

ASPECTS PULMONAIRES DE L'APTITUDE A LA PLONGEE

Médecin en Chef Pascal CONSTANTIN

Praticien certifié du service de santé des armées – T.M.M. médecine de la plongée
Unité Fonctionnelle Hyperbarie et Plongée

Hôpital d'Instruction des Armées du Val-de-Grâce – PARIS

APTITUDE À LA PLONGÉE

Le point sur le poumon



- Introduction
- Visite initiale
- Visites périodiques
- Aptitude après un accident de plongée
- Conclusion

APTITUDE À LA PLONGÉE

Le point sur le poumon



□ Introduction

- Le poumon est un organe cible lors de l'immersion;
- La plupart des organisations de plongée requièrent un examen médical pour délivrer une aptitude à la plongée;
- Il est nécessaire de différencier :
 - L'aptitude des plongeurs professionnels de celle des plongeurs loisirs;
 - La sélection pour une activité, de l'adaptation du poste de travail

APTITUDE À LA PLONGÉE

Le point sur le poumon / Introduction



- Effets de l'exposition à la plongée sur la fonction pulmonaire
 - Selection
 - Effet de l'entraînement sur les muscles respiratoires
 - Effet sur la taille des alvéoles
 - Effets sur la VEMS, la CVL, et la DLCO

APTITUDE À LA PLONGÉE

Le point sur le poumon / Introduction



- Effets de l'exposition à la plongée sur la fonction pulmonaire
 - Selection
 - Capacités vitales plus importantes que prédites.
 - Effets de l'entraînement des muscles respiratoires of training over respiratory muscles
 - Provoque une augmentation de la capacité vitale

APTITUDE À LA PLONGÉE

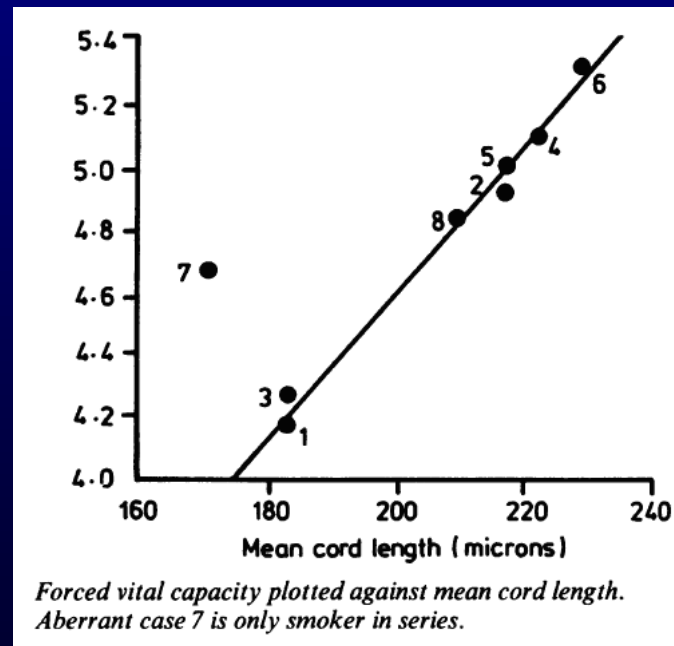
Le point sur le poumon / Introduction



□ Effets de l'exposition à la plongée sur la fonction pulmonaire

□ Effet sur la taille des alvéoles

- Une corrélation a été notée entre l'augmentation de la capacité vitale mesurée sur un examen annuel de routine et une augmentation de la taille des alvéoles sur un examen morphologique des alvéoles effectué par nécropsie.



Calder, 1987

Sur une série de 37 plongeurs examinés par nécropsie on a constaté une corrélation entre la capacité vitale mesurée sur un examen annuel de routine et la taille des alvéoles mesurée sur un examen morphologique des alvéoles effectué par nécropsie.

APTITUDE À LA PLONGÉE

Le point sur le poumon / Introduction

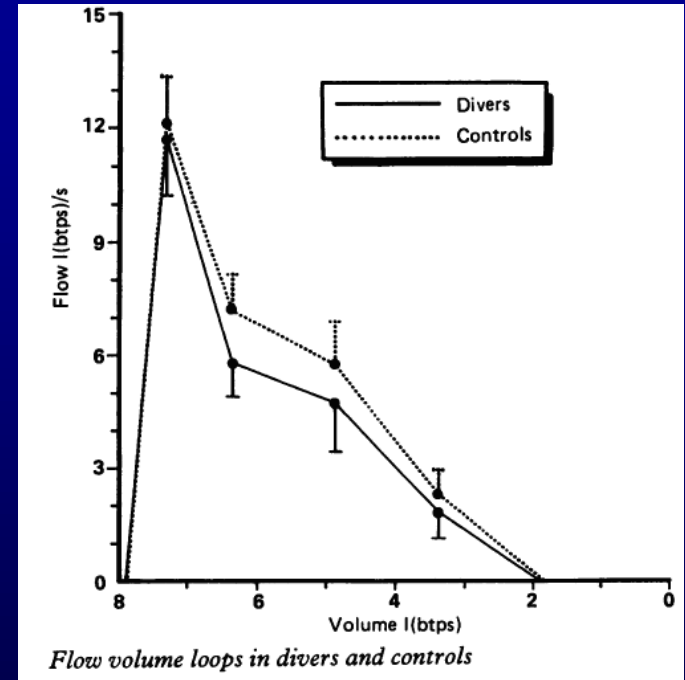


□ Effets de l'exposition à la plongée sur la fonction pulmonaire

□ Effet sur VEMS

□ Volume maximal expiré en une seconde (VEMS)

- Une **réduction du VEMS** a été démontré par rapport à un groupe témoin
- Les principales modifications ont été retrouvées sur les **petites voies aériennes**



Thorsen, 1990

APTITUDE À LA PLONGÉE

Le point sur le poumon / Introduction



- Effets de l'exposition à la plongée sur la fonction pulmonaire
 - Effet sur la capacité vitale (CVL)
 - La **reduction of CVL** est corrélée avec sa valeur initiale
 - Le retentissement Clinique est de faible importance

Table 2 Spirometric data and weights at times of each record for divers of both groups 1 and 2. Data presented as mean \pm SE

	Group 1 (n = 224)			Group 2 (n = 123)		
	1st record	2nd record	p	1st record	2nd record	p
FEV ₁ (l)	4.51 \pm 0.39	4.39 \pm 0.37	<0.001	4.49 \pm 0.48	4.22 \pm 0.47	<0.001
FVC (l)	5.56 \pm 0.48	5.32 \pm 0.46	<0.001	5.57 \pm 0.57	5.17 \pm 0.57	<0.001
FEV as % predicted normal	115 \pm 0.8	115 \pm 0.08	NS	116 \pm 1.1	113 \pm 1.1	<0.001
FVC as % predicted normal	117 \pm 0.8	114 \pm 0.8	<0.001	119 \pm 1	113 \pm 1	<0.001
FEV ₁ /FVC (%)	81.4 \pm 0.4	82.8 \pm 0.4	<0.01	80.9 \pm 0.8	81.9 \pm 0.6	NS
Weight (kg)	75.8 \pm 0.6	77.1 \pm 0.6	<0.001	76.3 \pm 0.8	78.4 \pm 0.8	<0.001

NS = Not significant.

APTITUDE À LA PLONGÉE

Le point sur le poumon / Introduction



- Effets de l'exposition à la plongée sur la fonction pulmonaire
 - Effet sur la capacité de diffusion de monoxyde de carbone (DLCO)

Table 2 Selected lung function variables (mean (SD)) in divers and control group

	<i>Divers (n = 152)</i>	<i>Controls (n = 102)</i>
Static lung volumes:		
IVC (l)	5.94 (0.62)	5.98 (0.58)
TLC (l)	7.89 (0.84)	7.87 (0.86)
RV (l)	1.91 (0.43)	1.83 (0.41)
FRC (l)	3.91 (0.76)	4.10 (0.75)
CV (%)	12.60 (2.66)*	11.74 (2.26)
Dynamic lung volumes:		
FVC (l)	5.94 (0.68)	5.97 (0.55)
FEV ₁ (l)	4.55 (0.58)*	4.85 (0.45)
FEV ₁ /FVC (%)	0.77 (0.07)*	0.81 (0.05)
FEF _{25-75%} (l/s)	3.96 (1.14)*	4.86 (1.01)
FEF _{75-85%} (l/s)	1.26 (0.54)*	1.60 (0.50)
FEF _{30%} (l/s)	4.73 (1.30)*	5.75 (1.20)
FEF _{75%} (l/s)	1.83 (0.69)*	2.30 (0.66)
PEF (l/s)	11.71 (1.47)	12.12 (1.26)
Diffusion:		
Tl _{co} (mmol/min/kPa)	11.9 (1.6)*	12.5 (1.3)
K _{co} (mmol/min/kPa/l)	1.53 (0.19)*	1.61 (0.20)
V _A (l)	7.78 (0.84)	7.75 (0.82)

*Significantly different from controls (p < 0.01).

Une **réduction du DLCO** a été retrouvée lors d'exposition répétées à des plongées à saturation

Thorsen, 1990

APTITUDE À LA PLONGÉE

Le point sur le poumon



- Introduction
- Visite initiale
- Visites périodiques
- Aptitude après un accident de plongée
- Conclusion

APTITUDE À LA PLONGÉE

Le point sur le poumon



- Visite initiale
 - Antécédents médicaux
 - Examen clinique
 - Examens paracliniques



APTITUDE À LA PLONGÉE

Le point sur le poumon / Visite initiale

- Antécédents médicaux
 - Tabagisme
 - Traumatisme /Chirurgie thoracique
 - Pathologie pulmonaire commune
 - (Accidents de plongée)



APTITUDE À LA PLONGÉE

Le point sur le poumon / Visite initiale/ Antécédents médicaux

Un formulaire (signé par le patient) permet de gagner du temps et d'éviter les oublis.

□ **Le tabagisme**

Les plongeurs ne devraient pas fumer.

Les pathologies liées au tabac suivant leur sévérité peuvent être considérées comme des contre indications.

□ **Traumatisme /Chirurgie thoracique**

S'il y a guérison sans séquelle fonctionnelle, habituellement cet antécédent ne pose pas de problème.

Des investigations cliniques et paracliniques doivent être conduites.

APTITUDE À LA PLONGÉE

Le point sur le poumon / Visite initiale/ Antécédents médicaux



□ Pathologie pulmonaire commune

- Asthme

Approximativement 6% de la population est asthmatique.

Du fait du froid, de l'exercice et de la loi de Boyle Marriotte, l'asthme a été longtemps considéré comme une contre indication absolue.

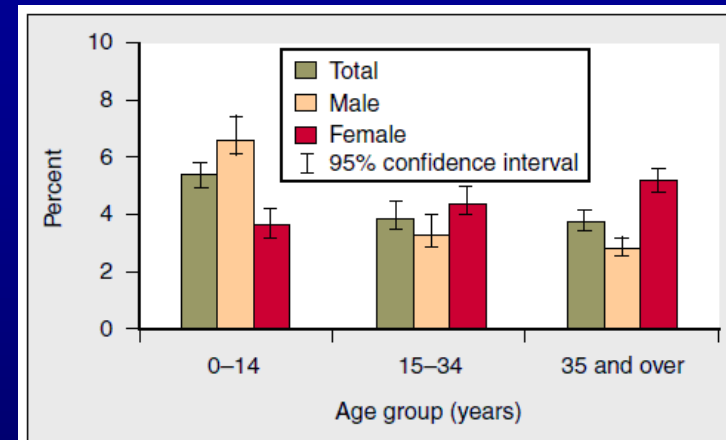


Figure 1-2 Percentage of persons of all ages who experienced an asthma episode in the preceding 12 months by age group and sex: United States, 2004. (From Centers for Disease Control and Prevention. National Health Interview Survey, 2004. Available at www.cdc.gov/nchs/data/nhis/earlyrelease/200503_15.pdf [Fig. 15.2; p 2].)

Une revue détaillée de la littérature n'a pas retrouvé d'évidence épidémiologique d'un risque augmenté

Lynch J H, Am Board Fam Med 2009



APTITUDE À LA PLONGÉE

Le point sur le poumon / Visite initiale/ Antécédents médicaux

□ Pathologie pulmonaire commune

- Asthme

Le risque de plonger est probablement acceptable si le patient avec un antécédent asthmatique a une fonction pulmonaire normale au repos qui ne se détériore pas à l'exercice.

On pense également que les asthmatiques contrôlés correctement par des stéroïdes inhalés sont capables de plonger.

Bennet P.B. et al. Best publishing company 2006

- La commission médicale nationale de la Fédération Française d'Etude et de Sports Sous Marins (FFESSM) recommande devant toute notion d'asthme un EFR avec test de réversibilité aux β_2 mimétiques.



APTITUDE À LA PLONGÉE

Le point sur le poumon / Visite initiale/ Antécédents médicaux

- Exclure de la pratique de la plongée en scaphandre autonome les patients présentant :
 - Plus de 6 crises par an;
 - Un antécédant de crise grave;
 - Asthme d'effort ou au froid ;
 - Nécessité d'un traitement de fond.

- Dans les autres cas où l'asthme est en apparence mineur ou en rémission, une EFR avec courbe débit volume est demandée; elle doit présenter les caractères suivants :
 - Aspect strictement normal de la courbe débit-volume;
 - VEMS normal ≥ 90 % de la théorique et VEMS/CVL ≥ 75 %;
 - Débits médians et distaux > 75 % de la théorique;
 - Absence de réversibilité du VEMS, sous 4 bouffées de $\beta 2$ -mimétique, de plus de 5 % et/ou d'augmentation de plus de 200ml.



APTITUDE À LA PLONGÉE

Le point sur le poumon / Visite initiale/ Antécédents médicaux

□ Pathologie pulmonaire commune

- Pneumothorax

- Pneumothorax spontané

est associé avec un risque significatif de **récurrence**; 28% pour un premier épisode, 23% d'entre eux pour une nouvelle récurrence, 14% pour une troisième.

Voge VM, et al. Spontaneous pneumothorax in the USAF aircrew population: a retrospective study. 1986

Il est recommandé aux patient avec un épisode de pneumothorax spontané de ne plus plonger.

Pour les plongeurs professionnels, **si une intervention bilatérale est réalisée** pour prévenir la récurrence du pneumothorax comme une pluerodèse ou une pleurectomie est effectuée, qu'un scanner et une épreuve fonctionnelle sont normaux; l'aptitude pour retourner à la plongée peut être délivrée.



APTITUDE À LA PLONGÉE

Le point sur le poumon / Visite initiale/ Antécédents médicaux

- Pathologie pulmonaire commune
 - Pneumothorax
 - Pneumothorax traumatique

Un pneumothorax traumatique complètement guéri **n'est pas une contre indication** à l'activité subaquatique avec un scanner et des tests fonctionnels respiratoires normaux.



APTITUDE À LA PLONGÉE

Le point sur le poumon / Visite initiale/ Antécédents médicaux

□ Pathologie pulmonaire commune

- **Maladie pulmonaire aiguë**

Tous porteurs d'une **affection pulmonaire aiguë ne doit pas plonger** jusqu'à ce que celle-ci soit résolue.

- **Sarcoïdose**

Une maladie active ne doit pas plonger (risque barotraumatique augmenté).

- **Bulles pulmonaires**

En visite initiale la découverte de bulles pulmonaires doit contre-indiquer la plongée (risque barotraumatique augmenté).

- **Autres affections pulmonaires chroniques**

Toute affection chronique obstructive qui provoque un échec de l'épreuve d'effort ou une **baisse de plus de 15% du VEMS après l'exercice** doit être contre indiquée.

APTITUDE À LA PLONGÉE

Le point sur le poumon / Visite initiale



□ Examen clinique

- Pas de maladie chronique des sinus;
- Mesure de la pression artérielle au repos;
- Examen clinique pulmonaire.

APTITUDE À LA PLONGÉE

Le point sur le poumon / Visite initiale



□ Examens complémentaires

(plongée professionnelle / > 50 expositions/an ?)

□ Exploration Fonctionnelle Respiratoire (EFR)

- VEMS, et CVL doivent être supérieures à 80% des valeurs normales calculées pour une personne de la même race, âge, sexe, taille et poids;
- VEMS/CVL doit être supérieur à 70%.

□ VO₂ max (capacité aérobie maximale)

- Une capacité aérobie d'au moins 25 ml/kg-1/min-1 doit être atteinte;
- Pour les plongeurs professionnels, en France, la valeur était (indépendamment du sexe) de 40 ml/kg-1/min-1 .

□ Imagerie médicale

- Une radiographie pulmonaire de face (si absence de réalisation depuis plus de 5 ans).

APTITUDE À LA PLONGÉE

Le point sur le poumon



- Introduction
- Visite initiale
- Visites périodiques
- Aptitude après un accident de plongée
- Conclusion

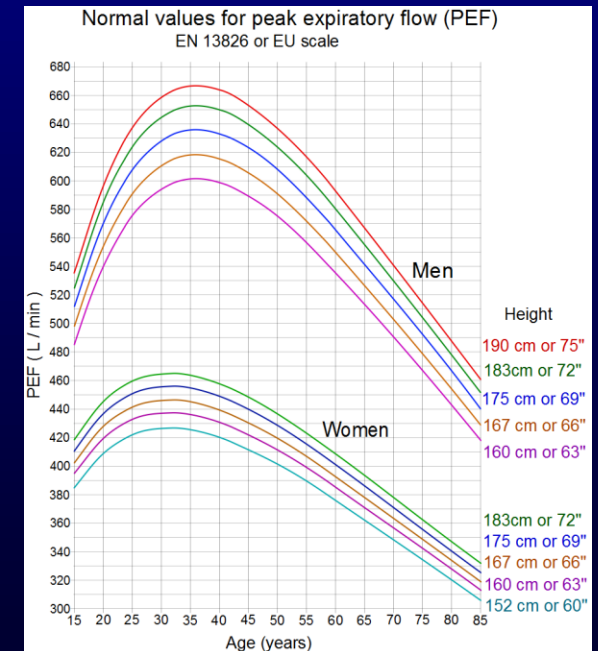
APTITUDE À LA PLONGÉE

Le point sur le poumon / Visite périodiques



- Que pensez du Peek-Flow?
 - Très facile à réaliser
 - Permet un dépistage grossier des troubles ventilatoires obstructifs

Si le sujet a un résultat inférieur de 20% au résultat théorique, des investigations complémentaires sont nécessaires.



APTITUDE À LA PLONGÉE

Le point sur le poumon / Visites périodiques



□ Que penser du test de Ruffier – Dickson ?

- Le sujet effectue en 45 secondes, 30 flexions des membres inférieurs, le thorax droit et les bras tendus devant lui, les fesses venant toucher les talons.
- Sont mesuré :
 - 1. F0 = la fréquence cardiaque avant le test,
 - 2. F1 = la fréquence cardiaque une minute après le début du test, soit 15 secondes après la fin des flexions (le temps de prendre la fréquence cardiaque).
 - 3. F2 = la fréquence cardiaque deux minutes après le début du test, soit 1 min 15 après l'arrêt des flexions.

	Calcul de l'indice de Dickson (ID)
Calcul de l'indice de Ruffier (IR):	$ID = ((P2-70) + 2 (P3-P1)) / 10$
IR: $((F0 + F1 + F2) - 200) / 10$	Index < 0 = excellent adaptation à l'effort
Index entre 0 and 5: très bon	0-2 = très bonne adaptation à l'effort
Index entre 5 and 10 bon	2-4 = bonne adaptation à l'effort
Index entre 10 and 15: moyen	4-6 = adaptation moyenne à l'effort
	6-8 = n'est capable que d'effort de faible puissance
	8-10 = n'est capable que d'effort de très faible puissance
	10 < mauvaise adaptation à l'effort

- **Dépistage grossier**
- **Permet d'attirer l'attention sur un manque d'entraînement**

APTITUDE À LA PLONGÉE

Le point sur le poumon / Visites périodiques



- Fréquence / Nature de l'examen
 - Annuelle
 - Questionnaire
 - Examen clinique
 - ECG systématique après 40 ans

FITNESS TO DIVE

focus on lung / Periodic visits



□ Fréquence / Nature de l'examen

□ Quinquennale

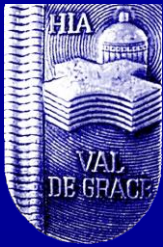
- Spirométrie
- Épreuve d'effort
avec surveillance de l'ECG, de la FC et de la PA est conseillée
en cas de découverte d'au moins 2 facteurs de risque cardio-
vasculaires :
 - âge > 40 ans chez les hommes et > 50 ans chez les femmes,
 - tabagisme (actif ou sevré depuis moins de 5 ans),
 - dyslipidémie (LDL > 1.5 g/l),
 - obésité (IMC > 30).

APTITUDE À LA PLONGÉE

Le point sur le poumon



- Introduction
- Visite initiale
- Visites périodiques
- Aptitude après un accident de plongée
- Conclusion



APTITUDE À LA PLONGÉE

Le point sur le poumon / Aptitude après un accident de plongée

- ❑ Œdème pulmonaire d'immersion
- ❑ Accident de désaturation
- ❑ Barotraumatisme pulmonaire



APTITUDE À LA PLONGÉE

Le point sur le poumon / Aptitude après un accident de plongée

- Œdème pulmonaire d'immersion
 - Scanner thoracique (précoce)
 - Bilan biologique d'exploration métabolique
 - Echocardiographie transthoracique
 - Holter tensionnel
 - Exercice maximal sur bicyclette ergométrique



APTITUDE À LA PLONGÉE

Le point sur le poumon / Aptitude après un accident de plongée

- Accident de désaturation
 - Doppler transcrânien / Echocardiographie transoesophagienne
- Dépistage des facteurs favorisants
 - Si présence d'un shunt + accident guéri sans séquelle :

Arrêt de la plongée à l'air;
Nitrox 32% minimum;
1 plongée par jour;
30m maximum;
Durée de plongée inférieure à l'apparition d'un palier avec le moyen de décompression (dabs la courbe de sécurité de l'air).
- Prévention primaire (prévention des ADD)?
 - Pour les plongées $\geq 45\text{m}$ (1accident /3000 plongées); à comparer avec
 - Pour les plongées $< 45\text{m}$ (1/30, 000); the ratio est de 10;
 - Lié à un large shunt (x6)
 - Lié à l'âge > 40 years (x2);

CONCLUSION



- Différencier la pratique loisir de la pratique professionnelle de la plongée
 - importance de l'exposition ;
 - Nature de l'activité.

- En ayant défini le nature et l'importance de l'activité par un
 - questionnaire,
 - Complété par une recherche d'antécédents; un rapide
 - Examens médical et
 - Quelques tests complémentaires permettent habituellement d'évaluer le risque pulmonaire.



**MERCI
POUR VOTRE
PATIENCE !**

