



Kraniocerebrální traumata z pohledu neurochirurga

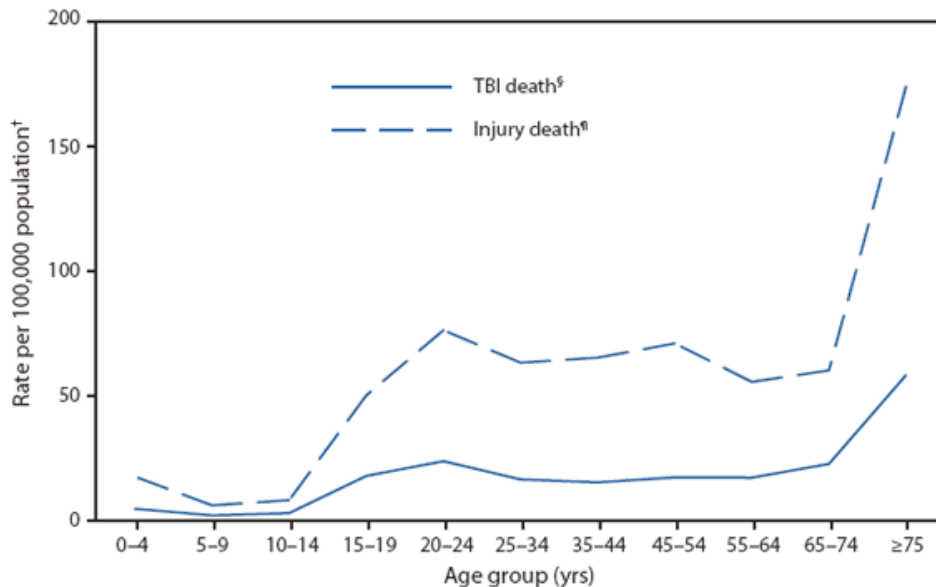
Jančálek R.^{1,2}

¹ Neurochirurgická klinika LF MU a FN u sv. Anny v Brně

² Zdravotnická záchranná služba Jihomoravského kraje

Kraniocerebrální poranění

- 1/3 úmrtí úrazové etiologie = KCP



THE COST OF Traumatic Brain Injury

1.7 million

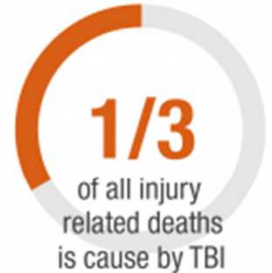
PEOPLE EACH YEAR seek medical care for TBI in the U.S.

TBI COSTS
Indirect and direct medical costs

\$77 billion yearly in the U.S.

TOP 4 CAUSES OF TBI

1. Falls - 35.2%
2. Motor vehicle - traffic - 17.3%
3. Struck by/against events - 16.5%
4. Assaults - 10%

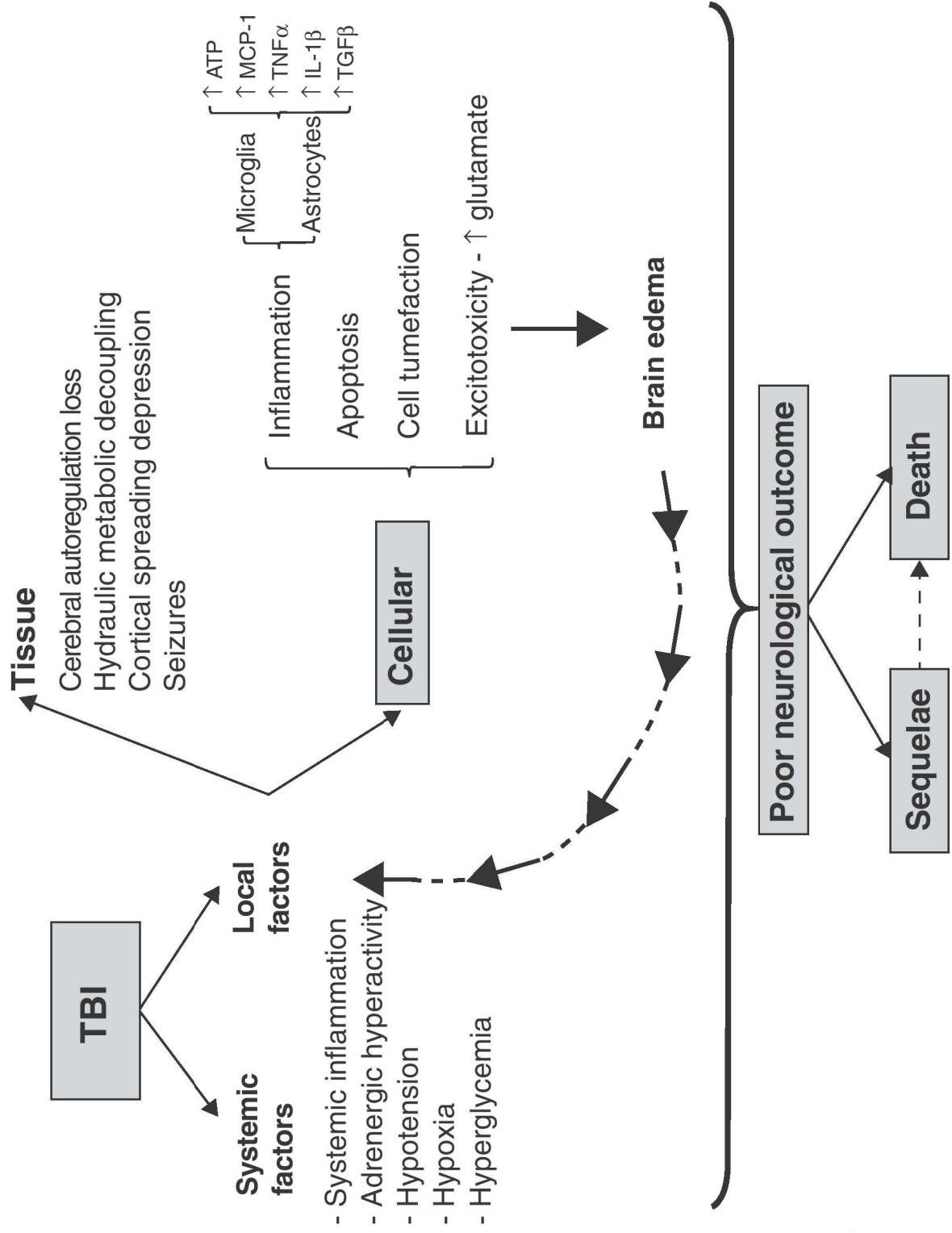


THE NIH HAS AWARDED **\$18.8 million** over 5 years to U.S. researchers in an international collaboration.

MORE THAN **63** Institutions worldwide are participating in the international consortium to fight TBI.

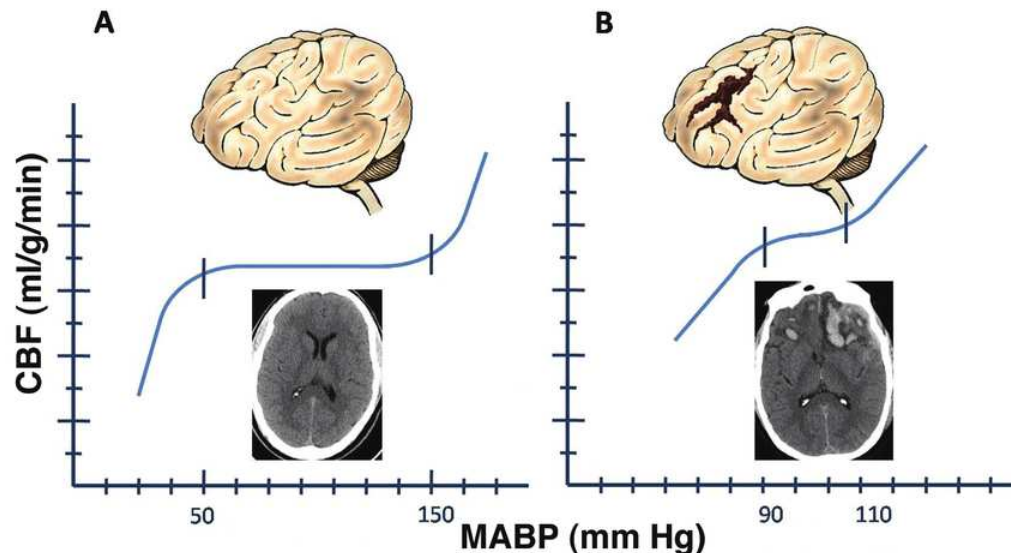
INTERNATIONALLY more than **8,000** patients will be enrolled in studies as part of the consortium research.





Kraniocerebrální poranění

- přímé poškození nervové tkáně
 - porušení autoregulace mozkových cév a jejich reaktivity na $p\text{CO}_2$ = základní mechanismy udržení adekvátního CBF při kolísání systémového TK
- ↓
- snížená schopnost zvýšit průtok krve mozkovým řečištěm v reakci na hypotenzi, hypoxii nebo akutní anémii → **sekundární mozkové postižení**



Sekundární mozkové postižení/poranění

- vnímavost mozku k sekundárnímu postižení
 - sekundární mozkové postižení je mnohem častější u těžkých než středně těžkých nebo lehkých stupňů KCP

Přednemocniční péče

- **PNP**

- zaměřena především na ty infarkty, které mají negativní vliv na prognózu a které lze současně aktivně ovlivnit prostředky PNP

- **cíl resuscitační péče u pacientů se závažným KCP**

- zabránit rozvoji nebo zmenšit rozsah a tíži sekundárního mozkového poškození
 - zvýšit pravděpodobnost přežití
 - zmenšit následky

Intrinzické faktory

↑ICP

↓CBF/ CPP

Systémová hypotenze

Reperfúzní poškození

Hypoventilace/hypoxie

Mozkový edém a mass efekt

Mozková herniace

Mozkové krváčení

Vazospazmy mozkových cév

Zánět

Hypertermie

Hyperglykemie

Chronická systémová
onemocnění

Extrinzické faktory

Neadekvátní léčba systémové hypotenze

Neadekvátní léčba hypoxie

Přílišná hyperventilace

Alkohol, drogy, ...

Systemová hypotenze

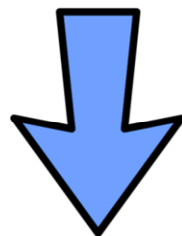
- jediná epizoda systémové hypotenze v průběhu PNP = **dvojnásobný** nárůst mortality a signifikantní zvýšení morbidity
 - bez ohledu na věk zraněného, přítomnost hypoxie nebo extrakraniálního poranění
- trvání a počet epizod systémové hypotenze koreluje mortalitou¹

¹ MANLEY, G., KNUDSON, M.M., MORABITO, D., DAMRON, S., ERICKSON, V. AND PITTS, L. Hypotension, hypoxia, and head injury: frequency, duration, and consequences. Arch Surg, Oct 2001, vol. 136, no. 10, p. 1118-1123.

Systemová hypotenze

- sTK <90mmHg
- cca 10% pacientů s těžkým KCP má systémovou hypotenzi v předhospitalizační době
- silnější prediktor špatné prognózy KCP než hypoxie
 - schopnost mozku udržet dodávku O₂ zvýšením jeho extrakce z krve po dobu dostatečného CPP
 - redukce CBF v průběhu prvních 12 hod. KCP = zvýšené riziko ischemie

- iniciální fáze KCP → zvýšená vnímavost mozku na hypoxicko-ischemické epizody → sekundární mozkové poškození



použití konceptu **permissivní hypotenze** je u pacientů s KCP **kontraindikováno**¹

¹ ROSSAINT, R., BOUILLON, B., CERNY, V., COATS, T.J., DURANTEAU, J., FERNANDEZ-MONDEJAR, E., HUNT, B.J., KOMADINA, R., NARDI, G., NEUGEBAUER, E., OZIER, Y., RIDDEZ, L., SCHULTZ, A., STAHEL, P.F., VINCENT, J.L. AND SPAHN, D.R. Management of bleeding following major trauma: an updated European guideline. Crit Care, 2010, vol. 14, no. 2, p. R52.

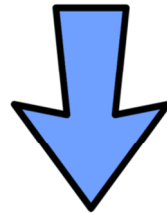
Hypoxie

- **PNP**
 - apnoe
 - cyanóza
 - SpO₂ < 90 % měřené pulzní oxymetrií
- epizody hypoxie = výrazný nárůst mortality¹
 - méně vyjádřeno než u systémové hypotenze
- **CAVE: epizody desaturace při OTI²**

- 1 CHI, J.H., KNUDSON, M.M., VASSAR, M.J., MCCARTHY, M.C., SHAPIRO, M.B., MALLET, S., HOLCROFT, J.J., MONCRIEF, H., NOBLE, J., WISNER, D., KAUPS, K.L., BENNIC, L.D. AND MANLEY, G.T. Prehospital hypoxia affects outcome in patients with traumatic brain injury: a prospective multicenter study. J Trauma, Nov 2006, vol. 61, no. 5, p. 1134-1141.
- 2 WANG, H.E., PEITZMAN, A.B., CASSIDY, L.D., ADELSON, P.D. AND YEALY, D.M. Out-of-hospital endotracheal intubation and outcome after traumatic brain injury. Ann Emerg Med, Nov 2004, vol. 44, no. 5, p. 439-450.

Hyperkapnie

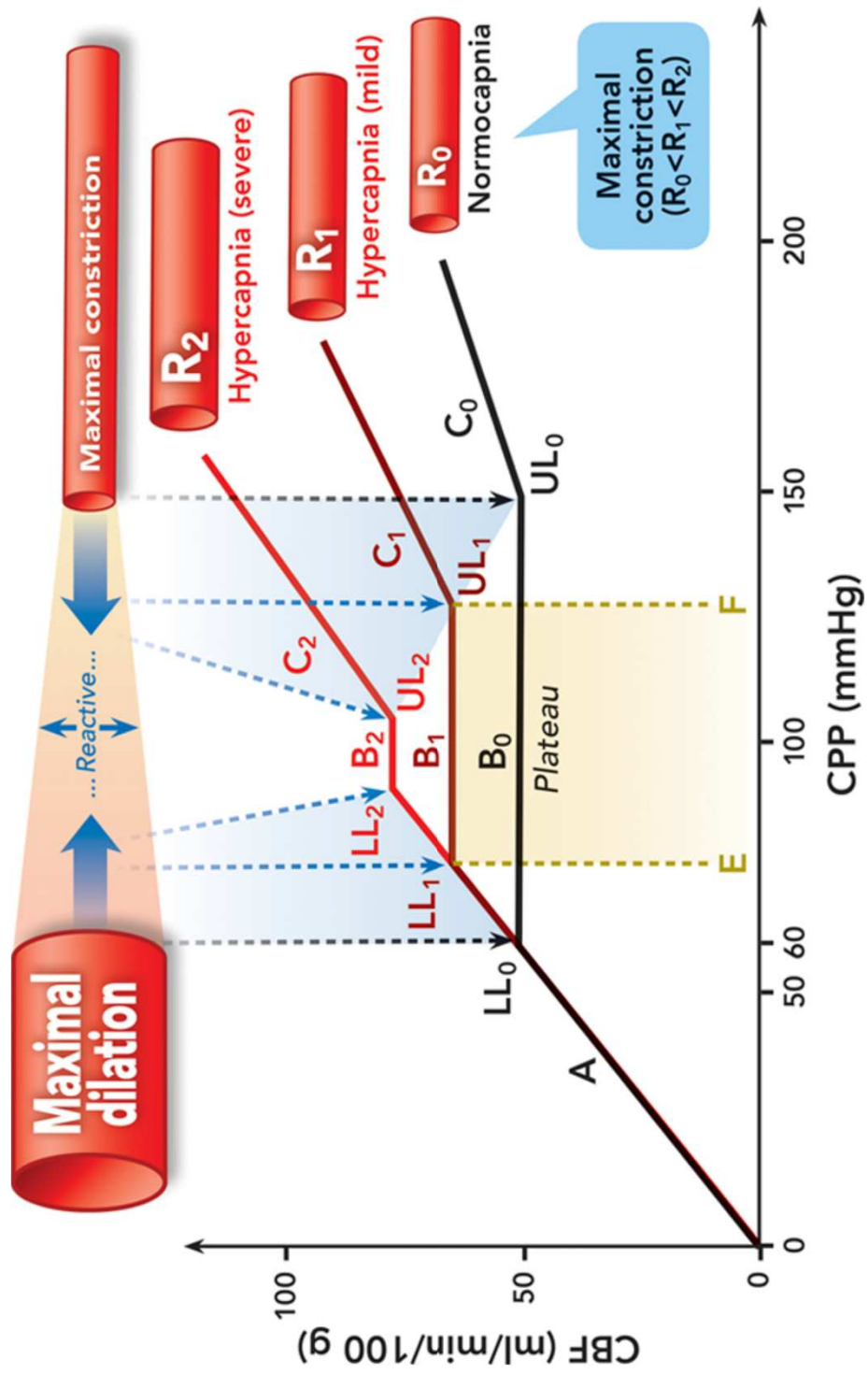
- hyperkapnie → nitrolební vazodilatace →
↑ objemu vaskulárního kompartmentu
nitrolebí + ↓ compliance mozku



zvýšení ICP → **negativní ovlivní CPP**

- hyperkapnie = sekundární inzult
negativně ovlivňující prognózu¹

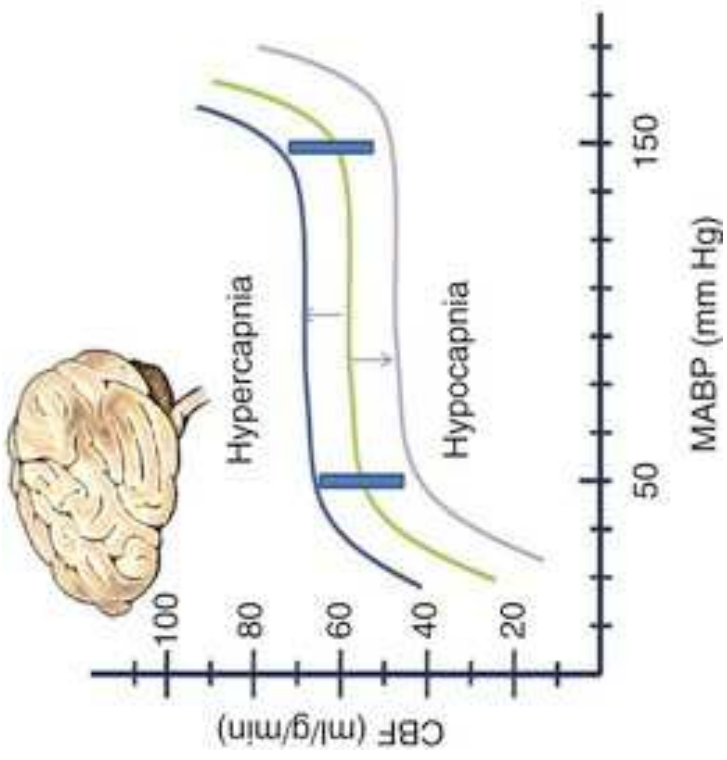
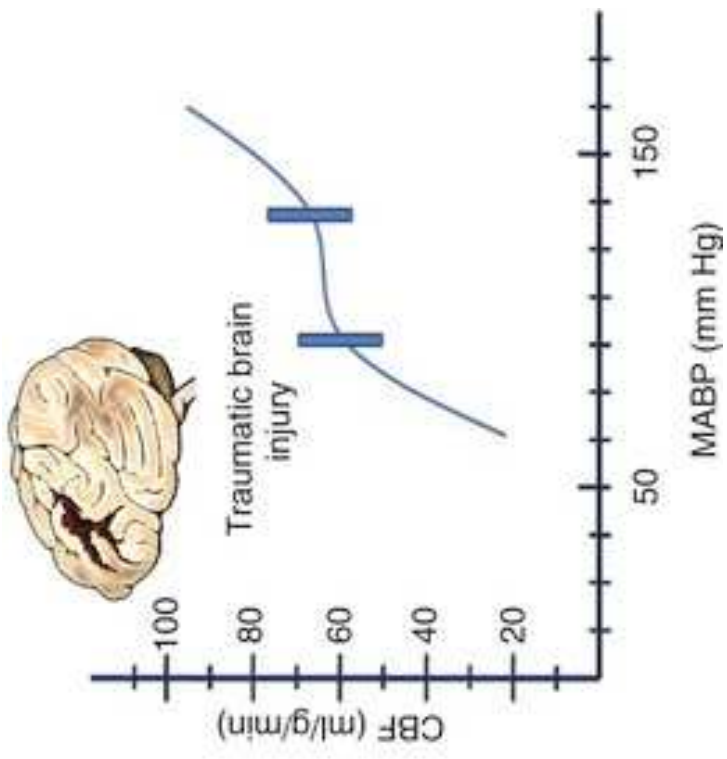
¹ MOPPETT, I.K. Traumatic brain injury: assessment, resuscitation and early management. Br J Anaesth, Jul 2007, vol. 99, no. 1, p. 18-31.



Hypokapnie

- hypokapnie → zmenšení objemu vaskulárního nitrolebního kompartmentu
 - pokles ICP
 - riziko rozvoje mozkové ischemie (spoluúčast systémové hypotenze)
 - průtok krve mozkom sám o sobě během iniciálních hodin po KCP redukován na méně než polovinu normy
- → zvýšení mortality a morbidity¹

1 MUIZELAAR, J.P., MARMAROU, A., WARD, J.D., KONTOS, H.A., CHOI, S.C., BECKER, D.P., GRUEMER, H. AND YOUNG, H.F. Adverse effects of prolonged hyperventilation in patients with severe head injury: a randomized clinical trial. J Neurosurg, Nov 1991, vol. 75, no. 5, p. 731-739.



Další faktory u KCP

- hyperglykemie
- hypertermie
- ...

Hodnocení závažnosti KCP

- hodnotící škála
 - jednoduchost použití
 - vysoká prediktivní hodnota
- Glasgow coma scale
 - možnost arteficiálního ovlivnění
 - **KCP**
 - **lehký stupeň GCS 13-15**
 - **středně těžký stupeň GCS 9-12**
 - **těžký stupeň GCS ≤ 8**

Hodnocení závažnosti KCP

Klasifikace traumatu	Klinický stav pacienta	
	<i>stav vědomí</i>	<i>ložiskové neurologické příznaky</i>
lehké KT	při vědomí nebo rychle se navracející vědomí	nepřítomny
středně těžké KT	při vědomí	přítomny
těžké KT	bezvědomí od okamžiku úrazu nebo progredující porucha vědomí	přítomny nebo nepřítomny

Zajištění krční páteře a dýchacích cest

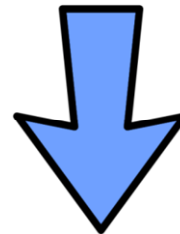
- cca 10% pacientů se středně těžkým až těžkým KCP má **poranění krční páteře**
 - až 50% má současně poranění míšní¹
 - přibližně 1/3 pacientů s poraněním krční páteře má středně těžké až těžké KCP²

1 HOLLY, L.T., KELLY, D.F., COUNELIS, G.J., BLINMAN, T., MCARTHUR, D.L. AND CRYER, H.G. Cervical spine trauma associated with moderate and severe head injury: incidence, risk factors, and injury characteristics. J Neurosurg, Apr 2002, vol. 96, no. 3 Suppl, p. 285-291.

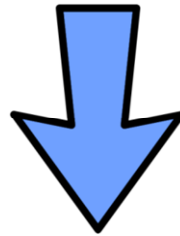
2 IIDA, H., TACHIBANA, S., KITAHARA, T., HORIIKE, S., OHWADA, T. AND FUJII, K. Association of head trauma with cervical spine injury, spinal cord injury, or both. J Trauma, Mar 1999, vol. 46, no. 3, p. 450-452.

Zajištění krční páteře a dýchacích cest

- riziko poranění krční páteře
 - stoupá se zvyšující se tíží KCP
 - je ovlivněno mechanismem úrazu
 - polytrumata, poranění nad úrovní klíční kosti, akceleračně-decelerační nebo rotační typu poranění, pád z výšky převyšující tělesnou výšku, skoky do vody



Zajištění krční páteře a dýchacích cest



péče o krční páteř je důležitá pro
všechny pacienty k KCP

- in-line stabilizací krční páteře při zajišťování dýchacích cest
- krční límec (?)

Stabilizace/fixace krční páteře

Evidence-based medicine

- 1. pacienti s traumatem mohou mít nestabilní poranění Cp**
 - poranění Cp = nestabilní poranění ?
 - pacienti při vědomí, bez neurologických obtíží mají riziko signifikantního poranění Cp minimální¹
 - selektivní imobilizace → 50% pokles imobilizací ... 1 přehlédnutý pacient s nestabilním poraněním Cp z celkového počtu 32,000 pacientů ošetřených v PNP²

1. Hoffman JR, Wolfson AB, Todd K, et al. Selective cervical spine radiography in blunt trauma: Methodology of the National Emergency X-Radiography Utilization Study (NEXUS). *Ann Emerg Med.* 1998;32(4):461–469.

2. Burton JH, Dunn MG, Harmon NR, et al. A statewide, prehospital emergency medical service selective patient spine immobilization protocol. *J Trauma.* 2006;61(1):161–167.

Stabilizace/fixace krční páteře

Evidence-based medicine

2. nekontrolovaný pohyb Cp může vést k dalšímu míšnímu poranění

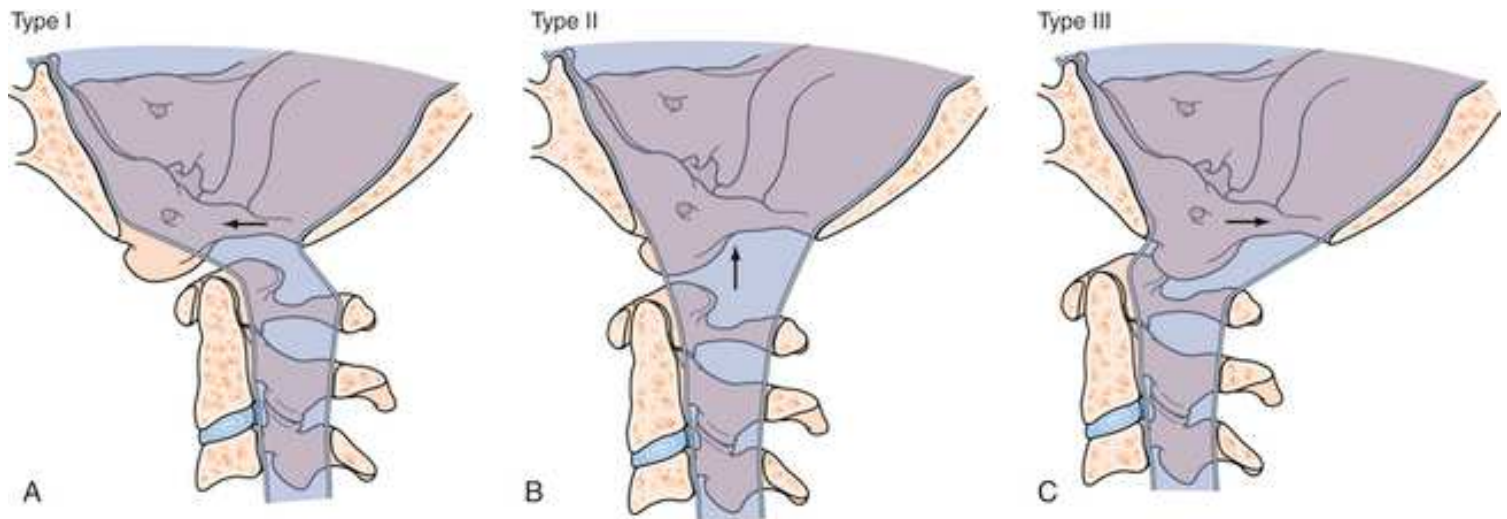
- chybí statistická data¹
- síla primárního inzultu X omezené pohyby Cp při PNP a transportu
- trauma Cp → bolest a spasmus šíjového svalstva → přirozené omezení pohyblivosti Cp

1. Manoach S, Paladino L. Manual in-line stabilization for acute airway management of suspected cervical spine injury: Historical review and current questions. *Ann Emerg Med.* 2007;50(3):236–245.

Stabilizace/fixace krční páteře

Evidence-based medicine

- 3. krční límec je prevencí potenciálně rizikových / škodlivých pohybů Cp**
- nezajišťuje stabilizaci Cp ve všech osách
 - ovlivnění pohyby celého těla



A

B

C

Stabilizace/fixace krční páteře

Evidence-based medicine

4. nasazení C límce je neškodná metoda a může být široce používána
 - imobilizace „pro jistotu“ X negativní efekt¹
 - ovlivnění airway managementu (C límec omezuje otevření úst o >25%)
 - komprese krčních žil → ztížení žilní drenáže → vzestup ICP²
 - C límec zvyšuje hybnost kraniálních segmentů Cp + distrakce O-C1, C1-C2 (nejvíce rizikové etáže)
 - rigidní C límec → distrakce C1-C2 o 7.3 mm ± 4.0 mm³

1. Swartz EE, Del Rossi G. Cervical spine alignment during on-field management of potential catastrophic spine injuries. Sports Health. 2009;1(3):247–252.
2. Mobbs RJ, Stoodley MA, Fuller J. Effect of cervical hard collar on intracranial pressure head injury. ANZ J Surg. 2002;72(6):389–391.
3. Ben-Galim P, Dreiangel N, Mattox KL, et al. Extrication collars can result in abnormal separation between vertebrae in the presence of a dissociative injury. J Trauma. 2010;69(2):447–450.

Stabilizace/fixace krční páteře

Evidence-based medicine

- 4. **nasazení C límce je neškodná metoda a může být široce používáno**
 - C límec = diskomfort → stres: imobilizace sama o sobě vede k bolesti krční krajiny¹ → nadhodnocení poranění Cp při vyšetření v nemocnici (?)

1. March JA, Ausband SC, Brown LH. Changes in physical examination caused by use of spinal immobilization. Prehosp Emerg Care. 2002;6(4):421–424.

Stabilizace/fixace krční páteře

Evidence-based medicine

NEXUS (National Emergency X-Radiography Utilization Study) indikační kritéria

1. nepřítomnost bolestí v oblasti střední části krku
2. nepřítomnost ložiskového neurologického nálezu
3. normální stav vědomí
4. nepřítomnost intoxikace
5. nepřítomnost jiného bolestivého poranění, které může odvést pozornost od poranění Cp

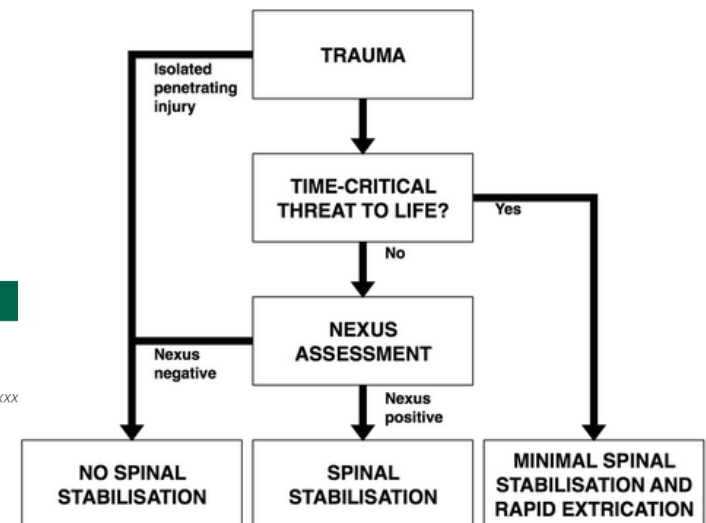
PŘEHLEDOVÝ ČLÁNEK

Preventivní imobilizace krční páteře v přednemocniční neodkladné péči o pacienty s úrazem: aktuální pohled na problematiku

Jančálek R.^{1,2}

¹Neurochirurgická klinika FN u sv. Anny v Brně a Lékařské fakulty Masarykovy univerzity, Brno
²Zdravotnická záchraná služba Jihomoravského kraje, Brno

Anest. intenziv. Med., 27, 2016, č. 6, s. xxx-xxx



Vědomí

- GCS pro každou modalitu zvlášť
 - stanovení po stabilizaci vitálních funkcí, korekci dalších ovlivňujících faktorů a před podáním farmak s tlumivým a myorelaxačním působením
 - pokles GCS o 2 a více bodů = signifikantní
 - nutné vyslovit podezření na expanzivně se chovající a progredující nitrolební proces
 - vyloučit extrakraniální etiologii (systémovou hypotenzi, ...)

Objektivní vyšetření

- orientační neurologické vyšetření
 - GCS (X-X-X)
 - velikost a reakce zornic na osvit
 - motorická reakce a její případná lateralizace
 - porucha čítí

E

- **sy mozkové herniace / nitrolební hypertenze** → indikována přechodná akutní hyperventilace s cílovými hodnotami **ETCO₂ 30 až 35 mmHg**
 - přetrvávání klinické symptomatologie → ke zvážení podání Manitolu 0,5-1 mg/kg i.v. v průběhu 20 minut
 - nebylo neprokázáno zlepšení prognózy při podání Manitolu v průběhu PNP
 - nedostatek důkazů vedoucí k doporučení podávání Manitolu v PNP¹
- hypertonické roztoky NaCl

1 WAKAI, A., ROBERTS, I. AND SCHIERHOUT, G. Mannitol for acute traumatic brain injury. Cochrane Database Syst Rev, 2007, no. 1, p. CD001049.

Transport

- princip „zlaté hodiny“
- sy mozkové herniace / nitrolební hypertenze → **prioritou je transport** k definitivnímu ošetření po prvotním zajištění pacienta

Transport

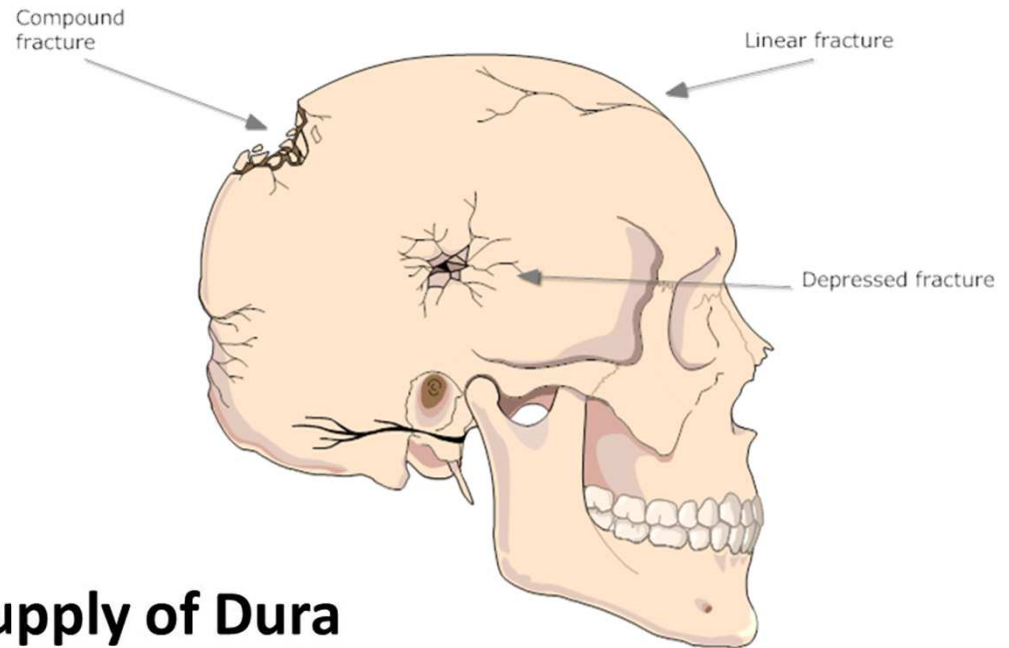
- primární transfer pacientů s KCP do traumacenter
 - 30% zvýšení mortality u pacientů s KCP směřované primárně do nemocnice nižšího typu¹
- drenážní poloha hlavy
 - zvýšená horní polovina těla o 30%

1 BARRATT, H., WILSON, M., MOORE, F. AND RAINE, R. The implications of the NICE guidelines on neurosurgical management for all severe head injuries: systematic review. Emerg Med J, Mar 2010, vol. 27, no. 3, p. 173-178.

Transport

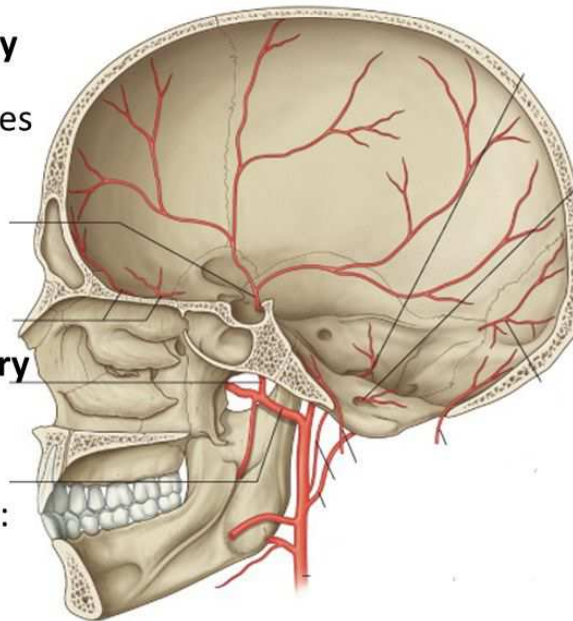
všichni pacienti s jiným než lehkým stupněm izolovaného KCP (GCS <12) a/nebo závažným či rizikovým charakterem úrazového děje jsou indikováni k primárnímu transportu na urgentní příjem traumacentra s možností neurochirurgické intervence

Fraktura kalvy



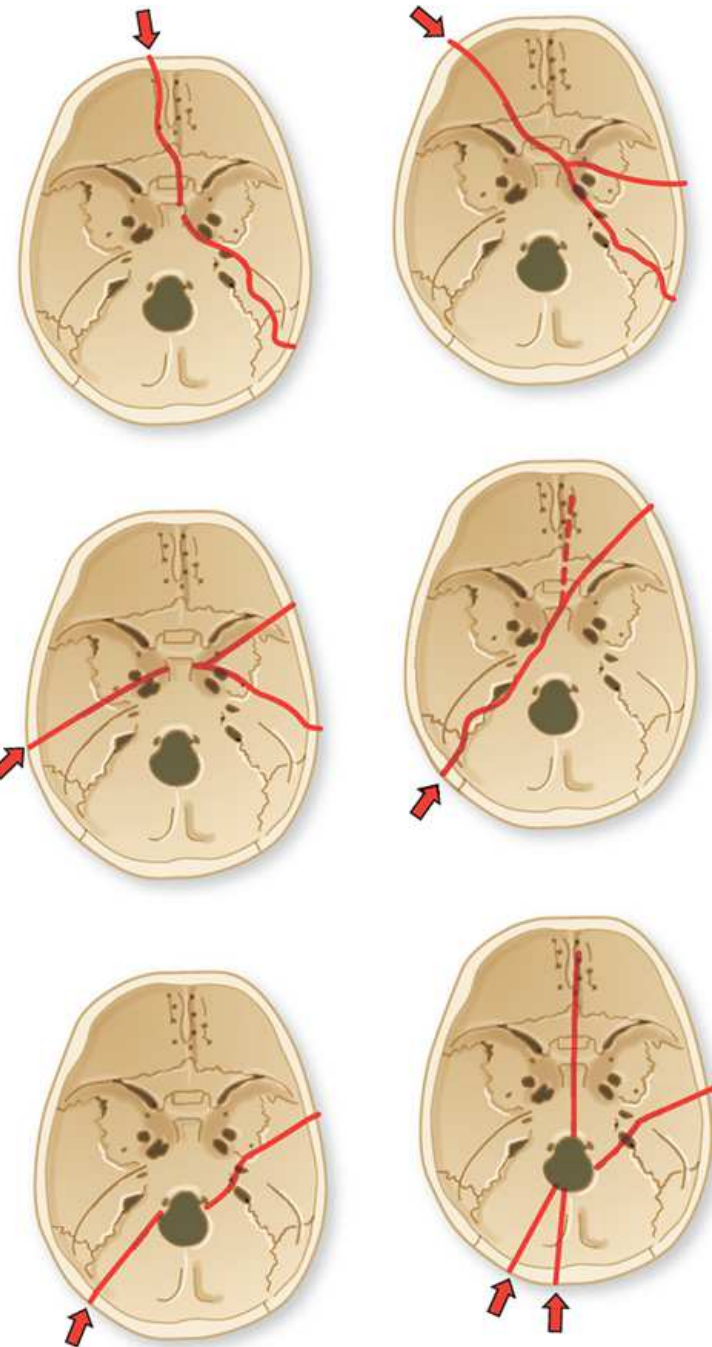
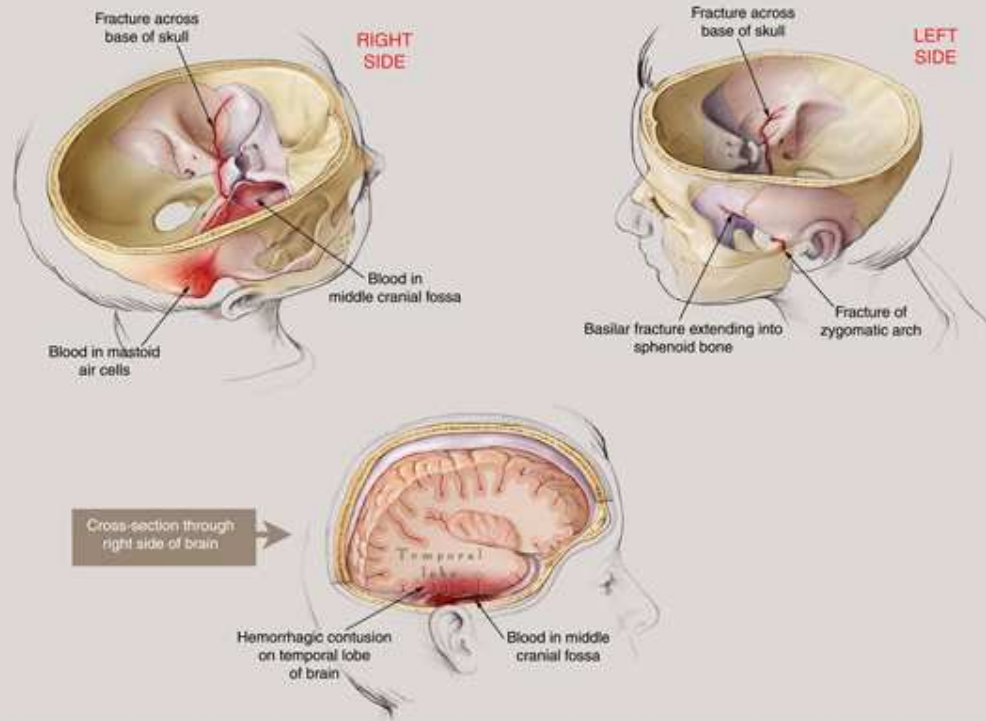
Arterial Supply of Dura

- **Anterior meningeal artery** (branches of ethmoidal arteries which are branches of maxillary artery (ECA).
- **Middle meningeal artery** and accessory meningeal artery: branches of Maxillary artery (ECA)
- **Posterior meningeal artery** (terminal branch of ascending pharyngeal artery (ECA) & other meningeal branches from:
 - 1- Ascending pharyngeal artery
 - 2- Occipital artery
 - 3- Vertebral artery



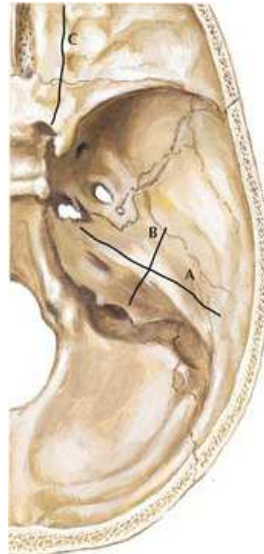
Fraktura baze lební

Basilar Skull Fracture



Fraktura baze lební

- Klinika
 - likvoreia
 - periorbitální
hematom
 - retroaurikulární
hematom



Longitudinal (A) and transverse (B) fractures of petrous pyramid of temporal bone, and anterior basal skull fracture (C)



"Panda bear" or "raccoon" sign due to leakage of blood from anterior fossa into periorbital tissues. Absence of conjunctival injection differentiates fracture from direct eye trauma.



Battle sign: postauricular hematoma



Rhinorrhea



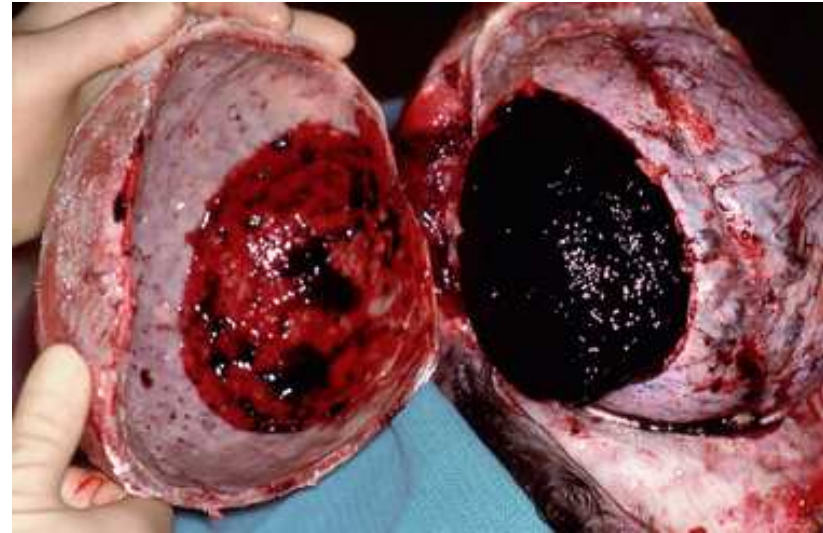
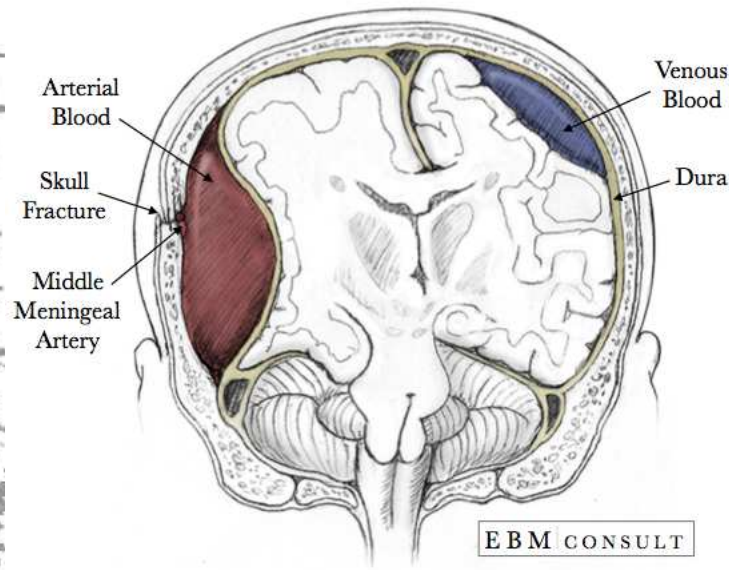
Otorrhea or ear hemorrhage



Epidurální hematom

Epidural Hematoma
(Does Not Cross Suture Line)

Subdural Hematoma
(Crosses Suture Line)



- kontaktní poranění
- lucidní interval
- Manitol ?

Outcome ^b	No. of Patients with a Hematoma Thickness of		
	<10 mm	10-20 mm	>20 mm
Good (GOS score, 5)	1	19	47
Moderate (GOS score, 4)	0	0	6
Severe (GOS score, 3)	0	0	3
Dead (GOS score, 1)	0	0	1
Total	1	19	57

^a For six patients, information about the hematoma thickness was not available.

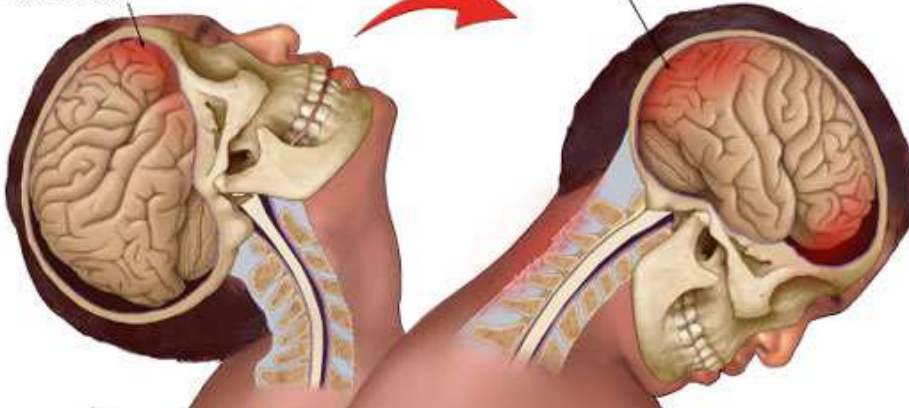
^b GOS, Glasgow Outcome Scale.

Subdurální hematom

Closed Head Injuries

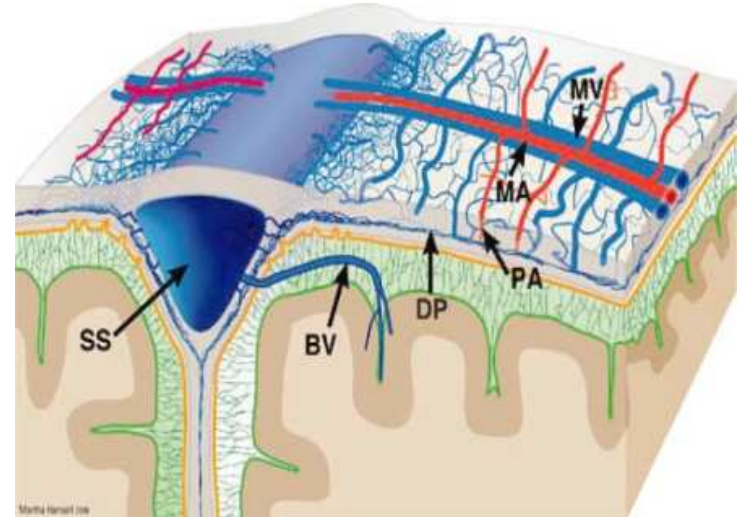
Hyperextension of Head and Neck

Sudden backward acceleration of skull creating extreme extension of cervical spine. Once the skull has stopped moving, the brain strikes the front of the skull.

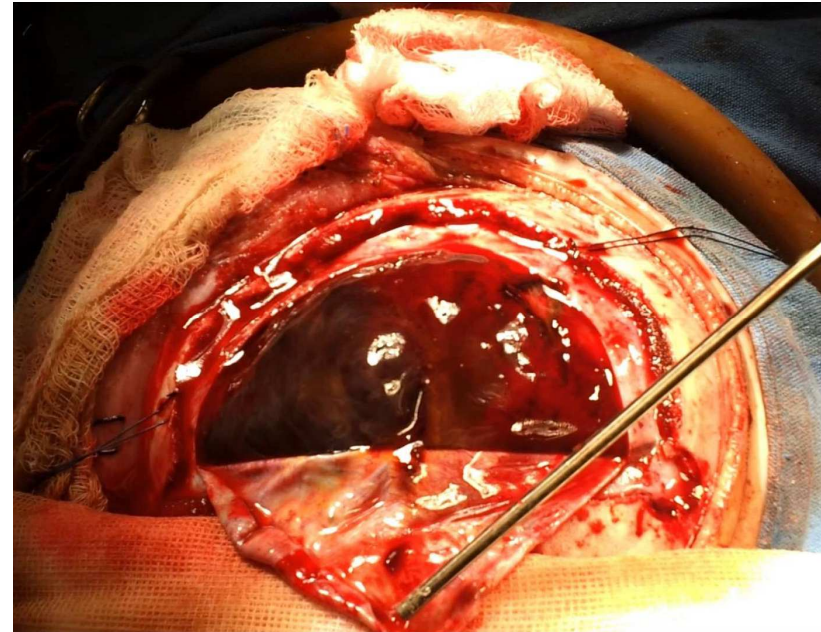


Hyperflexion of Head and Neck

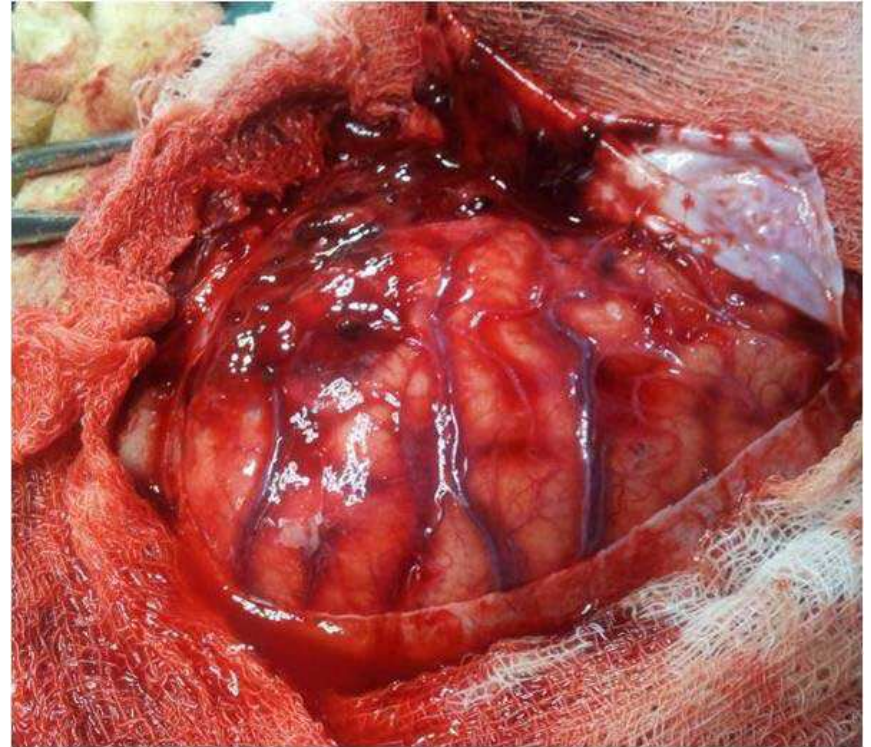
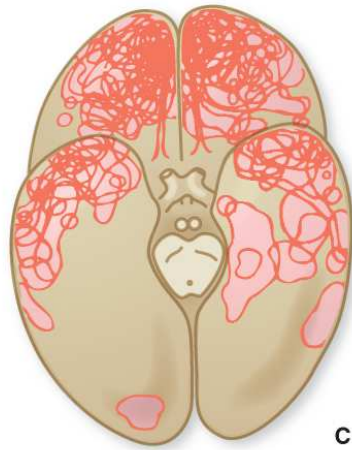
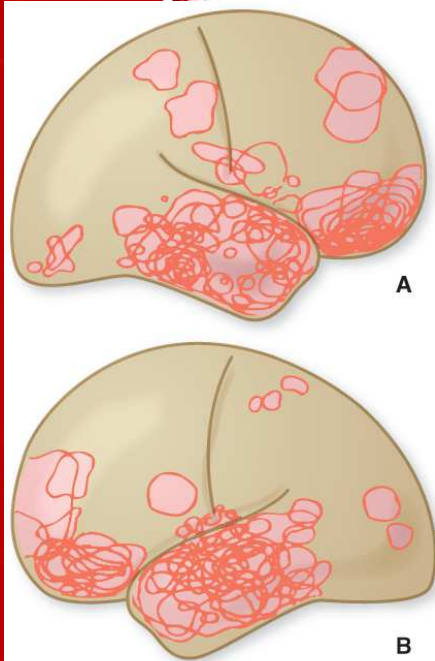
Head recoils forward and suddenly stops. Occipital brain impacts back of skull.



- akceleračně-decelerační poranění = kontuze mozková
- DAI

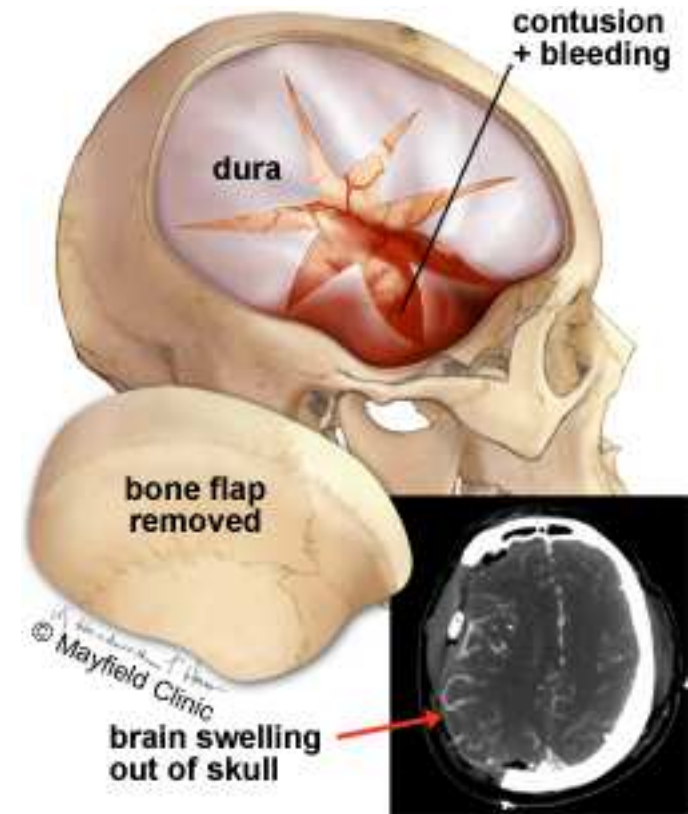


Kontuze mozková



Faktory rozhodující o léčbě

- předchorobí
 - hypokoagulační stav
- **PNP**
 - terapie
 - **směřování pacienta**
- stav pacienta při přijetí
- CT nález
 - lokalizace a rozsah traumatických změn



Poranění krční páteře

- primární poranění → sekundární poranění
 - ischemie
 - edém
 - vazospazmus a trombóza
 - akumulace neurotransmiterů
 - uvolnění derivátů kyseliny arachidonové
 - tvorba volných radikálů
 - apoptóza
- neuroprotektivní efekt metylprednisolonu

Evidence-based Medicine

Table

Findings of National Acute Spinal Cord Injury Studies (NASCIS)

Study	No. of Patients	Dosing	Major Findings
NASCIS I ¹	330	MP: 100 mg IV bolus + MP: 100 mg IV CI daily; or 1000 mg IV CI daily maintenance	No significant improvement in sensory/motor function, possibly because high enough doses not used. ⁴
NASCIS II ⁵	487	MP: 30 mg/kg IV bolus + 5.4 mg/kg/day IV CI × 23 h; or naloxone: 5.4 mg/kg/day IV + 4 mg/kg/day IV CI; or placebo	Those treated with MP within 8 hours had greater motor function recovery at 6 weeks and 6 months.
NASCIS II (1-year follow-up) ⁶	487	See above	Significant improvement in right-sided motor improvement in 62 of 487 patients; no significant sensory function or mortality differences.
NASCIS III ⁷	499	MP: 30 mg/kg IV bolus + 5.4 mg/kg/day IV CI × 24 h; or MP: 30 mg/kg IV bolus + 5.4 mg/kg/day IV CI × 48 h; or tirilazad mesylate: 2.5mg/kg IV every 6 h × 48 h	Patients treated for 48 h with MP had improved motor recovery, especially when initiated between 3-8 h postinjury. No difference if treated within 3 h of injury. No differences in mortality. Those treated for 48 h with MP had higher rates of severe sepsis and pneumonia.
NASCIS III (1-year follow-up) ⁸	499	See above	No difference in any outcome when patients were treated within 3 hours of injury. Improved motor function in those treated within 3-8 h postinjury for 48 h. No difference in functional or sensory function recovery.

Abbreviations: CI, continuous infusion; IV, intravenous; MP, methylprednisolone.

Methylprednisolon ANO/NE ?

- NASCIS II + NASCIS III
 - < 3 hod. od poranění → MP 24 hod.
 - bolus 30 mg/kg/15 min. → 45 min. pauza → 5,4 mg/kg/h/23 hod.
 - 3 - 8 hod. → MP 48 hod.
 - bolus 30mg/kg/15min. → 45 min. pauza → 5,4 mg/kg/h/47 hod.

Methylprednisolon ANO/NE ?

- NASCIS II + NASCIS III
 - vedené jako prospektivní, randomizované, kontrolované studie
 - analýzy primárních výsledků nepotvrdily efekt podávání MP
 - malý efekt ($p=0.08$) podávání MP prokázán až post-hoc analýzou (vyloučení $>70\%$ pacientů)
 - zvýšené riziko infekčních komplikací

DISCLAIMER: These guidelines were prepared by the Department of Surgical Education, Orlando Regional Medical Center. They are intended to serve as a general statement regarding appropriate patient care practices based upon the available medical literature and clinical expertise at the time of development. They should not be considered to be accepted protocol or policy, nor are intended to replace clinical judgment or dictate care of individual patients.

METHYLPREDNISOLONE IN ACUTE SPINAL CORD INJURY

SUMMARY

Acute spinal cord injury (ASCI) is pathophysiologically characterized by an initial mechanical or “primary” injury that is followed by a series of “secondary” injury events including ischemia, calcium- and sodium-mediated cell injury, excitotoxic cell death, inflammation, edema, and apoptosis or genetically programmed cell death (1). Methylprednisolone sodium succinate (MPSS) possesses a variety of neuroprotective effects including inhibition of lipid peroxidation, calcium influx, ischemia, and antiinflammatory effects, but at the risk of increased infection (1,2, 15,18-20,22,25-26). The National Spinal Cord Injury Study (NASCIS) trials have previously reported improved long-term functional outcome in ASCI patients treated with high doses of MPSS (3-6). Although widely considered to possess valid study designs; the data quality, statistical analysis, interpretation, and conclusions of these studies remain highly controversial (1,7-11,23). **Until a more convincing body of evidence can be provided, the routine use of MPSS following ASCI should be avoided until the benefits can be proven to outweigh the risks.**

RECOMMENDATIONS

- **Level 1**
 - **None**

- **Level 2**
 - **Methylprednisolone should not be used for the routine treatment of blunt ASCI.**
 - **Methylprednisolone should not be used for the routine treatment of penetrating ASCI.**

- **Level 3**
 - **Concurrent stress ulcer and hyperglycemia prophylaxis should be instituted during steroid administration.**