

PiCCO监测与评估

Haemodynamic monitoring by Pulse index
continuous Cardiac output

北京协和医院

朱华栋

今天你在抢救室值班

- 患者，女，27岁，发热7天，腹痛伴腹泻4天。
- 患者于7天前无明显诱因下出现发热，最高体温40度，呈稽留热，伴畏寒，无咽痛、无寒战，有干咳，无尿频、尿急、尿痛。4天前出现腹泻，初腹泻次数少，为稀便，同时伴有下腹部疼痛，恶心呕吐，呕吐为黄色胃内容物，3天前腹泻次数较前明显，约10次/天，为稀水样便，无里急后重，无脓血便。
- 在外院查白细胞减低，双肾皮质回声增强、脾脏偏大，予以对症处理效果不佳，昨日急诊于我院测血压60/40mmHg入抢救室。
- **2009-07-07 WBC $1.62 \times 10^9/L$, NEUT% 89.5%, HGB 93g/L; PLT $78 \times 10^9/L$**
- 肾功能 Cr: 296 μ mol/L, BUN: 17.4mmol/L。
- 血气分析 PH: 7.45; PaO₂: 122mmHg; PaCO₂: 18 mmHg; HCO₃⁻: 12.5mmol/L; 乳酸 4.5mmol/L
- 问题：患者为什么会血压低？下一步该怎么办？

低血容量？

- 入量：9297ml/d。出量：500ml/d（尿）便600ml/d。
- 监护：BP：112/60mmHg（去甲肾2ug/min），P：130次/分，R：34次/分，T：39℃，SPO₂:100%，CVP 8mmHg
- 需要继续补液，还是需要利尿？

判断有时很困难

要利尿!

要补液!



目前血流动力学监测手段

- 胸部阻抗法 (TEB)
- 肺动脉导管 (PAC)
- 超声 (Ultrasound)
- PiCCO

Pulse indicator Continous CO

胸阻抗法 (TEB) 血流动力学监测

➤ 优点:

- ◆ 连续
- ◆ 无创
- ◆ 简便
- ◆ 价廉

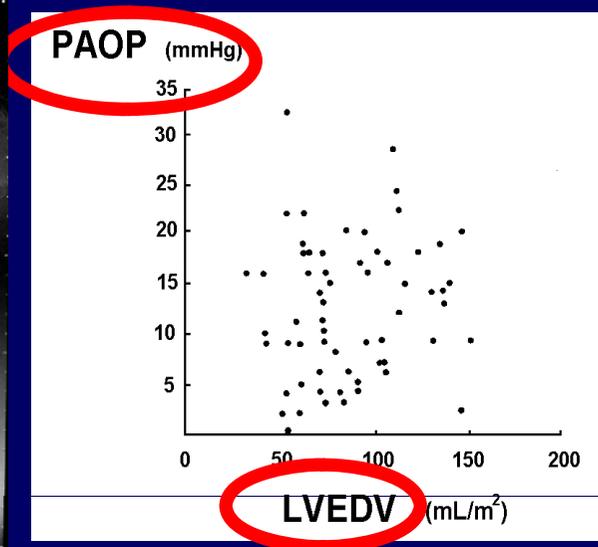
➤ 缺点:

- ◆ 体表因素
- ◆ 换算
- ◆ 准确性



肺动脉漂浮导管

- 经心脏, 创伤大, 发生心律失常的风险大
- PAC的理论假设:
肺小动脉嵌入压 (PAWP) \cong 肺静脉压 \cong 左房压 \cong 左室舒张末压
 \cong 左室舒张末容积 (LVEDV)
- 以压力代表容量, 约1/2不准确



肺动脉漂浮导管

- 曾经认为是血流动力学监测的金标???
- 目前临床使用逐年减少 ↓

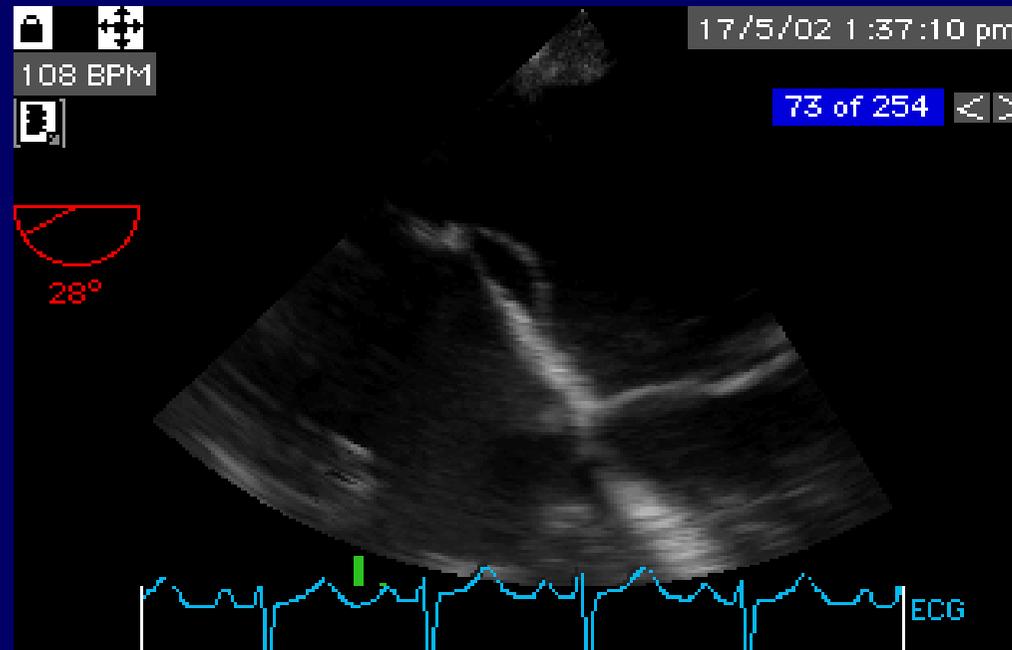
□ PAC的副作用或并发症

■ (PACMAN trial , ESCAPE trial, (ARDS) *Clinical*

Trials Network) RCT并不改善预后，反而会增加并发症.

- 错误使用数据(对数据的解读错误)
- 过于激进的治疗

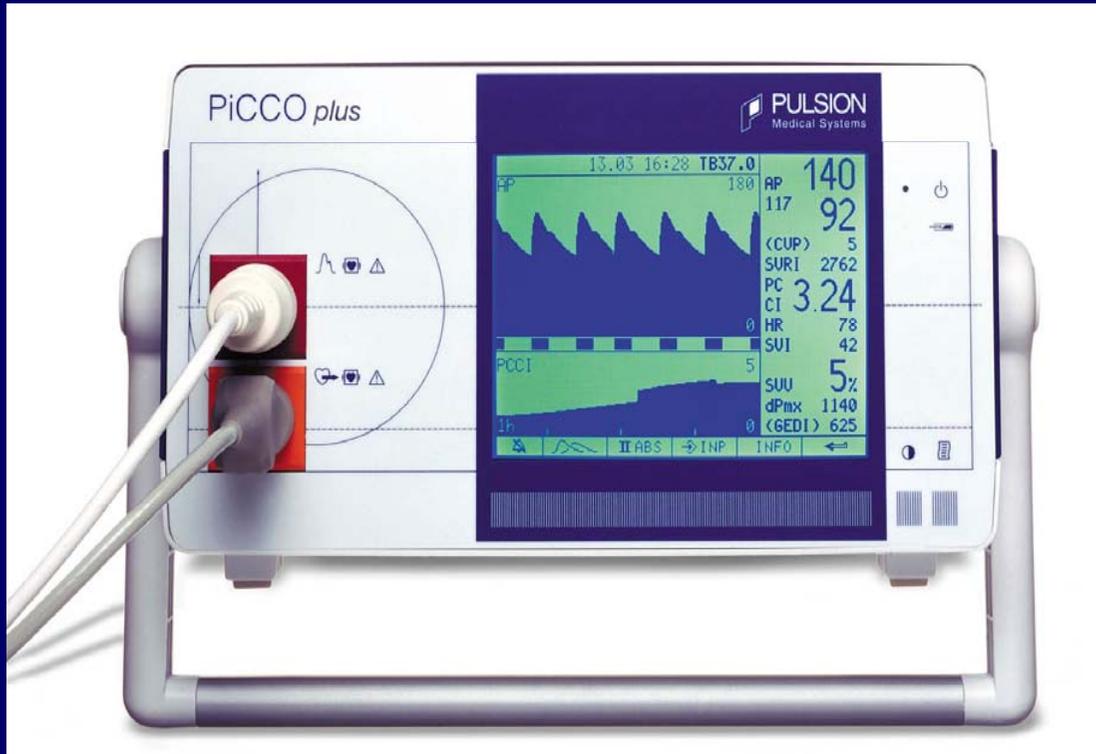
超声血流动力学监测



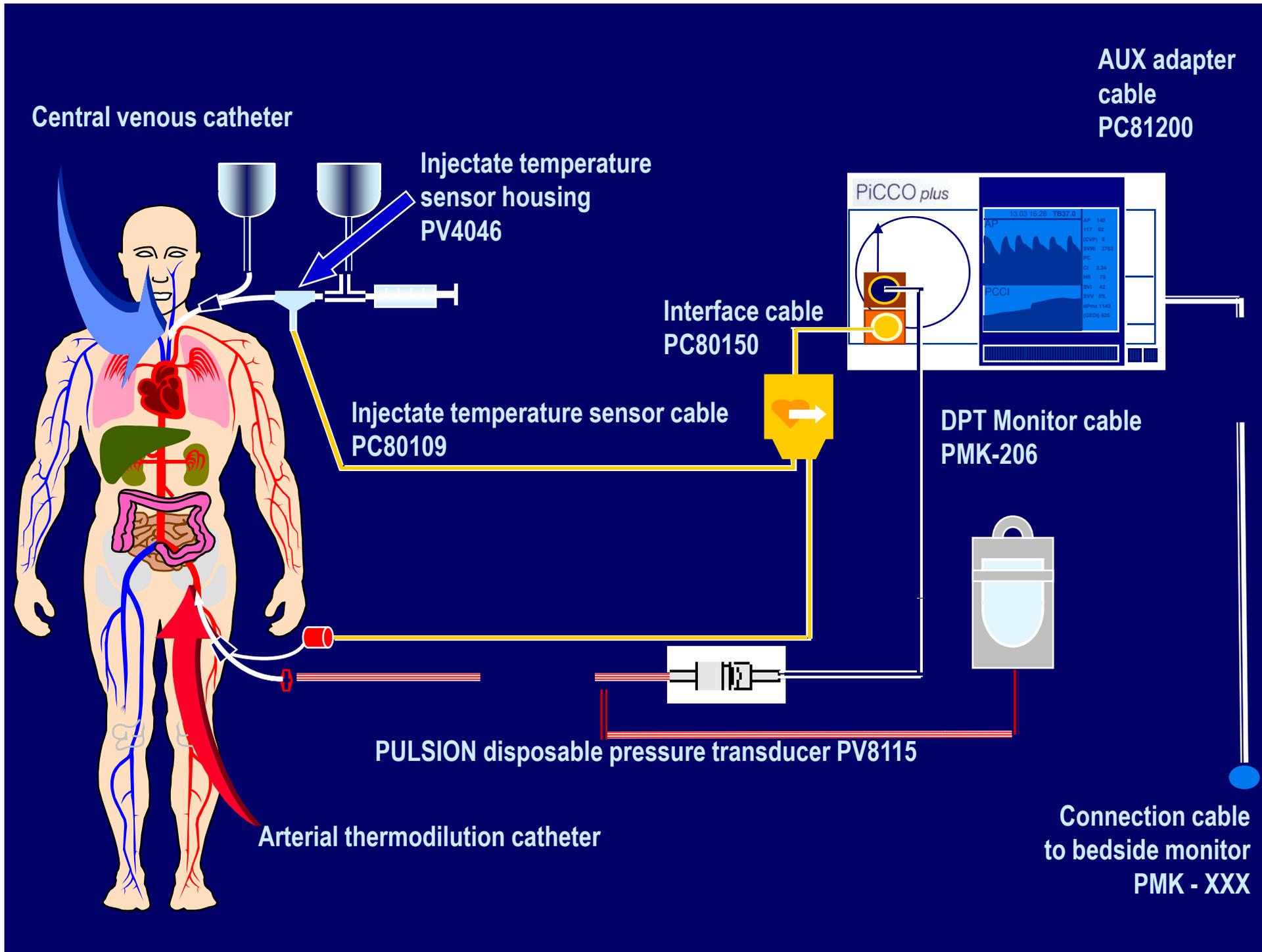
- 能反应容量, 现逐渐重视
- 但昂贵、麻烦, 不易普及

PiCCO 技术

Pulse indicator Continuous CO

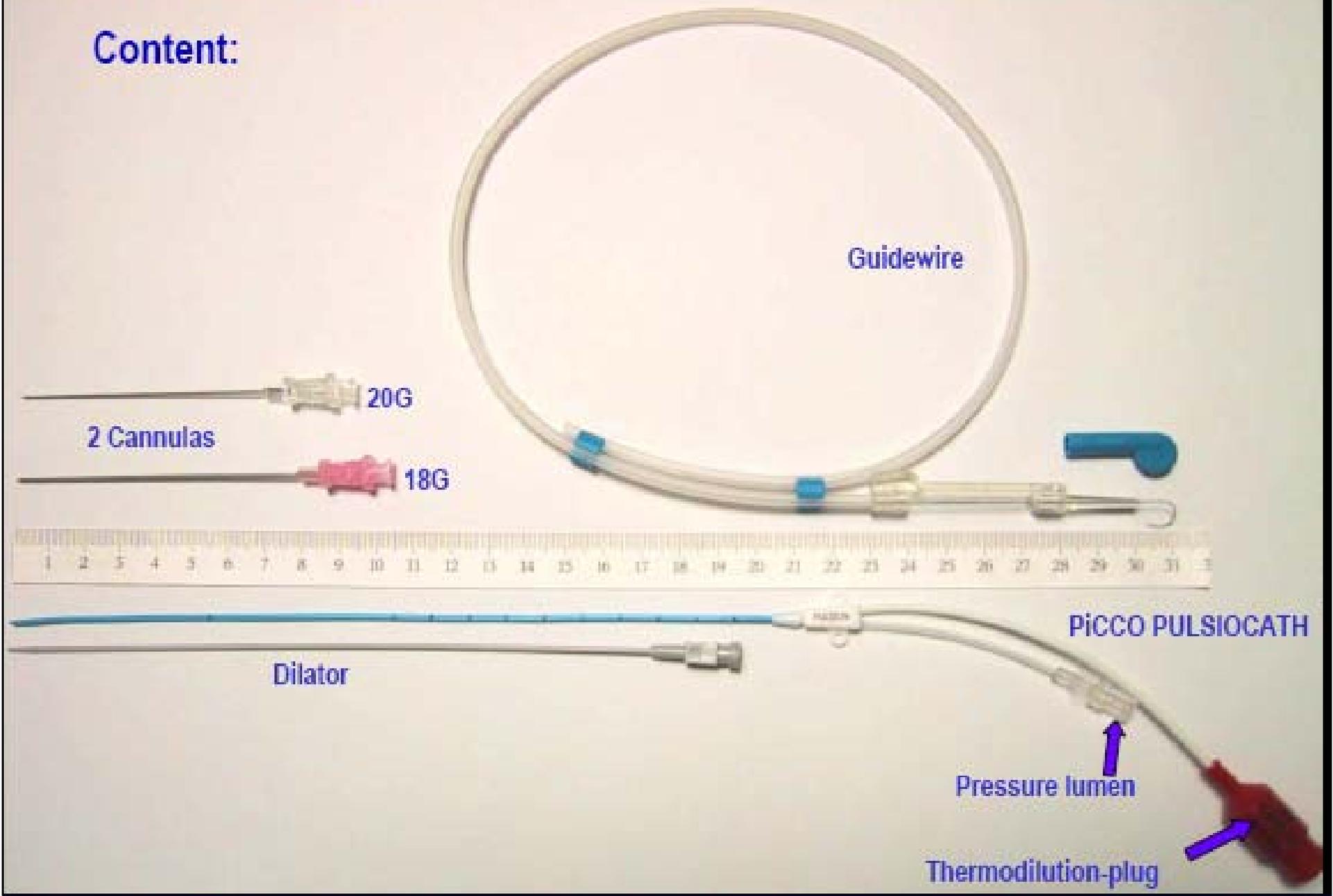


- ✓ 2000年后兴起
- ✓ 是否能克服以上血流动力学技术不足？



Example: PULSIOCATH – PV2015L20

Content:



适应症

- 凡需要进行心血管功能和循环容量状态测定的病人，均可采用PiCCO
- 如：休克、ARDS、急性心衰、严重创伤、大手术等

禁忌症

- 出血性疾病
- 主动脉瘤、大动脉炎
- 动脉狭窄，肢体有栓塞史
- 肺叶切除，肺栓塞，胸内巨大占位性病变
- 体外循环期间
- 体温或血压短时间变异过大
- 严重心律失常
- 严重气胸、心肺压缩性疾病
- 心腔肿瘤
- 心内分流

PiCCO测量的主要参数

PiCCO主要测量下列参数：

- 热稀释参数（单次测量）

心输出量

CO / CI

全心舒张末期容积

GEDV

胸腔内血容积

ITBV

血管外肺水

EVLW / EVLWI

肺毛细血管通透性指数

PVPI

- 脉搏轮廓参数（连续测量）

脉搏连续心输出量

PCCO / PCCI

每搏量

SV / SI

动脉压

MAP, APsys, APdia

全身血管阻力

SVR

每搏量变异

SVV

正常值

<i>Parameter</i>	<i>Range</i>	<i>Unit</i>
心指数 (CI)	3.0 – 5.0	l/min/m ²
每搏量指数 (SVI)	40 – 60	ml/m ²
全身血管阻力 (SVRI)	1200 – 1800	dyn*s*cm-5*m
平均动脉压 (MAP)	70 – 90	mmHg
全心射血分数 (GEF)	25 – 35	%
心功能指数 (CFI)	4.5 – 6.5	1/min
心率 (HR)	60 – 90	1/min
舒张末期容积指数 (GEDV)	680 – 800	ml/m ²
胸腔血容积指数 (ITBI)	850 – 1000	ml/m ²
每搏量变异 (SVV)	≤ 10	%
血管外肺水指数 (EVLWI)	3.0 – 7.0	ml/kg
肺血管通透指数 (PVPI)	1.0 – 3.0	

PiCCO的技术原理

a. 经肺热稀释技术

a) 测定单次CO

b) 副产品

① **GEDV**(全心舒张末血容量)

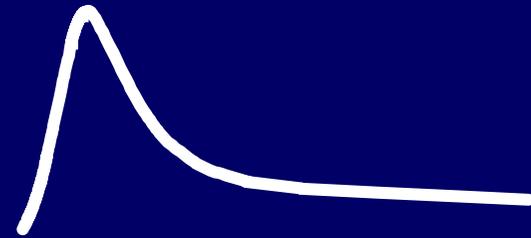
② **ITBV** (胸腔内血量)

③ **EVLW** (血管外肺水)

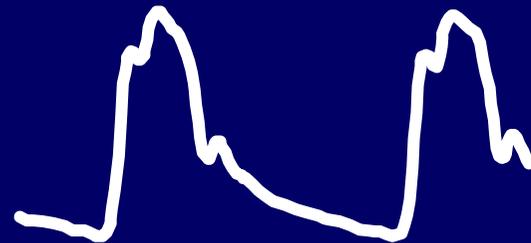
b. 动脉脉搏轮廓分析

Pulse contour cardiac output

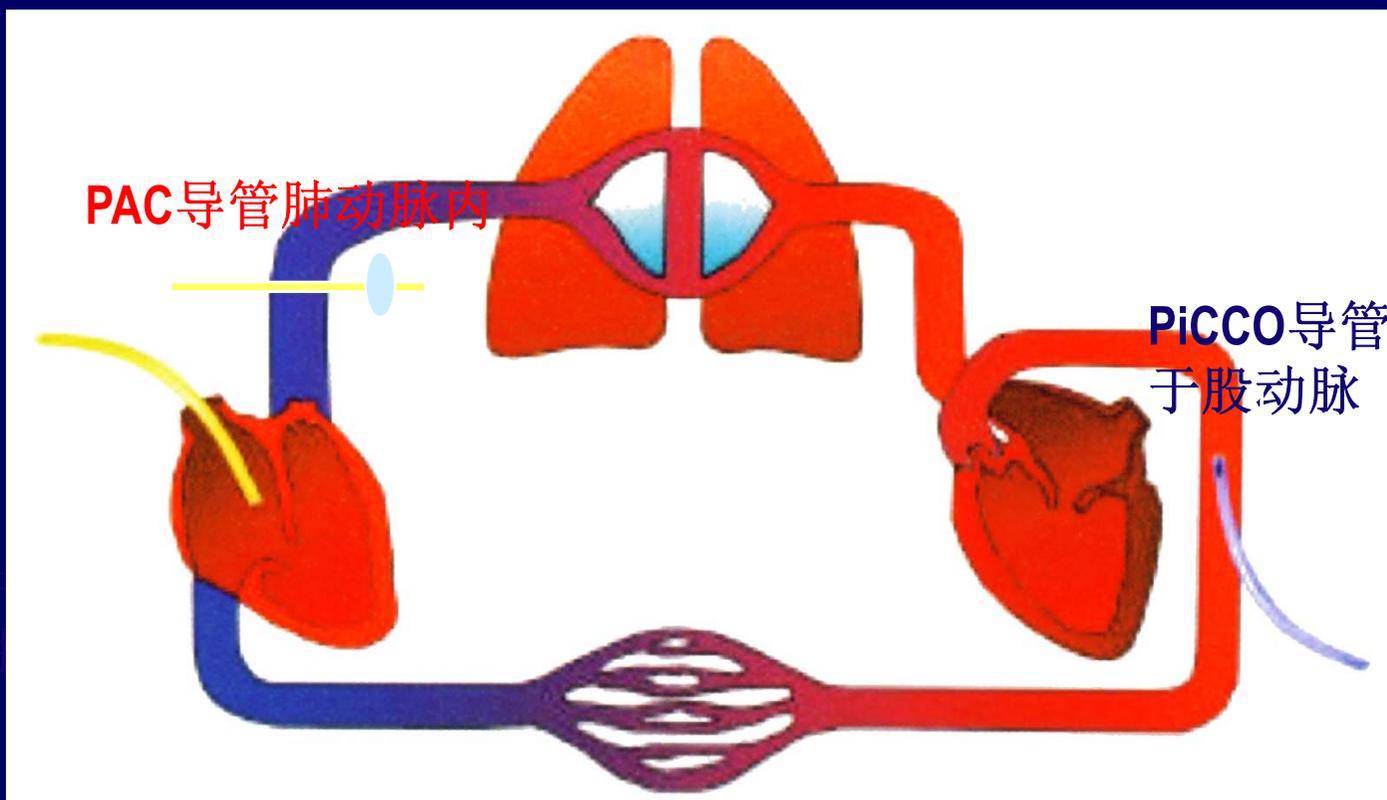
a. 经肺热稀释技术



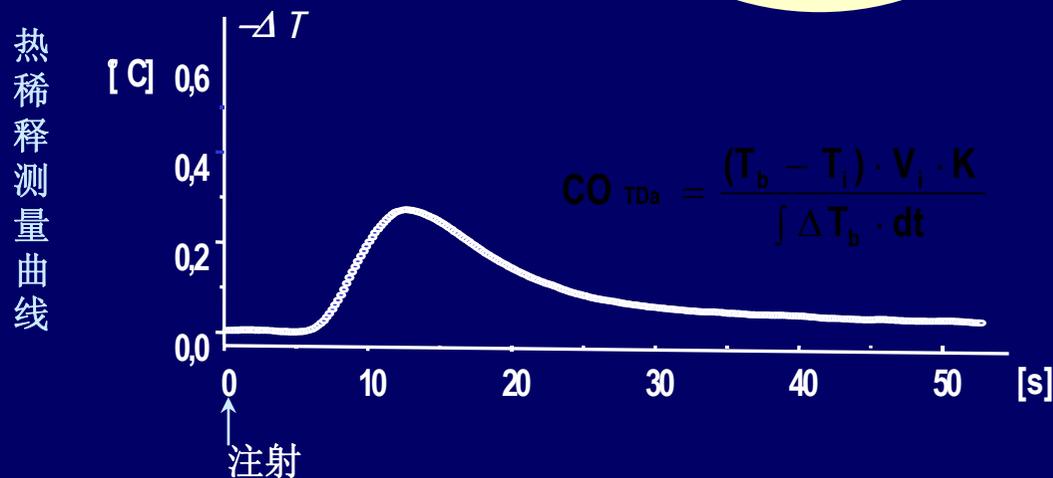
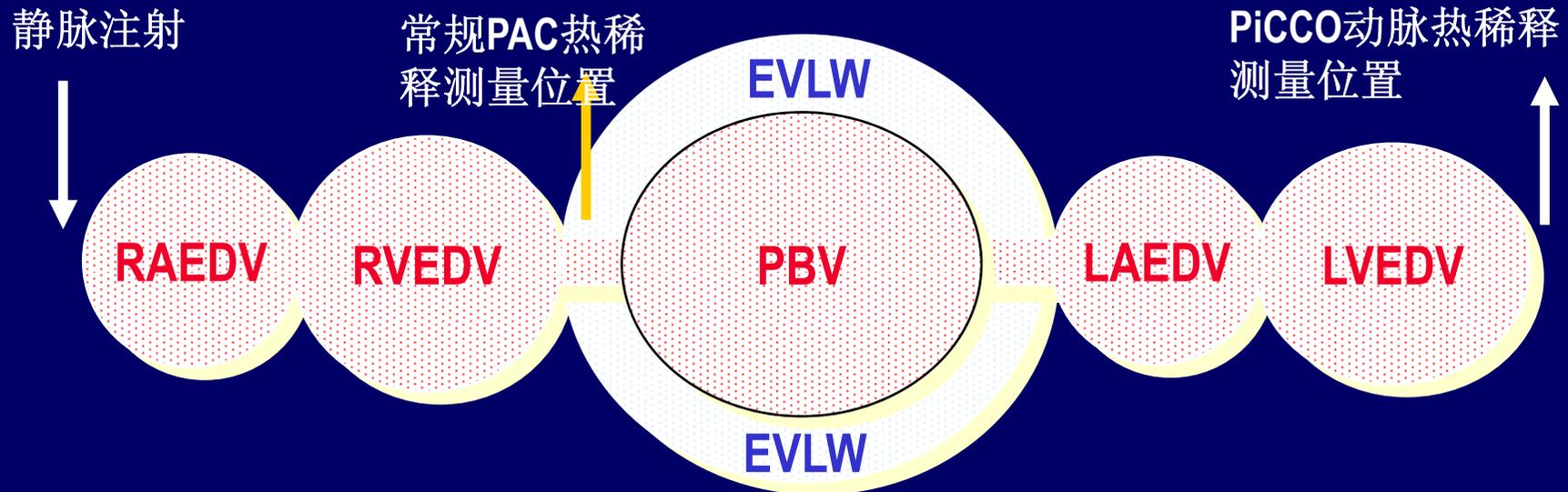
b. 动脉脉搏轮廓分析技术



PiCCO热稀释法测定CO vs. PAC



PiCCO热稀释法测定CO vs. PAC



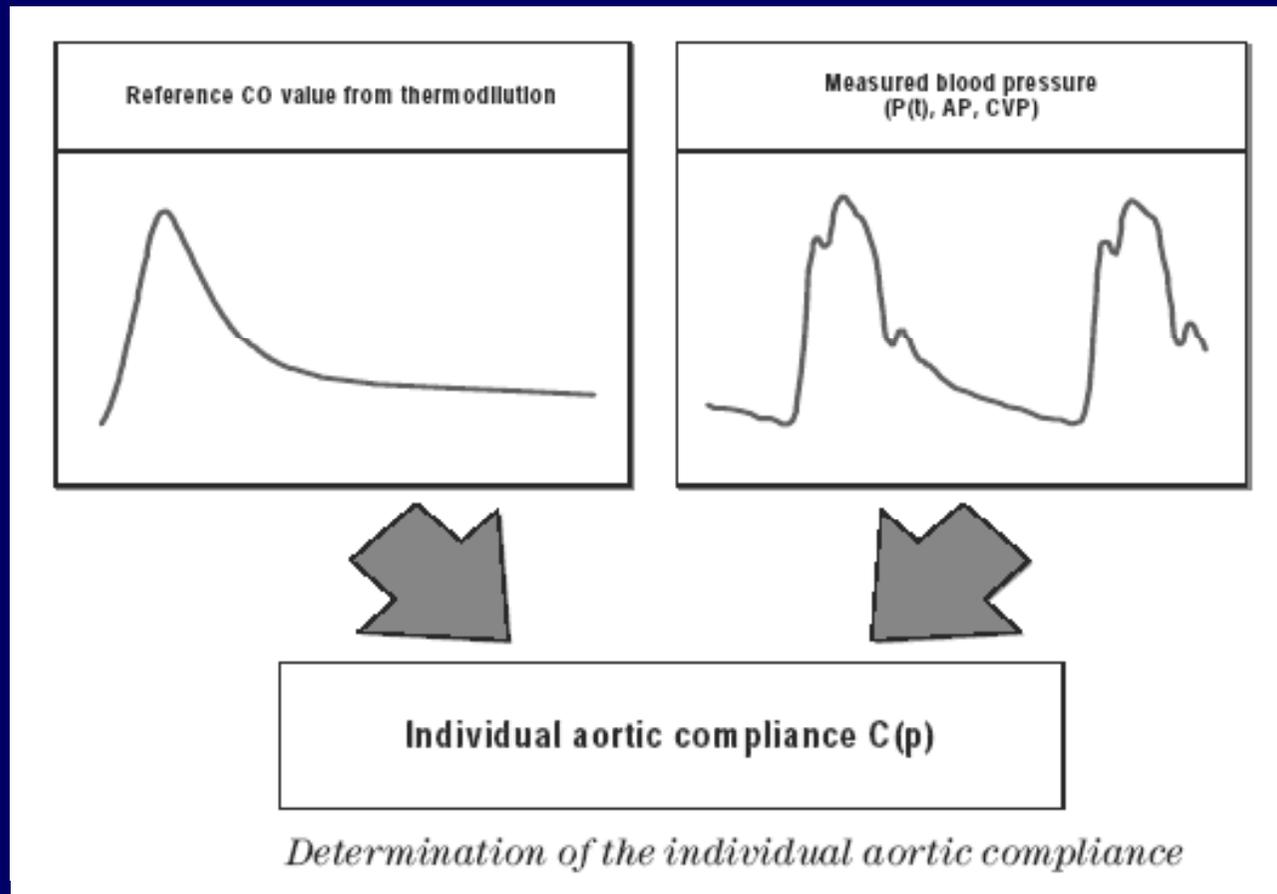
T_b = 血流温度
 T_i = 注射指示剂温度
 V_i = 注射指示剂容积
 $\int \Delta T_b \cdot dt$ = 热稀释曲线下面积
 K = 校正系数

经肺热稀释心排 (PiCCO) vs. PAC

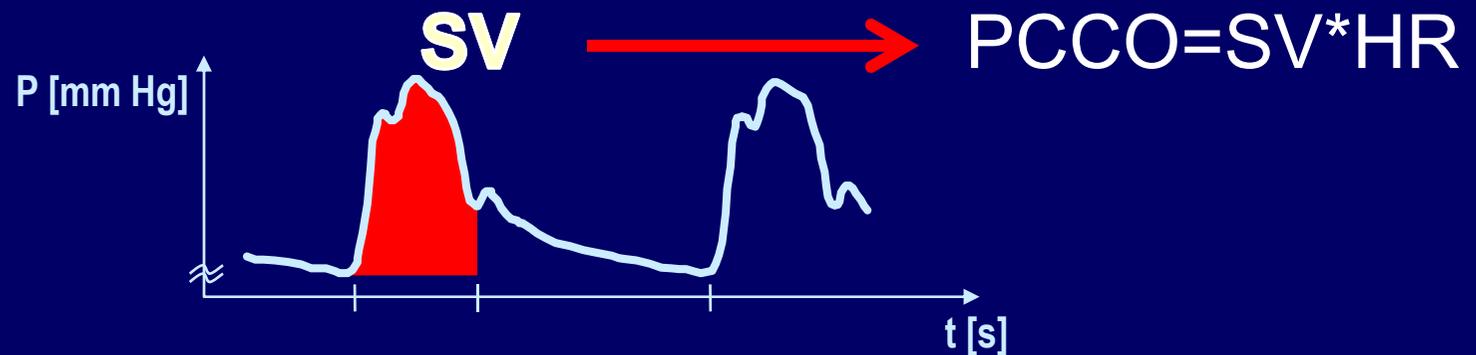
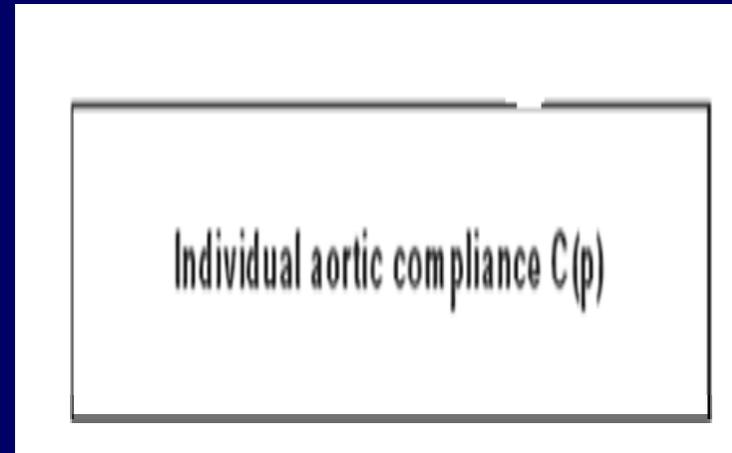
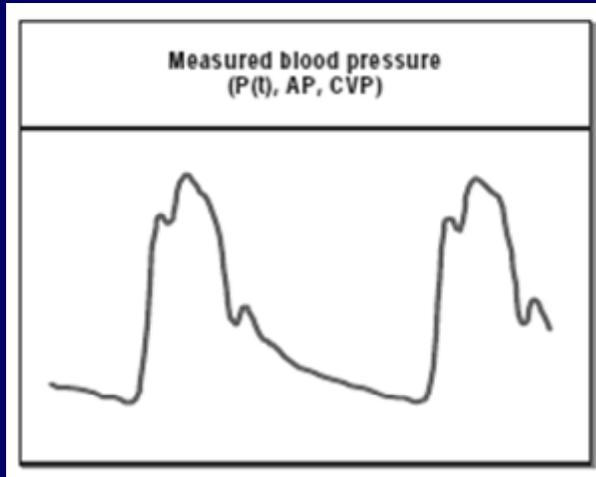
Author	Pt/Obs	CO _{TDa} - CO _{TDpa} Bias ± SD	r
Goedje, et al. Chest 1998; 113(4)	30/150	0.16 ± 0.31 L/min/m ²	.96
Goedje, et al. Thorac Cardiovasc Surg 1998; 46	30/810	0.26 ± 0.71 L/min	.96
Goedje, et al. Crit Care Med 1999; 27(11)	24/216	-0.29 ± 0.66 L/min	.93
Sakka, et al. Intensive Care Med 1999; 25	37/449	0.68 ± 0.62 L/min	.97
Sakka, et al. J Cardiothorac Vasc Anesth 2000; 14(2)	12/51	0.73 ± 0.38 L/min	.96
Zoolner, et al. J Cardiothorac Vasc Anesth 2000; 14(2)	19/76	0.21 ± 0.73 L/min	.96
齐志伟, 王仲, 徐军./中国急救医学, 2006,26(6)			0.89

动脉脉搏轮廓分析

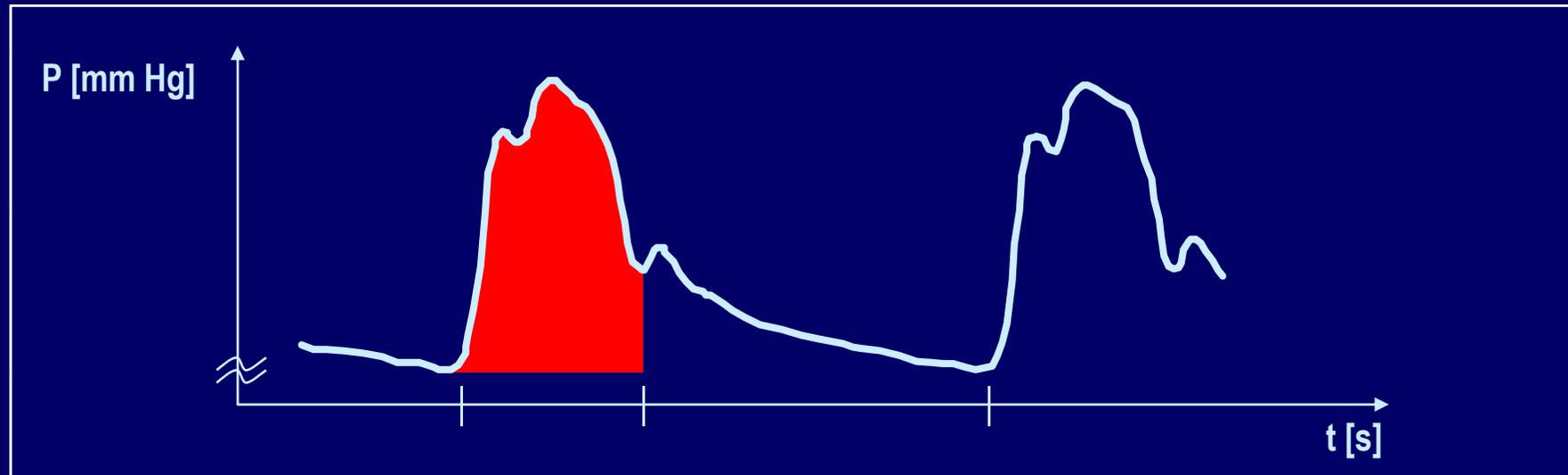
定标



动脉脉搏轮廓分析



连续心输出量测定: PiCCO



$$\text{PCCO} = \underbrace{\text{cal}}_{\text{与病人有关的校正因子}} \cdot \underbrace{\text{HR}}_{\text{心率}} \cdot \int_{\text{Systole}} \left(\frac{P(t)}{\text{SVR}} + \underbrace{C(p)}_{\text{动脉顺应性参数}} \cdot \underbrace{\frac{dP}{dt}}_{\text{压力曲线形状}} \right) dt$$

与病人有关的校正因子

心率

压力曲线
下面积

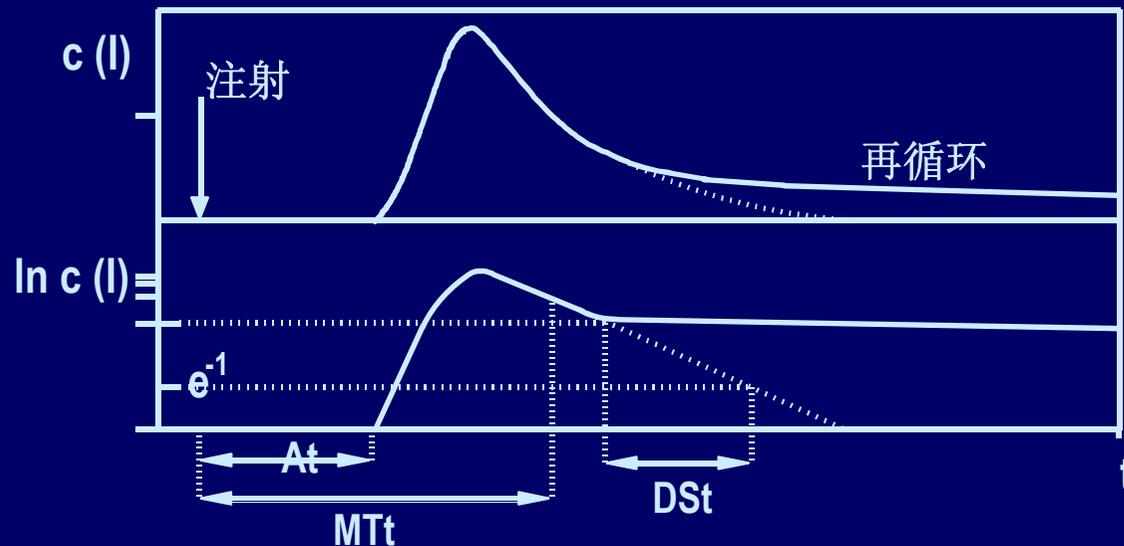
动脉顺应
性参数

压力曲线型
状

PCCO is displayed as last 12s mean

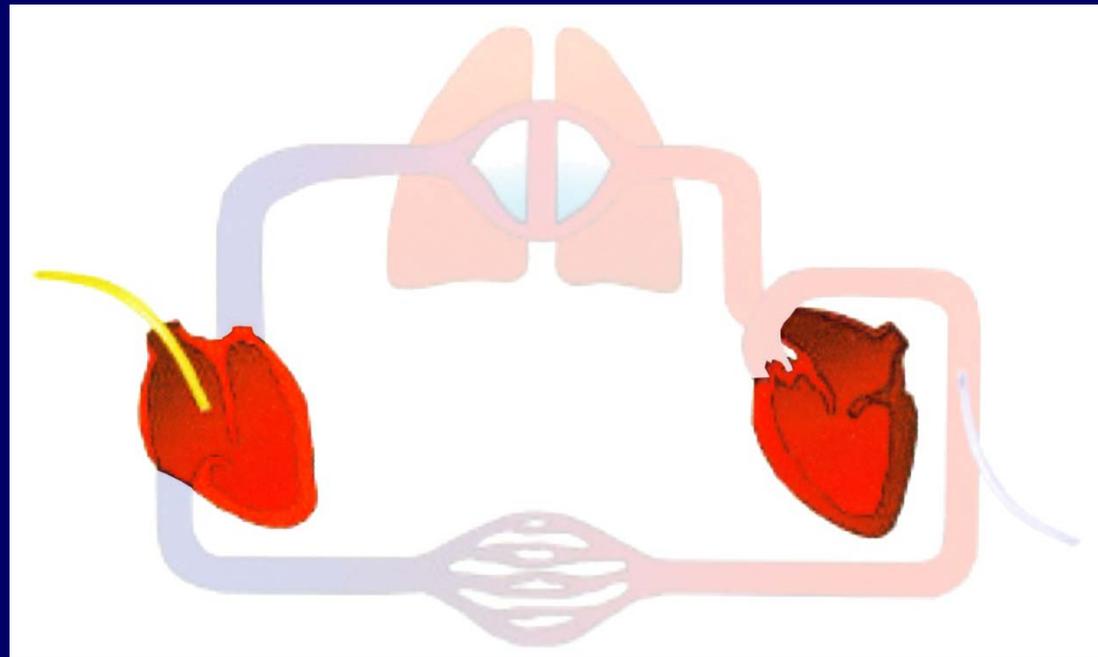
由单次CO推导的PiCCO容量参数

- 全心舒张末期容积 **GEDV**
- 胸腔内血容积 **ITBV**
- 血管外肺水 **EVLW**
- 通过对热稀释曲线的分析,可以得到这些容量参数



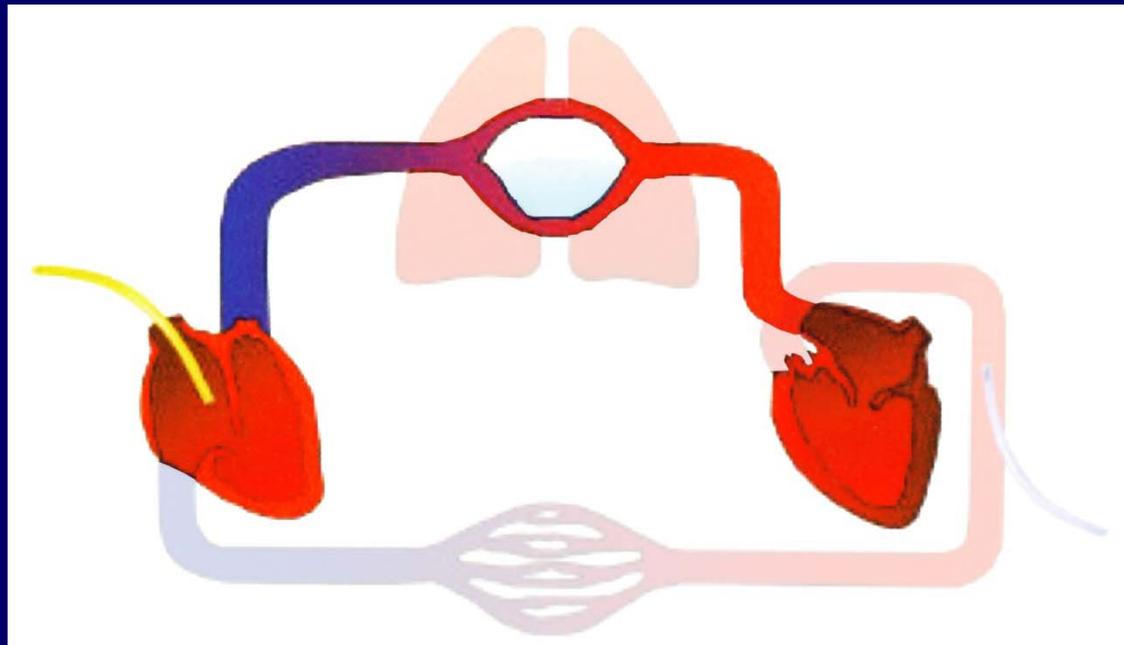
全心舒张末期容积(GEDV)

- 全心舒张末期容积(GEDV)是心脏4个腔室内的血容量



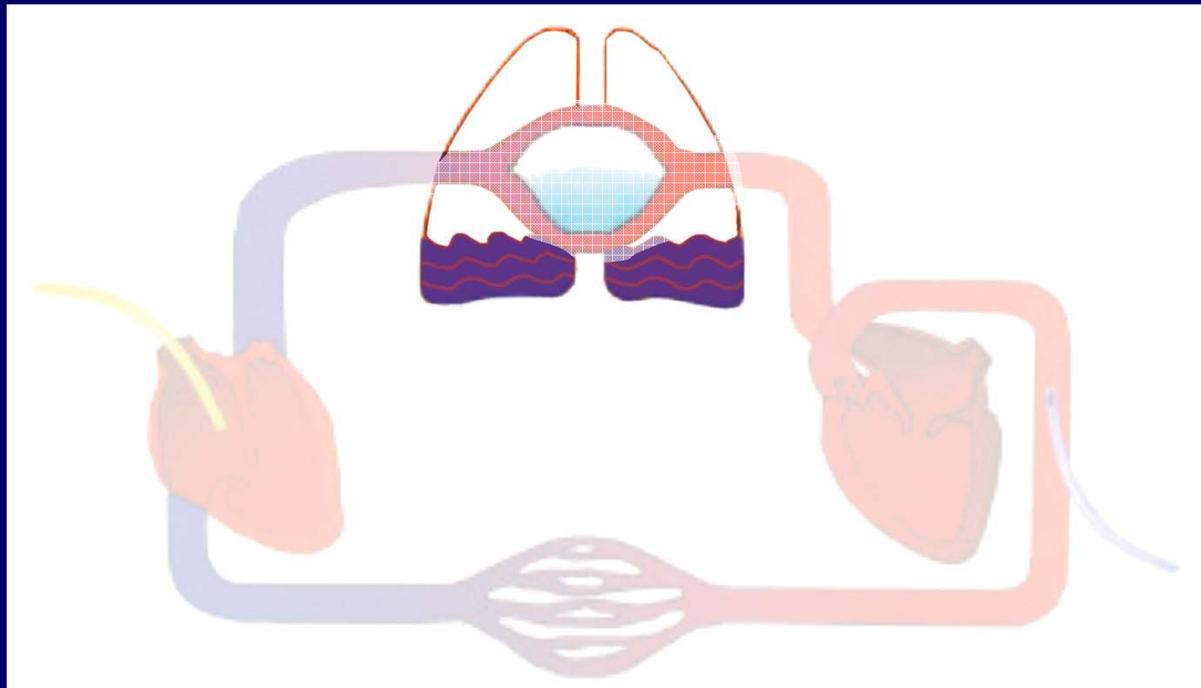
胸腔内血容积(ITBV)

- 胸腔内血容积(ITBV)是心脏4个腔室的容积 + 肺血管内的血液容量

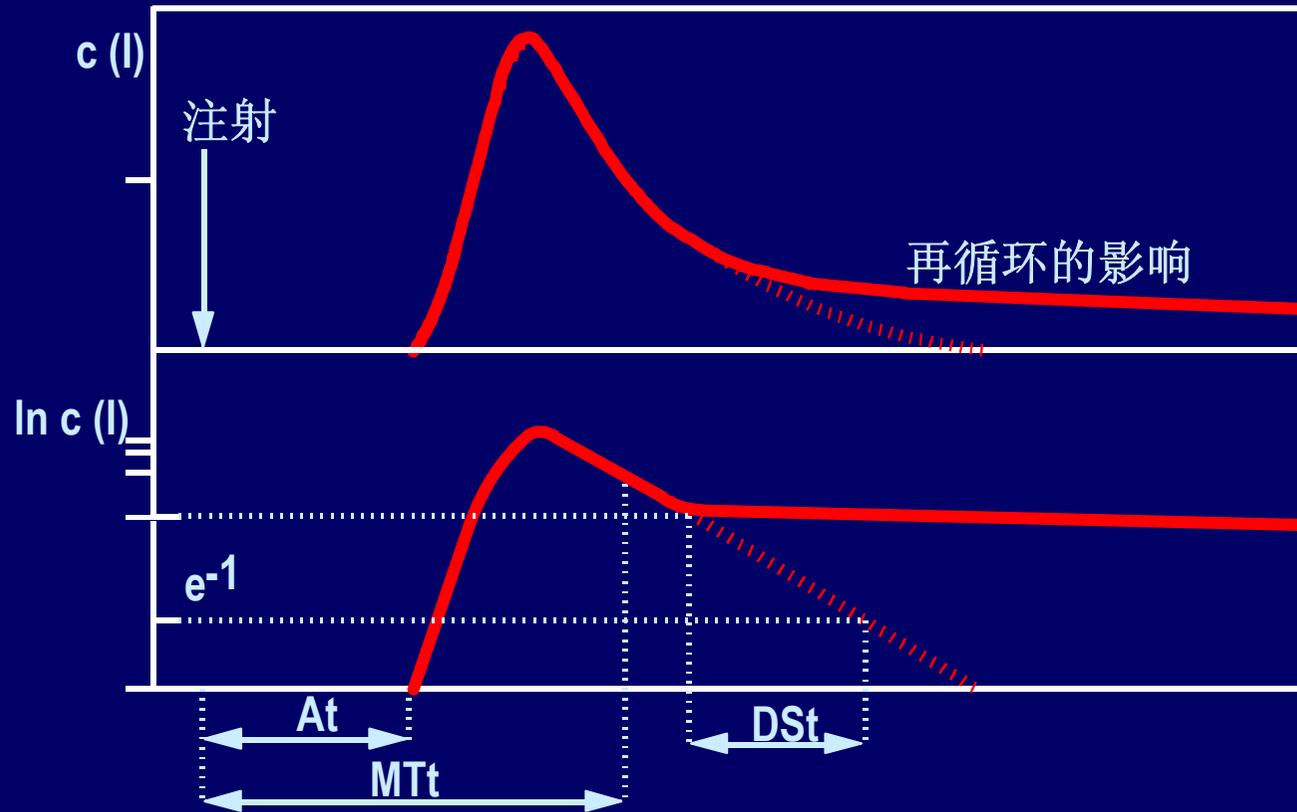


血管外肺水(EVLW)

- 血管外肺水(EVLW)是肺内含有的水量, 可以在床旁定量判断肺水肿的程度



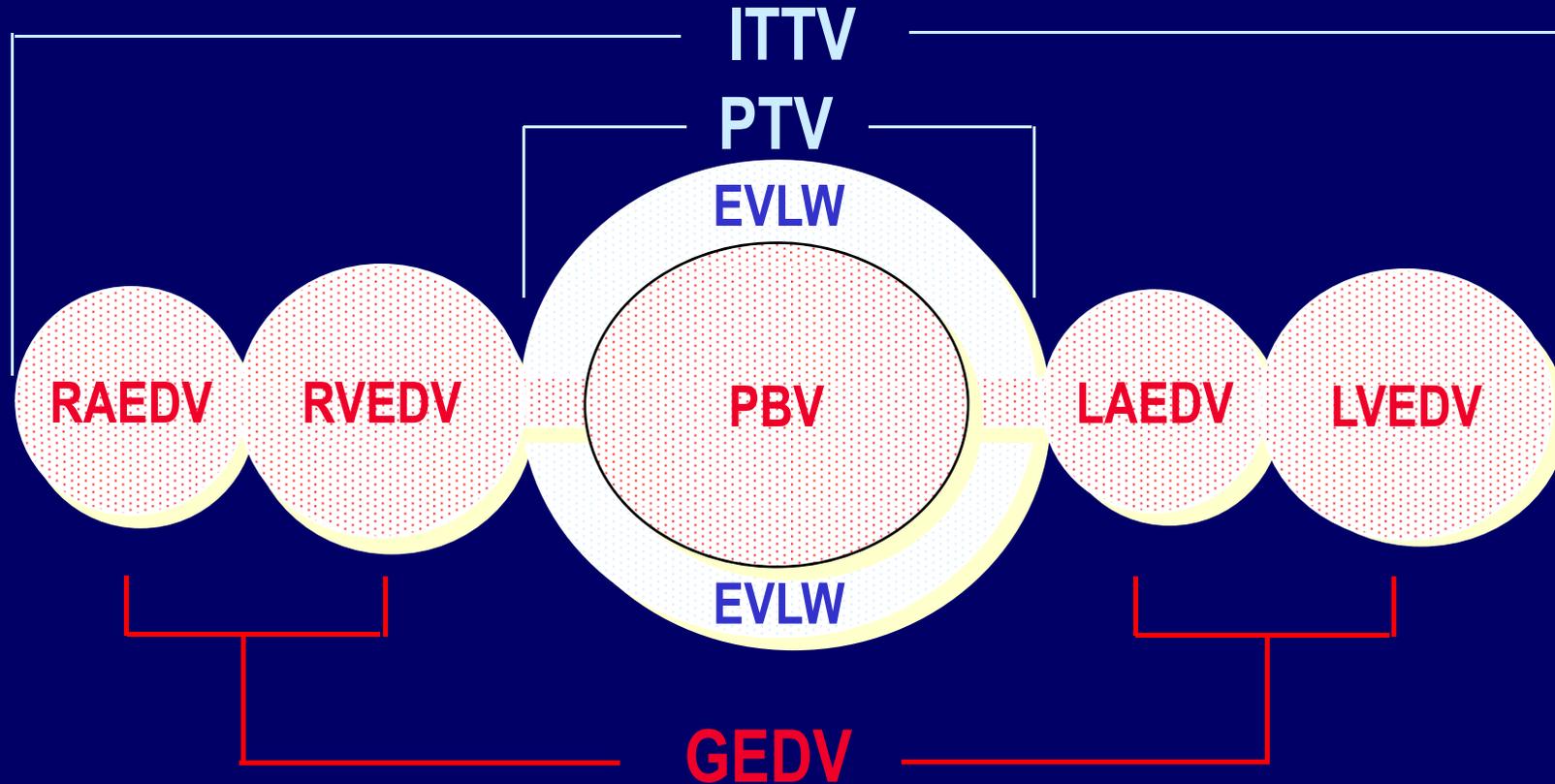
容量的测量原理



MTt: Mean transit time 平均传输时间
 \approx half of the indicator passed
the point of detection

DSt: Downslope time 下降时间
 \approx exponential downslope time of TD curve

胸腔内的容积组成

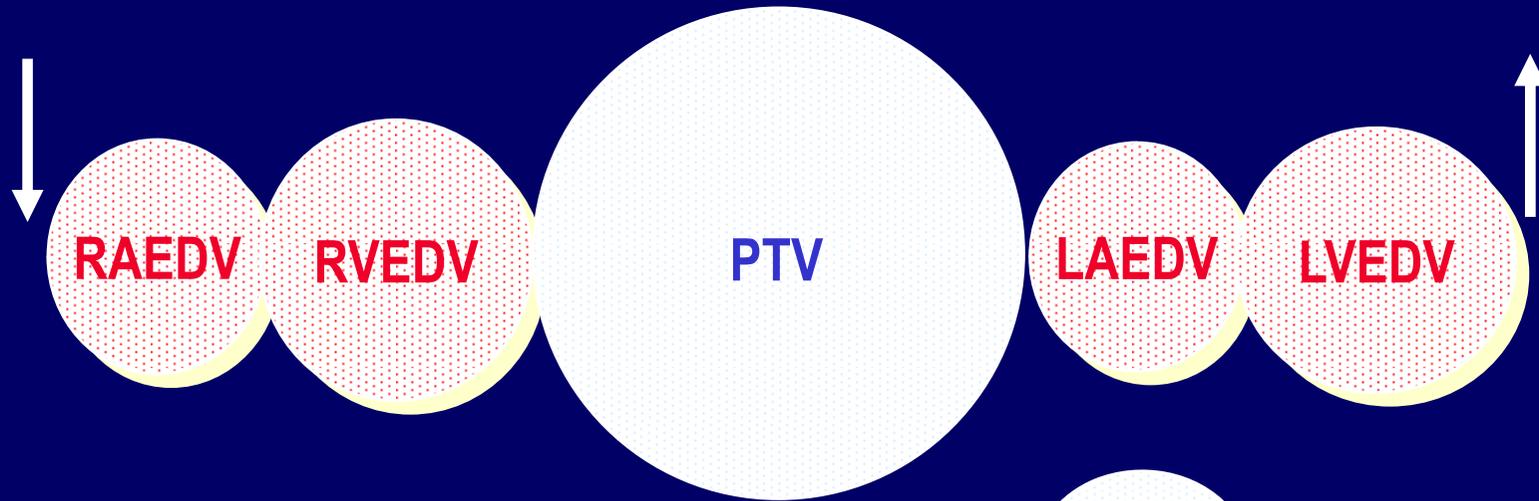


PTV = 肺内热容积, 在一系列混合腔室中具有最大的热容积 (**DSt** - 容积)

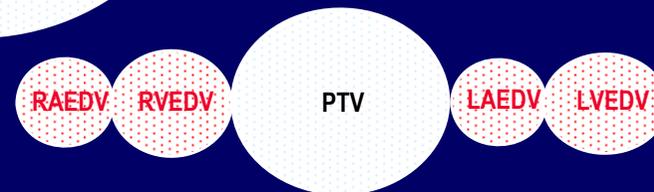
ITTV = 胸腔内总热容积, 从注射点到测量的热容积之和 (**MTt** - 容积)

GEDV = 全心舒张末期容积 = **ITTV** - **PTV**

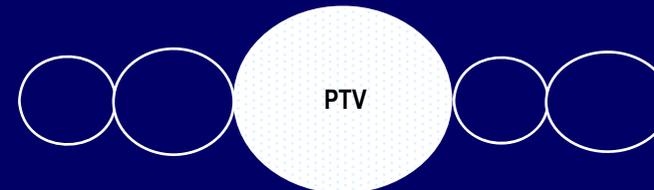
容量的测量原理



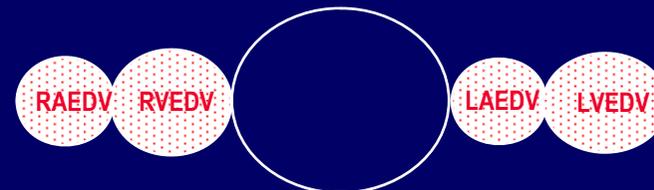
胸腔总热容积(ITTV)
 $ITTV = CO \times MTt_{TDa}$



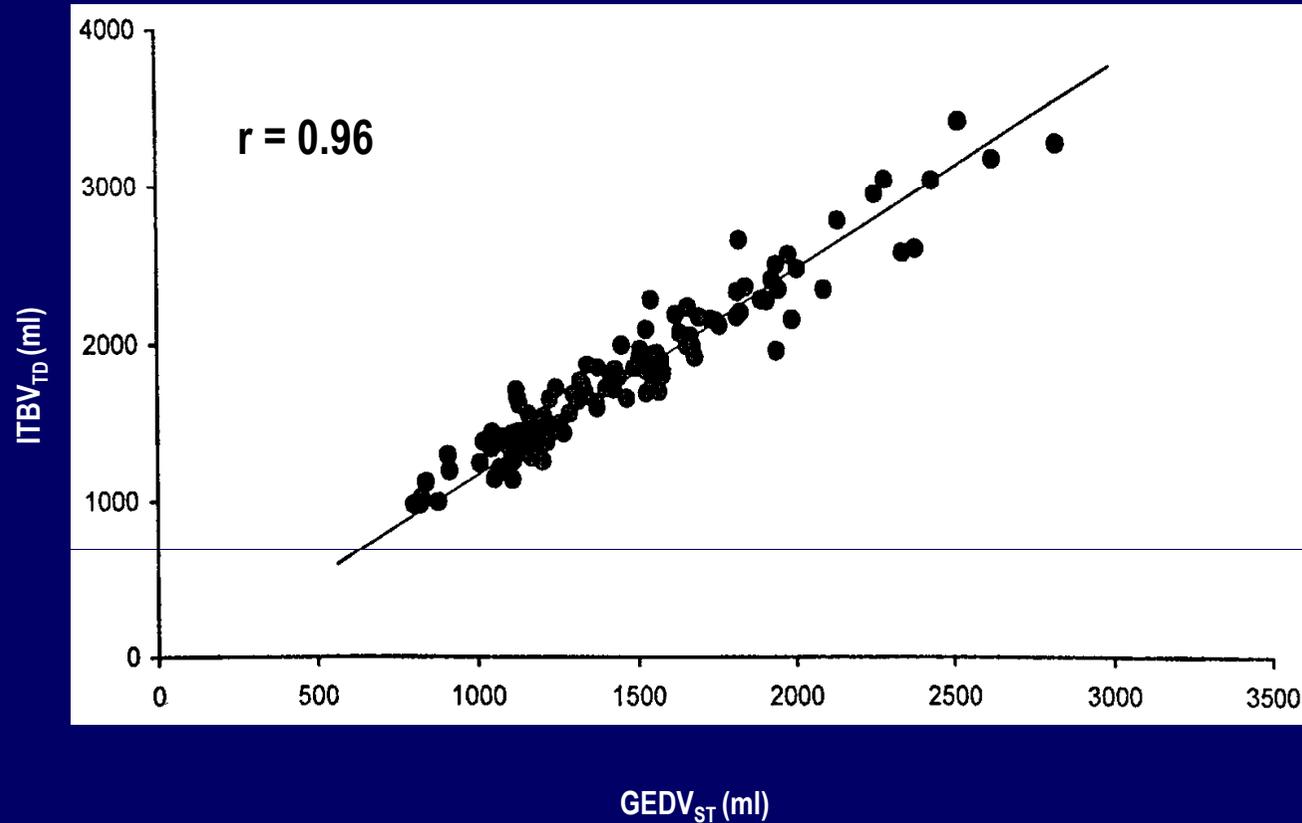
肺内总热容积(PTV)
 $PTV = CO \times DSt_{TDa}$



全舒张末期容积(GEDV)
 $GEDV = ITTV - PTV$



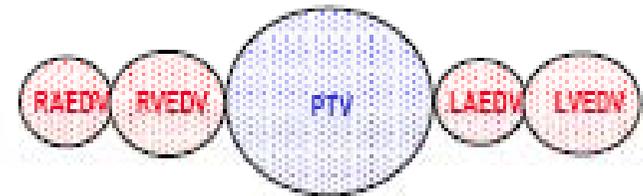
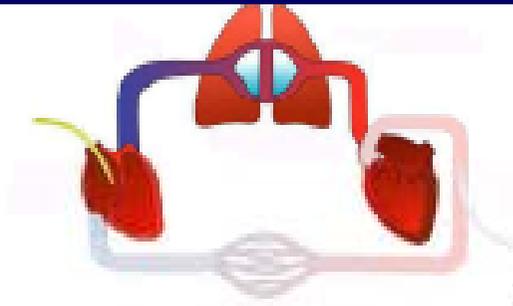
ITBV的测量原理



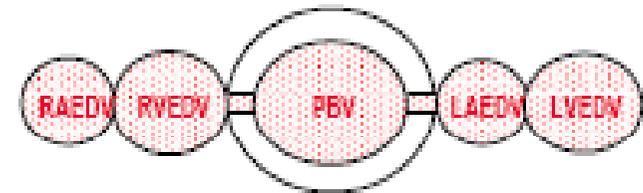
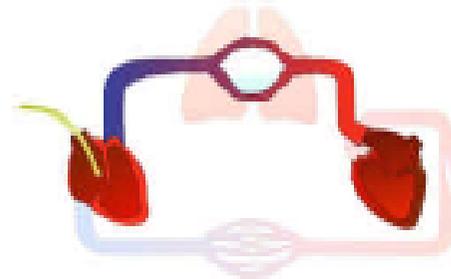
$$\text{ITBV} = 1.25 * \text{GEDV} - 28.4 \text{ [ml]}$$

血管外肺水 (EVLW) 测定原理

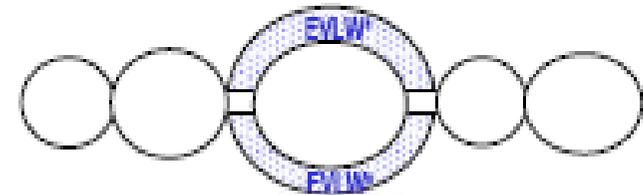
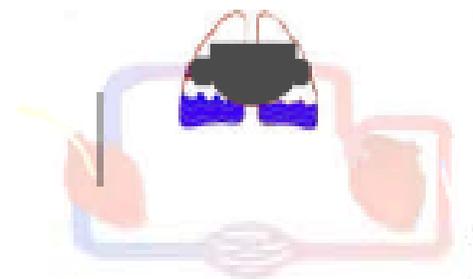
ITTV



ITBV

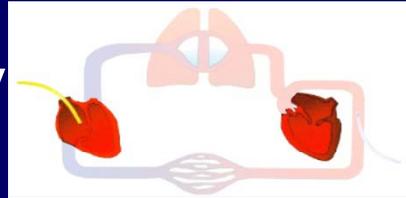


= EVLW*



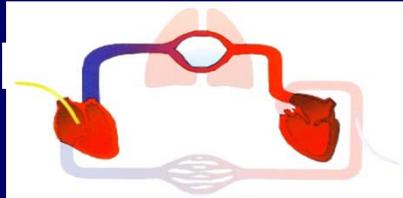
PiCCO前负荷指标

□ GEDV



680-800 ml/m²

□ ITBV



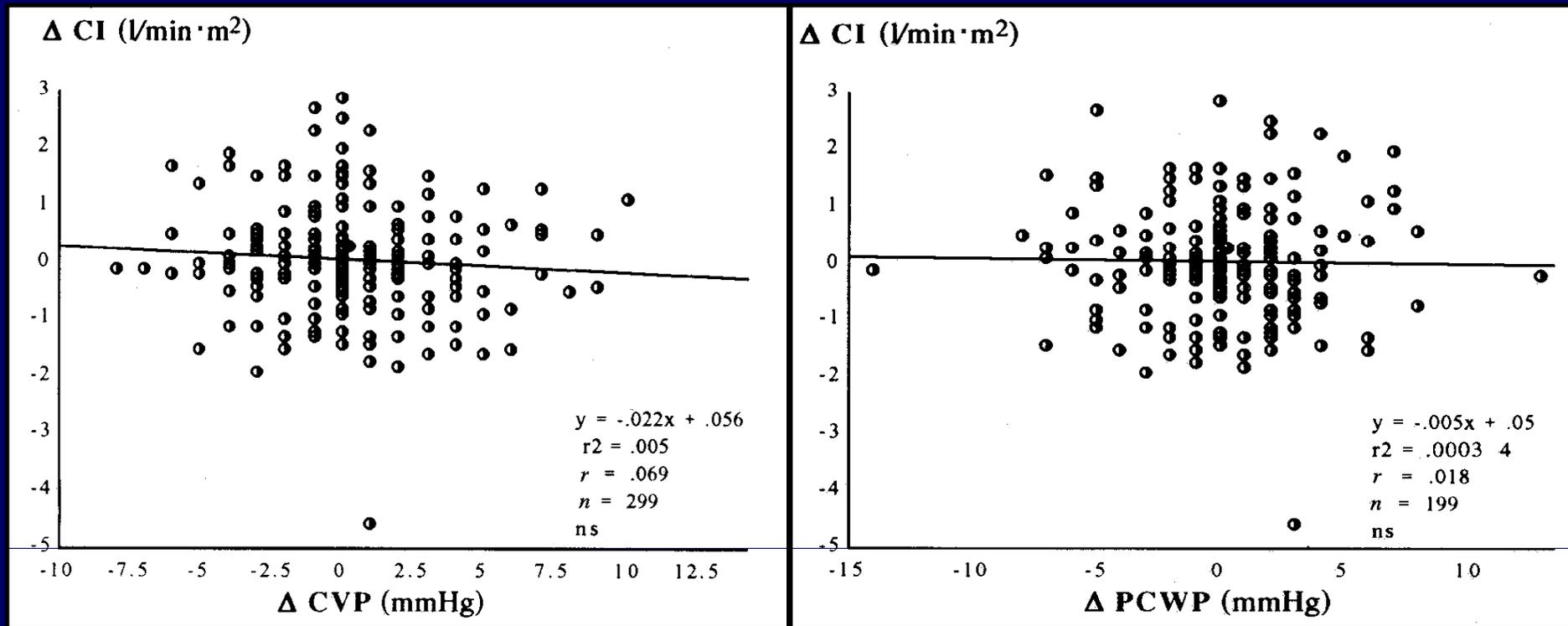
850-1000 ml/m²

- ITBV和GEDV最主要的优点是不受血管充盈度、心肌收缩力、心血管顺应性、机械通气、测定技术误差等因素的影响而产生错误, 因此能够在任何情况下提供前负荷情况的正确信息

PiCCO前负荷指标

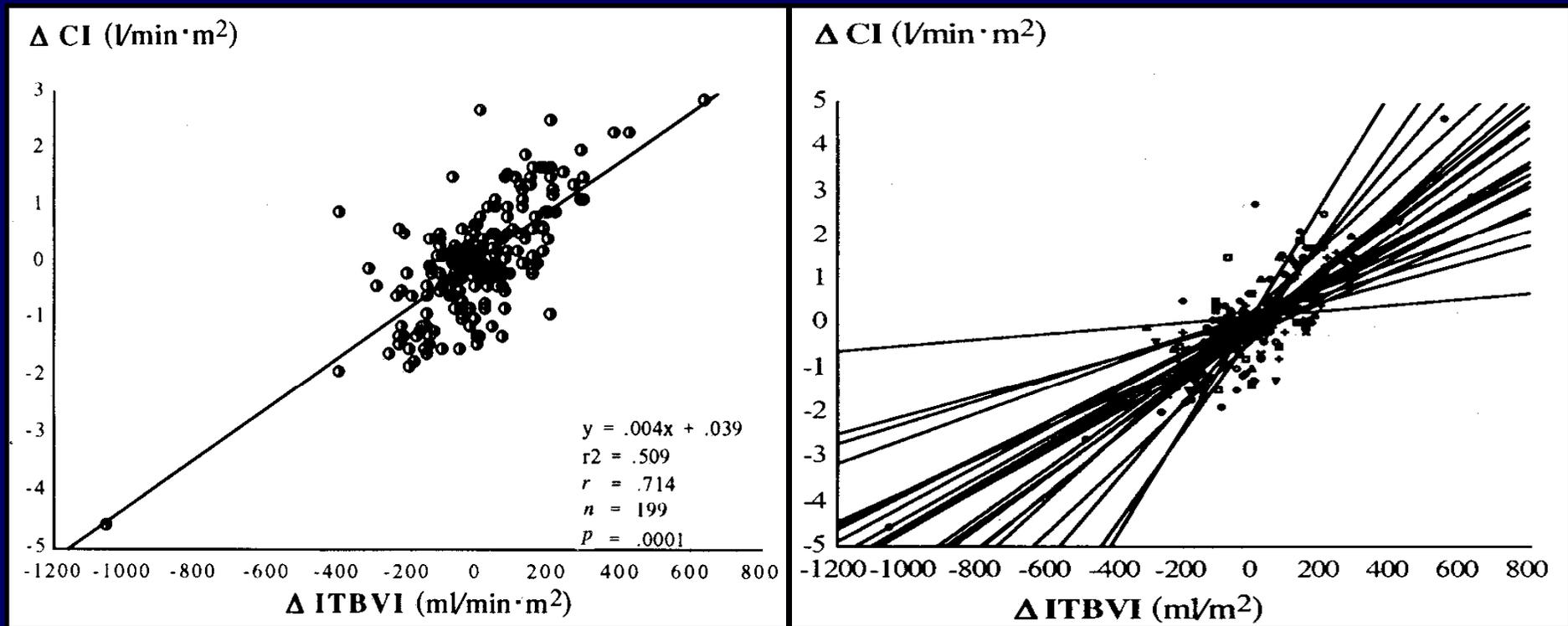
- ◆ 在反映心脏前负荷的敏感性和特异性方面，已经证实ITBV和GEDV优于压力指标CVP及PAWP
- ◆ SVV与PPV能预测扩容反应，实现功能性血流动力学监测（由静态-动态观察治疗反应）

CVP/PAWP不能预测扩容反应



Lichtwarck-Aschoff et al, Intensive Care Med 1992; 18: 142-147

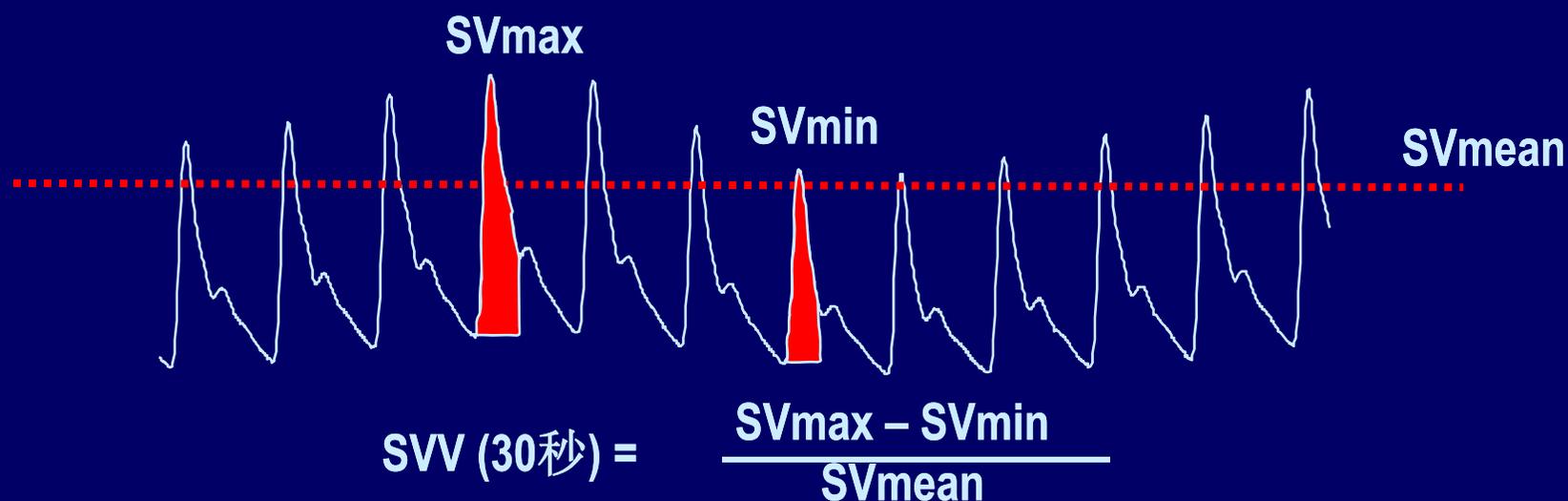
ITBV能更好地反映前负荷，并预测扩容反应



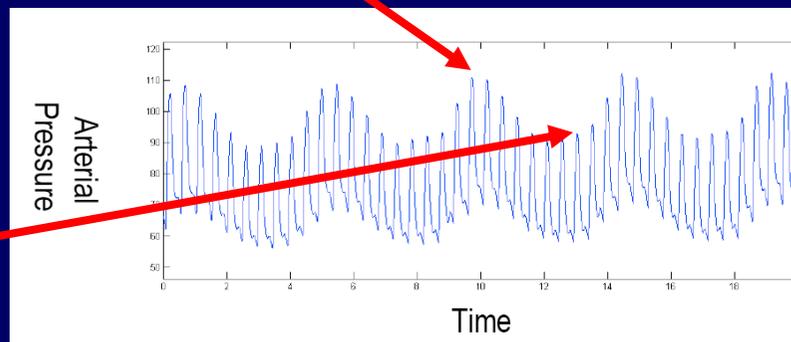
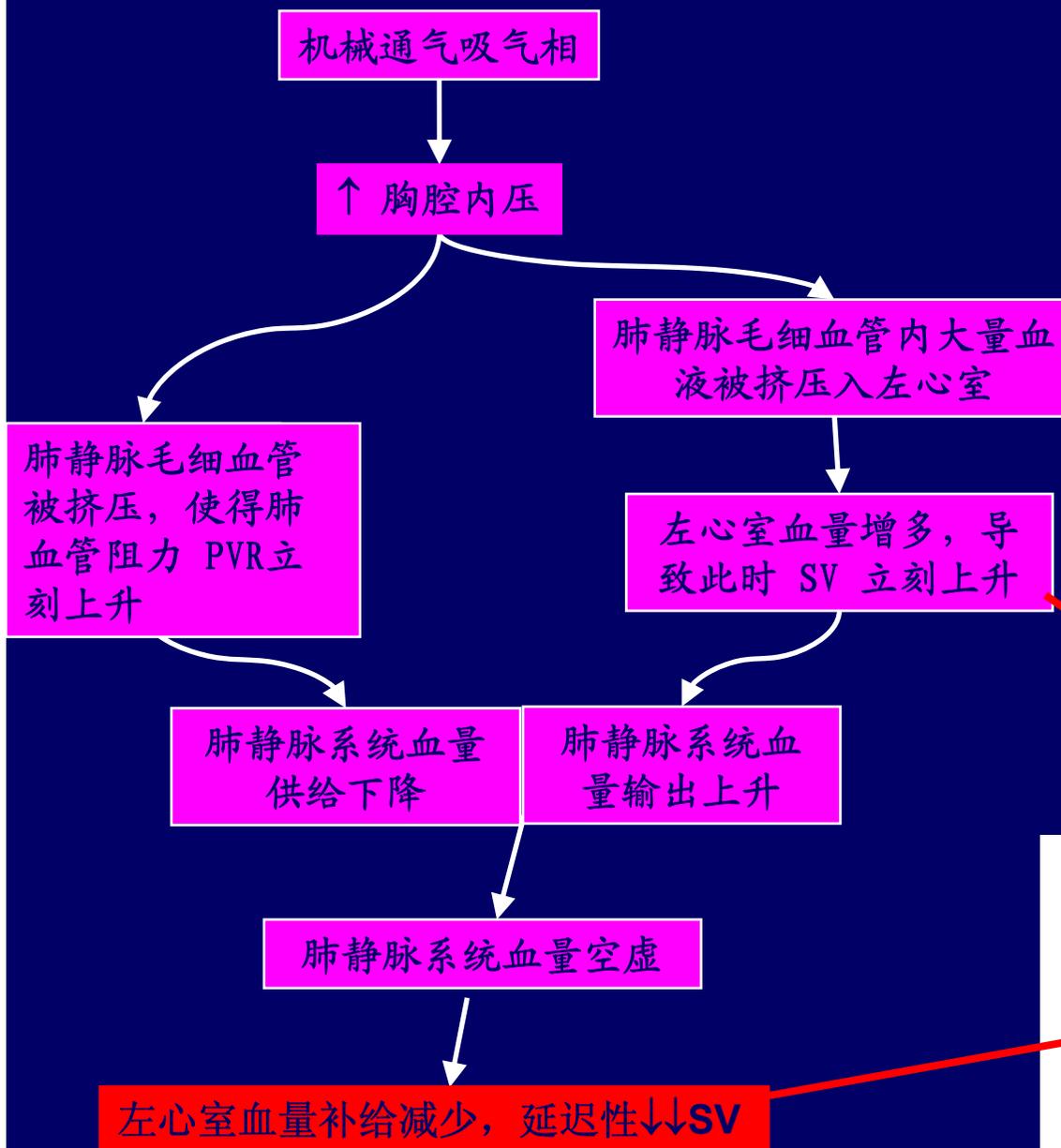
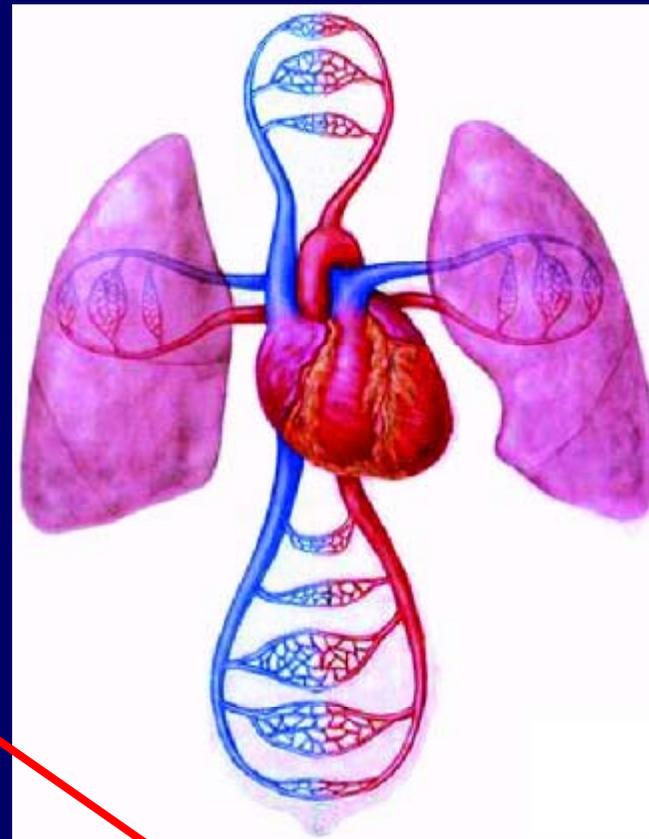
Lichtwarck-Aschoff et al, Intensive Care Med 1992; 18: 142-147

每搏量变异(SVV)

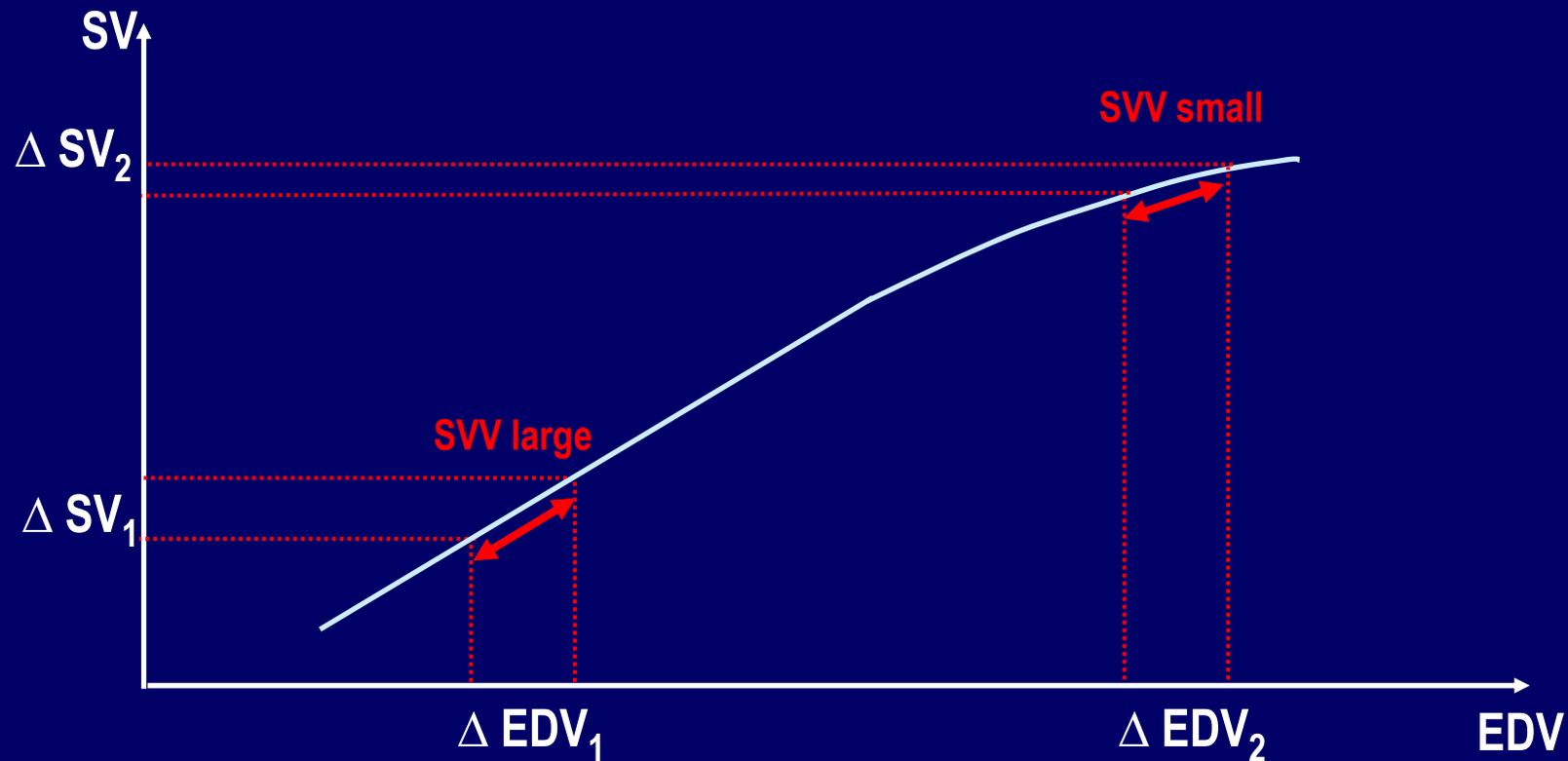
- 对于没有心律失常的机械通气患者
 - SVV反映了心脏对因机械通气导致的心脏前负荷周期性变化的敏感性
 - SVV可以用于预测扩容治疗是否会使每搏量增加



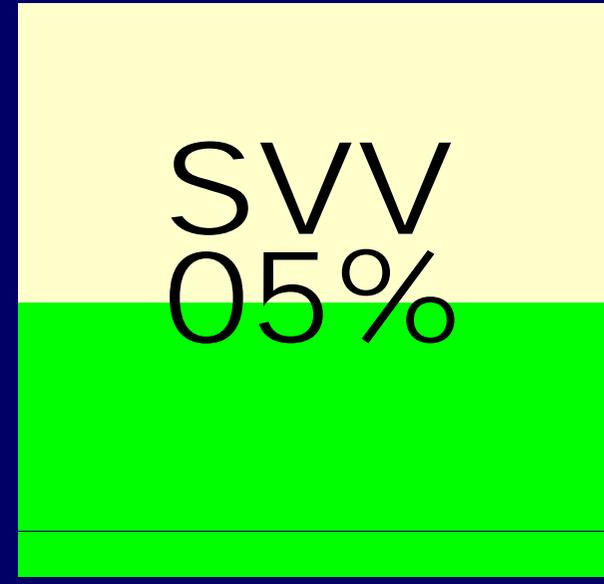
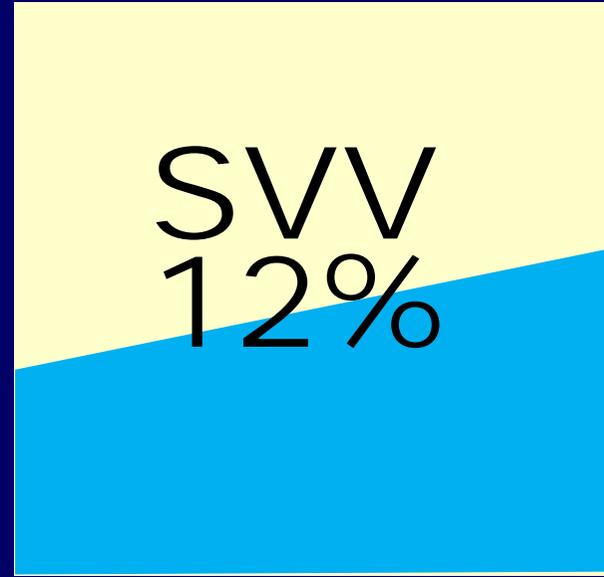
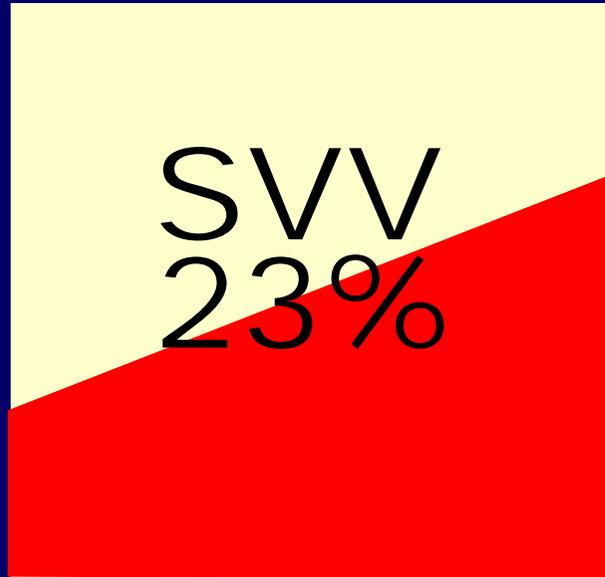
SVV的产生机制



SVV 提示心脏对容量治疗的反应好坏

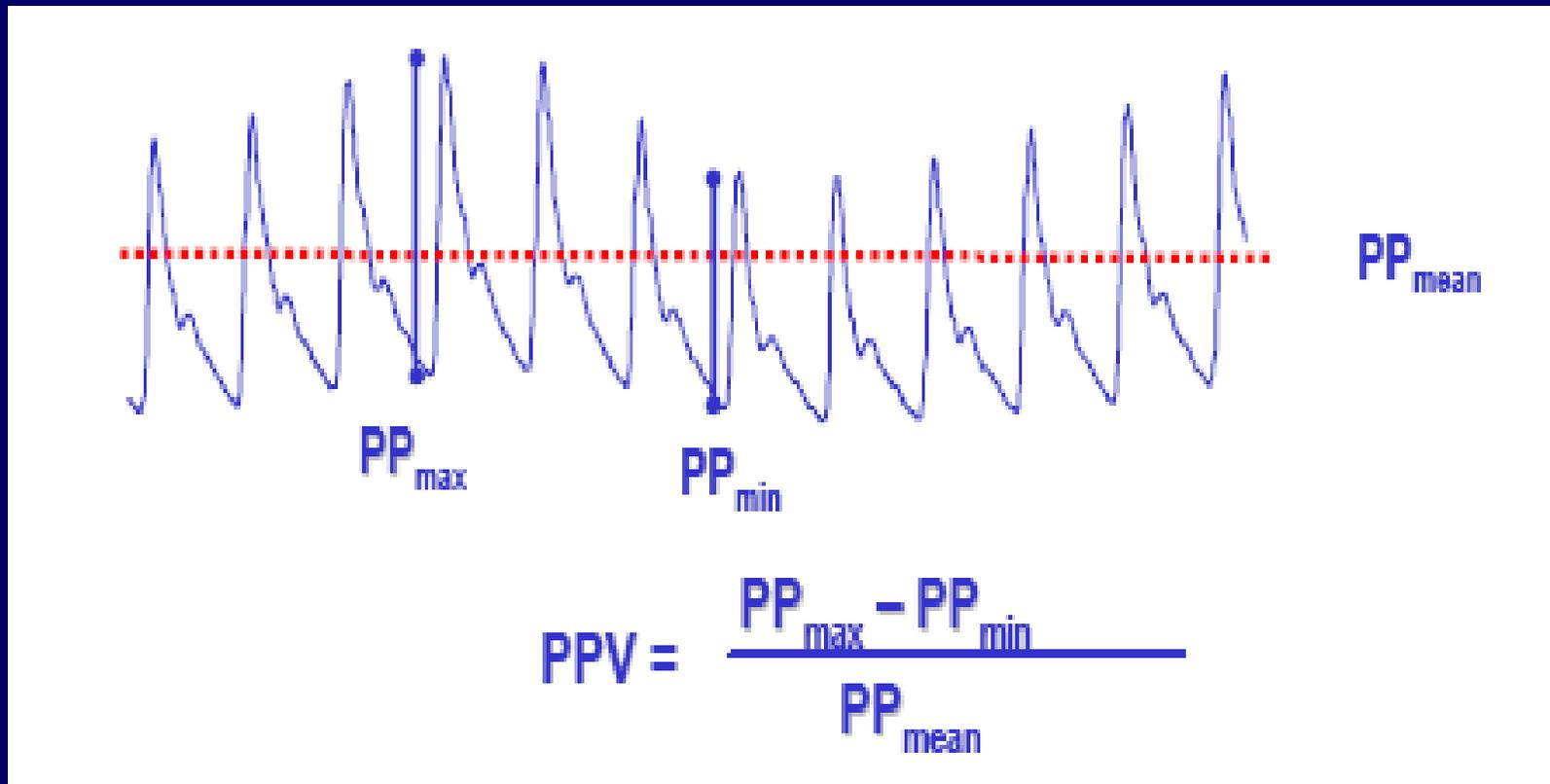


The increase of preload volume is equal: $\Delta EDV_1 = \Delta EDV_2$
 $\Delta SV_1 \gg \Delta SV_2$



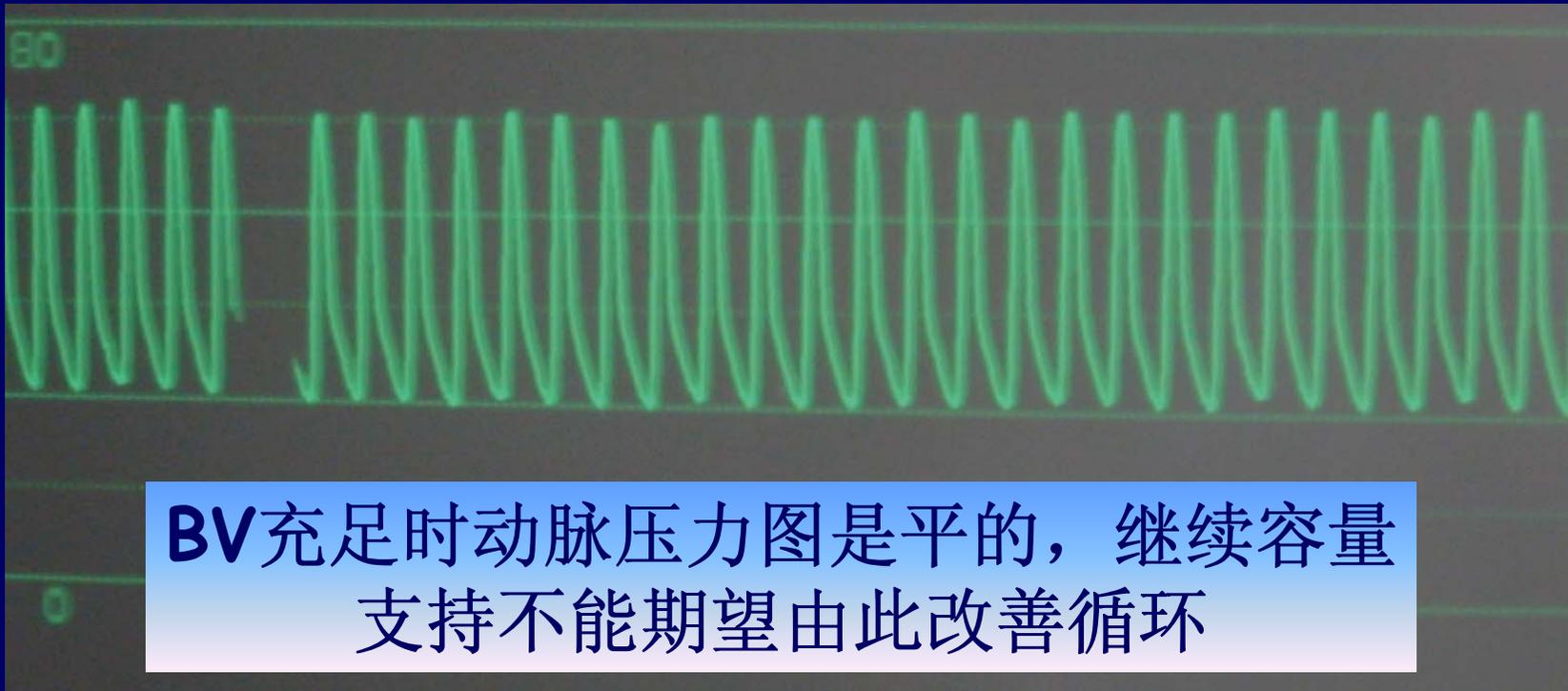
心功能曲线上，**SVV**切线越长，角度越大说明**SVV**值越大，越需要补液

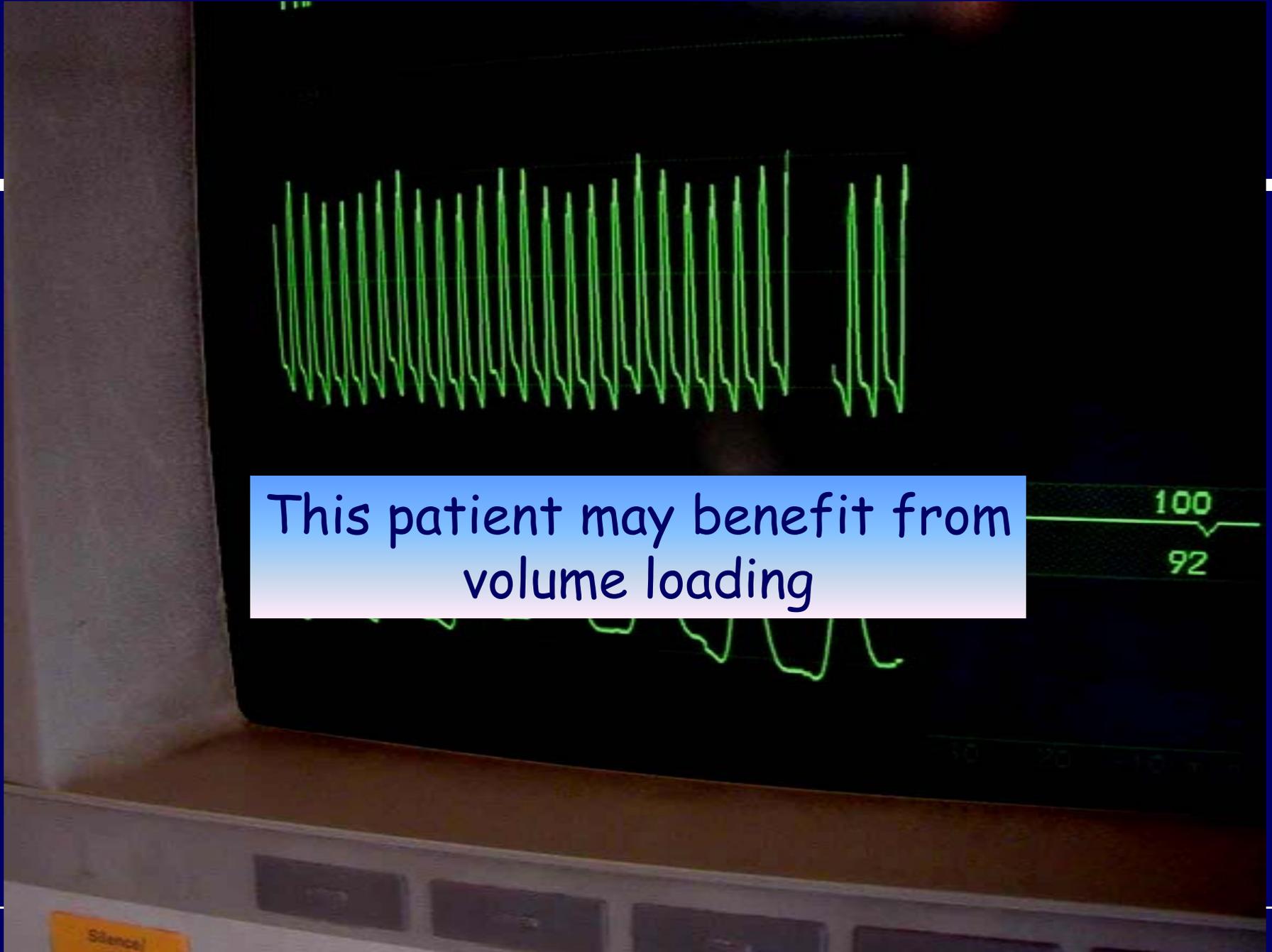
Pulse pressure variation (PPV)



- ✓ **PPmax**和**PPmin** 是过去 30 秒中的最大和最小值
- ✓ 只在受控机械通气病人有意义

SVV, PPV小的循环衰竭 应当用inotrope

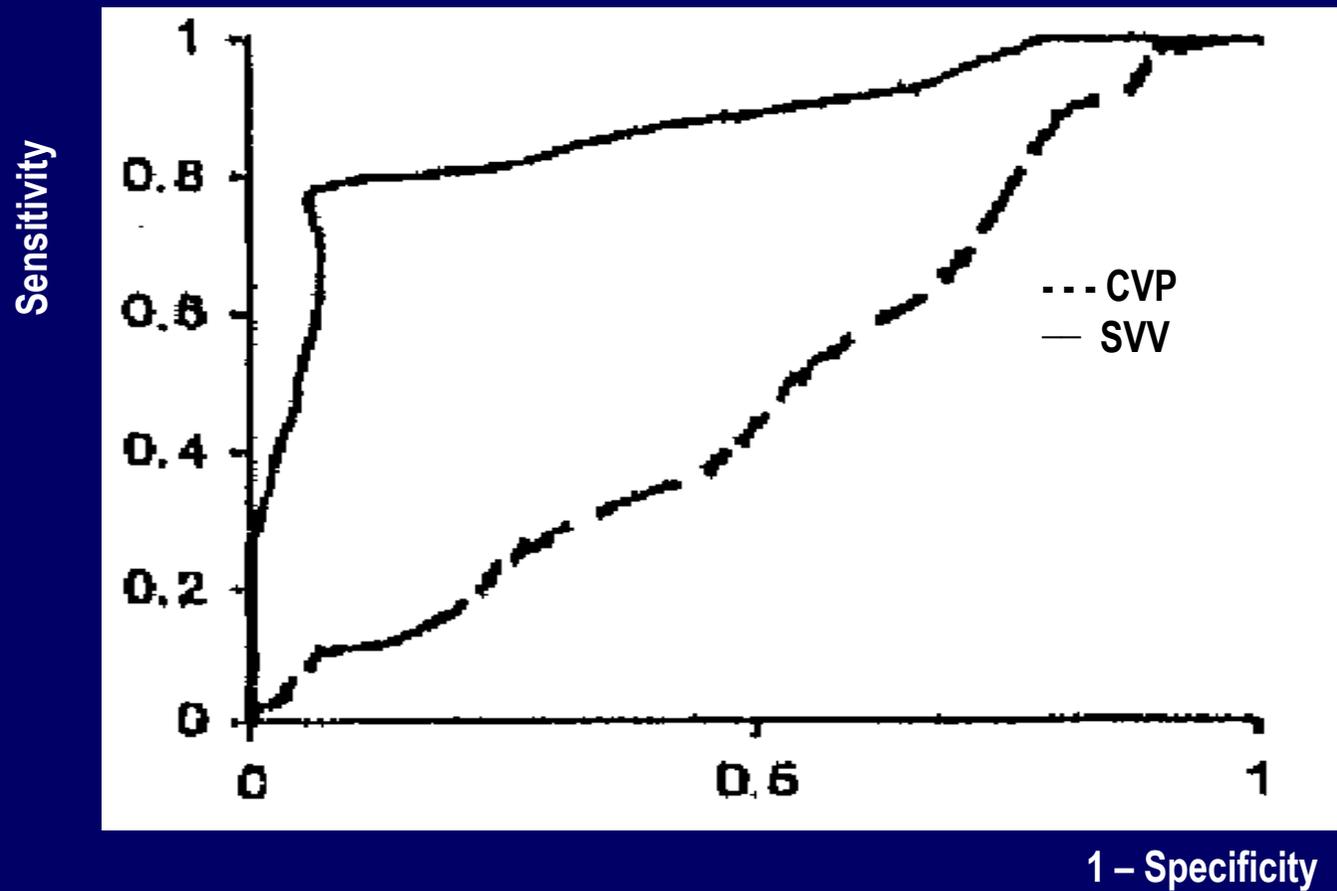




This patient may benefit from volume loading

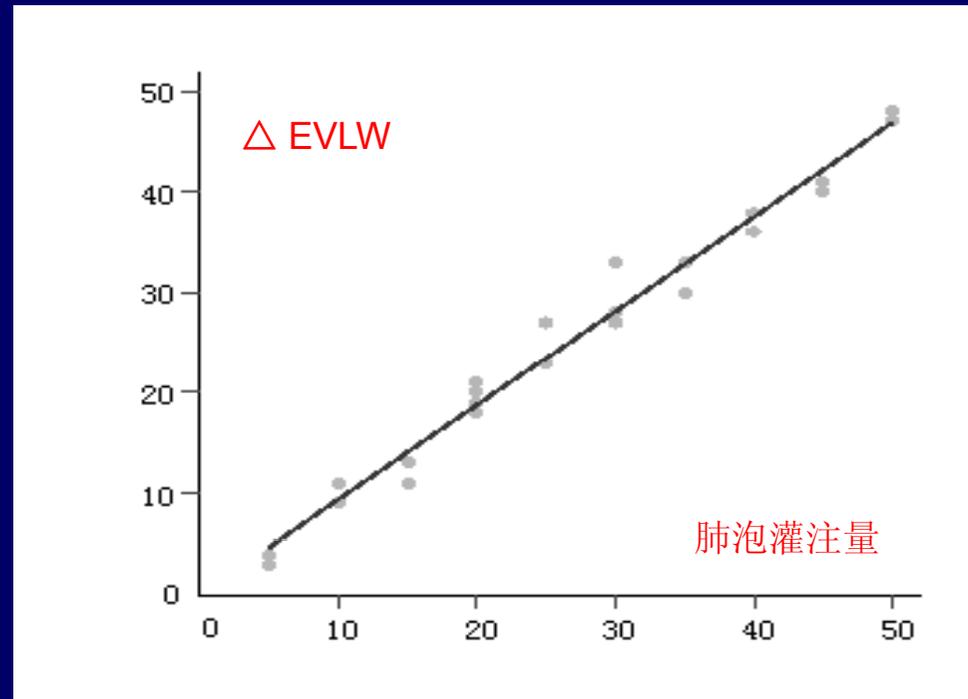
The image shows a medical monitor displaying a heart rate of 100 bpm and a rhythm consistent with narrow complex tachycardia. The ECG trace shows a regular rhythm with narrow QRS complexes. A text box is overlaid on the screen with the text "This patient may benefit from volume loading".

对扩容反应的预测性: CVP vs. SVV



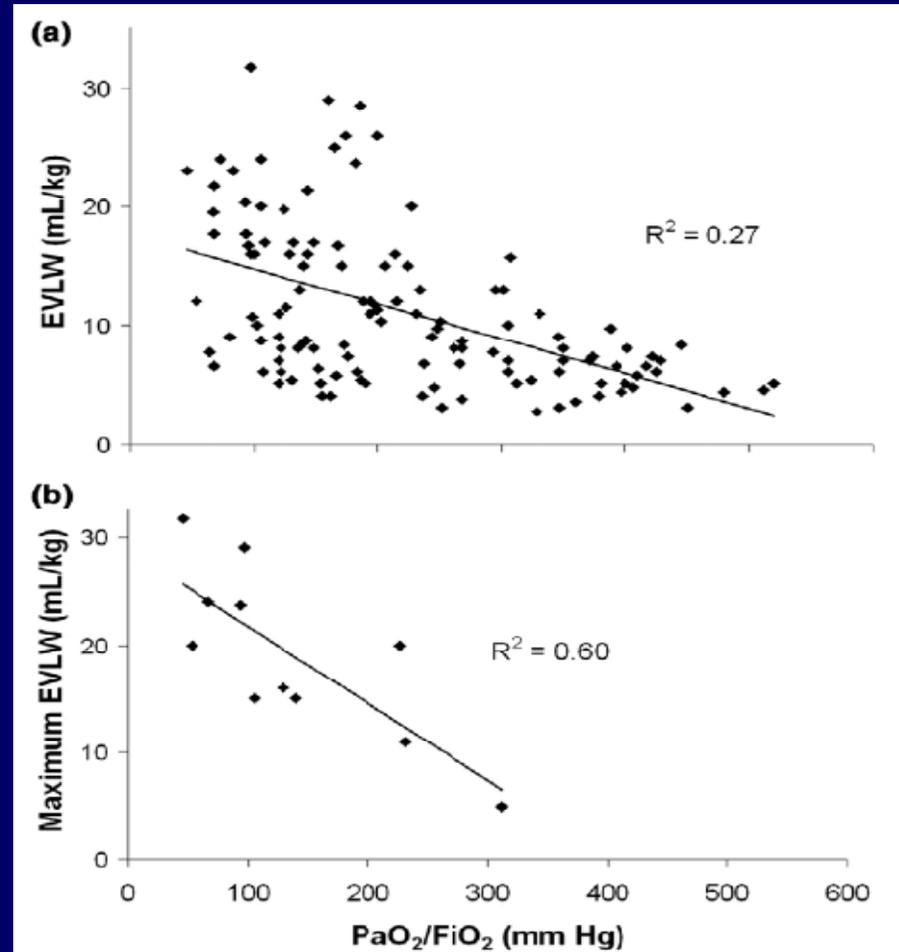
Berkenstadt et al, Anesth Analg 2001; 92: 984-989

EVLW准确性

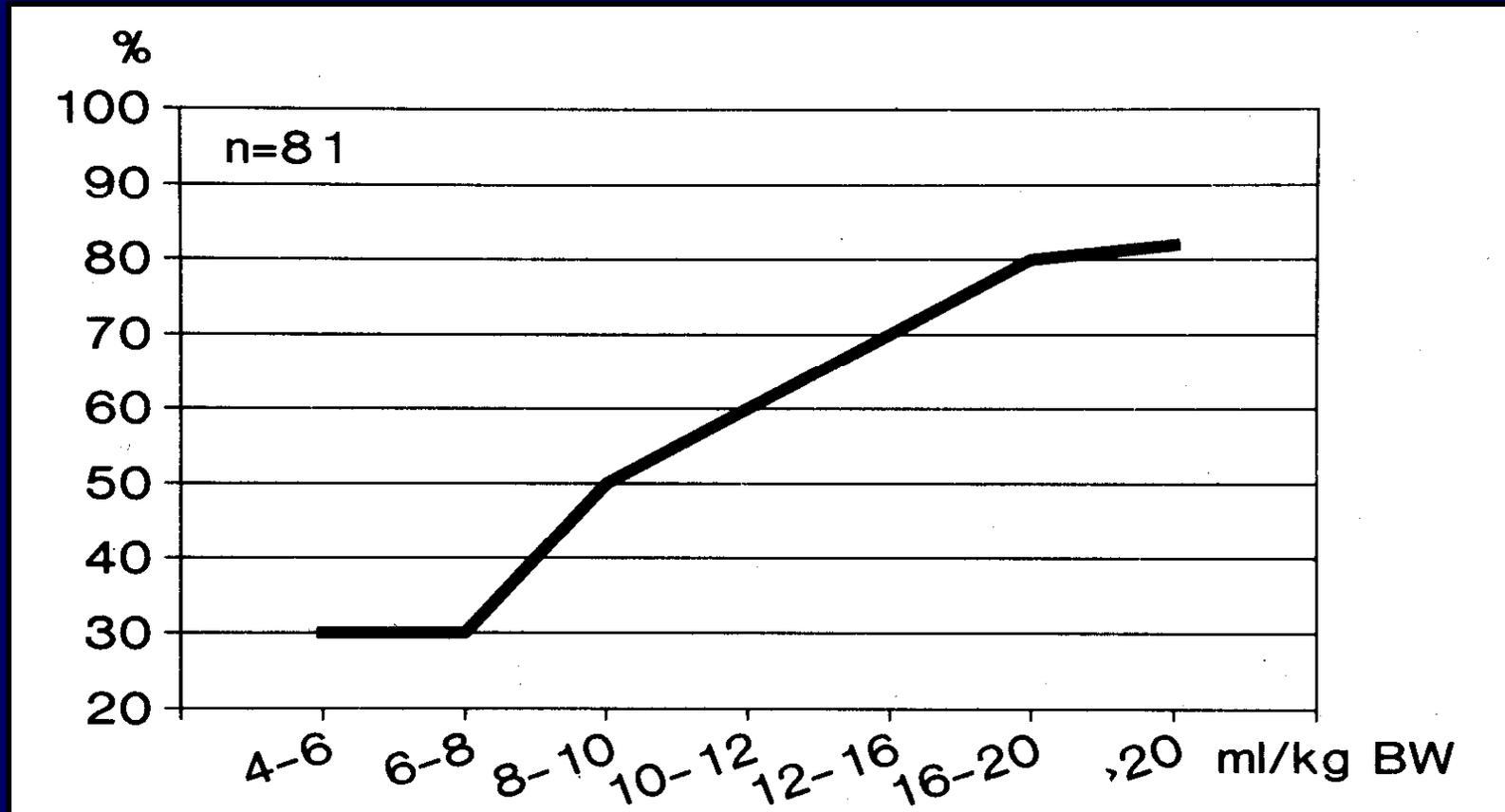


采用定量生理盐水对肺水清除障碍**ARDS**犬模型进行支气管肺泡灌注，测定灌注前后EVLW变化。

血管外肺水与氧合



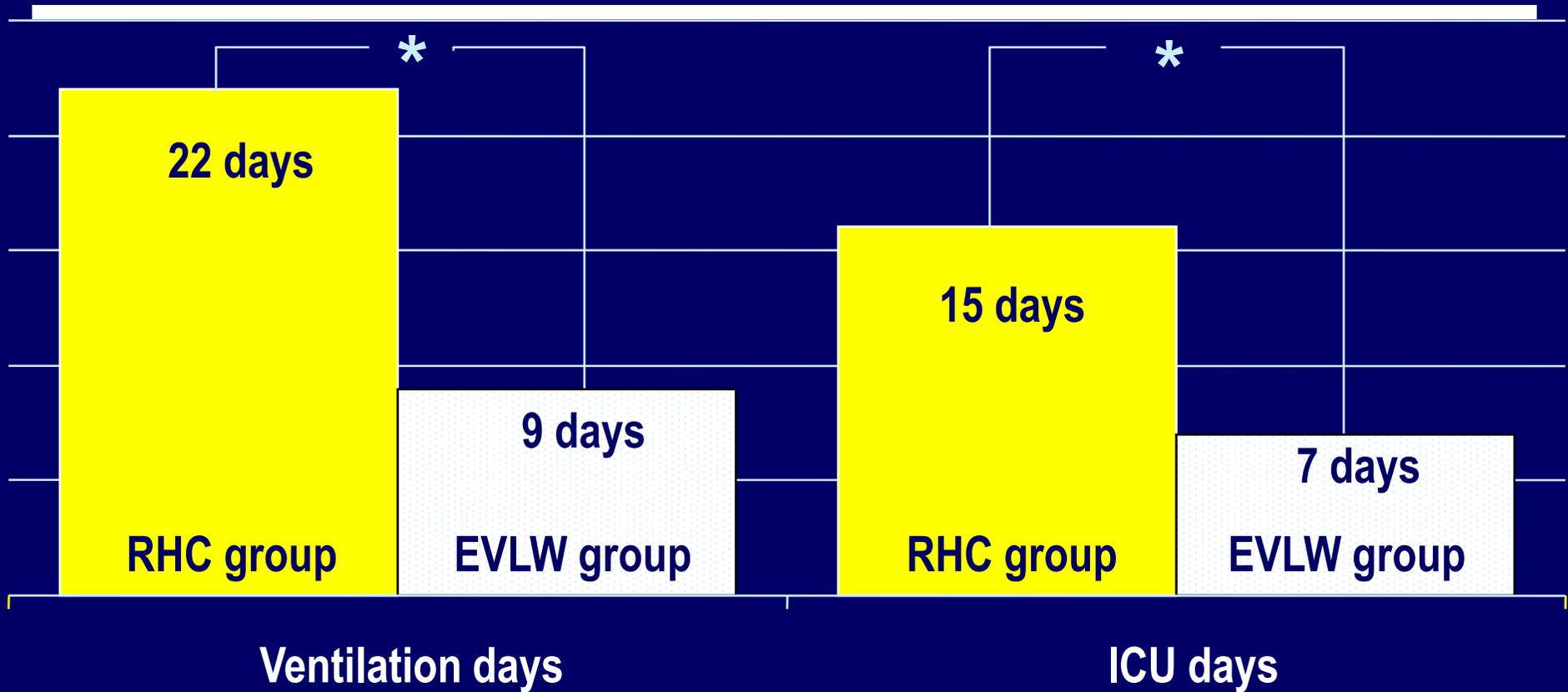
血管外肺水与病死率



Sturm, In: Practical Applications of Fiberoptics in Critical Care Monitoring,
Springer Verlag Berlin - Heidelberg - New York 1990, pp 129-139

加强肺水管理—减少肺水

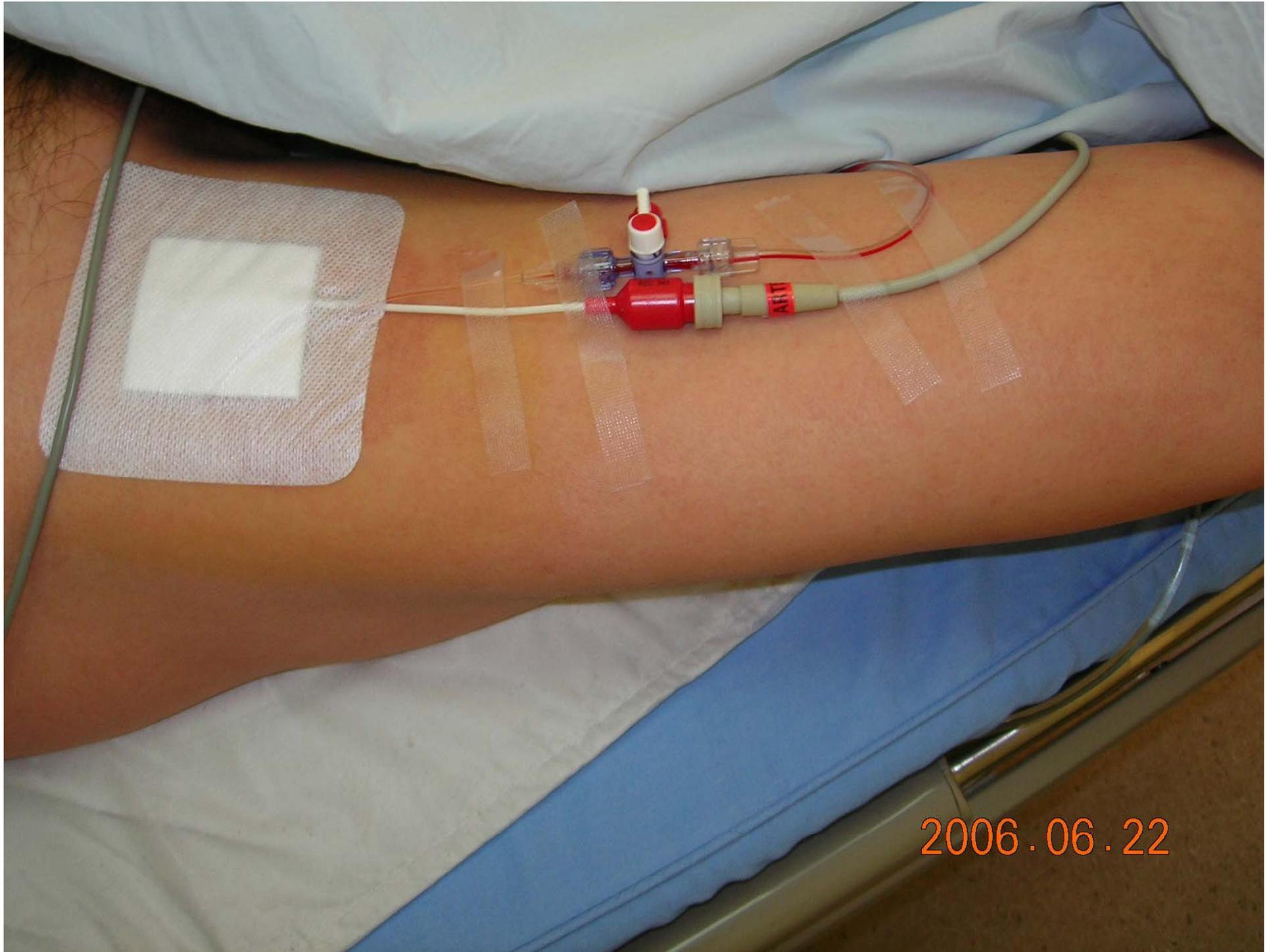
n=101



After: Mitchell et al, Am Rev Resp Dis 145: 990-998, 1992

早期发现肺水肿

指标	EVLW增加
临床症状	100 – 200%
胸片	100 – 200%
氧合(机械通气时)	300%
EVLW (PiCCO)	10 – 15%



2006.06.22

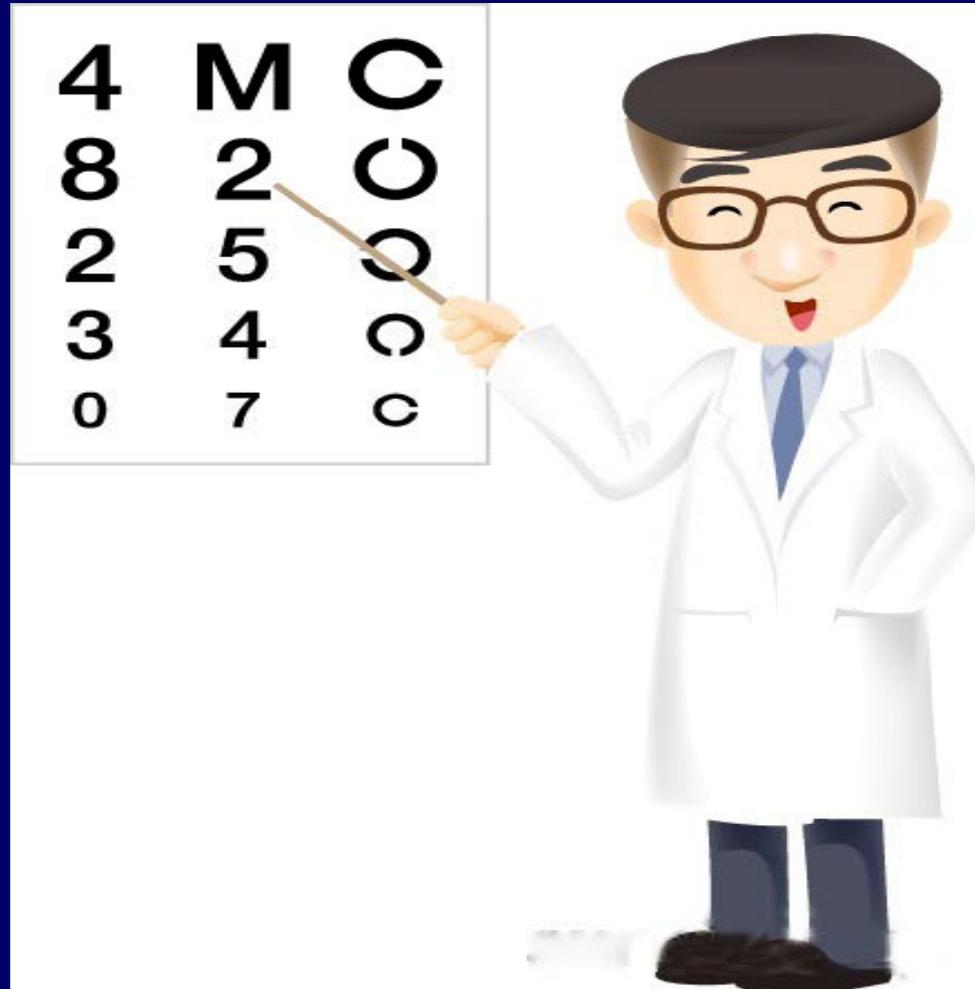


11



2006.06.22

试试眼力



病例1

- 66岁男性,重症肺炎患者
- I型呼吸衰竭,机械通气: PaO₂/FiO₂ ratio 128 , PEEP 18cmH₂O
- PiCCO:
 - MAP 58 mm Hg
 - GEDI 560 ml/m² (normal: 680 – 800 ml/m²)
 - CI 3.8 l/min/m²
 - SVV 21 % (normal: ≤ 10 %)
 - ELWI 16 ml/kg (normal: 3 – 7 ml/kg)
 - CVP 12 mm Hg
 - SVRI 968
 - PVPI 5.0
- 血流动力学结果如何解读?进一步治疗建议?

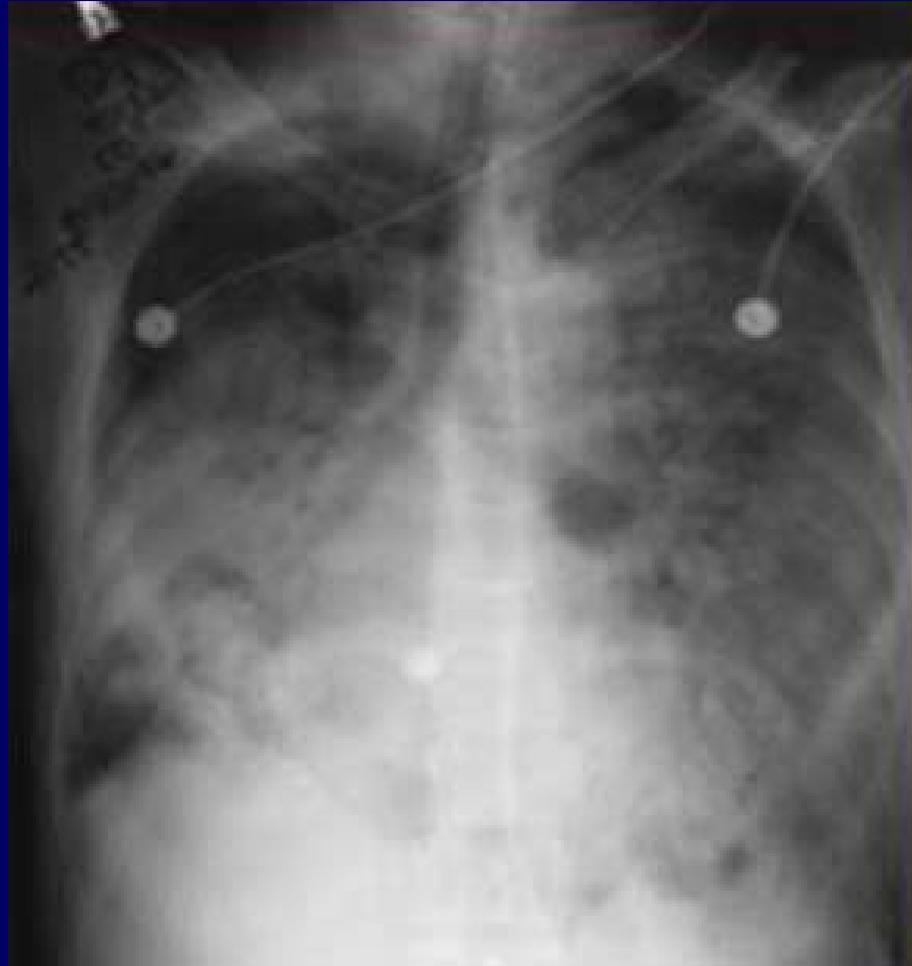
解读

- 感染性休克
- 低MAP,低GEDI,高SVV,似乎提示容量不足
- 但血管外肺水指标明显增高,扩容存在风险
- $CI > 3.0$,但似乎和感染性休克导致的高排低阻型休克不相符合
- 外周血管阻力下降

进一步治疗

- ARDS机械通气策略，小潮气量，高PEEP，可允许性高碳酸血症
- 容量复苏，目标性提高至 target GEDI, increased CI, lower SVV
- 患者仍然存在低血压，SVV 有所改善，血管外肺水进一步增加(MAP< 60, SVV 14%, ELWI 19), 开始应用去甲肾上腺素维持血压
- 中心静脉血氧饱和度ScvO₂ 58% → early goal-directed therapy used to normalize ScvO₂ at > 70% (normal: 70% - 80%), 加用正性肌力药物
- PaO₂/FiO₂ 进一步下降至110

Bedside Chest X-ray



后续治疗

- 抗生素治疗有效，患者肺部病变改善
- 机械通气条件逐渐下降, **PaO₂/FiO₂**改善
- 血管外肺水下降至**7 ml/kg**，成功脱机拔管

点评

- **CVP**达标，但考虑到高**PEEP**，并不能反映真正的前负荷水平，**PiCCO**提示容量存在提升空间，但血管外肺水需要警惕
- 中心静脉血氧饱和度可以反应外周氧耗需求，指导循环支持治疗
- 血管外肺水增加由于炎症渗出导致，随着感染控制逐渐恢复正常，对于脱机有帮助

病历2

- **55岁**男性患者，既往急性髓性白血病，因呼吸衰竭转入
- 转科前一周体重增加**7公斤**
- 血液科病房诊断化疗药相关性胃肠炎。
- **CVP 32cm H₂O.**
- 考虑存在急性肺水肿而应用速尿**40mg**

-
- 呼吸窘迫，**34次/分**，储氧面罩吸氧，**SpO2 90%**.
 - 核心体温**34.4° C**，**MAP of 59 mmHg** 窦性心动过速**140次/分**.
 - 立即气管插管，机械通气 (呼吸频率**24**，潮气量**500ml**, I: E **1:1**，**PEEP 15**)
 - **pO2/FiO2 115**.
 - 双肺呼吸音低，可及湿罗音.
 - 腹部张力高，腹壁硬，腹腔内压**26 mmHg**.
 - 其他检查无特殊，持续少尿.

PiCCO

诊断感染性休克——高排低阻

- CI 5.1 l/min/m²
- SVRI 680.
- CVP 24 mmHg
- SVV 15%
- GEDI 650 ml/m²
- ELWI 17 ml/kg

如何解读?治疗建议?

□ 血培养粪肠球，便CD菌毒素测定（+）

□ 针对病因的治疗

-
- **MAP**最初对容量复苏和升压强心药反应有效
 - 液体正平衡，**12L**，仍无尿
 - 去甲肾 **1mcg/kg/min**
 - 多巴酚 **15 mcg/kg/min**
 - **pO₂/FiO₂ =75**
 - **CVP 29 mmHg, MAP 65 mmHg, SVV 13%,
GEDI 780 ml/m², IAP 28 mmHg, ELWI 17
ml/kg**
 - 怎么办？

-
- 诊断伪膜性肠炎，中毒性巨结肠，腹腔间室综合征，感染性休克.
 - 腹部**CT** 全结肠直径**18cm**，肠壁增厚达**3.5cm**, the.
 - 手术，结肠造口，腹腔减压术.

-
- 术后**CI**和**SVV**明显改善
 - **CVVH**液体负平衡，补充胶体，改善肺内渗出
 - 情况改善**IAP 16 mmHg**
 - **ELWI 13 ml/kg**
 - **pO₂/FiO₂ 175**
 - **CVP** 维持在**18 to 22 mmHg**
 - **SVV** 恢复至**10-13%**

点评

- **CVP**受腹腔内压和胸腔内压影响并不能反应前负荷状态，甚至误导治疗，**PiCCO**弥补了它的不足
- **CI**升高并不能反映容量状态，即使高排，也有上升空间，是否应用需要评估临床情况
- 何时应该终止容量复苏？以什么为标准？
- 病因治疗至关重要
- 血管外肺水可以指导肺循环的治疗，如补充胶体后负平衡。

结 论

- 不经过右心，技术掌握容易，并发症少
- 评价前负荷及对扩容的反应优于传统压力指标
- 打破传统静态监测，实现动态功能性监测
- 定量测量肺水肿
- **Picco并非万能，仍需结合临床加以判断**

谢谢！

