

Neuromonitoring v intenzivní péči



Markéta Hartmanová^{1,2}

¹ *FN Brno, Klinika anesteziologie, resuscitace a intenzivní medicíny, Oddělení resuscitační a intenzivní medicíny*

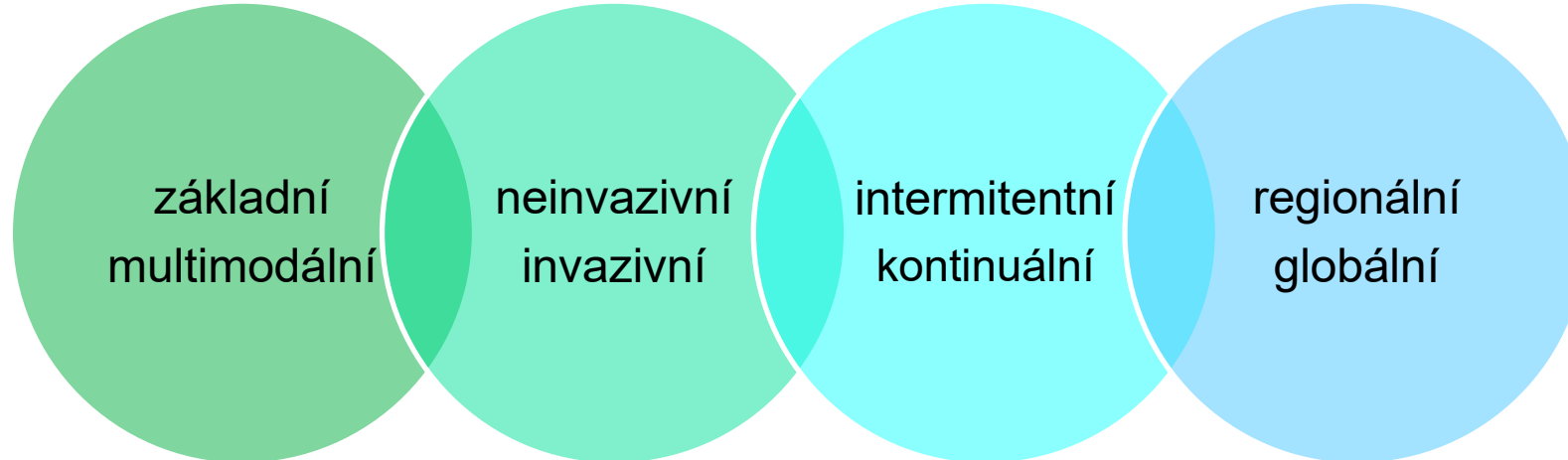
² *Masarykova univerzita, Lékařská fakulta, Ústav zdravotnických věd*

Obsah sdělení

- Úvod
- Složky neuromonitorace
- Základní neurologické vyšetření
- Hodnocení zornic
- Monitorace intrakraniálního tlaku (ICP)
- Obecné zásady péče o pacienta s monitorací ICP
- Další složky neuromonitorace
- Závěr

Úvod

- cílem je prevence, detekce sekundárních inzultů, cílená terapie a hodnocení jejího efektu, predikce prognózy → **příznivé ovlivnění neurologického stavu**
- indikace – volba metody – rizika – přínos monitorace



Složky neuromonitorace



**Preference
multimodální
monitorace**



Základní neurologické vyšetření

Zobrazovací metody (CT, MRI, SONO, TCD)

Evokované potenciály (EEG, BAEP, SEP)

Bispektrální index (BIS)

Nitrolební tlak a mozkový perfuzní tlak (ICP, CPP)

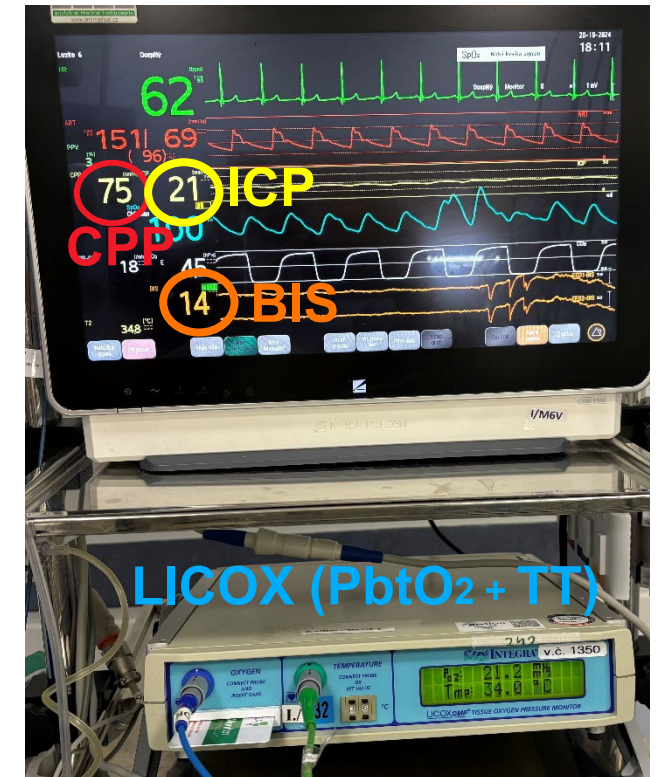
Mozkový krevní průtok = CBF (Hemedex, TCD)

Oxymetrie (jugulární, NIRS, mozková tkáňová oxymetrie)

Mikrodialýza mozkové tkáně

Teplota mozkové tkáně

Laboratorní odběry



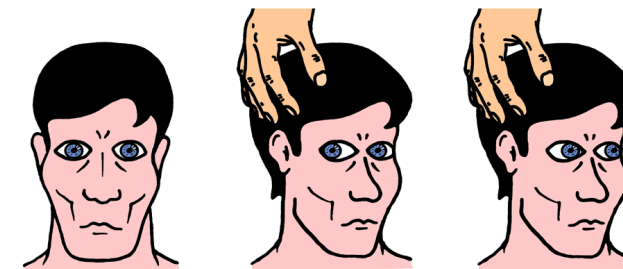
Základní neurologické vyšetření

- rozsah vyšetření je dán stavem pacienta
 - iniciální vyšetření → opakované vyšetření
- stav vědomí
 - kvantitativní (GCS, FOUR)
 - kvalitativní (CAM-ICU)
 - hloubka sedace (RASS, RSS, RSAS)
- kmenové a diencefalické reflexy → nepodmíněné reflexy
 - ciliospinální, pupilární, korneální, kašlací a dávivý, okulokardiální...
- hodnocení zornic, postavení a pohyby očí
 - deviace bulbů, bloudivé pohyby, nystagmus...

(Sharshar et al., 2014, Musick, 2021, Hernández et al. 2024)

OKULOCEFALICKÝ REFLEX u bezvědomého

držíme hlavu nemocného (na zádech), oči jsou upřeny na nos vyšetřujícího
při natočení hlavy na stranu zůstávají oči zdravého fixovány



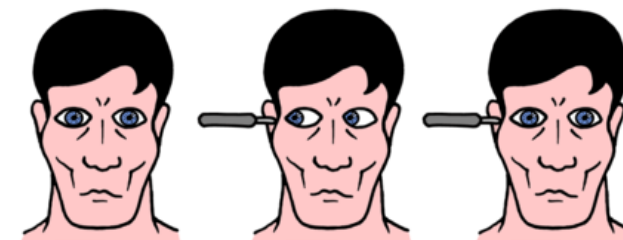
výchozí
pozice

neporušený kmen
deviace bulbů proti
směru pohybu hlavy

kmenová léze
bulby se točí
spolu s hlavou

OKULOVESTIBULÁRNÍ REFLEX u bezvědomého

aplikace 20ml vody o 0°C do zevního zvukovodu
(v poloze na zádech s hlavou flektovanou ve 30°)



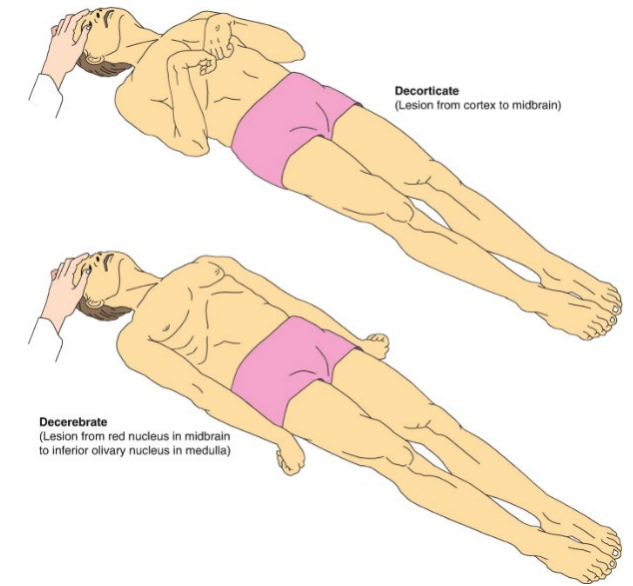
výchozí
pozice

neporušený kmen
deviace bulbů ve směru
studené vody

kmenová léze
bulby zůstávají
ve výchozí pozici

Základní neurologické vyšetření

- motorická reakce
 - charakter a rozsah hybnosti, cílenost, symetrie, čítí
 - svalový tonus
 - reakce na algický podnět
 - Cushingův reflex
 - hypertenze a bradykardie → udržení CPP
- +**
- poruchy dýchání = **Cushingovo trias**
 - denní přerušení/snížení sedace
 - ne u pacientů s intrakraniální hypertenzí



Suri, 2021

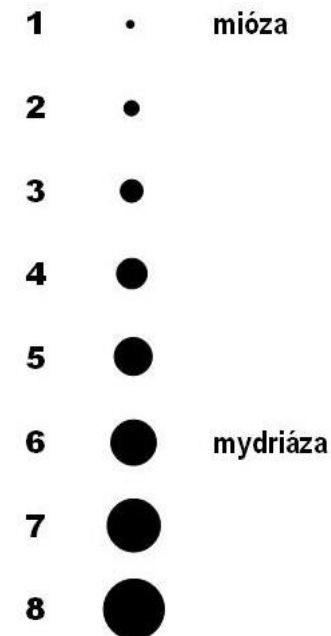
Cheyneovo-Stokesovo dýchání	periodické dýchání s narůstající frekvencí a amplitudou dechu s následným zpomalením a snížením amplitudy vystřídané apnoickou pauzou	postižení CNS
Biotovo dýchání	různé hluboké dechové vlny se střídají s různě dlouhými apnoickými pauzami	postižení CNS

Bartůněk, Jurásková, 2016

(Sharshar et al., 2014, Musick, 2021, Hernández et al. 2024)

Hodnocení zornic

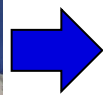
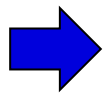
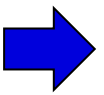
- hodnotíme tvar, velikost, symetrii a fotoreakci á 1 hod
- **svítilna** → nepřesné a subjektivní hodnocení
- **automatizovaná pupilometrie** → přesná, objektivní, neinvazivní, možnost predikce stavu pacienta
 - využití infračervené kamery a LED světelného zdroje
 - záznam naměřených hodnot → trendy
 - výsledky nehodnotíme izolovaně



INDIKACE	DALŠÍ MOŽNOSTI VYUŽITÍ	KONTRAINDIKACE/LIMITACE
neurologické vyšetření	detekce opožděné ischemie při SAK	poranění očnice a oka
kranio cerebrální poranění	hodnocení účinku léčiv	periorbitální edém
intrakraniální patologie	hodnocení hloubky sedace	vliv léků
stp. KPR	hodnocení bolesti	barva očí
	predikce vzniku deliria	Hornerův syndrom, šedý zákal, oční operace

Bower et al., 2021, Packiasabapathy et al., 2021

Automatizovaná pupilometrie



ID: 300	06/01/21 11:12:00	Right	Left	Diff
NPi		4.1	> 4.0	0.1
Size [mm]		4.43	< 4.65	0.22

ID: 300	06/01/21 11:12:00	RIGHT	LEFT	DIFF
NPi		4.1	4.0	R > L 0.1
Size [mm]		4.43	4.65	L > R 0.22
Min [mm]		3.03	3.17	L > R 0.14
CH [%]		32	32	
CV [mm/s]		2.97	2.85	
MCV [mm/s]		4.18	4.16	
LAT [s]		0.23	0.20	
DV [mm/s]		0.93	1.40	

ZKRATKA	PARAMETR	DOLNÍ HRANICE	HORNÍ HRANICE
NPi	neurologický pupilární index	0,0	4,9 (5)
Size	maximální průměr	0,80 mm	10,00 mm
MIN	minimální průměr	0,80 mm	10,00 mm
CH	% změna	0 %	50 %
CV	rychlost zužování	0,00 mm/s	6,00 mm/s
MCV	maximální rychlost zužování	0,00 mm/s	6,00 mm/s
LAT	latence zužování	0,00 s	0,50 s
DV	rychlost dilatace	0,00 mm/s	6,00 mm/s

Lékař informován v případě:

- NPi 3 a méně
- nového rozdílu v symetrii zornic $\geq 0,5 - 1$ mm
- nového rozdílu v NPi mezi zornicemi o více než 0,7 NPi

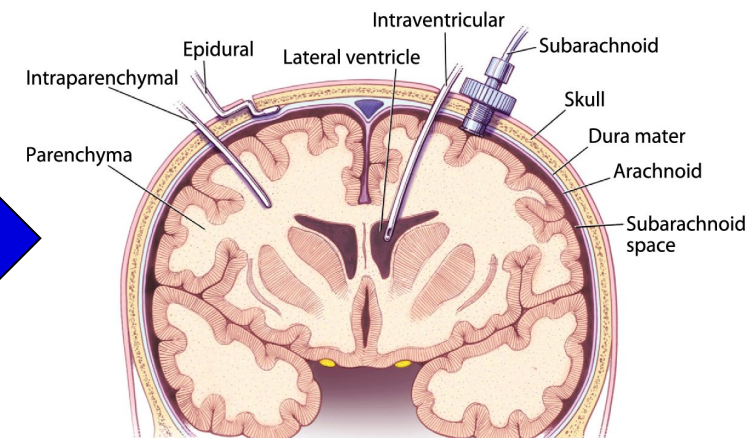
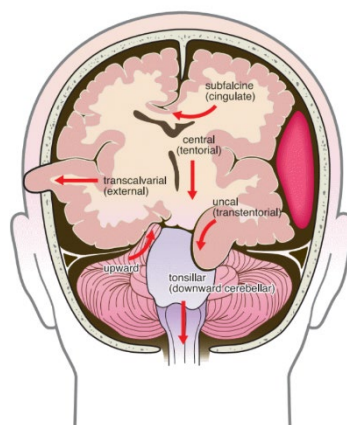
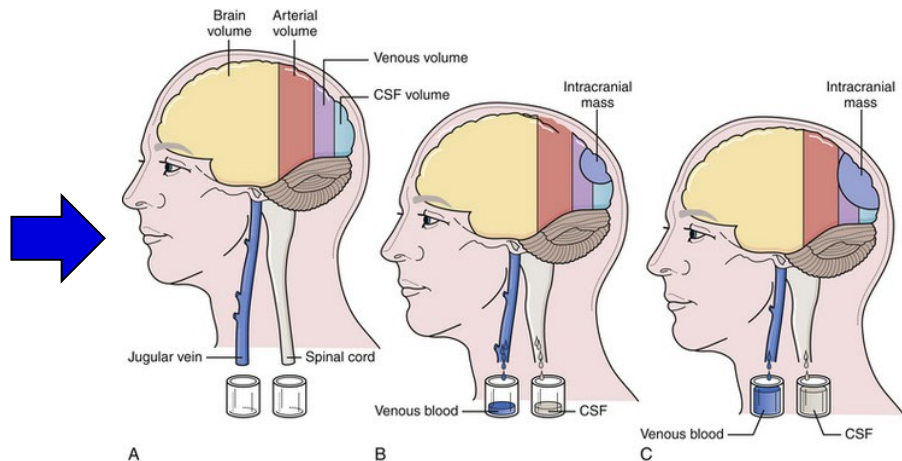
Pamatuj!

↓ NPi může být známkou blížícího se neurologického zhoršení

Bower et al., 2021, Packiasabapathy et al., 2021, Pupilometrický systém NeuroOptics® NPi®-300 – návod k použití, 2021, Sandroni et al., 2022

Monroe-Kellyho doktrína a nitrolební hypertenze

– ↑ intrakraniálního tlaku (ICP) → ↓ mozkového perfuzního tlaku (CPP) → **porucha prokrvení mozku (CBF) → neurologické poškození**



ICP

normální	5-(10)15 mmHg
zvýšené	do 20 (22) mmHg
nitrolební HT	20 (22) mmHg

↑ poloha pacienta, kašel, neklid interference s UPV...
↓ poloha, analgosedace, osmoterapie, derivace likvoru

CPP

60-70 mmHg
CPP = MAP - ICP

↑ hyperémie
↓ ischemie

INDIVIDUALIZACE HODNOT

(Carney et al. 2017, Musick, 2021, Cucciolini et al., 2023, Shim et al., 2023, Mount, 2024)

Monitorace ICP

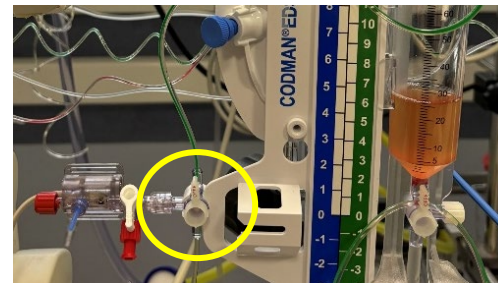
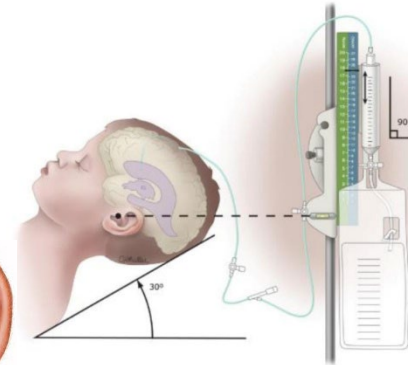
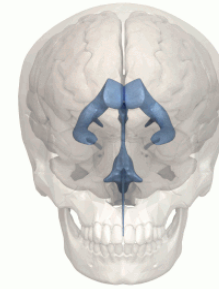
– parenchymové čidlo

- monitorace ICP, CPP
- nulování a leveling **arteriálního tlakového převodníku** k tragu →



– zevní komorová drenáž

- derivace likvoru + monitorace ICP, CPP
→ vřazení **tlakového převodníku**
- nulový bod = tragus → nastavení výšky přepadu
- přesné hodnoty ICP = uzavření systému oproti sběrné komoře

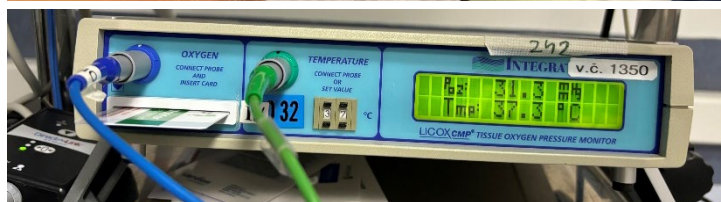
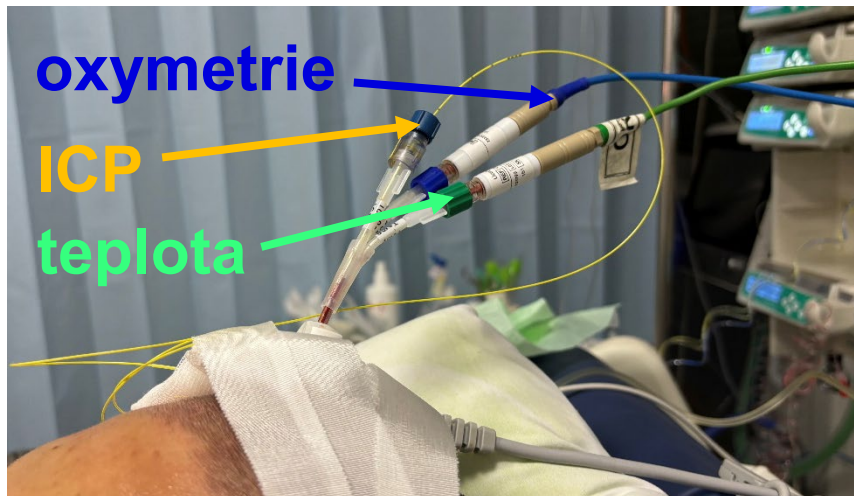
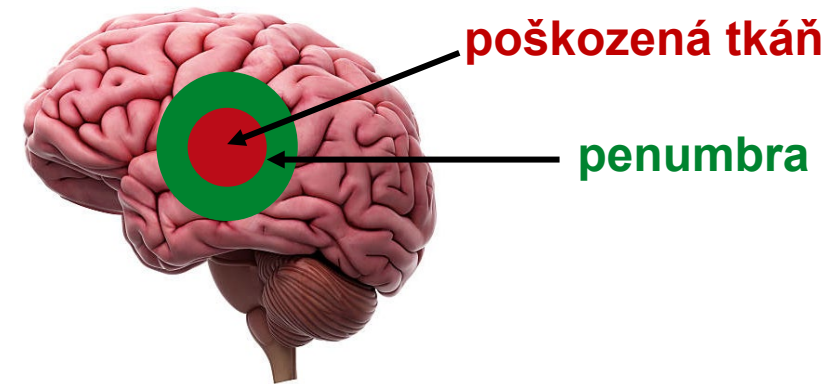


(Chung et al., 2019, Chesnut et al., 2020, Musick, 2021, Siddique et al., 2022, Bertuccio et al., 2023, Addis et al., 2023, Liu et al., 2023, Shim et al., 2023)

Monitorace ICP

– čidla pro multimodální monitoraci

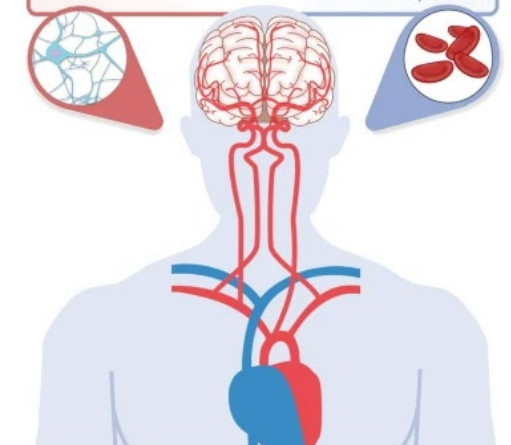
- monitorace ICP (arteriální tlakový převodník k tragu), regionální tkáňové oxymetrie, teploty mozku (např. Licox)
- prevence hypoxického poškození mozku → penumbra = hypoperfundovaná tkáň
- stabilizace několik hodin po zavedení



Srichawla, 2024, Robba et al., 2022

PbtO₂
20-40 mmHg
ischemický práh
10-15 mmHg

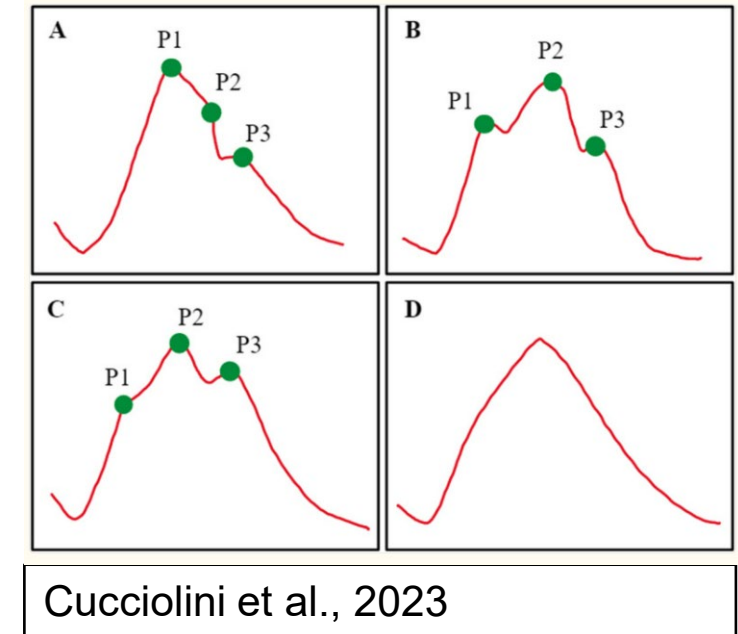
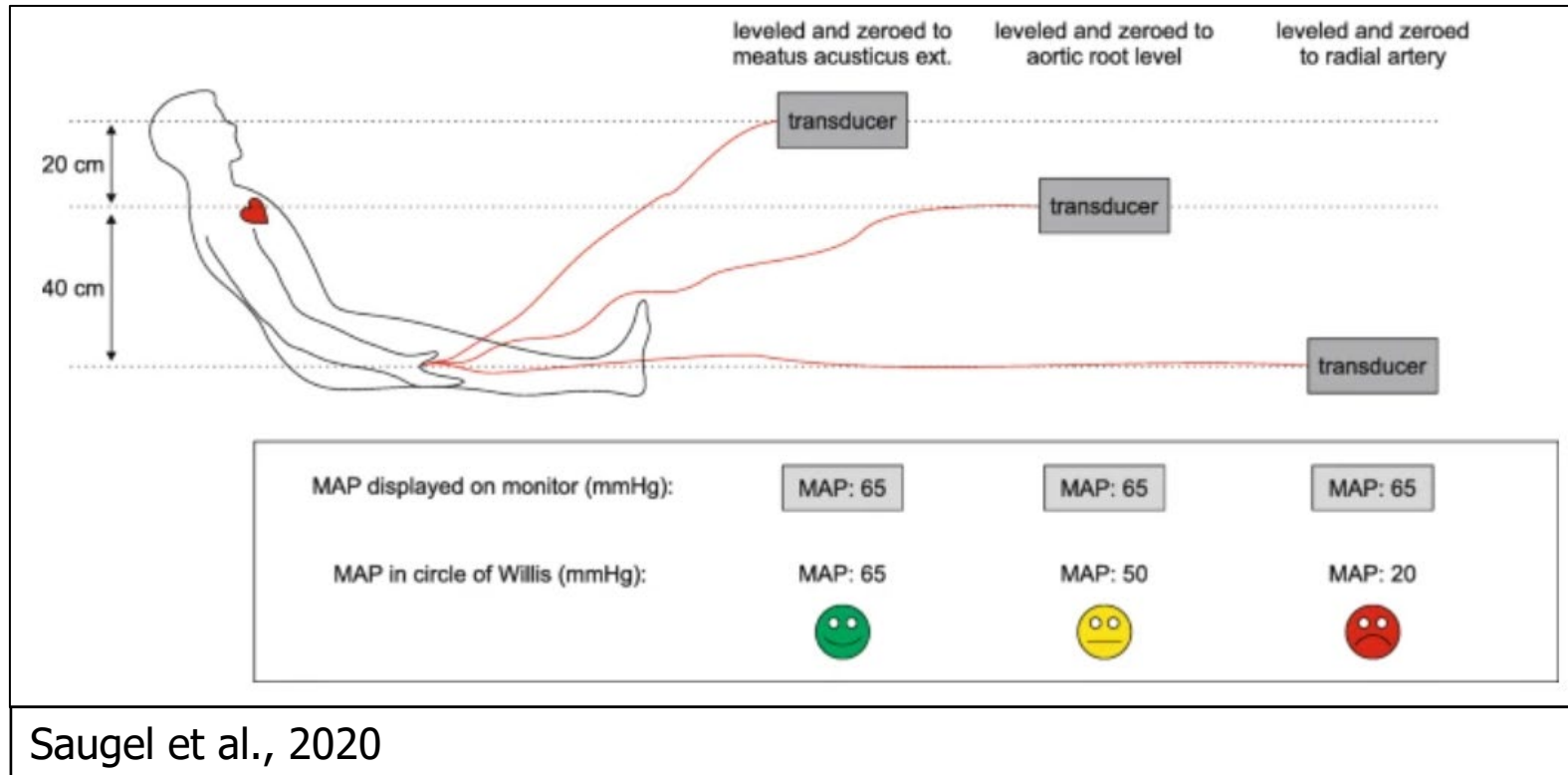
Cause of cerebral hypoxia	Treatment
↓ CBF, ↓ CPP	↑ ABP, ↑ PaCO ₂
↓ PaO ₂	↑ FiO ₂
↓ Hb	Consider transfusion
↑ Metabolism	↑ Sedation, ↓ Brain temperature



Robba et al., 2022

Monitorace ICP a poloha arteriálního tlakového převodníku

Křivka ICP



OSMOTERAPIE

- NaCl
- Manitol → rychlá aplikace → cave rebound fenomén

ANALGOSEDACE

- monitorace BIS
- minimalizace dráždění → bolusy před manipulací d.o.l.
- barbiturátové koma

NUTRICE

- OGS/NGS
- časná EV → 24 hodin
- glykemie 4,5-10 mmol/l

POLOHA PACIENTA

- HOB ↑ 30°
- poloha hlavy, flexe v kyčlích a DKK

MANIPULACE S PACIENTEM

- hlava v ose těla
- Log roll → poranění páteře

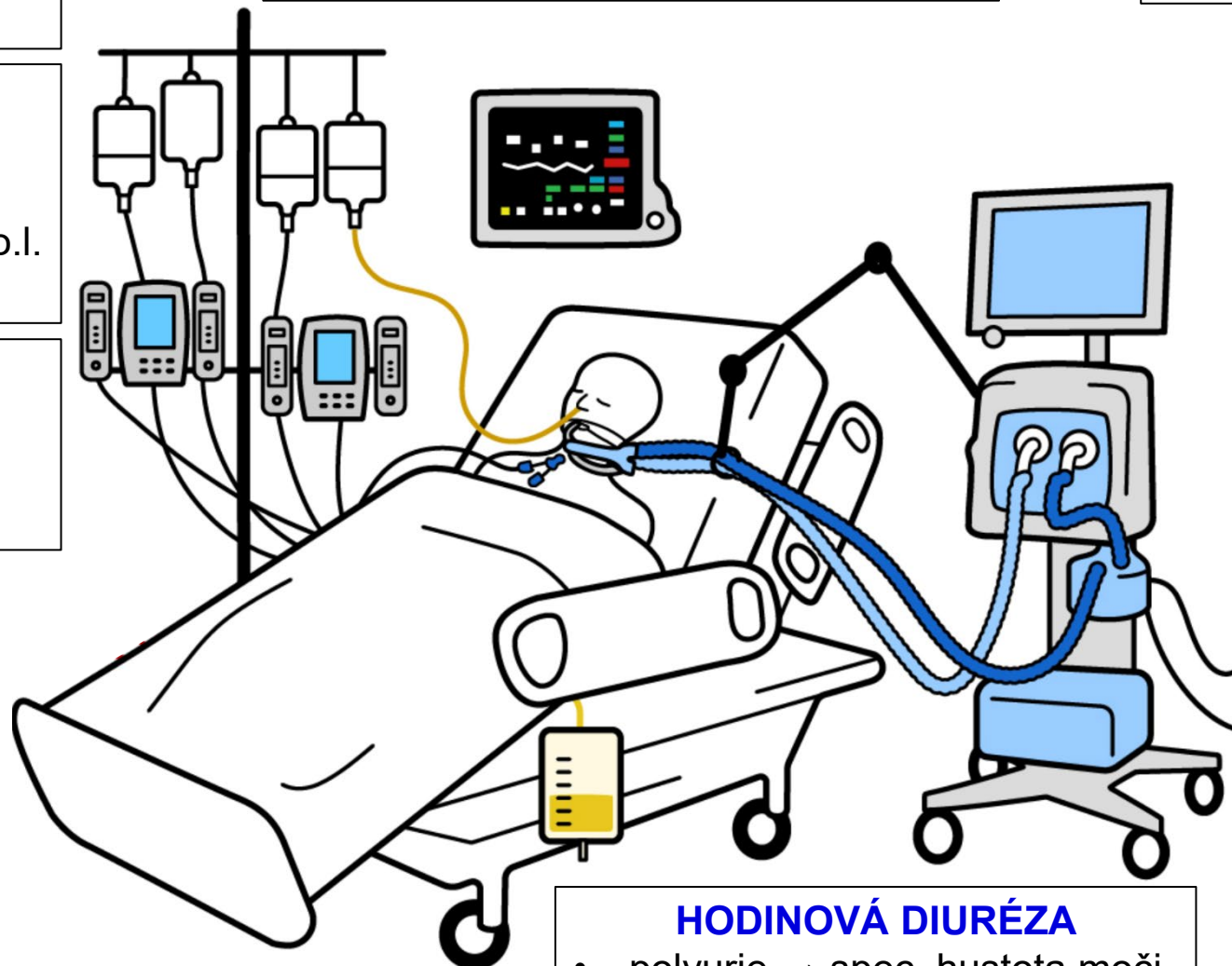
13

TT JÁDRA

- normotermie
- hypotermie u refrakter. nitrolební HT

SPECIFICKÁ PÉČE O:

- čidlo, ZKD, operační ránu, kraniektomii, drenážní systémy



PREVENCE TEN

- pneumatické kompresivní bandáže
- LMWH dle CT a konzultace s NCH

UPV

- normokapie (4,7-5,3 kPa)
- oxygenace (≥13kPa)
- prevence asynchronie

LIKVOREA

- monitorace, diagnostika, terapie
- riziko infekce

HODINOVÁ DIURÉZA

- polyurie → spec. hustota moči a laboratorní diagnostika
- zelená moč → PRIS

PREVENCE OBSTIPACE

- podpora peristaltiky
- vyprázdnění pacienta

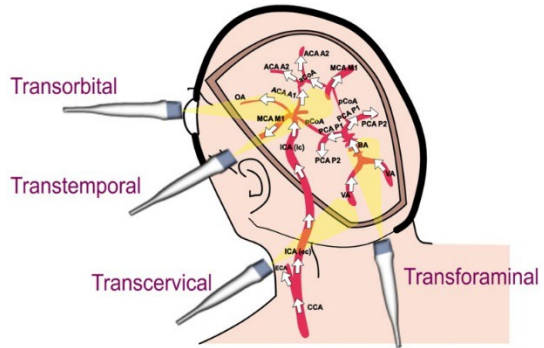


KARIM
FN Brno a LF MU

MUNI
MED

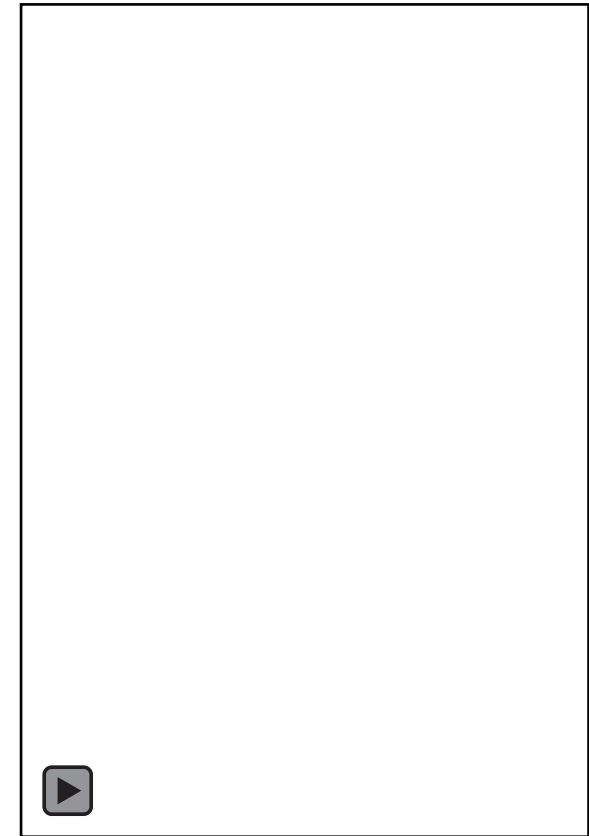
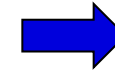
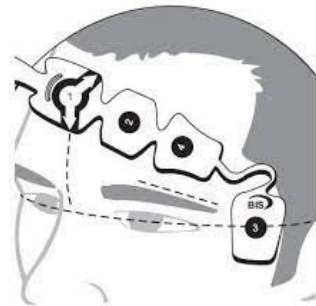
Další složky neuromonitorace

– TCD →

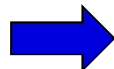
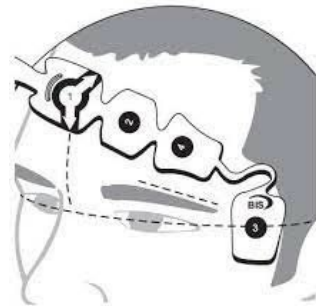
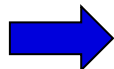


– EEG

– kontinuální

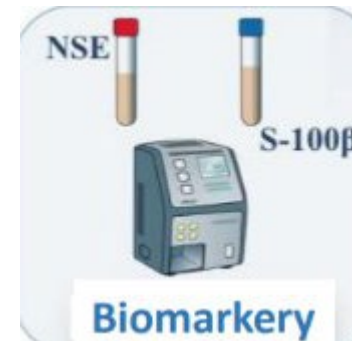
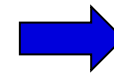


– BIS →



– laboratorní diagnostika

– biomarkery poškození mozku → S100B , NSE
→ predikce prognózy pacienta



Závěr

- poškození CNS = závažné stavy s nejasnou prognózou
- cílem je prevence, detekce sekundárních inzultů, cílená terapie a hodnocení jejího efektu, predikce prognózy → **příznivé ovlivnění neurologického stavu**
- preference multimodální monitorace
- jednotlivé výsledky/hodnoty nikdy nehodnotíme izolovaně!
- multioborová spolupráce → nemusí to být jen lidé 😊 ➡
- zapojení rodiny, koncept BS a intenzivní neurorehabilitace, ergoterapie, logopedie...

Foto se souhlasem
MUDr. Ondřeje Rohledera





Děkuji za pozornost