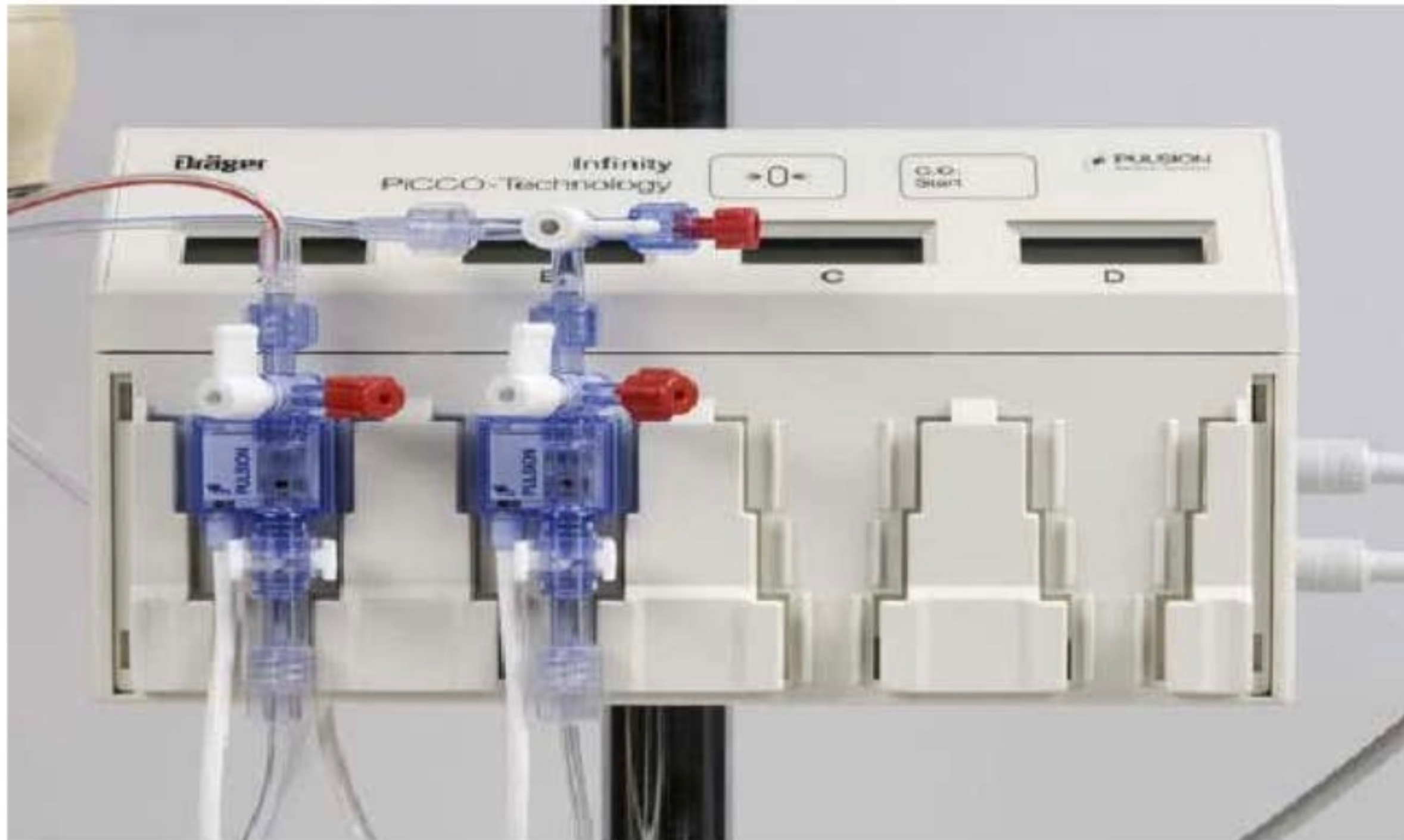


Monitorizarea Hemodinamica Avansata Infinity PICO-Technology



History of the PiCCO-Technology

- Intelligent hemodynamic monitoring
- Paradigm shift in hemodynamic monitoring
- Integration into patient monitoring monitors
- Most widely used less-invasive method



- All modules use exclusively PiCCO disposables



E - PiCCO
Module 2014



PHILIPS
PiCCO &
CeVOX Module
2003



PiCCO & CeVOX
Module 2011

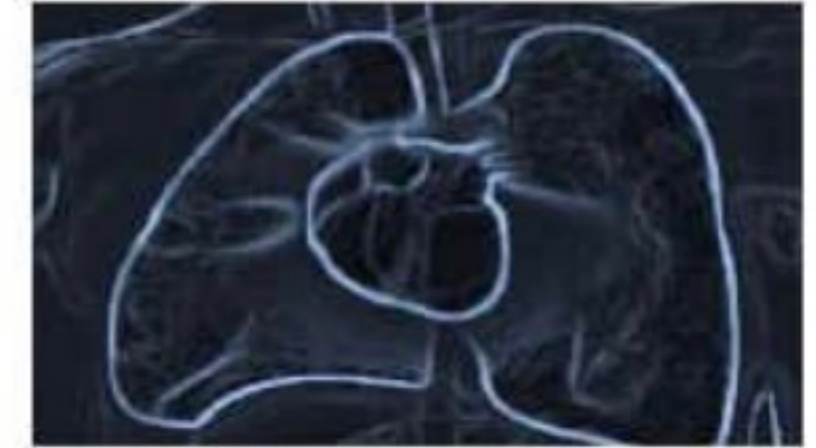


PiCCO Smart Pod
2005



Indicatii pentru tehnologia PICCO

Monitorizarea hemodinamica prin metoda Termodilutiei transpulmonare PICCO este de obicei indicata la pacientii la care este necesara monitorizarea statusului volumului cardiovascular si circulator :



- Soc septic, cardiogenic, hemoragic)
- Insuficienta pulmonara acuta (ARDS)
- Disfunctie multipla de organe (MODS)
- Hemoragie intracerebrala
- Arsuri si traume severe
- Politrauma

Monitorizarea pacientilor cu risc mediu si ridicat:

- Interventii cardiovasculare
- Interventii chirurgicale major abdominale
- Neurochirurgie



PICCO - Contraindicatii

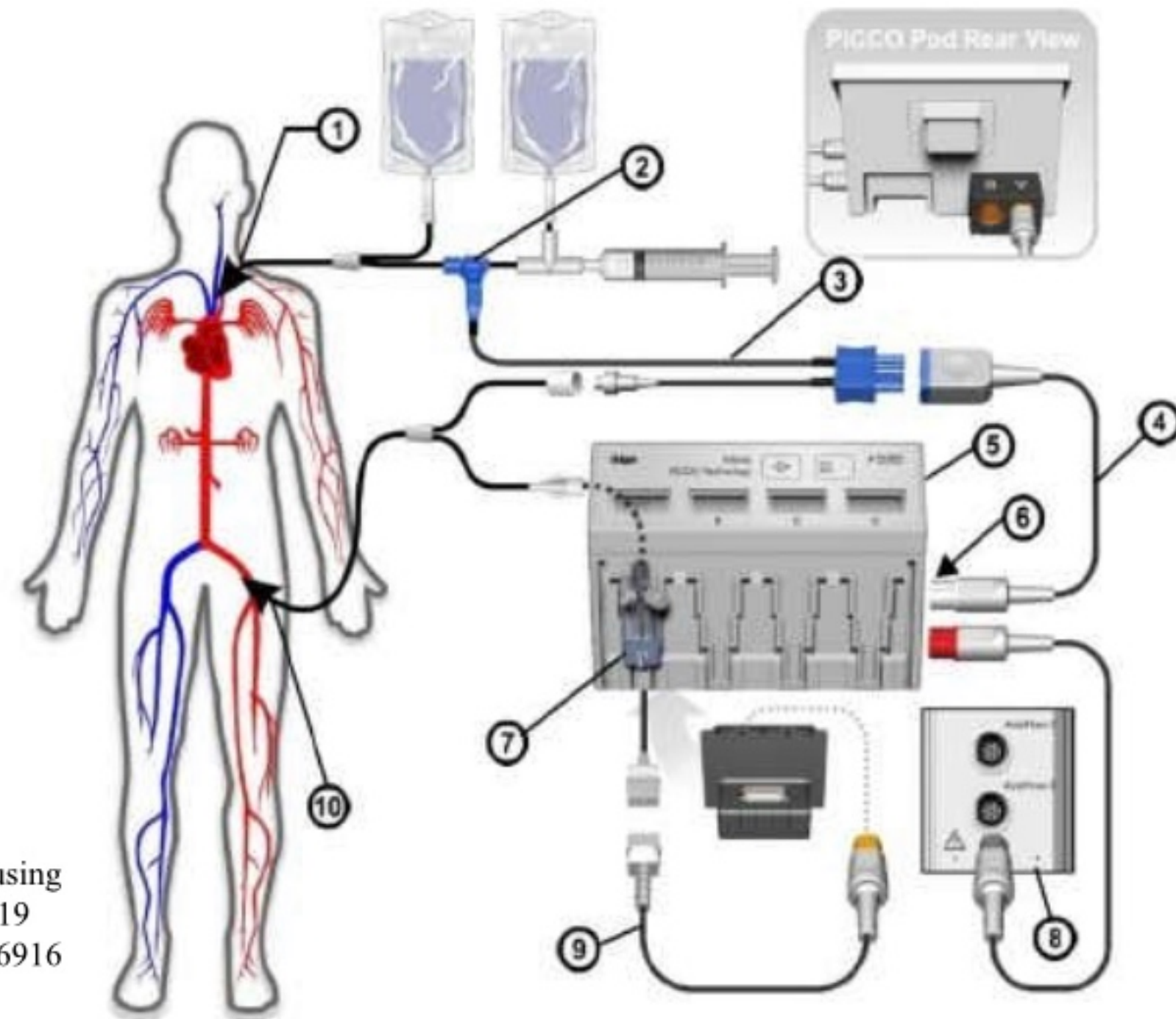
- Pacientii la care exista restrictii privind accesul arterial, de exemplu datorita grafturilor arterei femurale sau arsuri severe in zona in care ar trebui introdus cateterul arterial.
- Tehnologia PiCCO poate oferi masuratori eronate de termodilutie in cazul pacientilor cu anevrism aortic, sunturi intracardiace, stenoza aortica, insuficienta tricuspida sau mitrala, macro embolism pulmonar, pneumonectomie sau cu circulatie extracorporeala (daca sangele este extras din sau infuzat in circulatia cardiopulmonara).
- Monitorizarea PICCO prin termodilutie transpulmonara nu este influentata de balonul de contrapulsatie intraaortica, dar metoda Analiza Puls-Contur nu poate calcula un Debit cardiac corect. De aceea, Tehnologia PICCO poate fi folosita pentru a masura Debitul Cardiac (CO/CI), volumul preincarcare (GEDI), contractilitatea (CFI, GEF) si apa extra-pulmonara (ELWI) prin termodilutie.

Draeger Infinity PiCCO SmartPod

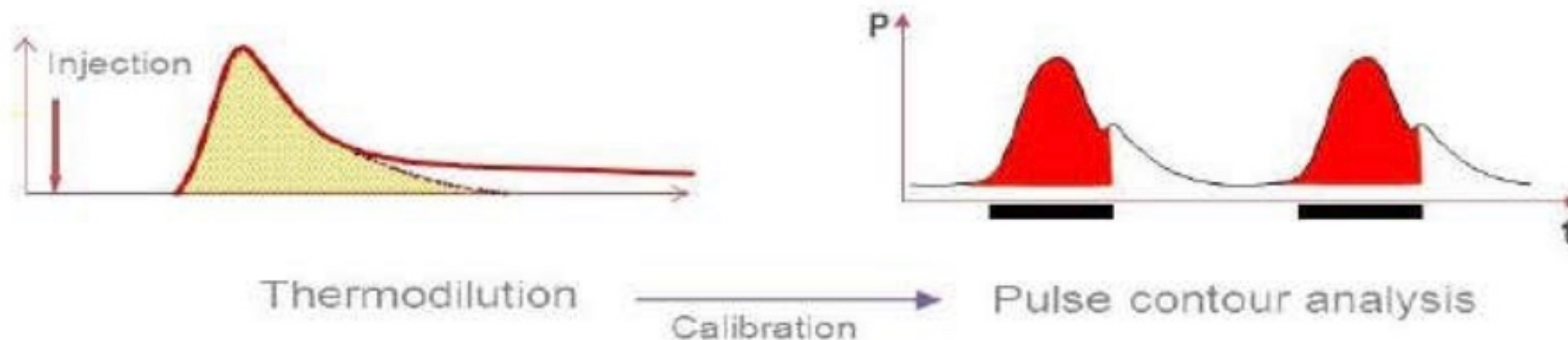


- 1 Central venous catheter
- 2 PULSION injectate sensor housing
- 3 p-CO thermistor cable MS16919
- 4 p-CO intermediate cable MS16916
- 5 PiCCO SmartPod MS17441
- 6 CO port
- 7 PULSION pressure transducer
- 8 Monitor PodCom connection
- 9 Transducer 10 pin cable MS16920
- 10 PiCCO catheter

• Setup



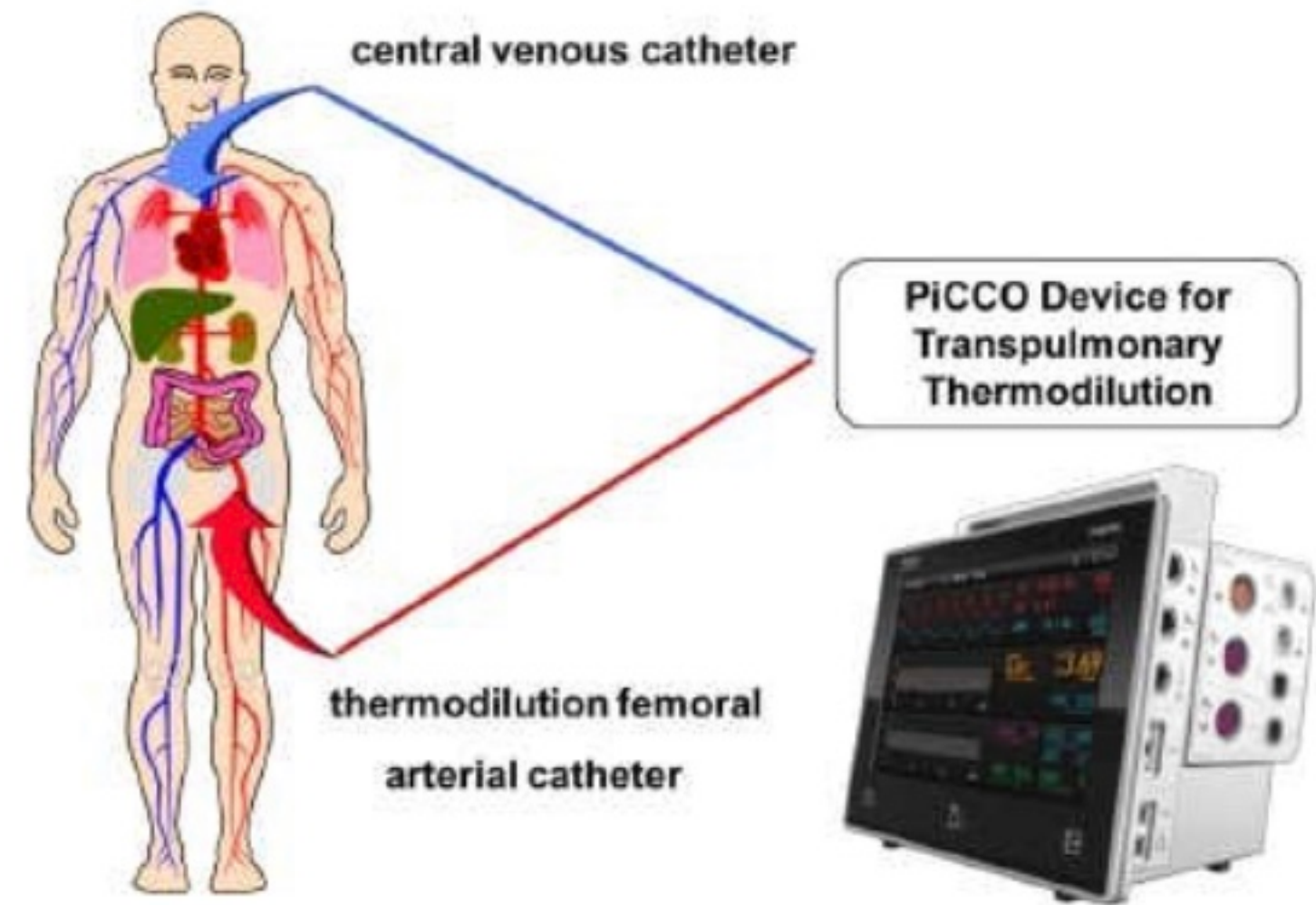
Principles of the PiCCO-Technology



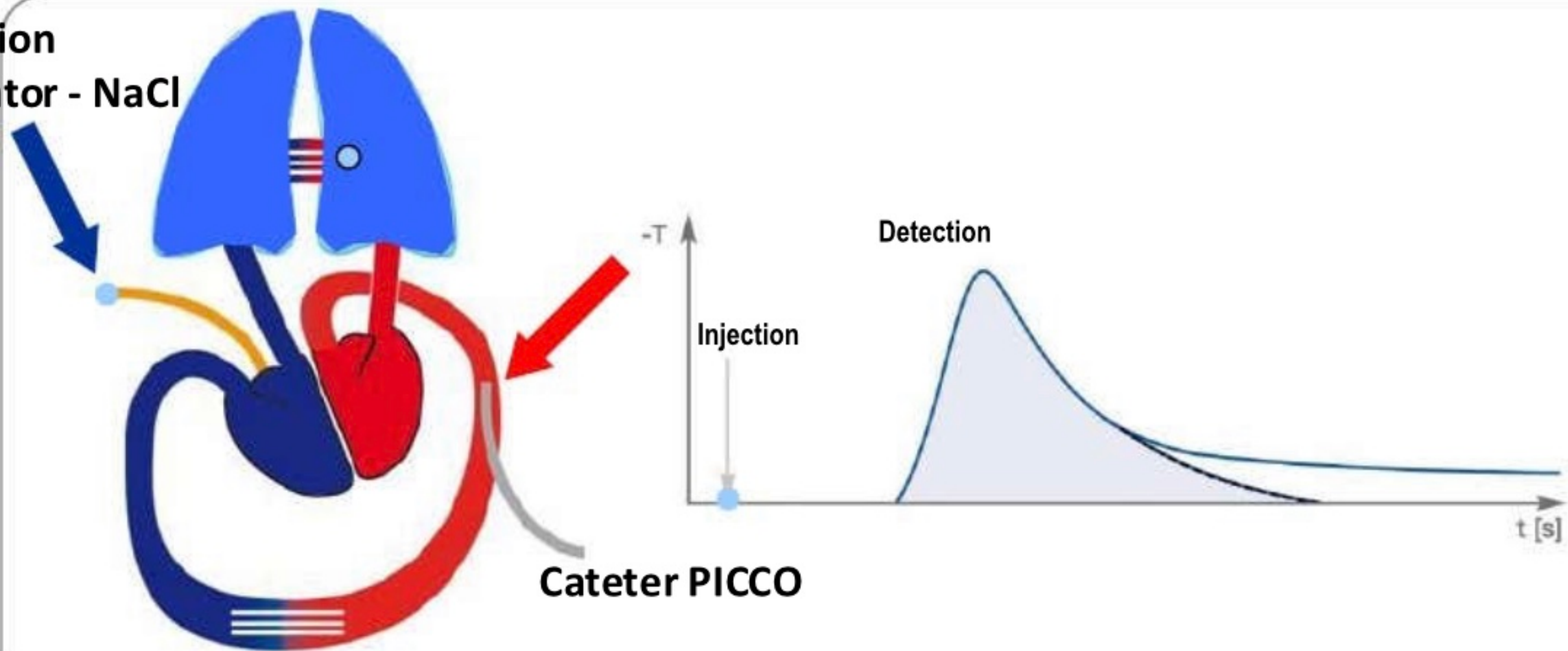
The PiCCO-Technology is a unique combination of two methods;

- Firstly the hemodynamic and volumetric status is determined by transpulmonary thermodilution (TD).
- Secondly arterial pulse contour is calibrated.

PiCCO - Transpulmonary Thermodilution technique



Injection
Indicator - NaCl



Termodilutia Transpulmonara

- Masurare discontinua a parametrilor.
- Termodiluția transpulmonară, este utilizată pentru calibrarea algoritmului de analiză a conturului curbei de presiune arteriala.
- Metoda termodiluției transpulmonare permite evaluarea unor parametri volumetrici ce țin de structurile toracice.

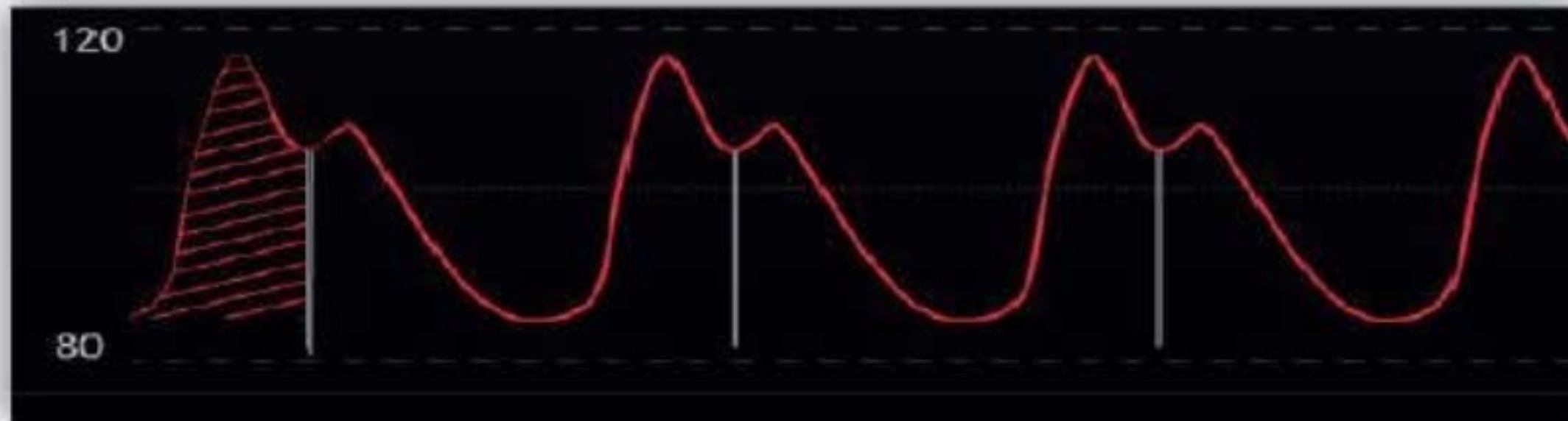


Fig. Transpulmonary thermodilution

Debit	Debit cardiac(CI)
Volum preîncărcare	Volum telediastolic global (GEDI)
Contractilitate	Fracție de ejeție globală (GEF) Indice de funcție cardiacă (CFI)
Funcție organ	Apă pulmonară extravasculară (ELWI) Indice de permeabilitate vascular-pulmonară (PVPI)

Analiza conturului unde de puls

- Analiza conturului unde de puls determină continuu paramentrii hemodinamici prin folosirea unor algoritmi prestabiliti din curba de puls si parametrii antropometrici care permit masurarea conituua a DC, bataie cu bataie.
- Calibrarea automata se face prin termodilutia transpulmonara.



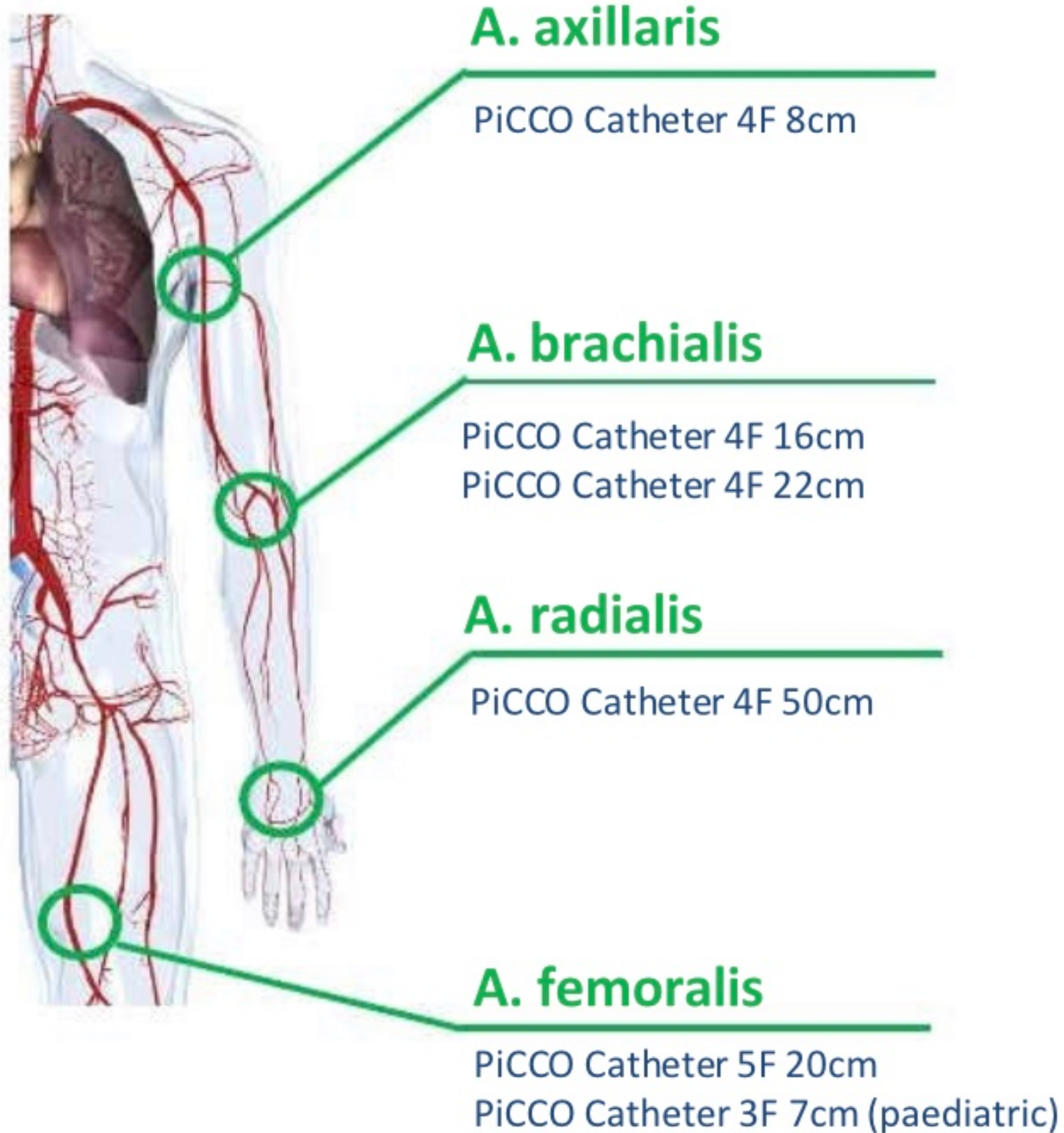
The shaded area below the systolic part of the pressure curve is proportional to the stroke volume

Fig. Arterial pulse contour analysis

Debit	Debit cardiac contur undă de puls (PCCI) Volum pe bataie(SVI) Frecventa Cardiaca (HR)
Raspuns de incarcare volemica	Variație volum pe bătaie (SVV) Variație presiune puls (PPV)
Volum postincarcare	Rezistență vasculară sistemică (SVRI)
Contractilitate	Contractilitate ventricul stâng (dpmx) Debit putere cardiacă (CPI)

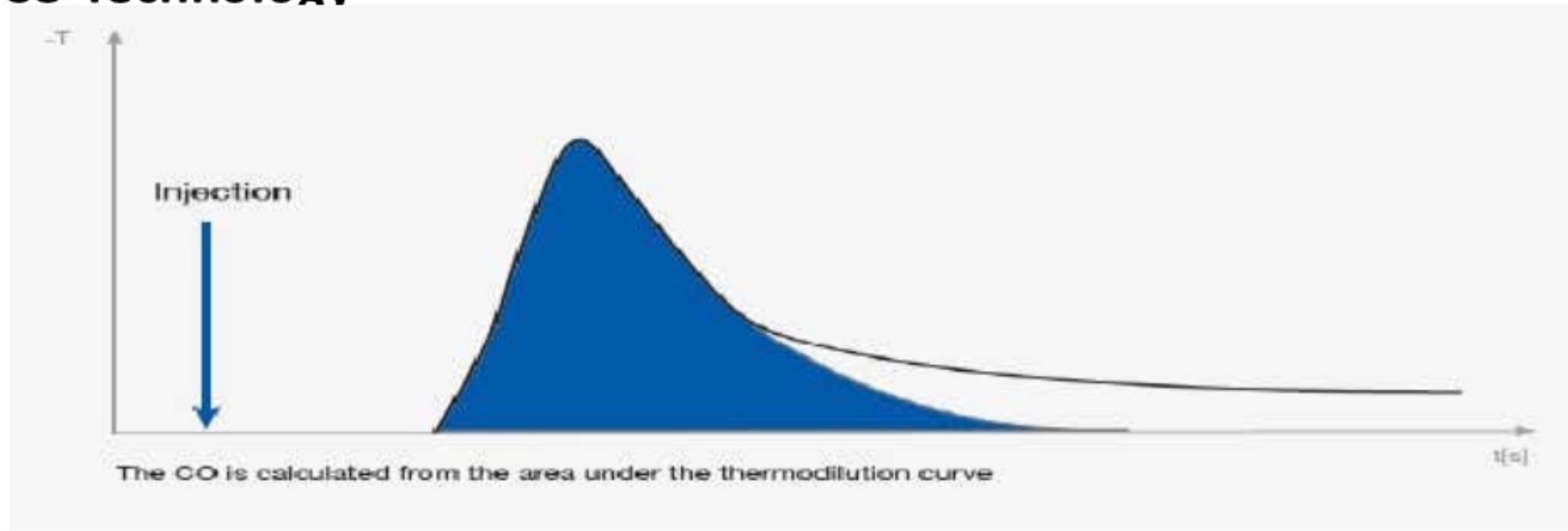
Recommendations for catheter positions

- **PiCCO Catheter**



Cardiac output via transpulmonary thermodilution

- PiCCO Technology

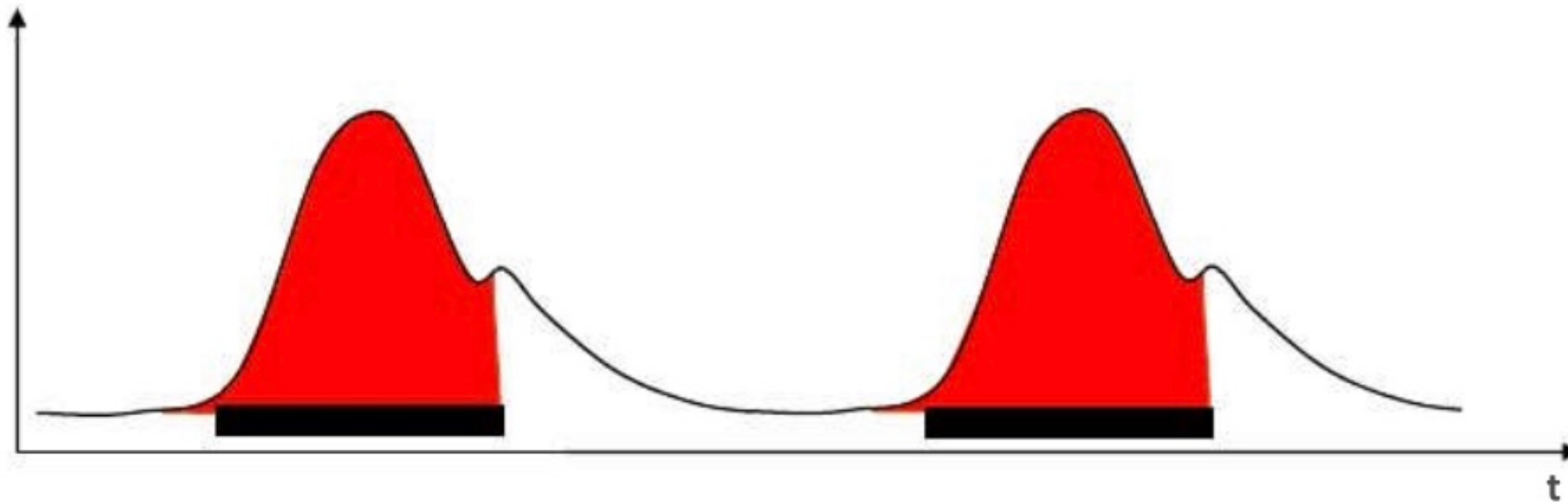


$$CO = \frac{(T_b - T_i) \times V_i \times K}{\int \Delta T_b \times dt}$$

T_b = Blood temperature
 T_i = Injectate temperature
 V_i = Injectate volume
 $\int \Delta T_b \times dt$ = Area under the thermodilution curve
 K = Correction constant; comprises specific weight, blood and injectate temperature

Cardiac output via pulse contour analysis

- **PiCCO Technology**

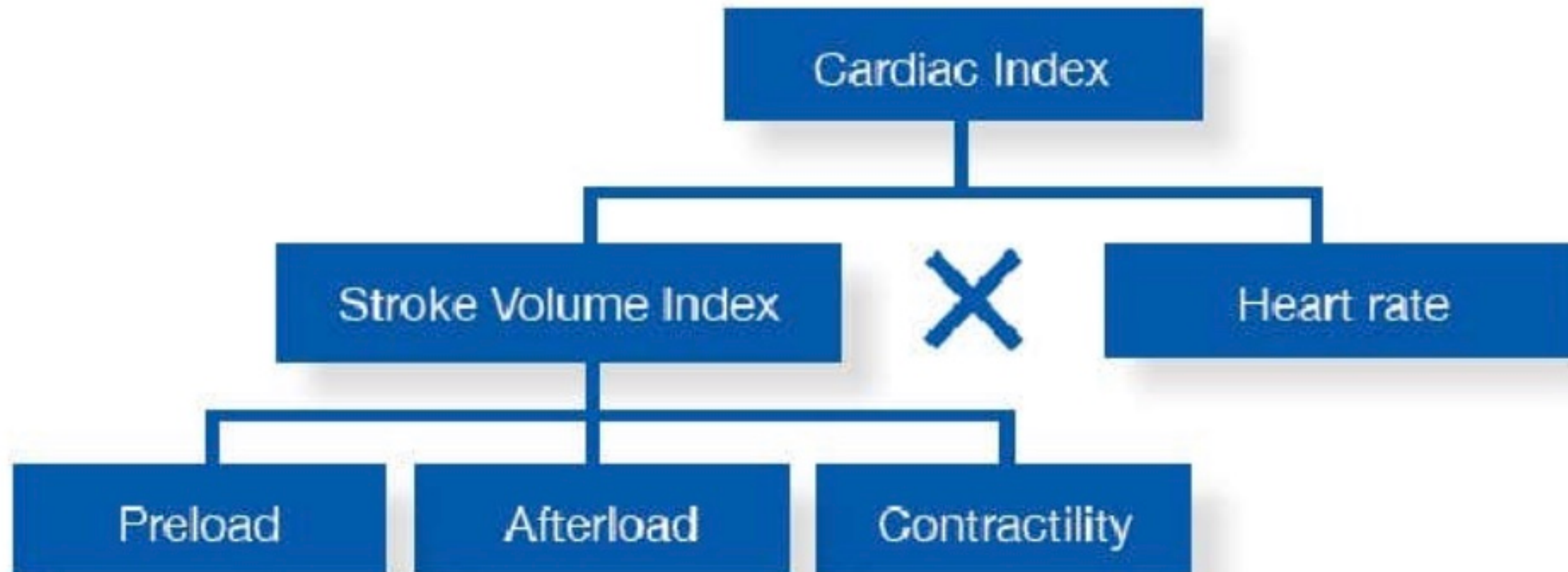


$$PCCO = \underbrace{cal}_{\text{Patient-specific calibration factor (determined with thermodilution)}} \times \underbrace{HR}_{\text{Heart rate}} \times \int_{\text{systole}} \left(\underbrace{\frac{P(t)}{SVR}}_{\text{Area under the pressure curve}} + \underbrace{C(p)}_{\text{Compliance}} \times \underbrace{\frac{dP}{dt}}_{\text{Shape of pressure curve}} \right) dt$$

Fig. Basic formula to calculate Pulse Contour Cardiac Output (PCCO)

Cardiac index and its determinants

- Parameters



Debit Cardiac & Indicele Volum Bataie

- Debitul cardiac **CI** (CO) este volumul de sânge pompat de inimă timp de un minut.
Debitul cardiac prin termodiluție se calculează conform formulei Stewart-Hamilton .
- **SVI** – Indicele volum bataie este volumul de sange pompat de inima pe durata unei faze sistolice
- Frecventa cardiaca – **HR 60-100 1/min**

Presarcina

- **GEDI** (Volumul telediastolic global) reflectă starea volumului circulatoriu și este un indicator excelent al preîncărcării cardiace. GEDI este utilizat pentru administrarea stării de umplere vasculară a pacientului și pentru ghidarea terapiei volemice.
- **ITBV** (volumul de sange intra-toracic) este volumul de sânge în vasele toracice, incluzând cavitățile cardiace și vasele pulmonare.
Valori normale : 850-1000 ml/m2

CI_{PC}

3 - 5 l/min/m²

SVI

40 - 60 ml/m²



GEDI

680 -800 ml/m²



Indici dinamici de presarcină și de răspuns la încărcarea volemică: Variatie volum pe bataie (SVV) & Variatie presiune puls (PPV)

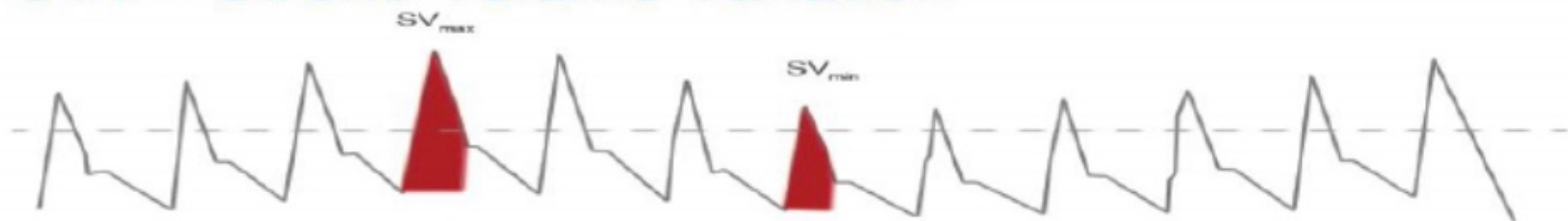
- **SVV** -Diferenta procentuala dintre volumele maxime si minime ale bataii pe durata unui ciclu de ventilare.
- Administrarea de fluide trebuie oprita odata ce SVV scade sub 10%

Atentie, PPV sau SVV sunt aplicabile doar pentru pacientii

- Cu ventilatie mecanica controlata
- Ventilati cu un volum curent de cel putin 8ml/kg

- Intervalul normal: < 10%

SVV - Stroke Volume Variation



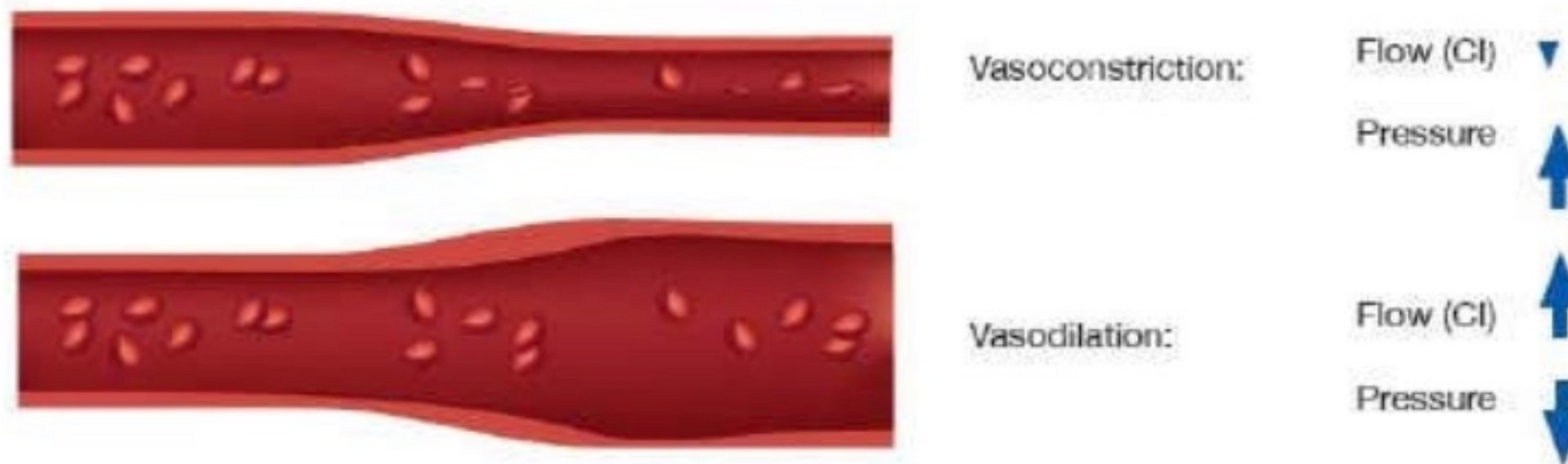
PPV - Pulse Pressure Variation



Postsarcina: Indicele rezistenței vasculare sistemice - SVRI

- Atunci când postsarcina este crescută, CI, debitul cardiac scade și invers;
- SVRI ajută la diferențierea și optimizarea terapiei vasopresoare.
- Calculat din media presiunii arteriale minus presiunea venoasă centrală și împărțită la indicele cardiac.
- SVRI – 1700-2400 dyn*s*cm⁵*m²

$$SVRI = \left[\frac{(MAP - CVP)}{CI} \right] \times 80$$



Presiunea arterială medie: presiunea medie în sistemul arterial în timpul unui ciclu cardiac complet. Sistola durează 1/3 din ciclul cardiac, diastola durează normal 2/3.

$$MAP = SP + (2DP)/3$$

MAP : 70-105 mmHg

Fracție de ejeecție globală(GEF) & Indice de funcție cardiacă (CFI)

GEF:

- GEF depinde în principal de contractilitatea ventriculară dreapta și stânga și poate fi folosit pentru detectarea disfuncției ventriculare stânga și/sau dreapta.
- GEF este derivat din raportul de volume patru băți divizat prin volumul telediastolic global (GEDV).

$$GEF = \frac{4 \times SV}{GEDV}$$



CFI:

- CFI reprezintă raportul dintre debitul cardiac și volumul telediastolic global (GEDV)

$$CFI = \frac{CI_{TD} \times 1000}{GEDV}$$



➤ **dPmx (indice de contractilitate a ventriculului stang)** – acest parametru ne indica rapiditatea cresterii presiunii aortice in timpul sistolei. Asigura o aproximare foarte buna a contractilitatii ventriculului stang.

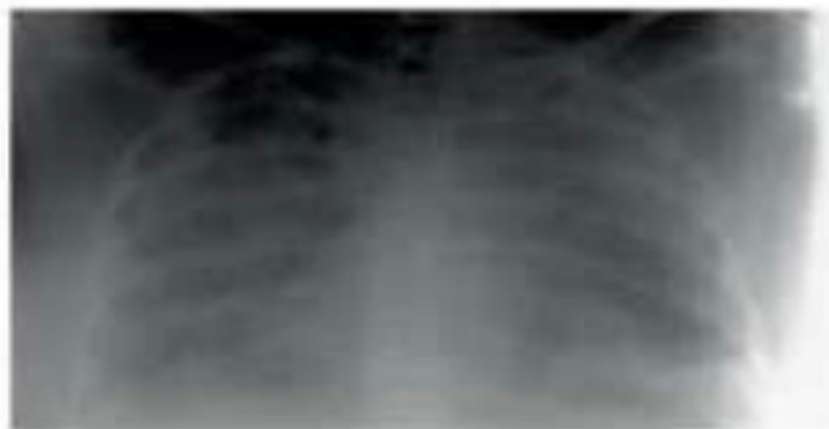
➤ **CPO (debit putere cardiaca)** – este rezultatul debitului cardiac si al presiunii arteriale medii, reflectand astfel fluxul sanguin cardiovascular in functie de rezistenta contrara. CPO este un indicator care ne arata functionarea generala a inimii.

Valori normale: 0,5- 0,7 W/m2.

Extravascular Lung Water (EVLW)

Edem pulmonar

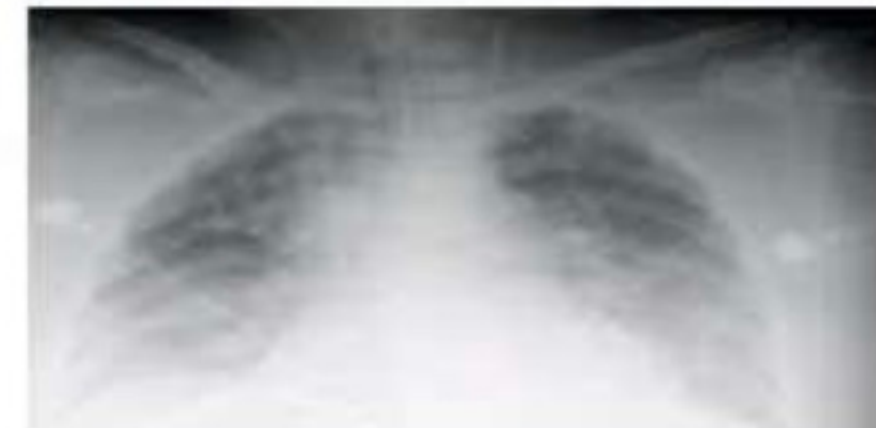
- Cu EVLW se evită subestimarea apei pulmonare.
- EVLW cuantifică volumul de fluid extravascular din plămâni.
- Atunci când se măsoară apa pulmonară, se iau în considerare apa pulmonară intraalveolară, intracelulară și interstițială.
- Normal: 5 - 7 mL/kg (indexat la predicted body weight).
- Peste 10 mL/kg - asociat cu prognostic clinic defavorabil.
- Injectarea cu ser fiziologic rece în atriul drept și evaluarea diluției transpulmonare în sistemul arterial folosind un cateter femural sau brahial.



Severe pulmonary oedema



Moderate pulmonary oedema



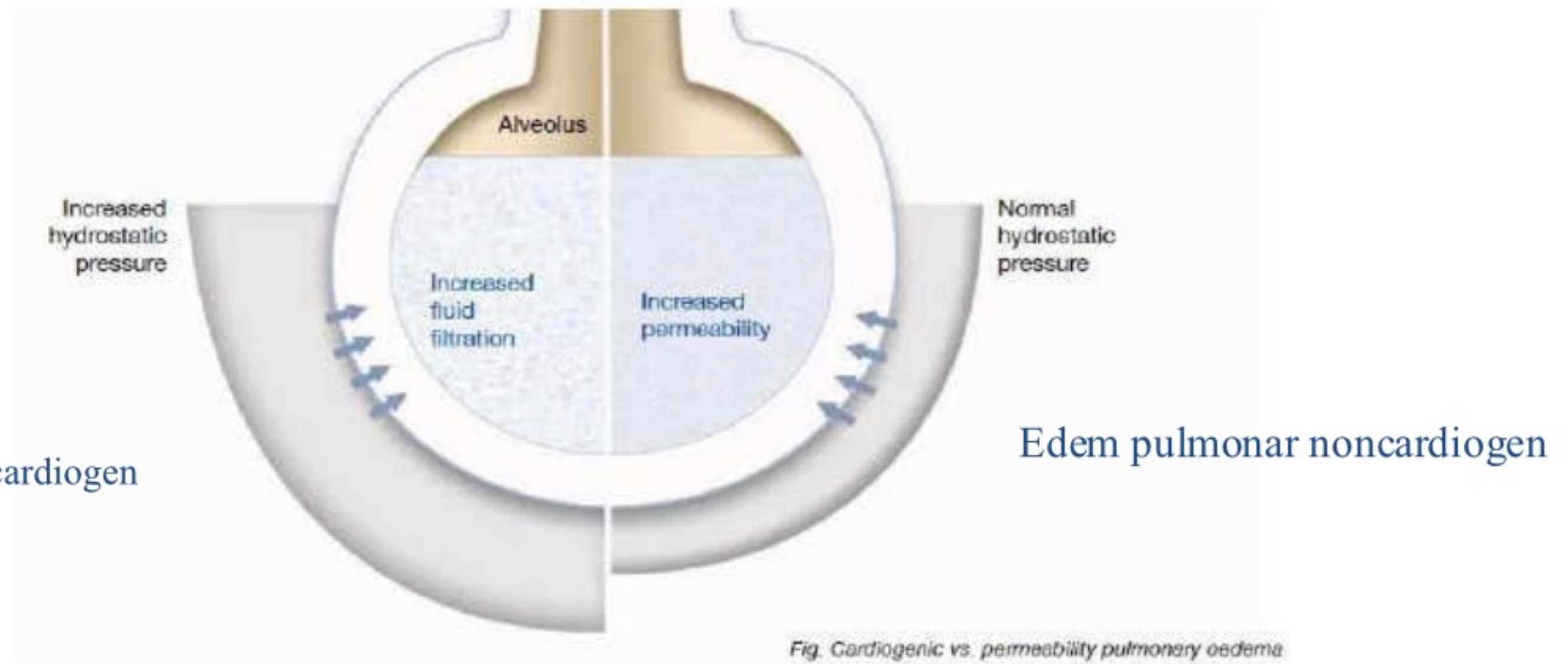
No pulmonary oedema

Fig. Examples of chest x rays that do not reflect the level of pulmonary oedema

Indice de permeabilitate vascular-pulmonară -PVPI

PVPI indică relația dintre EVLW și PBV (volumul sanguin pulmonar) și poate ajuta la distingerea între hidrostatic și permeabilitate cauzate de edemul pulmonar.

- Permite diagnosticul diferențial între diferitele tipuri de edem pulmonar:
 - Cardiogenic pulmonary oedema: PVPI 1.0 -3.0
 - Permeability pulmonary oedema: > 3.0



Be aware of pros and cons!

Possible consequences of therapeutic decisions



Fluids:



Avoid/reduce hypovolaemia, optimise preload (CO $\uparrow$?)



Volume overload (worsening pulmonary oedema and decompensating heart)



Diuretics:



Avoid/reduce volume overload (reduce pulmonary oedema and decompensating heart)



Hypovolemia (CO $\downarrow$, inadequate perfusion)



Inotropes:



Improve contractility



Increase oxygen consumption, provoke arrhythmias



Vasopressors:



Improve perfusion pressure



Increase afterload (CO $\downarrow$?)

Do nothing:



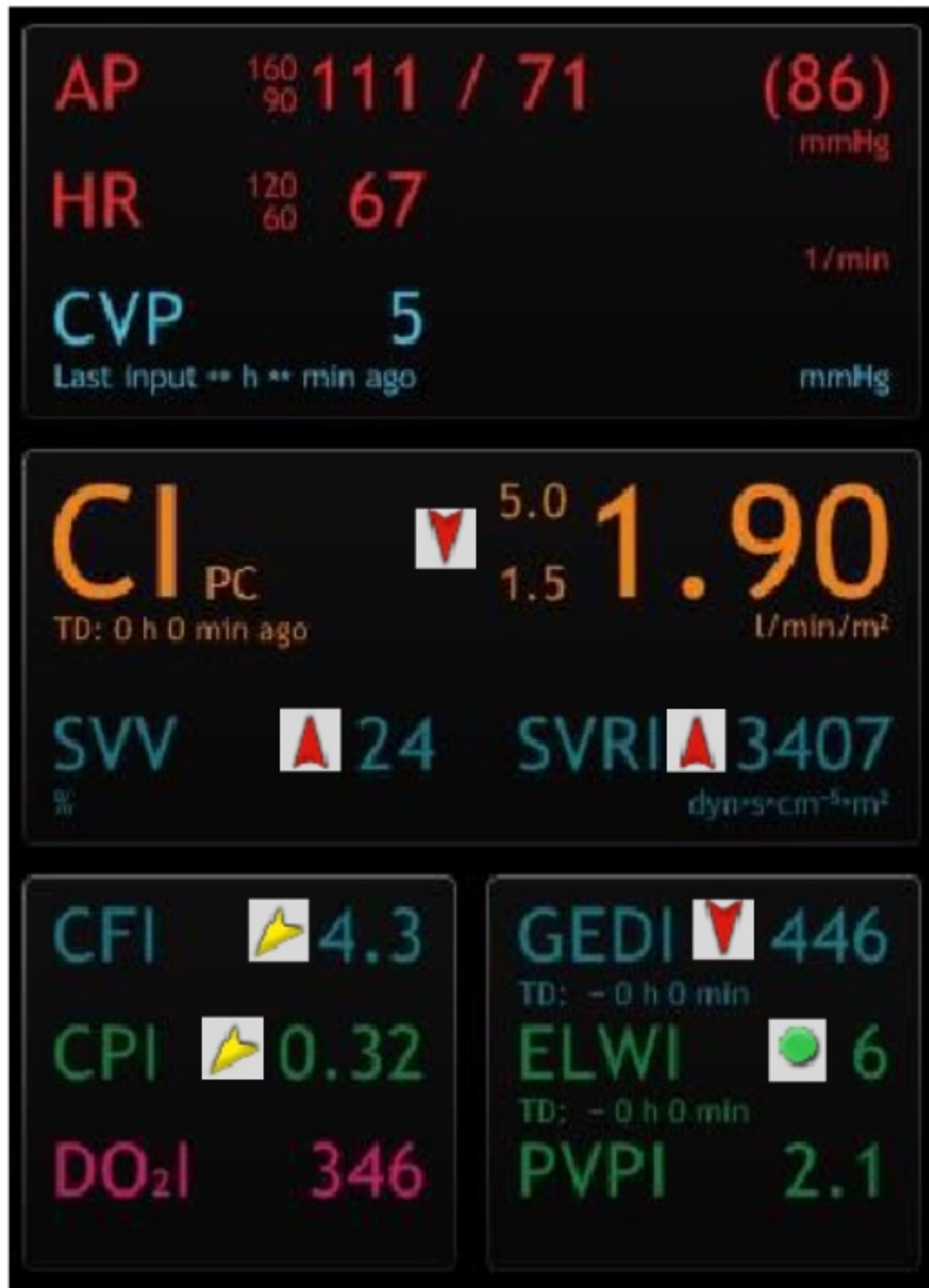
Avoid wrong treatment



Avoid improved situation

Guidance for parameter interpretation

Example 1



Normal ranges

CI	3 – 5 l/min/m ²
GEDI	680 – 800 ml/m ²
SVV	0 – 10 %
SVRI	1700 – 2400 dyn·sec·cm ⁻⁵ ·m ²
CFI	4.5 – 6.5 1/min
CPI	0.5 – 0.7 W/m ²
ELWI	3 – 7 ml/kg
PVPI	1 – 3 cardiogenic oedema > 3 permeability oedema

Conclusion:

Low blood flow due to low preload and high vascular resistance: **hypovolaemia**

Therapeutic recommendations:

- Fluid loading
- Vasodilator
- Repeated thermodilution measurement after therapy

Guidance for parameter interpretation

Example 2



Normal ranges

CI	3 – 5 l/min/m ²
GEDI	680 – 800 ml/m ²
SVV	0 – 10 %
SVRI	1700 – 2400 dyn·sec·cm ⁻⁵ ·m ²
CFI	4.5 – 6.5 l/min
CPI	0.5 – 0.7 W/m ²
ELWI	3 – 7 ml/kg
PVPI	1 – 3 cardiogenic oedema > 3 permeability oedema

Conclusion:

High blood flow with low vascular resistance and high lung water due to high permeability: Hyperdynamic circulation, **permeability pulmonary oedema (sepsis, ARDS)**

Therapeutic recommendations:

- Supportive therapy: ventilator settings, lung support (CARDIOHELP), kinetic therapy
- Vasoconstrictor
- Repeated thermodilution measurement after therapy

Normal values

- Parameters

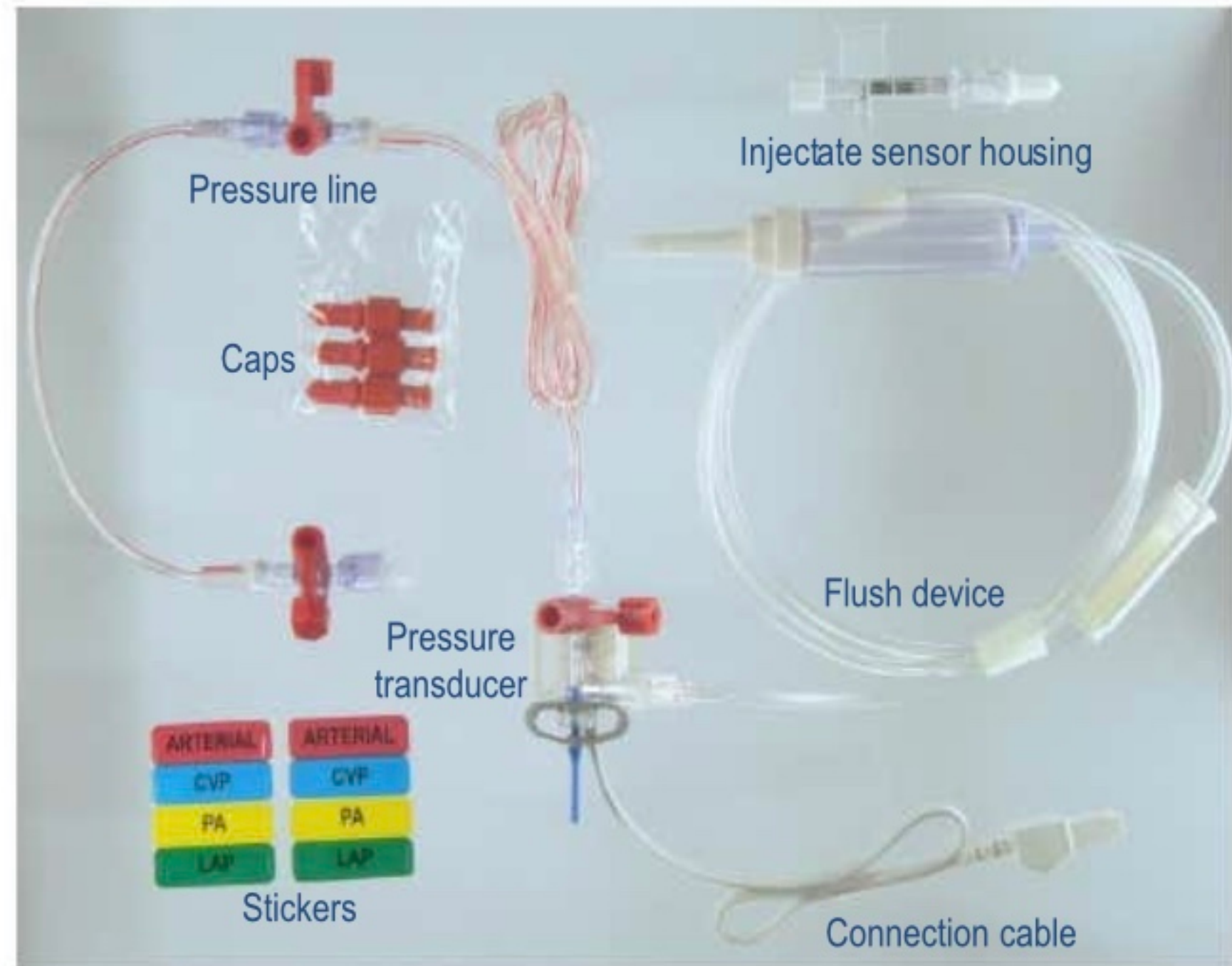
Oxygen Delivery	Central Venous Oxygenation - Oxygenation Balance (Oxygen load of the venous blood after passing through the organs)		ScvO ₂ **	70-80 %		
	O ₂ Consumption (Consumption of O ₂ by organs)		VO ₂ I	125-175 ml/min/m ²		
	O ₂ Delivery (Delivery of O ₂ via blood to organs)		DO ₂ I	400-650 ml/min/m ²		
	Haemoglobin (Oxygen transporter in blood)		Hb ***	8.7-11.2 mmol/l (Male) 7.5-9.9 mmol/l (Female)		
	Arterial / capillary oxygen saturation (Oxygen load of arterial blood)		SaO ₂ / SpO ₂	96-100 %		
	Blood Flow	Flow	Cardiac Index	CI	3-5 l/min/m ²	
			Pulse Contour Cardiac Index (Cardiac Index related to body surface)	PCCI	3-5 l/min/m ²	
		Chronotropy	Heart Rate	HR	60-80 bpm	
		Stroke Volume		Stroke Volume Index (Output per heart beat)	SVI	40-60 ml/m ²
			Preload	Global Enddiastolic Volume Index (Volume of blood in the heart)	GEDI	680-800 ml/m ²
				Intrathoracic Blood Volume Index (Volume of blood in heart and lungs)	ITBI	850-1000 ml/m ²
				Stroke Volume Variation (Dynamic fluid responsiveness)	SVV *	0-10 %
				Pulse Pressure Variation (Dynamic fluid responsiveness)	PPV *	0-13 %
			Afterload	Systemic Vascular Resistance Index (Resistance of vascular system)	SVRI	1700-2400 dyn*sec*cm ⁴ *m ²
				Mean Arterial Pressure	MAP	70-90 mmHg
			Contractility	Global Ejection Fraction (Ratio of stroke volume and preload)	GEF	25-35%
				Left Ventricular Contractility (Increase of arterial pressure over time)	dPmax	Trend information
				Cardiac Function Index (Ratio of CI and preload)	CFI	4.5-6.5 l/min
		Cardiac Power Index (Global cardiac performance)		CPI	0.5-0.7 W/m ²	
Lung		Extravascular Lung Water Index (Lung oedema)	ELWI	3-7 ml/kg		
	Pulmonary Vascular Permeability Index (Permeability of lung tissue)	PVPI	1.0-3.0			
Liver		Plasma Disappearance Rate ICG (Performance of the liver)	PDR	16-25 %/min		
	Retention rate of ICG after 15 minutes (Performance of the liver)	R15	0-10 %			

Absolute values (non-indexed values) are only usable in trend screens and have no normal range. * SVV and PPV are only applicable in fully ventilated patients without cardiac arrhythmias.

** A high-normal / high ScvO₂ can be a sign of insufficient O₂ utilisation *** 14-18 g/dl (Male); 12-16 g/dl (Female)

This document is intended to provide information to an international audience outside of the US.

Consumabile pentru Tehnologia PICCO



Tehnologia PICCO ofera:

- Posibilitate de estimare a volumelor cardiace de presarcină: GEDI, ITBI;
- Volumele nu sunt influențate de ventilația mecanică ;
- Oferă indici dinamici de presarcină și de răspuns la încărcarea volemică :PPV și SVV
- Determină apa extrapulmonară ca măsură a edemului pulmonar și a permeabilității capilare;
- Obțineți imaginea completă a stării pacientului;
- Monitorizare avansată pe termen lung (valori exacte)
- Aplicabil și pentru copii
- Timp mai scurt de ventilație mecanică
- Timp de spitalizare redus
- Monitorizarea hemodinamică minim invazivă este o etapă obligatorie în managementul pacientului critic, în special pentru optimizarea aportului de fluide, mai ales în etapa inițială, dar și pentru aprecierea principalilor determinanți ai debitului cardiac.
- Monitorizarea hemodinamică în sine nu îmbunătățește prognosticul pacientului, în schimb interpretarea corectă a parametrilor hemodinamici obținuți și transpunerea lor în decizii medicale adecvate poate duce la acest deziderat.