



1. LÉKAŘSKÁ FAKULTA
UNIVERZITY KARLOVY V PRAZE

KARDIOVASKULÁRNÍ SYSTÉM

- stručná fyziologie
- monitorace

ARK 1.LF UK a TN Praha

Kardiovaskulární systém

Kardiovaskulární systém se skládá ze 2
základních oddílů:

centrálního (srdce)

a

periferního (krevní cévy)

Kardiovaskulární systém

Úkolem kardiovaskulárního systému je:

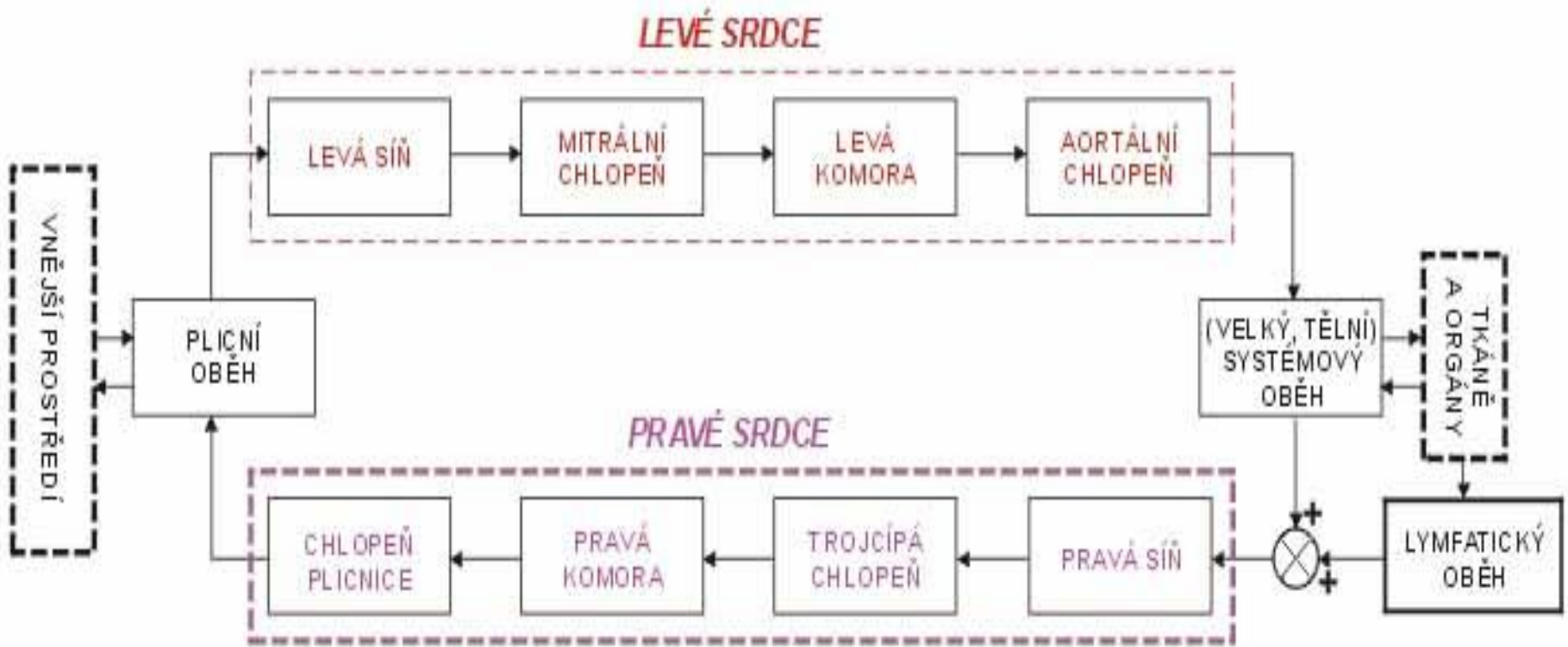
- 1) zásobování tkání kyslíkem, živinami a humorálními působky v souladu s tkáňovými požadavky**
- 2) odvádění odpadních produktů metabolismu ze tkání**
- 3) podílet se na udržování tělesné teploty**

primární funkce = transport kyslíku

HEMODYNAMIKA

- Hemodynamika se týká fyzikálních mechanických sil generovaných srdcem (respektive tepnami) a resultujících v pohyb krve kardiovaskulárním systémem
- krev je dopravní prostředek, kyslík je jeho náklad

Kardiovaskulární systém



Kardiovaskulární systém

DODÁVKA KYSLÍKU

- **DO2I** index dodávky kyslíku (ml/min/m²)
vyjadřuje množství kyslíku v ml/m² BSA (body surface area)
dodávaného do tkání celého těla během jedné minuty

$$\text{DO2I} = \text{CI} \times \text{Hgb} \times \text{SaO2} \times 1,34 \times 10$$

CI cardiac index = **SI** stroke index **x** **HR** heart rate

Hgb hemoglobin v krvi (g/dl)

SaO2 saturace arteriální krve kyslíkem (%)

1,34 afinita Hgb k O₂ (1 g Hgb váže 1,34 ml O₂)

10 konverzní konstanta z dl na litry

SRDEČNÍ VÝDEJ

CO cardial output - srdeční výdej (ml/min)

SV stroke volume - tepový objem (ml)

HR heart rate - tepová frekvence (tep/min)

$$\mathbf{CO = SV \times HR}$$

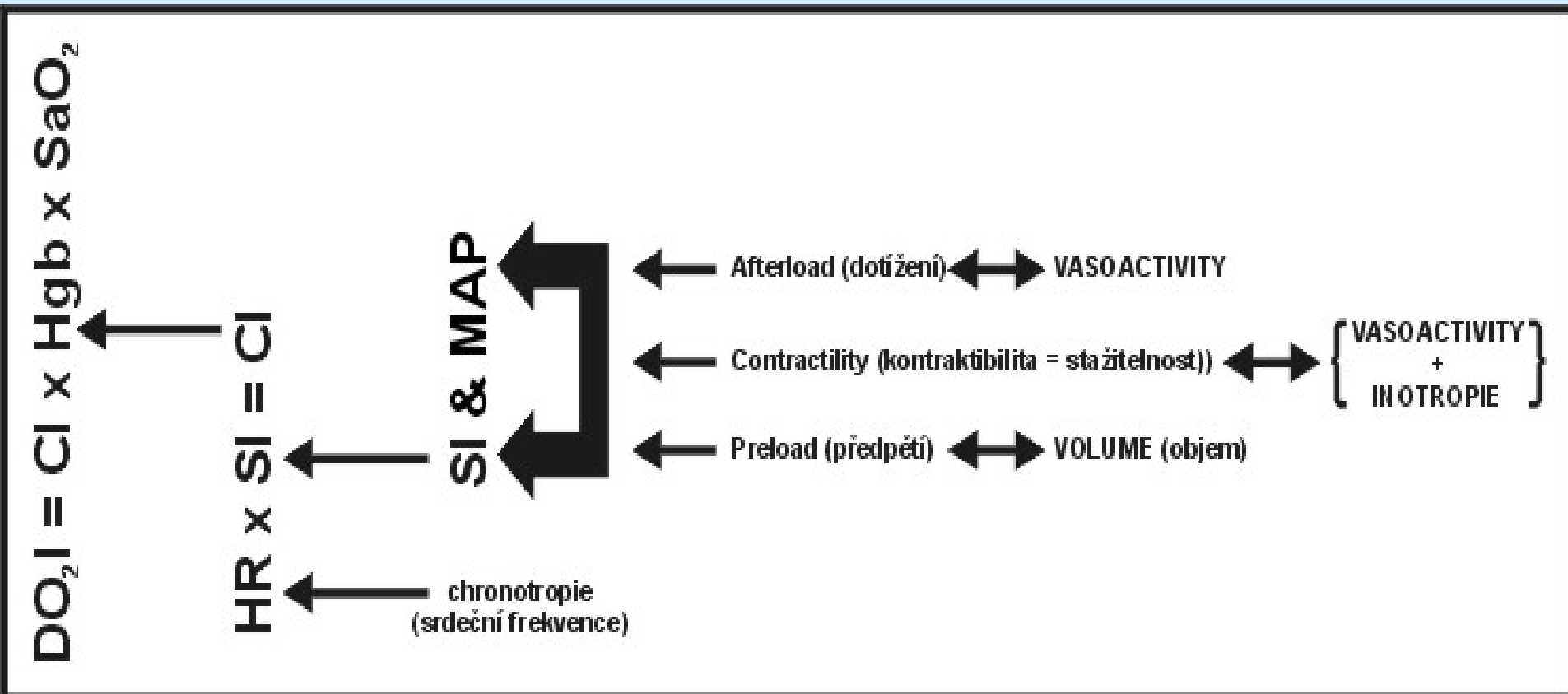
$$CI = CO / BSA / 1000 \text{ (l/min)}$$

BSA body surface area - tělesný povrch

např. $BSA = (\text{váha (kg)} + \text{výška (cm)} - 60)/100$

Kardiovaskulární systém

Hemodynamické možnosti ovlivnění dodávky kyslíku



MAP medial arterial pressure střední arteriální tlak (torr)

Kardiovaskulární systém

- **předpětí (preload)** - intravaskulární krevní objem (náplň)
 - žilní návrat CVP, PCWP
- **kontraktilita**
 - vnitřní síla srdečního svalu
 - inotropika
- **dotížení (afterload)** - periferní cévní rezistence
 - vasoaktivní látky

MONITORACE

z lat. *monere* = varovat, připomínat

- sledování a hodnocení vybraných ukazatelů životních funkcí
- objektem sledování nejen pacient, ale i zdravotnická technika
- kontinuální nebo v čase opakovaná činnost
- hlášení překročení mezních hodnot sledované veličiny - alarm

MONITORACE

- monitorace není léčebný postup
- slouží k „jen“ k udržení pozornosti a napomáhá diagnostice
- její význam stoupá s užíváním agresivních vysoce invazivních léčebných a diagnostických postupů
- požadavek nepřetržité monitorace vitálních funkcí nemocného je častou indikací k přijetí na JIP

CÍLE MONITORACE

- **posouzení stavu vitálních funkcí**
- **posouzení průběhu onemocnění**
- **včasné odhalení stavů ohrožujících život**
- **umožnění agresivních léčebných postupů**
- **posouzení účinnosti léčby**
- **odhalení komplikací a nežádoucích účinků léčby**
- **posouzení funkce přístrojů**

MONITORACE

- **Klinické sledování lékařem a sestrou**
- **Monitorace pomocí přístrojů**
- **Sledování laboratorních výsledků**

OBECNÉ SCHÉMA MONITORACE

- **čidlo** snímající danou veličinu

>>>>

přenos dat

>>>>

monitor : *vizualizace dat*

vyhodnocení dat (alarmy, trendy)

archivace (zdravotní dokumentace,

paměť přístroje)

>>>>

hodnocení dat personálem :

výstupy pro léčbu

přínos sledovaných parametrů x rizika monitorace

MONITORACE

- **Neinvazivní techniky** – nedochází k porušení kožního krytu nemocného
- **Invazivní techniky** – porušení kožního krytu, kontakt s tělními tekutinami či vydechovanými plyny nemocného

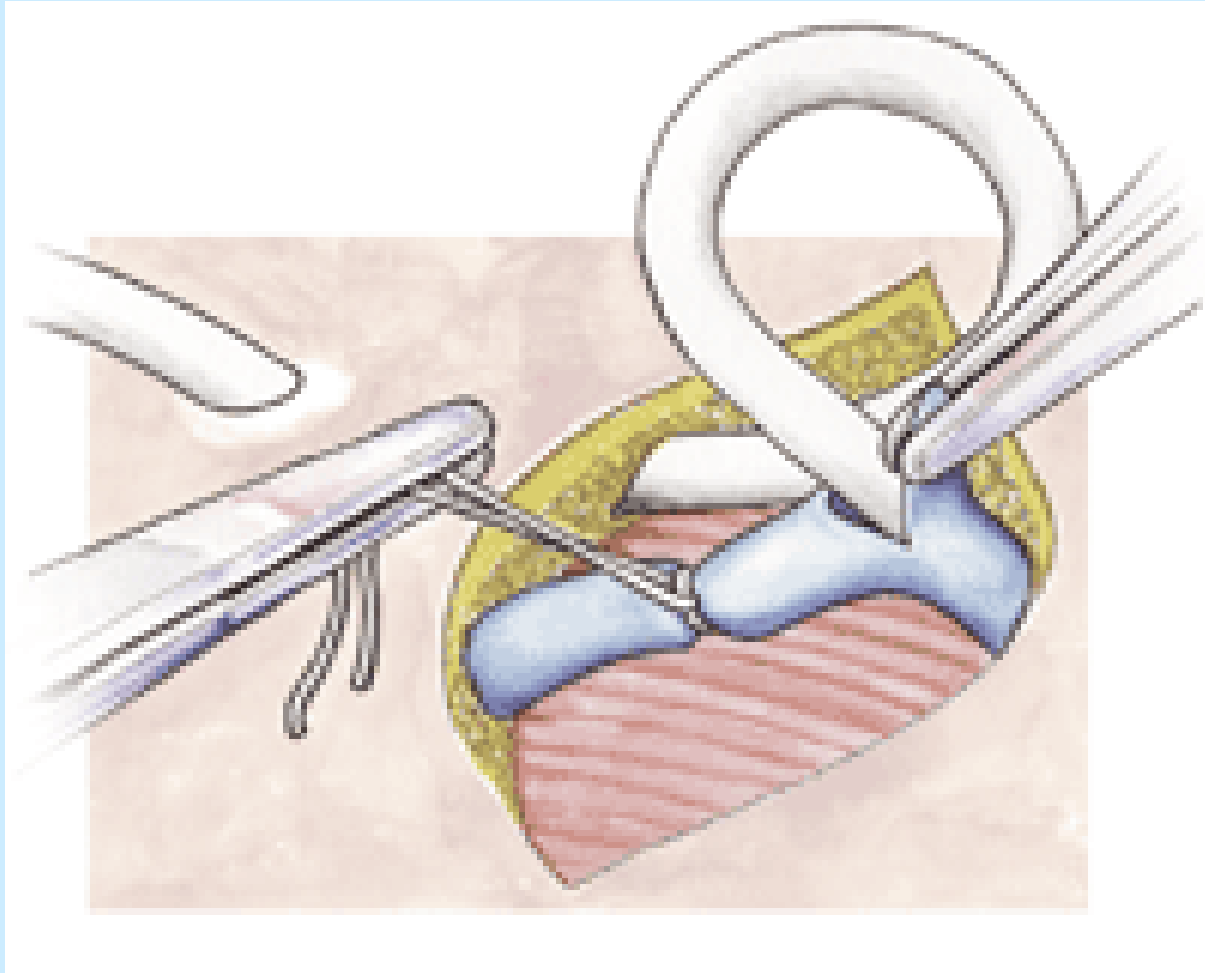
INVAZIVNÍ MONITORACE

- při invazivním monitorování hemodynamiky obvykle je nutný přístup do cévního řečiště

TECHNIKY ZAJIŠTĚNÍ PŘÍSTUPU DO CÉVNÍHO ŘEČIŠTĚ

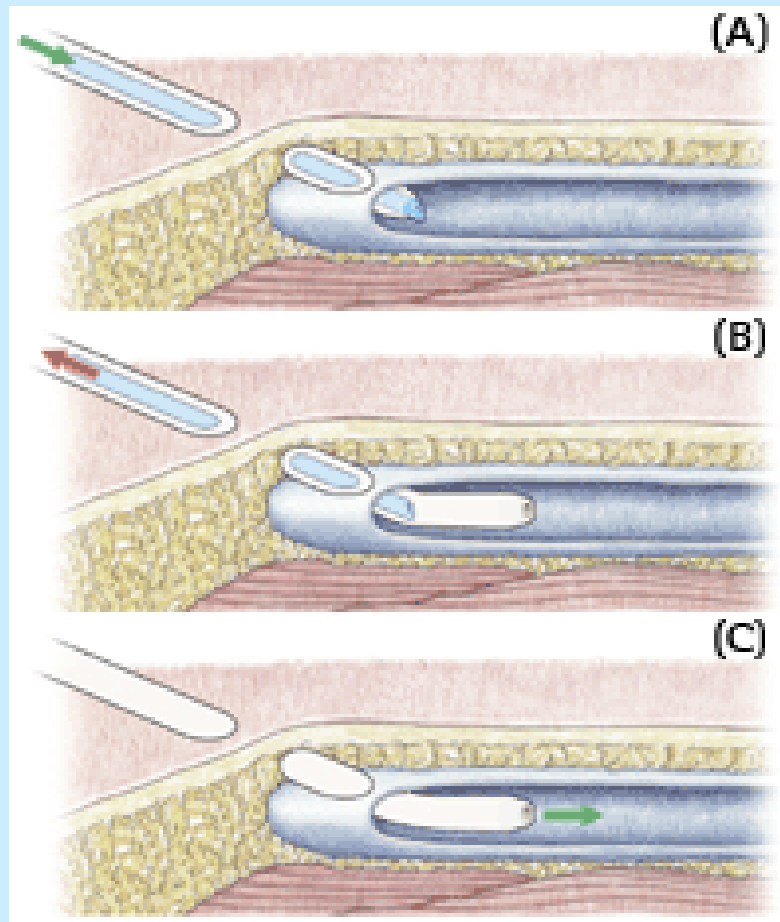
- Chirurgicky
- Punkční techniky - katetr přes jehlu
 - katetr skrze jehlu
 - katetr skrze kanylu
 - po drátěném vodiči = Seldingerova technika

CHIRURGICKÁ TECHNIKA



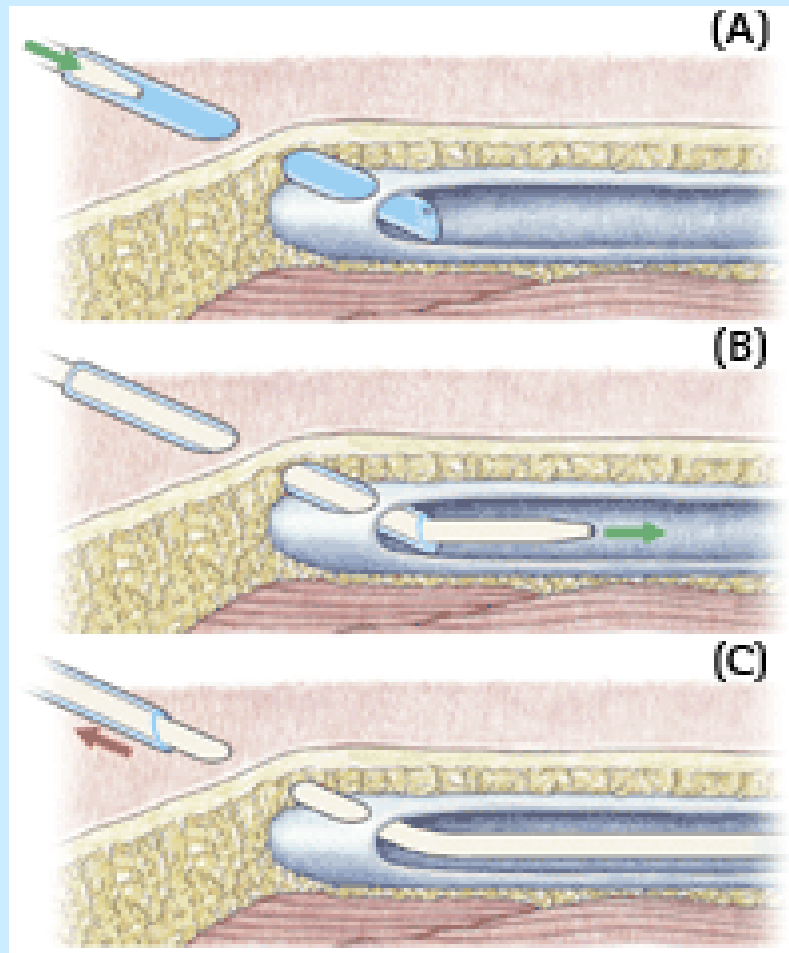
KATETR PŘES JEHLU

- over needle



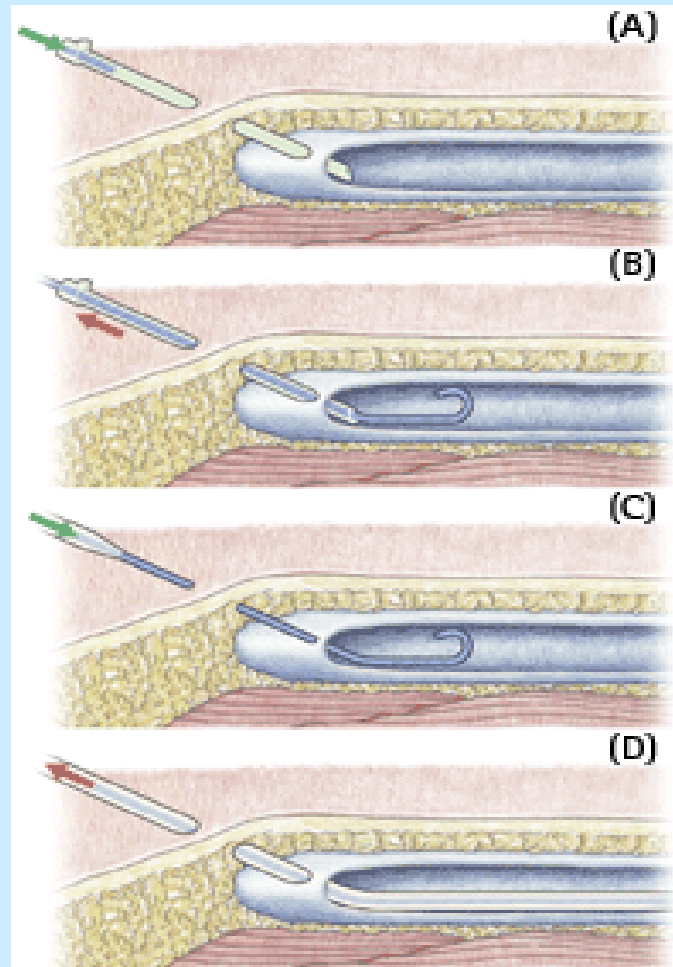
KATETR SKRZE JEHLU

- through needle



SELDINGEROVA TECHNIKA

- po drátěném vodiči



SELDINGEROVA TECHNIKA

- nejpoužívanější
- nejbezpečnější
- komplikace kanylace
 - v souvislosti s vlastní kanylací nebo související s (déletrvajícím) umístěním kanyly v řečišti
 - popsány dále u jednotlivých metod (pneumotohorax, krvácení, trombóza, infekce, katetrová seps)

NEGATIVNÍ DOPADY MONITORACE

- zátěž (riziko) a nepohodlí pro nemocného
- zvýšení nákladů na léčbu
- možnost (nepoznaně) nepřesných měření
- možnost špatného vyhodnocení správných informací
- větší soustředění personálu na monitory než na pacienta

MONITORACE KARDIOVASKULÁRNÍHO SYSTÉMU

- klinické sledování pacienta
- monitorace EKG křivky
- hemodynamický monitoring:
 - arteriální krevní tlak
 - centrální žilní tlak
 - tlak v a. pulmonalis (tlak v zaklínění)
 - měření srdečního výdeje

Klinické sledování pacienta

- barva a teplota pokožky
- periferní prokrvení
- kapilární návrat
- tep

Monitorace EKG křivky

- základní monitorovací technika
- užívá se 3 nebo 5-ti svodové EKG (svody odvozeny ze základního 12ti svodového EKG, obvykle svod II či ten kde nejlépe patrná vlna P)
- sledování srdeční frekvence
- detekce arytmií
- sledování funkce kardiostimulátoru
- možnost zachycení ischemie myokardu (analýza ST úseku)

Arteriální krevní tlak

- **Neinvazivní měření krevního tlaku - NIBP**
- manuálně - palpačně či auskultačně
- automaticky oscilometrickou, ultrazvukovou, nebo fotopletysmografickou metodou
- získáme hodnoty systolického, diastolického a středního tlaku (MAP měřený nebo vypočtený)
- nutné užití manžety vhodné velikosti - jinak nepřesné
- u pacientů s vasokonstrikcí, hypotenzí (šok) - nepřesné údaje

Neinvazivní měření krevního tlaku - NIBP

- manuální



Neinvazivní měření krevního tlaku - NIBP

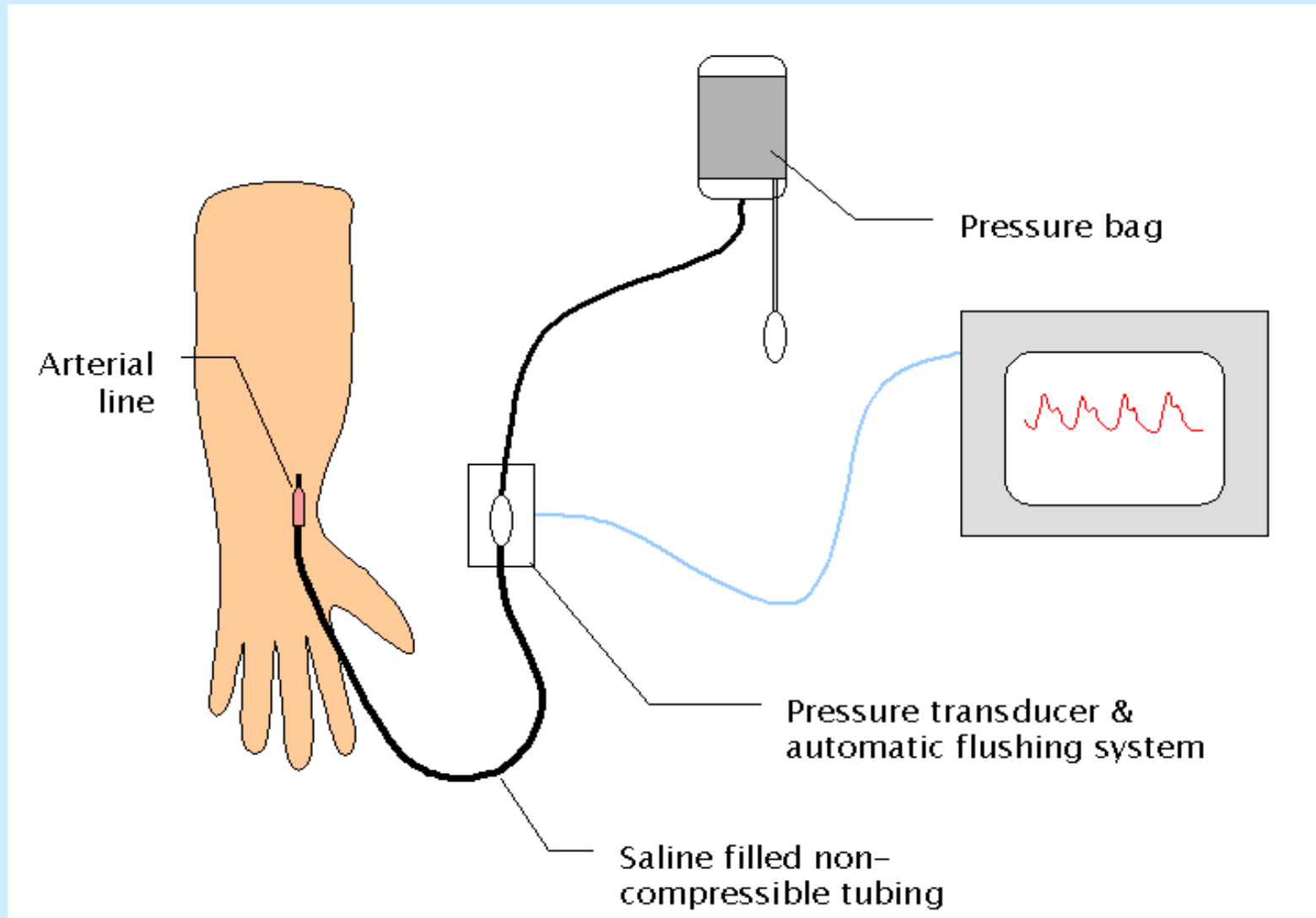
- automatické



Arteriální krevní tlak

- **Invazivní měření krevního tlaku - IABP**
- Nutná kanylace arteriálního řečiště
- a. radialis a. femoralis a. brachialis a. axilaris a. ulnaris
a. dorsalis pedis
- komplikace kanylace arterie : hematom,
trombóza tepny, ischemie distálně od kanylace,
infekce, pseudoaneurysma tepny

Arteriální krevní tlak - IABP



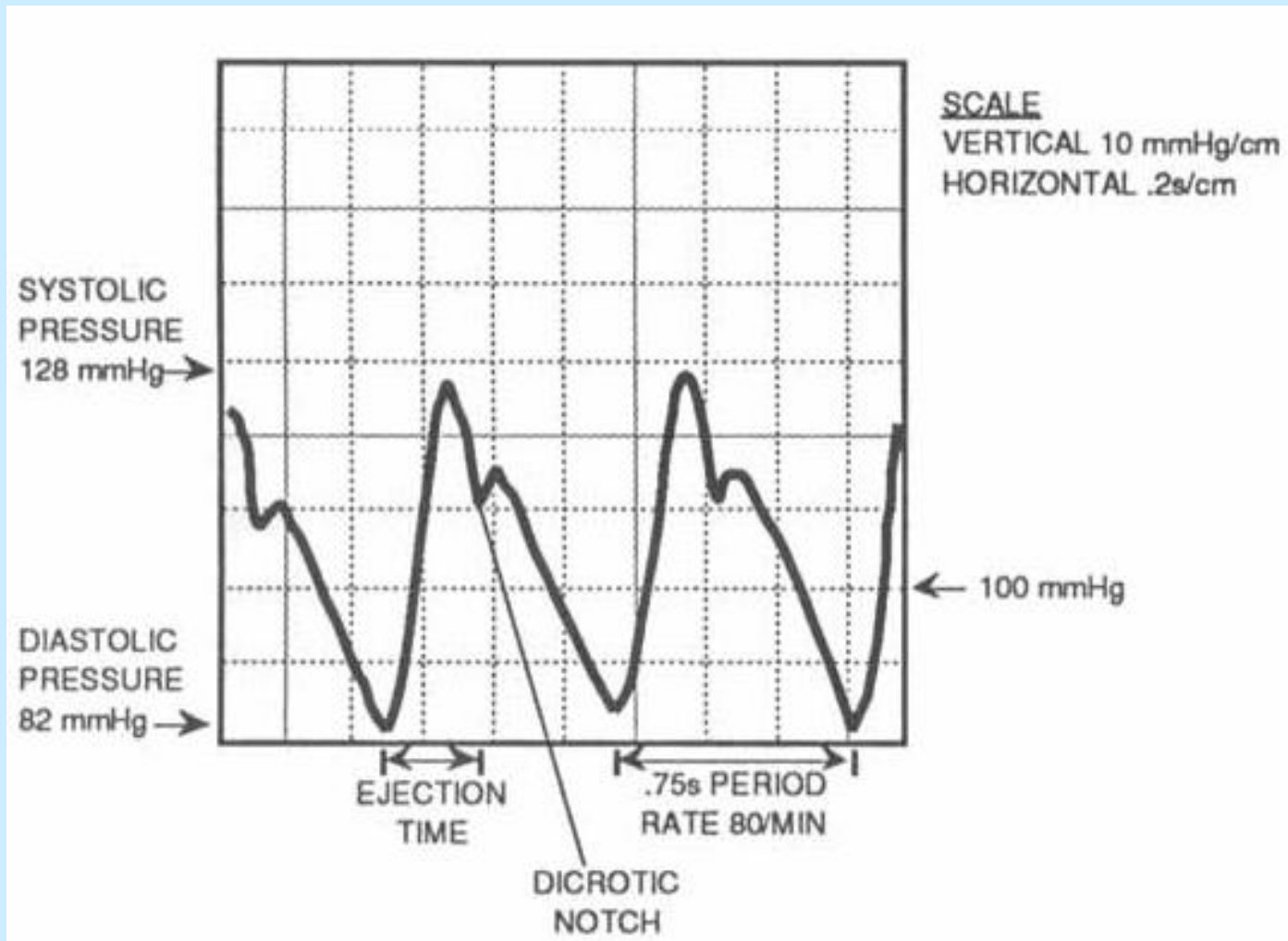
Arteriální krevní tlak

- **Invazivní měření krevního tlaku - IABP**
- indikováno u pacientů oběhově nestabilních
- nepřetržité sledování hodnoty TK
- možnost odhadu tepového objemu dle tvaru křivky
- možnost odběru vzorků krve k vyšetření - krevní plyny, ABR i další
- kanyla nesmí být užita k aplikaci léků !!!

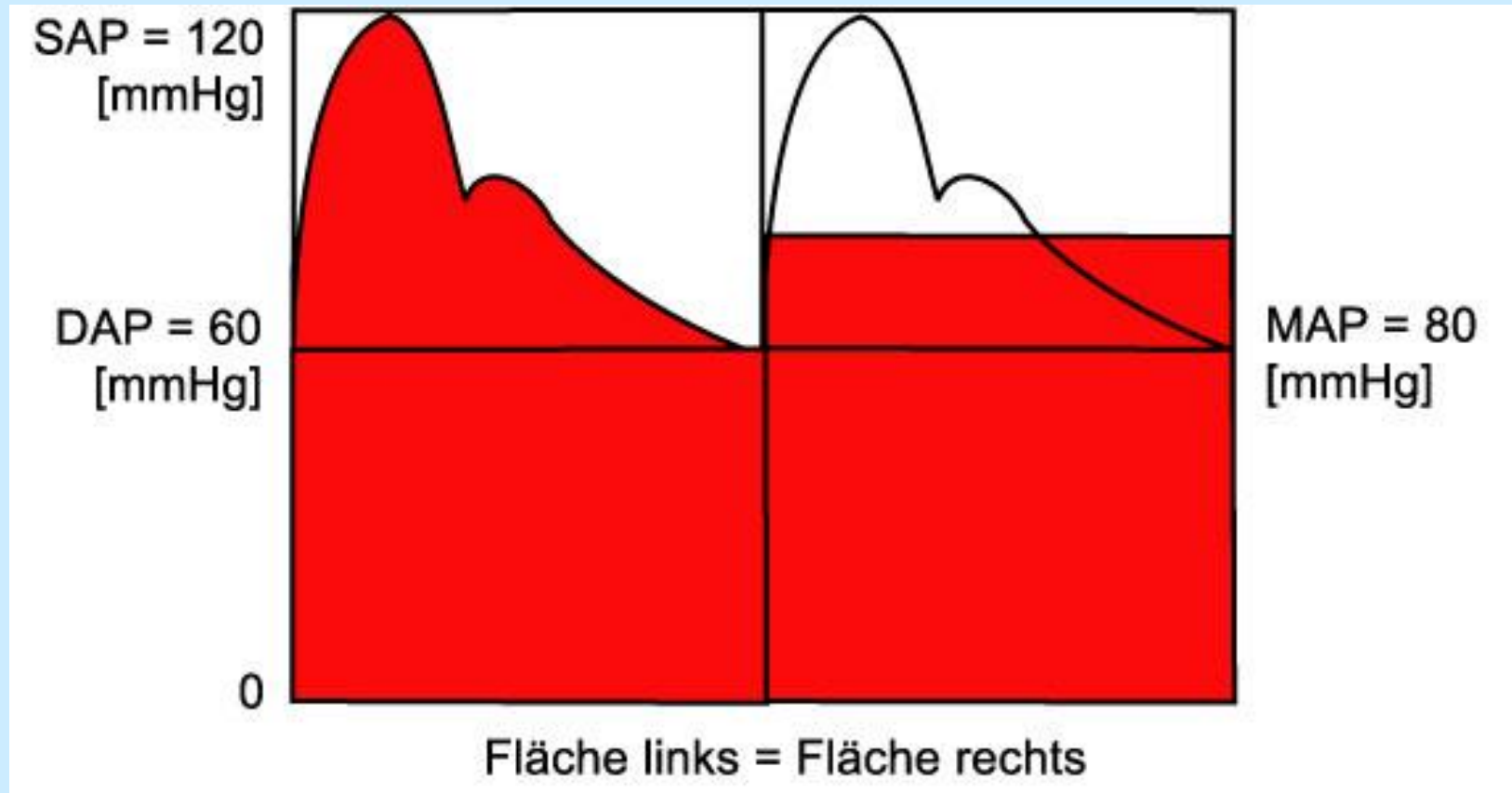
Arteriální krevní tlak - IABP



IABP – ARTERIÁLNÍ KŘIVKA



IABP – ARTERIÁLNÍ KŘIVKA



výpočet MAP z plochy pod křivkou IABP

Centrální žilní tlak - CVP

- katetr zaveden do oblasti horní duté žíly
- kanylace VJI, v.subclavia, portkatetr z periferní žíly na paži, v.axilaris (v.femoralis - nelze měřit CVP)
- komplikace : pneumothorax, hemothorax, punkce tepny, malpozice katetru, infekce, hematom, trombóza žíly, arytmie, vzduchová embolie
- katetr možno užít k aplikaci léků, koncentrovaných roztoků, parenterální výživy, rychlé objemové náhradě, k odběru krevních vzorků k lab. vyšetřením

Centrální žilní tlak - CVP

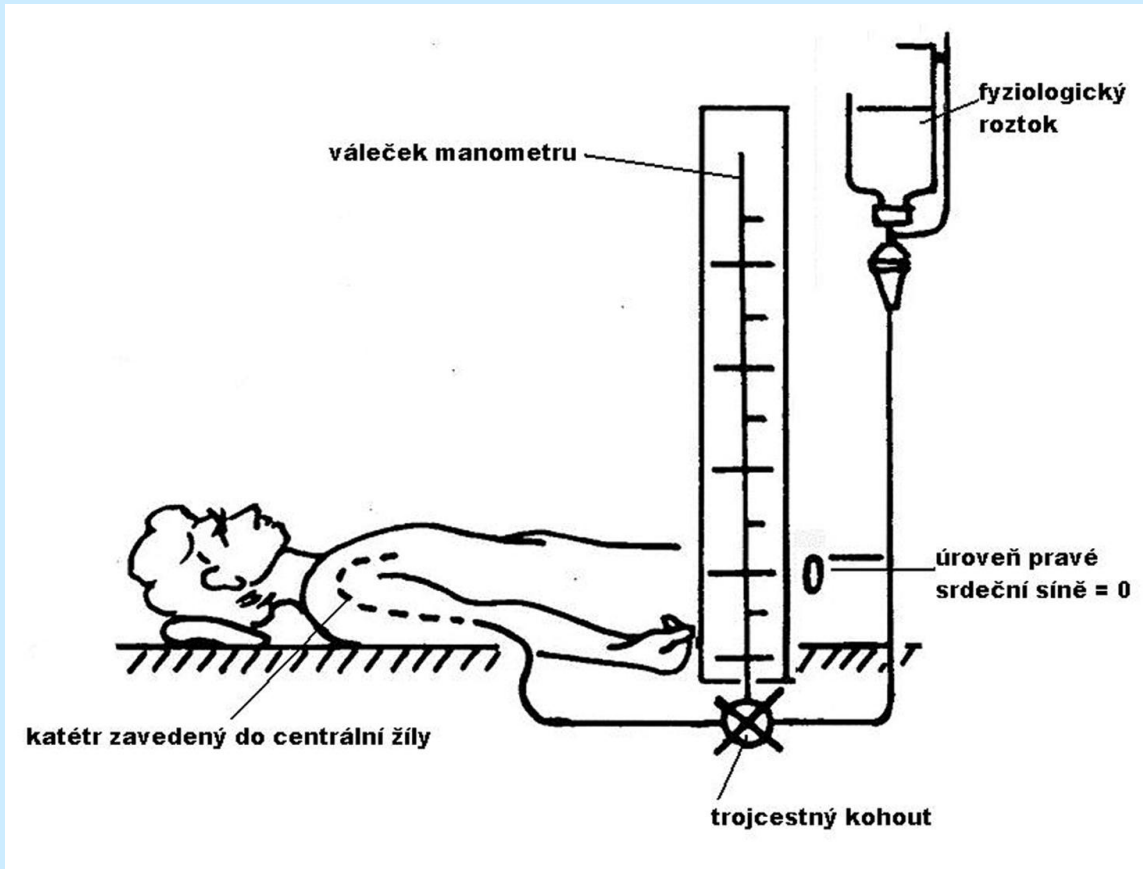
- odpovídá střední hodnotě tlaku v pravé srdeční síni
- není-li přítomna trikuspidální chlopenní vada odpovídá end-diastolickému tlaku pravé komory tedy předtížení pravé komory
- dává orientační informaci o náplni krevního řečiště
- možno měřit hodnotu SvO₂ (fyziologická 70-75%)
- **fyziologické hodnoty CVP 2-8torr (3-10 cm H₂O)**

Centrální žilní tlak - CVP

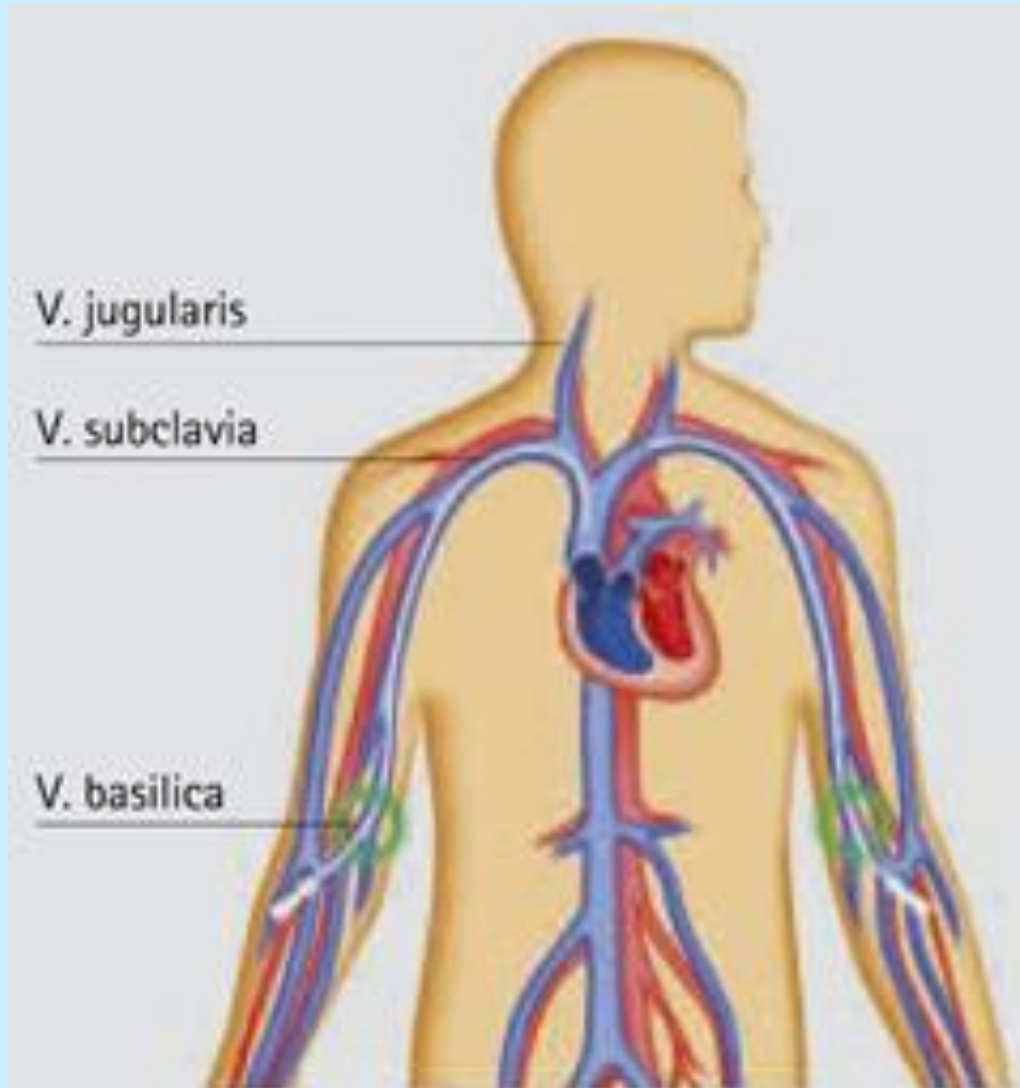


vlna (fáze)	výklad
a	vzestup tlaku během systoly síně s retrográdním přenosem do v. jugularis
c	kontrakce komor (I) působící vyklenutí cípatých chlopní do síní, a tím i zvýšení tlaku
x	systola komor táhne AV chlopně směrem k hrotu, čímž se protahují síně, snižuje se v nich tlak a lépe se tak plní krví
v	při plnění síní krví v nich stoupá tlak, dokud zůstávají AV chlopně uzavřeny (III)
y	odpovídá poklesu tlaku v síních bezprostředně po otevření AV chlopní

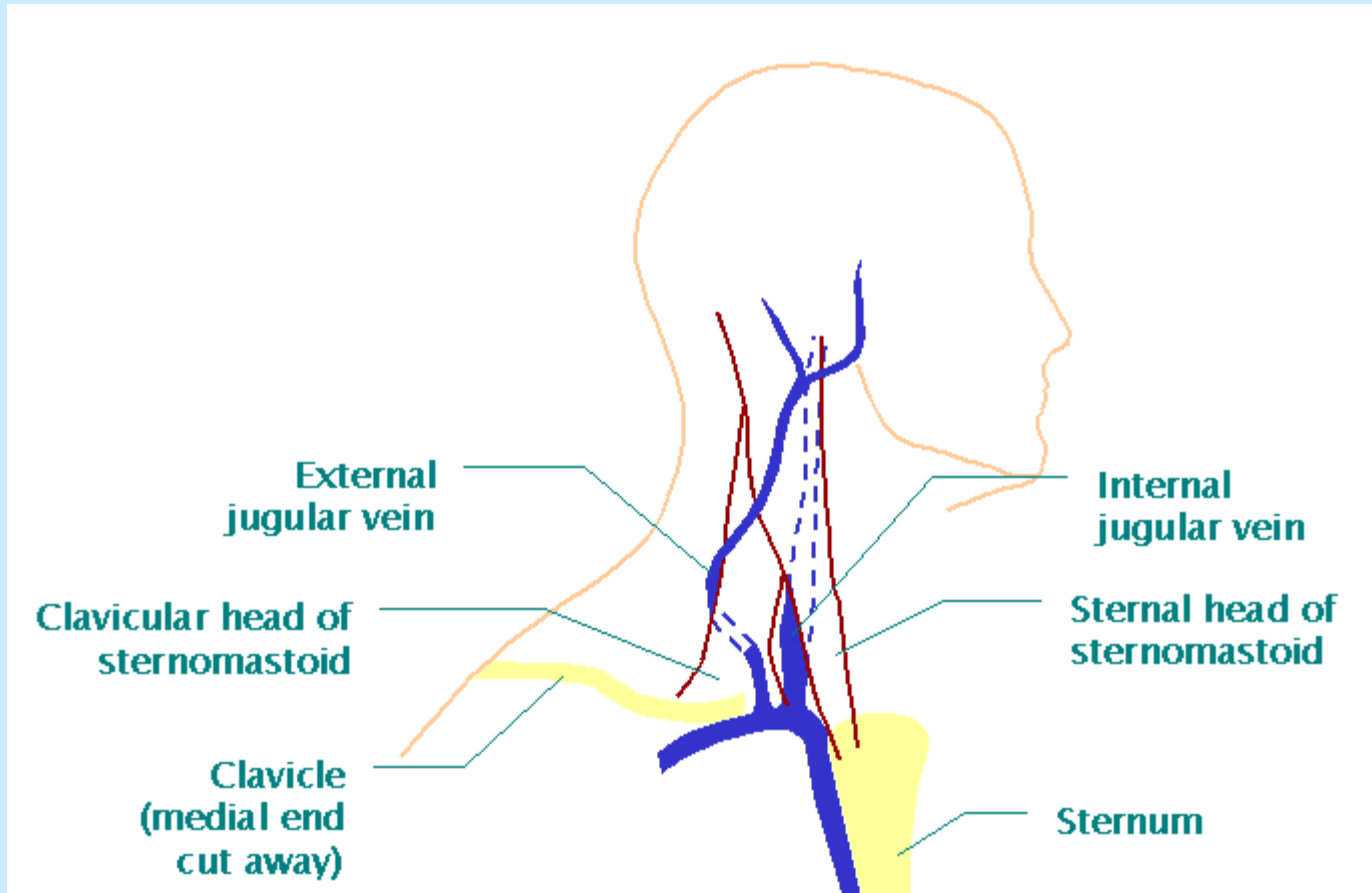
Centrální žilní tlak - CVP



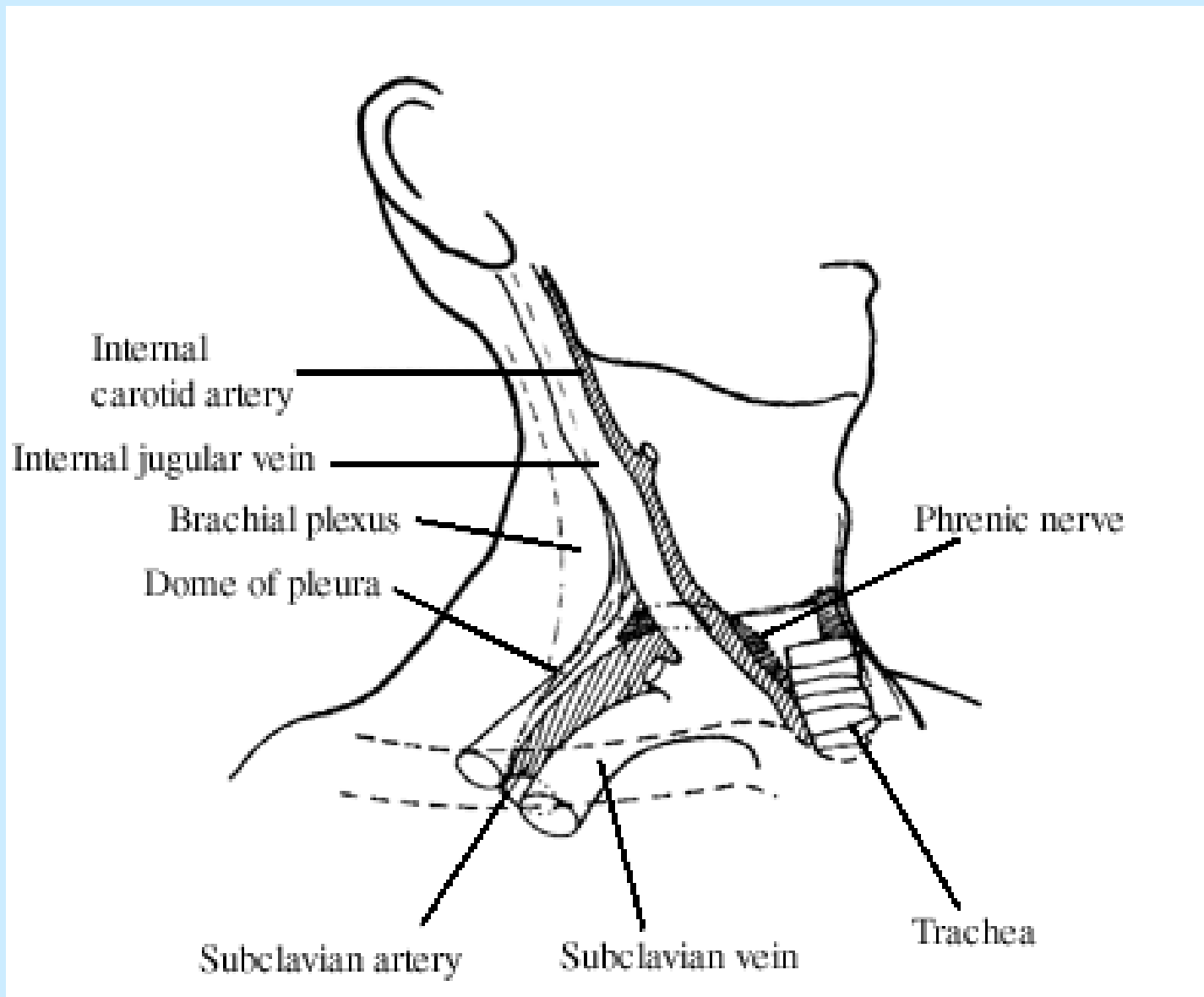
CVP - PŘÍSTUPY



CVP - PŘÍSTUPY



CVP - PŘÍSTUPY



CVP - KANYLA



Pravostranná srdeční katetrizace

- Zavedení plovoucího Swan-Ganzova balónkového katetru (plicnicový katetr)
- obvykle přes sheath ve VJI l.dx. (možno i jiné viz CVP) se zavede plicnicový katetr přes pravou síň, pravou komoru do plicnice
- zavádí se za sledování tvaru tlakové křivky na monitoru

Pravostranná srdeční katetrizace

- získané informace :
 - tlaky v plicním řečišti - systolický, diastolický, střední (během zavádění katetru i tlak v pravé komoře)
 - tlak v zaklínění - PCWP - nafouknutím balónku obliterujeme plicní arteriolu, tlak za balónkem odpovídá tlaku v plicní kapiláře a diastolickému (plnicímu) tlaku levé síně a komory (preload, náplň) - **přesnější informace o náplni cévního řečiště než CVP**
 - měření srdečního výdeje – termodiluční technikou – nutné speciální katetry s termistorem na distálním konci (obdoba barvivové diluční metody, Fickův princip)
 - **SvO₂** – speciální katetry s čidlem na přímé měření SvO₂ – kontinuální měření SvO a CO

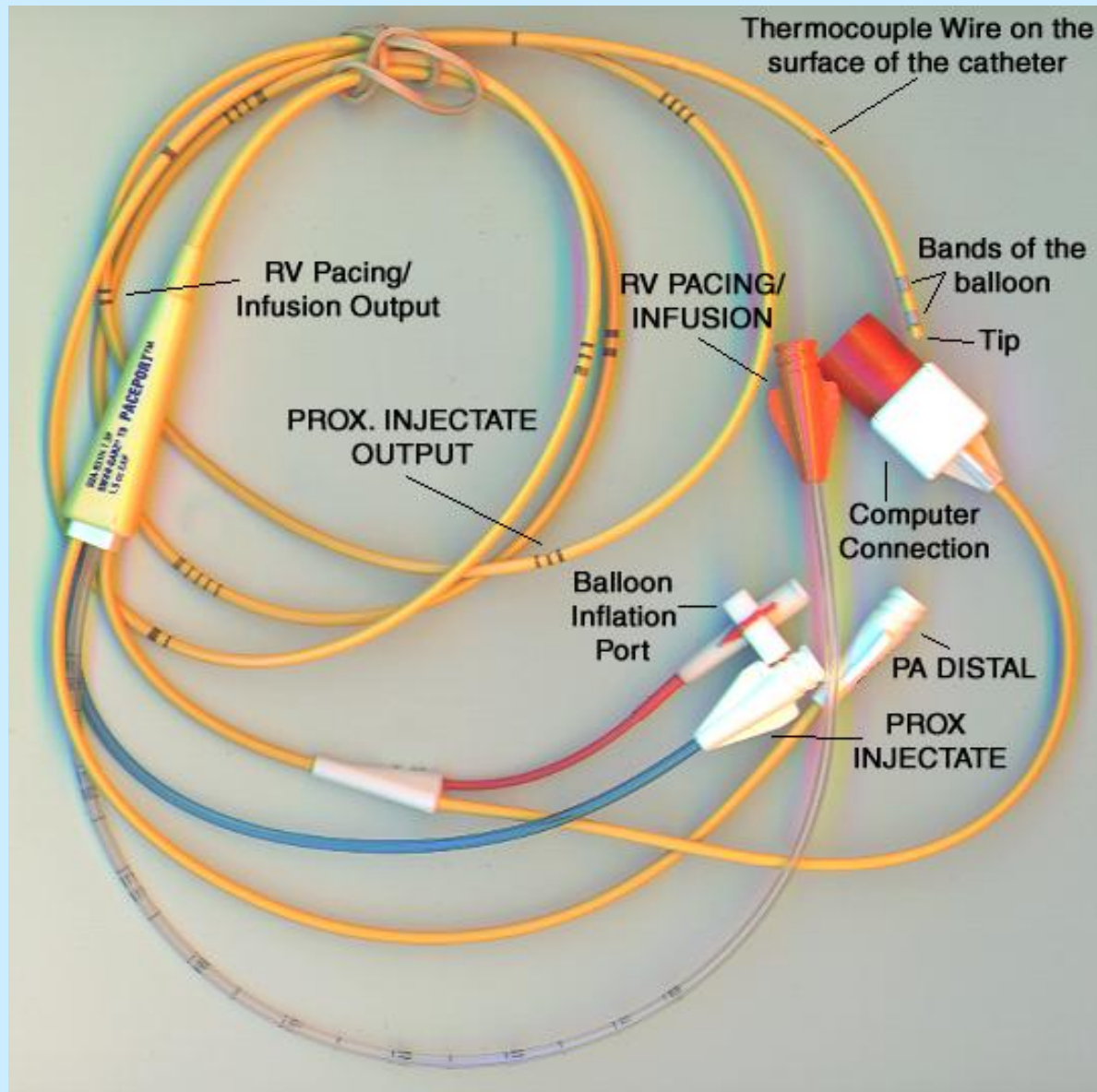
Pravostranná srdeční katetrizace

- **indikace** :
závažná oběhová nestabilita
- šokové stavy
- srdeční selhávání

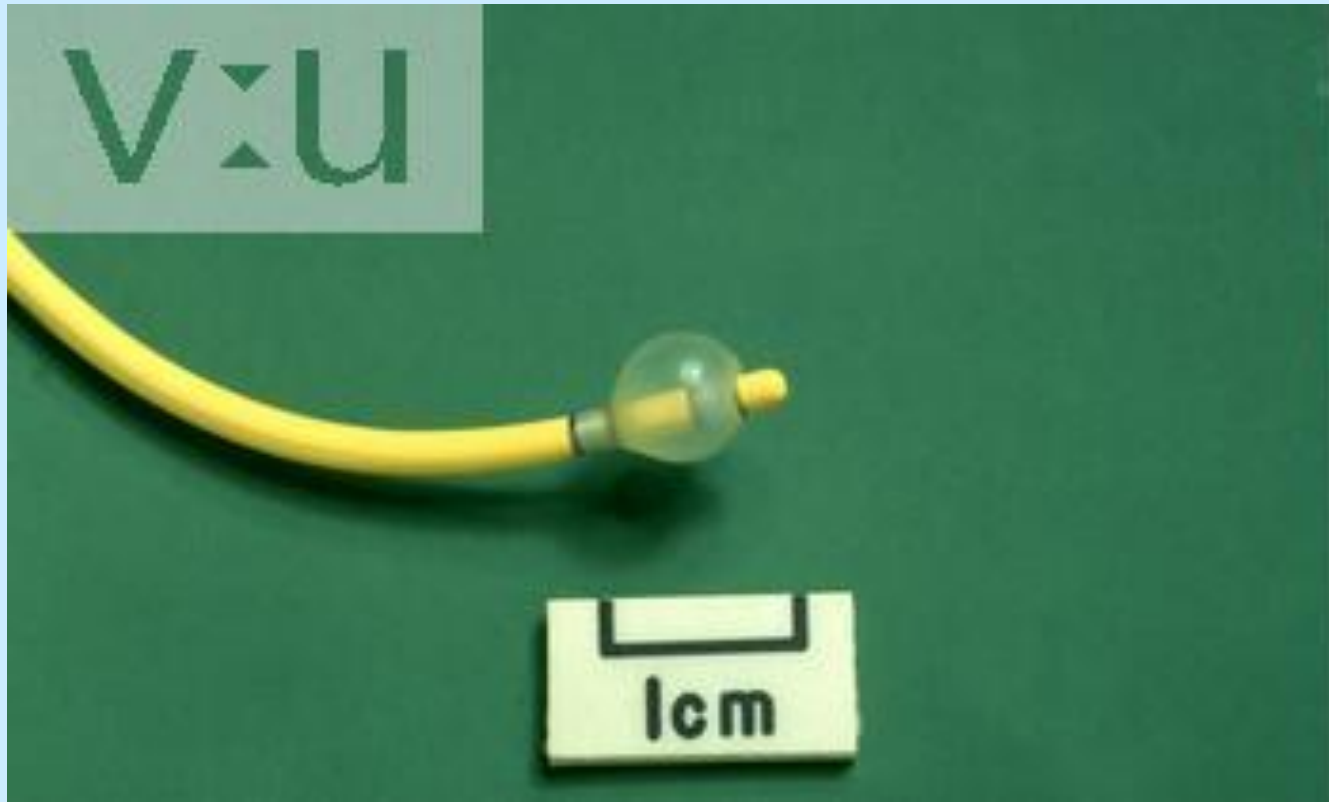
Pravostranná srdeční katetrizace

- **komplikace :**
 - při kanylaci - stejné jako u zavádění CVK
 - při zavádění Swan Ganzova katetru :
arytmie, poškození v. cava, srdečních chlopní,
endokardu nebo plicnice, perforace srdečního svalu a
tamponáda srdce, zatočení a zauzlení katetru, infekce –
především u vícedenního zavedení, plicní infarkt,
trombóza a embolie, vzduchová embolie

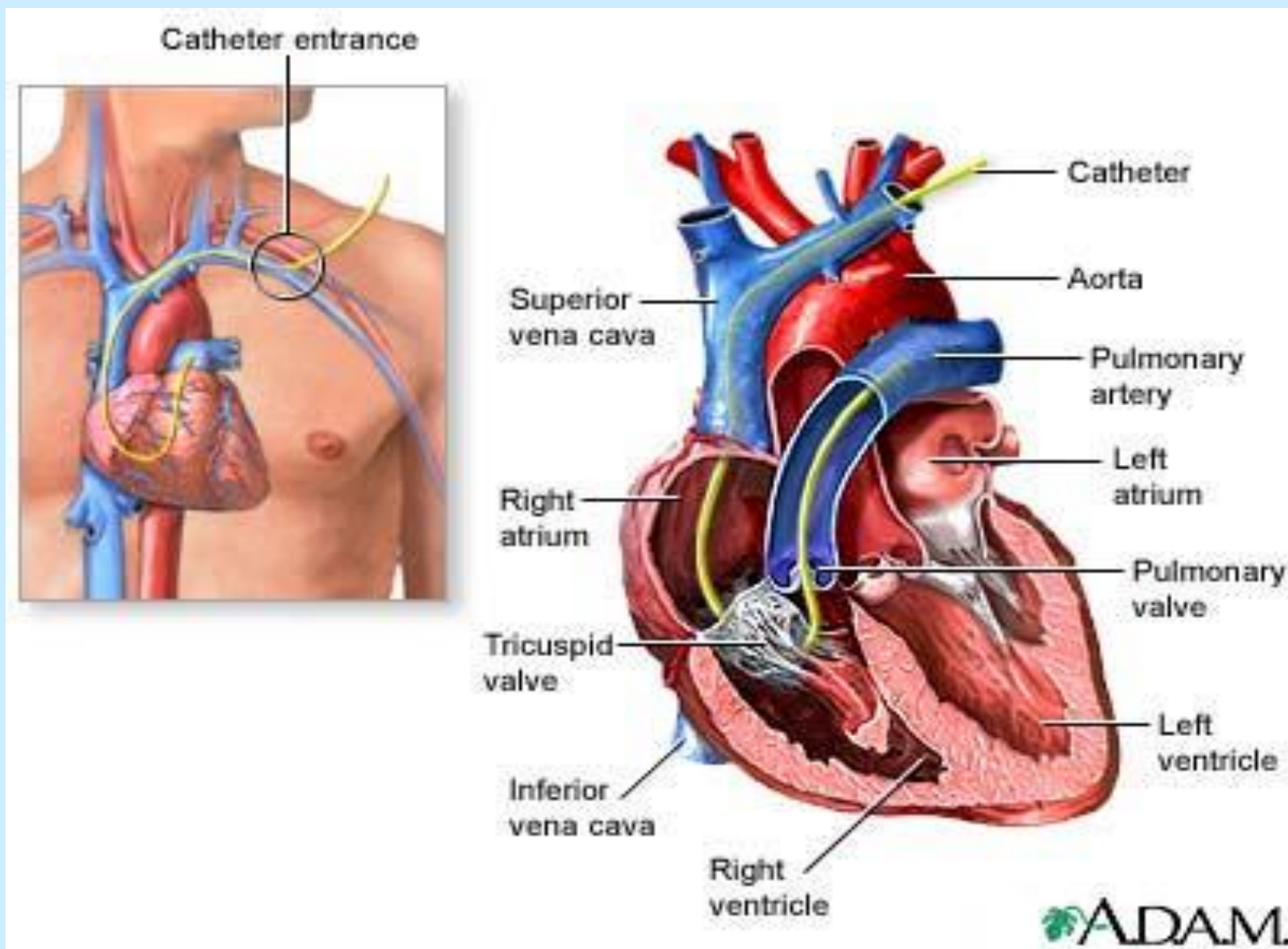
Swan-Ganz katetr



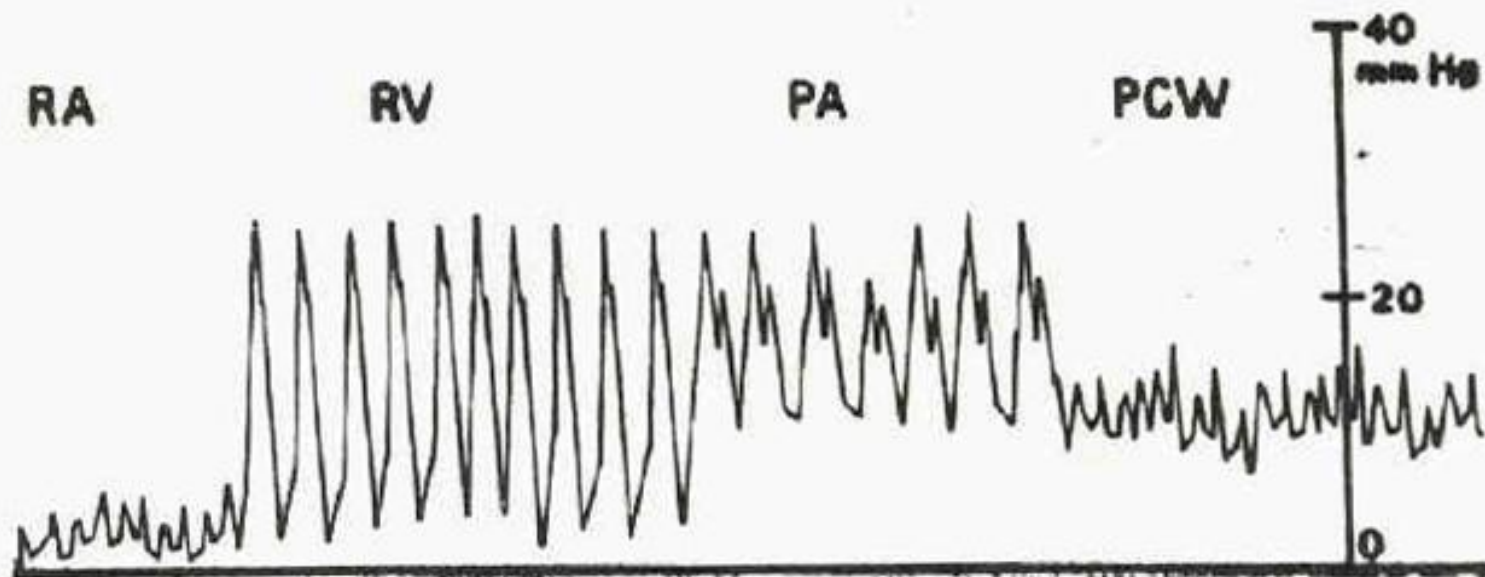
Swan-Ganzův katetr



Swan-Ganzův katetr - zavádění



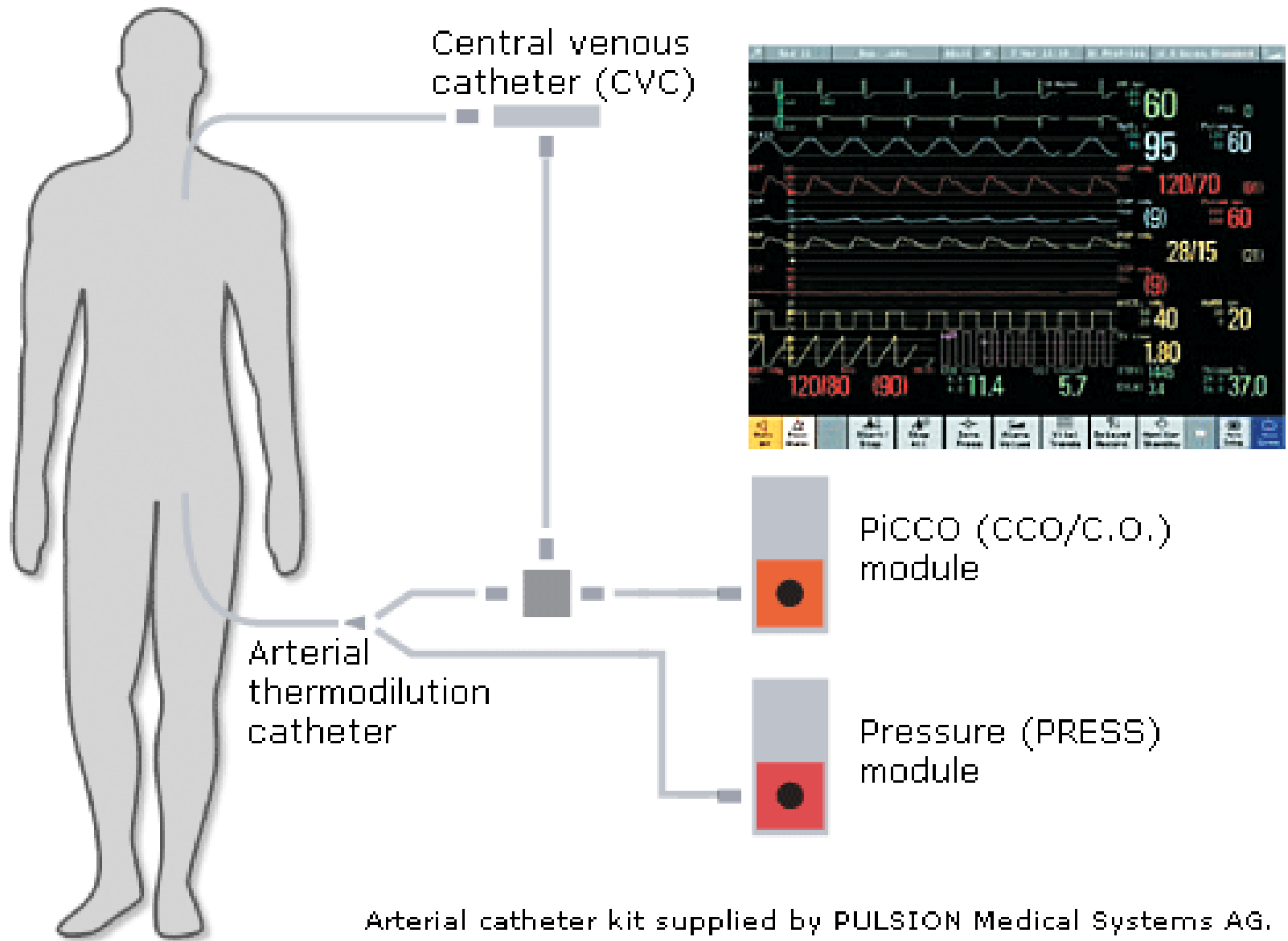
Swan-Ganzův katetr - zavádění



Další metody hemodynamické monitorace

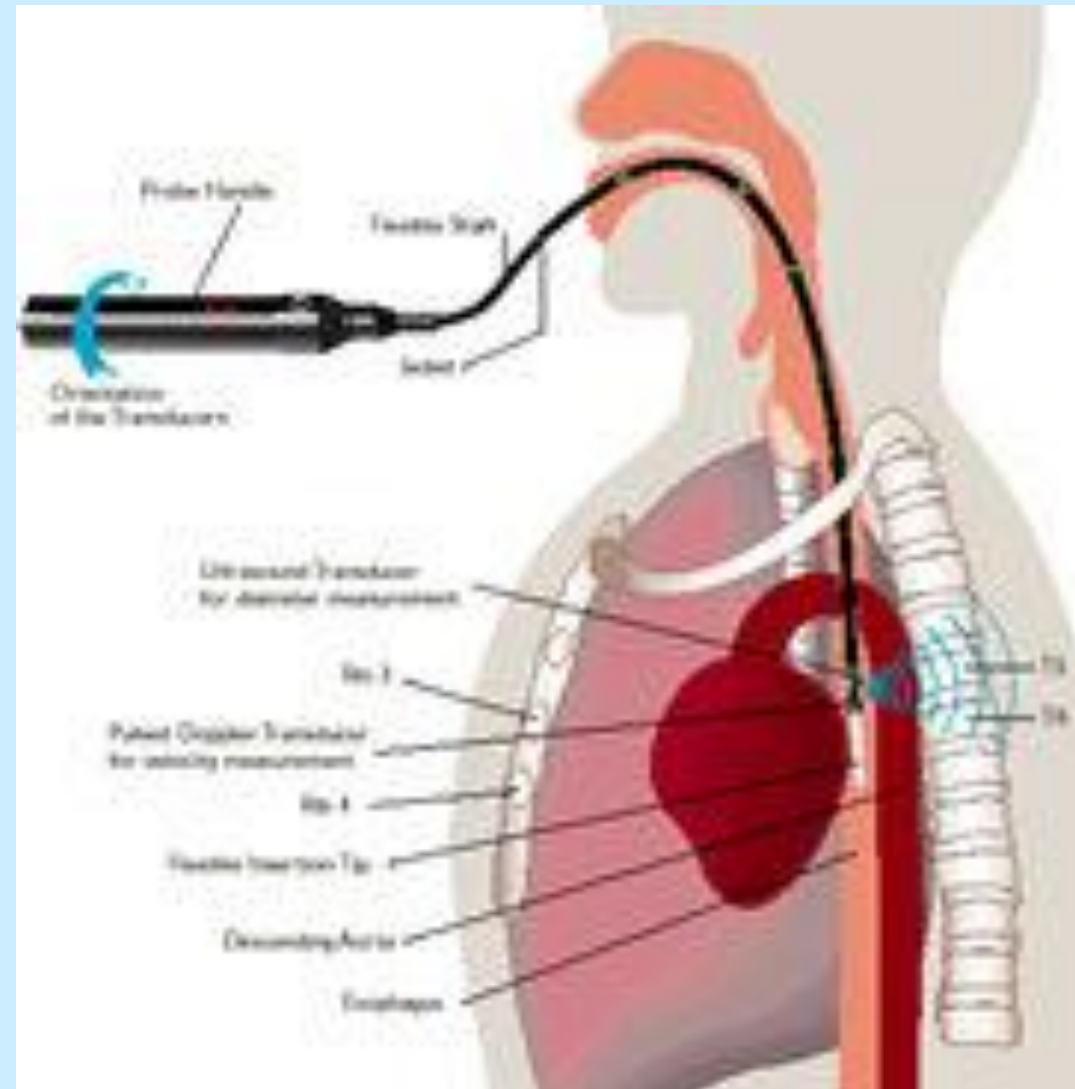
- **PiCCO** - analýza tepové křivky, transthorakální diluce (kalibrace diluční metoda)
- **LiDCO** - analýza tepové křivky (kalibrace diluční metoda)
- **Hemosonic** – ultrazvuk

PiCCO

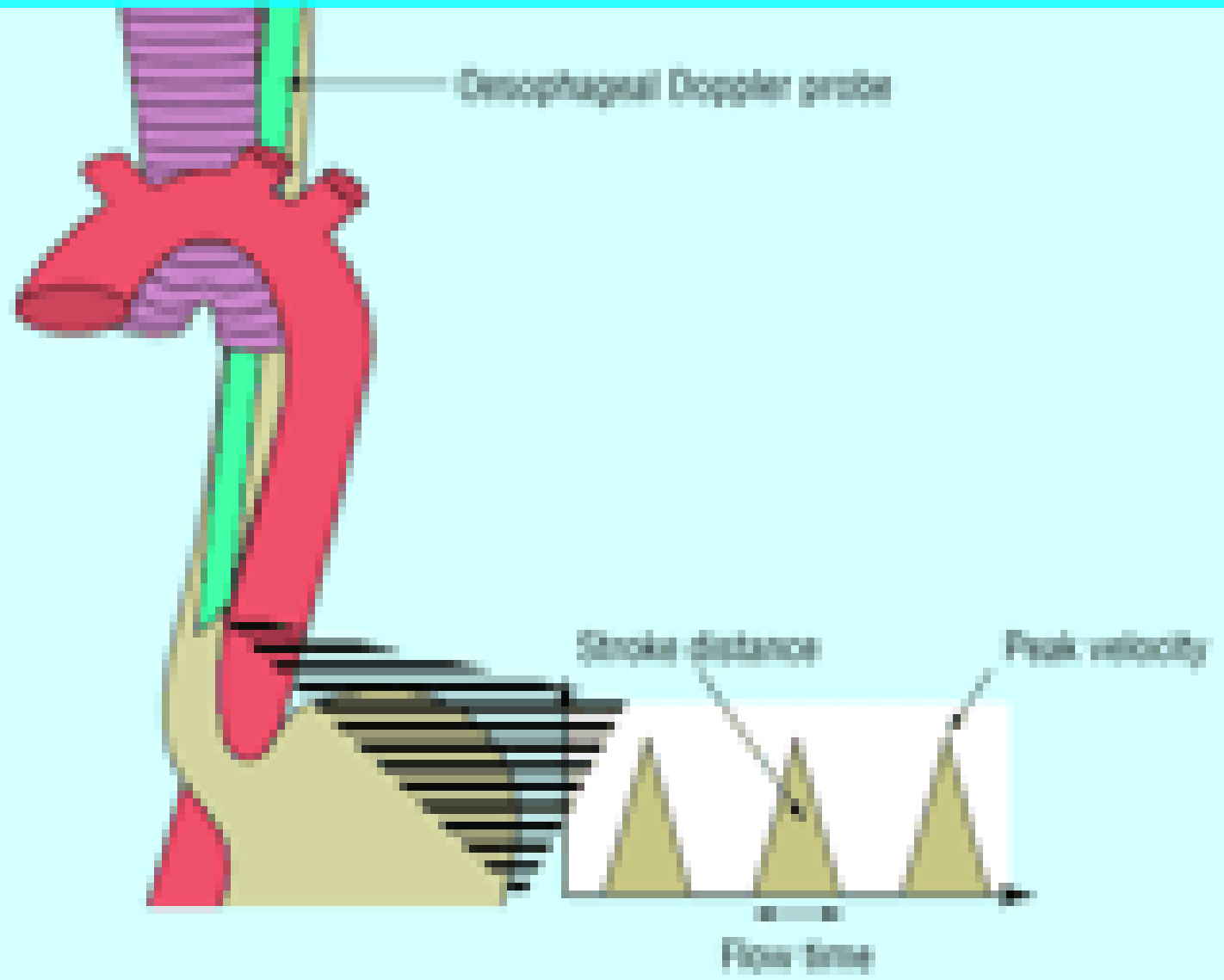


Arterial catheter kit supplied by PULSION Medical Systems AG.

HEMOSONIC



HEMOSONIC



FYZIOLOGICKÉ HODNOTY

Přímo měřené hodnoty :

název	zkratka	jednotky	norma
tepová frekvence	HR	puls/min	60-90
krevní tlak	BP	torr	120/80
centrální žilní tlak	CVP	torr	2-8
tlak v pravé komoře	RVP	torr	20-25/2-8
tlak v plicnici	PAP	torr	20-25/8-12
střední tlak v plicnici	MPAP	torr	9-16
tlak v zaklínění v plicnici	PCWP	torr	8-12
minutový srdeční výdej	CO	l/min	4,5-5,5
saturace smíšené žilní krve	SvO2	%	70-75

FYZIOLOGICKÉ HODNOTY

Vypočtené hodnoty :

název	zkratka	jednotky	norma
srdeční index	CI	l/min/m ²	2,5-3,5
systemová cévní rezistence	SVR	dyn x s x cm ⁻⁵	800-1600
plicní cévní rezistence	PVR	dyn x s x cm ⁻⁵	80-160

$$CI = CO/BSA$$

Cévní rezistence - aplikace ohmova zákona $R=U/I$

$$\text{Cévní rezistence} = 80 \times (MAP - CVP)/CO$$

APLIKACE HEMODYNAMICKÉHO MONITORINGU

***„Sledovat hemodynamiku nemá význam,
pokud nevím, jak data hodnotit a jak je
použít“***

APLIKACE HEMODYNAMICKÉHO MONITORINGU

Podskupina	BP	CVP	PCWP	CO	SVR	PVR
HYPOVOLÉMIE	↓↓	↓↓	↓↓	↓	↑	
HYPERDYNAMICKÝ STAV	↓/norm	norm/↓	norm/↓	↑↑	↓	
SELHÁNÍ LKS	↓	↑	↑	↓	↑	
KARDIOGENNÍ ŠOK	↓↓	↑	↑↑	↓↓	↑	
PLICNÍ EMBOLIE	norm/↓	↑	**	norm/↓		↑↑
**diastolický PAP vyšší než PCWP o 5 a více torrů						

MONITORACE HEMODYNAMIKY

Monitorace není léčebná metoda

Žádná metoda monitorace nemá sama o sobě potenciál ovlivnit klinický výsledek, pouze za předpokladu, je-li spojena s intervencí