



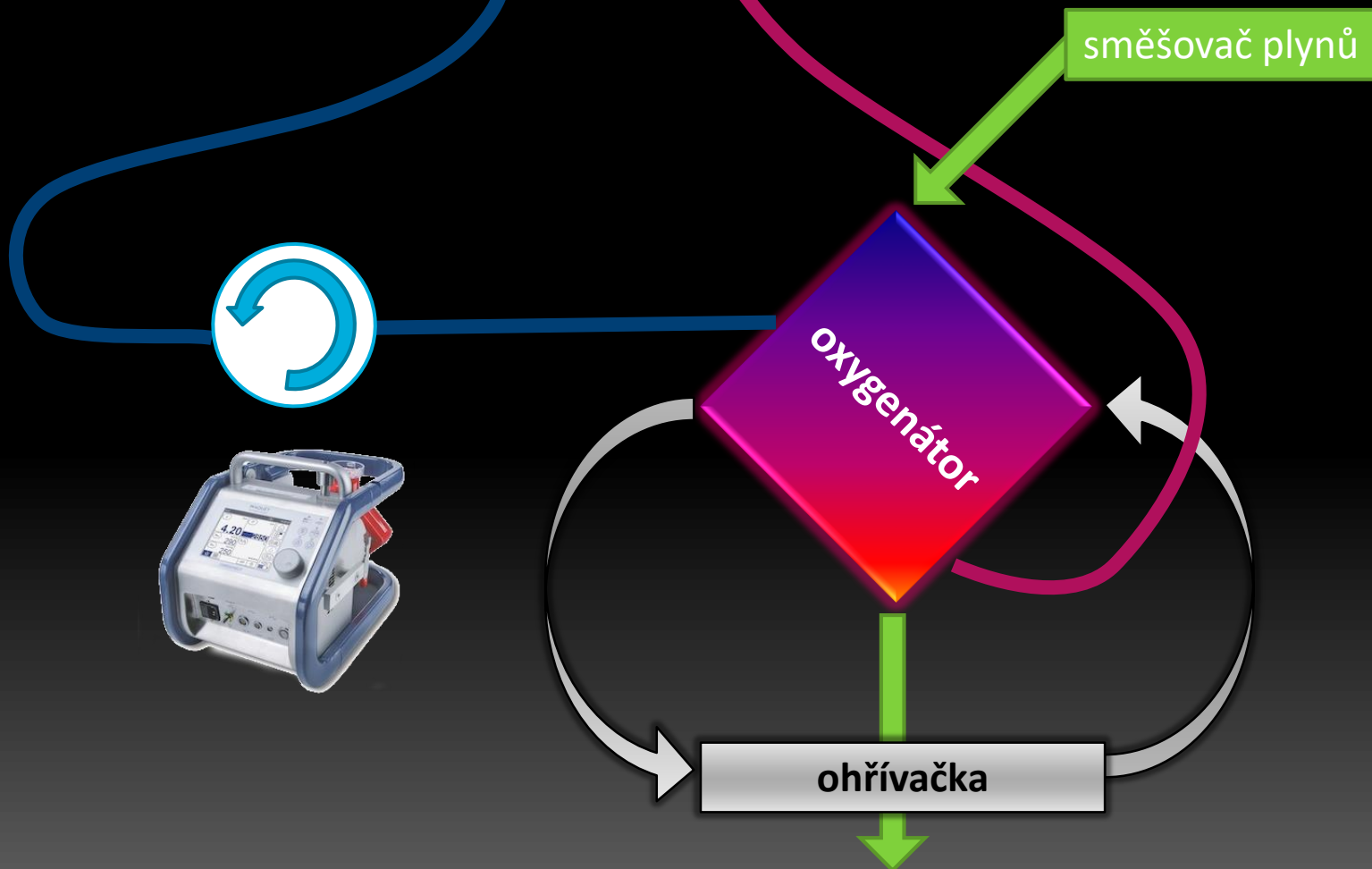
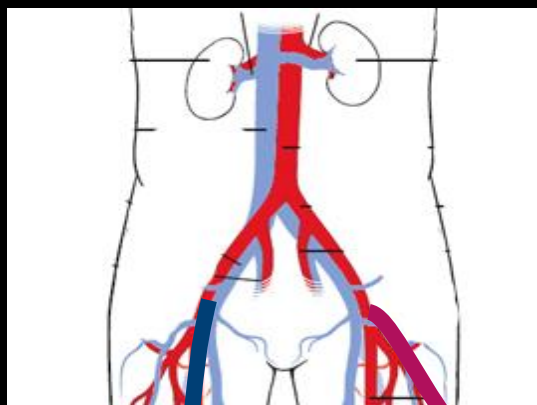
# ÚVOD DO MIMOTĚLNÍ MEMBRÁNOVÉ OXYGENACE (ECMO)

Pavel Suk, FN u sv. Anny v Brně

XII. kongres ČSIM, 20. 6. – 22. 6. 2018 Brno

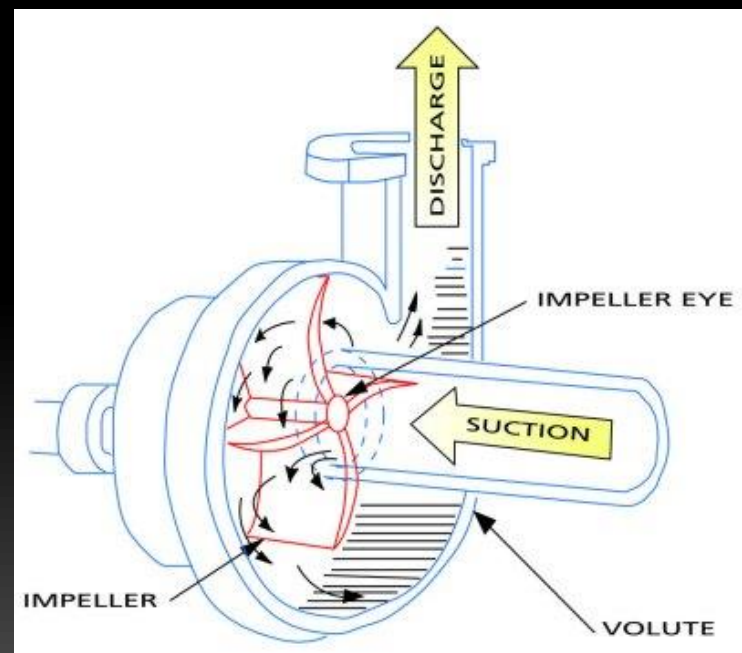
**MAQUET**  
GETINGE GROUP

# ECMO okruh



# Centrifugální pumpa

- závislá na předtížení a dotížení
- 2000 – 5000 rpm
- průtok krve 2 – 6 l/min
- Francisova turbína



# Oxygenátor

- plocha 1,8 m<sup>2</sup>, objem 270 ml
- polymethylpenten (PMP)
- kapiláry s plynem, krev okolo
- protiproudový systém
- celkový objem setu 600 ml
- směšovač plynů
  - alveolární ventilace ~ průtok plynů
  - oxygenace ~  $\text{FiO}_2$



# Další vybavení

- venózní sonda (Hb, SvO<sub>2</sub>)
- měření teploty a tlaků:
  - venózní (sací)
  - $\Delta P$  (jako transmembranózní)
  - arteriální (návrátový)
- UZ sonda (návrát. hadice)
  - měření průtoku
  - detektor bublin
- napojení na ohřívačku (33 - 39°C)
  - ohřívání oxygenátoru → krve







The image displays five medical catheters against a light blue background. From top-left to bottom-right, there are: two short catheters with blue hubs and white connectors; two medium-length catheters with red hubs and white connectors; and one long, thin catheter with a clear, flexible tube and a white connector. All catheters have a clear, flexible tube and a sharp, pointed tip.

**Kanyly a kanylace**

# Sací kanyly



- 21 – 25F (vnější průměr 7 – 8,3 mm)
- délka 38/55 cm, posledních 20cm s perforacemi
- standardně VCI/pravá síň cestou v. femoralis
- zavedení pod UZ kontrolou

- kontrola pozice UZ / RTG



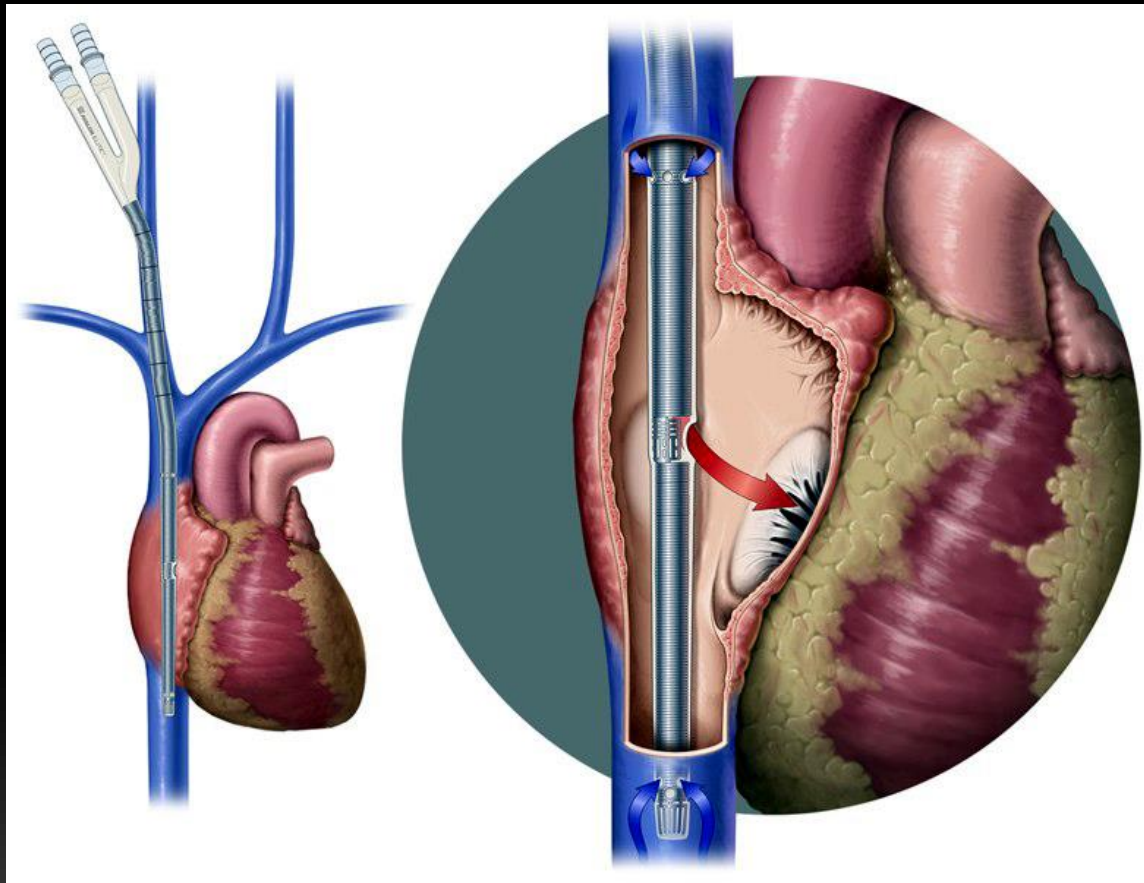
# Návratová kanyly

- VV ECMO:
  - v. jugularis int. dx.
  - průměr 17 – 21 F
- VA ECMO:
  - a. femoralis
  - průměr 15 – 17 F
- délka 15 cm

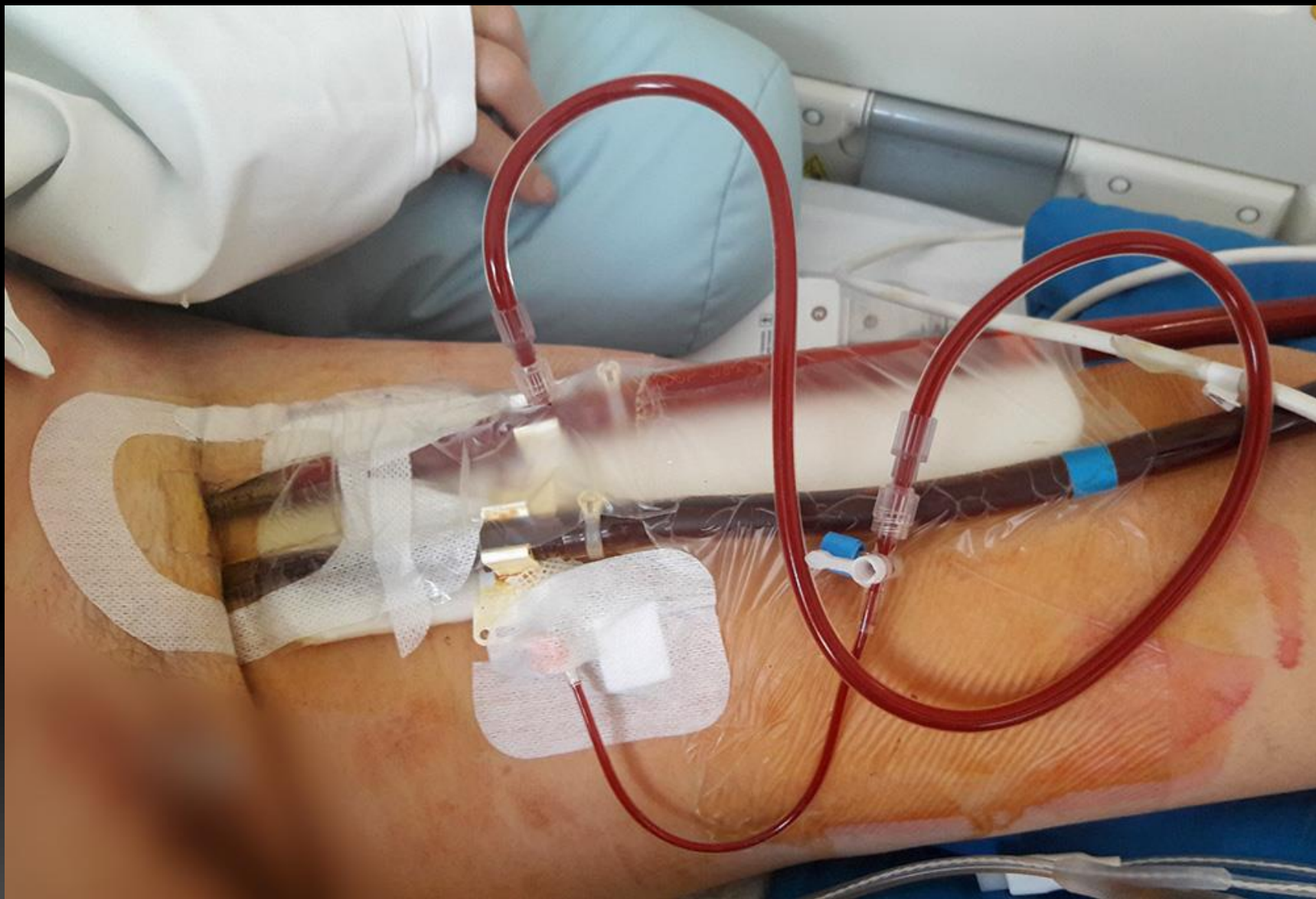




# Dual lumen kanyly (VV ECMO)

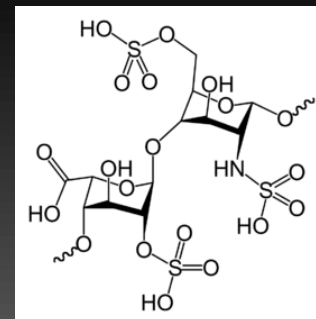


Avalon Elite - velikost do 31 F (10,3 mm)



# Antikoagulace

- standardně heparin v kont. i.v. infúzi
  - obvyklá dávka 10-20 IU/kg/h
  - cíl: APTT-R 1,5x – 2,5x tj. APTT 50 – 75 s
  - monitorace 4x denně (á 6 hod)
- 
- při krvácení lze i bez antikoagulace
  - pokud možno nepodávat protamin  
(*okruh je potažený heparinem*)



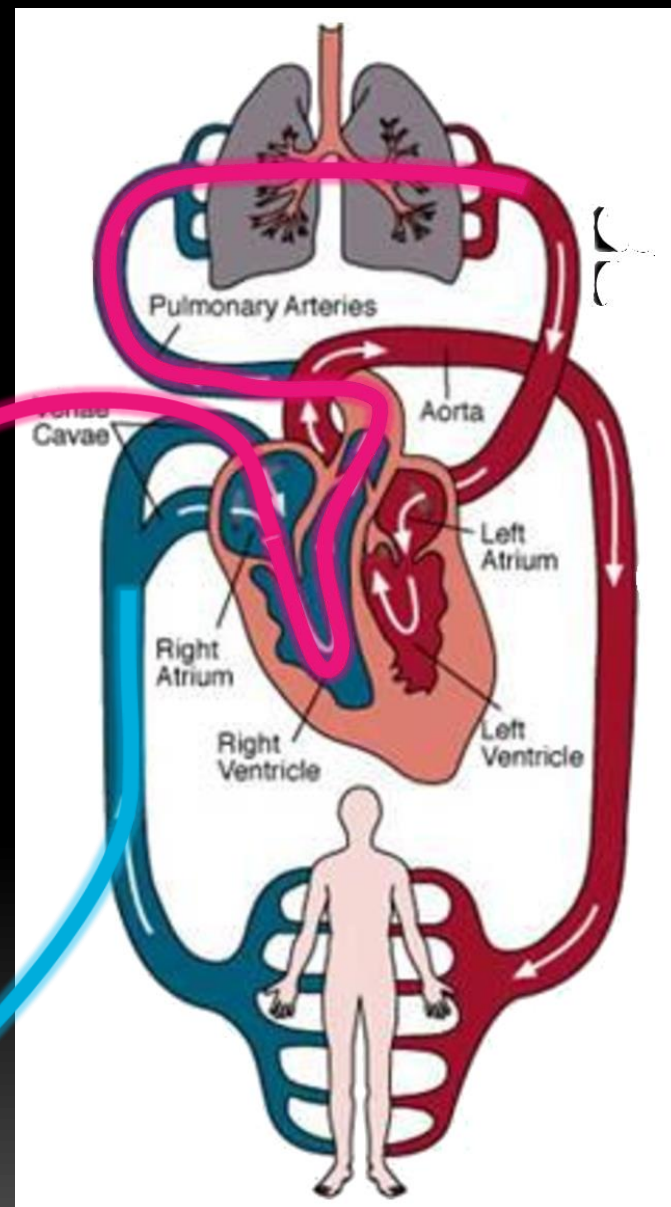




# VV ECMO

náhrada funkce plic  
bez ovlivnění oběhu

$O_2 \rightarrow$   
 $CO_2 \leftarrow$





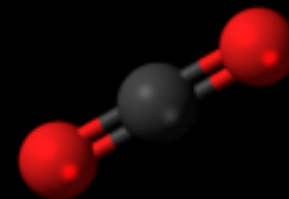
# Oxygenace při VV ECMO

- cca 99 %  $O_2$  je vázáno na Hb  $\rightarrow$   $SO_2$  matters
- $SvO_2$  je cca 65%
- cílová  $SaO_2 > 90$  %
- krev z oxygenátoru má  $SaO_2$  100 %
- $0,9 = x * 1 + (1-x)*0,65$ ;  $x = 0,7$

**$\rightarrow$  2/3 CO musí projít VV ECMO**

- při hypoxii
  - zvýšit průtok na VV ECMO
  - snížit nativní CO (betablokátory, klonidin, chlazení)

# Eliminace CO<sub>2</sub>



- CO<sub>2</sub> produkce v klidu ~ 200 ml/min
- obsah CO<sub>2</sub> v krvi ~ 500 ml/l
  - rozpuštěný + HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> + na proteinech (Hb)
- v plicích se odstraní ~ 10 %
- v oxygenátoru i mnohem víc
- stačí malý průtok, závisí hlavně na  
**průtoku čerstvých plynů (fresh gas flow)**

# Klinické indikace VV ECMO

- **porucha oxygenace** -  $\text{SaO}_2 \leq 88\%$  nebo  $\text{paO}_2/\text{FiO}_2 < 100 \text{ mmHg}$
- **porucha ventilace** – neschopnost dosáhnout  $\text{pH} > 7,2$  při protektivní ventilaci:
  - $\text{PIP} < 30 \text{ cmH}_2\text{O}$
  - $\text{driving pressure} \leq 18 \text{ cmH}_2\text{O}$
  - $\text{Vt} \leq 6 \text{ ml/kg}$  ideální váhy
- při selhání optimalizace:
  - titrace PEEPu (15 – 20  $\text{cmH}_2\text{O}$ )
  - recruitment manévr(y) a/nebo pronační poloha
  - optimalizace hemodynamiky (ECHO srdce, diuretika/inotropika)

# Lung Injury (Murray) Score

	SCORE				
	0	1	2	3	4
Chest Radiograph Number of Quadrants with Alveolar Consolidation	None	1	2	3	4
Hypoxemia $P_{aO_2}/F_{iO_2}$	$\geq 300$	225-299	175-224	100-174	$< 100$
PEEP cmH <sub>2</sub> O	$\leq 5$	6-8	9-11	12-14	$\geq 15$
Lung Compliance mL/cm H <sub>2</sub> O	$\geq 80$	60-79	40-59	20-39	$\leq 19$

indikace pro VV ECMO je LIS  $\geq 3$   
(*neplatí pro hyperkapnií*)

# VV ECMO – typické diagnózy

- těžká pneumonie (bakteriální, virová)
- ARDS (sekundární má horší prognózu)
- aspirace
- plicní vaskulitida (Goodpasture sy, ANCA pozit. vaskulitidy, ...)
- status asthmaticus
- významný air-leak
- trauma (kontuze, PNO, inhalační poranění plic, ...)
- **bridge to recovery (Tx nedostupná)**



# Kontraindikace VV ECMO

- UPV > 7 dní
- intersticiální plicní onemocnění (např. u SLE) / plicní fibróza / restriční plicní onemocnění / těžké CHOPN
- těžké oběhové selhání - 3 a více faktorů:
  - laktát > 10 mmol/l
  - noradrenalin > 1 mcg/kg/min (cca 50 ml/h std. ředění)
  - těžká deprese funkce myokardu
  - mramoráž

# Kontraindikace VV ECMO

- závažné poškození CNS
- jiné závažné chronické orgánové postižení (srdeční selhání, cirhóza, ...)
- dlouhodobá imunosuprese (např. po transplantaci)
- závažné krvácení (hlavně CNS v posledních 10 dnech)
- dlouhodobější kontraindikace k antikoagulaci
- věk > 70 – 75 let
- malignita, nedávná transplantace kostní dřeně

# Ventilace při VV ECMO

- superprotektivní UPV až „lung rest“
  - PEEP 10 - 20 cmH<sub>2</sub>O
  - FiO<sub>2</sub> 0,4
  - P<sub>insp</sub> 10 cmH<sub>2</sub>O
  - DF 10 / min
  - V<sub>t</sub> 0 – 6 ml/kg
- zabránit výraznějšímu dech. úsilí (vysoké P<sub>TP</sub>)
- eliminace CO<sub>2</sub> není nikdy problém
- open lung + vyšší FiO<sub>2</sub> k udržení oxygenace



# Komplikace VV ECMO

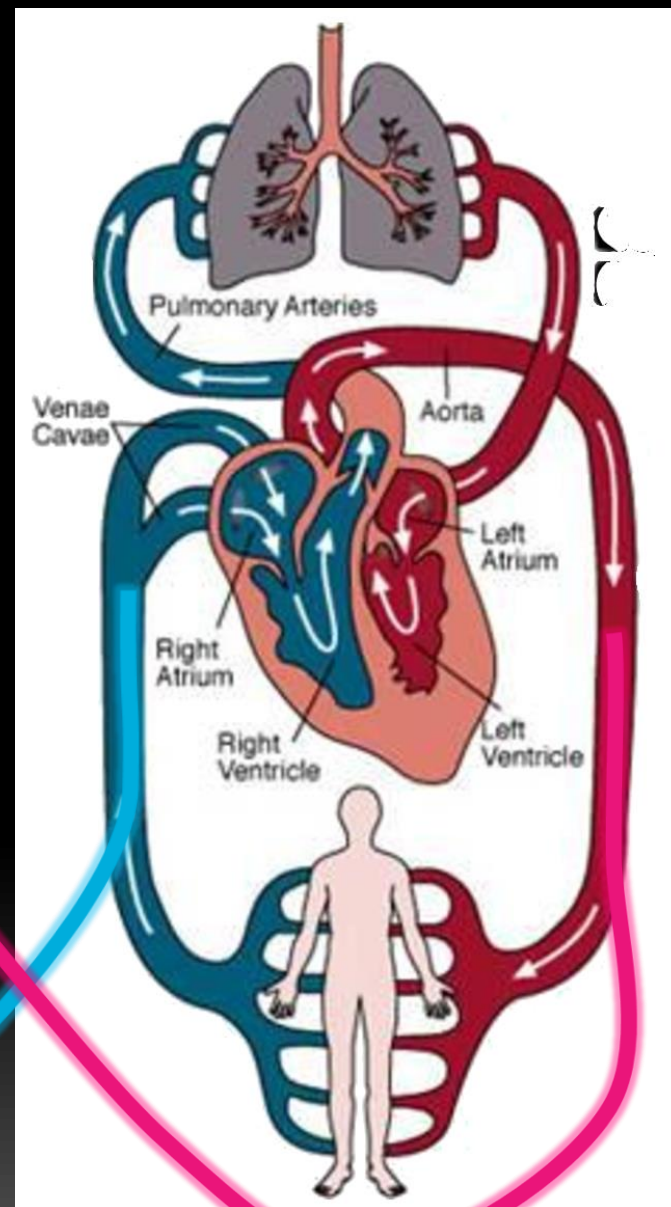


- krvácení
- pokles trombocytů hlavně v 1. 3 dnech
- problémy se sáním až zastavení okruhu
- trombóza v okruhu, hemolýza
- žilní trombóza
- embolizace (trombus / vzduch)
- infekce
- trauma při kanylaci
- selhání oxygenátoru nebo pumpy

# VA ECMO

**náhrada srdce/plic**  
paralelní oběh  
= kardiopulmonální bypass

$O_2 \rightarrow$   
 $CO_2 \leftarrow$





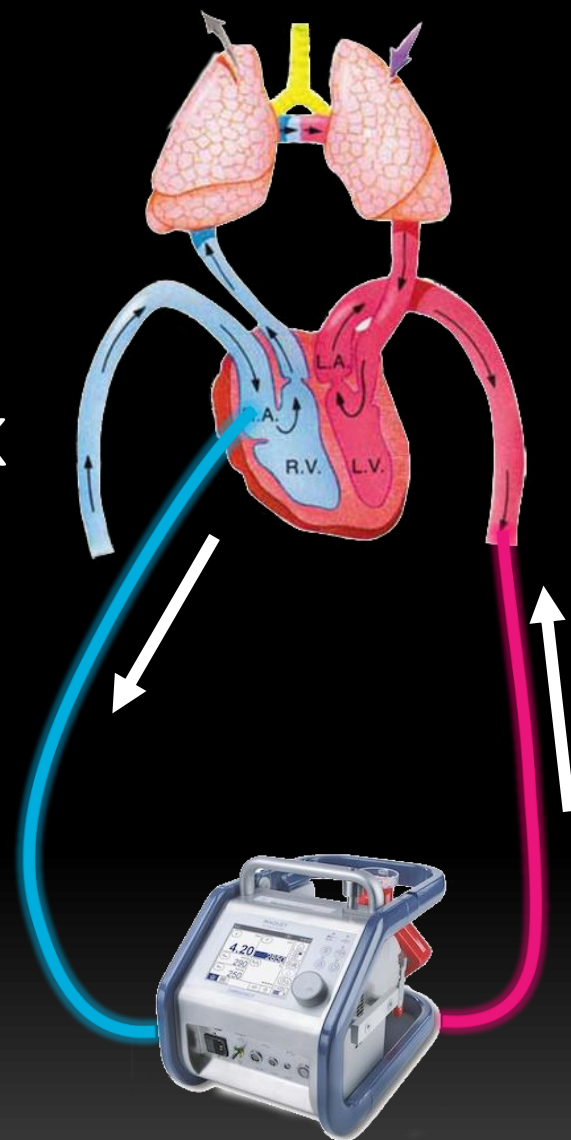
# Vliv VA ECMO na srdce

- sání z PS  $\rightarrow$   $\downarrow$  preloadu
- návrat do aorty  $\rightarrow$   $\uparrow$  afterloadu LK

**$\rightarrow$  zhoršení podmínek  
nativního srdce**

**VA ECMO = podpora oběhu**

**VA ECMO  $\neq$  podpora srdce**



# VA ECMO – klinické indikace

- **nízký srdeční výdej s hypoperfúzí**
- rezistence na vasopresory anebo inotropika
- známky tkáňové hypoperfúze / orgánové dysfunkce
  - ↑laktát, mramoráž, oligurie
  - elevace transamináz, N-látek
- nutné časné rozhodnutí (před rozvojem MOF)
- vyjíměčně v průběhu KPR (eCPR)
  - dobrá prognóza při napojení do 60 min . od zástavy (délka kanylace a napojení je 20 - 30 min.)

# VA ECMO – typické diagnózy

- kardiogenní šok
  - AKS
  - myokarditidy
  - kardiomyopatie
  - otravy (betablokátory, digoxin, kalciové blok., ...)
- plicní embolie
- trauma srdce/plic
- KPR (enhanced CPR), podchlazení
- **bridge to recovery**
- **bridge to Tx / decision (LVAD?) → kardiochirurgie**

# VA ECMO - kontraindikace

- významná aortální regurgitace
- multiorgánové dysfunkce (kombinace více faktorů):
  - laktát > 15 mmol/l
  - AST/ALT > 30 ukat/l nebo INR > 4,5
  - anurie > 4 h
- závažné poškození CNS
- jiné závažné chronické orgánové postižení (těžší COPD, cirhóza)
- závažné krvácení (hlavně CNS v posledních 10 dnech)
- dlouhodobější kontraindikace k antikoagulaci
- věk > 70 let
- malignita, nedávná transplantace kostní dřeně

# Reference pacienta

- [ecmo.fnusa.cz](http://ecmo.fnusa.cz)
  - kontakty
  - indikace/kontraindikace pro VV a VA-ECMO
- vyplnění formuláře → email/fax
- transport:
  - „stabilní“ – bez ECMO do centra
    - lepší ventilátor
    - relaxace, prone position?
  - „nestabilní“ – přijedeme, napojíme



## Formulář pro referenci pacienta na ECMO

Pekařská 53, 656 91 Brno; WWW: [ecmo.fnusa.cz](http://ecmo.fnusa.cz)  
Tel. 543 18 2559 (lůžková část ARK)

Jméno a příjmení:	Váha:	Výška:
Datum narození:	Datum přijetí do nemocnice:	

Referující nemocnice:	
Referující osoba:	
Telefonní kontakt:	Datum a čas:

Důležité komorbidity:
Chronická medikace:
Nynější onemocnění:
Kvalita života (fyzická/mentální limitace, soběstačnost):

### Ventilace

Datum intubace:		Ventilace – režim:	
FiO2	PEEP	P <sub>INSP</sub> (nad PEEP)	V <sub>T</sub> DF
pH:	pCO2:	pO2:	BE:
RTG / CT plic:			
Pronační pozice:			
Recruitment manévry:			

### Oběh

TF:	MAP:	CVP:
Noradrenalin (dávka/ředění):		
Dobutamin (dávka/ředění):		
Jiné vasoaktivní látky:		
Echokardiografie (hlavní nález):		
Mramoráž:	Otoky:	Laktát:
Cévní vstupy (lokalizace / komplikace):		

### Ledviny

Diuréza za 4 hod:	Bilance za posledních 24h:
Poslední kreatinin (datum):	RRT:

### Infekce

TT:	Leu:	CRP:
Infekce/patogen:		
Antibiotika:		

### Koagulace

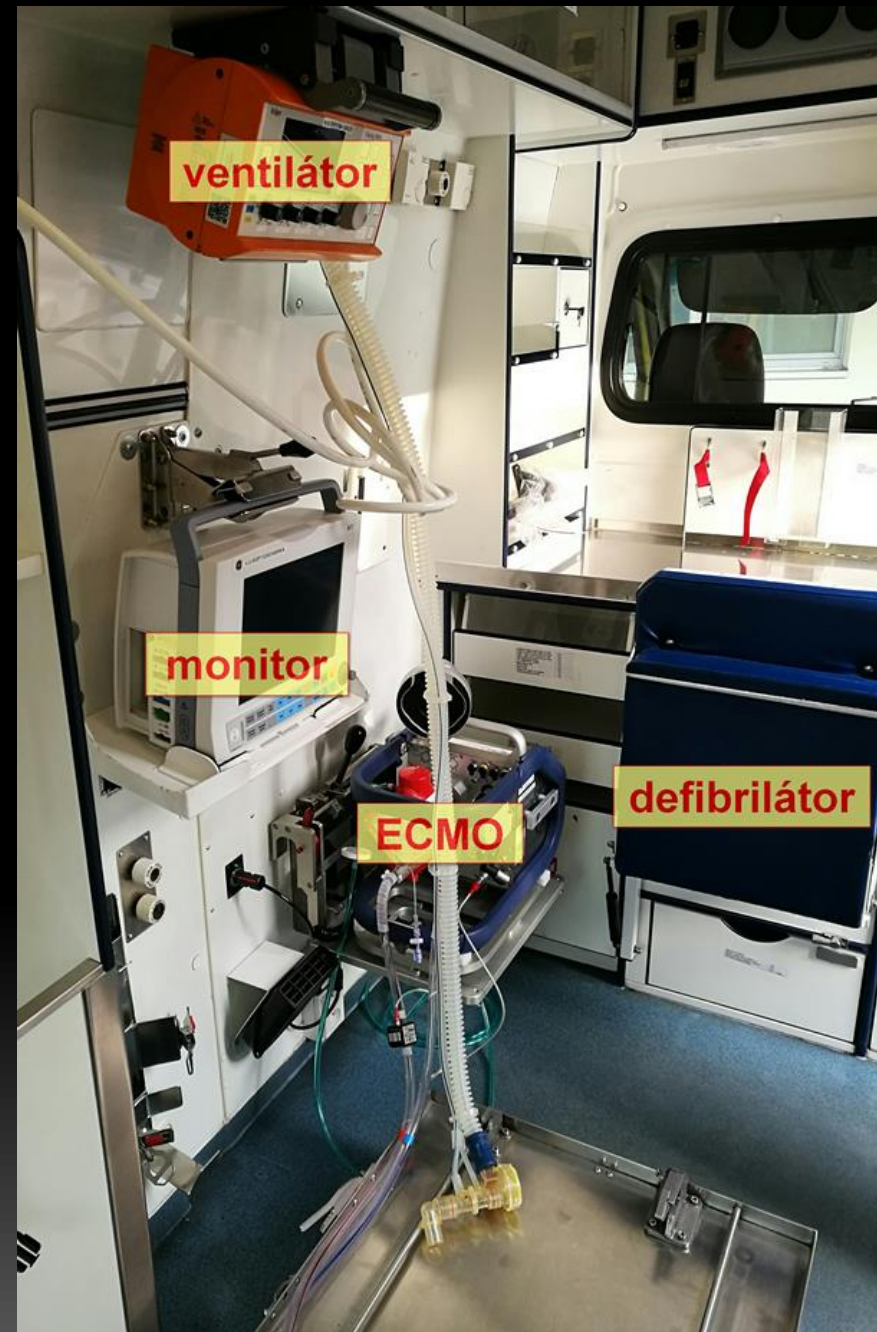
APTT:	PT/INR:	Fibrinogen:	Trombocyty:
Krvácení:			
Kontraindikace k antikoagulaci:			

### Ostatní:

Neurologická porucha:
Nedávná KPR:
Jaterní dysfunkce:

# Transport na ECMO

- mobilní ICU:
  - ECMO
  - ventilátor
  - defibrilátor
  - 3x dávkovač
  - ICU monitor
- napojení v ref. nemocnici
- transport do centra



# Děkuji za pozornost



*"Nurse, get on the internet, go to [ECMOsetup.COM](http://ECMOsetup.COM), scroll down and click on the 'Are you totally lost?' icon."*