



Vliv terapeutických intervencí na mozkovou oxygenaci a průtok

Miroslav Solař

I. interní kardiologická klinika

FN Hradec Králové



Jaké faktory ovlivňují mozkovou oxygenaci a hemodynamiku?

Mozková perfuze a oxygenace po oběhové zástavě.

Vliv terapeutických intervencí na mozkovou perfuzi a oxygenaci.

Co říkají současná doporučení?

Fyziologie mozkové oxygenace

Spotřeba kyslíku mozkiem 50 ml/min

Faktory ovlivňující mozkovou oxygenaci

- **průtok krve**
- SpO₂
- koncentrace hemoglobinu
- metabolické nároky

Základy fyziologie mozkové cirkulace

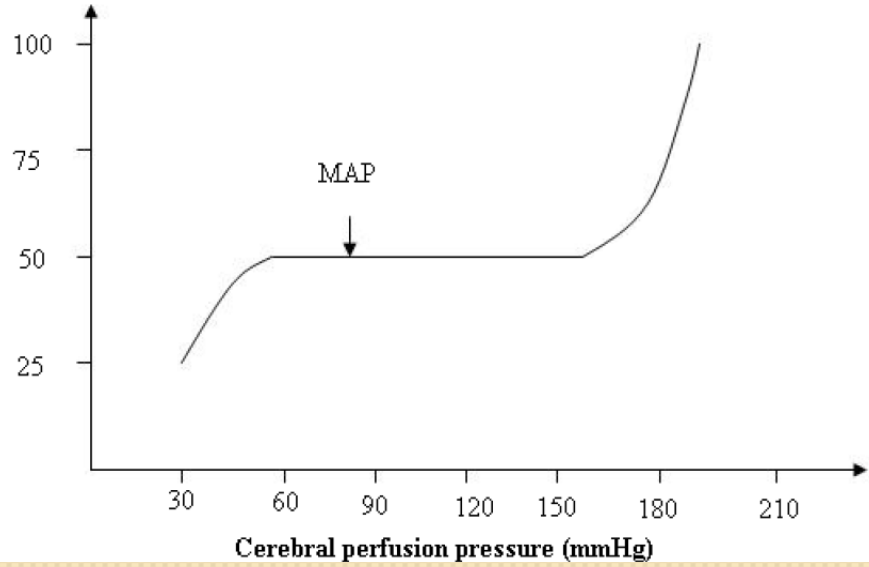
Průtok krve mozkem 700 ml/min (15% MV)

Faktory ovlivňující mozkový průtok

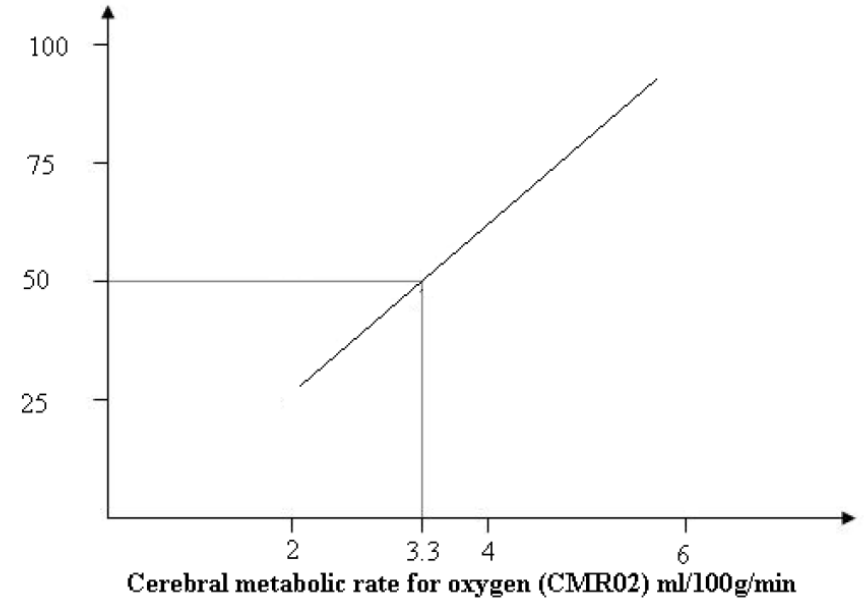
- střední arteriální tlak
- intrakraniální tlak
- viskozita krve
- arteriální tonus

$$\frac{\Delta P \pi R^4}{8 \eta L}$$

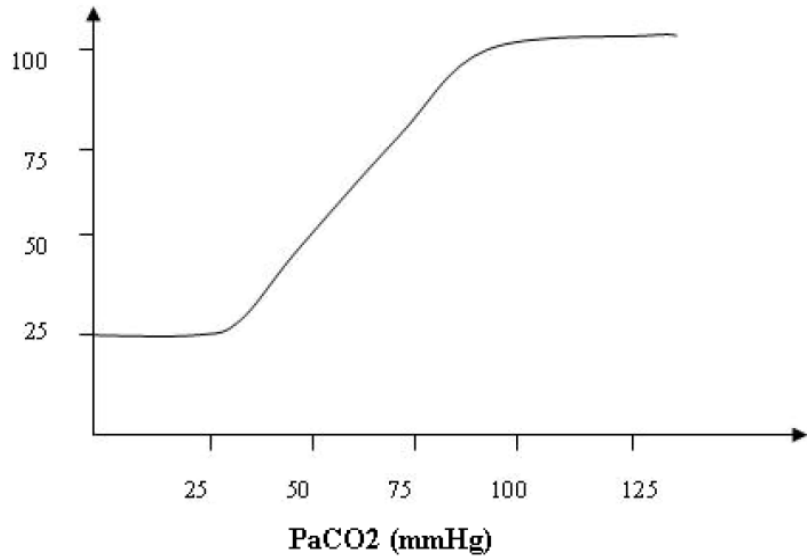
Cerebral blood flow (ml/100g/min)



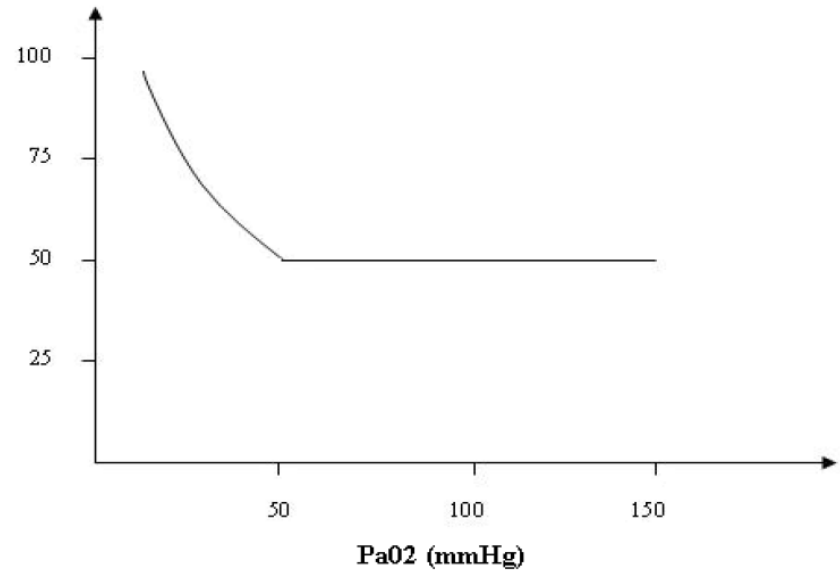
Cerebral blood flow (ml/100g/min)



Cerebral blood flow (ml/100g/min)



Cerebral blood flow (ml/100g/min)



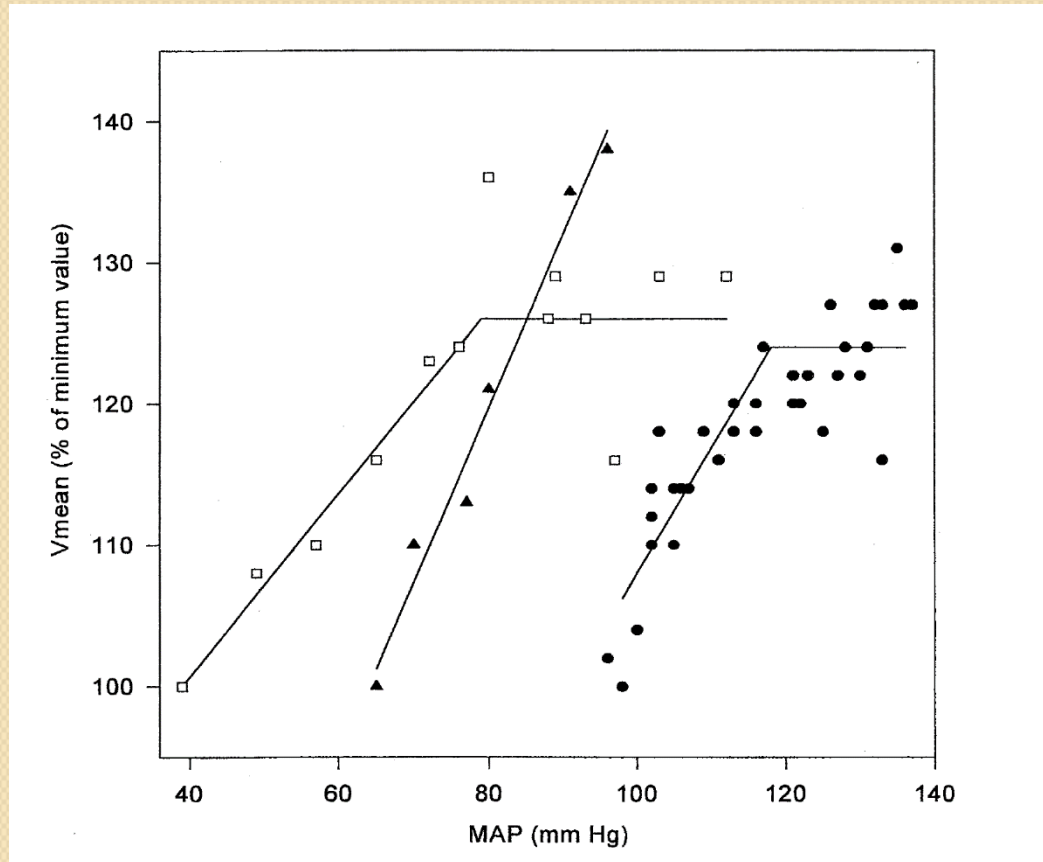
Změny v mozkové cirkulaci po oběhové zástavě

podmíněné délkou a typem zástavy

Patofyziologické mechanismy:

- systémová hypotenze, nízký srdeční výdej
- porucha autoregulace mozkového průtoku
- porucha mikrocirkulace nezávisle na perfuzním TK
- vzestup intrakraniálního tlaku (mozkový edém, ↑ CVT)

Změny autoregulace mozkové cirkulace po oběhové zástavě.



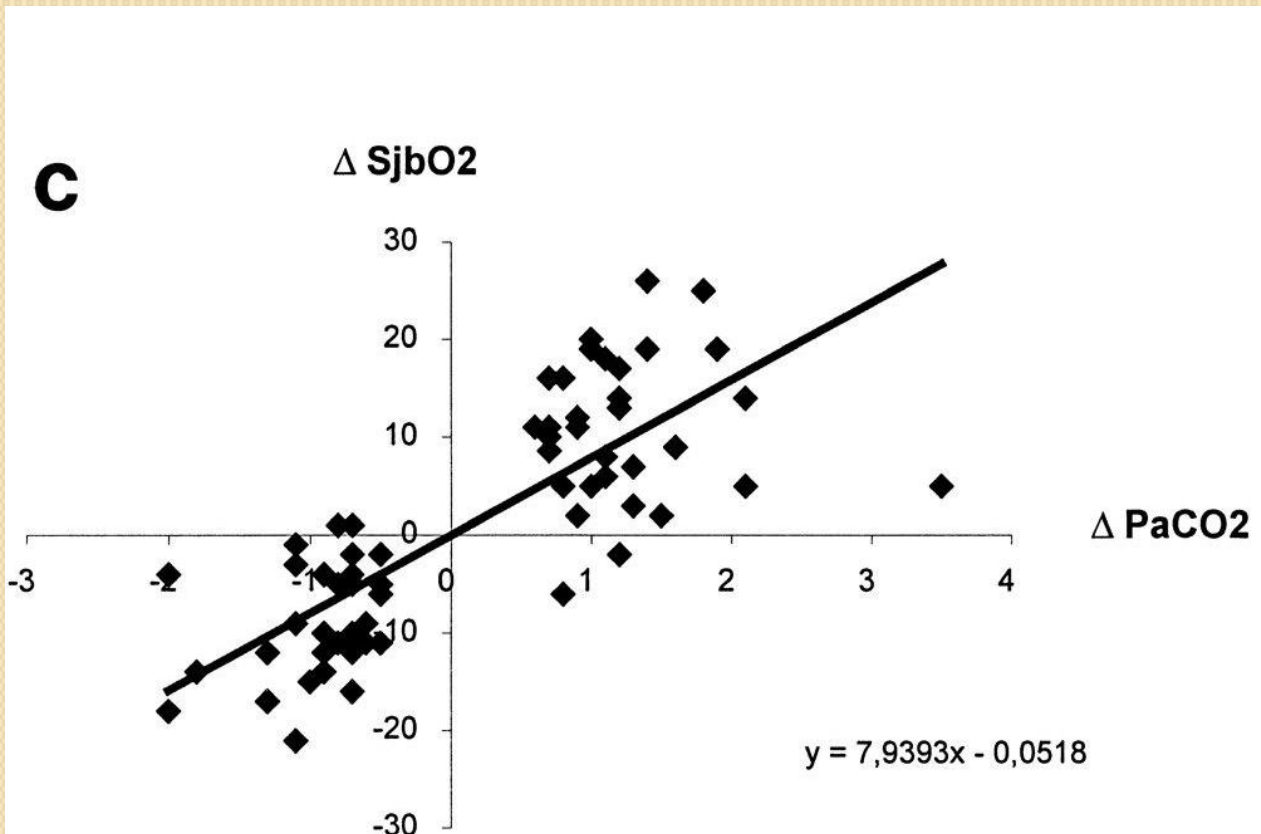
Sundgreen C, Stroke. 2001;32:128-132.

18 nemocných po oběhové zástavě

➤ u 8 ztráta mozkové autoregulace

➤ u 5 změna mozkové autoregulace

Změny autoregulace mozkové cirkulace po oběhové zástavě

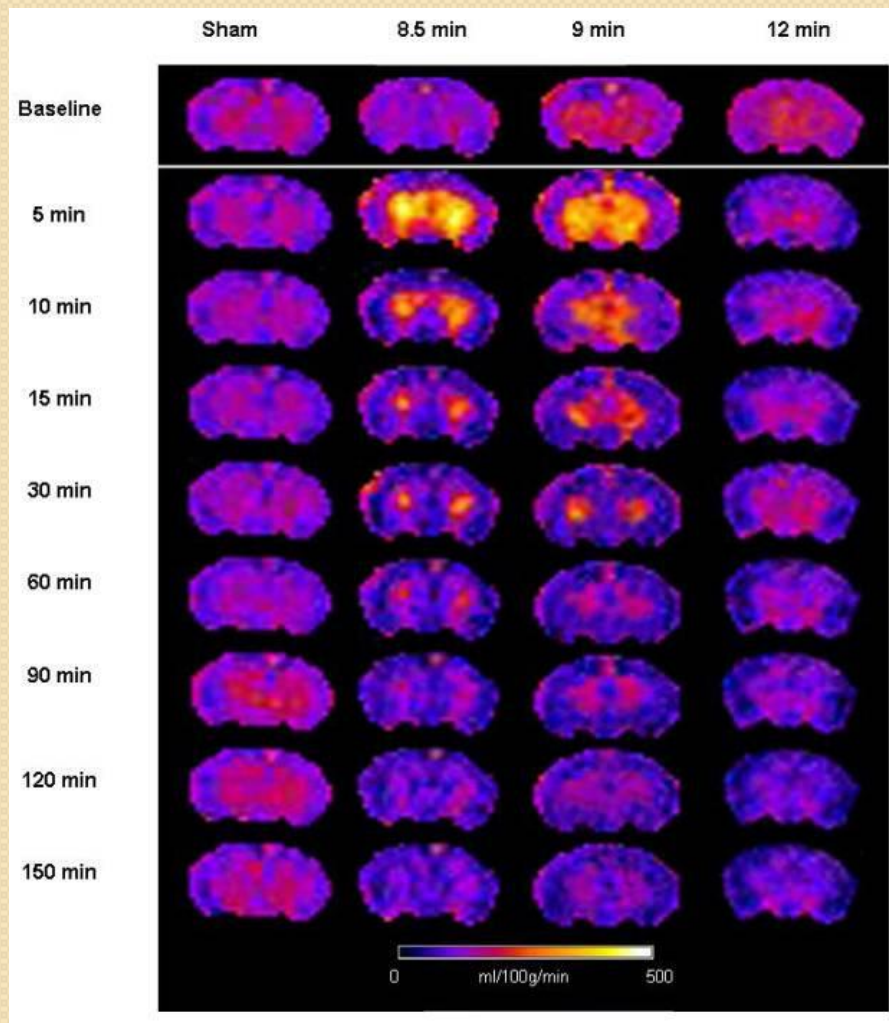


Buunk G, Stroke, 1997; 28:1569-1573.

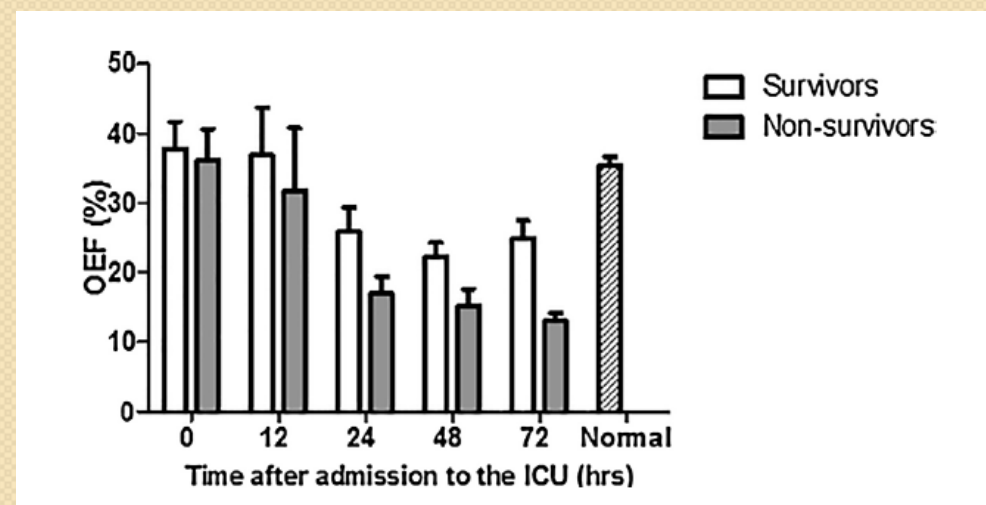
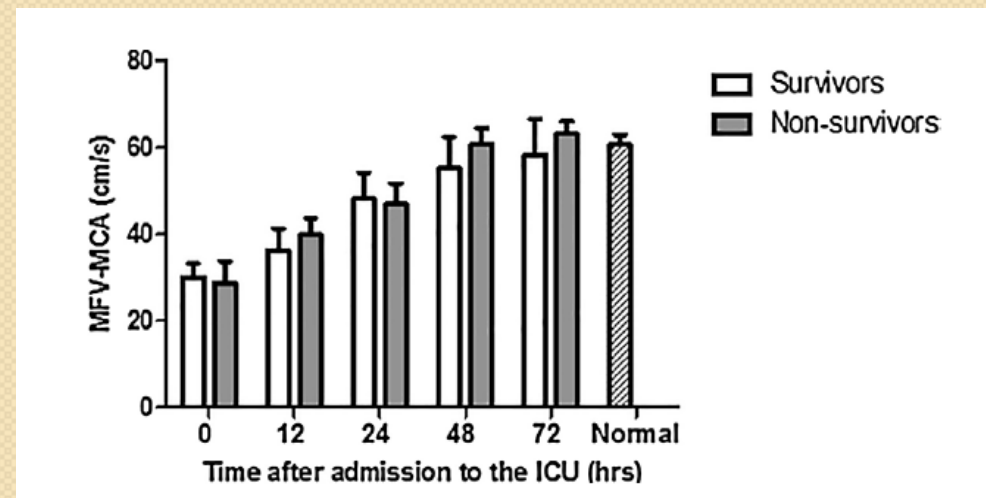
Hyperventilace:

- pokles mozkového průtoku
- vzestup laktátu ve vena jugularis
- pokles saturace ve vena jugularis

Změny mozkové mikrocirkulace po oběhové zástavě

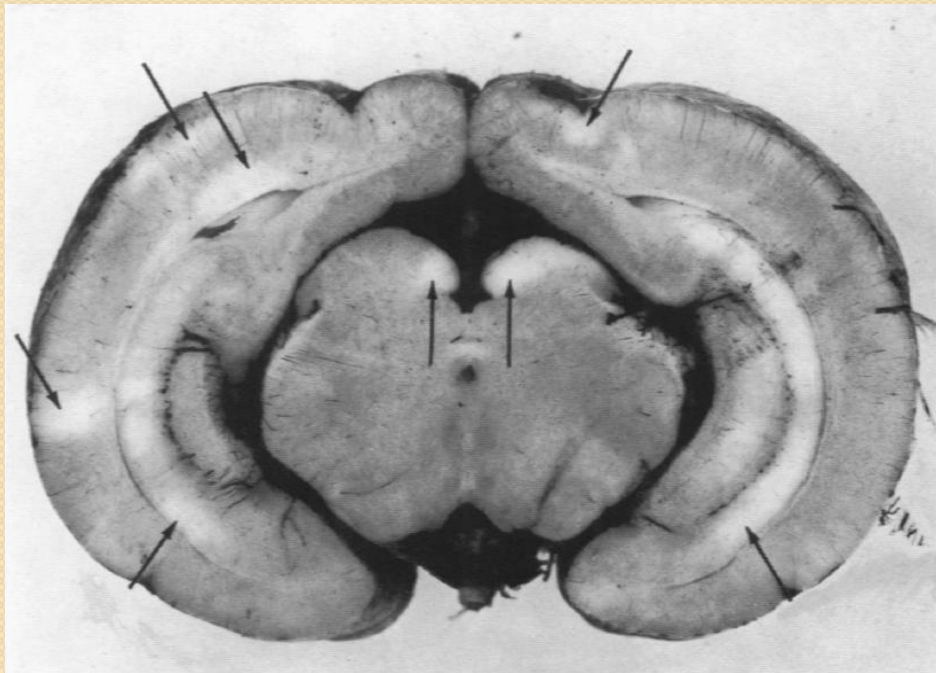


Manole MD, J Cereb Blood Flow Metab 29;197:2009.



C.W. Hoedemaekers, Resuscitation, 2017; 120: 45–50.

Změny v mozkové mikrocirkulaci po oběhové zástavě

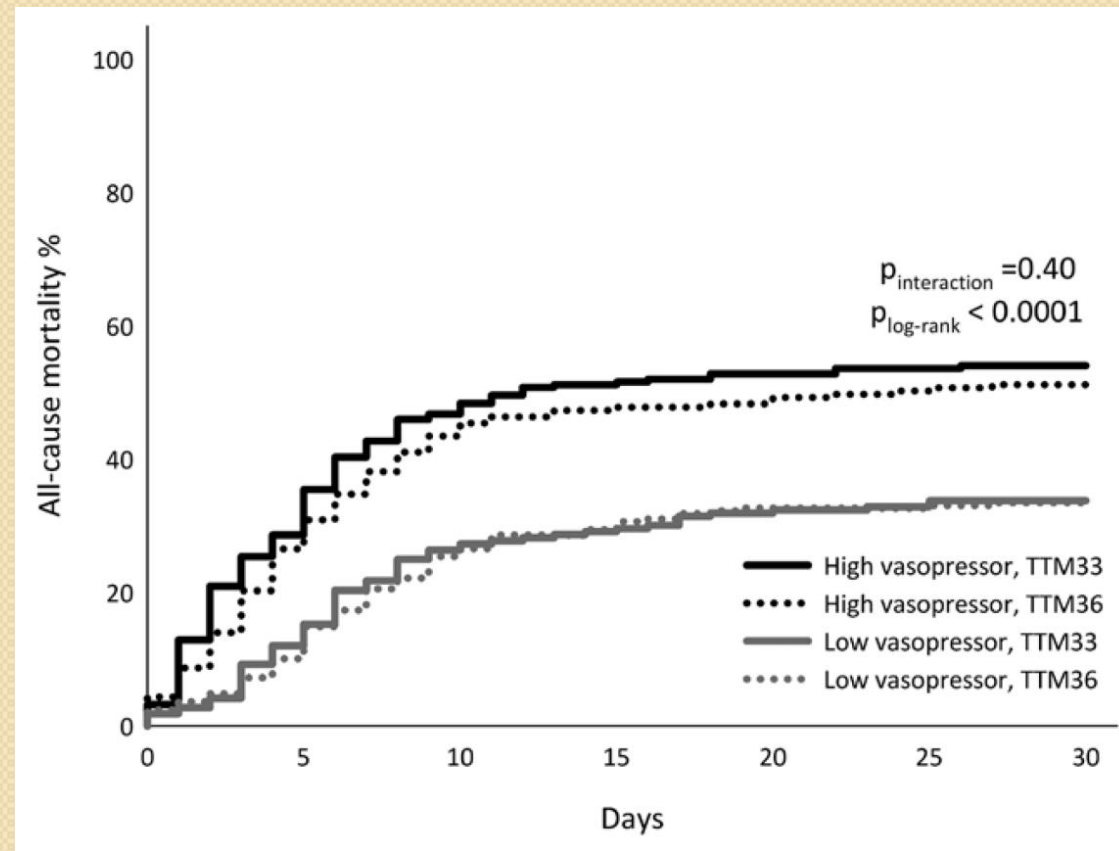
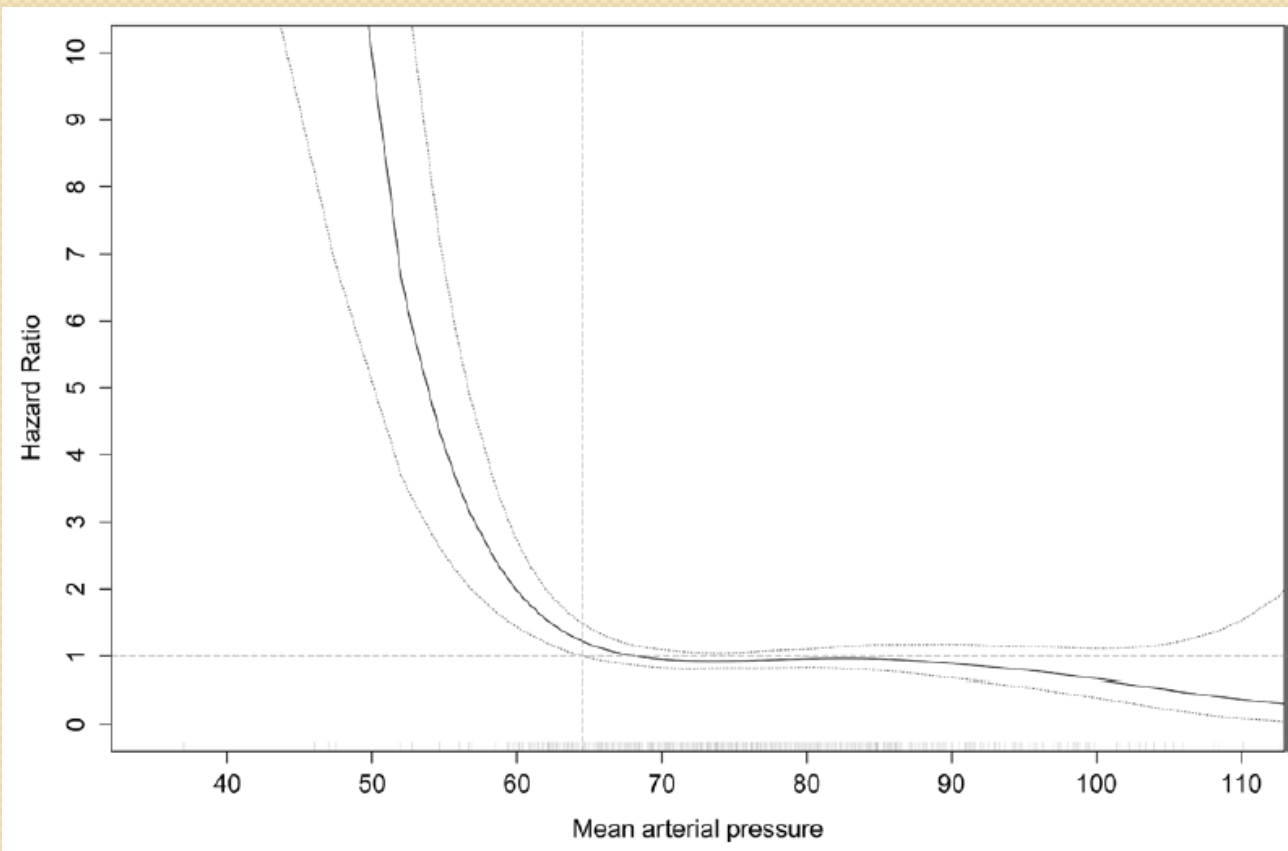


Ames A, Stroke, 1968, 52:437-452.

“No-reflow“ fenomén

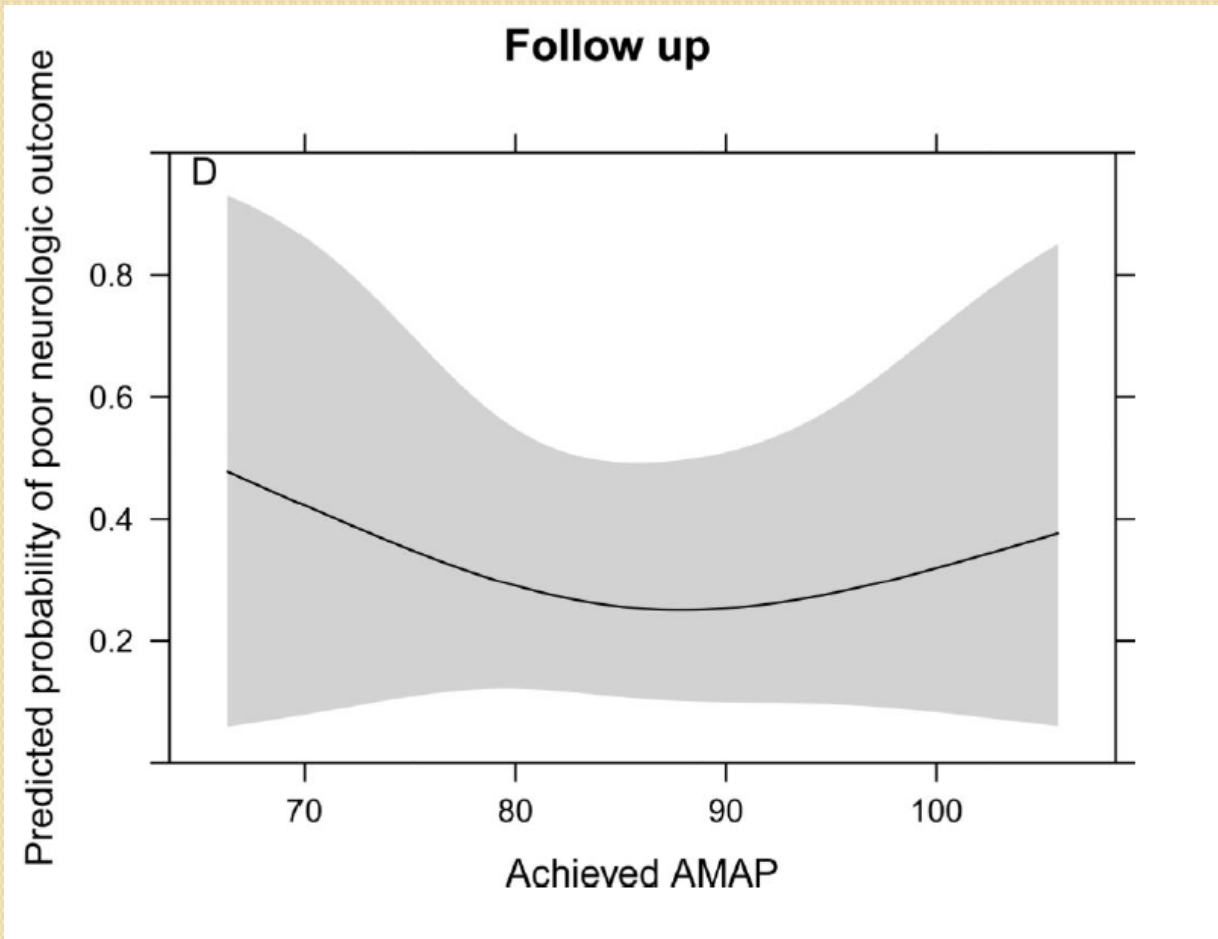
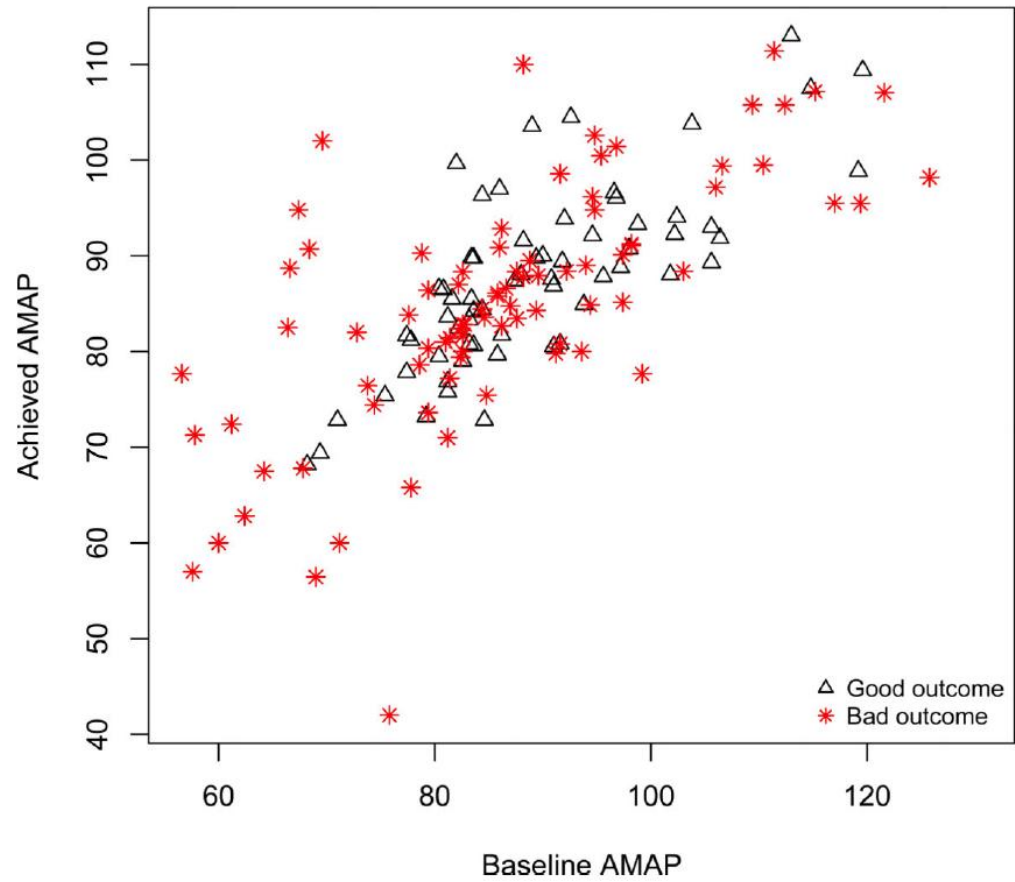
- porucha průchodnosti kapilár
- patogeneze nejasná
- může vzniknout až s odstupem po zástavě
- pravděpodobný podíl na trvalém postižení CNS

Hypotenze a potřeba vazopresorů jsou ukazatelé nepříznivé prognózy



Bro-Jeppensen J, Crit Care Med 2015; 43:318–327.

Jaká je souvislost mezi arteriálním tlakem po srdeční zástavě a neurologickým postižením?



Jaká je souvislost mezi arteriálním tlakem po srdeční zástavě a neurologickým postižením?

TABLE 3. Multivariate Logistic Regression Models of the Association Between Time-Weighted Average of Mean Arterial Pressure at Different Binary Thresholds During the First 6 Hr After Return of Spontaneous Circulation and Good Neurologic Function (Defined as Cerebral Performance Category 1 or 2) at Hospital Discharge

Variable	OR	95% LCI	95% UCI	p
TWA-MAP > 65 mm Hg	4.04	1.13	14.42	0.031
Age	0.94	0.76	1.17	0.597
PEA/asystole initial rhythm	0.47	0.21	1.09	0.080
Charlson comorbidity index	0.90	0.63	1.28	0.565
Variable	OR	95% LCI	95% UCI	p
TWA-MAP > 70 mm Hg	4.11	1.34	12.66	0.014
Age	0.94	0.76	1.16	0.547
PEA/asystole initial rhythm	0.49	0.21	1.13	0.093
Charlson comorbidity index	0.92	0.64	1.32	0.656
Variable	OR	95% LCI	95% UCI	p
TWA-MAP > 75 mm Hg	1.22	0.58	2.57	0.594
Age	0.91	0.74	1.13	0.401
PEA/asystole initial rhythm	0.46	0.20	1.04	0.063
Charlson comorbidity index	0.86	0.61	1.22	0.407

MAP > 65/70 mm spojen s nižším rizikem závažného neurologického postižení

Je možné příznivě ovlivnit mozkovou oxygenaci a hemodynamiku po oběhové zástavě?

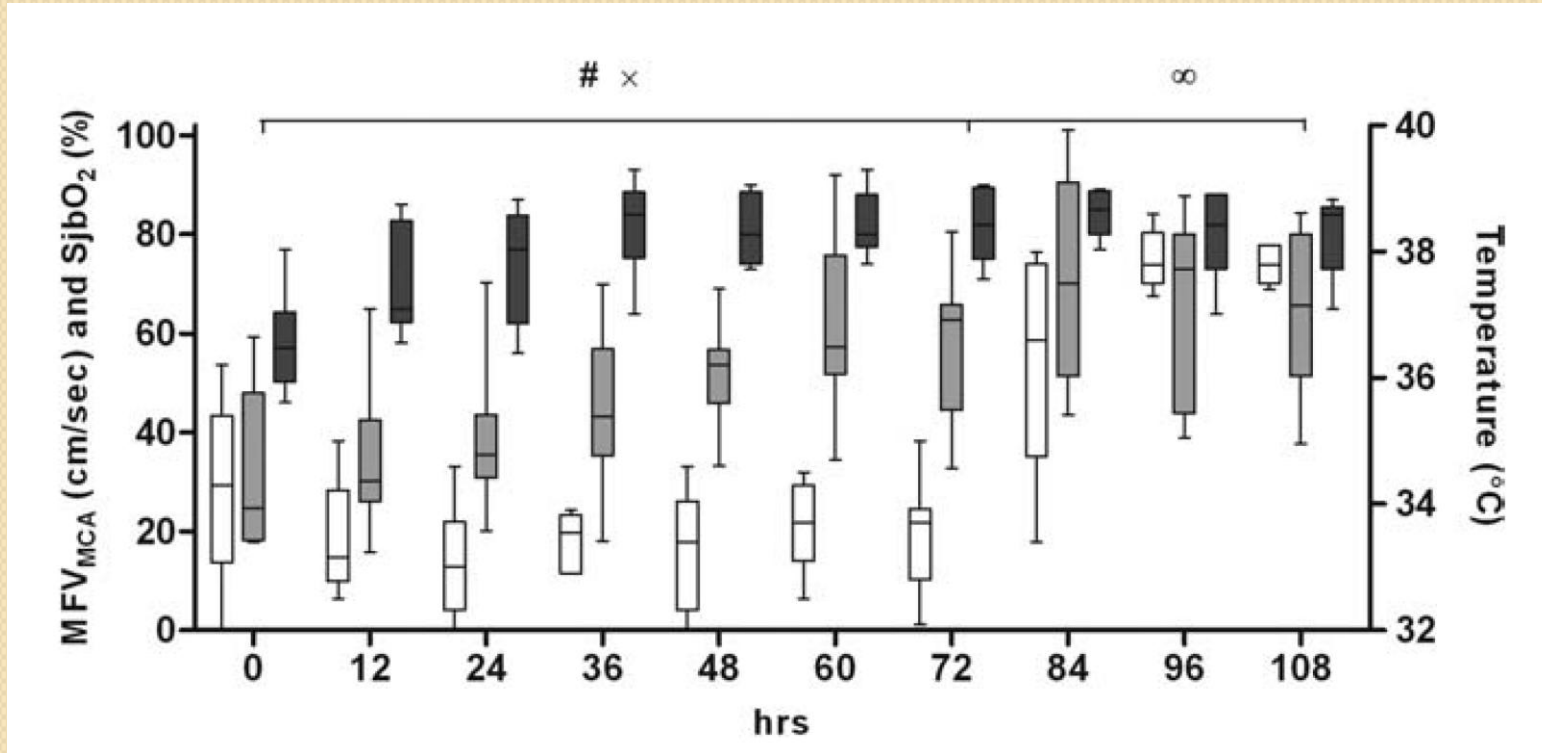
Omezená EBM data u nemocných po srdeční zástavě

Většina informací je z experimentálního modelu oběhové zástavy

Možné terapeutické postupy:

- snížení metabolických nároků
- zlepšení mozkového průtoku
- zlepšení mikrocirkulace

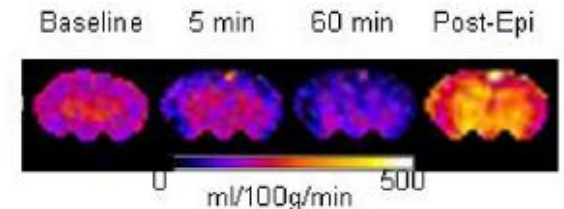
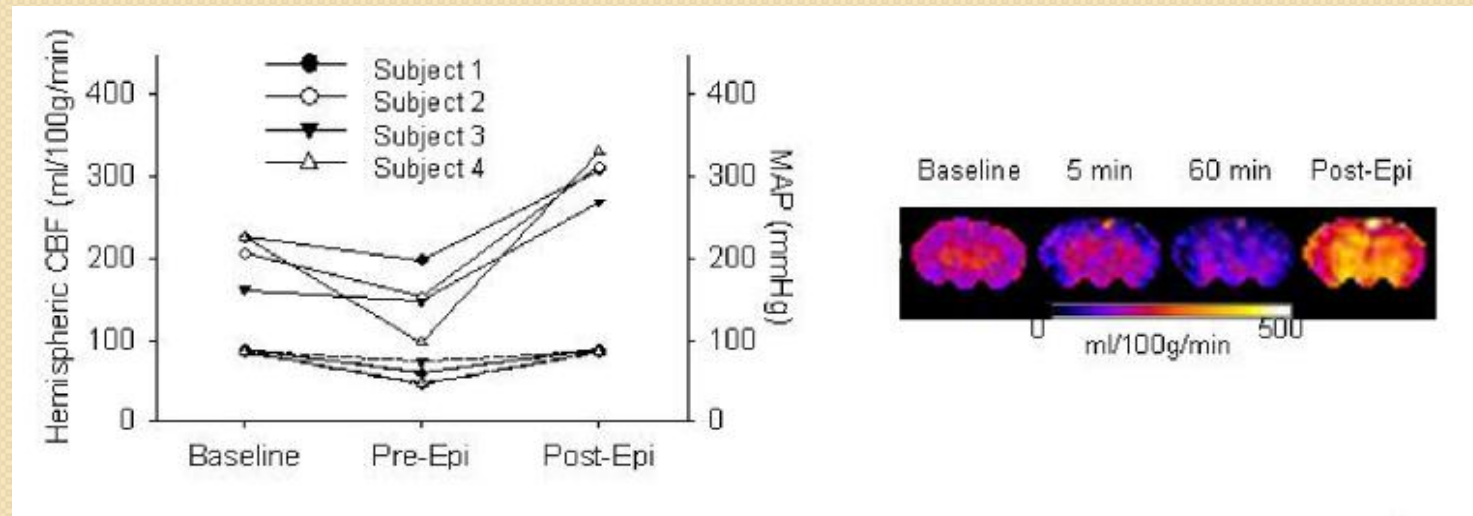
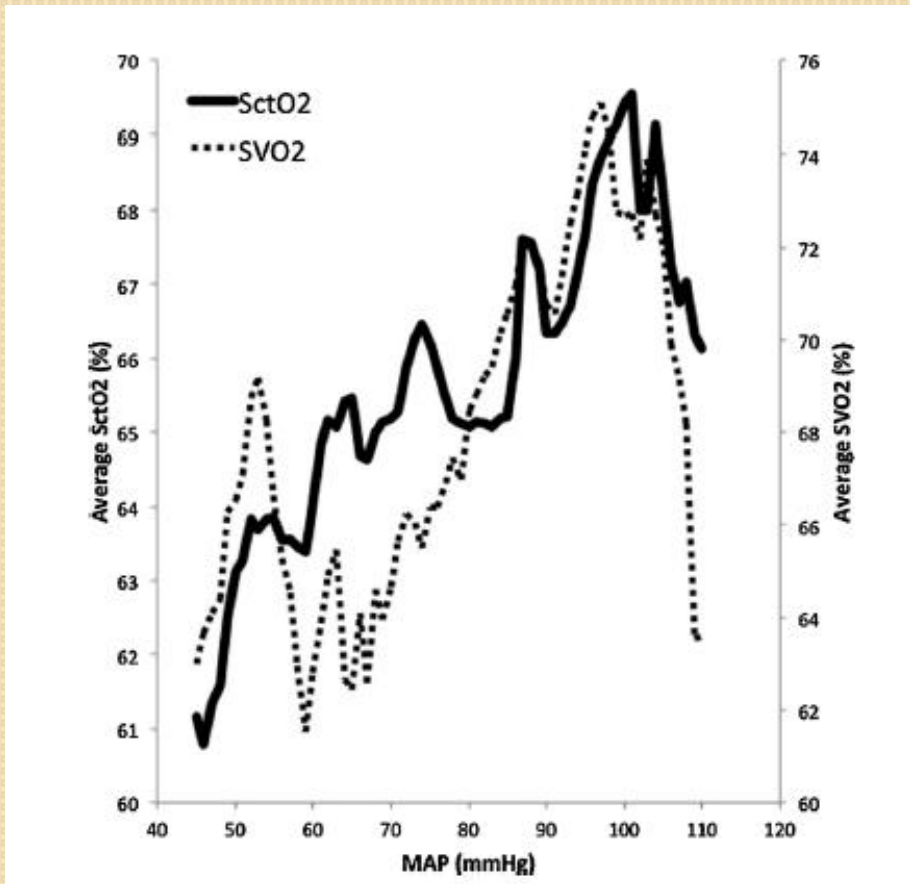
Vliv hypotermie na mozkovou cirkulaci po oběhové zástavě



Hypotermie

- ↓ metabolických nároků
- ↓ mozkového průtoku
- zachovalá SjbO₂

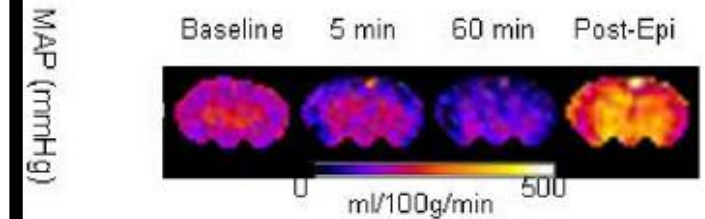
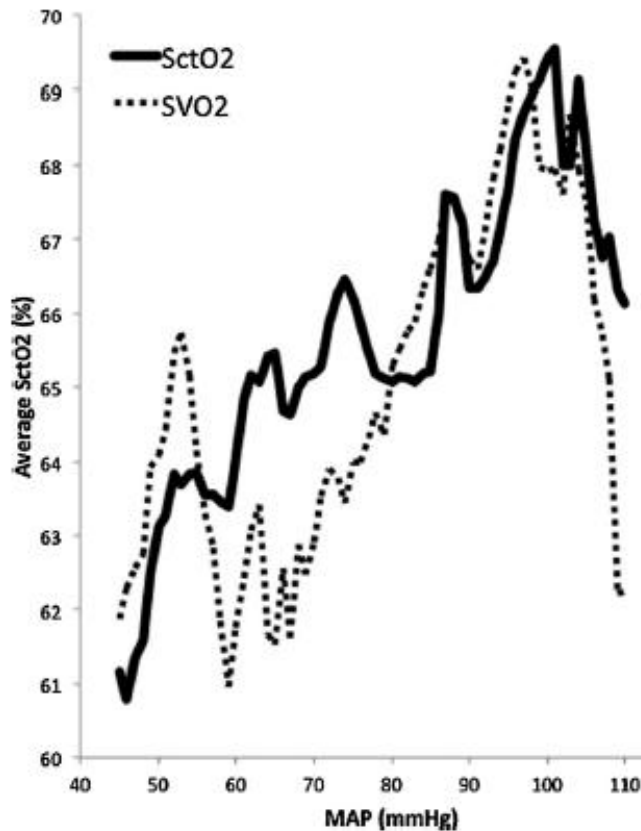
Může zvýšení tlaku/srdečního výdeje po srdeční zástavě zlepšit mozkovou hemodynamiku?



Manole MD, J Cereb Blood Flow Metab, 2009, 29:197.

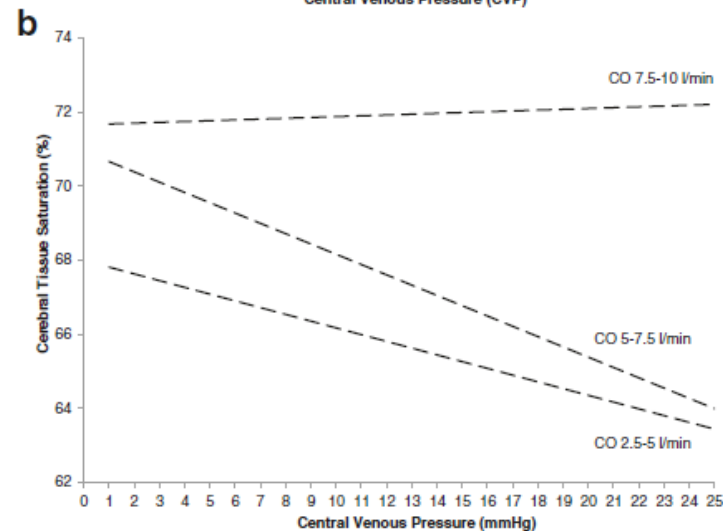
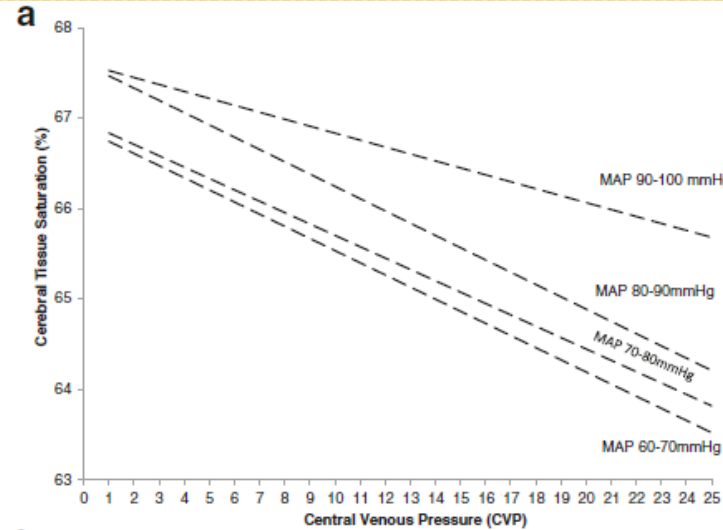
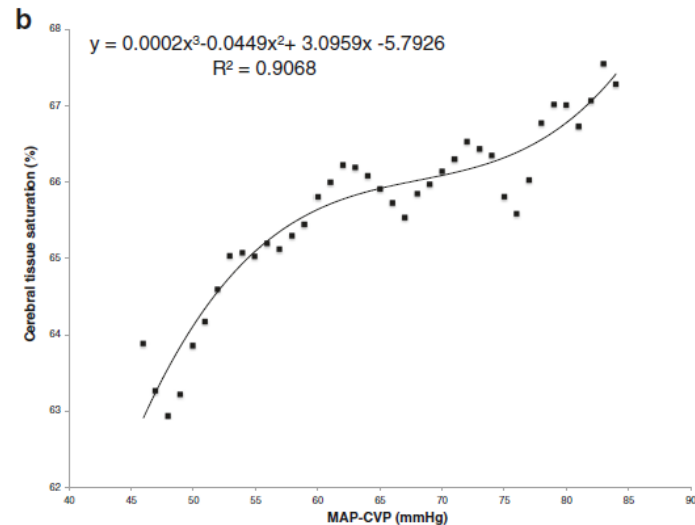
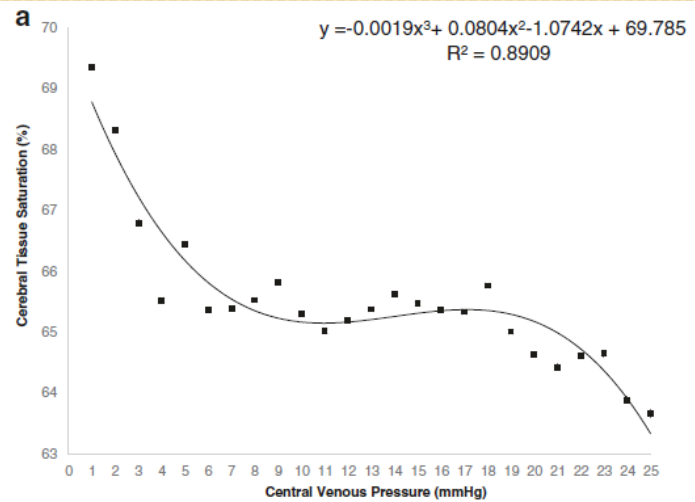
Ameloot K, Resuscitation, 2015; 91: 56–62.

Může zvýšení tlaku/srdečního výdeje po srdeční zástavě zlepšit prognózu nemocných?



9:197.

Vliv centrálního žilního tlaku na mozkovou perfuzi a oxygenaci?

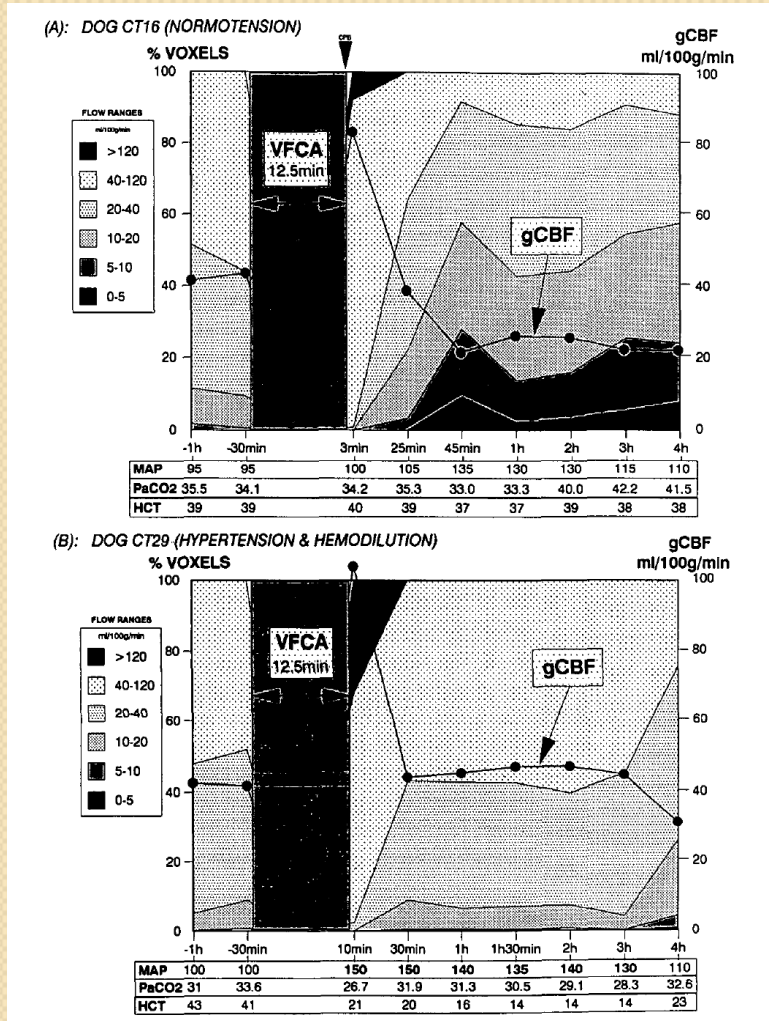


48 nemocných po srdeční zástavě

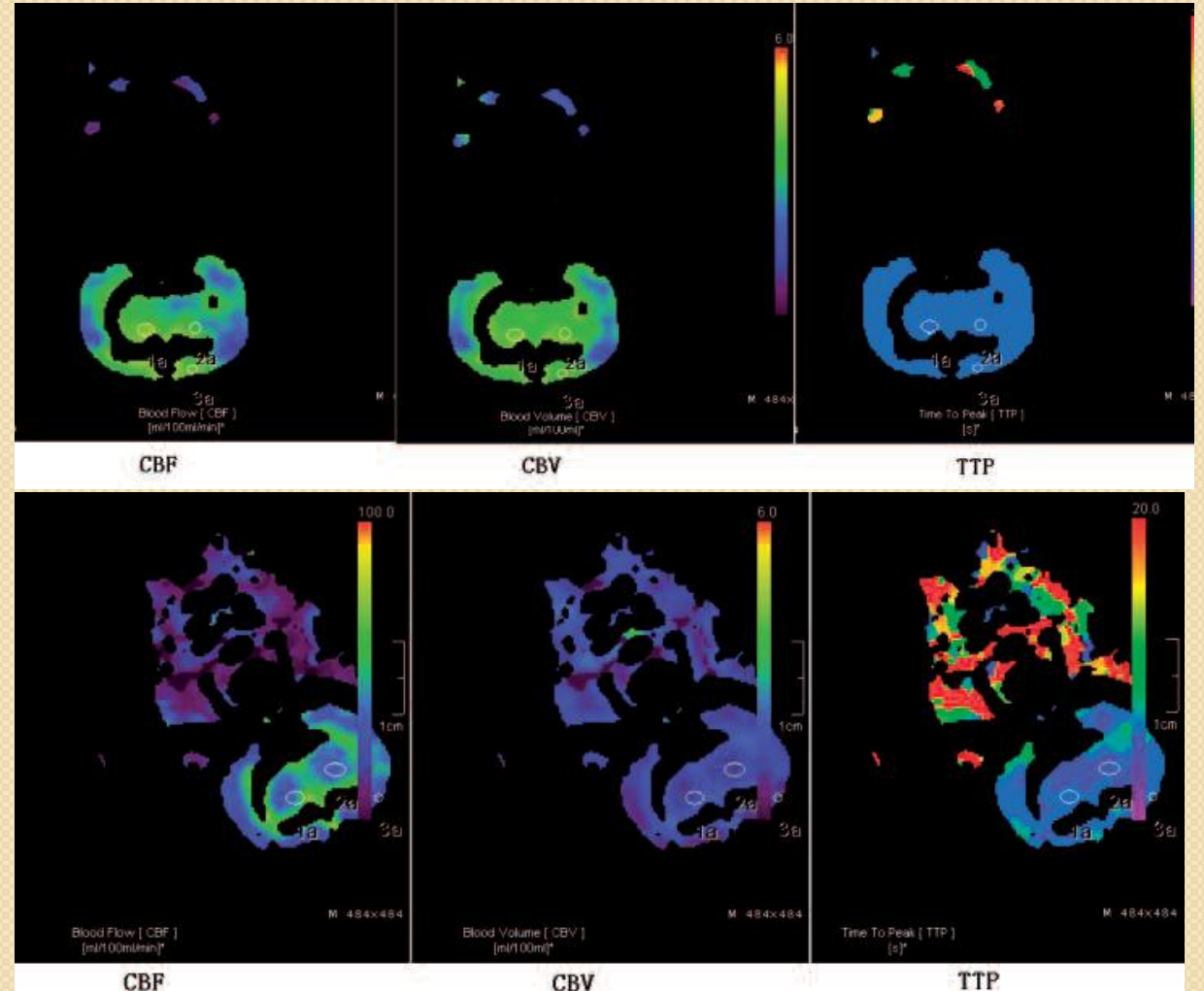
CVT >5 spojeno s vyšším rizikem závažného neurologického postižení (p 0,04)

Vliv terapeutických intervencí na mozkovou mikrocirkulaci

Hemodiluce



Trombolýza



European Resuscitation Council and European Society of Intensive Care Medicine Guidelines for Post-resuscitation Care 2015

Section 5 of the European Resuscitation Council Guidelines for Resuscitation 2015[☆]



Nolan JP, Resuscitation, 2015; 95: 202–222.

- SpO₂ 94-98%
- normokapnie
- sTK > 100 mmHg,
- “normální TK pacienta“

Můžeme udělat něco navíc?

- MAP > 70 mmHg
- CVT < 5 mmHg
- Mozková oxymetrie ?
- Mírná hyperkapnie ?