



VFN PRAHA

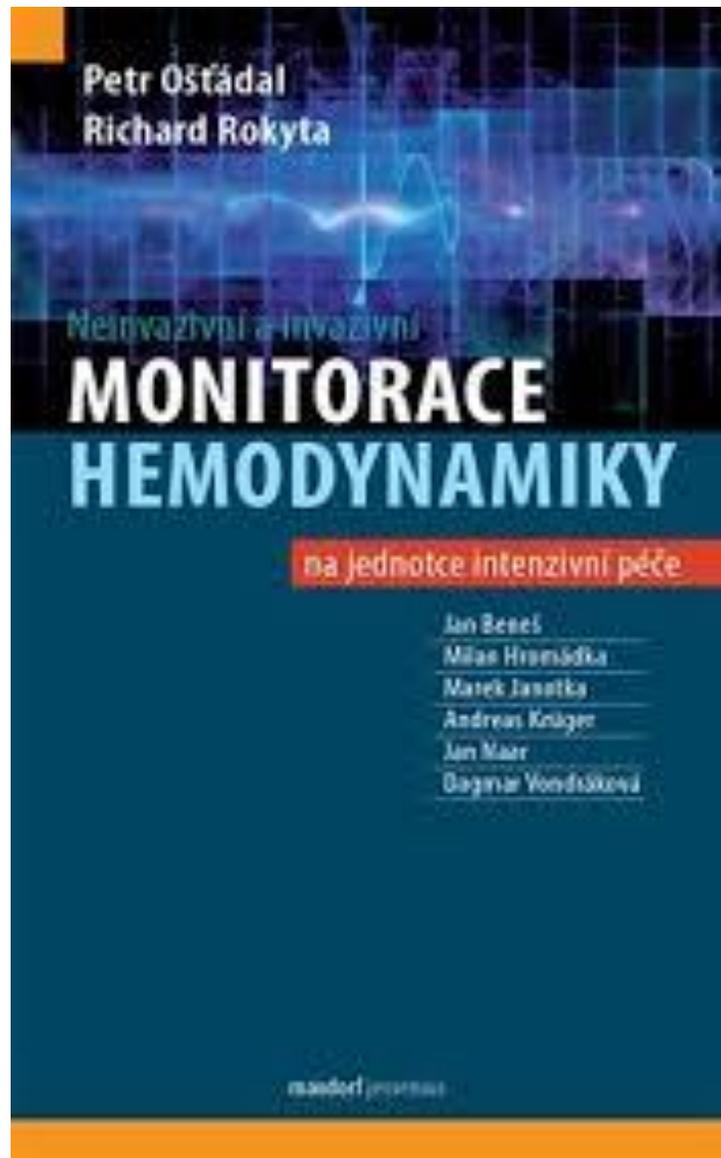
# **Mikrocirkulace a hodnocení perfuze**

**Daniel Rob**

**Complex Cardiovascular Center  
General University Hospital in Prague  
Czech Republic**



# Základní i rozšířené informace





# Makro a mikrocirkulace

- Tradiční pojetí nízký CO →
- **Selhání mikrocirkulace** je
- **Mikrocirkulace se může v**

„Loss of hemoc

Třidy a metody	25/11/25	25/11/25
	22:58	22:56
	2i-KJ	2i-KJ
<b>ABR - krev</b>		
Hemoglobin	145	143
Oxyhemoglobin	41.20	96.40
Karboxylhemoglobin	1.20	1.40
Methemoglobin	1.00	1.30
pH	7.290	7.392
pCO2	8.42	5.82
HCO3 aktuální	30.4	26.6
HCO3 standardní	24.8	25.5

stit MAP a dobrou oxygenaci...

S a mortality.

irkulace

ynamic uncoupling“

Čas prezentace pacienta, velikost insultu ale také čas a správná intenzita intervencí významně ovlivňují rozvoj a tíži mikrocirkulační dysfunkce

Plná krev		
Laktát	3.10	2.40
Sodík	141	140
Draslík	4.0	3.9
Chloridy	101	104
Vápník ionizovaný	1.04	1.02

mic  
acro- and



# Patofyziologie mikrocirkulace u KŠ

## 1 Endoteliální dysfunkce

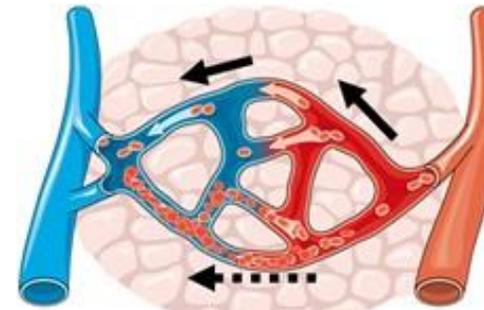
- ischemie → reperfuze → ROS
- degradace glycocalyxu
- ↑ permeabilita → edém intersticia → zhoršení difuze

## 2 Mikrovaskulární hypoperfuze

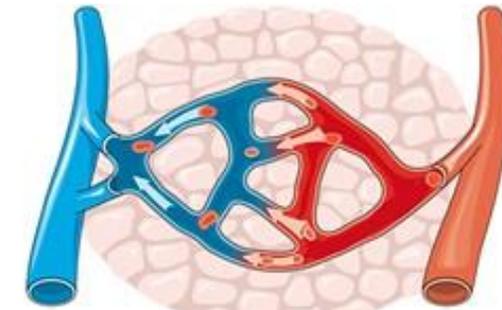
- nízký CO, vysoké plnicí tlaky, stagnace toku
- venózní hypertenze - podceňovaný mechanismus
- selhání PK → výrazné zhoršení mikrocirkulace

## 3 Hematologické a Reologické faktory

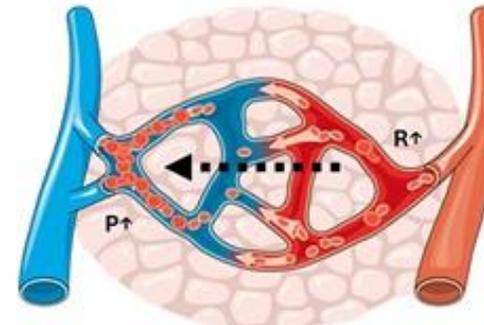
- hemodiluce, mikrotromby, destičky, fg



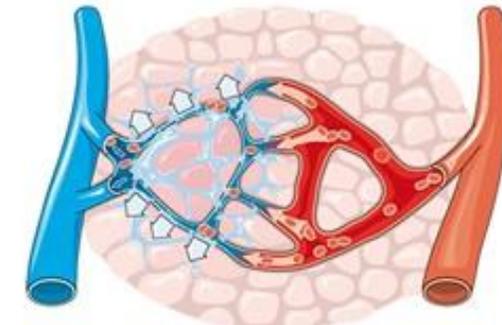
Type 1: Heterogeneity



Type 2: Hemodilution



Type 3: Constriction / venous congestion



Type 4: Edema



# 1a Klinické ukazatele (tři okna do mikrocirkulace)

## Prokrvení kůže

- chladné periferie = vazokonstrikce + nízký flow
- pozdní a v hrubé podobě nespecifický marker

## Vědomí (včetně deliria)

- marker poruchy mikrocirkulace (časný hlavně u sepse)

## Diuréza

- relativně pozdní marker, klíčový trend
- diuréza je marker, ne terapeutický cíl
- cílem je dekongesce (pokud je potřeba)



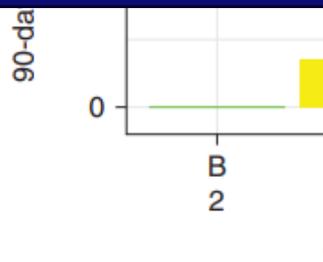


# 1b Klinické ukazatele - Kapilární návrat (CRT)

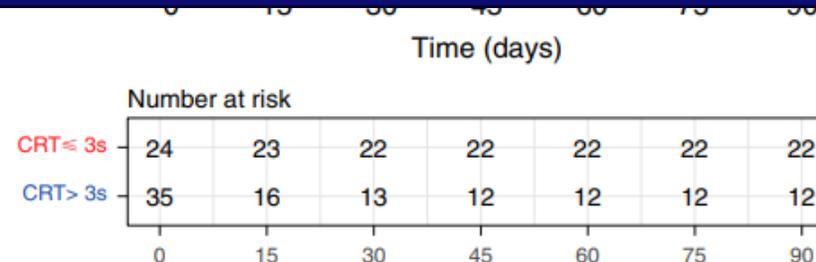
- CRT normálně <2–3 sekund
- CRT > 3 s = prediktor mortality u šoku a septických stavů



1. Rychlý levný test s dobrou citlivostí pro poruchy mikrocirkulace
2. U KŠ rozvoj často až v pozdních fázích (pozdní marker)
3. Špatná korelace s makroparametry, slabá s laktátem a pCO<sub>2</sub> gap
4. Vhodný pro sledování efektu terapie



**Figure 1.** (A) Ninety-day mortality according to 90-day status of Angiography and Intervention



**Figure 3.** Kaplan–Meier curves for 90-day mortality or VA-ECMO in patients with CRT > 3 seconds versus CRT ≤ 3 seconds at H0. CI = confidence interval; CRT = capillary refill time; HR = hazard ratio; VA-ECMO = venoarterial extracorporeal membrane oxygenation.

Schemmelmann, Mara, European Heart Journal: Acute Cardiovascular Care 13.11 (2024): 802-809.

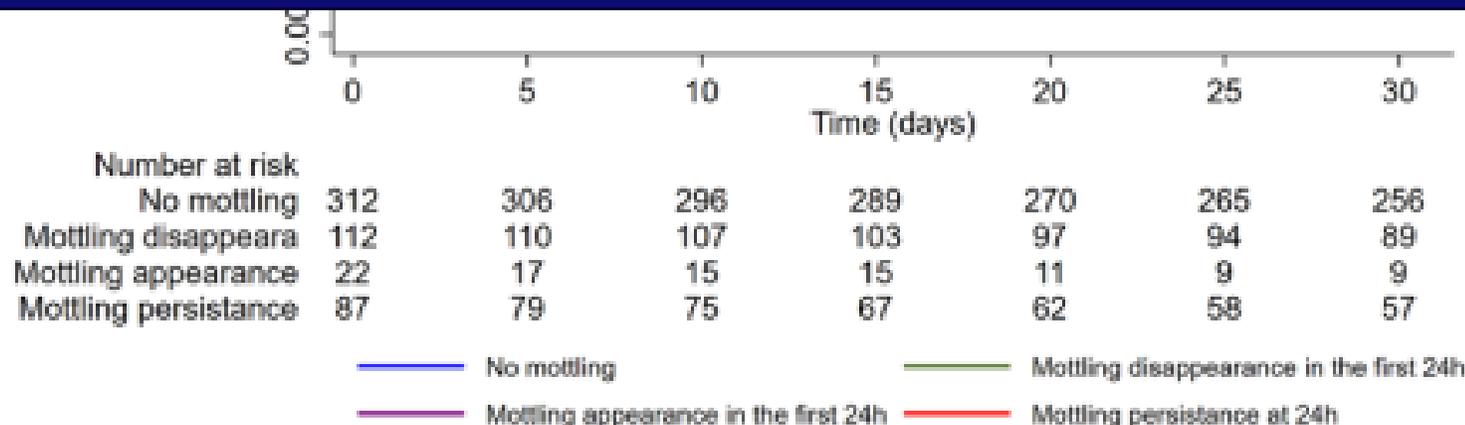
Merdji, Hamid, et al. American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine 206.10 (2022): 1230-1238.

# 1c Klinické ukazatele – Mottling skóre

- 0–5 podle rozsahu kolem kolene



1. Rychlý levný test s dobrou citlivostí pro detekci poruchy mikrocirkulace
2. U KŠ rozvoj často až v pozdních fázích (pozdní marker)
3. Vhodný pro sledování efektu terapie pokud přítomen.





## 2a Lab markery - SvO<sub>2</sub> / ScvO<sub>2</sub>

- SvO<sub>2</sub> ≈ 65–75 %, ScvO<sub>2</sub> vyšší (cca 3–7 %) → 70–80 %, ale inverze při patologii
- Rychlý test DO<sub>2</sub>, tkáňové hypoxie a stavu mikrocirkulace, adekvátnosti CO

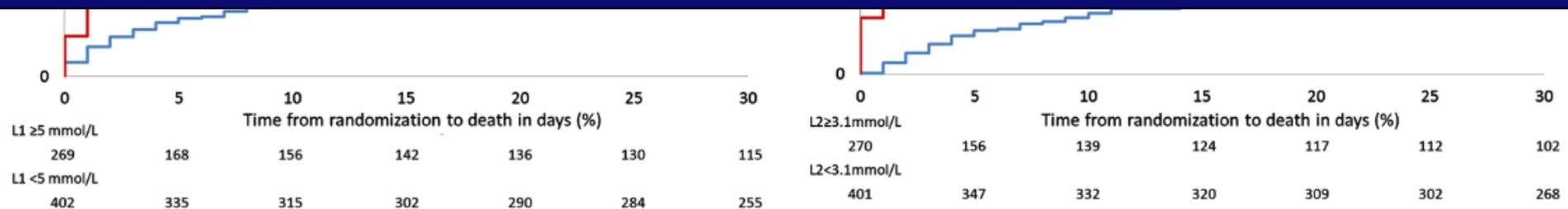
1. Časnější marker než laktát až o 1–3 hodiny
2. Problém distribuční šok a hlavně sepse/SIRS – selhání extrakce O<sub>2</sub>
3. Vhodný pro sledování efektu terapie
4. Prognostický ukazatel u šoku



## 2b Lab markery - Laktát

- Ukazatel anaerobního metabolismu a stavu mikrocirkulace.
- Pro KŠ senzitivní, méně specifický (vliv stresu,  $\beta$ -agonistů, stavu jater a splachniku).

1. Výchozí hladina je zkratka pro závažnost šoku.
2. **Trend** má výbornou prognostickou hodnotu.
3. **Clearance** je klíčová.
4. Dobrý ale pozdní marker.
5. Nezapomenout na nehypoxické příčiny elevace laktátu.

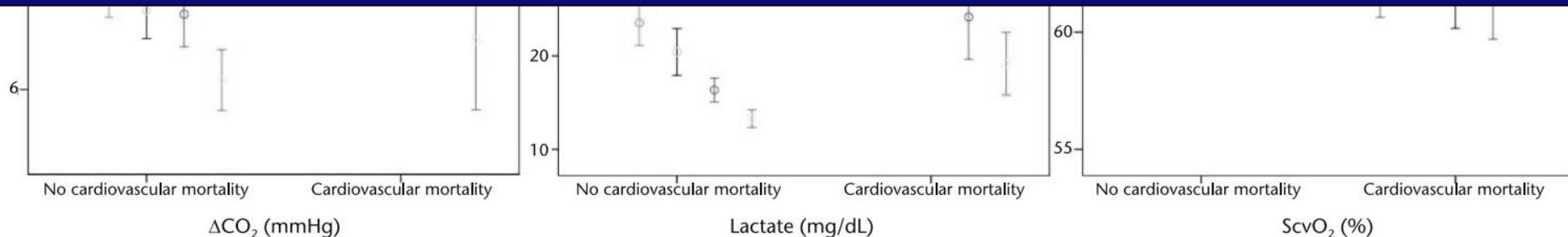




## 2c Lab markery – pCO<sub>2</sub> gap

- pCO<sub>2</sub> gap > 6 mmHg (0.8 kPa) = marker perfuze, ne oxygenace
- velmi užitečný u pacientů na ECMO/Impella (mismatch flow/tissue perfusion).

1. Výborný časný marker perfuze a mikrocirkulace.
2. Dobře odráží CO jen když není poškozená mikrocirkulace, u distribučního šoku může být vyšší i když CO dobrý.
3. Prognostický marker, navigace terapie.



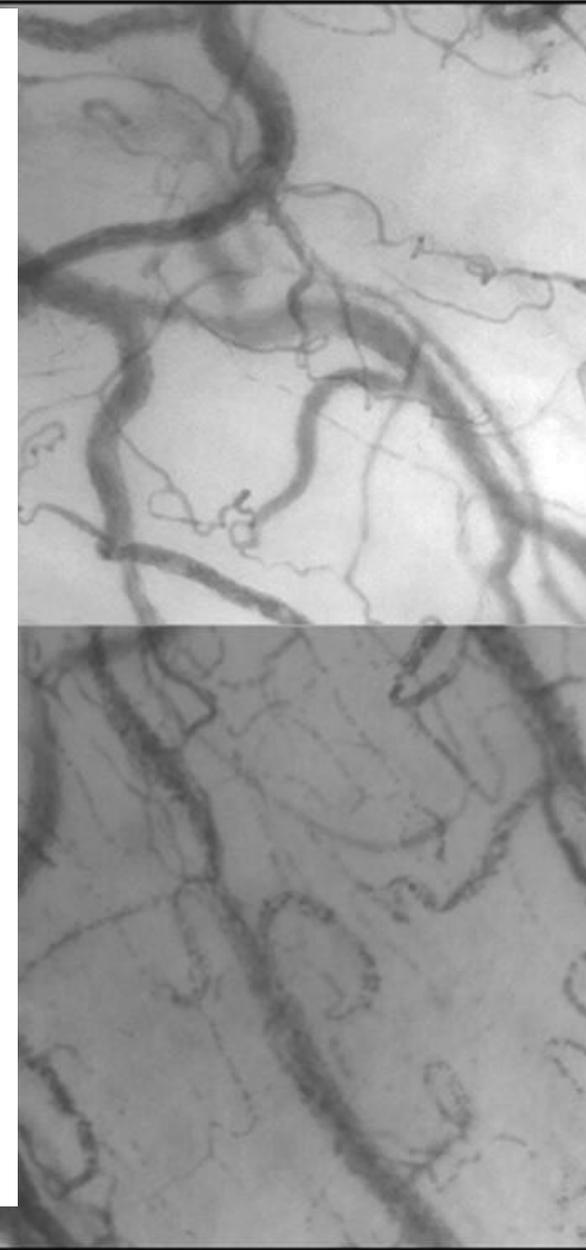
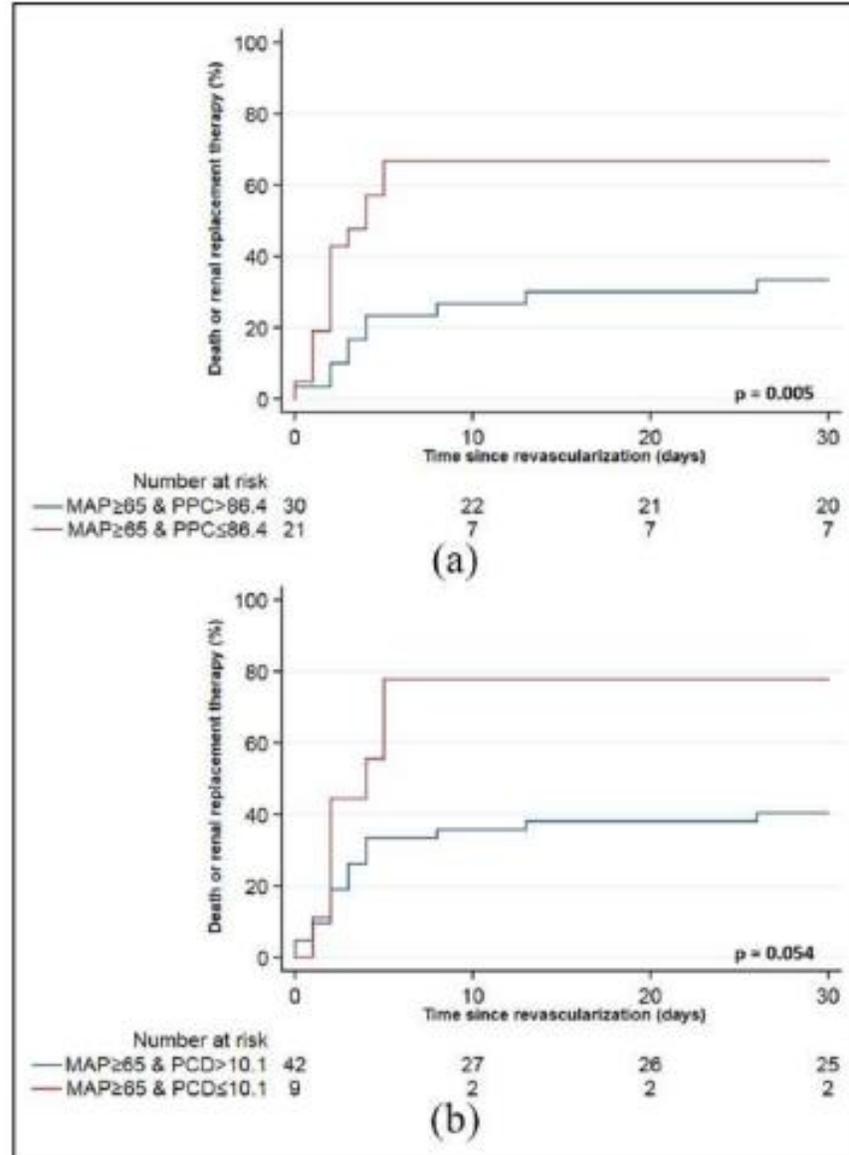
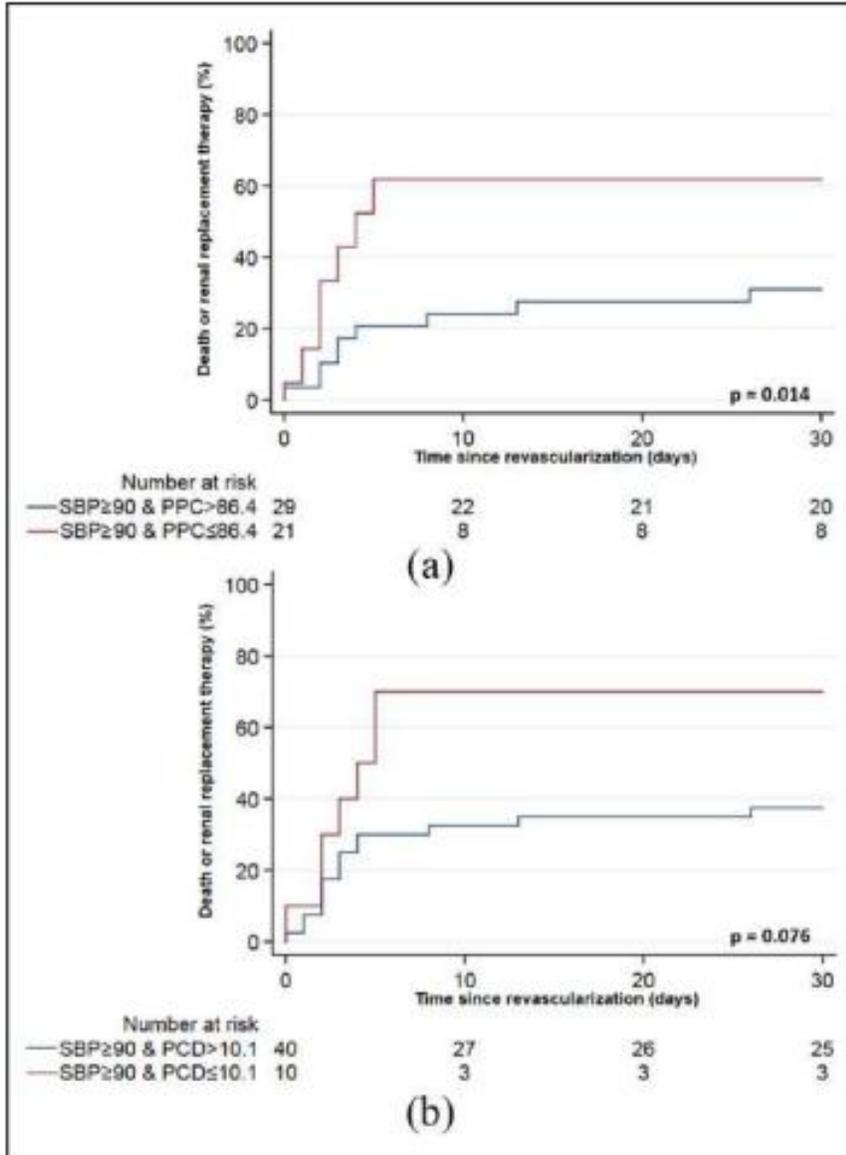
**Figure 2.** Values of  $\Delta\text{CO}_2$ , lactate and ScvO<sub>2</sub> in serial determinations according to whether they presented in-hospital cardiovascular death.

Schemmelmann, Mara, " European Heart Journal: Acute Cardiovascular Care 13.11 (2024): 802-809

López-Sobrino, Teresa, et al. Emergencias 35.5 (2023): 345-352.

McDonald, Charles I., et al. ASAIO Journal 67.3 (2021): 263-269.

# 3 Zobrazovací metody a další





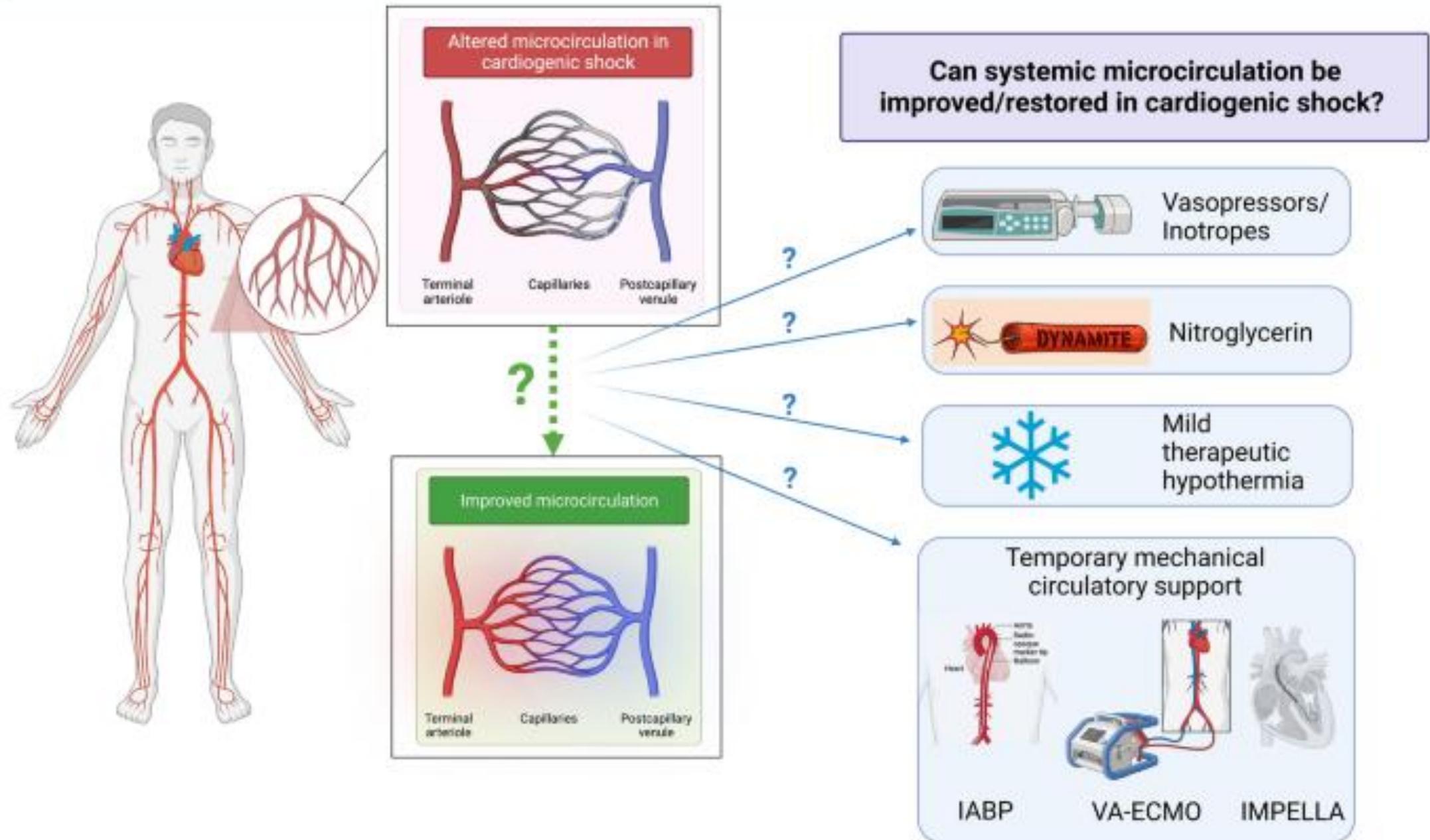
# Jak prakticky?

Mikrocirkulační parametry (CRT, diuréza, laktát, ScVO<sub>2</sub>, pCO<sub>2</sub>gap) jsou zásadní v rozlišení stabilního vs. deteriorujícího šoku.

**Trend** je důležitější než absolutní hodnota.  
Zásadní je změna **po terapii** !

**Interpretace v kontextu** - nikdy nespoléhat na 1 marker  
každý má své limitace (SIRS/sepse)  
pokud hodnoty neseďí, hledat důvody.

# Microcirculatory dysfunction in cardiogenic shock





# ANDROMEDA 2 – septický šok

Proof of concept - individualizovaná léčba tekutinami, vasopresory a inotropiky s kontrolou mikrocirkulace zlepšuje prognózu v šoku.

## POPULATION



831 Men 636 Women

Adults 18 years or older with septic shock

Mean age: 66 years

## LOCATIONS

86 Sites in 19 countries



## INTERVENTION

1501 Patients randomized  
1467 Patients analyzed

720

### CRT-PHR

Underwent PHR targeted at normalizing CRT over a 6-hour period

747

### Usual care

Treated according to local protocols or international guidelines over a 6-hour period

## PRIMARY OUTCOME

Hierarchical composite outcome: all-cause mortality, duration of vital support, and length of hospital stay at 28 days as an overall win ratio

## FINDINGS

Total No. of wins

### CRT-PHR

131 131  
(48.9%)

### Usual care

112 787  
(42.1%)

CRT-PHR was superior to usual care:

Win ratio, **1.16**

(95% CI, 1.02 to 1.33;  $P = .04$ )

© AMA



# Proč je správná fenotypizace šoku klíčová?

- EC
- CI,

Pokud je v šoku přítomna dysfunkce LK/PK dle ECHO, nízký CI, vysoký pCO<sub>2</sub> gap a nízké ScV0<sub>2</sub>, je možné, že MSP zvyšují šanci na přežití

**Table 3** Combined analysis of all three variables.

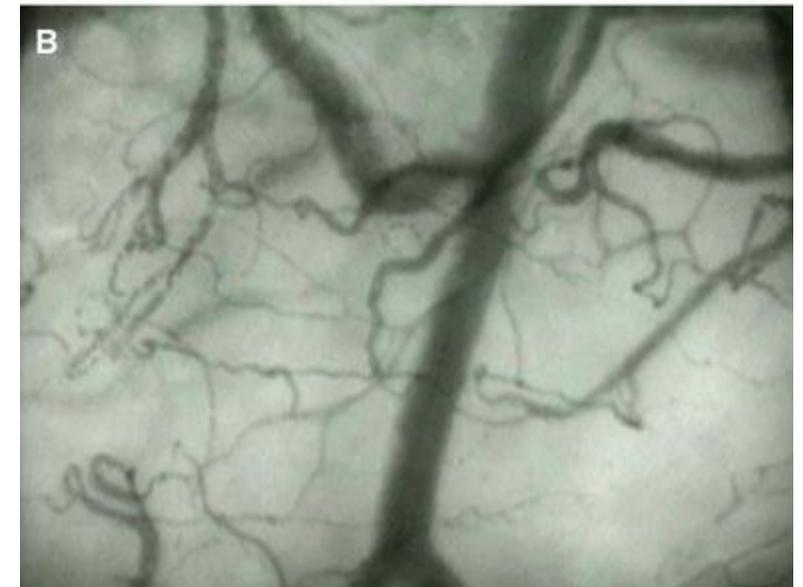
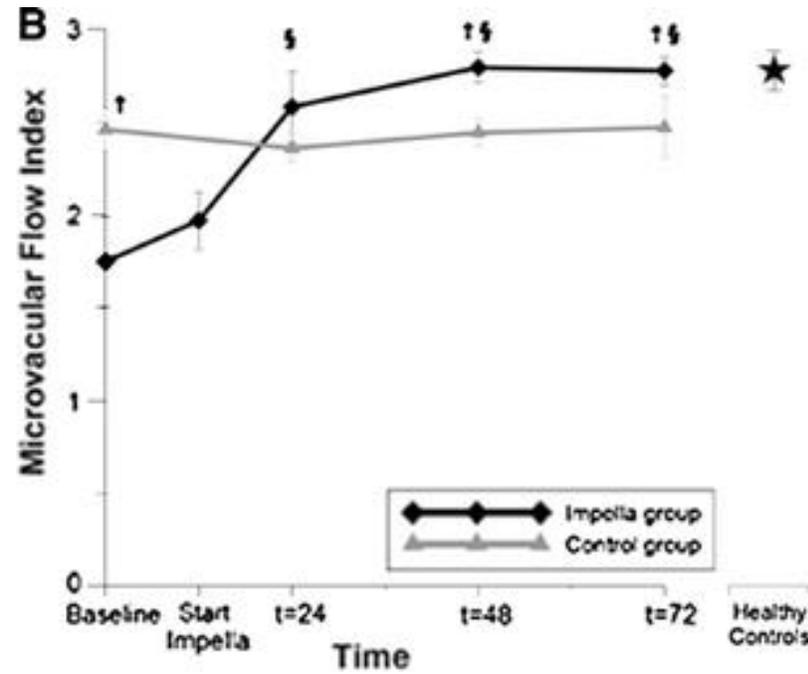
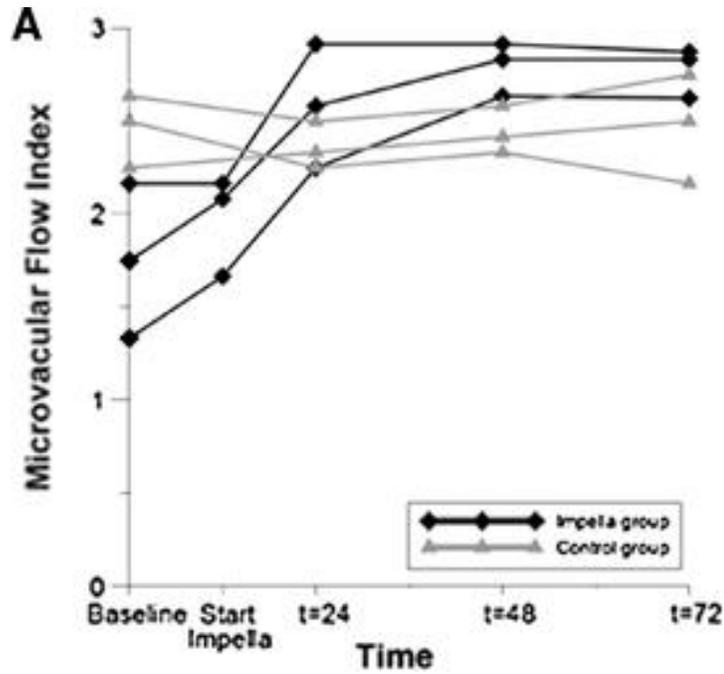
	One-year all-cause mortality				HR (95% CI)	P
	ECMO		Early conservative			
	%	n/N	%	n/N		
At least one abnormal	57.1%	24/42	82.9%	29/35	0.53 (0.30–0.93)	0.028
All abnormal	53.8%	7/13	100.0%	14/14	0.19 (0.07–0.53)	0.001
Normal	100.0%	7/7	50.0%	5/10	3.89 (1.05–14.44)	0.042

ECMO, extracorporeal membrane oxygenation; HR, hazard ratio; CI, confidence interval

Pokud dominuje distribuční složka šoku pravděpodobně vystavujeme pacienta hlavně riziku komplikací MSP a zhoršujeme prognózu



# Impella a mikrocirkulace





# Závěr

- Mikrocirkulační dysfunkce je klíčový mechanismus mortality u šoku.
- Hemodynamic uncoupling existuje a není vzácný (MAP rozhodně nestačí).
- CRT, diuréza, ScVO<sub>2</sub>, laktát a pCO<sub>2</sub> gap - rychlé a dobré ukazatele.
- **Tekutinová, vasopresorická léčba a MSP vedené parametry mikrocirkulace jsou spojeny se zlepšenými výsledky pacientů v šoku.**
- VA ECMO i Impella mohou zlepšit mikrocirkulaci pokud jsou indikovány **správně a časně (ideálně před uncoupling makro a mikrocirkulace) !**