

PiCCO技术

北京协和医院重症医学科
刘晔

PiCCO测量的指标

■ 热稀释参数（单次测量）

- 心输出量
- 全心舒张末期容积
- 胸腔内血容积
- 血管外肺水
- 肺毛细血管通透性指数

CO / CI
GEDV
ITBV
EVLW / EVLWI
PVPI

■ 脉搏轮廓参数（连续测量）

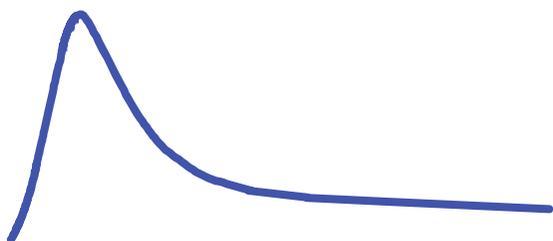
- 脉搏连续心输出量
- 每搏量
- 动脉压
- 全身血管阻力
- 每搏量变异

PCCO / PCCI
SV / SI
MAP
SVR
SVV

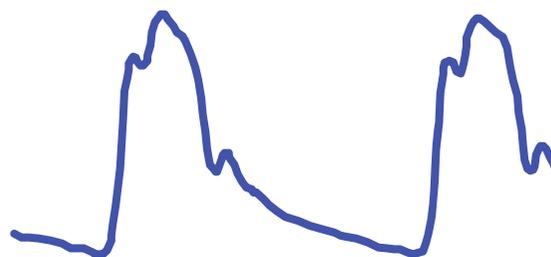
PiCCO技术的原理

- PiCCO技术由下列两种技术组成，进行血流动力和容量治疗

a. 经肺热稀释技术

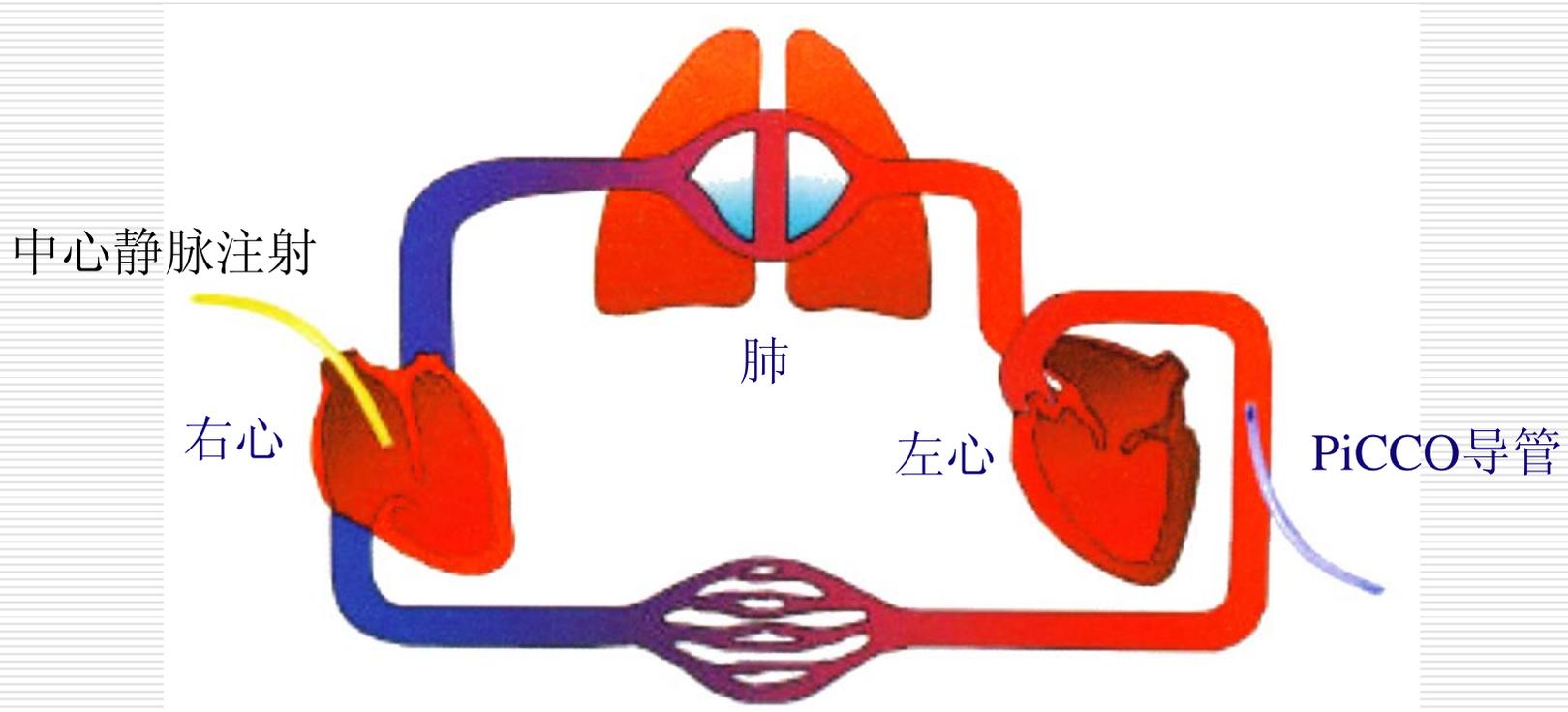


b. 动脉脉搏轮廓分析技术



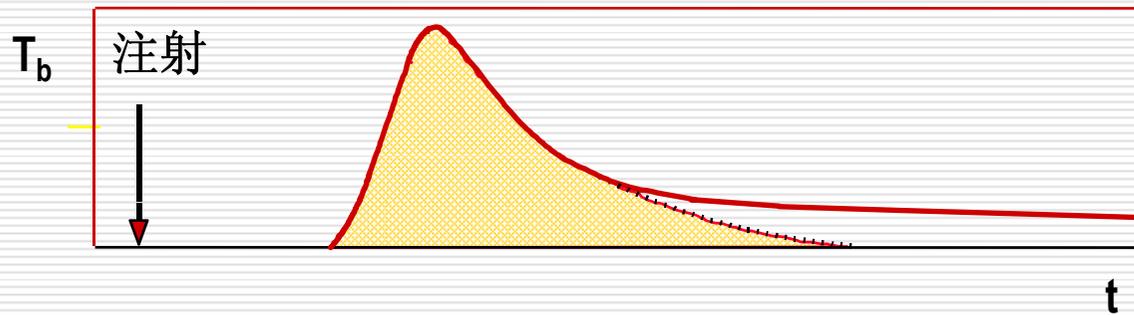
经肺热稀释

- 注射室温 ($<24^{\circ}\text{C}$) 或冷 ($<8^{\circ}\text{C}$) 生理盐水



心输出量的获得

- 中心静脉内注射指示剂后，动脉导管尖端的热敏电阻测量温度下降的变化曲线
- 通过分析热稀释曲线，使用 **Stewart-Hamilton** 公式计算得出心输出量（**CO**）：

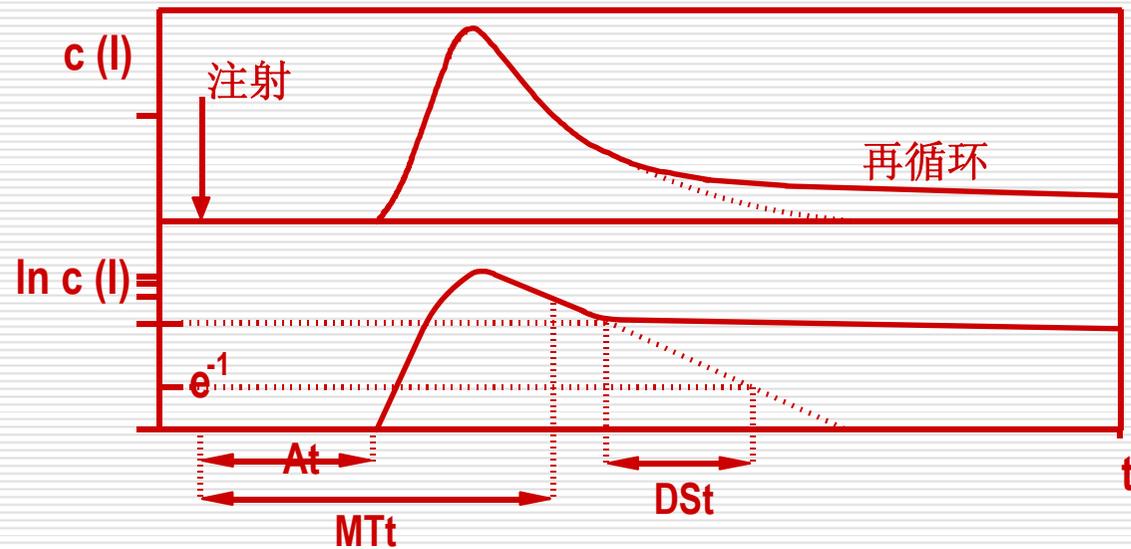


容积参数

- 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进一步分析，可以得到这些容量参数。

容积参数



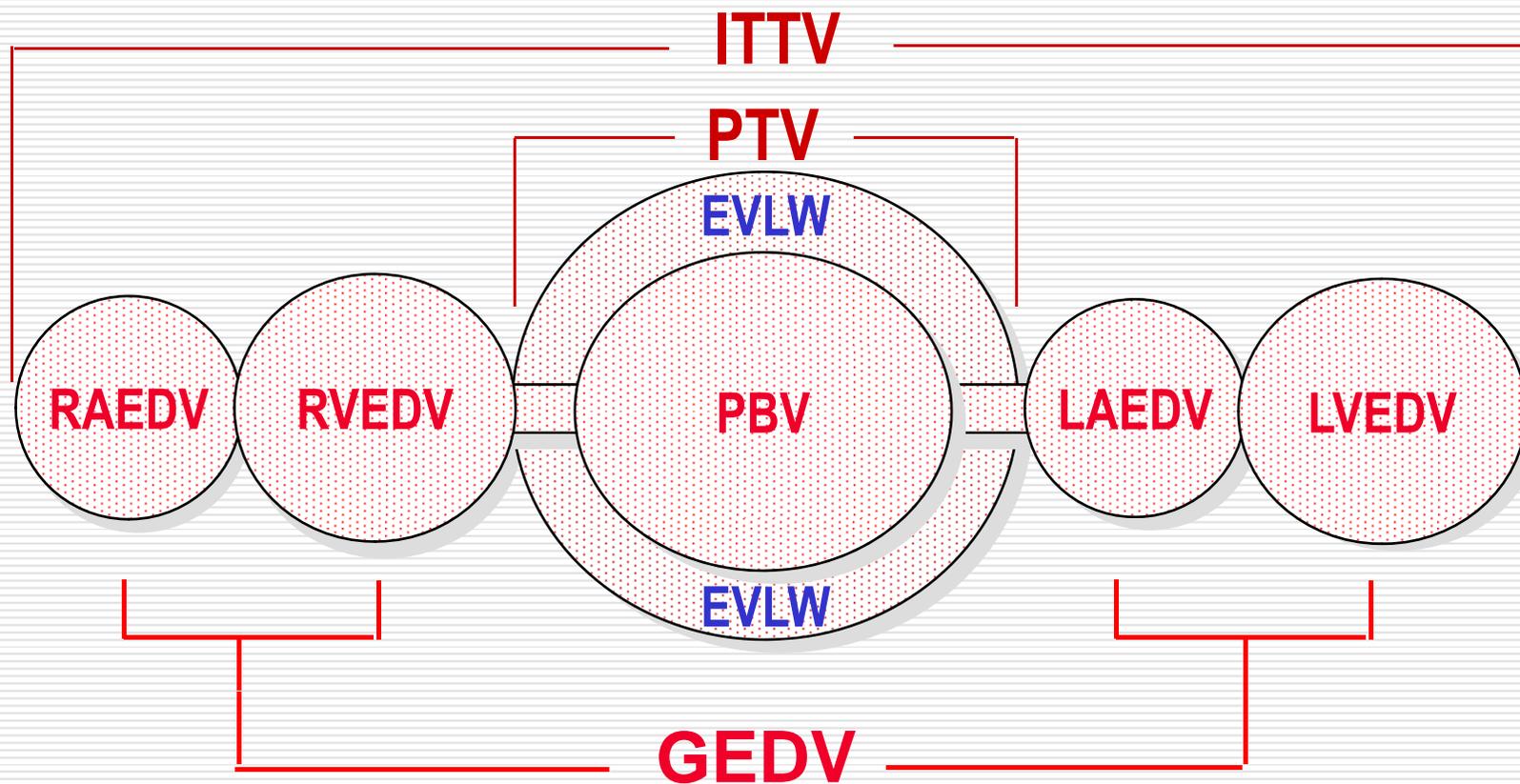
MTt: Mean transit time 平均传输时间
 \approx half of the indicator passed
the point of detection

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

容积参数

- 总容积 = $MTt \times CO$
 - 最大腔容积 = $DSt \times CO$
 - 下降时间 DSt 由其中最大的腔室决定 (比其它腔至少大 **20%** 成立)
-

胸腔内容积组成



容量测量

- 胸腔总热容积 (ITTV)

$$\text{ITTV} = \text{CO} * \text{MTt}$$

- 肺内总热容积 (PTV)

$$\text{PTV} = \text{CO} * \text{DSt}$$

- 全心舒张末期容积

$$\text{GEDV} = \text{ITTV} - \text{PTV}$$

指标的计算

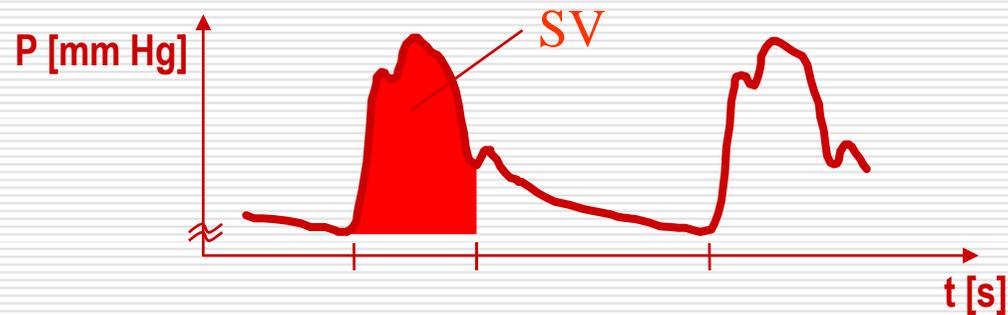
□ $ITBV = 1.25 * GEDV - 28.4 \text{ [ml]}$

□ $EVLW = ITTV - ITBV$

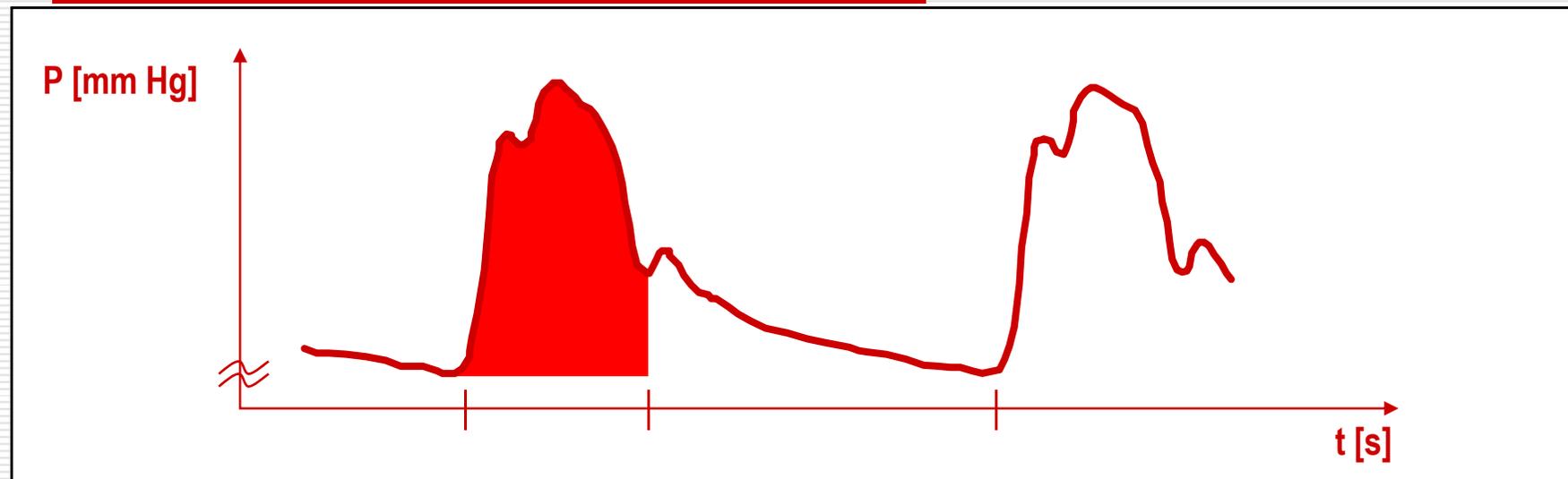
□ $PVPI = EVLW / PBV$

动脉脉搏轮廓分析

- 动脉脉搏轮廓分析通过动脉压力波型的形状获得连续的每搏参数
- 通过经肺热稀释法的初始校正后，该公式可以在每次心脏搏动时计算出每搏量（**SV**）



动脉脉搏轮廓分析



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

与病人有关的校正因子

心率

压力曲线
下面积

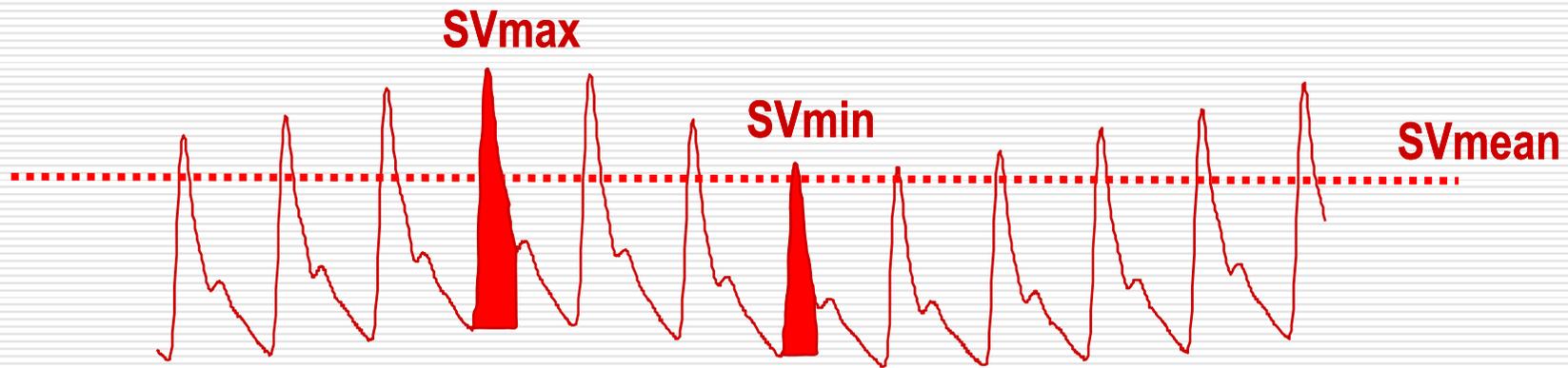
动脉顺应性参数

压力曲线
形状

动脉脉搏轮廓分析

□ PCCO受外周阻力和动脉顺应性的影响

每搏量变异 (SVV)



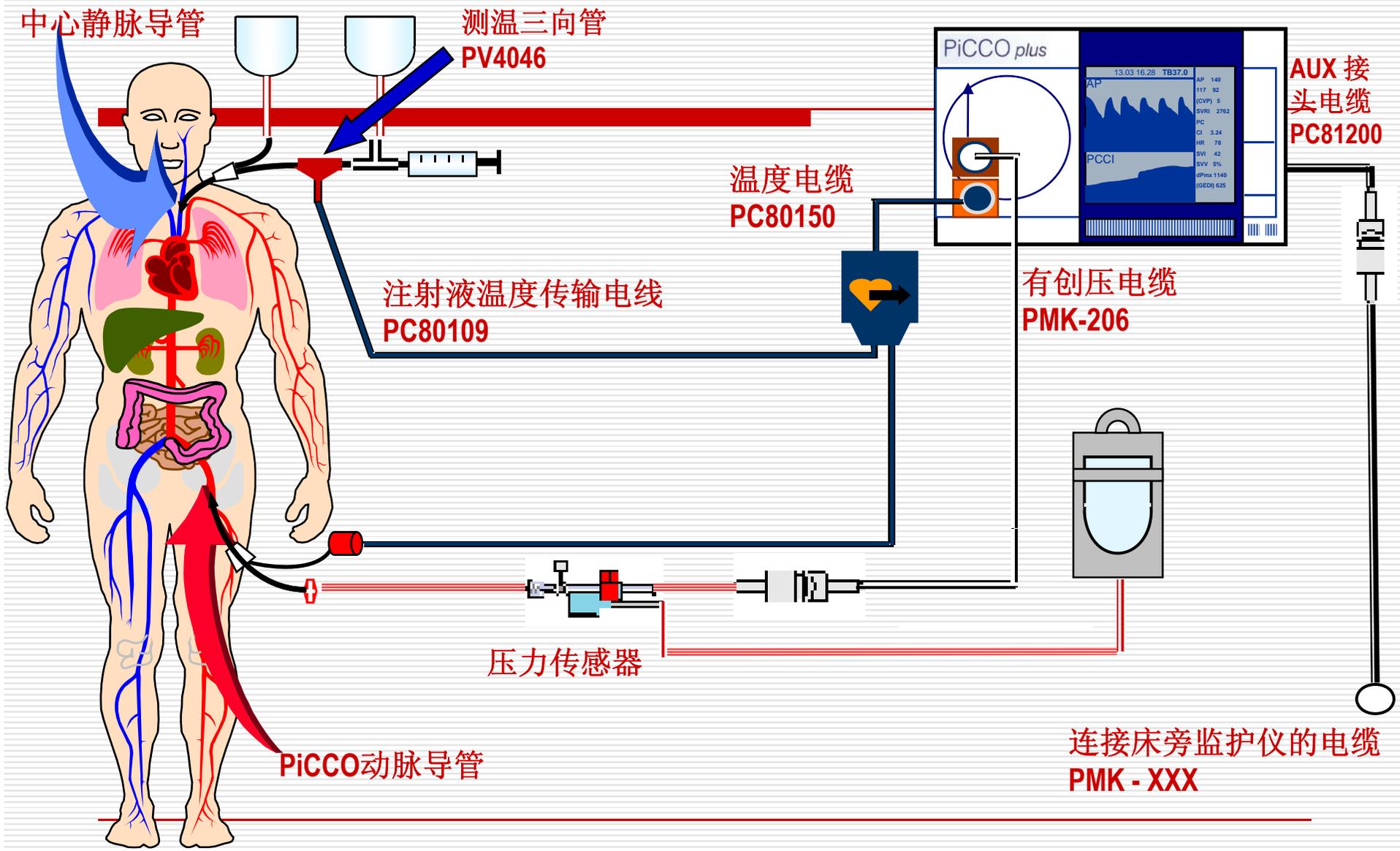
$$SVV (30秒) = \frac{SV_{max} - SV_{min}}{SV_{mean}}$$

每搏量变异 (SVV)

- 对于没有心律失常的受控机械通气病人，
 - **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
-

PiCCO系统的连接

- 把注射液温度感受器的固定仓（T型管）连接到中心静脉通路上
 - 在大动脉内插入PiCCO动脉热敏电阻导管，最好是股动脉，也可以使用肱动脉、腋动脉或桡动脉（要使用较长的导管）
 - 把注射液温度感受器、动脉导管的热敏电阻和压力导管连接到PiCCO监护仪上
-



PiCCO: 导管位置问题

□ 颈内静脉Vs股静脉

Haemodynamic parameter	Internal jugular central venous catheter	Femoral central venous catheter	% difference	Significance
Intrathoracic blood volume index (ml/m ²)	1059	1345	27	<0.001
Extravascular lung water index (ml/kg)	14.2	15.8	12	0.049
Cardiac index (ml/m ²)	4.05	4.06	<1	0.92

PiCCO: CVVH的问题

	On CVVH	Off CVVH	95% CI Diff Means	P
Cardiac index (l/min/m ²)	3.42 (3.10-3.74)	4.49 (4.08-4.91)	-1.38 to -0.76	<0.001
Intrathoracic blood volume index (ml/m ²)	943 (873-1013)	1324 (1181-1467)	-500 to -262	<0.001
Extravascular lung water index (ml/kg)	11 (9-13)	9 (7-11)	1.3-2.8	<0.001

□ 低估CI, ITBVI, 高估ELWI

PiCCO: CVVH的问题

Parameter	RRT	No RRT	RRT
HR (1/min)	99 ± 27	100 ± 27	99 ± 27
MAP (mmHg)	74 ± 14	76 ± 12	74 ± 13
CVP (mmHg)	14 ± 4	14 ± 4	14 ± 4
CI (l/min/m ²)	3.8 ± 1.4	3.9 ± 1.3	3.8 ± 1.3
ITBVI (ml/m ²)	934 ± 254	945 ± 255	920 ± 247
EVLWI (ml/kg)	8.3 ± 3.7	8.3 ± 3.6	8.4 ± 3.6

- 低估CI ($p < 0.01$)，ITBVI ($p = 0.02$)，ELWI影响不大 ($p = 0.42$)
-

PiCCO: 校准问题

- 连续监测与单次注射的差异
 - 不同校准间隔的差异

 - 结论: CI_{pc} 稍低于 CI_{td} ($0.14l/min.m^2$, 标准差 $0.72l/min.m^2$)。时间间隔增加 (8h vs 12h) 并不增加差异。
 - Franzen M et al: Reliability of the continuous cardiac index measurement using the pulse contour analysis of the PiCCO-system. Critical Care 2007; 11(Suppl 2): P292
-

PiCCO: 校准问题

- 并无文献明确规定每次校准需要注射多少次
 - 两次注射是否足够?
 - 比较前两次测量CI的平均值 (M1) 与3次测量的平均值 (M2)

 - 结论: M1与M2差别较大 ($3.28 \pm 1.07 \text{ l/min.m}^2$ vs $5.74 \pm 1.07 \text{ l/min.m}^2$)。两次测量可能不足以可靠地测定心输出量
 - Alaya S, et al: PiCCO monitoring – are two injections enough? Critical Care 2007; 11(Suppl 2): P293
-