



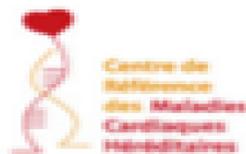
Exercices d'échocardiographie

Fonction cardiaque, estimation des pressions, shunts
appliqués aux cardiopathies congénitales

DU cardiologie pédiatrique et congénitale décembre 2023

Zahra BELHADJER

M3C-Necker Enfants malades, Université Paris Descartes
Centre de référence des Malformations Cardiaques Congénitales Complexes
Centre de référence des Maladies Cardiaques Héritaires
ICarP, Institut Hospitalo-Universitaire IMAGINE, Paris, France



Physiologie générale

Sens du shunt = régime de pression de part et d'autre de la communication

Gradient de pression = taille de la communication

Communication large = égalisation de pression entre les cavités

Communication restrictive = gradient de pression entre les cavités

Importance du shunt = résistances vasculaires, compliances ventriculaires, obstacles valvulaires

Les pressions à gauches sont fixées par la commande centrale

Objectif :
estimations
des pressions
pulmonaires
IT, IT, CA, CIV

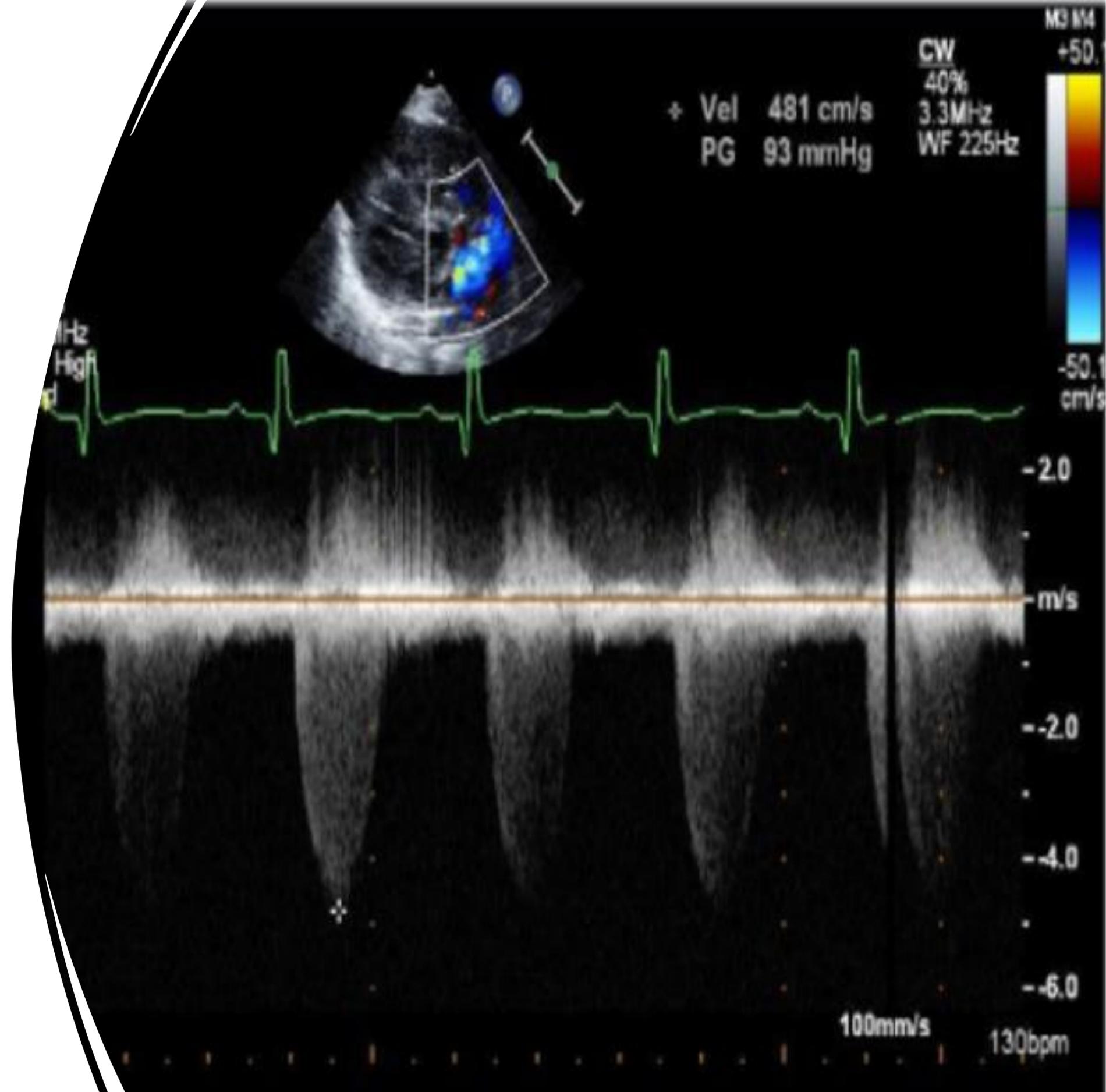
Dans les cardiopathies avec shunt:

-Déterminer l'importance du shunt
 Q_p/Q_s

-Connaitre les résistances vasculaires
pulmonaires : fermeture shunt?

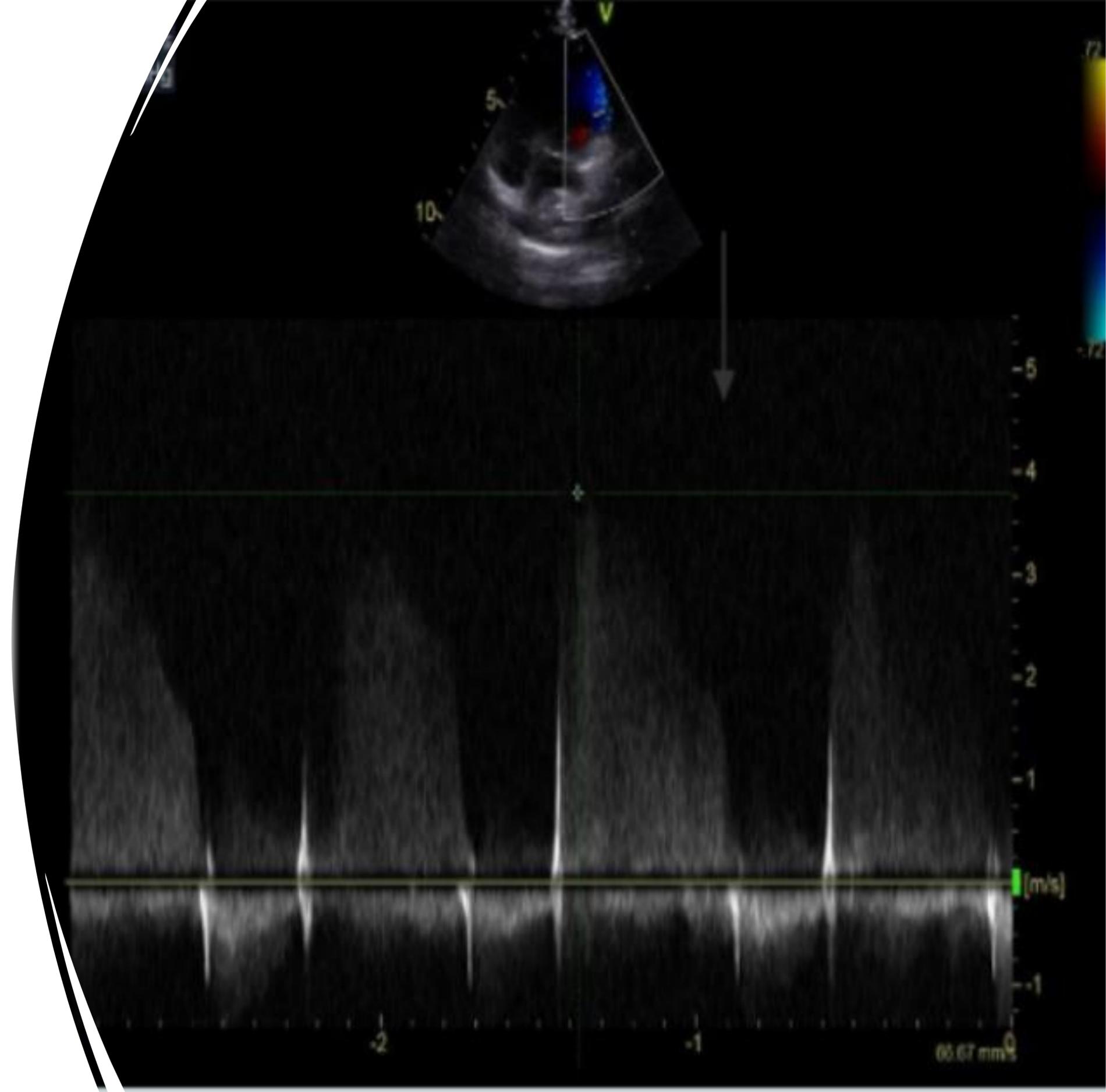
Estimations des pressions pulmonaires :IT

- En systole =>PAPs pression pulmonaires systoliques
- PAPs= gradient VD-OD + POD
- POD 3mmHg si VCI fine, 10-15mmHg si VCI dilatée



Estimations des pressions pulmonaires :IP

- Par IP: insuffisance pulmonaire
- Proto diastole: Pression pulmonaire moyenne
- Tele diastole : pression pulmonaire diastolique
- PAPm= gradient AP-VD proto diastole + PODPAPd= gradient AP-VD telediastole+ POD



Par le canal/CIV:

PAPs = PAO - gradient
max CA



Freq.: 2.3 MHz/4.6 MHz
IPS: 74.9



Courbure aplatie en systole
Surcharge en pression
HTVD : HTAP, obstacle voie
ejection

3 MHz/4.6 MHz

18

V



-
- Courbure aplatie en diastole
 - Surcharge en volume
 - CIA, RVPA partiel, IT, IP.



Valeur pression pulmonaire en fonction de l'âge

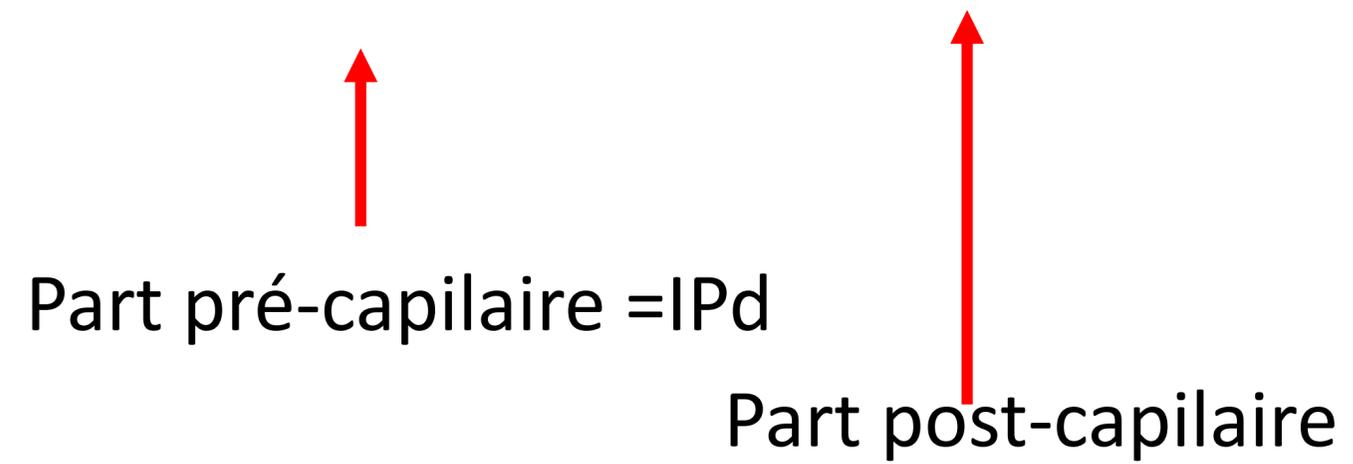
Variable	n	PAPs mm Hg (95% CI)	
		Femmes (n = 2065)	Hommes (n = 1147)
Age, y			
< 20	856	18.6-34.2	18.2-36.2
20 to 29	669	19.2-34.4	19.9-36.3
30 to 39	650	19.3-35.7	18.7-37.5
40 to 49	494	19.9-37.5	19.1-38.3
50 to 59	344	20.2-39.4	21.0-40.6
≥ 60	199	20.5-42.1	21.2-43.6

Estimation de la POD

Evaluation de la POD		
Veine cave inférieure	Variations respiratoires	Estimation POD
Petite (< 1.5 cm)	Vidange complète en inspiration	5 mm Hg
Normale (1.5-2.5 cm)	Vidange > 50 %	10 mm Hg
Normale (1.5-2.5 cm)	Vidange < 50 %	15 mm Hg
Dilatée (> 2.5 cm)	Vidange < 50 %	20 mm Hg
VCI et VSH dilatées	Pas de variation	> 20 mm Hg

HTAP :rappel

- $PAP_m = \text{Gradient trans capillaire} + P_{Cap}$



Rappel : HTAP PAPm > 20 mmHg

Pré capilaire :

liée à une pathologie des capilaire pulmonaire (primitive ou secondaire à une pathologie pulmonaire)

Post capilaire :

liée à une élévation de la PCAP

La PCAP peut être élevée si :

- Pathologie du muscle cardiaque = dysfonction diastolique augmentant le PTDVG - Un obstacle entre les poumons et le VG (NB : Ici PCAP \neq PTDVG)

- Sténose mitrale

- Membrane supra mitrale

- Cœur tri atrial

- RVPA total bloqué

- Sténose des veines pulmonaires

- **De débit** liée à une surcharge

Pression pulmonaire et IT : toujours valable?

- Non, si obstacle pulmonaire, le gradient VD-OD est le reflet de la PVD et non de la PAPs

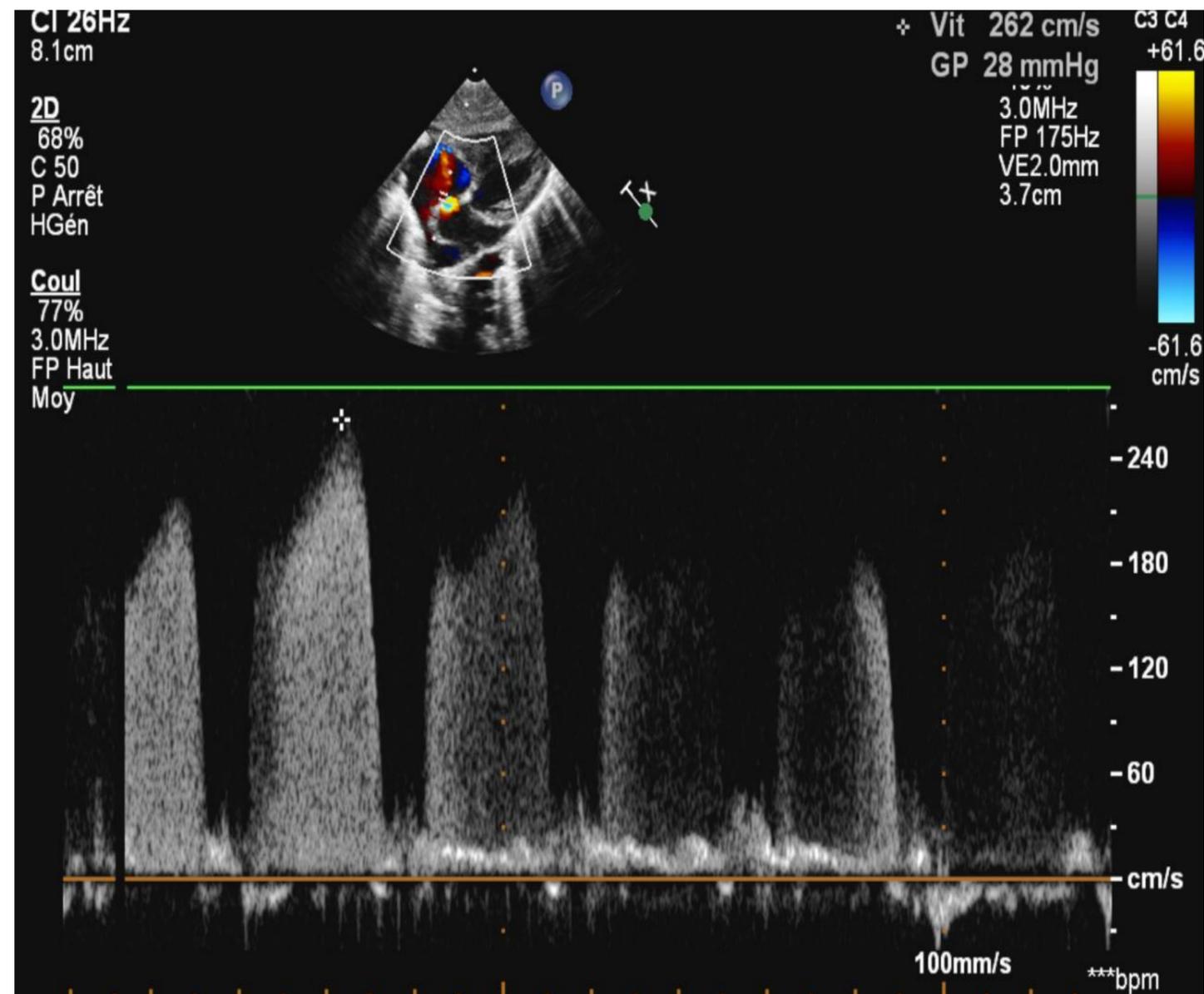
Dans ce cas HTVD \neq HTAP !!!!!

- Si un seul obstacle proximal (SVP) : PAPs = PVD - gradient max trans pulmonaire
- Si obstacle étagés, petite voie pulmonaire (T4F par exemple), on ne peut pas estimer les PAPs.

Estimer la POG=pression dans l'OG

SI FOP/CIA restrictive

- POG = gradient OG-OD + POD (estimée sur la VCI)



Communications
interventriculaires :
physiologie

Le shunt gauche-droite est dépendant des :

Résistances vasculaires pulmonaires et systémiques en systole

Des lésions associées : RA, SP

Surcharge volumétrique des cavités gauches

Sauf si CIA large associée (dé-précharge le VG)

Pression artérielle pulmonaire (en l'absence de SP)

- Vitesse Doppler du shunt (Bernoulli)
 - $PVGS - PVDs = 4V^2$
 - $PAPs = PVDs = PAOs - 4V^2$
- Courbure septale
- IT $PVDs - PODs = 4V^2$
 - $PAPs = PVDs = 4V^2 + 5$
- IP (PAPm et PAPd)

Exercices

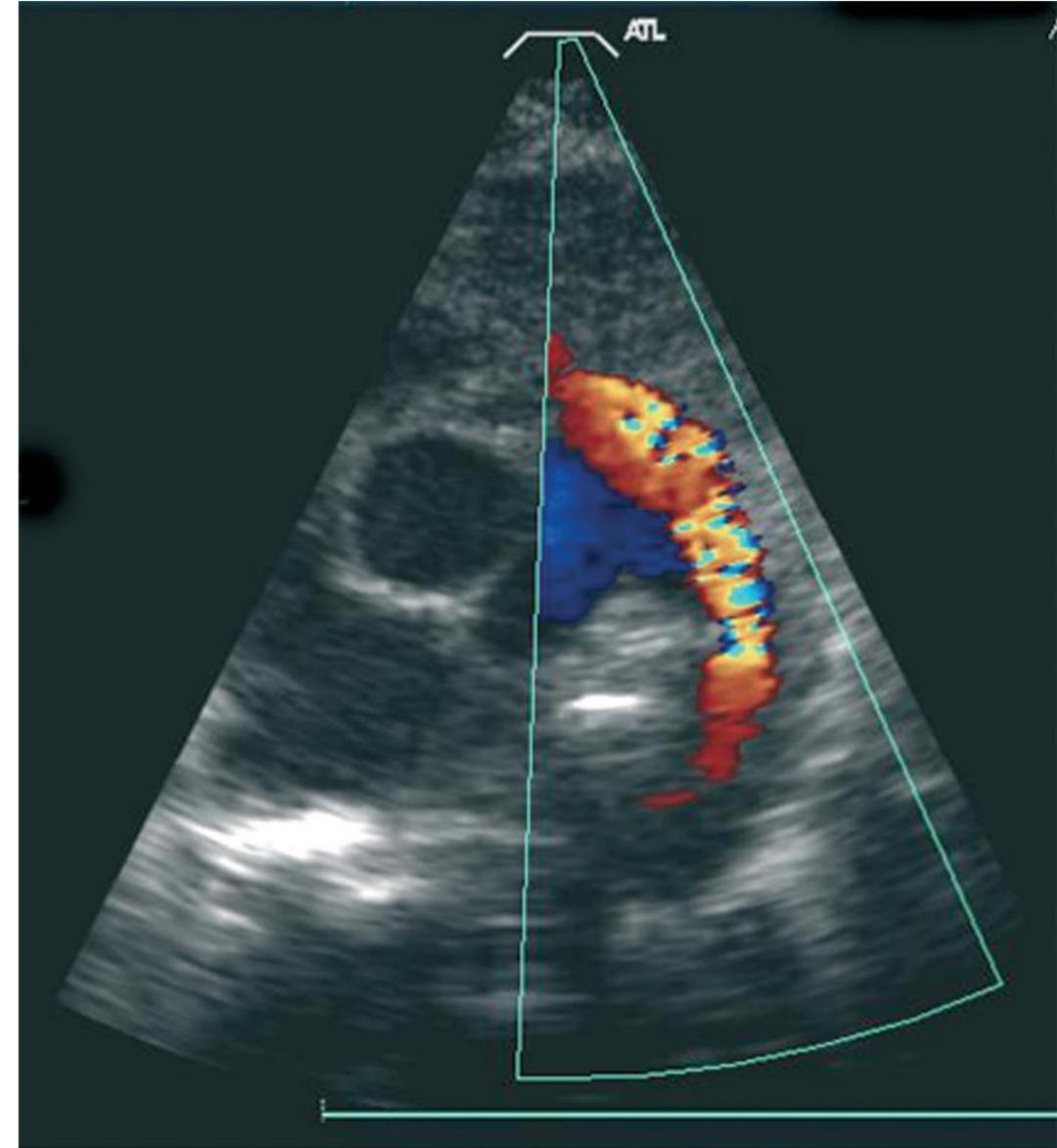
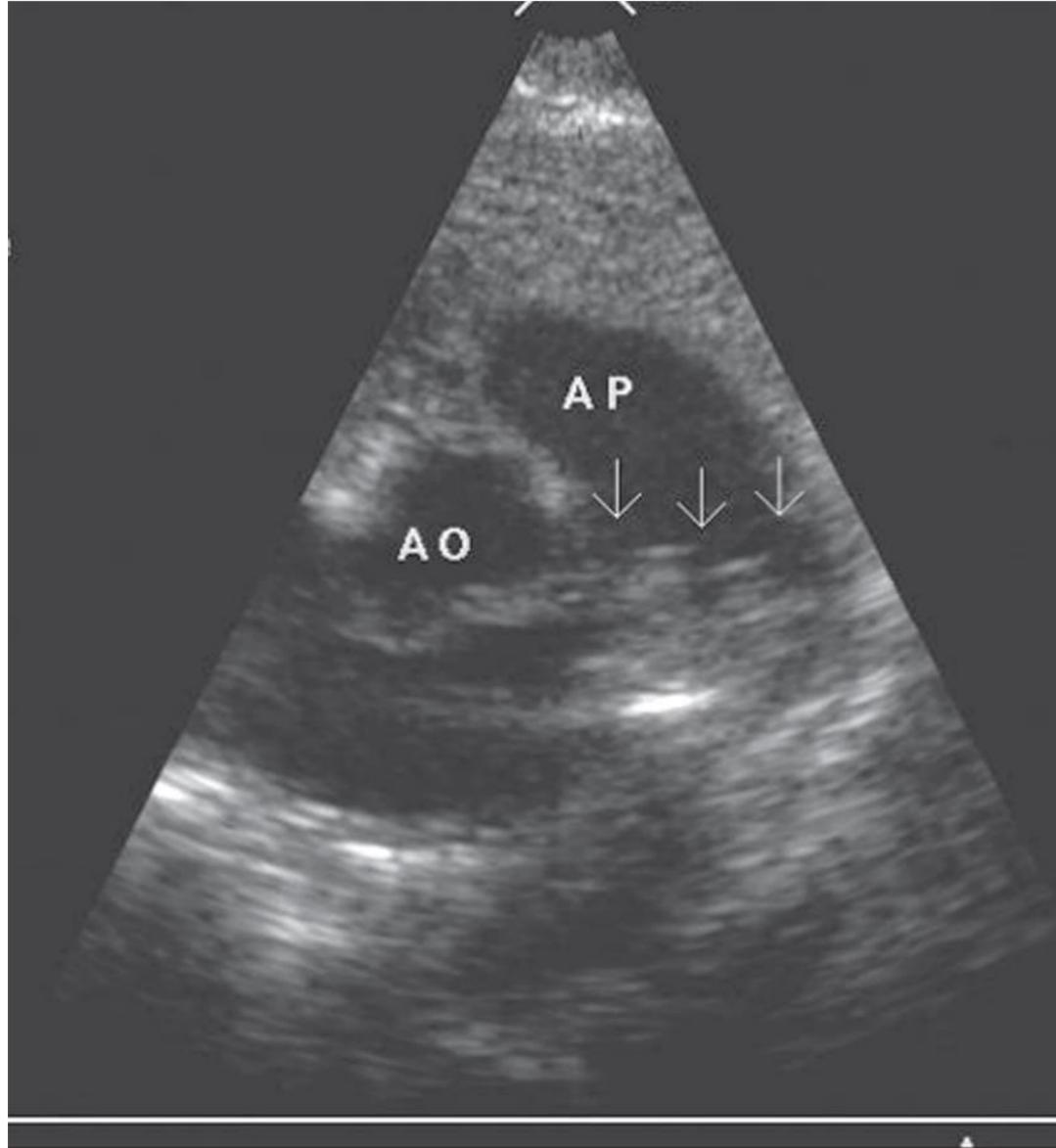
Nouveau-né prématuré 30 SA, 1800g, 1 mois de vie,

Pouls amples et bondissants aux 4 membres

TA = 40/16 mmhg, Souffle continu

VNI non sevrable

- Diagnostic ?
- Qu'allez vous retrouver à l'échographie?
- Quel traitement de 1^{ère} Intention?
- Quel traitement en cas d'échec?



Cas clinique shunt

- Mécanisme du souffle de la CIA
- Expliquer pourquoi la tolérance néonatale de la CIA est bonne

- Donner les signes cliniques en cas de :

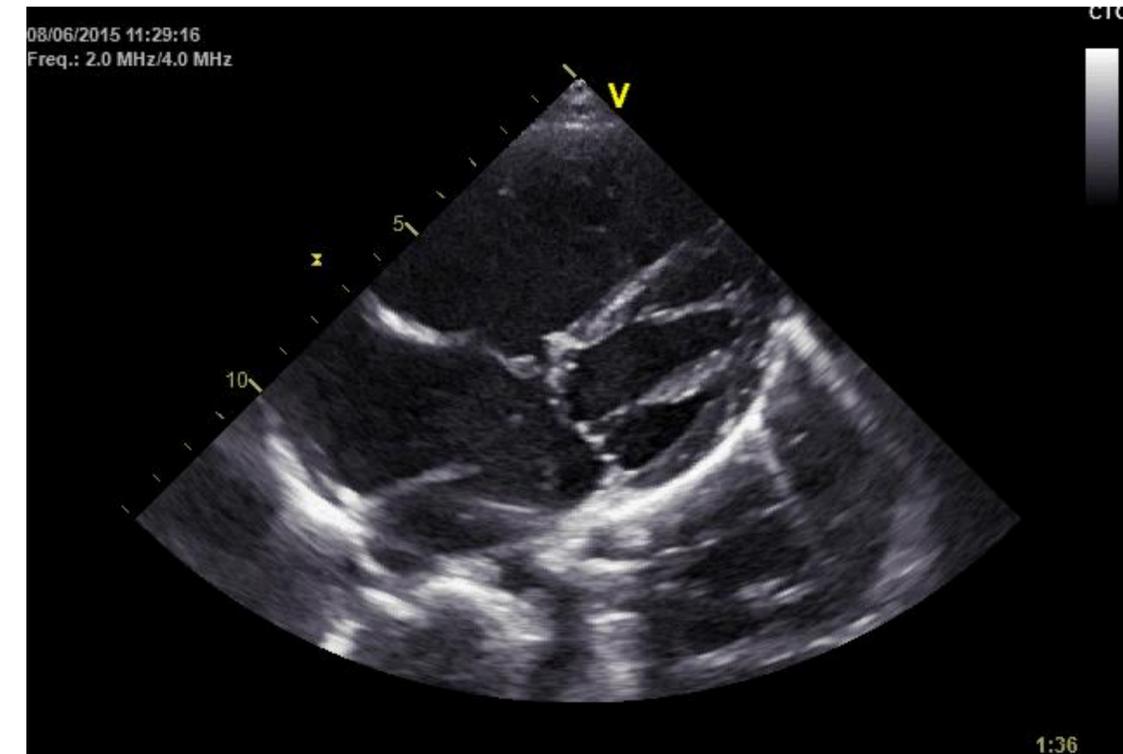
CIA large + dysfonction diastolique du VG

CIA large + dysfonction diastolique du VD

- Quelles anomalies échographiques recherchez-vous en cas de

CIA large et dilatation importante du VD chez un nourrisson?

CIA petite et dilatation importante du VD chez un enfant de 5ans?



Nourrisson de 4 mois, diagnostic de CIV sur souffle

Quel traitement proposez-vous si :

- la CIV est musculaire de 2 mm, très restrictive chez un enfant asymptomatique
- la CIV est infundibulaire restrictive avec une insuffisance aortique
- la CIV est apicale large avec de multiples CIV musculaires moyennes

Si le rapport Q_p/Q_s est égal à 3 (DAV=30%), quelle est la saturation pulmonaire dans les anomalies suivantes ?

- Communication interventriculaire
- Tronc artériel commun
- CIA sinus venosus

Cas clinique shunt

Comment traitez-vous en première intention la persistance du canal artériel dans les situations suivantes ?

- Nourrisson de 8 mois, petit canal artériel de 2mm restrictif et signe d'hyperdébit modérés,
- Nourrisson de 2 mois Gros canal artériel de 5mm non restrictif avec signes importants d'hyperdébit
- Jeune femme de 36 ans Canal artériel de 3mm et cyanose des membres inférieurs

Cas clinique shunt

Service de réanimation néonatale : nouveau-né ayant une hernie de coupole diaphragmatique

Quel signe clinique serait en faveur d'une hypertension artérielle pulmonaire supra-systémique ?

- Comment le confirmez vous en échographie ?
- Quel traitement proposez-vous ?
- Si ce traitement est efficace et diminue les résistances pulmonaires en deçà des résistances systémiques, que verrez vous en échographie ?
- Ce traitement est efficace mais le réanimateur vous rappelle car il trouve que la géométrie septale reste en faveur d'une HTAP isosystémique. Que lui dites-vous ?

Cas clinique shunt

3 ans, trisomie 21 consulte, cyanose.

ETT : CIV large

Pourquoi cet enfant est-il cyanosé?

- Si la saturation est à 85%, quel est la valeur du Q_p/Q_s ?
- Comment sont les résistances vasculaires pulmonaires?

Vous faites un cathétérisme cardiaque qui montre une Pression artérielle pulmonaire à 110/55 moyenne 70 mm Hg pour une pression aortique à 100/60 moyenne 80 mm Hg.

- Que devez-vous faire pour préciser les informations de ce cathétérisme cardiaque?

Cas clinique shunt

Quel traitement proposerez-vous pour la prise en charge de la communication interventriculaire dans les situations hémodynamiques suivantes?

- 3ans, Bleu, accentuation de la cyanose à l'effort

PAo 100/60 moy 80 mm Hg PAP 100/65 moy 85 Sat Ao 90% Sat AP 60%

- 4 mois, Rose, dyspnée aux biberons, cassure de la courbe de poids

PAo 100/60 moy 80 mm Hg PAP 100/22 moy 32 Sat Ao 98% Sat AP 90%

9mois, Rose, beau bébé, bonne prise de poids, pas de difficultés alimentaires

PAo 100/60 moy 80 mm Hg PAP 100/43 moy 52 Sat Ao 98% Sat AP 85%

Cas clinique shunt

Nouveau-né 3 jours, cyanose réfractaire modérée SaO₂ 90%

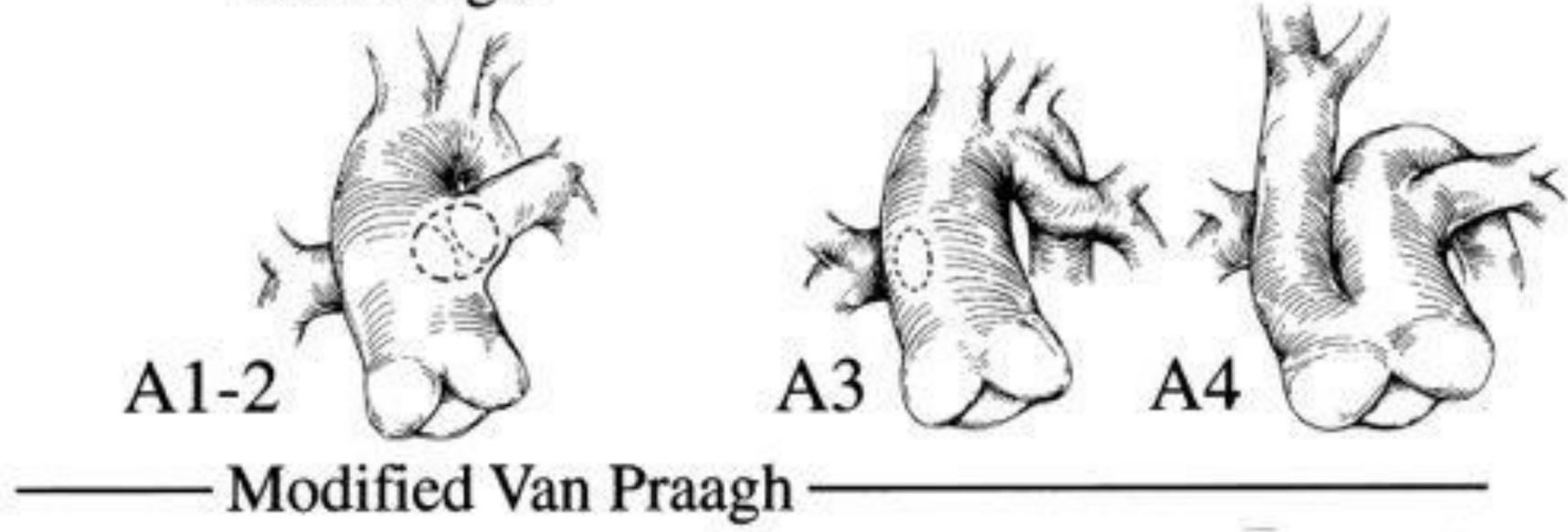
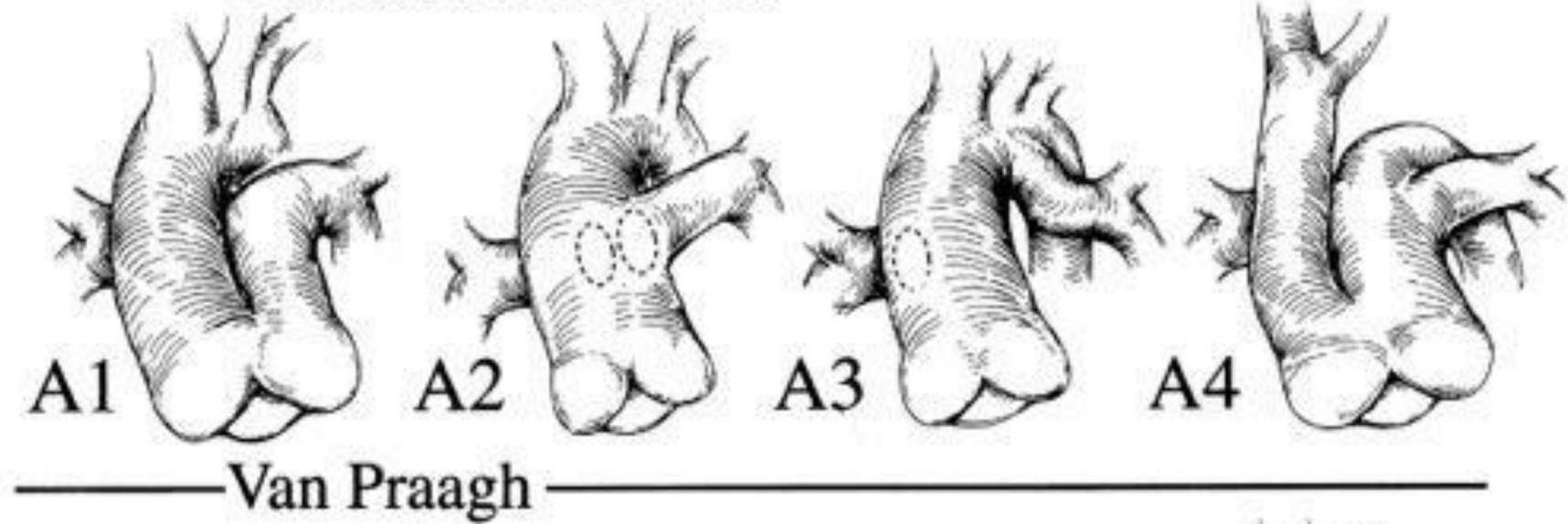
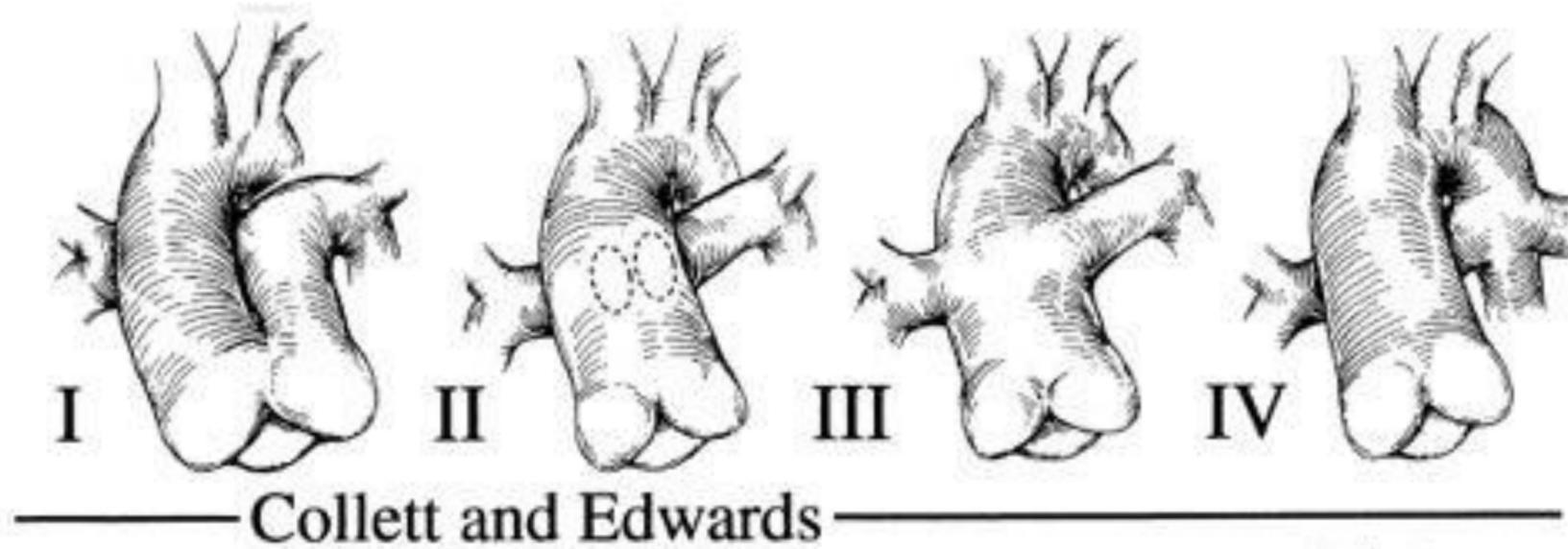
Radiographie de thorax montre une aorte à droite

ETT : CIV large conoventriculaire à cheval sur 1 seul gros vaisseau

- Quels diagnostics cardiologiques évoquez-vous?

Cas clinique shunt

- Olivier 4 ans vient avec la chaîne de l'espoir
Hypotrophie
 - Cyanose 90%
 - Pouls amples et TAS 120/40/70
- • Souffle systolique et diastolique
 - Hb à 16 g/dl
 - Cardiomégalie et accélération à 5m/sec VG/AO
- Diagnostic et signes échographiques?
- • Quelle anomalie génétique recherchez-vous?



Cas clinique shunt TAC

- En échographie:
- Flux doppler à 1m/s entre Ao et AP
- Quelles sont les RVP/RVS si
- VP=100%
- VC=60%
- DAV à 30%

Tronc artériel commun : physiologie

Cardiopathie à sang mélangé : Sat Ao = sat AP

$$Q_p/Q_s = (A_o - V_C / V_P - A_P)$$

Si débit cardiaque normal DAV = 30

Si pas de maladie pulmonaire VP = 100%

$$Q_P/Q_S = 30 / (100 - \text{sat})$$

Egalisation des pressions pulmonaires aux pressions aortiques

$$RVP/RVS \approx 1 / (Q_P/Q_S)$$

- $Q_p = \frac{\text{sat } A_o - \text{sat } V_c}{\text{sat } V_p - \text{sat } AP}$

- $\Delta P = Q \times R$

- $R_{Vp} = \frac{\Delta P_p (\overline{AP-OG}) \times Q_s}{\Delta P_s (\overline{A_o-OD}) \times Q_p} = \frac{\Delta P_p}{\Delta P_s} \times \frac{1}{Q_p/Q_s}$