CÁC PHƯƠNG PHÁP THEO DÕI HUYẾT ĐỘNG ÍT XÂM LẤN: Nguyên lý, ứng dụng và độ tin cậy

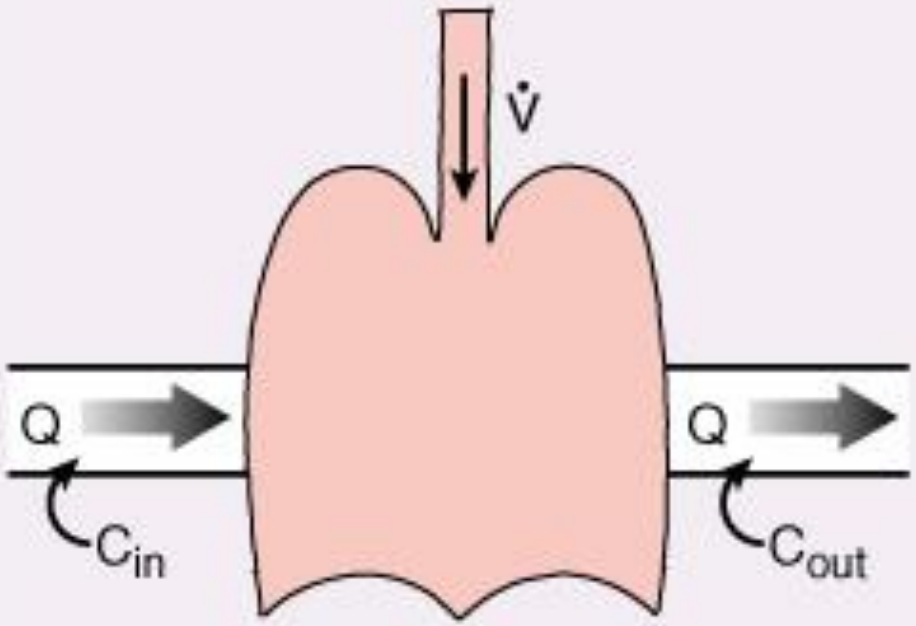
Huỳnh Quang Đại, Lê Hữu Thiện Biên, Phạm Phị Ngọc Thảo
Bộ Môn Hồi sức Cấp Cứu Chống Độc
Đại Học Y Dược TP. Hồ Chí Minh

CÁC PHƯƠNG PHÁP THEO DÕI HUYẾT ĐỘNG ÍT XÂM LẤN

1. Chọn phương pháp nào?
2. Đánh giá kết quả đo lường như thế nào?
3. Diễn giải kết quả đo lường như thế nào?

CHỌN PHƯƠNG PHÁP NÀO?

Phương pháp theo dõi huyết động "xâm lấn": Phương pháp Fick



Rate of indicator out = rate in + rate added

$$Q \times C_{out} = Q \times C_{in} + \dot{V}$$

$$Q = \frac{\dot{V}}{(C_{out} - C_{in})}$$

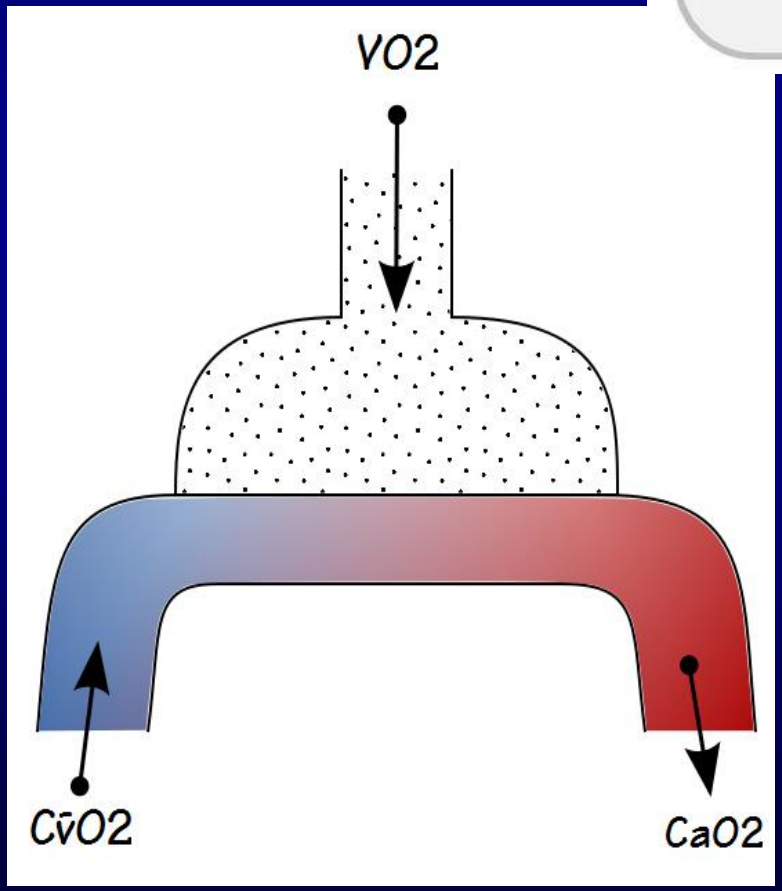
When O_2 is used as indicator:

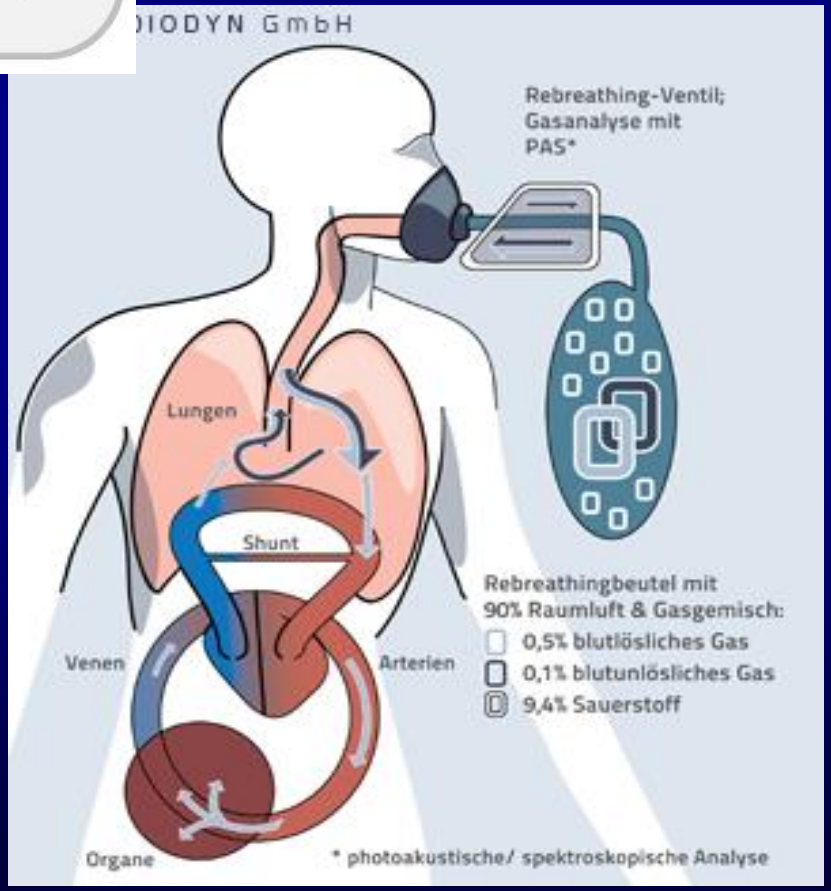
$$Q = \frac{\dot{V}O_2}{C_A O_2 - C_V O_2}$$

Copyright © 2005 by Elsevier Inc.

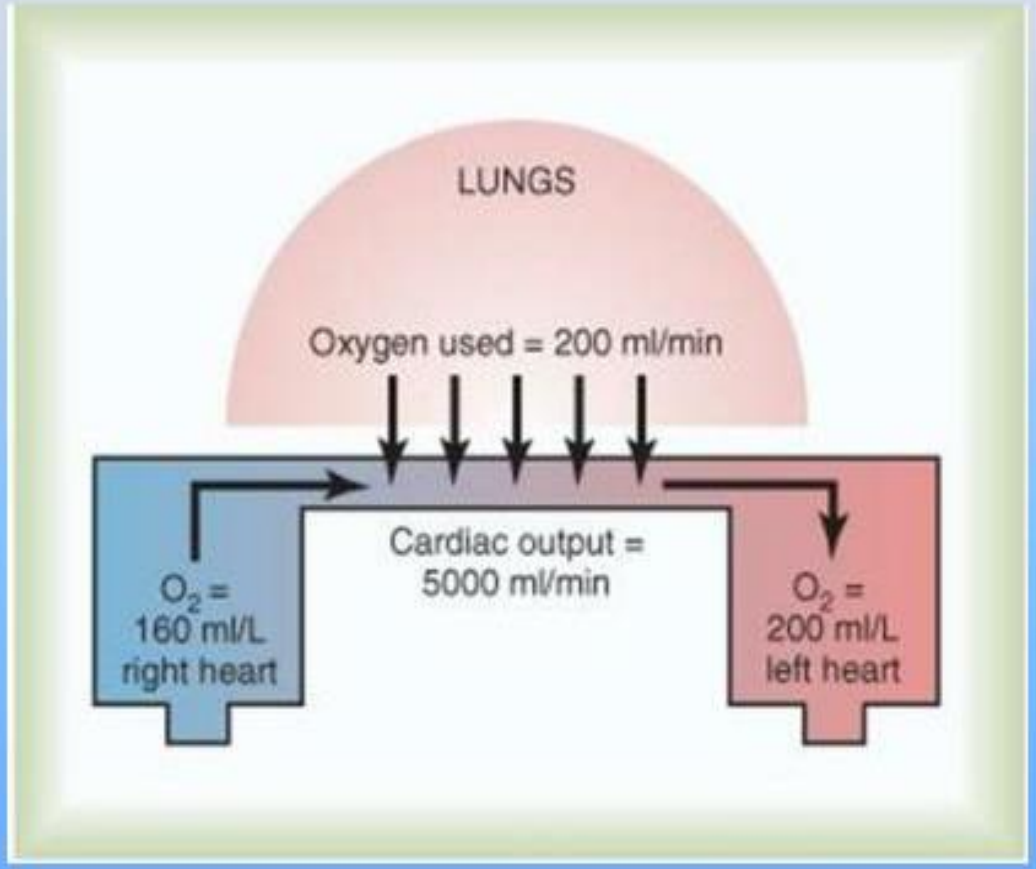
Phương pháp theo dõi huyết động "xâm lấn": Phương pháp Fick

$$CO = \frac{VO_2}{C_a\text{-}C_v}$$





Phương pháp theo dõi huyết động "xâm lấn": Phương pháp Fick



Output of Left Ventricle

$$= \frac{\text{Oxygen Uptake by lungs ml/min}}{A_{O_2} - V_{O_2}}$$

$$= \frac{200 \text{ ml / min}}{200 \text{ ml / L} - 160 \text{ ml / L}}$$

Art blood – Venous blood [Pul artery]

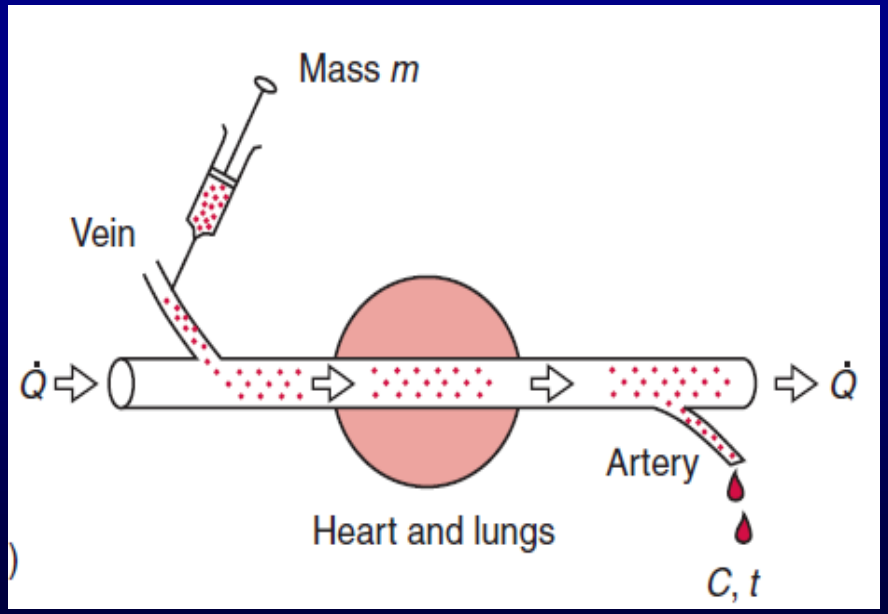
$$= \frac{200 \text{ ml/min}}{40 \text{ml / liter}}$$

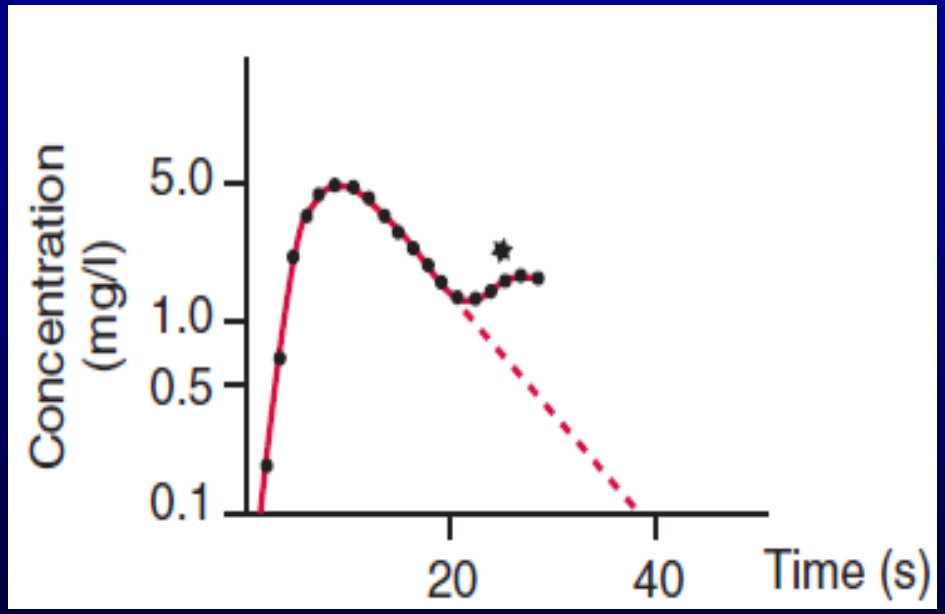
= 5 L/min

Phương pháp pha loãng chất chỉ thị (indicator-dilution method)

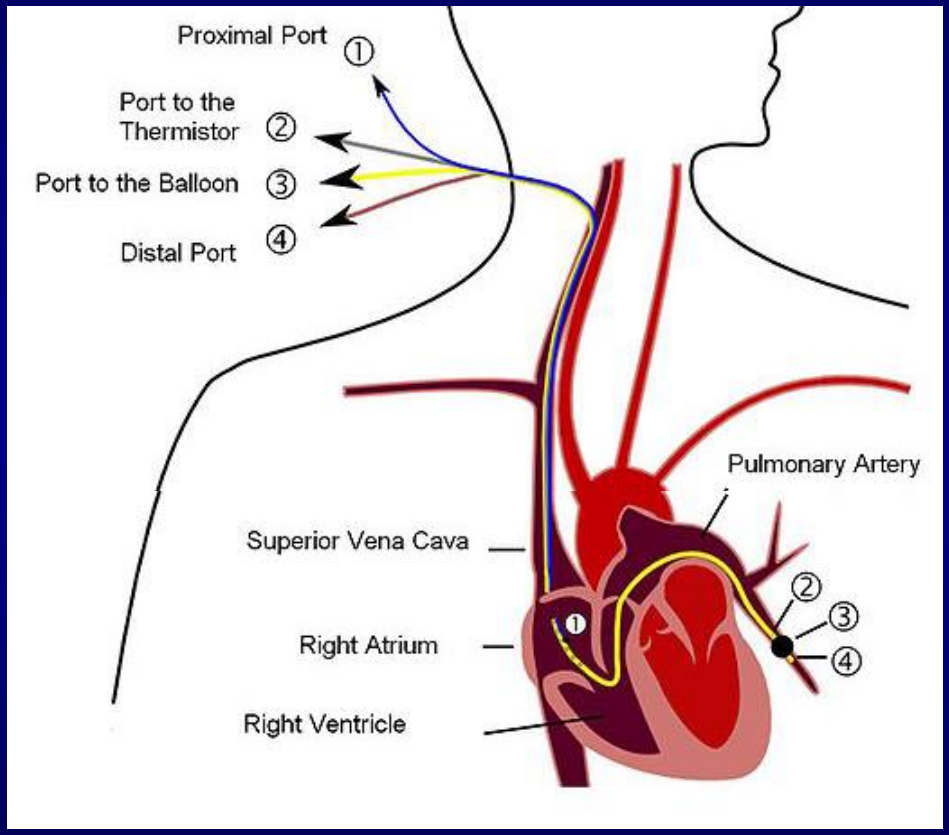
- **Phương trình Stewart-Hamilton**

$$Q = \frac{M}{\int_0^\infty C(t)dt}$$





Phương pháp pha loãng nhiệt xuyên tim (trans-cardiac thermodilution)

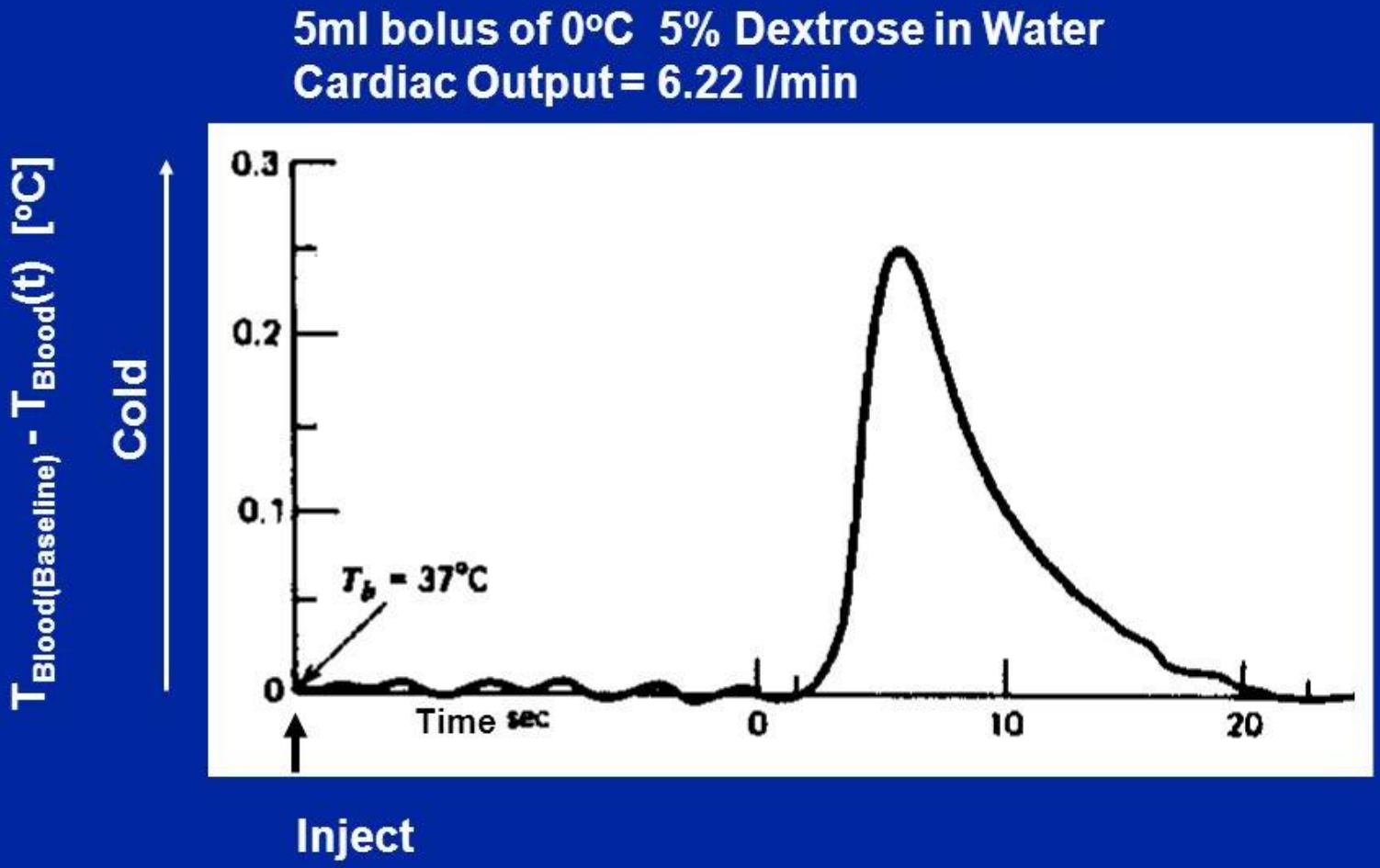


- Phương pháp pha loãng nhiệt xuyên tim (trans-cardiac thermodilution), phương trình Stewart-Hamilton

$$Q = \frac{M}{\int_0^\infty C(t)dt}$$

Phải đặt catheter động mạch phổi

Phương pháp pha loãng nhiệt xuyên tim (trans-cardiac thermodilution)



From: Geddes L: Cardiac Output Measurement. In: Bronzino (Ed.):The Biomedical Engineering Handbook. CRC Press, Boca Raton FL; 1995: 1212-1222

Các phương pháp theo dõi huyết động "xâm lấn"

Ưu điểm

- Phương pháp "chuẩn"
- Các thông số đo được: CO, CvO2, áp lực động mạch phổi
- Đánh giá chức năng tim phải (RVEF)

Hạn chế

- Tốn kém
- Nhiều biến chứng
- Phức tạp
- Không hoàn toàn chính xác (pha loãng nhiệt)
- Không liên tục

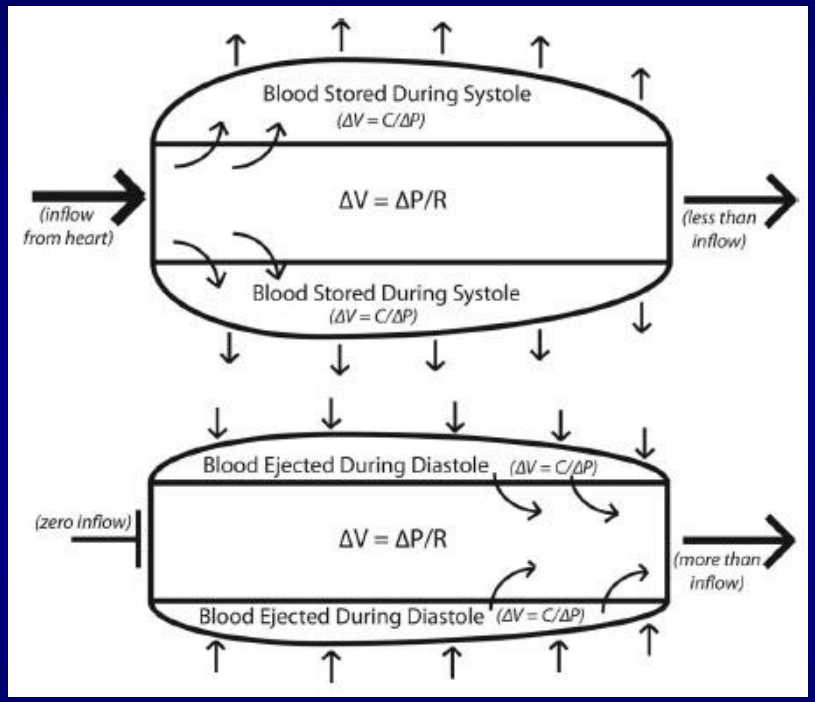
Vincent. JCMC 2012;26:341
Marik. AIC 2013;3:38

Các phương pháp theo dõi huyết động "ít xâm lấn"

- Bioimpedance và bioreactance
  - NICOM: CO/SV/SVV
  - BioZ: CO/SV
  - ECOM: CO/SV/SVV
- Fick cải biên
  - NICO: CO/SV
- Phân tích biểu đồ sóng huyết áp
  - Nexfin: CO/SV/SVV
  - Non-calibrated: Vigileo (CO/SV/SVV)
  - Calibrated: EV1000 (CO/SV/SVV/PPV), PiCCO (CO/SV/SVV/PVV)
  - LiCCO: CO/SV/SVV
- Doppler
  - TEE: CardioQ (CO/SV/PV/TFc)
  - TTE: USCOM (CO/SV/dSV)

Hofer. Curr Opin Anesthesiol 2014;27:28

Phân tích biểu đồ sóng huyết áp có định chuẩn (calibrated arterial waveform analysis)



- Mô hình Windkessel
  - Lượng máu chảy ra khỏi động mạch chủ bằng lượng máu chảy vào
  - Lưu lượng máu bị chi phối bởi độ dãn nở động mạch chủ
- $SV = SV_{sys} + SV_{dias} = \Delta P_{sys}/R + C/\Delta P_{dias}$
- Đo SV bằng phương pháp chuẩn
- Tinh SVR = MAP ÷ CO
- Tinh $C = P_{dia}(t) = P_{es}e^{-t/RC}$

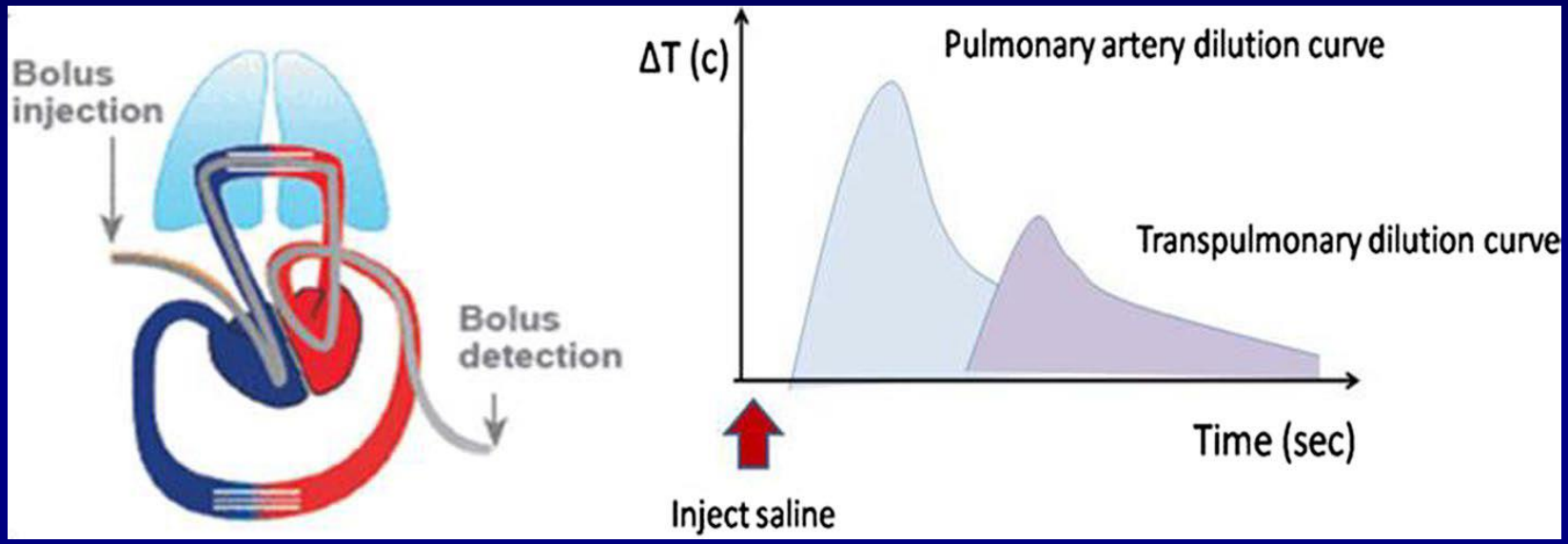
$$PCCO = cal * HR * \int \left(\frac{P(t)}{SVR} + C(p) * \frac{dP}{dt} dt \right)$$

Area under pressure curve

Aortic compliance

Rate of ventricle pressure rising

Pha loãng nhiệt xuyên phổi



- CVC: bơm nước lạnh, cảm biến nhiệt (động mạch trung tâm: động mạch đùi, động mạch cánh tay)
- Phương trình Stewart-Hamilton, CO = m/AUC
  - Đỉnh thấp hơn (PAC), thời gian dài hơn
  - Mất nhiệt nhiều hơn, tái tuần hoàn nhiều hơn → AUC tương tự
  - Ít bị ảnh hưởng hô hấp

Sangkum. J Anaesth 2016;30:461

Độ tin cậy của PP phân tích biểu đồ sóng huyết áp có định chuẩn

	Đối tượng	PP chuẩn	Độ sai lầm (bias)	Độ chính xác (precision)	Tỷ lệ sai lầm (percentage of error)
Hadian (*JCC 2010;14:212*)	Phẫu thuật tim	PAC	0.24 L/ph		41%
Peyton (*Anes 2010;113*)	Phân tích gộp	PAC	0.0 L/ph	1.22 L/ph	41.3%
Monge (MA 2014;80:1178)	Ghép gan	PAC	-0.45 L/ph		45%

Nguyên nhân

- Giảm nhịp tim do injectate (PAC)
- Mất nhiệt (TPTD)
- Rối loạn chức năng thất phải (PAC)

Ưu điểm và hạn chế của PP phân tích biểu đồ sóng huyết áp có định chuẩn

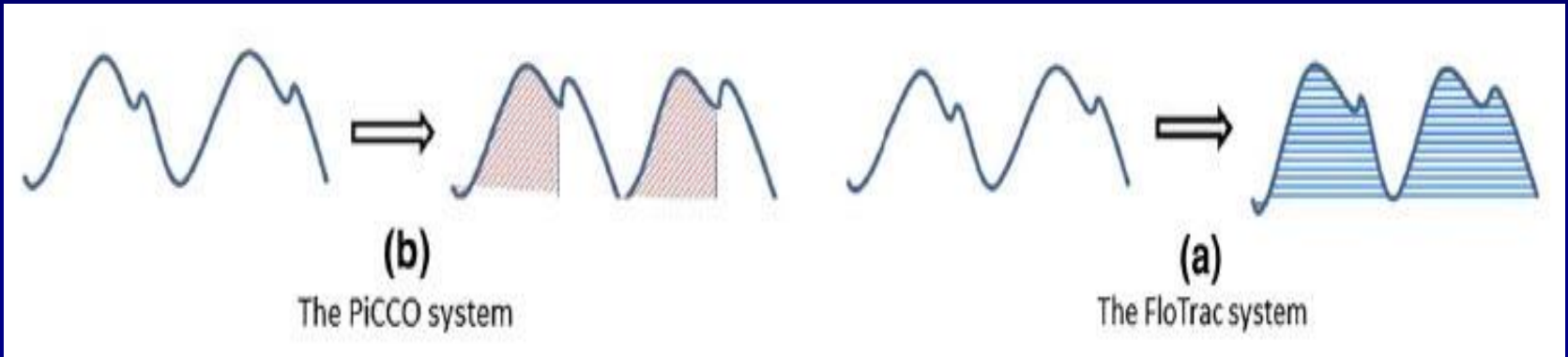
Ưu điểm

- Chính xác (tương đương phương pháp chuẩn)
- Ít xâm lấn
- Theo dõi cung lượng tim liên tục
- Nhiều thông số bổ sung: GEDV, EVLW

Hạn chế

- Cung lượng tim thấp (<2L/ph): mất nhiệt
- Hở động mạch chủ
- Nối tắt trong tim
- Không đánh giá chức năng thất phải
- Vẫn còn "hơi xâm lấn"

Phân tích sóng huyết áp không định chuẩn
(non-calibrated arterial waveform analysis)



- Phân tích biểu đồ sóng huyết áp trong suốt chu kỳ tim
- SV = *khi* ∗ sóng mạch
  - Sóng mạch: tính từ hiệu áp
  - Hệ số khi: phản ánh sức cản và độ dãn nở mạch máu

- *Monnet.CCL 2015;31:25*
- *Sangkum. J Anaesth 2016;30:461*

Toán đồ FloTrac

$$SV = \sigma AP \times \chi$$

σAP: độ lệch chuẩn áp lực mạch

- PP phản ánh SV tốt hơn MAP (ít bị ảnh hưởng SVR)
- Độ lệch chuẩn hạn chế thay đổi SV do thay đổi HA đột ngột
- FloTrac tính σAP mỗi 20 giây từ 2000 điểm mạch

χ

- $\chi_{ideal} = SV_{TD} \div \sigma AP$
- χ_{est} =M(HR, **C**, BSA, μ_{1ap}, μ_{2ap}, μ_{3ap}, μ_{4ap})
- Flotrac tính mỗi 10 phút (version 1,2), mỗi phút (version 3,4)

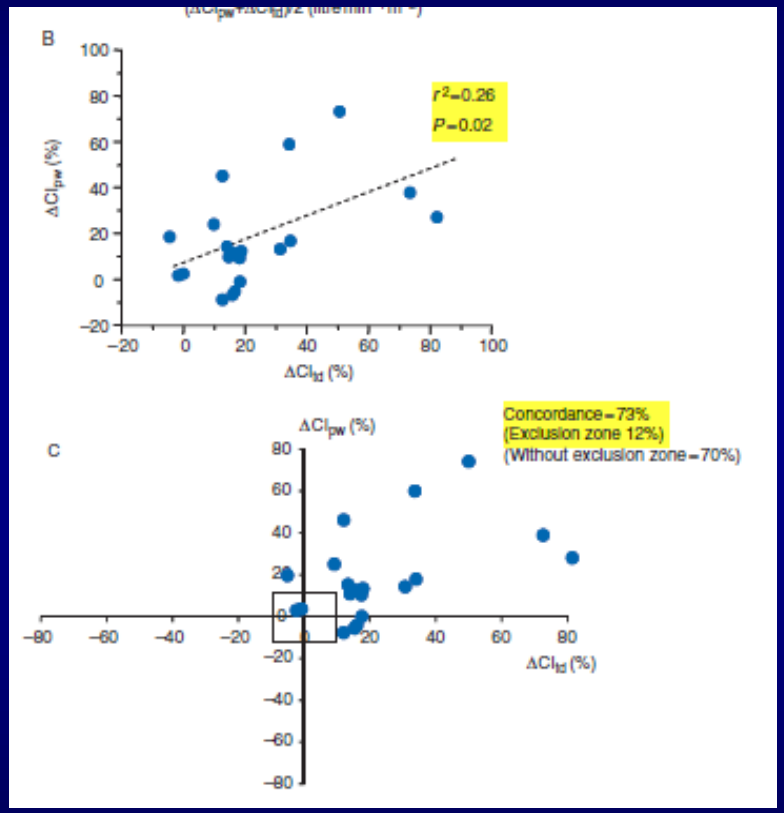
Độ tin cậy của phân tích biểu đồ sóng huyết áp không định chuẩn

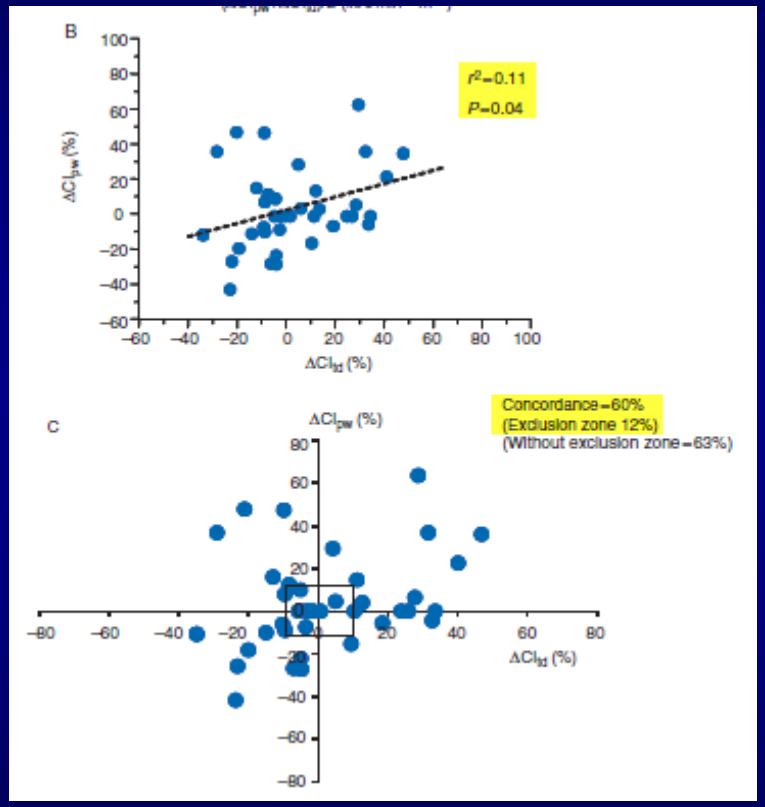
	Đối tượng	PP chuẩn	Độ sai lầm (bias)	Độ chính xác (precision)	Tỷ lệ sai lầm (percentage of error)
Senn 2009, F2	Phẫu thuật tim	PAC	-0.3 L/ph	1.1 L/ph	21.6%
Biancofiore 2009, F2	Ghép gan	PAC	-1.3 L/ph	1.5 L/ph	54%
De Backer, F2	SNT	PAC	-0.8 L/ph	0.4 L/ph	30.4%
De Backer, F3	SNT	PAC	0.0	0.3 L/ph	28.6%

Flotrac 3.02: mở rộng dữ liệu nền, cập nhật hệ số χ từng phút

- Giảm tỷ lệ sai lầm
- Ít bị ảnh hưởng bởi tình trạng giảm SVR

Theo dõi thay đổi huyết động bằng FloTrac





FloTrac 3 có thể dùng theo dõi đáp ứng bù dịch nhưng chưa đủ chính xác để theo dõi đáp ứng với thuốc vận mạch

(Monnet . BJA 2012;108:615)

Theo dõi thay đổi CO do phenylephrine

Table 3. Comparison of Four-Quadrant Plot Analysis and Polar-Plot Analysis for Data from the Present Study Using the Fourth-Generation Software (Version 4.00) and Previous Study Data[10] Using the Third-Generation Software (Version 3.02)

	Version 3.02 (n = 40 patients)			Version 4.00 (n = 23 patients)		
	Low SVRI (n = 44)	Normal SVRI (n = 63)	High SVRI (n = 48)	Low SVRI (n = 0)	Normal SVRI (n=85)	High SVRI (n=51)
Four-quadrant plot analysis						
Concordance rate (%)	67.5	28.8	7.7	—	86.6	87.9
Polar-plot analysis						
Mean angular bias (°)	−22.3	−46.0	−3.51	—	−7.8	−0.2
Radial limits of agreement (°)	70	85	87	—	61.0	58.6
Angular concordance rate (%)	42.1	25.0	5.3	—	82.1	84.8

- Flotrac 4: bổ sung hệ số K_{fast} vào toán đồ
- BN phẫu thuật tim: 100 mcg phenylephrine khi tụt huyết áp
- $CO_{Flotrac} - CO_{PAC}$ = -0.66 L/ph, tỷ lệ sai lầm 55.4%
- Độ tương đồng của Flotrac 4 tốt hơn Flotrac 3

Suehiro. JCVA 2015;29:656

Ưu điểm và hạn chế của PP phân tích biểu đồ sóng huyết áp không định chuẩn

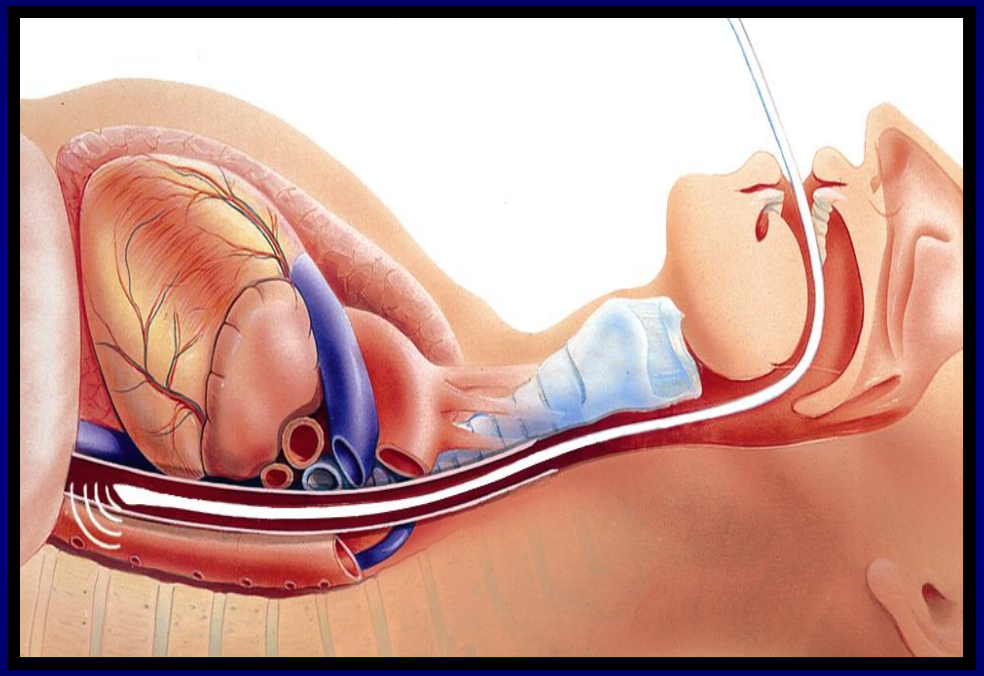
Ưu điểm

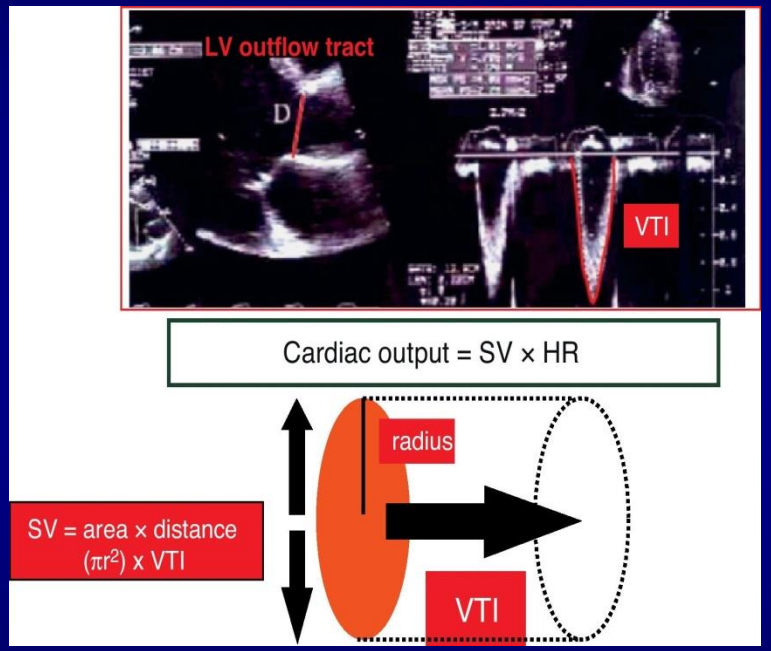
- Rất ít xâm lấn
- Theo dõi CO liên tục
- Các thông số bổ sung: SVV

Hạn chế

- Không chính xác khi trương lực mạch máu, cung lượng tim quá thấp
- Ít thông số bổ sung
- Tốn thời gian lắp đặt: CVC, IBP

Doppler xuyên thực quản
(TEE: trans-esophageal echocardiography)



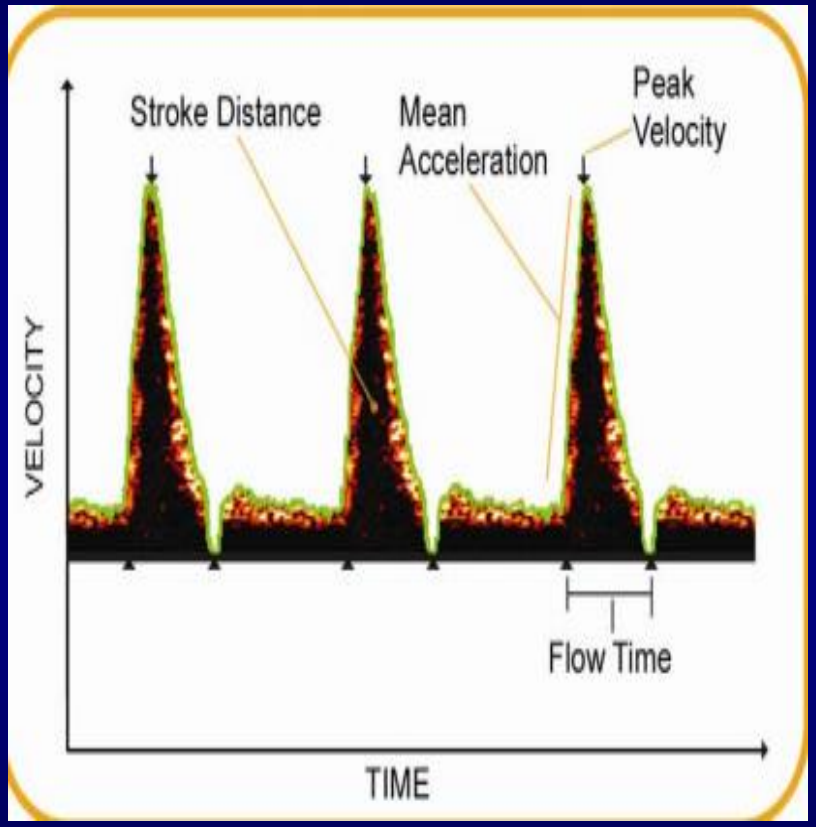


- Đầu dò phát xung Doppler 4 MHz 30-45 cm
- Góc đầu dò 45° với động mạch chủ xuống

Cơ sở của TEE

- Lưu lượng động mạch chủ xuống = 70% cung lượng tim
- Cung lượng tim tâm trương không đáng kể
- Dòng chảy flat
- Diện tích mặt cắt động mạch chủ không thay đổi trong thì tâm thu

Các thông số của CardioQ



- Stroke distance (VTI:velocity time integral)
- Diện tích mặt cắt ĐMC: toán đồ tuổi, chiều cao, cân nặng

  $\Rightarrow$ SV = stroke distance∗CSA
- Các thông số đánh giá chức năng co bóp
  - PV: tốc độ dòng tối đa
  - FTc: thời gian dòng chảy hiệu chỉnh

Độ tin cậy của TEE

	Đối tượng	PP chuẩn	Độ sai lầm (bias)	Tỷ lệ sai lầm	Trending ability
Dark (ICM 2004;30:2060)	Phân tích gộp	PAC	0.19 L/ph	50%	86%
Sorensen (Acta Scand 2014;58:80)	CABG	PAC	-0.22	38.6%	53.6%

- Sai số: toán đồ CSA đánh giá không chính xác mặt cắt động mạch chủ, thay đổi phân bố lưu lượng ĐMC
- Trending kém: thay đổi vị trí đầu dò ảnh hưởng cả VTI và CSA

Ưu điểm và hạn chế của TEE

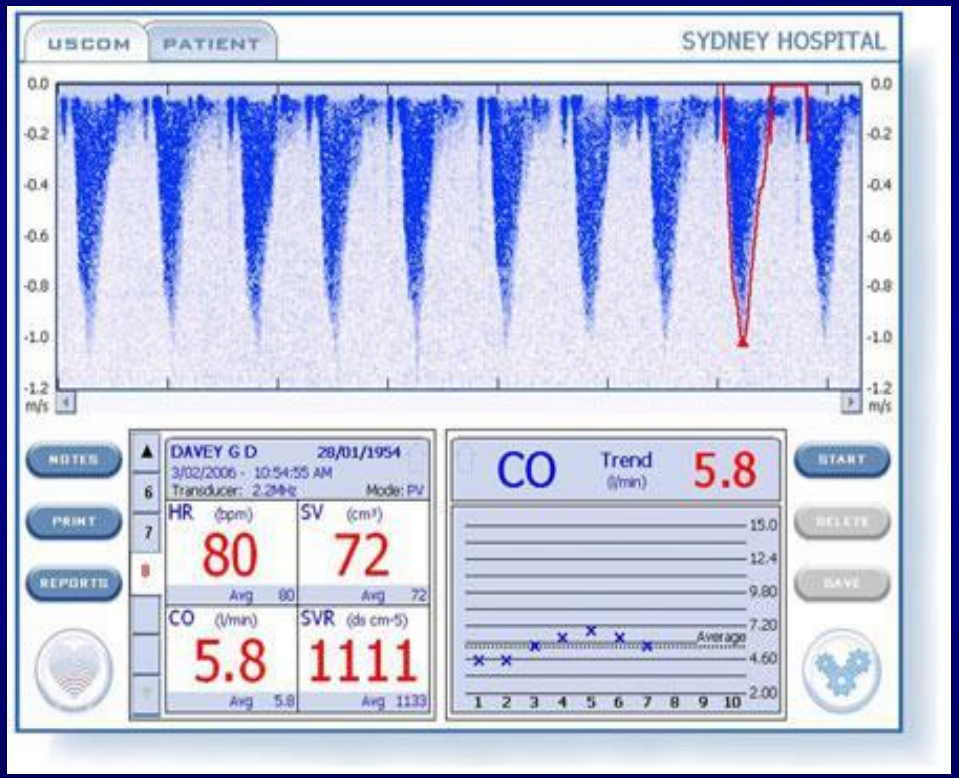
Ưu điểm

- Đánh giá cấu trúc tim
- Không xâm lấn, dùng được khi các PP phân tích biểu đồ sóng huyết áp bị chống chỉ định
- Các thông số bổ sung: PV, FTc

Hạn chế

- Khó sử dụng trên bệnh nhân tỉnh
- Cần kiểm tra vị trí đầu dò thường xuyên
- Tái phân phối lưu lượng máu ĐMC xuống trong sốc, thuốc vận mạch

Doppler xuyên thành ngực (USCOM: ultrasonic cardiac output monitoring)



- Nguyên lý tương tự EDM
- Đầu dò trên xương ức đo lưu lượng ĐMC xuống/ quai ĐMC
- Diện tích mặt cắt ĐMC tính theo toán đồ

Độ tin cậy của Doppler xuyên thành ngực

	Đối tượng	PP chuẩn	Sai số (bias)	Độ chính xác (precision)	Tỷ lệ sai số (percentage of error)
Tan (BJA 2005;94:287)	CABG	PAC	0.18 L/ph	0.82 L/ph	NA
Knirsch (ICM 2008;34:1060)	Thông tim phải	PAC	-0.13 L/ph	1.34 L/ph	36.4%
Chong 2012	Phân tích gộp	PAC	-0.39 L/ph	1.27 L/ph	42.7%

- Bias âm gợi ý không bắt được phổi Doppler tối đa nhất là khi cung lượng tim cao
- Chưa có nghiên cứu dùng USCOM trên bệnh nhân HSTC, sốc nhiễm trùng (CO cao)

Ưu điểm và Hạn chế của TTE

Ưu điểm

- Hoàn toàn không xâm lấn
- Có thể dùng cho trẻ em
- Thực hiện nhanh, ngay tại cấp cứu

Hạn chế

- Khó bắt được phổ Doppler tốt trên BN lớn tuổi, thở máy
- Độ chính xác phụ thuộc người sử dụng
- Chưa được kiểm chứng trên bệnh nhân HSTC

Độ tin cậy của các PP theo dõi ít xâm lấn

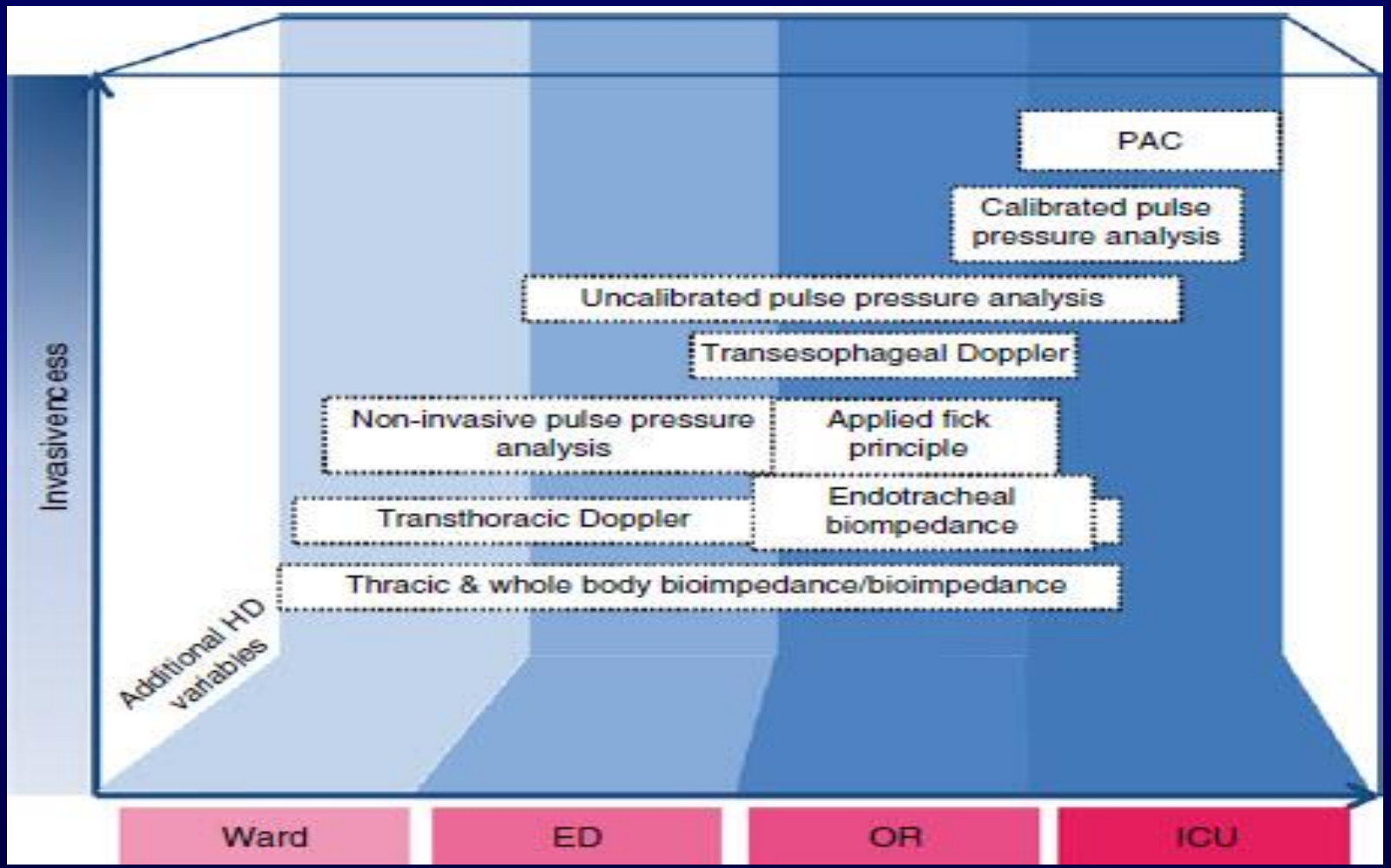
- Tất cả các PP ít xâm lấn đều giảm chính xác trên BN huyết động không ổn định (vd: SNT)
  - Biến đổi kháng trở mạch máu: SVR, compliance
  - Dữ liệu nền chưa đầy đủ
- PP phân tích biểu đồ sóng huyết có định chuẩn (PiCCO, VolumeView) chính xác nhất

Các yếu tố quyết định lựa chọn phương pháp theo dõi huyết động

- Cơ sở vật chất/nhân lực
  - Phương tiện sẵn có
  - Kinh nghiệm/thành thạo
  - Tương thích với hệ thống monitor hiện nay
- Dụng cụ
  - Tin xâm lấn
  - Độ chính xác
  - Ưu điểm & hạn chế
  - Chi phí
- Bệnh nhân
  - Mức độ bệnh
  - Loại bệnh lý
  - Thông số cần theo dõi
  - Chống chỉ định
  - Can thiệp/phác đồ điều trị

Alhashemi. CC 2011;15:214

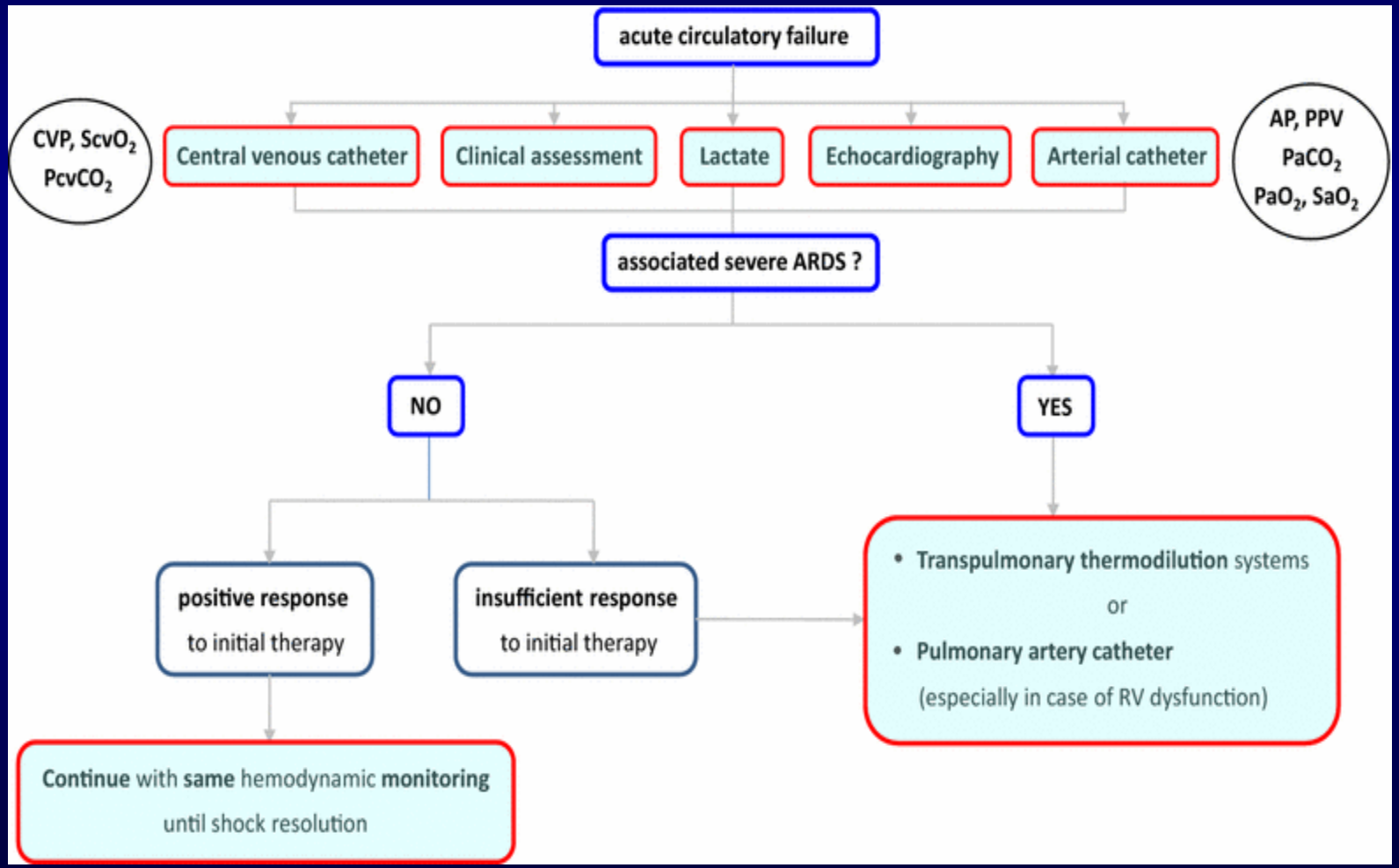
Lựa chọn PP theo dõi huyết động (1)



Bệnh càng nặng, phương pháp càng xâm lấn + có thêm các thông số hỗ trợ

Ramsingh. CC 2013;17:208

Lựa chọn PP theo dõi huyết động (2)



Teboul. ICM 2016;42:1350

DIỄN GIẢI KẾT QUẢ NHƯ THẾ NÀO?

"GIÀ" hay "TRẺ"

- Tìm "cut off" để phân nhóm BS "già" hay "trẻ"
- Vd: "cut off" = 40 tuổi
- 39.5 → trẻ
- 40.5 → già

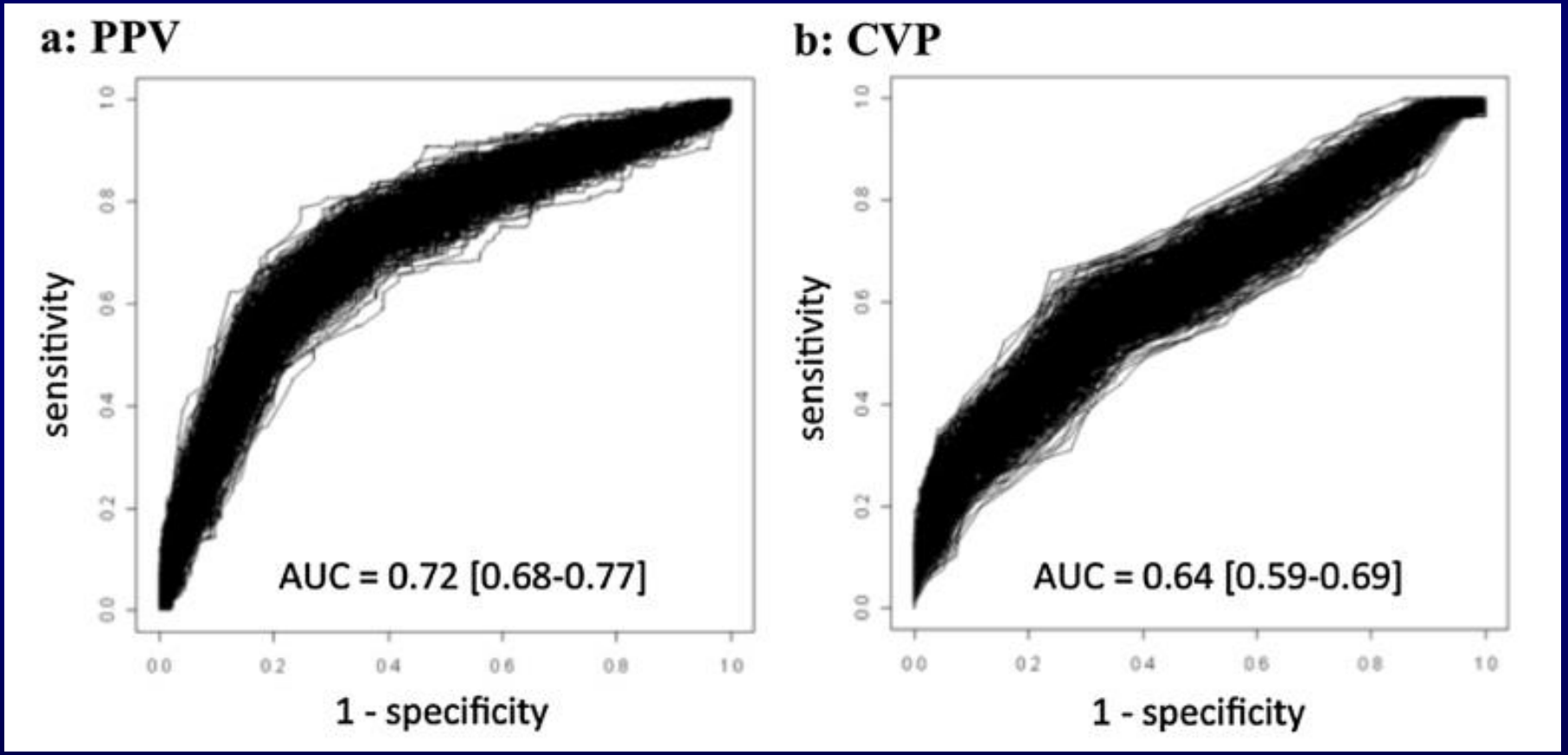
"ALL" or "NONE"

PPV trong tiên đoán đáp ứng bù dịch

- "cut off" = 13%
  - PPV = 14% → có khả năng đáp ứng bù dịch
  - PPV = 12% → không đáp ứng bù dịch

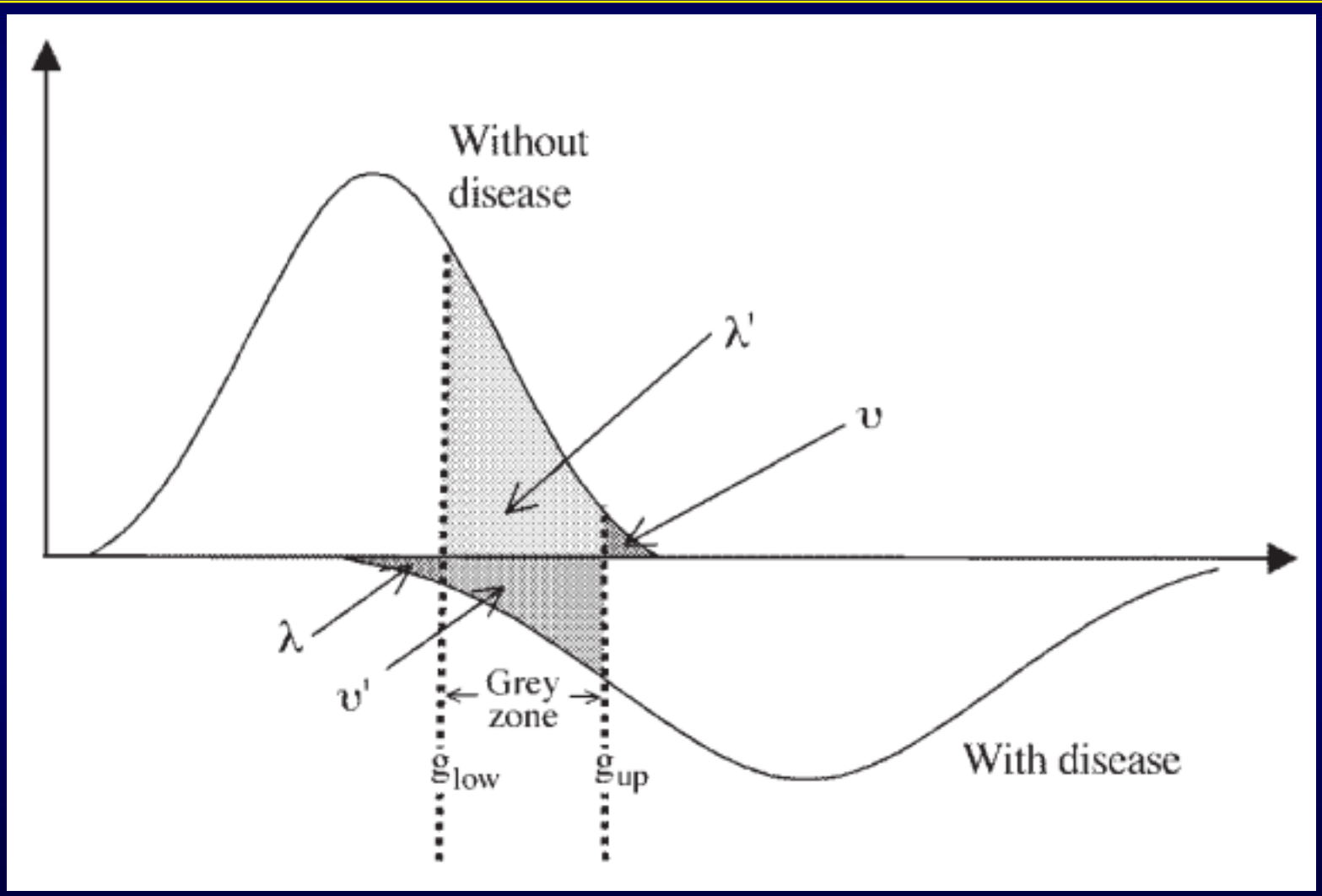


Ý NGHĨA CỦA "CUT OFF" TRONG CHẨN ĐOÁN



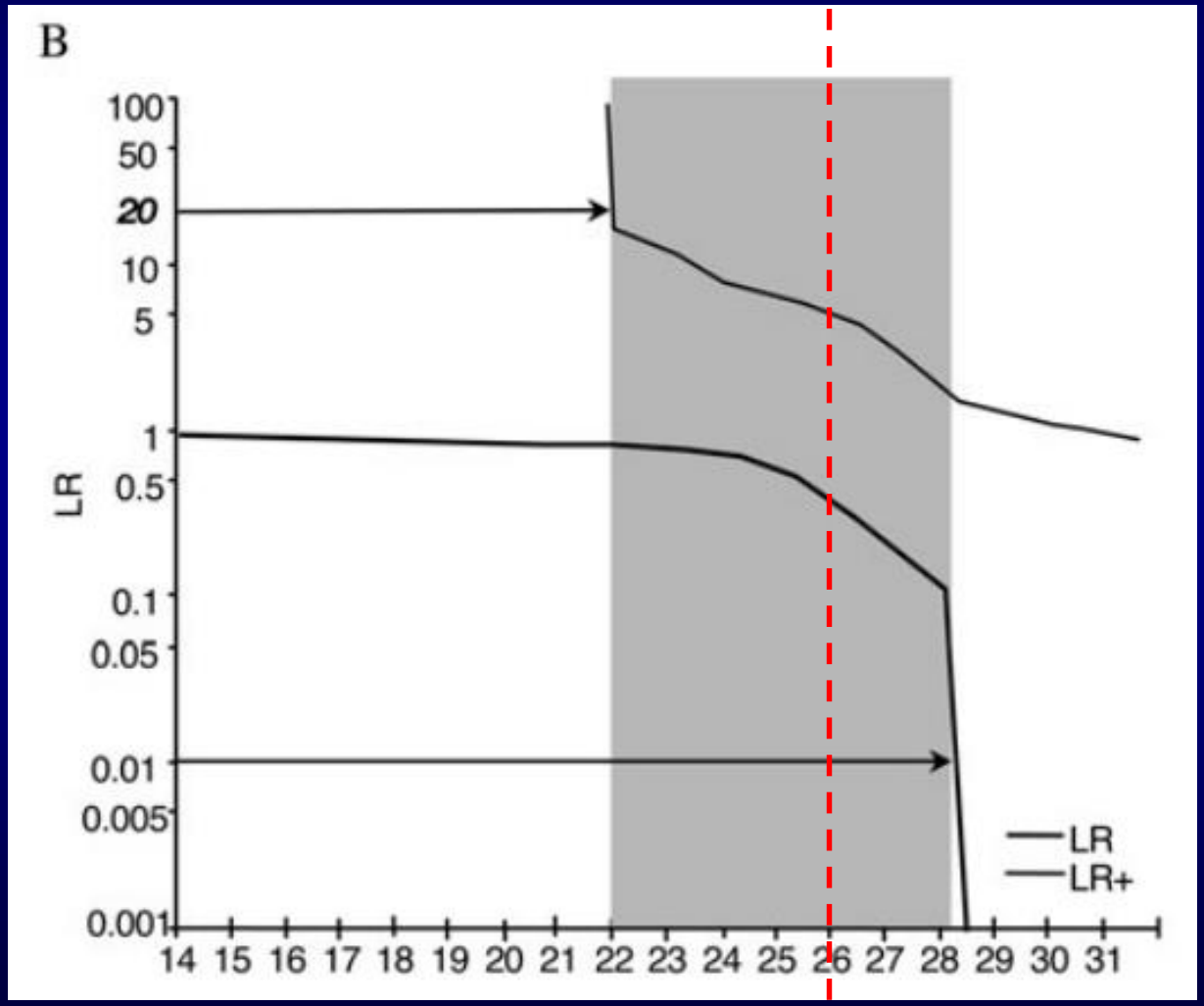
Biais et al. Critical Care 2014, 18:587

KHÁI NIỆM "GREY ZONE"



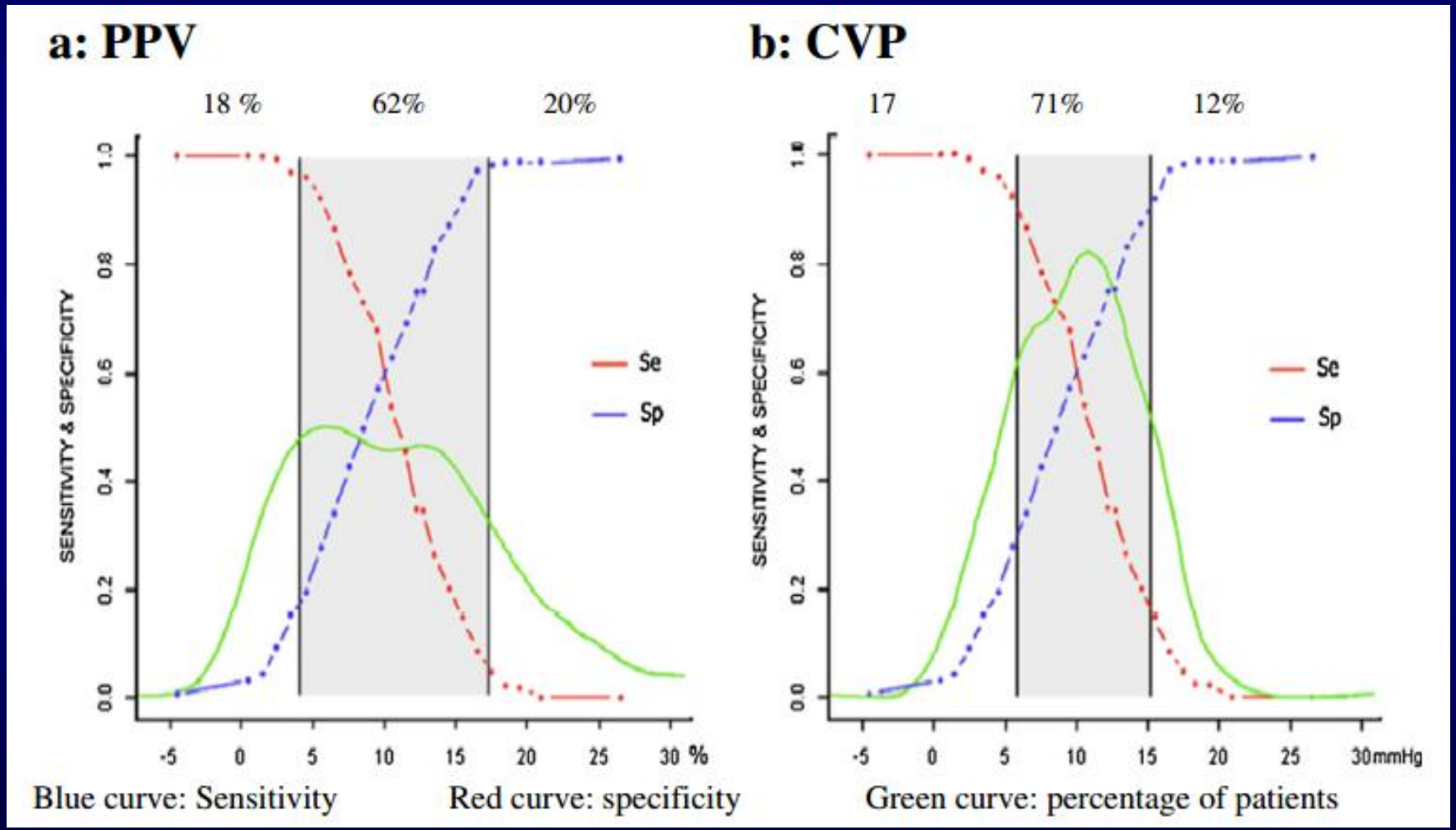
Coste et al. International Journal of Epidemiology 2003;32:304–313

KHÁI NIỆM "GREY ZONE"



Coste et al. International Journal of Epidemiology 2003;32:304–313

"CUT OFF" and "GREY ZONE"



Biais et al. Critical Care 2014, 18:587

"CUT OFF" and "GREY ZONE"

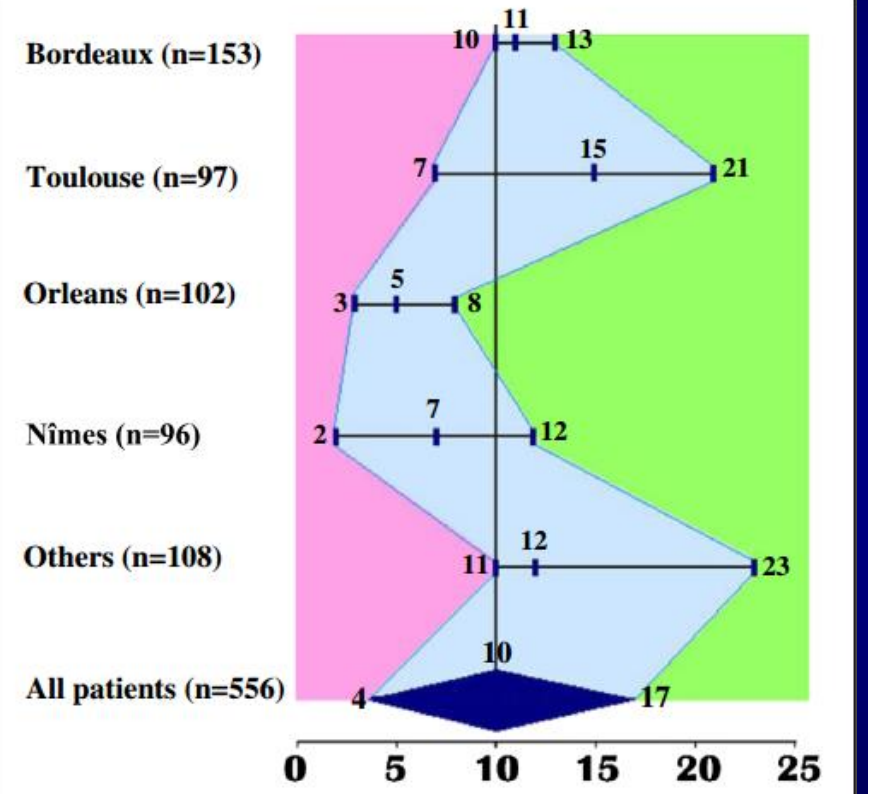


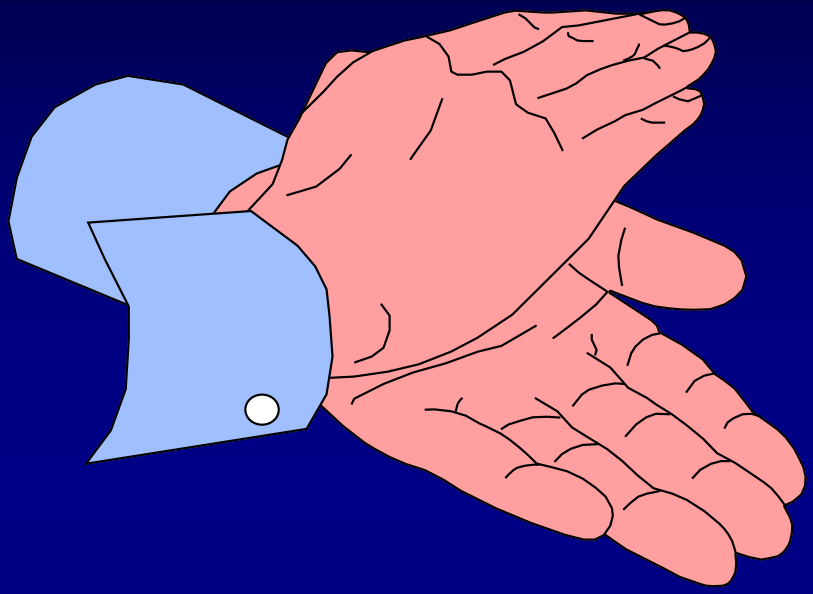
Figure 5 Grey zone according to the centre (centres in which the number of inclusion was under 70 were pooled together) and factors influencing on the ability of PPV to predict fluid responsiveness. Each bar represents the grey zone of the

	AUC ROC 95% CI	Optimal threshold (%)	Gray zone
V_T/IBW (ml/kg)			
<8 (n = 280)	0.69 (0.64-0.73)	9	2-17
≥8 (n = 276)	0.77 (0.73-0.81)[a]	12	8-19
Driving pressure (cm H_20)			
≤ 20 (n = 356)	0.67 (0.63-0.72)	7	3-17
>20 (n = 51)	0.78 (0.74-0.82)[b]	14	12-21
$C_{st,rs}$ (mL/cm H_20)			
≤ 30 (n = 145)	0.60 (0.51-0.70)	12	2-21
>30 (n = 262)	0.73 (0.67-0.79)	7	3-17
HR/RR			
≤ 3.6 (n = 114)	0.65 (0.54-0.76)	7	1-12
>3.6 (n = 384)	0.73 (0.68-0.78)	10	5-17
Vasopressor			
Yes (n = 249)	0.70 (0.66-0.75)	14	3-16
No (n = 307)	0.72 (0.69-0.77)	10	6-18

Biais et al. Critical Care 2014, 18:587

Tóm tắt

- Theo dõi huyết động rất quan trọng: xác định cơ chế sốc, đánh giá đáp ứng điều trị
- Các phương pháp theo dõi huyết động ngày càng ít xâm lấn
- Lựa chọn phương pháp theo dõi huyết động: tùy điều kiện BV và mức độ nặng BN
- Một trị số huyết động rất khó giúp đưa ra một quyết định điều trị.



THANK YOU