



# Dysfonction cardiaque droite et SAS

Pr Bouchra Lamia

Service de Pneumologie, EA 3830

Groupe Hospitalier du Havre, CHU de Rouen

Faculté de médecine de Rouen, Université de Normandie

[Bouchra.lamia@chu-rouen.fr](mailto:Bouchra.lamia@chu-rouen.fr)

[Bouchra.lamia@ch-havre.fr](mailto:Bouchra.lamia@ch-havre.fr)



## Déclaration des liens d'intérêts

**J'ai actuellement, ou j'ai eu au cours des trois dernières années, une affiliation ou des intérêts financiers ou intérêts de tout ordre avec les sociétés commerciales suivantes en lien avec la santé.**

### **– Liens d'intérêt :**

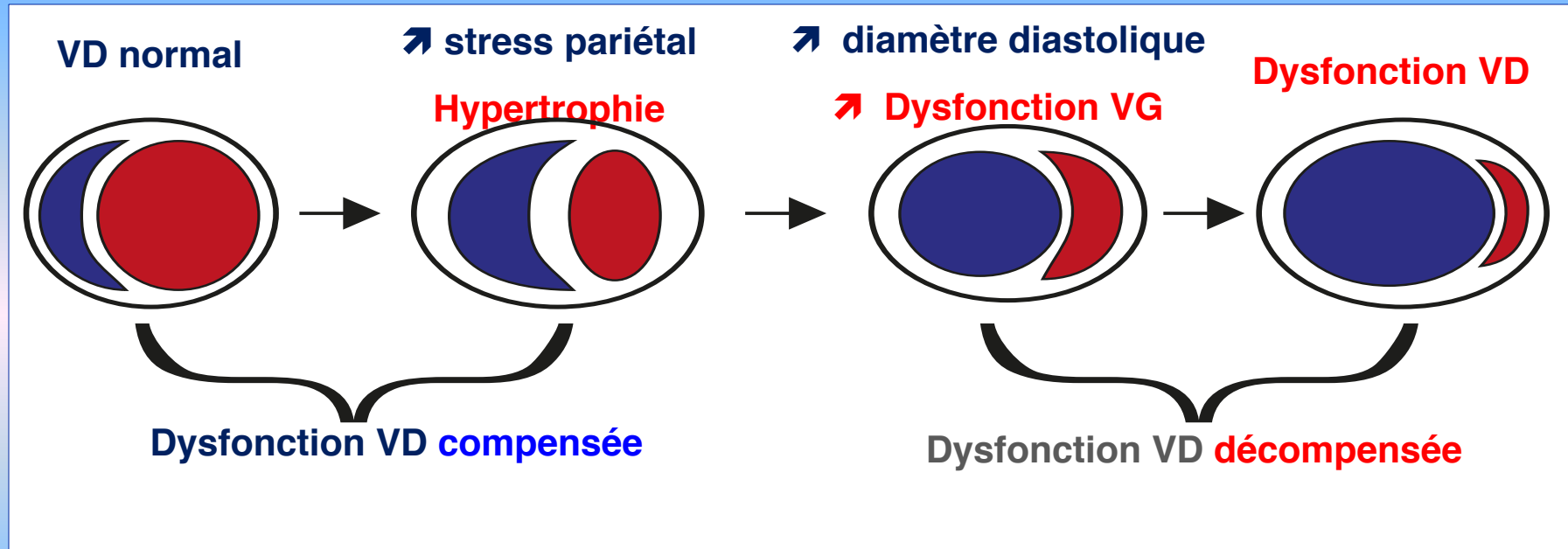
Novartis, Chiesi, MSD, AstraZeneca,  
Boehringer, Actelion, GSK  
Lowenstein, Philips Ultrasons  
Elivie, Elia, Adir, Vivisol, SOS oxygène



## SAOS et Hypertension pulmonaire

- ✓ Une HTP modérée est retrouvée chez 20% des patients SAOS
- ✓ Ces patients ont une hypoxémie diurne parfois modérée et liée à une pathologie respiratoire obstructive plutôt que restrictive
- ✓ Sur une série de 220 patients consécutifs présentant un SAOS, 37 avaient une HTP avec une PAP moyenne  $> 20$  mmHg: 35 de 20 à 35 mmHg et deux avaient Une PAP moyenne  $> 35$  mmHg

# Réponse du ventricule droit à une augmentation de sa postcharge

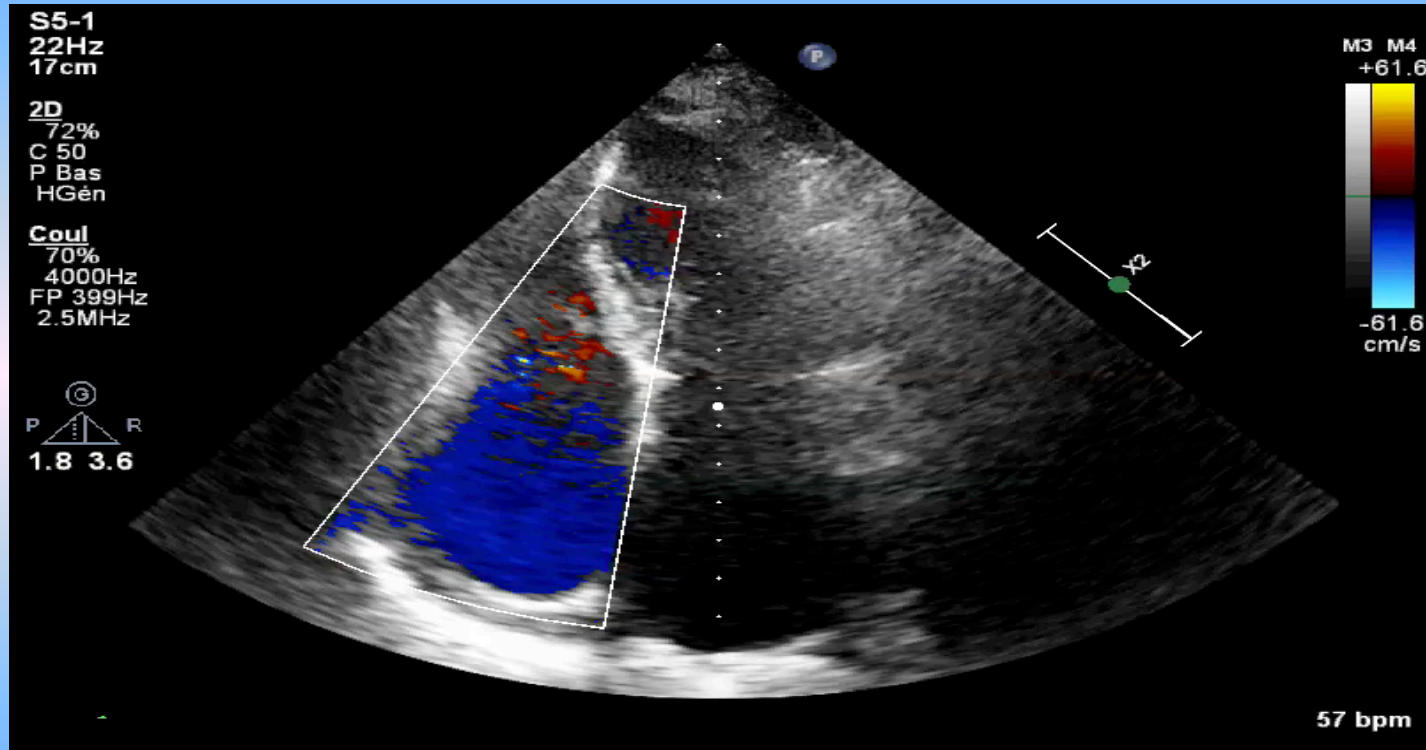


**Remodelage**

**Fonction systolique**

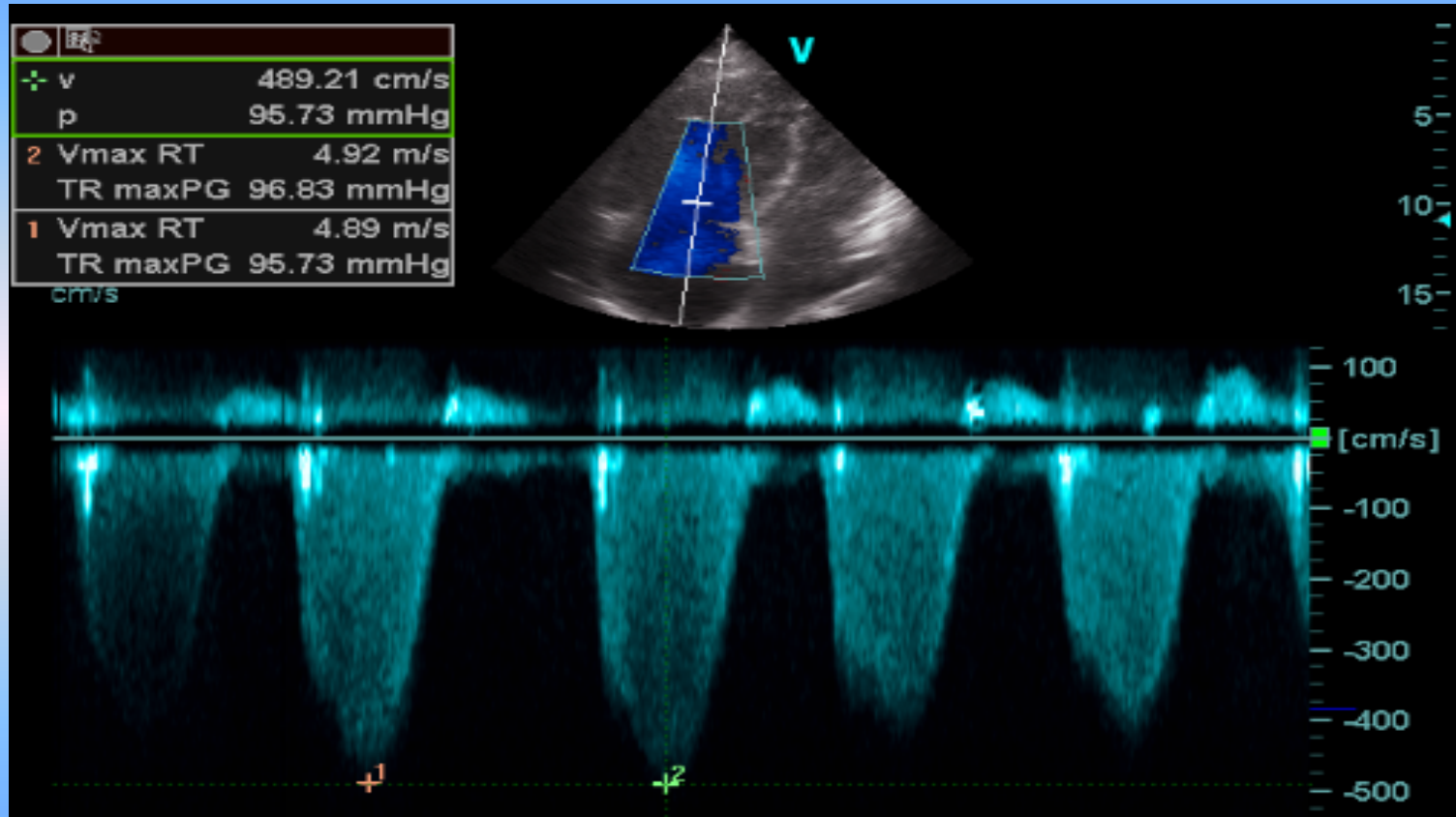


# Analyse en Doppler continu du flux d'IT



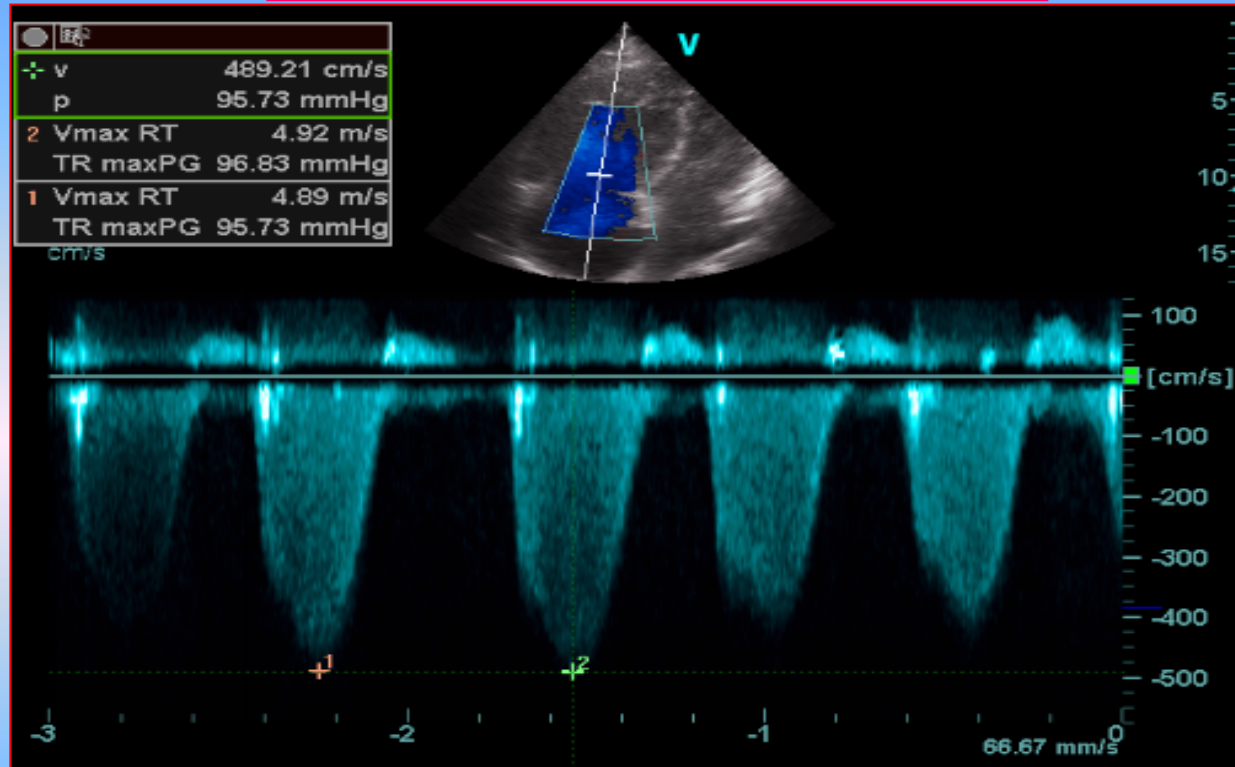
**Vitesse maximale de la régurgitation tricuspide**

# Analyse en Doppler continu du flux d'IT



**Vitesse maximale de la régurgitation tricuspide**

# Estimation de la PAPS



## Equation de Bernoulli

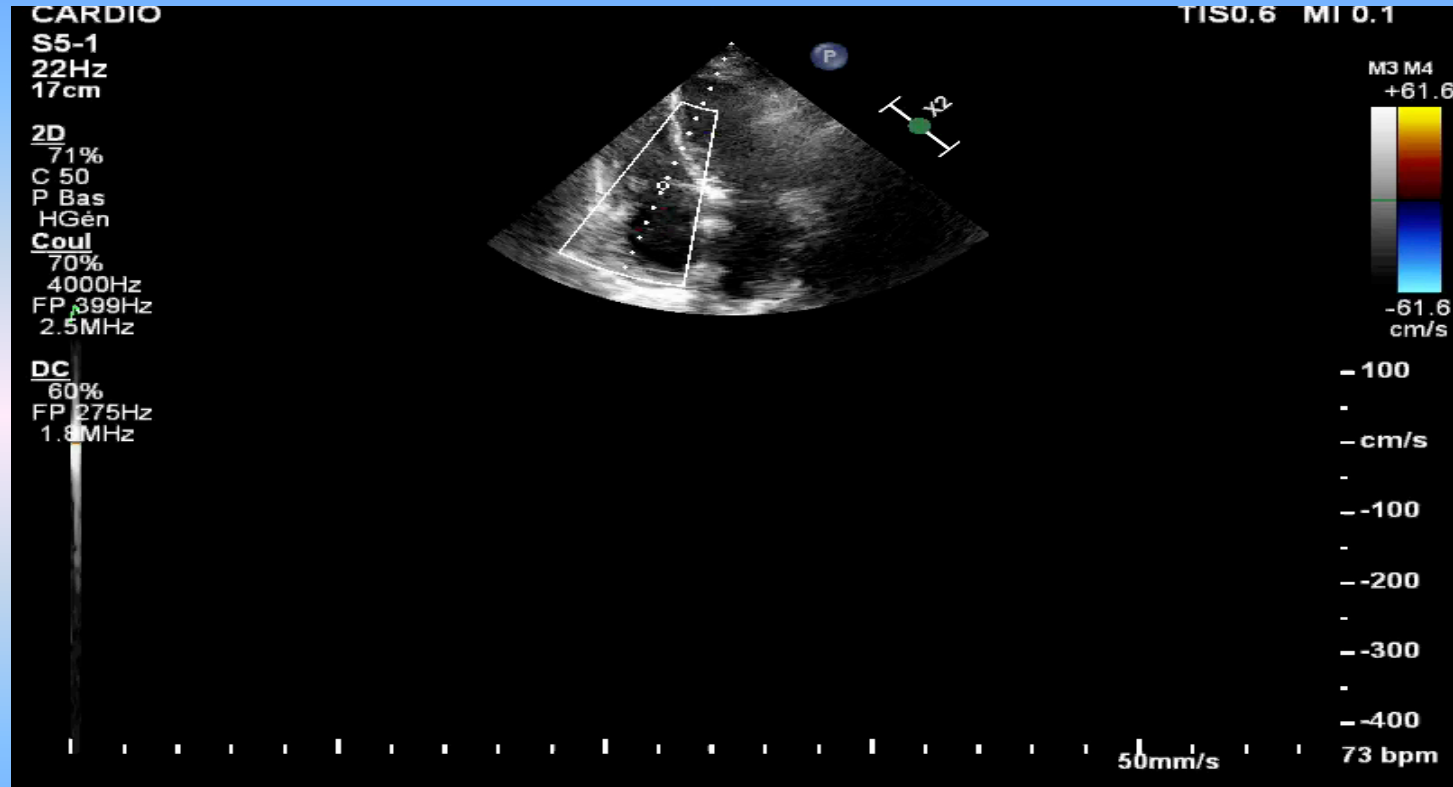
$$\text{PVD syst} - \text{POD syst} = 4 \times V_{\text{maxIT}}^2$$

$$\text{PAPs} = 4 \times V_{\text{maxIT}}^2 + \text{POD}$$

## Equation de Chemla

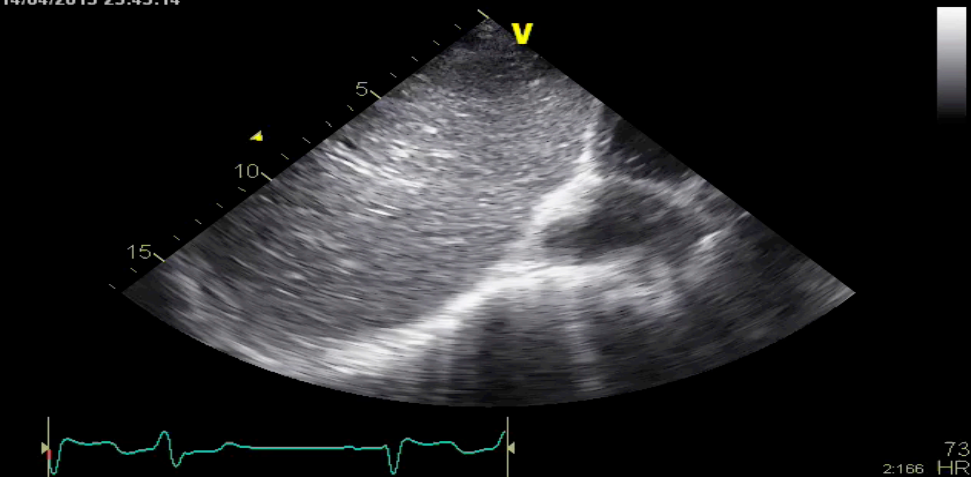
$$\text{PAPM} = 0,6 \text{ PAPS} + 2 \text{ mmHg}$$

# Analyse en Doppler continu du flux d'IT



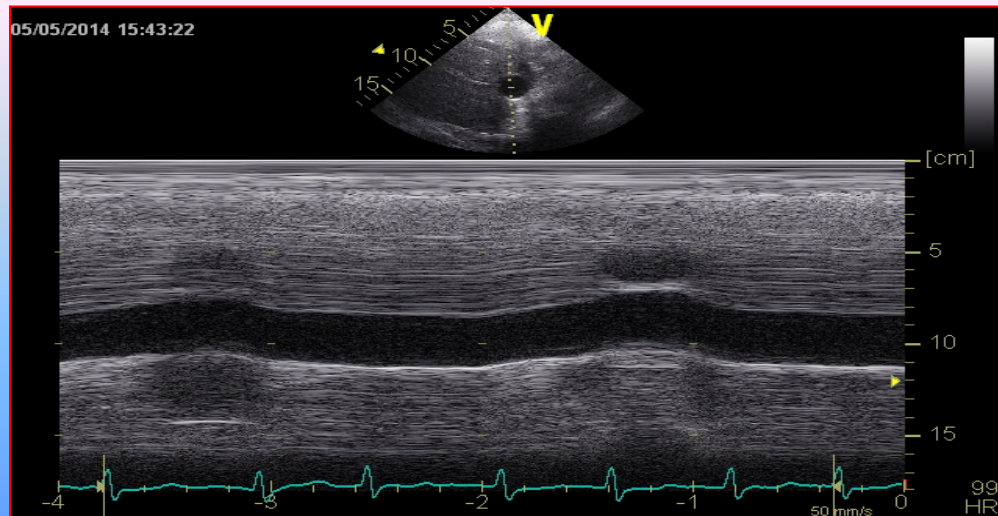
**Vitesse maximale de la régurgitation tricuspide**

14/04/2015 23:43:14



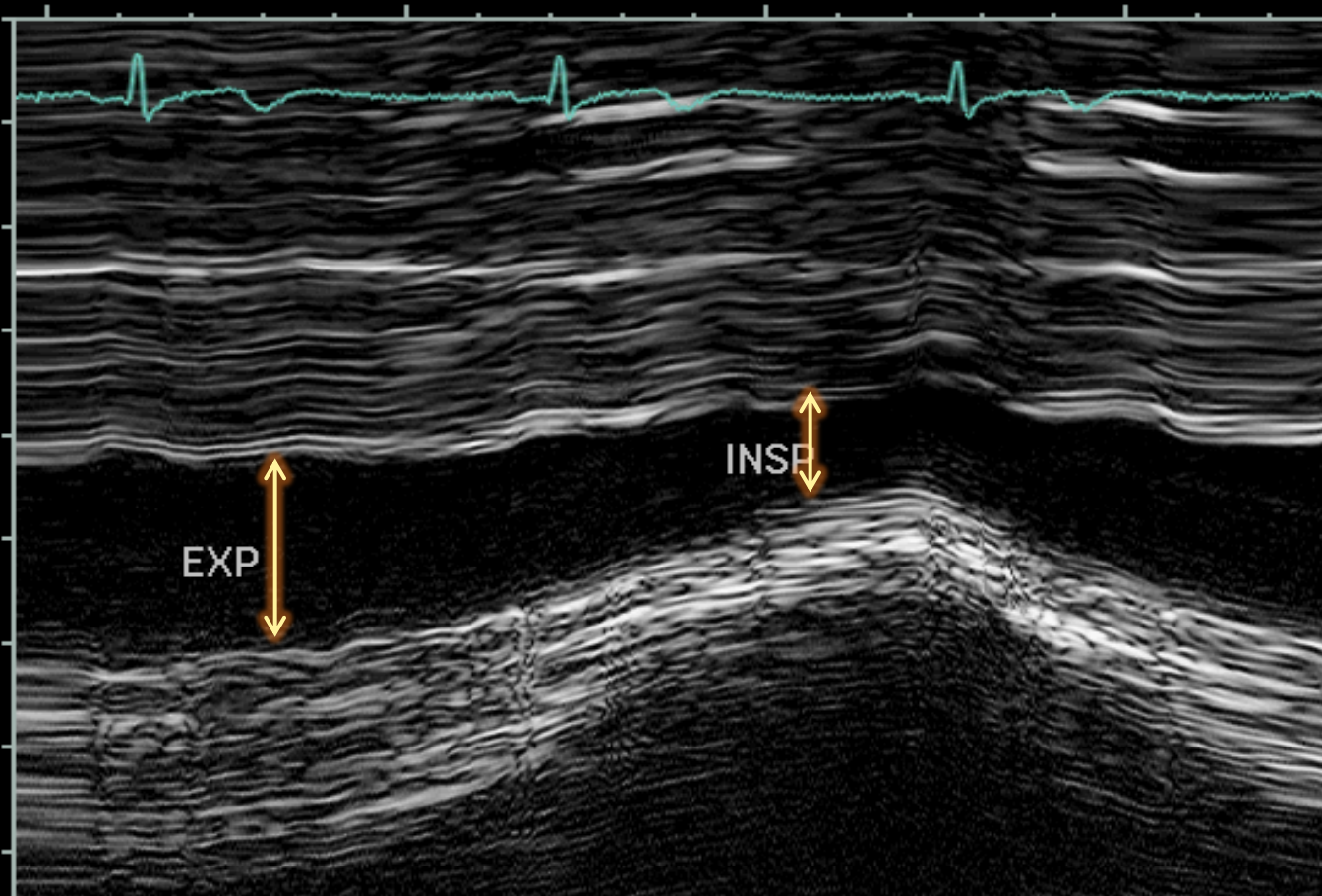
## Diamètre et variations respiratoires de la VCI

05/05/2014 15:43:22



Cal=10mm

56

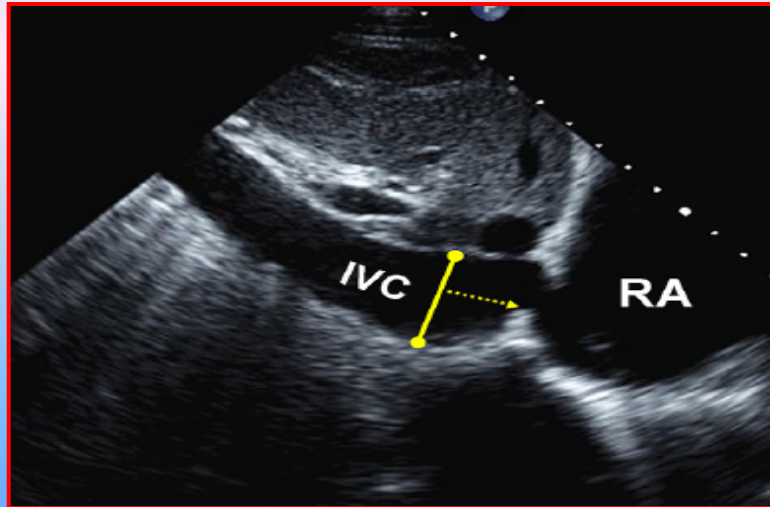




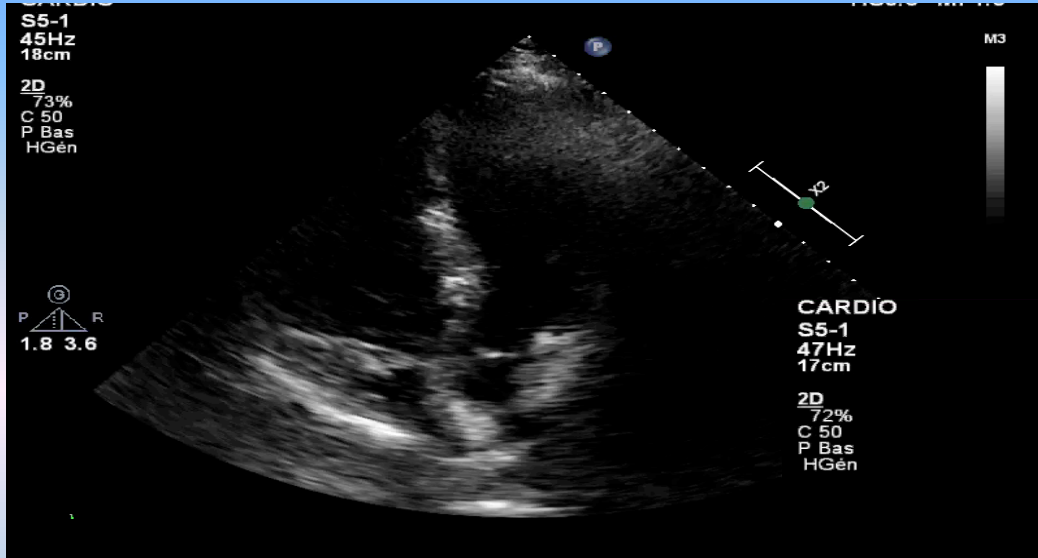
# Evaluation de la POD

**Table 3** Estimation of RA pressure on the basis of IVC diameter and collapse

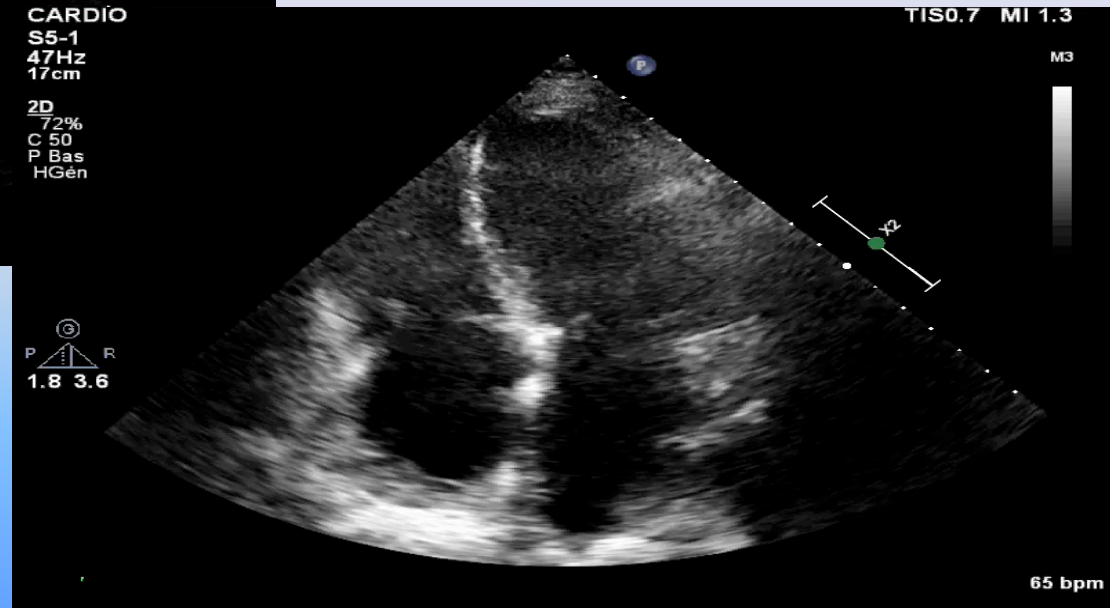
| Variable                                  | Normal (0-5 [3] mm Hg) | Intermediate (5-10 [8] mm Hg) |            | High (15 mm Hg)                                                                                                                                                                                                                  |
|-------------------------------------------|------------------------|-------------------------------|------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| IVC diameter                              | $\leq 2.1$ cm          | $\leq 2.1$ cm                 | $> 2.1$ cm | $> 2.1$ cm                                                                                                                                                                                                                       |
| Collapse with sniff                       | $> 50\%$               | $< 50\%$                      | $> 50\%$   | $< 50\%$                                                                                                                                                                                                                         |
| Secondary indices of elevated RA pressure |                        |                               |            | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Restrictive filling</li> <li>• Tricuspid E/E' <math>&gt; 6</math></li> <li>• Diastolic flow predominance in hepatic veins (systolic filling fraction <math>&lt; 55\%</math>)</li> </ul> |



## Ventricule droit normal

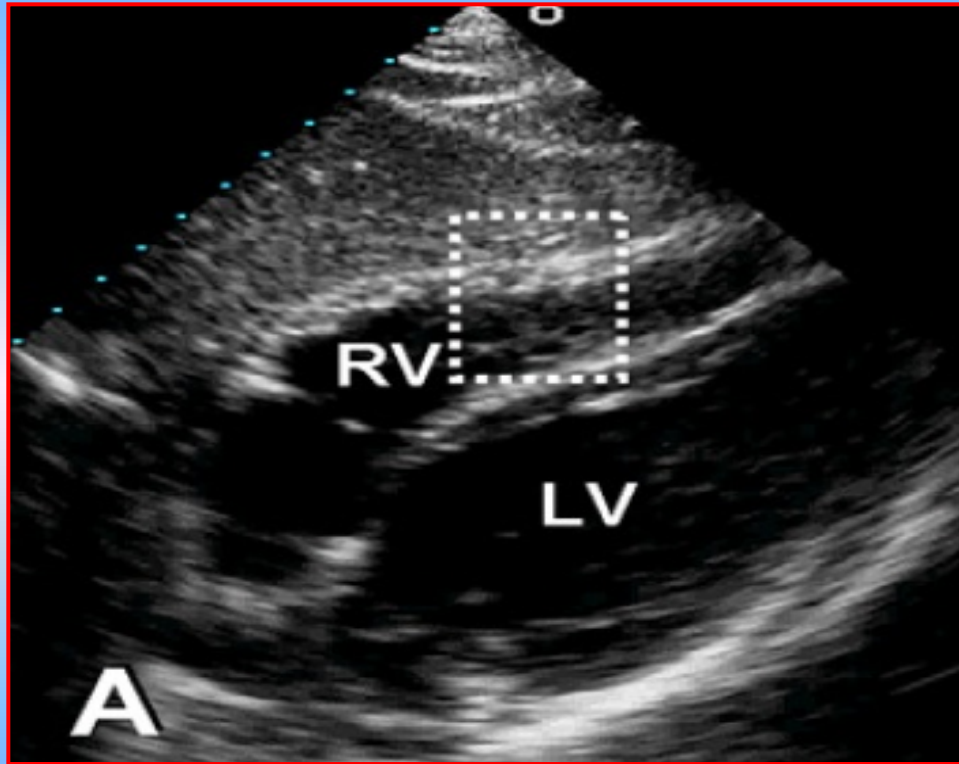


OD dilatée et décollement péricardique





## Retentissement de l' HTAP: Remodelage des cavités droites

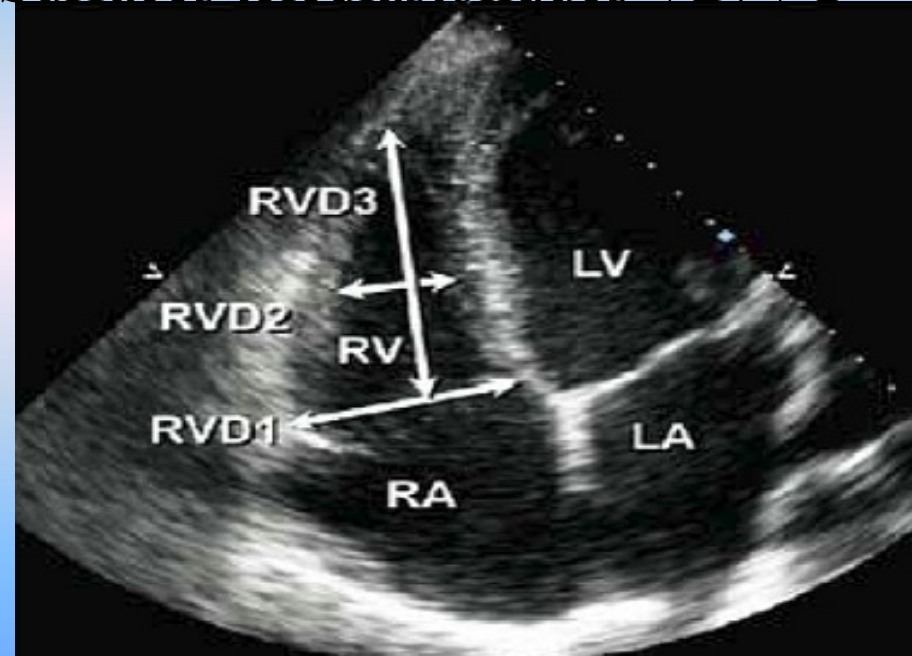
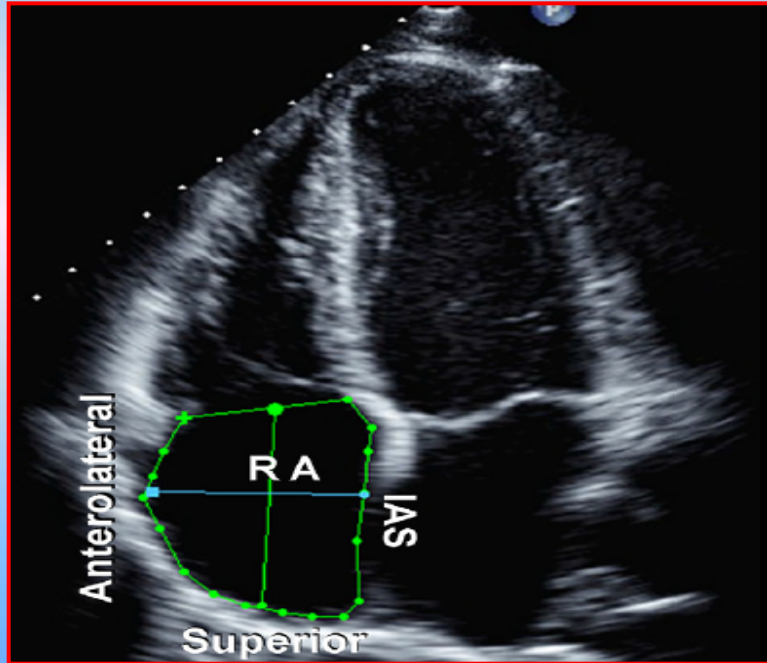


Hypertrophie septale si paroi  $> 5$  mm

# Remodelage des cavités droites

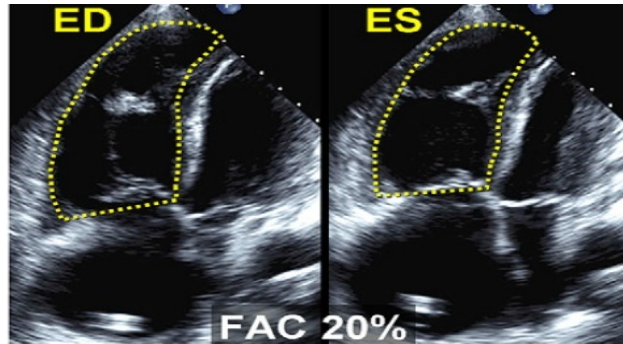
- Surface OD
- Volume OD

- Diamètre de la base du VD
- Surfaces télédiastoliques VD/VG

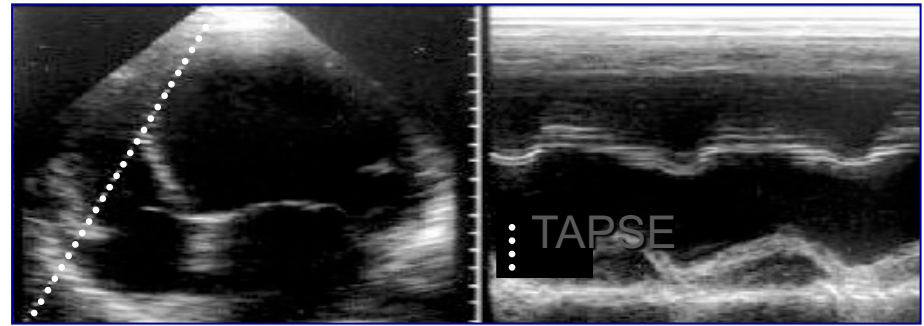


# Echocardiographie: fonction systolique du VD

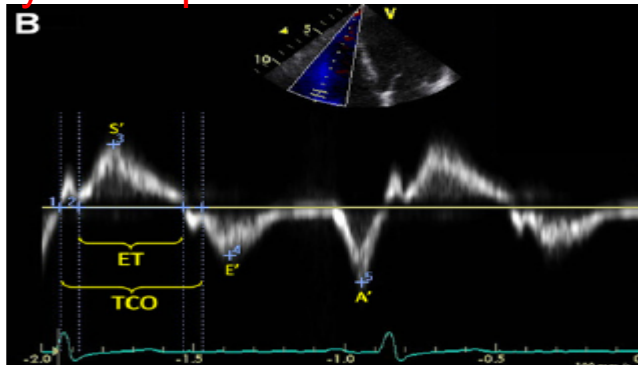
- **FRSVD N > 45 %**



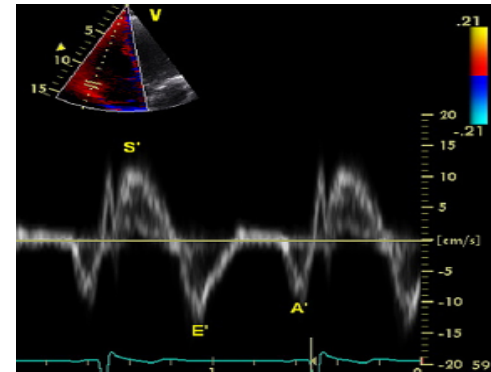
- **TAPSE**

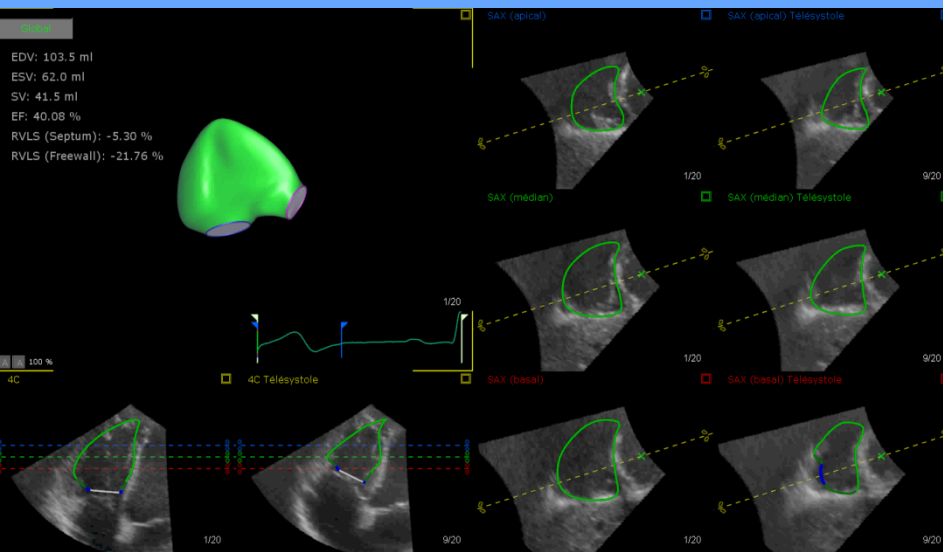


- **Index de performance myocardique Tei**



- **Onde S tricuspidienne en Doppler Tissulaire**





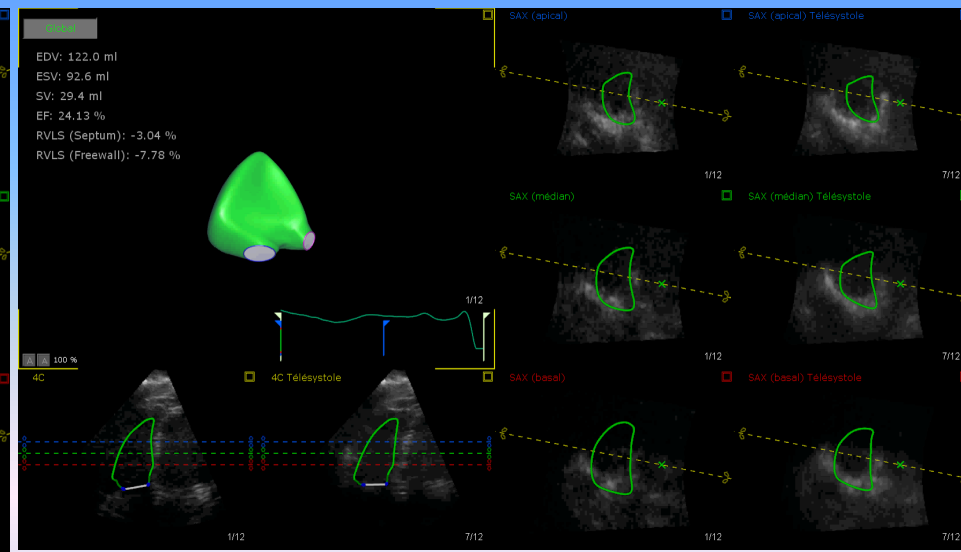
Dysfonction ventriculaire droite:

Scenario clinique 1

FE VD 3D = 40%

PAP augmentée

Dyspnée NYHA II



Dysfonction ventriculaire droite plus sévère:

Scenario clinique 2

FE VD 3D = 24%

PAP augmentée

Dyspnée NYHA II

Moins bon pronostic

## Prévalence of patent foramen ovale and its contribution to hypoxemia in patients with obstructive sleep apnea

Shanoudy H, Soliman A, Raggi P, Liu JW, Russell DC, Jarmukli NF..  
Chest 1998;113:91e6

- Cas contrôle
- Homme uniquement
- ETO avec
  - Epreuve de contraste
  - Manœuvre de valsava

**Table 1—Clinical Characteristics and Test Results for Sleep Apnea and Control Subjects\***

|                               | Sleep Apnea<br>(n=48) | Control Subjects<br>(n=24) | p Value |
|-------------------------------|-----------------------|----------------------------|---------|
| Age, yr                       | 57±12.3               | 65±9.5                     | 0.004   |
| BSA, m <sup>2</sup>           | 2.3±0.2               | 2.2±0.3                    | NS      |
| FEV <sub>1</sub> /FVC         | 78.1±9.3              | 77.3±5.1                   | NS      |
| RDI                           | 33.9±31               | NC                         |         |
| PAP, mm Hg                    | 32±10.3               | 22.0±6.3                   | 0.003   |
| Baseline SaO <sub>2</sub> , % | 94.2±1.8              | 95.1±2.2                   | NS      |
| Δ SaO <sub>2</sub> , %        | -2.0±1.3              | -0.9±0.7                   | 0.0002  |
| PFO prevalence, %             | 69                    | 17                         | 0.0001  |

\*BSA=body surface area; NC=not calculated; PAP=pulmonary artery systolic pressure; SaO<sub>2</sub>=finger pulse oximetry SaO<sub>2</sub>; Δ SaO<sub>2</sub>=degree of arterial O<sub>2</sub> desaturation following Valsalva maneuver.

Prevalence of patent foramen ovale in subjects with obstructive sleep apnea:  
a transcranial Doppler ultrasound study

Beelke M, Angelib S, Del Setteb M, Gandolfob C, Cabanoa ME, Canovaro P, et al.  
.Sleep Med 2003;4:219e23

- **PFO was present** in 21 out of 78 patients **with OSA (27%)** and in 13 out of 89 **control patients (15%)**.
- Seventeen out of 21 patients with OSA showed **PFO only during Valsalva maneuver (85%)** with respect to 12 out of 13 subjects of the control group **(92%)**. ( $P<0.05$ ).
- **Prevalence of PFO in subjects with OSA is significantly higher than in normal controls.**
- **The shunt is frequently present only during Valsalva maneuver.**

## Patent Foramen Ovale in Severe Obstructive Sleep Apnea Clinical Features and Effects of Closure

Zarrin F. Mary J. Morrell, PhD

*CHEST* 2013; 143(1):56–63

**Table 3—PFO Shunt Size in Patients With OSA and Healthy Control Subjects at Rest and Following Valsalva Maneuver**

| Shunt Size     | At Rest       |                           |         | Following Valsalva Maneuver |                           |         |
|----------------|---------------|---------------------------|---------|-----------------------------|---------------------------|---------|
|                | OSA (n = 100) | Control Subjects (n = 50) | P Value | OSA (n = 100)               | Control Subjects (n = 50) | P Value |
| No shunt       | 79            | 44                        | .26     | 57 <sup>a</sup>             | 35 <sup>a</sup>           | .16     |
| Small shunt    | 11            | 4                         | .77     | 17                          | 8                         | 1.00    |
| Moderate shunt | 10            | 1                         | .10     | 8                           | 4                         | 1.00    |
| Large shunt    | 0             | 1                         | .33     | 18                          | 3                         | .049    |



# Physiopathologie du FOP au cours du SAS

## CLINICAL REVIEW

### Patent foramen ovale and obstructive sleep apnea: A new association?

Edmund M.T. Lau <sup>a,b</sup>, Brendon J. Yee <sup>a,b</sup>, Ronald R. Grunstein <sup>a,b</sup>, David S. Celermajer <sup>c,\*</sup>

<sup>a</sup>Department of Respiratory and Sleep Medicine, Royal Prince Alfred Hospital, Camperdown NSW 2050, Australia

<sup>b</sup>Woolcock Institute of Medical Research, University of Sydney, 431 Glebe Point Road, Glebe NSW 2037, Australia

<sup>c</sup>Department of Cardiology, Royal Prince Alfred Hospital, Camperdown NSW 2050, Australia

Sleep Medicine Reviews 14 (2010) 391e395



## REVIEW

### Patent foramen ovale and obstructive sleep apnoea: From pathophysiology to diagnosis of a potentially dangerous association

Foramen ovale perméable et syndrome d'apnées obstructives du sommeil :  
de la physiopathologie au diagnostic d'une association potentiellement  
dangereuse

Cyril Pellaton <sup>a</sup>, Raphaël Heinzer <sup>b</sup>, Patrik Michel <sup>c</sup>,  
Eric Eeckhout <sup>a,\*</sup>

Archives of Cardiovascular Disease (2011) 104, 242—251





# Physiopathologie du FOP au cours du SAS

- **Augmentation du retour veineux**

- Dépressions intra thoracique
- 80 cm H<sub>2</sub>O ( sujet jeune)

- **Augmentation transitoire de la PAP**

- Vasoconstriction pulmonaire hypoxique (résistances )
- Augmentation de la post charge du VD

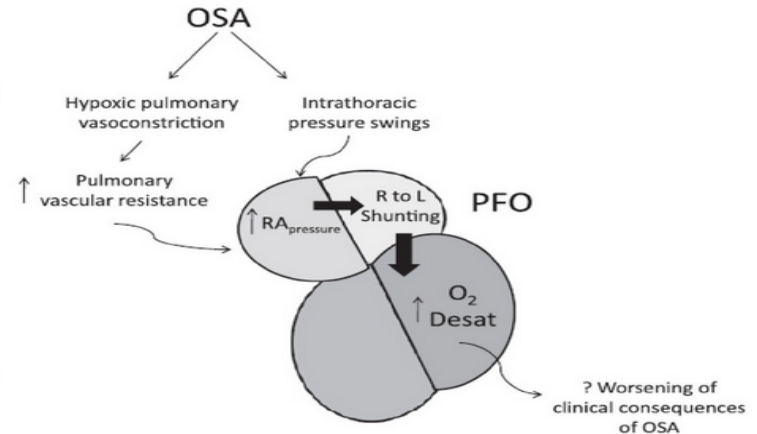
- **hyperventilation post apnée .**

- Hyperventilation post apnée La phase inspiratoire de cette réponse augmente le retour veineux .
- Valves d'Eustachi dirige le flux vers le septum interauriculaire ,

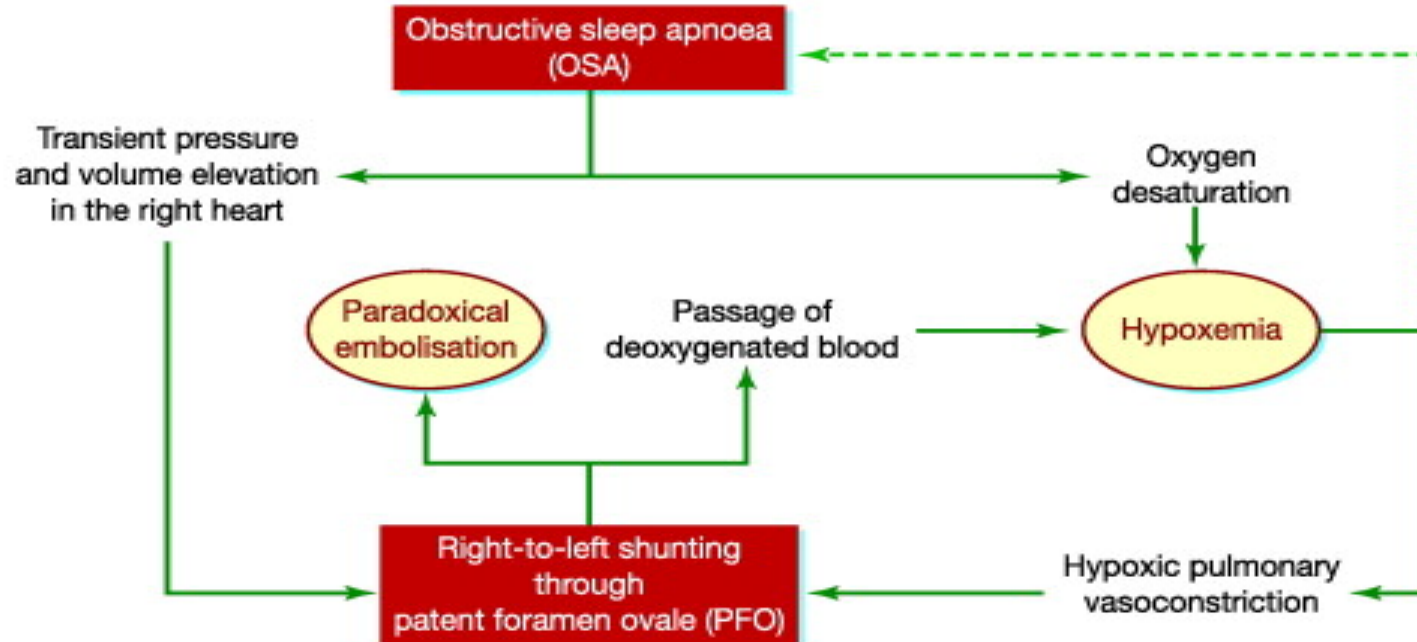
- **Hypoxémie**

- Aug sensibilité chémorécepteur CO<sub>2</sub>
- Instabilité ventilatoire

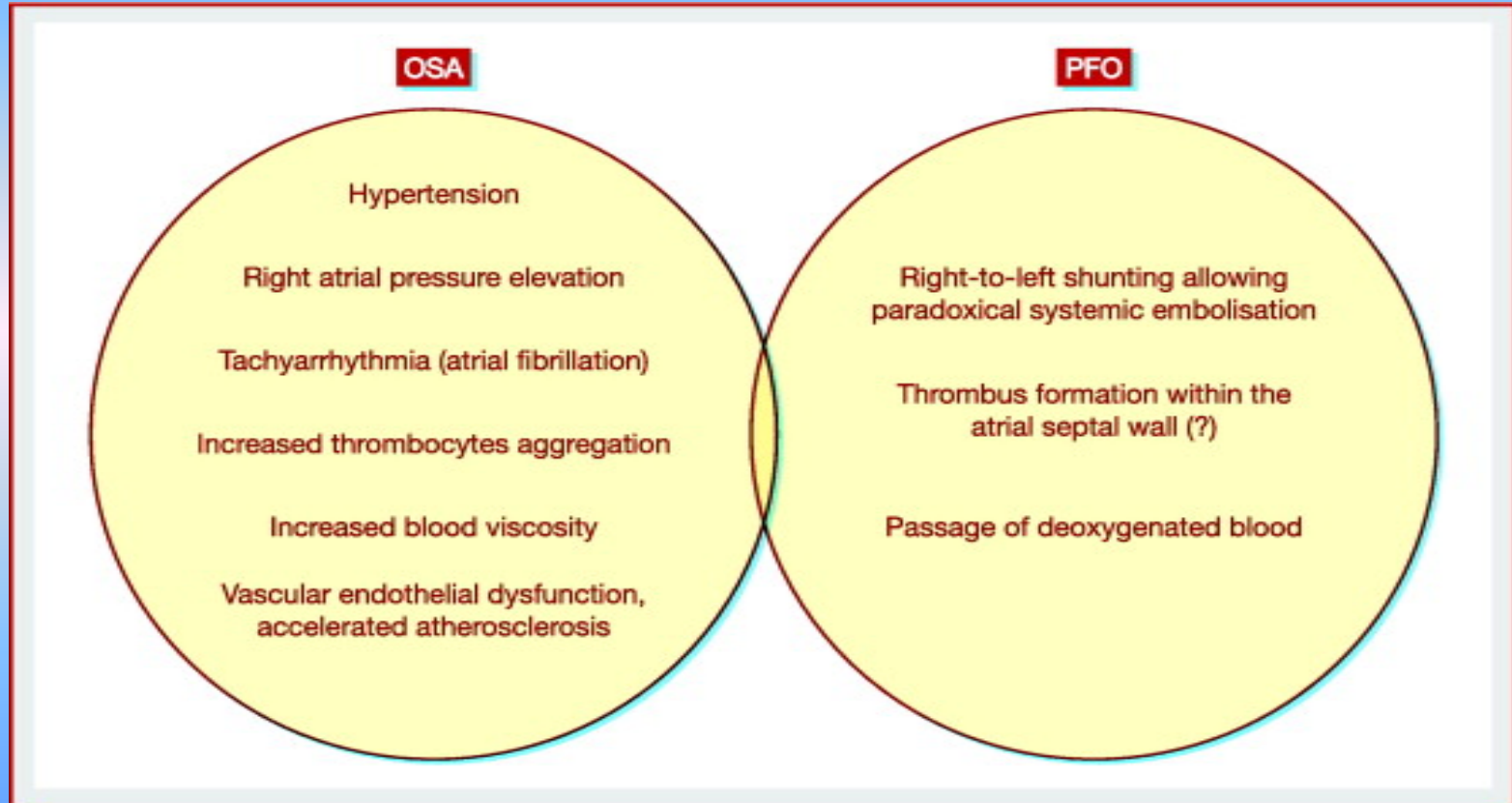
(Bartolomeo Eustachi ou Barthélemy Eustache, savant anatomiste et médecin italien, né vers 1510 à San Severino dans la Marche d'Ancône, mort en 1574)



# Physiopathologie



# Physiopathologie



# Mise en évidence du foramen ovale perméable

## Mise en évidence du FOP

- **ECHO TRANSTHORACIQUE**

- Rechercher shunt droit-gauche Niveau intracardiaque
- Épreuve de contraste
- Spontanée et provoquée ( Valsalva , toux )

- **ECHO TRANSOESOPHAGIEN : Gold Standart**

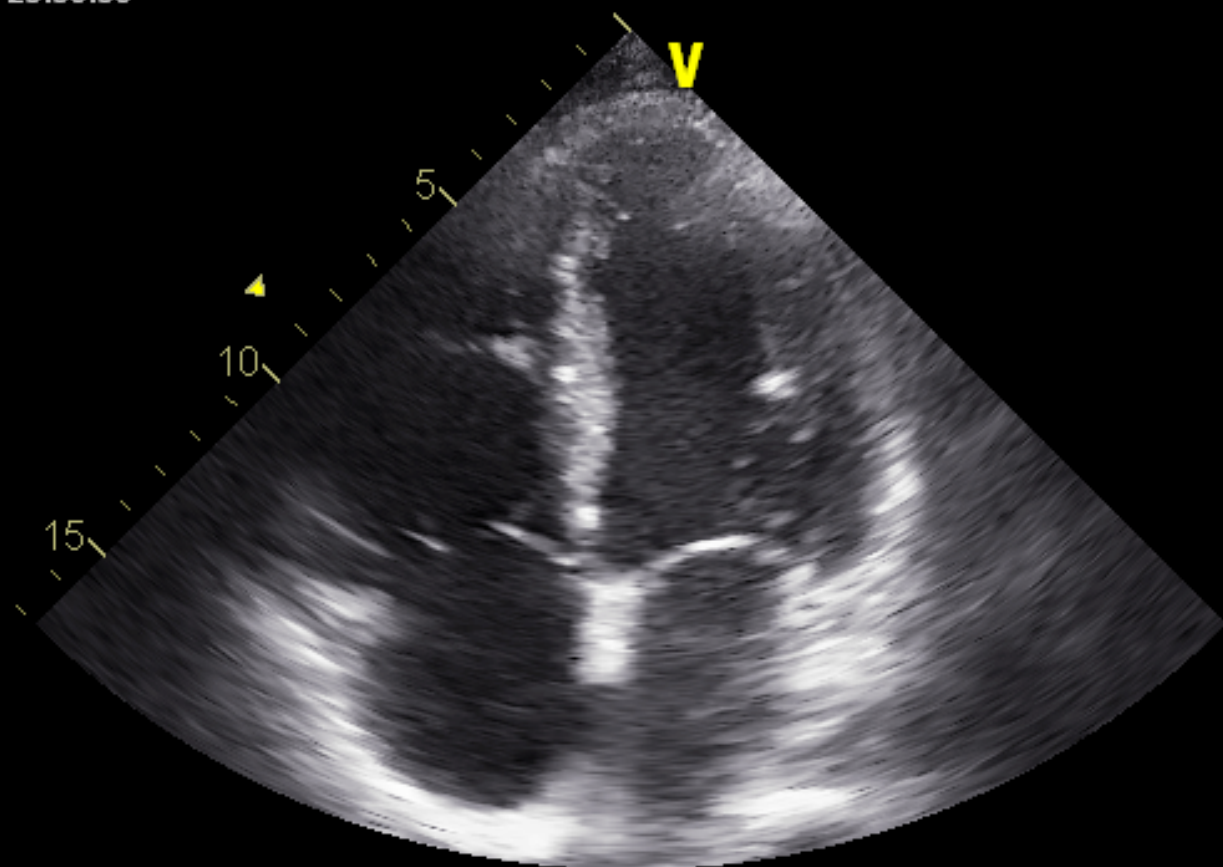
- Confirmer foramen ovale perméable
- Préciser anatomie (longueur, largeur)
- Rechercher anévrysme associé ASIA

- **Doppler Trans-cranien :**

- Idem ETO sensibilité , patient endormi
- Ne permet pas de différencier un shunt intra pulmonaire / intracardiaque
- Ne visualise par caillot , ni morphologie du septum (ASIA)



14/04/2015 23:38:56



73  
3:168 HR

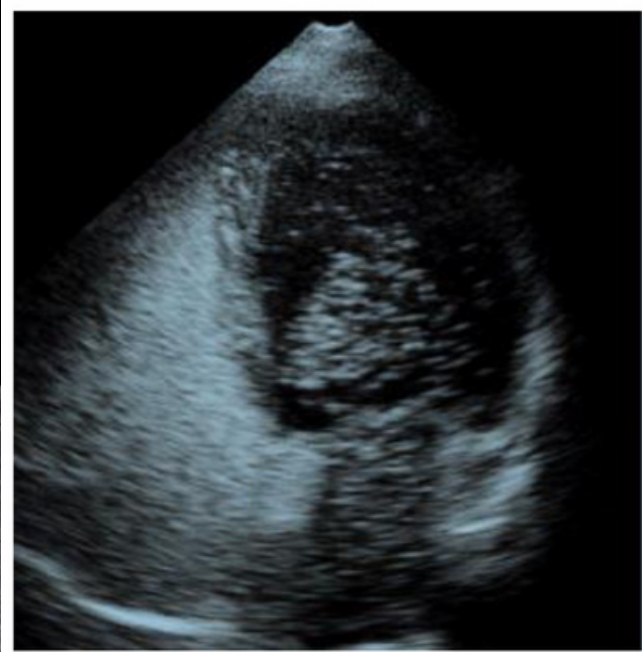
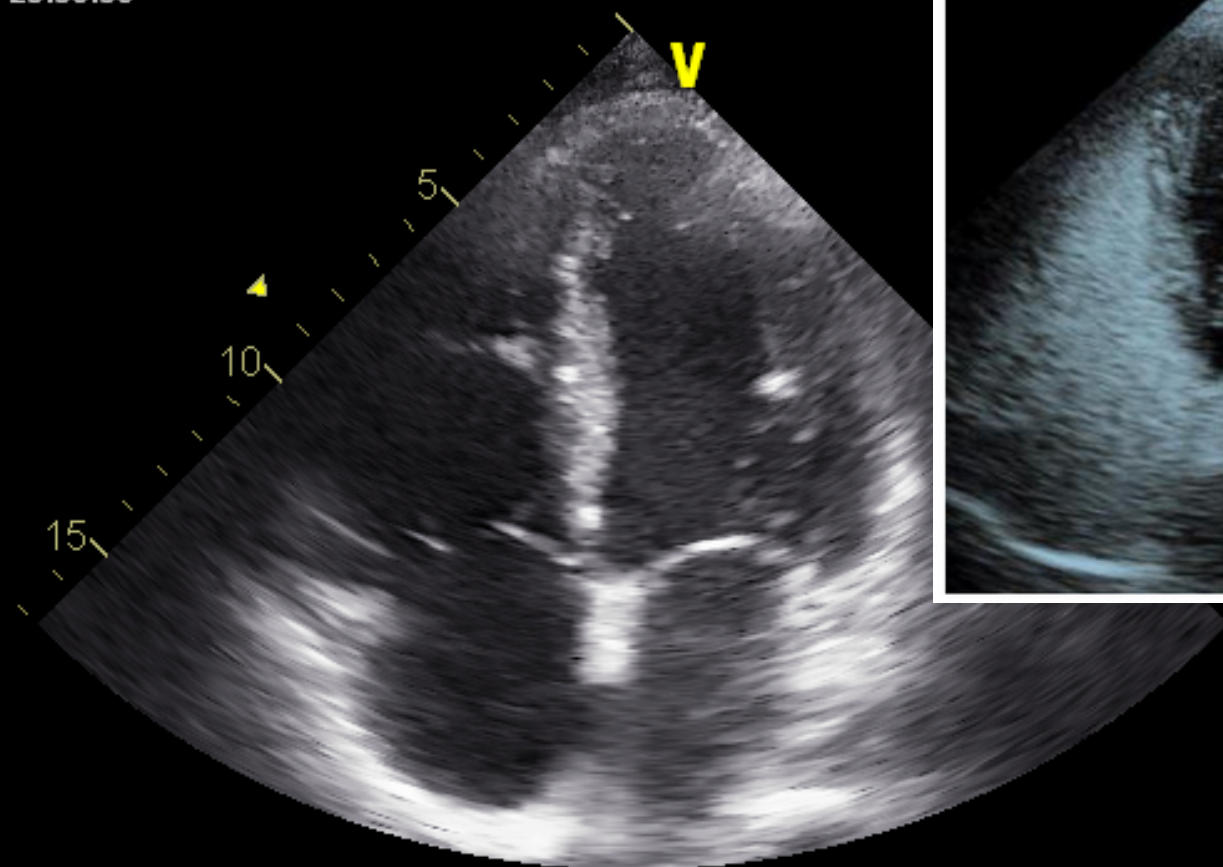






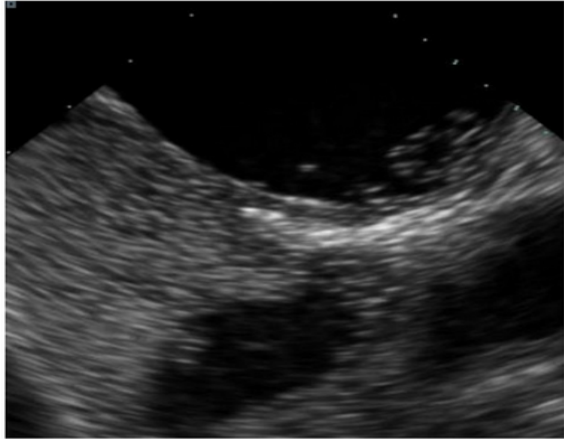


14/04/2015 23:38:56



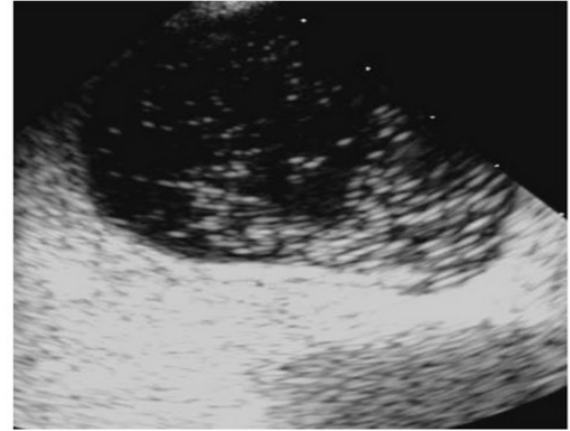
73  
3:168 HR

# Mise en évidence du foramen ovale perméable



Shunt minime

3 bulles après 3 battements  
cardiaques



Shunt important

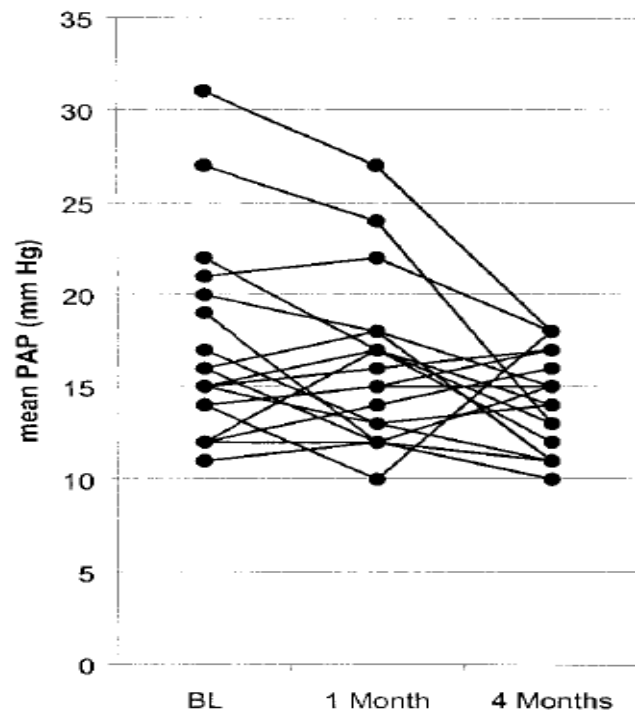
Grade 0 = none,  
Grade 1 = minimal : 1---5 bubbles  
Grade 2 = moderate : 6---20 bubbles  
Grade 3 = severe : >20 bubbles

Meier B Percutaneous closure of patent foramen ovale in cryptogenic embolism. N Engl J Med 2013;368:1083-91

# Continuous Positive Airway Pressure Treatment Improves Pulmonary Hemodynamics in Patients with Obstructive Sleep Apnea

DIMITAR SAJKOV, TINGTING WANG, NICHOLAS A. SAUNDERS, ALEXANDRA J. BUNE, and R. DOUGLAS McEVOY

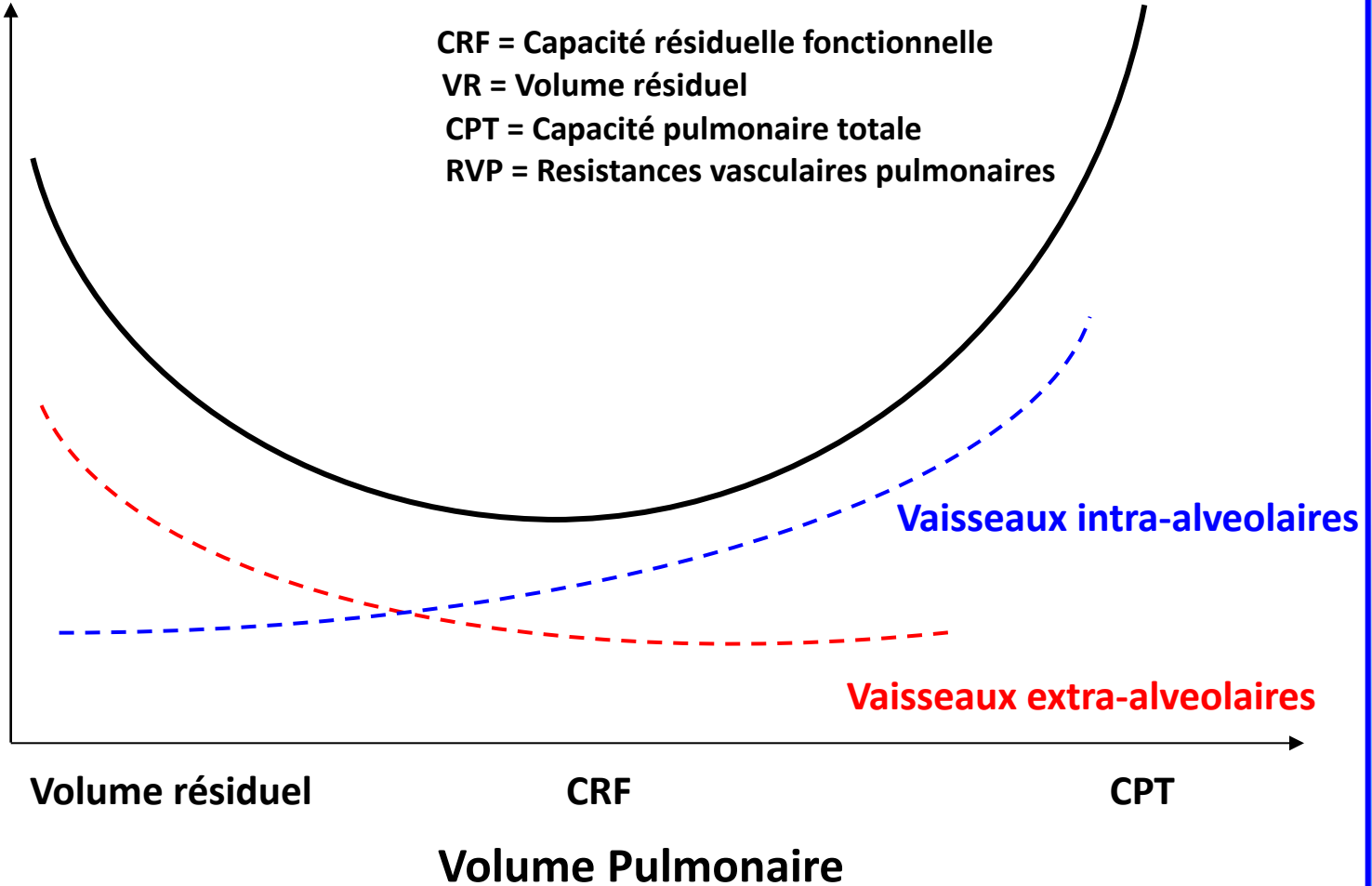
n=20



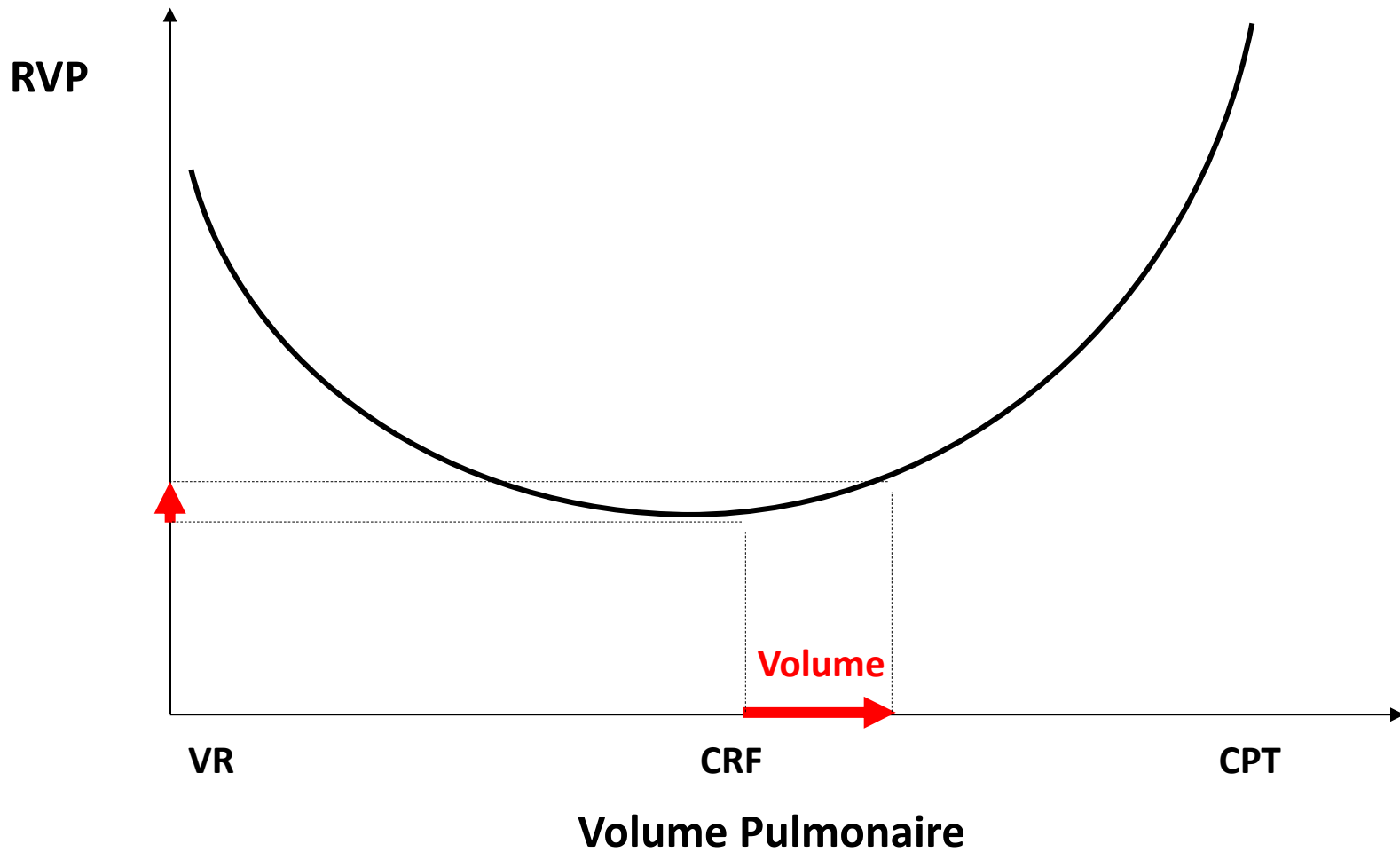
# Variation des résistances vasculaires pulmonaires en fonction du volume pulmonaire

RVP

CRF = Capacité résiduelle fonctionnelle  
VR = Volume résiduel  
CPT = Capacité pulmonaire totale  
RVP = Résistances vasculaires pulmonaires



## Variation des résistances vasculaires pulmonaires en fonction du volume pulmonaire



# Effets bénéfiques de la PPC

**Table 1** Summary of parameters in study patient before and after CPAP treatment

|                         | Before CPAP        | After CPAP  |
|-------------------------|--------------------|-------------|
| AHI (events/h)          | 82                 | 3           |
| PaO <sub>2</sub> (kPa)  | 7.7                | 9.6         |
| PaCO <sub>2</sub> (kPa) | 5.6                | 5.5         |
| pH                      | 7.41               | 7.42        |
| RLS (%)                 | 19                 | 6           |
| Right ventricle         | Moderately dilated | Not dilated |

CPAP suppression of awake right-to-left shunting through patent foramen ovale in a patient with obstructive sleep apnoea C Pinet, J Orehek Thorax 2005;60:880–881.



# Patent foramen ovale and obstructive sleep apnoea: From pathophysiology to diagnosis of a potentially dangerous association

## Table 1 Effects of continuous positive airway pressure (CPAP).

Decrease of fluctuations of intrathoracic pressure  
Restoration of venous return  
Abolishment of interdependence mechanisms and pulsus paradoxus  
Reduction in blood pressure during the day and night  
Attenuation of sympathetic activity  
Reduction of pulmonary artery pressure during apnoea  
Reduction in the risk of cardiovascular events  
Improvement of endothelial dysfunction

# Conclusion

- ✓ HTP modérée dans 20% des SAOS
- ✓ Le FOP a une prévalence élevée dans la population générale et plus élevée au cours du SAOS
- ✓ Une apnée obstructive prolongée peut provoquer des conditions hémodynamiques entraînant un shunt droit-gauche
- ✓ Un shunt droit-gauche via un FOP aggrave la désaturation nocturne lors des apnées obstructives. Ceci peut aggraver les symptômes et conséquences du SAS
- ✓ PHRC SAOS et HTP