



CLUB DES
CARDIOLOGUES
DU SPORT

L'OEDÈME PULMONAIRE EN PLONGÉE SOUS-MARINE AUTONOME

Avec la revue

Cardio

N° 15 - Mai 2008

& Sport

LA REVUE PRATIQUE DE LA CARDIOLOGIE DE L'EFFORT

ÉVÉNEMENT

Le suivi des athlètes
de haut niveau à l'Insep
Entretien avec
Eric Jousselein

ENTRAÎNEMENT

La fréquence cardiaque
Quelle utilité pour détecter
la fatigue ?

PRATIQUE

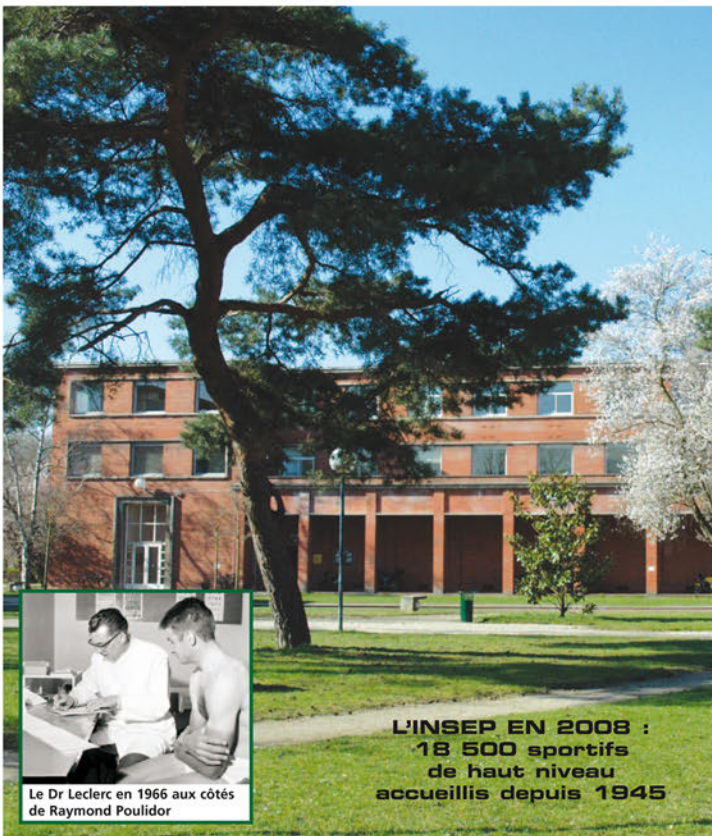
L'œdème pulmonaire
en plongée sous-marine
autonome

CAS CLINIQUE

Rétrécissement
aortique
asymptomatique...
et sportif !

AGENDA

10^e Congrès
Cœur et Sport, Nancy
18-20 septembre 2008



Le Dr Leclerc en 1966 aux côtés
de Raymond Poulidor

L'INSEP EN 2008 :
18 500 sportifs
de haut niveau
accueillis depuis 1945

Dossier

LES NOUVELLES MÉTHODES D'EXPLORATION CARDIOVASCULAIRE À L'EFFORT

Mesures du débit cardiaque et explorations fonctionnelles

- La mesure du débit cardiaque à l'effort en pratique
- Explorations fonctionnelles d'effort en pathologie vasculaire artérielle des membres inférieurs

L'œdème pulmonaire en plongée sous-marine autonome

Nous présentons ici trois cas d'œdème pulmonaire en plongée sous-marine, une conséquence aléatoire des contraintes environnementales, pour en discuter la physiopathologie et la conduite à tenir.

Dr Anne Henckes, Dr Guy Cochard, Dr Josiane Arvieux, Dr François Lion, Pr Charles Arvieux (Unité de Médecine Hyperbare, Pôle Anesthésie Réanimation SAMU, CHU de Brest, Hôpital la Cavale Blanche, Brest)

La plongée sous-marine en scaphandre autonome expose ses adeptes à certains accidents classiques bien connus :

- les accidents barotraumatiques dont la surpression pulmonaire ;
- les accidents de décompression ;
- et les accidents biochimiques.

Parallèlement, ces dernières années, des cas d'œdème pulmonaire ont été décrits avec une fréquence croissante au cours d'activités en immersion (1), telles que la nage endurance et l'apnée, ainsi que la plongée sous-marine. Ce type d'accidents pose des problèmes spécifiques en termes de conditions de survenue, de prise en charge, d'évolution et de décision ultérieure de reprise de la plongée. Nous présentons ici trois cas survenus chez des plongeurs aux profils assez différents car ils nous semblent représentatifs de l'accident.

> Trois cas représentatifs

Un moniteur avec cardiopathie mal évaluée

Il s'agit d'un moniteur de plongée expérimenté, âgé de 44 ans, non fumeur, dont les principaux antécédents médicaux sont représentés par une hypercholestérolémie non traitée, l'existence d'un souffle cardiaque



Ces dernières années, des cas d'œdème pulmonaire ont été décrits avec une fréquence croissante au cours d'activités en immersion.

depuis l'enfance et retrouvé modifié à l'auscultation quelques mois avant l'accident. Une épreuve d'effort avait alors été réalisée, qui était normale. Il ne prenait aucun traitement. Au cours d'une plongée avec remontées successives (plongée dite "yo-yo")

à 20 mètres, survient, au premier palier de 3 mètres, un malaise avec dyspnée et une toux à la sortie de l'eau, qui s'amendent rapidement, permettant la ré-immersion et la poursuite de la plongée. Au fond, le plongeur présente à nouveau un

essoufflement, avec sensation d'oppression thoracique. A la sortie de l'eau, il se trouve dans un état de détresse respiratoire, nécessitant l'intervention du SMUR. L'examen initial retrouve :

- un patient conscient, avec une tachycardie irrégulière à 160/min ;
- des râles crépitants bilatéraux à l'auscultation pulmonaire ;
- et un souffle cardiaque systolique en écharpe 5/6.

Une oxygénothérapie et ventilation non invasive avec CPAP sont mises en place, ainsi qu'un traitement par furo-sémide et aspirine.

La radiographie thoracique met en évidence un syndrome alvéolaire des deux bases.

L'électrocardiogramme retrouve une arythmie cardiaque par fibrillation auriculaire.

L'échographie cardiaque montre une insuffisance mitrale grade 3 avec rupture de cordage.

Le bilan biologique est sans particularité à l'exception d'un proBNP élevé à 1 141 pg/ml (normale < 125 pg/ml). L'évolution est favorable en 24 heures, avec normalisation de la radiographie pulmonaire.

Le patient est alors transféré en chirurgie cardiaque pour reconstruction valvulaire.

Un sportif marathonien à court d'air

Il s'agit d'un homme âgé de 49 ans, sans antécédent particulier, sportif (semi-marathon), non fumeur, qui ne suit aucun traitement médical.

Au cours d'une plongée à 12 mètres, alors qu'il était fatigué et stressé, il se trouve en panne d'air, ce qui l'oblige à prendre le 2^e détendeur de son moniteur pour remonter, de façon peut-être un peu rapide. En surface, il présente une dyspnée avec crachats hémoptoïques, pâleur et douleur épigastrique. De l'oxygène est rapi-

dement administré, ainsi que de l'aspirine, et le plongeur est évacué vers le service des urgences de l'hôpital.

A l'examen médical :

- la douleur a régressé ;
- l'auscultation retrouve des râles sous-crêpitants des bases pulmonaires ;
- la tension artérielle est à 160/100 ;
- le pouls à 60/min ;
- il existe une hypoxémie avec une saturation en oxygène à 88 % en air ambiant.

La radiographie thoracique retrouve une discrète cardiomégalie.

Le scanner thoracique met en évidence des opacités en verre dépoli associées à des petits épaississements septaux au niveau des lobes inférieurs.

L'évolution, avec la poursuite de l'oxygénothérapie, est favorable en quelques heures.

Le patient bénéficie d'une consultation de contrôle à un mois avec ECG, radiographie thoracique, explorations fonctionnelles respiratoires et épreuve d'effort qui ne montre qu'un profil tensionnel limite.

Un cas typique : le vétéran hypertendu

Il s'agit d'un homme âgé de 55 ans, sportif (nage avec palmes), non fumeur, dont les principaux antécédents sont représentés par une hypertension artérielle traitée par amlodipine et un syndrome d'apnée du sommeil appareillé. On retrouve, en outre, la notion de symptômes respiratoires a minima à la suite d'une plongée la veille de l'accident, spontanément amendés rapidement. Suite à des efforts de palmage à la fin d'une plongée à 20 mètres, il présente un essoufflement. Au palier, il se sent alors très oppressé et dyspnéique. Après 5 minutes à la



Un œdème pulmonaire peut survenir chez des plongeurs indemnes de pathologie cardiovasculaire.

surface, apparaît une expectoration de mousse rosée. De l'oxygène au masque haute concentration est rapidement administré et le patient est évacué vers le service des urgences.

A l'examen clinique :

- une sensation de dyspnée persiste ;
- la fréquence respiratoire est à 16/min ;
- le pouls à 80/min ;

L'auscultation pulmonaire retrouve un frein expiratoire, des râles sibilants sous-crêpitants bilatéraux et des crépitants de la base droite.

L'examen cardiaque est sans particularité.

La radiographie thoracique montre un œdème interstitiel.

Le scanner thoracique met en évidence une petite lame d'épanchement pleural droit, un syndrome interstitiel bilatéral avec plages en verre dépoli diffuses et des épaississements septaux.

Le bilan biologique est normal, le proBNP est dosé à 152 pg/ml. L'échographie cardiaque est normale. L'évolution est favorable en quelques heures avec la poursuite de l'oxygénothérapie.

> Une incidence à évaluer

L'accident de type respiratoire du plongeur peut correspondre à :

- une surpression pulmonaire ;
- une noyade ;
- un accident de désaturation type *chokes* ;
- ou un œdème pulmonaire.

L'incidence de l'œdème pulmonaire en plongée sous-marine est difficile à évaluer. Cet accident, méconnu, est probablement sous-diagnostiqué et sous-déclaré par les plongeurs. Il n'est probablement pas très rare. Ainsi, dans une étude réalisée à Brest (2), il a représenté la première cause d'accident respiratoire dans la région Bretagne en 2006 et a été responsable de l'un des deux arrêts cardiorespiratoires survenus en plongée cette année-là.

> L'importance de l'aptitude cardiovasculaire

Comme le montre le cas du marathonien, un œdème pulmonaire peut survenir chez des plongeurs indemnes de pathologie cardiovasculaire (1-12), mais il faut avoir à l'esprit que toute anomalie, en particulier valvulaire, ou toute cardiopathie stable dans des conditions normales, peut être décompensée au cours de la plongée (exemple du moniteur). La visite médicale d'aptitude a ici toute son importance. En particulier, un souffle cardiaque ne doit pas rester inexpliqué, imposant le recours à l'échographie. L'hypertension artérielle doit être équilibrée

de façon optimale avant la reprise des activités subaquatiques. Enfin, une épreuve d'effort normale ne met pas à l'abri de la survenue d'un œdème pulmonaire en plongée.

> Une physiopathologie intriquée

La plongée sous-marine expose le système cardiorespiratoire et, en particulier, la barrière alvéolocapillaire, à des contraintes exceptionnelles qui rendent compte de la physiopathologie intriquée de l'œdème pulmonaire des plongeurs. L'immersion entraîne une redistribution sanguine centrale d'un volume d'environ 700 ml avec, comme principales conséquences :

- une augmentation des pressions dans la circulation pulmonaire ;
- une augmentation du débit cardiaque ;
- et une augmentation de la perméabilité vasculaire.

Cette dernière relève, d'une part, de la libération des peptides cardiaques (dilatation des cavités cardiaques) à effets diurétique, natriurétique et vasodilatateur et, d'autre part, de l'inhibition des systèmes vasoconstricteurs (rénine-angiotensine-aldostérone et orthosympathique), liée à la stimulation des barorécepteurs (13).

Par ailleurs, le travail respiratoire devient très important pour le plongeur. D'abord, la redistribution sanguine liée à l'immersion rend le poumon moins compliant. Ensuite, les gaz respirés ont une plus forte densité, qui augmente les résistances à leur écoulement dans les voies respiratoires, surtout à l'effort. Enfin, le matériel respiratoire en lui-même impose des résistances respiratoires et une augmentation de l'espace mort.

Ainsi, la dépression inspiratoire et la pression expiratoire sont plus marquées

chez le plongeur, ce qui peut fragiliser la paroi alvéolaire (14). Comme l'ont montré les travaux de West (15), lorsque les contraintes mécaniques appliquées sur la barrière alvéolocapillaire dépassent son seuil de résistance, il y a défaillance de celle-ci, conduisant, dans un premier temps, à un œdème interstitiel, puis à un œdème alvéolaire. L'œdème pulmonaire du plongeur est donc la conséquence de phénomènes hémodynamiques et lésionnels s'appliquant à la barrière alvéolocapillaire.

> Un diagnostic à établir

L'interrogatoire, le profil de la plongée et l'histoire de la maladie permettent d'orienter le diagnostic qui pourra être confirmé par l'examen clinique au décours de l'accident, et par un examen d'imagerie.

Dans le cas de l'œdème pulmonaire, la radiographie thoracique peut être de sensibilité insuffisante et se révéler normale, c'est alors le scanner qui sera l'examen de référence, montrant, de façon précoce, des anomalies et reflétant assez bien l'importance des lésions, qui sont, le plus souvent, des opacités en verre dépoli (Fig. 1).

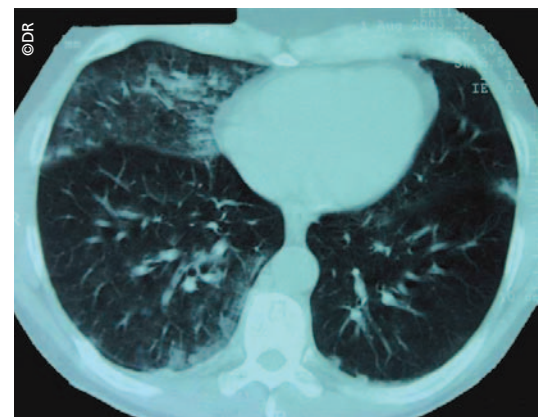


Figure 1 - Scanner thoracique d'un cas d'œdème pulmonaire montrant les opacités en verre dépoli au niveau du poumon droit.

> Une évolution contrastée

L'évolution de cet accident est, le plus souvent, favorable avec la sous-traction du plongeur aux contraintes auxquelles il est soumis (aide à la sortie de l'eau et déséquipement rapides), et avec une oxygénothérapie d'urgence pour corriger l'hypoxémie. Cependant, cet accident fait parfois l'objet de récurrences. Il peut conduire à un arrêt cardiorespiratoire hypoxique dans l'eau et au décès du plongeur (2, 12). C'est ce qui en fait toute la gravité et rend indispensable la bonne maîtrise, par l'ensemble des intervenants, des gestes d'assistance et de premiers secours.

> Le problème de la reprise de la plongée

Après un tel accident, la décision de l'aptitude à la reprise de la plongée doit se faire avec une certaine prudence, compte tenu du caractère récidivant et potentiellement mortel

de l'œdème pulmonaire en plongée. Le bilan doit donc comporter la recherche d'anomalies cardiorespiratoires susceptibles d'être l'un des facteurs déclenchant. Leur présence doit raisonnablement contre-indiquer la reprise de l'activité. Néanmoins, ce bilan peut se révéler tout à fait normal. Le principal facteur de risque retrouvé est, en effet, l'âge du plongeur, souvent supérieur à 40 ans (1, 2). Ces éléments en main, le médecin du sport et le cardiologue conseilleront au mieux le plongeur dans la poursuite de ses activités sportives.

> En conclusion

L'œdème pulmonaire, en plongée sous-marine, est un accident dont la gravité potentielle ne doit pas être sous-estimée. Son caractère récidivant doit rendre les médecins prudents quant à l'autorisation de la reprise de l'activité. Ainsi, il est primordial de bien étayer le diagnostic en urgence, les examens réalisés par

la suite pouvant s'avérer normaux. La connaissance de la physiopathologie de l'œdème pulmonaire d'immersion doit guider l'interrogatoire, à la recherche de sensations respiratoires anormales et/ou désagréables survenues lors d'activités immergées en situation d'effort ou de stress.

Des questions restent en suspens autour de l'œdème pulmonaire en plongée : des enquêtes de terrain et l'établissement d'un registre devraient permettre d'améliorer la connaissance et la compréhension de cet accident. ■

MOTS CLÉS

Barrière alvéolo-capillaire,
Contraintes environnementales,
Œdème pulmonaire,
Plongée en scaphandre

Bibliographie

1. Koehle MS, Lepawsky M, McKenzie DC. Pulmonary oedema of immersion. *Sports Med* 2005 ; 35 : 183-90.
2. Henckes A. L'œdème pulmonaire en plongée sous-marine autonome : étude de cas. Thèse de médecine, Faculté de Brest UBO, n° 2007BRES3029, 71 p.
3. Wilmshurst PT, Nuri M, Crowther A et al. Recurrent pulmonary edema in scuba divers; prodrome of hypertension: a new syndrome. *Underwater Physiol* 1984 ; 8 : 327-39.
4. Wilmshurst PT, Nuri M, Crowther A, Webb-Peploe MM. Cold-induced pulmonary oedema in scuba divers and swimmers and subsequent development of hypertension. *Lancet* 1989 ; 1 : 62-5.
5. Pons M, Blickenstorfer D, Oechslin E et al. Pulmonary oedema in healthy persons during scuba-diving and swimming. *Eur Respir J* 1995 ; 8 : 762-7.
6. Roeggla M, Roeggla G, Seidler D et al. Self-limiting pulmonary edema with alveolar hemorrhage during diving in cold water. *Am J Emerg Med* 1996 ; 14 : 333.
7. Cosgrove H, Guly H. Acute shortness of breath: an unusual cause. *J Accid Emerg Med* 1996 ; 13 : 356-7.
8. Hampson NB, Dunford RG. Pulmonary edema of scuba divers. *Undersea Hyperb Med* 1997 ; 24 : 29-33.
9. Slade Jr JB, Hattori T, Ray CS et al. Pulmonary edema associated with scuba diving: case reports and review. *Chest* 2001 ; 120 : 1686-94.
10. Gnadinger CA, Colwell CB, Knaut AL. Scuba diving-induced pulmonary edema in a swimming pool. *J Emerg Med* 2001 ; 21 : 419-21.
11. Halpern P, Gefen A, Sorkine P, Elad D. Pulmonary oedema in SCUBA divers: pathophysiology and computed risk analysis. *Eur J Emerg Med* 2003 ; 10 : 35-41.
12. Cochard G, Arvieux J, Lacour JM et al. Pulmonary edema in scuba divers: recurrence and fatal outcome. *Undersea Hyperb Med* 2005 ; 32 : 39-44.
13. Lafay V. La plongée en scaphandre : le point de vue du cardiologue. *Cardio & Sport* 2006 ; 6 : 17-22.
14. Broussolle B, Méliet JL, Coulange M. Physiologie et médecine de la plongée. Paris : Ellipses (2^e édition), 2006.
15. West JB, Mathieu-Costello O. Stress failure of pulmonary capillaries: role in lung and heart disease. *Lancet* 1992 ; 340 : 762-7.