Dyspnée aigue en plongée ou natation

Pensez à l'œdème pulmonaire d'immersion !

Jeudi du BMPM 19 mai 2016

Médecin en Chef Pierre LOUGE

Service de Médecine Hyperbare et Expertise Plongée

H.I.A. Sainte-Anne TOULON

Cas clinique 1

♂ 23 ans, Elève Plongeur de Bord

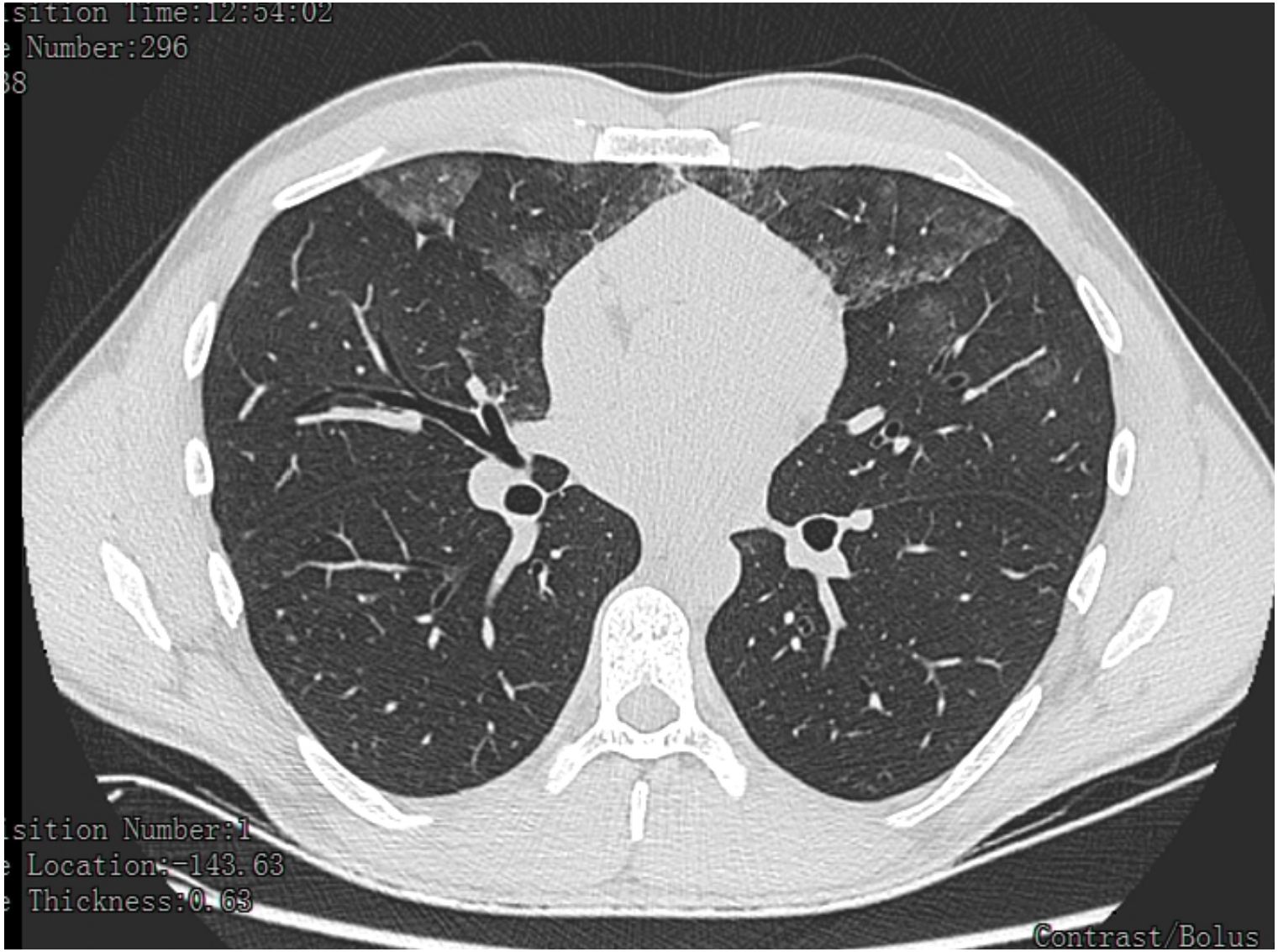
1er jour du stage, Stress +++

Natation 1000 m (PMT) < 30' (notion d'une combinaison serrée)

- ✓ au bout de 200 m : dyspnée, sensation d'oppression thoracique et de grésillement laryngé
- ✓ en surface persistance de la dyspnée

A l'examen :

- ✓ Crépitants des 2 champs pulmonaires, Sat 94 % sous O_2



OPI adulte jeune sur cœur sain
en natation!

Cas clinique 2

♂ 25 ans, Elève Plongeur de Bord

1ère Plongée, Stress +++

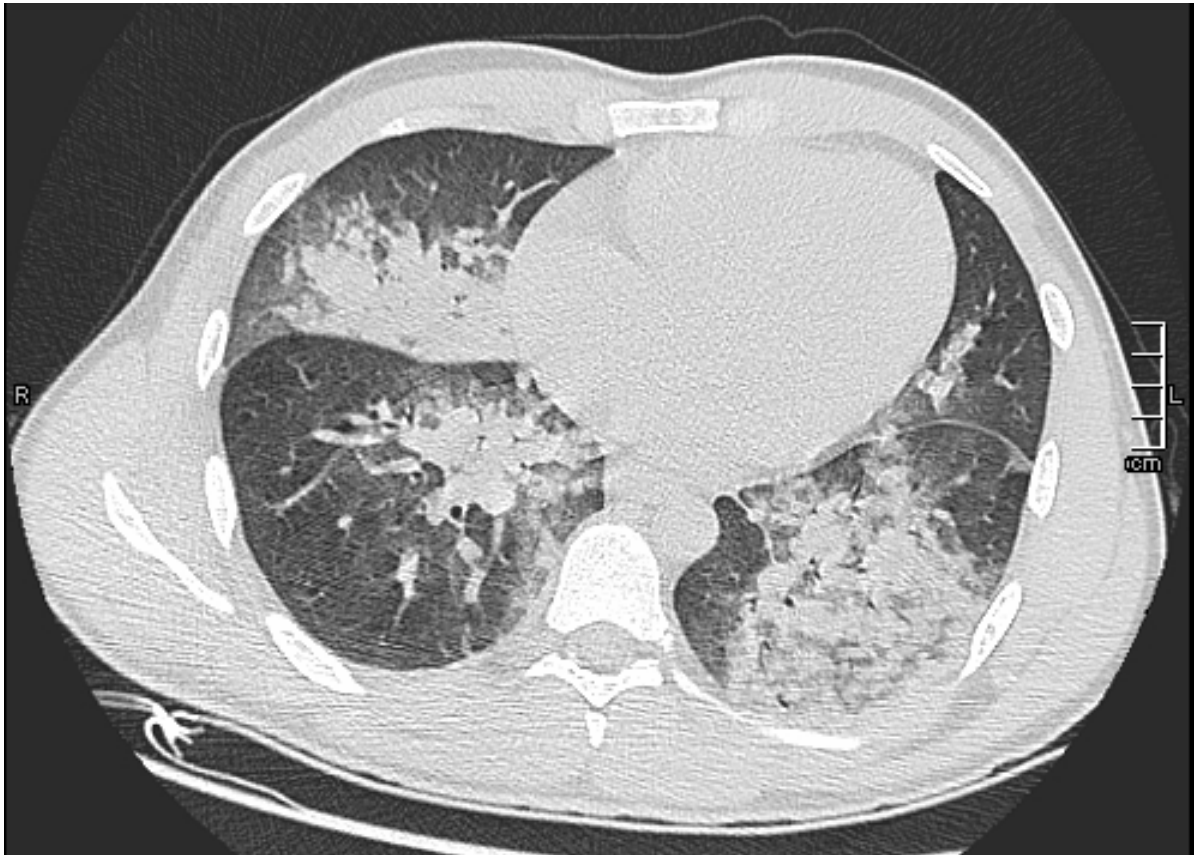
Position Verticale !

15’ à 6 m : sur établi plutôt statique

- ✓ plongée pesée, vidage de masque, lâcher d’embout
- ✓ 3 apnées 30’’, 45’’, 1’, grandes difficultés pour tenir les apnées + dyspnée à la reprise d’embout
- ✓ en surface puis crachats sanglants

Repart pour 15’ à 15 m : plongée explo sans effort

- ✓ Dyspnée croissante, Hémoptysie en surface



Evolution favorable en quelques heures sous ONB

OPI adulte jeune sur cœur sain !

Cas clinique 3

♂ 73 ans, HTA sous IEC, Ancien plongeur pro

Plongée 38’ / 50 m, nouvelle combinaison semi-étanche

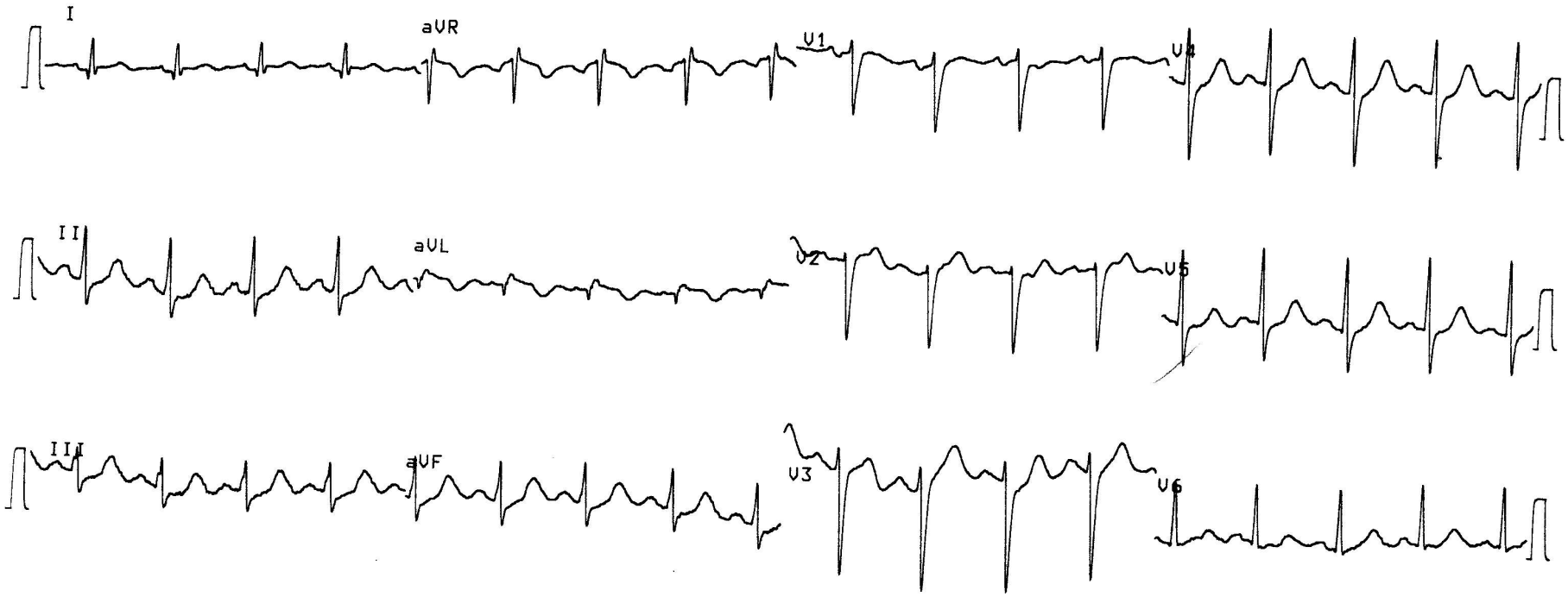
Au cours de la remontée :

- ✓ impression que son détendeur se durcit
- ✓ puis dyspnée au palier croissante
- ✓ se sent mieux en position horizontale

En surface :

- ✓ dyspnée majeure + toux + crachats sanglants
- ✓ impression de mort imminente
- ✓ extraction + O_2 très rapide

Position Verticale !



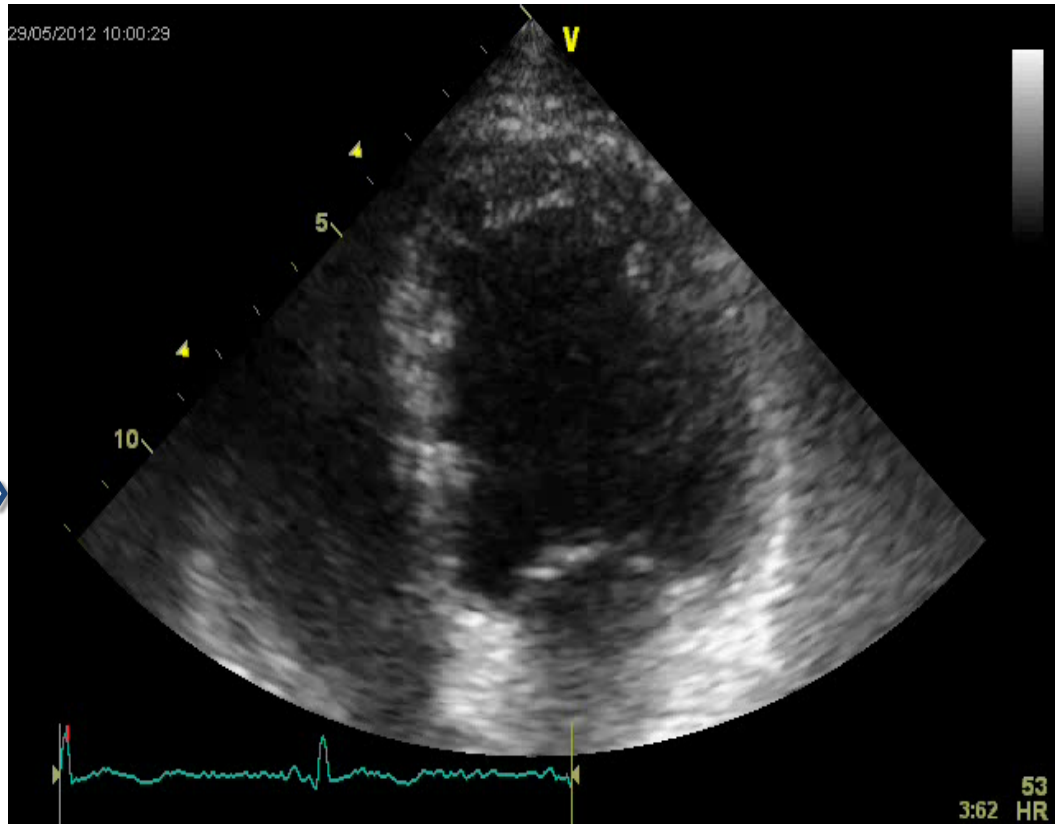
Myoglobine	* 113	µg/L	28 à 72
ElectroChimiLuminescence Cobas 6000			
Troponine T hs	* 411	ng/L	inf. à 14
ElectroChimiLuminescence Cobas 6000			
NT- Pro BNP	* 4 146	ng/L	inf. à 241
(partie N-terminale du Peptide natriurétique B)			
ElectroChimiLuminescence Cobas 6000			

Echo cardio : FEVG 45% avec hypo-akinésie apicale

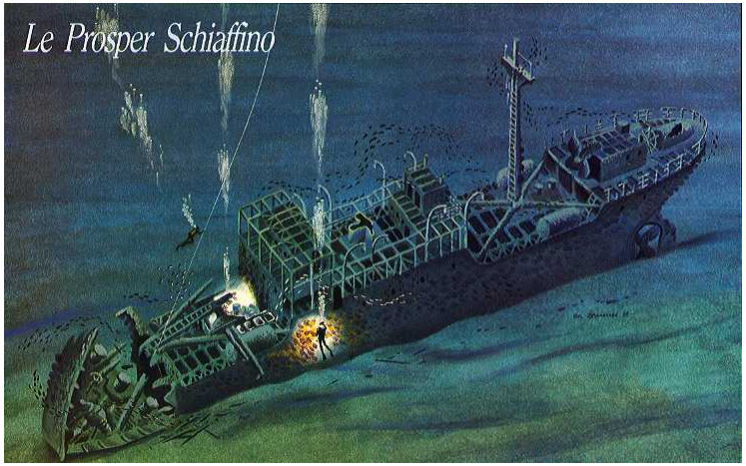
Coronarographie : Normale

Recherche de SDG : Négative

⇒ Σd « Tako Tsubo like »



Cas clinique 4



46 m / 23 min (club ext)

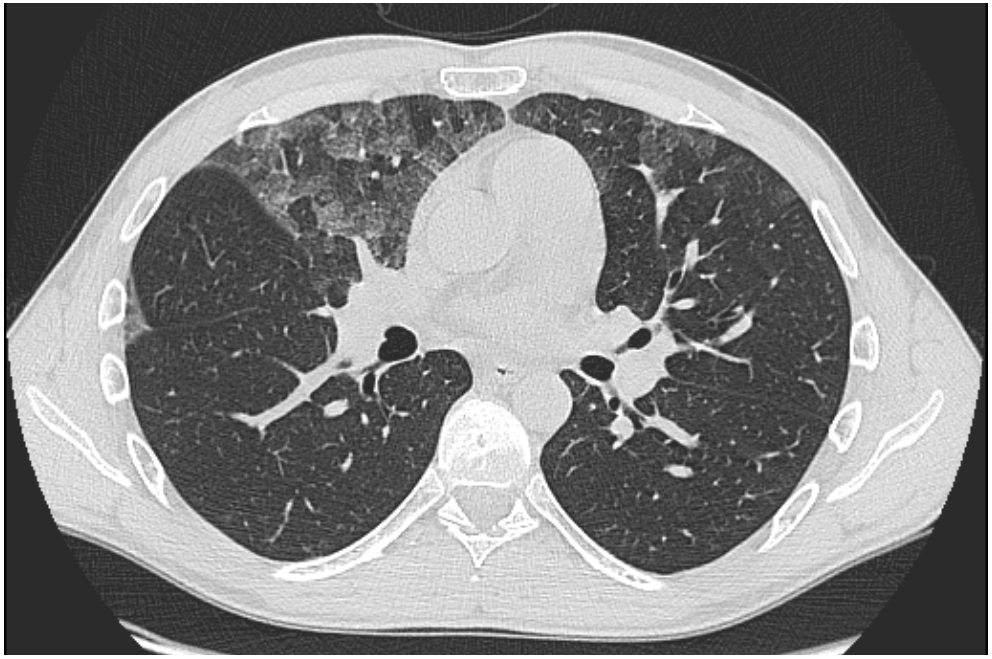
♂ 63 ans, HTA sous IEC, Diabète type 2

Au palier à 3 m, détresse respiratoire +++,
arrêt du paliers

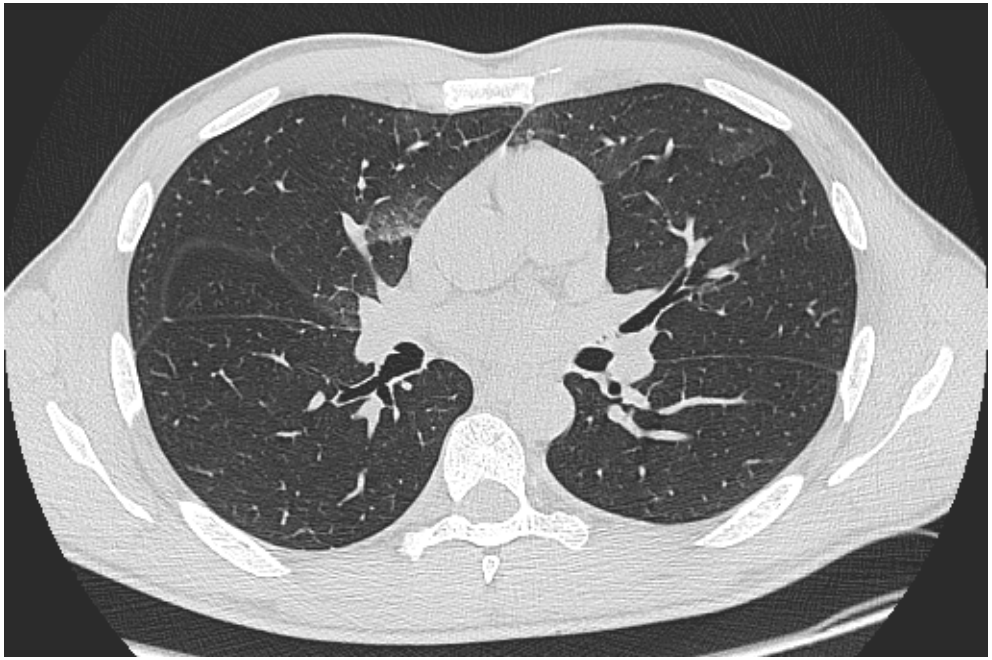
En surface,
Stab gonflée, retrait de l'embout, position verticale :
grande détresse respiratoire puis ACR

OPI avec arrêt hypoxique !

PLONGEES SEMAINE 8
Pto 0,0 00j000000 Tto 21,0
Pcu 0,1 CO2 0,9 Tcu 16,6



TDM initial



10 heures après…

Généralités :

Accident lié à l'immersion « récent »

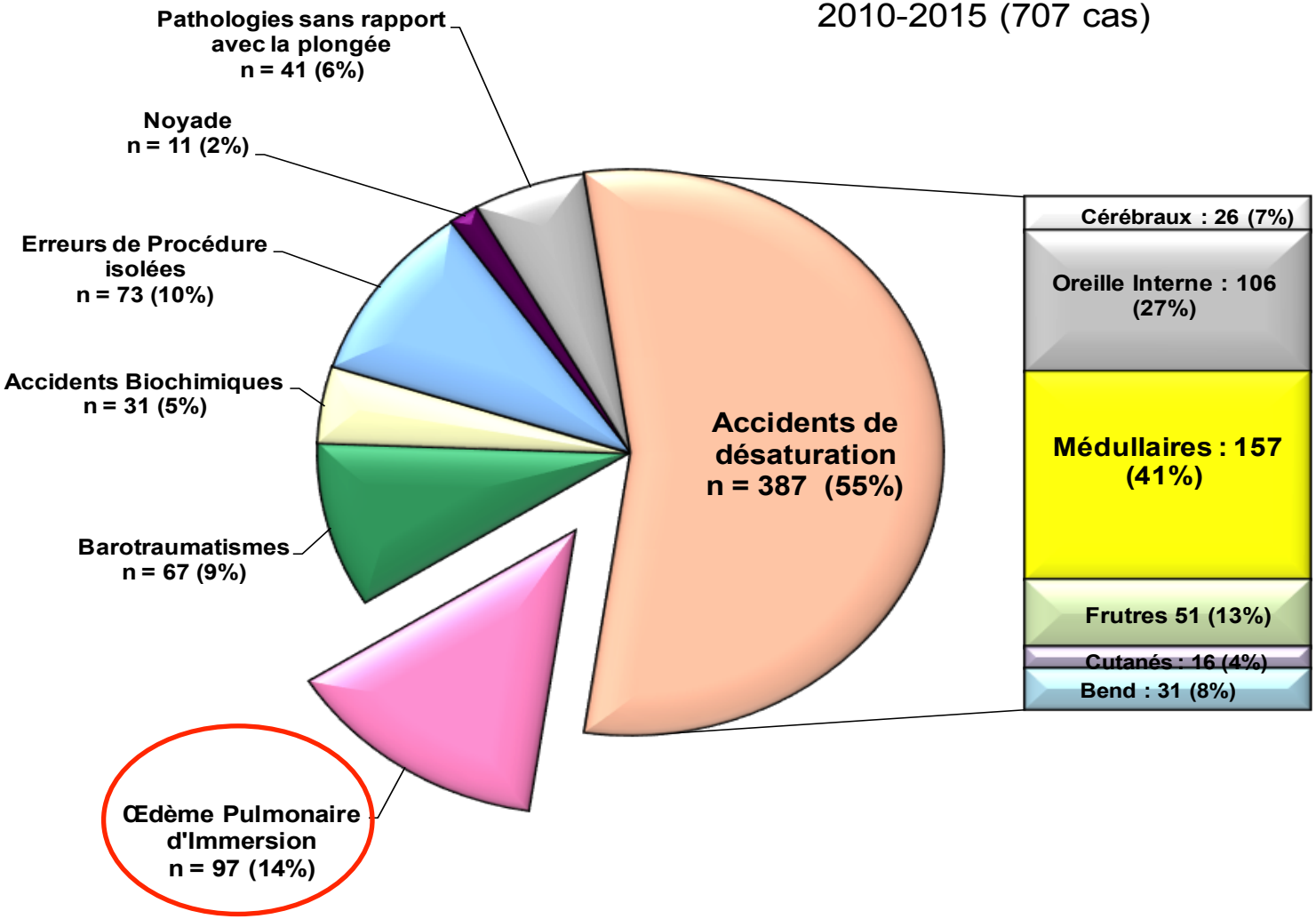
potentiellement grave… voire mortel !

Méconnu ou mal connu :

- Souvent confondu avec une « distension alvéolaire »
- Nécessite une imagerie rapide (lésions TDM fugaces)
- Majorité de cas pauci symptomatiques
- Les plongeurs et les soignants n'y pensent pas forcément

OPI = réalité clinique

Répartition des accidents de plongées
HIA Sainte-Anne Toulon
2010-2015 (707 cas)



- ✓ 1,1 % des plongeurs

Pons & coll Eur Respit J 1995

- ✓ 1,4 % des triathlètes

Miller & coll Am J Emergency Med 2010

OPI = un réel danger

50 % des morts en plongée

(> 50 ans, comorbidités, HTA, Diabète)

- ✓ décompensation cardiaque
- ✓ cardiomyopathie de stress
- ✓ noyade par perte de connaissance

Généralités :

Premiers cas décrits en 1989 (Wilmshurst) :

11 cas peu graves récidivants, plongée et natation

Notion de terrain particulier : HTA +++ et de froid

(Wilmshurst & all : Lancet 1989)

Premier cas mortel décrit à Brest (Cochard) 2005

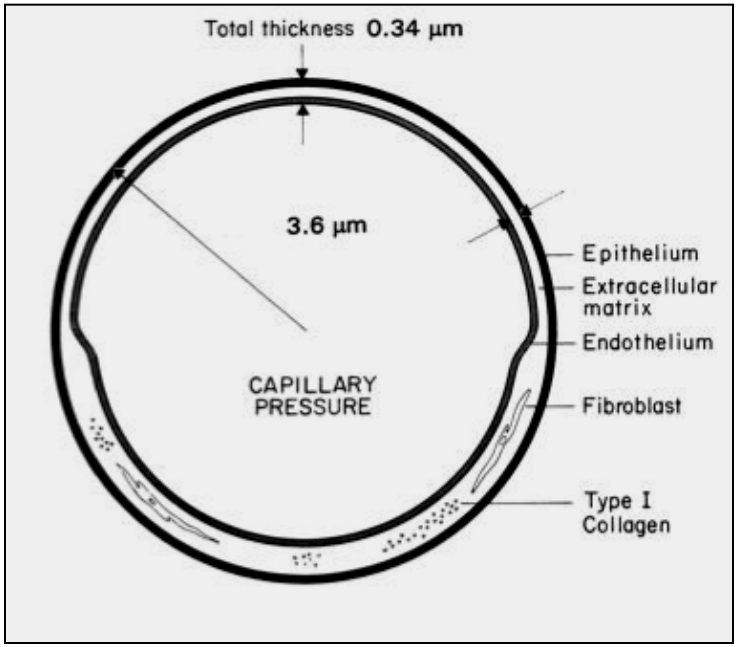
(Cochard & all : Undersea Hyper Med 2005)

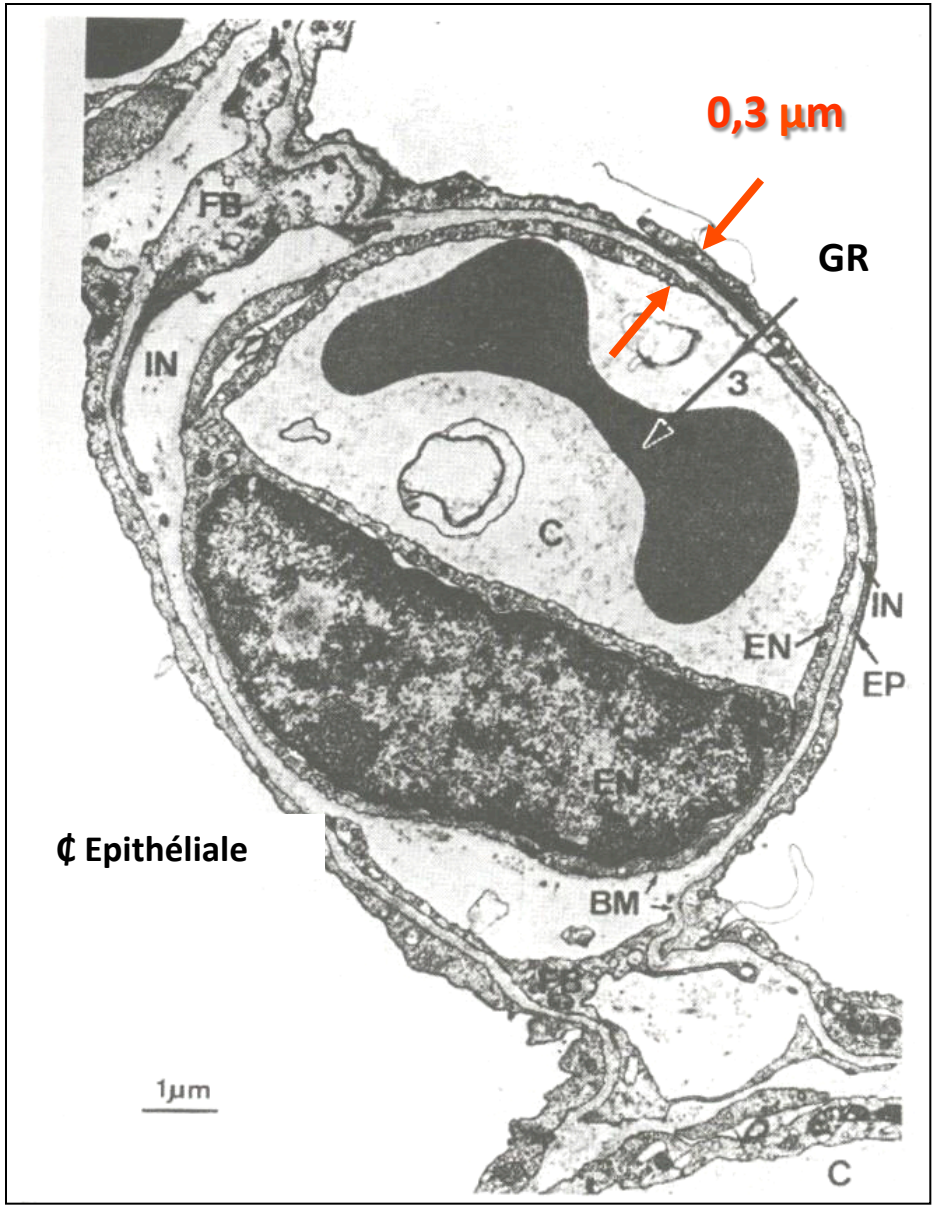
Peut s'observer sur cœur sain en natation plutôt avec effort (NC) !

(Ludwig & all : Undersea Hyper Med 2004)

Immersion +/- plongée =
Facteurs environnementaux extrêmement contraignant pour le myocarde

Mécanisme des OPI:





Barrière alvéolo-capillaire :

Superficie 50 à 100 m^2

Epaisseur 0,2 à 0,3 µm

Fragilité +++

OPI si :

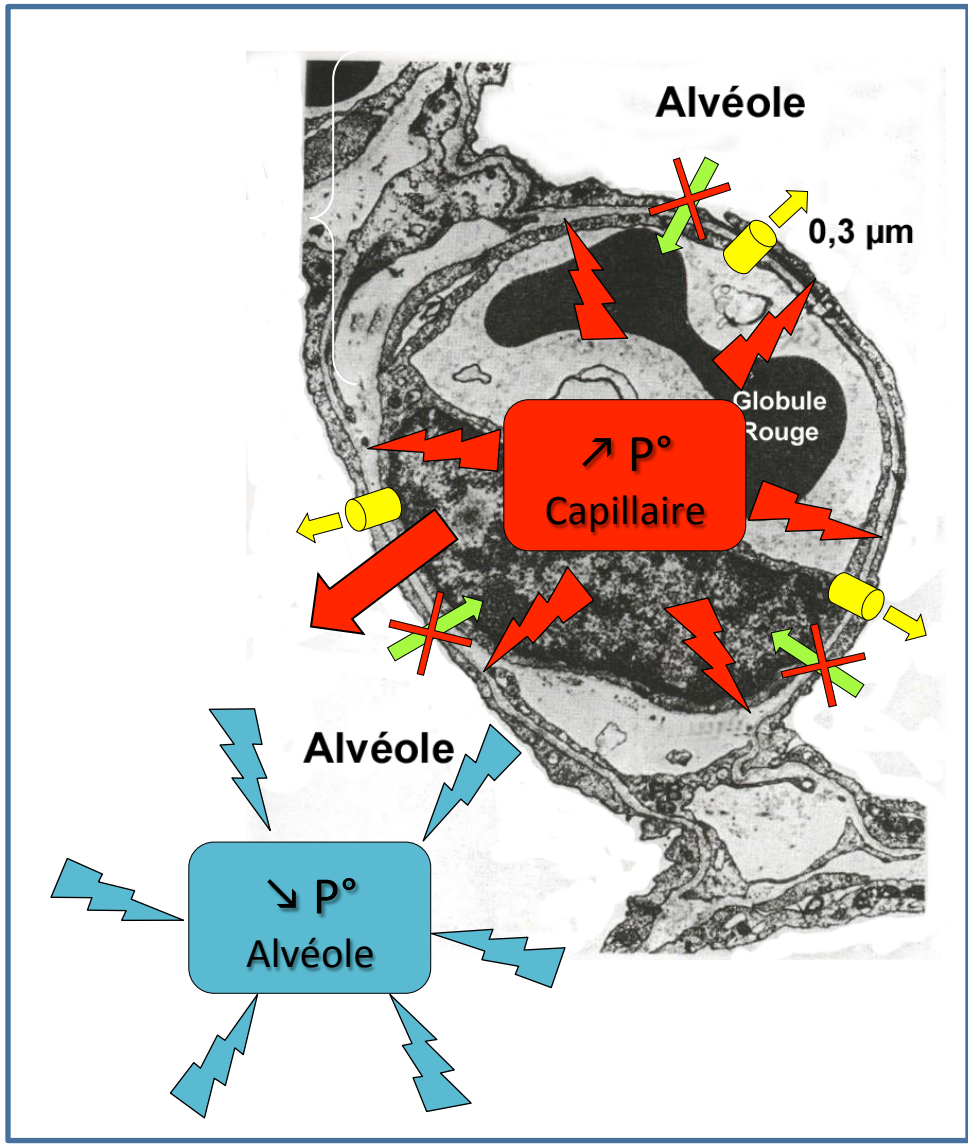
↗ Gradient de P° transmurale

↗ P° capillaire

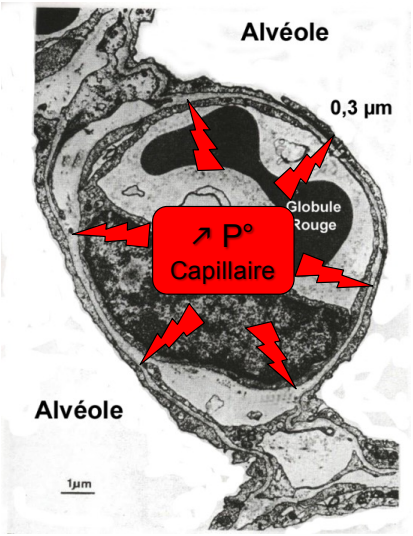
↘ P° alvéolaire

↗ Perméabilité
de la mb alvéolo-capillaire

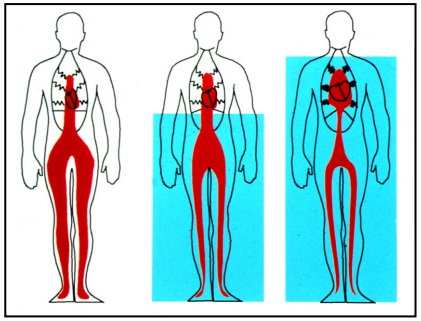
↘ Réabsorption lymphatique



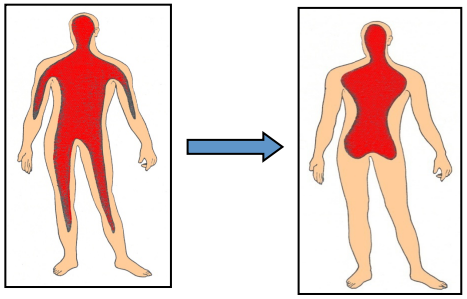
Plongée ⇒ ↗ P° capillaire :



1. Blood shift



2. VC au froid, au stress
   + contention habit



3. Effort physique

John B. West · Odile Mathieu-Costello

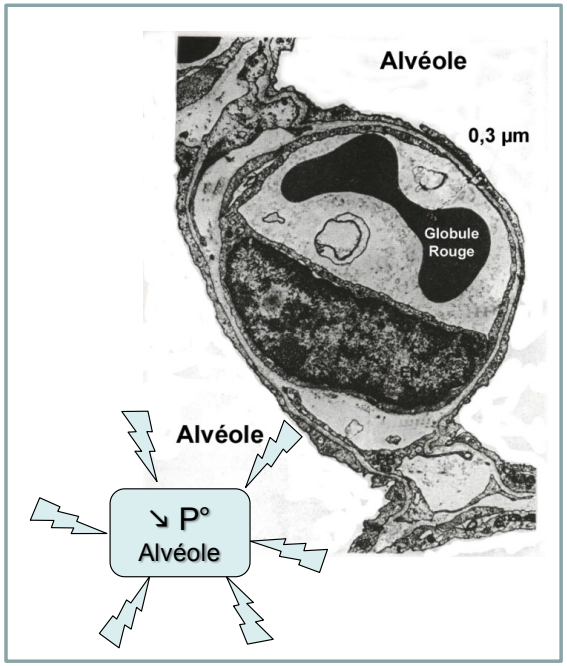
Stress failure of pulmonary capillaries as a limiting factor for maximal exercise

Eur J Appl Physiol (1995) 70:99–108

4. Dysfonction VG
   - ✓ Compression mécanique thoracique hydrostatique (↘ Compliance cardiaque)
   - ✓ loi de starling (?)

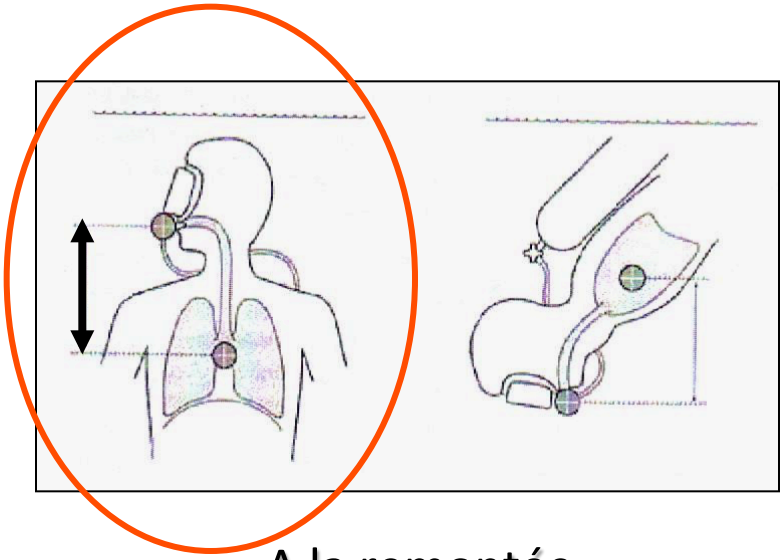
(Marabotti, j Appl Physiol 2009)

Plongée = ventilation en charge
⇒↗ ΔP° alvéolaire :

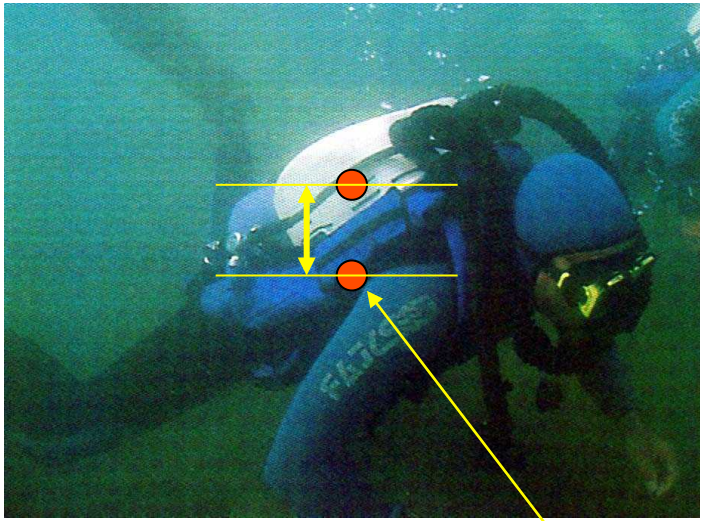


↗ P° inspiratoire

(centre pneumoïque)



A la remontée
(détendeur en bouche)

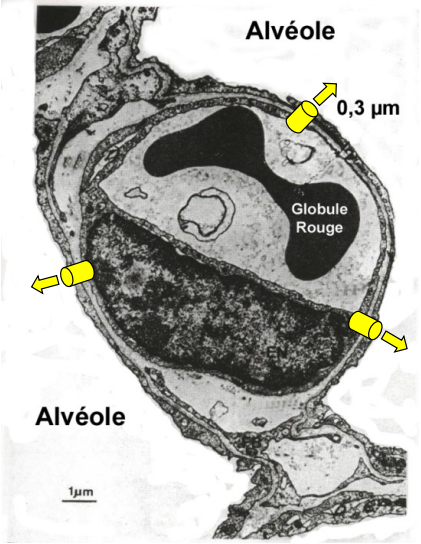


Centre pneumoïque

(recycleurs à port dans le dos)

P° insp > P° exp

3) ↗ de la perméabilité capillaire



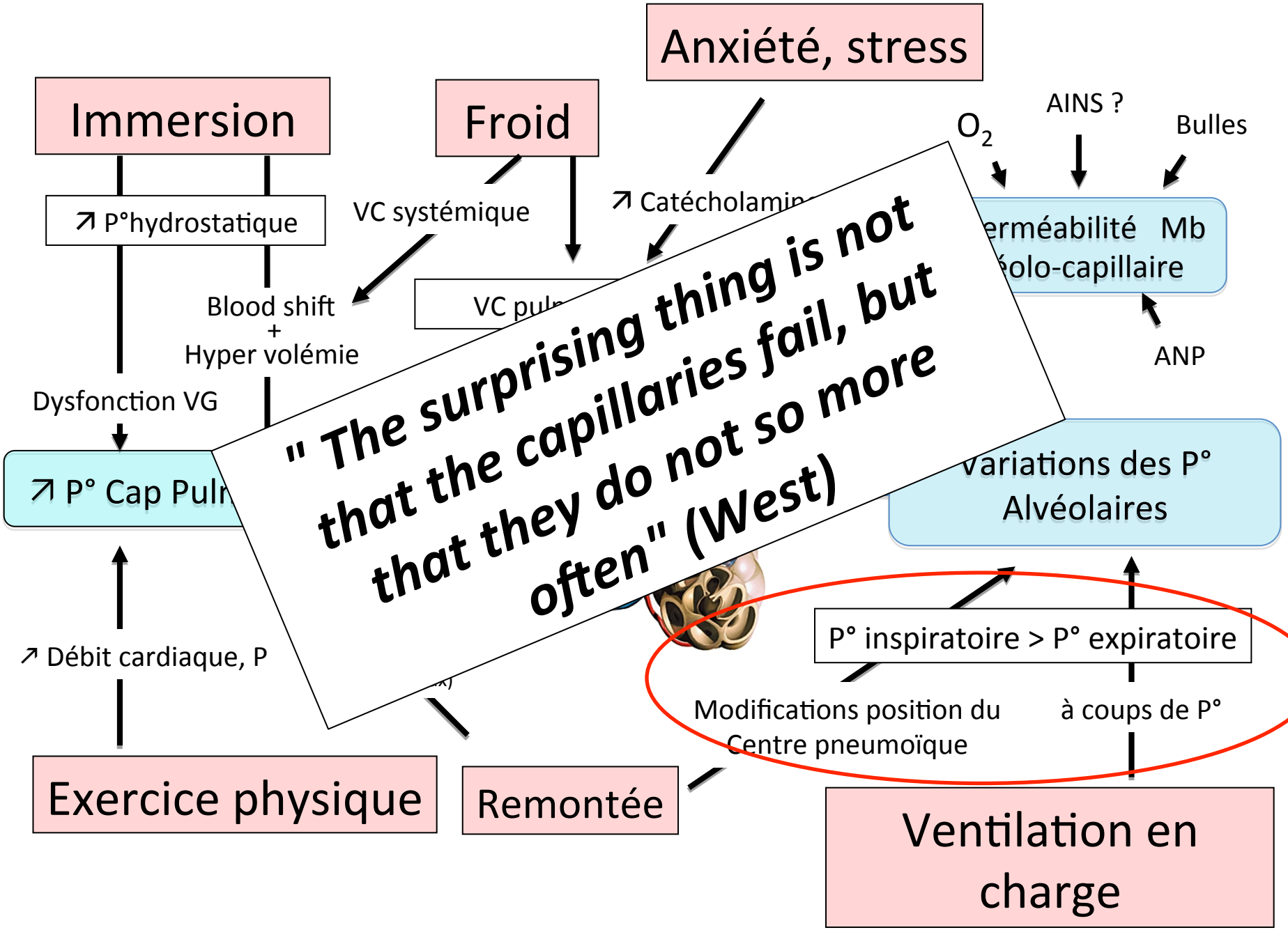
→ Lésions mécaniques ou biochimiques de la barrière alvéolo-capillaire

1. Événement bullaire
   - ✓ Hyperoxie, Hypoxie
   - ✓ Bulles
   - ✓ Inhalation
2. Σd inflammatoire
3. « Buccal pumping » (?)

→ Sécrétion d'ANP (immersion)

(Curry. Undersea Hyper Med, 2005)

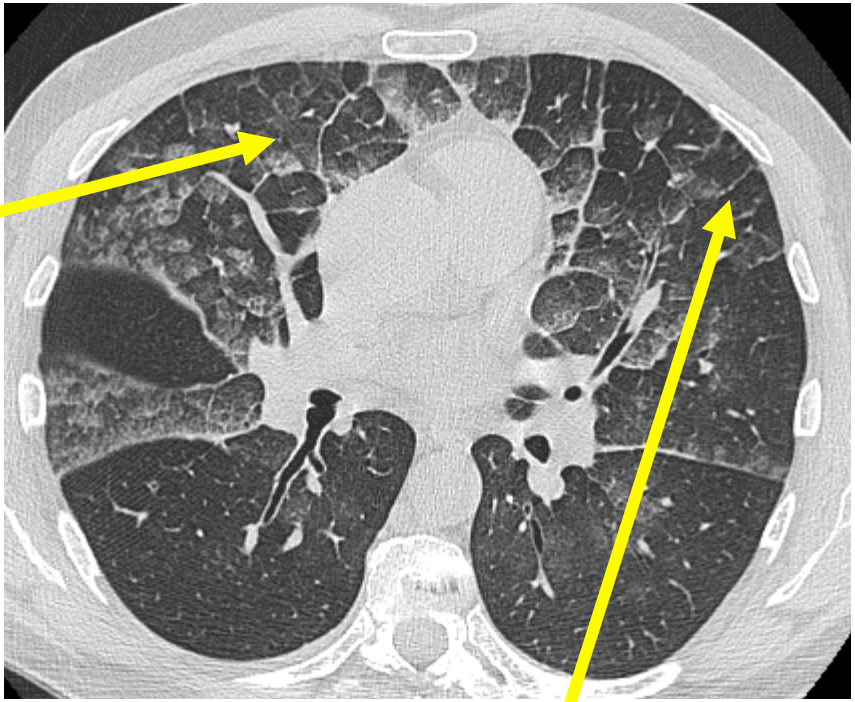
→ Action de certains AINS ? (Diclofenac, Kétoprofène…)


Anxiété, stress
Immersion
Froid
AINS ?
O_2
Bulles
↗ P°hydrostatique
VC systémique
↗ Catécholamin
erméabilité Mb
olo-capillaire
Blood shift
+
Hyper volémie
VC pul
ANP
Dysfonction VG
" The surprising thing is not that the capillaries fail, but that they do not so more often" (West)
↗ P° Cap Pulr
Variations des P°
Alvéolaires
↗ Débit cardiaque, P
P° inspiratoire > P° expiratoire
Modifications position du
Centre pneumoïque
à coups de P°
Exercice physique
Remontée
Ventilation en
charge

Paraclinique :

opacités en verre dépoli

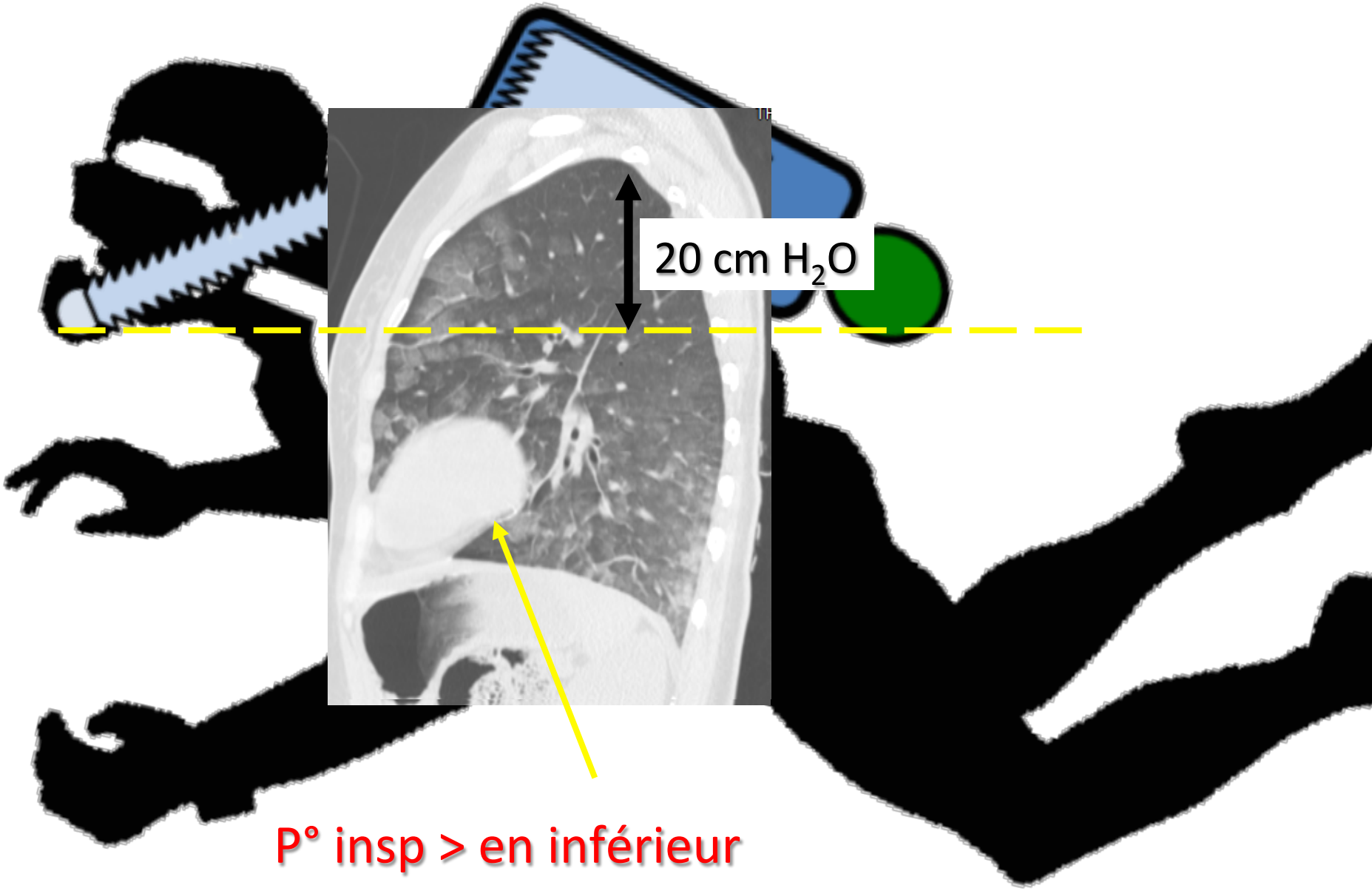
plutôt lingula, antérieures



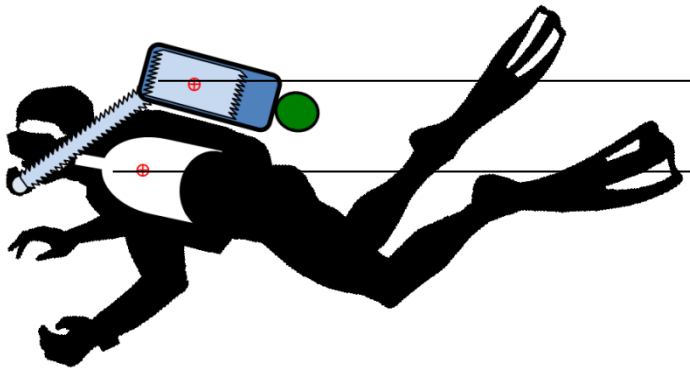
épaississement fin des septa interlobulaires

(compatible avec un mécanisme d'engorgement veineux)

Pourquoi ces lésions antérieures ? :



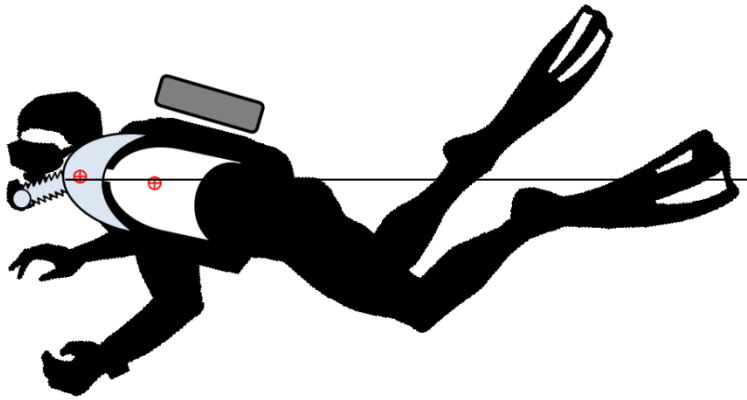
Dorsal



$P_{insp} > P_{exp}$

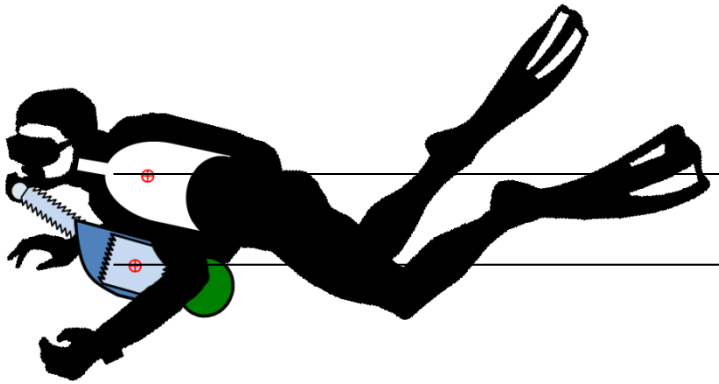
Inspiration difficile
Expiration facile

Epaule



$P_{insp} = P_{exp}$

Ventral



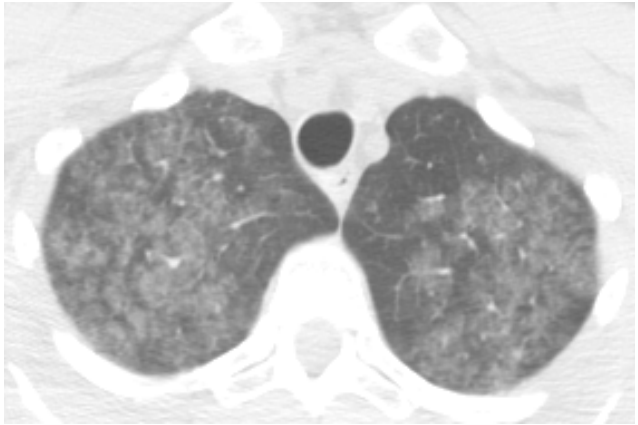
$P_{insp} < P_{exp}$

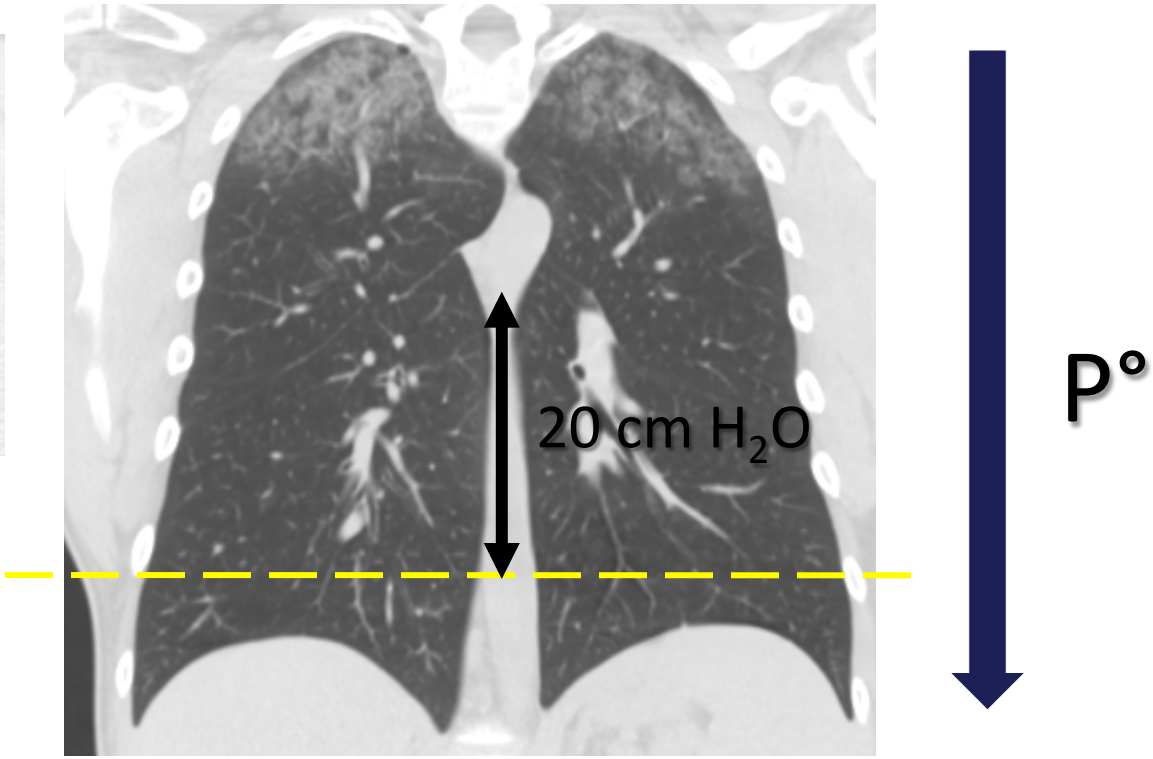
Inspiration facile
Expiration difficile

et en apnée ? : = Lung squeeze

32 ans 2ème apnée à 6 m avec tenue 20'', tête en bas

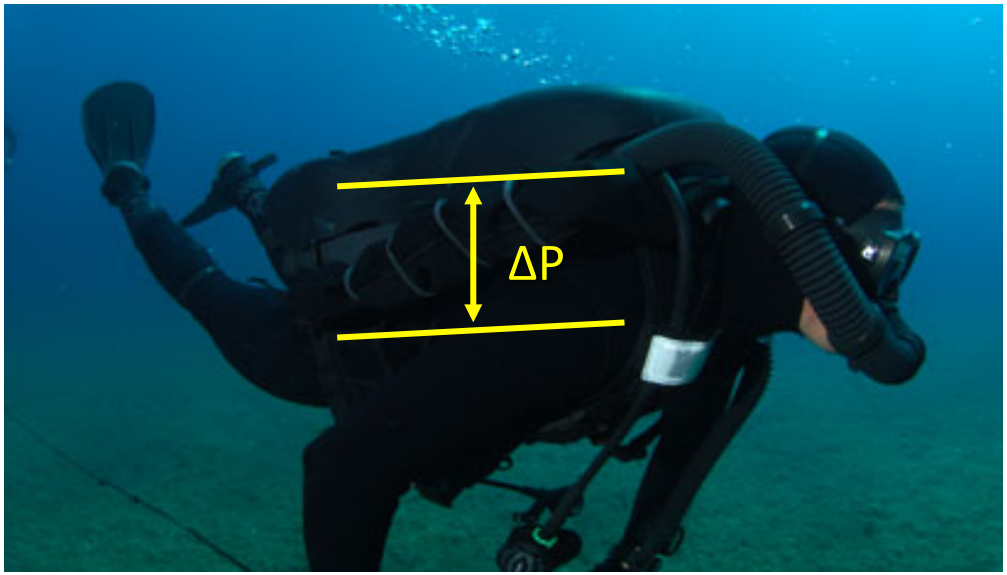
SO, hémoptysie franche, pas de désaturation

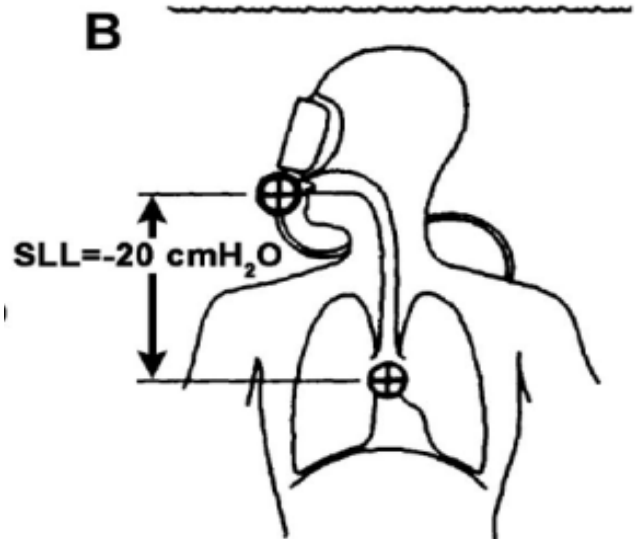




TDM à 3h00

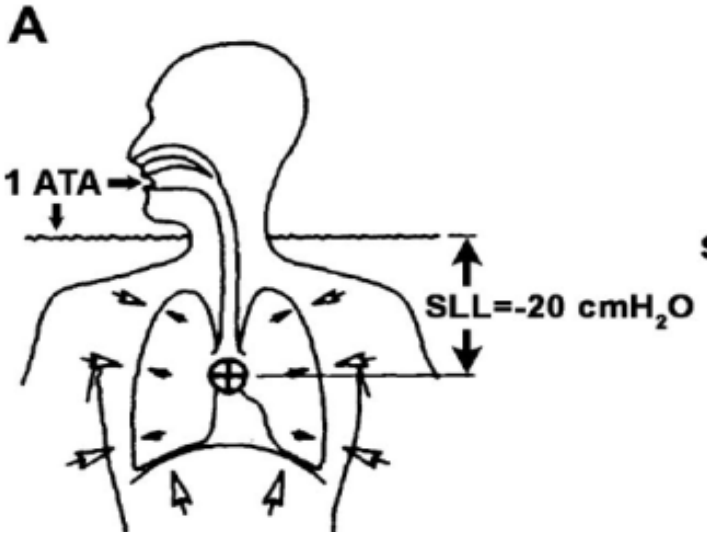
Cas particulier de la ventilation à P° Négative



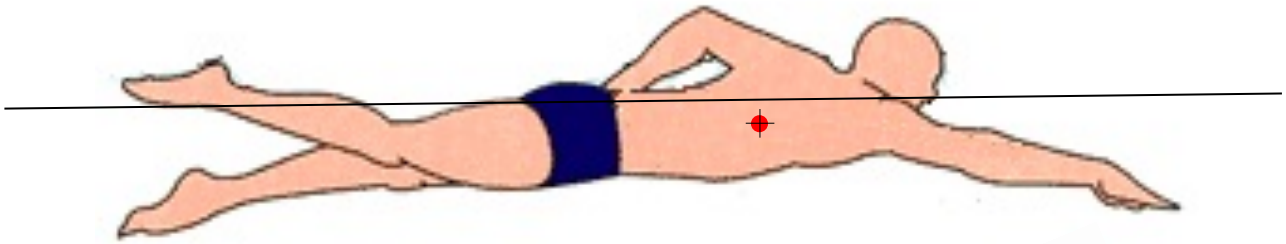


A la remontée
(détendeur en bouche)

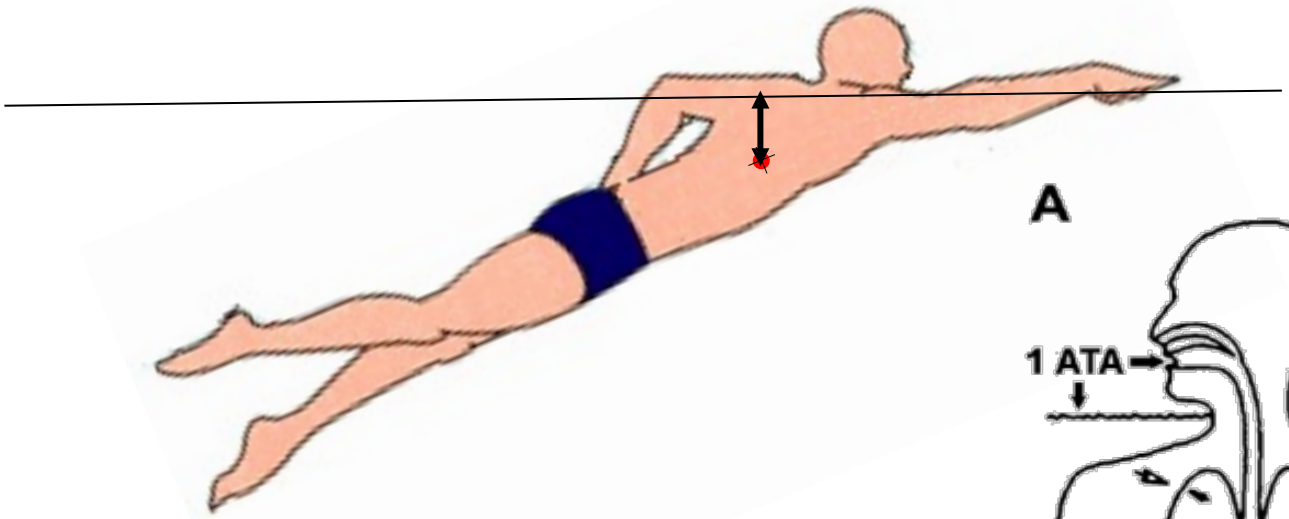
P° insp > P° exp



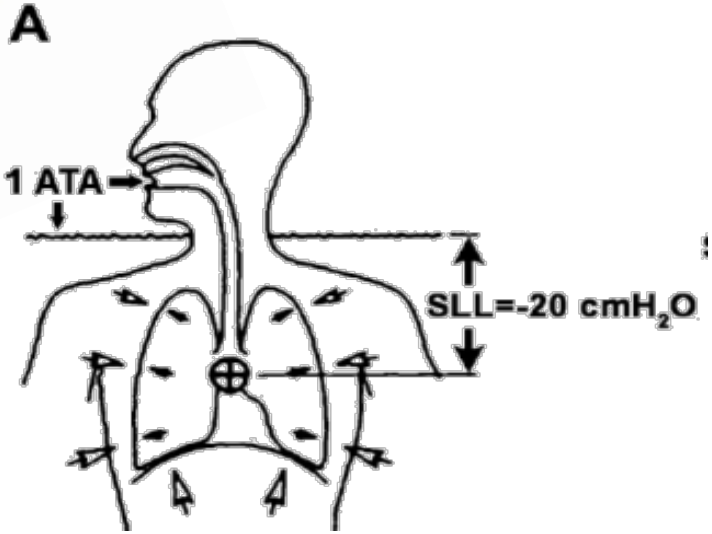
En surface, le problème se majore !



5-6 cm H_2O



15-20 cm H_2O



Swimming-Induced Pulmonary Edema*

Clinical Presentation and Serial Lu

Yochai Adir, MD; Avi Shupak, MD; Amnon Gil, MD; Yoav Keynan, MD; Liran Domachevsky, MD; and Daniel Weiler-Ravell, MD, FCCP

Swimming-Induced Pulmonary Edema

Pathophysiology and Risk Reduction With Sildenafil

Richard E. Moon, MD; Stefanie D. Martina, BS; Dionne F. Peacher, MD; Jennifer F. Potter, MD; Tracy E. Wester, MD; Anne D. Cherry, MD; Michael J. Natoli, M Eng; Claire E. Otteni, DO; Dawn N. Kernagis, PhD; William D. White, MPH; John J. Freiberger, MD

Pulmonary oedema in healthy persons during scuba-diving and swimming

M. Pons, D. Blickenstorfer, E. Oechslin, G. Hold, P. Greminger, U.K. Franzeck, E.W. Russi

Pulmonary oedema induced by strenuous swimming: a field study

A. Shupak [a,*], D. Weiler-Ravell [b], Y. Adir [a], Y.I. Daskalovic [a], Y. Ramon [a], D. Kerem [a]

SCUBA DIVING-INDUCED PULMONARY EDEMA IN A SWIMMING POOL

Christopher A. Gnadinger, MD, Christopher B. Colwell, MD, and Andrew L. Knaut, MD

Department of Emergency Medicine, Denver Health Medical Center, Denver, Colorado, USA

Reprint Address: Christopher B. Colwell, MD, Department of Emergency Medicine, Denver Health Medical Center, 777 Bannock St., Denver, CO 80204

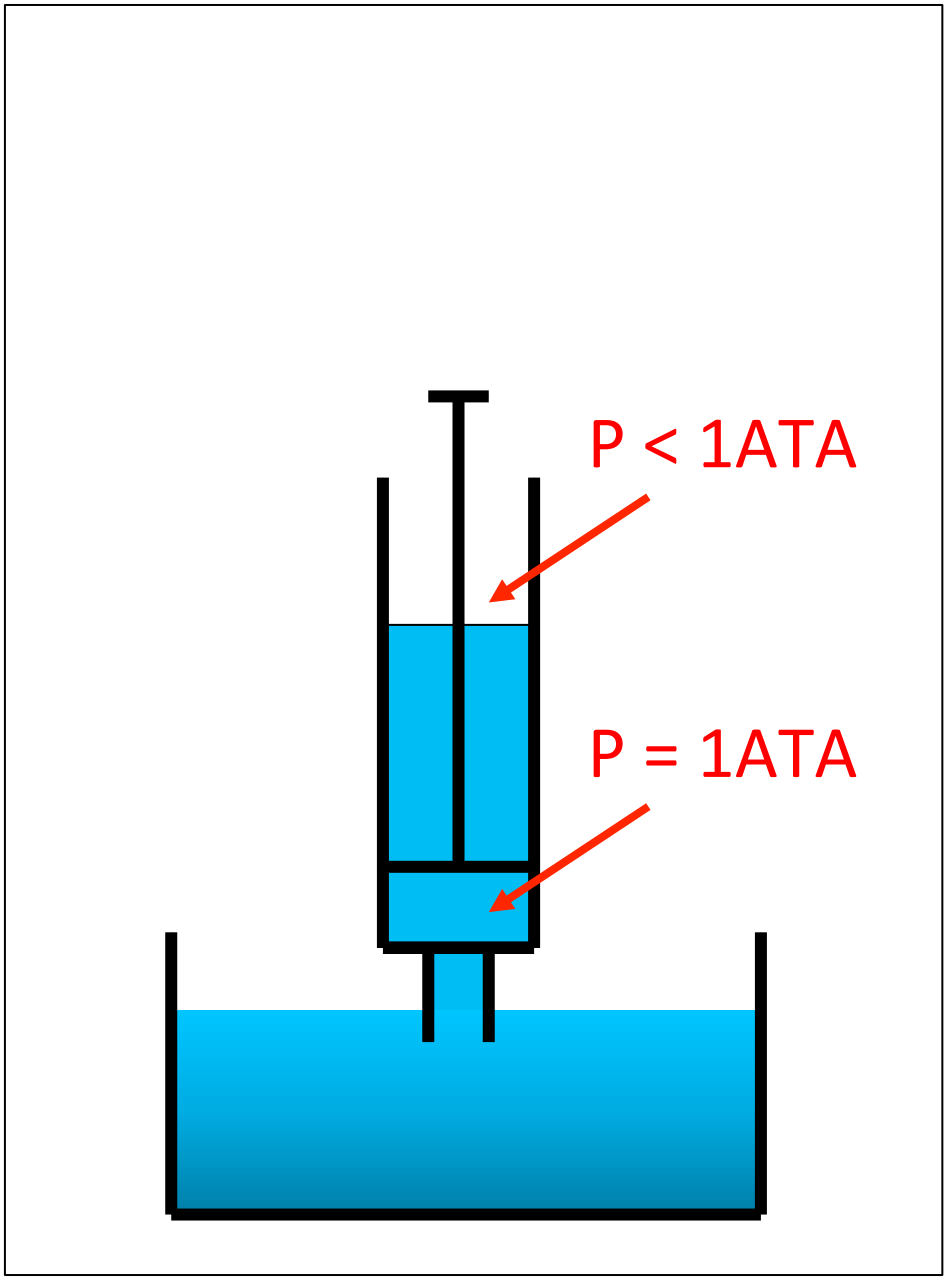
Immersion Pulmonary Edema in Special Forces Combat Swimmers

Richard T. Mahon, Stewart Kerr, Dennis Amundson and J. Scott Parrish

Swimming-induced pulmonary edema in triathletes☆,☆☆

Charles C. Miller III PhD[a,b,*], Katherine Calder-Becker[c], Francois Modave PhD[d]

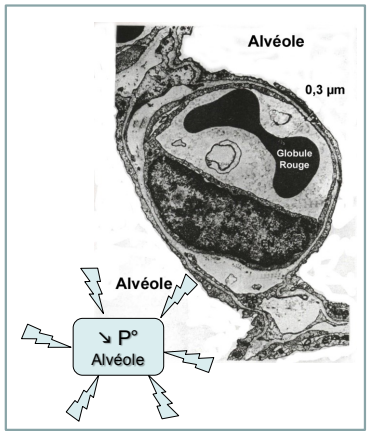
Rappel de physique



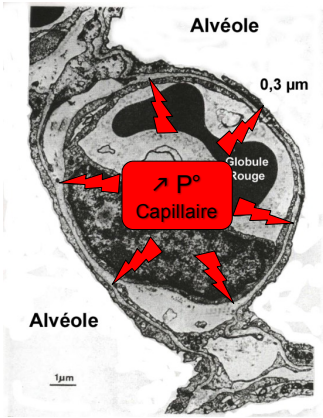
Double effet favorisant l'OPI !…

✓ Dépression intra alvéolaire

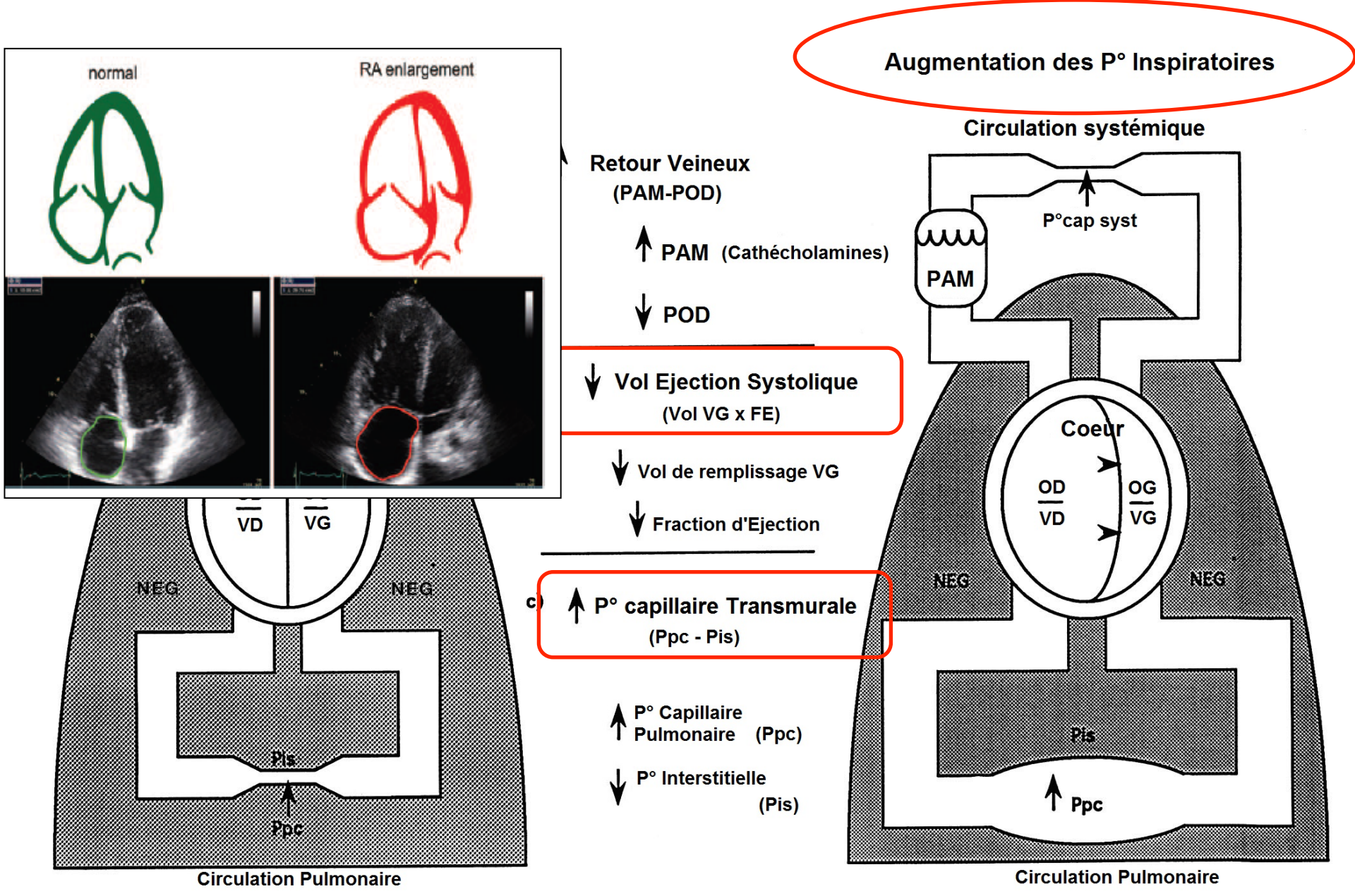
Œdème « *A Vacuo* »



✓ Effet sur les cavités droites



↗ P° Capillaires pulmonaires



Schwartz D & Col. Negative Pressure Pulmonary Hemorrhage. CHEST 1999

Au total :

Le déséquilibre hydrostatique entre la position du centre pneumoïque du plongeur et de l'appareil est un facteur majeur d'apparition des OPI

Dépend :

- ✓ Position du plongeur
- ✓ Position de l'appareil

Prise en charge :

Simple ! O_2 +++, ↕ tout effort !

PEEP ? Peut être

mais l'émersion règle le plus souvent le pb

Aérosol de β2 agonistes (Bricanyl/Atroven)

Diurétiques ? Non à priori plutôt Dérivés Nitrés

Formes décompensées = TTT choc cardiogénique

Facteurs de risque d'OPI ?

- ✓ Age : > 45-50 ans
- ✓ Comorbidités : 30-70% (plongeurs sportifs)
  - ➢ HTA
  - ➢ Dyslipidémies
  - ➢ DNID, asthme etc…

(Peacher et all, Med Sci Sport Med 2014)

(Coulange et all, Clin Physiol Imag 2010)

(Gempp et all, Int J Cardiol 2014)

(Fraser et all, J Appl Physiol 2011)

- ✓ Froid
- ✓ Exercice physique
- ✓ Stress émotionnel (décharge Σ, hyperventilation)
- ✓ Sexe ♀ 30-50 % (+/-)

Autres facteurs Potentiel ?

- ✓ Traitements : AINS, β Bloquants

  (Van Renterghem et all, Phamacology 2012)

- ✓ Tenue étanche et/ou trop serrée
- ✓ Hyperhydratation (> 2 L)
- ✓ Recycleurs de gaz (militaires, plongeurs Tek)

Facteurs individuels prédisposant ?

✓ Hyperréactivité vasculaire au froid chez les plongeurs ayant fait un OPI :

(Wilmshurst et all, Lancet 1989)

✓ Grande variabilité de la P°AP en immersion

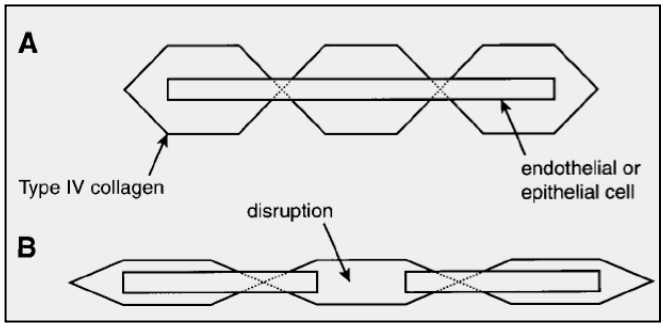
(Peacher et Moon. J Appl Physiol 2010)

✓ Masse et réseau lymphatique pulmonaire réduit chez les patients avec OPI et OPHA / contrôles sains

(Carter et all, Aviat Space Envir Med 2014)

✓ Anomalies du collagène IV (?)

(West and all. Ann Rev Physiol 1999)



Cas particulier de l'hyperoxie

Controversé !...

- Rôle favorisant théorique :
  - Effet bradycardisant *(Lund et all. J Acta Physiol 1999)*
  - VC systémique = ↗ Résistance Vasc Syst
  - Inflammation pulmonaire

(Coulange et all, Clin Physiol Imag 2010)

- Etudes de la Duke University :
  - ↘ P° AP et des Résistances Vasc Pulm en condition de neutralité thermique

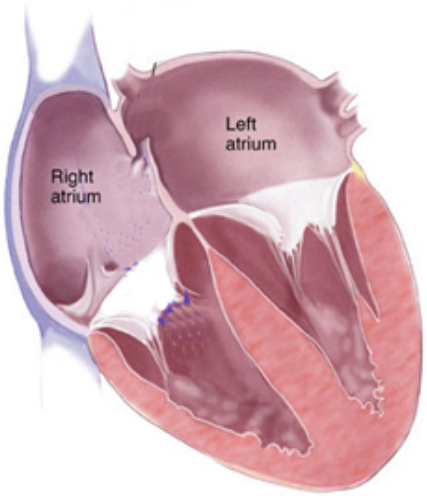
(Peacher et Moon . J Appl Physiol 2010)

(Fraser et all. J Appl Physiol 2011)

Le problème = conséquences de cet O.P.I.

Hypoxie

Cardiopathies Ischémiques



Stress Intense

Cardiopathies Catécholergiques

Risque de défaillance cardiaque !...

The American Journal of Cardiology

Gempp, Louge, Am J Cardiol 2013

Reversible Myocardial Dysfunction and Clinical Outcome in Scuba Divers With Immersion Pulmonary Edema

Emmanuel Gempp, MD[a,*], Pierre Louge, MD[a], Anne Henckes, MD[b], Sebastien Demaistre, MD[a], Phillipe Heno, MD[c], and Jean-Eric Blatteau, MD, PhD[d]

Immersion pulmonary edema in scuba divers is a rare disorder that tends to recur and can be potentially fatal, even in the absence of underlying cardiac disease. Anecdotal cases of reversible myocardial dysfunction have been described in this setting, but little is known of its pathogenesis. The purpose of the present study was to determine the clinical outcomes and the determinants associated with this condition. The data from 54 consecutive divers admitted for acute immersion pulmonary edema during a 5.5-year period were retrospectively studied. A diagnosis of myocardial dysfunction was established by the presence of

Etude rétrospective de 54 OPI entre 2007 et 2012

15 cas de dysfonctions myocardiques objectivées

Réversibles en 6 à 24 heures (sauf 2 cas)

Variable	MD		p Value	OR (95% CI)
	Yes (n = 15)	No (n = 39)		
Gender			0.53	—
Male	9	27		
Female	6	12		
Age (yrs)			0.013	5.5 (1.5–21)
>50	11	13		
≤50	4	26		
Mean BMI (kg/m^2)	27.5 ± 2	24.7 ± 3	0.06	—
Previous IPE	3 (20)	6 (15)	0.7	—
Pre-existing pulmonary disease*	0	2 (5)	1	—
Pre-existing heart disease†	0	1 (3)	1	—
Cigarette smoker	3 (20)	3 (8)	0.3	—
Hypertension	9 (60)	6 (15)	0.002	8.2 (2.1–32)
Diabetes mellitus	3 (20)	0	0.002	22.1 (1.1–458)
Hyperlipidemia‡	6 (40)	6 (15)	0.07	—
Elevated natriuretic peptides	10 (67)	7 (18)	0.001	9.1 (2.4–35)
Mean depth (msw)	32 ± 12	30 ± 12	0.5	—
Mean total dive time (min)	21 ± 8	29 ± 15	0.08	—
Violation of decompression guidelines	3 (20)	8 (21)	1	—
Breathing gas			0.25	—
Air	14	39		
Nitrox	1	9		
Mean water temperature (°C)	16.5 ± 4	15 ± 3	0.2	—
Loss of consciousness	4 (26)	5 (13)	0.24	—
Exertion in diving/after surfacing	5 (33)	10 (26)	0.73	—
Emotional stress	3 (20)	16 (41)	0.2	—

Facteurs indépendants de dysfonction myocardique

- ✓ > 50 ans
- ✓ HTA
- ✓ Diabète
- ✓ ↗ BNP

Au Total :

Tout plongeur ou nageur présente un OAP en puissance !

Impact sur le cœur est certain

- ✓ Risque de défaillance et/ou de décompensation
- ✓ Cercle vicieux

Les « cœurs sains »

ne le sont plus forcément en plongée

⇒ Vigilance extrême quand à l'aptitude CV aux activités subaquatiques

(y compris le palmage simple)