

Shunts, sens et contresens

Dr Thomas Gille
Explorations Fonctionnelles
Hôpital Avicenne

ASSISTANCE
PUBLIQUE  HÔPITAUX
DE PARIS

Hôpitaux
Universitaires

Avicenne
Jean-Verdier
René-Muret Paris-Seine
Saint-Denis



SPIF

La Société de Pneumologie d'Île-de-France

Samedi 21 novembre 2015
Espace du Centenaire - 189 rue de Bercy 75012 Paris

Définition d'un shunt

- Passage anormal de sang d'un système circulatoire à un autre
- Au niveau thoracique :



Shunt droit → gauche

Malformation artério-veineuse pulmonaire (MAVP)

Foramen ovale perméable (FOP)

Syndrome hépato-pulmonaire (SHP)

Cardiopathies congénitales...



Shunt gauche → droit

Communication inter-auriculaire (CIA)

Communication inter-ventriculaire (CIV)

Persistance du canal artériel (PCA)

Canal atrio-ventriculaire commun (CAV)...

Shunt droit → gauche

- Court-circuit aboutissant au passage de sang « veineux » (désaturé) dans le sang « artériel »
- Conséquence : \searrow PaO₂ ; SaO₂ ; \pm CaO₂
- Circonstances de découverte : bilan d'une hypoxémie
 - Découverte fortuite, *screening*
 - Cyanose
 - Dyspnée, platypnée
 - Orthodéoxie

Shunt anatomique

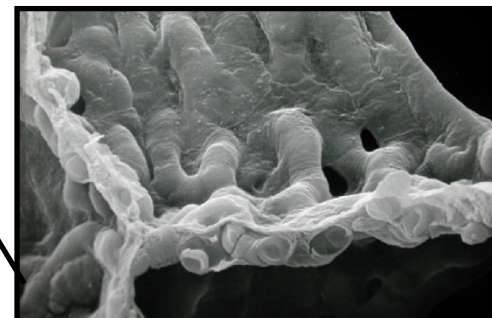
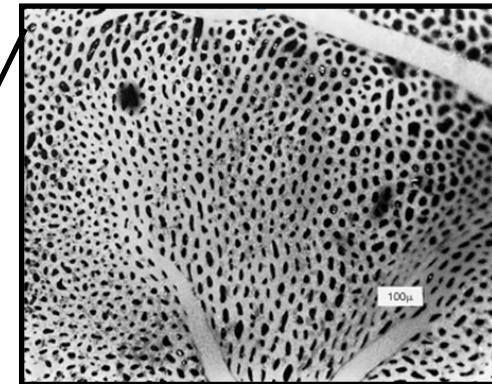
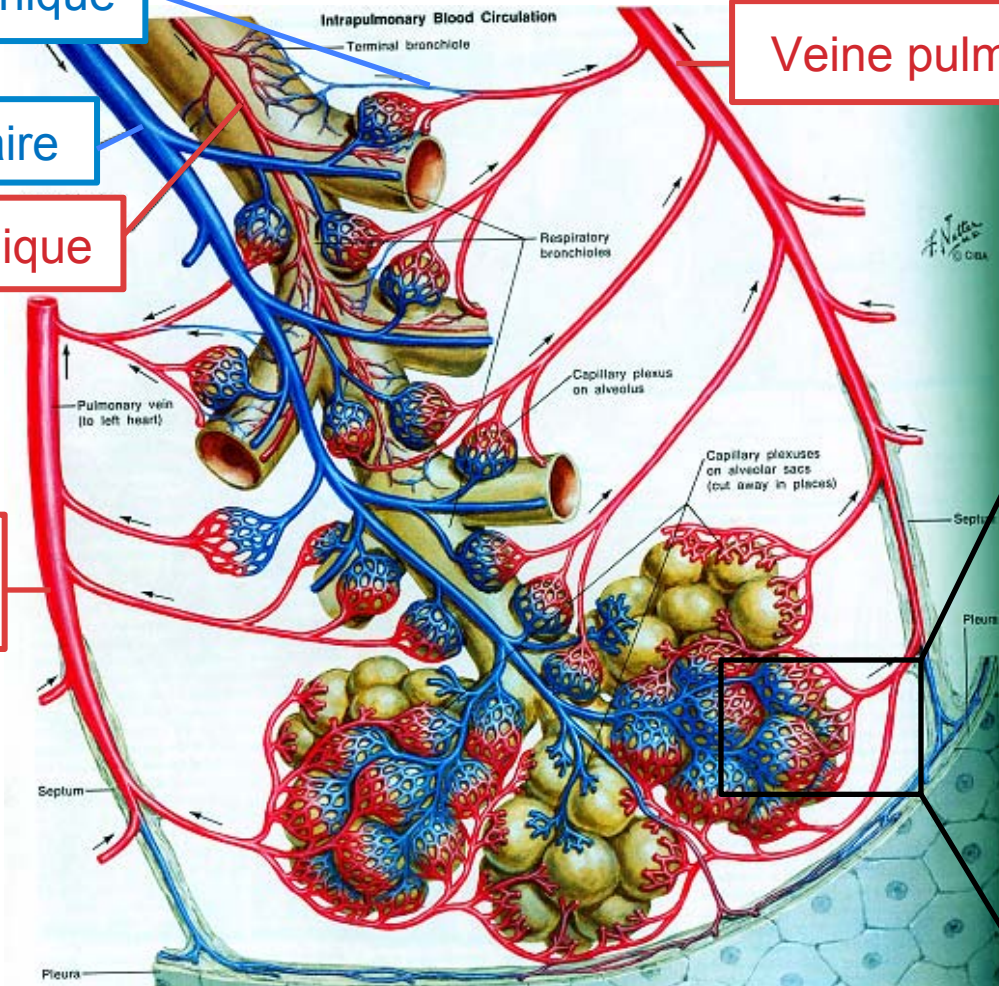
Veine bronchique

Artère pulmonaire

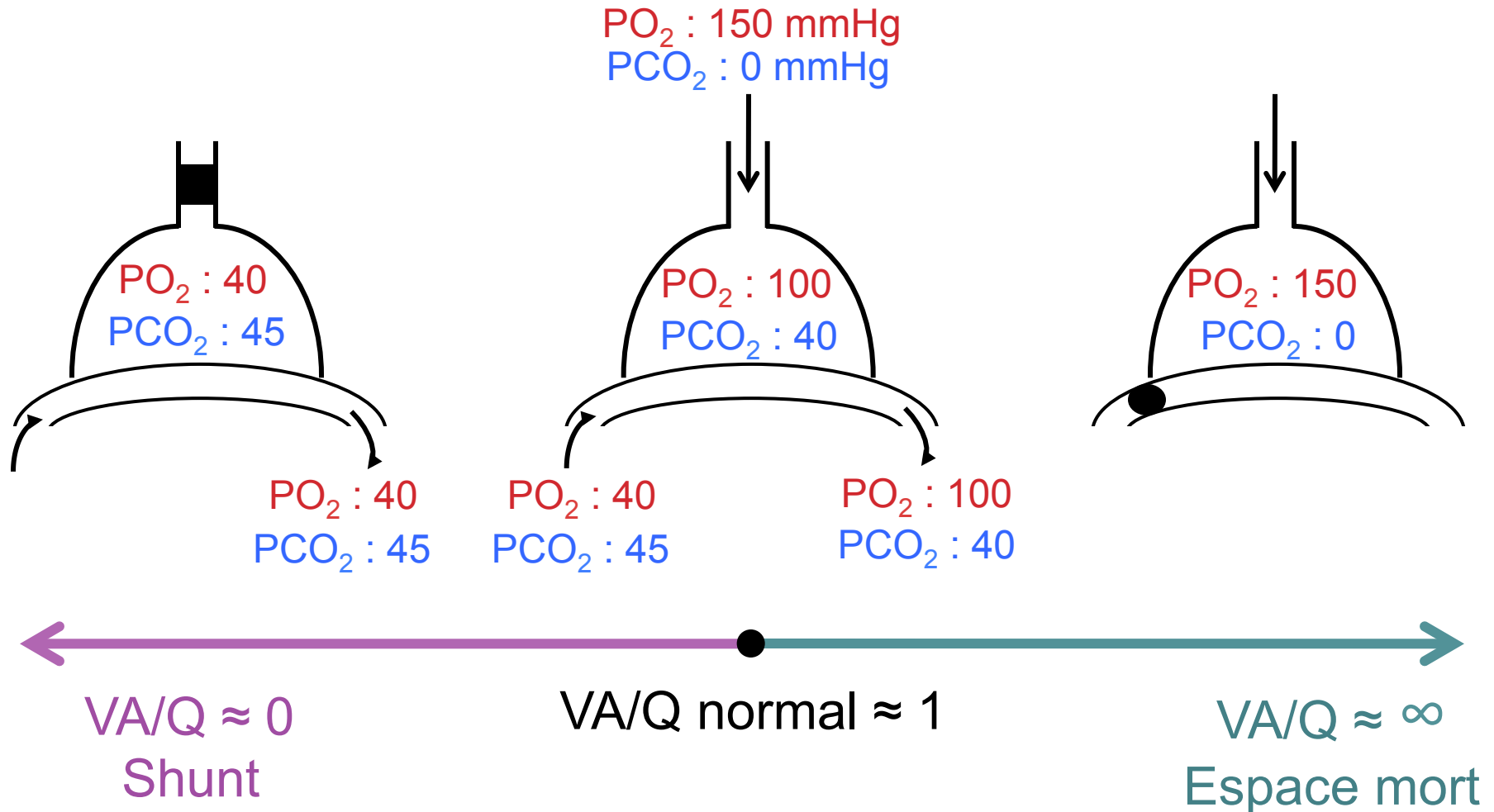
Artère bronchique

Veine pulmonaire

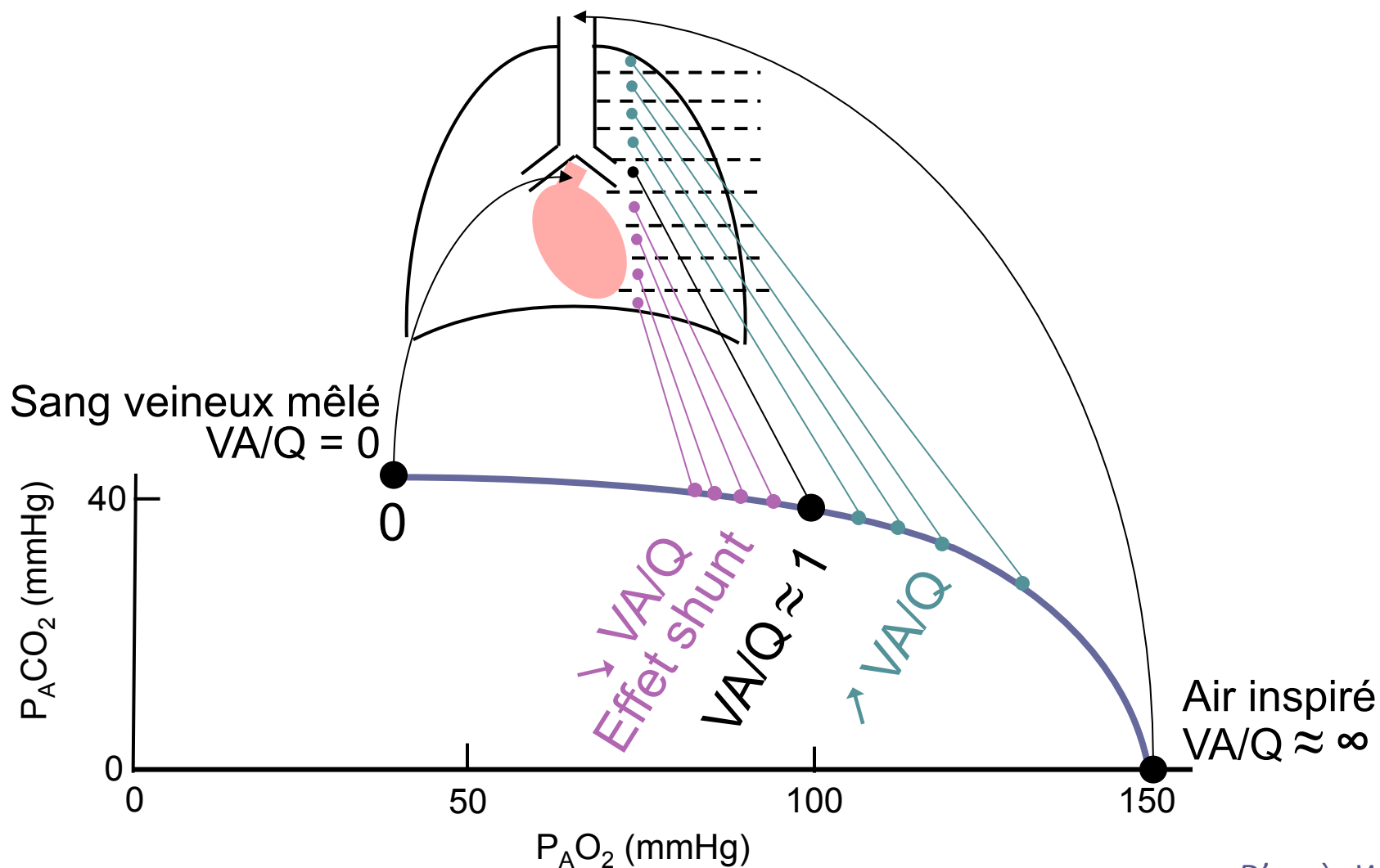
Veine pulmonaire



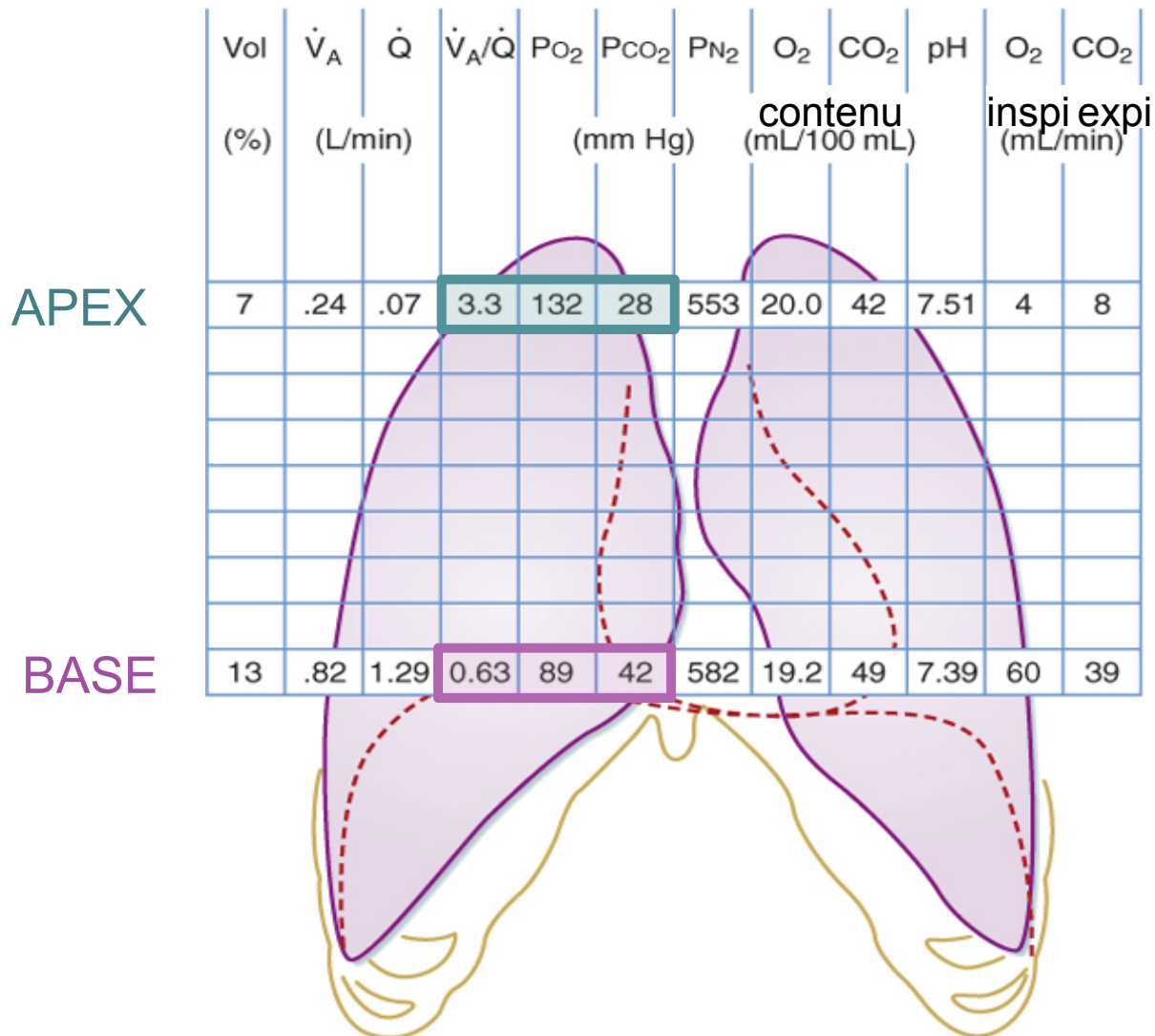
Rapports ventilation/perfusion (VA/Q)



Variations régionales des rapports VA/Q



Gaz alvéolaire et rapports VA/Q



Démarche devant une hypoxémie

Hypoxémie

- Âge ? (limite inférieure PaO_2 [mmHg] = $103 - 0,4 \times \text{âge}$)
- Altitude ?

Hypercapnie

HYPOVENTILATION ALVÉOLAIRE

HOMOGÈNE D_{AaO_2} normale

- . Dépresseurs respiratoires
- . Coma
- . Anomalie paroi thoracique
- . Pathologie neuromusculaire

INHOMOGÈNE $\nearrow \text{D}_{\text{AaO}_2}$

- . BPCO
- . IRA
- . Obésité-hypoventilation
- . Anomalie paroi thoracique
- . Pathologie neuromusculaire

Normocapnie / Hypocapnie

TROUBLE DE LA DIFFUSION

$\nearrow \text{D}_{\text{AaO}_2}$

- . Emphysème
- . PID
- . Hypertension pulmonaire

ANOMALIES VA/Q

$\nearrow \text{D}_{\text{AaO}_2}$

- . BPCO
- . Crise d'asthme
- . PNP
- . OAP
- . EP
- ...

SHUNT VRAI

$\nearrow \text{D}_{\text{AaO}_2}$

- . FOP
- . MAVP (MRO)
- . SHP
- ...

Hypoxémie corrigée en 100% O_2
($\text{PaO}_2 > 550$ mmHg)

$\text{PaO}_2 < 550$ mmHg
en 100% O_2

Gaz du sang en 100%

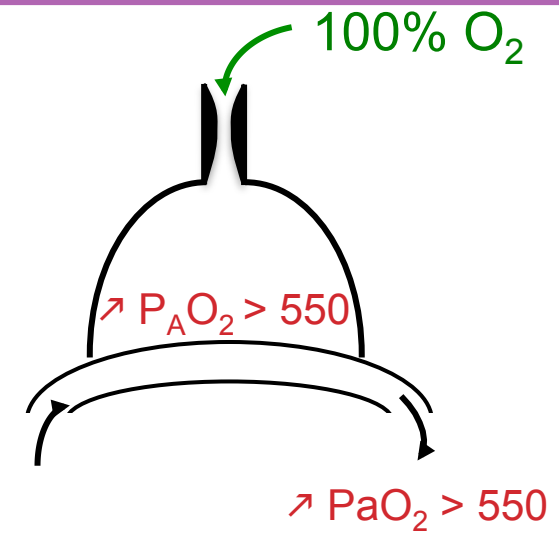
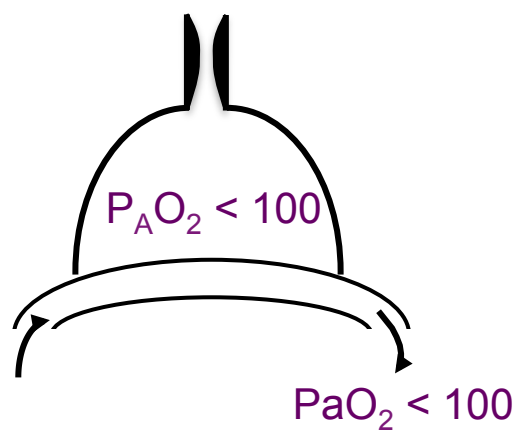


Oxygène pur ($FiO_2 = 100\%$)

Pince-nez

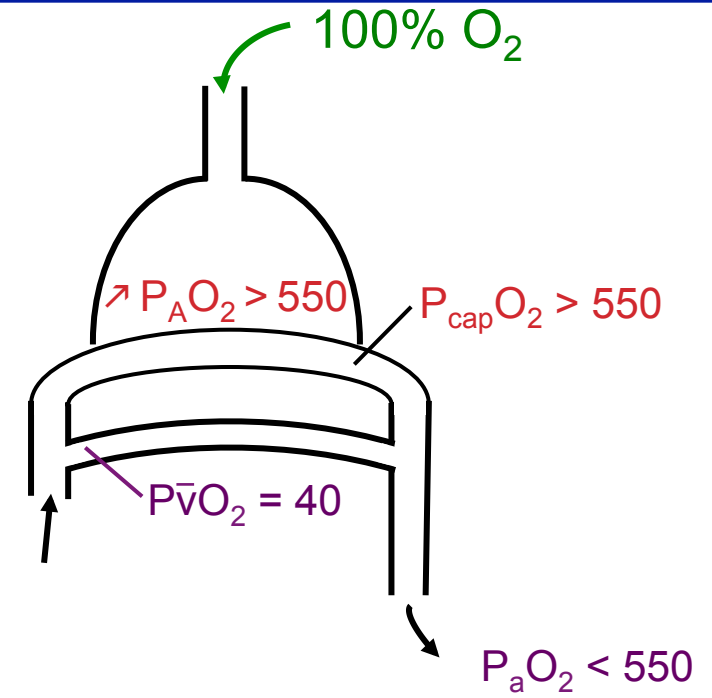
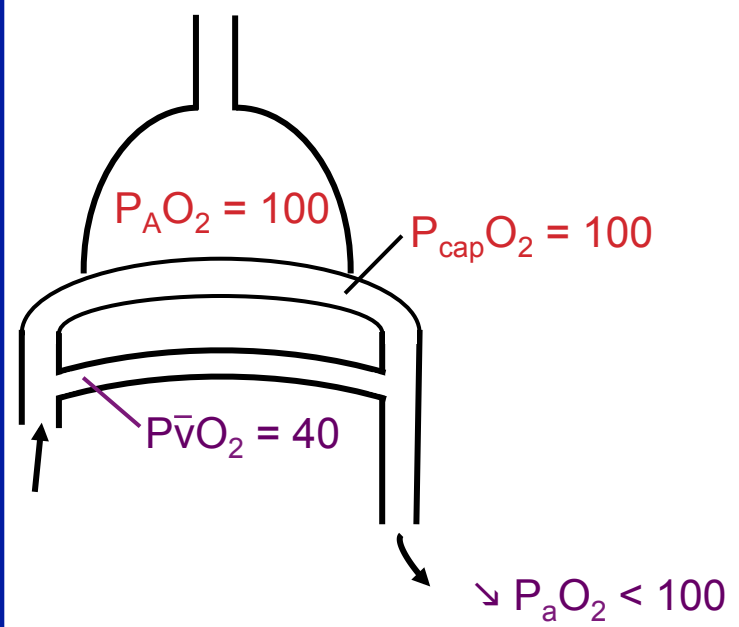
Valve bi-directionnelle

GDS après temps d'équilibration
 ≈ 20 min

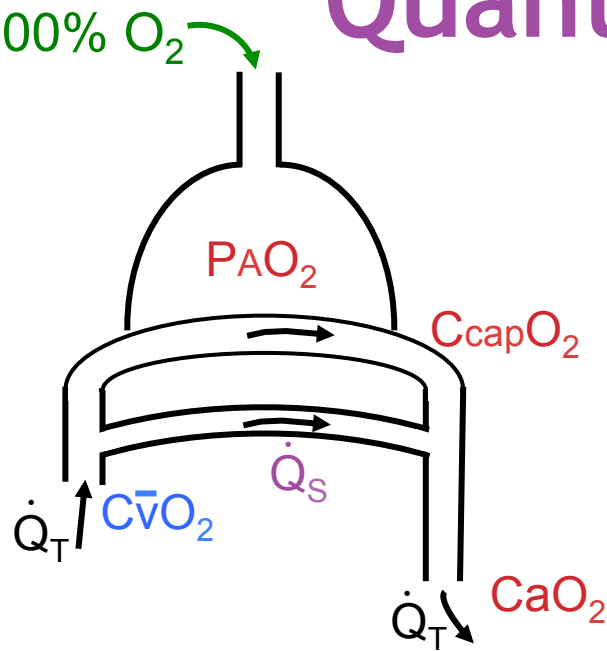


EFFET SHUNT
VA/Q < 1

SHUNT VRAI
VA/Q = 0



Quantification du shunt



$$\dot{Q}_T \times CaO_2 = (\dot{Q}_S \times C\bar{v}O_2) + (\dot{Q}_T - \dot{Q}_S) \times C_{cap}O_2$$

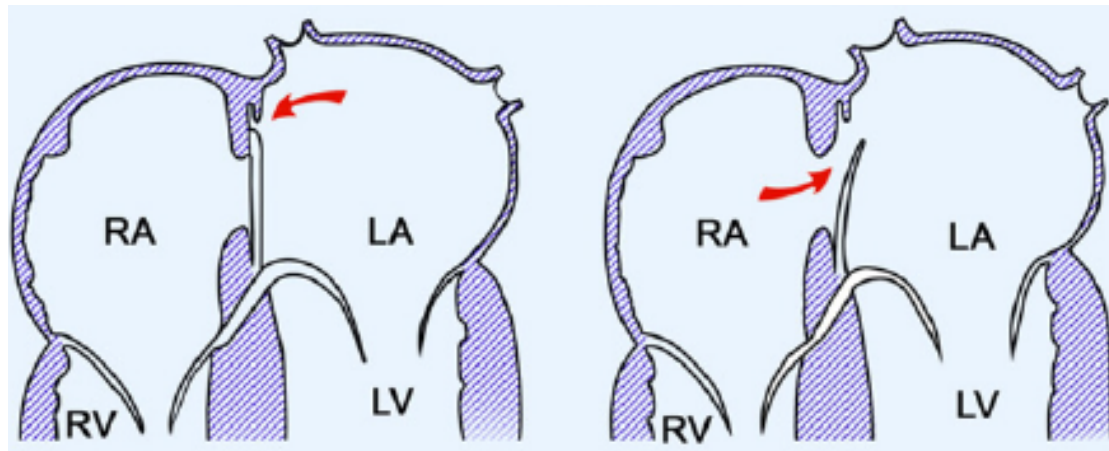
$$PAO_2 = PiO_2 - 1,2 \times PaCO_2$$

$$\frac{\dot{Q}_S}{\dot{Q}_T} = \frac{C_{cap}O_2 - CaO_2}{C_{cap}O_2 - C\bar{v}O_2} = \frac{0,003 \times (PAO_2 - PaO_2)}{D_{av}O_2 + 0,003 \times (PAO_2 - PaO_2)}$$

- Nécessite d'estimer la $D_{av}O_2$
 - 4-5 mmHg chez le sujet sain en moyenne
 - Chez un patient donné ?

Foramen ovale perméable (FOP)

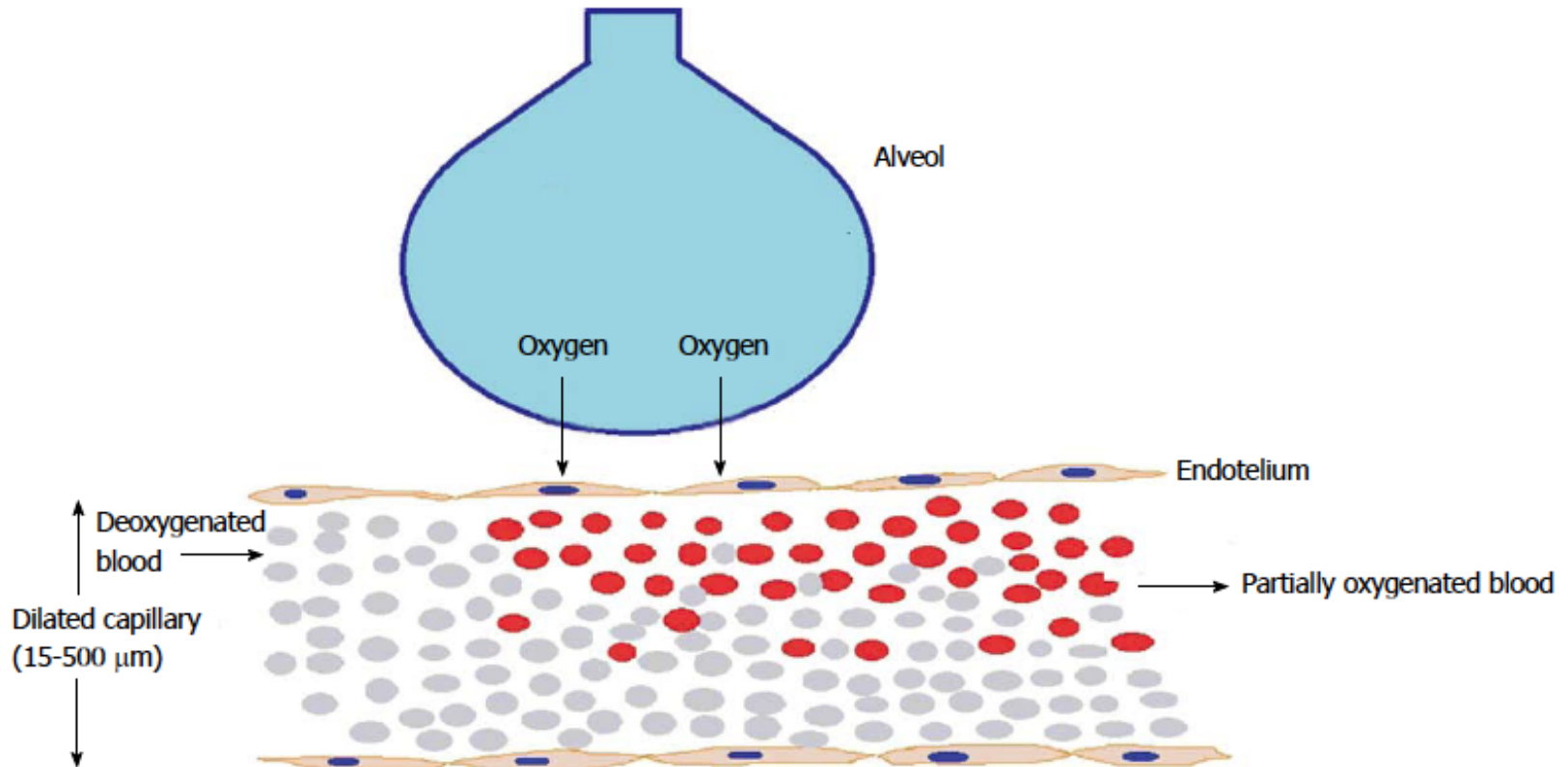
- Shunt intra-cardiaque
- Alignement du flux de la VCI avec le FOP en orthostatisme ?
- ↗ pression OD en orthostatisme (\pm toux, Valsalva...) ?



≠ réouverture du foramen ovale au cours d'une HP

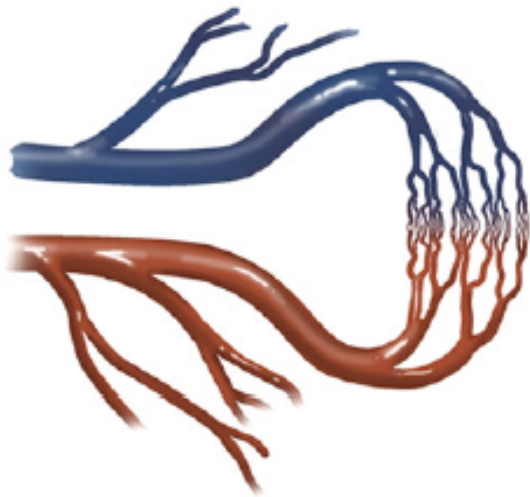
Syndrome hépatopulmonaire (SHP)

- Shunt intra-pulmonaire (extra-cardiaque)
- Mécanisme mixte : shunt vrai et effet shunt



Malformation artérioveineuse (MAVP)

- Shunt intra-pulmonaire (extra-cardiaque)
- Etiologie principale : 90 % maladie de Rendu-Osler (MRO)



Lit capillaire normal



MAVP simple

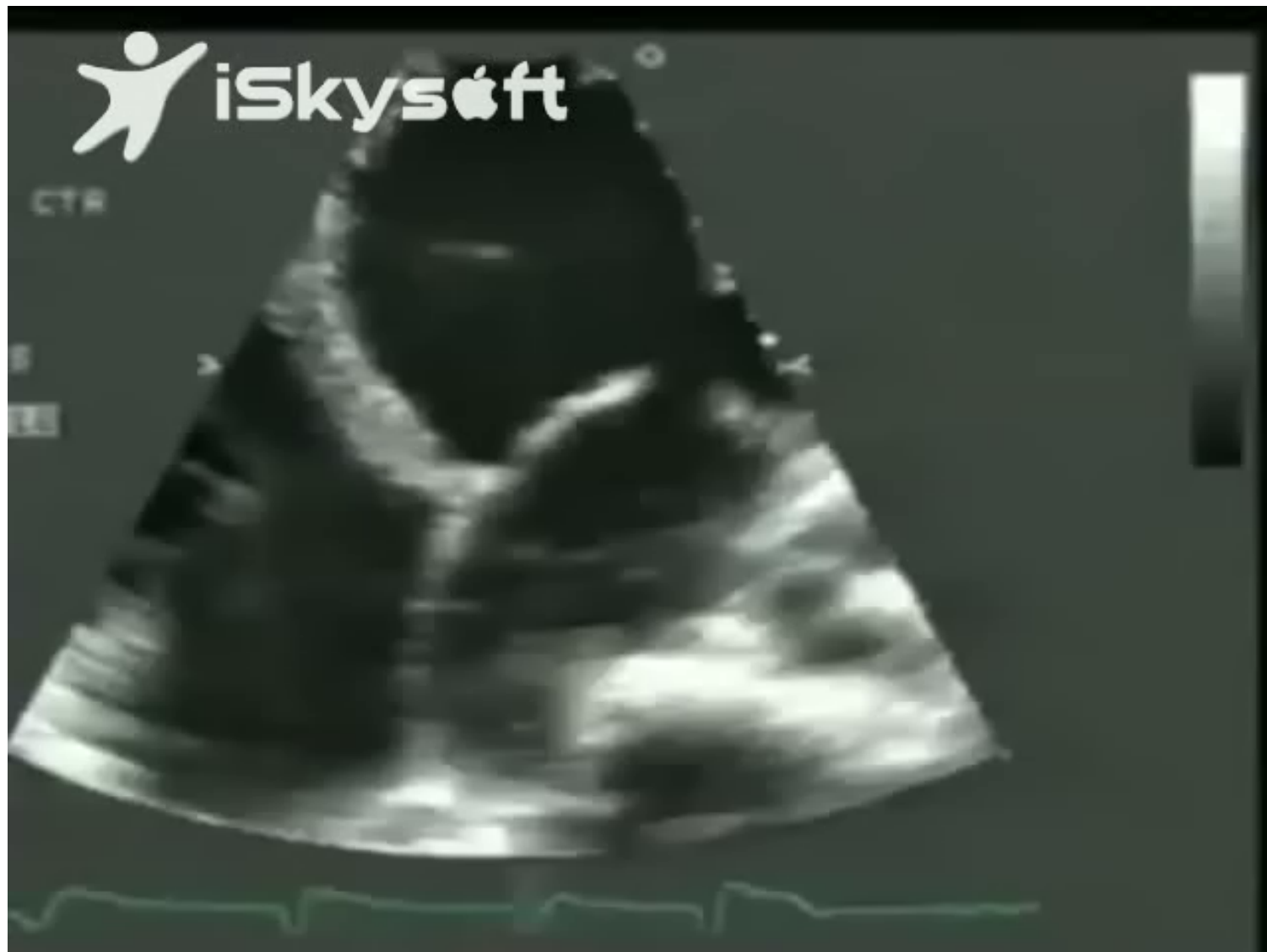


MAVP complexe

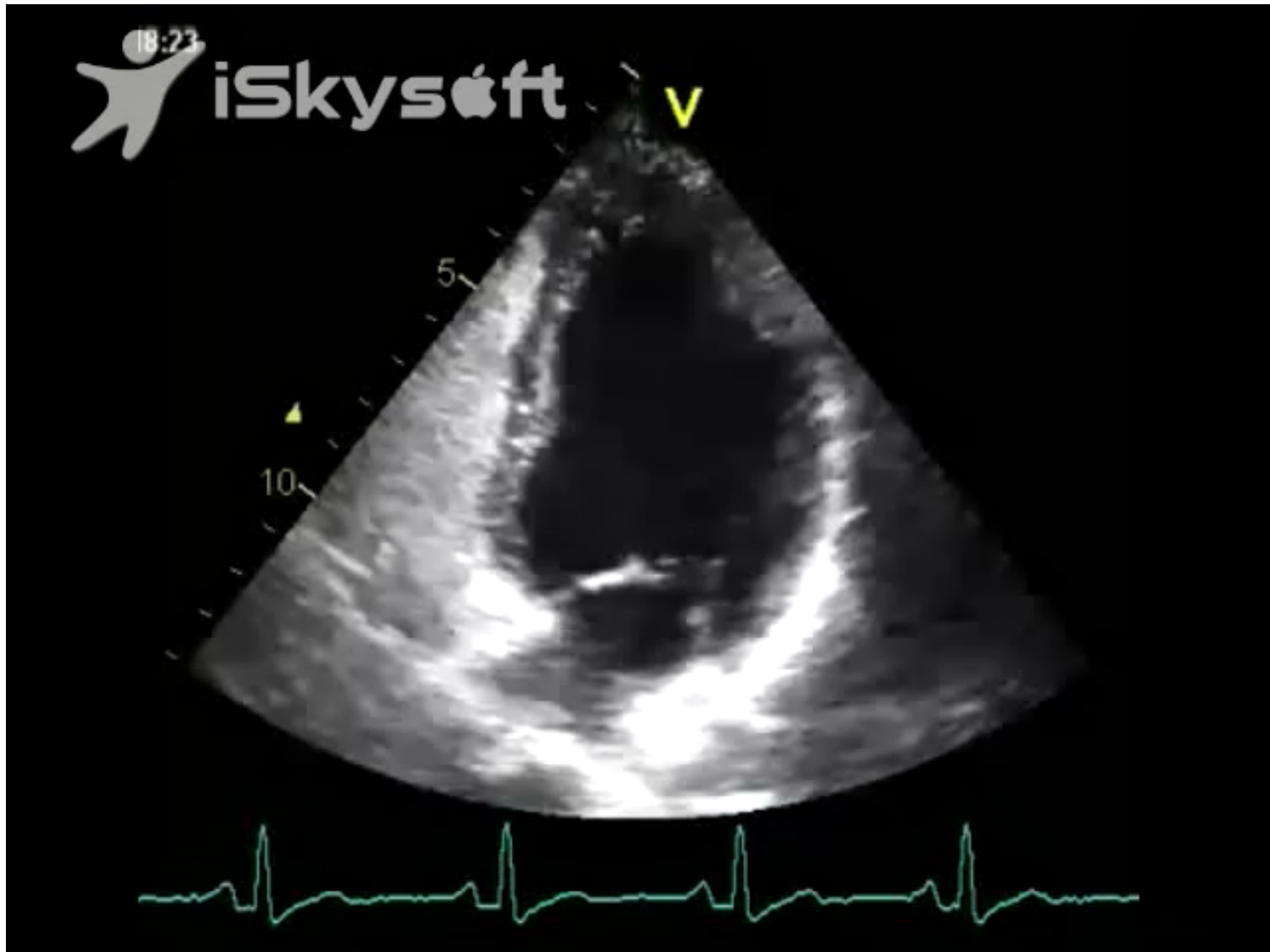
Echocardiographie + épreuve de bulles

- Diagnostic positif de shunt (ETO ou ETT)
 - Passage de bulles dans les cavités gauches ± doppler
 - Sensibilisé par manœuvre de Valsalva ou exercice
- Valeur localisatrice
 - Shunt intra-cardiaque : passage en 1-2 cycles
 - Shunt intra-pulmonaire : passage en 3-5 cycles
± bulles dans les veines pulmonaires
- Classification semi-quantitative

Grade 1	< 20-30 bulles
Grade 2	> 20-30 bulles
Grade 3	Opacification complète



ETT + épreuve de bulles normale



PFO grade 3

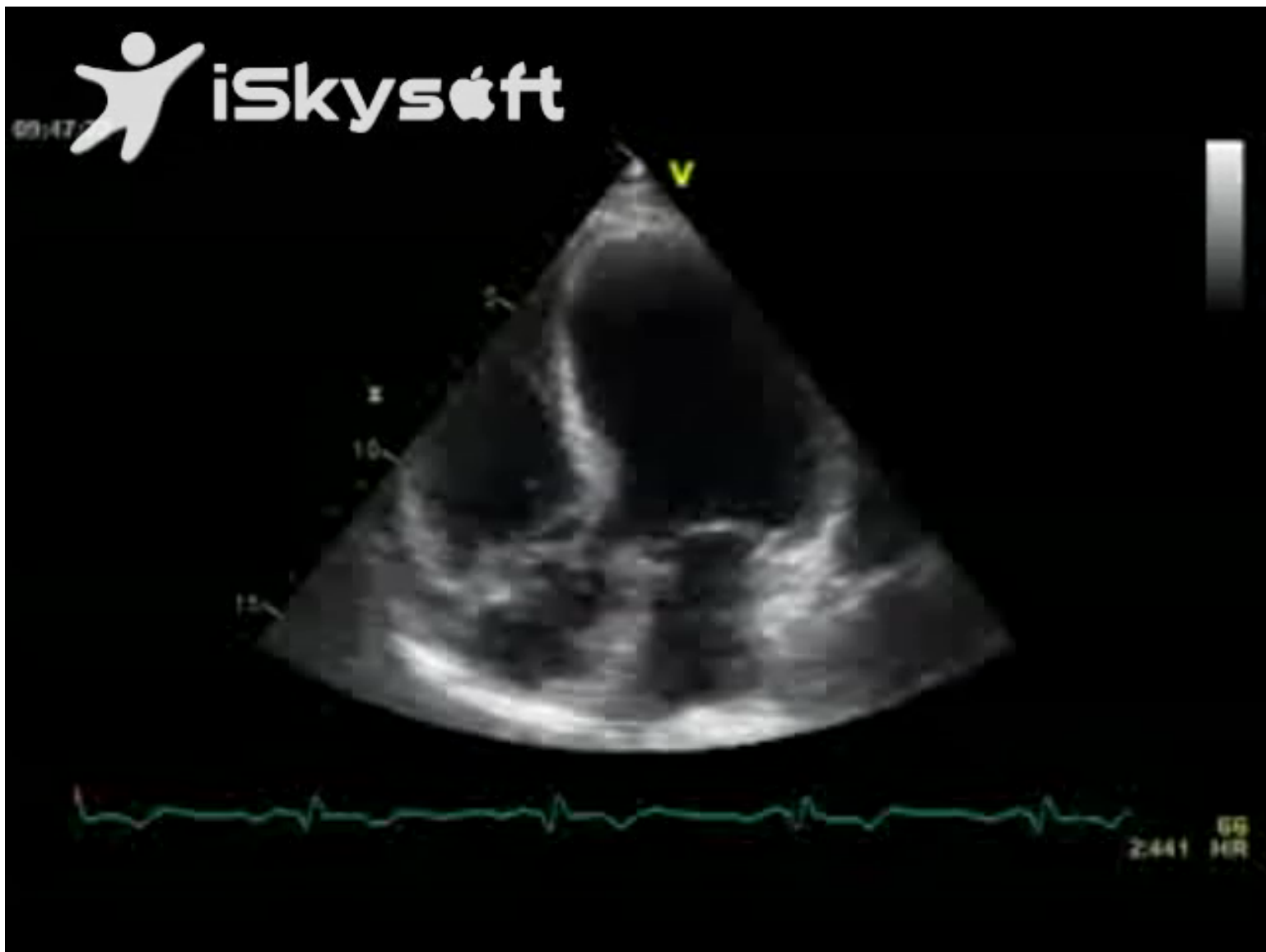


Bubble Story

PFO grade 1

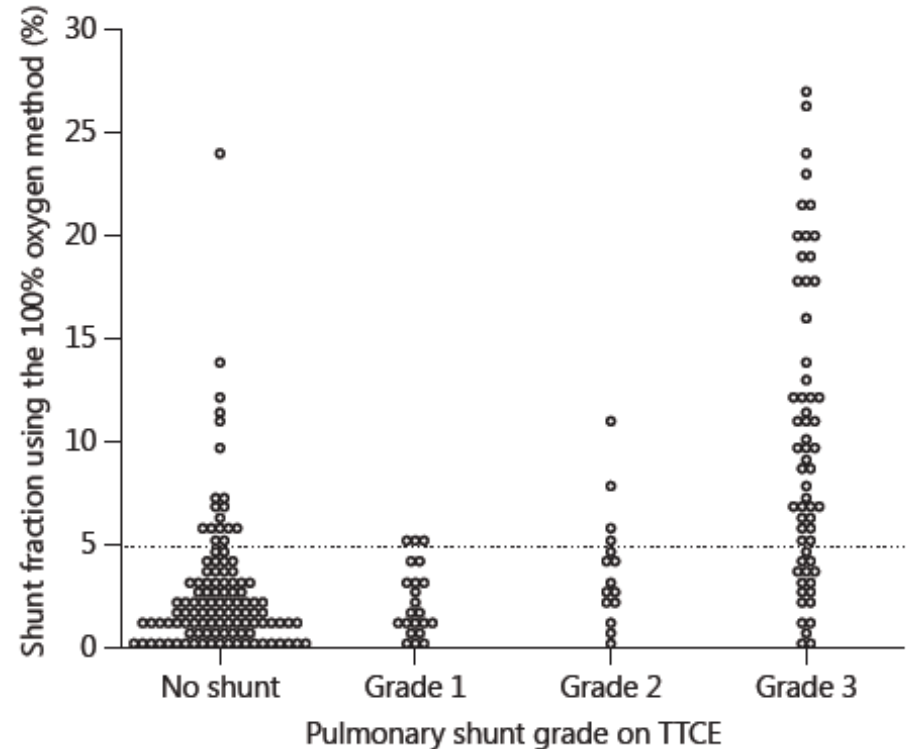
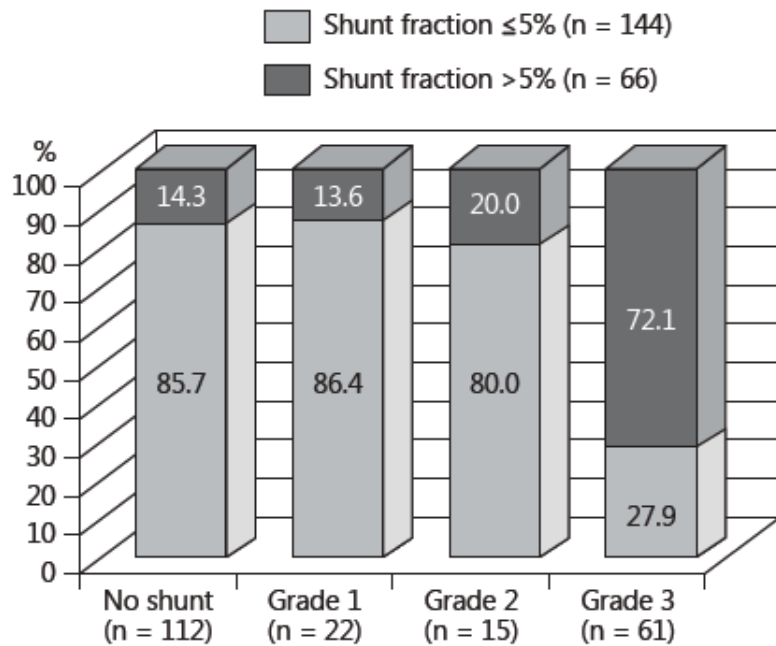


PFO (doppler)



MAVP/MRO

ETT vs GDS en 100%



GDS en 100% : VPP = 71% et VPN = 80%

Signification des shunts de grade 1

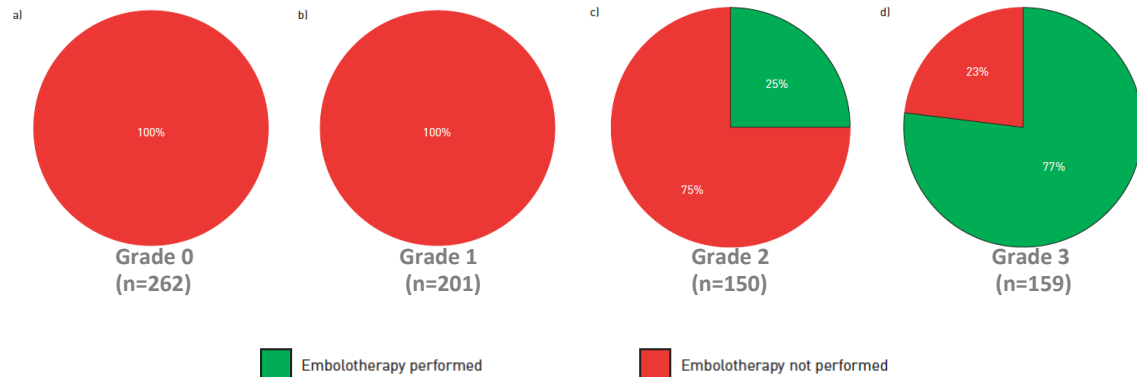
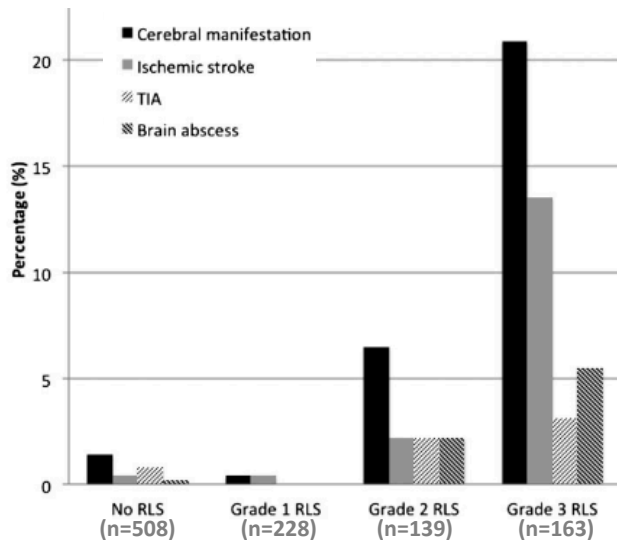
Shunt grade 1 : chez 6% à 28% de sujets sains

Table 3—Changes in the Number of Positive Curaçao Criteria With the Addition of Any Pulmonary Shunt on TTCE

No. Criteria	HHT1	HHT2	No HHT
0→1	n/a	n/a	n/a
1→2	0	0	6 (3.9)
2→3	6 (3.8)	15 (8.4)	3 (2.0)
3→4	28 (17.8)	34 (19.2)	0
Total	34 (21.7)	49 (27.7)	9 (5.9)

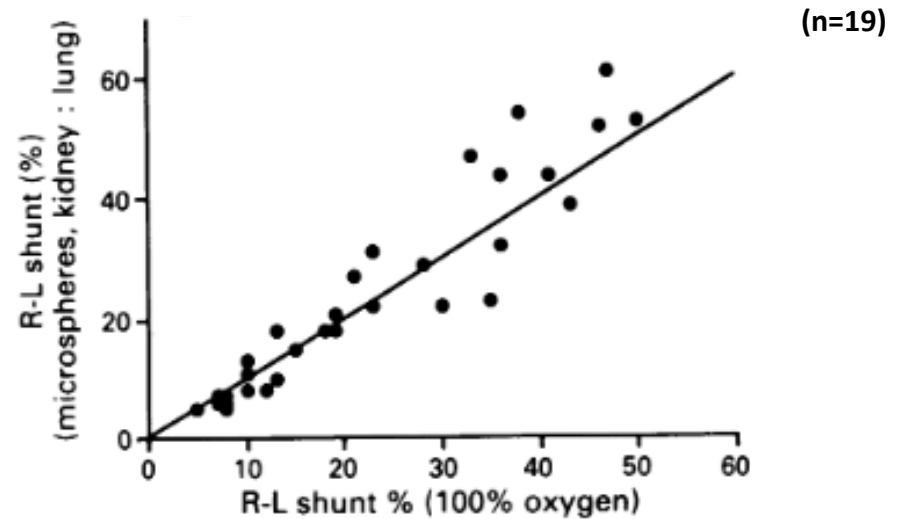
Table 5—Changes in the Number of Positive Curaçao Criteria With the Addition of Only Pulmonary Shunt Grades ≥ 2 on TTCE

No. Criteria	HHT1	HHT2	No HHT
0→1	n/a	n/a	n/a
1→2	0	0	0
2→3	3 (1.9)	4 (2.3)	0
3→4	13 (8.3)	10 (5.6)	0
Total	16 (10.2)	14 (7.9)	0



Scintigraphie pulmonaire de perfusion

- Macroagrégats d'albumine - ^{99m}Tc



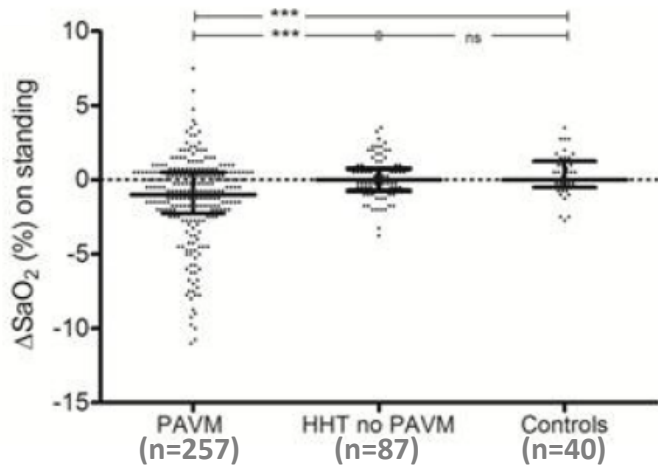
Meilleures performances en orthostatisme, si modification du volume pulmonaire et à l'exercice ?

Orthodéoxie

- FOP : phénomène fréquent
 - FOP ↔ *platypnea-orthodeoxia disease*

Rodrigues, Cardiology 2012

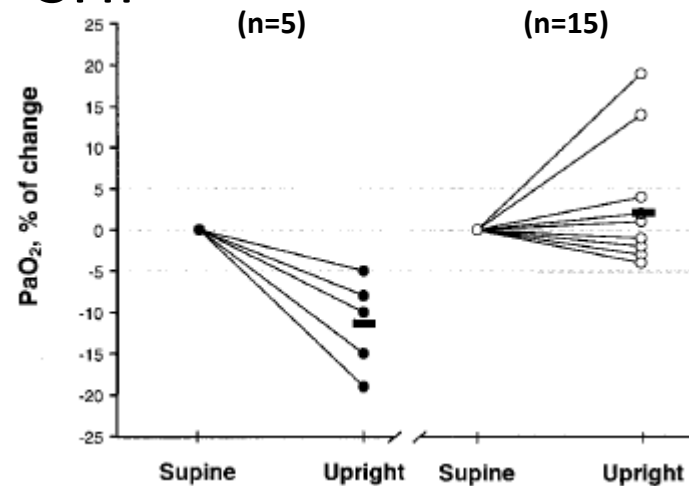
- MAVP



Orthodéoxie : 29%
(seuil : \searrow SaO₂ \geq 2%)

Santhirapala, Thorax 2014

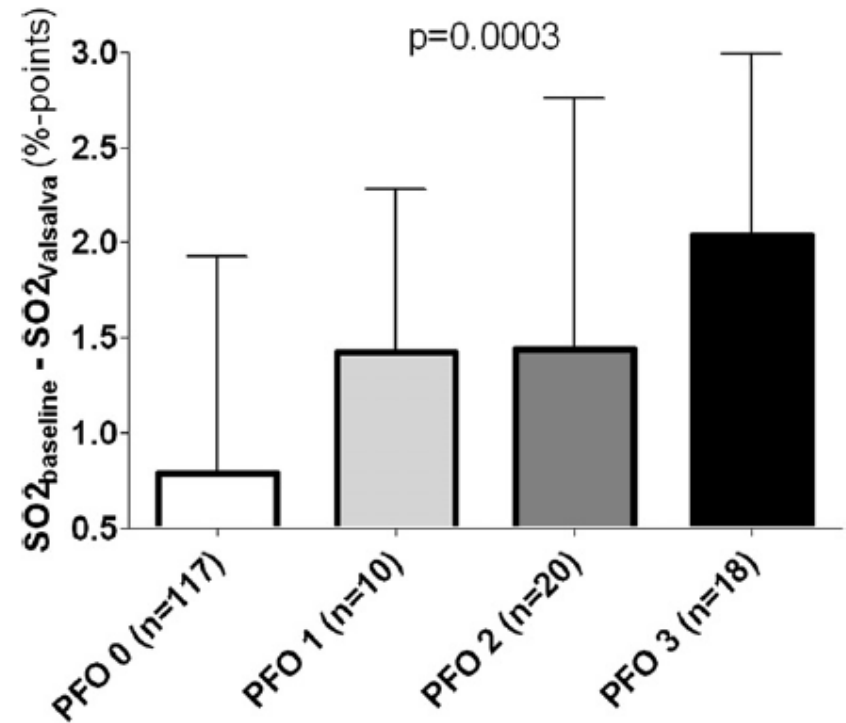
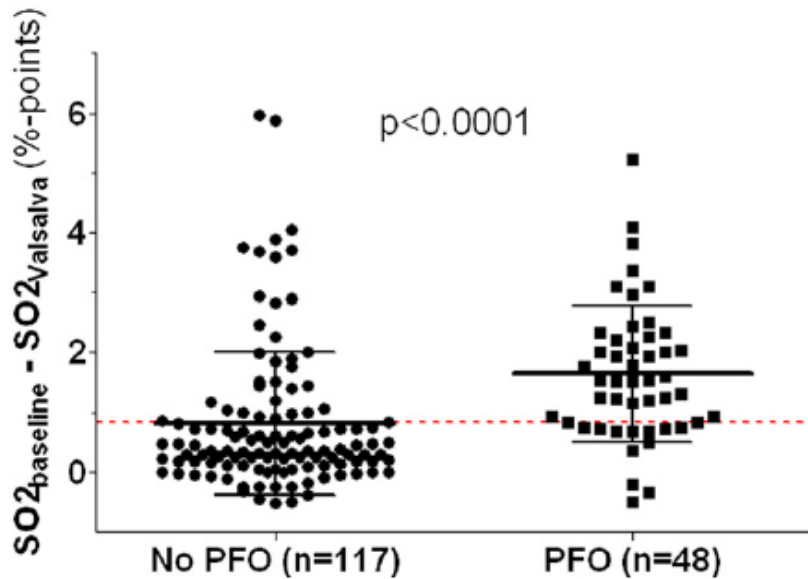
- SHP



Orthodéoxie : 25%
(seuil : \searrow PaO₂ \geq 4 mmHg ou 5%)

Gomez, Hepatology 2014

Oxymétrie + manœuvre de Valsalva

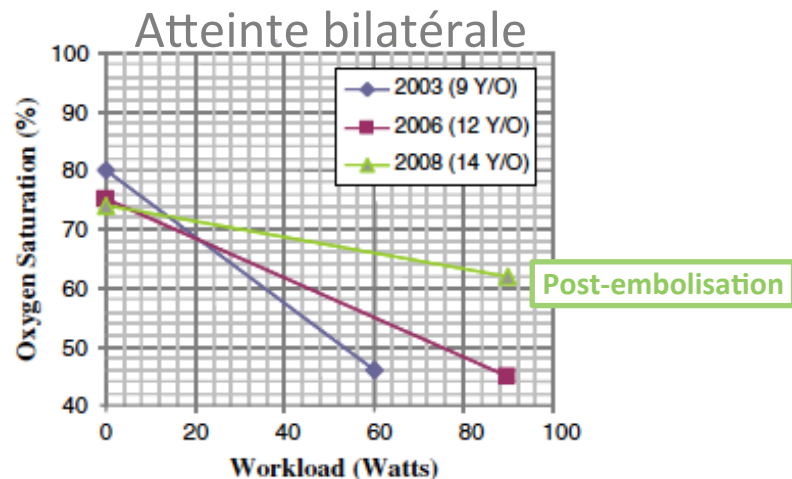
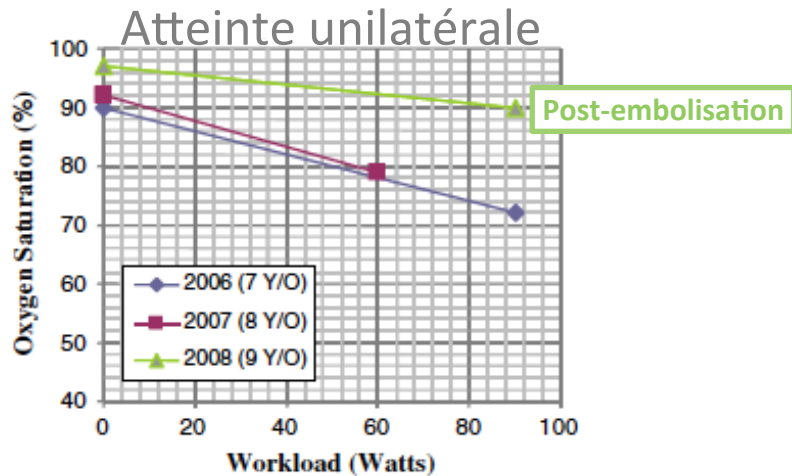


165 plongeurs → ETO

VPN (oxymétrie + manœuvre de Valsalva) = 88%

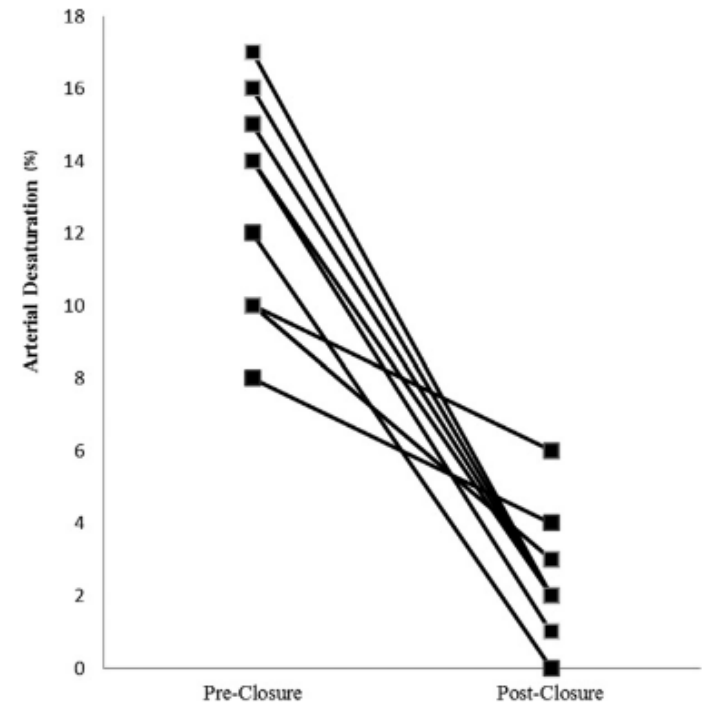
Hypoxémie plus marquée à l'effort

20 patients avec MAVP/MRO



50 patients avec FOP

↳ SaO₂ > 8% chez 17/50 (34%)



Murphy, *Pediatr Cardiol* 2009
Devendra, *JACC Cardiovasc Interv* 2012

Diminution des capacités d'exercice ?

178 patients avec cirrhose : SHP (n=92) et non SHP (n=86)

- Repos

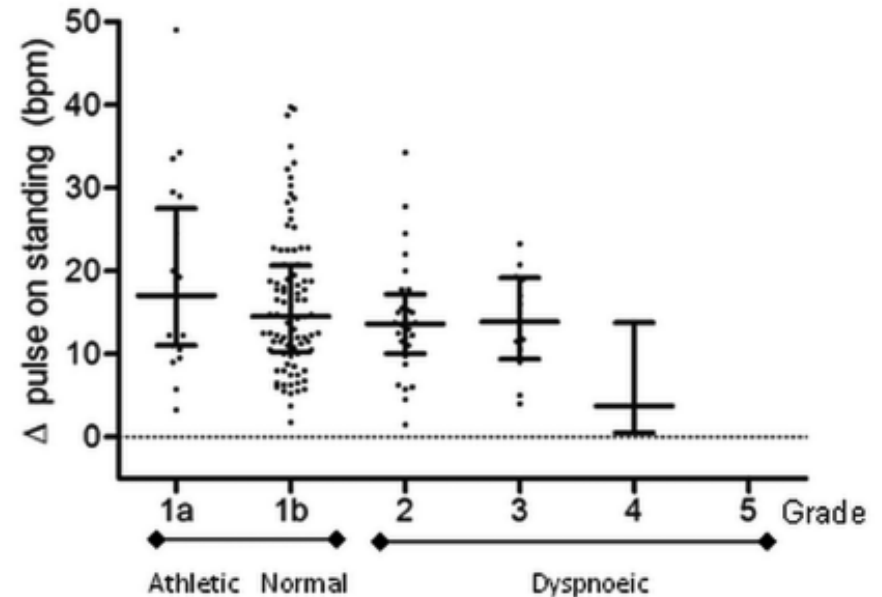
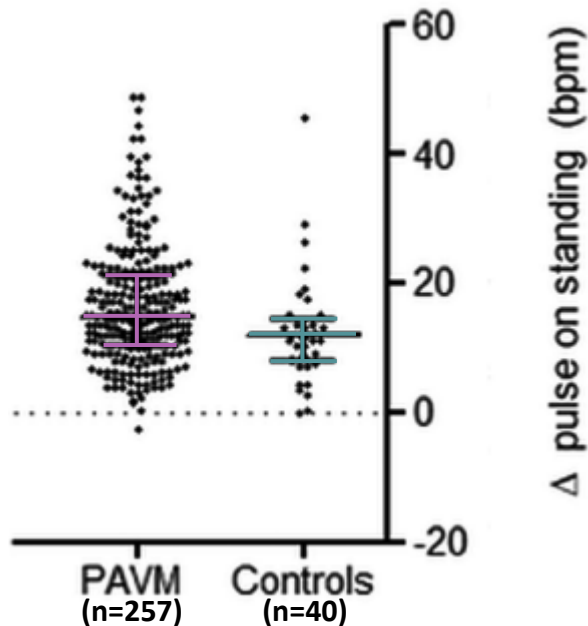
	SHP	non SHP	<i>p</i>
PaO ₂	68,9 ± 9,3	88,1 ± 10,1	0,01
DAaO ₂	23,9 ± 1,72	13,4 ± 1,65	0,01

- Exercice

Variable	HPS (n=92)	NHPS (n=86)	<i>p</i>
6MWT (meters)	340.8 ± 50.9	416.5 ± 91.4	< 0.001
VO ₂ peak (ml/kg)	14.2 ± 2.3	17.6 ± 2.6	<0.001
MIP (cmH ₂ O)	-49.1 ± 9.8	- 74.2 ± 13.9	0.001
MEP (cmH ₂ O)	60.1 ± 12.25	76.8 ± 14.7	0.001

MAVP : maintien du transport d'O₂

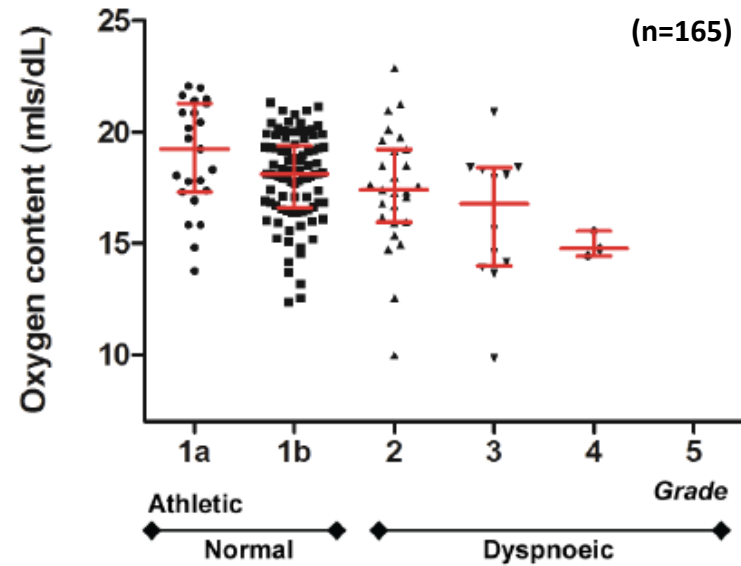
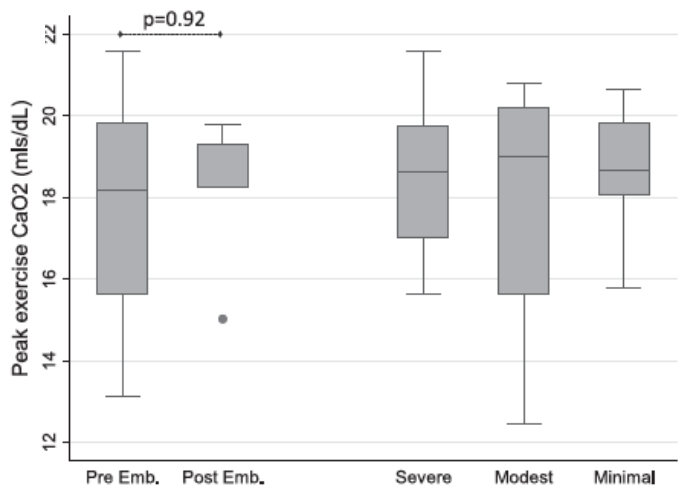
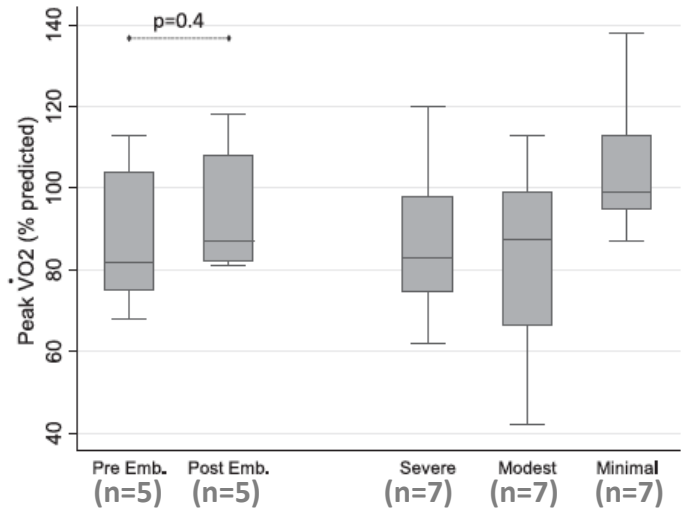
- En orthostatisme :



+ Corrélation inverse entre Δ SaO₂ et Δ bpm

MAVP : maintien du transport d'O₂

- A l'effort :



+ Corrélation inverse entre ΔSaO_2 et [Hb]
(sauf si carence martiale)

Oxygénothérapie

- Pas de surrisque d'hypertension pulmonaire hypoxique
 - Pas d'hypoxie alvéolaire
- Eventuelle prescription d'O₂ selon les symptômes
 - Dyspnée
 - Angor
 - Palpitations
 - Symptômes neurologiques

Merci de votre attention