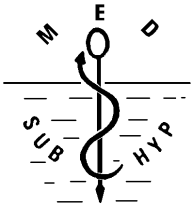
ISSN 1248 – 2846 3448 6781®

BULLETIN de MEDECINE SUBAQUATIQUE et HYPERBARE

2017. Tome 27. Numéro 2

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



REVUE SEMESTRIELLE

Date de publication : novembre 2017

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

Déclarée le 24 Décembre 1968

J.O. du 11 Janvier 1969

PRESIDENTS HONORAIRES

Pr. J.DOR (1969-1972)
Pr. A. APPAIX (1972-1976)
Dr. R. RISPE (1976-1979)
Dr. B. BROUSSOLLE (1979-1982)
Pr. J. CORRIOL (1982-1985)
Pr. Ph. OHRESSER (1985-1988)
Dr. Ph. CAVENEL (1988-1991)
Dr. J.C. ROSTAIN (1991-1994)
Pr. F. WATTEL (1994-1997)
Pr J.M. SAINTY (1997-2000)
Dr J.L. MELIET (2000-2003)

BUREAU DE LA SOCIETE EN 2017

Président:	BLATTEAU, J.E.	Administrateurs :	BARTHELEMY, A
Vice Présidents :	.		COURAUD, F.
	COULANGE, M.		GRANDJEAN, B.
Secrétaire général :	DELAFOSSE, B.		MATHIEU, D
Secrétaire adjoint :	HENCKES, A.		PIGNEL, R.
Trésorier :	LOUGE, P.		PONTIER J.M.
Trésorier adjoint :	HUGON, M.		REGNARD, J.
			SOUDAY, V.

.CONSEIL SCIENTIFIQUE

Coordinateur :	MELIET, J.L.	
Conseillers :	D'ANDREA, C.	BARBERON, B.
	CONSTANTIN, P.	COULANGE, M.
	GUERERO, F.	LETELLIER, P.
	ROSTAIN, J.C.	WENDLING, J.

Secrétariat: Dr. B. Delafosse.
bertrand.delafosse@wanadoo.fr ou secretaire@medsubhyp.com.

BULLETIN de MEDECINE SUBAQUATIQUE et HYPERBARE
2017. Tome 27, Numéro 2.

Dépôt légal : 8 mars 2017
3448 6781®

ISSN 1248 - 2846

Responsable de la rédaction
B. Delafosse,

Directeur de la publication
J.C. Rostain

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

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

Date de publication : novembre 2017

INTERET DE LA MESURE DE LA CONSOMMATION MAXIMALE D'OXYGENE DANS L'APTITUDE MEDICALE DES PLONGEURS PROFESSIONNELS

I. BEN DHIA[1], S. BEN SALEM[1], A. SOUISSI[1], H. JMAIEL[1], I. DEKHIL[1], A. MERDASSI[1], C. BEN OTHMAN[1], H. ASKRI[1], F. BARGUELLIL[1], T. KHELIFI[2] N. GUERMAZI[1]. [1]Centre d'expertise de médecine aéronautique de Tunis. [2]Centre médical de l'armée de l'air Qatari. (Tunisie).

ABSTRACT

Interest of measuring oxygen maximal consumption in the medical fitness of professional divers. **I Ben Dhia, S Ben Salem, A Souissi, H Jmaiel, I Dekhil, A Merdassi, C Ben Othman, H Askri, F Barguellil, T Khelifi , N Guermazi. Bull. Medsubhyp, 2017, 27 (2): 33 – 42.**

Background:

The professional divers are at any time requested to undertake demanding missions that require optimal physical condition. These divers benefit of repeated follow-up examinations in the Tunisian center of Expertise of Aeronautical Medicine and the VO_2max is measured as an objective criterion of the level of physical condition. The study of VO_2max in divers was not previously published in our country.

Study:

This study aimed at assessing in these professional divers, the annual VO_2max figures the follow-up changes of this value and its role in decision making of medical fitness to dive.

Methods:

A retrospective study of medical files of 126 professional divers from all specialties was conducted over a 5 year period (2007-2011). Besides the anthropometric parameters, the VO_2max (indirect method), its longitudinal changes and its contribution to medical fitness to scuba diving were assessed .

Results:

- The 126 professional divers whose files were studied, embedded 99 board divers, 22 clearance divers and 5 combat swimmers. The sex ratio was 1 woman for 24 men.
- The mean age of our divers was 28,6 ± 6,5 years (range 19 to 44). 44 % of them were smokers and 94 % had a regular physical activity.
- The mean work experience of was 5 ± 5 years on the whole. For board divers, clearance divers and combat swimmers it was respectively 4 ± 4,8 , 8,8 ± 4,8 and 8 ± 5,1 years .
- 288 VO2max measures were achieved during the five years of the study.
- Mean VO2max were 47 ± 8 mL/min/kg (all specialites) and 47 ± 8 mL/min/kg for board divers, 48 ± 7,02 mL/min/kg for clearance divers and 47 ± 8 mL/min/kg for combat swimmers.
- These mean figures were yearly increasing, and displayed a significant improvement over the last three years.
- 50 VO2max were considered insufficient (17 %), 60 % of which were board divers.
- 35 VO2max values led to temporary unfitness decision du to too low physical condition . Among all divers, the cumulated ineptitude duration amounted to a total 108 months.

Conclusion:

In spite of improvement during over the three last years of study, the average VO2max of our military professional divers remained low as compared to values assessed in endurance sports in national and international surveys. These results underscore the usefulness of joint work effort from the Center of Expertise of Aeronautical Medicine and the diving instructors in planning regular activity training to improve the aerobic fitness in professional scuba divers.

Keywords: oxygen maximal consumption, professional divers, fitness

INTRODUCTION

La plongée sous marine impose des contraintes spécifiques à la physiologie humaine, soit du fait des modifications de pression ambiante, soit en rapport avec d'autres caractéristiques du milieu lui-même. Diverses défaillances fonctionnelles, préexistantes ou causées, par la plongée conduisent à des conséquences physiopathologiques et parfois menacent la vie du plongeur. L'évolution dans un tel milieu exige un parfait état de santé et une condition physique particulière. Les plongeurs professionnels suivis au Centre d'Expertise de Médecine Aéronautique (CEMEDA) sont essentiellement des militaires. Ils ont subi une sélection médicale rigoureuse et

un suivi régulier pour décider de leur aptitude médicale à la plongée et évaluer leur niveau de condition physique par la mesure de la consommation maximale d'oxygène (VO_2max) qui constitue un des critère objectif global pour apprécier ce niveau. Dans ce contexte et en l'absence de publications concernant les plongeurs tunisiens, nous avons réalisé un travail de suivi évolutif de la VO_2max chez nos plongeurs professionnels au cours de cinq années consécutives (2007 – 2011) et en utilisant la VO_2max comme critère de l'aptitude médicale à la plongée sous marine.

METHODES

Cette étude rétrospective a concerné les dossiers des plongeurs professionnels en activité suivis au Centre d'Expertise de Médecine Aéronautique de 2007 à 2011.

Sur les dossiers nous avons relevé :
- l'identité des plongeurs et leur spécialité,
- les antécédents médicaux,
- l'âge et le sexe,
- les habitudes de vie,
- les données anthropométriques (poids, taille, indice de masse corporelle IMC et pourcentage de masse grasse).
- les résultats des explorations fonctionnelles respiratoires et les radiographies du thorax,
- les résultats des VO_2max réalisés les cinq dernières années avec calcul des moyennes et des écarts types,
- les autres paramètres : fréquence cardiaque maximale (FCmax) et vitesse maximale aérobie (VMA),
- les décisions d'aptitude et les inaptitudes temporaires en rapport avec une insuffisance de la VO_2max.

a. Protocole :
Pour explorer le métabolisme aérobie des plongeurs professionnels, nous avons utilisé un tapis roulant Jaeger LE 200C. Le protocole choisi (test TUB 2 – Cazorla 1990 – encore appelé test de l'université de Bordeaux 2 – Vidalin et coll.1989) est transmis au tapis par un système informatisé.
Il s'agit de compléter le maximum de paliers. Chaque palier dure 3 minutes mais se court à vitesse constante, la récupération entre les paliers est de 1 minute.
Le 1er palier se court à 8 km/h puis 10, 12, 13, 14… Ce test est à coupler avec une prise de la fréquence cardiaque après chaque palier, les 3 minutes de chaque palier permettent d'obtenir une valeur stabilisée (« plateau ») des variables physiologiques (fréquence cardiaque et VO_2 en particulier). La vitesse maximale aérobie (VMA) correspond à la vitesse atteinte au dernier palier totalement complété (Iaiche et coll.1996).

b. Détermination de la valeur de la VO_2max :
La VO_2max est calculée indirectement par la formule de l'Americain College of Sport Medicine (ACSM) Running (Howley et coll. 1995, Bosquet et coll. 2000).
VO_2max (mL/min/kg) = (0,2 x S) + (0,9 x S x G) + 3,5 (S : vitesse en km/h, G : pente du tapis roulant en degrés)
Les autres paramètres de l'étude ont été :
- la vitesse maximale atteinte exprimée en km/h lors de la VO_2max mesurée,
- la fréquence cardiaque maximale atteinte exprimée en battements par minute (bpm).

c. Analyses statistiques :
Les résultats de l'étude sont exprimés en moyennes et écarts types renseignant sur le degré de l'homogénéité de la dispersion.

RESULTATS

POPULATION
Notre population d'étude est composée de 126 plongeurs professionnels dont 122 plongeurs militaires, 2 plongeurs de la Garde Nationale et deux civils relevant du Ministère de l'Agriculture. Cette population est régulièrement suivie au Centre d'Expertise de Médecine Aéronautique (CEMEDA) avec des visites médicales annuelles systématiques et d'autres conjoncturelles, à la demande, en cas d'accident ou d'incident ou dans les suites d'une maladie.

Le suivi annuel au CEMEDA comporte en particulier une exploration fonctionnelle respiratoire et une mesure indirecte de la VO_2max dont les résultats font l'objet de notre étude.

REPARTITION DES PLONGEURS
1. Spécialités
Parmi les 126 plongeurs faisant objet de notre étude, 100 (4/5 de l'effectif) sont des plongeurs

de bord (PLB), 22 sont des plongeurs démineurs (PLD) et 5 sont des nageurs de combat (NC).

2. Sexe
La population étudiée comporte 121 plongeurs de sexe masculin et 5 plongeurs de sexe féminin dont trois infirmiers hyperbaristes avec un sexe ratio d'une femme pour 24 hommes (soit 4 %).

3. Age
L'âge moyen des plongeurs est de 28,6 ± 6,5 ans avec des extrêmes de 19 et 44 ans, 2/3 des plongeurs sont âgés de moins de 30 ans (68,25 %) dont 84 % sont des plongeurs de bord.
La moyenne d'âge des NC est de 30 ± 6,3 ans avec des extrêmes de 25 et 41 ans, celle des PLD est de 31,2 ± 6,7 ans avec des extrêmes de 22 et 43 ans et pour les PLB elle est de 27,9 ± 6,4 ans avec des extrêmes de 19 et 44 ans (figure 1).

4. Habitudes de vie
II.4.1. Tabagisme : 44,4 % de nos plongeurs sont des fumeurs dont 33,3 % sont des plongeurs de bord ; 50 % des plongeurs démineurs sont tabagiques.
II.4.2. Alcool : 14,3 % de nos plongeurs sont des consommateurs occasionnels d'alcool dont 9,5 % des PLB et 20 % des PLD.
II.4.3. Activité sportive : 94,4 % de nos plongeurs pratiquent une activité sportive régulière dont 23 % pratiquent plus de 4 séances par semaine soit 8 heures/semaine (tableau I).

5. Les antécédents médico-chirurgicaux
Parmi nos plongeurs deux PLD ont eu des antécédents de psoriasis, deux PLB ont eu des troubles de repolarisation cardiaque en cours de carrière et qui ont été classés « bénins » après leur exploration. Deux plongeurs ont été opérés, un PLB pour une déviation de la cloison nasale (indication opérationnelle) et un PLD pour péritonite post appendiculaire.

6. Expérience professionnelle :
L'expérience professionnelle moyenne de notre population d'étude est de 5 ± 5,2 ans avec des extrêmes de 1 et 21 ans, celle des PLD est de 8,8 ± 4,8 ans avec des extrêmes de 3 et 19 ans et pour les PLB elle est de 4 ± 4,8 ans avec des extrêmes de 2 et 15 ans enfin chez les nageurs de combat elle est de 8 ± 5,1 ans avec des extrêmes de 4 et 16 ans.
66 % des plongeurs toutes spécialités confondues ont une expérience professionnelle entre 1 et 5 ans dont 9/10 (60 %) sont des PLB. 2/3 des PLD (68 %) ont une expérience professionnelle entre 6 et 15 ans ; cette dernière tranche d'âge ne représente que 29 % de la population.

7. Répartition des plongeurs selon les mesures anthropométriques :
II.7.1. Taille : La taille moyenne des plongeurs est de 1,74 ± 0,06 m avec des extrêmes de 1,61 et 1,93 m.
II.7.2. Poids : Le poids moyen de nos plongeurs est de 75,3 ± 9,6 kg avec des extrêmes de 54 et 101 kg.
II.7.3. Indice de masse corporelle :
L'IMC moyen de notre population est de 24,6 ± 2,8 avec des extrêmes de 19 et 31. L'IMC moyen des PLB est de 24,4 ± 2,9 avec des extrêmes de 19 et 31. Celui des PLD est de 25,6 ± 2,5 avec des extrêmes de 21 et 30 et pour les NC il est de 24,0 ± 1,6 avec des extrêmes de 22 et 26.
La répartition des plongeurs selon la spécialité et les classes de l'IMC révèle que 56 % des plongeurs ont un IMC normal et 35 % ont une surcharge pondérale.
1/3 des plongeurs de bord et la moitié des PLD ont une surcharge pondérale (IMC : 26 - 29).
4/5 des NC ont un IMC dans les normes.
II.7.4. Pourcentage de masse grasse :
Le pourcentage moyen de masse grasse dans cette population est de 17 ± 5 % avec des extrêmes de 6 et 29.
- 51 % de l'effectif ont un pourcentage de masse grasse entre 10 et 20 % et 29 % ont un pourcentage de masse grasse entre 20 et 30 %. Chez 13 % de la population il n'y avait pas de données de fraction de masse grasse dans les dossiers médicaux.
- La moitié des PLB, des PLD et les 4/5 des NC ont un pourcentage de masse grasse compris entre 10 et 20 %.

MESURES DE VO_2max
1. Le nombre des mesures de VO_2max réalisées durant la période de l'étude :
Au total, 288 mesures de VO_2max ont été réalisées au cours des cinq années de l'étude et 38 % du total ont été réalisées en 2011. Ceci est dû au recrutement d'un grand nombre de jeunes plongeurs de bord en 2011. Les mesures de VO_2max concernent pour 60 % les PLB, pour 33 % les PLD et pour 7 % des NC.

En moyenne, 58 ± 30 mesures de VO_2 max sont réalisées chaque année, avec des extrêmes de 26 et 110.

2. Les moyennes de la VO_2max:
En moyenne, et toutes spécialités confondues, la VO_2max atteint 3,5 ± 0,7 L/min et 47 ± 8 mL/min/kg avec des extrêmes respectifs à 1,47 – 5,35 L/min et 17,35 – 64,2 mL/min/kg (tableau II).

3. Résultats des VO_2max chez les plongeurs de bord :
Les VO_2max moyennes chez les plongeurs de bord durant la période d'étude sont 3,5 ± 0,7 L/min et 47 ± 8 mL/min/kg avec des extrêmes de 2,7 – 3,9 L/min et 17 – 64 mL/min/kg.
La fréquence cardiaque maximale moyenne chez les PLB est 190 ± 8 bpm avec des extrêmes de 163 et 208 bpm.
La VMA moyenne des PLB est 14,8 ± 1,7 km/h avec des extrêmes de 11 et 18,3.

4. Résultats des mesures de VO_2max chez les plongeurs démineurs :
Les VO_2max moyennes chez les PLD durant la période d'étude sont 36,6 ± 0,6 L/min et 48 ± 7 mL/min/kg avec des extrêmes à 2,3 – 5,2 L/min et 33 – 64 mL/min/kg.
La fréquence cardiaque maximale moyenne chez les PLD est 189 ± 7 bpm avec des extrêmes de 172 et 205 bpm.
La VMA moyenne des PLD est 15,5 ± 1,3 km/h avec des extrêmes de 12 et 18,3.

5. Résultats des mesures de VO_2max chez les nageurs de combat :
Les VO_2max moyennes chez les NC durant la période d'étude sont 3,3 ± 0,5 L/min et 47 ± 8 mL/min/kg avec des extrêmes de 2,4 – 4,5 L/min et 30 – 58 mL/min/kg.
La fréquence cardiaque maximale moyenne chez les NC est 190 ± 6 bpm avec des extrêmes de 178 et 199 bpm.
La VMA moyenne des NC est 16,3 ± 1,1 km/h avec des extrêmes de 14 et 17,3 (tab. III).

6. Répartition des VO_2max insuffisantes (< 40 mL/min/kg) :
Parmi les 288 mesures de VO_2max réalisées durant la période d'étude, 50 résultats ont été jugés insuffisants (soit 17 %) dont 1/3 ont été réalisés en 2010 et 60 % enregistrés pour les PLB.

7. Répartition des plongeurs selon les classes de VO_2max :
Parmi les 288 mesures de VO_2max réalisées au cours des cinq années analysées, 5 étaient inférieures à 29 mL/min/kg (2 %) ; 47 étaient dans la tranche (30 – 39 mL/min/kg) soit 16 %, 126 dans la tranche (40 – 49) soit 44 %, 98 dans la tranche (50 – 59) soit 34 % et 12 VO_2max étaient supérieures à 60 mL/min/kg (4 %).

RESULTATS DE L'EXPLORATION FONCTIONNELLE RESPIRATOIRE (EFR) :
Parmi les 270 EFR réalisées chez nos plongeurs, cinq (2 %) ont entraîné l'inaptitude temporaire chez les PLB pour un trouble ventilatoire obstructif sur les petites voies aériennes avec au total une durée de 12 mois d'inaptitude temporaire. Un plongeur démineur a présenté le même type de trouble ventilatoire et a été déclaré inapte temporaire pendant trois mois.

DECISIONS D'INAPTITUDE :
Durant la période d'étude, 35 VO_2max insuffisantes ont entraînées l'inaptitude temporaire chez nos plongeurs soit 13 % des VO_2max pratiquées.
Ces inaptitudes temporaires ont une durée totale de 108 mois (réparties en périodes de trois mois).

DISCUSSION

Méthodologie :
Cette étude rétrospective analyse les dossiers de plongeurs en activité régulièrement suivis au Centre d'Expertise de Médecine Aéronautique et chez qui la mesure de VO_2max est réalisée de façon indirecte ce qui sous estime les résultats par rapport à la méthode directe (Howley et coll 1995, Bosquet et coll. 2000).
En effet, on distingue trois grandes façons de mesurer la VO_2max : les méthodes directes, les méthodes indirectes de laboratoire et les méthodes indirectes de terrain.

1. Méthode directe : consiste à mesurer en laboratoire les échanges gazeux respiratoires. La formule de base de ces méthodes directes est la suivante :

$VO_2max = VE \times (FiO_2 - FeO_2)$

- VE : ventilation/min

- FiO_2 : Fraction inspiratoire en O_2
- FeO_2 : Fractions expiratoire en O_2

Il existe deux types de protocoles : triangulaire ou rectangulaire.

- Triangulaire : exercice à intensité croissante avec des paliers de 1 à 4 min sans repos entre les paliers.
- Rectangulaire : une série d'exercices constants avec des paliers de 5 à 6 min et un repos entre les paliers de 3 à 10 min

2. Méthodes indirectes en laboratoire :

Elles reposent sur la mesure d'un paramètre qui conditionne une évolution corrélée sensiblement linéaire de la VO_2max :

- ✓ Soit la puissance externe développée, exprimée en Watts
- ✓ Soit la vitesse de course exprimée en km/h

En laboratoire on distingue deux types d'épreuves :

- Une épreuve maximale : qui reproduit le protocole triangulaire de mesure de VO_2max mais en relevant la puissance maximale aérobie (PMA) produite au dernier palier.
- Une épreuve sous maximale : (utilisée dans notre étude) qui estime la VO_2max sur la base des relations qui unissent la fréquence cardiaque, la puissance développée et la consommation d'O_2.

L'épreuve maximale indirecte en laboratoire consiste à reproduire le protocole de mesure directe de VO_2max pour enregistrer la puissance développée en dernier palier (PMA) qui permet d'estimer la VO_2max selon la formule :

$VO_2max = (13,5 \times PMA + 100) / poids$

mL/mn/kg Watts kg

Les inconvénients de cette méthode :

- ✓ Marge d'erreur de l'ordre de 10%
- ✓ Données plus ou moins fiables de l'ergomètre
- ✓ Pénible pour le sportif.

- L'épreuve sous maximale aérobie en laboratoire : fondées sur les corrélations entre la Fc et la VO_2max qui permettent d'estimer la VO_2max sans que le sujet n'atteigne sa consommation maximale d'O_2.

Les inconvénients de cette méthode :

- ✓ Marge d'erreur de l'ordre de 10 à 20 %
- ✓ Fiabilité des puissances fournies par l'ergomètre
- ✓ Différences interindividuelles concernant les valeurs de Fcmax estimée : 220 – âge ± 10 bpm

3. Méthodes de mesure sur terrain : reposent sur l'organisation d'une épreuve permettant une évaluation de la VMA à partir de laquelle on extrapole la VO_2max on cite à titre indicatif :

- ✓ Test de COOPER (1968)
- ✓ L'équation de prédiction de MARGARIA (1975)
- ✓ L'épreuve de LEGER – BOUCHET (1980)
- ✓ L'épreuve de BRUE (1985)
- ✓ L'épreuve de 45/15 (GACON, ASSADI)

Les épreuves de terrain peuvent conduire à une surestimation de la VMA en raison de l'impossibilité de savoir à partir de quelle vitesse la consommation d'O_2 plafonne.

Dans notre étude, lors du tri des dossiers il a été observé que certains d'entre eux ne présentaient pas toutes les valeurs annuelles de VO_2max. Dans ce cas les moyennes étaient calculées sur la base du nombre de valeurs de VO_2max trouvées.

Population

La quasi-totalité de nos plongeurs professionnels sont des militaires de carrière médicalement présélectionnés selon des normes bien déterminées, de ce fait nos résultats ne peuvent pas être extrapolés à la population générale.

Un certain nombre de plongeurs n'exercent pas et sont affectés sur des unités navigantes voire dans des postes administratifs ce qui peut affecter leur condition physique voire leurs aptitudes.

Notre population d'étude comporte un groupe de sujets qui travaillent en milieu hyperbare non immergé (médecins et infirmiers) et qui ne sont pas réellement des plongeurs et ne pratiquent pas d'activité sportive régulière. Leurs valeurs de VO_2max sont nettement inférieures à celles du reste de l'effectif et peuvent influencer les résultats de l'étude.

Résultats

A. Étude comparative des caractéristiques de la population d'étude :

1. La spécialité : la prédominance des plongeurs de bord dans cette population (4/5) est expliquée par le passage obligatoire de tous les plongeurs au début de leur carrière par le certificat de plongeur de bord. Il en est de même pour le personnel médical et paramédical qui travaille en milieu hyperbare (3 médecins et 10 infirmiers) et qui fait partie de ce groupe. Il y a en outre un faible effectif de nageurs de combat, en rapport avec les exigences opérationnelles.

2. Le sexe : la prédominance masculine dans notre population est une des caractéristiques du milieu militaire (sex ratio = 0,04).

3. L'âge : la population de cette étude est relativement jeune avec un âge moyen de 28,6 ± 6,5 ans. En fonction de la spécialité nos résultats confirment que les plongeurs de bord sont les plus jeunes avec un âge moyen de 27,9 ± 6,4 ans. Nous retrouvons ensuite les nageurs de combat (âge moyen 30,0 ± 6,3 ans) et enfin les plongeurs démineurs qui ont un âge moyen de 31,2 ± 6,7 ans.

4. Les habitudes de vie :

- **Tabagisme :** paradoxalement le nombre des fumeurs est très élevé (44 %). Dans la population tunisienne et d'après les statistiques de l'Institut National de Santé Publique (2010) ce pourcentage atteint 30 % chez les adultes de plus de 25 ans malgré les conseils donnés à la population générale et aux plongeurs sur les méfaits du tabac et ses conséquences surtout sur la fonction pulmonaire, particulièrement sollicitée et vulnérable dans ce type de métier.
Dans le même contexte (Sekulic et Tocilj 2006) ont réalisé une étude de la fonction pulmonaire chez les plongeurs militaires et leurs répercussions sur l'aptitude physique chez deux groupes de plongeurs fumeurs et non fumeurs. Ils ont observé une différence significative des paramètres de l'exploration fonctionnelle respiratoire (CV, VEMS, Tiffeneau) avec des conséquences néfastes sur leur aptitude aux différents stages de plongée.

- **Alcool :** la spécificité du milieu marin, l'embarquement et le stress peuvent expliquer le recours de 14 % de cette population à la consommation occasionnelle d'alcool et qui est de l'ordre de 20 % chez les plongeurs démineurs qui sont les plus expérimentés de cette population.

- **L'activité sportive :** nos résultats montrent qu'environ 94 % de notre population pratiquent une activité sportive ; 74 % sont des plongeurs de bord. En effet l'activité sportive régulière est obligatoire dans le cursus de formation des plongeurs notant les plongeurs de bord.

- **Expérience professionnelle** : l'évolution dans les certificats dépond de l'expérience professionnelle. Celle-ci est de 4 ± 4,8 ans chez les plongeurs de bord, 8,8 ± 4,8 ans chez les plongeurs démineurs et 8 ± 5,1 ans chez les nageurs de combat. 9/10 des PLB ont une expérience professionnelle située dans la tranche 1 à 5 ans en raison de leur recrutement en 2011.

- Les mesures anthropométriques :
Poids et taille : nos résultats concernant les moyennes de taille et de poids ne révèlent pas de différence significative en fonction de la spécialité.
IMC : nos résultats montrent qu'environ 35 % de notre population toutes spécialités confondues présentent une surcharge pondérale ; ce pourcentage est particulièrement inquiétant et mérite un contrôle voire une révision concernant l'activité sportive déclarée par nos plongeurs à l'interrogatoire. Ceci passe par une sensibilisation des instructeurs de plongée concernant les objectifs de l'entraînement physique, la planification ainsi que l'évaluation que ce soit au début des stages de différents certificats ou en cours de carrière. Cette activité physique doit cibler essentiellement le développement de la filière aérobie (Laroche 2002, Marcouse et coll. 2004).
Par ailleurs, selon les travaux de (Carturan et coll. 2002, Castagna et coll. 2007, Marcouse et coll. 2004) le risque de faire des accidents de décompression pour les plongeurs en excès pondéral est plus important. Des travaux plus récents de (Schellart MA et al 2013) ne trouvent pas d'augmentation du risque d'accident de désaturation en rapport avec l'augmentation de l'IMC ;

La masse grasse : Dans environ 14 % des dossiers de plongeurs, il n'a pas été trouvé d'informations concernant la masse grasse, ce qui peut biaiser les résultats de l'étude de ce paramètre. La moitié de la population a une masse grasse entre 10 et 20 % et le 1/3 entre 20 et 30 % ce qui est élevé pour une population d'élite.

B. Étude comparative des résultats des mesures de VO_2max :

1. Nombre de mesures de VO_2max réalisées durant la période de l'étude **:** 78 % des mesures de VO_2max ont été réalisées au cours des trois dernières années analysées (2009 – 2011). Ceci est expliqué par l'ouverture d'un nouveau service d'exploration fonctionnelle au sein du Centre d'Expertise de Médecine Aéronautique, ce qui a facilité la réalisation de ces examens, alors qu'antérieurement les plongeurs devaient se rendre au centre médical de la Direction d'Education Physique et Sport Militaire ce qui compliquait la synchronisation avec la visite médicale au Centre d'Expertise de Médecine Aéronautique.

Par ailleurs 60 % de ces examens ont été réalisés chez les plongeurs de bord dont 38 % en 2011. Ceci est expliqué par le recrutement massif de jeunes plongeurs de bord en 2011.

2. Les VO_2max moyennes **:** la moyenne des VO_2max mesurées chez nos plongeurs durant les cinq années d'étude et indépendamment de la spécialité est de 3,5 ± 0,7 L/min et de 47 ± 8 mL/min/kg. Elle est nettement inférieure à celle d'autres études, notamment celle de Barès et coll. (Barès et coll. 1989) qui ont mesuré VO_2max également de façon indirecte (test de Cooper, VMA) pour un groupe de 25 plongeurs démineurs et 15 nageurs de combat. Les VO_2max étaient en moyenne de 63 mL/min/kg chez les nageurs de combat et de 58 mL/min chez les plongeurs démineurs. Cette différence significative entre la série de Barès et la nôtre peut être expliquée par plusieurs facteurs notamment :

- le nombre important de mesures de VO_2max réalisées chez des candidats à l'admission PLB en 2011 (170/288),
- l'effectif de plongeurs qui n'exercent pas réellement d'activité immergée plus exigeante en aptitude physique (infirmiers, poste administratifs, hyperbaristes),
- le type d'entraînement physique planifié par les instructeurs.

La répartition des moyennes de VO_2max révèle une amélioration au fil des années. Cette moyenne a progressé de 40 mL/min/kg en 2007 à 52 en 2011 (Fig. 2).

Cette amélioration est probablement due a la grande augmentation de l'effectif en 2011 par rapport a 2010 entrainant un rajeunissement moyen d'effectif total et à la démarche du Centre d'Expertise de Médecine Aéronautique en collaboration avec le centre de plongée pour l'élaboration d'un programme d'entraînement physique des plongeurs avec proposition de plan d'activité physique, particulièrement chez les plongeurs qui avaient des VO_2max jugées insuffisantes.

3. Répartition des moyennes de VO_2max selon la spécialité **:** la VO_2max moyenne chez les PLB est légèrement inférieure à celle des PLD avec respectivement 47 ± 1 mL/min/kg et 48 ± 7 mL/min/kg. Par contre la moyenne des VO_2max chez les NC est plus basse (47 ± 6 mL/min/kg). C'est un résultat surprenant puisqu'il est attendu que les NC aient une meilleure VO_2max que les PLB et PLD en raison d'une activité physique en principe plus exigeante, comme l'a objectivé l'étude de Barès et coll. (Bares et coll. 1989)

Par contre, les fréquences cardiaques maximales et les VMA ne sont pas différentes d'une spécialité à l'autre.

4. Répartition des VO_2max jugées « insuffisantes » **:** 17 % des VO_2max mesurées ont été jugées insuffisantes (< 40mL/min/kg) dont ≅ 60% chez les PLB. Ce chiffre rejoint celui de l'étude de Barès et Hugon (1985) sur les causes d'inaptitude à la plongée sous marine où 17 % des 480 candidats ont été déclarés inaptes (84 candidats) suite à un test jugé insuffisant. Par ailleurs en cours de carrière 22 candidats ont été déclarés inaptes pour le même motif (soit 5 %).

En effet, ce seuil de 40 mL/min/kg était exigé par les recommandations du ministère français du travail de 1991. Des travaux récents de Castagna et coll. (2015) et Buzzacott et coll. (2014) ainsi que de nouvelles recommandations (MEDSUBHYP 2016) replacent la pertinence et

l'interprétation de ces seuils en fonction des contraintes rencontrées dans chaque type d'activité (poste de travail). Le caractère systématique de l'évaluation de la VO_2max à l'admission et aux visites annuelles est réexaminé en fonction des sollicitations physiologiques attendues. Ces auteurs considèrent cependant que la mesure de la VO_2max au cours d'une épreuve maximale peut être requise en fonction des spécificités du poste de travail. Buzzacott et Castagna ont évalué la VO_2 en plongée calme et en eau peu profonde (ce qui correspond à l'activité des plongeurs de bord) à 25 mL/min/kg ; en situation d'effort telle que la nage à contre courant (ce qui se rapproche de l'activité des nageurs de combat) la VO_2 est de l'ordre de 40 à 45 mL/min/kg. Ces résultats jettent un doute sur l'intérêt d'un seuil unique de 40 mL/min/kg pour toutes les catégories de plongeurs. Il pourrait être réservé aux activités exigeant un niveau élevé d'activité (NC et PLD).

Par ailleurs, le nombre important de VO_2max insuffisantes dans notre étude chez plongeurs démineurs et les nageurs de combat (38 %) attire l'attention sur la nécessité d'améliorer la planification, le suivi et l'évaluation des programmes d'entraînement des plongeurs. Ceci passe obligatoirement par une formation et une sensibilisation des instructeurs de plongée sur ce problème qui peut exposer nos plongeurs à des accidents de plongée, notamment les accidents de décompression. Des études récentes (Castagna et coll. 2007, Dujic et coll 2004, Carturan et coll. 2007, Blatteau et coll. 2007) ont signalé que l'entraînement visant à l'amélioration de la filière aérobie chez les plongeurs réduit significativement la formation des bulles circulantes intravasculaires au cours de la décompression à l'issue d'une plongée saturante.

La répartition des plongeurs selon les classes des VO_2max a révélé que seulement le 1/3 de l'effectif a une VO_2max située entre 50 et 59 mL/min/kg et à peu près 4 % ≥ 60 mL/min/kg ce qui témoigne de la fréquente insuffisance de condition physique chez ces plongeurs et souligne l'importance de l'effort qui reste à entreprendre dans ce domaine, surtout pour les spécialités qui exigent un effort physique important.

C. Étude de l'exploration fonctionnelle respiratoire (EFR) :

Parmi les 270 EFR réalisées, 5 (soit 1,8 %) ont entraîné l'inaptitude du fait d'un trouble ventilatoire obstructif sur les petites voies aériennes objectivé chez ces plongeurs indépendamment de leurs valeurs de VO_2max et qui sont tous tabagiques. Ceci amène à discuter l'intérêt de la réalisation annuelle de l'EFR chez les plongeurs et à proposer une EFR à l'admission, puis tous les 4 ans en cours de carrière, par exemple.

D. La décision d'aptitude:

12 % des mesures de VO_2max réalisées dans notre étude ont entraîné une inaptitude temporaire d'une durée totale de 108 mois (soit 9 ans !), réparties en périodes de trois mois.

Une étude réalisée chez les plongeurs militaires tunisiens sur les causes d'inaptitude définitive à la plongée sous marine durant une période de 10 ans (Ben Dhia 2005) a révélé trois cas d'inaptitude définitive à l'admission à la plongée sous marine au motif d'une trop basse VO_2max.

E. Comparaison de notre étude avec d'autres travaux :

Notre étude de la VO_2max chez les plongeurs est la première en Tunisie ce qui ne permet pas de comparaison avec des séries tunisiennes. Néanmoins Les moyennes de VO_2max relevées sont nettement inférieures à celles des sportifs d'élite nationale avec respectivement 55,3 et 61,2 mL/min/kg chez les footballeurs et les nageurs versus une VO_2max moyenne chez les plongeurs de 47,3 mL/min/kg (Aouani A 2011). De même dans l'étude de Bares et col les moyennes de VO_2max chez les plongeurs démineurs et les nageurs de combat sont supérieurs a notre étude avec respectivement 58 et 63 mL/min/kg .

CONCLUSION

La plongée sous marine, sport ou profession, est une activité à risque qui se pratique dans un milieu hostile où la moindre défaillance physique, physiologique ou psychologique peut entraîner des conséquences graves parfois mortelles.
Les plongeurs professionnels, population d'élite, sont amenés à tout moment à effectuer des missions difficiles et astreignantes exigeant un

niveau d'entraînement et une condition physique optimums.
Malgré l'amélioration des moyennes de VO_2max chez ces plongeurs professionnels au cours des trois dernières années de l'étude, les valeurs restent souvent faibles en regard de celles qui sont observées (nationales ou internationales) dans les sports d'endurance pour la même spécialité et soulignent l'importance d'une étroite collaboration entre le Centre d'Expertise de Médecine Aéronautique et les instructeurs de plongée afin de planifier une activité sportive régulière ayant pour objectif de développer l'aptitude aérobie individuelle et de l'évaluer en parallèle par les moniteurs eux-mêmes et par le Centre d'Expertise de Médecine Aéronautique, dans le cadre de l'aptitude à la plongée sous marine.

REFERENCES

Aouani A. Etude de la consommation maximale d'oxygène chez les sportifs d'élites nationales (16 disciplines sportives) par l'analyseur de gaz cycle à cycle : Mémoire pour l'obtention du mastère professionnel en médecine appliquée au sport. Tunis 2011.

Barès C, Canavy E, Montmayeur A et al. Suivi de l'entraînement physique d'un cours d'élèves de nageurs de combat et de plongeurs démineurs à l'école de plongée de la Marine Nationale. Med Armées 1989, 17: 383-389.

Barès C, Hugon M. Les causes d'inaptitude à la plongée sous-marine observées au C.R.E.M.P.P.M. de Brest du premier octobre 1982 au premier octobre 1984. Bull Medsubhyp 1985, 4: 51-58.

Ben Dhia I. Causes médicales d'inaptitude définitive à la plongée professionnelle. Mémoire pour l'obtention du Mastère spécialisé en Médecine Subaquatique et Hyperbare. Tunis 2005.

Blatteau JE, Pény C, Pontier JM, Gempp E, Louge P. Haemodynamic changes induced by submaximal exercice before a dive and its consequences on bubble formation. Br J Sports Med 2007, 41: 375-379.

Bosquet L, Léger L, Legros P. Les méthodes de détermination de l'endurance aérobie. Science & sports 2000, 15: 55-73.

Buzzacott P, Pollock NW, Rosenberg M. Exercise intensity inferred from air consumption during recreational scuba diving. Diving Hyperb Med 2014, 44, 2: 74-78.

Carturan D, Boussuges A, Vanuxem P, Bar-Hen A, Burnet H, Gardette B. Ascent rate, age, maximal oxygen uptake, adiposity and circulating venous bubbles after diving. J Appl Physiol 2002, 93: 1349-1356.

Castagna O. Desruelle AV, Blatteau JE, Schmid B, Dumoulin G, Regnard J. Alterations in body fluid balance during fin swimming in 29° C water in a population of special forces divers. Int J Sports Med 2015, 36: 1125-1133.

Castagna O, Pontier M, Blatteau E. La valeur de VO_2max est-elle prédictive de la production de bulles circulantes intravasculaires au cours de la décompression de plongeurs sains ? Bull Medsubhyp 2007, 17: 13-22.

Cazorla G. Tests de terrain pour évaluer la capacité aérobie et la vitesse aérobie maximale. Dans : l'évaluation en activité physique et en sport. Actes du colloque international de Médecine de sport de La Guadeloupe.Edition AREAPS, 1990: 151-173.

Dujic Z, Duplancic D, Marinovic-Terzic I, Bakovic D, Ivancev V, Valic Z, Eterovic D, Petri NM, Wisløff U, Brubakk AO. Aerobic exercice before diving reduces venous gas bubble formation in humans. J Physiol 2004, 3: 637-642.

Howley ET, Bassett DR, Welch HG. Criteria for maximal oxygen uptake: review and commentary. Med Sci Sports Exerc 1995: 1292-1301.

Iaïche R, Torra M, Friemel F. Evaluation de VO_2 max et de VMA, en laboratoire et sur le terrain. Science & sports 1996, 11: 91-95.

Laroche S. Notions d'entraînement physique appliquées à la plongée sous marine. Mémoire d'instructeur régional F.F.E.S.S.M – C.I.A.S. MF2 N° 793. 2002

Lynch JH, Bove AA. Diving Medecine: a review of current evidence. J Spe Op Med 2009, 9: 72-79.

Marcouse L. La préparation physique du plongeur. Aspects théoriques, pratiques et pédagogiques. Mémoire d'instructeur régional F.F.E.S.S.M. – C.I.A.S – MF2 N°1036. France. 2004.

MEDSUBHYP. Recommandations de bonne pratique. Prise en charge en santé au travail des travailleurs intervenant en conditions hyperbares. Société de Physiologie et de Médecine subaquatiques et hyperbares de langue française et Société française de Médecine du Travail. Juillet 2016). Disponible sur : https://www.medsubhyp.com

Méliet JL. Conséquences physiopathologiques de la plongée subaquatique et prise en charge médicale des

plongeurs. Discussion. Commentaires. Bull Acad Natle Med 1996, 180: 985-1002

Sekulic D, Tocilj J. Pulmonary function in military divers: smoking habits and physical fitnes training influence. Mil Med 2006, 171: 1071-1075.

Schellart MA et al. Body fat does not affect venous bubble formation after air dives of moderate severity: theory and experiment .J Appl Physiol 2013, 114(5): 602-610

Vidalin H, Fellmann N, Leymonie R. Consommation maximale d'oxygène directe et indirecte. Fréquence cardiaque maximale réelle et théorique. Science & sports 1989, 4: 71-77.

RESUME

Interet de la mesure de la consommation maximale d'oxygene dans l'aptitude medicale des plongeurs professionnels. I Ben Dhia, S Ben Salem, A Souissi, H Jmaiel, I Dekhil, A Merdassi, C Ben Othman, H Askri, F Barguellil, T Khelifi , N Guermazi. Bull. Medsubhyp 2017, 27 (2) : 33 – 42.

Problématique :

Les plongeurs professionnels sont amenés à tout moment à effectuer des missions astreignantes exigeant une condition physique optimum. Ils sont suivis régulièrement au Centre d'Expertise de Médecine Aéronautique avec mesure de la VO_2max qui constitue un critère objectif d'évaluation du niveau de condition physique et dont l'étude n'a pas fait l'objet de publications antérieures en Tunisie.

But du travail :

Le but de ce travail est de déterminer les moyennes de VO_2max chez nos plongeurs, le suivi évolutif de cet indicateur et son impact sur la décision d'aptitude médicale à la plongée sous marine.

Méthodes :

Ce travail est une analyse rétrospective des dossiers médicaux de 126 plongeurs professionnels, toutes spécialités confondues, durant une période de cinq ans (2007 – 2011). Dans cette population, nous avons étudié outre les paramètres anthropométriques, les moyennes de VO_2max, leurs évolutions et leur rôle dans la détermination de l'aptitude médicale à la plongée sous-marine.

Résultats :

- Parmi les 126 plongeurs professionnels ayant fait l'objet de notre étude, nous avons dénombré 99 plongeurs de bord, 22 plongeurs démineurs et 5 nageurs de combat. Il y avait 5 femmes et 121 hommes.
- L'âge moyen était de 28,6 ± 6,5 ans avec des extrêmes de 19 et 44 ans. 44 % d'entre eux sont fumeurs et 94 % ont une pratique régulière d'activité physique.
- L'expérience professionnelle moyenne de nos plongeurs était 5 ± 5 ans, 4 ± 4,8 ans pour les plongeurs de bord, 8,8 ± 4,8 ans pour les plongeurs démineurs et 8 ± 5,1 ans pour les nageurs de combat.
- 288 mesures de VO_2max par méthode indirecte ont été réalisées durant les cinq années d'étude.
- Les VO_2max moyennes ont été : 47 ± 8 mL/min/kg toutes spécialités confondue, 47 ± 8 mL/min/kg pour les plongeurs de bord, 48 ± 7 mL/min/kg pour les plongeurs démineurs, 47 ± 8 mL/min/kg pour les nageurs de combat.
- Les valeurs ont augmenté en moyenne au fil des années, avec une amélioration nette sur les trois dernières années.
- 50 VO_2max ont été jugés insuffisantes (17 %) dont 60 % chez les plongeurs de bord.
- 35 valeurs de VO_2max ont été jugées trop basses et fait prononcer une inaptitude temporaire pour insuffisance de condition physique (soit 12 %). La durée cumulée des inaptitudes pour la période d'étude a été de 108 mois.

.**Conclusion :**

Malgré l'amélioration des moyennes de VO_2max chez les plongeurs professionnels au cours de l'étude, les valeurs restent faibles en regard de celles qui sont observées dans les analyses nationales et internationales pour les sports d'endurance. La collaboration entre le Centre d'Expertise de Médecine Aéronautique et les instructeurs de plongée est donc importante pour planifier une activité physique régulière choisie pour développer l'aptitude aérobie des plongeurs et l'évaluer en parallèle par les moniteurs eux-mêmes et le Centre, dans la perspective de l'aptitude aux diverses activités de plongée sous marine.

Mots clés : consommation maximale d'oxygène, plongeurs professionnels, aptitude

Correspondance
Lieutenant Colonel Médecin BEN DHIA Imed Eddine
Praticien Confirmé, Assistant Hospitalo-universitaire en Médecine Aéronautique
Centre d'Expertise de Médecine Aéronautique de Tunis (CEMEDA)
Base Militaire el Aouina
Tel : 0021698324575
Email : ibendhia@yahoo.fr

ETUDE TRANSVERSALE CONCERNANT L'ETAT DE SANTE DE 519 PLONGEURS DE L'ILE DE LA REUNION. LE CERTIFICAT MEDICAL D'ABSENCE DE CONTRE INDICATION EST-IL REALISE PAR LES PLONGEURS LOISIRS ?

C. GALAUP[1], T. MASSEGUIN[1], N. BOUSCAREN[2], C. D'ANDREA[1]. [1]Service de médecine hyperbare, Centre Hospitalier Universitaire Sud Réunion - avenue Président François Mitterrand 97448 Saint-Pierre Cedex (Réunion). [2]Centre d'Investigation Clinique, Inserm CIC 1410, Centre Hospitalier Universitaire Sud Réunion - avenue Président François Mitterrand 97448 Saint-Pierre Cedex (Réunion)

Adresse de contact : clara.galaup@etu.u-bordeaux.fr

ABSTRACT

Health status study of 519 divers in Reunion Island. Is scuba divers carried out the medical screening ? C Galaup, T Masseguin, N Bouscaren, C D'andrea. Bull. Medsubhyp 2017, 27 (2) : 43 – 50.

We describe the health status of 519 scuba divers in Reunion Island after surveying 22 clubs on the island. A total of 75.1 % of participants have risky medical condition for scuba diving. The risk history concerns mostly the ENT, ophthalmologic and breathing systems. Sixty percent of scuba divers have a medical certificate which is less than one year old. The medical examination is carried out by a doctor specialised in scuba diving in 45.3 % of the cases. At the end of the medical examination, 6.6 % of the scuba divers get further examination. Many scuba divers consider themselves able to judge their own ability to practice scuba diving. It is important to re-evaluate the current screening method and improve the supervision of scuba diver's health.

INTRODUCTION

La plongée sous-marine s'est démocratisée ces trente dernières années jusqu'à devenir un sport de loisir dans le monde entier. Grâce à l'amélioration du matériel et aux nouvelles connaissances en médecine, la pratique de la plongée devient accessible à un nombre croissant d'individus. Il est difficile de connaître le nombre exact de plongeurs mais le nombre grandissant de magasins spécialisés et de clubs de plongée appuie l'hypothèse selon laquelle il s'agit d'une activité très attrayante. Une étude de 2005, non renouvelée depuis, avait estimé le nombre total de plongeurs de nationalité française à 340 000 (Ministère des Sports 2005). La réserve naturelle, les tombants, les épaves, la faune variée et le climat favorable toute l'année font de l'île de la Réunion une destination de choix dans le milieu de la plongée.

L'apparente liberté de mouvements que procure l'équipement du plongeur contraste avec les contraintes physiologiques importantes qu'impliquent les déplacements dans le milieu subaquatique. Ces contraintes exposent à des risques potentiellement mortels et des accidents sont encore enregistrés chaque année.

En France, la plongée de loisir à l'air peut se dérouler à titre privé ou au sein d'établissements agréés. Il existe deux types de structures agréées : les organismes associatifs (ou fédéraux) telle que la Fédération Française d'Études et de Sports Sous-Marins (FFESSM) et les organismes professionnels (ou commerciaux) telle que l'Association Nationale des Moniteurs de Plongée (ANMP). Des organismes étrangers, comme la *Professional Association of Diving Instructors* (PADI), organisation commerciale américaine, exploitent également des établissements en France. Les plongeurs, en dehors d'une pratique à titre privé, peuvent s'adonner à la plongée : en étant membre d'un club affilié à une fédération et titulaire d'une licence sportive ; en étant membre occasionnel d'un club grâce à un autre titre de participation (attestation de baptême par exemple) ; en pratiquant au sein d'une structure

commerciale sans être membre d'aucun club ou fédération.

La pratique des activités physiques et sportives est réglementée par le Code du Sport. Un certificat médical annuel est exigé pour la délivrance et le renouvellement de licence en cas de pratique d'une discipline à contraintes particulières telle que la plongée subaquatique. L'article A.231-1 précise que le certificat médical d'absence de contre-indication (CACI) est délivré par un docteur en médecine ayant, le cas échéant, des compétences spécifiques (Code du Sport 2016). La FFESSM recommande à ses pratiquants de s'adresser à un médecin dit fédéral (liste accessible sur http://medical.ffessm.fr). Aucun certificat médical n'est exigé pour les autres titres de participation (un baptême par exemple). Le certificat médical n'est pas non plus obligatoire pour le plongeur pratiquant sans être membre d'une fédération (au sein d'une structure commerciale ou en individuel).

Ainsi, tout médecin inscrit à l'Ordre peut établir un certificat médical d'absence de contre-indication pour les formations de niveau 2 et de niveau 3. Les médecins généralistes, en particulier ceux exerçant sur l'île de la Réunion, sont exposés à ce type de demande et il est important qu'ils en connaissent les principales particularités ou, le cas échéant, qu'ils sachent à qui s'adresser en cas de difficultés.

Plusieurs études concernant l'état général de santé des plongeurs et leur suivi médical (visite médicale versus auto-questionnaire) ont été réalisées dans des pays anglo-saxons : Australie, Nouvelle-Zélande, Royaume-Uni (Cresp 2000, Meehan et Bennett 2010, Sames et coll. 2012) mais très peu de recherches françaises sont recensées sur le sujet.

Plusieurs hypothèses sont possibles : l'absence de visite médicale obligatoire en dehors des passages de brevets ou des délivrances de licence entraîne des situations potentiellement dangereuses avec des plongeurs qui continuent leur activité malgré une condition médicale à risque. Les nombreuses spécificités de l'examen médical du plongeur augmentent le risque de ne pas dépister certaines contre-indications lors de la visite médicale. Les plongeurs ne sont pas toujours convaincus de l'intérêt d'un suivi médical régulier.

L'objectif principal de l'étude était de décrire l'état de santé des plongeurs de loisir et de leurs encadrants, sur l'île de la Réunion, entre décembre 2016 et mars 2017. Les objectifs secondaires étaient de quantifier la proportion de plongeurs possédant un CACI datant de moins d'un an, connaître la qualification des médecins ayant rédigé ces certificats, savoir si des examens complémentaires ou des avis spécialisés avaient été prescrits à l'issue de la visite médicale et évaluer l'opinion des plongeurs concernant la visite médicale d'absence de contre-indication (VACI).

MATERIELS ET METHODES

Il s'agissait d'une étude observationnelle, descriptive, de prévalence, transversale.

Les critères d'inclusion étaient : tout plongeur de loisir actif, volontaire pour participer à l'étude et plongeant au sein d'un club de plongée sur l'île de la Réunion. Les critères d'exclusion étaient la non maîtrise de la langue française, les questionnaires présentant des réponses incohérentes, confuses ou absurdes.

L'étude a été réalisée à l'aide d'un auto-questionnaire anonyme sur papier. Les items recueillis permettaient de renseigner sur les caractéristiques générales du plongeur (données socio-économiques, pratique sportive), les caractéristiques médicales (données biométriques, antécédents médico-chirurgicaux) et les caractéristiques du suivi propre à la plongée (date, médecin rédacteur et explorations prescrites pour la délivrance du dernier certificat médical d'absence de contre-indication à la plongée, vérification du certificat à chaque plongée dans un nouveau club, refus antérieurs de délivrance d'un certificat, dissimulation d'antécédents médicaux afin de faire valider ce certificat, certificats médicaux pour d'autres activités sportives et perception du plongeur par rapport à la visite d'absence de contre-indication).

Vingt-trois clubs de l'île sur les 30 ont été contactés par téléphone afin de leur présenter l'étude et leur proposer d'y participer. Un rendez-vous était ensuite fixé afin de procéder au dépôt des questionnaires et de l'urne de recueil. L'intérêt du travail était expliqué oralement au gérant du club. Les plongeurs répondaient au questionnaire en début ou en fin de plongée. Un deuxième

rendez-vous était fixé 15 jours plus tard afin de récupérer les questionnaires remplis et en distribuer de nouveaux le cas échéant. Sept passages ont ainsi été effectués au total dans les clubs.

Les données ont été transposées sur le tableur Microsoft Excel®. L'analyse statistique a été réalisée avec le logiciel STATA V13.1 software® (StataCorp LP, Lakeway Drive, College Station, Texas 77845 USA).

RESULTATS

Démographie

520 questionnaires ont été récupérés entre le 15 décembre 2016 et le 15 mars 2017 et 519 ont pu être exploités (figure 1). La population totale était composée de 198 (38,2 %) femmes et 321 (61,8 %) hommes. La moyenne d'âge était de 36,5 ans. La répartition de l'âge en fonction du sexe est représentée par la figure 2. 76 % de la population étudiée habitaient dans le département. Les catégories socio-professionnelles les plus représentées étaient les « professions intermédiaires » et les « cadres et professions intellectuelles supérieures ».

Le nombre d'années de pratique de la plongée variait de 1 à 50 ans avec une médiane de 6 ans. Le nombre total de plongées variait de 1 à 12 000 avec une médiane de 70 plongées. La répartition des niveaux est décrite dans le tableau I.

Facteurs de risque cardiovasculaires

Parmi les participants, 26,5 % présentait une surcharge pondérale (IMC supérieur à 25 kg/m^2) et 31,9 % étaient fumeurs actifs. Il y avait 4,1 % de plongeurs atteints d'hypertension artérielle et 1 % de participants diabétiques (tableau II).

Antécédents à risque

L'asthme touchait 6,6 % de l'échantillon. Les pathologies les plus représentées étaient les antécédents ORL (23,3 %) et les antécédents ophtalmologiques (21,8 %) (tableau II). Nous avons également relevé 1 antécédent d'épilepsie, 1 femme enceinte et 2 pneumothorax.

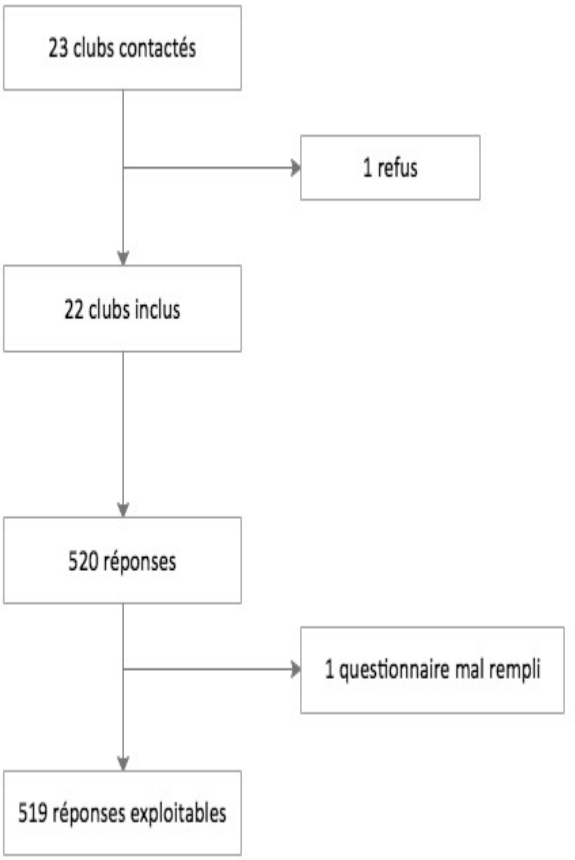


Figure 1 : Diagramme de flux

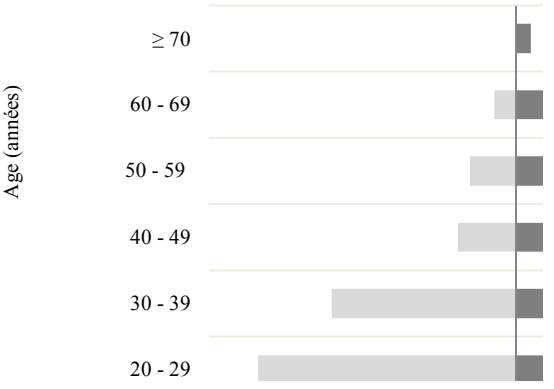


Figure 2 : Pyramide des âges par sexe

Niveau	n	%
Baptême - PE 12	36	7 %
Niveau 1 - *Open water* - PA 12	136	26,3 %
Niveau 2 - *Advance Open water* - PA 20 - PE 40	125	24,2 %
Niveau 3 - *Rescue diver* - PA 40 – PE 60	116	22,4 %
Niveau 4 - *Dive master* - Encadrant	40	7,7 %
Niveau 5 - Enseignant - Instructeur	64	12,4 %

Tableau I : Niveaux de plongée (N=519)

Antécédents médicaux	n	%
H > 50 ans et F > 60	66	12,7 %
Tabagisme actif	165	31,8 %
Surcharge pondérale (IMC ≥ 25)	133	26,5 %
Asthme	34	6,6 %
HTA	21	4,1 %
Diabète	5	1 %
Antécédents ORL	120	23,3 %
Antécédents ophtalmologiques	112	21,8 %

Tableau II : Prévalence de certaines conditions médicales à risque (N = 519)

Certificat médical d'absence de contre-indication

Au total, 308 (60 %) participants ont déclaré posséder un CACI datant de moins d'un an. La répartition en fonction du niveau montre que 14 plongeurs de la catégorie *baptême* (42,4 %) en avaient un. La proportion se trouvait entre 50 et 60 % pour les niveaux 1, 2, 3 et 4 et s'élevait à 84,1 % pour les niveaux 5, $p < 0,001$ (tableau III). Les plongeurs présentant au moins un antécédent à risque étaient 248 (64,2 %) à posséder un CACI datant de moins d'un an contre 60 (47,2 %) parmi les plongeurs sains, $p < 0,001$ (tableau IV).

Niveau	n	%
Baptême - PE 12	14	42,4 %
Niveau 1 - *Open water* - PA 12	79	58,1 %
Niveau 2 - *Advance OW* - PA 20 - PE 40	65	52,9 %
Niveau 3 - *Rescue diver* - PA 40 - PE 60	72	62,1 %
Niveau 4 - *Dive master* - Encadrant	24	60 %
Niveau 5 - Enseignant - Instructeur	53	84,1 %

Tableau III : CACI de moins d'un an selon le niveau des plongeurs

	CACI<1an	Pas de CACI
Plongeurs sains	60 (47,2%)	67 (52,8%)
Plongeurs avec antécédent(s)	248 (64,2%)	138 (35,8%)

Tableau IV : Possession d'un CACI en fonction de l'état de santé

La rédaction du dernier certificat avait été faite par un médecin spécialisé en plongée pour 222 (45,3 %) des participants. La différence de répartition en fonction du niveau est représentée par la figure 3. Le certificat avait été délivré par un médecin de plongée pour 29 (22,3 %) des niveaux 1 et la différence était significative en comparant avec le niveau 3 ($p < 0,001$), le niveau 4 ($p < 0,001$) et le niveau 5 ($p < 0,001$). Le certificat avait été délivré par un médecin de plongée pour 45 (37,2 %) des niveaux 2 et la différence était significative en comparant avec le niveau 3 ($p = 0,001$), le niveau 4 ($p < 0,001$) et le niveau 5 ($p < 0,001$). Le certificat avait été délivré par un médecin de plongée pour 66 (57,9 %) des

niveaux 3 et la différence était significative en comparant avec le niveau 5 ($p < 0,001$).

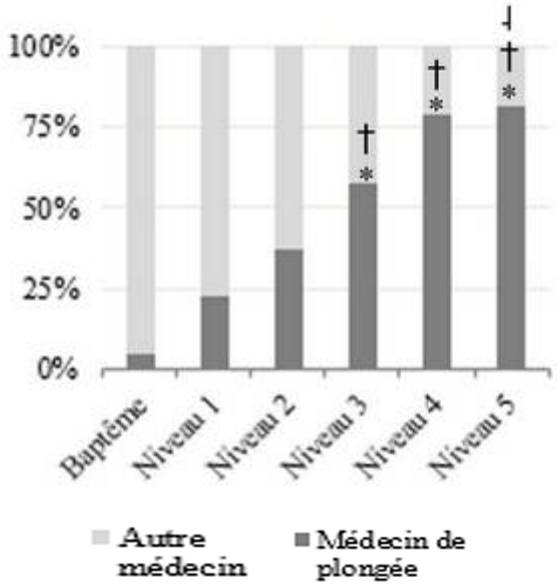


Figure 3 : Médecin signataire selon le niveau
* : différence significative en comparaison avec le niveau 1 ;
† : différence significative en comparaison avec le niveau 2 ;
Û : différence significative en comparaison avec le niveau 3.

A l'issu de la visite médicale d'absence de contre-indication, 31 (6,2 %) des plongeurs ont bénéficié d'au moins un avis spécialisé et 35 (7 %) ont bénéficié d'au moins un examen complémentaire. Les explorations prescrites concernaient plutôt des plongeurs sans antécédent (tableau V).

Exploration	Pas d'antécédent	≥ 1 antécédent
Cardio	20 (80 %)	5 (20 %)
ORL	11 (78.6 %)	3 (21,4 %)
Pneumo	7 (70 %)	3 (30 %)
Ophtalmo	0 (0 %)	1 (100 %)
Neuro	2 (100 %)	0 (0 %)

Tableau V : Explorations prescrites par appareil

Opinion des plongeurs

Parmi les participants, 371 (72 %) ont déclaré penser être capable de juger par eux même leur aptitude à pratiquer la plongée sous-marine.

DISCUSSION

La plupart des plongeurs étaient des hommes jeunes de catégorie socio-professionnelle élevée, ce qui correspond aux données de la littérature ayant trait à l'épidémiologie de la plongée (Fédération française d'études et de sports sous-marins 2016, PADI 2016). La prévalence de fumeurs était quasiment identique à celle de la population générale (Guignard et coll. 2015) et le surpoids concernait 1 plongeur sur 5 alors qu'il concerne 1 personne sur 3 dans la population générale (ObEpi 2012). Parmi les 75,1 % de participants présentant au moins un antécédent médical à risque, certains continuaient de plonger malgré des contre-indications manifestes (grossesse, épilepsie…). Ces résultats vont dans le sens d'autres études ayant montré que certains plongeurs de loisir continuent de plonger en dépit d'antécédents à risque (Cresp 2000, Taylor et coll. 2002, St Léger Dowse et coll. 2015).

Une première explication à ces résultats serait que certains plongeurs aient sciemment dissimulé des antécédents médicaux lors de leur visite médicale et cela remet en cause la méthode actuelle de dépistage comme gage d'absence de contre-indication à la plongée. Une deuxième possibilité serait que certains participants aient développé ces pathologies au cours de leur carrière de plongeur et continuent leur activité dans l'ignorance ou dans la négligence, puisqu'aucun certificat n'est légalement obligatoire pour les plongées d'exploration. Cela soulève alors la question de l'intérêt d'une évaluation médicale entreprise à intervalles réguliers tout au long de la carrière du plongeur (et non uniquement en cas de renouvellement de licence ou de passage de niveaux), particulièrement chez les plongeurs âgés.

Les contre-indications théoriques à la plongée sont incertaines puisqu'elles se basent sur des hypothèses physiopathologiques et non sur des preuves scientifiques de haut niveau. Les causes d'accidents sont souvent intriquées et il est difficile de connaître la responsabilité précise d'une condition médicale préalable. Les résultats de l'étude peuvent laisser supposer que le risque supposé associé à certaines conditions médicales est surévalué. Quelques études contestent d'ailleurs la théorie traditionnelle et suggèrent que le risque associé à certains antécédents (y compris l'asthme et le diabète) est peut-être moins grand

qu'on ne le pense (Elliott 2000, Taylor et Mitchell 2001, Koehle et coll. 2003). Néanmoins, les résultats de ces études sont à examiner avec précaution car le risque réel a pu être sous-estimé : les données épidémiologiques concernent des plongeurs avec un antécédent à risque « contrôlé et équilibré » n'ayant pas été disqualifiés lors de l'examen médical de routine (un asthmatique autorisé par son pneumologue par exemple) ou des plongeurs ayant décidé de plonger malgré un avis médical défavorable. Au total, devant le nombre important de personnes pratiquant la plongée malgré une condition médicale à risque, des recherches visant à apprécier et comprendre plus précisément le danger de certaines de ces conditions sont nécessaires. Ainsi le plongeur pourra être correctement informé de l'impact potentiel que de telles conditions peuvent avoir sur sa sécurité et celle de sa palanquée.

La répartition des médecins signataires en fonction du niveau indique que le médecin généraliste est en première ligne lors de l'entrée dans l'activité. Le médecin traitant a toute sa place dans la prise en charge et le suivi de ses patients désirant plonger. Il est un garde-fou aux fausses déclarations et la garantie d'une consultation personnalisée. Cependant, l'examen médical des plongeurs nécessite des connaissances détaillées pour être capable de juger de l'absence de contre-indication d'un individu à plonger et le recours au spécialiste est parfois indispensable. L'objectif n'est pas d'inciter les patients porteurs de maladies chroniques à plonger mais d'aider et accompagner ceux qui ne renoncent pas.

Le recours à des explorations supplémentaires après la VACI est loin d'être systématique. Il est possible que le non recours aux explorations complémentaires soit dû au fait que les patients atteints d'une maladie chronique (HTA, diabète, asthme ou autre) bénéficient d'un suivi régulier qui ne justifiait pas d'adresser à nouveau le patient chez un confrère ou de prescrire à nouveau certains examens. Il est également possible que les plongeurs aient déjà bénéficié des examens nécessaires lors d'une demande pour une autre activité sportive (la moitié des participants avaient un certificat pour une autre activité). Une autre hypothèse serait que la faible prescription d'explorations provient d'une méconnaissance des médecins quant à l'intérêt de celles-ci dans le cadre de la pratique de la plongée sous-marine. Enfin, l'ECG peut avoir été fait lors de la consultation initiale et ne pas avoir été cité et comptabilisé dans les examens complémentaires.

Près de trois quarts des participants ont déclaré s'estimer capable de juger par eux-mêmes leur aptitude à plonger. Il semble exister dans la littérature des arguments en faveur de l'auto-questionnaire (Glen 2000 et 2004, Gorman et coll. 2009, Sames et coll. 2016) et en faveur de l'examen médical (Cali Corleo 2003, Meehan et Bennett 2010). Un avantage indiscutable de l'auto-questionnaire est qu'il encourage les plongeurs à prendre leur responsabilité en matière de sécurité et qu'ils surveillent le développement de symptômes ou de signes pertinents pouvant les amener à consulter. Cependant, la confidentialité nécessaire au remplissage de l'auto-questionnaire n'est pas facile à appliquer dans un club de plongée (bruit, affluence…) et il peut être difficile pour un plongeur de renoncer à plonger une fois sur place, devant ses partenaires de palanquée. Par ailleurs, même si le risque ne dépend pas uniquement de la profondeur ou de la technicité de la plongée, la complexité du questionnaire varie aussi selon que le plongeur s'apprête à faire un baptême ou une plongée profonde. Enfin, comme nous l'avons discuté plus haut, la visite médicale présente d'autres intérêts que la délivrance du certificat. Il est regrettable que le suivi médical des plongeurs soit différent selon leur affiliation. Cela qui permet à certains plongeurs de poursuivre leur activité sportive sans réévaluation médicale. Il apparaît important de standardiser les méthodes selon les pays.

Il est possible que la méthode de recueil ait écarté certains plongeurs à risque, moins enclin à se prêter à une étude concernant leur santé. Cependant, ce biais de sélection a probablement été minimisé par l'anonymat de l'enquête. L'étude rétrospective entraînait également un biais de mémoire.

CONCLUSION

Devant la proportion significative de plongeurs présentant une condition médicale à risque, il apparaît important de réévaluer la méthode actuelle de dépistage et de promouvoir une surveillance continue des plongeurs. Il serait intéressant de

savoir si les antécédents non dépistés lors de la visite médicale sont à l'origine d'accidents.

RÉFÉRENCES

Cali-Corleo R. Impact of pre-dive examination on the incidence of diving accidents. Sixth ECHM consensus conference on prevention of dysbaric injuries in diving and hyperbaric works. 2003, Oct 24-25. Geneva

Code du Sport. Décret n° 2016-1157 du 24 août 2016 relatif au certificat médical attestant de l'absence de contre-indication à la pratique du sport [Internet]. Disponible sur : https://www.legifrance.gouv.fr/

Cresp R. Health status of recreational scuba divers in western Australia. South Pacific Underwater Medicine Society (SPUMS) Journal. dec 2000, 30(4): 226-31.

Elliott D. Why fitness? Who benefits from diver medical examinations? South Pacific Underwater Medicine Society (SPUMS) Journal. dec 2000, 30(4): 206-9.

Étude socio-économique relative à la plongée subaquatique de loisir en 2004-2005. Ministère de la jeunesse, des sports et de la vie associative; 2005 Décembre.

Fédération Française d'Étude des Sports Sous-marins. Procès-verbal de la réunion de la commission technique nationale [Internet]. Marignane; 2014 mai p. 1-6. Disponible sur www.ffessm.fr.

Fédération Française d'Étude des Sports Sous-marins. Procès-verbal Comité Directeur National [Internet]. Marseille; 2014 Oct, p 1-4. Disponible sur www.ffessm.fr.

Fédération française d'études et de sports sous-marins. Rapport d'activités de la commission technique nationale - Année 2016 - Bilan [Internet]. 2016 p. 1-9. Disponible sur: www.ffessm.fr.

Glen S, White S, Douglas J. Medical supervision of sport diving in Scotland: reassessing the need for routine medical examinations. Br J Sports Med. oct 2000, 34(5): 375-378.

Glen S. Three year follow up of a self certification system for the assessment of fitness to dive in Scotland. Br J Sports Med. dec 2004, 38(6): 754-757.

Gorman D, Sames C, Mitchell S. Routine occupational dive medical examinations. Diving and Hyperbaric Medicine. Jun 2009,39(2): 109-10.

Guignard R, Beck F, Richard J-B, Lermenier A, Wilquin J-L, Nguyen-Thanh V. La consommation de tabac en France en 2014 : caractéristiques et évolutions récentes. Evolutions. janv 2015;(31):1-6.

Koehle M, Lloyd-Smith R, McKenzie D, Taunton J. Asthma and recreational SCUBA diving: a systematic review. Sports Med. 2003, 33(2): 109-16.

Meehan C, Bennett M. Medical assessment of fitness to dive - comparing a questionnaire and a medical interview-based approach. Diving Hyperb Med. sept 2010, 40(3): 119-24.

ObEpi 2012. Enquête épidémiologique nationale sur le surpoids et l'obésité [Internet]. Paris: INSERM/Kantar Health/Roche; 2012, p 1-60.

Sames C, Gorman D, Mitchell S. Postal survey of fitness-to-dive opinions of diving doctors and general practitioners. Diving Hyperb Med. mar 2012, 42(1): 24-9.

Sames C, Gorman D, Mitchell S, Sandiford P. An evidence-based system for health surveillance of occupational divers. Intern Med J. oct 2016, 46(10): 1146-52.

St Leger Dowse M, Waterman MK, Penny CE, Smerdon GR. Does self-certification reflect the cardiac health of UK sport divers? Diving Hyperb Med. sept 2015, 45(3): 184-9.

Taylor L, Mitchell S. Diabetes as a contraindication to diving: should old dogma give way to new evidence? South Pacific Underwater Medicine Society (SPUMS) Journal. mar 2001, 31(1): 44-50.

Taylor DM, O'Toole KS, Ryan CM. Experienced, recreational scuba divers in Australia continue to dive despite medical contraindications. Wilderness Environ Med. 2002, 13(3): 187-93.

Worlwide corporate statistics 2016 - Data for 2010-2015 – Updated February 2016 [Internet]. PADI; 2016 févr p. 1-4. Disponible sur: www2.padi.com/scuba-diving.

RESUME

Etude transversale concernant l'etat de sante de 519 plongeurs de l'ile de la Réunion. Le certificat médical d'absence de contre indication est-il réalisé par les plongeurs loisirs ? C Galaup, T Masseguin, N Bouscaren, C D'andrea. Bull. Medsubhyp 2017, 27 (2) : 43 – 50.

Nous décrivons l'état de santé de 519 plongeurs de l'île de la Réunion après une enquête par questionnaire dans 22 clubs de l'île. Au total, 75,1% des participants présentent au moins un antécédent médical à risque pour la pratique de la plongée sous-marine. Les antécédents à risque concernent majoritairement l'appareil ORL, ophtalmologique et respiratoire. Les plongeurs possèdent un certificat médical d'absence de contre-indication datant de moins d'un an dans 60 % des cas. La visite médicale est effectuée par un médecin spécialisé en plongée dans 45,3 % des cas. A l'issue de la visite médicale, 6,6% des plongeurs bénéficient d'explorations complémentaires. Beaucoup de plongeurs s'estiment capables de juger par eux-mêmes leur aptitude à pratiquer la plongée sous-marine. Il apparaît important de réévaluer la méthode actuelle de dépistage et de promouvoir une surveillance continue des plongeurs.

10EME CONFERENCE EUROPEENNE DE CONSENSUS SUR LA MEDECINE HYPERBARE : RECOMMANDATIONS CONCERNANT LES INDICATIONS ACCEPTEES, LES INDICATIONS NON-ACCEPTEES, ET LA PRATIQUE DE L'OXYGENOTHERAPIE HYPERBARE

D. MATHIEU[1], A. MARRONI[2], J. KOT[3], Traduit par **E. PARMENTIER-DECRUCQ[1]** et **S. SOUDET[1].** [1]Centre Régional d'Oxygénothérapie Hyperbare, CHRU Lille, (France). [2]DAN Europe Foundation, Roseto, (Italie). [3]Medical University, Gdansk, (Pologne).

ABSTRACT

Tenth European Consensus Conference on Hyperbaric Medicine: recommendations for accepted and non-accepted clinical indications and practice of hyperbaric oxygen treatment. D Mathieu, A Marroni, J Kot, traduit par E Parmentier-Decrucq, S. Soudet. Bull. Medsubhyp 2017, 27(2): 51 – 63.

The tenth European Consensus Conference on Hyperbaric Medicine took place in April 2016, attended by a large delegation of experts from Europe and elsewhere. The focus of the meeting was the revision of the European Committee on Hyperbaric Medicine (ECHM) list of accepted indications for hyperbaric oxygen treatment (HBOT), based on a thorough review of the best available research and evidence-based medicine (EBM). For this scope, the modified GRADE system for evidence analysis, together with the DELPHI system for consensus evaluation, were adopted. The indications for HBOT, including those previously promulgated by the ECHM, were analysed by selected experts, based on an extensive review of the literature and the available EBM studies. The indications were divided as follows: Type 1, where HBOT is strongly indicated as a primary treatment method, as it is supported by sufficiently strong evidences; Type 2, where HBOT is suggested as it is supported by acceptable levels of evidence; Type 3, where HBOT can be considered as a possible/optional measure, but not yet supported by sufficiently strong evidences. For each type, three levels of evidence were considered: A, when the number of randomised controlled trials (RCTs) is considered sufficient; B, when there are some RCTs in favour of the indication and there is ample expert consensus; C, when the conditions do not allow for proper RCTs but there is ample and international expert consensus. For the first time, the conference also issued 'negative' recommendations for those conditions where there is Type 1 evidence that HBOT is not indicated. The conference also gave consensus-agreed recommendations for the standard of practice of HBOT.

INTRODUCTION

Le comité européen pour la médecine hyperbare (ECHM) a dans ses objectifs prioritaires l'amélioration continue de la prise en charge et de la sécurité en médecine hyperbare (Marroni et coll. 2005a). A cette fin, un des outils utilisés est l'organisation de conférences de consensus afin de publier des recommandations admises par le plus grand nombre. Deux précédentes conférences de consensus sur le même thème avaient été organisées, l'une en 1994 et l'autre en 2004. En 1994, un jury avait défini des recommandations grâce aux rapports d'experts et aux discussions avec l'auditoire de la conférence (Marroni et coll. 2005b). En 2004, les recommandations avaient été complétées par le niveau de preuve les soutenant et par leur importance pour la pratique clinique (Marroni et coll. 2008). Douze ans plus tard, il était temps de mettre à jour ces recommandations au vu des avancées médicales et de l'expérience clinique accumulées durant cette période. En 2016, l'ECHM a souhaité compléter la présentation de ses recommandations en les assortissant non seulement en fonction de leur importance et du niveau de preuve les appuyant, mais aussi en fonction de la confiance du public dans ces recommandations. Un rapport préliminaire (Mathieu et coll. 2016) puis le rapport complet (Mathieu et coll. 2017) a été publié en langue anglaise ces derniers mois. Il s'agissait de traduire ce rapport (tant la partie méthodologie que les recommandations détaillées) en langue française.

METHODOLOGIE

La méthodologie de la médecine basée sur les preuves (EBM) est maintenant acceptée par tous et est entièrement intégrée à la pratique médicale moderne. L'approche et les outils utilisés dans l'EBM permettent de répondre à une question spécifique grâce à des preuves scientifiques. Cependant, en pratique quotidienne, les niveaux de

preuve accessibles diffèrent selon la source de l'information et selon la conception de l'étude (qui va du cas clinique à l'étude randomisée contrôlée (ECR)). Cela est bien synthétisé par le concept de la pyramide de la preuve avec une diminution des biais à mesure que l'on remonte la pyramide et où la rigueur méthodologique augmente.
Le processus de publication de nouvelles recommandations pour la pratique clinique repose généralement sur trois items :
1) le niveau de preuve (c'est-à-dire la qualité des données disponibles) ;
2) l'interprétation de la preuve (c'est-à-dire ce que les données suggèrent et à quel point ces données sont concordantes pour un problème particulier) ;
3) le type ou la force de la pratique recommandée (c'est-à-dire dans quelle mesure un médecin est capable de recommander une intervention particulière sur la base des deux premiers items).
Cette méthode peut être utilisée soit par un médecin individuellement ou soit par un groupe d'experts et quelle que soit la manière choisie la même conclusion devrait être atteinte.

Pour la recherche clinique, les différents niveaux de preuve sont les suivants :
Niveau A : au moins deux études concordantes, de grande échelle, en double aveugle, randomisées et contrôlées, avec peu ou pas de biais méthodologique ;
Niveau B : études randomisées en double aveugle, mais avec quelques défauts méthodologiques, ou études de petits échantillons ou une seule étude ECR ;
Niveau C : opinion consensuelle d'experts ;
Niveau D : études non contrôlées sans consensus d'experts ;
Niveau E : absence de preuve, biais méthodologique ou d'interprétation empêchant toute conclusion ;
Niveau F : procédure non indiquée car aucune preuve existante.

Même si la communauté des médecins hyperbaristes a fait des efforts considérables pour réaliser des études cliniques de haute qualité, nous devons reconnaître que de nombreuses questions subsistent sans preuve suffisante pour apporter des réponses certaines. Par conséquent, il n'est pas surprenant que seulement un petit nombre d'entités cliniques de la liste des indications soit soutenu par le plus haut niveau de preuve. Il doit être rappelé que les décisions cliniques sont très souvent basées sur un niveau non absolue et que l'absence de preuve d'un bénéfice n'est pas la preuve de l'absence d'un bénéfice. Il existe des situations cliniques dans lesquelles il est extrêmement difficile voire même pratiquement impossible d'entreprendre des essais contrôlés de haute qualité, par exemple :

- quand l'utilisation de l'OHB, bien que non soutenue par un grand nombre de preuves, est tellement logique, qu'elle est universellement acceptée. Ainsi, il est des situations où il serait manifestement inapproprié de ne pas traiter par OHB dans le seul but d'établir une preuve de son efficacité. Il pourrait être considéré comme une perte de chance pour un patient s'il ne bénéficiait pas de cette thérapie aux fins d'une étude (par exemple, l'OHB pour la maladie de décompression ou l'embolie gazeuse) ;
- quand la maladie ou l'état est si complexe ou qu'il existe tellement de variables qu'il serait impossible de concevoir une étude suffisamment puissante pour évaluer une procédure unique (par exemple OHB et gangrène gazeuse) ;
- quand aucun haut niveau de preuve actuel n'existe, mais que les experts sont en accord pour estimer, non seulement à partir de leurs propres expériences, mais aussi à partir d'une revue complète de la littérature qu'un consensus peut être provisoirement atteint, dans l'attente de résultats d'études futures (par exemple OHB et neuroblastome).

Dans de telles situations, une approche alternative doit être recherchée. Pour l'ECHM, la recherche d'un consensus par les experts est un moyen de convertir les meilleures preuves disponibles en recommandations.

L'objectif des conférences de consensus de l'ECHM est de créer une revue objective et complète de la littérature et des connaissances actuelles sur un sujet ou un domaine particulier. Cette méthode présente l'avantage d'impliquer un groupe diversifié d'experts représentant un large panel de spécialités afin d'examiner tous les aspects du sujet choisi et d'assurer une objectivité maximale. L'occasion de rencontrer d'autres experts dans le même domaine et de partager des analyses et des avis est également un aspect précieux de ces réunions. Lors d'une conférence de consensus, les experts présentent une revue critique de la littérature relative à un sujet

spécifique devant un jury et un public. Par la suite, le jury se rassemble pour discuter des présentations et rédige des recommandations pour la pratique clinique en fonction des preuves présentées. Ces recommandations sont publiées dans une ou plusieurs revues médicales.

L'application de la méthodologie EBM au processus de consensus aide les membres du jury à parvenir à un consensus et renforce les recommandations. Ainsi, chaque membre du jury évalue la littérature et le niveau de preuve présenté par les experts et les classe selon leur qualité. Dans les conférences ECHM, chaque membre du jury a utilisé la même échelle de classement (de 1 à 4) pour le niveau de preuve comme suit (Marroni et coll. 2005b, 2008) :

Pour les études fondamentales (tissus, cellules ou moléculaires) et animales avec un groupe témoin :
• Niveau 1 : preuve très en faveur d'un bénéfice,
• Niveau 2 : preuve d'un bénéfice,
• Niveau 3 : faible preuve d'un bénéfice,
• Niveau 4 : aucune preuve d'un bénéfique ou biais méthodologique ou d'interprétation empêchant toute conclusion.

Pour les études humaines :
• Niveau 1 : forte preuve d'un bénéfice, basée sur au moins deux ECR concordants, larges, en double aveugle, sans ou avec seulement un faible biais méthodologique ;
• Niveau 2 : preuve d'un bénéfice fondée sur des ECR en double aveugle, mais avec quelques défauts méthodologiques, ou sur des études de petits échantillons ou sur une seule étude ECR ;
• Niveau 3 : faible preuve d'un bénéfice basée uniquement sur des études non contrôlées (groupe de contrôle historique, étude de cohorte) ;
• Niveau 4 : aucune preuve d'un bénéfice (rapports de cas uniquement) ou présence de biais méthodologiques ou d'interprétation empêchant toute conclusion.

Les conclusions du jury ont été établies selon le niveau de preuve (tableau I) :
• le type 1 signifie «fortement recommandé», où les recommandations sont appuyées par des preuves de niveau 1 ;
• le type 2 signifie simplement «recommandé», où les recommandations sont appuyées par des preuves de niveau 2 ;
• le type 3, qui signifie « optionnelle », où les recommandations sont seulement appuyées par des preuves de niveau 3.

Au cours de la conférence de consensus ECHM de 2004, après avoir écouté les experts et avec l'aide d'un groupe de lecture, le jury a évalué les éléments de preuve existant en utilisant l'échelle décrite ci-dessus (niveaux de A à F) (Marroni et coll. 2008). Les conditions où l'utilisation de l'OHB était soutenue par des preuves de niveau A, B ou C ont été considérées comme des indications acceptées. Cependant, afin de rendre plus transparentes les discussions et décisions du jury sur les indications non retenues d'OHB, les niveaux D, E et F avaient été également rapportés ainsi que l'évaluation par le jury.

Pour la Conférence européenne de consensus de 2016, l'ECHM a décidé d'adopter le système GRADE modifié pour l'analyse des preuves (Guyatt et coll. 2008), associé à la méthode DELPHI pour atteindre ces consensus (Diamond et coll. 2014, Dalkey 1969). Comme pour les conférences précédentes, l'ECHM a demandé à un panel d'experts dans chaque domaine de préparer des rapports basés sur une revue exhaustive de la littérature, de réaliser une synthèse des preuves et une proposition de recommandations (tableau I) (Guyatt et coll. 2008, Calello et coll. 2015).

Afin de prendre en compte les changements intervenus depuis la dernière conférence et ainsi améliorer la qualité des recommandations, deux étapes supplémentaires ont été ajoutées :
• Tous les rapports ont été distribués au sein du groupe d'experts et chaque expert a été invité à se prononcer sur l'importance clinique et le niveau de preuve de chaque recommandation proposée (méthode Delphi).
• Au cours de la conférence, les rapports et les avis d'experts ont été présentés et discutés. Le public a ensuite voté sur chaque recommandation. L'accord entre les participants a été mesuré et rapporté. Des recommandations consensuelles finales avec des preuves pondérées et la confiance du public ont ensuite été publiées.
• Nous souhaitons qu'en utilisant une telle méthodologie, chaque personne lisant les conclusions de la conférence puisse immédiatement évaluer la force de chaque recommandation et déterminer comment elle peut être appliquée dans sa propre pratique.

Force de la recommandation (basée sur le consensus)	**Niveaux de preuve (basé sur le système GRADE)**
Niveau 1 = Recommandation forte « Nous recommandons .... » Le plan d'action est jugé approprié par la grande majorité des experts sans désaccord majeur. Le panel d'experts est convaincu que les effets obtenus par l'adhésion à la recommandation l'emportent sur les effets indésirables.	**Grade A** = Haut niveau de preuve Le véritable effet est proche de notre estimation de l'effet.
Niveau 2 = Faible recommandation « Nous suggérons ..... » Le plan d'action est jugé approprié par la majorité des experts, mais il existe un certain degré de désaccord au sein du panel d'experts. Les effets obtenus par l'adhésion à la recommandation l'emportent probablement sur les effets indésirables.	**Grade B** = Niveau de preuve modéré L'effet réel est susceptible d'être proche de notre estimation de l'effet, mais il existe une possibilité que l'effet réel soit sensiblement différent.
Niveau 3 = Recommandation neutre « Il est raisonnable ... » Le plan d'action pourrait être considéré comme approprié dans le bon contexte.	**Grade C** = Niveau de preuve bas L'effet réel peut être sensiblement différent de notre estimation de l'effet.
	Grade D = Niveau de preuve très bas Notre estimation de l'effet n'est qu'une estimation, et il est très probable que l'effet réel est sensiblement différent de notre estimation de l'effet.
Aucune recommandation Aucun accord n'a été conclu avec le groupe d'experts.	

Tableau I : Force de la recommandation (basée sur le consensus)

RECOMMANDATIONS

Les recommandations sont présentées séparément pour les indications acceptées (tableau II), les indications non acceptées (tableau III) et les situations dans lesquelles l'OHB n'est pas recommandée (tableau IV).

Indications acceptées

Intoxications au monoxyde de carbone (CO)

Nous recommandons de traiter par OHB les intoxications au CO (recommandation de type 1, preuve de niveau B).
Nous recommandons l'administration immédiate de 100 % d'oxygène dès les premiers secours pour toute personne présentant une intoxication au CO (recommandation de type 1, preuve de niveau C).
Nous recommandons de traiter par OHB toute personne intoxiquée au CO qui présente une altération de la conscience, des signes neurologiques, cardiaques, respiratoires ou psychologiques quelle que soit la valeur de la carboxyhémoglobine à l'admission à l'hôpital (recommandation de type 1, preuve de niveau B).
Nous recommandons de traiter par OHB toute femme enceinte intoxiquée au CO quelle que soit sa présentation clinique et la valeur de la carboxyhémoglobine à l'admission à l'hôpital (recommandation de type 1, preuve de niveau B).
Il est raisonnable de traiter les patients présentant une intoxication mineure au CO par 12 h d'oxygénothérapie normobare ou par OHB (recommandation de type 3, preuve de niveau B).
Nous recommandons de ne pas traiter par OHB les patients asymptomatiques, vu plus de 24 h après la fin de leur exposition au CO (recommandation de type 1, preuve de niveau C).

Fractures ouvertes avec lésions par écrasement

Nous recommandons de traiter par OHB les fractures ouvertes avec lésions par écrasement (recommandation de type 1, preuve de niveau B).
Nous recommandons un traitement précoce par OHB dans les suites de fractures ouvertes sévères car l'OHB réduit l'apparition de complications comme la nécrose tissulaire ou les infections. Les fractures de type Gustilo 3C et 3B sont considérées comme une indication d'OHB. Un traitement par OHB doit être envisagé devant des lésions moins graves quand il existe des facteurs de risque liés au patient ou à la plaie (recommandation de type 1, preuve de niveau B).
Nous suggérons que l'OHB soit proposée dans les syndromes d'écrasement avec plaies mais sans fracture quand la viabilité tissulaire est mise en danger ou qu'il existe un risque significatif d'infection (recommandation de type 2, preuve de niveau C).
Il est raisonnable de proposer l'OHB pour des lésions par écrasement sans effraction cutanée quand la viabilité tissulaire est jugée cliniquement à risque (recommandation de type 3, preuve de niveau C).
Il est raisonnable de proposer l'OHB pour des lésions par écrasement sans effraction cutanée lorsqu'il existe un risque de syndrome des loges, mais où l'indication d'une fasciotomie n'est pas établie et où il est possible de surveiller la réponse au traitement soit cliniquement, soit par la prise des pressions dans les loges, soit par la mesure des pressions transcutanées en oxygène (recommandation de type 3, preuve de niveau C).
Nous recommandons que les centres d'OHB traitant les lésions des membres par écrasement soient équipés pour réaliser des mesures d'oxymétrie transcutanée en hyperbarie, car ces mesures ont une valeur prédictive dans ces situations (recommandation de type 1, indice de niveau B).

Radionécroses et lésions radio-induites

Nous recommandons de traiter par OHB l'ostéoradionécrose mandibulaire (recommandation de type 1, preuve de niveau B).
Nous recommandons l'OHB pour prévenir l'ostéoradionécrose mandibulaire après extraction dentaire (recommandation de type 1, preuve de niveau B).
Nous recommandons de traiter par OHB la cystite radique hémorragique (recommandation de type 1, preuve de niveau B).
Nous recommandons de traiter par OHB la proctite radique (recommandation de type 1, preuve de niveau A).
Nous suggérons un traitement par OHB dans les ostéoradionécroses autres que mandibulaires (recommandation de type 2, preuve de niveau C).
Nous suggérons un traitement par OHB pour prévenir la perte d'implants ostéo-intégrés dans des os exposés à une radiothérapie (recommandation de type 2, preuve de niveau C).

Indications	Accepté			Niveau d'agrément
	Niveau de preuve			
	A	B	C	
Type I				
Intoxication au CO		X		Agrément fort
Fracture ouverte avec délabrement		X		Agrément fort
Prévention de l'ostéoradionécrose après extraction dentaire		X		Agrément fort
Ostéoradionecrose (mandible)		X		Agrément fort
Radionécrose des tissus mous (cystite, proctite)		X		Agrément fort
Surdité brusque		X		Agrément fort
Accident de décompression			X	Agrément fort
Embolie gazeuse			X	Agrément fort
Infections bactériennes à anaérobies ou mixtes			X	Agrément fort
Type II				
Lésions de pied diabétique		X		Agrément fort
Nécrose de tête fémorale		X		Agrément fort
Greffe de peau et/ou lambeaux compromis			X	Agrément fort
Occlusion de l'artère centrale de la rétine			X	Agrément fort
Syndrome d'écrasement sans fracture			X	Agrément
Ostéoradionécrose (os autres que mandibule)			X	Agrément
Lésions radio-induites des tissus mous (autres que cystite et proctite)			X	Agrément
Chirurgie et implants en tissus irradiés (traitement préventif)			X	Agrément
Ulcères ichémiques			X	Agrément
Ostéomyelite chronique réfractaire			X	Agrément
Brûlures du 2e degré > 20 %			X	Agrément
Pneumatose intestinale			X	Agrément
Neuroblastome de stade IV			X	Agrément
Type III				
Cérébro-lésés (traumatisme crânien aigu et chronique, AVC chronique, encéphalopathie post-anoxique) chez des patients hautement sélectionnés			X	Agrément
Lésions radio-induites du larynx			X	Agrément
Lésions radio-induites du SNC			X	Agrément
Syndrome d'ischémie-reperfusion après revascularisation			X	Agrément
Réimplantation de membre			X	Agrément
Plaies chroniques sélectionnées secondaire à un processus systémique			X	Agrément
Drépanocytose			X	Agrément
Cystite interstitielle			X	Agrément

Tableau II : Indications acceptées

Nous suggérons un traitement par OHB dans les radionécroses des tissus mous (autres que la cystite et la proctite), en particulier au niveau de la tête et du cou (recommandation de type 2, preuve de niveau C).
Il est raisonnable d'utiliser l'OHB pour traiter ou prévenir les lésions radiques induites du larynx (recommandation de type 3, preuve de niveau C).
Il est raisonnable d'utiliser l'OHB dans le traitement des lésions radiques induites du système nerveux central (recommandation de type 3, preuve de niveau C).

Accidents de décompression

Nous recommandons de traiter par OHB les accidents de décompression (recommandation de type 1, preuve de niveau C).
Nous recommandons l'administration immédiate de 100 % d'oxygène dès les premiers secours à toute personne avec une suspicion d'accident de décompression (recommandation de type 1, preuve de niveau C).
Nous recommandons la perfusion intraveineuse d'une solution de type cristalloïde ne contenant pas de glucose (recommandation de type 1, preuve de niveau C).
Nous recommandons l'utilisation de tables thérapeutiques de recompression US Navy 6 ou hélium/oxygen (héliox) Comex Cx30 ou équivalent comme traitement initial d'un accident de décompression (recommandation de type 1, preuve de niveau C). La table US Navy 5 peut être utilisée comme première table de recompression pour certains cas légers sélectionnés.
Nous recommandons l'utilisation de tables d'OHB appropriées pour les manifestations résiduelles d'accident de décompression (recommandation de type 1, preuve de niveau C).
Nous recommandons l'utilisation de l'héparine de bas poids moléculaire pour la prophylaxie de la thrombose veineuse profonde dans les cas d'immobilisation ou de paralysie au cours d'un accident de décompression (recommandation de type 1, preuve de niveau C).
Nous suggérons un traitement par lidocaïne et l'utilisation des tables de recompression héliox pour les accidents de décompression neurologiques graves (recommandation de type 2, preuve de niveau C).
Nous suggérons d'utiliser du tenoxicam oral (ou un AINS similaire) pour certains cas sélectionnés d'accident de décompression (recommandation de type 2, preuve de niveau B).

Embolies gazeuses

Nous recommandons de traiter par OHB les embolies gazeuses (recommandation de type 1, preuve de niveau C).
Nous recommandons un traitement par OHB les cas d'embolie gazeuse artérielle ou veineuse avec manifestations neurologiques et/ou cardiaques. Même si un court intervalle (< 6 h) entre l'embolie et le traitement par OHB est associé à un meilleur pronostic, une réponse au traitement par OHB avec une amélioration clinique substantielle, a été rapportée dans plusieurs cas cliniques avec des intervalles plus long et même dans une petite série de patients, après un intervalle de plus de 24 heures (recommandation de type 1, preuve de niveau B).
Nous recommandons l'administration immédiate de 100 % d'oxygène en cas d'embolie gazeuse suspectée. Cependant, même si les signes/symptômes se résolvent, l'OHB est toujours recommandée car une détérioration secondaire même tardive peut survenir (recommandation de

	Niveau de preuve			Niveau de preuve			Niveau d'agrément
	A	**B**	**C**	**D**	**E**	**F**	
Pas de recommandation							
Médiastinite post-sternotomie				X			Agrément
Otite maligne externe				X			Agrément
Infarctus aiguë du myocarde				X			Agrément
Rétinite pigmentaire				X			Agrément
Paralysie faciale				X			Agrément

Tableau III : Indications non acceptées

type 1, preuve de niveau B).
Nous recommandons de ne pas utiliser des tables de traitement à haute pression (> 405 kPa) en raison d'un manque de preuves. L'utilisation de l'héliox ou du nitrox à haute pression doit être décidée par chaque équipe en fonction de son expérience et de sa logistique (recommandation de type 2, preuve de niveau B).
Nous suggérons d'utiliser comme traitement adjuvant pour une embolie gazeuse isolée, la lidocaïne (recommandation de type 2, preuve de niveau B), l'aspirine et/ou les AINS (recommandation de type 3, preuve de niveau C).
Il est raisonnable d'utiliser des anticoagulants en thérapie adjuvante pour une embolie gazeuse isolée (recommandation de type 3, preuve de niveau C).

Infections bactériennes à anaérobies et mixtes

Nous recommandons d'adjoindre l'OHB dans le traitement des infections bactériennes à anaérobies et mixtes anaérobies-aérobies (recommandation de type 1, preuve de niveau C).
Nous recommandons de traiter par OHB les infections nécrosantes des tissus mous quelle que soit la localisation mais particulièrement la gangrène périnéale (recommandation de type 1, preuve de niveau C).
Nous recommandons que l'OHB soit intégrée dans un protocole de traitement combiné à une chirurgie immédiate et adéquate et à des antibiotiques ciblant les bactéries anaérobies et aérobies les plus fréquentes (recommandation de type 1, preuve de niveau C).
Nous recommandons que l'OHB soit intégrée dans le protocole de traitement des abcès intra-crâniens lorsqu'un des critères suivants existe : abcès multiples, abcès de localisation profonde ou en territoire dominant, patient immunodéprimé, contre-indication à la chirurgie, réponse insuffisante ou détérioration malgré un traitement standard (recommandation de type 1, preuve de niveau C).
Nous suggérons que l'OHB soit intégrée comme traitement de deuxième ligne dans les autres infections anaérobies ou mixtes anaérobies-aérobies telles que les infections pleuropulmonaires ou péritonéales (recommandation de type 2, preuve de niveau C).

Surdités brusques

Nous recommandons de traiter par OHB les surdités brusques (recommandation de type 1, preuve de niveau B).
Nous recommandons l'OHB combinée avec un traitement médical chez les patients atteints de surdité brusque se présentant dans les deux semaines suivant l'apparition de cette surdité (recommandation de type 1, preuve de niveau B).
Nous recommandons de ne pas traiter par OHB, seule ou combinée avec un traitement médical les patients atteints de surdité brusque se présentant plus de six mois après l'apparition de la surdité (recommandation de type 1, preuve de niveau C).
Il est raisonnable d'utiliser l'OHB comme adjuvant aux corticostéroïdes chez les patients se présentant après deux semaines mais au plus tard dans le mois d'évolution d'une surdité brusque, en particulier chez les patients présentant une perte auditive sévère et profonde (recommandation de type 3,

	Niveau de preuve			Niveau de preuve			Niveau d'agrément
	A	**B**	**C**	**D**	**E**	**F**	
Recommandation négative (type 1)							
Autisme		X					Agrément
Sclérose en plaques		X					Agrément
Infirme moteur cérébral		X					Agrément
Acouphènes		X					Agrément
AVC à la phase aiguë			X				Agrément
Insuffisance placentaire			X				Agrément

Tableau IV : Affections pour lesquelles l'OHB n'est pas indiquée

preuve de niveau C).

Plaies chroniques

Nous suggérons d'utiliser l'OHB dans le traitement des lésions du pied diabétique (recommandation de type 2, preuve de niveau B).
Nous suggérons d'utiliser l'OHB dans le traitement des ulcères ischémiques (recommandation de type 2, preuve de niveau C).
Il est raisonnable de traiter par OHB des plaies chroniques sélectionnées qui sont secondaires à un processus systémique (recommandation de type 3, preuve de niveau C).
Nous recommandons de traiter par OHB les lésions ischémiques (ulcères ou gangrène) sans lésion artérielle traitable chirurgicalement ou après une intervention vasculaire.

- Chez le patient diabétique, l'utilisation de l'OHB est recommandée en présence d'une ischémie critique chronique telle que définie par la conférence européenne de consensus sur l'ischémie critique (voir la note ci-dessous), si les lectures de $PTcO_2$ en condition hyperbare (253 kPa, 100 % d'oxygène) sont supérieures à 100 mmHg (recommandation de type 1, preuve de niveau A).
- Chez le patient artérioscléreux, l'OHB est recommandée en cas d'ischémie critique chronique (voir la note ci-dessous), si les lectures de $PTcO_2$ en condition hyperbare (253 kPa, 100 % d'oxygène) sont supérieures à 50 mmHg (recommandation de type 2, preuve de niveau B).
- Cependant, malgré le fort accord sur la validité des critères énumérés ci-dessus pour sélectionner correctement les patients pour une indication d'OHB, le jury reconnaît que tous les centres hyperbares ne sont pas capables d'effectuer facilement des $PTcO_2$ en milieu hyperbare (253 kPa, 100 % d'oxygène). Par conséquent, en raison de cette limite, nous suggérons de traiter par OHB les ulcères du pied diabétique (grade 3 et plus de la classification de Wagner ; stade B, grade 3 et plus de la classification de l'Université du Texas) dont les plaies n'ont pas cicatrisé après 4 semaines de soins standards (recommandation de type 2, preuve de niveau B).
- Note : l'ischémie critique chronique peut être reconnue lorsqu'il existe une douleur périodique, persistante au repos, nécessitant un traitement analgésique régulier pendant plus de deux semaines ou une ulcération ou une gangrène du pied ou des orteils avec une pression systolique de la cheville < 50 mmHg chez les non-diabétiques et une pression systolique aux orteils < 30 mmHg chez le diabétique (Second European Consensus Conference on Critical Ischemia, 1991).

Pour la même raison que ci-dessus, il serait raisonnable de traiter par OHB les plaies avec retard de cicatrisation non diabétiques et les plaies récidivantes et non cicatrisées causées par une vascularite (surtout celles qui n'ont pas répondu au traitement immunosuppresseur) (recommandation de type 3, preuve de niveau C).
Nous recommandons que l'OHB soit toujours utilisée dans le cadre d'un plan de traitement holistique, pluridisciplinaire, avec soin continu des plaies, et non comme un traitement autonome (recommandation de type 1, preuve de niveau B).
Nous recommandons qu'avant un traitement par OHB, une prise en charge standard des plaies ait été réalisée pendant au moins quatre semaines (y compris le débridement approprié, les examens vasculaires pour dépister une maladie artérielle périphérique et/ou une hypoxie tissulaire au niveau de la plaie, la mise en décharge et la gestion des infections) (recommandation de type 1, preuve de niveau C).
Nous recommandons qu'avant un traitement par OHB, un dépistage vasculaire, dont des procédures d'imagerie, soient entrepris afin d'évaluer si une revascularisation est indiquée (recommandation de type 1, preuve de niveau C).
Nous recommandons l'utilisation des $PtcO_2$, qui est la meilleure technique pour la surveillance de la pression tissulaire locale de l'oxygène et pour la sélection des patients nécessitant de l'OHB (recommandation de type 1, preuve de niveau C).
Nous suggérons que la dose thérapeutique d'OHB (pression, temps et durée de traitement) soit adaptée au patient, au type de plaie chronique et à son évolution (recommandation de type 2, preuve de niveau C).
Il est raisonnable d'envisager l'OHB dans une approche multi-disciplinaire du traitement de la calciphylaxie (recommandation de type 3, preuve de niveau C).

Greffes de peau et/ou lambeaux de viabilité compromise

Nous suggérons d'utiliser l'OHB dans le traitement des greffes de peau et/ou lambeaux de viabilité compromise (recommandation de type 2, preuve de niveau C).
Nous recommandons un traitement par OHB dans tous les cas de greffe de peau et/ou lambeaux à viabilité compromise dès le diagnostic du caractère compromis des greffes/tissus posés (recommandation de type 1, preuve de niveau B).
Nous suggérons que la viabilité des tissus soit évaluée cliniquement et par des méthodes objectives, comme la mesure des $PtcO_2$ ou l'évaluation de la microcirculation par Doppler laser (recommandation de type 1, preuve de niveau B).
Nous suggérons un traitement par OHB à une pression comprise entre 203 et 253 kPa pendant au moins 60 minutes par séance (de préférence 90 à 120 min), répété deux ou trois fois le premier jour, puis deux fois par jour, voire une fois par jour jusqu'à ce que les tissus soient estimés vivants ou nécrotiques (recommandation de type 2, preuve de niveau C).
Nous recommandons de traiter par OHB à la fois en pré et en post-opératoire dans les cas où il existe un risque accru d'échec de la greffe de peau ou du lambeau, par exemple, dans une plaie en territoire irradié ou infecté ou chez un patient immunodéprimé (recommandation de type 1, preuve de niveau C).

Réimplantations de membre

Il est raisonnable d'envisager un traitement par OHB dans les réimplantations de membre (recommandation de type 3, preuve de niveau C).

Syndromes d'ischémie-reperfusion

Il est raisonnable d'envisager un traitement par OHB dans les syndromes d'ischémie- reperfusion après procédure de revascularisation (recommandation de type 3, preuve de niveau C).

Ostéomyélites chroniques réfractaires

Nous suggérons que l'OHB soit utilisée dans le traitement de l'ostéomyélite chronique réfractaire (recommandation de type 2, preuve de niveau C).
Nous suggérons de considérer les patients immunodéprimés comme pouvant particulièrement bénéficier d'un traitement par OHB (recommandation de type 2, preuve de niveau C).
Nous suggérons que le protocole d'OHB soit adapté de manière individuelle en fonction de l'état et de la compliance du patient (recommandation de type 2, preuve de niveau C).
Nous recommandons que des évaluations régulières soient faites au cours du traitement par OHB en utilisant les mêmes méthodes que celles utilisées avant OHB. Le traitement par OHB devrait durer au moins 11 à 12 semaines, soit environ 60 séances, avant d'identifier un effet clinique notable (recommandation de type 1, preuve de niveau C).

Nécroses de la tête fémorale (NTF)

Nous suggérons qu'un traitement par OHB soit utilisé à la phase initiale des NTF (recommandation de type 2, preuve de niveau B).
Nous proposons une séance quotidienne de 60 min, à 100 % d'oxygène, 5 à 6 jours par semaine et 4 à 5 semaines par cycle, à 243-253 kPa, au stade initial d'une NTF (recommandation de type 2, preuve de niveau B).
Nous proposons la réalisation d'une l'IRM et une évaluation clinique orthopédique 3 à 4 semaines après la fin du cycle d'OHB (recommandation de type 2, preuve de niveau C).
Nous recommandons de ne pas utiliser l'OHB de manière isolée, mais qu'elle soit intégrée dans un protocole multidisciplinaire, notamment avec mise en décharge de la hanche, réduction pondérale, physiothérapie, et arrêt du tabagisme au minimum pendant le traitement par OHB (recommandation de type 1, preuve de niveau C).

Brûlures

Nous suggérons que l'OHB soit utilisée dans le traitement des brûlures de deuxième degré concernant plus de 20 % de la surface corporelle (recommandation de type 2, preuve de niveau C).
Nous recommandons que seuls les centres hyperbares hautement spécialisés, localisés à proximité immédiate d'un centre de traitement des brûlés, traitent les brûlures par OHB en complément des soins habituels pour les brûlures, avec une prise en charge optimale en terme de surveillance et de balance hydrique (recommandation de type 1, preuve de niveau C).

Nous suggérons que le bénéfice le plus important sera obtenu chez les patients atteints de brûlures étendues (> 20 % de surface corporelle) constituées d'un grand pourcentage de lésions du 2e degré (recommandation de type 2, preuve de niveau C).
Nous suggérons l'utilité d'un traitement par OHB pour les brûlures du visage (oreille, nez), du cou, des mains et des doigts et du périnée même si la surface totale brûlée est < 20 % (recommandation de type 2, preuve de niveau C).
Nous suggérons que le traitement par OHB soit initié dans les six (au plus huit) heures après la brûlure et que deux séances par jour (à 253 kPa, 100 % d'oxygène) soient réalisées pendant au moins trois jours (recommandation de Type 2, preuve de niveau C).

Occlusion de l'artère centrale de la rétine

Nous suggérons d'envisager un traitement par OHB pour les patients souffrant d'occlusion de l'artère centrale de la rétine, traitement à débuter le plus tôt possible (recommandation de type 2, preuve de niveau C).

Pneumatose kystique intestinale

Nous suggérons un traitement par OHB dans la prise en charge de la pneumatose kystique intestinale (recommandation de type 2, preuve de niveau C).

Drépanocytose

Il est raisonnable de considérer l'OHB comme un traitement de deuxième ligne dans la crise drépanocytaire en plus des opioïdes (recommandation de type 3, preuve de niveau C).
Il est raisonnable de considérer l'OHB comme un traitement complémentaire aux soins standards des plaies chez les patients souffrant d'ulcère cutané chronique en raison d'une drépanocytose (recommandation de type 3, preuve de niveau C).

Cystite interstitielle

Il est raisonnable d'envisager l'OHB dans la prise en charge d'une cystite interstitielle (recommandation de type 3, preuve de niveau C).

Patients cérébro-lésés hautement sélectionnés

Il est raisonnable d'envisager un traitement par OHB chez les patients souffrant de traumatisme cérébral (TC) aigu modéré à grave et dans un groupe hautement sélectionné de patients atteints de TC chronique qui ont de manière objective une aire cérébrale métaboliquement dysfonctionnelle (recommandation de type 3, preuve de niveau B).
Nous recommandons l'utilisation de l'OHB dans les TC uniquement dans le cadre d'une recherche clinique après validation par un comité d'éthique (recommandation de type 1).
Nous ne recommandons pas l'utilisation de l'OHB dans la phase aiguë de l'accident vasculaire cérébral (recommandation de type 1, preuve de niveau C).
Il est raisonnable d'envisager l'OHB dans le cadre d'une étude clinique dans un groupe hautement sélectionné de patients atteints d'un accident vasculaire cérébral chronique présentant des signes évidents de régions cérébrales métaboliquement dysfonctionnelles mais non nécrotiques (recommandation de type 3, preuve de niveau C).
Il est raisonnable de considérer l'OHB comme mesure adjuvante dans le traitement de l'encéphalopathie post anoxique après une tentative de pendaison (recommandation de type 3, preuve de niveau C).

Neuroblastome

Nous suggérons un traitement par OHB dans la prise en charge du neuroblastome de stade IV (recommandation de type 2, preuve de niveau C).

Indications non acceptées (tableau III)

En raison de niveaux de preuve très faibles (grade D), aucune recommandation spécifique d'un traitement par OHB n'est donnée pour les pathologies suivantes :

- médiastinite post-sternotomie,
- otite maligne externe,
- infarctus aigu du myocarde,
- rétinite pigmentaire,
- paralysie faciale *a frigore*.

Pathologies pour lesquelles l'OHB n'est pas indiquée (tableau IV)

Le manque de preuve d'un d'effet clinique de l'OHB permet de donner des recommandations de type 1 pour ne pas utiliser l'OHB dans les pathologies suivantes :

• autisme (recommandation de type 1, preuve de niveau B),
• insuffisance placentaire (recommandation de type 1, preuve de niveau C),
• sclérose en plaques (recommandation de type 1, preuve de niveau B),
• infirmité motrice cérébrale (recommandation de type 1, preuves de niveau B),
• acouphènes (recommandation de type 1, preuve de niveau B),
• phase aiguë d'accident vasculaire cérébral (recommandation de type 1, preuve de niveau C).

Pratique de l'oxygénothérapie hyperbare

Nous recommandons que toutes les installations hyperbares européennes respectent au minimum le Code Européen de Bonnes Pratiques et la liste ECHM d'indications comme base pour les processus d'accréditation et les politiques nationales de remboursement.

Nous recommandons que soient discuté au cas par cas le rapport bénéfice/risque de l'OHB pour les patients dans les conditions où l'OHB est considérée comme non indiquée avant son utilisation.

Nous recommandons que la formation médicale initiale et continue du personnel médical du centre hyperbare respectent les normes élaborées et mutuellement convenues par l'ECHM et le Comité Européen de la Technologie de la Plongée (EDTC).

Nous recommandons que la formation initiale et continue du personnel non médical hyperbare soient conformes aux normes élaborées par l'Association européenne Baromédicale pour les infirmières, les opérateurs et les techniciens (EBAss) et approuvées par l'ECHM.

Nous recommandons que les médecins impliqués dans des centres hyperbares soient formés à la recherche et participent à des études cliniques et scientifiques.

Nous recommandons que la communauté hyperbare accroisse sa participation à l'effort de recherche afin d'améliorer le niveau de preuve appuyant les recommandations de l'ECHM.

REFERENCES

Calello DP, Liu KD, Wiegand TJ, Roberts DM, Lavergne V, Gosselin S, Hoffman RS, Nolin TD, Ghannoum M. Extracorporeal Treatment for Metformin Poisoning: Systematic Review and Recommendations From the Extracorporeal Treatments in Poisoning Workgroup. Crit Care Med 2015, 43:1716–1730.

Dalkey NC. The Delphi Method: An Experimental Study of Group, 1969. Accessible à : http://www.rand.org/content/dam/rand/pubs/research_memoranda/2005/RM5888.pdf. Dernier accès le 2 juillet 2017.

Diamond IR, Grant RC, Feldman BM, Pencharz PB, Ling SC, Moore AM, Wales PW. Defining consensus: a systematic review recommends methodologic criteria for reporting of Delphi studies. J Clin Epidemiol 2014, 67:401–409.
Guyatt GH, Oxman AD, Vist GE, Kunz R, Falck-Ytter Y, Alonso-Coello P, Schünemann HJ. GRADE: an emerging consensus on rating quality of evidence and strength of recommendations. BMJ 2008, 336:924–926.

Marroni A, Mathieu D, Wattel F. History, mission and achievements of the European Comittee for hyperbaric Medicine. In: The ECHM collection, A. Marroni, D. Mathieu, F. Wattel, editors. Flagstaff, AZ: Best Publishing Company, 2005.

Marroni A, Mathieu D, Wattel F. First European Consensus Conference on Hyperbaric Medecine, Lille 1994. In: The ECHM collection, Marroni A., Mathieu D., Wattel F., (eds). Flagstaff, AZ: Best Publishing Company, 2005.

Marroni A, Mathieu D, Wattel F. Seventh ECHM Consensus Conference, Lille, France, 2004. In: The ECHM collection, Marroni A., Mathieu D., Wattel F., (eds). Flagstaff, AZ: Best Publishing Company, 2008.

Mathieu D, Marroni A, Kot J. Tenth European Consensus Conference on Hyperbaric Medicine: preliminary report. Diving Hyperb Med 2016, 46:122–123.

Mathieu D, Marroni A, Kot J. Tenth European Consensus Conference on Hyperbaric Medicine: recommendations for accepted and non-accepted

clinical indications and practice of hyperbaric oxygen treatment. Diving Hyperb Med 2017, 47:24–32.

European Code of Good Practice for Hyperbaric Oxygen Therapy.
Accessible à: : http://www.echm.org/documents/ECGP for HBO - May 2004.pdf.
Dernier accès le 2 juillet 2017

GRADEpro GDT: GRADEpro Guideline Development Tool [Software]. McMaster University, 2015 (developed by Evidence Prime, Inc.). Available from gradepro.org.

Second European Consensus Document on chronic critical leg ischemia. Circulation 1991, 84:IV1-26.

RESUME

10eme conférence européenne de consensus sur la médecine hyperbare : recommandations concernant les indications acceptées, les indications non-acceptées, et la pratique de l'oxygénothérapie hyperbare. D Mathieu, A Marroni, J Kot, traduit par E Parmentier-Decrucq, S Soudet. Bull. Medsubhyp 2017, 27(2) : 51 – 63.

La dixième conférence européenne de consensus sur la médecine hyperbare a eu lieu à Lille les 13 et 14 avril 2016 et a rassemblé une large audience venue d'Europe et d'ailleurs. Son objectif était la révision des indications de l'oxygénothérapie hyperbare (OHB), à partir d'une analyse étendue de la littérature et en utilisant la méthode de la médecine fondée sur les preuves (EBM). Le système GRADE a été utilisé pour établir les niveaux de preuve et la méthode DELPHI pour atteindre le consensus. Toutes les indications d'OHB, y compris celles anciennement retenues par l'European Committee for Hyperbaric Medicine (ECHM) ont été analysées par des experts sélectionnés. Les indications ont été réparties comme suit : type 1, où l'OHB est fortement indiquée comme traitement principal, car elle est soutenue par suffisamment de preuves solides ; type 2, où l'OHB est suggérée car le niveau de preuve est acceptable ; type 3, où l'OHB peut être proposée comme un traitement optionnel car elle n'est pas encore soutenue par suffisamment de preuves. Pour chaque type d'indication, trois niveaux de preuve ont été considérés : A, quand le nombre d'essais randomisés contrôlés (ERC) est considéré comme suffisant ; B, lorsqu'il n'existe que peu d'ERC en faveur d'une indication et un large consensus expert ; C, lorsqu'il n'existe pas suffisamment d'ERC, mais qu'il existe un consensus d'experts internationaux. Pour la première fois, la conférence a également publié des recommandations « négatives » dans les cas où il existe un niveau d'évidence de type 1 selon lequel l'OHB n'est pas indiquée. La conférence a également donné des recommandations concernant la pratique de l'OHB.

Correspondance :
Dr Erika Parmentier, Centre régional d'oxygénothérapie hyperbare, Pôle de réanimation, Hôpital Roger Salengro, Rue Pierre Decoulx, 59037 Lille Cedex ; erika.parmentier@chru-lille.fr

RECOMMANDATIONS AUX AUTEURS

MANUSCRIT:
Le manuscrit soumis pour publication sera adressé, à l'Editeur du Bulletin (Dr JC ROSTAIN - Physiopathologie et Action Thérapeutique des Gaz Sous Pression - UPRES - EA 3280 - Faculté de Médecine Nord - 13344 Marseille Cedex 15 –), soit en triple exemplaires, y compris les tableaux, figures, annexes et résumés (total de 9 pages maximum, sauf accord préalable) soit de préférence adressé par courriel à jean-claude.rostain@univ-amu.fr
Le texte sera écrit en français, en Times New Roman 12, simple interligne, texte justifié, début de paragraphe sans retrait, saut d'une ligne entre chaque paragraphe. Les pages seront numérotées de 1 à 9 dès la page de titre (pagination automatique Word). Les titres seront précédés et suivis d'un saut de ligne. Pas de ponctuation en fin de titre.
Eviter les caractères italiques et les soulignements. Seules les abréviations internationales connues peuvent être utilisées. En ce qui concerne les signes peu courants, il faudra signaler leur justification, entre parenthèses, la première fois qu'ils apparaîtront dans le texte.
Un bref résumé de l'article en français et en anglais avec un titre en anglais, sera joint au manuscrit (150 mots ou 1000 caractères espaces compris pour chacun des résumés).
Chaque manuscrit devra comporter :
- les noms exacts et les prénoms des auteurs, ainsi que leurs adresses complètes avec l'e-mail du premier auteur
- le nom et l'adresse de l'hôpital, du centre ou de l'institut où a été réalisé le travail.
- le titre et le résumé en anglais, l'introduction, les matériels et méthode, les résultats, la discussion, les références et le résumé en français.

REFERENCES:
Les citations dans le texte se feront entre parenthèses de la façon suivante :
- 1 auteur : (Bennett 1975)
- 2 auteurs : (Rostain et Naquet 1974)
- 3 auteurs et plus : (Brauer et coll. 1974)

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

Exemples
REVUE :
Rostain JC, Gardette B, Naquet R. Effects of exponential compression curves with nitrogen injection in man. J Appl Physiol 1987, 63 : 421-425.
LIVRE :
Jannasch HW, Marquis RE, Zimmerman AM, (eds). Current perspectives in High Pressure Biology. Academic Press, London. 1987, 341 p.
ARTICLE DANS UN LIVRE :
Rostain JC, Lemaire C, Naquet R. Deep diving, neurological problems. *In* : P. Dejours, (ed). Comparative physiology of environmental adaptations. Karger, Basel. 1987, p 38-47.

ILLUSTRATIONS:
Ne fournir que des photographies sur papier, des figures et schémas aux dimensions prévues pour la publication ou des reproductions de bonne qualité sur ordinateur. Envoyer les figures au format JPEG.
Tenir compte du degré de réduction avant de fixer la dimension des lettres figurant sur le dessin.
Les schémas et illustrations seront numérotés en chiffres arabes. Les tableaux seront notés en chiffres romains. En ce qui concerne la radiologie, ne fournir que d'excellents tirages sur papier.
Dactylographier sur une feuille à part les légendes des figures. Légendes et figures sont a envoyés séparées du texte.

Bulletin de médecine subaquatique et hyperbare.
2017, 27, numéro 2

SOMMAIRE

INTERET DE LA MESURE DE LA CONSOMMATION MAXIMALE D'OXYGENE DANS L'APTITUDE MEDICALE DES PLONGEURS PROFESSIONNELS.
I BEN DHIA, S BEN SALEM, A SOUISSI, H JMAIEL, I DEKHIL, A MERDASSI, C BEN OTHMAN, H ASKRI, F BARGUELLIL, T KHELIFI , N GUERMAZI. 33 – 42

ETUDE TRANSVERSALE CONCERNANT L'ETAT DE SANTE DE 519 PLONGEURS DE L'ILE DE LA REUNION. LE CERTIFICAT MEDICAL D'ABSENCE DE CONTRE INDICATION EST-IL REALISE PAR LES PLONGEURS LOISIRS ?
C GALAUP, T MASSEGUIN, N BOUSCAREN, C D'ANDREA. 43 – 50

10^{EME} CONFERENCE EUROPEENNE DE CONSENSUS SUR LA MEDECINE HYPERBARE : RECOMMANDATIONS CONCERNANT LES INDICATIONS ACCEPTEES, LES INDICATIONS NON-ACCEPTEES, ET LA PRATIQUE DE L'OXYGENOTHERAPIE HYPERBARE.
D MATHIEU, A MARRONI, J KOT, TRADUIT PAR E PARMENTIER-DECRUCQ, S SOUDET. 51 – 63

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