

# Catheter de l'artère pulmonaire (Swan-Ganz)



COURS SCIENCES DE BASE - PROGRAMME D'ANESTHÉSIOLOGIE  
DRE MEGGIE RAYMOND, INSTITUT DE CARDIOLOGIE DE MONTRÉAL  
2 OCTOBRE 2025

# Objectifs

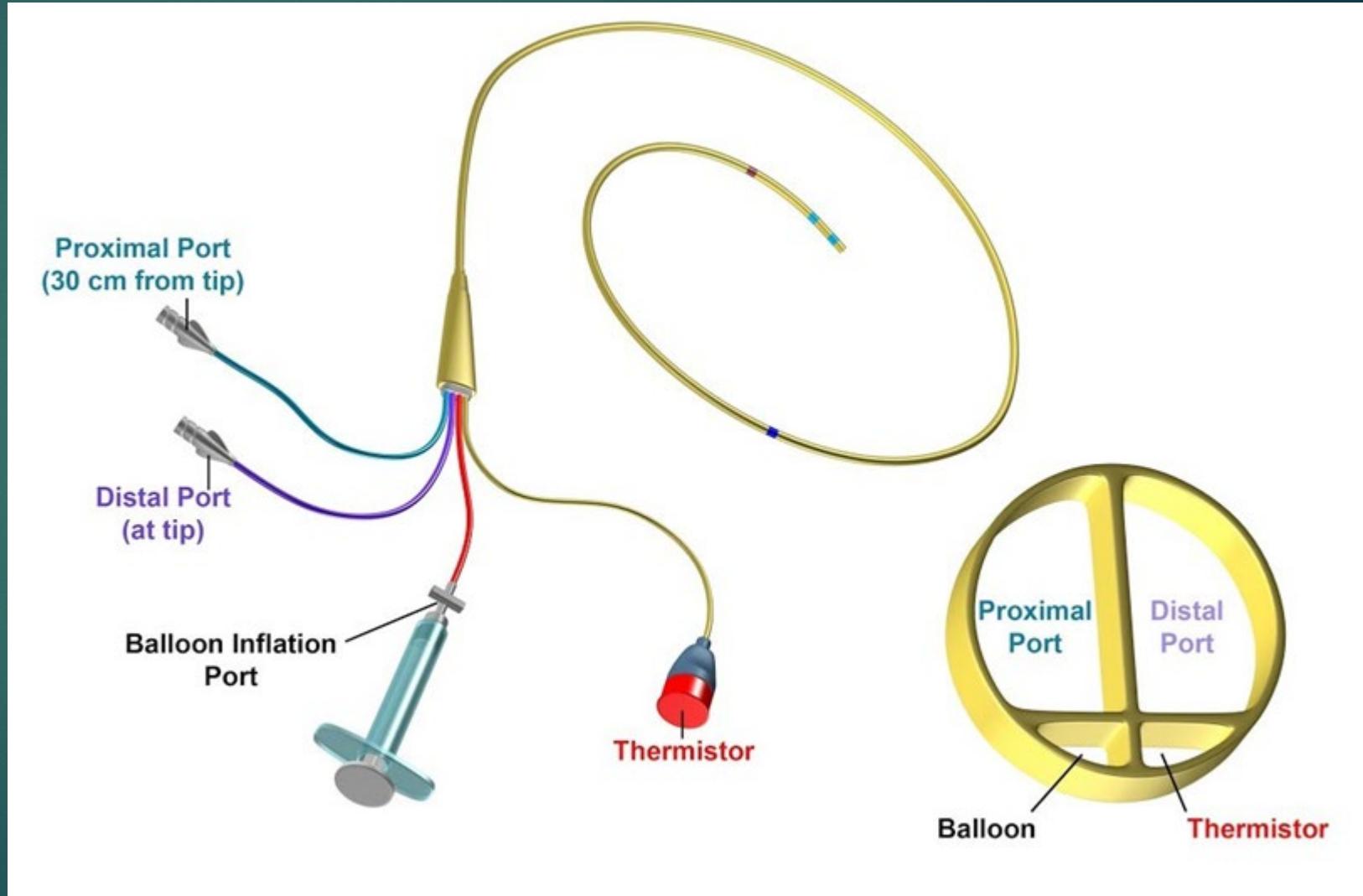
- ▶ Préparer et insérer un cathéter de l'artère pulmonaire (CAP)
- ▶ Indications, contre-indications, limitations et complications (voie centrale et CAP)
- ▶ Analyser variables hémodynamiques cœur droit (TVC, PAP, Wedge, D.C.)
- ▶ Interpréter les gaz veineux centraux ( $SvO_2/ScvO_2$ )
- ▶ Déterminer livraison et consommation O<sub>2</sub> corporelle
- ▶ Questions d'examen 

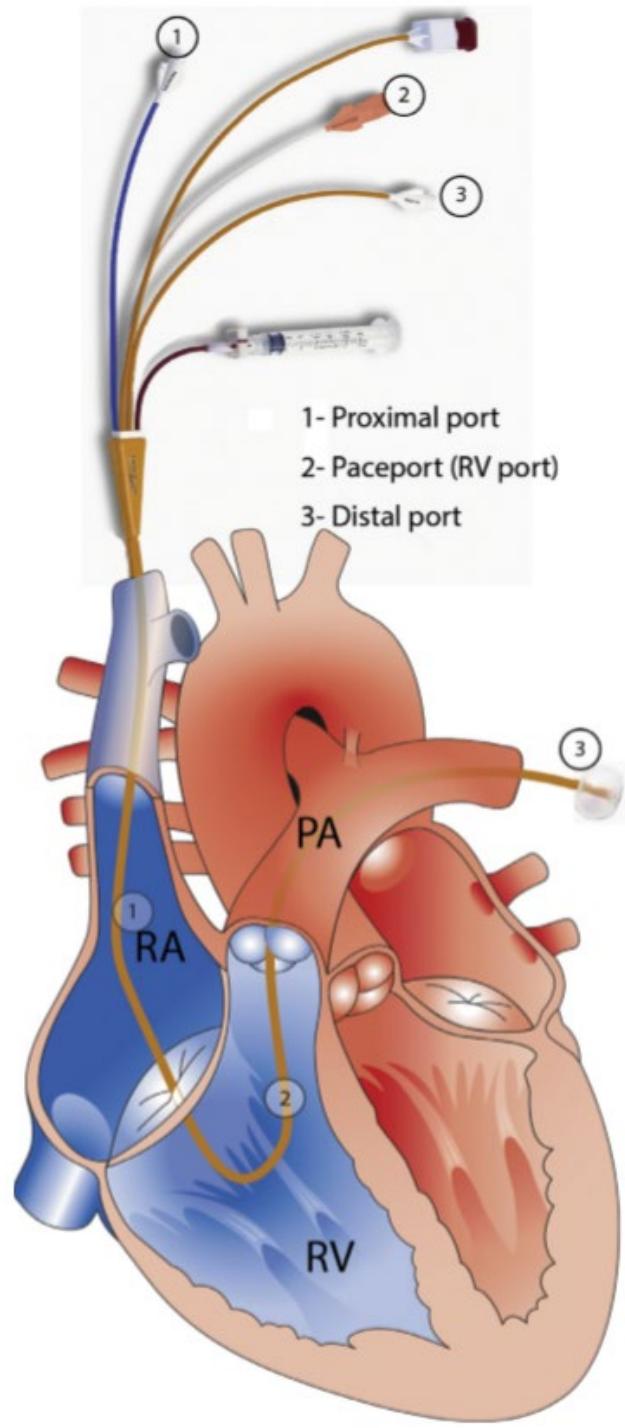


William Ganz (left) with Jeremy Swan.

# Qu'est-ce qu'un Swan-Ganz?

- ▶ cathéter 110 cm
- ▶ 7-8 Fr de circonférence
- ▶ Possible sans latex
- ▶ Maintenant + RA port, RV port





# Voie centrale : indications

## Box 40-4 Indications for Central Venous Cannulation

- Central venous pressure monitoring
- Pulmonary artery catheterization and monitoring
- Transvenous cardiac pacing
- Temporary hemodialysis
- Drug administration
  - Concentrated vasoactive drugs
  - Hyperalimentation
  - Chemotherapy
  - Agents irritating to peripheral veins
  - Prolonged antibiotic therapy (e.g., endocarditis)
- Rapid infusion of fluids (via large cannulas)
  - Trauma
  - Major surgery
- Aspiration of air emboli
- Inadequate peripheral intravenous access
- Sampling site for repeated blood testing

# Préparer et insérer un CAP

- ▶ Présence d'un assistant
- ▶ Technique stérile voie centrale, échoguidance, etc.

# Préparer et insérer un CAP

- ▶ Insérer via introducteur (8,5 ou 9 Fr)



GUIDELINES

# Guidelines for the Prevention of Intravascular Catheter-related Infections

**Naomi P. O'Grady,<sup>1</sup> Mary Alexander,<sup>2</sup> Lillian A. Burns,<sup>3</sup> E. Patchen Dellinger,<sup>4</sup> Jeffrey Garland,<sup>5</sup> Stephen O. Heard,<sup>6</sup> Pamela A. Lipsett,<sup>7</sup> Henry Masur,<sup>1</sup> Leonard A. Mermel,<sup>8</sup> Michele L. Pearson,<sup>9</sup> Issam I. Raad,<sup>10</sup> Adrienne G. Randolph,<sup>11</sup> Mark E. Rupp,<sup>12</sup> Sanjay Saint,<sup>13</sup> and the Healthcare Infection Control Practices Advisory Committee (HICPAC) (Appendix 1)**

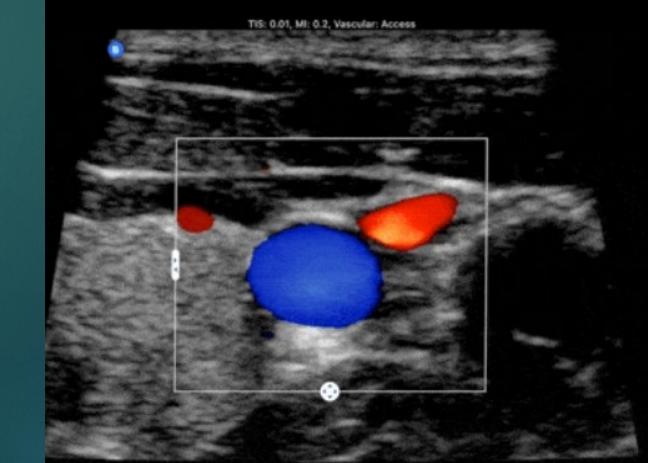
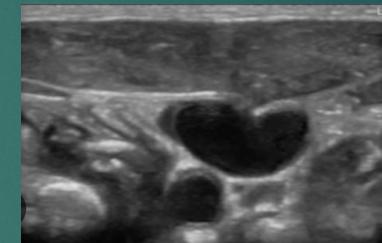
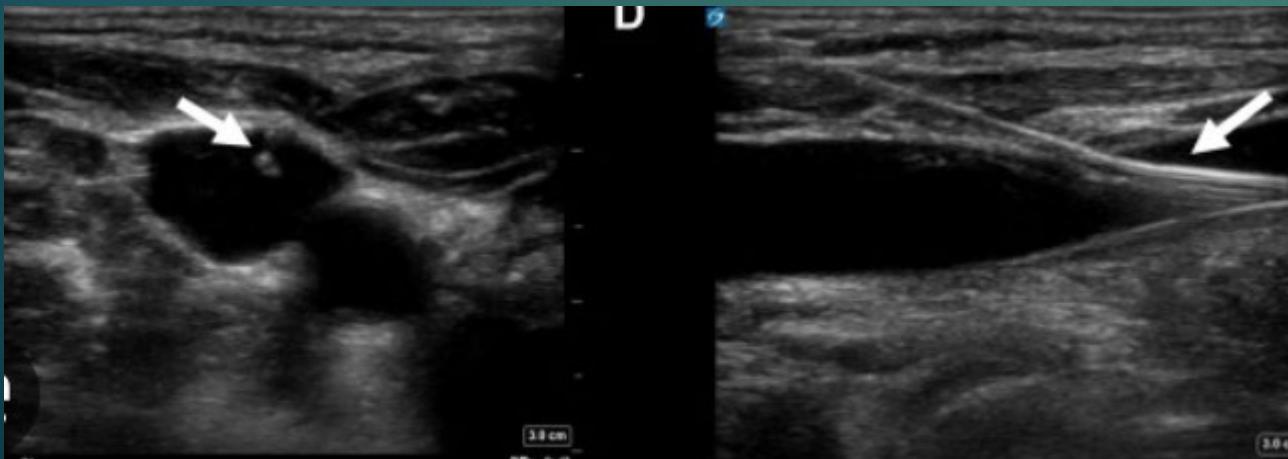
# Principes stérilité

- ▶ Lavage mains (savon + eau +gel alcool), retirer bagues, attention faux ongles
- ▶ Ne pas sortir mains de la blouse
- ▶ Drapage tout le corps
- ▶ Désinfection 2% chlorhexidine : frotter fort, mvts va-et-vient (pas en rond nécessairement) et **surtout laisser sécher**
- ▶ Retirer les lignes dès que non nécessaire en post-op (évaluer die)
- ▶ Changer les voies centrales mises en urgence dès que possible (<48h)
- ▶ Utiliser liste vérification



# Echoguidance

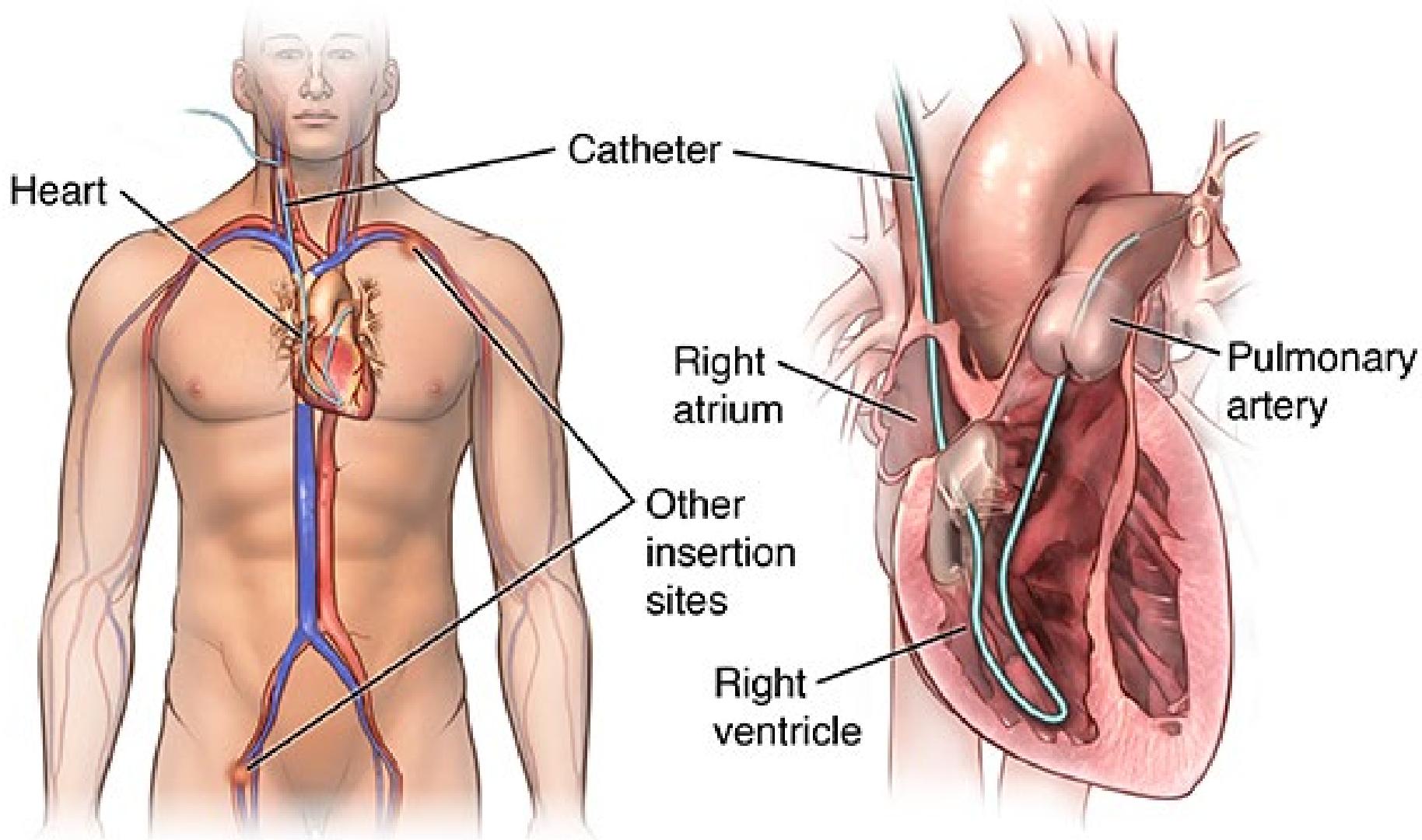
- ▶ Position Tredelenburg
- ▶ Écho + sécuritaire (que repères anatomiques)
- ▶ Dans le plan ou hors plan
- ▶ Attention de ne pas transpercer la veine
- ▶ Voir bout de l'aiguille : mouvement de balayage si hors plan pour suivre aiguille (voir « tenting » sur veine)
- ▶ Seldinger
- ▶ Confirmer position guide écho surface (ou ETO)



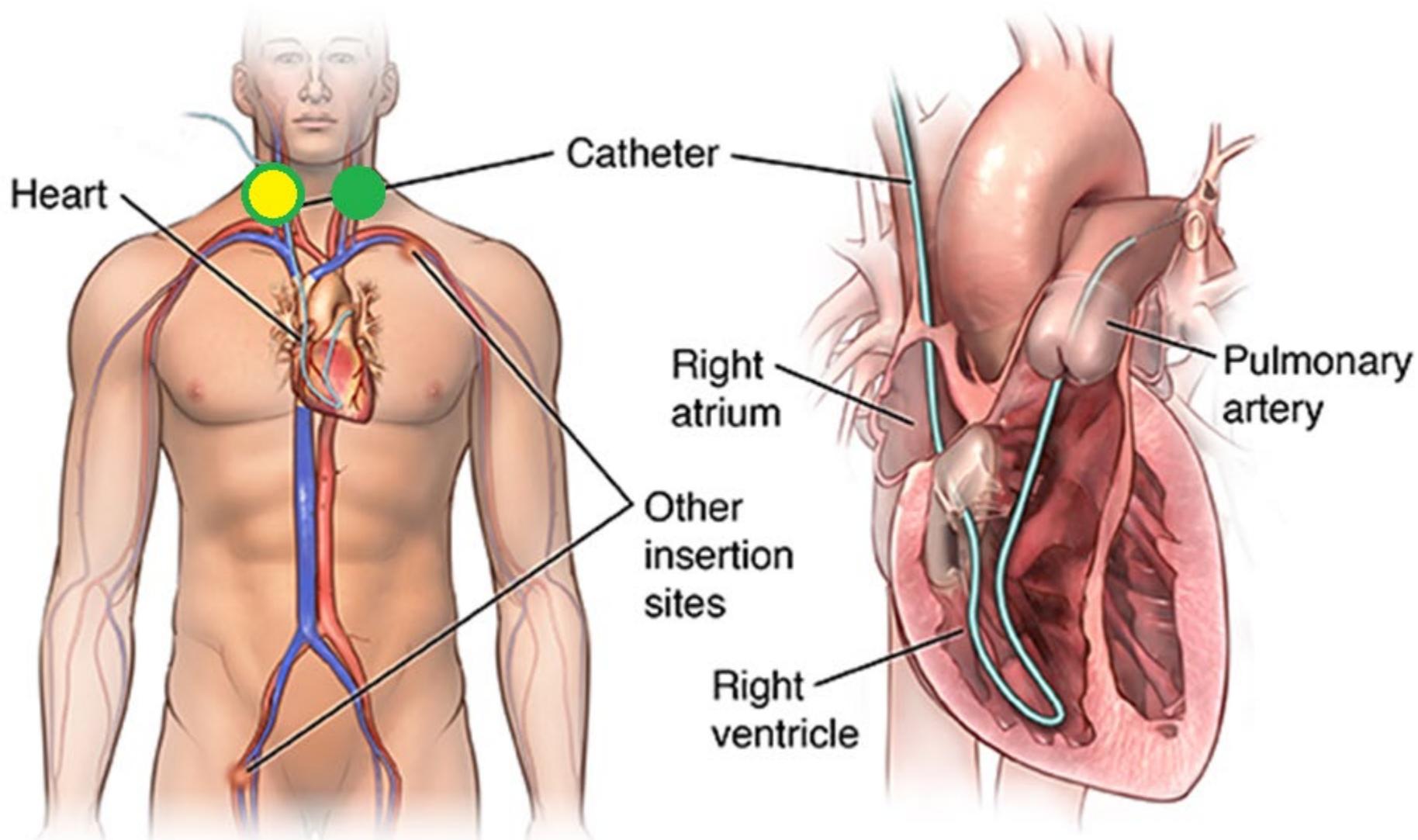
# Préparer et insérer un CAP

- ▶ Présence d'un assistant
- ▶ Technique stérile voie centrale, échoguidance, etc.
- ▶ Choix de veine

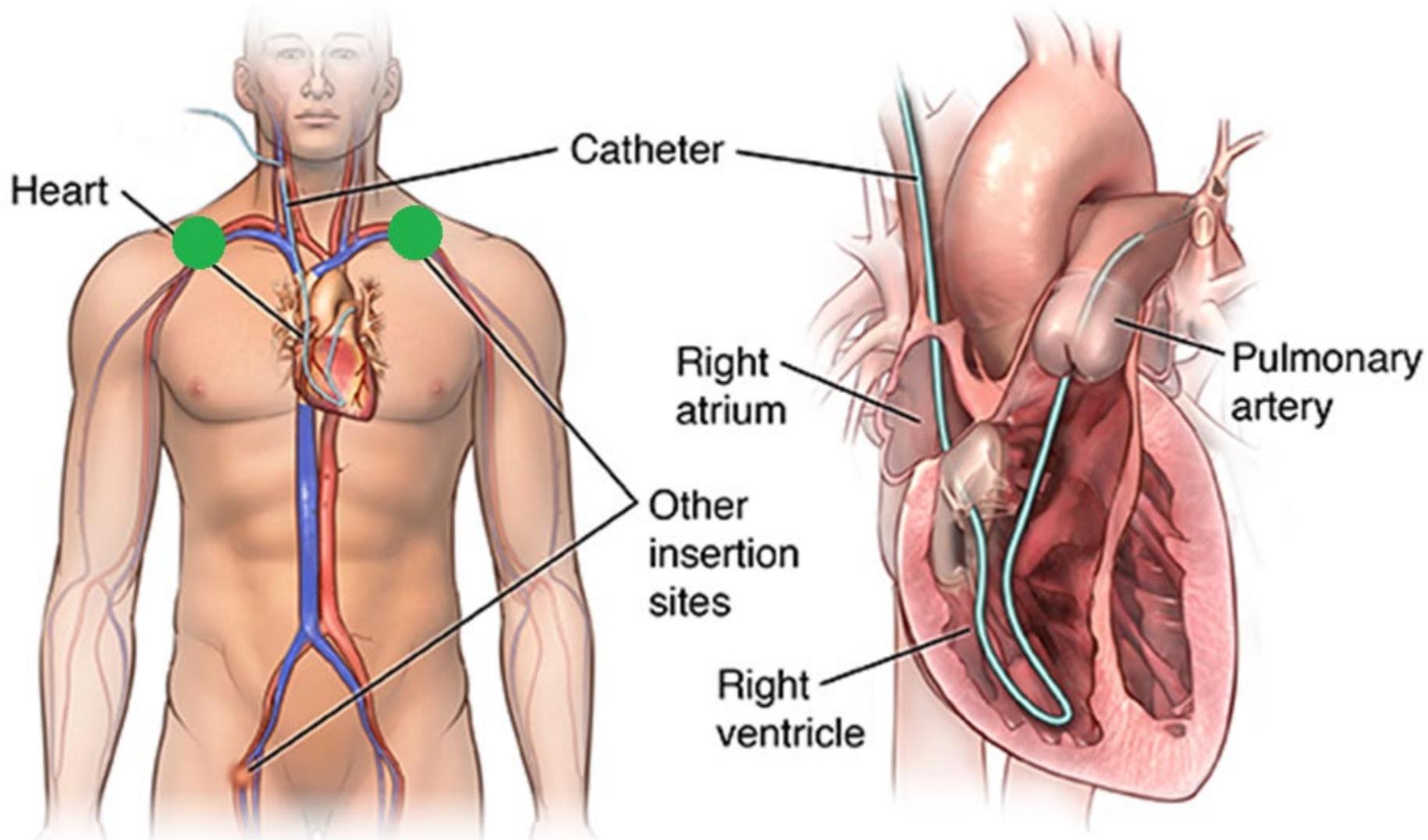
## Pulmonary catheter



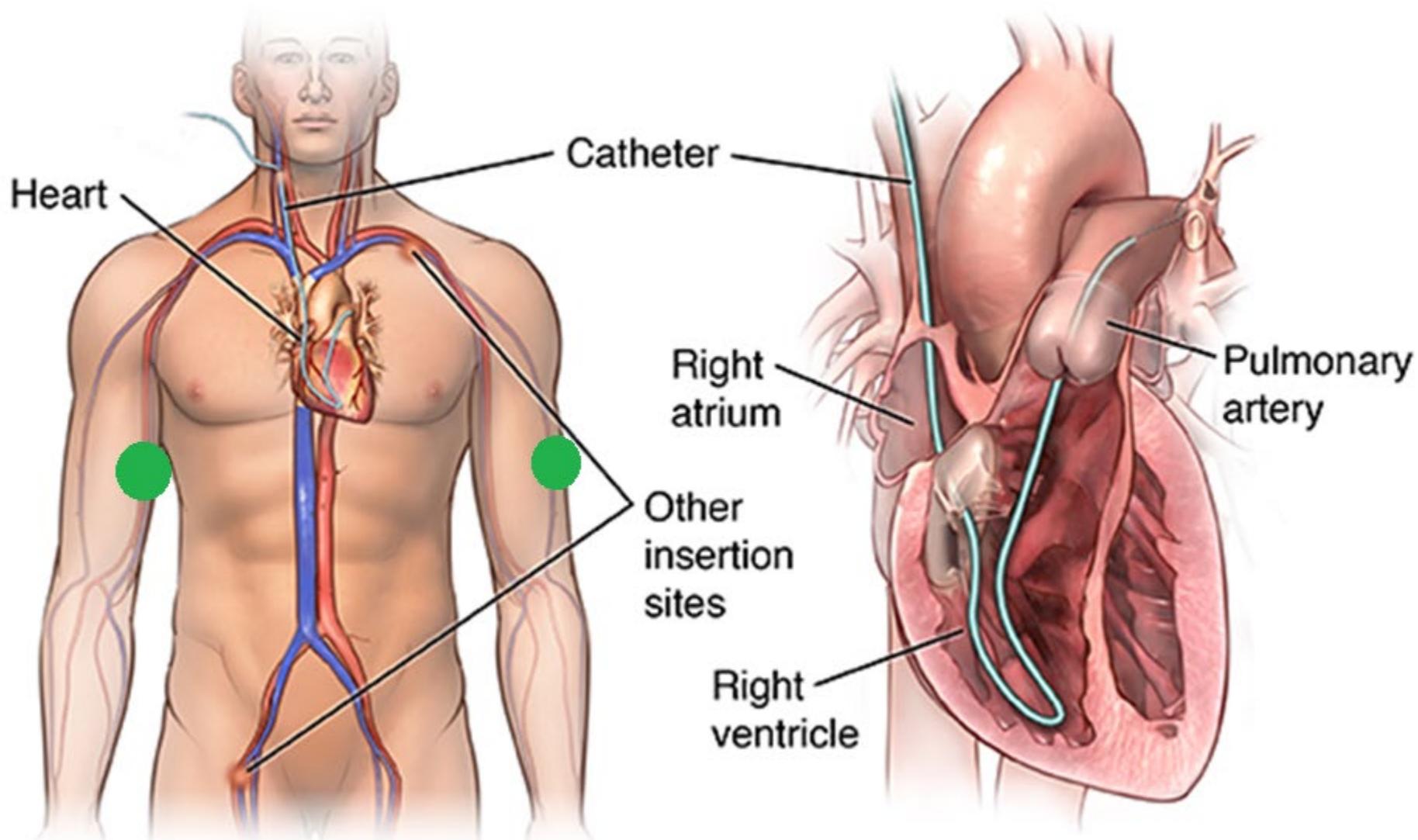
## Pulmonary catheter



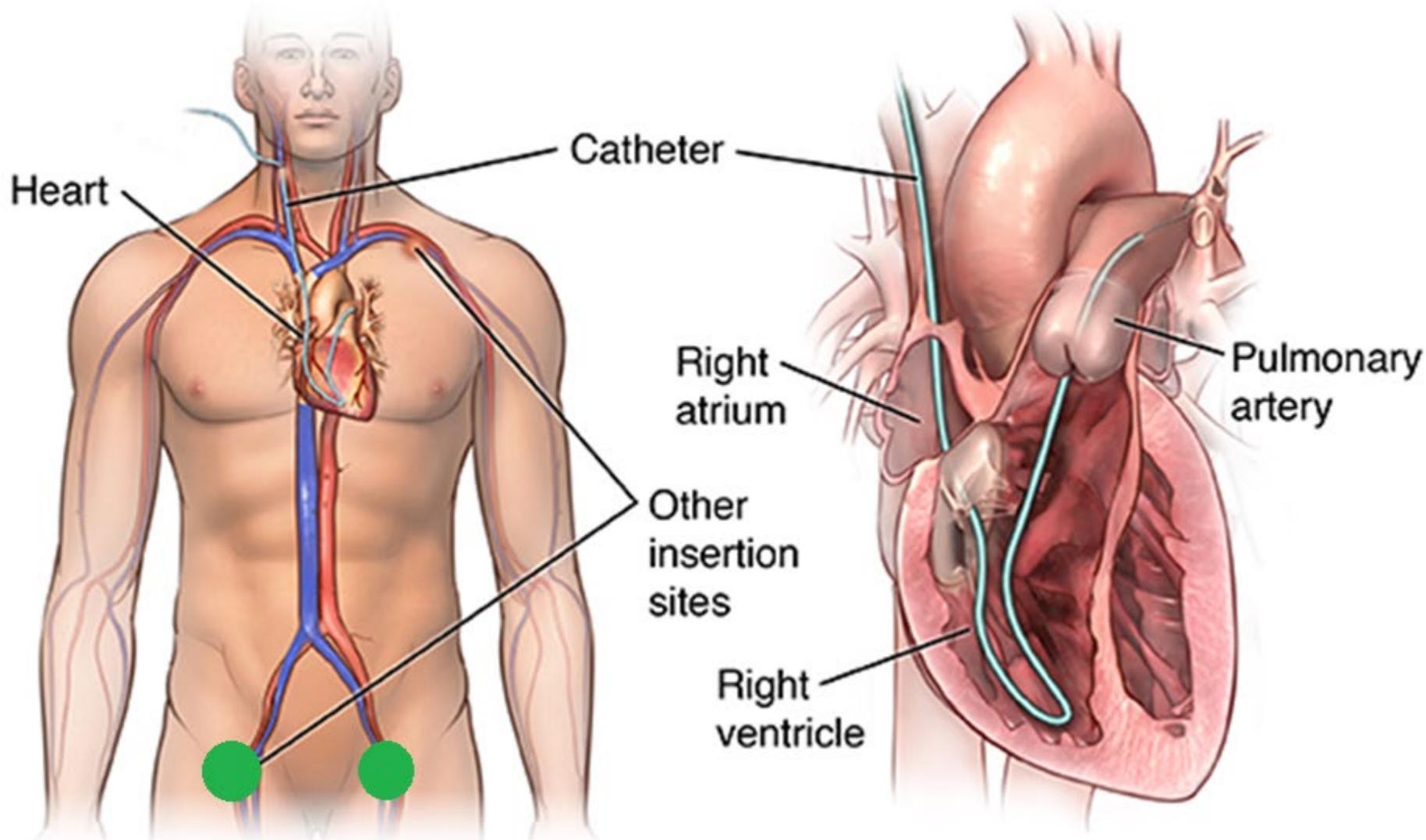
## Pulmonary catheter



## Pulmonary catheter

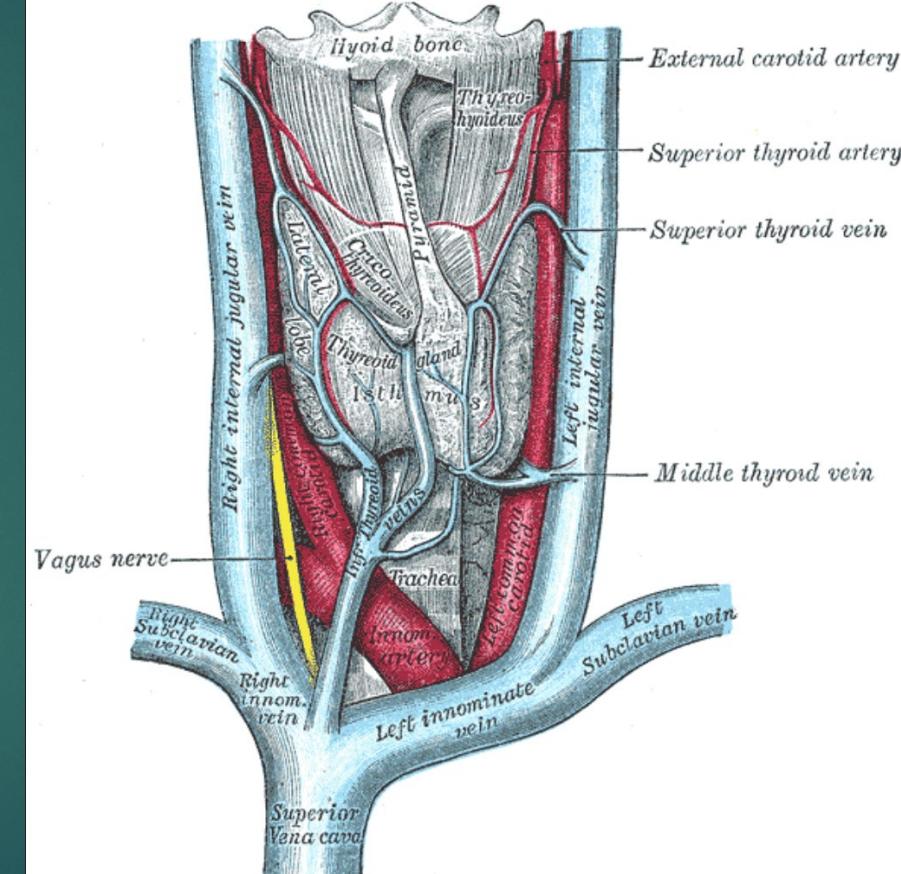


## Pulmonary catheter



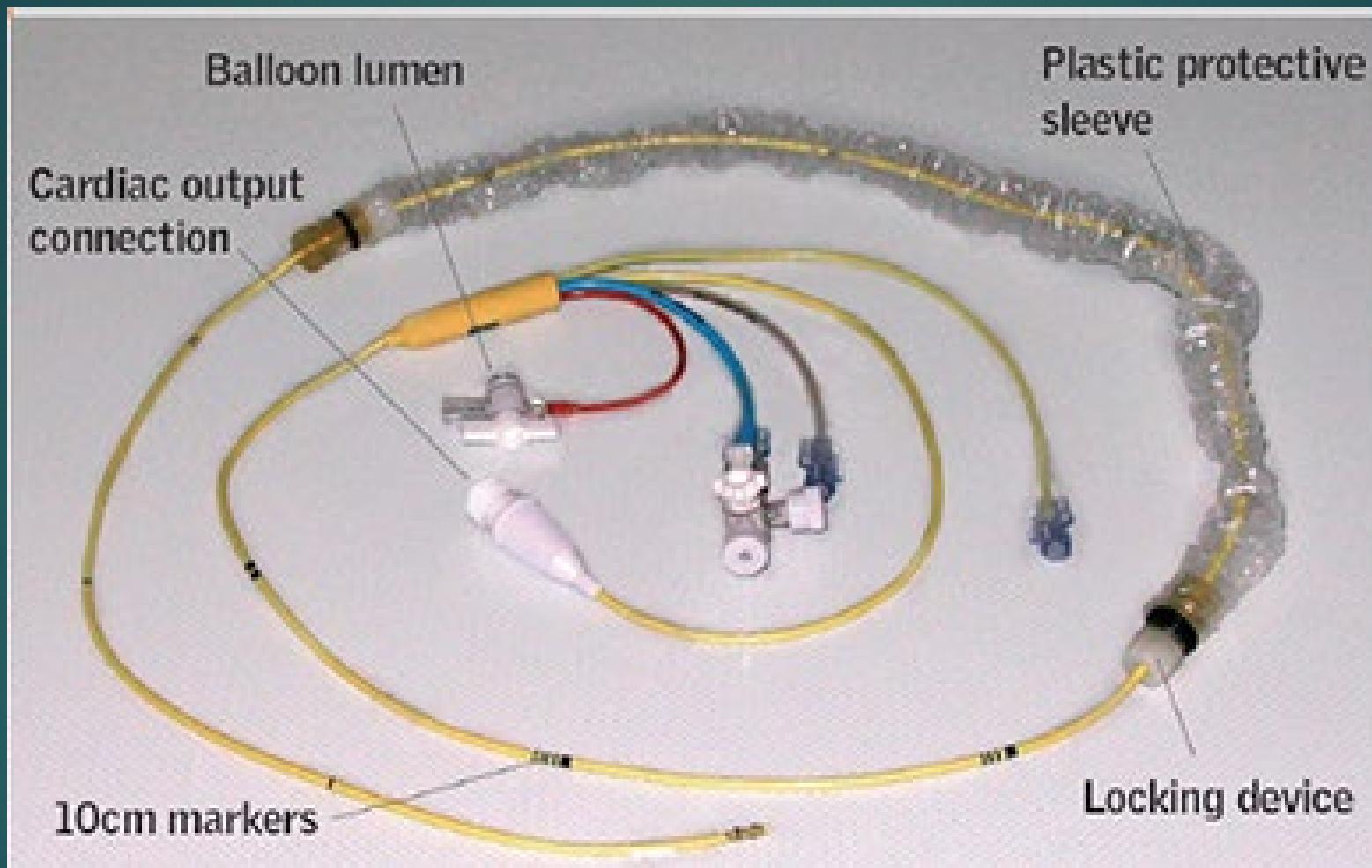
# Site voie centrale

- ▶ JID : svt + grosse, accès ligne droite VCS, + facile
  - ▶ Ne pas trop tourner la tête
- ▶ JIG : souvent plus petite et courbure veine rend technique + difficile, carotide + svt en-dessous
- ▶ Jugulaire externe : possible mais + petite taille et + « molle » et compressible (facile sans écho)
- ▶ Sous-clavières : risque PNTX, ponction art ss-clav, hemothorax, (non compressif si saignement) mais confortable pour patients et ↓ risque infection
- ▶ Fémorales : rapide, mais site + à risque infection, utile cas d'obstruction VCS ou lésion veine innominée



# Préparer et insérer un CAP

- ▶ Présence d'un assistant
- ▶ Technique stérile voie centrale, échoguidance, etc.
- ▶ Choix de veine
- ▶ Table de Swan :
  - ▶ Gaine stérile en premier, observer les marqueurs aux 10 cm
  - ▶ Tester ballon, laisser dégonfler seul



# Préparer et insérer un Swan-Ganz

- ▶ Présence d'un assistant
- ▶ Technique stérile voie centrale, échoguidance, etc.
- ▶ Choix de veine
- ▶ Table de Swan :
  - ▶ Gaine stérile en premier
  - ▶ Tester ballon, laisser dégonfler seul
  - ▶ Connecter lignes de pression, faire le vide avec salin + faire le zéro
  - ▶ Maintenir cathéter au niveau du cœur et bouger de bas en haut et voir si la pression sur le moniteur correspond
  - ▶ Insertion avec monitoring hémodynamique, échelles à 50 mmHg
    - ▶ Scopie
    - ▶ ETO

# Video preparation-insertion

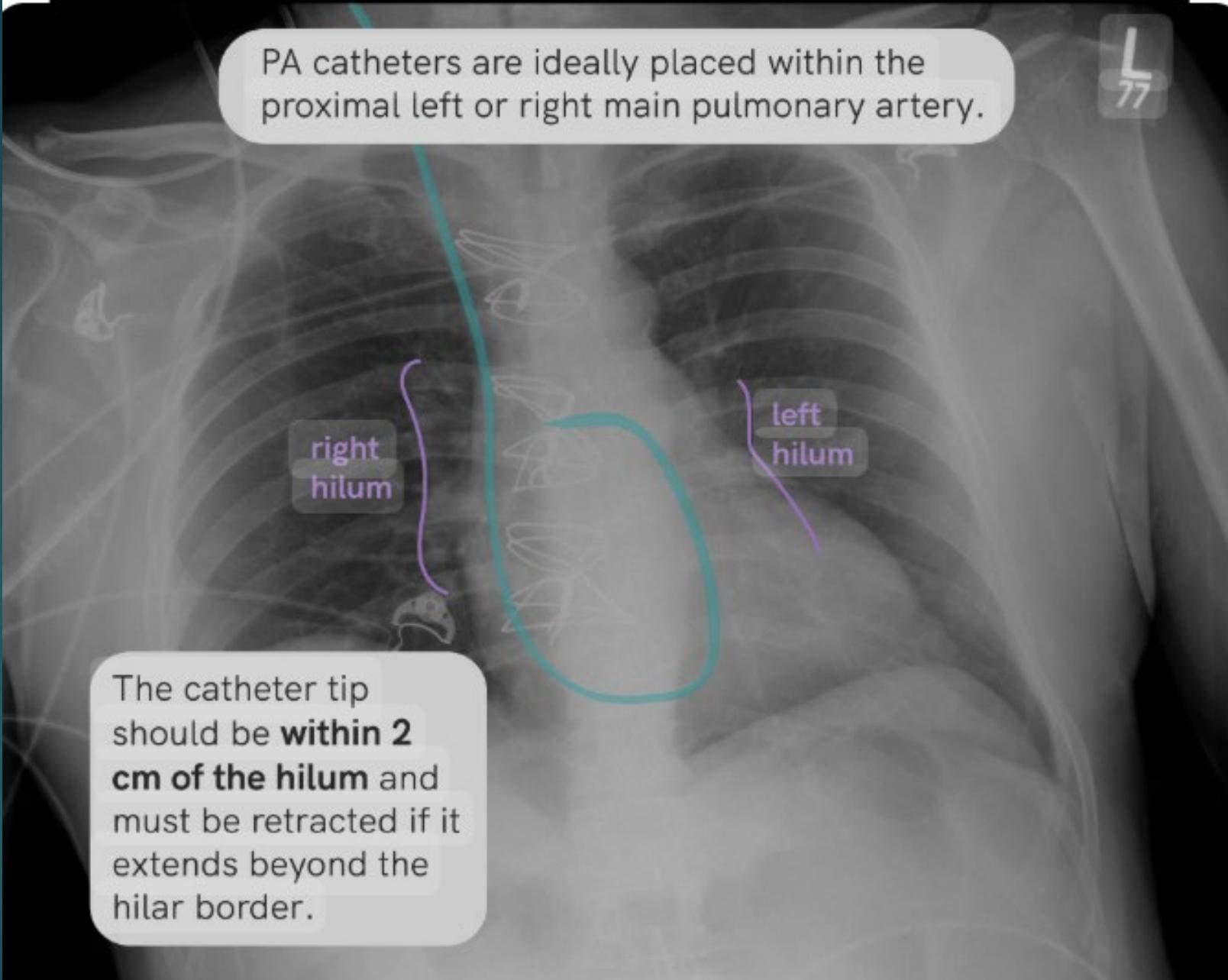


# Insertion Swan-Ganz

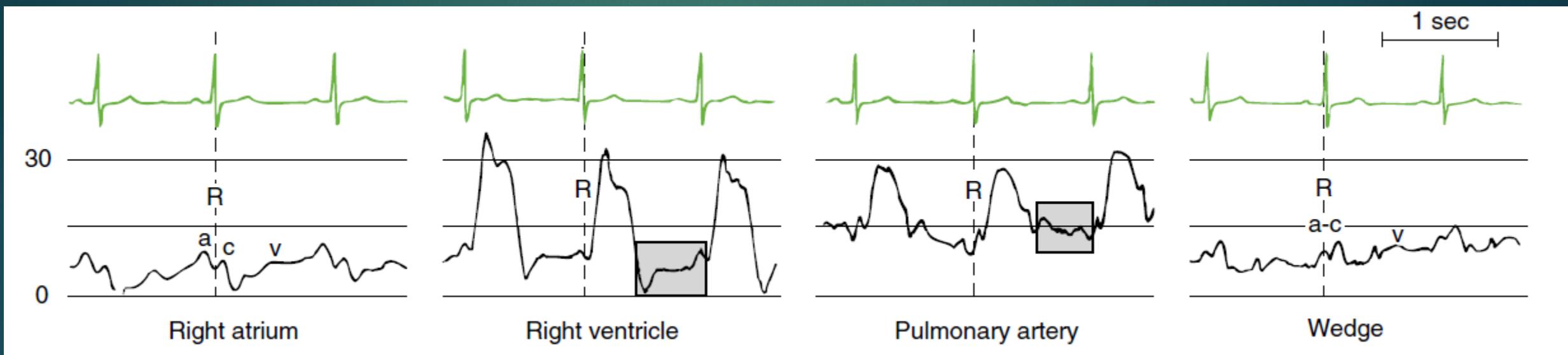
- ▶ Insérer à 15-20 cm
- ▶ Gonfler ballon
- ▶ Avancer le Swan
- ▶ JID : OD environ 20-25 cm, ventricule droit 30-35 cm, PAP 40-45 cm, wedge 45-55 cm
- ▶ Site alternatif : ajouter
  - ▶ 5-10 cm JIG, JED et JEG
  - ▶ 15 cm veine fémorale
  - ▶ 30-35 cm veine antécubitale
- ▶ Radiographie (bout 2 cm silhouette cardiaque)

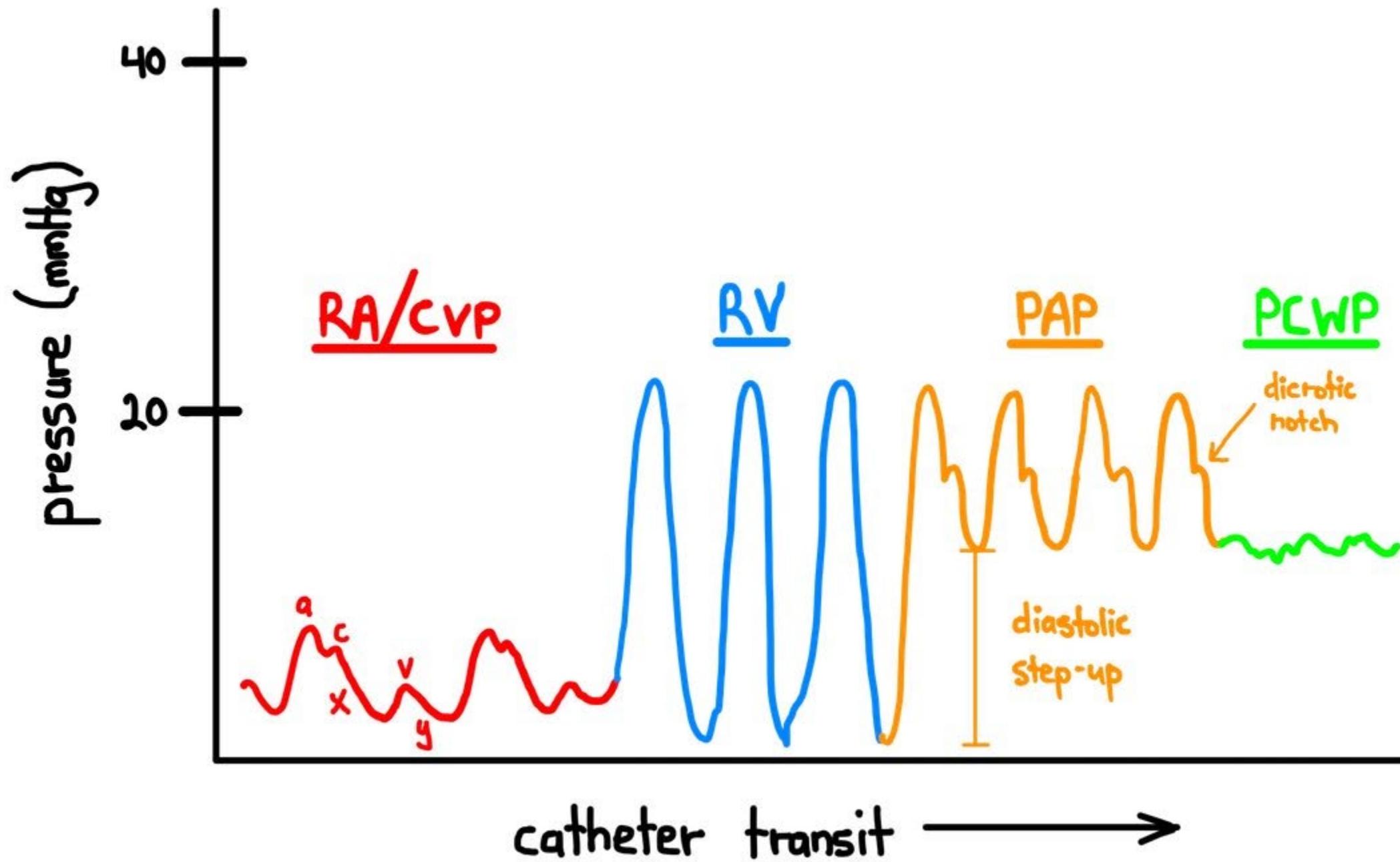
PA catheters are ideally placed within the proximal left or right main pulmonary artery.

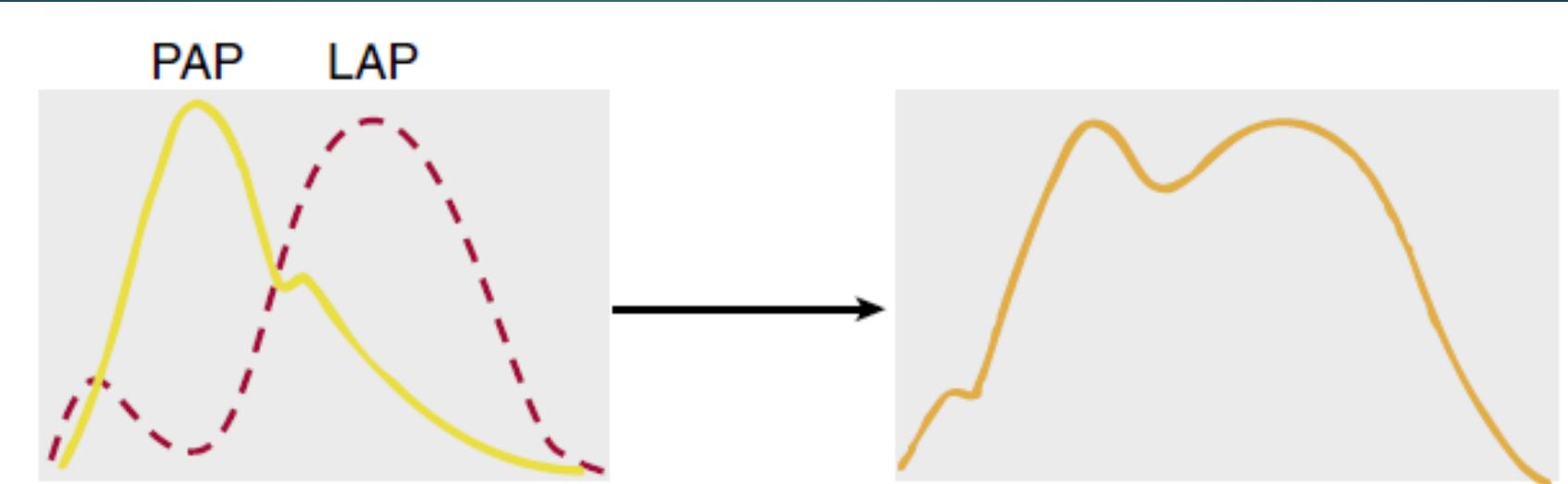
L  
77



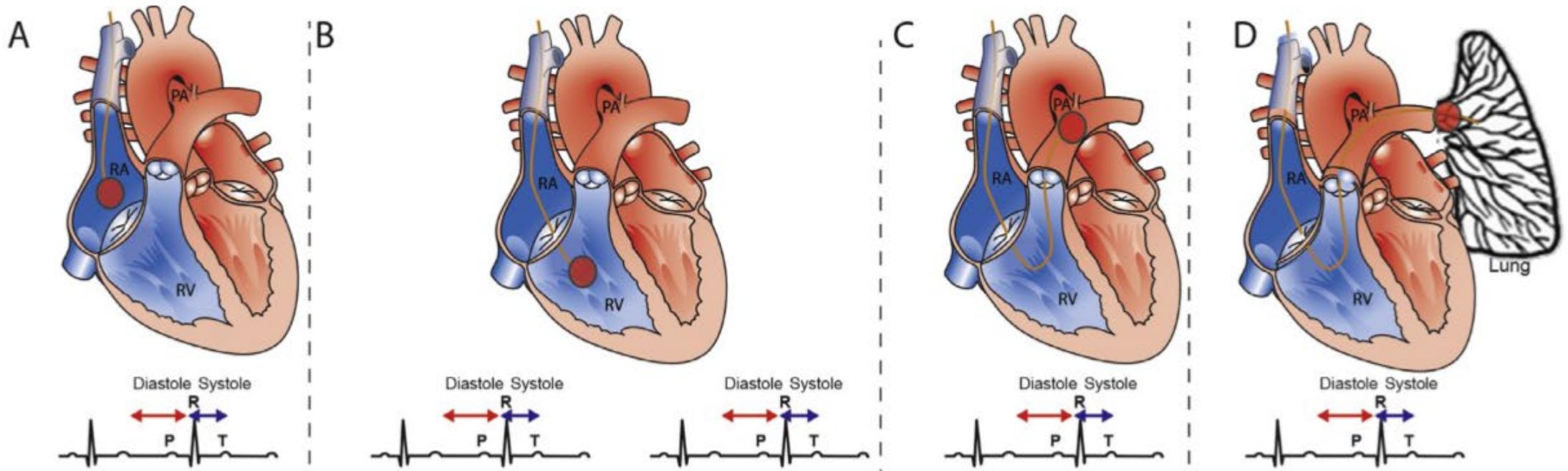
The catheter tip should be **within 2 cm of the hilum** and must be retracted if it extends beyond the hilar border.



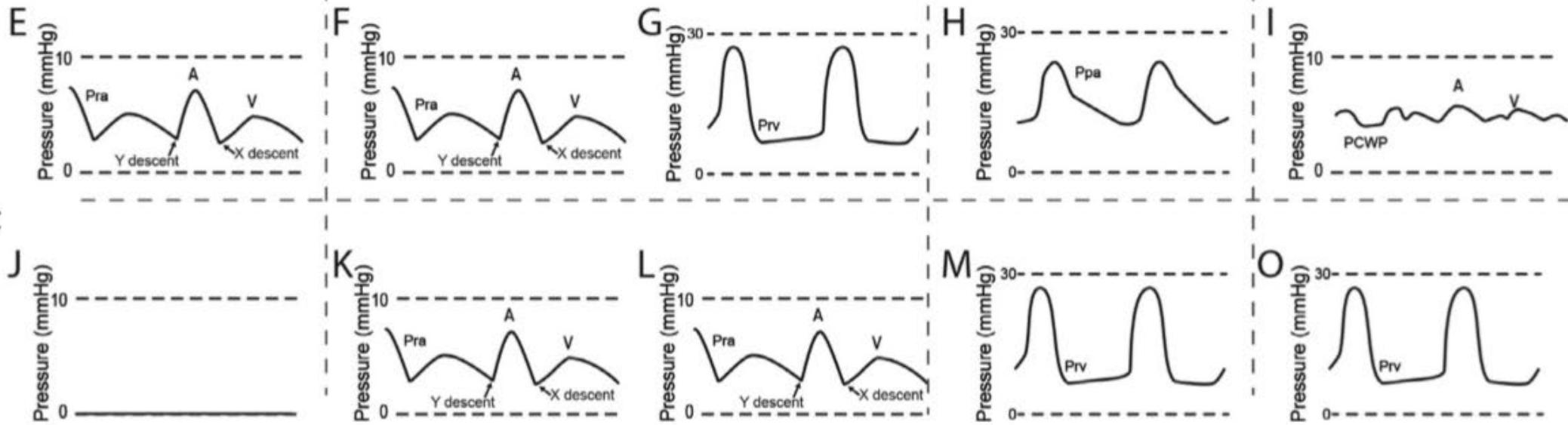




**Figure 40-30** Tall left atrial pressure (LAP) a and v waves transmitted in a retrograde direction through the pulmonary vasculature distort the antegrade pulmonary artery pressure (PAP) waveform. The LAP a wave distorts the systolic upstroke, and the v wave distorts the dicrotic notch. (From Mark JB: *Atlas of Cardiovascular Monitoring*. New York, Churchill Livingstone, 1998, Fig. 4-10.)



Distal PA port



Pacing RV port

# Comment s'aider à l'insertion?

- ▶ Position « Swan » de la table d'opération : Trendelenburg pour passer VT, puis « fowler » + latéral droit → ballon flotteira vers CCVD
- ▶ Apnée ou respiration profonde en spontané
- ▶ Avancer avec battements cardiaques
- ▶ Garder courbure naturelle du cathéter et l'orienter vers la CCVD
- ▶ Retiré et « reflusher » (aidera à reprendre forme) avec liquide froid
- ▶ Faire vrilles en insérant
- ▶ Attendre thorax ouvert
- ▶ Demander au patron. Si tu es le patron, considère d'abandonner la technique



# Complications

- ▶ Complications liées voie centrale

## Box 40-5 Complications of Central Venous Pressure Monitoring

### Mechanical

- Vascular injury
  - Arterial
  - Venous
  - Hemothorax
  - Cardiac tamponade
- Respiratory compromise
  - Airway compression from hematoma
  - Tracheal, laryngeal injury
  - Pneumothorax
- Nerve injury
- Arrhythmias
- Subcutaneous/mediastinal emphysema

### Thromboembolic

- Venous thrombosis
- Pulmonary embolism
- Arterial thrombosis and embolism (air, clot)
- Catheter or guidewire embolism

### Infectious

- Insertion site infection
  - Catheter infection
  - Bloodstream infection
  - Endocarditis
- Misinterpretation of data
- Misuse of equipment

# Complications Swan-Ganz

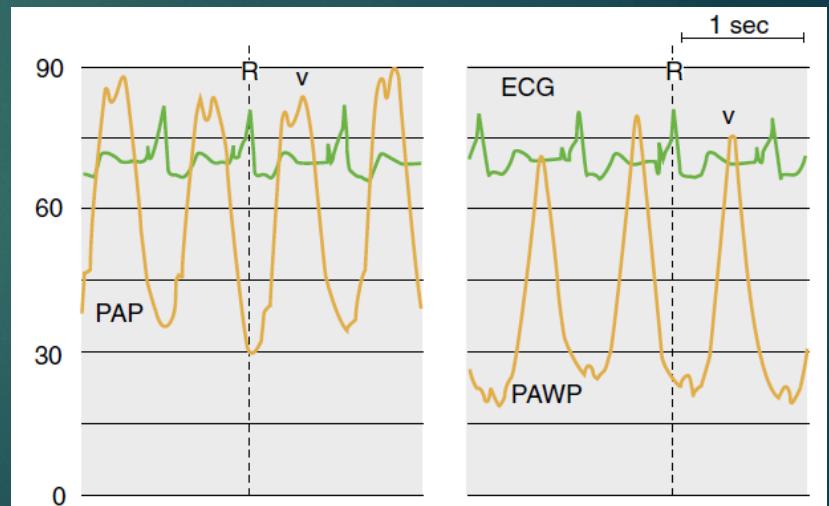
- ▶ Complications liées voie centrale
- ▶ Mauvaise interprétation
- ▶ Mauvais utilisation équipement
- ▶ Insertion :
  - ▶ Arythmie, FV, BBD (attention si BBG), BAV complet
- ▶ Nœud dans cathéter, cathéter coincé par sutures
- ▶ Thrombo-embolie
- ▶ Infarctus pulmonaire
- ▶ Infection, EI
- ▶ Dommage intra-cardiaque, lésion valvulaire
- ▶ Rupture artère pulmonaire : hémorragie létale
- ▶ Pseudoanévrysme artère pulmonaire
- ▶ Complications mineures > 50%
- ▶ Complications graves 0,1-0,5%

# Contre-indications

- ▶ CI relatives :
  - ▶ Procédure de Ross
  - ▶ CIA, CIV
  - ▶ Chirurgie cœur droit (ex valve tricuspidé)
  - ▶ Valve mécanique cœur droit
    - ▶ Cœur mécanique (Cardiowest)
  - ▶ S/p TriClip
  - ▶ Risque déplacement électrode stimulation (pace transveineux)
  - ▶ Thrombose ou tumeur OD-VD
  - ▶ Endocardite cœur droit
  - ▶ Toute autre CI aux voies centrales en général (ex coagulopathie sévère, thrombose, sténose, infection du site)
  - ▶ IT sévère ≠ CI mais rend technique insertion difficile

# Précautions

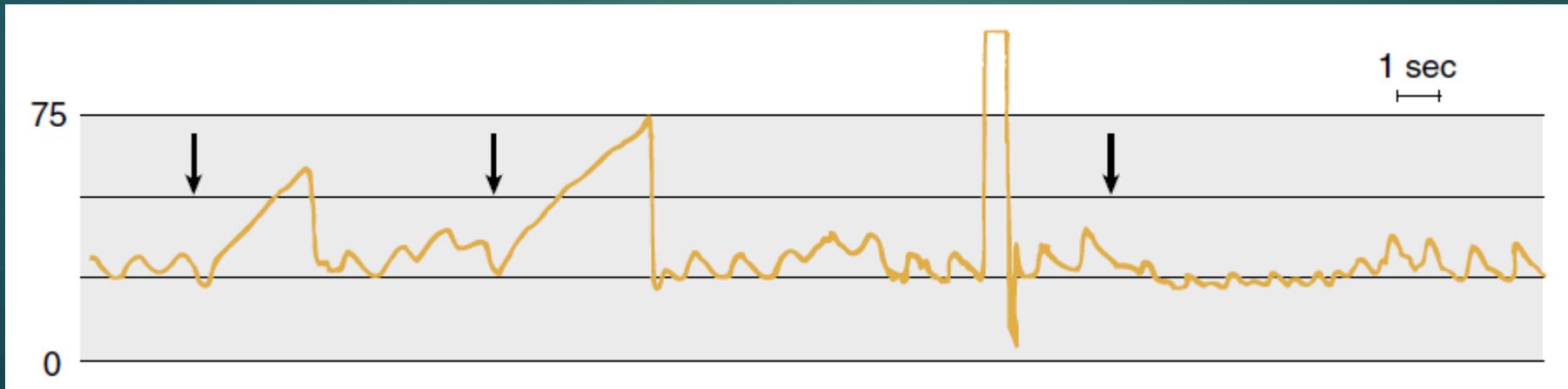
- ▶ Le moins de manipulation possible, pas toujours nécessaire de faire le wedge
- ▶ Gaine stérile mais pas impossible d'être contaminée
- ▶ Ne pas insérer trop loin
- ▶ Air dans ballon et non liquide
- ▶ Toujours vérifier position avant de gonfler ballon
  - ▶ cathéter peut migrer distalement et être « wedgé » même si ballon dégonflé, surtout après CEC :  
**reconnaitre position de wedge ou NE PAS Wedger**



**Figure 40-34** Severe mitral regurgitation. A tall systolic v wave is inscribed in the pulmonary artery wedge pressure (PAWP) trace and also distorts the pulmonary artery pressure (PAP) trace, thereby giving it a bifid appearance.

# Précautions

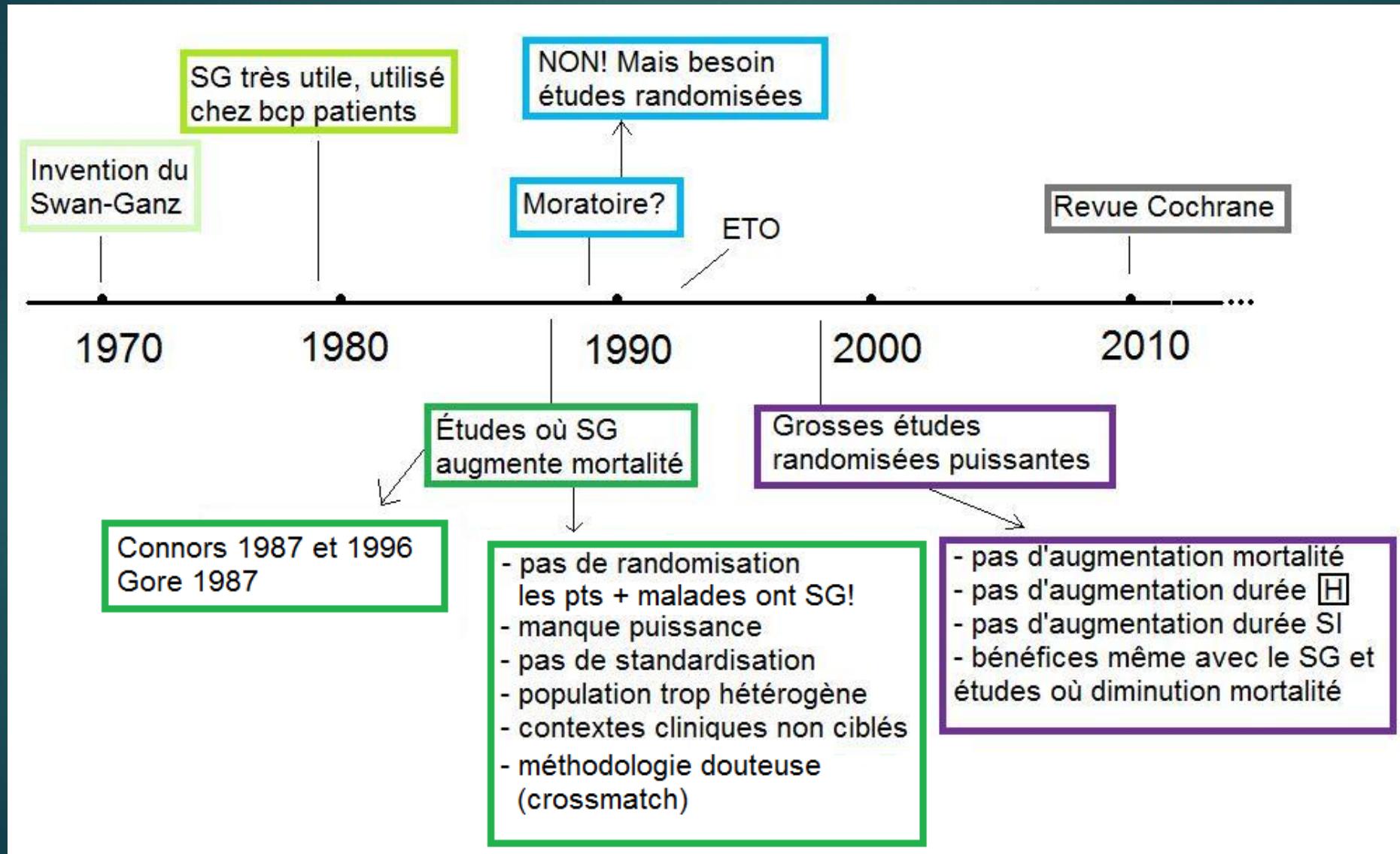
- ▶ Vérifier mobilité Swan fin cas
- ▶ Si difficile à insérer, penser veine cave gauche supérieure persistante ou absence VCSD
- ▶ Retirer le cathéter ballon dégonflé
- ▶ Ne pas avancer si « overwedging »



# Swan versus pas de Swan?



# Une controverse qui vient de loin...



# Cathéter artère pulmonaire selon Cochrane

- ▶ Pas de différence de mortalité Swan vs Ø Swan
- ▶ Pas d'augmentation durée hospitalisation ni soins intensifs
- ▶ En général, plus \$ dans les groupes Swan
- ▶ Conclusion : des études d'efficacité sont nécessaires pour déceler les patients qui bénéficiaient du Swan

## **Pulmonary artery catheters for adult patients in intensive care (Review)**

Harvey S, Young D, Brampton W, Cooper A, Doig GS, Sibbald W, Rowan K



THE COCHRANE  
COLLABORATION®

*The Cochrane Library 2010, Issue 7*



# Mortalité et Swan

- ▶ Donc le Swan ne diminue pas la mortalité, mais le **saturomètre non plus!**
  - Aucune évidence que le saturomètre influencerait le « outcome » anesthésique des patients
  - **Le monitoring avec saturomètre en périopératoire est questionable** en ce qui a trait au « outcomes, effectiveness, and efficiency »
  - La prise de saturation continue n'a pas diminué le nombre de transferts aux SI, **ni la mortalité** et il n'est pas clair s'il y a un bénéfice réel à l'application de cette technologie chez les patients après une chirurgie cardiothoracique [⋯].

# Indications : chx cardiaque

Les cathéters artériels pulmonaires devraient être installés chez les patients en chirurgie cardiaque présentant

- ▶ choc cardiogénique
- ▶ instabilité hémodynamique importante
- ▶ insuffisance cardiaque significative
- ▶ hypertension pulmonaire.

Peut aussi être considéré dans les chirurgies cardiaques complexes ou combinées, tel que:

- ▶ transplantation cardiaque
- ▶ LVAD
- ▶ > 1 valve

# Indications : chx cardiaque

- ▶ L'American College of Cardiology et l'American Heart Association recommandent la pose d'un cathéter artériel pulmonaire, de préférence avant l'induction de l'anesthésie ou l'incision chirurgicale, chez les patients en choc cardiogénique subissant un pontage aortocoronarien (PAC) (Classe I, Niveau de preuve C).
  - ▶ Ils précisent également que le cathétérisme peut être utile en peropératoire ou en postopératoire chez les patients présentant une instabilité hémodynamique aiguë (Classe IIa, Niveau de preuve B), et peut être raisonnable chez les patients cliniquement stables après un examen attentif du risque pour le patient, de la procédure et du contexte de pratique (Classe IIb, Niveau de preuve B).[1]
- ▶ L'utilisation systématique de cathéters artériels pulmonaires chez les patients à faible risque ou cliniquement stables ayant subi une chirurgie cardiaque est déconseillée, car elle n'améliore pas la morbidité ou la mortalité et peut augmenter les coûts et les interventions de santé.[2-4]
- ▶ La Société des chirurgiens thoraciques, la Société cardiaque ERAS et la Société internationale ERAS recommandent une utilisation très sélective basée sur une évaluation individuelle des risques.[3]

# Indications

- ▶ Patient à haut risque
  - ▶ FEVG abaissée, dysfonction VD, HTAP, etc.
- ▶ Procédure chirurgicale complexe
- ▶ Contexte clinique : votre hôpital (bloc et USI)
  - ▶ Temps? Argent? Habiléité technique? Capacité d'interprétation?
- ▶ Combiné à d'autres outils de monitoring!
  - ▶ Mesure de manière continue, « beat-to-beat »
  - ▶ Pratique et accessible aux SI avec plusieurs patients



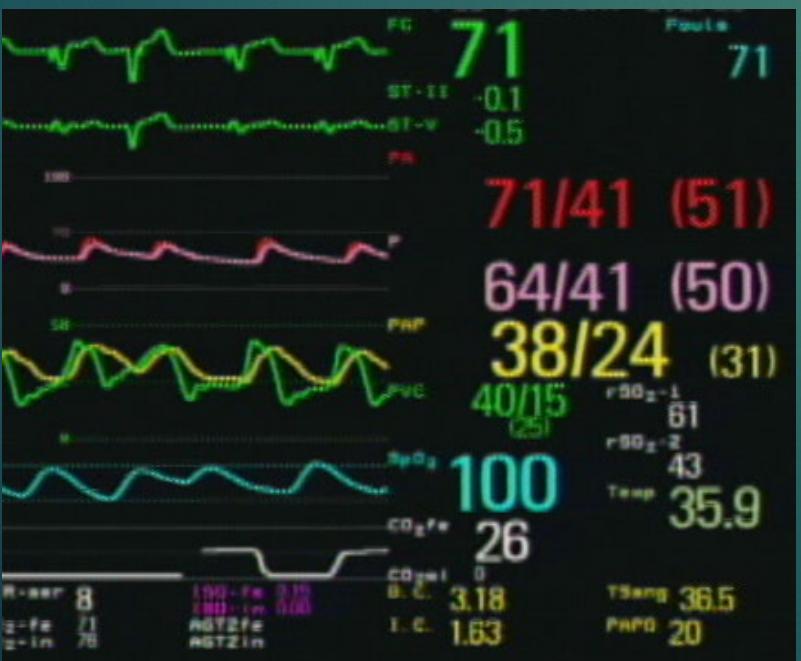
# Indications

- ▶ Évaluer candidat transplantation ou LVAD (bilan HD)
- ▶ Dx HTAP
- ▶ Monitoring choc cardiogénique ou défaillance VD (+ aide Dx)
  - ▶ Choc autre : monitoring ETT-ETO ou autre forme évaluation D.C.
- ▶ Mesure SVO<sub>2</sub> (états de choc)
- ▶ Évaluation état volémique en choc?
- ▶ Évaluation shunts, maladie cardiaque congénitale, etc.
- ▶ Évaluation maladie péricarde (péricardite constrictive, tamponade)

# Utilisation

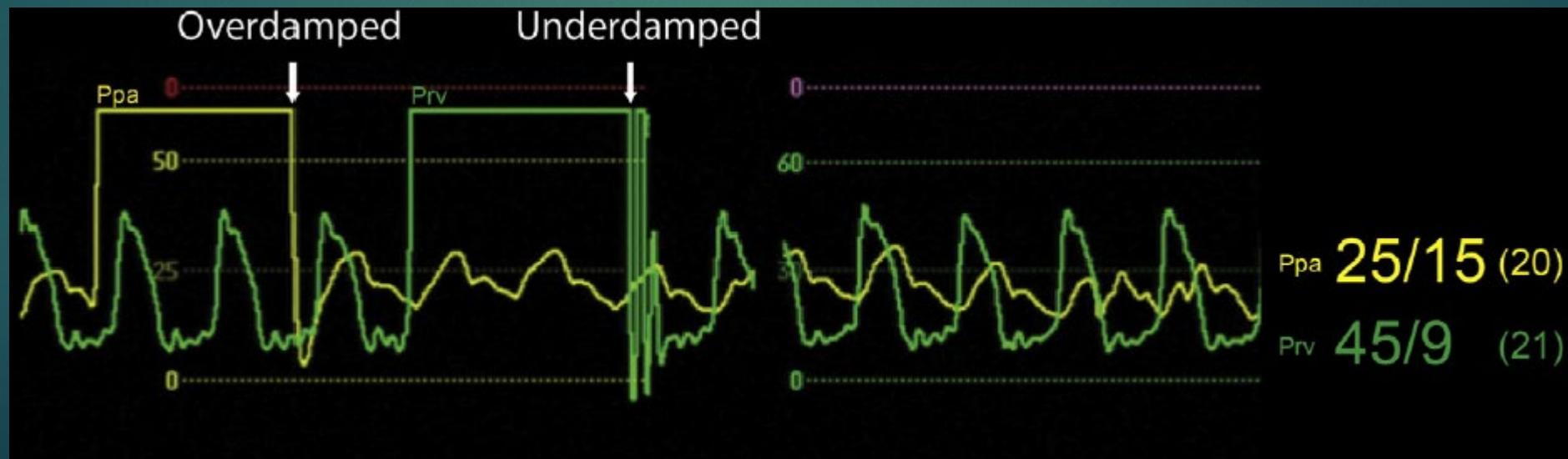
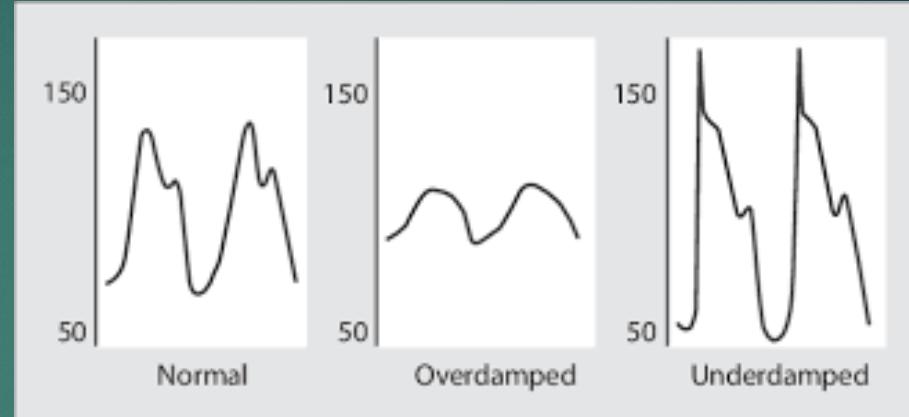
- ▶ Monitoring TVC, PAP, Wedge, débit cardiaque, RVS et SVO<sub>2</sub>
  - ▶ Aider la prise en charge du choc
  - ▶ Estimer pression remplissage VG – ischémie myocardique, régurgitation/sténose mitrale, etc.
- ▶ Fonction VD systolique et diastolique, pressions remplissages VD reconnaissance et gestion HTAP, shunt/CIV, réponse aux traitements inhalés, etc.
- ▶ Pacing VD
- ▶ Courbe VD
  - ▶ Dysfonction diastolique VD
  - ▶ Couplage ventriculo-artériel (capacité VD à éjecter face aux résistances pulm, contractilité/post-charge)
  - ▶ Obstruction CCVD

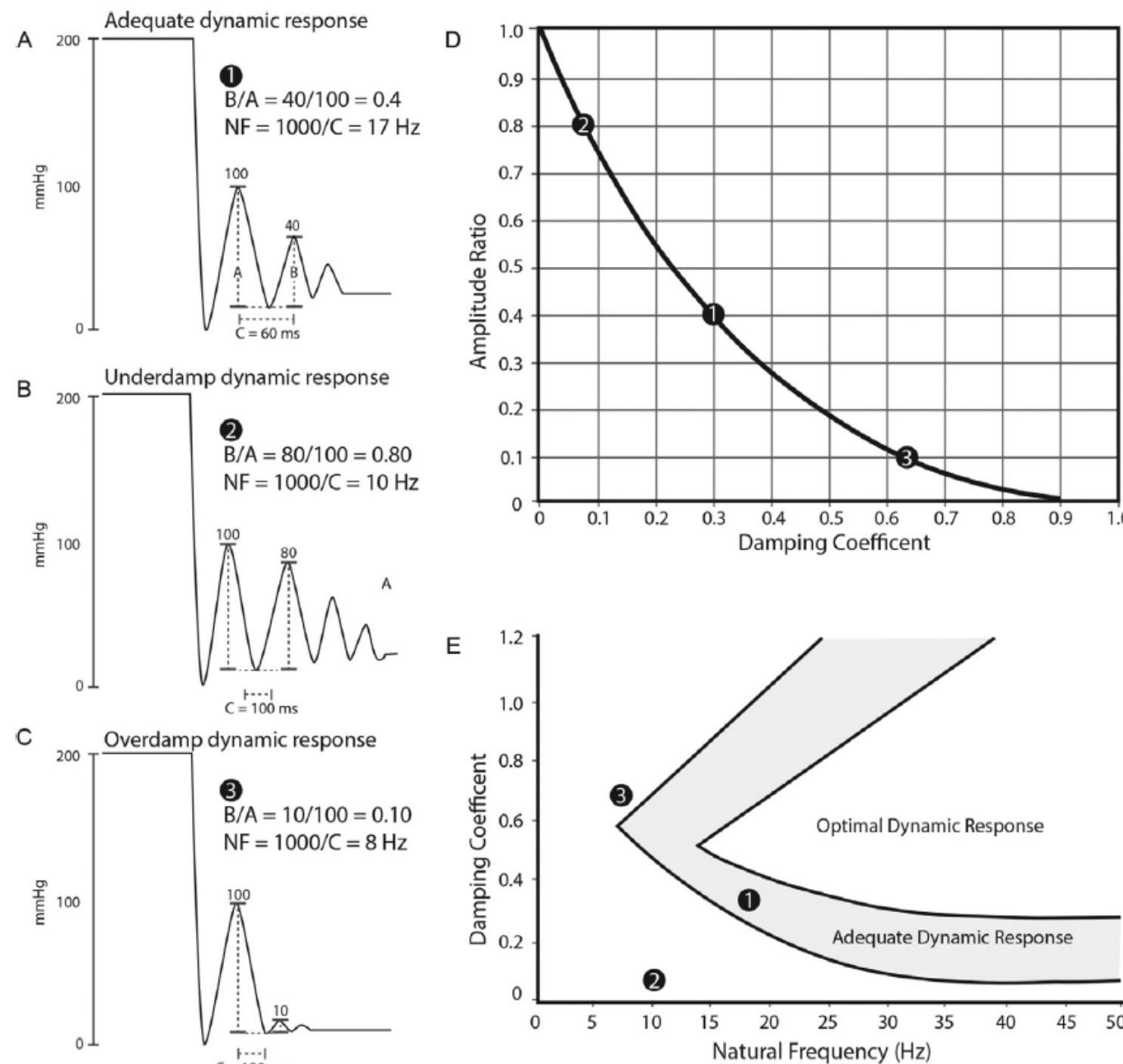




# Analyse des courbes TVC-PAP-PVD

- ▶ Faire les zéros
- ▶ Évaluer la réponse dynamique
  - ▶ Flush test





# Interprétation et limitations

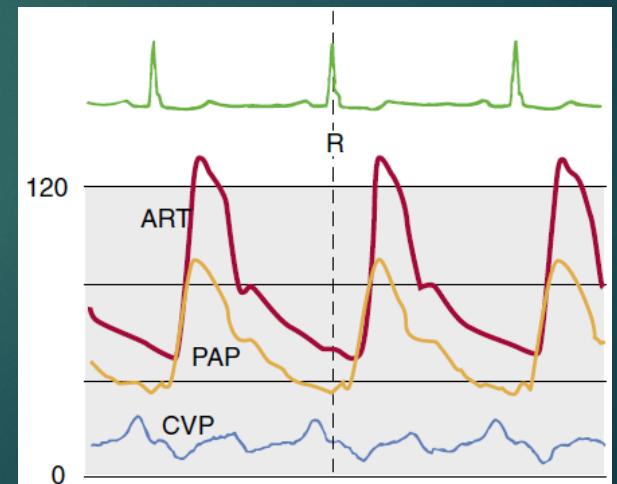
- ▶ Interprétation : nous ne sommes pas très bons...
- ▶ Connaître les limitations d'un outil de monitoring pour l'utiliser sûrement
- ▶ Analyse et limitations
  - ▶ PAP
  - ▶ Débit cardiaque : ce qui influence les mesures
  - ▶ Pression de wedge : ce qui influence les mesures
  - ▶ Svo<sub>2</sub> versus ScvO<sub>2</sub>
  - ▶ Ce qui est calculé versus mesuré : TAM = D.C. X RVS
  - ▶ Analyse courbes TVC, PAP, PVD

Hemodynamic Calculations					Calculation Time
Height	180 cm	BSA	2.20 m <sup>2</sup>		3 Aug 4:21
Weight	100.0 kg				
C.O.	6.00 l/min			C.I.	3.09 l/min/m <sup>2</sup>
HR	60 bpm	SV	113.3 ml	SI	51.5 ml/m <sup>2</sup>
ABPs	85 mmHg	SVR	623 Ds/cm <sup>5</sup>	SVRI	1371 Ds/m <sup>2</sup> /cm <sup>5</sup>
ABPd	50 mmHg	PVR	Ds/cm <sup>5</sup>	PVRI	Ds/m <sup>2</sup> /cm <sup>5</sup>
ABPm	62 mmHg	LCW	5.7 kg·m	LCWI	2.6 kg·m/m <sup>2</sup>
PAPs	20 mmHg	LWSW	95.6 g·m	LWSWI	43.4 g·m/m <sup>2</sup>
PAPd	15 mmHg	RCW	1.11 kg·m	RCWI	0.50 kg·m/m <sup>2</sup>
PAPm	21 mmHg	RWSW	18.50 g·m	RWSWI	8.41 g·m/m <sup>2</sup>
PAWP	mmHg				
CVPm	9 mmHg				



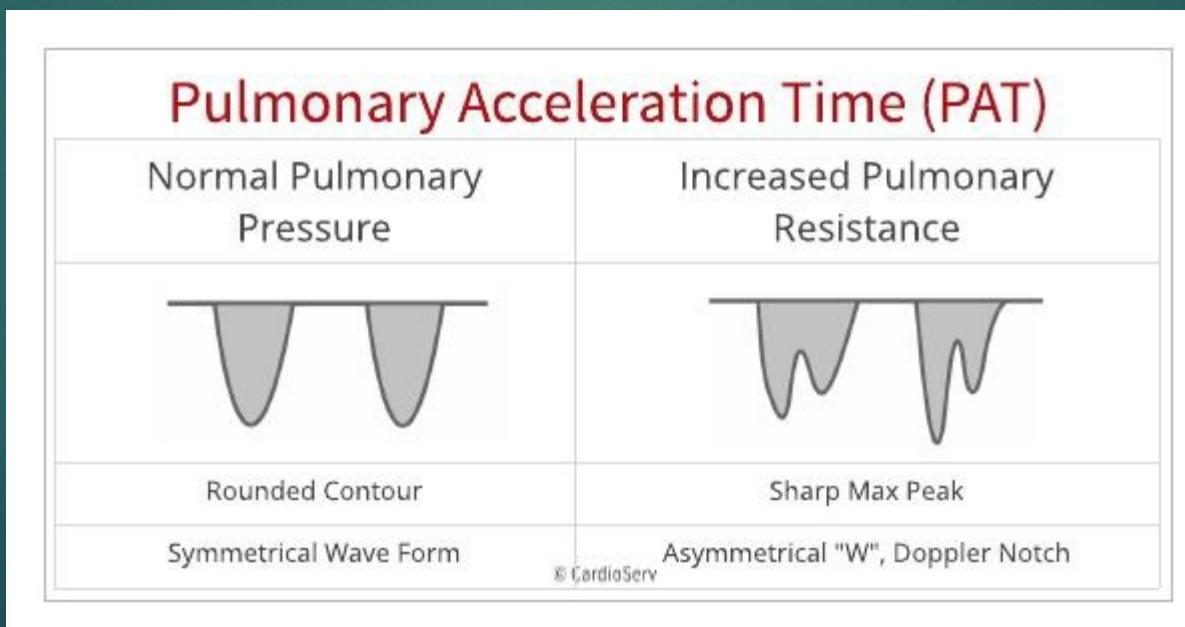
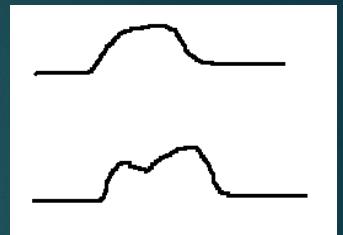
# PAP

- ▶ Indique pression générée par VD – fonction VD
  - ▶ Augmente si ischémique/dysfonction VD de même que TVC
  - ▶ Diminue si défaillance sévère VD et incapable de générer pression
- ▶ Reflète pression remplissage gauche
- ▶ Analyse combinée à PVD



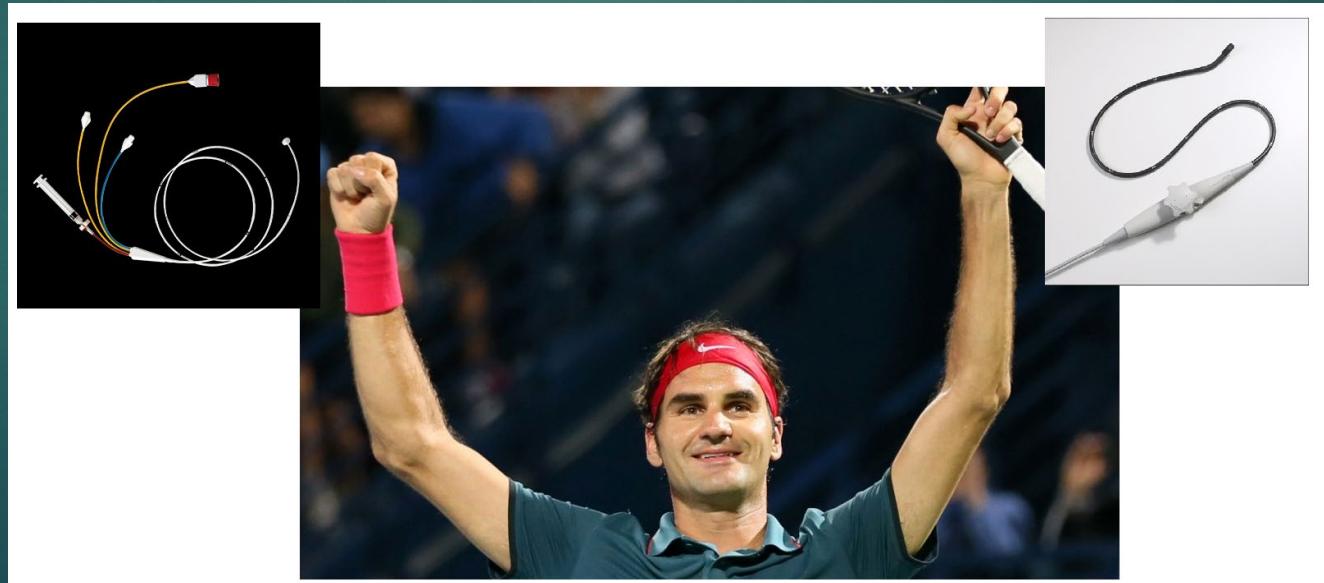
# PAP

- ▶ Regarder « notch »
  - ▶ Augmentation des résistances pulmonaires crée une onde de réflexion dans l'AP. Cela crée un notch dans la courbe PAP
  - ▶ HTP thromboembolique chronique (CTEPH) : si notch proximal, veut dire que proximal, si distal veut dire que occlusion est distale et peut être difficile à aller chercher



# Swan + ETO : les 2 bras d'André Denault

- ▶ ETO mesure PAP via jet régurgitant valve tricuspidé : 30-40% cas incapable de faire mesure. Si IT sévère, sous-estime PAP.
- ▶ Moniteur = monere = « to warn »
- ▶ ETO n'est pas un bon moniteur (pas d'alarme): mais permet de faire Dx!
- ▶ Mesure PAP gold standard = Swan



# PAPm + TAM

- ▶ PAP > 60 mmHg
- ▶ PAPm > 30 mmHg
- ▶ PAPm ≥ 25% de la TAM



- ▶ Ratio normal TAM/PAPm environ 4 : exemple PAP 25 et TAs 100
- ▶ Lorsque ratio moins de 4 A smaller version of the yellow sad face emoji from the previous slide, positioned next to the text about the ratio being less than 4.

## Importance of Relative Pulmonary Hypertension in Cardiac Surgery: The Mean Systemic-to-Pulmonary Artery Pressure Ratio

Arnaud Robitaille, MD,\* André Y. Denault, MD, FRCPC,\* Pierre Couture, MD, FRCPC,\*  
Sylvain Bélisle, MD, FRCPC,\* Annik Fortier, MSc,† Marie-Claude Guertin, PhD,† Michel Carrier, MD, FRCSC,‡  
and Raymond Martineau, MD, FRCPC\*

**Table 3. Preoperative Hemodynamic Variables**

Variable	Total Population (n = 1,439)	No Complication (n = 1,137)	Hemodynamic Complications (n = 302)	p Value	Area Under ROC Curve (Lower CI; Upper CI)
PCWP (mmHg)	14 ± 6	13 ± 5	16 ± 7	<0.0001	0.59 (0.54; 0.63)
CVP (mmHg)	10 ± 4	10 ± 4	12 ± 5	<0.0001	0.59 (0.56; 0.63)
HR (beats/min)	61 ± 13	60 ± 12	63 ± 15	0.0022	0.54 (0.51; 0.58)
SAP (mmHg)	112 ± 18	113 ± 18	109 ± 19	0.0044	0.55 (0.51; 0.59)
DAP (mmHg)	55 ± 11	56 ± 11	53 ± 11	<0.0001	0.58 (0.55; 0.62)
MAP (mmHg)	74 ± 12	75 ± 11	72 ± 12	<0.0001	0.55 (0.51; 0.59)
SPAP (mmHg)	31 ± 10	30 ± 9	36 ± 13	<0.0001	0.66 (0.63; 0.70)
DPAP (mmHg)	16 ± 6	16 ± 6	19 ± 8	<0.0001	0.62 (0.59; 0.66)
MPAP (mmHg)	21 ± 7	20 ± 6	25 ± 9	<0.0001	0.64 (0.61; 0.68)
Cardiac index (L/min/m <sup>2</sup> )	2.2 ± 0.6	2.2 ± 0.6	2.1 ± 0.6	0.0009	0.59 (0.55; 0.62)
SVRI (dynes · sec · cm <sup>-5</sup> /m <sup>2</sup> )	2,449 ± 717	2,444 ± 692	2,470 ± 806	0.6153	0.50 (0.46; 0.54)
PVRI (dynes · sec · cm <sup>-5</sup> /m <sup>2</sup> )	293 ± 187	275 ± 169	360 ± 231	<0.0001	0.61 (0.57; 0.65)
SI (mL/m <sup>2</sup> )	37 ± 9	38 ± 9	34 ± 10	<0.0001	0.62 (0.58; 0.66)
LVSWI (g/m/m <sup>2</sup> )	30 ± 10	32 ± 10	26 ± 10	<0.0001	0.66 (0.63; 0.70)
RVSWI (g/m/m <sup>2</sup> )	5.3 ± 2.8	5.2 ± 2.7	5.8 ± 3.3	0.0030	0.55 (0.52; 0.59)
MAP/MPAP	3.9 ± 1.4	4.0 ± 1.4	3.3 ± 1.3	<0.0001	0.67 (0.63; 0.70)
SVRI/PVRI*	9 (1, 246)	10 (2, 246)	8 (1, 94)	<0.0001	0.62 (0.58; 0.66)
LVSWI/RVSWI*	6.1 (0.6, 64.0)	6.4 (0.9, 64.0)	5.1 (0.6, 28.8)	<0.0001	0.64 (0.60; 0.68)
MPAP-PCWP (mmHg)	7 ± 4	7 ± 4	9 ± 5	<0.0001	0.59 (0.55; 0.63)

Abbreviations: ROC, receiver-operating characteristic; CI, confidence interval; PCWP, pulmonary capillary wedge pressure; CVP, central venous pressure; HR, heart rate; SAP, systolic arterial pressure; DAP, diastolic arterial pressure; MAP, mean arterial pressure; SPAP, systolic pulmonary arterial pressure; DPAP, diastolic pulmonary arterial pressure; MPAP, mean pulmonary arterial pressure; SVRI, systemic vascular resistance index; PVRI, pulmonary vascular resistance index; SI, stroke index; LVSWI, left ventricular stroke work index; RVSWI, right ventricular stroke work index.

\*Variables are given as mean ± SD, except for SVRI/PVRI and LVSWI/RVSWI, whose distributions were skewed, and are given as median (min, max).

# PAPi

## Pulmonary artery pulsatility index: physiological basis and clinical application

Hoong Sern Lim<sup>1\*</sup> and Finn Gustafsson<sup>2</sup>

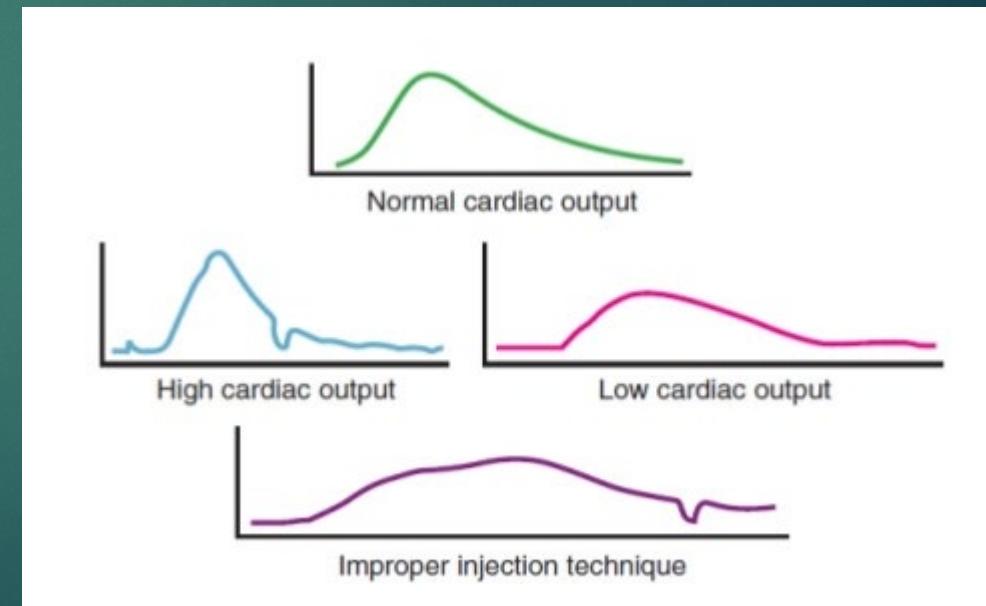
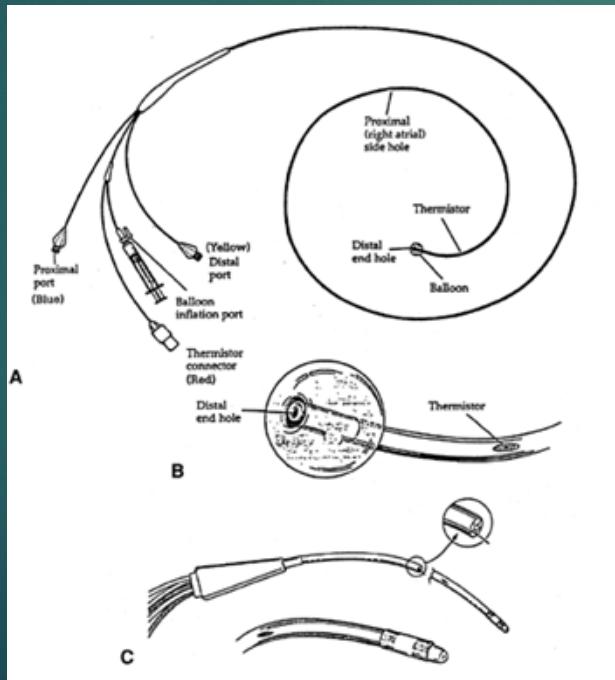
<sup>1</sup>University Hospital Birmingham NHS Foundation Trust, Birmingham, UK; and <sup>2</sup>Department of Cardiology and Clinical Medicine, Rigshospitalet, University of Copenhagen, Copenhagen, Denmark

Received 13 June 2019; revised 27 September 2019; accepted 27 October 2019; online publish-ahead-of-print 28 November 2019

- ▶ Pulmonary artery pulsatility index (PAPi) : marqueur HD
- ▶ Pulmonary Artery Systolic Pressure (PASP) - Pulmonary Artery Diastolic Pressure (PADP) / Right Atrial Pressure (RAP)
  - ▶ Pulmonary Artery Pulse Pressure (PASP-PADP) : fonction pulsatile VD, capacité à générer pression
  - ▶ Right Atrial Pressure (RAP): mesure pression remplissage VD
  - ▶ Valeur haute = VD génère bonne pression et accomode bien volume
  - ▶ Valeur basse = faible contractilité et pression remplissage élevée
- ▶ Prédiction dysfonction VD/événements adverses après IM, LVAD, HTAP, etc.
- ▶ Seuil diffère d'étude en étude (PAPi < 5.3 ou <2)

# Débit cardiaque

- ▶ Débit cardiaque par thermodilution : « Gold Standard »
- ▶ Liquide température pièce (10 ml seringue standardisée système stérile fermé)
- ▶ Faire 3 mesures pour ↓ influence cycle respiratoire (moyenne des trois)
- ▶ Faire mesures rapprochées (même statut hémodynamique) par la même personne



# Débit cardiaque

- ▶ Normal : 4-6,5 L/min
- ▶ Erreurs :
  - ▶ Injecta moins de 10 ml
  - ▶ Prendre une seule mesure

**Box 40-7** Factors Influencing the Accuracy of Thermodilution Cardiac Output Measurement

Intracardiac shunts

Tricuspid or pulmonic valve regurgitation

Inadequate delivery of thermal indicator

Central venous injection site within the catheter introducer sheath

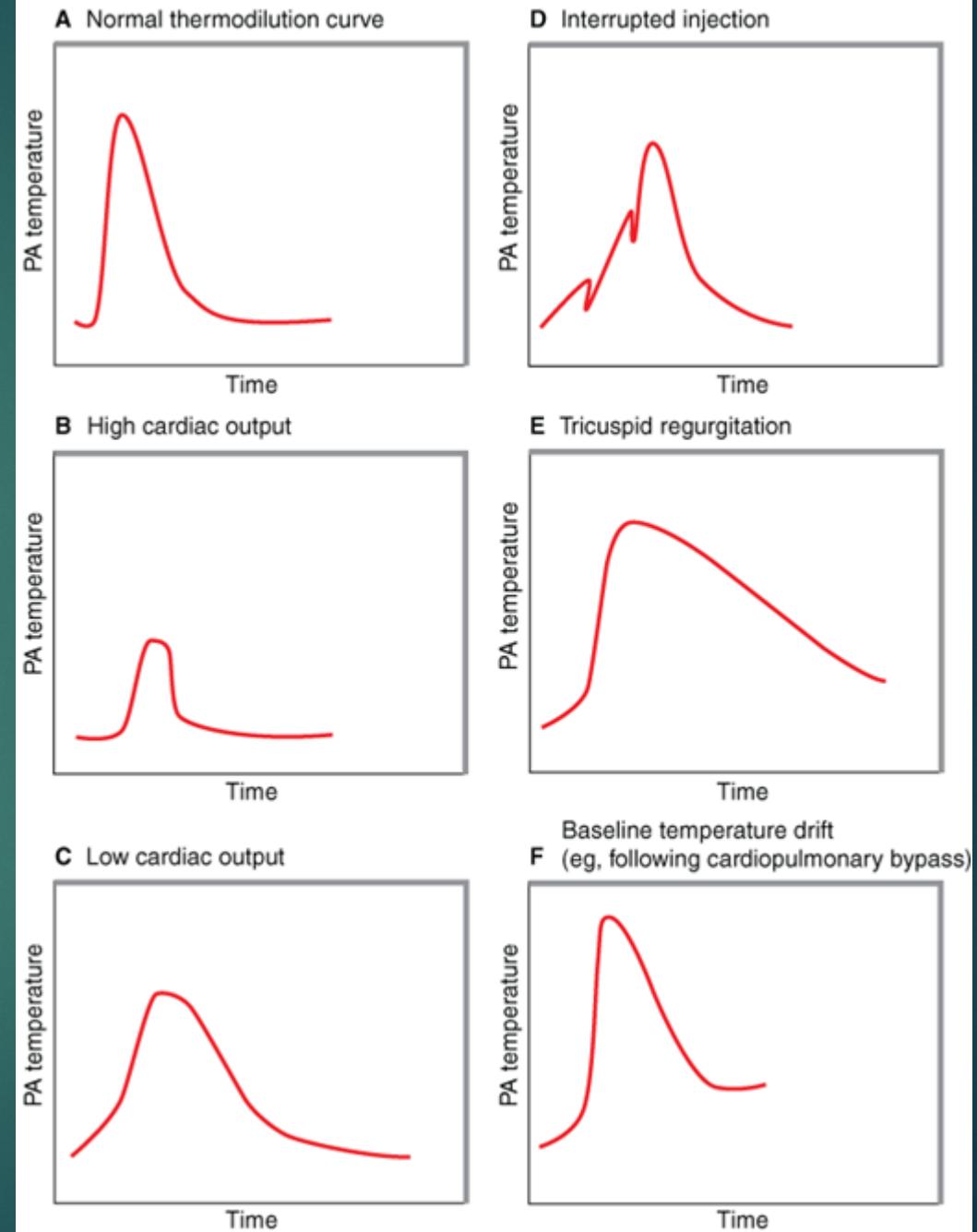
Warming of iced injectate

Thermistor malfunction from fibrin or a clot

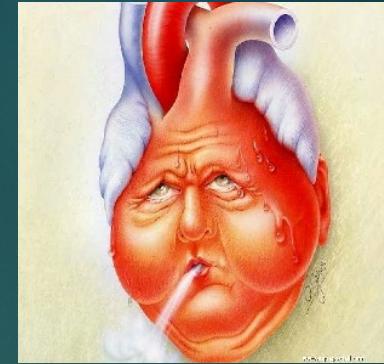
Pulmonary artery blood temperature fluctuations

Post-cardiopulmonary bypass status  
Rapid intravenous fluid administration

Respiratory cycle influences



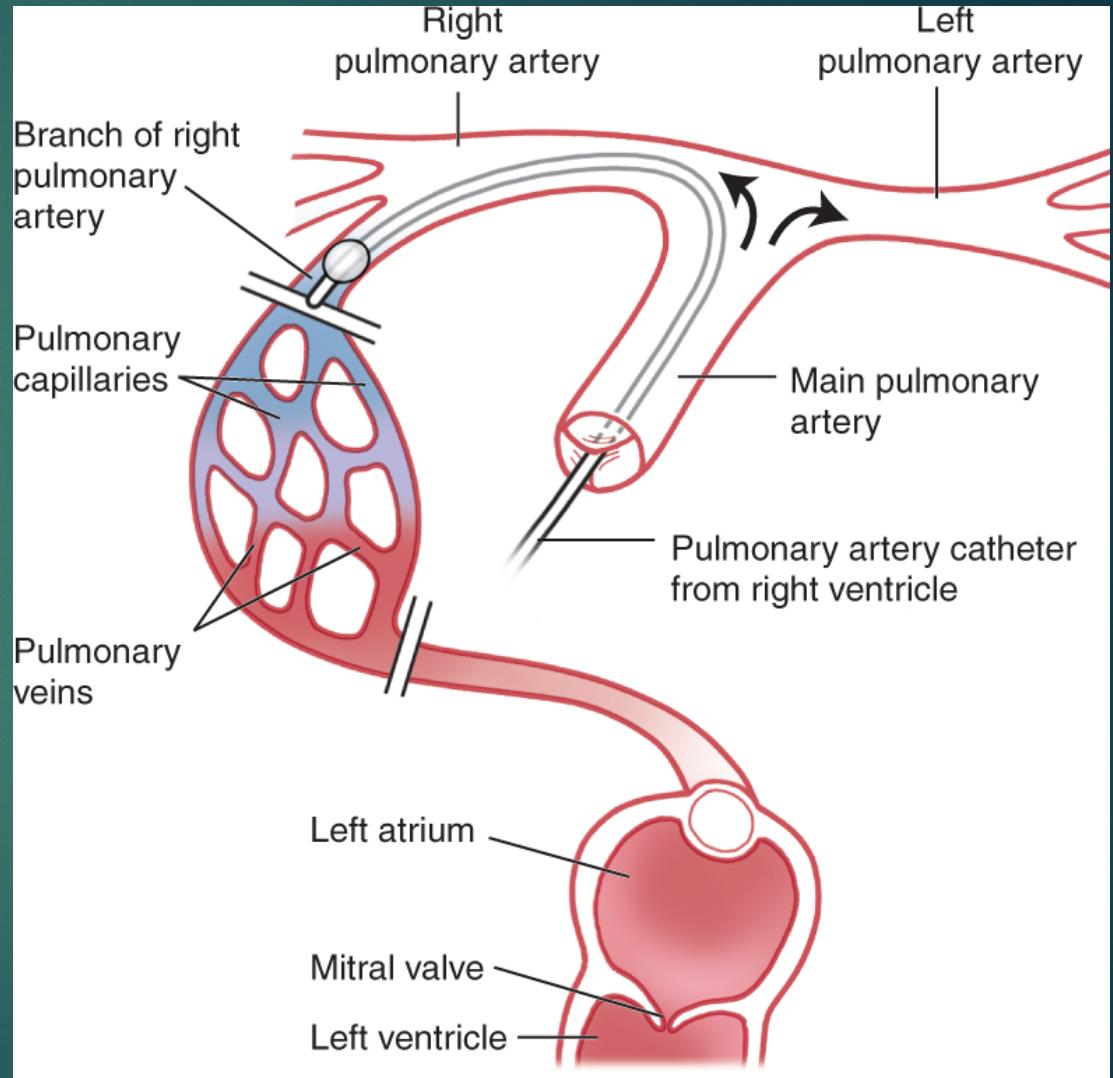
# Débit cardiaque



- ▶ Débit cardiaque optimal difficile à définir
- ▶ Débit optimal change d'un patient à l'autre et chez un même patient selon son état clinique
- ▶ Débit cardiaque souvent < 2L/min/m<sup>2</sup> pré et post CEC : effet AG? dilatation chambres cardiaques droites? Patients âgés non inclus dans les calculs de normalité?
- ▶ Observer la tendance plutôt que le chiffre isolé
- ▶ Utilisons ++ débit cardiaque ETO en SOP ("VTI" sous aortique)

# Wedge

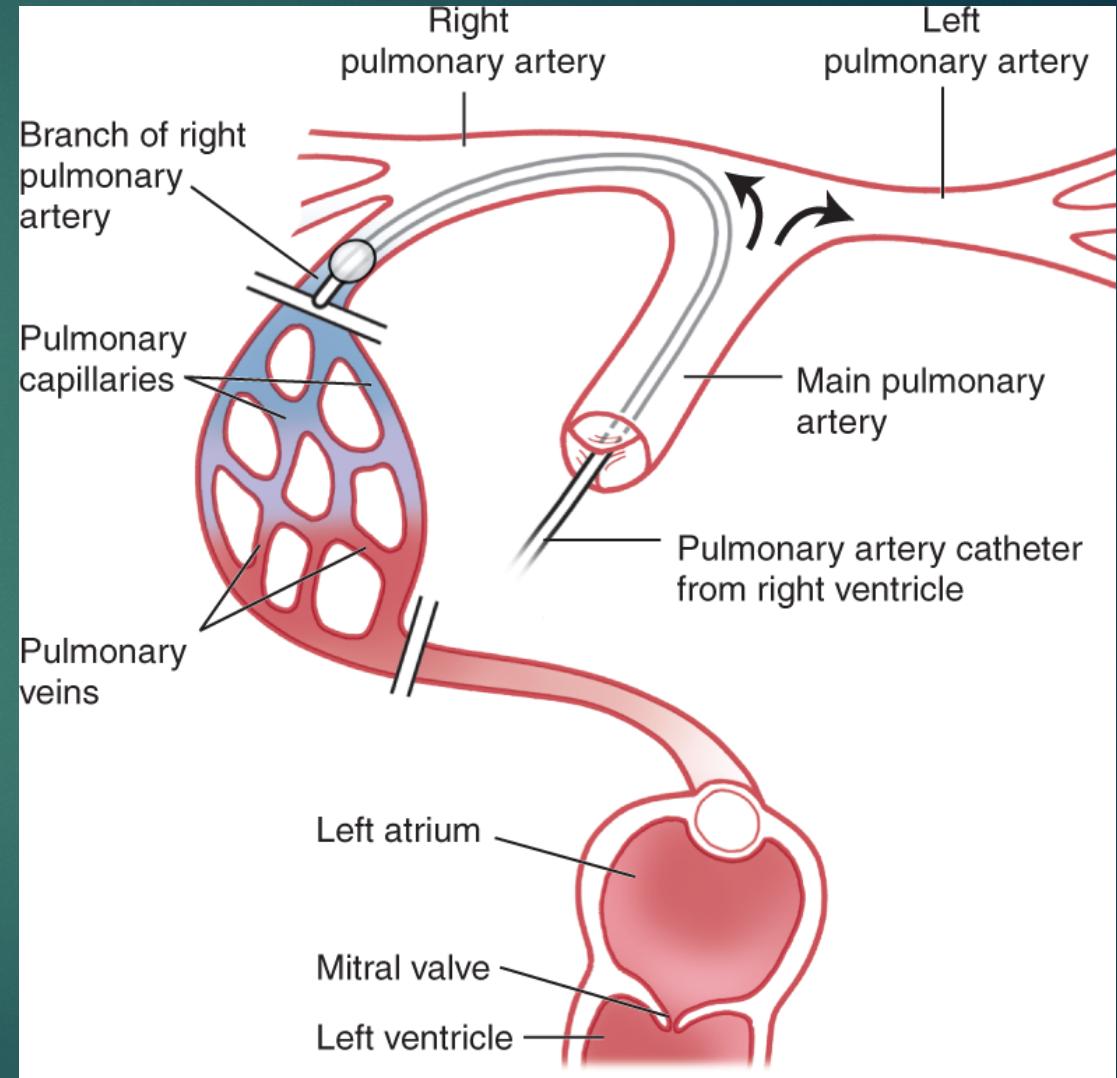
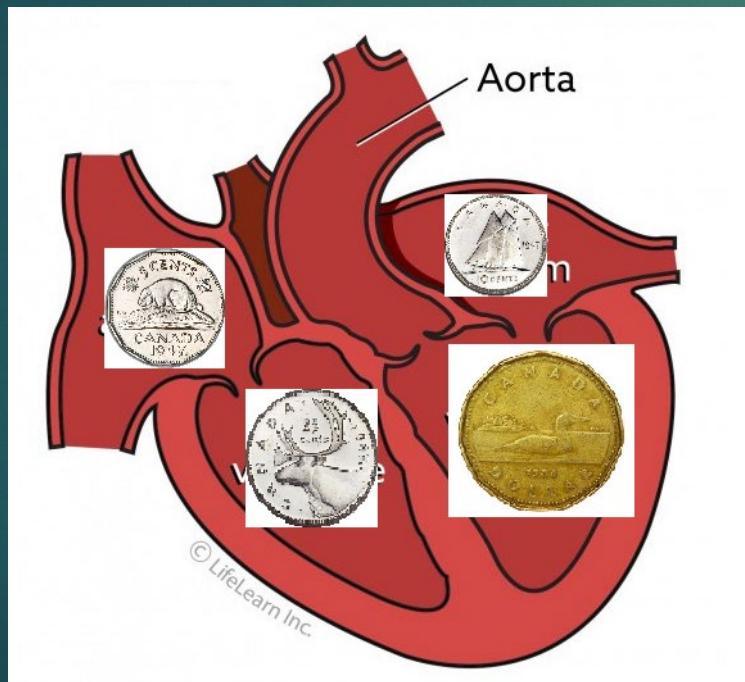
- ▶ Pression transmise de l'OG
- ▶ Évaluer les pressions remplissage VG
- ▶ Indice de volémie? **NON**
- ▶ Valeurs N : ~10 mmHg (6-12 mmHg)



Source: Reichman EF: *Emergency Medicine Procedures*,  
Second Edition: [www.accessemergencymedicine.com](http://www.accessemergencymedicine.com)  
Copyright © The McGraw-Hill Companies, Inc. All rights reserved.

# Wedge

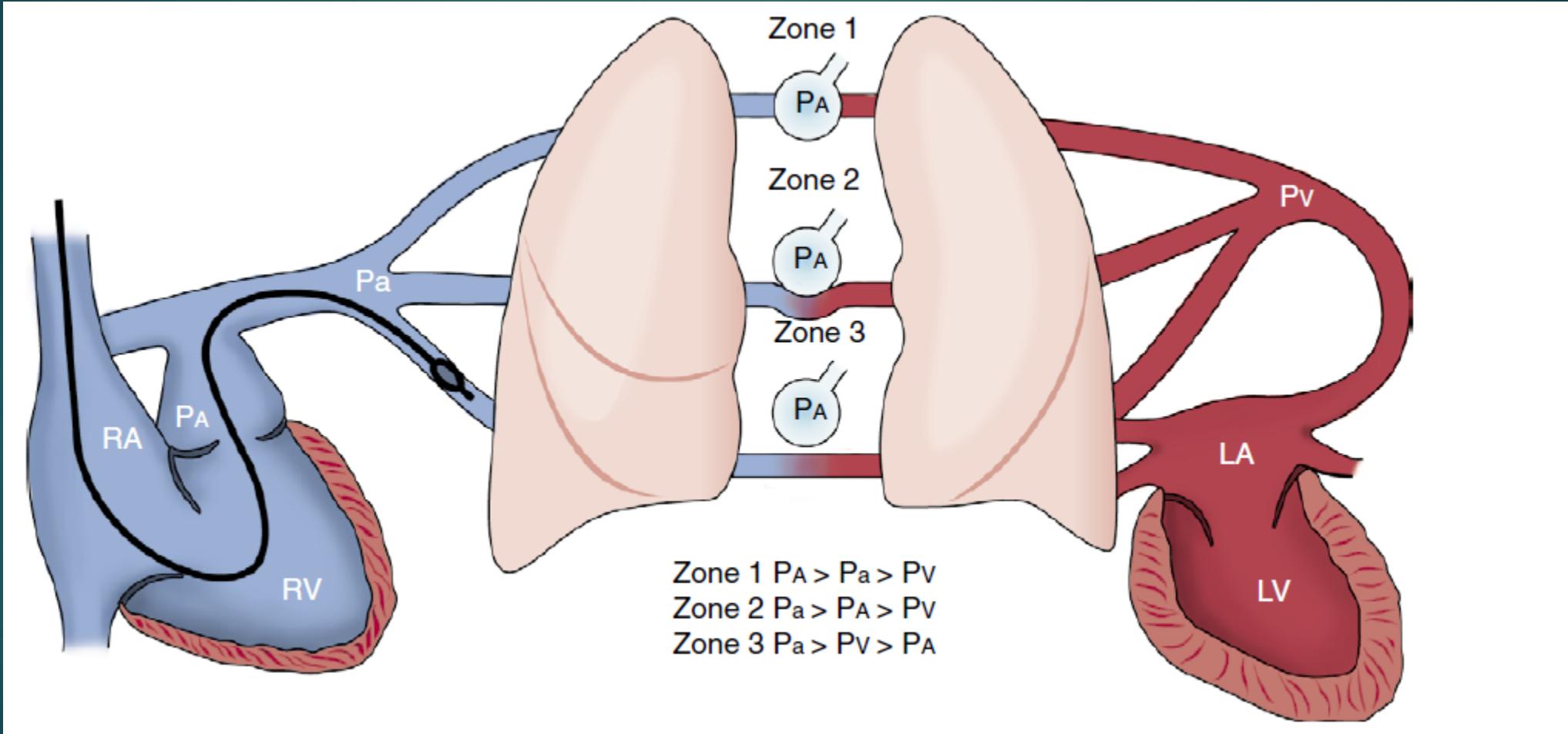
- ▶ Pression transmise de l'OG
- ▶ Évaluer les pressions remplissage VG
- ▶ Valeurs N : ~10 mmHg (6-12 mmHg)



Source: Reichman EF: *Emergency Medicine Procedures*,  
Second Edition: [www.accessemergencymedicine.com](http://www.accessemergencymedicine.com)  
Copyright © The McGraw-Hill Companies, Inc. All rights reserved.

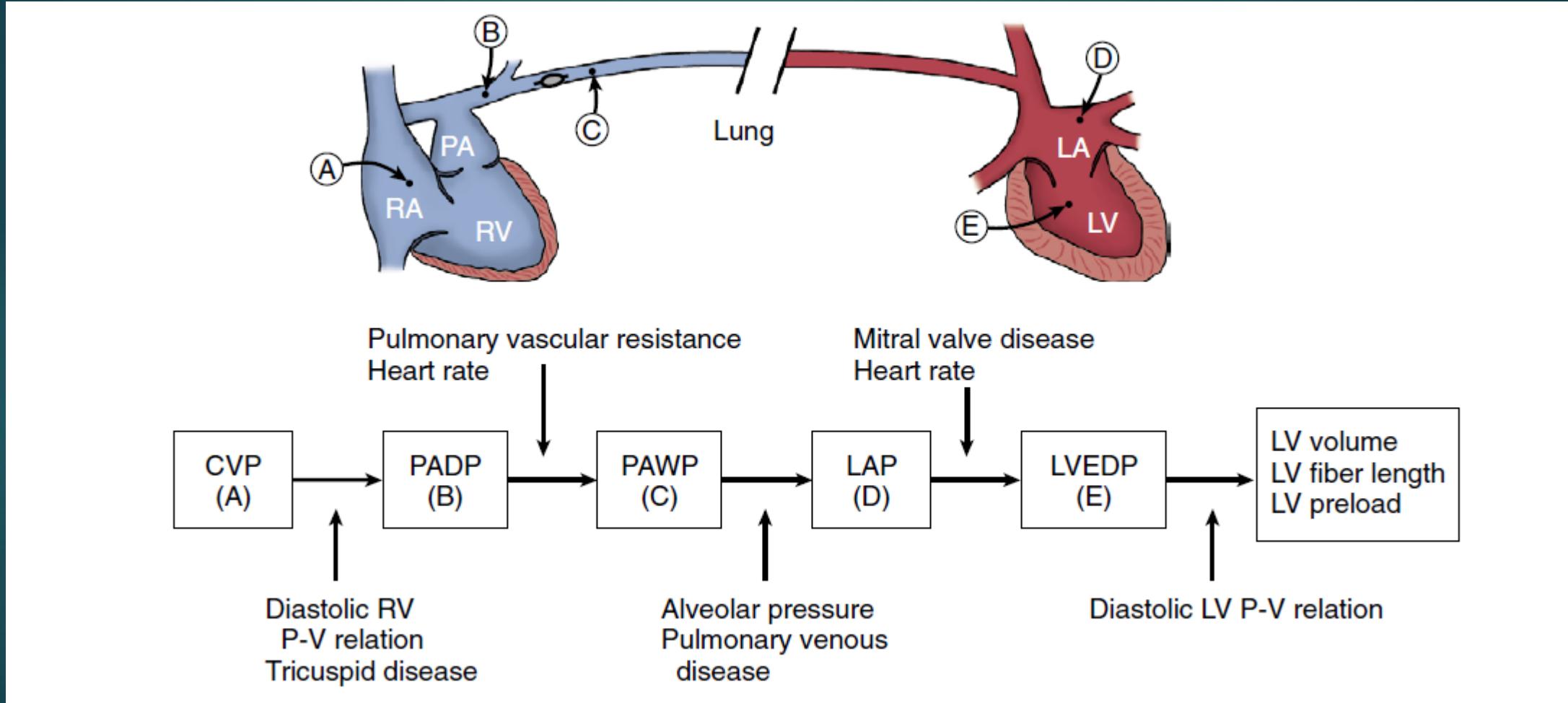
# Wedge : doit être zone 3

Zone 1 et 2 influencées pression alvéolaire



Position couchée favorise entrée cathéter zone 3

# Wedge



↑ Wedge ↓

## Wedge PTDVG

(Wedge sous-estime PTDVG)

**Table 40-5** Underestimation of Left Ventricular End-Diastolic Pressure

Condition	Site of Discrepancy	Cause of Discrepancy
Diastolic dysfunction	Mean LAP < LVEDP	Increased end-diastolic a wave
Aortic regurgitation	LAP a wave < LVEDP	Mitral valve closure before end-diastole
Pulmonic regurgitation	PADP < LVEDP	Bidirectional runoff for pulmonary artery flow
Right bundle branch block	PADP < LVEDP	Delayed pulmonic valve opening
After pneumonectomy	PAWP < LAP or LVEDP	Obstruction of pulmonary blood flow

Wedge PTDVG  
(Wedge suretime PTDVG)

**Table 40-6** Overestimation of Left Ventricular End-Diastolic Pressure

Condition	Site of Discrepancy	Cause of Discrepancy
Positive end-expiratory pressure	Mean PAWP > mean LAP	Creation of lung zone 1 or 2 or pericardial pressure changes
Pulmonary arterial hypertension	PADP > mean PAWP	Increased pulmonary vascular resistance
Pulmonary veno-occlusive disease	Mean PAWP > mean LAP	Obstruction to flow in large pulmonary veins
Mitral stenosis	Mean LAP > LVEDP	Obstruction to flow across the mitral valve
Mitral regurgitation	Mean LAP > LVEDP	Retrograde systolic v wave raises mean atrial pressure
Ventricular septal defect	Mean LAP > LVEDP	Antegrade systolic v wave raises mean atrial pressure
Tachycardia	PADP > mean LAP > LVEDP	Short diastole creates pulmonary vascular and mitral valve gradients

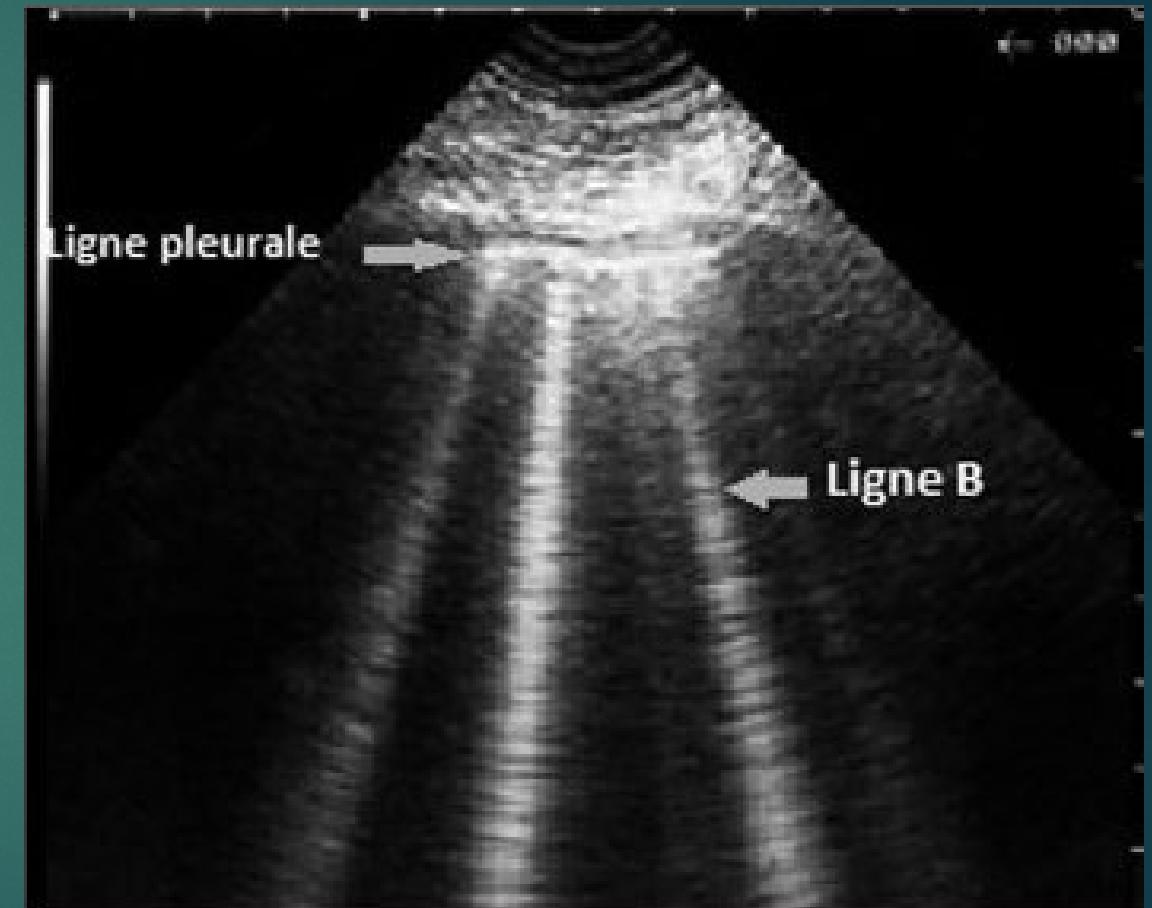
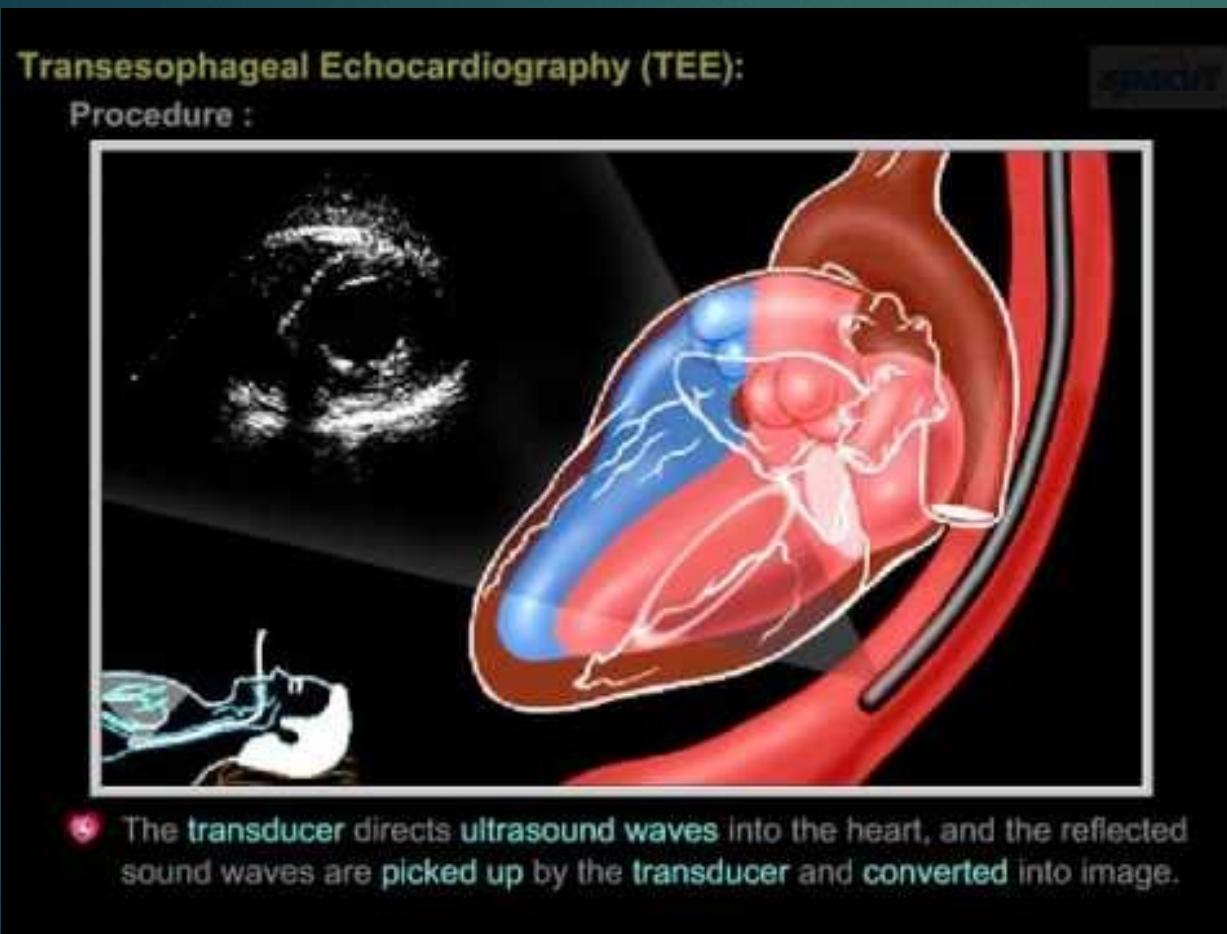
# Mais pourquoi veut-on connaître la vraie valeur de la PTDVG/Wedge?

Pourquoi parle-t-on encore du wedge...

- ▶ Diagnostiquer une dysfonction VG
- ▶ Évaluer si présence d'œdème pulmonaire
- ▶ Faire un diagnostic d'insuffisance mitrale ou de sténose mitrale
- ▶ Faire un diagnostic d'insuffisance aortique
- ▶ Etc.



# ETO et écho pulmonaire



# Wedge

- ▶ La plupart des anesthésiologistes n'utilisent plus le wedge (risque rupture art pulm et mesure souvent inexacte)
- ▶ PAP diastolique peut être substitut au wedge
  - ▶ PAPd habituellement~1-4 mmHg plus haute que wedge
  - ▶ En l'absence d'hypertension pulmonaire (Marino 2007)
- ▶ Avec ETO, beaucoup plus facile d'évaluer les pressions de remplissage G et surtout de trouver la cause!



# SvO<sub>2</sub> : saturation veineuse mixte

$$\bar{SvO}_2 = SaO_2 - \frac{\dot{V}O_2}{\dot{Q} \times 1.36 \times Hb}$$

where  $\bar{SvO}_2$  = mixed venous hemoglobin saturation (%)

$SaO_2$  = arterial hemoglobin saturation (%)

$\dot{V}O_2$  = oxygen consumption (mL O<sub>2</sub>/min)

$\dot{Q}$  = cardiac output (L/min)

Hb = hemoglobin concentration (g/dL)

$DO_2 = CaO_2 \cdot DC$  où DC: débit cardiaque

$CaO_2$ : contenu artériel en oxygène

$CaO_2 = [(1.34 \cdot Hb) \cdot SaO_2] + (0.0031 \cdot PaO_2)$

Livraison O<sub>2</sub>

Valeur normale  $\geq 65-70\%$

$VO_2 = (CaO_2 - CvO_2) \cdot DC$  où  $CvO_2$  : contenu en O<sub>2</sub> du sang veineux mêlé

Donc:

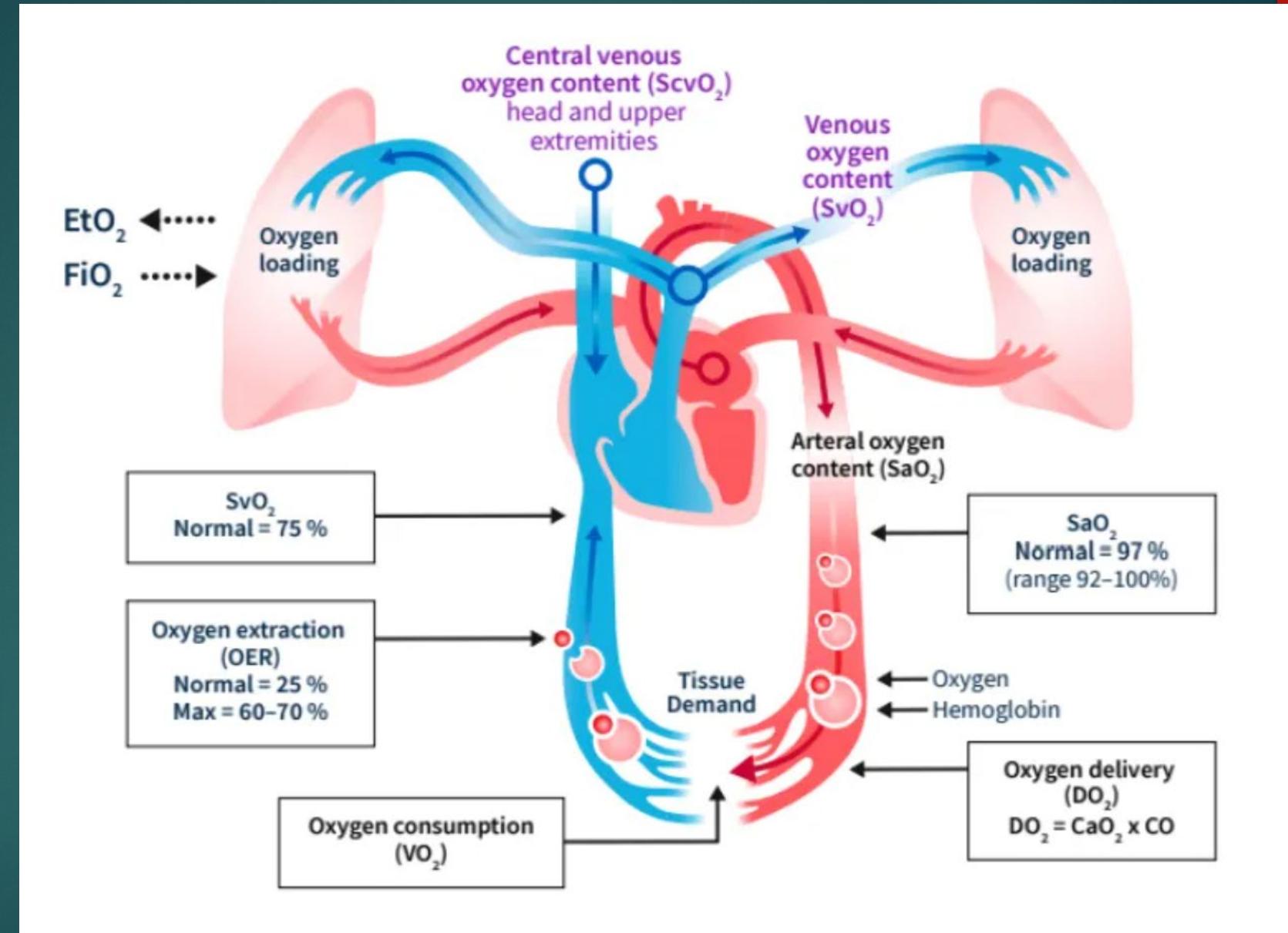
$VO_2 = (1.34 \cdot Hb) \cdot (SaO_2 - SvO_2) \cdot DC$

valeur normale: 3.5 mL/kg/min ou 250 mL/min

valeur normale  $SvO_2$ : 70%

Consommation O<sub>2</sub>

# SVO<sub>2</sub>



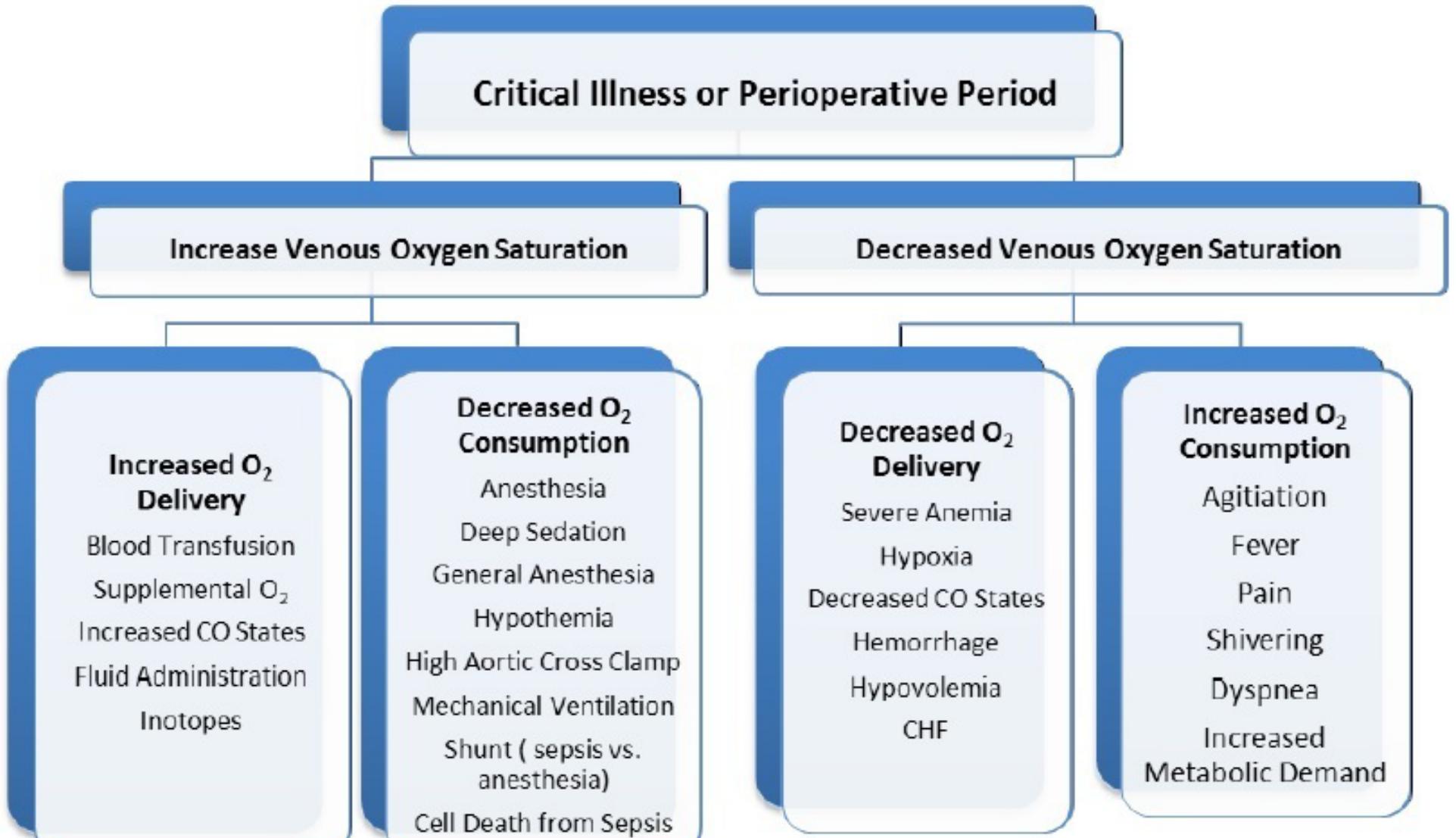


Table 2: Changes leading to alteration in venous saturation in the critically ill.

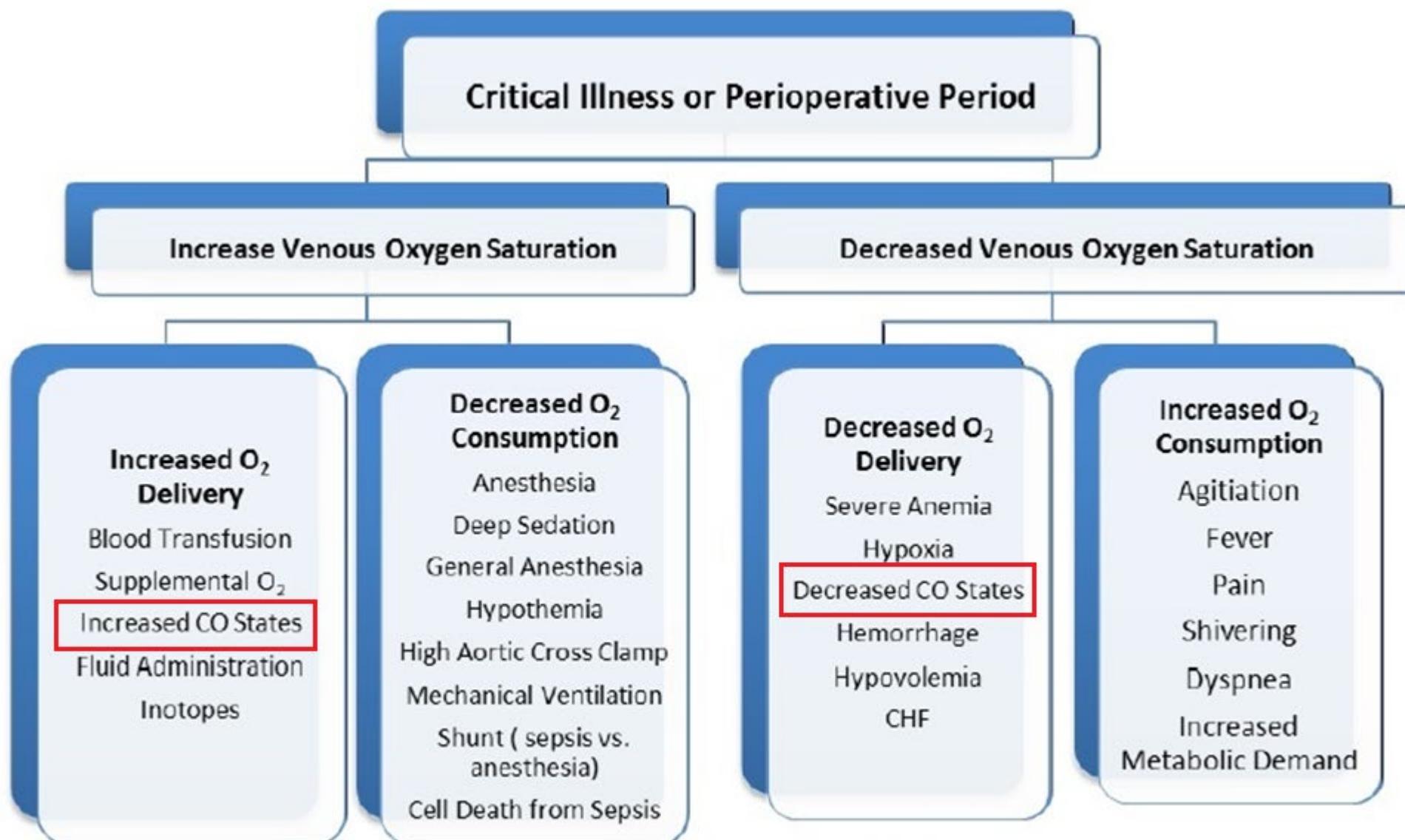
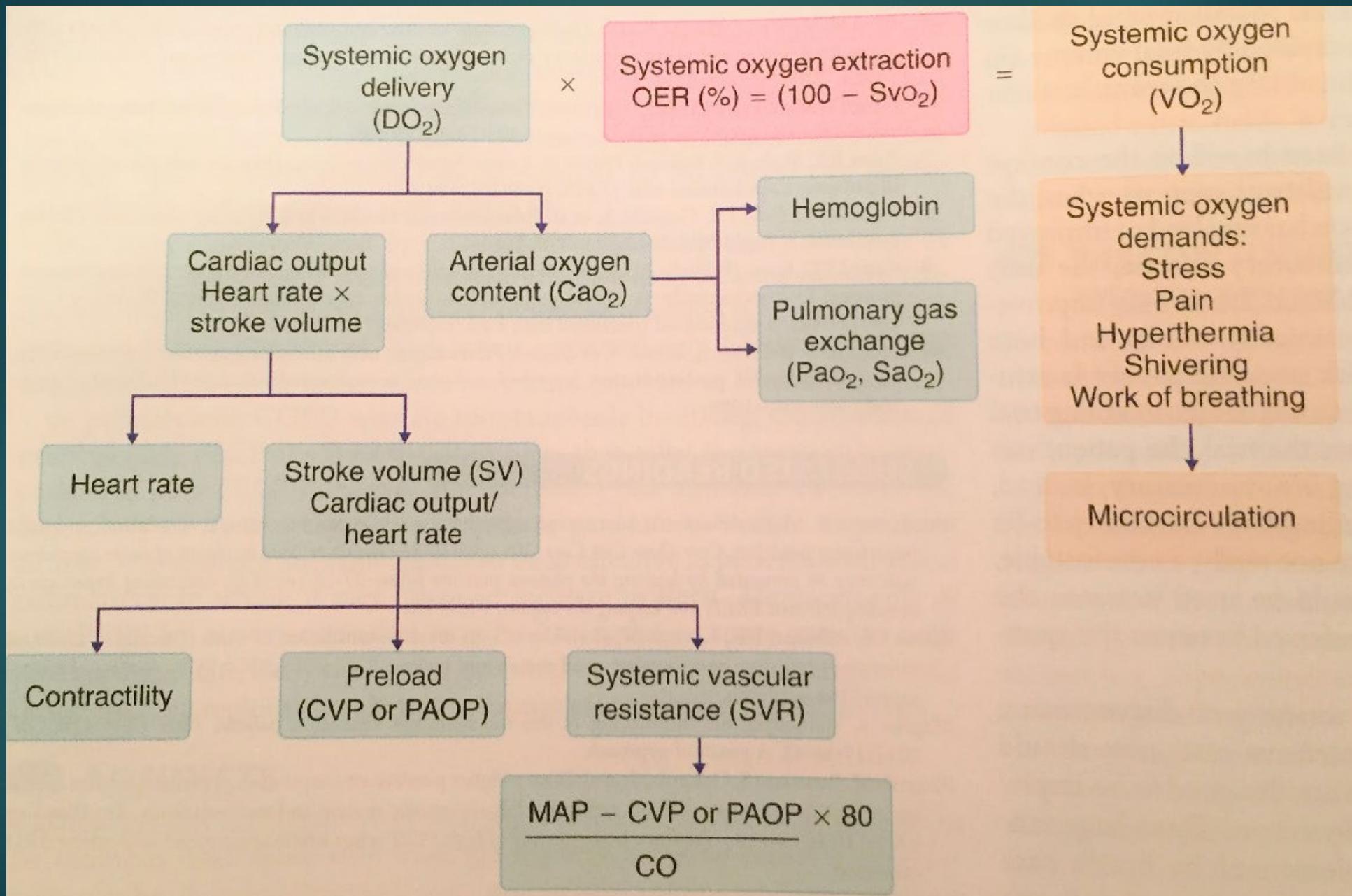
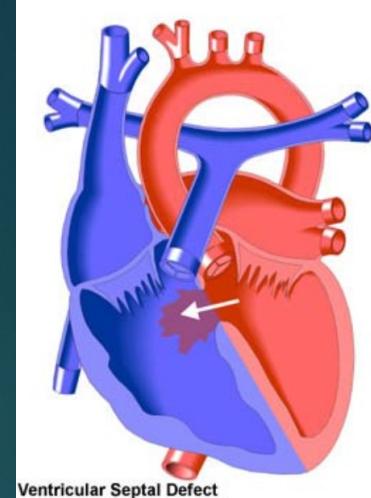


Table 2: Changes leading to alteration in venous saturation in the critically ill.



# SvO<sub>2</sub> versus ScvO<sub>2</sub> (Saturation VCS)

- ▶ SvO<sub>2</sub> : reflète tout le corps (MS, MI, abdo, tête, cœur)
- ▶ ScvO<sub>2</sub> : mesurée VCS → reflète MS + tête
- ▶ Évaluation des shunts CIA-CIV résiduels post fermeture



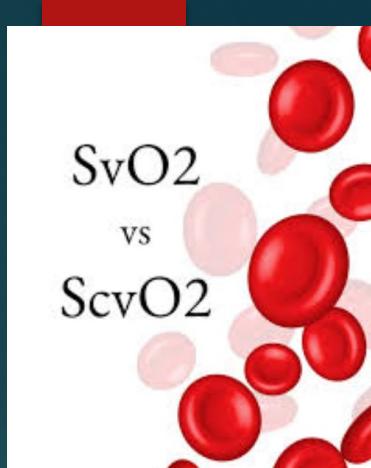
Distribution of cardiac output at rest						
Tissues	% CO	mL/min	mL/min/100g	O2 consumption mL/min/100g	Total Body O2 %	O2-ER
Brain	15	750	50	3.5	20%	35%
Heart	5	250	70	8	12%	60-75%
Bronchi	2	100	25			
Kidneys	25	1250	400	6	7%	<10%
Adrenal	0.5	25	300			
Liver	10 - hepatic artery (30 - total)	500 (1500)	30 - hepatic artery (100 - total)	6 (O2 supply: 40-50% artery, 50-60% portal)	35%	~50%
Splanchnic	20	1000	?			
Skeletal Muscle	15	750	4			
Bone	5	250	3			
Skin	6	300	3			

\* Average O2 consumption is 0.3mL/min/100g, average O2-ER is 25%

The heart is highly metabolically active (also has the highest O2 consumption per 100g, and is continually working).

O2 consumption is proportional to work. As O2-ER is already so high at rest, the only way to meet increased O2 demand is to increase O2 delivery (by increasing blood flow)

# SvO<sub>2</sub> versus ScvO<sub>2</sub> (Saturation VCS)



- ▶ ScvO<sub>2</sub> plus haute (~5%) que SvO<sub>2</sub> sauf si shunt (Sat veineuse sinus coronaire 30%)
  - ▶ Certaines références disent + basse car cerveau haute extraction O<sub>2</sub>...
- ▶ ScvO<sub>2</sub> moins fiable que SVO<sub>2</sub>?
  - ▶ Plusieurs RCT pas de diff survie entre les deux et bonne correlation dans les changements de valeur. Débat continu...

**Continuous central venous  
and pulmonary artery oxygen  
saturation monitoring in the critically ill**

## **Central Venous and Mixed Venous Oxygen Saturation in Critically Ill Patients**

Charalambos Ladakas<sup>a</sup> Pavlos Myrianthefs<sup>a</sup> Andreas Karabinis<sup>b</sup>  
Gabriel Karatzas<sup>b</sup> Theodosios Dosios<sup>b</sup> George Fildissis<sup>a</sup> John Gogas<sup>b</sup>  
George Baltopoulos<sup>a</sup>

## **No agreement of mixed venous and central venous saturation in sepsis, independent of sepsis origin**

Paul A van Beest<sup>1\*</sup>, Jan van Ingen<sup>2</sup>, E Christiaan Boerma<sup>3</sup>, Nicole D Holman<sup>2</sup>, Henk Groen<sup>4</sup>, Matty Koopmans<sup>3</sup>,  
Peter E Spronk<sup>5,6</sup>, Michael A Kuiper<sup>3,6</sup>

# Prise en charge du choc



# Prise en charge du choc

The NEW ENGLAND JOURNAL of MEDICINE

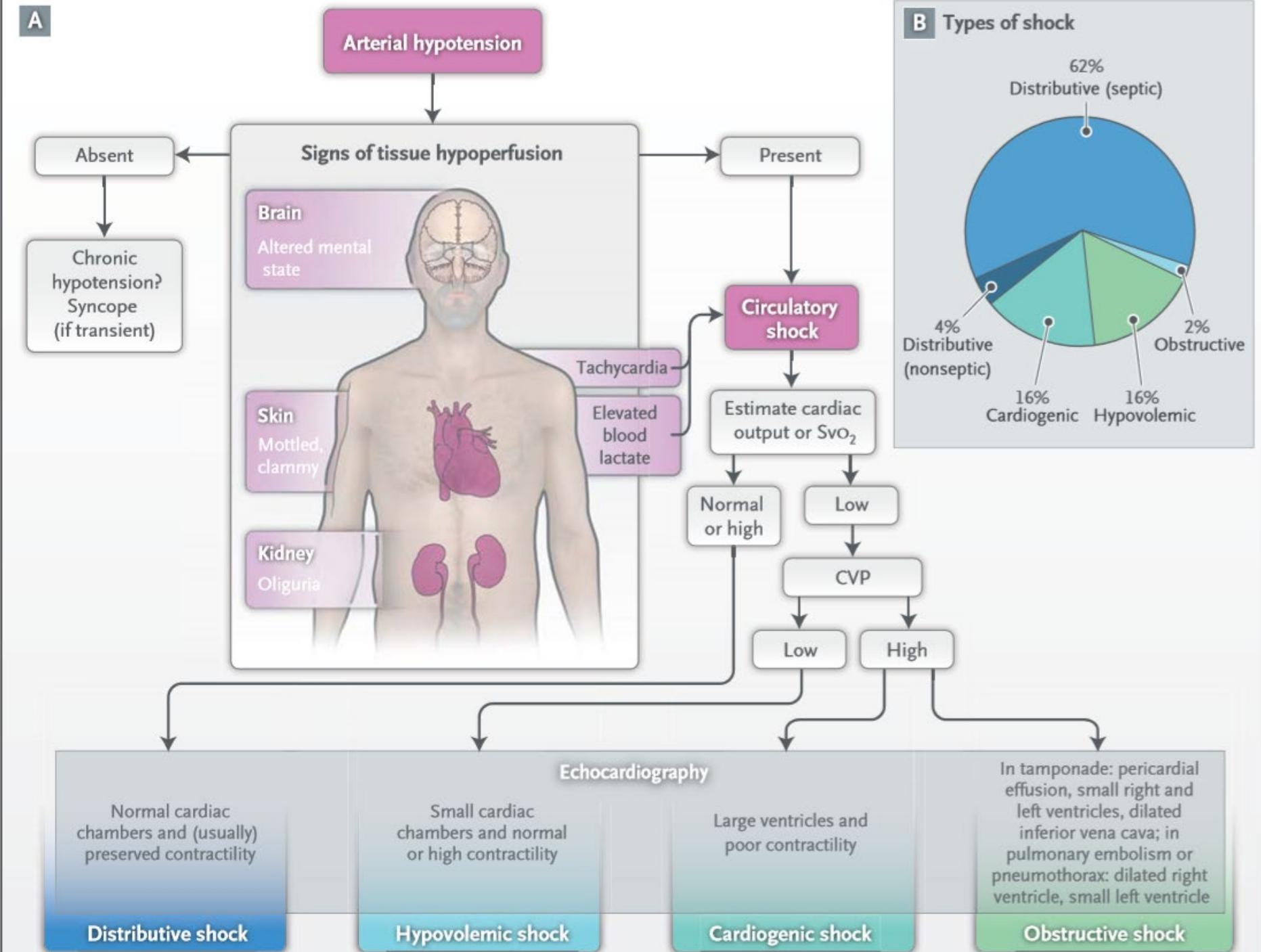
REVIEW ARTICLE

CRITICAL CARE MEDICINE

Simon R. Finfer, M.D., and Jean-Louis Vincent, M.D., Ph.D., *Editors*

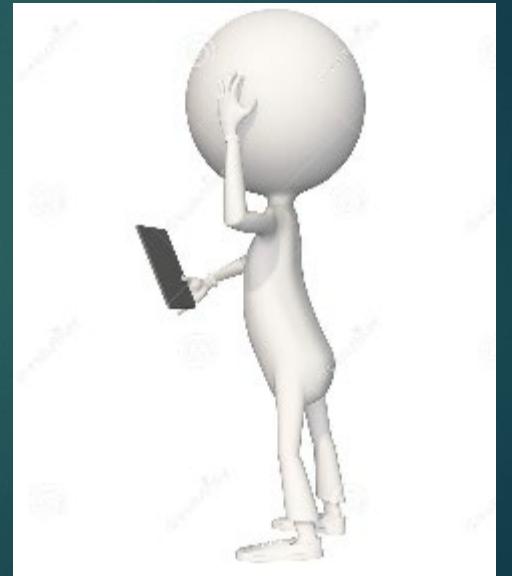
## Circulatory Shock

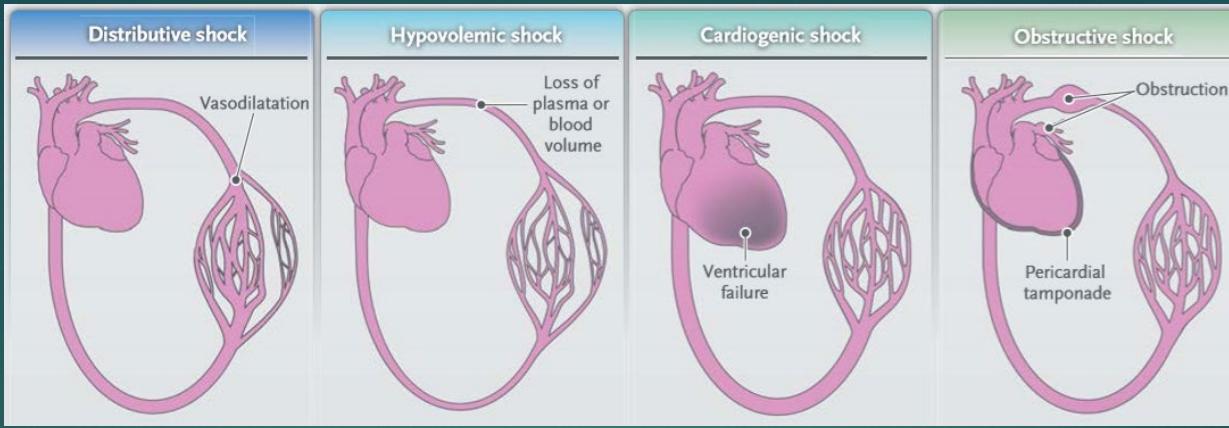
Jean-Louis Vincent, M.D., Ph.D., and Daniel De Backer, M.D., Ph.D.



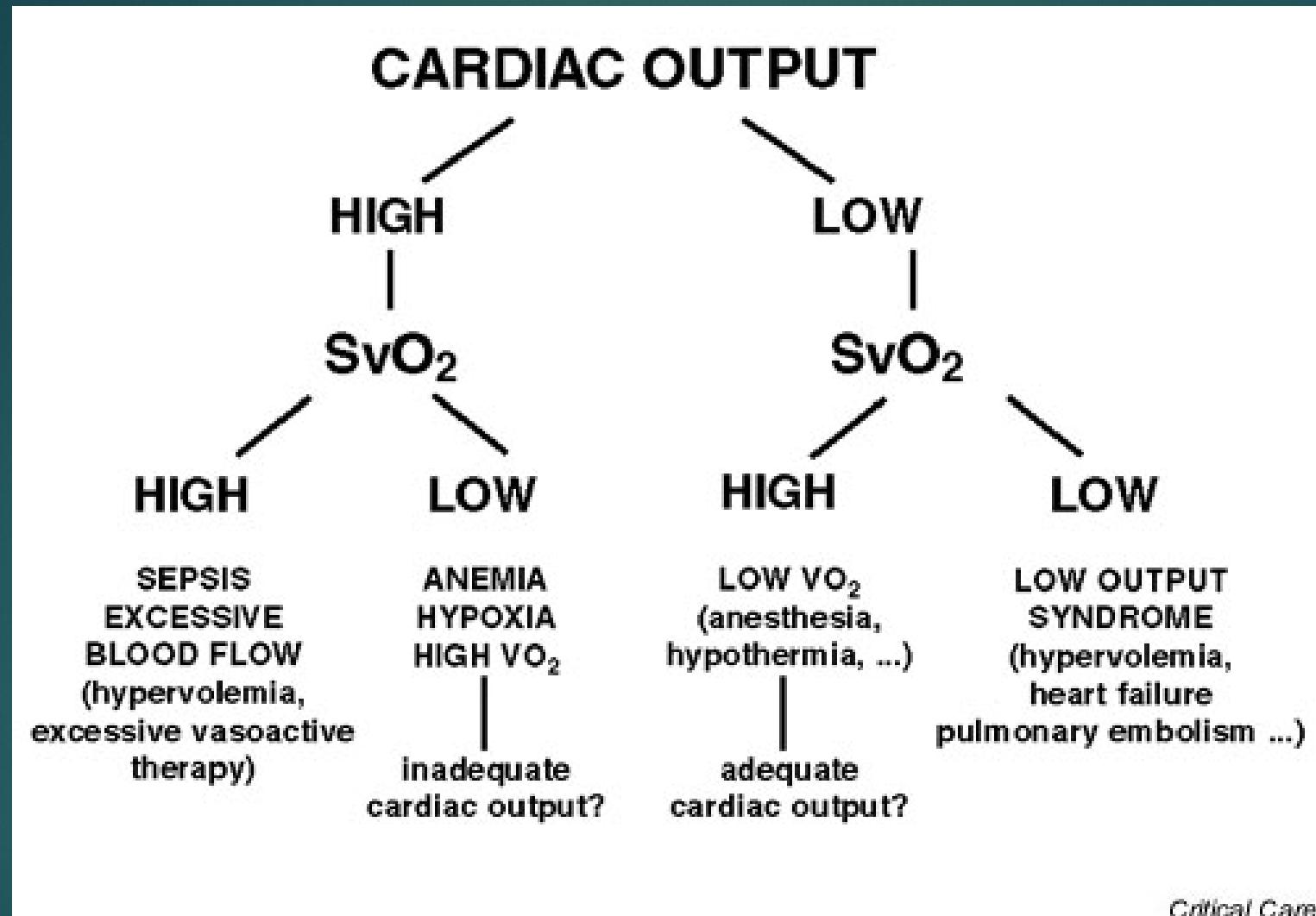
# CHOC

- ▶ Choc mixte!
- ▶ 50% des cas de choc septique ont aussi choc cardiogénique



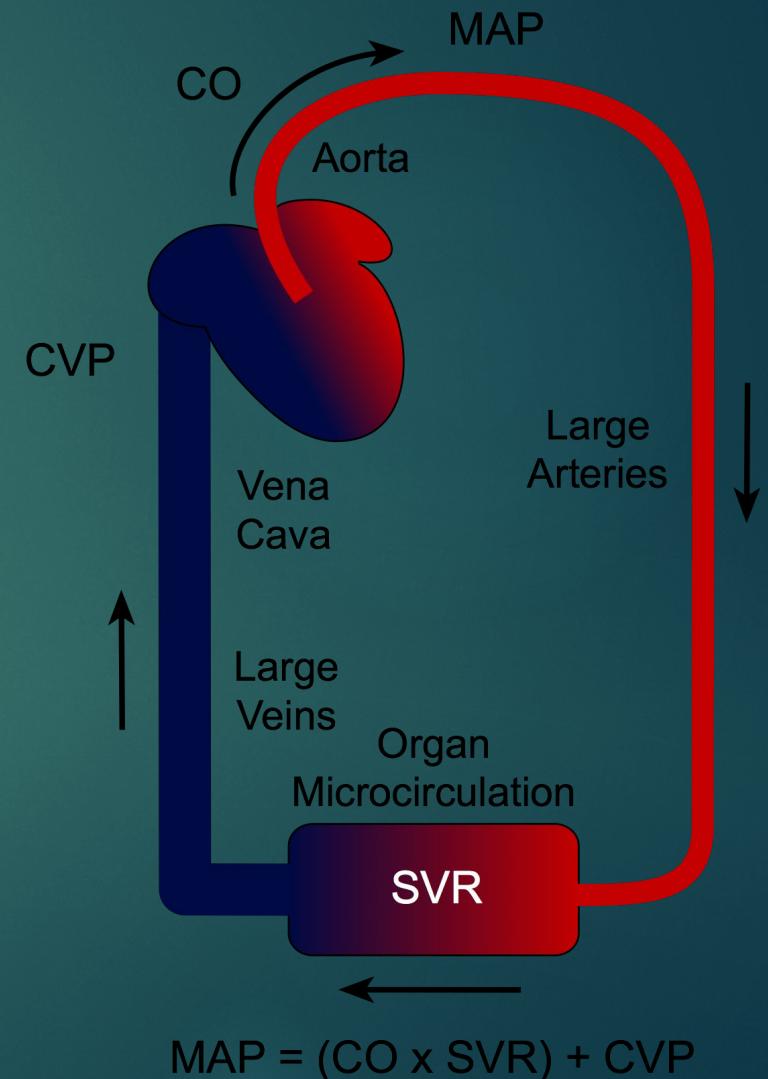


Type de choc	CVP/PAP	Wedge	SVR	CO	SvO2	Exemple clinique
<b>Hypovolémique</b>	↓	↓	↑	↓	↓	Hémorragie, « leak » capillaire
<b>Cardiogénique</b>	↑	↑	↑	↓	↓	Infarctus myocarde, arythmie
<b>Obstructif</b>	↑	↑ →	↑ →	↓	↓	Embolie pulmonaire, pneumothorax sous tension
<b>Distributif</b>	↓	↓	↓	↑ (→)	↑	Anaphylaxie, Sepsis, choc neurogénique



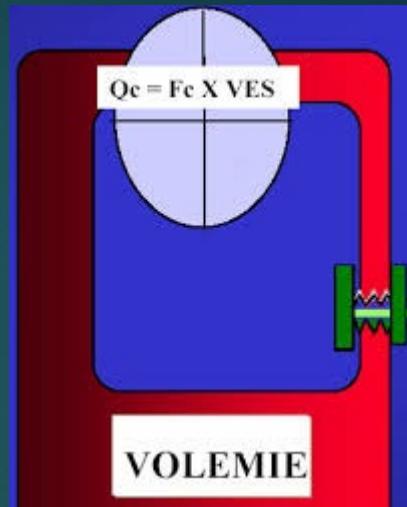
# Calculé vs mesuré

- ▶ Valeurs mesurées : D.C., TVC, PAP, Wedge
- ▶ Valeur souvent estimée : wedge → PAP diastolique
- ▶ Valeur calculée : RVS
- ▶ Algorithme complexe mais basé sur formule



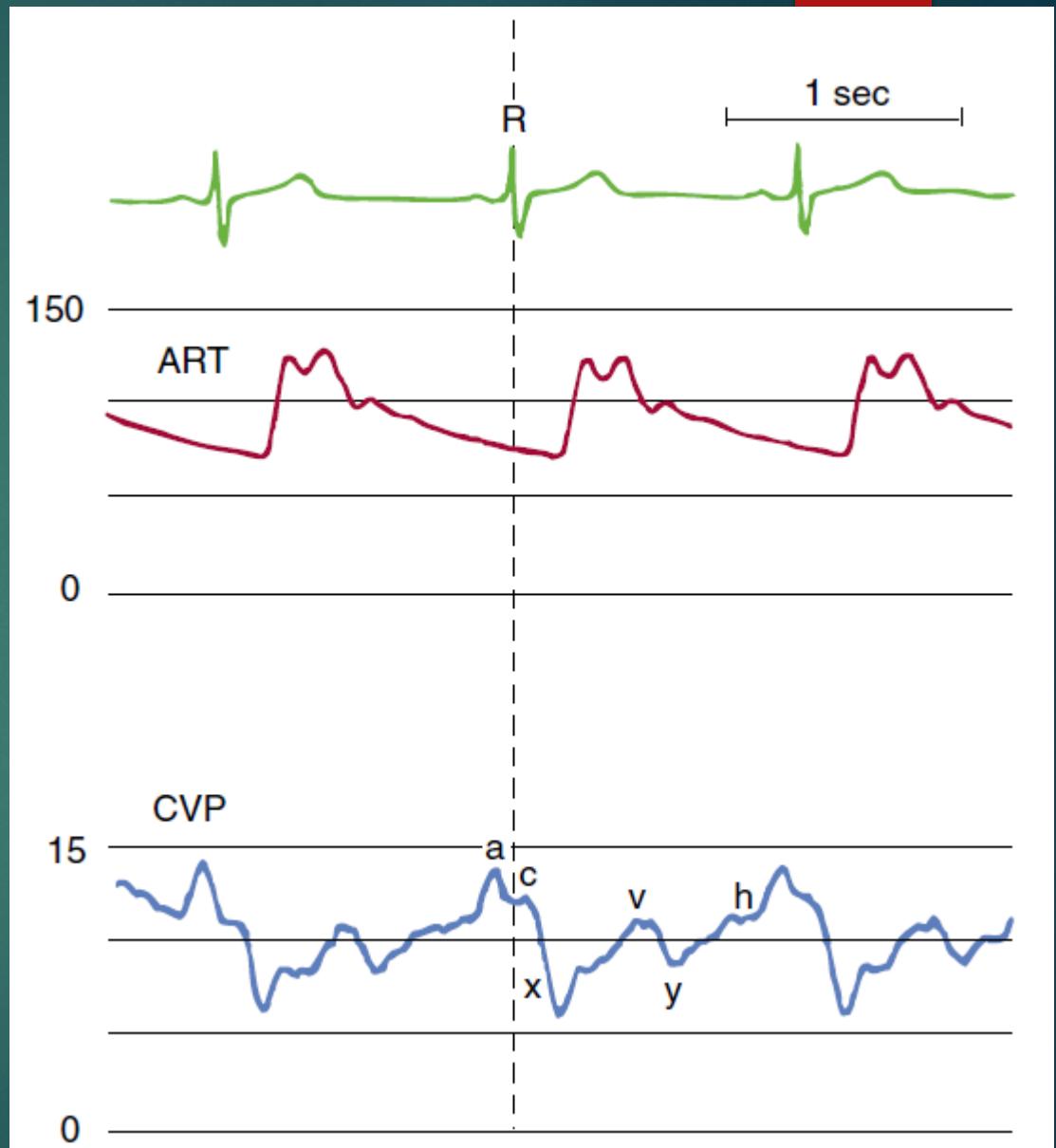
# TVC

- ▶ Pression remplissage  $\neq$  volume remplissage
- ▶ Ne pas regarder chiffre → regarder forme courbe et tendance
- ▶ Attention arythmie, rythme pace, sténose ou insuffisance tricuspidienne
- ▶ Interprétation TVC et Wedge influencés par plusieurs variables
  - ▶ Compliance ventriculaire et auriculaire
  - ▶ Anomalie valvulaire
  - ▶ Ventilation pression positive
  - ▶ Etc.
- ▶ Penser à :
  - ▶ variation respiratoire des paramètres HD
  - ▶ Leg raise test
  - ▶ Pseudo hypovolémie en défaillance VD



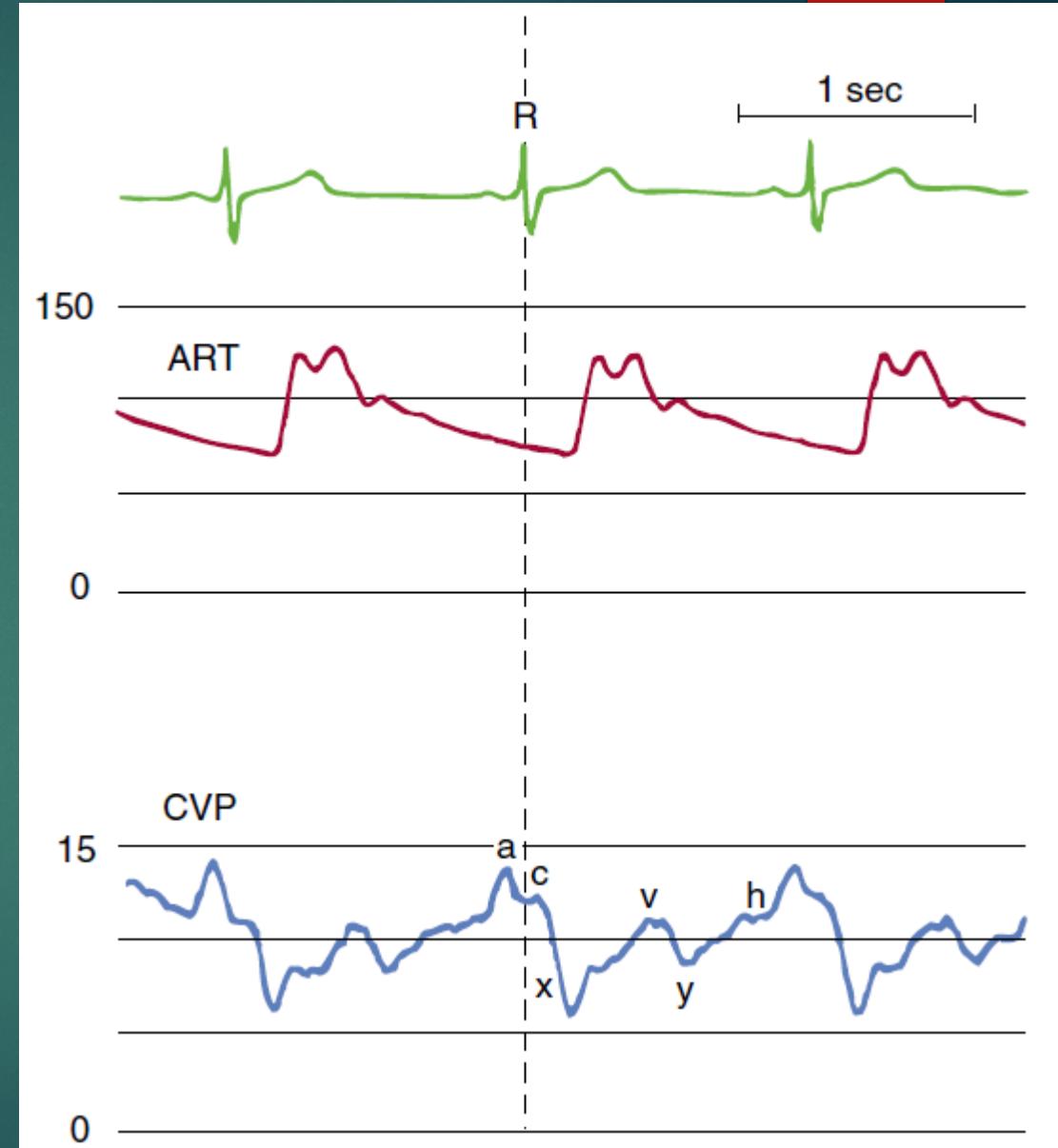
# TVC

Waveform Component	Phase of Cardiac Cycle	Mechanical Event
a wave	End diastole	Atrial contraction
c wave	Early systole	Isovolumic ventricular contraction, tricuspid motion toward the right atrium
v wave	Late systole	Systolic filling of the atrium
h wave	Mid to late diastole	Diastolic plateau
x descent	Mid systole	Atrial relaxation, descent of the base, systolic collapse
y descent	Early diastole	Early ventricular filling, diastolic collapse

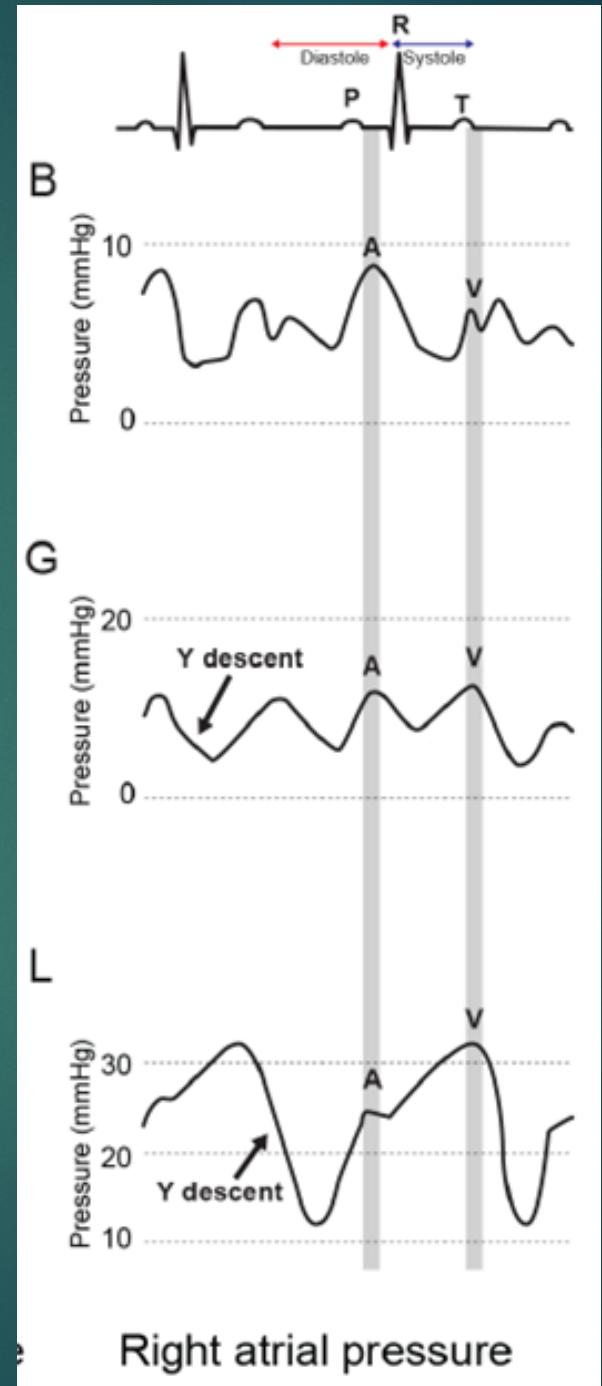




Condition	Characteristics
Atrial fibrillation	Loss of a wave Prominent c wave
Atrioventricular dissociation	Cannon a wave
Tricuspid regurgitation	Tall systolic c-v wave Loss of x descent
Tricuspid stenosis	Tall a wave Attenuation of y descent
Right ventricular ischemia	Tall a and v waves Steep x and y descents M or W configuration
Pericardial constriction	Tall a and v waves Steep x and y descents M or W configuration
Cardiac tamponade	Dominant x descent Attenuated y descent
Respiratory variation during spontaneous or positive-pressure ventilation	Measure pressures at end-expiration



Condition	Characteristics
Atrial fibrillation	Loss of a wave Prominent c wave
Atrioventricular dissociation	Cannon a wave
Tricuspid regurgitation	Tall systolic c-v wave Loss of x descent
Tricuspid stenosis	Tall a wave Attenuation of y descent
Right ventricular ischemia	Tall a and v waves Steep x and y descents M or W configuration
Pericardial constriction	Tall a and v waves Steep x and y descents M or W configuration
Cardiac tamponade	Dominant x descent Attenuated y descent
Respiratory variation during spontaneous or positive-pressure ventilation	Measure pressures at end-expiration



Monere

Racine carrée

# Importance courbe VD : monitoring PVD

- ▶ Courbe VD
  - ▶ Dysfonction diastolique VD
  - ▶ Couplage ventriculo-artériel
  - ▶ Obstruction CCVD

Journal of Cardiothoracic and Vascular Anesthesia 000 (2018) 1–15

Contents lists available at ScienceDirect

Journal of Cardiothoracic and Vascular Anesthesia

journal homepage: [www.jcvaonline.com](http://www.jcvaonline.com)

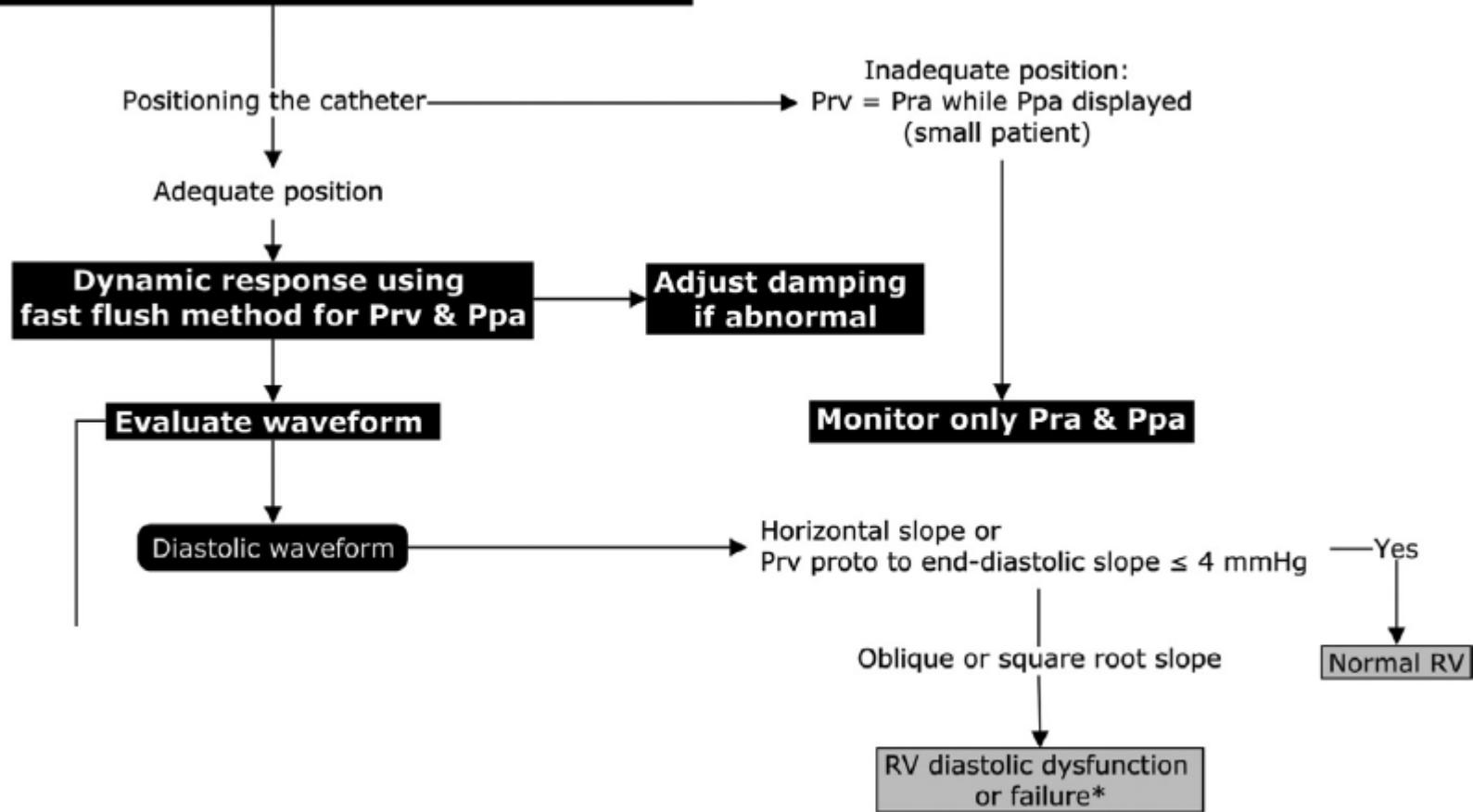
Review Article

Perioperative Right Ventricular Pressure Monitoring in Cardiac Surgery

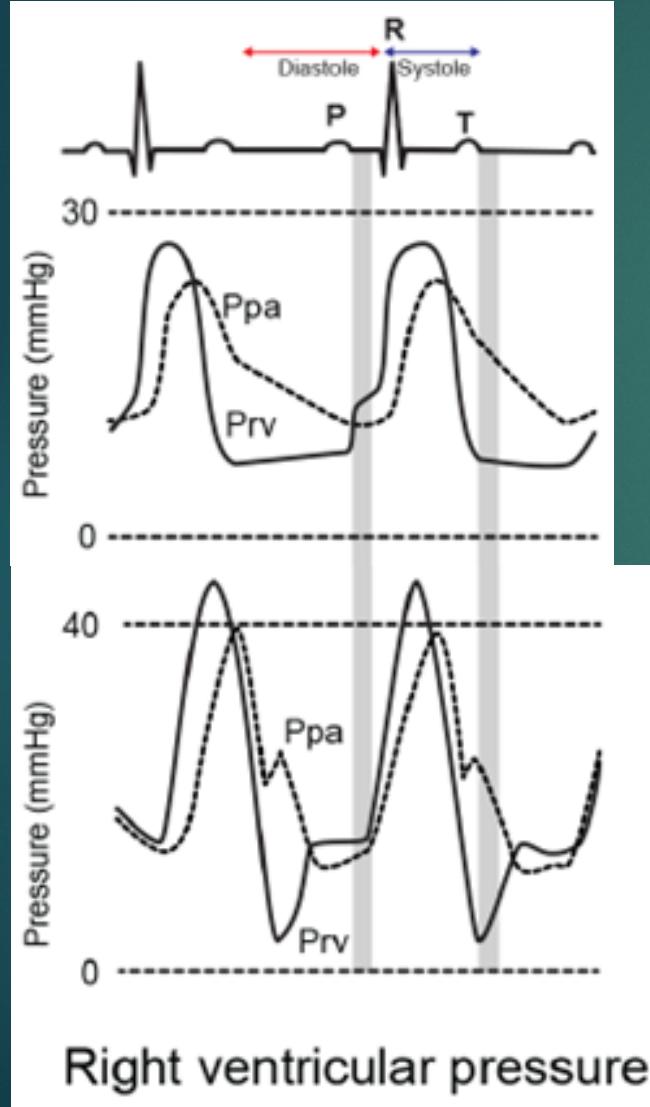
Meggie Raymond, MD<sup>\*</sup>, Lars Grønlykke, MD<sup>†</sup>,  
Etienne J. Couture, MD<sup>‡</sup>, Georges Desjardins, MD<sup>\*</sup>,  
Jennifer Cogan, MD<sup>\*</sup>, Jennifer Cloutier, MD<sup>§</sup>,  
Yoan Lamarche, MD<sup>||</sup>, Philippe L. L'Allier, MD<sup>¶</sup>,  
Hanne Berg Ravn, MD, PhD<sup>†</sup>, Pierre Couture, MD<sup>\*</sup>,  
Alain Deschamps, MD, PhD<sup>\*</sup>, Marie-Eve Chamberland, MD<sup>\*</sup>,  
Christian Ayoub, MD<sup>\*</sup>, Jean-Sébastien Lebon, MD<sup>\*</sup>,  
Marco Julien, MD<sup>\*</sup>, Jean Taillefer, MD<sup>\*</sup>, Antoine Rochon, MD<sup>\*</sup>,  
André Y. Denault, MD, PhD<sup>#,†</sup>



## Right ventricular pressure monitoring



# PAP + PVD



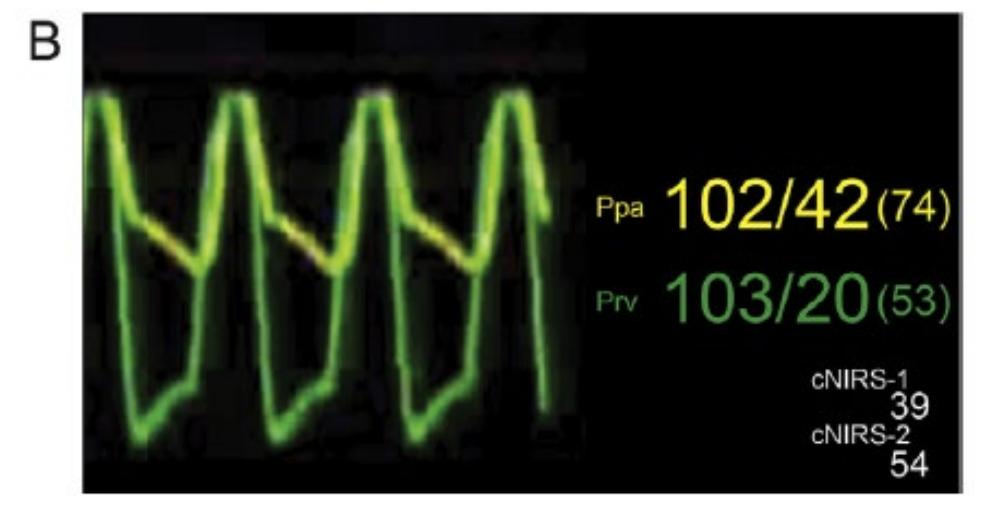
PAP N - VD N



PAP N - VD aN!

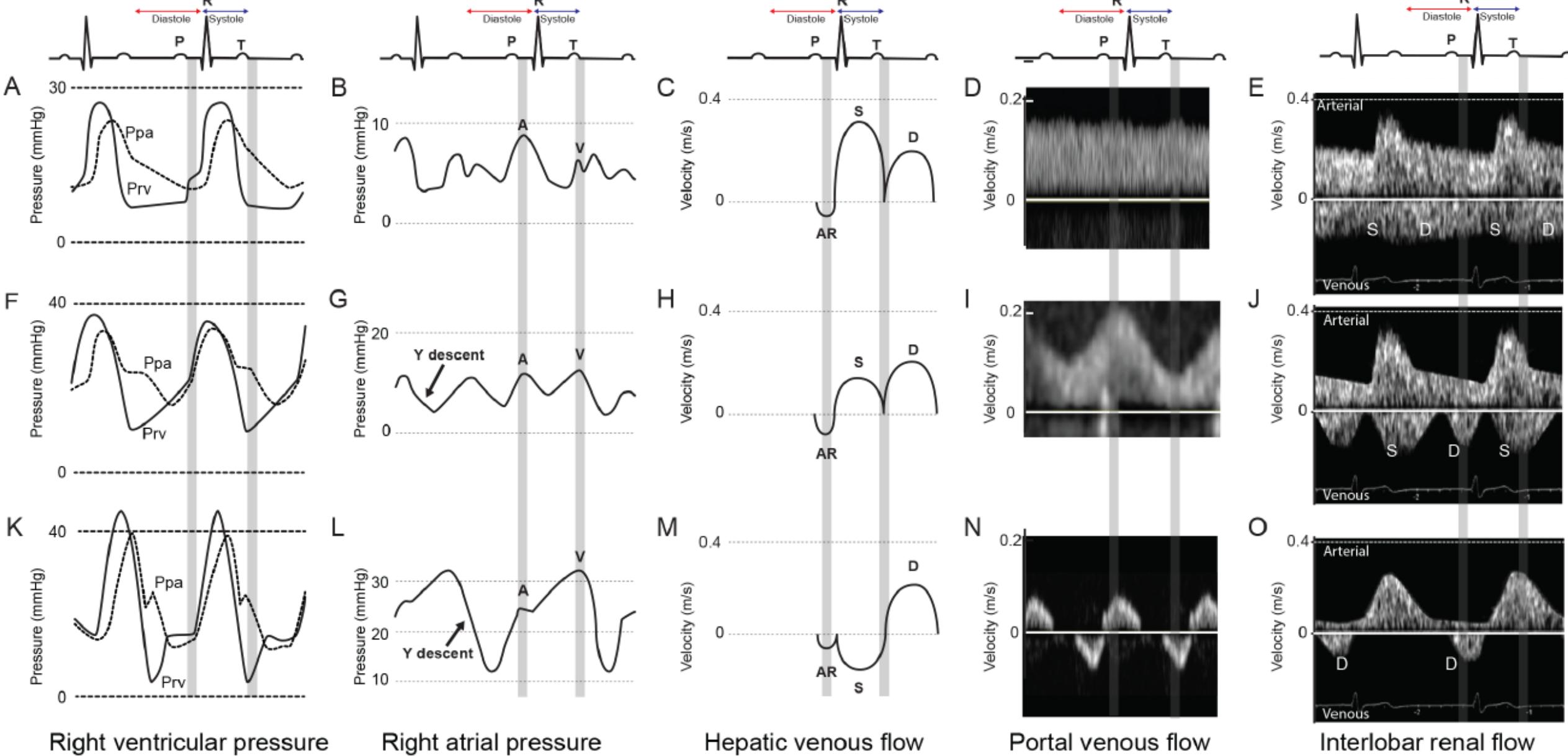


# Couplage ventriculo-artériel

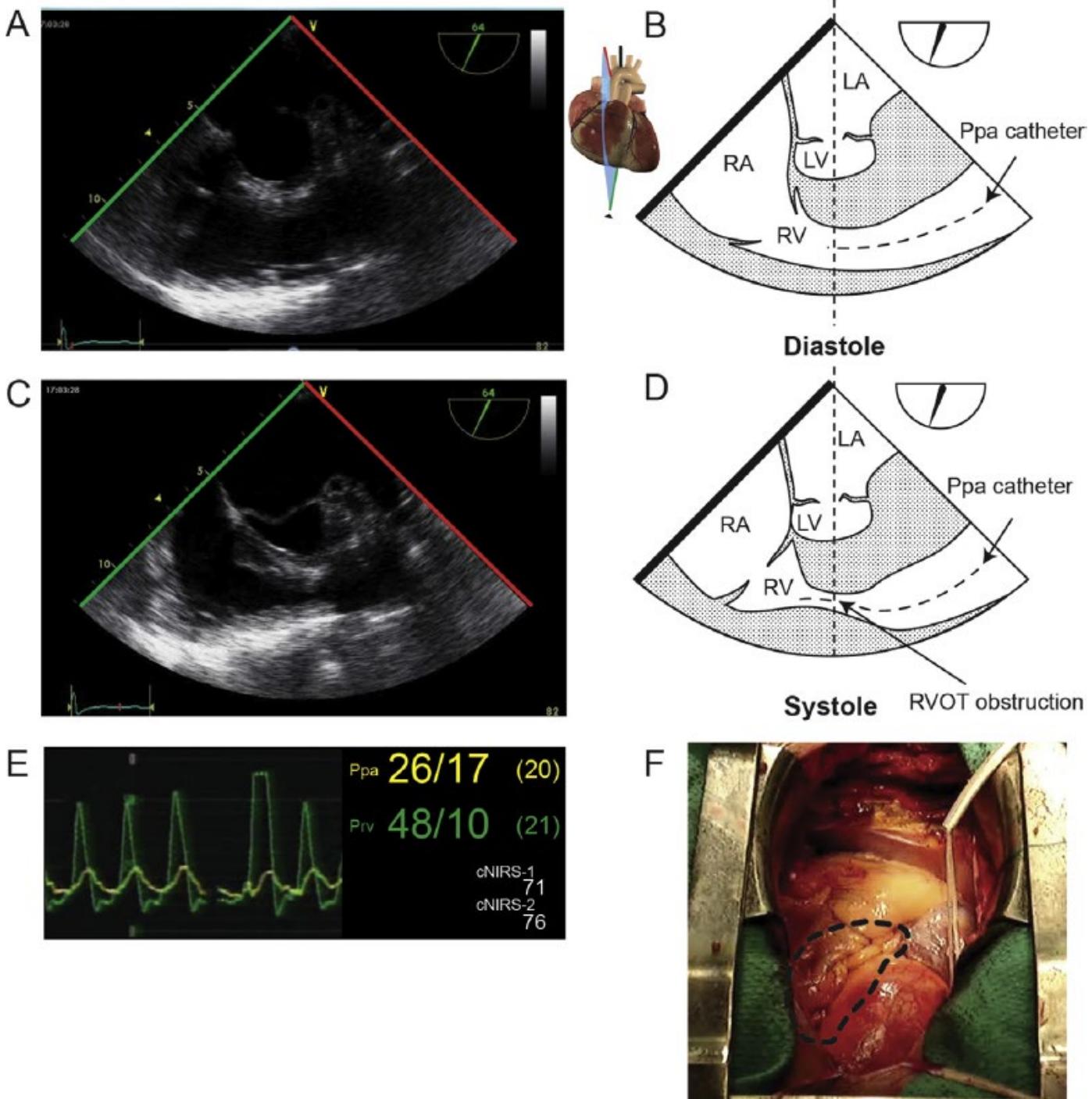


- ▶ Capacité VD à éjecter face aux résistances pulm, contractilité/post-charge)

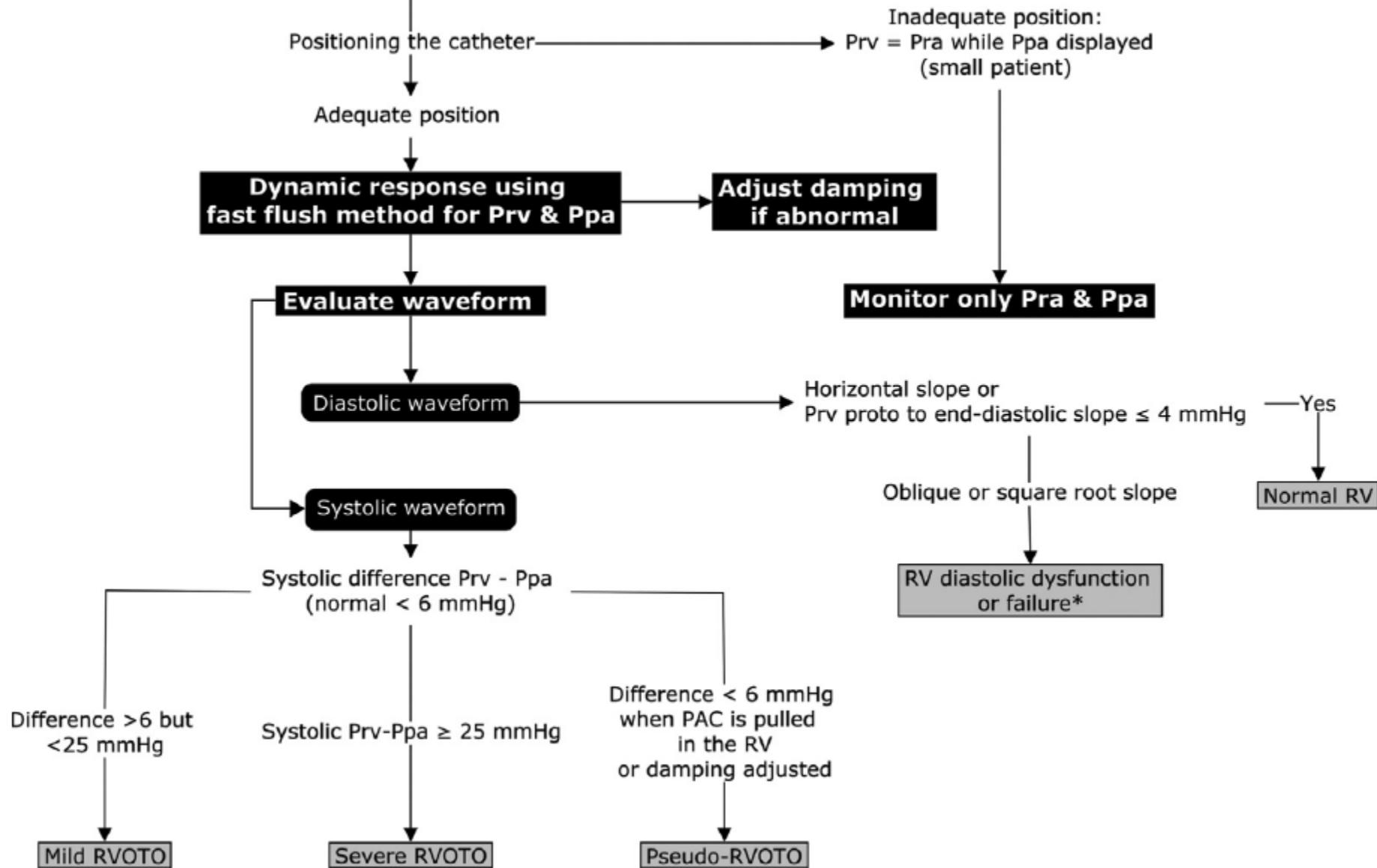
# Dysfonction VD



# RVOTO



## Right ventricular pressure monitoring



# Quiz



# Quelle est la cause la plus probable d'une SVO<sub>2</sub> basse?

- ▶ A. cirrhose
- ▶ B. anémie
- ▶ C. sepsis
- ▶ D. toxicité cyanure

# Quelle est la cause la plus probable d'une SVO<sub>2</sub> basse?

- ▶ A. cirrhose
- ▶ **B. anémie**
- ▶ C. sepsis (où possiblement haut débit cardiaque)
- ▶ D. toxicité cyanure

$$SvO_2 = SaO_2 - VO_2 / (DC \cdot 1.34 \cdot Hb)$$

valeur normale: ≥ 65 %

Cette formule démontre que la SvO<sub>2</sub> n'est pas une mesure univoque; sa baisse peut résulter de quatre facteurs différents:

- L'hypoxémie,
- L'élévation de la VO<sub>2</sub>,
- La baisse du débit cardiaque,
- L'anémie.

$$\bar{SvO}_2 = SaO_2 - \frac{\dot{V}O_2}{\dot{Q} \times 1.36 \times Hb}$$

Dénominateur

$$\bar{SvO}_2 = SaO_2 - \frac{\dot{V}O_2}{\dot{Q} \times 1.36 \times Hb}$$

$$\bar{SvO}_2 = SaO_2 - \frac{\dot{V}O_2}{\dot{Q} \times 1.36 \times Hb}$$

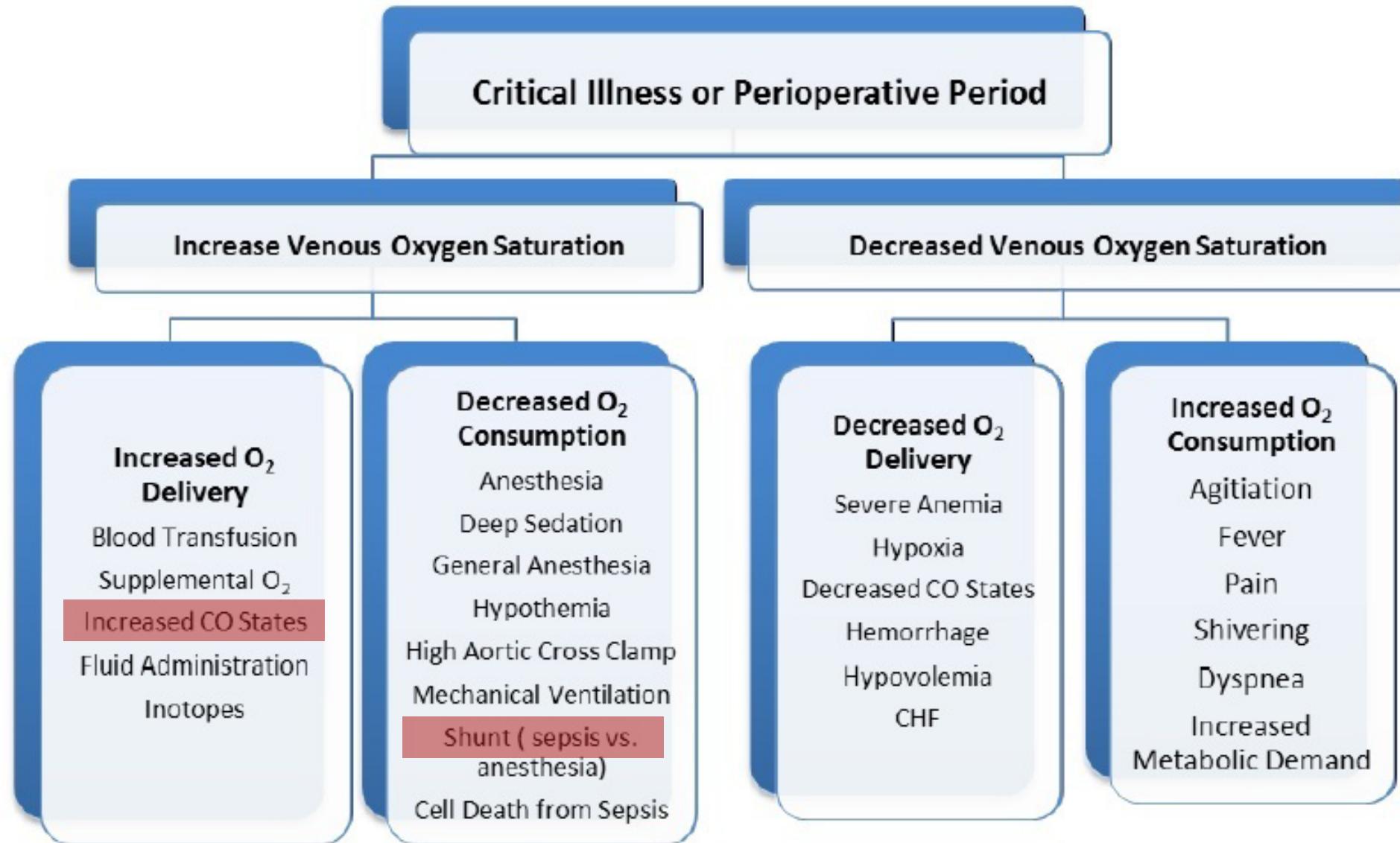
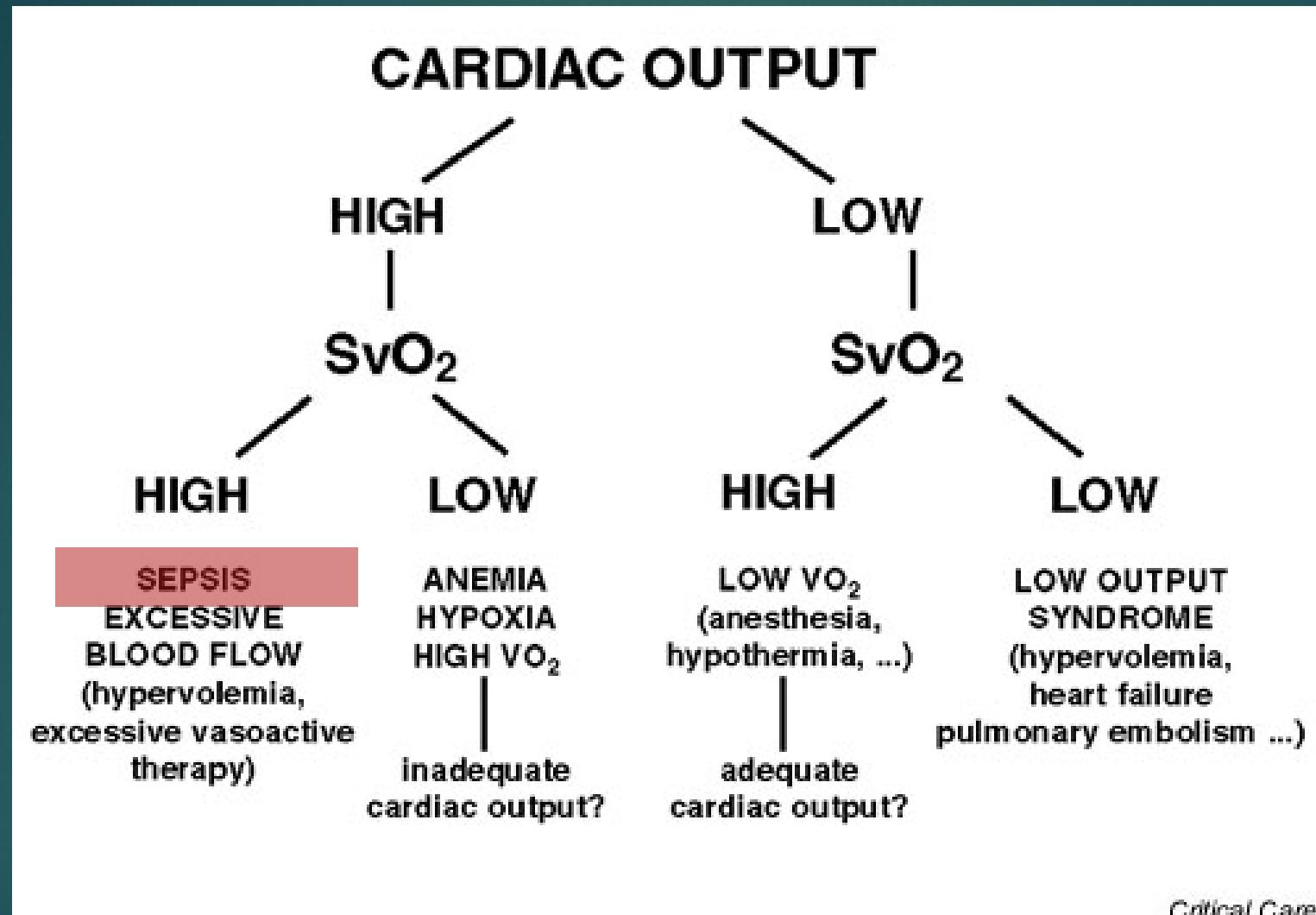


Table 2: Changes leading to alteration in venous saturation in the critically ill.



# Lequel est vrai concernant SVO2?

- ▶ A. Varie indirectement avec saturation Hb artérielle
- ▶ B. Varie indirectement avec consommation O<sub>2</sub>
- ▶ C. Diminue chez un patient avec ischémie du MI
- ▶ D. Varie inversement au D.C.

# Lequel est vrai concernant SVO2?

- ▶ A. Varie indirectement avec saturation Hb artérielle
- ▶ **B. Varie indirectement avec consommation O<sub>2</sub>**
- ▶ C. Diminue chez un patient avec ischémie du MI
- ▶ D. Varie inversement au D.C.

Si ↓ D.C ou Hb = ↓ SVO<sub>2</sub>

Si ↑ VO<sub>2</sub> = ↓ SVO<sub>2</sub>

Ischémie MI : possiblement incapable d'extraire O<sub>2</sub>

$$\bar{SVO}_2 = SaO_2 - \frac{\dot{V}O_2}{\dot{Q} \times 1.36 \times Hb}$$

where  $\bar{SVO}_2$  = mixed venous hemoglobin saturation (%)

$Sao_2$  = arterial hemoglobin saturation (%)

$\dot{V}O_2$  = oxygen consumption (mL O<sub>2</sub>/min)

$\dot{Q}$  = cardiac output (L/min)

Hb = hemoglobin concentration (g/dL)

# Calculer la VO<sub>2</sub> si CaO<sub>2</sub> 100%, CvO<sub>2</sub> 40%, Hgb 100 g/L, et D.C. 5 L/min

- ▶ A. 100 ml/min
- ▶ B. 200 ml/min
- ▶ C. 300 ml/min
- ▶ D. 400 ml/min
- ▶ E. Pas assez d'information pour calculer cela

# Calculer la VO<sub>2</sub> si CaO<sub>2</sub> 100%, CvO<sub>2</sub> 40%, Hgb 100 g/L, et D.C. 5 L/min

- ▶ A. 100 ml/min
- ▶ B. 200 ml/min
- ▶ C. 300 ml/min
- ▶ **D. 400 ml/min**
- ▶ E. Not enough information to calculate

$VO_2 = (CaO_2 - CvO_2) \cdot DC$  où CvO<sub>2</sub> : contenu en O<sub>2</sub> du sang veineux mêlé

Donc:

$$VO_2 = (1.34 \cdot Hb) \cdot (SaO_2 - SvO_2) \cdot DC$$

valeur normale: 3.5 mL/kg/min ou 250 mL/min

valeur normale SvO<sub>2</sub>: 70%

# Tous causent une sous-estimation de la PTDVG par le wedge sauf ?

- ▶ A. Régurgitation aortique
- ▶ B. Sténose mitrale
- ▶ C. BBD
- ▶ D. Diminution compliance (dysfunction diastolique)

# Tous causent une sous-estimation de la PTDVG par le wedge sauf ?

- ▶ A. Régurgitation aortique
- ▶ B. Sténose mitrale
- ▶ C. BBD
- ▶ D. Diminution compliance (dysfunction diastolique)

**Sous-estimer la PTDVG =  
PAP/Wedge N mais PTDVG  
élevée en vérité!**

**Dans toutes ces situations,  
PAP/Wedge N et PTDVG haute**

**Trouver dans quelle situation  
PAP/Wedge haute et PTDVG  
basse en vérité**

# Tous causent une sous-estimation de la PTDVG par le wedge sauf ?

- ▶ A. Régurgitation aortique  
Wedge ↑ /PTDVG N
- ▶ B. **Sténose mitrale**
- ▶ C. BBD (PAPd = basse)
- ▶ D. Diminution compliance (DD)

**Table 40-5 Underestimation of Left Ventricular End-Diastolic Pressure**

Condition	Site of Discrepancy	Cause of Discrepancy
Diastolic dysfunction	Mean LAP < LVEDP	Increased end-diastolic a wave
Aortic regurgitation	LAP a wave < LVEDP	Mitral valve closure before end-diastole
Pulmonic regurgitation	PADP < LVEDP	Bidirectional runoff for pulmonary artery flow
Right bundle branch block	PADP < LVEDP	Delayed pulmonic valve opening
After pneumonectomy	PAWP < LAP or LVEDP	Obstruction of pulmonary blood flow

# Quelle pathologie est associée avec les ondes A canon?

- ▶ A. Fibrillation auriculaire
- ▶ B. Dissociation AV
- ▶ C. Dysfonction diastolique
- ▶ D. Tamponnade

# Quelle pathologie est associée avec les ondes A canon?

- ▶ A. Fibrillation auriculaire
- ▶ B. **Dissociation AV**
- ▶ C. Dysfonction diastolique
- ▶ D. Tamponnade

Condition	Characteristics
Atrial fibrillation	Loss of a wave Prominent c wave
Atrioventricular dissociation	Cannon a wave
Tricuspid regurgitation	Tall systolic c-v wave Loss of x descent
Tricuspid stenosis	Tall a wave Attenuation of y descent
Right ventricular ischemia	Tall a and v waves Steep x and y descents M or W configuration
Pericardial constriction	Tall a and v waves Steep x and y descents M or W configuration
Cardiac tamponade	Dominant x descent Attenuated y descent
Respiratory variation during spontaneous or positive-pressure ventilation	Measure pressures at end-expiration

Vous évaluez un patient instable. Le trace de TVC montre une perte des ondes A et des ondes C augmentées. Quel est le Dx?

- ▶ A. Fibrillation auriculaire
- ▶ B. Embolie pulmonaire
- ▶ C. Pneumothorax
- ▶ D. Infarctus myocarde

Vous évaluez un patient instable. Le trace de TVC montre une perte des ondes A et des ondes C augmentées. Quel est le Dx?

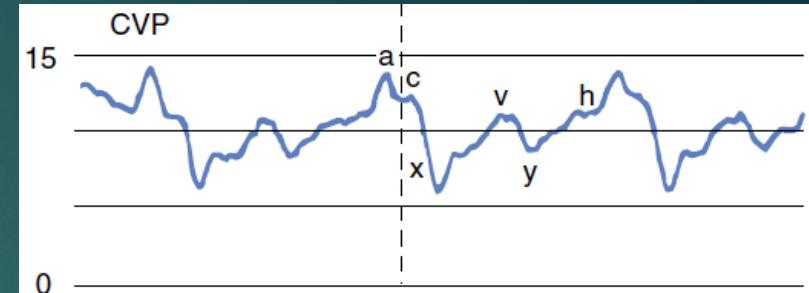
- ▶ A. **Fibrillation auriculaire**
- ▶ B. Embolie pulmonaire
- ▶ C. Pneumothorax
- ▶ D. Infarctus myocarde

Condition	Characteristics
Atrial fibrillation	Loss of a wave Prominent c wave
Atrioventricular dissociation	Cannon a wave
Tricuspid regurgitation	Tall systolic c-v wave Loss of x descent
Tricuspid stenosis	Tall a wave Attenuation of y descent
Right ventricular ischemia	Tall a and v waves Steep x and y descents M or W configuration
Pericardial constriction	Tall a and v waves Steep x and y descents M or W configuration
Cardiac tamponade	Dominant x descent Attenuated y descent
Respiratory variation during spontaneous or positive-pressure ventilation	Measure pressures at end-expiration

# Lequel est vrai concernant le tracé de TVC?

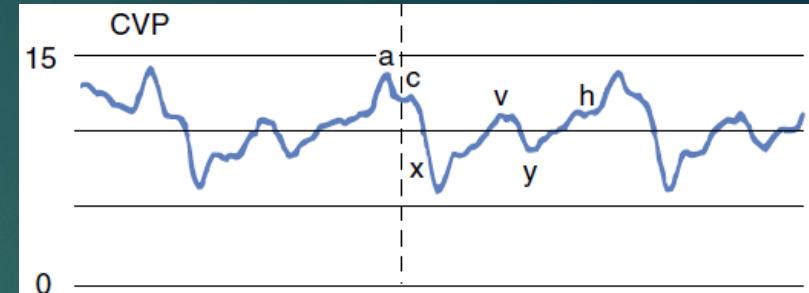
- ▶ A. L'onde A correspond au remplissage de l'oreillette
- ▶ B. La descente X correspond à la systole du VD
- ▶ C. L'onde V correspond à la relaxation VD
- ▶ D. La descente Y correspond à la fermeture de la valve tricuspidé

# Lequel est vrai concernant le tracé de TVC?



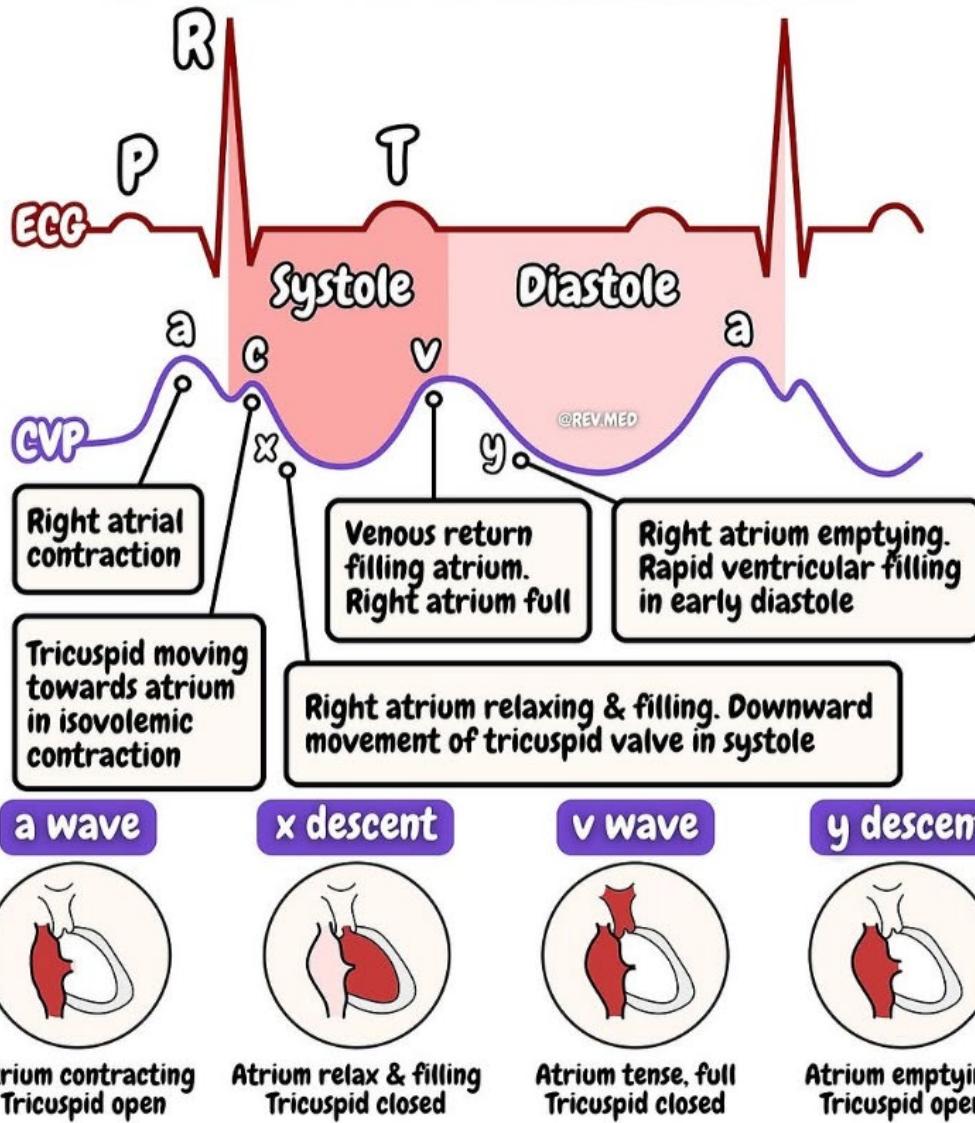
- ▶ A. L'onde A correspond au remplissage de l'oreillette
- ▶ B. **La descente X correspond à la systole du VD**
- ▶ C. L'onde V correspond à la relaxation VD
- ▶ D. La descente Y correspond à la fermeture de la valve tricuspidale

# Lequel est vrai concernant le tracé de TVC?



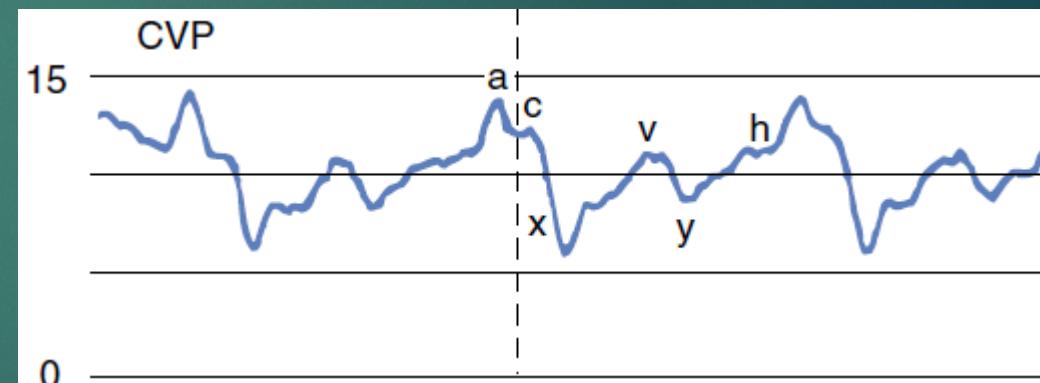
- ▶ A. L'onde A correspond au remplissage de l'oreillette **NON** contraction auriculaire
- ▶ B. **La descente X correspond à la systole du VD**
- ▶ C. L'onde V correspond à la relaxation VD **NON** remplissage systolique oreillette
- ▶ D. La descente Y correspond à la fermeture de la valve tricuspidé **NON** ouverture VT et remplissage ventriculaire (vidange auriculaire début diastole)

# Waveform Interpretation



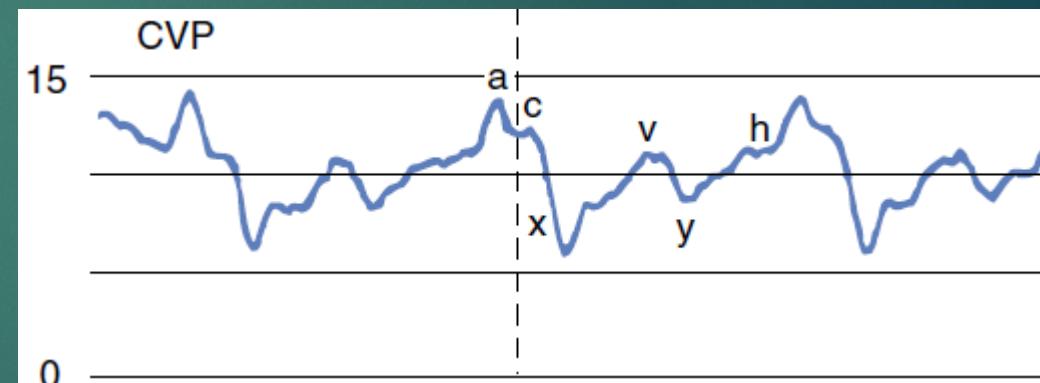
Laquelle des composantes du tracé de TVC correspond à la fermeture de la valve tricuspidale en rythme sinusal?

- ▶ A. Onde C
- ▶ B. Onde V
- ▶ C. Descente X
- ▶ D. Descente y



Laquelle des composantes du tracé de TVC correspond à la fermeture de la valve tricuspidale en rythme sinusal?

- ▶ A. **Onde C**
- ▶ B. Onde V
- ▶ C. Descente X
- ▶ D. Descente y



# Lequel des facteurs suivants entraînera une surestimation du débit cardiaque par la méthode de thermodilution?

- ▶ A. Extrémité du cathéter de l'artère pulmonaire dans la zone 2 du poumon
- ▶ B. N'injecter que la moitié du volume requis
- ▶ C. Mesure du débit cardiaque dans les toutes premières minutes après un pontage
- ▶ D. Utilisation de dextrose dans l'eau comme produit d'injection

# Lequel des facteurs suivants entraînera une surestimation du débit cardiaque par la méthode de thermodilution?

- ▶ A. Extrémité du cathéter de l'artère pulmonaire dans la zone 2 du poumon **Ne change pas débit, change wedge**
- ▶ **B. N'injecter que la moitié du volume requis**
- ▶ C. Mesure du débit cardiaque dans les toutes premières minutes après un pontage **Hypothermie cause sous-estimation D.C.**
- ▶ D. Utilisation de dextrose dans l'eau comme produit d'injection **Ne change rien**

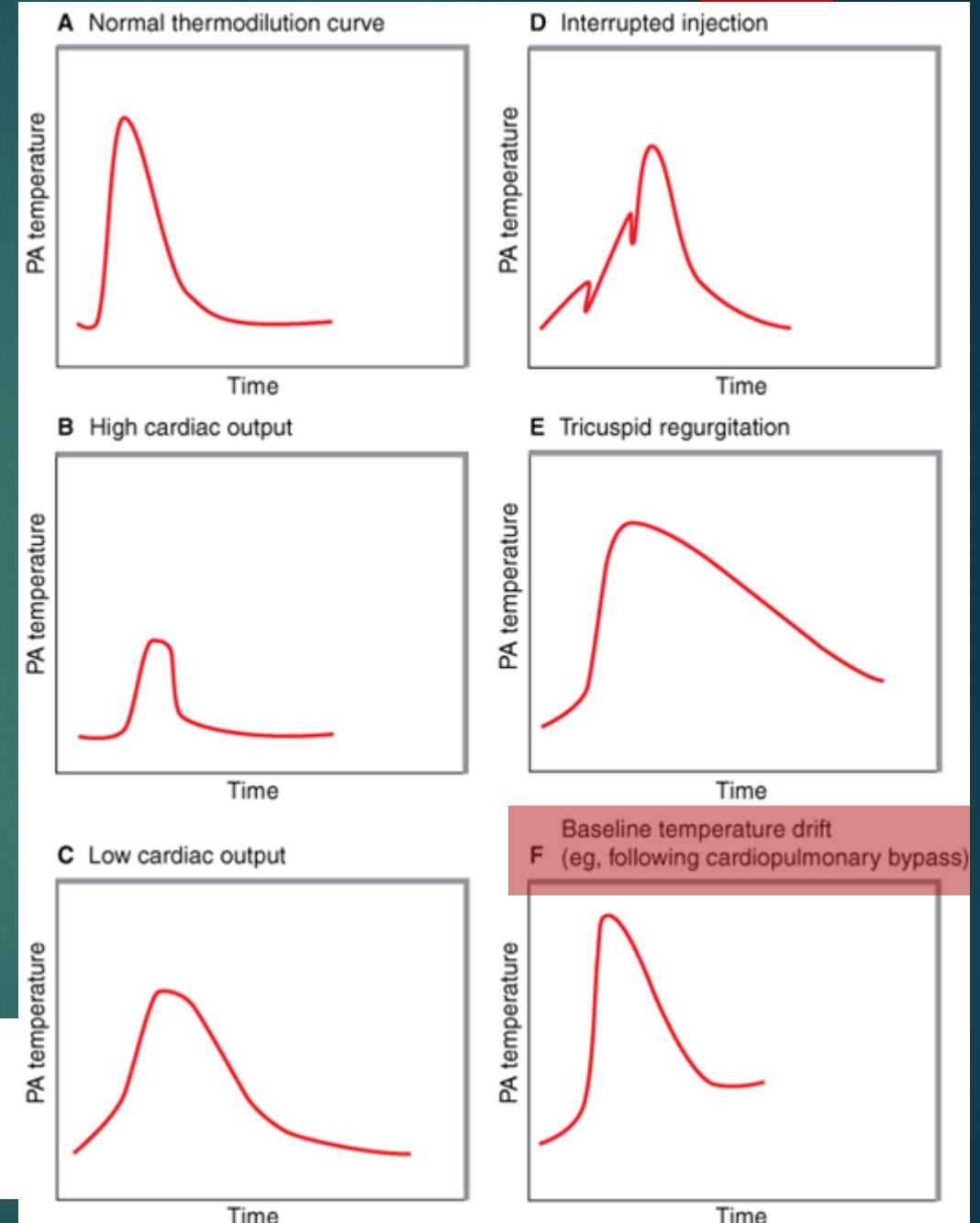
## Box 40-7 Factors Influencing the Accuracy of Thermodilution Cardiac Output Measurement

- Intracardiac shunts
- Tricuspid or pulmonic valve regurgitation
- Inadequate delivery of thermal indicator
- Central venous injection site within the catheter introducer sheath
- Warming of iced injectate
- Thermistor malfunction from fibrin or a clot
- Pulmonary artery blood temperature fluctuations
- Post-cardiopulmonary bypass status
- Rapid intravenous fluid administration
- Respiratory cycle influences

**TABLE 1.** Water and Solution Specific Heat and Gravity Used in Thermodilution

Substance	Specific Heat (cal/ $^{\circ}$ C·g)	Specific Gravity
Blood	0.87	1.058
Dextrose 5%	0.965	1.018
Saline	0.997	1.005
Water	1	1

Data from Fronek and Ganz<sup>13</sup> and Ganz et al.<sup>14</sup>



## 11.0 Bolus Thermodilution Method

Bolus TD cardiac output measurement is made by injecting an exact amount of physiological solution (saline or dextrose) of known temperature into the right atrium or superior vena cava and by using the thermistor in the pulmonary artery to detect the resultant change in blood temperature. Cardiac output is inversely proportional to the area under the temperature-versus-time curve. The accuracy of this method depends on the accuracy with which the quantity and temperature of the injectate are known. The accuracy of the thermodilution method correlates well with the dye dilution technique and with the direct Fick method.



*That's all Folks!*