ Dans cette étude, des TCOM sous oxygène inférieurs à 100 mmHg ont été enregistrés sur chaque site de capteur, à l'exception du plus grand site proximal (Tableau 3). Ce manque de réponse à l'oxygène normobare était plus prononcé au niveau des sites de capteurs les plus distaux. Avec l'administration d'oxygène, le TCOM a augmenté d'à peine 25 mmHg au niveau des sites de capteurs latéraux et médiaux de la cheville, et d'autre part peu que 11 mmHg au niveau du site situé entre le premier et le deuxième orteil. Il y avait un sujet dont le TCOM sous oxygène n'augmentait que de 6 mmHg au niveau du cinquième orteil, et un autre sujet dont le TCOM sous oxygène n'augmentait pas du tout au site plantaire.

Bien que certaines de ces observations puissent représenter des erreurs de mesure aléatoires, elles sont trop persistantes dans nos données. Les sites latéraux et médiaux de la cheville et le dos du pied ne sont pas des sites de mesure simples. Les sites de capteurs appropriés étaient dictés par la disponibilité de surfaces planes sur lesquelles un anneau de fixation pouvait être appliqué, mais les sites que nous avons utilisés sont cliniquement pertinents. Ces sites sont dominés par les os et les vaisseaux sanguins superficiels. Il est possible que nos faibles valeurs et notre manque de réponse à 100 % d'oxygène normobare puissent s'expliquer par l'influence du sang désoxygéné dans les vaisseaux environnants.

La procédure normale en Australie est une provocation à l'oxygène utilisant un casque et non un masque sans recycleur (NRB). Nous

viennent de terminer une autre étude comparant les débits d'oxygène à l'aide de la cagoule et du masque (Blake DF, observations non publiées). La cagoule à 15 L·min⁻¹ a donné de meilleurs résultats que 15 L·min⁻¹ avec un masque NRB. La concentration maximale d'oxygène dans la hotte est de 98 %, atteinte en six minutes environ. Il convient de noter que les valeurs TCOM avec la cagoule étaient de 50 à 90 mmHg plus élevées qu'avec le masque NRB.

Notre étude a des limites. L'opinion conventionnelle est que la plante du pied n'est pas un bon site de mesure en raison de la peau épaissie et des faibles valeurs de TCOM qui ne sont pas représentatives du tissu situé sous la couche de kératine.^{9,25} Les ulcères neuropathiques sont fréquents dans cette zone, et les résultats de notre étude précédente, montrant que les surfaces palmaires de la main ont des valeurs élevées et une faible dispersion, nous ont amenés à inclure le site plantaire dans cette étude.¹⁰ Seuls trois sujets présentaient un TCOM à l'air ambiant, des valeurs inférieures à 40 mmHg sur ce site, bien que sa réponse à l'oxygène soit plus faible. Il pourrait être intéressant d'inclure ce site dans la pratique clinique et d'entreprendre des études plus approfondies.

Notre étude était également limitée dans la mesure où nous n'utilisons qu'une seule machine TCOM. D'autres études comparant les valeurs normales sur différentes machines et capteurs pourraient aider à élucider les différences et la variabilité de nos valeurs par rapport à celles citées dans la littérature. Enfin, notre étude ne porte que sur la spécificité des valeurs de TCOM des membres inférieurs chez des non-fumeurs en bonne santé et sans maladie ; nous ne pouvons pas commenter la sensibilité et la spécificité du TCOM dans d'autres groupes de patients.

Conclusions

Les lectures normales de TCOM des membres inférieurs à l'aide de l'oxymètre TCOM400 équipé de capteurs tc E5250 peuvent être inférieures à 40 mmHg, la définition actuellement acceptée de l'hypoxie, mais cohérente avec la large plage, de 10 à 40 mmHg, trouvée dans la littérature. En raison de la grande variabilité du TCOM au niveau des différents sites de capteurs, nous ne pouvons pas recommander une seule valeur de TCOM comme indicative d'une hypoxie tissulaire. L'utilisation d'un TCOM comparatif sur la jambe controlatérale pourrait être plus efficace pour identifier les tissus « anormaux » et l'effet attendu d'une provocation à l'oxygène ; cependant, de nombreux patients peuvent avoir une maladie bilatérale. Une évaluation clinique approfondie du patient est essentielle pour établir la pertinence de l'OHB, les résultats du TCOM étant utilisés pour aider à guider cette décision et non comme valeur absolue tant que les valeurs de base normales n'ont pas été entièrement validées.

Les références

- Hunt R, Hunt A. Surveillance fœtale et maternelle de la PtcO₂. Soins critiques Med. 1981;9 :694-7.
- Smart DR, Bennett MH, Mitchell SJ. Oxymétrie transcutanée, problèmes et oxygénothérapie hyperbare. Plongée Hyperb Med. 2006;36 :72-86.
- Sheffield PJ. Application clinique de la pO₂ transcutanée dans le traitement à l'oxygène hyperbare. Actualités sur les gaz du sang. 1998;7(2):10-13.
- Dowd GSE, Linge K, Bentley. Mesure de la pression transcutanée d'oxygène dans la peau normale et ischémique. Chirurgie de l'articulation osseuse J. 1983;65B :79-83.
- Dowd GSE, Linge B, Bentley G. L'effet de l'âge et du sexe de volontaires normaux sur la tension transcutanée d'oxygène dans le membre inférieur. Clin Phys Physiol Meas. 1983;4:65-8.
- Hauser CJ, Cordonnier WC. Utilisation d'une PO₂ transcutanée indice de perfusion régional pour quantifier la perfusion tissulaire dans les maladies vasculaires périphériques. Ann Surg. 1983 ; 197 : 337-43.
- Dooley J, King G, Slade B. Établissement de la pression de référence d'oxygène transcutané pour l'évaluation comparative des plaies à problèmes. Sous-marin Hyperb Med. 1997;24 : 235-44.
- Fife CE, Smart DR, Sheffield PJ, Hopf HW, Hawkins G, Clarke D. Oxymétrie transcutanée dans la pratique clinique : déclarations de consensus d'un groupe d'experts basées sur des preuves. Sous-marin Hyperb Med. 2009 ; 36 : 1-11.
- Rich K. Mesures transcutanées de l'oxygène : implications pour les soins infirmiers. J Vasc Infirmières. 2001;19 :55-9.
- Young DA, Blake DF, Brown LH. Mesure d'oxymétrie transcutanée : valeurs normales pour le membre supérieur. Plongée Hyperb Med. 2012;42 :208-13.
- Radiomètre Médical ApS. TCM400 pO₂ transcutanée Système de surveillance. Manuel de l'opérateur. Bronshoj, Danemark : Radiomètre ; 2005.
- Sheffield PJ. Mesure de la tension d'oxygène dans les tissus : une revue. Sous-marin Hyperb Med. 1998 ; 25 : 179-88.
- Shah JB, Ram DM, Fredrick E, Otto H, Sheffield PJ. Détermination du temps idéal de mesure de PtcO₂ dans l'évaluation des patients présentant des plaies hypoxiques. Sous-marin Hyperb Med. 2008;35 : 41-51.
- Coleman LS, Dowd GSE, Bentley G. Reproductibilité de tcPO₂ mesures chez des volontaires normaux. Clin Phys Physiol Meas. 1987;7:259-63.
- Olerud JE, Percorara RE, Burgess EM, McKnight B, Wyss CR, Reiber GE, Matsen FA. Fiabilité des mesures transcutanées de tension d'oxygène (TcPO₂) chez les sujets âgés normaux. Scand J Clin Lab Invest. 1987;47 :535-41.
- Gamme de produits pour le monitoring transcutané. Bronshoj, Danemark : Radiomètre ; 2009.
- de Meijer VE, van't Sant HP, Spronk S, Kusters FJ, den Hoed PT. Valeur de référence de la mesure transcutanée de l'oxygène chez les patients diabétiques par rapport aux patients non diabétiques. J. Vasc Surg. 2008;48:382-8.
- Biotteau E, Mahé G, Rousseau P, Leftheriotis G, Abraham P. Mesures transcutanées de la pression d'oxygène chez les patients diabétiques et non diabétiques cliniquement suspectés d'ischémie sévère des membres : une analyse rétrospective par paires appariées. Int Angiol. 2009;28 : 479-83.
- Ueno H, Fukumoto S, Koyama H, Tanaka S, Maeno T, Murayama M et al. Régions de sténose artérielle et facteurs cliniques déterminant la tension transcutanée en oxygène chez les patients atteints de maladie artérielle périphérique. Journal de l'athérosclérose et de la thrombose. 2010;17:858-69.
- Rugangsetakit C, Chinsakchai K, Mahawongkajit P, Wongwanit C, Mutirangura P. Tension transcutanée en oxygène : un prédicteur utile de la guérison des ulcères dans l'ischémie critique des membres. Journal de soins des plaies. 2010;19 :202-6.
- Rooke TW. PO₂ transcutanée en médecine vasculaire non invasive. Actualités sur les gaz du sang. 1998;7(2):21-3.
- Radiomètre Médical ApS. Le manuel TCPO₂. Bronshoj, Danemark : Radiomètre ; 2004.
- Hauser CJ, Appel P, Shoemaker WC. Classification physiopathologique des maladies vasculaires périphériques par position

modifications de la tension transcutanée régionale en oxygène. Chirurgie. 1983;95 :689-93.

24 Bacharach JM, Rooke TW, Osmundson PJ, Glovicki P. Valeur prédictive de la pression transcutanée d'oxygène et du succès de l'amputation à l'aide de mesures en décubitus dorsal et en élévation. J. Vasc Surg. 1992;15:558-63.

25 Clarke D. Surveillance transcutanée de la pO₂ en médecine hyperbare. Columbia, Caroline du Sud : unité de médecine hyperbare du Richland Memorial Hospital ; 1997.

Remerciements

Les auteurs reconnaissent avec gratitude l'aide financière reçue du Fonds fiduciaire pour la recherche et l'éducation en pratique privée de l'hôpital et du service de santé de Townsville, et remercient nos sujets pour leur participation.

Conflit d'intérêts : aucun

Soumis : 08 avril 2014

Accepté : 14 juillet 2014

Denise F Blake^{1,2}, Derelle A Young³, Lawrence H Brown⁴

¹Service des urgences, hôpital de Townsville, Townsville, Queensland, Australie

²École de biologie marine et tropicale, Université James Cook, Villesville

³Unité de médecine hyperbare, hôpital de Townsville, Townsville,

⁴Centre Mount Isa pour la santé rurale et éloignée, Faculté de Médecine, santé et sciences moléculaires, Université James Cook, Villesville

Adresse pour correspondance:

Denise F. Blake

IMB 23, Service des Urgences

100, promenade Angus Smith

L'hôpital de Townsville

Douglas, Queensland

Australie, 4814

Téléphone : +61-(0)7-4433-1111

Télécopie : +61-(0)7-4433-2901

Courriel : <drsblakeinoz@bigpond.com>

Réimprimé à partir d'autres sources

Revue systématique de l'efficacité de l'oxygénothérapie hyperbare dans la prise en charge des ulcères chroniques du pied diabétique

Liu R, Li L, Yang M, Boden G, Yang G

Objectif : Évaluer l'efficacité et la sécurité de la thérapie d'oxygénation hyperbare (HBO) comme traitement d'appoint pour les ulcères du pied diabétique avec une revue systématique et une méta-analyse de la littérature.

Méthodes : Des recherches ont été effectuées dans MEDLINE, EMBASE et la Cochrane Library pour trouver des articles pertinents publiés jusqu'au 20 avril 2012, sans restriction quant à la langue ou au statut de publication. Tous les essais contrôlés évaluant le traitement d'appoint avec une thérapie OHB par rapport à un traitement sans OHB pour les ulcères chroniques du pied diabétique ont été sélectionnés. Une méta-analyse a été réalisée pour évaluer l'efficacité et l'innocuité de l'oxygène hyperbare dans la gestion des ulcères du pied.

Résultats : Treize essais (un total de 624 patients), dont 7 essais prospectifs randomisés, réalisés entre le 1er janvier 1966 et le 20 avril 2012, ont été identifiés comme éligibles pour être inclus dans l'étude. L'analyse groupée a révélé que, par rapport au traitement sans OHB, le traitement d'appoint avec OHB entraînait une proportion significativement plus élevée d'ulcères diabétiques guéris (risque relatif, 2,33 ; IC à 95 %, 1,51–3,60). L'analyse a également révélé que le traitement par OHB était associé à une réduction significative du risque d'amputations majeures (risque relatif, 0,29 ; IC à 95 %, 0,19-0,44) ; cependant, le taux d'amputations mineures n'était pas affecté (P = 0,30). Les événements indésirables associés au traitement par OHB étaient rares et réversibles et pas plus fréquents que ceux survenant sans traitement par OHB (P = 0,37).

Conclusions : Cette méta-analyse révèle que le traitement par OHB a amélioré le taux de guérison et réduit le risque d'amputations majeures chez les patients souffrant d'ulcères du pied diabétique. Sur la base de ces effets, nous pensons que la qualité de vie pourrait être améliorée chez certains patients traités par OHB.

Reproduit avec l'aimable autorisation de : Liu R, Li L, Yang M, Boden G, Yang G. Revue systématique de l'efficacité de l'oxygénation hyperbare dans la prise en charge des ulcères chroniques du pied diabétique. Mayo Clin Proc. 2013;88 : 166-75.

Effet de la splénectomie sur l'activation plaquettaire et l'issue du mal de décompression dans un modèle de décompression chez le rat

Kate Lambrechts, Jean-Michel Pontier, Aleksandra Mazur, Peter Buzzacott, Christelle Goanvec, Qiong Wang, Michaël Theron, Marc Belhomme et François Guerrero

Abstrait

(Lambrechts K, Pontier JM, Mazur A, Buzzacott P, Goanvec C, Wang Q, Theron M, Belhomme M, Guerrero F. Effet de la splénectomie sur l'activation plaquettaire et l'issue du mal de décompression dans un modèle de décompression chez le rat. *Plongée et médecine hyperbare*. 2014 septembre ;44(3):154-157.)

Introduction : Il a été reconnu que les plaquettes spléniques ont un potentiel prothrombotique plus important que les autres plaquettes. Nous avons étudié si les plaquettes libérées par la contraction splénique pouvaient influencer la gravité et l'issue de l'accident de décompression (DCS) et de l'activation plaquettaire induite par les bulles.

Méthodes : Seize rats Sprague-Dawley mâles ont été répartis au hasard soit dans un groupe témoin, soit dans un groupe splénectomisé. Les deux groupes ont été comprimés à 1 000 kPa (90 mètres d'eau de mer) pendant 45 minutes tout en respirant de l'air avant une décompression par étapes (5 minutes à 200 kPa, 5 minutes à 160 kPa et 10 minutes à 130 kPa). L'heure d'apparition des symptômes du DCS et du décès a été enregistrée au cours d'une période d'observation de 60 minutes après la plongée. Les paramètres mesurés étaient le facteur plaquettaire 4 (PF4) pour l'activation plaquettaire, les substances réactives à l'acide thiobarbiturique (TBARS) pour l'état de stress oxydatif et le facteur Von Willebrand (VWF) pour l'activation endothéliale.

Résultats : Il n'y avait aucune différence entre les groupes dans les résultats du DCS ou dans les concentrations de PF4, TBARS et VWF.

Conclusion : Ces résultats ne confirment pas que la rate et son pool de plaquettes échangeables soient impliqués dans la pathogenèse du DCS dans un modèle de rat, invalidant l'hypothèse selon laquelle une agrégation plaquettaire accrue induite par la décompression pourrait être influencée par la contraction splénique et jouer ensuite un rôle dans l'issue du DCS.

Mots clés

Pharmacologie, plaquettes, physiologie, traitement, accident de décompression, modèle animal

Introduction

La décompression après une plongée sous-marine peut entraîner la production de bulles intra- et extra-vasculaires.

Celles-ci provoquent une cascade physiopathologique complexe qui comprend un dysfonctionnement vasculaire, des altérations microcirculatoires, des processus inflammatoires avec adhésion des leucocytes, une activité pro-coagulante et un stress oxydatif, conduisant à un accident de décompression (DCS).¹⁻⁹ On pense que les bulles circulantes affectent le système de coagulation à la fois par activation de la cascade de la coagulation et induction de l'agrégation plaquettaire. Dans un modèle de rat, la diminution de la numération plaquettaire (PC) après la plongée était corrélée à la gravité du DCS, indiquant que l'activation et l'agrégation des plaquettes sont associées à la pathogenèse du DCS.^{10,11} De plus, le clopidogrel, un inhibiteur du récepteur P2Y₁₂, réduisant l'activation plaquettaire induite par l'ADP, il a été démontré qu'il réduisait à la fois la gravité du DCS et la numération plaquettaire après décompression.^{12,13}

Les cellules endothéliales activées sont connues pour inhiber les mécanismes anti-coagulants tout en stimulant ceux pro-coagulants, en libérant des substances telles que le facteur de nécrose tumorale (TNF) qui vont induire la production de facteur tissulaire (TF), un facteur pro-coagulant. À l'inverse, il a été démontré que les plaquettes activées après la plongée libèrent du facteur plaquettaire 4 (PF4) chez le rat et des microparticules (MP) chez les plongeurs.^{6,8,14} Les MP générées par les contraintes de décompression précipitent l'activation des neutrophiles, les dommages vasculaires et donc l'activation endothéliale.⁷

Dans des conditions physiologiques, la rate contient un nombre important d'érythrocytes, de leucocytes et de plaquettes.^{15,16} Environ 30 % du nombre total de plaquettes sont stockés dans un pool splénique échangeable, avec un volume plaquettaire moyen (MPV) 20 % supérieur au MPV des plaquettes circulantes, en raison de concentrations accrues de protéines de surface procoagulantes (P-sélectine, GP IIb/IIIa).¹⁷ La taille des plaquettes est en corrélation positive avec la réactivité plaquettaire, démontrant que les plaquettes avec un MPV plus élevé sont plus actives sur le plan hémostatique.¹⁸

Le but de la présente étude était d'évaluer si la rate pourrait être impliquée dans la gravité du DCS, l'issue du DCS et l'activation plaquettaire suite à une compression/respiration respiratoire. protocole de décompression connu pour provoquer une proportion prévisible de DCS dans un modèle de rat.

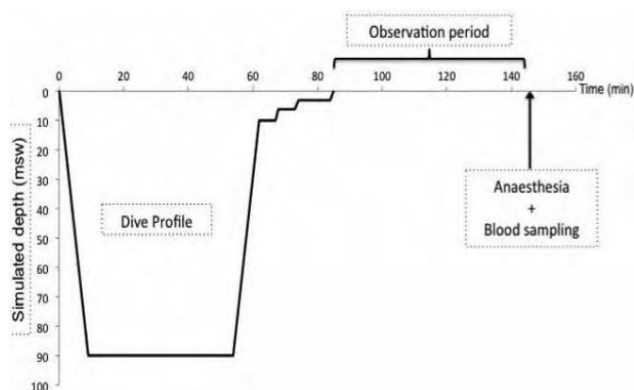
Matériels et méthodes

ANIMAUX

Des rats mâles Sprague-Dawley (n = 16 ; Janvier SAS, Le Genest St Isle, France), âgés de 11 semaines et pesant 376 ± 27 g (moyenne ± écart-type) ont été utilisés dans l'étude. Les animaux ont été hébergés deux par cage, sous température (21 ± 1 ° C) et éclairage contrôlés (12 h de lumière, 8 h 00 à 2 000 h ; 12 h d'obscurité, 2 000 à 8 h 00) avec accès à de la nourriture standard pour rats et à de l'eau à volonté. Les rats ont été étudiés ≥ 7 jours après leur arrivée. Les expériences sur les animaux ont été menées conformément au Guide

Figure 1

Chronologie comprenant le profil d'exposition hyperbare, la période d'observation et le prélèvement sanguin



pour le soin et l'utilisation des animaux de laboratoire (National Institutes of Health des États-Unis ; publication NIH n° 85-23, révisée en 1996) et avec l'approbation du comité d'éthique local pour l'expérimentation animale (approbation n° 1462.01). Cette étude est conforme aux normes éthiques reconnues et aux normes nationales/lois internationales.

PROCÉDURE CHIRURGICALE POUR SPLÉNECTOMIE

Les rats ont été répartis au hasard dans l'un des deux groupes suivants : un groupe de splénectomie (SP, n = 8) a subi une splénectomie tandis qu'un groupe fictif a subi une chirurgie fictive (SHAM, n = 8). Les rats ont été anesthésiés par injection intrapéritonéale de kétamine (80 mg·kg⁻¹) et de xylazine (15 mg·kg⁻¹), rasés et placés sur une planche d'opération et fixés avec du ruban adhésif. La laparotomie médiane (3 cm) a été réalisée dans des conditions totalement stériles. Dans le groupe SP, la rate a été identifiée et réséquée après ligature des vaisseaux spléniques. Dans le groupe SHAM, la rate a été retirée de l'abdomen puis réinsérée directement dans la cavité péritonéale. La cavité péritonéale a été irriguée avec une solution saline chaude et la plaie fermée en deux couches.

Les rats individuels ont été placés dans des cages séparées après l'opération. La douleur postopératoire a été traitée avec de la buprénorphine (Bupracare, Animalcare, Dunnington, UK) 0,3 mg·kg⁻¹ injecté par voie intrapéritonéale deux fois par jour pendant trois jours. Les rats ont pu récupérer pendant deux semaines après la chirurgie avant une exposition hyperbare.

PROFIL DE PLONGÉE ET PROTOCOLE DE DÉCOMPRESSION

Chaque rat a été placé dans une chambre hyperbare en acier de 130 L, toujours à la même heure de la journée, puis comprimé avec de l'air à un débit de 100 kPa·min⁻¹ jusqu'à 1 000 kPa de pression absolue (équivalent à 90 mètres d'eau de mer) et est resté à cette pression pendant 45 min. La décompression a été effectuée à une vitesse de 100 kPa·min⁻¹ avec trois paliers de décompression :

5 min à 200 kPa, 5 min à 160 kPa et 10 min à 130 kPa. La durée totale de la plongée était de 83 minutes. Ce profil de plongée a déjà été décrit et est connu pour induire de manière fiable un DCS chez environ 70 % des rats.^{6,19} Pendant une heure après l'exposition, les rats ont été observés passivement pour détecter l'apparition de signes de DCS tels qu'une fatigue inhabituelle, un déficit ambulateur, respiration anormale, convulsions ou décès. Les rats ont été classés en trois catégories : morts, vivants présentant des symptômes évidents dans les 60 minutes suivant la plongée ou aucun symptôme de DCS (Figure 1).

Prélèvement de sang et ELISA

Après la période d'observation, les rats survivants ont été anesthésiés avec du pentobarbital (50 mg·kg⁻¹) par injection intrapéritonéale. Le prélèvement de sang intracardiaque a été effectué immédiatement après l'anesthésie ou le décès dans un tube de citrate BD Vacutainer® (0,11 M) et dans des tubes Eppendorf® de 2 mL avec 30 µl d'EDTA à 7,5 % comme anticoagulant. Ensuite, les rats survivants ont été euthanasiés alors qu'ils étaient encore anesthésiés par une injection intrapéritonéale mortelle de pentobarbital.

Le sang a été centrifugé à 1 000 g et à 4 °C pendant 10 min.

Le plasma collecté a été aliquoté et conservé à -80 °C jusqu'à son analyse.

Les concentrations de marqueurs de l'activation plaquettaire : facteur plaquettaire 4 (PF4), activation endothéliale (facteur Von Willebrand, VWF) et état de stress oxydatif (substances réactives à l'acide thiobarbiturique, TBARS) ont été déterminées à l'aide de kits ELISA disponibles dans le commerce pour PF4 (Uscn Life Science). Inc., Houston, USA), pour VWF (Cusabio Biotech., Wuhan, Chine) et pour TBARS (Cayman Chemical, Michigan, USA). Les procédures de test ont été effectuées conformément aux instructions du fournisseur.

ANALYSES STATISTIQUES

Les données sont exprimées en moyenne ± SD ; n indique le nombre de sujets dans chaque groupe. Pour l'analyse statistique des concentrations de marqueurs sanguins après la plongée, nous avons utilisé le programme Statistica 10 (Tulsa, Oklahoma, USA). Les tests t de Student ont été utilisés pour comparer des groupes de données appariées (PF4, vWF et TBARS) après les tests de normalité de Kolmogorov-Smirnov.

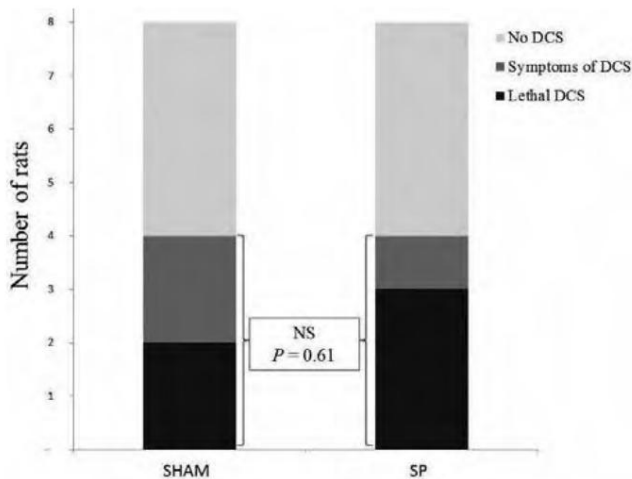
Lorsque les données n'étaient pas normalement distribuées, des tests de somme de rangs signés par Wilcoxon ont été effectués. Enfin, la signification de l'influence de la splénectomie sur le DCS a été testée à l'aide du test du chi carré exact de Fisher. La signification dans tous les cas a été acceptée à P ≤ 0,05.

Résultats

Les poids moyens des deux groupes d'animaux ne différaient pas significativement (P = 0,85). Il n'y avait aucune différence entre les groupes dans l'incidence des symptômes de DCS (SHAM : n = 2, SP : n = 1). Cinq des rats sont morts au cours de la période d'observation de 60 minutes après la plongée. Pour la prévalence du DCS, y compris les rats symptomatiques et morts, il n'y avait pas de

Figure 2

Nombre d'accidents mortels de décompression (DCS) (dans les 60 minutes suivant la décompression), symptômes de DCS (paralysie ou dyspnée) ou aucun symptôme après décompression chez des rats fictifs ou splénectomisés, n/s = non significatif



différence significative dans les résultats du DCS entre les groupes ($n = 4$, $P = 0,61$). Il y a eu deux décès par DCS dans le groupe SHAM et trois dans le groupe SP (test du chi carré $P = 0,27$; Figure 2).

En comparant les marqueurs plasmatiques, aucune différence significative entre les deux groupes n'a été détectée dans aucun des tests (Figure 3). Après décompression, la concentration plasmatique de PF4 était de $1,47 \pm 0,54$ ng·ml⁻¹ dans le groupe SHAM contre $1,29 \pm 0,31$ ng·ml⁻¹ dans le groupe SP ; Le VWf était de $1,55 \pm 0,17$ µg·ml⁻¹ dans le groupe SHAM contre $1,39 \pm 0,19$ µg·ml⁻¹ dans le groupe SP. La concentration de TBARS après plongée était de $7,61 \pm 5,38$ uM dans le groupe SHAM contre $17,12 \pm 4,89$ uM dans le groupe SP.

Discussion

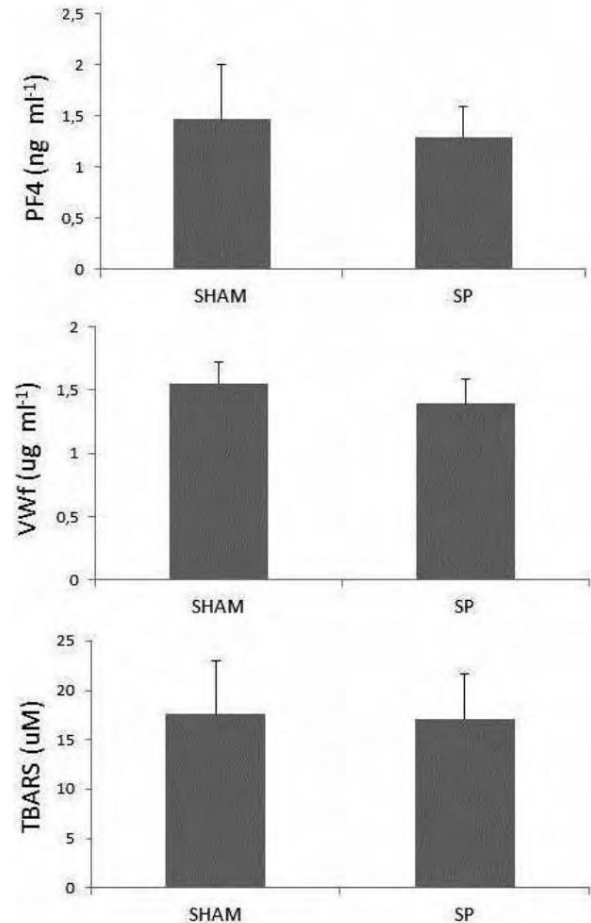
Le but de la présente étude était de déterminer si la rate et ses plaquettes échangeables pouvaient influencer les résultats du DCS, en utilisant des rats splénectomisés et intacts. Nous n'avons trouvé aucune différence dans les résultats du DCS ou dans l'activité plaquettaire entre les groupes témoins et splénectomisés.

Ceci suggère que la rate ne joue pas un rôle important dans la pathogenèse du DCS dans ce modèle suivant un profil de plongée en air profond provoquant le DCS.

Pendant l'exercice ou chez les mammifères aquatiques pendant la plongée, la rate sert de réservoir dynamique de globules rouges.²⁰ Une contraction splénique augmentant la teneur en hématocrite et en hémoglobine a été rapportée chez des mammifères plongeurs, tels que le phoque de Weddell.²¹ Chez l'homme, une contraction splénique a été observée, prolonge les plongées en apnée.²⁰ Une augmentation rapide et soutenue du MPV dans le sang veineux systémique, mais sans aucun changement dans la numération plaquettaire totale, a été rapportée après des plongées répétées en apnée.²² Ces résultats suggèrent que la contraction splénique et

figure 3

PF4 – facteur plaquettaire (ng·ml⁻¹), VWf – facteur Von Willebrand (µg·ml⁻¹) et TBARS – concentrations de substances réactives à l'acide thiobarbiturique (uM) après décompression chez des rats fictifs (SHAM) et des rats splénectomisés (SP)



la libération de plaquettes plus grosses fait partie de la réponse de plongée pendant la plongée en apnée.

Les résultats d'une étude sur l'apnée humaine suggèrent qu'il doit y avoir une capture splénique des plaquettes les plus petites en plus de l'éjection des plus grosses puisque le nombre de plaquettes est resté inchangé.²² Nos résultats démontrent que les concentrations de PF4 sont en corrélation avec le résultat du DCS et ne changent pas si le résultat du DCS reste inchangé. En outre, le niveau équivalent de stress oxydatif (TBARS) et d'activation endothéliale (VWf) entre les deux groupes est cohérent avec la concentration équivalente de PF4. Comme ces trois facteurs interagissent, une différence dans l'activation plaquettaire aurait influencé l'état des radicaux libres et des cellules endothéliales. Dans le cas d'une augmentation du stress de décompression et de l'activation plaquettaire, nous aurions dû observer une concentration plus élevée de TBARS en raison de la libération d'O₂ dépendante de la NAD(P)H oxydase et des niveaux significatifs de VWf dus à l'activation endothéliale par stimulation des MP plaquettaires.^{7,23} Les niveaux de PF4, TBARS et VWf entre les groupes sont compatibles avec une concentration plaquettaire égale et un résultat DCS inchangé.

Conclusion

Cette étude suggère que la contraction splénique, normalement considérée comme une réponse physiologique à la plongée en apnée, n'est pas impliquée dans l'activation plaquettaire ou l'incidence du DCS après une plongée aérienne provoquant le DCS chez un modèle de rat. Cependant, nous n'avons pas établi si cette absence d'effet est le résultat d'une non-influence des grosses plaquettes libérées par la rate en raison du stress de décompression ou si elle est, au moins en partie, le résultat de l'inexistence de contraction de la rate lors de la plongée. Des recherches plus approfondies devraient viser à démontrer si la plongée sous-marine induit ou non une contraction splénique chez l'homme.

Les références

- Brubakk AO, Duplancic D, Valic Z, Palada I, Obad A, Bakovic D, et al. Une seule plongée à l'air réduit la fonction endothéliale artérielle chez l'homme. *J Physiol.* 2005;566 :901-6.
- Lambrechts K, Pontier JM, Mazur A, Buzzacott P, Morin J, Wang Q, et al. Effet de la formation de bulles induite par la décompression sur la fonction microvasculaire des plongeurs hautement qualifiés. *Abstrait. Rapports physiologiques.* 2013;1:e00142.
- Lambrechts K, Pontier JM, Balestra C, Mazur A, Wang Q, Buzzacott P, et al. Effet d'une seule plongée sous-marine aérienne en haute mer sur la fonction micro et macrovasculaire humaine. *Eur J Appl Physiol.* 2013;113 : 2637-45.
- Ersson A, Walles M, Ohlsson K, Ekholm A. L'exposition hyperbare chronique active les médiateurs pro-inflammatoires chez l'homme. *J Appl Physiol.* 2002;92 : 2375-80.
- Ersson A, Linder C, Ohlsson K, Ekholm A. Réponse aux cytokines après une exposition hyperbare aiguë chez le rat. *Sous-marin Hyperb Med.* 1998 ; 25 : 217-21.
- Pontier JM, Vallée N, Bourdon L. Agrégation plaquettaire induite par des bulles dans un modèle de rat de maladie de décompression. *J Appl Physiol.* 2009 ; 107 : 1825-9.
- Thom SR, Yang M, Bhopale VM, Huang S, Milovanova TN. Les microparticules déclenchent l'activation des neutrophiles induite par la décompression et les lésions vasculaires ultérieures. *J Appl Physiol.* 2011;110 : 340-51.
- Thom SR, Milovanova TN, Bogush M, Bhopale VM, Yang M, Bushmann K et al. Production de microparticules, activation des neutrophiles et bulles intravasculaires après une plongée sous-marine en eau libre. *J Appl Physiol.* 2012;112 : 1268-78.
- Bearden SE, Cheuvront SN, Ring TA, Haymes EM. Stress oxydatif lors d'une exposition de 3,5 heures à 120 kPa(a) PO₂ chez des plongeurs humains. *Sous-marin Hyperb Med.* 1999 ; 26 : 159-64.
- Pontier JM, Blatteau JE, Vallée N. Numération plaquettaire et gravité de l'accident de décompression chez le rat après une plongée provocatrice. *Aviat Space Environ Med.* 2008 ; 79 : 761-4.
- Domoto H, Nakabayashi K, Hashimoto A, Suzuki S, Kitamura T. Diminution du nombre de plaquettes pendant la plongée à saturation. *Aviat Space Environ Med.* 2001;72 : 380-4.
- Hechler B, Gachet C. Récepteurs P2 et fonction plaquettaire. *Signal purinergique.* 2011;7:293-303.
- Pontier JM, Vallée N, Ignatescu M, Bourdon L. Intervention pharmacologique contre l'agrégation plaquettaire induite par des bulles dans un modèle de rat de maladie de décompression. *J Appl Physiol.* 2011;110 : 724-9.
- Pontier JM, Gempp E, Ignatescu M. Libération de microparticules dérivées des plaquettes sanguines et formation de bulles après une plongée à l'air libre. *Appl Physiol Nutr Metab.* 2012;37 : 888-92.
- Schagatay E, Andersson JP, Nielsen B. Réponse hématologique et réponse en plongée pendant l'apnée et l'apnée avec immersion du visage. *Eur J Appl Physiol.* 2007 ; 101 : 125-32.
- Bakovic D, Eterovic D, Saratlija-Novakovic Z, Palada I, Valic Z, Bilopavlovic N, et al. Effet de la contraction de la rate humaine sur la variation du nombre de cellules sanguines circulantes. *Clin Exp Pharmacol Physiol.* 2005;32 : 944-51.
- Aster RH. Agglomération de plaquettes dans la rate : rôle dans la pathogenèse de la thrombocytopénie « hypersplénique » . *J Clin Invest.* 1966;45 :645-57.
- Van der Loo B, Martin JF. Rôle des modifications de la production de plaquettes dans la cause des syndromes coronariens aigus. *Artériosclér Thromb Vasc Biol.* 1999;19 :672-9.
- Mazur A, Lambrechts K, Buzzacott P, Wang Q, Belhomme M, Theron M, et al. Influence de l'accident de décompression sur la vasomotion des vaisseaux isolés du rat. *Int J Sports Med.* 2013;34 : 1-8. Publication en ligne le 22/11/2013.
- Schagatay E, Andersson JP, Hallen M, Palsson B. Contribution sélectionnée : rôle de la vidange de la rate dans la prolongation des apnées chez l'homme. *J Appl Physiol.* 2001;90 : 1623-9.
- Butler PJ, Jones DR. Physiologie de la plongée des oiseaux et les mammifères. *Revue physiologiques.* 1997;77 : 837-99.
- Bakovic D, Eterovic D, Saratlija-Novaković Z, Palada I, Valic Z, Bilopavlovic N, Dujic Z. Effet de la contraction splénique humaine sur la variation du nombre de cellules sanguines circulantes. *Clin Exp Pharmacol Physiol.* 2005;32 : 944-51.
- Krotz F, Sohn HY, Gloe T, Zahler S, Riexinger T, Schiele TM, et al. La libération d'anions superoxydes plaquettaires NAD(P)H oxydase-dépendante augmente le recrutement plaquettaire. *Sang.* 2002;100:917-24.

Remerciements

Nous remercions Gurvan Mahé et Jean L'hégaret pour leur aide. Ce travail fait partie du réseau européen PHYPODE. Cette étude a été soutenue par la Commission européenne dans le cadre du programme FP7-PEOPLE-2010-ITN (accord de subvention n° 264816).

Conflit d'intérêts : nul

Soumis : 31 janvier 2014

Accepté : 01 juillet 2014

Kate Lambrechts¹ , Jean-Michel Pontier² , Alexandre Mazur¹ , Pierre Buzzacott¹ , Christelle Goanvec¹ , Qiong Wang¹ , Michaël Théron¹ , Marc Belhomme¹ , François Guerrero¹

¹ Laboratoire Orphy, Université de Bretagne Occidentale, Brest, France

² Département Plongée et Hyperbarie, Ecole de Plongée de la Marine Nationale, Brest, France

Adresse pour correspondance:

Kate Lambrechts

EA 4324 - Optimisation des Régulations Physiologiques

UFR Sciences et Techniques, 6

avenue Le Gorgeu, CS 93837, Brest

Cedex 3, France

Téléphone : +33 (7) 62 14 11 60

Fax : +33 (2) 98 01 63 11

Courriel : <lambrechtskate@hotmail.com>

Note éditoriale : Le professeur adjoint Guerrero déclare que les neuf

auteurs répondent aux lignes directrices relatives à la paternité du Comité international des éditeurs de revues médicales.

Communication courte

L'effet des plongées sous-marines jusqu'à une profondeur de 30 mètres sur le cortisol sérique chez les plongeurs masculins

Rasool Zarezadeh et Mohammad Ali Azarbayjani

Abstrait

(Zarezadeh R, Azarbayjani MA. L'effet des plongées aériennes jusqu'à une profondeur de 30 mètres sur le cortisol sérique chez les plongeurs masculins. Plongée et médecine hyperbare. 2014 septembre ;44(3):158-160.)

Introduction : Les changements de pression environnementale avec la profondeur peuvent entraîner des changements dans divers niveaux d'hormones dans le corps. Les hormones dites de stress, comme le cortisol, sont intéressantes. D'autres facteurs modifiant les niveaux de cortisol sont l'anxiété, l'exercice et le froid. Nous avons étudié les modifications du cortisol sérique après des plongées sous-marines à l'air libre en eau libre à une température de 24 à 27 °C jusqu'à une profondeur de 30 mètres. Méthode : Dix plongeurs masculins expérimentés ont participé à l'étude. Quatre plongées, à des profondeurs de 1, 10, 20 et 30 mètres d'eau de mer (msw) pendant 20 minutes au fond, au repos, ont été réalisées vers 10h00 pendant quatre jours consécutifs dans le golfe Persique.

Avant la plongée et peu après la surface, environ 5 ml de sang ont été prélevés dans une veine antécubitale droite pour le dosage du cortisol sérique, en utilisant une technique de dosage immunologique radioactif. Des mesures répétées ont été utilisées pour analyser les changements de cortisol en profondeur.

Résultats : Il y avait des différences significatives dans les niveaux de cortisol avant la plongée ($df = 1$, $F = 5,978$, $P < 0,037$) et niveaux post-plongée ($df = 1$, $F = 34,567$, $P < 0,001$). Les niveaux de cortisol augmentaient avec l'immersion, quelle que soit la profondeur, par rapport aux niveaux avant la plongée. alors qu'ils étaient encore plus élevés après les plongées à 10 m (moyenne 312,6 nmol·L⁻¹), 20 m (moyenne 299,1 nmol·L⁻¹) et 30 m (moyenne 406,7 nmol·L⁻¹) de profondeur par rapport aux niveaux après la plongée. Plongée de 1 m (moyenne 189 nmol·L⁻¹).

Conclusion : Les changements observés dans le cortisol sérique ont été considérés comme le résultat des effets physiologiques de l'immersion combinés à une pression environnementale accrue, plutôt que comme le résultat de l'anxiété, d'un exercice intense ou du stress dû au froid.

Mots clés

Plongée sous-marine, physiologie, endocrinologie, recherche en plongée

Introduction

De nombreuses personnes, que ce soit pour des raisons récréatives ou professionnelles, sont impliquées dans le monde sous-marin et ses défis.

La pression environnementale change avec la profondeur, et ces changements peuvent entraîner des changements dans divers niveaux d'hormones et d'enzymes dans le corps. Les hormones de stress, telles que le cortisol, considéré comme le glucocorticoïde le plus important chez l'homme, sont particulièrement intéressantes.¹ Les niveaux de cortisol présentent une variation diurne, les niveaux les plus élevés se produisant entre 6h00 et 8h00 environ et les niveaux les plus bas vers minuit. Les valeurs normales pour un échantillon de sang prélevé à 8 heures varient entre 165,5 et 634,5 nmol·L⁻¹.² Des rapports suggèrent que les taux plasmatiques ou salivaires de cortisol diminuent lors d'expositions à la pression en chambre sèche, mais augmentent après des plongées en eau libre.^{3,4} Compte tenu de l'importance physiologique du cortisol, nous avons mesuré les taux sériques de cortisol avant et après des plongées en eau libre à des profondeurs allant jusqu'à 30 mètres d'eau de mer (msw).

Méthodes

SUJETS

L'étude a été approuvée par le Département d'éducation physique, de science et de recherche de l'Université islamique Azad, Fars, Iran. Douze plongeurs masculins expérimentés et certifiés pour plonger jusqu'à 30 msw de profondeur ont été recrutés pour le

étude. Deux sujets ont ensuite été exclus pour cause de maladie au cours du projet. Les plongeurs ont donné leur consentement éclairé et ont rempli un questionnaire médical. L'âge, la taille et le poids ont été mesurés et l'indice de masse corporelle (IMC) calculé.

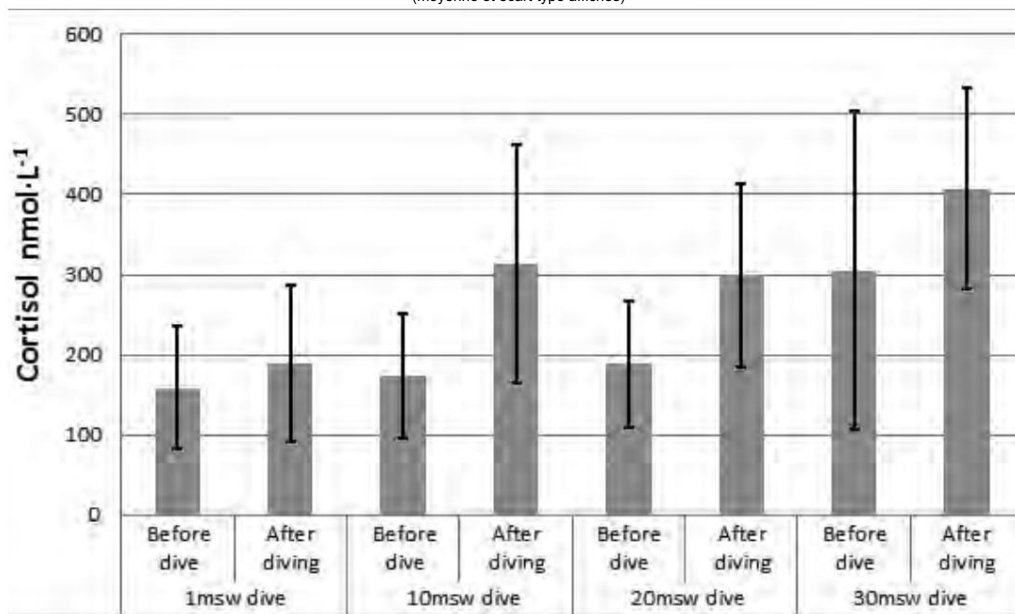
PROCÉDURE

Quatre plongées ont été effectuées pendant quatre jours consécutifs au large de l'île de Qeshm dans le golfe Persique, avec une température de l'eau de 24 +/- 2°C et par temps ensoleillé avec une température de l'air de 27 +/- 2°C. Les plongeurs portaient des combinaisons de 3 mm d'épaisseur. Toutes les plongées ont été effectuées vers 10h00. Les quatre plongées se sont déroulées à des profondeurs de 1, 10, 20 et 30 msw pendant 20 minutes au fond. Les plongeurs sont restés au repos, agenouillés sur le fond marin tout au long de leur séjour en profondeur. L'ordre des plongées n'était pas aléatoire.

Avant la plongée, environ 5 ml de sang ont été prélevés d'une veine de la fosse antécubitale droite dans un tube d'échantillon ordinaire. À la surface à la fin de la plongée, un deuxième échantillon de sang a été prélevé. Tous les échantillons de sang avant et après la plongée ont été prélevés dans un laboratoire moderne à Shiraz et centrifugés à 3 200 tr/min. Le sérum a été séparé et conservé à -25 °C pour être mesuré le lendemain. Le cortisol a été mesuré à l'aide du kit de dosage radioimmunologique du cortisol IM 1841 (société tchèque Beckman Coulter).

Figure 1

Modifications du cortisol sérique (nmol·L⁻¹) avant et après des plongées de 20 minutes à des profondeurs de 1, 10, 20 et 30 mètres d'eau de mer (msw)
(moyenne et écart-type affichés)



MÉTHODES STATISTIQUES

Une ANOVA à mesures répétées a été utilisée pour analyser les changements de cortisol en profondeur. Si la sphéricité n'était pas supposée, une correction de Greenhouse-Geisser était appliquée. Si une différence significative était observée, des tests t de Student appariés étaient utilisés pour analyser des différences spécifiques. Toutes les données sont rapportées sous forme de moyenne et d'écart type (SD). La signification a été supposée au niveau $P \leq 0,025$ après application d'une correction de Bonferroni pour des comparaisons multiples. Le logiciel SPSS 22 a été utilisé.

Résultats

Les 10 plongeurs étudiés avaient un âge moyen de 28 ans (extrêmes 19-39), une taille moyenne de 178 cm (extrêmes 173-184), un poids moyen de 84 kg (extrêmes 72-96) et un IMC de 27 kg·m⁻² (extrêmes 23-30).

Les niveaux de cortisol avant et après la plongée sont indiqués dans la figure 1. Les différences dans les niveaux de cortisol avant la plongée (1 msw, moyenne 158,36 (76,6) nmol·L⁻¹ ; 10 msw, moyenne 173,8 (78,5) nmol·L⁻¹ ; 20 msw, moyenne 188,2 (78,4) nmol·L⁻¹, et à 30 msw, la moyenne de 305,4 (199,1) nmol·L⁻¹) n'a pas atteint la signification statistique après une correction de Bonferroni ($df = 1$, $F = 5,978$, $P < 0,037$). Il y avait des différences significatives entre les niveaux de cortisol avant la plongée ($df = 1$, $F = 5,978$, $P < 0,037$) et les niveaux après la plongée ($df : 1 F = 34,6$, $P < 0,001$) à chaque profondeur.

Les niveaux de cortisol ont augmenté avec l'immersion, quelle que soit la profondeur, par rapport aux niveaux d'avant la plongée, alors qu'ils ont encore augmenté de manière significative après les plongées jusqu'à 10 msw (moyenne 312,6 (SD 148,8) nmol·L⁻¹ ; 20 msw (moyenne 299,1 (114,5) nmol·L⁻¹ et 30 msw (moyenne 406,7 (125,4) nmol·L⁻¹ par rapport à 1 msw (moyenne 189 (97,8) nmol·L⁻¹).

Discussion

Dans une étude des effets de l'augmentation de la pression, des variations des gaz inspirés et de l'utilisation d'un masque lors de plongées en chambre sèche sur le cortisol salivaire chez les plongeurs professionnels, les niveaux ont diminué d'une moyenne de 16,0 nmol·L⁻¹ avant la plongée à 10,3 nmol·L⁻¹ après la plongée ($P < 0,01$).³ Les valeurs de cortisol n'étaient pas liées aux caractéristiques anthropométriques et physiques des plongeurs ni à l'augmentation de la pression, à la variation des gaz inspirés ou à l'utilisation d'un masque. La variation individuelle des valeurs de cortisol était importante. Dans une autre étude en chambre sèche, huit plongeurs professionnels ont été exposés à l'air ou à de l'oxygène à 100 % à 253 kPa pendant 60 min. Comme dans la première étude, les niveaux de cortisol ont diminué de manière significative ($P = 0,001$) au cours des plongées à sec.⁵ Lors d'une plongée hyperbare à saturation jusqu'à 4,1 MPa chez six sujets, la concentration de cortisol salivaire n'a pas changé tout au long de la plongée.⁶

Dans une étude de 1972, les taux plasmatiques de cortisol chez les plongeurs en combinaison étanche avant et après 1 ou 30 plongées en eau froide (12°C) étaient significativement élevés par rapport aux valeurs témoins.⁷ La hausse a été deux fois plus importante avec les plongées à 30 msw (+42%) par rapport à 1 msw (+23%). Les niveaux avant les plongées de 30 mètres étaient 25 % plus élevés qu'avant les plongées de 1 mètre, et toutes les valeurs étaient environ le double de celles observées dans la présente étude. Ces changements ont été attribués à l'anxiété liée à la plongée profonde en eau libre dans une situation de plongée « stressante ».

Dans d'autres études, les niveaux de cortisol salivaire chez les plongeurs débutants ont montré des augmentations significatives avant une séance d'entraînement en piscine et avant une plongée en eau libre par rapport aux valeurs témoins.⁴ Lors d'une immersion prolongée du corps entier dans l'eau froide, le cortisol a démontré une variation diurne marquée. ,

avec de fortes augmentations après 22 heures.⁸ Des niveaux accrus de cortisol ont également été observés chez les plongeurs exposés à un stress de la navigation sous-marine.⁹

Dans la présente étude, le cortisol sérique a augmenté progressivement avec les plongées de profondeur croissante sur une plage de profondeur allant de 1 msw à 30 msw. On sait que le stress psychologique et l'anxiété augmentent le cortisol sérique. Il existe des preuves que les individus caractérisés par des niveaux élevés d'anxiété sont plus susceptibles d'avoir des réactions d'anxiété plus importantes lorsqu'ils sont exposés à un facteur de stress et, par conséquent, ce sous-groupe de la population de plongeurs est exposé à un niveau de risque accru.¹⁰ . ayant un niveau d'anxiété élevé et une mauvaise capacité d'adaptation courent un risque plus élevé de développer des réactions de panique que ceux possédant des mécanismes d'adaptation au stress plus adéquats.¹¹ Cependant, nous n'avons pas évalué nos plongeurs pour leurs niveaux d'anxiété. Étant donné que les plongeurs qui ont participé étaient des plongeurs professionnels expérimentés, il ne semble pas probable que l'anxiété soit le principal facteur à l'origine de ces augmentations.

L'exercice est un facteur modifiant le cortisol. Les variations des concentrations de cortisol libre associées à un test sur tapis roulant jusqu'à épuisement et à une compétition de haut niveau ont été étudiées chez des nageurs de haut niveau.¹² Le cortisol salivaire a été mesuré 30 minutes avant et 15 minutes après la compétition et a été comparé aux concentrations obtenues aux mêmes moments de compétition. la veille et après les tests sur tapis roulant et lors d'une journée de repos. Les niveaux de cortisol étaient significativement plus élevés avant et après la compétition qu'avant et après un test sur tapis roulant. Chez les athlètes d'endurance, le cortisol augmente de manière significative dans le sérum et la salive en réponse à un exercice de haute intensité.¹³ Étant donné que les plongeurs de la présente étude étaient au repos pendant les plongées, il est peu probable que l'activité physique soit le principal facteur à l'origine des augmentations observées.

Le froid est un facteur bien connu qui modifie le cortisol.

Une immersion prolongée du corps entier dans l'eau froide entraîne des niveaux élevés de cortisol plasmatique.⁸ La température de l'eau dans la présente étude était chaude, mais légèrement inférieure ($24 \pm 2^{\circ}\text{C}$) à 30 msw de profondeur qu'à la surface ($27 \pm 2^{\circ}\text{C}$). Comme tous les plongeurs portaient des combinaisons de 3 mm d'épaisseur et qu'aucun ne présentait de signes de froid, il ne semble pas que le froid soit le principal facteur à l'origine de ces changements. Cependant, la température corporelle n'a pas été mesurée.

Nous concluons que les changements observés dans le cortisol sérique étaient principalement le résultat des effets physiologiques de l'immersion combinés à une pression environnementale accrue.

Les références

- 1 Scott E. Cortisol et stress : comment rester en bonne santé. Disponible sur : <http://about.com>. (dernière consultation le 29 novembre 2011).
- 2 Stewart PM, Krone NP. Le cortex surrénalien. Dans : Kronenberg HM, Melmed S, Polonsky KS, Larsen PR, éditeurs. Manuel d'endocrinologie de Williams, 12e éd. Philadelphie, Pennsylvanie : Saunders Elsevier ; 2011 : chap. 15.
- 3 Tikkinen J, Hirvonen A, Parkkola K, Siimes MA. Les effets

d'augmentation de pression, de variation des gaz inspirés et d'utilisation d'un masque lors des plongées en chambre sèche sur le cortisol salivaire chez les plongeurs professionnels. *Plongée Hyperb Med.* 2011;41:211-5.

- 4 Coetzee N. Mesure de la variabilité de la fréquence cardiaque et des niveaux de cortisol salivaire chez les plongeurs débutants. *Journal africain pour l'éducation physique, sanitaire, les loisirs et la danse.* 2011;17:729-41.

- 5 Lund V, Kentala E, Scheinin H, Klossner J, Koskinen P, Jalonen J. Effet des conditions hyperbares sur les taux plasmatiques d'hormone de stress et d'endothéline-1. *Sous-marin Hyperb Med.* 1999;26 :87-92.

- 6 K. Hirayanagi, K. Nakabayashi, K. Okonogi, H. Ohiwa. Activité nerveuse autonome et hormones de stress induites par la plongée hyperbare à saturation. *Sous-marin Hyperb Med.* 2003;30 :47-55.

- 7 Davis FM, Charlier R, Saumarez R, Müller V. Quelques réponses physiologiques au stress de la plongée sous-marine. *Aérospatiale Med.* 1972;43:1083-8.

- 8 Smith DJ, Deuster PA, Ryan CJ, Doute TJ. Immersion prolongée du corps entier dans l'eau froide : changements hormonaux et métaboliques. *Recherche biomédicale sous-marine.* 1990;17 : 139-47.

- 9 Morgan CA, Rasmusson A, Pietrzak RH, Coric V, Southwick SM. Relations entre la déhydroépiandrostérone plasmatique et le déhydroépiandrostérone sulfate, le cortisol, les symptômes de dissociation et les performances objectives chez les humains exposés au stress de la navigation sous-marine. *Psychiatrie Biologique.* 2009;66 : 334-40.

- 10 Morgan WP. Anxiété et panique chez les plongeurs récréatifs. *Médecine du sport.* 1995;20 : 398-421.

- 11 Anegg U, G Dietmaierb, A Maiera, F Tomasellia, S Gabora, KW Kallusc, FM Smolle-Jüttnerl. Réponses hormonales et émotionnelles induites par le stress chez les plongeurs : une étude sur le terrain. *Sciences de la vie.* 2002;70 : 2721-34.

- 12 Aubets J, Seggura J. Le cortisol salivaire comme marqueur du stress lié à la compétition. *Sciences et Sports.* 1995;1Q:149-54.

- 13 Van Bruggen MD, Hackney AC, McMurray RG, Ondrak KS. La relation entre les niveaux de cortisol sérique et salivaire en réponse à différentes intensités d'exercice. *Int J Sports Physiol Perform.* 2011;6:396-407.

Conflit d'intérêts : nul

Soumis : 05 septembre 2013

Accepté : 30 juillet 2014

Rasoul Zarezadeh¹ , Mohammad Ali Azarbayjani²

¹ Département d'éducation physique (direction des sciences et de la recherche), Université islamique Azad, Fars, Iran

² Département d'éducation physique (branche centrale de Téhéran), Université islamique Azad, Téhéran, Iran

Adresse pour correspondance:
Rasoul Zarezadeh

8 Bâtiment Ava, Allée 8, Avenue Shahid Hadadi
Chiraz, Fars, Iran
Code postal : 71439-54845

Téléphone : +98-(0)711-2274543

Courriel : <zzsport@yahoo.com>

Rapport de cas

Oxygénothérapie hyperbare pour torsion testiculaire unilatérale chez un enfant

Alpe Bilal Firat, Gamze Cebi, Adem Özdemir, Hasan Cem Irkilata et Günalp Uzun

Abstrait

(Alp BF, Cebi G, Özdemir A, Irkilata HC, Uzun G. Oxygénothérapie hyperbare pour torsion testiculaire unilatérale chez un enfant. Plongée et médecine hyperbare. 2014 septembre ;44(3):161-162.)

La torsion du testicule est une urgence urologique survenant le plus souvent chez les adolescents. Il a été démontré que le traitement hyperbare à l'oxygène (HBOT) atténue les lésions de reperfusion dans l'ischémie expérimentale du testicule. Nous rapportons un garçon de 13 ans présentant une ischémie testiculaire droite prolongée. Malgré l'intervention chirurgicale, la couleur des testicules est restée médiocre. Il a subi une cure postopératoire de 10 OHB sur 8 jours, avec restauration du flux sanguin au Doppler couleur et réduction des œdèmes.

Après quatre mois de suivi, les testicules semblaient normaux à l'échographie. À notre connaissance, il s'agit du premier cas publié de torsion testiculaire traitée par OHB.

Mots clés

Voie génito-urinaire, enfants, oxygénothérapie hyperbare, lésion de reperfusion, à propos d'un cas

Introduction

La torsion des testicules et du cordon spermatique est une urgence urologique survenant le plus souvent chez les adolescents.¹ Chez 5 à 6 % des patients, la torsion est secondaire à un traumatisme.² La torsion interrompt l'apport sanguin, entraînant des lésions ischémiques du testicule. De plus, le rétablissement du flux sanguin via une intervention chirurgicale (détorsion) peut entraîner une lésion de reperfusion. Le stress oxydatif et l'inflammation associés à la reperfusion contribuent aux lésions des cellules germinales.³ Par conséquent, des traitements supplémentaires autres que le rétablissement de l'apport sanguin sont nécessaires pour prévenir le développement de lésions des cellules germinales chez ces patients.⁴

Il a été démontré que l'oxygénothérapie hyperbare (OHB) atténue les lésions de reperfusion dans un certain nombre d'organes, y compris les testicules.^{3,5} À notre connaissance, l'utilisation de l'OHB n'a pas été rapportée pour la torsion testiculaire. Nous rapportons ici un patient présentant une ischémie testiculaire prolongée due à une torsion, partiellement soulagée par la chirurgie et traitée avec succès par l'ajout d'OHB.

Rapport de cas

Un garçon de 13 ans s'est présenté dans un autre service d'urgence pour se plaindre d'une douleur et d'un gonflement sévères au scrotum, qui ont été remarqués pour la première fois à 7 heures. Un traitement par antibiotique et anti-inflammatoire a été débuté sur la base du diagnostic d'orchite. Plus tard le même jour (16 h 30), il a été admis aux urgences de notre hôpital en raison d'une douleur croissante. L'évaluation urologique a révélé un antécédent d'accident alors qu'il faisait du vélo la veille. À l'examen, un œdème scrotal et une légère hyperémie ont été observés. Son testicule droit était

très douloureux à la palpation et il n'y avait pas de soulagement de la douleur avec une élévation testiculaire (signe de Phren négatif), indiquant une torsion testiculaire. Le testicule gauche était de taille normale et peu douloureux à la palpation. L'échographie Doppler couleur scrotale (CDU) a montré un testicule droit mesurant 31 x 21 x 17 mm et gauche 31,2 x 18,8 x 17,7 mm. Aucun flux sanguin artériel épидидymaire ou testiculaire droit n'a pu être détecté sur la CDU.

Une intervention chirurgicale d'urgence a été réalisée à 18 h 30 (11 à 12 h après l'apparition des symptômes). Lors de l'intervention chirurgicale, une torsion de 360° du testicule droit a été constatée et le testicule était complètement violet. Malgré la détorsion testiculaire et l'application de sérum chaud pendant 45 minutes, la couleur des testicules ne s'est pas améliorée. Cependant, des saignements ont été observés dans une petite incision pratiquée dans le testicule droit. L'intervention chirurgicale a été complétée par une fixation testiculaire bilatérale. Compte tenu de la durée prolongée de l'ischémie et de l'obstruction artérielle complète, le garçon a été orienté vers une OHB après consentement éclairé des parents.

La première OHB a débuté environ 5 heures après l'opération (environ 18 heures après l'apparition des symptômes). L'OHB a été réalisée à 243 kPa pendant 90 minutes, entrecoupées de deux pauses aériennes de 5 minutes. Deux autres OHB ont été administrées 15 et 26 heures après l'opération, suivies de séances quotidiennes pour un total de 10 séances, sans incident.

Le CDU au cinquième jour postopératoire a montré un flux sanguin artériel épидидymaire et testiculaire droit normal. La taille du testicule droit était significativement augmentée par rapport au gauche. Le garçon a été libéré sans aucune plainte au bout de huit jours. Lors d'un suivi de quatre mois, l'échographie Doppler a montré que la taille du testicule droit était de 21,6 x 17,7 x 15,9 mm et celle du gauche de 31,4 x 18,7 x 17,8 mm.

Discussion

Un diagnostic précoce et un traitement chirurgical sont importants pour obtenir les meilleurs résultats dans le traitement de la torsion testiculaire. La nécrose testiculaire se développe si la torsion testiculaire n'est pas corrigée dans les 4 à 6 heures en cas d'occlusion artérielle complète.^{6,7} Une atrophie testiculaire accompagnée d'une hypofertilité se développe chez les deux tiers des patients à long terme.⁶ Les deux facteurs les plus importants déterminant l'issue après la torsion testiculaire est la durée et le degré de torsion testiculaire.

Le taux de réussite est de 100 % si le patient est traité dans les 6 heures suivant l'apparition des symptômes, de 70 % s'il est traité entre 6 et 12 heures et seulement de 20 % s'il est traité entre 12 et 24 heures.⁸ Au-delà de 10 h de torsion, la plupart des patients aura une atrophie significative, à moins qu'une réduction spontanée ne se soit produite ou que la torsion soit limitée à 180°–360°. Avec une torsion > 360° qui dure plus de 24 heures, tous les patients auront une atrophie complète ou sévère.⁹ Dans notre cas, le patient avait une torsion de 360° et cela n'a été corrigé qu'environ 12 heures après l'apparition des symptômes.

Il présente donc un risque élevé de nécrose ou d'atrophie testiculaire.

L'OHB est une modalité de traitement sûre, largement utilisée pour diverses indications. L'OHB administrée pendant l'ischémie ou la reperfusion réduit les lésions des cellules germinales dans un modèle animal de torsion testiculaire.⁵ Ses effets bénéfiques sont liés à la réduction du recrutement des neutrophiles, à l'inhibition de la sécrétion de cytokines inflammatoires, à l'activation d'enzymes antioxydantes et au blocage de la peroxydation lipidique chez le rat.³ Poids et la production quotidienne de spermatozoïdes à un mois ne s'est améliorée que chez les rats traités par HBO dans cette étude.³ À notre connaissance, l'utilisation de l'OHB pour la torsion testiculaire chez un enfant n'a pas été rapportée auparavant. Compte tenu de la durée prolongée de l'ischémie et de l'obstruction artérielle complète chez notre patient, nous avons souhaité utiliser l'OHB pour prévenir les lésions de reperfusion. Un suivi à long terme serait nécessaire pour savoir si l'atrophie testiculaire et l'hypofertilité ont été évitées dans ce cas.

En conclusion, nous avons utilisé avec succès l'OHB chez un garçon présentant une torsion testiculaire prolongée et une ischémie. Cependant, nous ne pouvons pas approuver l'utilisation systématique de l'OHB chez ces patients tant que les résultats des essais cliniques ne seront pas disponibles.

Les références

- 1 Smith-Harrison LI, Koontz WW. Torsion du testicule : évolution des concepts. Série de mises à jour AUA. 1990 ; 9 : 250-4.
- 2 Seng YJ, Moissinac K. Torsion testiculaire induite par un traumatisme : un rappel pour les imprudents. J Accid Emerg Med. 2000;7:381-2.
- 3 Zhang Y, Lv Y, Liu YJ, Yang C, Hu HJ, Meng XE et al. L'oxygénothérapie hyperbare chez le rat atténue les lésions testiculaires d'ischémie-reperfusion grâce au blocage du stress oxydatif, à la suppression de l'inflammation et à la réduction de la formation d'oxyde nitrique. Urologie. 2013;82 : 489.e9-489.e15.
- 4 Turner TT, Bang HJ, Lysiak JL. La pathologie moléculaire de la torsion testiculaire expérimentale suggère un traitement complémentaire à la réparation chirurgicale. J Urol. 2004;72 : 2574-8.

5 Kolski JM, Mazolewski PJ, Stephenson LL, Texter J, Grigoriev VE, Zamboni WA. Effet de l'oxygénothérapie hyperbare sur les lésions d'ischémie-reperfusion testiculaire. J Urol. 1998;160 :601-4.

6 Miller DC, Peron SE, Keck RW, Kropp KA. Effets de l'hypothermie sur l'ischémie testiculaire. J Urol. 1990 ; 143 : 1046-8.

7 Smith GI. Modifications cellulaires dues à une ischémie testiculaire graduée. J Urol. 1955 ; 73 : 355-62.

8 séances AE, Rabinowitz R, Hulbert WC, Goldstein MM, Mevorach RA. Torsion testiculaire : direction, degré, durée et désinformation. J Urol. 2003;169 :663-5.

9 Visser AJ, Heyns CF. Fonction testiculaire après torsion du cordon spermatique. BJU Int. 2003;92:200-3

Reconnaissance

Nous remercions les parents de notre patient pour leur consentement éclairé à l'OHB et notre patient pour sa coopération.

Conflit d'intérêts/financement : nul

Soumis : 28 mai 2014

Accepté : 08 juillet 2014

Bilal Firat Alp¹ , Gamze Cebi² , Adem Özdemir² , Hasan Cem Irkilata¹ , Gunalp Uzun²

¹ Département d'urologie, Académie de médecine militaire de Gülhane, Etlik, Ankara, Turquie

² Département de médecine sous-marine et hyperbare, Gülhane Académie de médecine militaire

Adresse pour correspondance:

Dr Gamze Çebi

GATA Sualti Hekimligi et Hiperbarik Astuce AD
06100 Etlik

Ankara, Turquie

Téléphone : +90-(0)312-304-4793

Télécopie : +90-(0)216-348-7880

Courriel : <gamze_cebi_@hotmail.com>

Le monde tel qu'il est

Enquête sur les modèles de référence et les attitudes à l'égard du traitement à l'oxygène hyperbare parmi les oncologues danois, les chirurgiens des oreilles, du nez et de la gorge et les chirurgiens bucco-dentaires et maxillo-faciaux

Lone Forner, Anne Lee et Erik Christian Jansen

Abstrait

(Forner L, Lee A, Jansen EC. Enquête sur les modèles de référence et les attitudes à l'égard du traitement hyperbare à l'oxygène parmi les oncologues danois, les chirurgiens des oreilles, du nez et de la gorge et les chirurgiens bucco-dentaires et maxillo-faciaux. *Plongée et médecine hyperbare*. Septembre 2014;44(3):163-166.)

Chez les patients atteints d'un cancer de la tête et du cou présentant une radiolésion tardive, l'oxygène hyperbare (HBO) est utilisé à des fins thérapeutiques ou prophylactiques contre les tissus mous et l'ostéoradionécrose (ORN). Vingt-neuf services d'oncologie, d'ORL, de chirurgie buccale et maxillo-faciale (OMF) ont été interrogés à l'aide de l'outil Enalyzer <www.enalyzer.com>, parmi lesquels 21 ont répondu. Les données étaient incomplètes dans quatre déclarations. Au cours de l'année précédente, 14 départements avaient orienté au moins un patient vers une oxygénothérapie hyperbare (OHB). Il semble y avoir une attitude généralement positive dans les services danois d'OMF, d'ORL et d'oncologie à l'égard de l'orientation des patients atteints d'ORN pour l'OHB. Cependant, il existe un désir croissant de meilleures preuves de son rôle dans le cancer de la tête et du cou dans la prévention et le traitement des lésions des tissus mous et de l'ostéonécrose après radiothérapie.

Mots clés

Ostéoradionécrose, nécrose osseuse, oxygénothérapie hyperbare, radiothérapie, questionnaire, enquête

Introduction

Chez les patients atteints d'un cancer de la tête et du cou présentant une radiolésion tardive, l'oxygénothérapie hyperbare (HBOT) est utilisée à des fins thérapeutiques ou prophylactiques contre les lésions des tissus mous et l'ostéo-radionécrose (ORN). Il existe certaines preuves d'un effet clinique de l'OHB sur l'ORN ; cependant, des recherches plus approfondies dans ce domaine sont souhaitables afin de renforcer les preuves, car peu d'études – en particulier des essais randomisés – ont été menées à cette fin.¹ Le niveau de preuves existant sur l'OHB peut donner lieu à des différences dans les modèles de référence parce que les attitudes sont plutôt que les faits peuvent être décisifs pour le choix du traitement. Ainsi, le but de cette enquête était d'évaluer les schémas d'orientation et les attitudes à l'égard de l'OHB au Danemark.

Au Danemark, l'OHB est organisée par le système de santé public. Il existe une chambre multiplace de sept places à l'hôpital universitaire de Copenhague, tandis que l'hôpital universitaire d'Aarhus et l'hôpital universitaire d'Odense disposent chacun d'une chambre monoplace. Le traitement standard est de 30 expositions hyperbares à 243 kPa pendant 90 minutes avec 5 minutes de compression et 5 minutes de décompression.

Au moment de cette enquête, la chambre d'Odense n'était pas encore installée. Les trois chambres sont accessibles au grand public. Lors de la référence, le médecin généraliste ou un service hospitalier oriente le patient vers l'unité OHB. Le financement est accordé sans qu'il soit nécessaire de faire une demande individuelle. Généralement, les indications figurant sur le site Web de l'UHMS sont considérées comme des « indications approuvées ».

Patients et méthodes

En janvier 2010, le système de santé en ligne officiel danois <www.sundhed.dk> a été recherché pour identifier les hôpitaux dotés de départements d'oncologie, d'ORL et de chirurgie buccale et maxillo-faciale (OMF). Vingt-neuf départements ont été invités à participer à l'enquête. L'enquête a été réalisée à l'aide de l'outil Enalyzer <www.enalyzer.com>.

Résultats

TAUX DE RÉPONSE

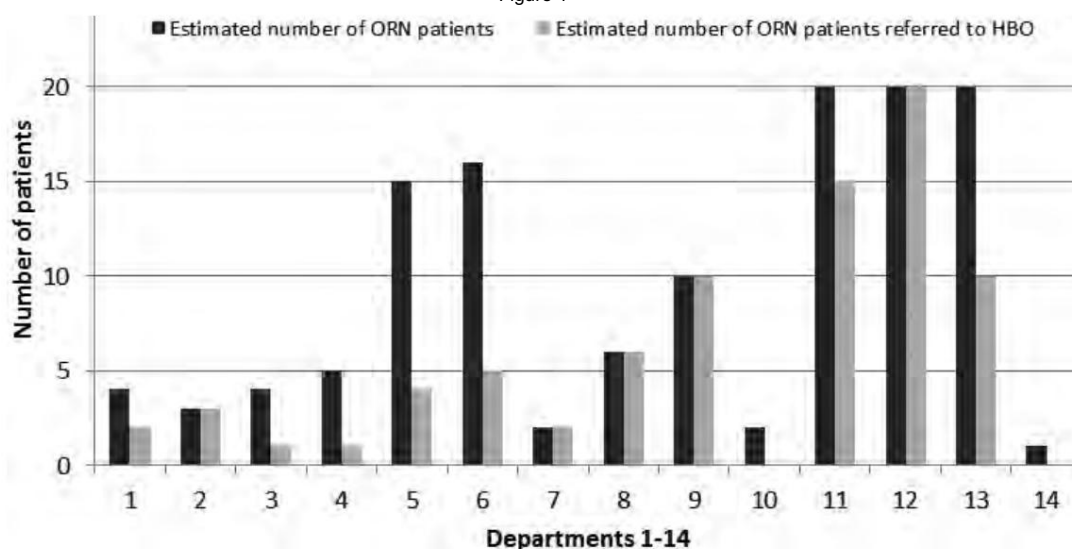
Vingt-deux des 29 départements ont répondu ; neuf oncologues sur 10, sept chirurgiens ORL sur douze et six chirurgiens OMF sur sept. L'un des 22 répondants n'a pas souhaité participer. Sur les 21 contributions, quatre des réponses étaient incomplètes. Quatorze répondants/

Les départements ont déclaré avoir référé pour l'OHB au moins un patient atteint d'ORN au cours de la dernière année. L'hôpital universitaire de Copenhague est un centre national de traitement de l'ORN et compte par conséquent un grand nombre de patients par rapport aux autres centres (Figure 1). En outre, la population autour de Copenhague est la plus importante, ce qui explique le nombre plus élevé de patients dans cet hôpital.

MODÈLES DE RÉFÉRENCE

Parmi les 14 répondants qui avaient référé au moins un cas de ORN, 13 ont répondu qu'ils réfèrent régulièrement des patients pour

Figure 1



OHB ; personne n'a déclaré avoir cessé de référer des patients à l'OHB par le passé. Trois répondants ont déclaré avoir eu recours à des conseils diététiques auprès des patients ORN. L'un d'eux a fait remarquer que les patients bien nourris semblaient avoir une meilleure récupération de l'ORN. L'un d'entre eux a déclaré « aucun autre traitement ». Quatre ont déclaré « autre traitement ». Cela a été précisé comme « antibiotiques » par deux répondants, la purification et les antibiotiques par un répondant et un oncologue ont ensuite signalé une « orientation vers le service de chirurgie buccale et maxillo-faciale ».

Huit répondants ont référé des patients à l'hôpital universitaire de Copenhague ; pour six, c'était la chambre la plus proche. Les cinq autres ont orienté les patients vers la chambre monoplace de l'hôpital universitaire d'Aarhus, tandis que deux ont orienté vers les deux centres, en fonction des souhaits du patient, bien qu'ils soient originaires de la région la plus proche de la chambre monoplace d'Aarhus. Les raisons du choix du centre de référence étaient principalement « géographiques », tandis que l'une d'elles citait « les installations pour les patients » comme raison, et dans un autre cas, la chirurgie de reconstruction après l'OHB était prévue à Aarhus. Trois n'ont donné aucune raison.

ATTITUDES

Sur les 14 répondants, 10 (trois oncologues, deux chirurgiens ORL et cinq chirurgiens OMF) ont répondu qu'ils estimaient que « le traitement est utile aux patients ». Cinq d'entre eux estimaient que « l'effet était discutable ». Neuf ont déclaré que « le traitement était généralement bien accepté par les patients ». Parmi les réponses indiquées dans notre enquête à la question 8 (voir tableau 1), six indiquent qu'« il y a des patients qui ne veulent pas de ce traitement », tandis qu'une seule indique que « les patients ne veulent généralement pas de ce traitement ».

Ce dernier répondant (oncologue) était le même qui n'a pas orienté les patients vers l'OHB. Supplémentaire

les commentaires à la question étaient « il est difficile d'estimer l'effet de l'OHB, car les patients subissent généralement également une intervention chirurgicale » (oncologue) et « les patients se sentent accueillis dans l'établissement hyperbare et traités par un personnel aimable » (chirurgien OMF).

Sept répondants ont indiqué qu'un ou deux patients par an refuseraient l'OHB pour diverses raisons, notamment les distances de déplacement, divers facteurs physiques et psychosociaux, « l'anxiété de l'inconnu », « un retour en arrière vers la radiothérapie » et un « manque de garantie quant à l'effet clinique ». ».

Plusieurs répondants ont signalé la distance et le manque de preuves comme obstacles au recours à l'OHB. Huit ont signalé un « manque de preuves ». Un répondant (oncologue) a déclaré que certains cas de croissance tumorale accrue de cancer récurrent, probablement dans une zone hypoxique, avaient été observés dans son service.

Les répondants en oncologie avaient tendance à être plus sceptiques que les chirurgiens à l'égard de l'OHB. Onze répondants ont indiqué que de meilleures preuves de l'effet bénéfique de l'OHB les inciteraient à l'utiliser plus souvent. Il y avait une cohérence entre ce que les répondants considéraient comme des obstacles au traitement et ce qu'ils considéraient comme des changements nécessaires qui entraîneraient une plus grande utilisation de ce traitement.

Discussion

Cette enquête montre que la plupart des médecins référents au Danemark considèrent généralement l'OHB comme utile aux patients atteints d'ORN, bien qu'ils critiquent également le niveau de preuve existant, y voyant un obstacle majeur à l'OHB. À cet égard, le traitement OHB pourrait ne plus être proposé aux patients ORN si des preuves plus convaincantes ne sont pas fournies. À cette fin, des groupes de recherche danois et néerlandais ont lancé des ECR avec la participation d'autres pays européens (informations disponibles sur <www.clinicaltrials.gov>).

Une étude de Marx a montré un effet thérapeutique de l'OHB sur l'ostéoradionécrose. Parmi les 268 patients inclus, 100 % ont été résolus au cours des trois étapes du protocole Marx, 38 au stade 1 et 48 au stade 2 tandis que 182 ont progressé jusqu'au stade 3 avant la résolution de la maladie.² Une étude randomisée française a rapporté un meilleur résultat statistiquement significatif dans le bras placebo (32 %) que dans le bras OHB (19 %).³ Cependant, cette étude a été largement critiquée pour sa conception, y compris des problèmes tels que l'observance du traitement, la puissance statistique, le manque de critères diagnostiques bien définis, le manque de stratification selon La qualité de cette étude souligne la nécessité d'essais randomisés bien conçus dans ce domaine.

En général, les services se réfèrent au centre hyperbare régional le plus proche pour des raisons économiques et du fait d'accords de collaboration clinique. Cependant, un département du Jutland du Nord, qui était le plus proche de la chambre monoplace, a répondu qu'il référerait ses patients vers la chambre multiplace de Copenhague en raison des installations disponibles pour les patients. Les personnes interrogées des deux autres départements du Jutland du Nord ont laissé les patients choisir l'établissement hyperbare qu'ils préféraient, malgré la relation géographique avec Aarhus. Cela indique qu'une culture peut se développer dans un établissement qui pourrait potentiellement affecter les décisions cliniques.

Cela montre également que l'environnement et les installations sont d'une grande importance pour les patients, ce qui semble logique compte tenu du temps qu'ils passent dans le service au cours de leur traitement.

L'OHB est bien acceptée par les patients puisqu'un seul répondant a déclaré que les patients ne souhaitent généralement pas ce traitement. Ce répondant était l'un des quatre qui remettaient en question l'efficacité de l'OHB. Cela indique que l'attitude du médecin peut affecter l'attitude des patients à l'égard du traitement. En dehors de cela, les obstacles rencontrés par les patients semblent pour la plupart être géographiques, liés à la santé ou psychologiques.

L'augmentation de la croissance tumorale par l'OHB chez les patients atteints d'un cancer récurrent est une préoccupation fréquemment soulevée. Les effets connus de l'OHB sur l'angiogenèse et la régénération cellulaire ont conduit à soupçonner une stimulation similaire de la croissance tumorale. Une revue Cochrane a conclu qu'il existe certaines preuves selon lesquelles l'OHB améliore le contrôle des tumeurs locales et la mortalité ainsi que la récurrence des tumeurs locales pour le cancer de la tête et du cou. D'autres revues soutiennent cette conclusion, affirmant que la littérature publiée dans ce domaine fournit peu de fondement à l'opinion selon laquelle l'oxygène hyperbare favorise la croissance maligne ou les métastases.^{5–7}

En conclusion, d'autres essais randomisés sont nécessaires afin de mieux déterminer le rôle de l'OHB dans la prévention et le traitement des lésions des tissus mous et de l'ostéoradionécrose en oncologie de la tête et du cou.

L'importance d'une approche multidisciplinaire forte entre chirurgie OMF/ORL,

Tableau 1

Questionnaire envoyé aux participants ; OHB – traitement hyperbare à l'oxygène ; ORN – ostéoradionécrose

1. Êtes-vous un :
 - a) Oncologue
 - b) Chirurgien oto-rhino-laryngologie
 - c) Chirurgien buccal et maxillo-facial
2. Combien de patients ORN sont diagnostiqués/traités chaque année dans votre service ?
3. Combien d'entre eux ont été (évalueriez-vous) orientés vers l'OHB ?
4. Quel(s) traitement(s), en dehors de la chirurgie, votre service propose-t-il pour l'ORN ?
 - a) Orientation vers une OHB
 - b) Utilisé pour orienter vers l'OHB, mais a maintenant cessé c) Conseils diététiques
 - d) Aucun autre traitement
 - e) Autres traitements que ci-dessus
5. En cas d'« autre traitement », quel(s) traitement(s) votre service propose-t-il ?
6. Si vous faites référence à une OHB, à quelles installations hyperbares faites-vous référence ?
 - a) Copenhague
 - b) Aarhus
7. Quelle est la raison pour laquelle les patients sont orientés vers l'établissement choisi ?
8. Quelle est votre expérience départementale avec les patients traités par HBO ? (plusieurs réponses peuvent être choisies)
 - a) Nous pensons que cela est utile aux patients
 - b) Nous remettons en question l'effet
 - c) Le traitement est généralement bien accepté par les patients
 - d) Il y a des patients qui ne veulent pas de ce traitement
 - e) Les patients ne veulent généralement pas de ce traitement
 - f) Autres expériences
9. Si vous avez d'autres expériences, veuillez les décrire :
10. Combien de patients refusent l'OHB chaque année ?
11. Selon vous, quelle est la raison pour laquelle les patients refusent l'OHB ?
12. Quels sont les obstacles à l'OHB des patients ORN ?
 - a) Manque de preuves
 - b) Distance jusqu'à l'unité HBO la plus proche
 - c) Autre
13. Si autre, veuillez préciser :
14. Quels facteurs pourraient accroître le recours à l'OHB ?
 - a) De meilleures preuves pour le traitement
 - b) Distance à l'unité hyperbare la plus proche
 - c) Autre
15. Si autre, veuillez préciser.

On ne saurait trop insister sur l'oncologie et la médecine hyperbare, car elles sont essentielles au succès du traitement. Cela serait encore plus efficace si l'accent était davantage mis sur le développement de meilleurs systèmes de classification et de lignes directrices internationales en matière de traitement.

Les références

- 1 Bennett MH, Feldmeier J, Hampson N, Smee R, Milross C. Oxygénothérapie hyperbare pour les lésions tissulaires radiologiques tardives. Base de données Cochrane Syst Rev. 16 mai 2012 ; 5 : CD005005. est ce que je: 10.1002/14651858.CD005005.pub3.
- 2 Marx REJ Ohnson RP, Ligne K SN. Prévention de l'ostéonécrose : une étude randomisée essai clinique prospectif de l'oxygène hyperbare par rapport à la pénicilline. J Am Dent Assoc. 1985;111 :65-105.
- 3 Annane D, Depondt J, Aubert P, Villart M, Géhanno P, Gajdos P et al. Oxygénothérapie hyperbare pour la radionécrose de la mâchoire. Un essai randomisé, contrôlé par placebo et en double aveugle du groupe d'étude ORN96. J Clin Oncol. 2004;22:4893-900.
- 4 Shaw RJ, Dhanda J. Oxygène hyperbare dans la prise en charge des radiolésions tardives de la tête et du cou. Partie I : Traitement. Br J Oral Maxillofac Surg. 2011;49 : 2-8.
- 5 Bennett MH, Feldmeier J, Smee R, Milross C. Oxygénation hyperbare pour la sensibilisation des tumeurs à la radiothérapie. Base de données Cochrane Syst Rev. 18 avril 2012 ; 4 : CD005007. est ce que je: 10.1002/14651858.CD005007.pub3.
- 6 Feldmeier J, Carl U, Hartmann K, Sminia P. Oxygène hyperbare : favorise-t-il la croissance ou la récurrence d'une tumeur maligne ? Sous-marin Hyperb Med. 2003 ; 30 : 1-18.
- 7 MacDonald HM. Oxygénation hyperbare chez le patient atteint de malignité : amie ou ennemie ? Plongée Hyperb Med. 2007;37:133-8.

Remerciements

Nous remercions le Conseil national danois de la santé pour son soutien financier à l'évaluation des technologies de la santé associée. Nous remercions également Inge Eiseensee de l'hôpital universitaire de Copenhague pour avoir géré l'outil Enalyzer et organisé l'enquête, ainsi que les répondants pour leur participation à l'enquête.

Soumis : 08 janvier 2014

Accepté : 14 juillet 2014

Fornier solitaire^{1,2}, Anne Lee³, Erik Christian Jansen¹

¹ Département d'anesthésie, hôpital universitaire de Copenhague, Copenhague, Danemark

² Département de chirurgie buccale et maxillo-faciale, Copenhague Hôpital universitaire, Copenhague, Danemark

³ Centre de recherche appliquée et de technologie en matière de services de santé Évaluation, Université du Danemark du Sud, Odense, Danemark

Adresse pour correspondance:
Fornier solitaire

Département d'anesthésie
Hôpital universitaire de Copenhague
Blegdamsvej 9
DK-2100 Copenhague, Danemark
Téléphone : +45-(0)2-639-6440
Courriel : <lone.fornier@rh.regionh.dk>

Réimprimé à partir d'autres sources

Influence des plongées quotidiennes répétées sur la contrainte de décompression

Zanchi J, Ljubkovic M, Denoble PJ, Dujic Z, Ranapurwala SI et Pollock NW

Abstrait

L'acclimatation (un changement adaptatif en réponse à une exposition environnementale répétée) à la plongée pourrait réduire le stress de décompression. Une diminution des embolies gazeuses veineuses circulantes après la plongée (VGE ou bulles) représenterait une acclimatation positive.

Le but de cette étude était de déterminer si quatre jours de plongée quotidienne modifiaient les niveaux de bulles après la plongée. Seize plongeurs masculins ont effectué des plongées à l'air identiques sans décompression pendant quatre jours consécutifs à 18 mètres d'eau de mer pendant 47 minutes au fond. La surveillance VGE a été réalisée par échocardiographie transthoracique toutes les 20 minutes pendant 120 minutes après la plongée. La réalisation de plongées quotidiennes identiques a entraîné une diminution progressive des chances (ou du risque logit) d'avoir des bulles de qualité relativement plus élevée pendant des jours consécutifs. Les probabilités au jour 4 étaient la moitié de celles du jour 1 (OR 0,50, IC à 95 % : 0,34, 0,73). Le rapport de cotes pour un grade de bulle > III au jour 4 était de 0,37 (IC à 95 % : 0,20, 0,70) par rapport au jour 1. La présente étude indique que les plongées quotidiennes répétitives peuvent réduire la formation de bulles, ce qui représente une acclimatation positive (protectrice) à plongée. Des travaux supplémentaires sont nécessaires pour évaluer l'impact de jours de plongée supplémentaires et de plusieurs jours de plongée et pour déterminer si l'effet est suffisant pour modifier le risque absolu d'accident de décompression.

Réimprimé avec l'aimable autorisation de Zanchi J, Ljubkovic M, Denoble PJ, Dujic Z, Ranapurwala SI, Pollock NW.

Influence des plongées quotidiennes répétées sur la contrainte de décompression. Int J Sports Med. 2013 ; DOI 10.1055/s-0033-1334968.

Le témoin silencieux : utilisation des enregistrements informatiques de plongée dans les enquêtes sur les accidents mortels en plongée

Martin DJ Sayer et Elaine Azzopardi

Abstrait

(Sayer MDJ, Azzopardi E. Le témoin silencieux : utilisation des enregistrements informatiques de plongée dans les enquêtes sur les décès en plongée. Plongée et médecine hyperbare. Septembre 2014 ; 44(3) : 167-169.)

Les données téléchargées à partir des ordinateurs de plongée peuvent offrir des informations inestimables sur les incidents de plongée entraînant des décès. Ces données constituent une partie essentielle des enquêtes ultérieures ou des actions en justice liées à l'incident de plongée. Il est souvent tentant d'accepter sans poser de questions les informations affichées à partir d'un téléchargement sur ordinateur. Cependant, il existe une grande variabilité entre les marques et les modèles d'ordinateurs de plongée dans la manière dont les données sont enregistrées, stockées et réaffichées et il faut faire preuve de prudence dans l'interprétation des preuves. Lorsqu'ils rendent compte des données téléchargées, les enquêteurs doivent être pleinement conscients des limites des données récupérées. Ils doivent également savoir exactement comment interpréter des paramètres tels que : la précision du profil de plongée ; les effets des différents paramètres de mode ; la précision des températures d'eau affichées ; le potentiel de déformer les fréquences respiratoires lorsqu'il existe des données provenant de systèmes de surveillance intégrés, et être capable de contester certaines formes d'informations affichées soit par un remodelage basé sur les profils pression/temps, soit en testant les ordinateurs dans des conditions standardisées.

Mots clés

Décès en plongée, accidents de plongée, enquêtes, ordinateurs – plongée

Introduction

Dans leur examen des changements récents dans les enquêtes sur les décès en plongée, Edmonds et Caruso mettent en évidence les types d'informations possibles qui peuvent faciliter les enquêtes via le téléchargement d'ordinateurs de plongée.¹ Nous sommes entièrement d'accord avec les auteurs sur le fait que les données extraites des ordinateurs de plongée peuvent générer un enregistrement indicatif de l'incident. plongée et, dans la plupart des cas, l'historique de la plongée précédente. Nous convenons également que ces enregistrements peuvent être d'une extrême valeur dans les incidents où le plongeur meurt seul et/ou lorsqu'il existe des rapports contradictoires sur la plongée incidente. Nous invitons toutefois à la prudence quant à la manière dont ces données sont acceptées et interprétées. Nous souhaitons en particulier souligner les domaines dans lesquels l'exactitude des informations produites lors du téléchargement nécessite une analyse supplémentaire. Même si certains des points que nous soulevons pourraient être considérés comme pédants, ils sont tous pertinents pour les interrogatoires qui ont eu lieu lors d'enquêtes sur des accidents mortels (Écosse), d'enquêtes du coroner (Angleterre/Pays de Galles) ou d'affaires juridiques connexes.

Manipulation de l'ordinateur de la victime

À la réception de l'ordinateur de plongée, il est de pratique courante de réaliser un enregistrement photographique complet de l'unité. En cas de retard, de nouvelles piles peuvent être nécessaires pour lancer une enquête. Cela peut affecter la qualité des informations téléchargées et doit être mentionné dans tout rapport produit ; cela peut également entraîner une perte totale de données. Si l'ordinateur affiche l'heure, une comparaison est effectuée entre ce qui est affiché et l'heure réelle. De nombreux ordinateurs stockent des informations de plongée accessibles sans télécharger l'appareil. Cependant, c'est principalement avec les données téléchargées que des difficultés d'interprétation pourraient survenir. En général, la plupart des téléchargements fournissent un résumé

journal de bord de l'historique des plongées et des informations plus détaillées sur les plongées réellement effectuées. Les informations du journal de bord de l'ordinateur de plongée peuvent être utilisées pour donner un bon aperçu de l'historique de plongée précédant l'incident. Invariablement, la plupart des ordinateurs stockent au moins les paramètres de base des plongées (date, profondeur maximale, durée, heures de début et de fin) ; certains stockent des informations beaucoup plus détaillées, y compris des profils de plongée complets, bien que le volume d'informations stockées varie d'un modèle à l'autre.² Les vérifications initiales de l'horloge de l'ordinateur par rapport à l'heure réelle fourniront des informations de base sur les différences auxquelles on pourrait s'attendre lors du téléchargement. Dans un petit nombre de cas, les heures sur l'ordinateur de plongée ont été modifiées par rapport à l'heure de l'ordinateur sur lequel elles avaient été téléchargées ; les variations causées par les changements d'heure d'été doivent également être vérifiées. Il est évidemment important que chaque ordinateur se voit attribuer son propre fichier journalisé, mais l'écrasement d'autres fichiers, pour produire des fichiers contaminés par des données provenant de plusieurs téléchargements, est possible à l'aide de certains logiciels informatiques.

Influence des paramètres de mode sur les données

La plupart des ordinateurs de plongée disposent de plusieurs paramètres de mode qui peuvent être ajustés avant la plongée pour indiquer : si l'eau de mer ou l'eau douce est plongée ; le mélange gazeux respiré ; le niveau de prudence appliqué et l'altitude de la plongée.² Tous ces paramètres utilisateur ont la capacité de modifier considérablement la pertinence des données affichées par rapport à l'incident réel.³ Il n'est pas toujours simple de localiser les paramètres utilisateur à partir d'un téléchargement. ; il existe des variations considérables entre les modèles et les fabricants et les informations peuvent figurer soit dans les informations de plongée individuelles, soit dans le journal de bord récapitulatif.

Le profil de plongée, affiché sous la forme d'un simple profil profondeur/ temps, attire souvent le plus l'attention dans toute enquête car il présente une visualisation compréhensible de la plongée incidente.

Il existe un certain nombre de problèmes liés à l'exactitude des informations de profil enregistrées et affichées, mais l'un des principaux points à résoudre est l'exactitude des enregistrements de profondeur eux-mêmes. Presque tous les ordinateurs de plongée mesurent uniquement la pression et le temps. Habituellement, le capteur de pression est compensé en température et très précis. Cependant, calculer des profondeurs d'eau précises à partir d'enregistrements de pression n'est pas une tâche simple et est principalement influencé par la densité de l'eau dans laquelle on plonge (la température aura également un effet mais celui-ci est bien inférieur à celui de la densité). Les ordinateurs de plongée peuvent uniquement convertir la pression mesurée en une estimation de profondeur basée sur la densité de l'eau pour laquelle l'ordinateur a été calibré. La plage d'étalonnage et donc la profondeur estimée ne peuvent pas toujours être fiables pour présenter un enregistrement précis des profondeurs réelles de plongée.⁴ Alors que la variation des profondeurs estimées n'affectera pas les informations de décompression affichées par les ordinateurs (les obligations de décompression sont calculées à l'aide des pressions enregistrées).), il convient de faire preuve de prudence lors de l'utilisation de la profondeur informatique pour effectuer des comparaisons basées sur des tables de décompression ou lors de l'utilisation des profils intégrés pour calculer les contraintes de décompression relatives.

Variations dans l'enregistrement et l'affichage des profils de plongée

Il existe des variations considérables dans la manière dont les différents ordinateurs de plongée enregistrent et affichent les informations de profil.² Cela peut entraîner des difficultés pour déduire un profil précis d'un incident de plongée. Au cœur de ces difficultés se trouve la compréhension de la manière dont les données sont affichées. Lorsque l'affichage est basé sur la profondeur maximale atteinte au cours d'une période d'enregistrement, il est susceptible de donner un enregistrement relativement précis de la descente (jusqu'à ce que la descente soit arrêtée) mais un enregistrement différé de la remontée (Figure 1). Les taux de montée et de descente seront affichés avec plus de précision par les ordinateurs qui enregistrent la profondeur à la fin de la période d'enregistrement si aucun changement de profondeur opposé ne se produit pendant cette période ; les ordinateurs qui enregistrent les valeurs de profondeur moyennes pour chaque période fournissent peu d'informations précises sur le profil. Les précisions seront également affectées par la durée de la période d'enregistrement. Avec des intervalles d'enregistrement relativement longs, il est possible qu'une excursion significative en profondeur vers le haut dans la colonne d'eau puisse être entièrement manquée par les ordinateurs enregistrant uniquement les profondeurs maximales ou finales, et l'étendue de l'excursion soit sous-représentée par les ordinateurs mesurant les valeurs moyennes. Cependant, il est possible qu'une excursion de profondeur non enregistrée puisse quand même enregistrer un avertissement de vitesse de remontée et il n'est pas rare de voir des avertissements de remontée sur des profils presque horizontaux. Mais il faut quand même être prudent en interprétant l'avertissement comme une excursion en profondeur non enregistrée ; les avertissements de remontée peuvent également être générés simplement par le plongeur qui lève son ordinateur de plongée pour étudier.

En comparant plusieurs profils de plongée issus d'une même plongée incidente, il sera toujours difficile d'indiquer avec certitude les positions des plongeurs les uns par rapport aux autres. Exemples

parmi ceux-ci, des plongeurs en groupe montent ensemble une ligne de tir. Lorsque les profils de plongée sont comparés, il apparaîtra comme si les plongeurs étaient séparés en raison des différentes profondeurs auxquelles ils se trouvaient au moment des enregistrements.

Ces différences sont ensuite amplifiées si différents modèles d'ordinateurs sont utilisés pour enregistrer et afficher la profondeur différemment, ou convertir différemment la pression en profondeur. Un exemple opposé est celui de deux plongeurs nageant autour de la coque d'une épave ou d'un fond marin relativement plat mais dans des directions différentes. Les profils pourraient suggérer qu'ils étaient ensemble pendant une partie de la plongée en raison de la similitude des profondeurs enregistrées.

Estimation de la température de l'eau

Il existe une forte probabilité que les températures de l'eau affichées sur les téléchargements des ordinateurs de plongée soient liées d'une manière ou d'une autre aux enregistreurs de pression compensés en température. Il n'existe aucune preuve que la température soit mesurée directement par des ordinateurs et aucune information sur la manière dont les mesures affichées sont dérivées. En conséquence, il existe des variations considérables entre les ordinateurs de plongée dans la précision des températures enregistrées dans les téléchargements.⁴

Ordinateurs intégrés à l'air

Les fréquences respiratoires peuvent être calculées à partir de téléchargements en utilisant une certaine mesure du volume de gaz respiré, corrigée pour la pression ambiante dérivée grâce à une intégration du profil de plongée. Parfois, il faudra faire une hypothèse, avec des limites de confiance, sur les volumes de gaz consommés sur la base de simples contenus avant et après la plongée. Il est probable qu'il y ait une évaluation plus précise à partir des téléchargements qui affichent des informations provenant d'ordinateurs de plongée intégrés à un capteur de pression de bouteille. Les 1 à 2 premières minutes d'un profil de plongée donneront très probablement des fréquences respiratoires erronées. Cela peut être dû au retard de certains ordinateurs pour commencer à enregistrer une plongée ; certains ordinateurs effectuent des contrôles de démarrage jusqu'aux 80 premières secondes d'une plongée. Lorsque la température de l'eau est inférieure à la température de l'air, il y aura probablement une baisse concomitante de la pression dans la bouteille, ce qui pourrait suggérer des taux respiratoires supérieurs aux taux respiratoires réels. Dans tous les cas, les fréquences respiratoires doivent être présentées à température et pression corporelles saturées (BTPS) et non à température et pression ambiantes (ATP). Ainsi, les fréquences respiratoires impliquées par la perte du contenu de la bouteille corrigée par la pression en fonction du temps doivent être multipliées par :

$$(273 + 37)/(273 + \text{température ambiante de l'eau OC}) (1)$$

Lorsque les enregistrements de la pression des bouteilles sont plus fréquents que la fréquence respiratoire, une certaine forme de moyenne mobile devra être utilisée pour générer des résultats significatifs.

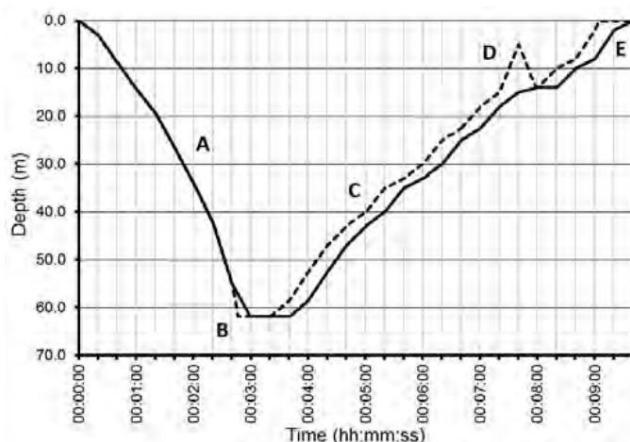
Affichage des données 'physiologiques'

Les téléchargements d'ordinateurs de plongée présentent souvent différentes formes de données « physiologiques » telles que la température du plongeur,

Figure 1

Un profil de plongée téléchargé construit à partir d'un incident de plongée réel enregistré et réaffiché par un ordinateur de plongée UWATEC Aladin Ultra (ligne continue). La ligne pointillée donne une interprétation différente de ce qu'aurait pu être le profil de plongée réel, basée sur le fait connu que ce modèle d'ordinateur affiche des informations de profil constituées de l'estimation de profondeur la plus profonde enregistrée toutes les 20 secondes. Avec ce format d'enregistrement, il est peu probable que les profils de descente affichés et réels diffèrent s'ils ne sont pas interrompus (A). Une interprétation des actions du plongeur pour atteindre la profondeur maximale est qu'il avait le contrôle et ralentissait sa descente (B) ; cependant, ils auraient pu être en chute libre, la profondeur maximale étant atteinte beaucoup plus tôt au cours de la période d'enregistrement de 20 secondes (B). Dans ce type d'ordinateur, il y aura un retard de près de 20 secondes dans le profil affiché lors de la remontée (C).

Des montées et descentes rapides dans la colonne d'eau durant jusqu'à 39 secondes dans ce cas (D) pourraient être manquées sur un profil de plongée affiché même si une alarme de remontée peut être indiquée. Les temps de surface sur un écran peuvent être près de 40 secondes plus tard que le temps réel de rupture de la surface (E).



la fréquence respiratoire, la formation de microbulles et les niveaux de saturation dans les compartiments tissulaires. On ne sait jamais clairement dans quelle mesure ces données sont pertinentes pour le plongeur ni comment les niveaux sont calculés. Un rapport sur un téléchargement informatique doit souvent discuter de ces données car elles peuvent apparaître sous forme d'images sur de nombreuses figures présentées. Cependant, il est souvent plus sûr de les considérer comme des données indéterminées et de les recalculer à l'aide d'une modélisation probabiliste DCS ou d'une certaine forme d'analyse cumulative (charge d'azote ou temps de racine de pression) basée sur des profils de plongée intégrés corrigés.^{5,6}

Tests de laboratoire et de reconstitution

Les ordinateurs de plongée peuvent être testés en laboratoire ou lors de reconstitutions d'incidents.¹ Les tests sur banc peuvent être relativement simples : par exemple, comparer la précision de l'horloge interne de l'unité ou des expositions à la pression étalonnées pour valider la précision relative de l'estimation de la profondeur. L'utilisation de l'ordinateur de l'incident dans une reconstitution permet d'évaluer si les informations téléchargées correspondent aux informations dont disposait le plongeur à ce moment-là. Cependant, avec certains modèles, il est important de réaliser que les plongées d'essai ultérieures peuvent exposer les données de plongée incidentes stockées à un risque de perte.

Conclusions

Les données téléchargées depuis les ordinateurs de plongée peuvent sembler afficher avec précision les plongées incidentes. Cependant, les données sont ouvertes à différents niveaux d'interprétation qui peuvent être contestées dans le cadre juridique. Toute personne utilisant de tels téléchargements dans le cadre d'enquêtes fatales et/ou d'affaires juridiques connexes doit connaître pleinement les limites opérationnelles du modèle soumis à l'enquête.

Les références

- 1 Edmonds C, Caruso J. Enquêtes sur les décès en plongée : changements récents. *Plongée Hyperb Med.* 2014;44 :91-6.
- 2 Azzopardi E, Sayer MDJ. Une revue des spécifications techniques de 47 modèles d'ordinateur de décompression de plongée. *Technologie sous-marine.* 2010;29 :63-72.
- 3 Sayer MDJ, Wilson CM, Laden G, Lonsdale P. Les conséquences d'une mauvaise interprétation des ordinateurs de plongée ; trois études de cas. *Plongée Hyperb Med.* 2008;38 : 33-9.
- 4 Azzopardi E, Sayer MDJ. Estimation de la profondeur et de la température dans 47 modèles d'ordinateur de décompression de plongée. *Technologie sous-marine.* 2012 ; 31 : 3-12.
- 5 Sayer MDJ, Doolette DJ, Barrington J. Calcul de la probabilité d'accident de décompression : analyse comparative des profils d'ordinateurs de plongée. *Sous-marin Hyperb Med.* 2005 ; 32 : 301-2.
- 6 Sayer MDJ, Cook EJ, Wilson CM, Barrington J. Analyse des intégrations de profils d'ordinateurs de plongée à partir d'incidents de maladie de décompression suspectée et réelle en utilisant la charge cumulative d'azote. *Journal SPUMS.* 2005;35 : 59-66.

Soumis : 06 juin 2014

Accepté : 30 juillet 2014

Martin DJ Sayer et Elaine Azzopardi

Installation nationale britannique NERC pour la plongée scientifique

Association écossaise pour les sciences marines, Oban, Écosse

Adresse pour correspondance:

MDJ Sayer

Installation nationale britannique pour la plongée scientifique

Association écossaise pour les sciences marines

Laboratoires marins Dunstaffnage, Dunbeg, Oban

Argyll PA37 1QA, Écosse.

Téléphone : +44-(0)1631-559236

Courriel : <mdjs@sams.ac.uk>

Rapport sur les incidents de plongée du British Sub-Aqua Club (BSAC) 2013

Compilé par Brian Cummings, conseiller en matière d'incidents de plongée

<http://www.bsac.com/core/core_picker/download.asp?id=24722&filetitle=Diving+Incident+Report+2013>

Résumé du rapport 2013 préparé par Colin Wilson

Le BSAC a commencé à collecter et à signaler les incidents de plongée en 1980, dont toutes les données sont toujours disponibles.^{1,2}

Au fil des années, ils ont amélioré la quantité et la qualité des informations collectées, auditant les incidents qui leur étaient signalés et produisant un rapport annuel. Bien que ces données proviennent principalement des rapports rédigés par les membres du club, d'autres sources sont également utilisées. Les informations contenues dans ces rapports ont permis au BSAC d'identifier les erreurs et les fautes et le cycle d'audit a conduit à des changements dans les méthodes de formation pour réduire ces erreurs. Les rapports sont résumés chaque année dans ce journal depuis celui des incidents et des décès de 2006.3

Le rapport de 2013, comme les années précédentes, couvre le Royaume-Uni (UK) avec quelques rapports de plongeurs du BSAC sur des incidents à l'étranger. Avec 263 incidents signalés, la baisse du nombre se poursuit, étant inférieure de 29 % à celle des dernières années et la plus faible depuis 1994. On pense que cela est dû à moins de plongée au Royaume-Uni plutôt qu'à une plongée plus sûre ou à une sous-déclaration. Les rapports d'incidents de décompression étaient légèrement plus élevés que l'année dernière, soit 91, avec 101 cas de maladies de décompression (DCI). Une mise en garde, comme les années précédentes, est faite : un grand nombre de cas signalés dans la catégorie « blessure/maladie du plongeur » sont des cas probables de DCI. Le total dans ce groupe est de 28, ce qui est considérablement inférieur à celui des dernières années, ce qui peut expliquer un nombre plus élevé de décès. Les rapports précédents ont identifié la remontée comme étant une phase potentiellement dangereuse de la plongée. Les données de cette année semblent confirmer l'avantage de la formation visant à prévenir les erreurs de remontée, avec une baisse continue de celles-ci pour atteindre le plus petit nombre (43) enregistré depuis 1999. L'implication des garde-côtes, du Royal National Lifeboat Institute (RNLI) et de Search and Le nombre d'hélicoptères de sauvetage (SAR) était tous inférieur, mais en pourcentage du total des rapports, ils restent à peu près les mêmes.

Décès

Après l'augmentation du nombre de décès enregistrés l'année dernière⁴, on enregistre cette année 14 cas, soit un chiffre proche de la moyenne sur 10 ans de 15. Les membres du BSAC en représentaient cinq, ce qui est inférieur à la moyenne récente. Contrairement à d'autres rapports faisant état de décès, la qualité et la profondeur des informations ne permettent pas toujours de clarifier la cause profonde de ces décès, même si dans la plupart des cas une évaluation éclairée est réalisée.⁵ Il est également clair que plusieurs causes peuvent être en jeu. Quand les choses vont mal. Les facteurs causaux associés à ces décès sont similaires à ceux des années précédentes, comme le montre l'analyse des faits :

- Trois cas ont subi un incident médical non lié à la plongée (p. ex., crise cardiaque) alors qu'ils étaient dans l'eau. Cela semble également probable dans un autre cas.
- Quatre cas concernaient une séparation; trois d'entre eux étaient involontaire et à la suite de problèmes rencontrés

par les plongeurs.

- Trois cas concernaient des plongeurs incapables de maintenir une flottabilité positive et qui ont coulé en conséquence.
- Trois cas concernaient des plongeurs plongeant dans un groupe de trois, même s'il n'est pas clair dans quelle mesure cette action a contribué à ces décès.
- Deux cas concernaient une plongée seule. Dans un autre cas, il n'est pas clair si le plongeur plongeait seul ou s'il s'est séparé alors qu'il était sous l'eau, après avoir été retrouvé au fond de la mer, emmêlé dans une corde.
- Un cas concernait un plongeur utilisant un recycleur. Dans le passé, le nombre de décès liés aux recycleurs était plus élevé.
- Un cas impliquait un plongeur atteignant une profondeur maximale de 54 mètres d'eau de mer (msw).
- Un cas concernait un plongeur qui était entré dans l'eau avec son alimentation en gaz coupée.
- Un cas impliquait un double décès. Les corps ont été récupérés neuf jours plus tard des fonds marins, sans que l'on sache actuellement les circonstances environnantes.

Cinq de ces décès sont survenus en mai. Avec seulement 43 incidents signalés ce mois-là, 12 % d'entre eux étaient mortels.

Comme les années précédentes, l'âge des décès signalés augmente. Huit des 15 étaient âgés de 50 ans ou plus, avec une moyenne d'âge globale de plus de 52 ans. Une analyse récente des membres du BSAC a révélé que leur âge moyen était passé de 36 à 44 ans depuis 1998. L'âge moyen des décès augmente deux fois plus vite que l'âge moyen de la population des plongeurs. Bien que la santé et la forme physique diminuent avec l'âge, ces chiffres indiquent qu'une plus grande attention devrait être accordée au vieillissement de la population de plongeurs. Un rapport médical précis et honnête dans le formulaire de déclaration médicale et le suivi ultérieur devraient constituer l'approche minimale acceptable.

De la section des décès :

Cas 1

« Un plongeur et son copain étaient descendus à une profondeur maximale de 19 msw. Le couple est resté ensemble et le copain a surveillé de près le plongeur pour déceler tout problème au cours des premières étapes de la plongée, mais aucun n'était apparent. Environ 11 minutes après le début de la plongée, le copain a perdu de vue le plongeur et, après avoir effectué un virage à 360 degrés pour le chercher, a vu le plongeur à une courte distance et s'est approché de lui. Le plongeur semblait dériver vers le haut et bougeait ses bras comme pour se repousser vers le bas, puis il a arrêté de bouger et a coulé au fond marin. Le copain a établi le contact et a trouvé le plongeur les yeux fermés et il ne répondait pas. Le copain a remonté le plongeur à la surface à l'aide d'un ascenseur flottant contrôlé et a immédiatement commencé les insufflations et a appelé de l'aide. Le plongeur a été récupéré dans l'un des deux RHIB couvrant le groupe de plongée, la RCR a commencé et

l'alarme s'est déclenchée. L'oxygène a été utilisé pour des insufflations améliorées. Un RHIB de la RNLI participant à un exercice d'entraînement dans la région est intervenu et a emmené le plongeur et l'un des membres de l'équipe de plongée à bord pour les aider aux efforts de RCR. Le plongeur a été ramené à terre pour être accueilli par un ambulancier, puis transféré à l'hôpital où son décès a été constaté. Il a été confirmé que le décès du plongeur était dû à des causes naturelles liées à une maladie cardiaque.

Cas 2

« Un groupe de plongeurs se préparait à plonger sur un récif au large depuis un bateau charter. Un couple destiné à effectuer une entrée négative et à descendre directement sur le récif sans refaire surface. Le premier plongeur est entré dans l'eau pendant que le second était encore en train d'ajuster son équipement et il a commencé sa plongée. Le deuxième plongeur est entré dans l'eau et il est rapidement apparu que son gaz n'était pas allumé et il a fait surface brièvement. Le capitaine du bateau l'a remarqué et a crié aux autres plongeurs de sauter et d'aider le plongeur. Un plongeur déjà sur l'ascenseur arrière du bateau a sauté et a attrapé le plongeur, mais n'a pas pu le retenir car il était entraîné assez rapidement vers le bas. Un deuxième plongeur est descendu et a localisé le plongeur inconscient au fond mais n'a pas pu le soulever immédiatement et a dû retirer son gilet stabilisateur pour le ramener à la surface. Le sauveteur et la victime sont remontés d'une profondeur de 36 msw jusqu'à la surface en environ 40 secondes.

Le gilet a été récupéré par le premier plongeur à entrer dans l'eau pour apporter son aide. À la surface, le blessé a été récupéré sur le bateau charter et le capitaine et d'autres personnes à bord lui ont administré une RCR pendant 30 à 40 minutes. Un autre bateau charter à proximité a repéré ce qui se passait et a contacté les garde-côtes et coordonné les communications. Un hélicoptère de sauvetage a été dépêché sur place et a transporté le blessé à l'hôpital où il a été déclaré décédé. Le plongeur qui a récupéré la victime n'a pas été emmené par l'hélicoptère mais a commencé peu après à présenter des symptômes de DCI suite à son ascension rapide. Un nouvel appel d'urgence a été émis et le plongeur a été transporté par avion vers un centre de recompression pour y être soigné.

Incidents de décompression (DCI)

Quatre-vingt-onze incidents de décompression ont été signalés, impliquant 101 cas de DCI. Comme dans les rapports précédents, l'identification de la ou des causes a été difficile dans un certain nombre de cas, mais lorsqu'elles ont été identifiées, et là encore, certaines peuvent impliquer un certain nombre de causes, elles sont similaires aux rapports précédents :

- 38 impliquaient des plongées répétitives ;
- 15 impliquaient des ascensions rapides ;
- 13 impliquaient des plongées à des profondeurs supérieures à 30 msw ;
- 13 concernaient des paliers de décompression manqués.

Cette liste est pratiquement identique à celle des années précédentes. Plusieurs rapports de « blessures/maladies de plongeurs » sont également probablement des DCI, bien que le taux de signalement soit inférieur à celui des années précédentes.

Depuis la section DCI :

Cas 3

« Un plongeur plongeait depuis six jours consécutifs sur un

sortie de plongée en bateau dur. Deux plongées par jour ont été effectuées à l'air et se sont déroulées dans les limites de l'ordinateur, sans aucune alarme affichée sur les profils de plongée téléchargés. Les paliers de décompression dépassaient le minimum requis par l'ordinateur. Sur les douze plongées effectuées, la plus profonde était à 40 msw le troisième jour et six des plongées étaient à plus de 30 msw, mais la plupart étaient des récifs en plateau ou des épaves permettant des remontées progressives. En faisant surface lors de la dernière plongée, rien n'était apparent et le plongeur a aidé à décharger le bateau avec le reste du groupe. De retour à son hébergement, la plongeuse a remarqué une éruption cutanée sur le haut de son bras droit et sur son épaule et a soupçonné qu'il s'agissait d'une DCI cutanée mais, en l'absence d'autres symptômes et avec l'éruption cutanée s'estompant, elle ne voulait pas inquiéter son partenaire non-plongeur, mais elle l'a fait. Informez le reste de l'équipe de plongée. Le lendemain, la plongeuse avait un gonflement du bras droit et de l'épaule ainsi qu'une certaine douleur. Les autres plongeurs ont insisté pour qu'elle en parle à son partenaire et ils ont téléphoné à une ligne d'assistance en décompression pour obtenir de l'aide. Le conseil était que la plongeuse devait se rendre à l'hôpital local où elle serait examinée par le médecin de garde en consultation avec le médecin de la ligne d'assistance en décompression. Le plongeur a été évacué par hélicoptère vers une chambre de recompression et a reçu un diagnostic de tissu lymphatique rare et de DCI neurologique et a subi huit séances de traitement de recompression. Il a été conseillé au plongeur de ne pas plonger pendant trois mois et de subir une évaluation médicale avant de replonger.

Comme dans le rapport de 2012, il semble y avoir moins de plongée au Royaume-Uni. Une fois de plus, des incidents évitables ont été documentés. Merci à Brian Cummings et à l'équipe du BSAC pour avoir rassemblé ce rapport, mais nous devons également remercier ceux qui ont honnêtement signalé leurs échecs et leurs délits. Nous sommes invités à parcourir ces détails et à apprendre des erreurs des autres.

Les références

- 1 Archives des rapports d'incidents de plongée BSAC de 1980 à 1999. Disponible sur : <http://www.bsac.com/page.asp?section=2619§ionTitle=Plongée+Incident+Rapport+Archive>. (dernière consultation le 10/07/2014)
- 2 Rapports annuels d'incidents de plongée du BSAC de 2000 à 2013. Disponible sur : <http://www.bsac.com/page.asp?section=1038>. (dernière consultation le 10/07/2014)
- 3 Wilson CM. Rapport d'incident de plongée du British Sub-Aqua Club (BSAC) 2006. Diving Hyperb Med. 2007;37 : 85-6.
- 4 Wilson CM. Rapport d'incident de plongée du British Sub-Aqua Club (BSAC) 2012. Diving Hyperb Med. 2013;43:247-9.
- 5 Lippman J, Lawrence CL, Fock A, Wodack T, Jamieson S. Rapport provisoire sur les décès liés à la plongée dans les eaux australiennes 2009. Diving Hyperb Med. 2013;43 : 194-217.

Colin M Wilson est directeur médical de l'unité hyperbare de Dunstaffnage, Association écossaise pour les sciences marines, Oban, Écosse E-mail : colinwilson@tiscali.co.uk

Mots clés

Plongée récréative, accidents, décès en plongée, résumés, rapports de cas

Lettres à l'éditeur

L'effet du vinaigre sur les nématocystes déchargés de *Chironex fleckeri*

Nous écrivons parce que nous sommes sérieusement préoccupés par les analyses statistiques et l'interprétation des données rapportées par Welfare, Little, Pereira et Seymour.¹ Les auteurs déclarent dans le résumé : « Partie 1 : Il y avait un 69 +/- 32 % (F = 77, P < 0,001) augmentation de la décharge de venin après l'application de vinaigre par rapport à après une stimulation électrique. La récupération de la protéine de venin d'une membrane après l'application de vinaigre après la stimulation électrique de la décharge des tentacules des cnidae, W4, a été comparée à la protéine récupérée après la stimulation dans un lavage salin, W3.

La figure 2 montre que W3 est d'environ 23 +/- 20 %.

Bien que les auteurs impliquent la différence statistique entre « la décharge de venin après l'application de vinaigre par rapport à la post-stimulation électrique », ou S4 vs S3, seule la signification globale de l'ANOVA comparant les quatre traitements a été citée (F = 77, P < 0,001) et aucune statistique n'a été citée. la signification a été fournie pour cette comparaison spécifique W4 vs W3. Si nous supposons que les erreurs types des moyennes (SEM) ont été utilisées dans la figure 2, un simple test t fournira une valeur P de seulement 0,11, comparant W4 et W3, un résultat insignifiant. La comparaison de W4, post stimulation électrique, à W1, contrôle pré-stimulation, donnerait une valeur significative de P.

< 0,001 mais ce n'est guère surprenant et intuitivement évident.

Pour cette raison et les suivantes, il semble que les données n'aient pas été correctement analysées et présentées correctement :

- Les trois mêmes échantillons semblent avoir été utilisés pour W1–W4, ce qui a donné lieu à des échantillons appariés en interne, mais les données ont été analysées à l'aide d'une ANOVA, en supposant que les échantillons de différents traitements sont tous indépendants.
- Il n'est pas clair ce que représente la valeur après le « +/- », CI, SEM ou SD, car cela n'est pas indiqué dans la légende.
- On ne sait pas clairement ce que signifie l'indice 3 x 82 pour le F = 77,12 rapporté (page 32, colonne de droite, ligne 2 sous le tableau 1).

Nous recommandons respectueusement aux éditeurs de faire appel à un statisticien tiers pour effectuer une analyse indépendante des données primaires. Si ces erreurs statistiques existent, nous suggérons que la publication soit retirée.

Il est troublant que cette petite étude faisant état de la récupération de l'activité cytotytique à partir d'un proxy d'envenimation de la membrane placentaire ait été utilisée pour lancer des communiqués de presse extrêmement extrapolatifs, malgré plus de 40 ans d'utilisation du vinaigre comme traitement de première réponse sans aucun cas clair de décès résultant de son utilisation. utiliser. Des déclarations telles que « Depuis des décennies, les experts recommandent le vinaigre pour traiter les piqûres de méduses-boîtes. Aujourd'hui, des chercheurs du Queensland ont découvert que le remède peut tuer. »² sont tout simplement faux ; il n'y a eu aucun décès ni meurtre dans l'étude de Welfare et al.

Il affirme que « le vinaigre peut tuer plutôt que guérir les victimes des piqûres de méduses-boîtes... Le remède, utilisé depuis des décennies pour traiter

piqûres, provoque le rejet jusqu'à 60 % plus de venin de la méduse mortelle sur la victime »³ ne sont pas non plus étayées par ces données. Il n'y a eu aucune « victime » et la légère augmentation de la quantité de protéines récupérées au cours de S4 par rapport à S3 n'était pas statistiquement significative. Les auteurs rapportent également que « le vinaigre favorise l'écoulement ultérieur du venin des nématocystes déjà évacués », mais les données ne montrent qu'une récupération améliorée modeste de l'activité cytotytique de la membrane, et non le degré d'écoulement des cnidae. Enfin, les auteurs n'envisagent pas d'autres causes potentielles d'une récupération cytotytique améliorée, par exemple, le vinaigre améliore la récupération de certaines activités des composants du venin. Ainsi, ces résultats peuvent suggérer le contraire de la conclusion des auteurs : le vinaigre peut améliorer l'extraction du venin d'un site de piqûre et ainsi augmenter la survie. Cependant, sans validation de ce modèle membranaire dans un modèle animal authentique, il n'existe aucun moyen clair d'interpréter ces données et encore moins d'extrapoler pour formuler des recommandations en matière de soins médicaux d'urgence.

Les références

- 1 Welfare P, Little M, Pereira P, Seymour J. Un examen in vitro de l'effet du vinaigre sur les nématocystes déchargés de *Chironex fleckeri*. *Plongée Hyperb Med*. 2014;44:30-4.
- 2 Ross J. Vinegar ne va pas avec les piqûres de méduses-boîtes. *L'Australien*. 8 avril 2014. Enseignement supérieur. Disponible sur : <http://www.theaustralian.com.au/higher-education/vinegar-doesnt-go-with-box-jellyfish-stings/story-e6frgcjx-1226877298034>.
- 3 PAA. Le vinaigre sur les piqûres de méduses peut être mortel. *Le Sydney Morning Herald*. 9 avril 2014. Disponible sur : <http://www.smh.com.au/technology/sci-tech/vinegar-on-jellyfish-sting-can-be-deadly-researchers-20140408-zqs8b.html>.

Ange A Yanagihara¹ et John J Chen²

¹ Laboratoire Bekezy de Neurobiologie et Département de Tropical Médecine, École de médecine John A Burns, Université d'Hawaï à Manoa, Honolulu, Hawaï

² Biostatistique et gestion des données, École de médecine John A Burns, Université d'Hawaï

Courriel : <ayanagih@hawaii.edu>

Mots clés

Méduses, animaux marins, envenimations, statistiques, recherches, lettres (à l'éditeur)

Répondre:

Nous remercions Yanagihara et Chen pour leurs commentaires et pour l'opportunité de poursuivre la discussion.¹ Notre statisticien a réexaminé (et réanalysé) ces données, et nous avons fourni nos données à un statisticien indépendant (qui a soutenu notre réanalyse ultérieure). et sont plus que disposés à fournir ces données aux éditeurs de la revue s'ils le jugent nécessaire. De plus, le manuscrit a été examiné de manière indépendante par deux évaluateurs qui n'ont exprimé aucune inquiétude quant à notre analyse. Nous sommes confiants dans nos résultats.

Yanagihara et Chen ont supposé à tort que les erreurs affichées dans la figure 2 étaient du SEM. Ces erreurs représentent les limites de confiance (CL) de 95 % et, en tant que tels, leurs arguments ne sont pas valides. En outre, ils soulignent qu'aucune signification statistique n'a été fournie pour la comparaison spécifique entre W4 et W3. Bien qu'aucune statistique spécifique n'ait été affichée dans l'article, nous soulignons qu'une analyse post hoc du LSD a été effectuée et que les moyennes et le CL à 95 % (comme indiqué dans la figure 2) qui étaient significativement différents ont été répertoriés. Cette analyse a montré que le pourcentage de venin déchargé après l'application de tension (W2) et après l'application de vinaigre (W4) était significativement différent l'un de l'autre et que les deux étaient significativement plus élevés que le pourcentage initial avant tension (W1) ou après le troisième lavage (W3) après mise sous tension.

Il est en outre suggéré que les échantillons utilisés (W1 à W4) sont des échantillons appariés en interne et que l'ANOVA est donc inappropriée. Ils suggèrent qu'un simple test t donnerait des résultats différents. Pour apaiser leurs inquiétudes, nous avons ré-analysé les données à l'aide d'un test t apparié, comparant le niveau de protéine présente après le troisième lavage (W3) depuis l'application de la tension au tentacule et la quantité de protéine présente après l'application du vinaigre (W4). Nous avons associé chaque échantillon à lui-même (ce qui élimine efficacement les problèmes liés à l'analyse d'échantillons appariés en interne). Cette analyse a montré que la différence entre les paires appariées était significative ($t = 8,938$, $df = 2$, $P = 0,012$). Nous avons en outre ré-analysé ces données en comparant l'expression moyenne des protéines après application de vinaigre (W4) à une valeur standard (23,2 %) qui était le pourcentage moyen trouvé après trois lavages (W3) après application de tension. Encore une fois, la différence s'est avérée significative ($t = 6,012$, $df = 2$, $P = 0,027$).

Nous dirions cependant que l'utilisation de tests t, comme le suggèrent Yanagihara et Chen, est inappropriée en raison d'une éventuelle distribution non normale des données. Pour résoudre ce problème, nous avons ensuite analysé ces données à l'aide d'un test médian non paramétrique selon une distribution binomiale pour les données collectées après la troisième application de post-tension de lavage (W3) et les données collectées après l'application de vinaigre (W4). Nous avons utilisé un test médian sur un échantillon pour un binôme². Ce test statistique n'est pas paramétrique car aucune hypothèse n'est faite sur la forme de la distribution de la population, sauf qu'elle est continue.

Cette analyse a encore une fois révélé une différence significative entre les traitements ($Z_b = 1,73$, $P = 0,04$) et, de ce fait, la quantité de protéines après application de vinaigre est supérieure à celle après protocole de lavage ; c'est-à-dire que l'application de vinaigre augmente la quantité de venin exprimée. Enfin, nous avons ré-analysé nos données à l'aide d'un test de Friedman (comme suggéré par un autre biostatisticien indépendant consulté par la rédaction) et avons constaté une fois de plus que l'application de vinaigre augmentait la présence de toxine ($\chi^2 = 9,0$, $df = 3$, $P = 0,029$).

Nous remercions Yanagihara et Chen d'avoir signalé un problème lié aux degrés de liberté répertoriés. Nous nous rendons compte qu'il y a eu une erreur de transcription qui n'a pas été identifiée par les auteurs

dans les preuves. Là où il lit ($F = 77,123 \times 82$), il devrait lire ($F = 77,123 \times 8$).

Yanagihara et Chen ont également exprimé leurs inquiétudes concernant les communiqués de presse associés à ce document. Nous avons été contactés par les médias à la suite de la publication du résumé de l'article et de la page de couverture de ce journal de mars 2014 intitulée « Le vinaigre aggrave-t-il les piqûres de méduses-boîtes ? Notre seul communiqué de presse (en réponse à ce qui précède) expose nos conclusions et suggère une révision des lignes directrices actuelles, comme nous le faisons dans l'article. Nous n'avons aucun contrôle sur ce que publient les médias. Nous tenons à souligner que dans chaque entretien mené par les auteurs, il a été explicitement déclaré que les premiers secours en cas d'envenimation par des cubozoaires en Australie devraient continuer de suivre les directives de l'ARC à moins que ces directives ne soient modifiées.

Nous rappelons à Yanagihara et Chen que les preuves scientifiques soutenant l'utilisation du vinaigre comme premiers secours sont faibles et que nous avons constaté une utilisation accrue d'analgésie opioïde chez les patients atteints du syndrome d'Irukandji, qui ont reçu du vinaigre (par rapport à ceux qui n'en ont pas reçu).^{1,3} Yanagihara et Chen suggèrent que le vinaigre pourrait améliorer l'extraction du venin d'un site de piqûre et ainsi augmenter la survie. Il s'agit au mieux d'une spéculation intéressante, sans données ni preuves pour étayer une telle hypothèse.

En résumé, nos données montrent que le vinaigre favorise la libération ultérieure du venin des tentacules de *Chironex fleckeri* qui ont été déchargés électriquement. Nous réitérons que nous pensons que nos résultats sont suffisamment importants pour être pris en compte dans l'élaboration de lignes directrices en matière de premiers secours, en particulier face à l'absence évidente de toute preuve antérieure à l'appui du vinaigre, qui a toujours été considéré comme efficace et sûr.

Les références

- 1 Welfare P, Little M, Pereira P, Seymour J. Un examen in vitro de l'effet du vinaigre sur les nématocystes déchargés de *Chironex fleckeri*. *Plongée Hyperb Med.* 2014;44:30-4.
- 2 Higgins, J. Introduction aux statistiques non paramétriques modernes. Stamford, Connecticut : Brooks/Cole-Thomson Learning ; 2004.
- 3 Hartwick R, Callanan V, Williamson J. Désarmer la méduse-boîte : inhibition des nématocystes chez *Chironex fleckeri*. *Med J Aust.* 1980;1(1):5-20.

Philippa Bien-être¹, Mark Little^{1,2,3}, Peter Pereira^{1,2}, Jamie Seymour^{2,3}

¹ Service des urgences, hôpital de base de Cairns, Queensland

² Fondation de recherche médicale d'urgence du Queensland

³ Université James Cook, Queensland

Adresse pour correspondance:

P Bien-être,

Département de médecine d'urgence, hôpital de base de Cairns

Boîte postale 902, Cairns

Queensland 4870, Australie

Courriel : <pipwelfare@hotmail.com>

Mots clés

Méduses, animaux marins, envenimations, statistiques, recherches, lettres (à l'éditeur)

Mesurer la capacité aérobie des plongeurs

L'éditorial de Bosco, Paoli et Camporesi dans le dernier numéro de cette revue fournit un aperçu intéressant de certains des facteurs connus ou soupçonnés d'être importants dans la santé physiologique des plongeurs.¹ La partie pertinente pour notre article concerne la signification et utilisation d'équivalents métaboliques (MET).² Notre objectif était d'estimer l'effort métabolique requis pour un échantillon substantiel de plongées récréatives. Le calcul des valeurs MET basées sur un taux de consommation d'oxygène au repos supposé de 3,5 millilitres d'oxygène par kilogramme de masse corporelle par minute est bien établi. Plus précisément, MET est utilisé dans les lignes directrices du Recreational Scuba Training Council (RSTC) pour l'examen physique des plongeurs récréatifs qui figurent dans la documentation relative à la déclaration médicale.³ Compte tenu de l'utilisation de plus en plus répandue de l'évaluation RSTC, il est plus logique d'être cohérent. Les inquiétudes quant à savoir si une valeur d'indice plus appropriée pourrait ou non être utilisée sont sans objet. Quiconque souhaite calculer une base différente pour 1,0 MET peut simplement effectuer des multiplications croisées et des divisions.

La question à laquelle il faut répondre n'est pas de savoir quel niveau de capacité aérobie est souhaitable pour les plongeurs, la réponse à cette question est la suivante : plus il est élevé, mieux c'est. La question cruciale est de savoir ce qui constitue un seuil minimum raisonnable de capacité aérobie compatible avec la sécurité opérationnelle. Les auteurs évoquent la capacité de 13 MET, souvent invoquée, identifiée comme seuil pour les plongeurs de l'US Navy. Ce qui est généralement ignoré, cependant, c'est le fait que la Marine compte beaucoup plus de candidats aux écoles de plongée que de postes à pourvoir, ce qui rend possible des normes de sélection très strictes même si elles ne sont pas vraiment nécessaires sur le plan opérationnel. Il n'est pas du tout clair qu'il s'agisse d'un seuil raisonnable pour la communauté des plongeurs au sens large. Malgré cela, la documentation RSTC adhère à la position traditionnelle. « Les tests de résistance formels sont encouragés en cas de doute concernant la capacité de performance physique. Le critère minimum suggéré pour les tests de résistance dans de tels cas est d'au moins 13 METS [sic].

Le non-respect des critères d'exercice serait très préoccupant. Ceci est contraire aux données disponibles. Une revue de 14 études dans lesquelles la capacité aérobie des plongeurs a été mesurée a révélé que la capacité aérobie moyenne variait de 37 à 57 mL·kg⁻¹·min⁻¹ (10,6 à 16,3 MET).⁴ Les scores individuels les plus bas étaient inférieurs à 5,0 MET. Le seuil de 13 MET a été dépassé par la moyenne du groupe dans seulement six des 14 études décrites. Cela ne justifie certainement pas que 13 MET soient un seuil significatif de participation.

Notre travail actuel était conçu comme un simple effort pour commencer à évaluer les exigences aérobies de la plongée récréative. Nous espérons promouvoir une discussion prête à risquer l'hérésie de remettre en question les idées reçues et stimuler des recherches supplémentaires.

Nous sommes certainement d'accord avec les auteurs et sommes convaincus qu'une évaluation améliorée de la condition physique dans l'eau est souhaitable pour établir la préparation du plongeur. Nous ne parlerions cependant pas d'un « examen médical » puisqu'il est probable qu'il s'agisse d'un

seront en grande partie des professionnels de la plongée et non des cliniciens qui mèneront les évaluations.

Les références

- 1 Bosco G, Paoli A, Camporesi E. Demande aérobie et plongée sous-marine : préoccupations concernant l'évaluation médicale. *Plongée Hyperb Med.* 2014;44 :61-3.
- 2 Buzzacott P, Pollock NW, Rosenberg M. Intensité de l'exercice déduite de la consommation d'air pendant la plongée sous-marine récréative. *Plongée Hyperb Med.* 2014;44:74-8.
- 3 Déclaration médicale du RSTC. Conseil de formation de plongée récréative, Inc; 2007. Disponible sur : <http://www.wrsc.com/downloads/10%20%20Medical%20Guidelines.pdf> [cité le 12/08/2014].
- 4 Gøberg NO. Fitness aérobie et plongée sous-marine. *Plongée Hyperb Med.* 2007;37 : 118-24.

Neal W Pollock¹ et Peter Buzzacott²

¹ Divers Alert Network, Durham, Caroline du Nord, États-Unis

² Université de Bretagne Occidentale, Brest, France, et Université d'Australie occidentale, Perth, Australie

Mots clés

Aptitude à la plongée, consommation d'oxygène, examens médicaux – plongée, lettres (à l'éditeur)

Plongée et médecine hyperbare : une expérience de premier cycle

Dans le cadre de mes études de médecine de premier cycle et en tant que plongeur passionné, j'ai entrepris mon stage clinique optionnel au centre médical hyperbare de Charm el-Cheikh, en Égypte (Figure 1). Le Centre a ouvert ses portes en 1993 et sa chambre hyperbare est rapidement devenue l'une des plus fréquentées au monde. Cela était principalement dû à la popularité de Sharm auprès des plongeurs et des plongeurs libres pour ses récifs immaculés et sa riche faune sous-marine. Le Centre propose des consultations et des examens médicaux de plongée, ainsi qu'un service d'urgence 24h/24. Ces dernières années, le nombre de plongeurs a été affecté, les examens d'admissibilité à la plongée et les blessures étant tombés à environ 1 200 chaque année, en raison du climat politique du pays.

Au cours de mon cours électif, j'ai appris la physiologie de la plongée et l'utilisation de la chambre hyperbare, comment diagnostiquer et traiter les blessures courantes et graves en plongée, et devenir compétent dans l'évaluation de l'éligibilité médicale de la plongée. La médecine de plongée et l'oxygénothérapie hyperbare ne sont pas couvertes dans le programme médical de base, bien que les médecins certifient fréquemment les plongeurs. La plupart des journées de travail consistaient à réaliser plusieurs examens médicaux de plongée pour les instructeurs et les candidats à la formation, ou ceux ayant déclaré une condition médicale préexistante sur leur certificat médical.¹ Après avoir observé les médecins spécialistes de la plongée, j'ai pu mener mes propres consultations, ce qui impliquait une anamnèse ciblée, un examen physique et, si nécessaire, des tests d'effort cardio-pulmonaire. La compétence la plus utile que j'ai acquise a été de conseiller les plongeurs en confiance sur la manière de gérer et de prévenir d'autres blessures. Certaines conditions (telles que la congestion des sinus,

l'asthme, le diabète et certains médicaments sur ordonnance) sont connus pour augmenter le risque de blessures en plongée, et ces risques ne sont pas toujours évidents. Enfin, j'ai observé et participé au diagnostic et au traitement d'un large éventail de blessures en plongée, du barotraumatisme de l'oreille moyenne, du barotraumatisme pulmonaire et des piqûres d'animaux jusqu'aux maladies de décompression (DCI).

Plus tard, j'ai signalé un cas de cutis marmorata.² Fait intéressant, quelques jours après sa publication en ligne, ce rapport de cas et l'image qui l'accompagne sont apparus sur un forum de plongée populaire, avec des plongeurs commentant l'utilité de voir de première main un signe clinique aussi courant de DCI.

Lors d'une de mes visites de stage en médecine générale, j'ai vu un patient qui avait développé un barotraumatisme de l'oreille moyenne. Suite à des conseils appropriés, elle a voulu discuter des problèmes de plongée de sa fille et je l'ai référée au site Web du UK Sports Diving Medical Committee pour obtenir les coordonnées des arbitres médicaux de plongée locaux et agréés.³ Les plongeurs potentiels nécessitant une autorisation médicale se présentent souvent à leur propre médecin (général). praticien, qui peuvent ne pas connaître les règles et contre-indications de la plongée afin de pouvoir conseiller les patients de manière appropriée.⁴ Dans cette optique, j'ai entrepris de sensibiliser les médecins généralistes (Modell MM, Glew S, Sornalingam S, Cooper M, ouvrage non publié) sur la façon de fournir une orientation ultérieure vers des médecins spécialistes de la plongée.

Je recommanderais fortement ce cours optionnel aux étudiants en médecine et aux médecins qualifiés intéressés par la médecine d'urgence ou la médecine du sport. Les voyages de plongée dans des endroits éloignés étant facilement accessibles, les plongeurs et les médecins doivent être conscients des blessures graves en plongée.

Les références

- 1 déclaration médicale RSTC. Conseil de formation de plongée récréative, Inc; 2007. Disponible sur : <http://www.wrsc.com/downloads/10%20-%20Medical%20Guidelines.pdf> [consulté le 8 décembre 2014].
- 2 Modèle MM. Marbrure de Cutis marmorata chez un individu atteint d'un syndrome de décompression suite à des plongées sous-marines répétées. Représentant du cas BMJ. 2014. est ce que je:10.1136 / bcr-2014203975.
- 3 Comité médical britannique de plongée sportive. Arbitres médicaux 2013. Disponible sur : http://uksdmc.co.uk/index.php?option=com_content&view=article&id=33:medical-referees&catid=7:medical-referees&Itemid=3. [consulté le 21 mars 2014].
- 4 Glen S, White S, Douglas J. Supervision médicale de la plongée sportive en Écosse : réévaluation de la nécessité d'exams médicaux de routine. Br. J Sports Med. 2000;34:375-8.

Michael M Modell, École de médecine de Brighton et Sussex, Brighton, Royaume-Uni
Courriel : <m.modell1@uni.bsms.ac.uk>

Mots clés

Plongée, médecine hyperbare, plongée sous-marine, formation médicale, tourisme, aptitude à la plongée, lettres (à l'éditeur)

Figure 1

Michael Modell, étudiant en médecine britannique de quatrième année à l'hyperbare Centre médical, Charm el-Cheikh, Égypte



Œdème pulmonaire d'immersion et décès en plongée

Le rapport de Smart et al. est très intéressant.¹ Ils notent que « les médecins légistes devraient être correctement formés et disposer de lignes directrices pour la conduite d'autopsies post-immersion et post-plongée ». Dans le programme médical, il y a peu d'informations sur la médecine de la plongée et de nombreux pathologistes ont peu de connaissances sur cette question.^{2,3} Par exemple, sur la côte thaïlandaise, une région très populaire pour la plongée sous-marine, il n'y a pas de pathologistes ayant une formation spécifique en médecine de la plongée. , et la question ici est de savoir comment améliorer leurs connaissances. L'enquête sur les décès en plongée est bien résumée par Busuttill et Obafunwa : « une approche multidisciplinaire qui implique les co-plongeurs et les instructeurs, l'équipe de secours, la police, les médecins légistes, les fournisseurs d'équipement de plongée, les physiologistes et médecins sous-marins, le personnel des chambres de décompression, médecins généralistes, proches et médecin légiste » est requis pour toute enquête sur les décès en plongée.³

Les références

- 1 Smart DR, Sage M, Davis FM. Deux cas mortels d'œdème pulmonaire par immersion – utilisation d'une enquête sur un accident de plongée pour aider le médecin légiste. Plongée Hyperb Med. 2014;44 :97-100.
- 2 Safina NF. Sur la création du département de médecine de plongée et de traitement par inhalation de gaz. Aviakosm Ecol Med. 2004;38(3):63-4.
- 3 Busuttill A, Obafunwa J. Une revue de l'enquête médico-légale sur les décès liés à la plongée sous-marine. Sci Justice. 1995;35 :87-95.

Sim Sai Tin¹ et Viroj Wiwanikit²

¹ centre médical, Shantou, Chine

² Université médicale de Hainan, Chine

Courriel : <simsaitin@gmail.com>

Mots clés

Immersion, œdème pulmonaire, plongée sous-marine, décès, lettres (à l'éditeur)



SIARETRON 1000 IPER

LUNG VENTILATOR FOR HYPERBARIC OXYGEN THERAPY (HBOT)

- Matchless performance up to a depth of 60 mH₂O
- Automatic compensation of Tidal volume with 240 l/min maximum flow
- **NEW** Adult, Paediatric and Neonatal ventilation thanks to an adjustable minimum Tidal volume from 5 ml to 3000 ml
- **NEW** PEEP up to 50 cmH₂O and Flow By leakages compensation
- 9" TFT LED display, five graphs displayed simultaneously
- Three loops available P-V; P-F; F-V
- **NEW** Compatible with premixed HELIOX
- External remote control panel to facilitate the therapy inside mono-place chambers
- Small dimensions and light weight (5,5 Kg)
- Special hermetic battery



siare
ENGINEERING
INTERNATIONAL GROUP s.r.l.

**20 years
of proven experience
in Hyperbaric Medicine**

SIARE ENGINEERING INTERNATIONAL GROUP srl Via Giulio Pastore, 18 - Crespellano
40053 VALSAMOGGIA (BO) Italy - Ph.+39 051 969802 - Fax+39 051 969366 - web site: www.siare.it

Continuer le développement professionnel

L'oxygène dans la cicatrisation des plaies

Christian Fabricius

Déclaration d'accréditation

PUBLIC VISÉ

Le public visé est constitué de tous les médecins abonnés à la médecine de plongée et hyperbare (DHM), y compris les anesthésistes et autres spécialistes membres du groupe d'intérêt spécial pour la plongée et la médecine hyperbare (DHM SIG) du Collège des anesthésistes d'Australie et de Nouvelle-Zélande (ANZCA). Cependant, tous les abonnés au DHM peuvent demander à leur coordonnateur de programme de DPC ou à leur collège spécialisé respectif l'approbation de leur participation.

Cette activité, publiée en association avec DHM, est accréditée par le Programme de Développement Professionnel Continu ANZCA pour les membres de l'ANZCA DHM SIG sous Projets d'Apprentissage : Catégorie 2 / Niveau 2 : 2 crédits par heure.

OBJECTIFS

Les questions sont conçues pour confirmer les connaissances des candidats sur les sujets abordés, et les participants doivent être en mesure d'évaluer la pertinence des informations cliniques telles qu'elles s'appliquent à la prestation de soins aux patients.

DIVULGATION DE LA FACULTÉ

Les auteurs de ces activités sont tenus de divulguer les activités et les relations qui, si elles sont connues de tiers, pourraient être considérées comme un conflit d'intérêts. Toute divulgation de ce type par l'auteur sera publiée avec chaque activité de DPC pertinente.

DOIS-JE PAYER?

Toutes les activités sont gratuites pour les abonnés.

Mots clés

Oxygène, plaies, oxymétrie transcutanée, MOPS (maintien des normes professionnelles)

Lectures de fond recommandées

Les praticiens sont invités à consulter les références et lectures suivantes.

1 Blake DF, Young DA, Brown LH. Oxymétrie transcutanée : valeurs normales pour le membre inférieur. *Plongée Hyperb Med.* 2014;44:146.

2 Diegelmann RF, Evans MC. Cicatrisation des plaies : un aperçu de la cicatrisation aiguë, fibreuse et retardée. *Frontières des biosciences.* 2004;9:283-9. Disponible sur : <http://www.bioscience.org/2004/v9/af/1184/fulltext.htm>.

3 Gottrup F. L'oxygène dans la cicatrisation des plaies et les infections. *Monde J Surg.* 2004;28:312-5.

4 Guo S, DiPietro LA. Facteurs affectant la cicatrisation des plaies. *J Dent Rés.* 2010;89 : 219-29. Disponible sur : <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2903966/>.

5 Martin P. Cicatrisation des plaies – visant une régénération cutanée parfaite. *Science.* 1997;276(5309):75-81.

6 Schreml S, Szeimies RM, Prantl L, Karrer S, Landthaler M, Babilas P. L'oxygène dans la cicatrisation des plaies aiguës et chroniques. *Fr. J Dermatol.* 2010 ; 163 : 257-68. Disponible sur : <http://www.higiena.arsdental.pl/upload/file/Oxygen%20in%20acute%20et%20chronic%20wound%20healing.pdf>.

7 Smart DR, Bennett MH, Mitchell SJ. Oxymétrie transcutanée, plaies à problèmes et oxygénothérapie hyperbare. *Plongée Hyperb Med.* 2006;36 :72-86. Disponible sur : http://archive.rubicon-foundation.org/xmlui/bitstream/handle/123456789/9633/DHM_V36N2_3.pdf?sequence=1.

8 Tandara AA, Mustoe TA. L'oxygène dans la cicatrisation des plaies – plus qu'un nutriment. *Monde J Surg.* 2004;28 : 294-300.

9 Young DA, Blake DF, Brown LH. Mesure d'oxymétrie transcutanée : valeurs normales pour le membre supérieur. *Plongée Hyperb Med.* 2012;42 :208-13.

Comment répondre aux questions

Veuillez répondre à toutes les réponses (A à E) par Vrai ou Faux.

Les réponses doivent être envoyées par courrier électronique au coordinateur DPC désigné.

Les membres de l'EUBS doivent envoyer leurs réponses à Lesley Blogg. Courriel : <lesley.blogg@eubs.org>.

ANZCA DHM SIG et les autres membres du SPUMS doivent envoyer leurs réponses à Neil Banham.

Courriel : <Neil.Banham@health.wa.gov.au>.

Si vous souhaitez discuter de certains aspects avec l'auteur, contactez-le à : <christian.fabricius@mecon1.se>.

Lors de la soumission de vos réponses, vous recevrez un ensemble de réponses correctes avec une brève explication de la raison pour laquelle chaque réponse est correcte ou incorrecte. Un taux de réponse correcte de 80 % ou plus est requis pour entreprendre avec succès l'activité. Chaque tâche expirera dans les 24 mois suivant sa publication afin de garantir que des données supplémentaires plus récentes n'ont pas remplacé l'activité.

Question 1. Les plaies chroniques sont hypoxiques. On estime que la pression partielle d'oxygène dans une plaie chronique est :

- A. 0 à 10 mmHg ;
- B. 5 à 20 mm Hg ;
- C. 10 à 30 mm Hg ;
- D. 20 à 40 mm Hg.

Question 2. Pendant la phase inflammatoire de la cicatrisation des plaies, l'oxygénase leucocytaire produit de grandes quantités d'oxydants. Pour travailler à 50 % et 90 % de la vitesse enzymatique maximale, une pression partielle d'oxygène dans la plaie comprise entre quelles valeurs est nécessaire ?

- A. 10 et 50 mm Hg, respectivement ;
- B. 20 et 100 mm Hg, respectivement ;
- C. 25 et 250 mm Hg, respectivement ;
- D. 50 et 400 mm Hg, respectivement.

Question 3. La production de collagène dans une plaie est proportionnelle à une pression partielle d'oxygène entre :

- A. 0 et 100 mm Hg ;
- B. 20 et 120 mm Hg ;
- C. 50 et 150 mm Hg ;
- D. 0 et 400 mm Hg.

Question 4. Lors de l'utilisation d'une électrode Clarke pour la surveillance transcutanée de l'oxygène (TCOM), les éléments suivants doivent être vérifiés pour garantir la sécurité du patient :

- A. que le temps de mesure soit maintenu en dessous de 20 minutes ;
- B. signes de lésion thermique sur le site de mesure ;
- C. l'isolation électrique de l'électrode de mesure ;
- D. qu'il y a de l'air entre la peau et l'électrode de mesure.

Question 5. Pour les personnes en bonne santé, le TCOM thoracique (pré-sternal) par rapport au TCOM du bras ou de la main montre que :

- A. pO₂ thoracique = pO₂ bras et main ;
- B. pO₂ thoracique > pO₂ bras et main ;
- C. pO₂ thoracique < pO₂ bras et main ;
- D. aucune des réponses ci-dessus.

Question 6. Les TCOM au niveau des malléoles de sujets sains, âgés de 22 à 80 ans, montrent une pression partielle d'oxygène de :

- A. 42 à 85 mmHg lorsque le sujet respire de l'air et 78 à 468 mmHg lorsque le sujet respire de l'oxygène à 100 % ;
- B. 1 à 60 mmHg lorsque le sujet respire de l'air et 55 à 389 mmHg lorsque le sujet respire 100 % d'oxygène ;
- C. 23 à 48 mmHg lorsque le sujet respire de l'air et 98 à 256 mmHg lorsque le sujet respire de l'oxygène à 100 %.

Publicité en plongée et médecine hyperbare

La publicité commerciale est la bienvenue dans les pages de Plongée et Médecine Hyperbare.

Les entreprises et organisations des domaines de la plongée, de la médecine hyperbare et du soin des plaies qui souhaitent faire connaître leurs équipements et services sont les bienvenues.

La politique publicitaire des sociétés mères – EUBS et SPUMS – apparaît sur le site Internet de la revue : www.dhmjournal.com

Les détails des tarifs publicitaires et des exigences de formatage sont disponibles sur demande auprès de :

Courriel : editorialassist@dhmjournal.com

Télécopie : +64-(0)3-329-6810

Nécrologie

Thomas Richard Hennessy, MSc, PhD,
CMTH, FIMA, FSUT, 1940-2014



Tom Hennessy a commencé la plongée en 1964 avec le groupe d'exploration sous-marine de l'université de Cambridge, alors qu'il effectuait des recherches sur l'hydrodynamique théorique au Churchill College. Cependant, la physiologie de la plongée s'est imposée et en 1973, en tant que maître de conférences en mathématiques appliquées, il a obtenu un doctorat en biophysique des échanges de gaz inertes en décompression à l'Université du Cap.

En 1968-69, en tant qu'officier de plongée de l'Atlantic Underwater Club à Cape Town, Tom a introduit un programme de formation de plongeur et d'instructeur basé sur celui du British Sub-Aqua Club (BSAC), adopté plus tard comme norme nationale en Afrique du Sud, et en tant que président de la Société sud-africaine pour les sciences sous-marines de 1975 à 1976, il a représenté les besoins particuliers des plongeurs scientifiques dans la nouvelle législation sur la plongée professionnelle.

L'opportunité de faire de véritables recherches sur la décompression a attiré Tom au Royaume-Uni en 1976 pour travailler avec Val Hempleman au Royal Naval Physiological Laboratory (RNPL). Il a analysé les plongées profondes à saturation à l'héliox RNPL menées entre 1969 et 1979 et a calibré avec succès un modèle mathématique de règles de décompression de saturation/« grosse goutte, long arrêt » pour des plongées sûres à saturation.

En tant que chercheur principal, il a co-développé avec Tom Shields de nouvelles tables trimix RN jusqu'à 80 m de profondeur. Par la suite, en tant que chef de projet, il a développé de nouvelles tables d'excursion au nitrox jusqu'à 60 m pour le ministère de l'Énergie, publiées en 1985 par le groupe d'ingénierie sous-marine de la Construction Industry Research and Information Association.

En 1984, préoccupé par le retrait du soutien du ministère de la Défense à la recherche sur la plongée, Tom a été transféré à l'Admiralty Research. Création en tant que Chef de Section Détection Non Acoustique

et Wake Hydrodynamics, qui gère depuis cinq ans un vaste programme de recherche sur la détection du sillage des navires et des sous-marins. En 1987, pendant son temps libre, Tom a développé les tables BSAC '88 qui sont devenues la norme pour la formation à la décompression des plongeurs BSAC à travers le monde, et en 1996, il a introduit les tables BSAC Nitrox. Il a reçu la première médaille BSAC Colin McLeod en 1991 pour avoir développé les procédures de décompression de l'air, jugées comme une amélioration significative de la sécurité des plongeurs et de la compréhension de la décompression. Également pour le BSAC en 2009, il a produit de nouvelles tables de décompression oxy-azote accélérées (les tables Ox-Stop) qui utilisent des mélanges à haute teneur en oxygène pendant la phase d'ascension pour raccourcir le temps de remontée.

En tant que consultant auprès de Wharton Williams Underwater Engineering Contractors, il a développé des tables d'air spéciales à longue exposition et des règles pour la planification de plongées à saturation/excursion à l'héliox à plusieurs niveaux dans les opérations de plongée commerciales, et a reçu la Houlder Cup en 2000 par la Society for Underwater Technology pour ses contributions aux opérations de plongée en mer du Nord.

Tom a ensuite occupé le poste de maître de conférences en informatique médicale au Centre de mesure et d'information en médecine de la City University. En 1991, il a créé conjointement avec les facultés de médecine Guy's, King's et St Thomas' le premier cours de maîtrise en informatique médicale en Europe et en a été le premier directeur de cours jusqu'en 2001. En 1990, il a été membre du groupe de planification européen qui a lancé avec succès un Erasmus MSc en informatique de la santé à l'Université d'Athènes, et il a ensuite enseigné un module sur le cours d'Athènes au cours de la décennie suivante.

En 2011, Tom a été élu membre émérite de la Undersea and Hyperbaric Medical Society dont il était membre depuis 1972. Il a publié environ 50 articles sur la physiologie de la plongée et la modélisation de la décompression et a co-écrit un livre sur la dynamique des fluides à l'échelle nanométrique dans les processus physiologiques.

Tom souffrait d'une maladie cardiaque depuis 30 ans et est décédé après avoir subi sa troisième opération cardiaque majeure. Il laisse dans le deuil son épouse, ses deux filles, cinq petits-enfants et une sœur, son unique frère.

Deborah Hennessy

Mots clés

Nécrologie, tables de décompression, tables de plongée, recherche en plongée

Note de l'éditeur : les recherches du Dr Hennessy et d'autres documents seront probablement archivés sous la supervision de l'archiviste de l'Imperial College en attendant qu'un dépôt approprié soit déterminé. En attendant, les demandes de renseignements doivent être adressées au Dr Deborah Hennessy à <deb.hennessy@btinternet.com>.



Avis et nouvelles

Les avis et actualités SPUMS sont désormais sur le site Web <www.spums.org.au>

SPUMS 44ème ASM 2015

Lieu : Palau Royal Resort, Malakal, Palau, Micronésie

Dates : du 16 au 23 mai 2015

Conférencier invité : Neal Pollock, Duke University et directeur de la recherche DAN International

Sujets : Diabète et plongée ; le plongeur plus âgé ; plongée en apnée

Animatrice : Dr Catherine Meehan, Cairns

Les voyages préférés depuis l'Australie se feront avec China Airlines au départ de Brisbane.

Cela évite les longues escales et les correspondances difficiles.

Plusieurs forfaits permettant des économies significatives seront probablement disponibles.

Le lien vers le site de réservation de la conférence sera disponible fin août sur <spums.org.au>

Pour plus d'informations, envoyez un courrier électronique : <cmeehan@mcleodstmed.com.au>

Douglas Walker, membre à vie du SPUMS

Le Dr Douglas Walker a appris à plonger pour la première fois avec le British Sub-Aqua Club. Son implication dans la médecine de plongée remonte à l'époque où il a suivi le cours de médecins de plongée de la Royal Navy à Alverstoke, au Royaume-Uni, avant même que le cours ne soit annoncé comme étant accessible aux civils.

Pendant de nombreuses années après avoir immigré en Australie, il a été médecin généraliste sur les plages du nord de la région de Sydney et a été membre fondateur de la South Pacific Underwater Medicine Society avec le Dr Deal, le chirurgien Lt Cmdr Edmonds, le Sgn Cmdr Gray, le Sgn Lt. Thomas et le Dr Unsworth. La réunion inaugurale du SPUMS a eu lieu dans le carré des officiers du HMAS Penguin le 3 mai 1971. La cotisation initiale pour devenir membre était fixée à 2 \$! Douglas a été rédacteur en chef du SPUMS Journal de 1974 à 1990, avec John Knight pour l'assister à partir de 1979. Il a de nouveau siégé au comité exécutif du SPUMS entre 1999 et 2004.

Douglas a abordé pour la première fois le sujet des accidents et des décès en plongée lors du premier SPUMS ASM organisé sur Heron Island en 1972. Cependant, il avait commencé à collecter des données sur les décès en plongée en Australie dès la fin des années 1960. Il a recherché et suivi avec détermination et seul des pistes dans les journaux et ailleurs et a minutieusement collecté des informations auprès des bureaux coronariens de tout l'Australie.

États et territoires – un projet intitulé Project Stickybeak.

Les résultats de ses travaux ont été publiés dans le Journal of the South Pacific Underwater Medicine Society depuis 1972 et ces rapports annuels ont fourni une base solide et un éclairage de premier plan pour les enquêtes et les rapports sur les décès en plongée au niveau international. Il a obtenu une maîtrise en médecine de l'Université de Sydney en 1994 pour sa thèse basée sur ces travaux.

Carl Edmonds a récemment déclaré que « Douglas est l'un des chercheurs les plus généreux. Lorsque j'ai examiné les causes des décès en plongée, Doug m'a non seulement fourni ses rapports de décès, mais il m'a aussi littéralement donné toute sa documentation originale et son matériel clinique – pas un précis, mais des boîtes et des boîtes de données originales. Cela ne m'est jamais arrivé à un autre moment de ma vie professionnelle. Cela démontrait à quel point il était honnête et serviable.

Lors d'une récente conversation téléphonique avec Karen Richardson, Doug a déclaré qu'il venait tout juste d'avoir 90 ans et qu'il avait abandonné la plongée il y a quelques années car il n'était plus physiquement capable et estimait qu'il préférerait être en mesure de rédiger les rapports coronariens plutôt que de soyiez un sujet dans l'un d'eux !

Douglas Walker a apporté une contribution inestimable à la médecine et à la sécurité de la plongée, et son nom vous est présenté aujourd'hui [lors de la 44e assemblée générale annuelle du SPUMS] pour le reconnaître en tant que membre à vie du SPUMS.

SPUMS et Facebook

N'oubliez pas d'aimer SPUMS sur :

<<http://www.facebook.com/pages/SPUMS-South-Pacific-Underwater-Medicine-Society/221855494509119>>

Diplôme SPUMS en plongée et médecine hyperbare

Exigences pour les candidats (mai 2014)

Pour que le Diplôme de Plongée et Médecine Hyperbare soit décerné par la Société, le candidat doit respecter les conditions suivantes :

- 1 (II) doit être médicalement qualifié et rester un membre financier actuel de la Société au moins jusqu'à ce qu'il ait rempli toutes les exigences du diplôme.
- 2 (II) doit fournir la preuve de l'achèvement satisfaisant d'un cours à temps plein de deux semaines examiné en plongée et hyperbare. Médicaments dans un établissement agréé. La liste de ces installations agréées peut être consultée sur le site Web du SPUMS.
- 3 (II) doit avoir suivi l'équivalent (tel que déterminé par le responsable de l'éducation) d'au moins six mois de formation clinique à temps plein dans une unité de médecine hyperbare agréée.
- 4 (II) doit soumettre une proposition écrite de recherche dans un domaine pertinent de la médecine sous-marine ou hyperbare, dans un format standard, pour approbation avant de commencer son projet de recherche.
- 5 (II) doit produire, à la satisfaction du Conseil Académique, un rapport écrit sur le projet de recherche approuvé, sous la forme d'un article scientifique susceptible d'être publié. Ce rapport doit être accompagné d'une demande d'examen pour le diplôme SPUMS et de pièces justificatives pour les points 1 à 4 ci-dessus.

En l'absence d'autre documentation, on supposera que l'article doit être soumis pour publication dans Diving and Hyperbaric Medicine. En tant que telle, la structure de l'article doit être globalement conforme aux « Instructions aux auteurs » disponibles sur le site Web du SPUMS <www.spums.org.au> ou sur <www.dhmjournal.com>.

L'article peut être soumis à des revues autres que Diving and Hyperbaric Medicine ; cependant, même s'il est publié dans une autre revue, l'article complété doit être soumis au responsable de l'éducation pour évaluation en tant qu'article de diplôme. Si l'article a été accepté pour publication ou publié dans une autre revue, la preuve doit en être fournie.

Le document de diplôme sera évalué et des modifications pourront être demandées avant qu'il ne soit considéré comme répondant aux normes requises pour l'attribution du diplôme. Une fois terminés à la satisfaction des évaluateurs, les articles qui n'ont pas encore été soumis ou acceptés par d'autres revues doivent être transmis au rédacteur en chef de Diving and Hyperbaric Medicine pour examen. À ce stade, le diplôme sera décerné, à condition que toutes les autres conditions soient remplies. Les projets de diplôme soumis à Diving and Hyperbaric Medicine pour examen en vue de leur publication seront soumis au propre processus d'examen par les pairs de la revue.

Informations supplémentaires – une approbation prospective des projets est requise

Le candidat doit contacter le responsable de l'éducation par écrit (ou par courrier électronique) pour l'informer de sa candidature envisagée et pour discuter du sujet de recherche proposé. Une proposition de recherche écrite doit être soumise avant le début du projet de recherche.

Tous les rapports de recherche doivent clairement tester une hypothèse. La recherche fondamentale ou clinique originale est acceptable. Les rapports de séries de cas peuvent être acceptables s'ils sont soigneusement documentés, soumis à une analyse quantitative et si le sujet fait l'objet de recherches approfondies et est discuté en détail. Les rapports d'un seul cas sont insuffisants. Les articles de synthèse peuvent être acceptables si la littérature mondiale est analysée en profondeur

et discuté, et le sujet n'a pas été récemment examiné de la même manière. Les documents déjà publiés ne seront pas pris en compte.

Il est attendu que le projet de recherche et le rapport écrit soient principalement l'œuvre du candidat, et que le candidat soit le premier auteur s'il y en a plus d'un.

Il est prévu que toutes les recherches soient menées conformément à la déclaration conjointe NHMRC/AVCC et aux lignes directrices sur les pratiques de recherche, disponibles sur : <www.nhmrc.gov.au/_files_nhmrc/publications/attachments/r39.pdf>, ou l'exigence équivalente du pays dans lequel la recherche est menée. Toute recherche impliquant des humains ou des animaux doit être accompagnée de preuves documentaires de l'approbation d'un comité d'éthique de la recherche approprié.

Les études sur l'homme doivent être conformes à la Déclaration d'Helsinki (1975, révisée en 2013). Les essais cliniques commencés après 2011 doivent avoir été enregistrés sur un site de registre d'essais reconnu tel que le registre des essais cliniques d'Australie et de Nouvelle-Zélande <<http://www.anzctr.org.au>> et les détails de l'inscription fournis dans la lettre d'accompagnement. Les études utilisant des animaux doivent être conformes aux lignes directrices du Conseil national de la santé et de la recherche médicale ou à leur équivalent dans le pays dans lequel les travaux ont été menés.

Le diplôme SPUMS ne sera décerné que lorsque toutes les exigences seront remplies. Les composants individuels ne doivent pas nécessairement être complétés dans l'ordre indiqué ci-dessus. Cependant, il est obligatoire que le projet de recherche soit approuvé avant de commencer la recherche.

À compter du 1er juin 2014, les projets seront considérés comme caducs si

- 1 Le projet est inactif pendant une période de trois ans, ou
- 2 Le candidat ne renouvelle pas son adhésion au SPUMS une année après l'enregistrement de son projet de diplôme (mais non terminé).

En ce qui concerne le point 1 ci-dessus, en cas de retard imprévu où le projet dépassera trois ans, les candidats doivent aviser par écrit le responsable de l'éducation s'ils souhaitent que leur projet de diplôme reste actif, et une prolongation supplémentaire de trois ans sera accordée.

En ce qui concerne le point 2 ci-dessus, s'il existe des circonstances atténuantes empêchant un candidat de conserver son adhésion financière, celles-ci doivent alors être informées par écrit au responsable de l'éducation pour examen par l'exécutif du SPUMS.

Si un projet est expiré et que le candidat souhaite poursuivre son DipDHM, il doit alors soumettre une nouvelle candidature conformément à ces directives.

Le Conseil académique se réserve le droit de modifier ces exigences de temps à autre.

Depuis juin 2014, le conseil académique du SPUMS se compose de :

Dr David Wilkinson, responsable de l'éducation ;
Professeur agrégé Simon Mitchell ;
Professeur agrégé (retraité) Mike Davis ;
Dr Denise Blake.

Toutes les demandes et candidatures doivent être adressées à :
David Wilkinson

Télécopie : +61-(0)8-8232-4207

Courriel : <education@spums.org.au>

Mots clés

Diplôme, médecine sous-marine, oxygène hyperbare, recherche, société médicale



Avis et nouvelles

Les avis et actualités de l'EUBS ainsi que toutes les autres informations de l'EUBS sont disponibles sur le site Web de la société : <www.eubs.org>

41e réunion scientifique annuelle de l'EUBS 2015

Dates : du 19 au 22 août 2015
Lieu : Amsterdam

Pour des informations préliminaires, voir :
<www.eubs2015.org>

Le



le site Web
est à <www.eubs.org>

Les membres sont encouragés à se connecter et à maintenir leurs informations personnelles à jour.

Société allemande pour la plongée et Médecine hyperbare

Un aperçu des cours de base et de perfectionnement en médecine de plongée et hyperbare, accrédités par la Société allemande de médecine de plongée et hyperbare (GTÜeM) selon les programmes EDTC/ECHM, peut être trouvé sur le site Internet :
<http://www.gtuem.org/212/Kurse/_Termin/Kurse.html>

DAN Europe

DAN Europe propose une sélection fraîche et multilingue d'actualités, d'articles et d'événements récents mettant en vedette DAN et son personnel. Aller sur le site : <<http://www.daneurope.org/web/guest/>>

Capita Selecta Dive Research Anglais Séminaires 2014 Université d'Amsterdam, Pays-Bas

29 novembre 2014 : Plongée en apnée
Intervenants : Rik Roskens ; Erika Schagatay, physiologiste de l'environnement ; Jochen Schipke, physiologiste médical et médecin de plongée

Pour des informations complètes, contactez : <www.duikresearch.org>

Fondation Scott Haldane

La Fondation Scott Haldane se consacre à l'enseignement de la médecine de la plongée et a organisé plus de 150 cours au cours des 19 dernières années, aux Pays-Bas et à l'étranger. Vous trouverez ci-dessous une liste des cours restants pour 2014.



Les cours Médecin Examineur de Plongeur (parties I et II) et les modules du cours Médecin de Médecine de Plongée sont entièrement conformes au programme ECHM/EDTC pour les niveaux 1 et 2d respectivement et sont accrédités par le Collège Européen de Baromédecine.

Cours restants pour 2014

04 octobre : Cours de remise à niveau. AMC, Amsterdam
8-15 novembre : Cours de base (examen médical des plongeurs) Partie 1. Costa Rica
15-22 novembre : 22e cours approfondi Diving Medicine : médecine de plongée basée sur des cas. Costa Rica
22-29 novembre : 22e cours approfondi Diving Medicine : médecine de plongée basée sur des cas. Costa Rica

Pour plus d'informations : <www.scotthaldane.org>

Dr Kate Lambrechts

En juin 2014, Kate Lambrechts a soutenu avec succès sa thèse de doctorat à l'Université de Bretagne Occidentale, Brest, France.

Activation plaquettaire et dysfonctionnement vasculaire après
Plongée sous-marine : étude des mécanismes physiologiques et de leurs interactions

Une partie de ces travaux peut être consultée dans ce numéro et sur : <<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/23949788>>
<<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/24400144>>

Certificat en plongée et médecine hyperbare du Collège australien et néo-zélandais de Anesthésistes

Les candidats éligibles sont invités à se présenter à l'examen du certificat en plongée et médecine hyperbare du Collège australien et néo-zélandais des anesthésistes.

Tous les détails sont disponibles sur le site Web de l'ANZCA à l'adresse :
<<http://anzca.edu.au/edutaining/DHM/index.htm>>

Suzy Szekely, FANZCA, présidente du groupe d'intérêt spécial ANZCA/ASA sur la plongée et la médecine hyperbare.

Courriel : <Suzy.Szekely@health.sa.gov.au>

Association hyperbare britannique Assemblée annuelle 2014



Dates : 07 et 08 novembre 2014

Lieu : Centre d'éducation médicale d'East Riding
Infirmierie royale de Hull, Yorkshire de l'Est

Jour 1 : L'oxygène et le cerveau traumatisé
Jour 2 : Physiologie de la plongée / Médecine de la plongée

Conférenciers principaux :

Brad Sutherland, Royaume-Uni, Shira Efrati, Israël, Galan Rockwood, États-Unis, Ole Hildegard, Danemark, David Doolittle, États-Unis, Martin Sayer, Royaume-Uni

L'appel à résumés est désormais ouvert. Veuillez soumettre des soumissions de 300 œuvres ou moins à : <gerardladen@aol.com>

Plongée et médecine hyperbare Index des matières, Vol 43, 2013

L'index des matières, volume 43, 2013, se trouve sur le site Web de la revue <www.dhmjournal.com> ainsi que sur les sites Web SPUMS et EUBS.

Anciens articles de DHM

Après un embargo d'un an, les articles de la plongée et de la médecine hyperbare sont publiés sur le site Web de la Rubicon Foundation <[www. http://rubicon-foundation.org](http://www.rubicon-foundation.org)>.

Il s'agit d'une base de données en libre accès, disponible gratuitement et contenant de nombreuses autres publications. À l'heure actuelle, ces informations ne sont pas entièrement à jour pour DHM, mais les articles du numéro de septembre 2012 sont désormais disponibles. Rubicon recherche des dons pour soutenir son travail de documentation de la littérature scientifique hyperbare.

Les articles plus récents ou toute autre demande concernant les articles doivent être envoyés à : <editorialassist@dhmjournal.com>

Les articles sous embargo seront facturés – frais sur demande.

Médecine hyperbare de l'hôpital Royal Adelaide Cours unitaires 2014

Cours de médecins

Partie 1 : 01-05 décembre (conférences)

Partie 2 : 08-12 décembre

Cours DMT

Complet : du 6 au 24 octobre

Mise à jour : 22 septembre-3 octobre

Toutes demandes à :

Lorna Mirabelli, administratrice du cours

Téléphone : +61-(0)8-8222-5116

Télécopie : +61-(0)8-8232-4207

Courriel : <Lorna.Mirabelli@health.sa.gov.au>

Médecins de la Marine royale australienne Cours de médecine sous-marine 2014

Dates : du 6 au 17 octobre 2014

Lieu : HMAS PENGUIN, Sydney

Le cours MOUM vise à fournir au médecin une compréhension de l'éventail des problèmes médicaux potentiels rencontrés par les plongeurs. Un accent considérable est mis sur les contre-indications à la plongée et sur les soins médicaux de la plongée, ainsi que sur la physiopathologie, le diagnostic et la gestion des maladies les plus courantes liées à la plongée.

Le cours comprend une simulation basée sur des scénarios axée sur la gestion des urgences en plongée et des ateliers couvrant les éléments clés de la médecine de plongée.

Coûts : 1 355 AUD (sans hébergement)

2 300 AUD (environ avec hébergement au HMAS Penguin)

Pour informations et formulaires de candidature, contactez :

Rajeev Karekar, pour l'officier responsable,
Unité de médecine sous-marine et sous-marine

HMAS PINGOUIN

Middle Head Rd, Mosman

NSW 2088, Australie

Téléphone : +61-(0)2-9647 5572

Télécopie : +61-(0)2-9960 4435

Courriel : <Rajeev.Karekar@defence.gov.au>

Le Plongée et médecine hyperbare Journal

le site Web est à

<www.dhmjournal.com>

Le groupe de médecine hyperbare ANZ Cours d'introduction à la plongée et Médecine hyperbare 2015

Dates : du 23 février au 6 mars

Lieu : Hôpital Prince of Wales, Sydney, Australie

Le contenu du cours comprend :

- Antécédents d'oxygène hyperbare
- Physique et physiologie de la compression
- Indications acceptées de l'oxygène hyperbare
- Évaluation de la plaie, y compris oxymétrie transcutanée
- Visite du HMAS Penguin
- Visite à la police de l'eau de Nouvelle-Galles du Sud
- Envenimation marine
- Séances pratiques comprenant une évaluation de l'aptitude à la plongée

Approuvé pour le programme ANZCA CPD (catégorie connaissances et compétences) :

56 heures pour assister à des conférences/présentations pour un crédit par heure.

24 heures pour des ateliers/PBLD/discussions en petits groupes pour deux crédits par heure

Contact pour renseignements :

Mme Gabrielle Janik, administratrice du cours

Téléphone : +61-(0)2-9382-3880

Télécopie : +61-(0)2-9382-3882

Courriel : <Gabrielle.Janik@sesiahs.health.nsw.gov.au>

Réunion scientifique annuelle de l'UHMS 2015

Dates : du 4 au 6 juin 2015 (pré-cours le 3 juin)

Lieu : Hilton Bonaventure, Montréal, Canada

Plus d'informations à venir : <www.uhms.org>



PLONGÉE HISTORIQUE
SOCIÉTÉ
AUSTRALIE, ASIE DU SE

PO Box 347, Dingley Village Victoria,
3172, Australie
Courriel : <hdsaustralapacific@
hotmail.com.au>

Site web:
<www.classicdiver.org>

18e Congrès international sur l'hyperbarie Médecine

02-06 décembre 2014

Buenos Aires, Argentine



L'ICHM est une organisation mondiale regroupant les médecins et les scientifiques intéressés par la plongée et la médecine hyperbare.

L'organisation a une structure formelle minimale et se consacre entièrement à l'accueil d'un congrès scientifique international tous les trois ans.

Comité ICHM (2011-2014) :

Président : Prof Dr Jorge B Pisarello (Argentine)

Directeur exécutif : Dr Alessandro Marroni (Italie)

Secrétaire : Professeur associé Michael Bennett (Australie)

Inscription : Les inscriptions en ligne sont désormais ouvertes

Site Internet : <www.ichm2014.com.ar>

E-mail pour plus d'informations : <info@eidosestudio.com>

Oxygène hyperbare, Karolinska

Bienvenue sur : <http://www.hyperbaricoxygen.se/>.

Ce site, soutenu par l'hôpital universitaire Karolinska de Stockholm, en Suède, propose des publications et des conférences vidéo gratuites de haute qualité rédigées par des autorités de premier plan et des chercheurs principaux dans le domaine de la médecine hyperbare.

Vous devez vous inscrire pour obtenir un mot de passe par e-mail. Une fois inscrit, regardez les conférences en ligne ou téléchargez-les sur votre iPhone ou votre ordinateur pour les visionner ultérieurement. Nous proposons des conférences vidéo de :

- Le 5ème cours Karolinska PG en clinique hyperbare
oxygénothérapie, 7 mai 2009.
- Le Comité européen de médecine hyperbare
Conférence « Oxygène et infection », 8-09 mai 2009.
- Le 17e Congrès international sur l'hyperbarie
Médecine, Le Cap, 17-18 mars 2011.

Le rapport 2011 du Conseil du comité de Stockholm : Traitement à l'oxygène hyperbare (HBO) à l'hôpital universitaire Karolinska est également disponible.

Pour plus d'informations contacter :

Folke Lind, MD PhD

Courriel : <folke.lind@karolinska.se>

Site Web : <www.hyperbaricoxygen.se>

Instructions aux auteurs

Les « brèves » Instructions aux auteurs ne seront plus imprimées dans chaque numéro de la Revue. Veuillez vous référer au site Web de plongée et de médecine hyperbare : <www.dhmjournal.com> pour un pdf téléchargeable des instructions complètes (révisé en juin 2014).

NUMÉROS DE TÉLÉPHONE DES SERVICES D'URGENCE DES PLONGEURS

AUSTRALIE

1800 088200 (en Australie, gratuit)
+61 8 8212 9242 (international)

NOUVELLE-ZÉLANDE

0800 4DES-111 (en Nouvelle-Zélande, gratuit)
+64 9 445 8454 (international)

ASIE

+10-4500-9113 (Corée)
+81-3-3812-4999 (Japon)

AFRIQUE DU SUD

0800-020111 (en Afrique du Sud, gratuit)
+27-10-209-8112 (International, appel à frais virés)

L'EUROPE

+39-6-4211-8685 (assistance téléphonique 24h/24)

ROYAUME-UNI

+44-7740-251-635

Etats-Unis

+1-919-684-9111

Les numéros DES (sauf UK) sont généreusement pris en charge par DAN

PROJET DAN DE RAPPORT D'ACCIDENT DE PLONGÉE EN ASIE-PACIFIQUE

Ce projet est une enquête en cours visant à documenter tous les types et toutes les gravités des accidents liés à la plongée. Toutes les informations sont traitées de manière confidentielle en ce qui concerne les détails d'identification lorsqu'elles sont utilisées dans les rapports sur les cas mortels et non mortels. Ces rapports peuvent être utilisés par les parties intéressées pour accroître la sécurité de la plongée grâce à une meilleure connaissance des facteurs critiques.

Les informations peuvent être envoyées (à titre confidentiel, sauf accord contraire) à :

Recherche DAN

Divers Alert Network Asie-Pacifique

PO Box 384, Ashburton VIC 3147, Australie

Demandes de renseignements à : <research@danasiapacific.org>

RAPPORT D'INCIDENTS DE PLONGÉE NON MORTELS DAN Asie-Pacifique (NFDIR)

NFDIR est une étude en cours sur les incidents de plongée, anciennement connue sous le nom de Diving Incident Monitoring Study (DIMS).

Un incident est toute erreur ou événement qui pourrait, ou a réduit, la marge de sécurité d'un plongeur lors d'une plongée particulière.

Veillez signaler de manière anonyme tout incident survenu lors de votre groupe de plongée. La plupart des incidents ne causent aucun dommage, mais les signaler fournira des informations précieuses sur les incidents courants et ceux qui ont tendance à entraîner des blessures pour le plongeur. Utiliser ces informations pour modifier le comportement du plongeur rendra la plongée plus sûre.

Le formulaire de déclaration NFDIR est accessible en ligne sur le site Internet de DAN AP :

<www.danasiapacific.org/main/accident/nfdir.php>

CLAUDE DE NON-RESPONSABILITÉ

Toutes les opinions exprimées dans cette publication sont données de bonne foi et représentent dans tous les cas les opinions de l'auteur et ne sont pas nécessairement représentatives des politiques ou des opinions de SPUMS ou EUBS ou de l'éditeur.

CONTENU

Plongée et médecine hyperbare Volume 44 n°3 Septembre 2014

Éditoriaux

- 121 L'offre de l'éditeur
- 122 Y a-t-il besoin de davantage de sciences de la plongée pour les plongeurs ?
Costantino Balestra
- 123 SPUMS Message du Président
David Smart

Articles originaux

- 124 Validation sur le terrain des programmes de plongée par rebond de l'industrie aquacole de Tasmanie à l'aide de l'analyse Doppler de la contrainte de décompression
David B Smart, Corry Van den Broek, Ron Nishi, P David Cooper et David Eastman
- 137 Revue rétrospective des procédures d'œilletons sous anesthésie générale versus anesthésie locale chez les patients subissant une oxygénothérapie hyperbare
Laura Lamprell, Derelle Young, Venkat Vangaveti, John Orton et Anand Suruliraj
- 141 Les effets cardiaques de l'oxygène hyperbare à 243 kPa en utilisant échocardiographie en chambre
Ian C Gawthorpe, David A Playford, Benjamin King, Kathryn Brown, Catherine Wilson et Barry McKeown
- 146 Oxymétrie transcutanée : valeurs normales pour le membre inférieur
Denise F Blake, Derelle A Young et Lawrence H Brown
- 154 Effet de la splénectomie sur l'activation plaquettaire et l'issue du mal de décompression dans un modèle de décompression chez le rat
Kate Lambrechts, Jean-Michel Pontier, Aleksandra Mazur, Peter Buzzacott, Christelle Goanvec, Qiong Wang, Michaël Theron, Marc Belhomme et François Guerrero

Communication courte

- 158 L'effet des plongées aériennes jusqu'à une profondeur de 30 mètres sur cortisol sérique chez les plongeurs masculins
Rasool Zarezadeh et Mohammad Ali Azarbayjani

Rapport de cas

- 161 Oxygénothérapie hyperbare pour torsion testiculaire unilatérale chez un enfant
Bilal Firat Alp, Gamze Cebi, Adem Özdemir, Hasan Cem Irkilata et Gunalp Uzun

Le monde tel qu'il est

- 163 Enquête sur les modèles de référence et les attitudes à l'égard du traitement à l'oxygène hyperbare parmi les oncologues danois, les chirurgiens des oreilles, du nez et de la gorge et les chirurgiens bucco-dentaires et maxillo-faciaux
Lone Forner, Anne Lee et Erik Christian Jansen
- 167 Le témoin silencieux : utilisation des enregistrements informatiques de plongée dans les enquêtes sur les accidents mortels en plongée
Martin DJ Sayer et Elaine Azzopardi
- Rapport sur 170 incidents de plongée du British Sub-Aqua Club (BSAC) en 2013
Brian Cummings, résumé par Colin Wilson

Lettres à l'éditeur

- 172 L'effet du vinaigre sur les nématocystes évacués de
Chironex fleckeri
Angel A Yanagihara et John J Chen
- 172 Réponse :
Philippa Welfare, Mark Little, Peter Pereira et Jamie Seymour
- 174 Mesurer la capacité aérobie des plongeurs
Neal W Pollock et Peter Buzzacott
- 174 Plongée et médecine hyperbare : l'expérience d'un étudiant
Michael M Modell
- 175 Œdèmes pulmonaires d'immersion et décès en plongée
Sim Sai Tin

Continuer le développement professionnel

- 177 L'oxygène dans la cicatrisation des plaies
Christian Fabricius

Réimprimé à partir d'autres sources

- 153 Revue systématique de l'efficacité de l'oxygénation hyperbare dans la prise en charge des ulcères chroniques du pied diabétique
Liu R, Li L, Yang M, Boden G, Yang G
- 166 Influence des plongées quotidiennes répétées sur la contrainte de décompression
Zanchi J, Ljubkovic M, Denoble PJ, Dujic Z, Ranapurwala SI, Pollock NW

Nécrologie

- 179 Thomas Richard Hennessy, 1940-2014

Avis et actualités SPUMS

- 180 Douglas Walker, membre à vie de ÉCRASURES
- 181 Diplôme SPUMS en plongée et Médecine hyperbare

Avis et actualités de l'EUBS

- 182 41e édition scientifique annuelle de l'EUBS Réunion 2015
- 182 Cours et rencontres

La plongée et la médecine hyperbare sont répertoriées sur MEDLINE, SciSearch® et Embase/Scopus

Imprimé par Snap Printing, 166 Burwood Road, Hawthorn, Victoria 3122, <hawthorn@snap.com.au>