

MESURE ECHOCARDIOGRAPHIQUE DU DEBIT CARDIAQUE

Prof.Alexandre OUATTARA
Service d'Anesthésie-réanimation cardio-vasculaire
Hôpital Haut-Lévêque
33600 Pessac, France
E-mail: alexandre.ouattara@chu-bordeaux.fr



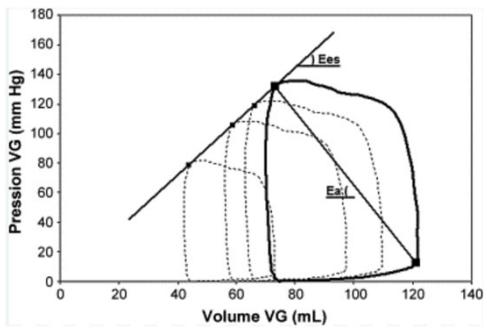
QUEL(S) EST(SONT) LE(S) PARAMÈTRE(S) D'INOTROPISME

1. Dérive maximale de pression intra-ventriculaire évaluée par la régurgitation mitrale (dP/dt_{max})
2. Intégrale temps-vitesse sous aortique (estimation du VES)
3. Fraction d'éjection ventriculaire gauche
4. Index de Performance myocardique (index de Tei) idéalement mesuré en doppler tissulaire
5. Pic de vitesse à l'anneau mitral en doppler tissulaire

QUEL(S) EST(SONT) LE(S) PARAMÈTRE(S) D'INOTROPISME

1. Dérive maximale de pression intra-ventriculaire évaluée par la régurgitation mitrale (dP/dt_{max})
2. Intégrale temps-vitesse sous aortique (estimation du VES)
3. Fraction d'éjection ventriculaire gauche
4. Index de Performance myocardique (index de Tei) idéalement mesuré en doppler tissulaire
5. Pic de vitesse à l'anneau mitral en doppler tissulaire

Elastance ventriculaire (maximale)



VOLUME D'EJECTION SYSTOLIQUE

X

FREQUENCE CARDIAQUE



VOLUME D'ÉJECTION SYSTOLIQUE

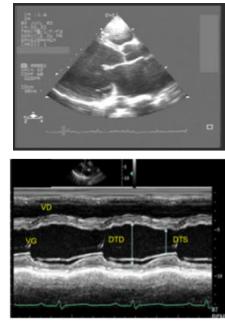
- Paramètre « global » de fonction cardiaque
- Pré-charge (retour veineux)
- Inotropisme (propriété contractile intrinsèque)
- Post-charge ventriculaire (pression aortique)
- Fréquence cardiaque (effet force fréquence ou « stair-case »)
- « Facilement » modélisable en échocardiographie 2D
- « Facilement » mesurable à l'échocardiographie

MÉTHODE DE MESURE DU VES PAR LA DIFFÉRENCE DES VOLUMES

- $VES = VTDVG - VTSVG$
- Méthode de Teicholz
- Méthode de Simpson biplan
- ETT +++

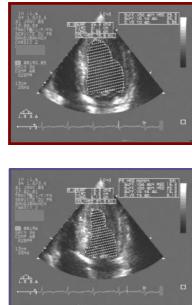
MÉTHODE DE TEICHOLZ

- ParaSternal Grand Axe (PSGA) en mode TM
- Mode Temps mouvement (TM)
- DTD → VTD
- DTS → VTS
- Formule de Teicholz: $V = 7D^3 / 2,4 + D$
- VG assimilé à une sphère
- Limites:
 - Morphologie ventriculaire
 - Anomalies cinétique segmentaire
 - Risque de surestimation si IM



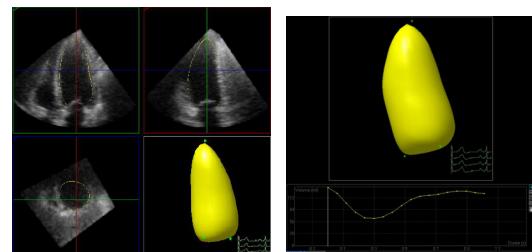
MÉTHODE DE SIMPSON BIPLAN

- Apicale 4C et 2C
 - Simpson biplan
 - $VES = VTD - VTS$
- VTD = 40-75 ml/m²
VTS = 15-30 ml/m²
- FE % = (VTD-VTS) / VTD
 $FE = 65 +/- 5\%$
 - Limite:
Risque de surestimation si IM
Visualisation endocardie (echo contraste)



Détermination du VES par écho-3D

VTD = 136,3 ml
VTS = 63,8 ml
VES 72,5 ml et FE 53,2%

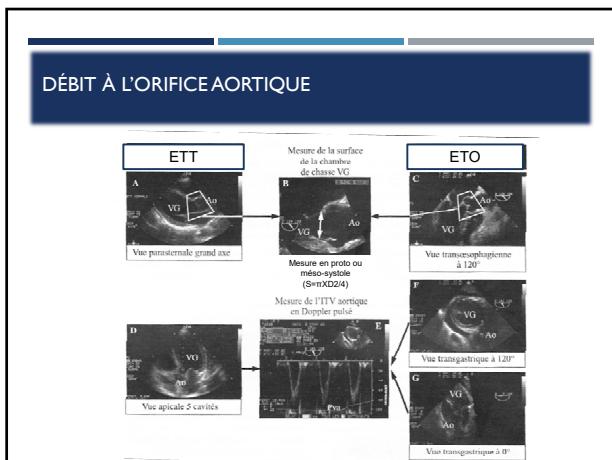
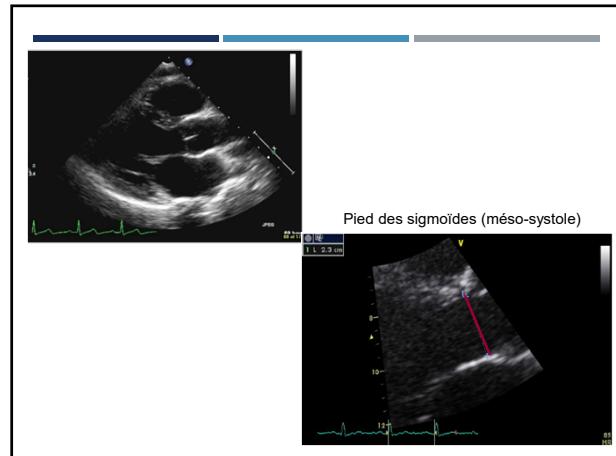
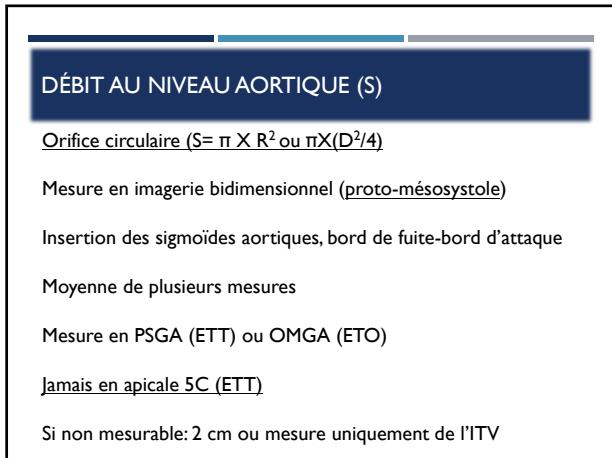
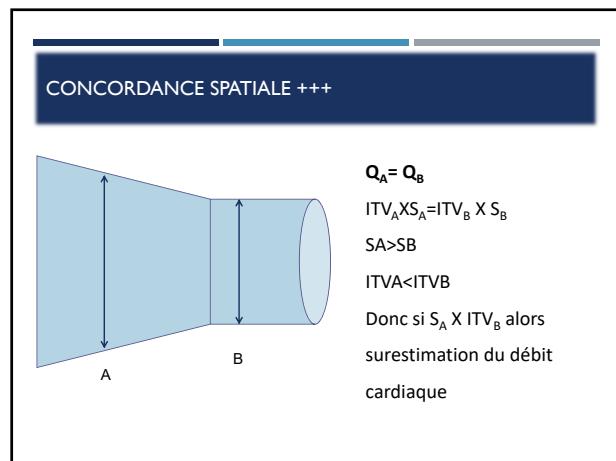
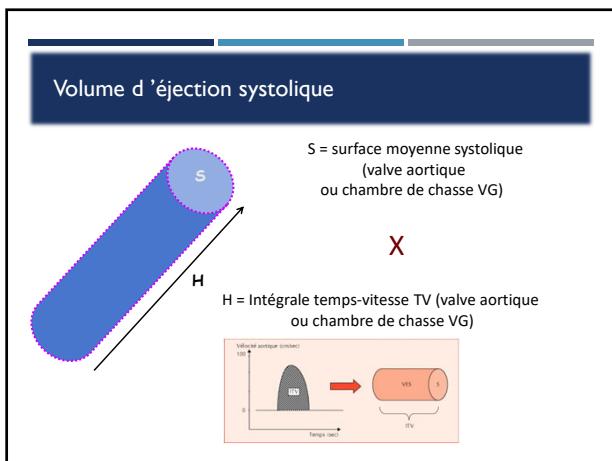


DÉBIT CARDIAQUE

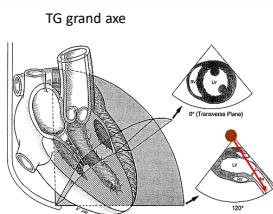
- Volume de sang qui traverse un orifice valvulaire (aortique) dans un temps donné X fréquence cardiaque
 - $Q = S \times V \text{ moyen} \times \text{temps} \times FC$
 - Or ITV = $V \text{ moyen} \times \text{temps} (\text{en cm})$
 - Donc $Q = S \times ITV \times FC$
- $\underbrace{\hspace{1cm}}$
VES

MESURE DU VOLUME D'ÉJECTION SYSTOLIQUE PAR MÉTHODE DOPPLER

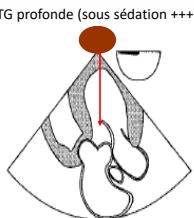
- Modélisation du VES à un cylindre ou prisme
- Hauteur = distance parcourue par érythrocytes (ITV)
- Base = orifice éjectionnel (chambre chasse VG++, orifice mitral ou pulmonaire...)
- Concordance spatiale (S et ITV mesurés au même niveau ++)



ETO



Perrino et al. Anesthesiology 1998



Gadasalli et al. Echocardiography 1982
Katz et al. Am J Cardiol 1993
Darmon et al. Anesthesiology 1994

LIMITES ET CONDITIONS DE MESURE

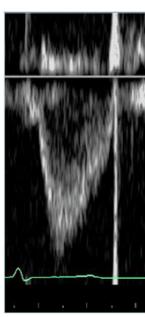
- Profil de vitesse plat
 - Orifice circulaire et stable
 - Absence de valvulopathie
 - Absence d'obstacle sous-aortique
 - Vitesse faible (Doppler pulsé)
 - Bonne faisabilité et reproductibilité
 - Alignement flux et tir doppler (effet doppler, $\cos\theta = 1$)



Pas de B1 ni B2
Trop dans chambre
chasse



B1 et B2
Trop dans l'anneau



B2 seul
Bonne position

Cardiac Output by Transesophageal Echocardiography Using Continuous-wave Doppler across the Aortic Valve Anesthesiology 1994; 80:796

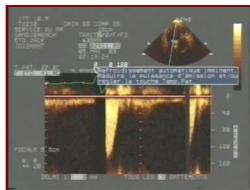
Anesthesiology 1994; 80:796-805

across the Aortic Valve



Surface aortique moyenne
(triangle équilatéral)
 $S = 0,433 \times d^2$
ITV (doppler continu dans VA)

EN PRATIQUE...



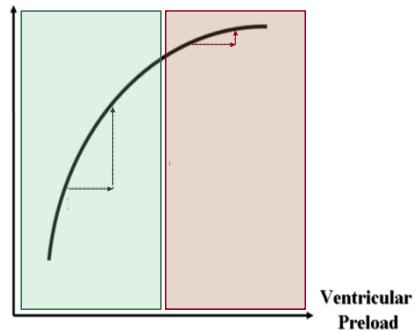
ITV = 25.6 cm et FC = 68/min



$$S_{ao} = 2.4 \text{ cm}^2$$

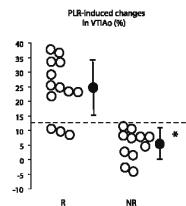
$$DC = (25.6 \text{ cm} \times 2.4 \text{ cm}^2) \times 68 = 4.18 \text{ l/min}$$

Stroke Volume



Lever de Jambe Passif

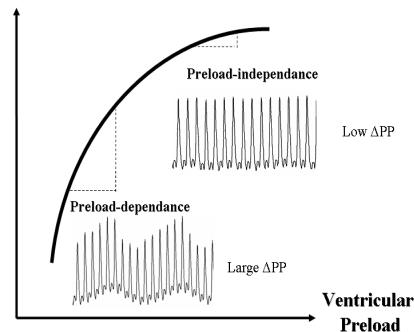
Lever passif de jambes = PLR = expansion volémique virtuelle de 300 ml



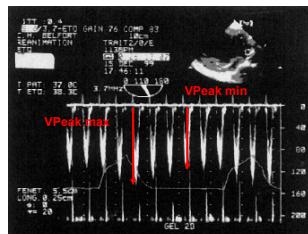
Positive response :
A 15 % sub aortic VTI increase

Lamia et al Intensive Care Med 2007

Stroke Volume



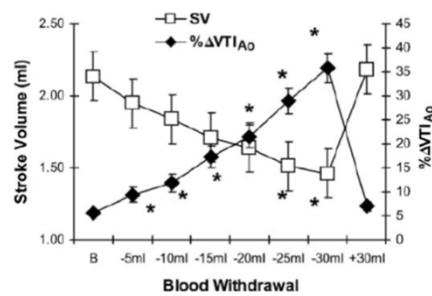
VARIATIONS RESPIRATOIRES DU VES



$$\Delta VPeak = \frac{VPeak\ max - VPeak\ min}{(VPeak\ max + VPeak\ min) / 2} \times 100$$

Feissel et al. Chest 2001

VARIATIONS RESPIRATOIRES DE L'ITVAO



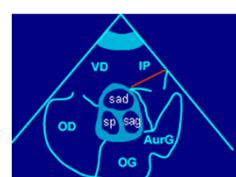
Slama et al. AJP 2002

DÉBIT PULMONAIRE

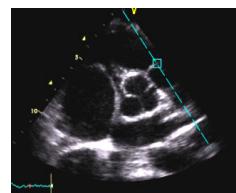
$$DP = Sp \times ITV \times FC$$

- Intérêt de mesurer à la fois le Q pulm et le Q aortique (estimation Qp/Qs)
- Evaluation des cardiopathies congénitales (CIA, CIV, Canal artériel...)

- PSPA centré sur la base du cœur
- Mesure de l'anneau pulmonaire en proto-systole
- Bord de fuite à bord d'attaque



- Doppler pulsé plan des sigmoïdes pulmonaires
- Click de fermeture uniquement toléré



DÉBIT CARDIAQUE À L'ANNEAU MITRAL

Débit mitral = $S_m \times ITV \times FC$

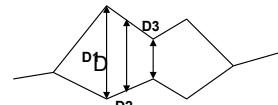
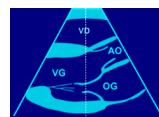
- Limite : mesure assez peu reproductible

- Surface mitrale

TM PSGA au bord libre des feuillets mitraux

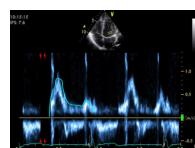
$$D = D_1 + D_2 + D_3 / 3$$

$$S = \pi D^2 / 4$$



DÉBIT CARDIAQUE À L'ANNEAU MITRAL

- ITV mitral
- Apicale 4C
- Doppler pulsé au niveau du plan de l'anneau



CONCLUSION

- Paramètre qui s'adapte aux conditions de charge et non régulé
- Paramètre de fonction globale (pas d'inotropisme)
- Sa détermination à l'échocardiographie repose sur la détermination du VES (méthode doppler +++)
- Mesure fiable mais sujette à des biais de mesure
- Plus que sa valeur, importance des variations...