Možnosti neinvazivního neuromonitoringu při léčbě těžkých kraniocerebrálních poranění

Jan Neiser[1,2], Peter Sklienka[1,2]

1) Klinika anesteziologie, resuscitace a intenzivní medicíny FN Ostrava

2) Katedra intenzivní medicíny, urgentní medicíny a forenzních oborů, LF OSU Ostrava

Invazivní metody měření ICP

- Komorová drenáž – dnes akceptována tam, kde je k ní jiná indikace (snížení ICP, aplikace léků)
- Komplikace:

  - infekce 0 – 27 %

  - krvácení – 5,7 % (10,06 % na CT), 0,61 % klinicky závažných

Binz DD. Neurocritical Care 2009

Invazivní metody měření ICP

- Intraparenchymová čidla

- optická (Camino ICP monitor) – krvácení na CT 2,7 %, pozitivní kultivace 9 %, technická chyba 4,5 %
- piezoelektrická (Codman, Raumedic, Presssio) – krvácení 0 – 7,2 %
- pneumatická (Spiegelberg)

Bekar A. Journal of Clinical Neuroscience 2009.
Koskinen LOD. Neurosurgery 2005.

Neinvazivní měření ICP

- Vždy nepřímé
- ONSD – měření průměru pochvy optického nervu (která je vychlípením dura mater)
- Sonograficky transokulárně (jako papilometrie)
- ONSD nad 4,8 mm koreluje s ICP nad 20 mmHg
- Lze použít ke sledování trendu ICP, případně jako screening

Neinvazivní měření ICP

- Tympanic membrane displacement
  - měří reakci na akustický podnět
  - koreluje s trendem vývoje ICP – lze použít pokud byla základní hodnota získaná jinak

Stettin E. J Clin Monit Comput 2011

Neinvazivní měření ICP

- Experimentální postupy
  - měření přes fontanelu
  - měření mikrodeformací lebky
  - analýza otoakustických emisí

Metody ICP - srovnání

Table 3: The different technologies compared.

Technology	Accuracy	Rate of infection	Rate of hemorrhaging	Cost per patient	Miscellaneous
External ventricular drainage	High	Low to moderate	Low	Relatively low	Can be used for drainage of CSF and infusion of antibiotics
Microtransducer ICP monitoring devices	High	Low	Low	High	Some transducers have problems with high zero drift
Transcranial Doppler ultrasonography	Low	None	None	Low	High percentage of unsuccessful measurements
Tympanic membrane displacement	Low	None	None	Low	High percentage of unsuccessful measurements
Optic nerve Sheath diameter	Low	None	None	Low	Can potentially be used as a screening method of detecting raised ICP
MRI/CT	Low	None	None	Low	MRI has potential for being used for noninvasive estimation of ICP
Fundoscopy (papilledema)	Low	None	None	Low	Can be used as a screening method of detecting raised ICP, but not in cases of sudden raise in ICP, that is, trauma

3 okruhy monitoringu

- M. mozkové perfúze
- M. mozkového metabolismu
- Funkční monitorování

M. mozkové perfúze

- M. globální mozkové perfúze:
  - měření CBF
  - TCD
  - near-infrared spectroscopy (NIRS)
  - jugulární oxymetrie
- M. regionální mozkové perfúze:
  - měření pO2 v mozkové tkáni

M. globální mozkové perfúze

Transkraniální Dopplerometrické m. (TCD) :

- měří rychlost krevního proudu (ostatní parametry jsou vypočítané…)

$$\mathrm{PI} = \frac{\text{systolic flow velocity} - \text{diastolic flow velocity}}{\text{mean flow velocity}}$$

- Korelace PI s ICP je akceptovatelná do 30 mmHg
- Inter- a intraobserver variability
- 10 – 15 % pacientů nemá „kostní okno“
- Závěr: TCD nemůže nahradit měření ICP

Behrens A. Neurosurgery 2010.

M. globální mozkové perfúze

Near-infrared spectroscopy (NIRS)
(„mozková“ oxymetrie) :

- kontinuální neinvazivní monitorování saturace
- měří arteriální, venózní a kapilární saturaci
- přesnost (oddělení vysílače a přijímače IR)
- trend SbO2 může reflektovat změny ICP
  - latence
  - nedostatek dat

Brain Oxygen Monitoring and Thresholds

A. Level I

There are insufficient data to support a Level I recommendation for this topic.

B. Level II

There are insufficient data to support a Level II recommendation for this topic.

C. Level III

Jugular venous saturation (<50%) or brain tissue oxygen tension (<15 mm Hg) are treatment thresholds.

Jugular venous saturation or brain tissue oxygen monitoring measure cerebral oxygenation

Excerpted from Guidelines for the Management of Severe Traumatic Brain Injury, 3rd Edition. Copyright © Brain Trauma Foundation

M. globální mozkové perfúze

Jugulární oxymetrie (SjO2) :

- kontinuální i intermitentní monitorování saturace krve kyslíkem v jug. bulbu
- nepřímá známka adekvátní mozkové perfúze, poskytuje unilaterální globální informaci, zatížena metodickými a technickými chybami

- Klinické používání od 80. let, v ČR od cca 1995 (Kula, Prchlík et al…)
- Komplikace? Nejsou data…

M. regionální mozkové perfúze

Parciální tlak kyslíku v mozkové tkáni(PbtO2) :

- měří oxygenaci v přesně lokalizované oblasti mozku, invazivní katétr
- práh ischémie odpovídající SjvO2 50% = PbtO2 8 mmHg
- značná ekonomická náročnost
- komplikace pravděpodobně odpovídají intraparenchymovým čidlům ICP, nejsou separátní data

- hlavní rozdíly:

1. SjvO2 více reaguje na hyperventilaci (změny paCO2)
2. PbtO2 je více ovlivněna změnami paO2
3. při globální těžké hypoxii
   - PbtO2 klesne k 0, dále se nemění
   - SjvO2 zpočátku klesá, pak ale znovu stoupá (zastaví se CBF a krev do jugulárního bulbu je drénována z extracerebrálních oblastí)

M. mozkového metabolizmu

Cerebrální mikrodialýza:

- jsou extrahovány a měřeny molekuly z extracelulárního prostoru
- katétry se zavádějí do temporálního a cerebrálního kortexu
- obvykle lze analyzovat glukózu, laktát, pyruvát, glutamát, glycerol a ureu

- laktát a glutamát jsou považovány za citlivé markery počínající ischémie
- zvýšené hladiny glycerolu jsou spojeny s těžší ischémií
- ekonomická náročnost je velmi vysoká

Funkční monitorování (m. mozkové činnosti)

- Bispektrální index (BIS)
- Přibližná entropie
- Evokované potenciály sluchové (BAEP), somatosenzorické (SEP), vizuální (VEP)
- EEG

Závěry

- Invazivní měření ICP má své komplikace, Při správném provedení jsou akceptovatelné
- V současnosti neexistuje neinvazivní metoda, která může měření ICP nahradit

Literatura

- Khan MN. Noninvasive monitoring intracranial pressure – A review of available modalities.
  Surg Neurol Int. 2017.

Review Article

Intracranial Pressure Monitoring: Invasive versus Non-Invasive Methods—A Review

P. H. Raboel,[1] J. Bartek Jr.,[1,2] M. Andresen,[1] B. M. Bellander,[2] and B. Romner[1]

What do you call a walking, talking neurosurgical patient?

Pre-op.

NEUROSURGERY RESIDENCY.COM