

EVALUATION DES PRESSIONS DE REMPLISSAGE

Daniel De Backer
Department of Intensive Care
Erasme University Hospital
Brussels, Belgium

Evaluation des pressions de remplissage

L' évaluation des pressions de remplissage est un élément essentiel de l'évaluation hémodynamique. Les indices mesurés permettront d'obtenir une évaluation de la précharge ventriculaire et du risque d'œdème pulmonaire.

Bien qu'il soit important de tenter de mesurer les pressions intravasculaires, ces indices ne sont qu'une facette de l'évaluation hémodynamique et doivent toujours être évalués en fonction des autres variables ainsi que des thérapeutiques utilisées.

Mesure des pressions:

- Pression veineuse centrale (PVC)

- => limitation au retour veineux

- =>précharge ventriculaire droite

- Pression artérielle pulmonaire occluse (PAPO)

- => risque d'œdème pulmonaire hydrostatique

- =>précharge ventriculaire gauche

Rappels

Pressions intravasculaires

$\neq$

Volumes intravasculaires

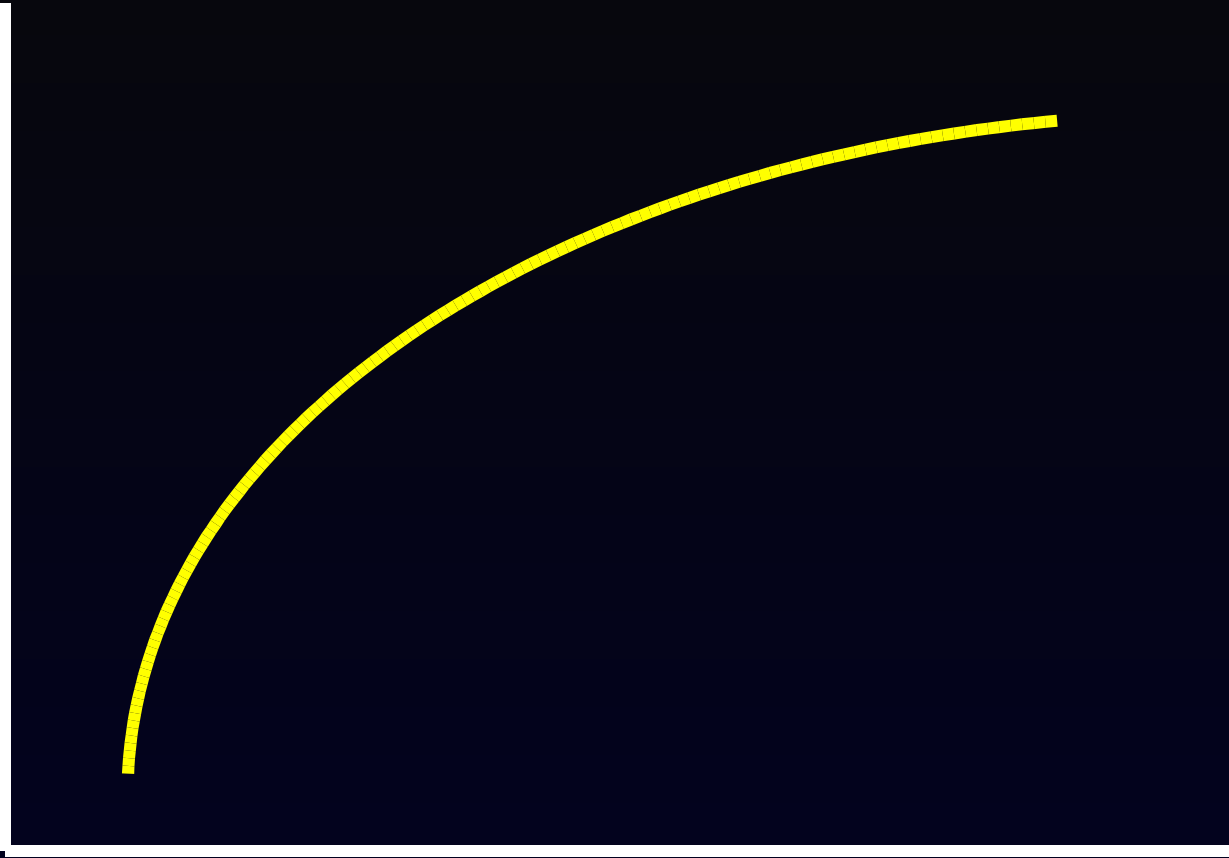
$\neq$

précharge

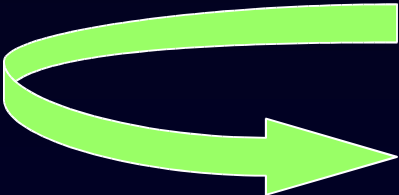
$\neq$

Précharge dépendance

Stroke volume



Preload



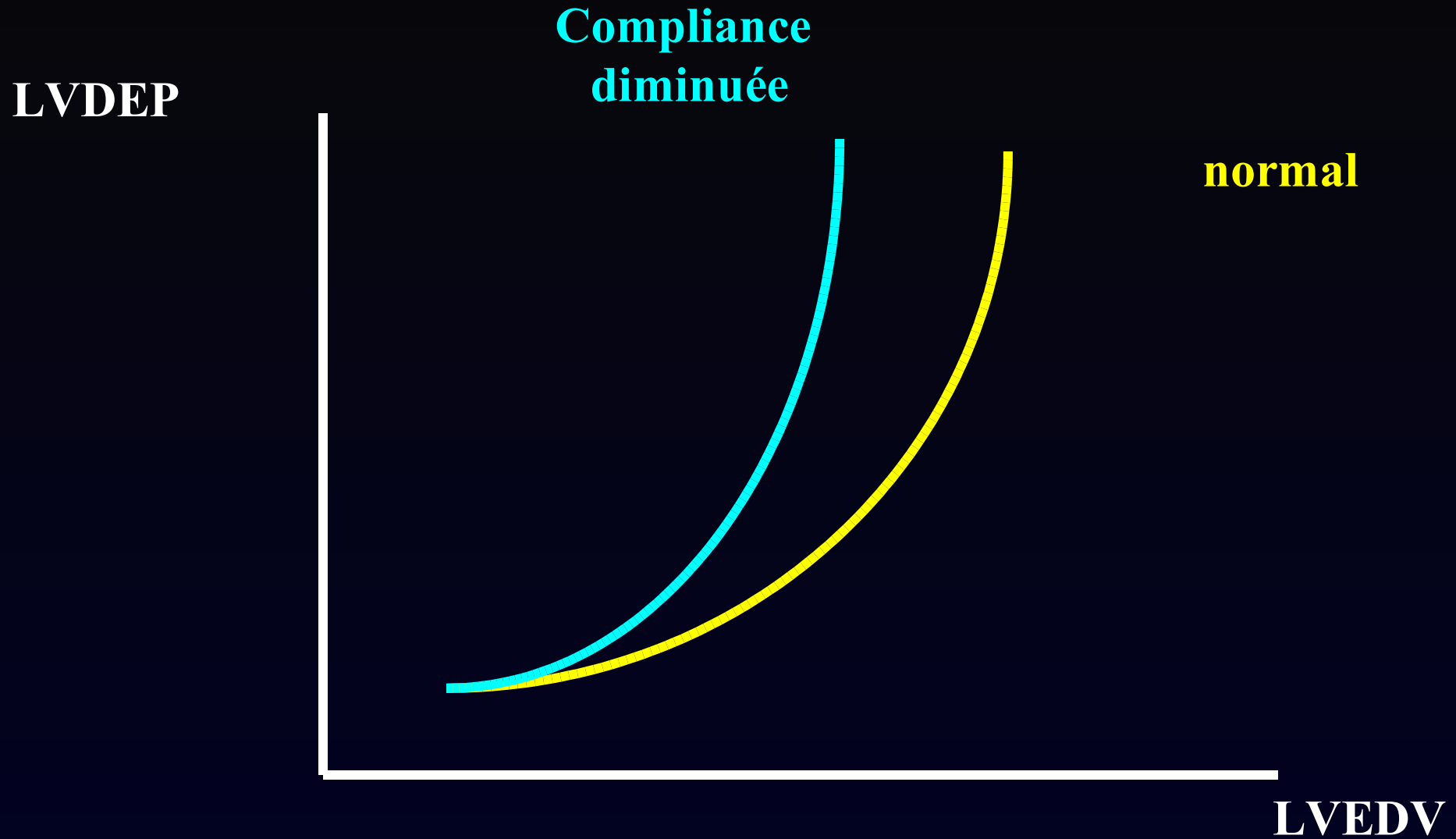
Pressions ?

EVALUATION DE LA PRECHARGE

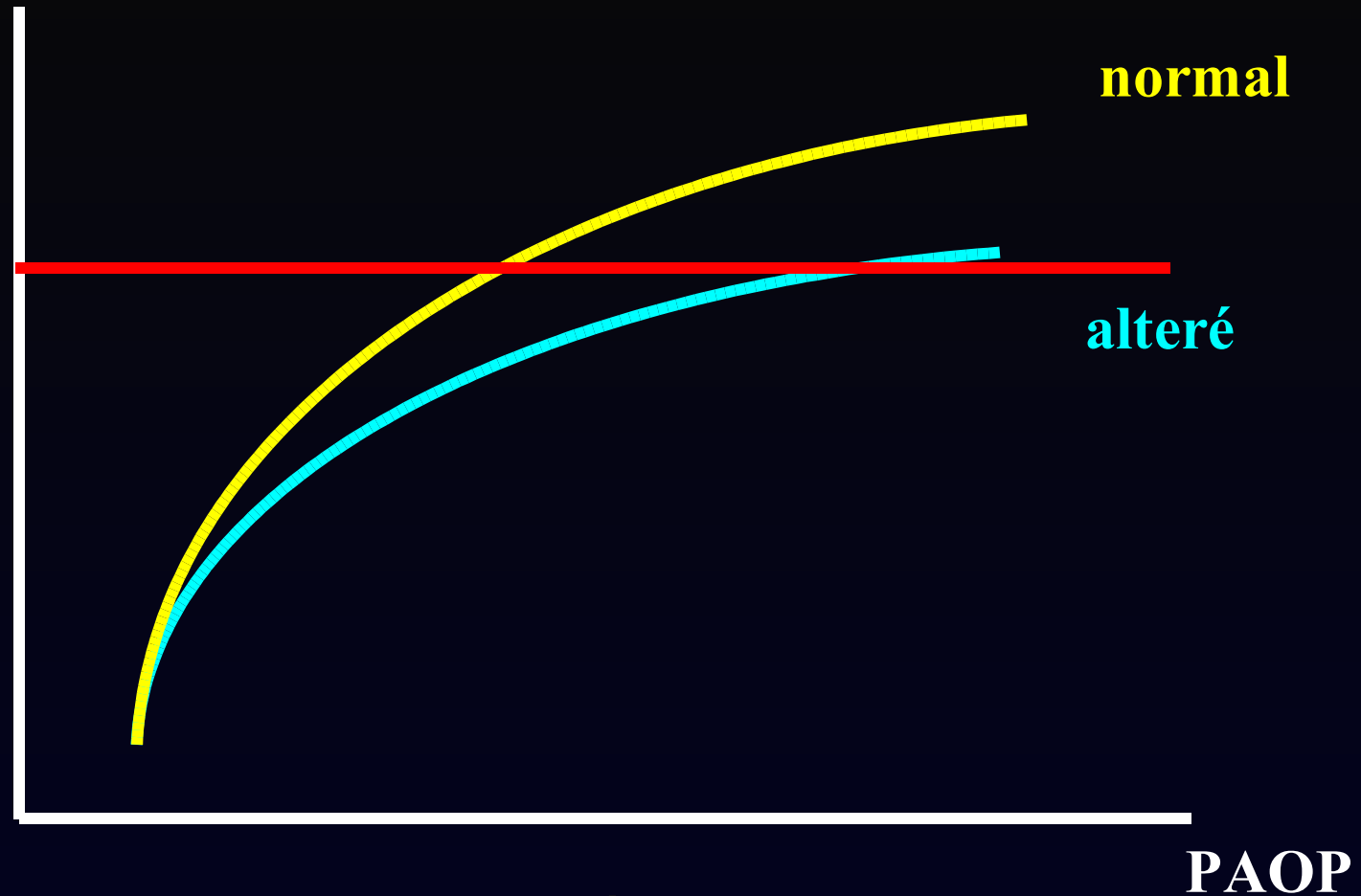
Critiques de la PAPO:

« Les mesures volumétriques reflètent mieux la précharge si la compliance ventriculaire est altérée, ou les pressions intrathoraciques ou péricardiques sont élevées. »

EFFET DE LA COMPLIANCE VENTRICULAIRE



SV

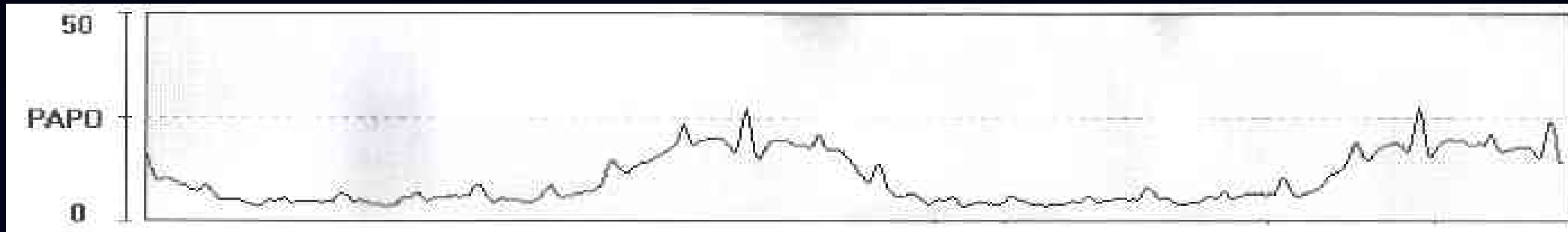


⇒ Le volume éjectionnel peut être maintenu en augmentant la PAPO (mais risque OPH)

⇒ Construction de courbes de Starling
+ définition PAPO idéale

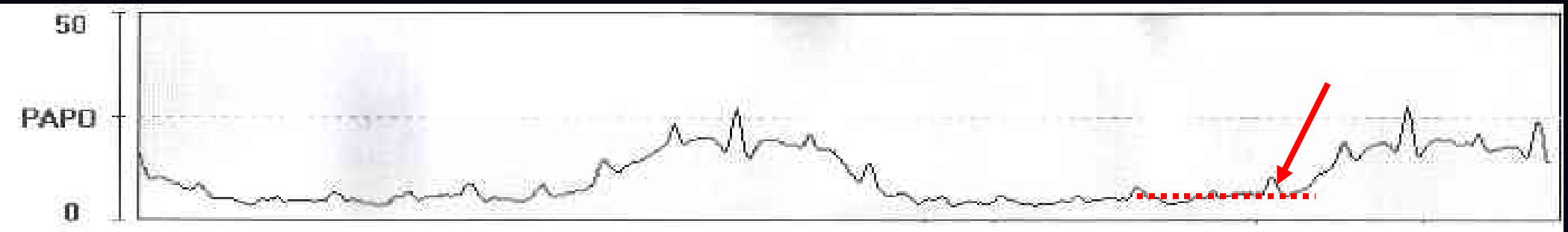
Influence des pressions intrathoraciques

Comment mesurer la PAPO ?

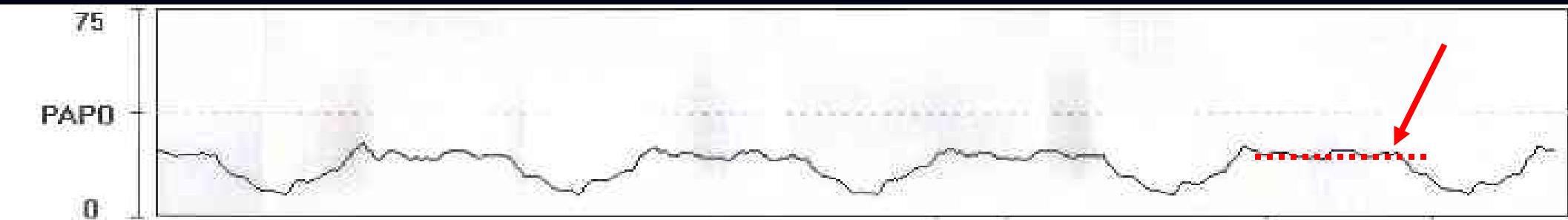


MESURE DE LA PAPO

A: Ventilation mécanique



B: Respiration spontanée



**En fin d'expiration !
(valable également pour l'écho)**

EVALUATION DE LA PRECHARGE

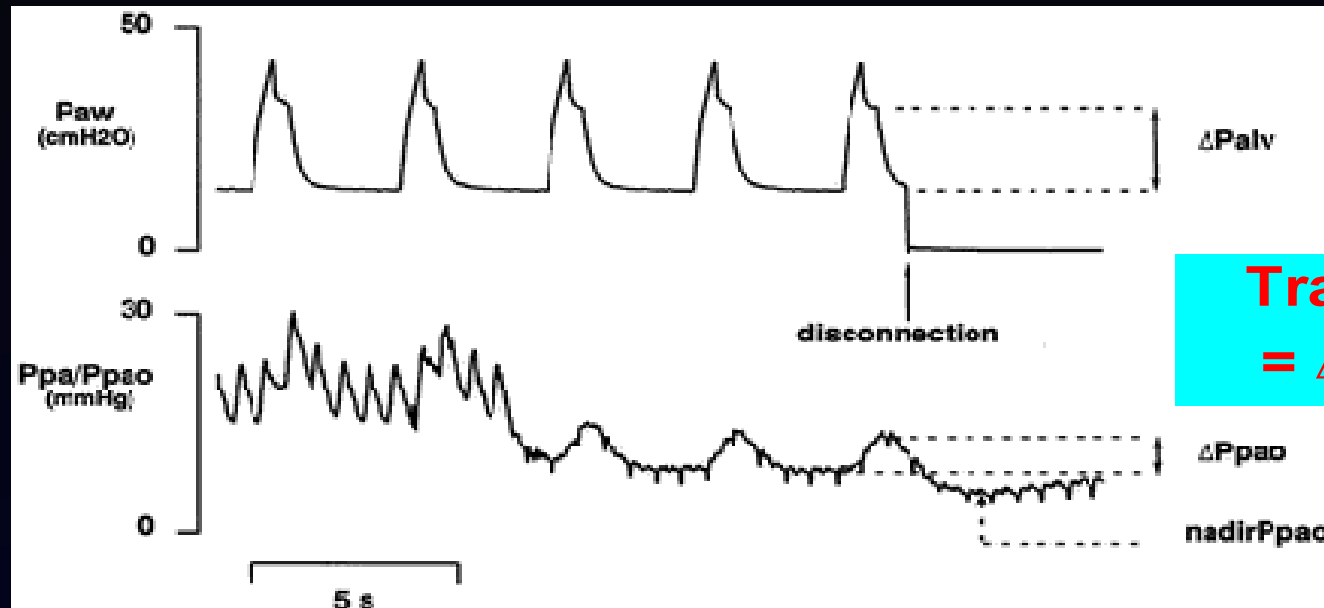
Critiques de la PAPO:

PAPO est affectée par la PEEP

HOW TO MEASURE PAOP IN THE PRESENCE OF PEEP ?

Correction for transmitted pressure

Teboul et al.
CCM 28:3631;2000



**Transmission index
= $\Delta PAOP / \Delta P_{alv}$**

PEEP corrected PAOP:

$$\text{PAOP}_{\text{corr}} = \text{PAOP}_{\text{ee}} - (\text{Transmission index} \times \text{PEEP}_{\text{tot}})$$

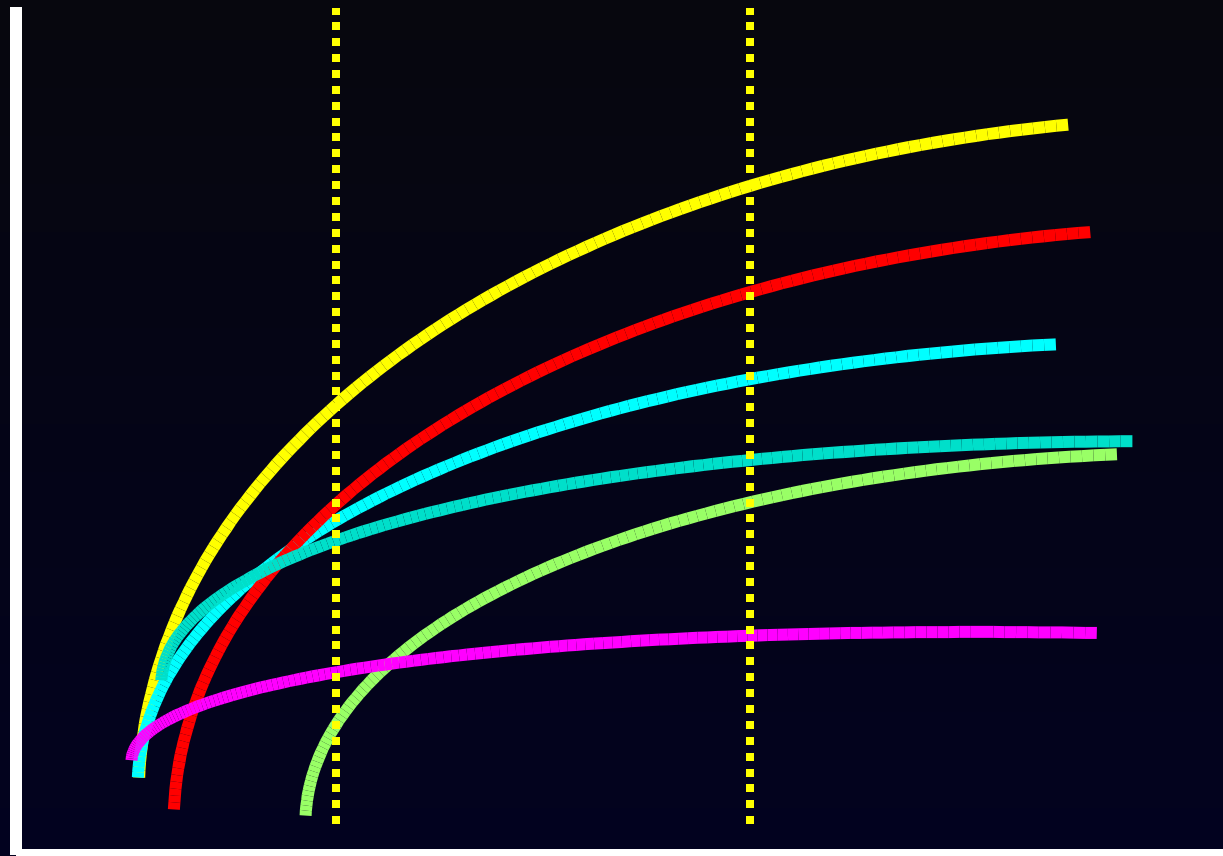
Quid écho ?

EVALUATION DE LA PRECHARGE

Les mesures statiques (pressions et volumes) de la précharge ne prédisent pas bien la réponse au remplissage vasculaire

STARLING RELATIONSHIP

Stroke
volume

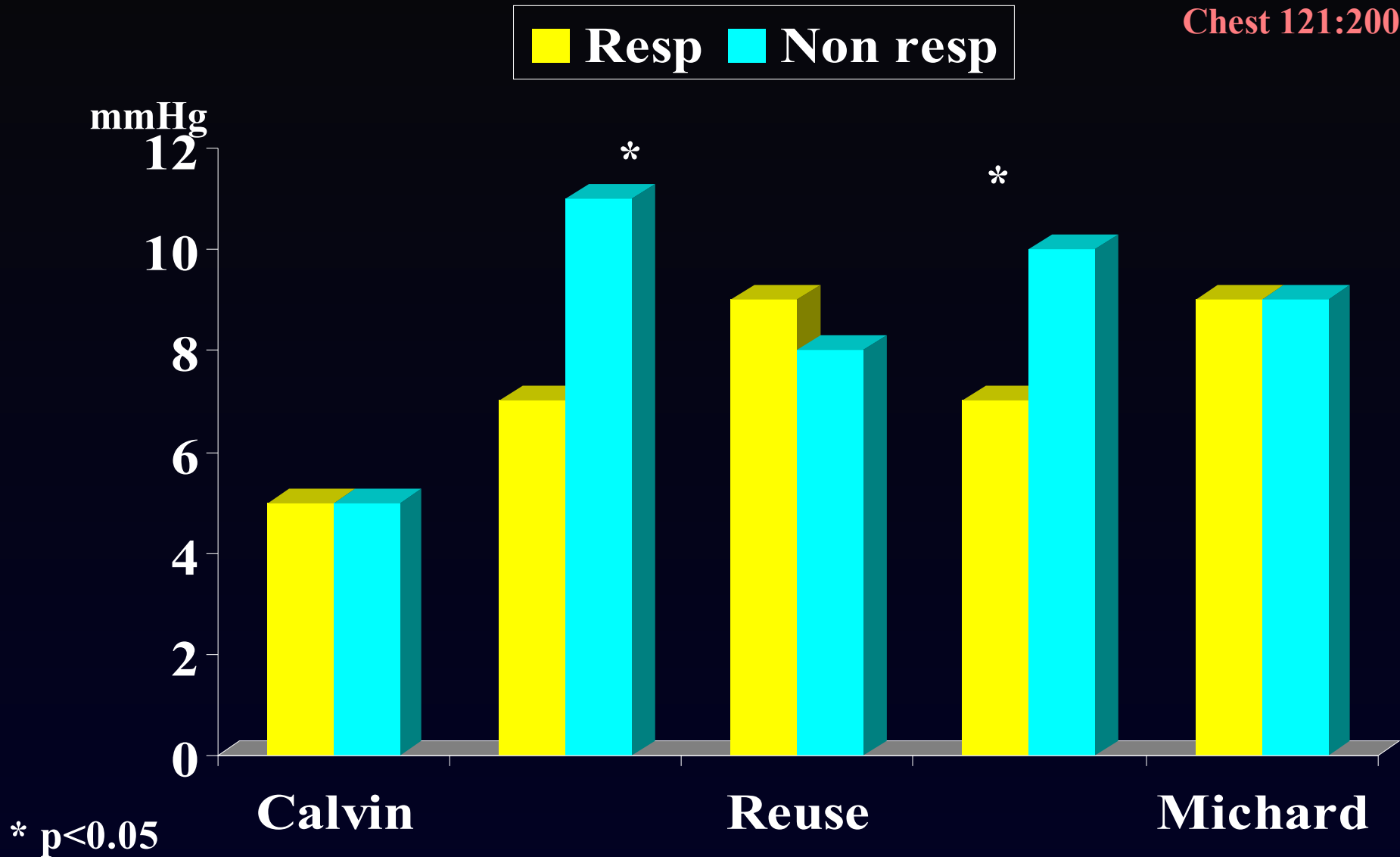


Preload

All indices of preload poorly predict fluid responsiveness !

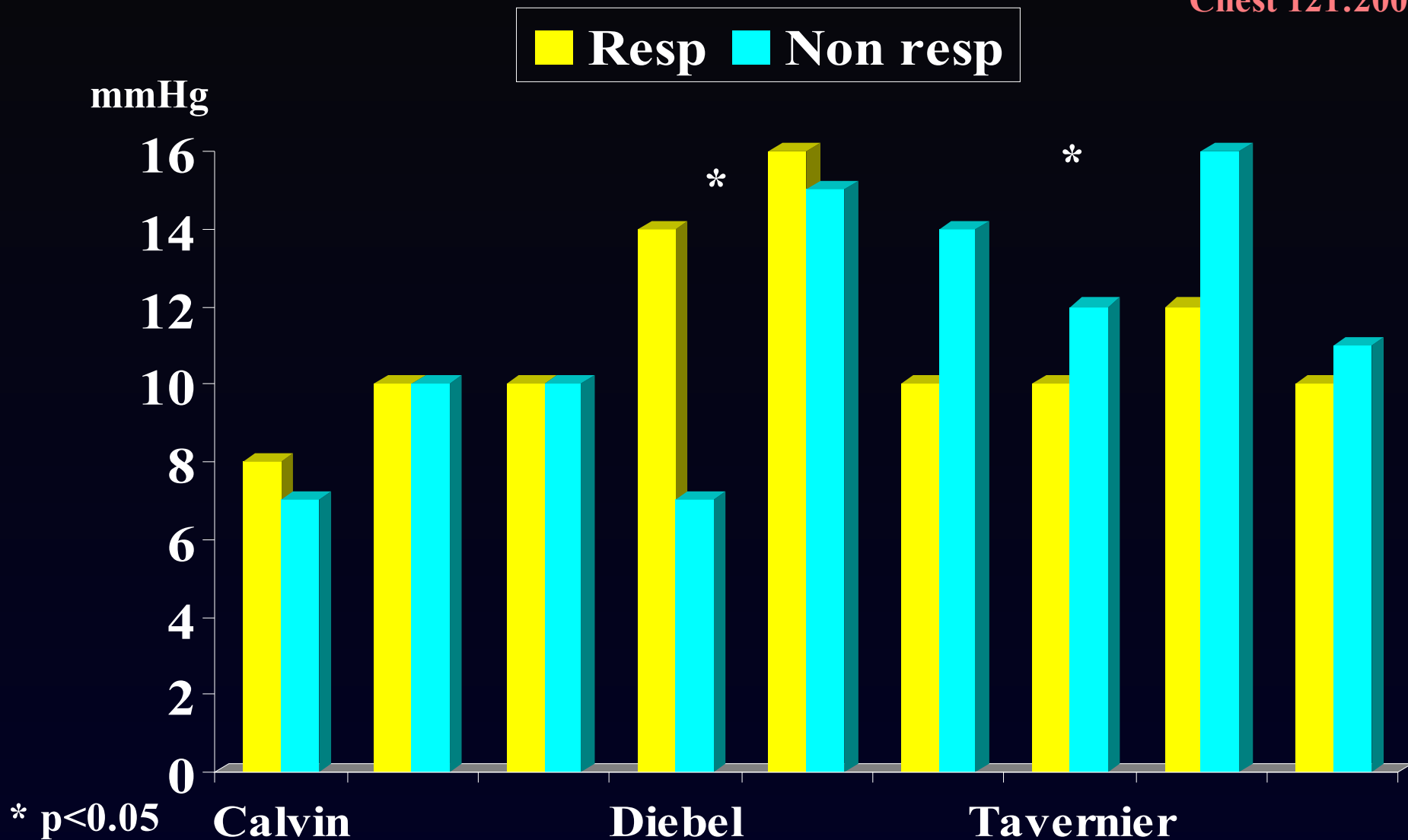
Central venous pressure

Michard et al
Chest 121:2000;2002



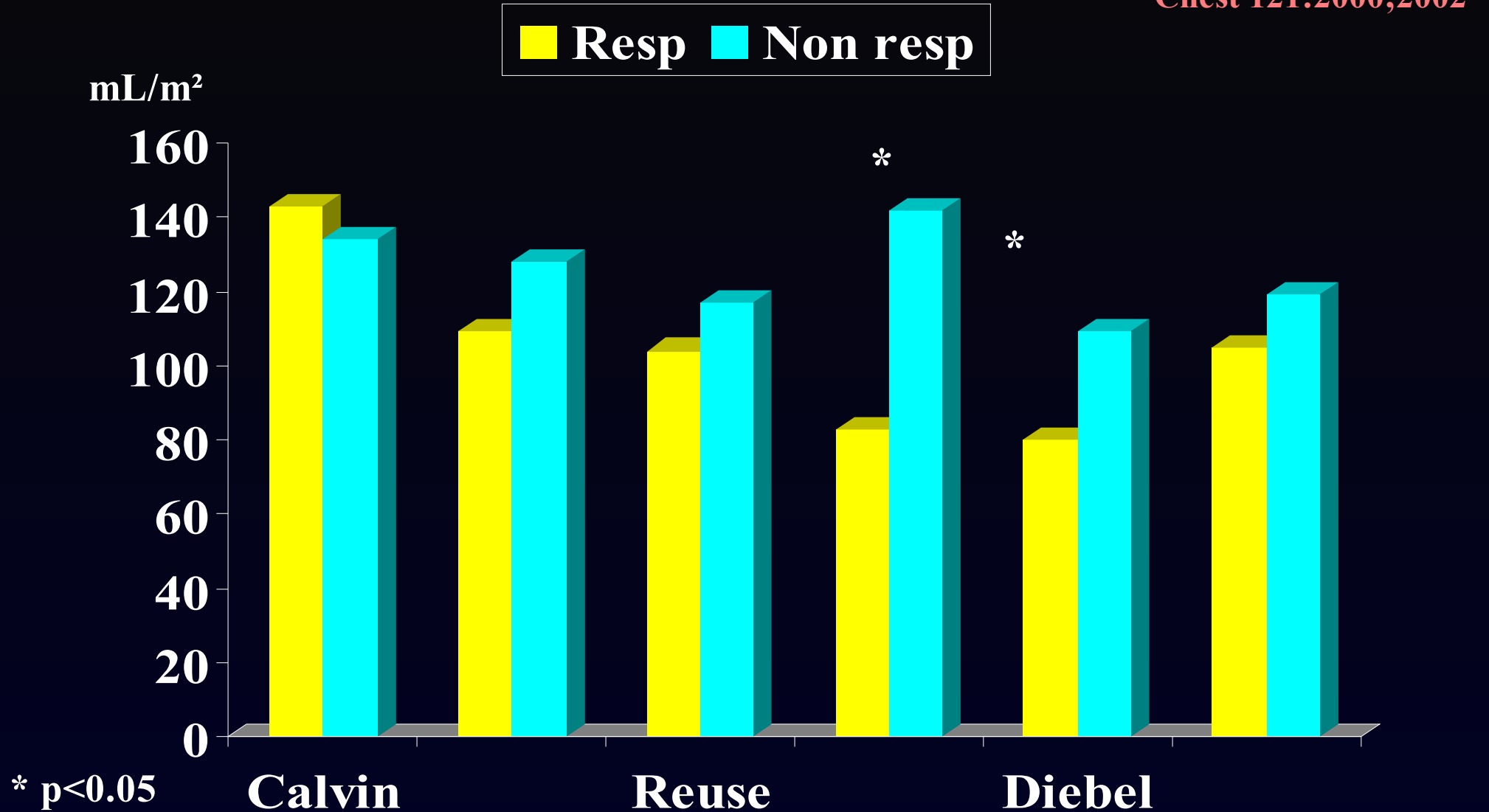
Pulmonary artery occluded pressure

Michard et al
Chest 121:2000;2002



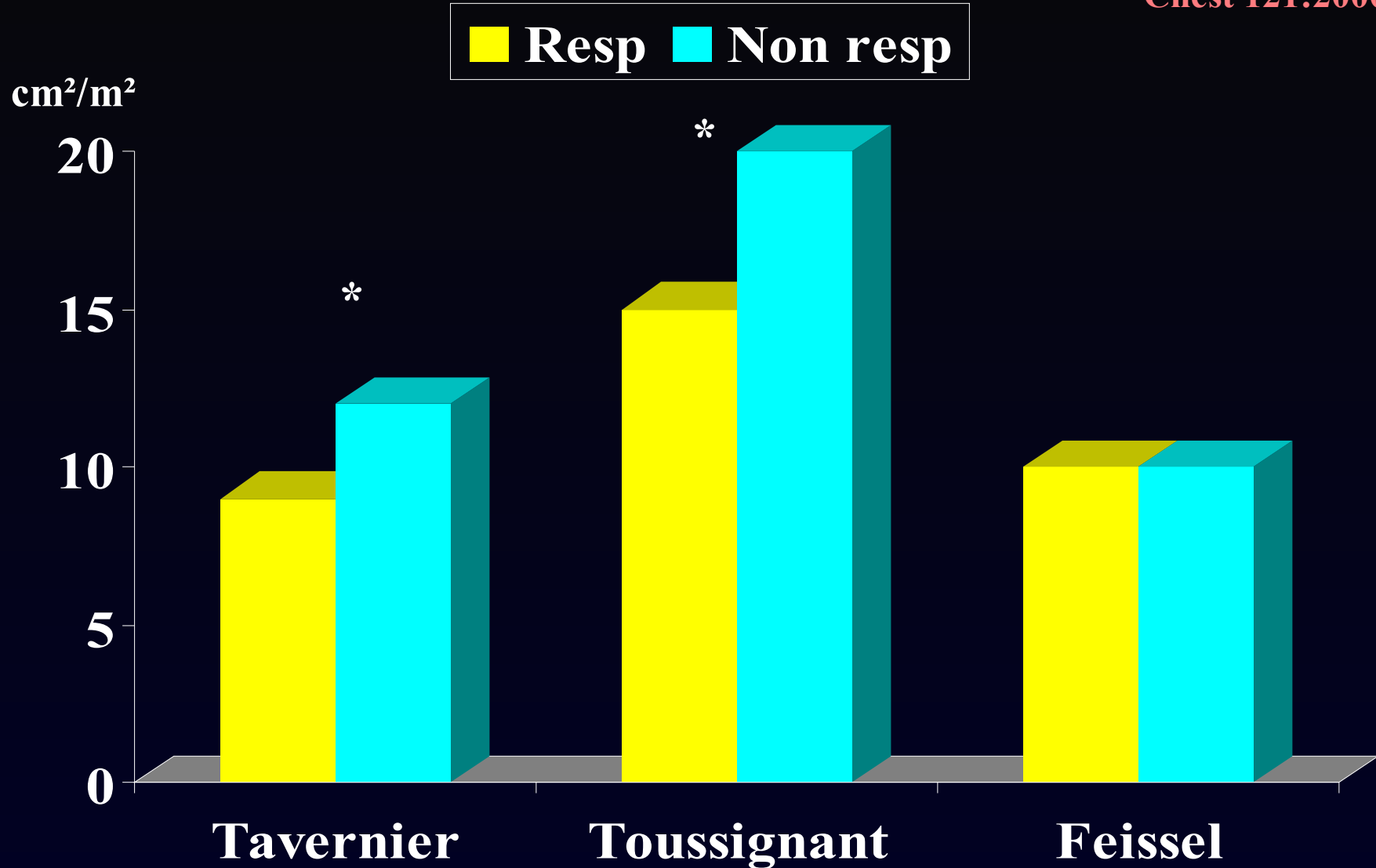
Right ventricular end diastolic volume

Michard et al
Chest 121:2000;2002



Left ventricular end diastolic area

Michard et al
Chest 121:2000;2002



ESTIMATION DE LA PRECHARGE RESTE ESSENTIELLE !

**La prédiction de la réponse au remplissage n'est qu'une
réponse partielle à un problème complexe**

=> Les mesures des pression intravasculaires restent utiles pour évaluer la tolérance à un test de remplissage

Pourquoi est-il important de déterminer la précharge ?

- Une absence de réponse au test de remplissage peut signifier soit que le patient est précharge indépendant (remplissage inutile) ou que l'on n'a pas effectivement manipulé la précharge (remplissage insuffisant)
- On ne peut pas différencier normovolémie et hypervolémie !

=> Les mesures des pressions intravasculaires (PVC/PAPo) et / ou des volumes cardiaques sont utiles dans ce contexte

Comment mesurer ?

Estimation échographique de la PVC

Mesure en sous sternale

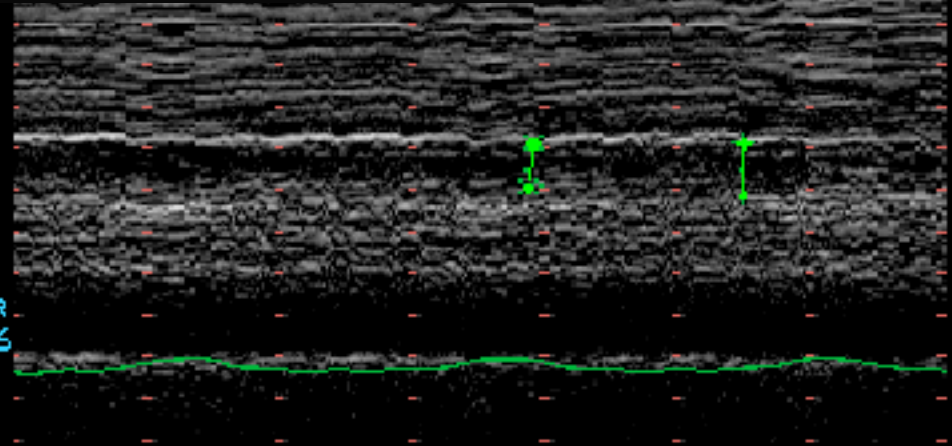
Basée sur la relation taille / pression

Biais:

- compliance du vaisseau
- impact de la pression pleurale (VCI)
- mesure semi-quantitative

$\frac{P}{T}$
1.8 3.6

★ Distance (Mode TH) = 1,1 cm
Temps (mode TH) = 0,04 s
★ Profile (mode TH) = 27 cm/s
★ Distance (Mode TH) = 1,2 cm
Temps (mode TH) = 0,00 s
DIST 1.03 cm
TIME 4.53 s
SLP 23.3 cm/s



Validation of the measurements

	Intraobserver (observer A)	Intraobserver (observer B)	Inter- observer
SVC maximum diameter	2±3	3±3	7±7
SVC minimum diameter	5±6	4±4	7±7

(mm)

Mesure de la PAPO

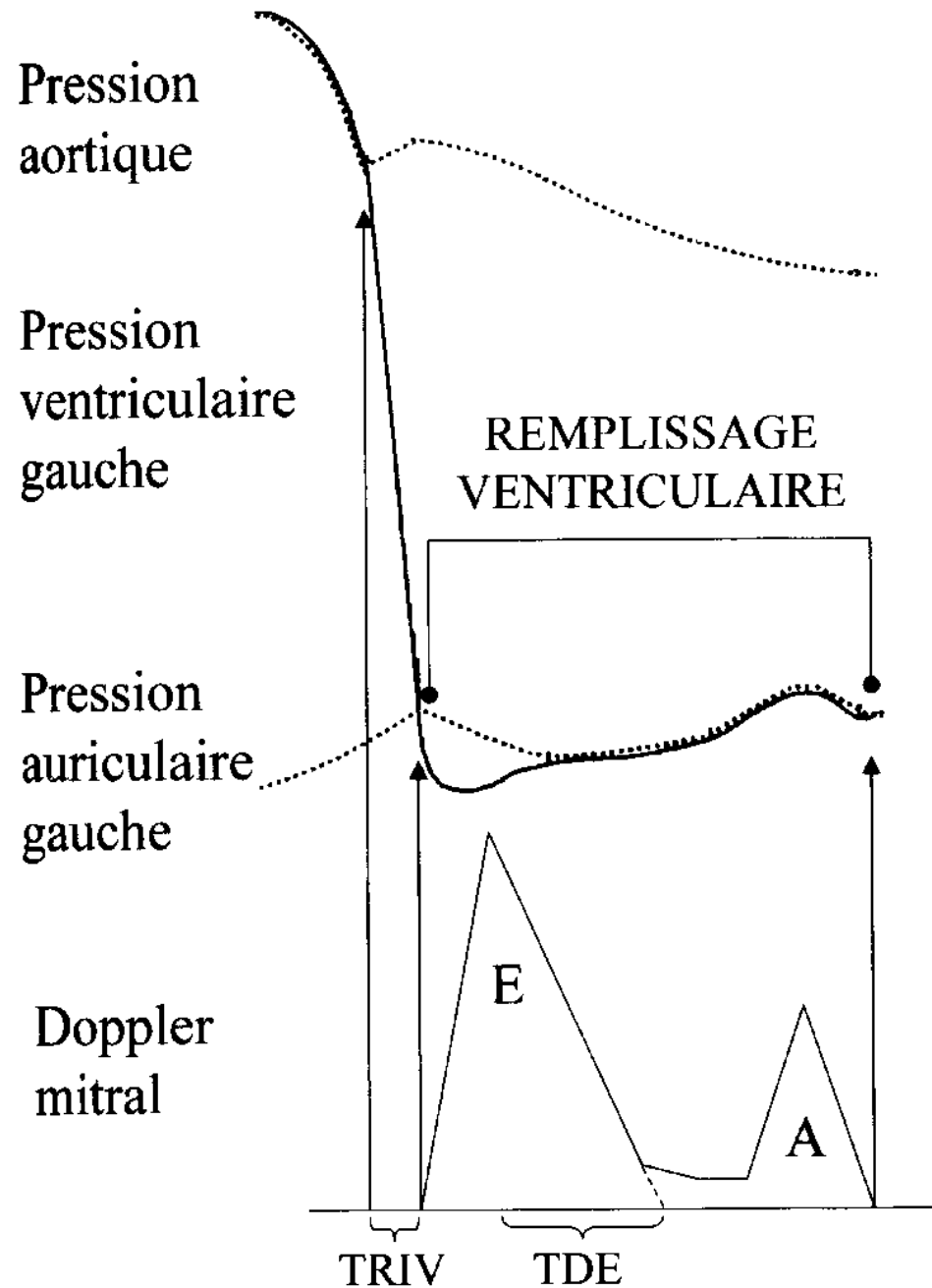
Flux mitral

- E/A
- Flux veineux pulmonaire
- Doppler tissulaire
- (vitesse propagation flux mitral)

Mesure de la PAPO

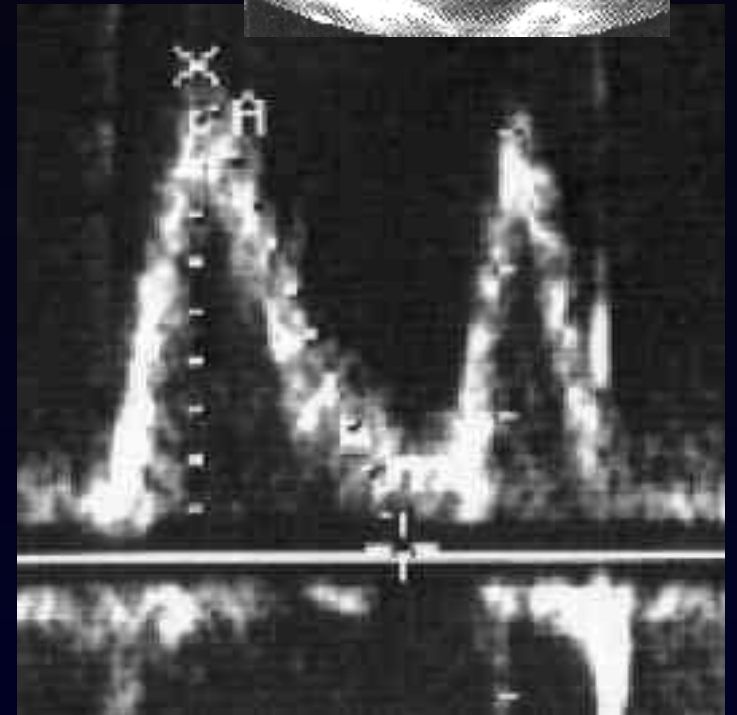
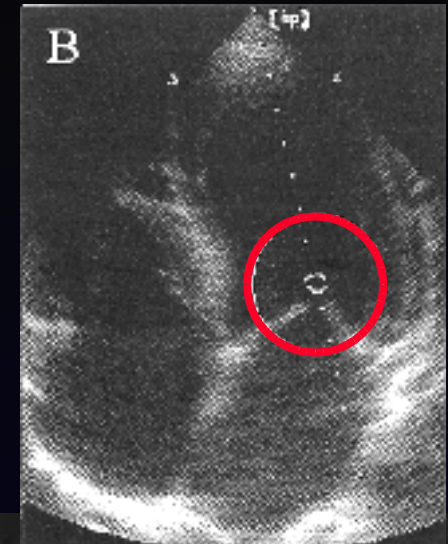
Flux mitral (E/A)

E/A et pression OG

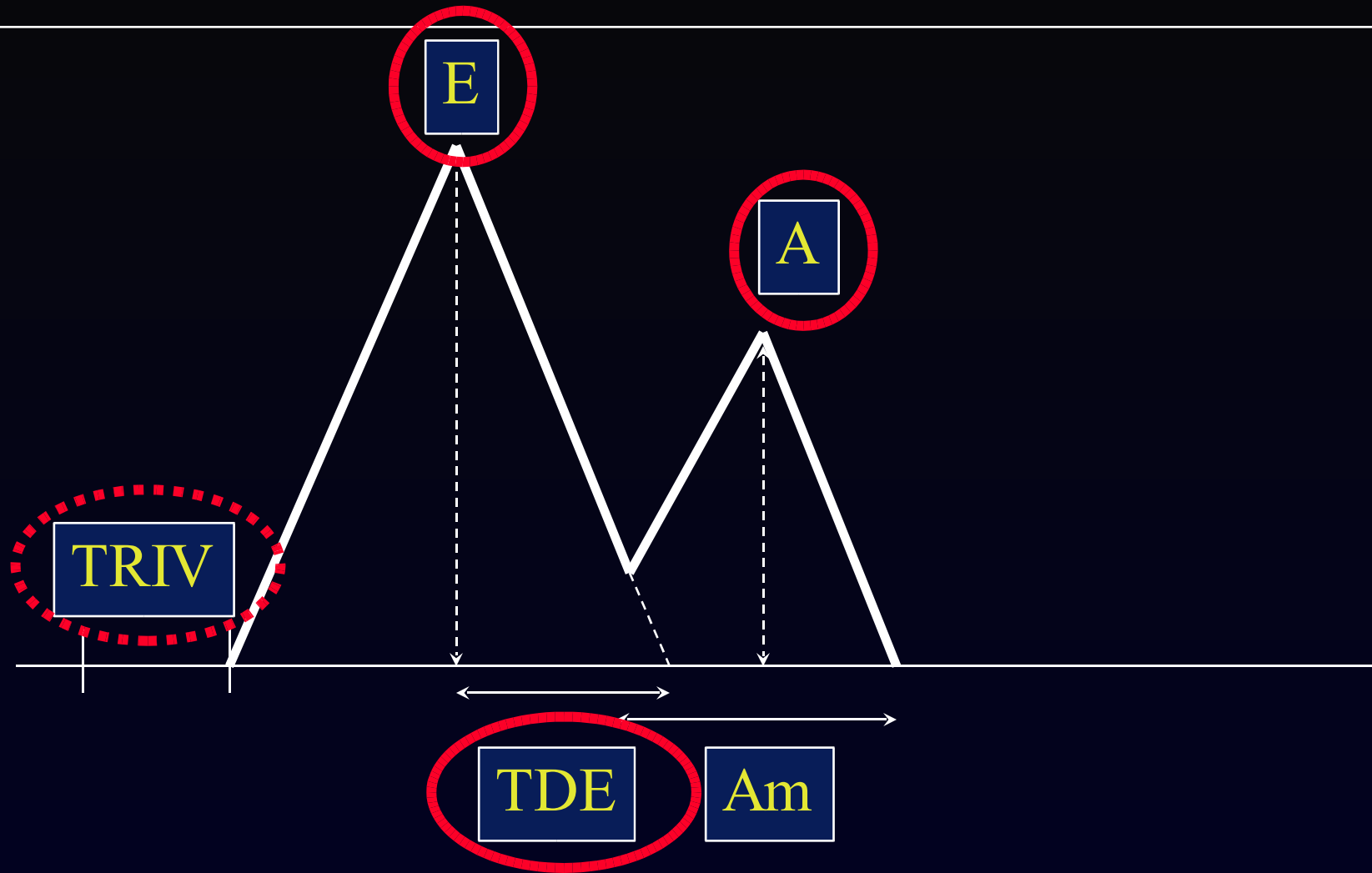


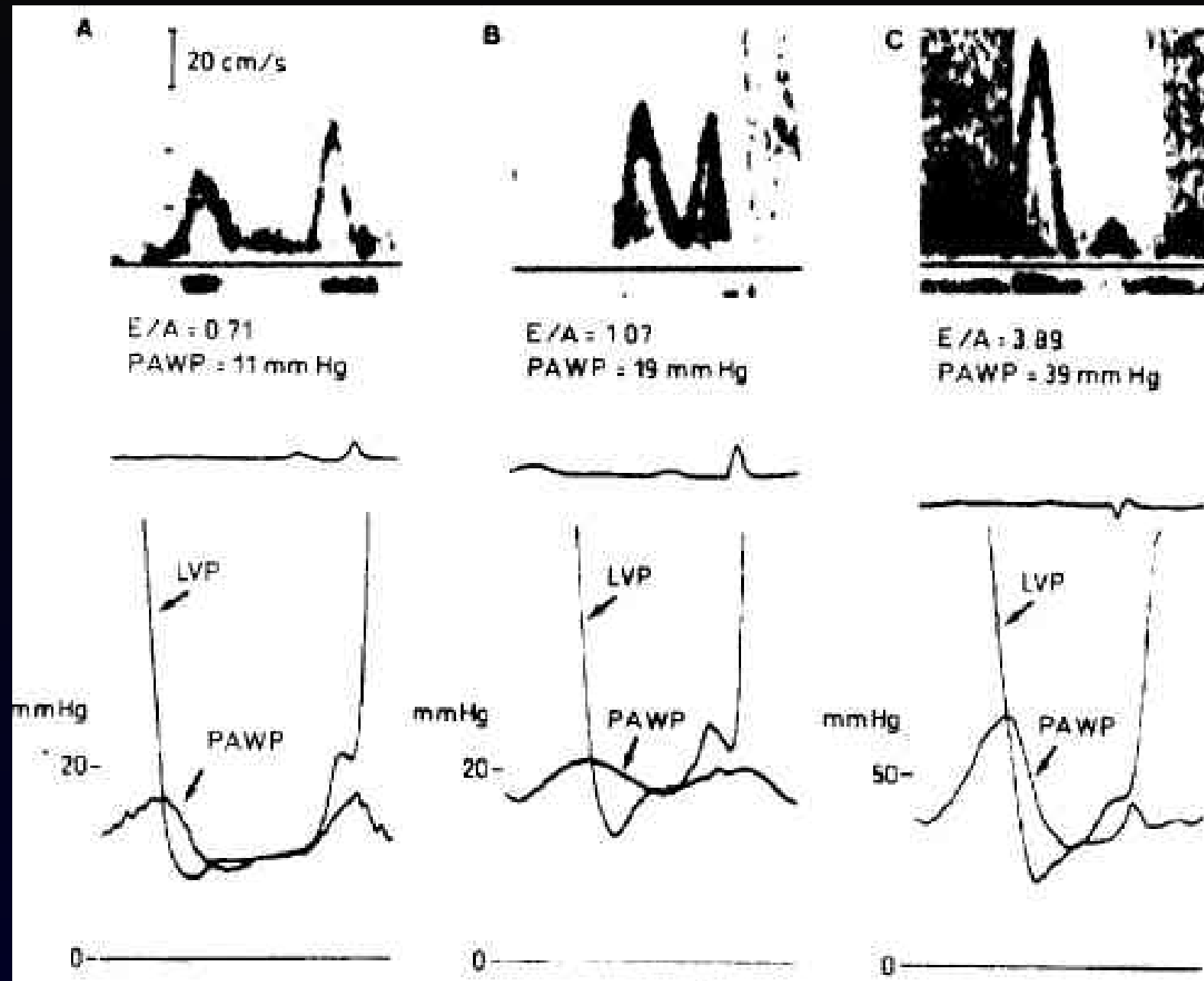
FLUX MITRAL : COMMENT MESURER ?

- Doppler pulsé
- Alignement correct (fenêtre apicale)
- Volume de mesure minimum
- **Position: extrémité feuillets mitraux (sauf durée onde A)**
- Défilement 100 mm/s
- Moyenne de 3 mesures (variabilité TDE)



Flux mitral : que mesurer ?





Etude du remplissage ventriculaire VG

Facteurs qui influencent E/A et TDE

- Age
- Fréquence cardiaque
- Relaxation ventriculaire gauche+++
- Compliance ventriculaire gauche+++
- **Condition de charge+++**
- Valvulopathie mitrale
- Bloc de branche gauche

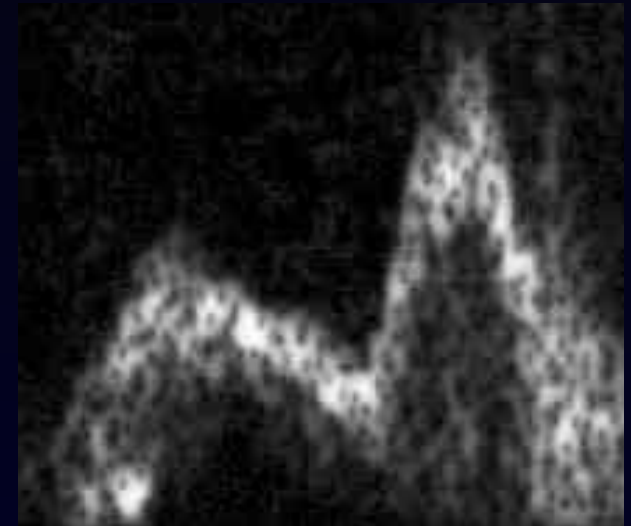
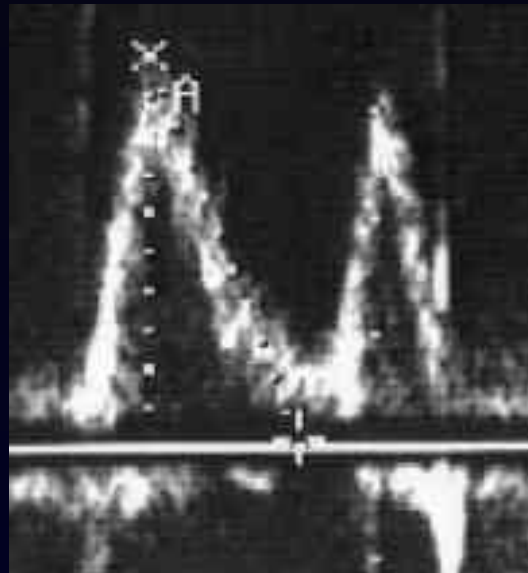
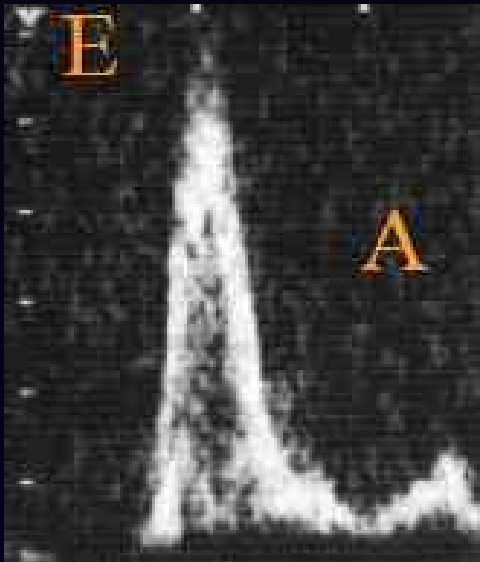
Flux Mitral et Age

- Sujet jeune
↑ E, ↓ A, ↑ E/A
↓ TDE

Rapport E/A < 1 chez 85% des sujets > 70 ans (Sagie et al. JASE 1993)

- Sujet age moyen

Sujet âgé

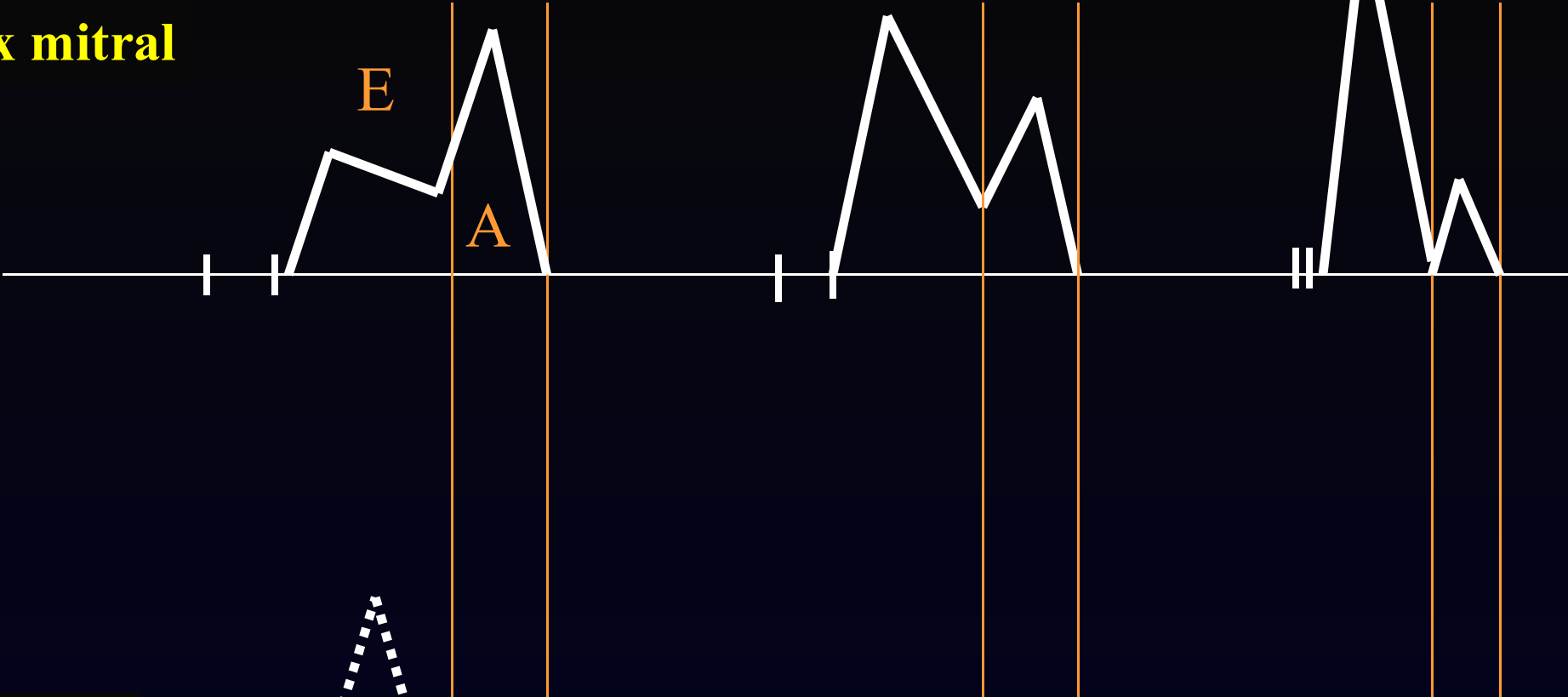


Type I

Type II

Type III

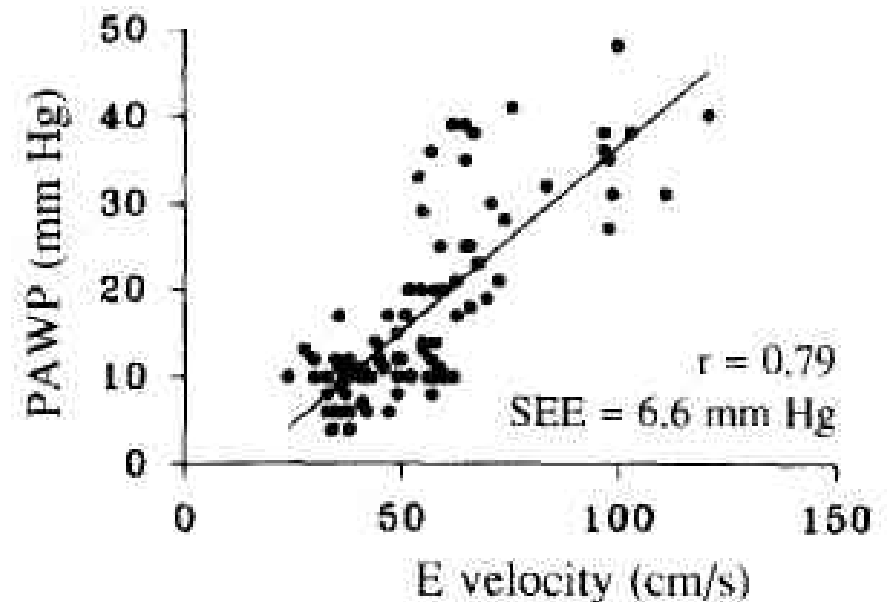
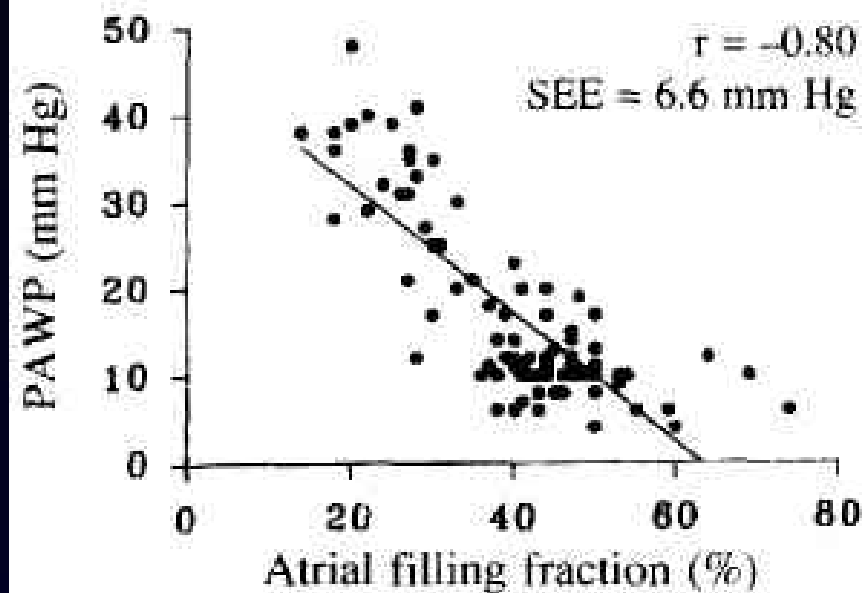
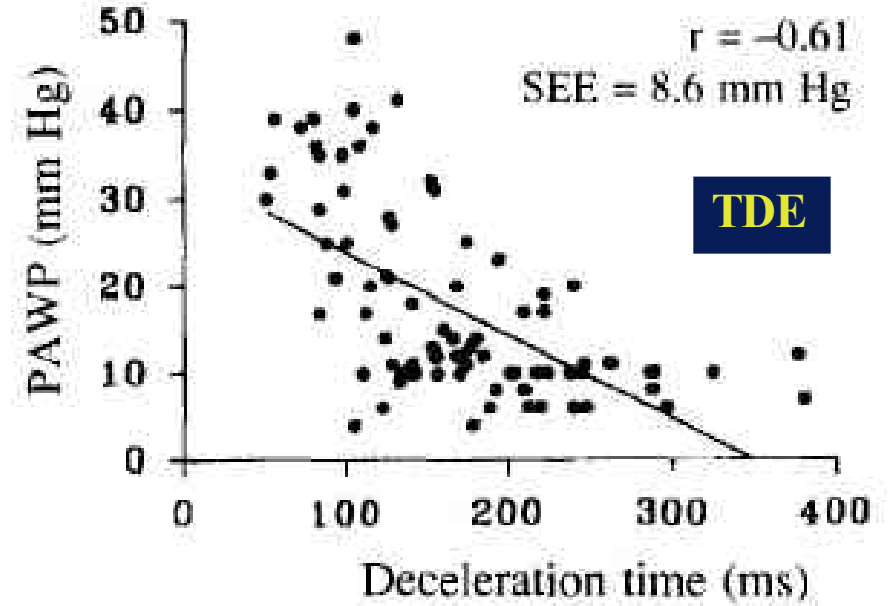
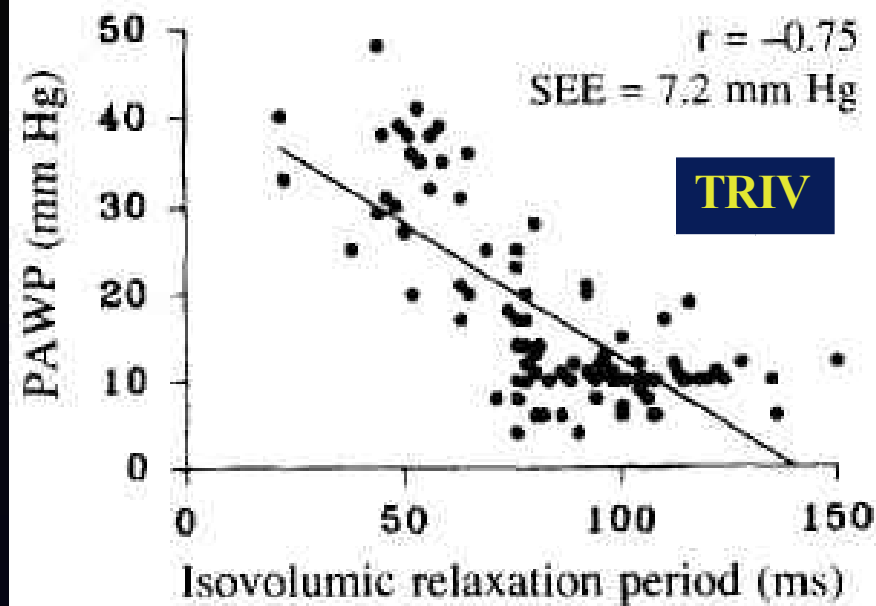
Flux mitral



Normal



D'après Appleton et al



ESTIMATION PAPO

$E/A > 2 \Rightarrow$ PAPO élevée

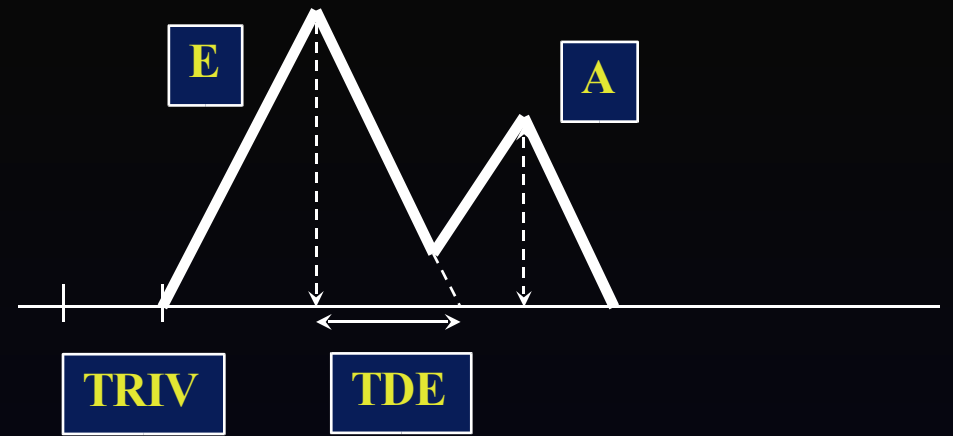
$TDE > 150\text{ms} \Rightarrow$ PAPO basse

$TDE < 120\text{ms} \Rightarrow$ PAPO > 20
(uniquement si FEV $< 30\%$)

CALCUL PAPO

$$\text{PAOP} = 18.4 + (17.1 \ln E/A)$$

$$\text{PAOP} = 17 + (5.3 \times E/A) - (0.11 \times \text{TRIV})$$



Conditions de validité des indices: Importance de l'âge !

E/A fction âge:

- 2-20 1.88 (0.45)
- 21-40 1.53 (0.40)
- 41-60 1.28 (0.25)
- >60 0.96 (0.18)

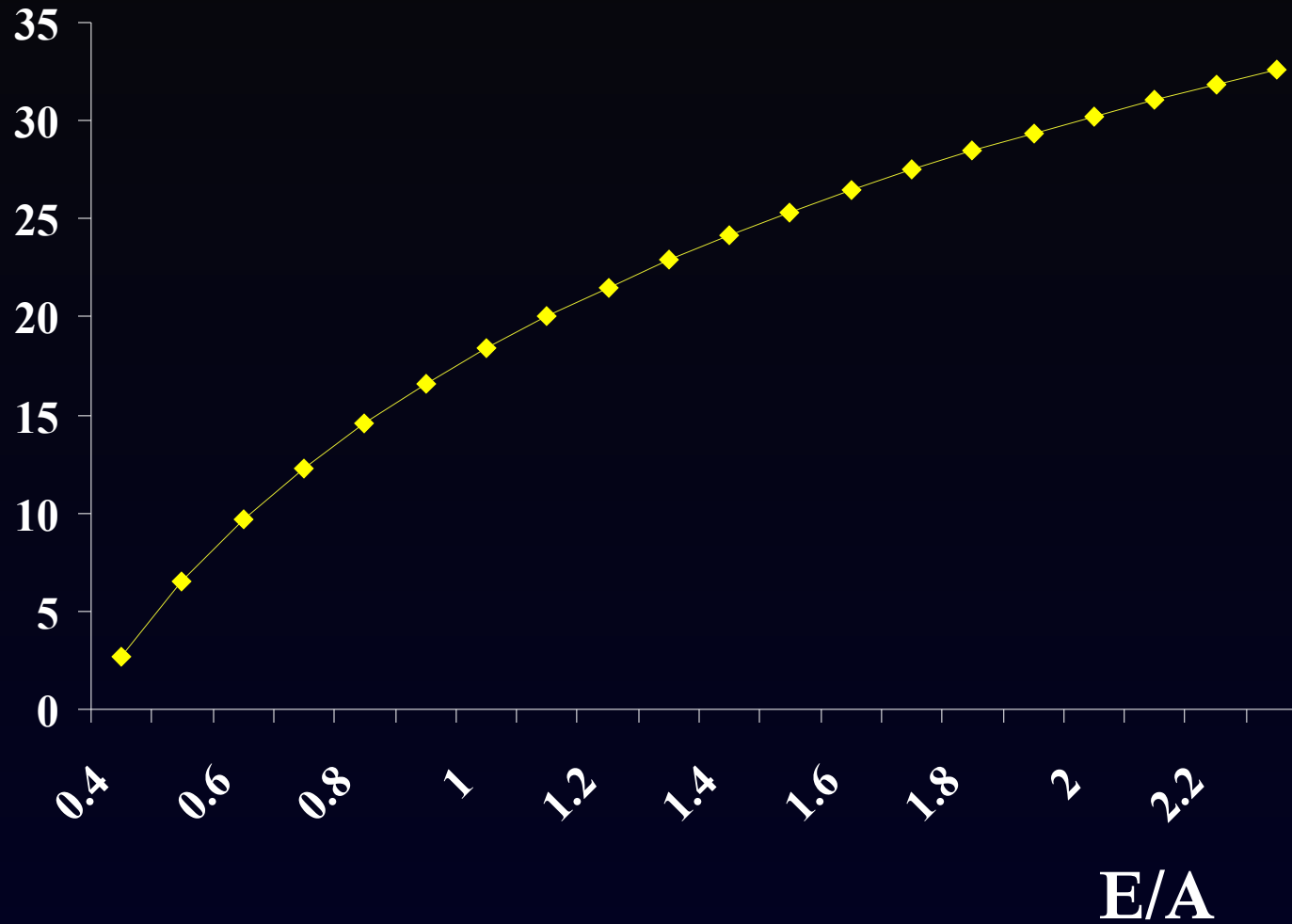
$E/A > 2$ chez bcp de sujets jeunes

$$PAOP = 18.4 + (17.1 \ln E/A)$$

$$PAOP = 18.4 + (17.1 \ln E/A)$$

Vanoverschelde JL
A J Card 75:383;1995

PAPO
mmHg



Mesure de la PAPO

Flux veineux pulmonaire

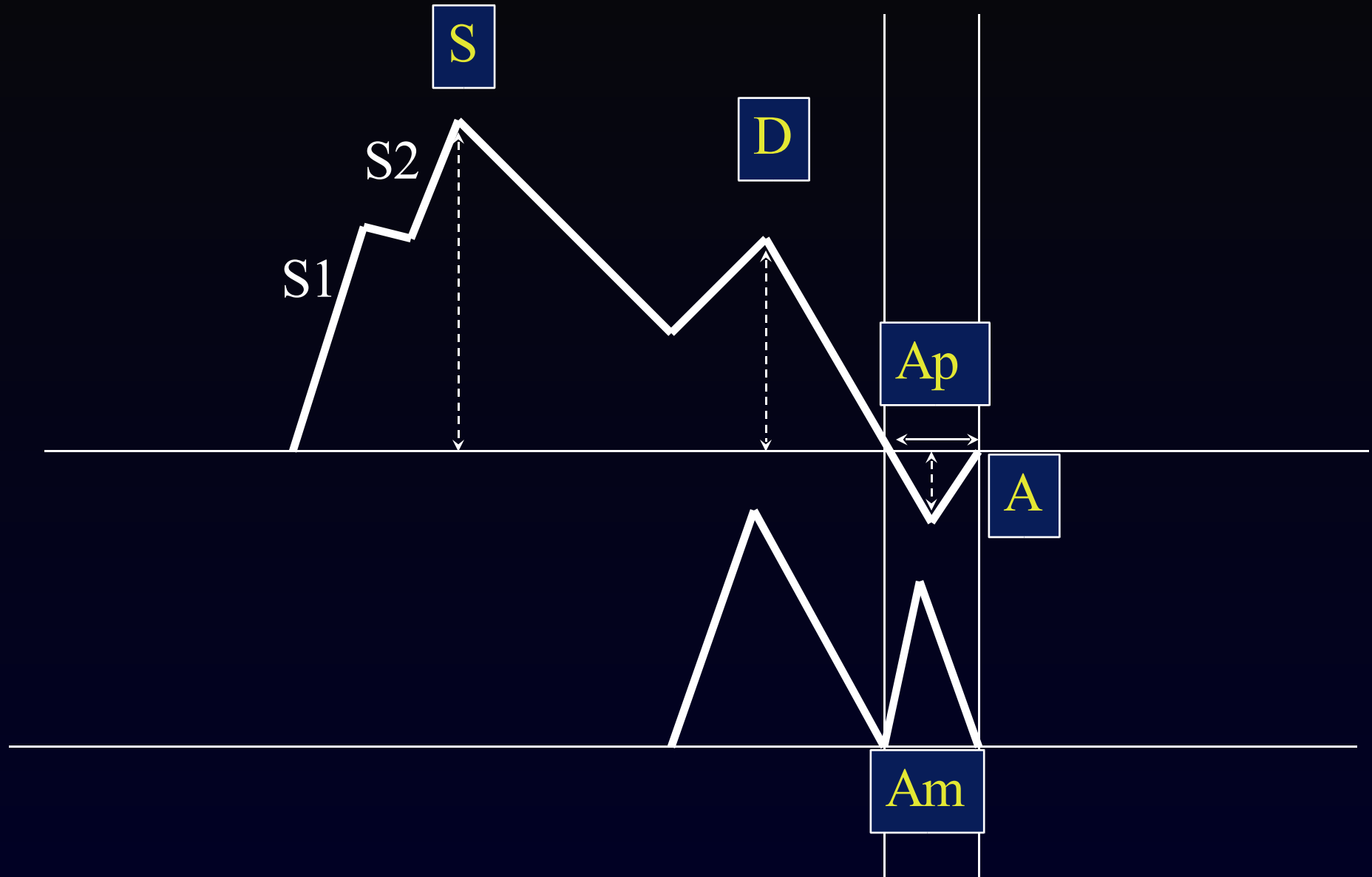
Flux veineux pulmonaire : comment mesurer ?



- **4C-Angulation supérieure**
- **Volume mesure minimum**
- **1 à 2cm dans VP**
- **gains minimum**
- **filtres minimum**
- **défilement 100mm/s**
- **faisabilité en ETT:**
 - S et D : 70 à 95%
 - Ap : 40 à 90%
 - durée de Ap difficile +++
- **reproductibilité Ap (Yamamoto 97)**
 $10 \pm 8\text{ms}$ (inter)



Flux veineux pulmonaire : que mesurer ?



Type I

Type II

Type III

Flux mitral

E

A

Flux VP

S

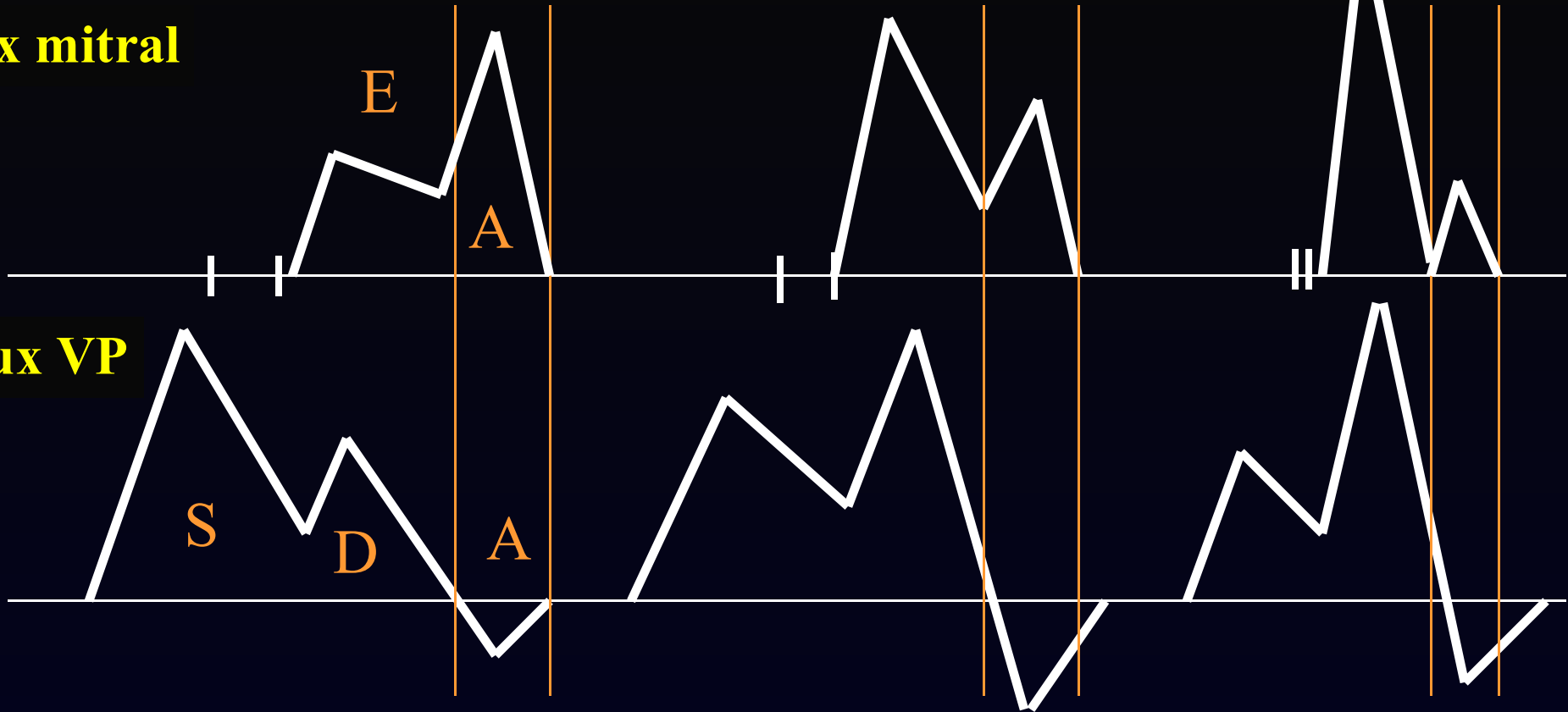
D

A

Inversion S/D

Augm vit et duree flux retrograde

D'après Appleton et al



Estimation PAPO d'après flux veineux pulmonaire

Diminution composante systolique si augmentation PAPO

Calcul fraction systolique:

$$\text{FS} = (100 \times \text{VTI onde S}) / \text{VTI (ondes S + D)}$$

PAPO > 15 mmHg si FS < 55%

PAPO > 18 mmHg si FS < 40%

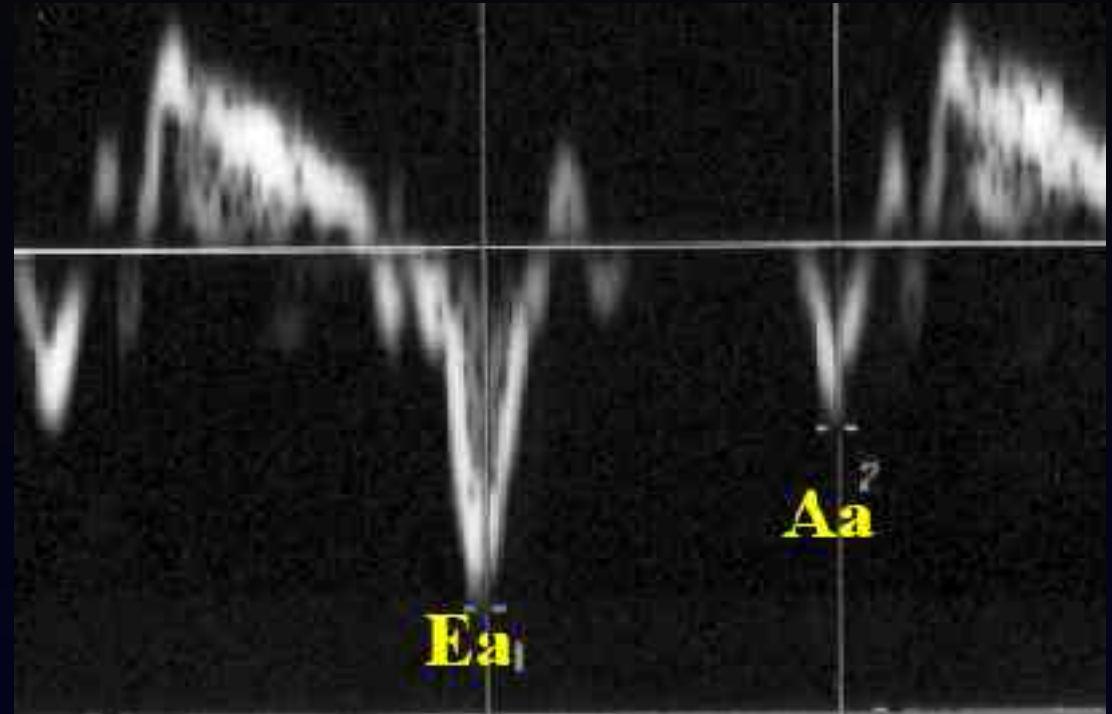
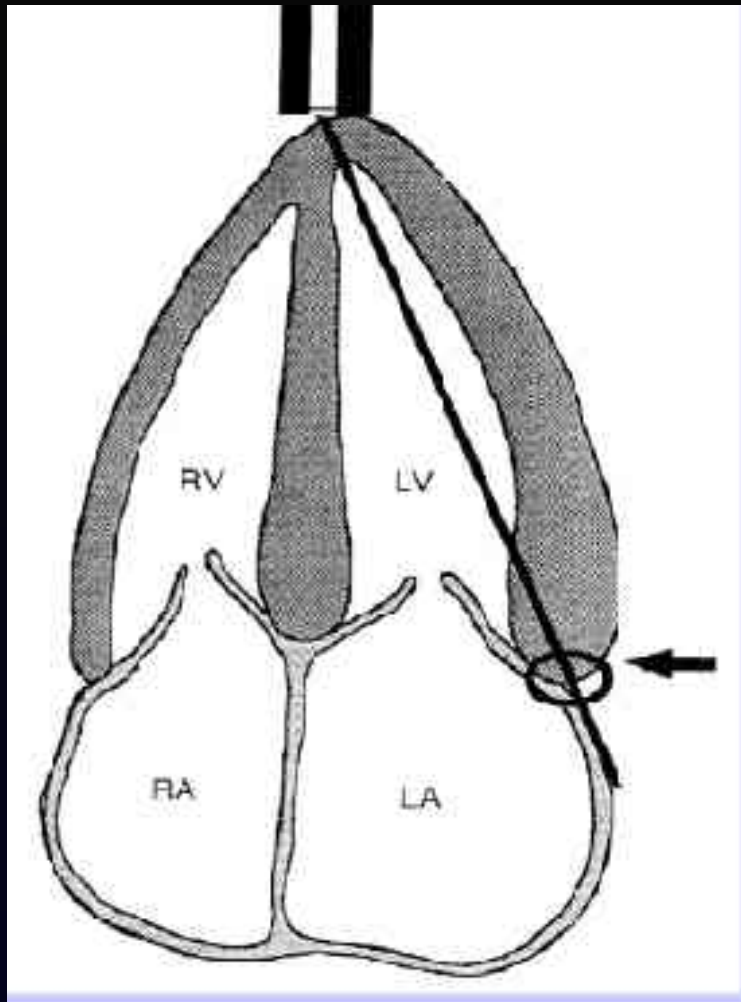
Problème: affecté par fction diastolique

Mesure de la PAPO

**Vitesse de déplacement Ea de l 'anneau mitral
en protodiastole
(Doppler tissulaire)**

Valeurs normales

$Ea > 8 \text{ cm/s}$ et $Ea / Aa > 1$



- Doppler tissulaire (DTI) mode pulsé
- Anneau mitral (septal, latéral)
- Filtres au minimum

VITESSE DE DEPLACEMENT DE L'ANNEAU MITRAL EN PROTODIASTOLE EN DTI (Ea) : INTERETS

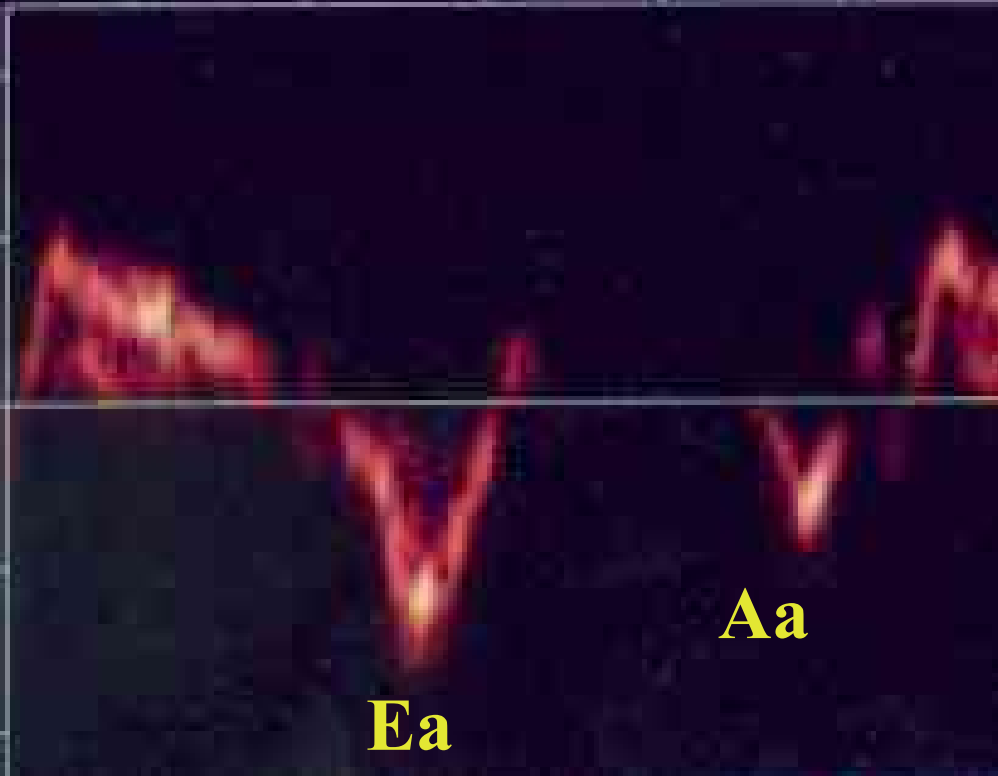
- Reflète l'allongement des fibres dans le plan longitudinal
- **Indice de relaxation** : $Ea < 8 \text{ cm/s}$ en faveur anomalie relaxation
- **Indice peu dépendant de la précharge** : absence de variations significatives de Ea après trinitrine ou remplissage d'après Sohn et al. (JACC 1997)
- **Limites** : invalide en cas de trouble de la cinétique de la zone analysée

Early diastolic velocity (Ea) DTI

normal

Ea = 18cm/s Ea > Aa

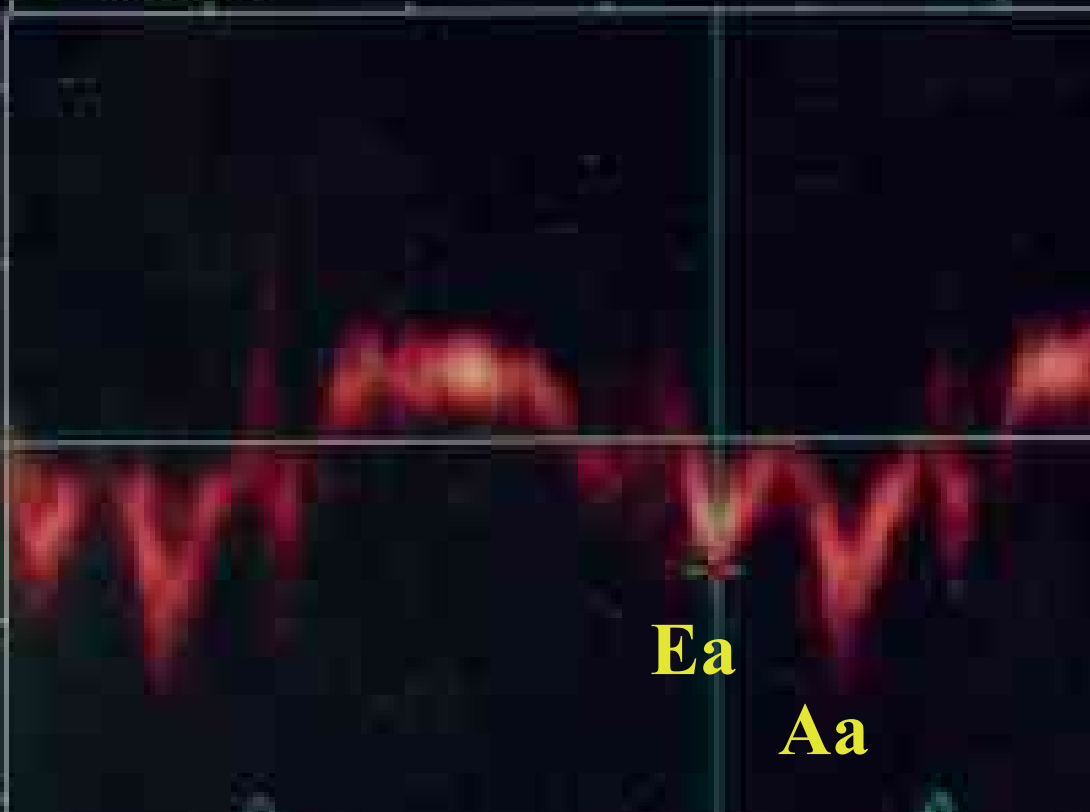
DP 2.5MHz



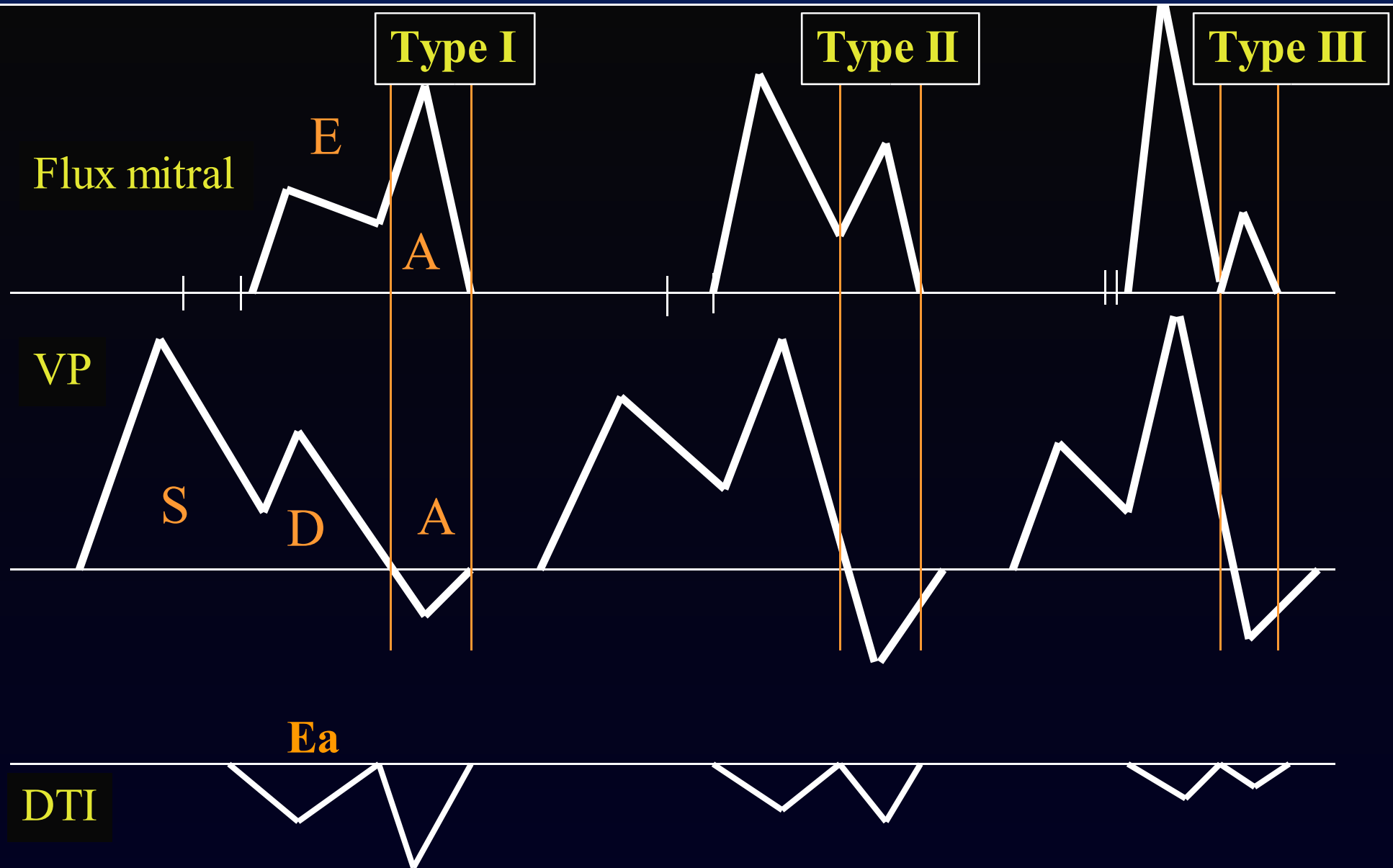
HT

Ea = 7,5cm/s et Ea < Aa

DP 2.5MHz



Diagnostic du type de dysfonction diastolique



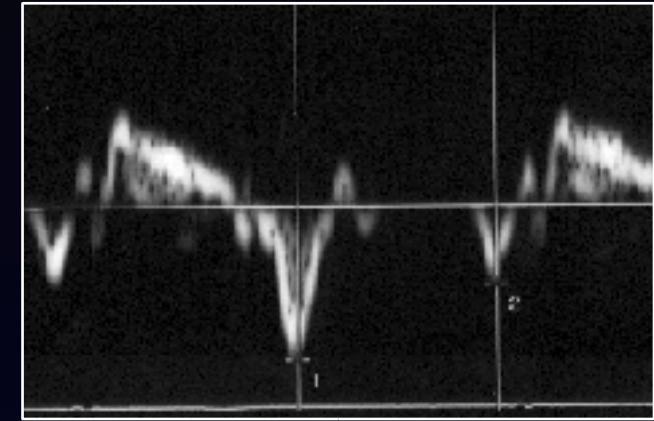
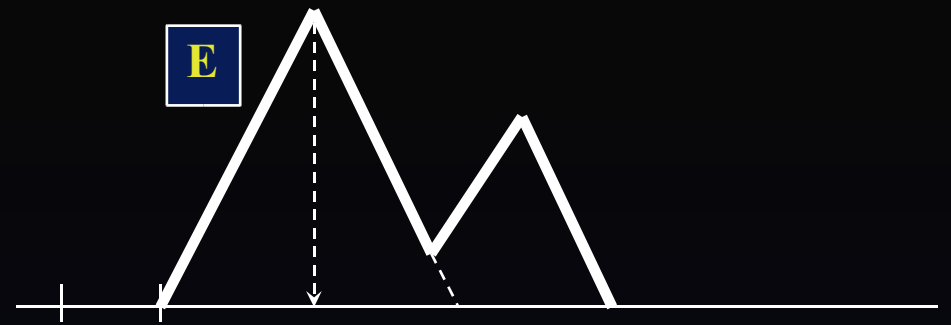
Intérêt combinaison Doppler mitral et DTI

- E influencé par fctio diastolique et conditions de charge
- Ea peu influencé par conditions de charge => sert de référence pour “calibration” effet altération fctio diastolique

ESTIMATION PAPO

$$E/E_a > 10 \Rightarrow \text{PAPO} > 15$$

$$E/E_a > 9 \Rightarrow \text{PTDVG} > 9$$



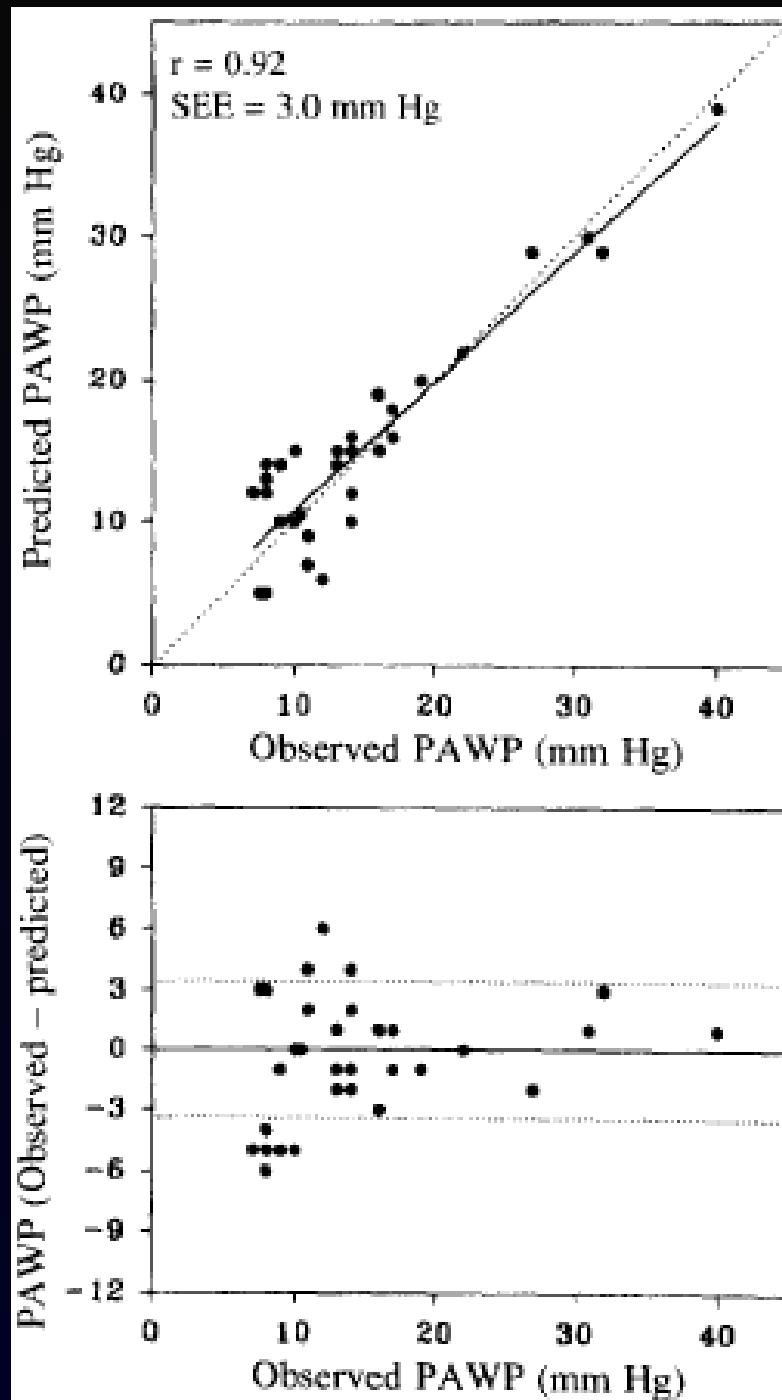
E_a

CALCUL PAPO

$$\text{PAPO} = 1.24 (V_{\max} E / V_{\max} E_a) + 1.9$$

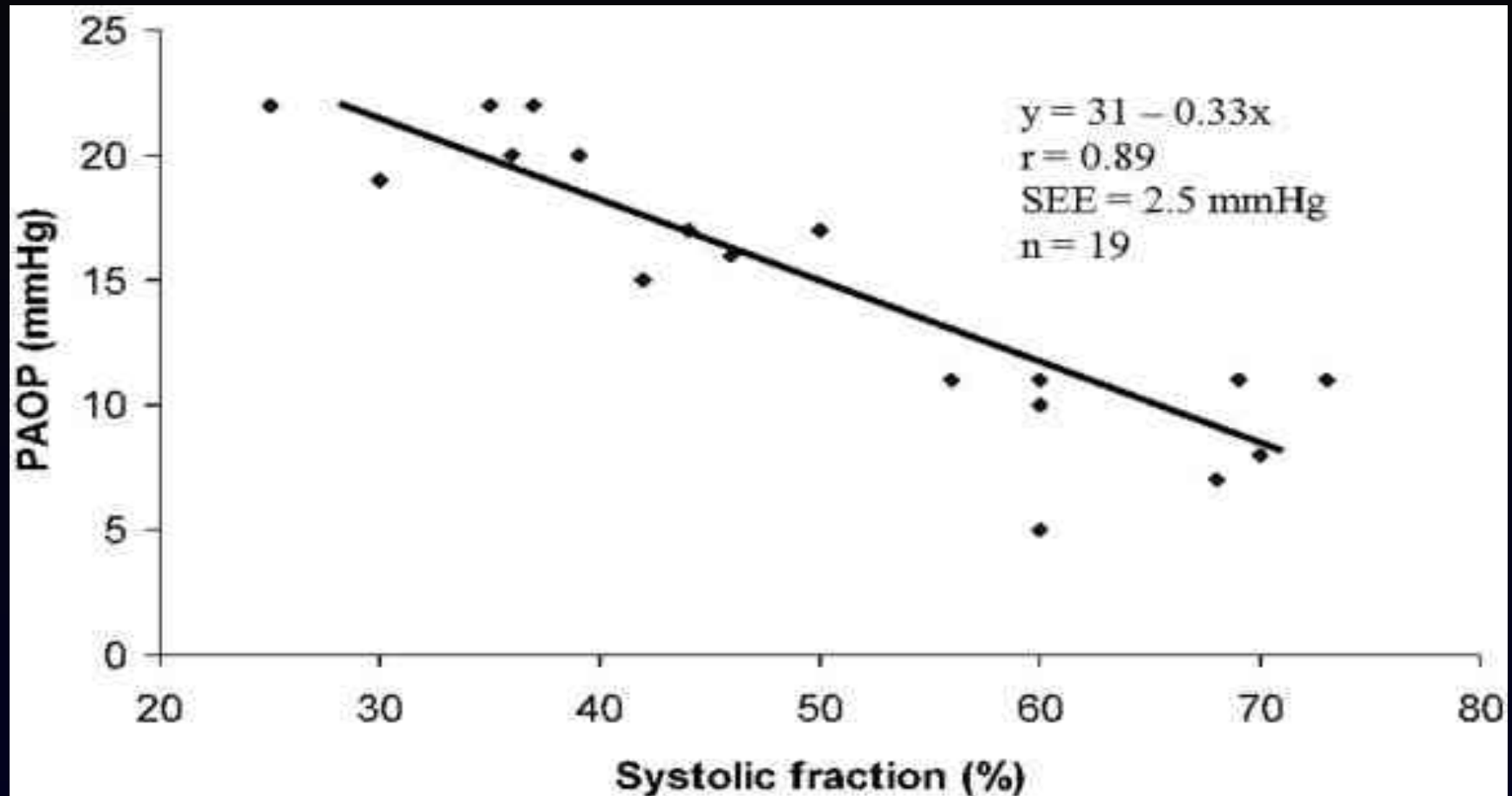
Validation des mesures ?

E/A

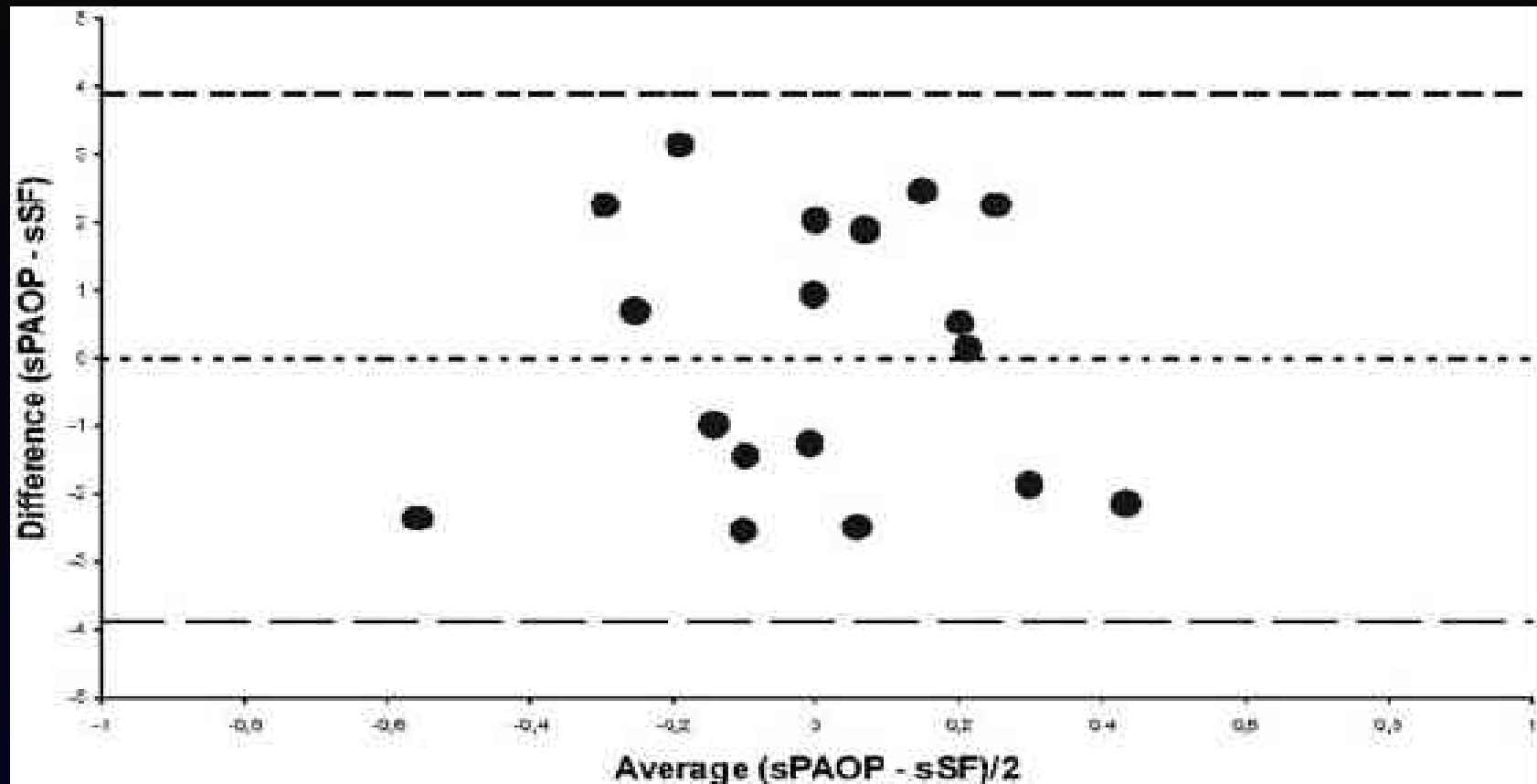


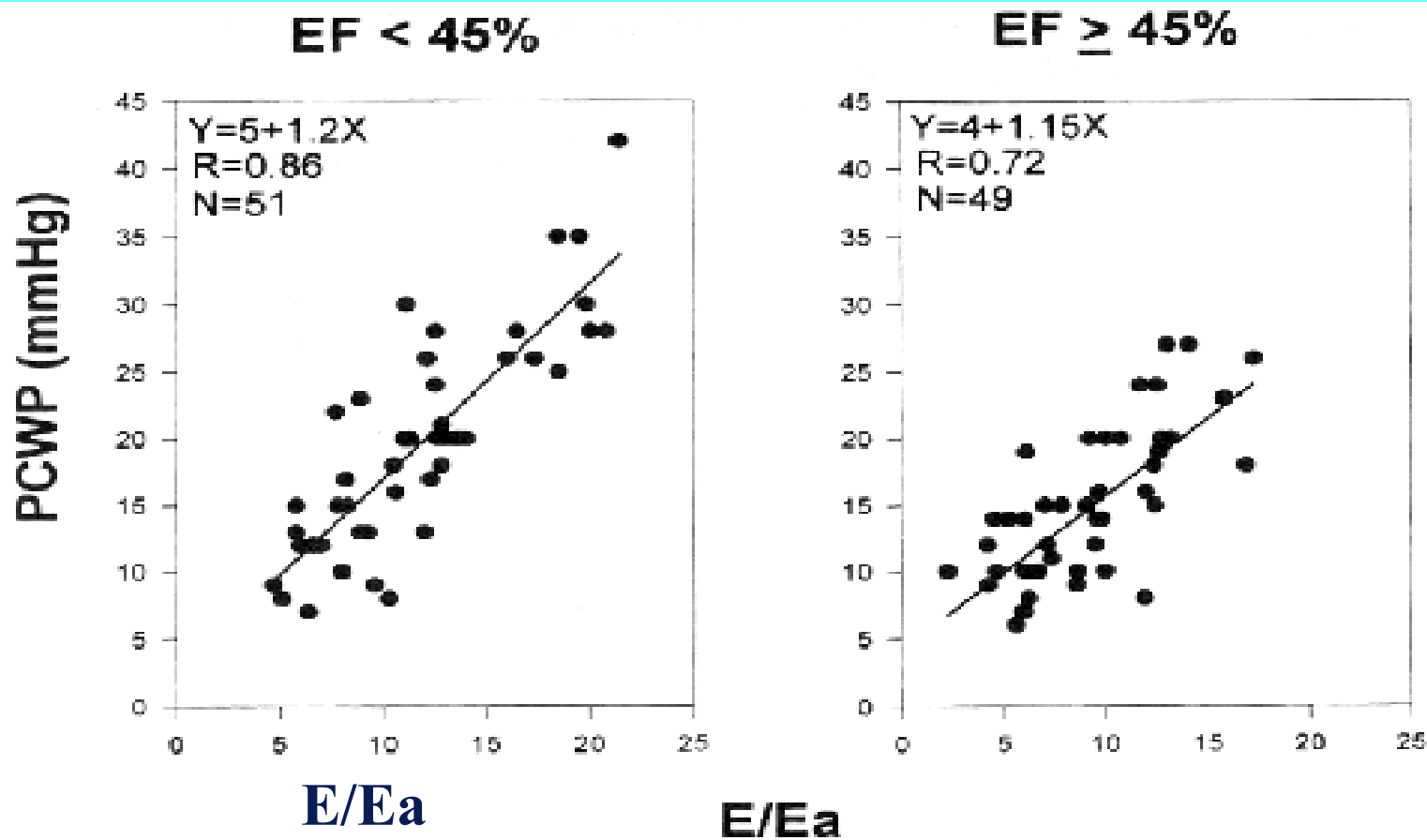
Vanoverschelde JL
A J Card 75:383;1995

Flux veineux pulmonaire



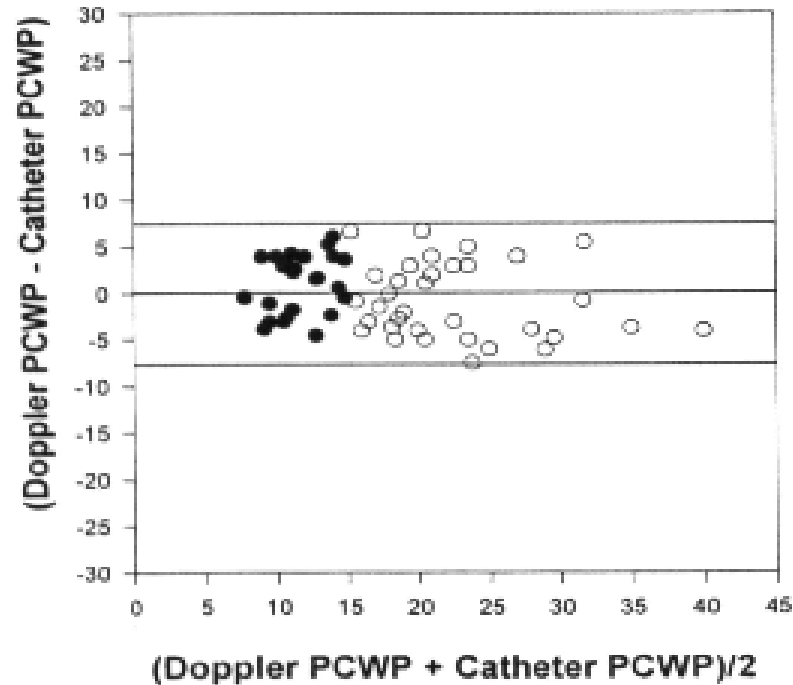
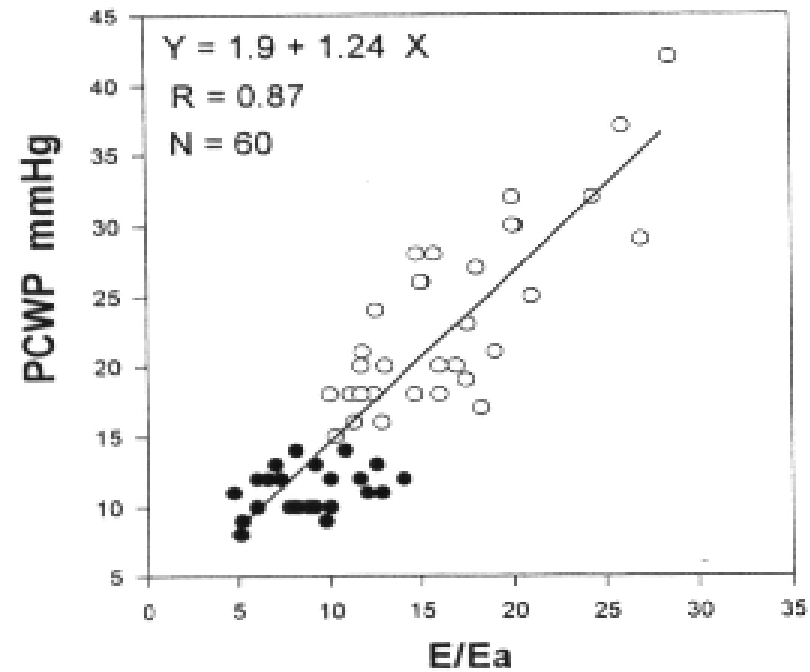
Flux veineux pulmonaire



E/E_a **Elevated Diastolic Pressure** **$E/E_a > 10$ (Nagueh JACC 1997) or $E/E_a > 15$ (Ommen Circulation 2000)**

Tissular Doppler

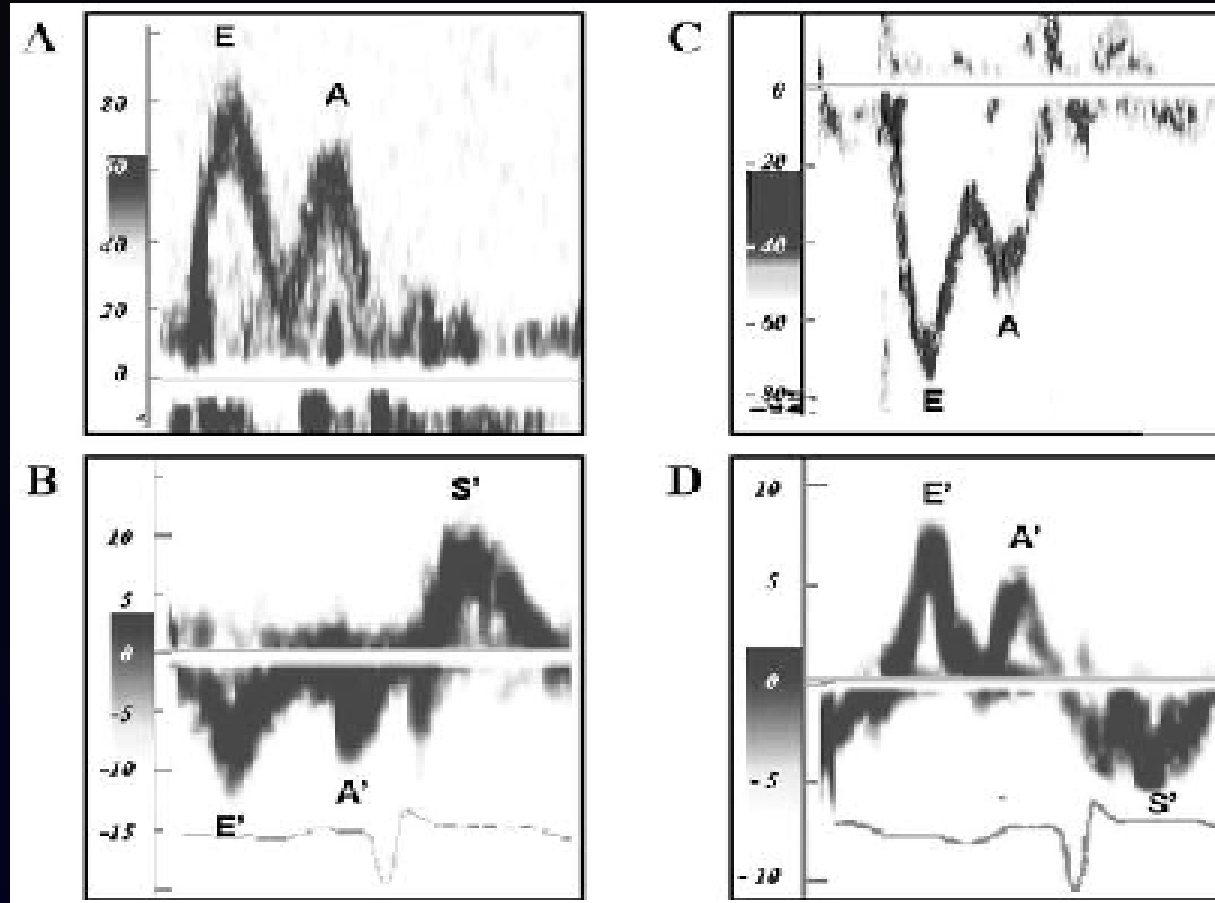
**Biais 0
agrément 7 mmHg**



**Nagueh et al
JACC 30:1527;1997**

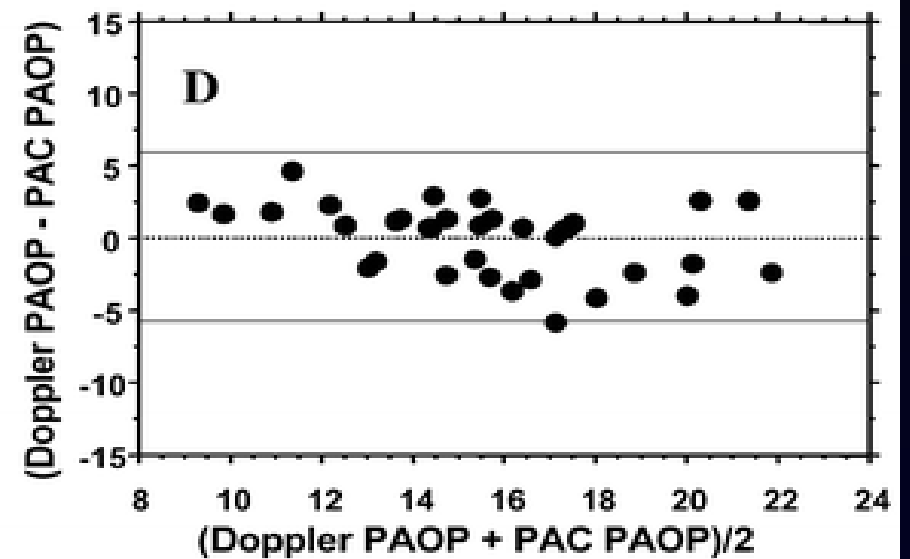
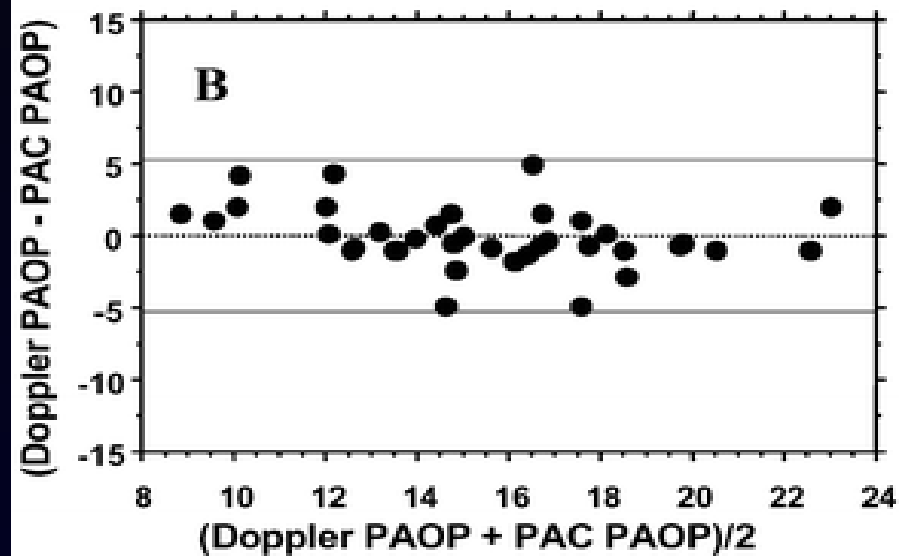
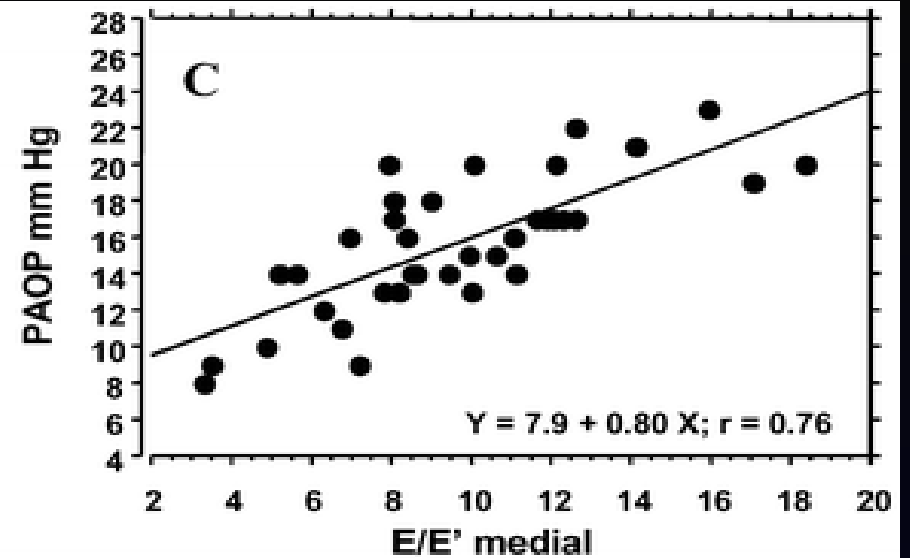
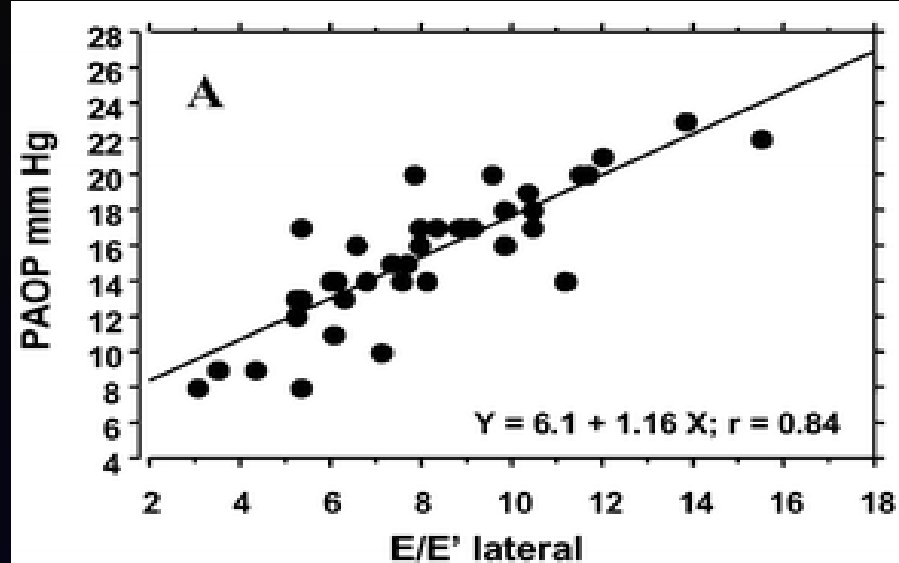
TTE or TEE

E/Ea



ICU, mechanical ventilation

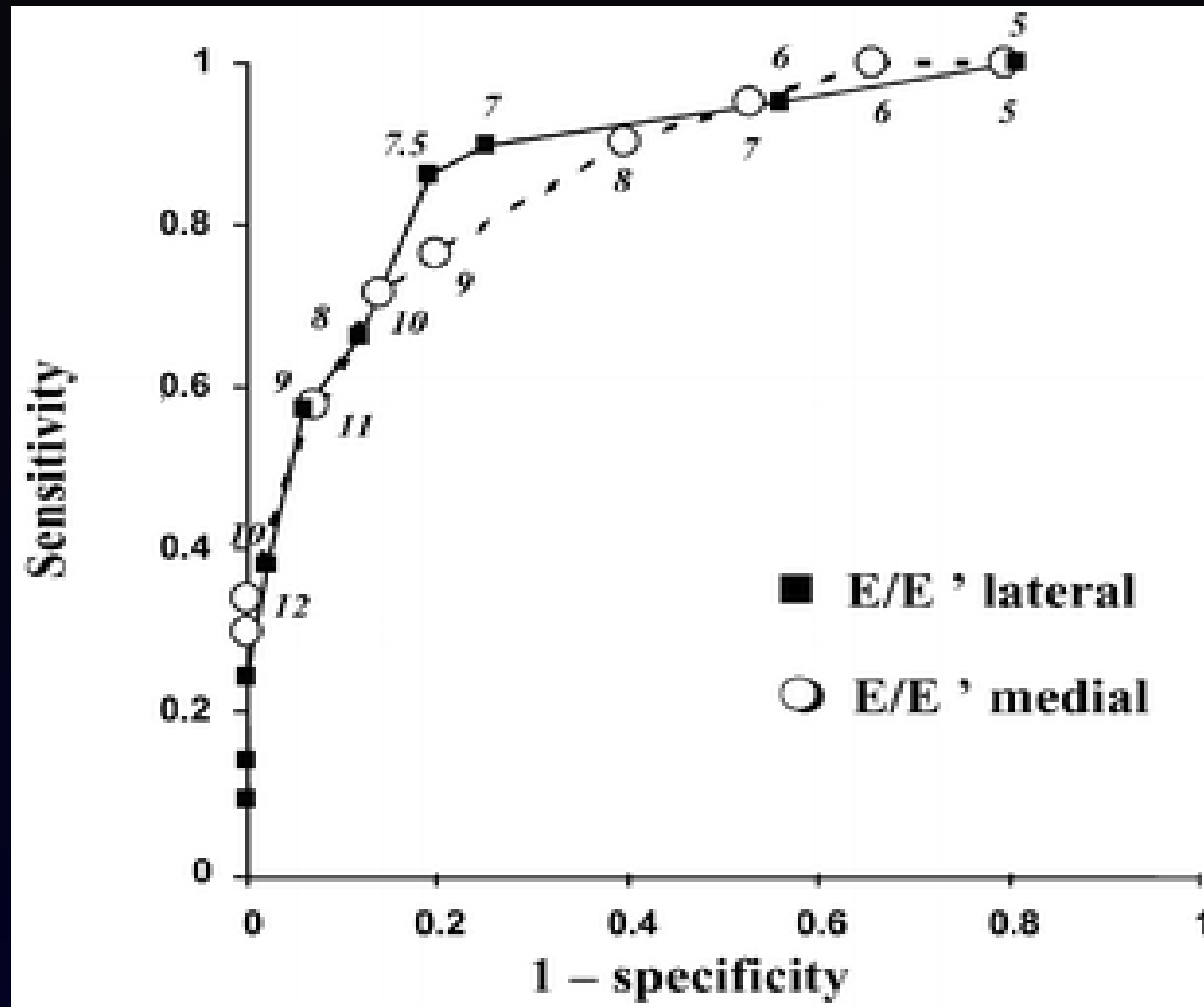
E/Ea



ICU, mechanical ventilation

Combes A Int Care Med 2004

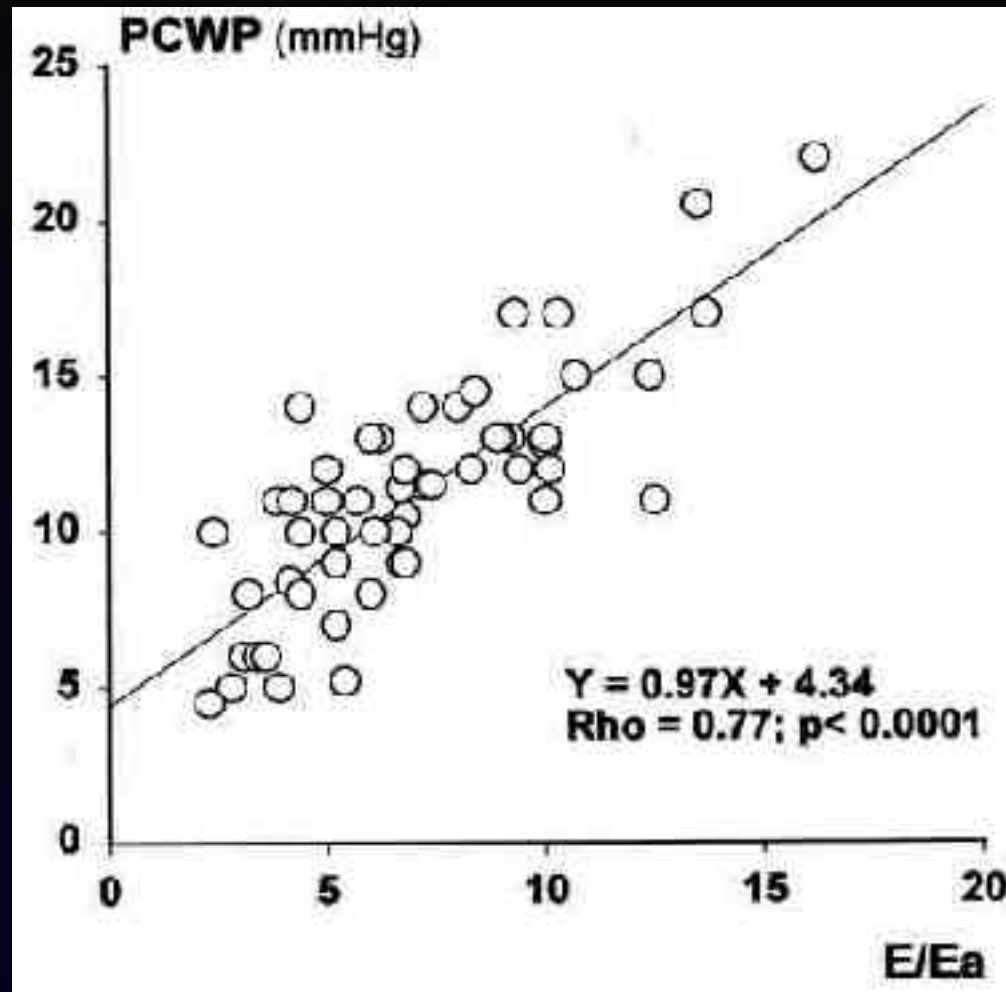
ROC curve for predicting PAOP of 15 mmHg or higher using E/Ea



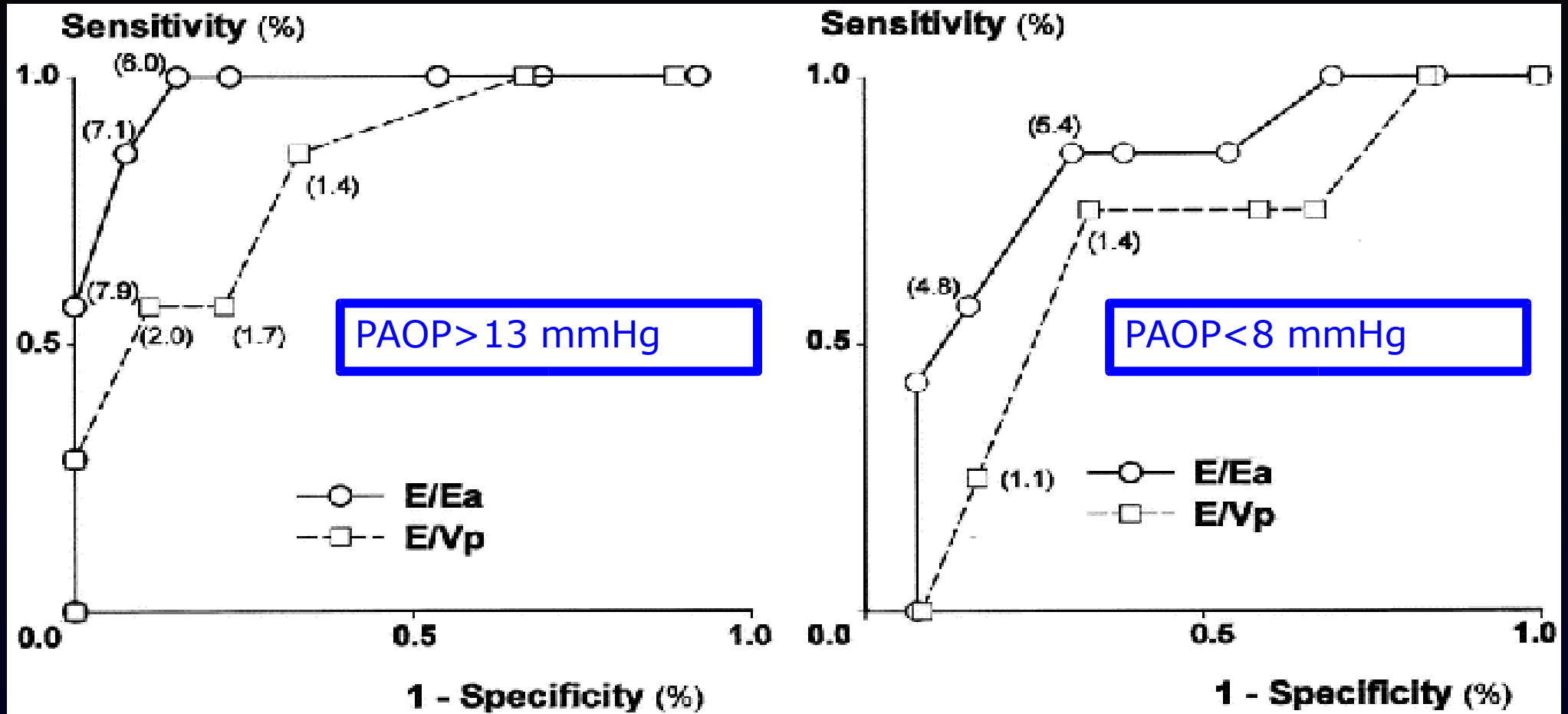
(0.89)

(0.81)

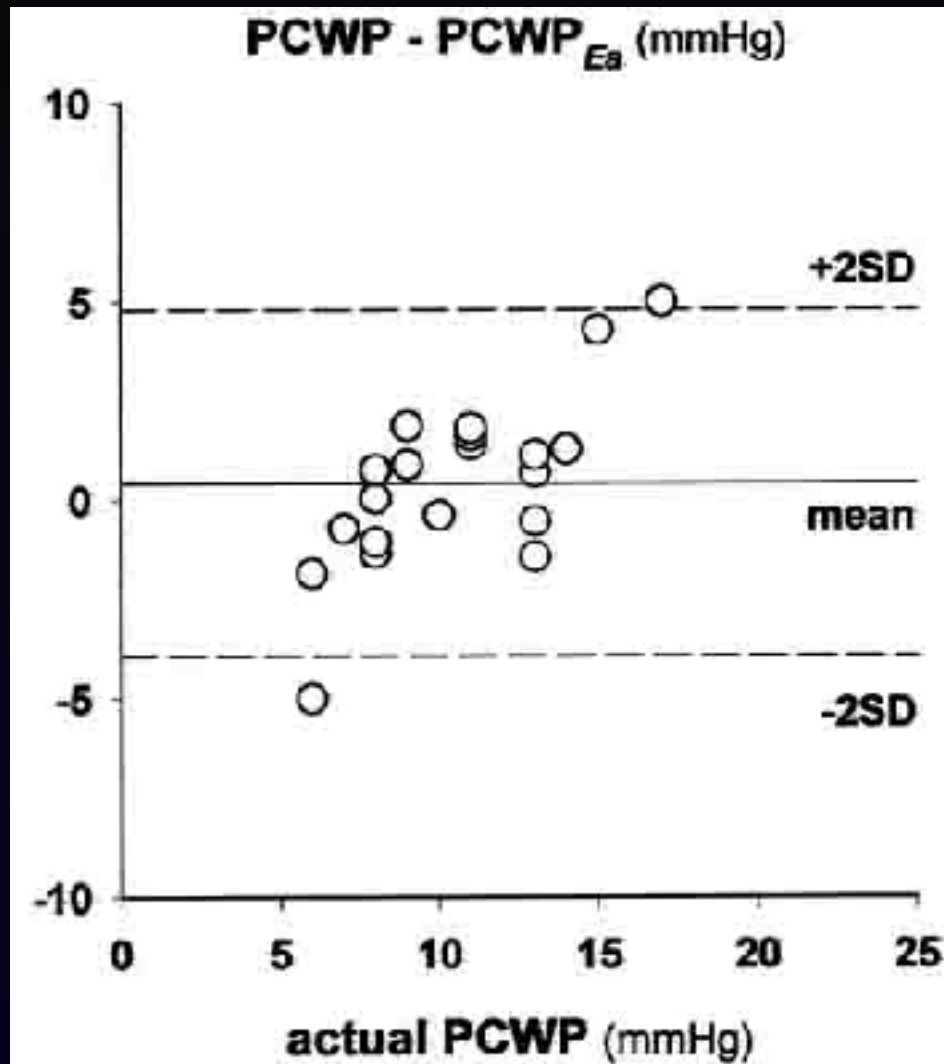
E/Ea



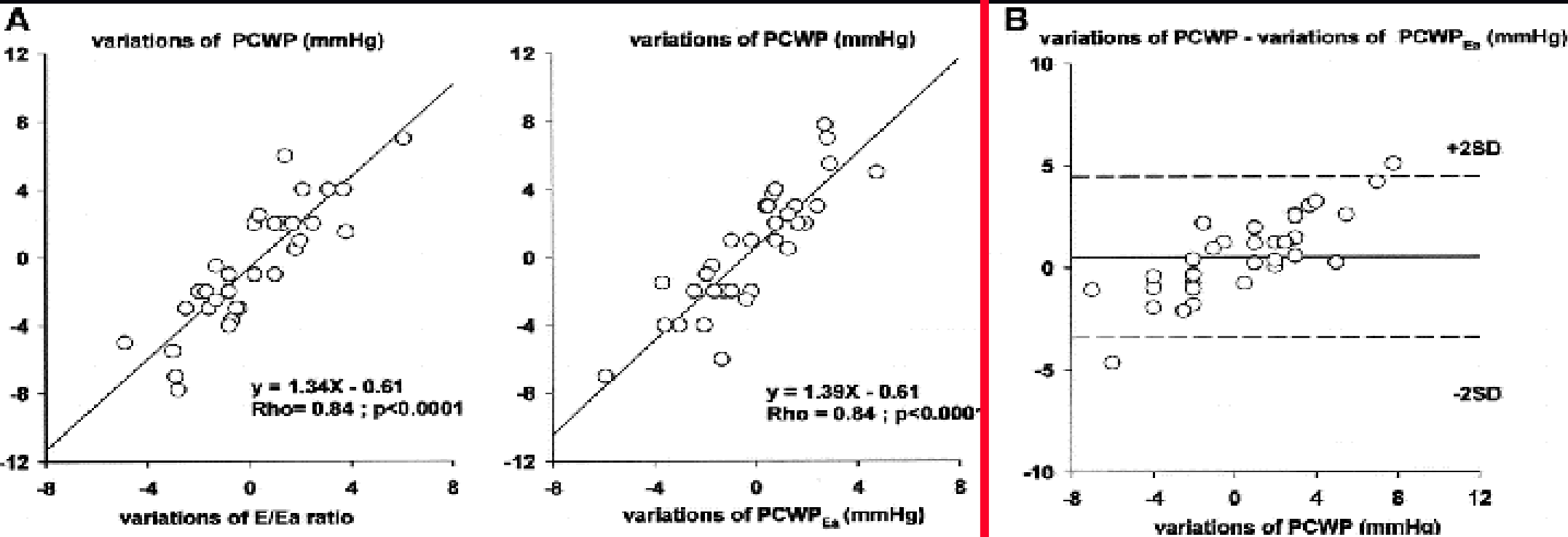
E/Vp et E/Ea



E/E_a



Variations sous traitement



Evaluation des pressions de remplissage

L' évaluation des pressions de remplissages est réalisable par échocardiographie.

Divers indices et formules peuvent être utilisés. Si la valeur discriminative (PAPO basse ou élevée) est souvent satisfaisante, la précision de ceux-ci reste encore souvent relativement faible et rend délicate l'évaluation fine d'interventions thérapeutiques.

Enfin, rares sont les indices qui ont été validés dans une population de patients de réanimation, d'âge et de pathologies variées.

Evaluation des pressions de remplissage

De tous les indices permettant d'évaluer la PAPO, le rapport E/E_a semble le plus prometteur.

Une évaluation hémodynamique complète nécessite également la mesure des cavités ventriculaires et des indices dynamiques.