

Smrt mozku neurologické vyšetření -prerekvizity

Ostrý S.

*Neurologické oddělení, Nemocnice České Budějovice, a.s.
Komplexní cerebrovaskulární centrum Nemocnice České Budějovice, a.s.
Neurochirurgická a neuroonkologická klinika 1. LF UK a UVN – VFN, Praha*

Slido – Q1

Jak moc důležité je zobrazovací vyšetření mozku pro stanovení diagnózy smrti mozku (BD/DNC).
(nejde o potvrzující vyšetření)

- a) Zobrazení není potřeba. Stanovení diagnózy BD/DNC klinicky je dostačující.
- b) Je dobré zobrazení provést. Může pomoci při stanovení diagnózy BD/DNC.
- c) Je nutné zobrazení provést. Prokáže devastující poškození mozku.
- d) Zákon provedení zobrazení neukládá, není proto nutné je provádět.

Slido – Q2

Za jak dlouho po vysazení veškeré tlumící farmakoterapie mohu provést neurologické vyšetření pro stanovení smrti mozku BD/DNC?

- a) Interval 12 hodin je dostatečný, když je zároveň nepochybně zřejmé, že efekt sedace pominul.
- b) Minimálně 5 poločasů eliminace všech preparátů.
- c) Minimálně 3 poločasy eliminace, když zároveň prokážu subterapeutickou hladinu v krvi.
- d) 6 hodin po vyvázání sedace i myorelaxace antidoty a průkazem subterapeutických hladin.

Stanovení smrti mozku dle neurologických kritérií

Transplantační program

Pravidla v ČR

114/2013 Sb
115/2013 Sb
369/2023 Sb

285/2002 Sb
44/2023 Sb

ŘEŠÍ Co má být splněno
NEŘEŠÍ Jak toho má být dosaženo

Vzor protokolu o zjištění smrti

Jméno, popřípadě jména, a příjmení pacienta:

Rodné číslo (nebylo-li rodné číslo přiděleno, datum narození):

Pracovník poskytovatele zdravotních služeb:

1. lékař zjišťující smrt (lékař A):

2. lékař zjišťující smrt (lékař B):

Jméno, popřípadě jména, a příjmení
.....
pracovní zařazení
.....
pracovní zařazení
.....

1. Zjištění smrti prokazáním nevrátivé zástavy krevního oběhu

Zjištěna nevrátitá zástava krevního oběhu:

Lékař A	Lékař B
datum čas podpis (hod : min)	datum čas podpis (hod : min)

II. Zjištění smrti prokazáním nevrátivé zástavy celého mozku

Diagnóza základního mozkového postižení:

Lékař A	Lékař B
datum a čas šířiny nebo omezení	datum a čas šířiny nebo omezení
Lékař A	Lékař B
datum čas podpis (hod : min)	datum čas podpis (hod : min)

1. Bylo vyloučeno, že se na bezvědomí v okamžiku vyšetření podílí:

	Lékař A	Lékař B
intoxikace	☐ ano ☐ ne	☐ ano ☐ ne
tlumivé a relaxační účinky léčiv	☐ ano ☐ ne	☐ ano ☐ ne
metabolický nebo endokrinní rozvrat	☐ ano ☐ ne	☐ ano ☐ ne
primární podchlazení	☐ ano ☐ ne	☐ ano ☐ ne

2. Klinické vyšetření

	Lékař A	Lékař B
Reflexe – oboustranné chybí	☐ ano ☐ ne	☐ ano ☐ ne
Korneální reflex – oboustranné chybí	☐ ano ☐ ne	☐ ano ☐ ne
Vestibulokulární reflex – oboustranné chybí	☐ ano ☐ ne	☐ ano ☐ ne
Motorická reakce při silném podráždění v nervové oblasti n. trigeminus – chybí	☐ ano ☐ ne	☐ ano ☐ ne

Katitací reflex provokovaný hlubokým tracheobronchálním odváděním – chybí	☐ ano ☐ ne	☐ ano ☐ ne
Trvalá zástava spontánního dýchání prokazaná apnoickým testem při p_{aCO_2} ... mmHg/kPa – splněna	☐ ano ☐ ne	☐ ano ☐ ne
Hluboké bezvědomí (Glasgow coma scale skóre)		

Lékař A Lékař B

datum čas podpis (hod : min) datum čas podpis (hod : min)

3. Vyšetření potvrzující nevrátitost klinických známek smrti mozku:

- ☐ Angiografie mozkových tepen
- ☐ Mozková perfúzní scintigrafie
- ☐ Počítačová tomografická angiografie
- ☐ Transkraniální dopplerovská ultrasonografie
- ☐ Vyšetření sluchových kmenových evokovaných potenciálů (BAEP)

.....
datum čas (hod : min)

Záznam o vyšetření je součástí zdravotnické dokumentace

☐ Instrumentální vyšetření nebylo provedeno při průkazu těžké strukturální intrakraniální léze

Příloha k zákonu č. 285/2002 Sb.

Zjišťování smrti v případech prokazování smrti mozku

A.

Stav, na jehož základě lze uvažovat o diagnóze smrti mozku

Stavem, na jehož základě lze uvažovat o diagnóze smrti mozku, je stav, kdy

- a) u pacienta není pochybnost o diagnóze strukturálního poškození mozku ani o jeho nevrátitosti, a
- b) pacient je v hlubokém bezvědomí, na umělé plicní ventilaci a je vyloučeno, že se na bezvědomí v okamžiku vyšetření podílí

1. intoxikace,
2. tlumivé a relaxační účinky léčiv,
3. metabolický nebo endokrinní rozvrat, nebo
4. primární podchlazení.



Specifika vyšetření BD/DNC

Základní podmínky

- hluboká porucha vědomí - koma
- kmenová areflexie
- ztráta spontánní dechové aktivity na adekvátní podněty

Vstupní premisa

- nejedná se o BD. (*Pacient **NE**naplňuje kritéria BD/DNC.*)
- vstupní premisu nutno vyvrátit. (aktivní pátrání po zachované funkci)

Falešná pozitivita

- nepřipustné, nepřijatelné
- konsistentní postup - interinstitucionální

Než začnu neurologicky vyšetřovat

MECHANISMUS
(etiologie)

grafické vyšetření

NEVRATNOST



persistence, irreversibilita

grafika

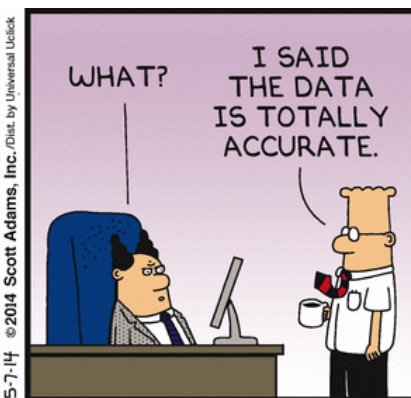
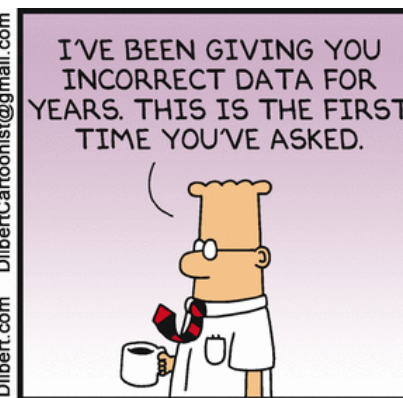
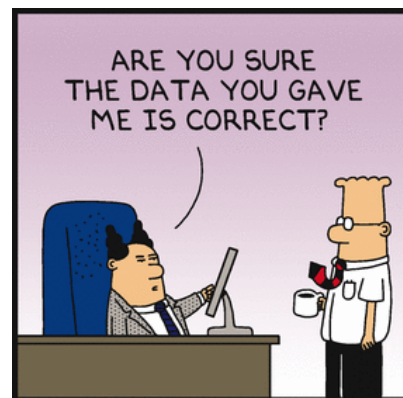
observace



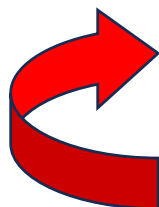
! GIGO !

ABSENCE ZKRESLENÍ
"confounding"

"vitální" funkce
farmakologie
toxikologie

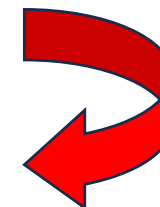


MECHANISMUS poranění



Mechanismus - **známý**

Poškození - **závažné**



Klinik má povinnost prokázat

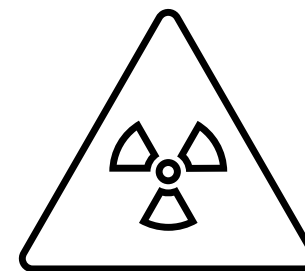
- katastrofické / devastující poranění mozku
- mechanismus poškození známý, zřejmý, nepochybný
příčina vedoucí k BD

Zobrazení CNS

- může pomoci s identifikací mechanismu poranění
- je v souladu s mechanismem a závažností poranění mozku

Zobrazení mozku

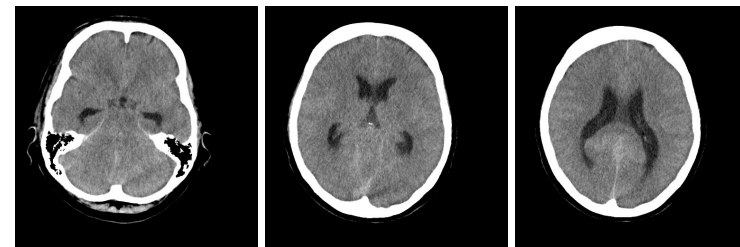
- destrukce mozku
- mechanismus poranění
- vysvětluje klinický stav



- opakovat zobrazení
 - není-li iniciální přesvědčivé (příliš brzy po poranění)



+24h





NEVRATNOST – “permanence”



“Funkce byla ztracena a není možné, aby došlo k obnově spontánně, ani žádnou intervencí.”

- průkaz nevratnosti poškození (*permanence*)
- absence zkreslení
- efekt intervence snižující ICP

Není stanovena minimální / standardní doba observace.

Dospělí: (*Level A*)

Dostatečně dlouho, s ohledem na etiologii, aby se klinik ujistil, že není potenciál pro obnovu.

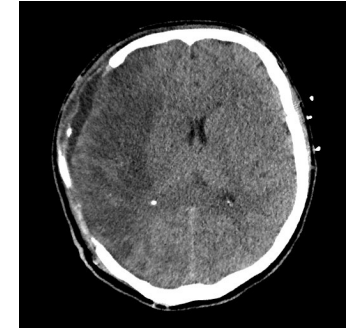
Děti: (*Level B*)

věkově závislá

- 24-48 h nebo déle (po KPR, ale i jiné etio).
- < 24 mth ≥ 48 h
- > 24 mth > 24 h po HIBI

Co může ovlivnit čas observace?

- neuzavřené fontanely, nesrostlé švy
- ztrátové poranění
- dekomprese
- intoxikace, předávkování
- hypotermie
- HIBI (*hypoxic ischemic brain injury*) (2/3 příčin BD u dětí)



Resistance mozkové tkáně:

- rostro – kaudálně
- inverzně k věku

ABSENCE ZKRESLENÍ

Dospělí:

Teplota jádra

$\geq 36.0^{\circ}\text{C}$
 $\geq 24\text{hrs po "rewarming"}$

Mozková perfúze

SBP ≥ 100 mmHg
MAP ≥ 75 mmHg

Vnitřní prostředí

absence závažné abnormality
- vnitřního prostředí, pH
- $\uparrow\text{G}$ $\downarrow\text{G}$
- renální, jaterní dysfunkce (amoniak)

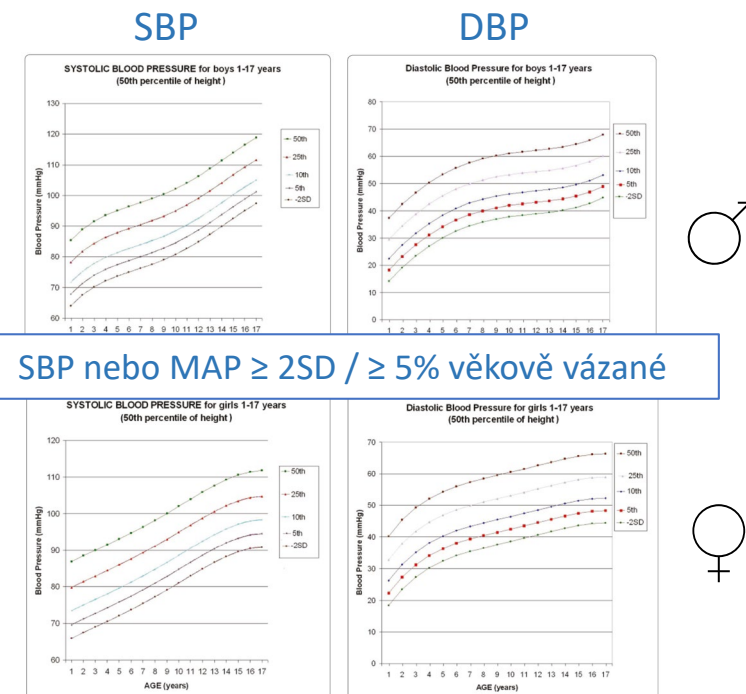
Metabolické
endokrinologické

závažná porucha funkce štítné žlázy

Děti:

$\geq 35.0^{\circ}\text{C}$

vrozené metabolické vady!



Farmakologie a toxikologie

Anestetika (sedativní)

- $3 t_{1/2}$ pokles pod účinnou hladinu
- **$> 5 t_{1/2}$**
- subterapeutická hladina (pokud je známá)

- věk
- BMI
- hypotermie, hypoperfúze
- délka podávání, CSHT
- intoxikace, předávkování
- administrace (transderm)

Myorelaxancia

- **TOF – 4/4** !!! Metodika provedení!!!
- výbavnost šlachookosticových reflexů

Toxikologie

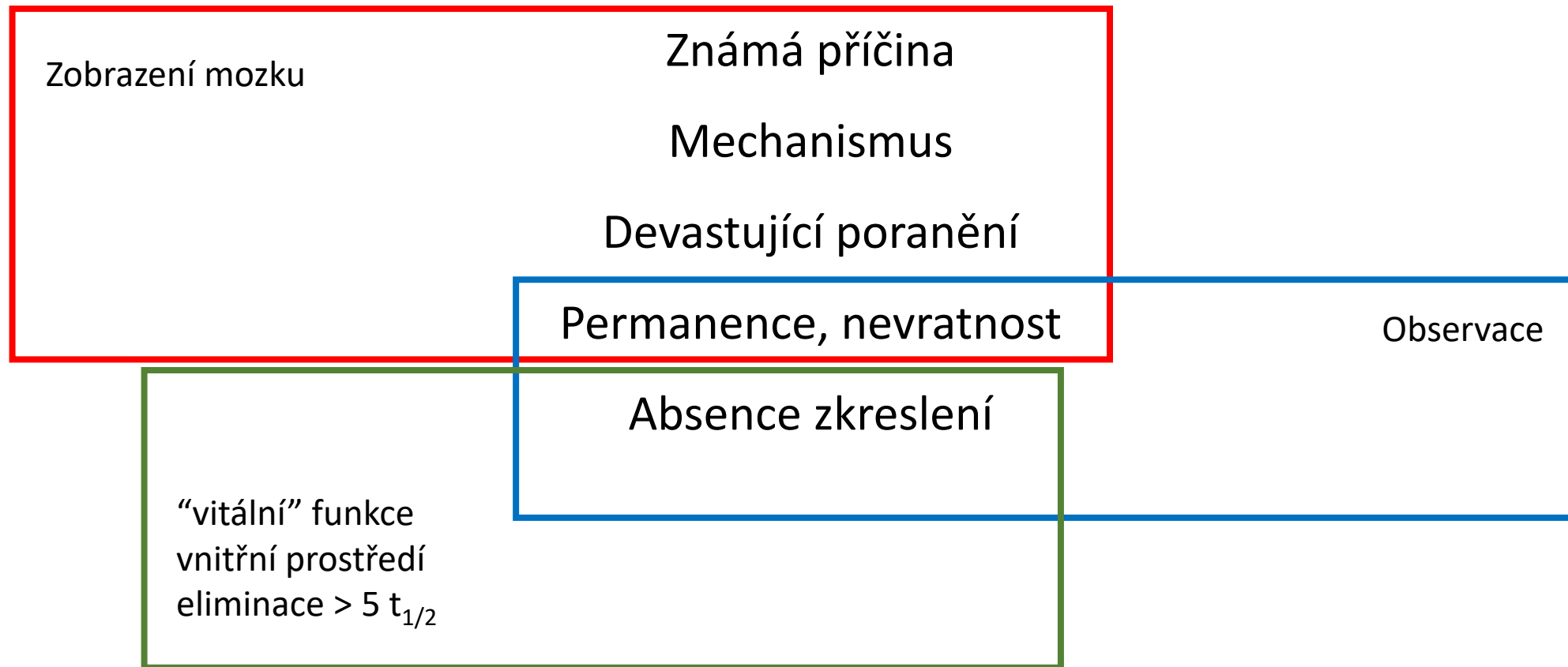
- prokázat absenci intoxikace nebo předávkování
- Vyšetřovat cíleně, selektivně!

$\leq 0.8\text{‰}$



$5 t_{1/2}$ nepodkročitelné minimum

Podmínky pro správné neurologické vyšetření BD/DNC



Slido – Q1

Jak moc důležité je zobrazovací vyšetření mozku pro stanovení diagnózy smrti mozku (BD/DNC).
(nejde o potvrzující vyšetření)

- a) Zobrazení není potřeba. Stanovení diagnózy BD/DNC klinicky je dostačující.
- b) Je dobré zobrazení provést. Může pomoci při stanovení diagnózy BD/DNC.
- c) Je nutné zobrazení provést. Prokáže devastující poškození mozku.
- d) Zákon provedení zobrazení neukládá, není proto nutné je provádět.

Slido – Q2

Za jak dlouho po vysazení veškeré tlumící farmakoterapie mohu provést neurologické vyšetření pro stanovení smrti mozku BD/DNC?

- a) Interval 12 hodin je dostatečný, když je zároveň nepochybně zřejmé, že efekt sedace pominul.
- b) Minimálně 5 poločasů eliminace všech preparátů,
- c) Minimálně 3 poločasy eliminace, když zároveň prokážu subterapeutickou hladinu v krvi
- d) 6 hodin po vyvázání sedace i myorelaxace antidoty a průkazem subterapeutických hladin.

References



Holý P, Kunáš Z, Pokorná E, Sivák Š, Osinová D, Miklušica J, Ostrý S. Klinické stanovení smrti mozku - metodika neurologického vyšetření a apnoického testu. *Neurol. praxi.* 2025;26(2):109-116. doi: 10.36290/neu.2024.078.



Wijdicks EF, Varelas PN, Gronseth GS, Greer DM; American Academy of Neurology. Evidence-based guideline update: determining brain death in adults: report of the Quality Standards Subcommittee of the American Academy of Neurology. *Neurology.* 2010 Jun 8;74(23):1911-8. doi: 10.1212/WNL.0b013e3181e242a8. PMID: 20530327.



Nakagawa TA, Ashwal S, Mathur M, Mysore M; Society of Critical Care Medicine, Section on Critical Care and Section on Neurology of American Academy of Pediatrics; Child Neurology Society. Clinical report—Guidelines for the determination of brain death in infants and children: an update of the 1987 task force recommendations. *Pediatrics.* 2011 Sep;128(3):e720-40. doi: 10.1542/peds.2011-1511. Epub 2011 Aug 28. PMID: 21873704.



Greer DM, Shemie SD, Lewis A, Torrance S, Varelas P, Goldenberg FD, Bernat JL, Souter M, Topcuoglu MA, Alexandrov AW, Baldisseri M, Bleck T, Citerio G, Dawson R, Hoppe A, Jacobs S, Manara A, Nakagawa TA, Pope TM, Silvester W, Thomson D, Al Rahma H, Badenes R, Baker AJ, Cerny V, Chang C, Chang TR, Gnedovskaya E, Han MK, Honeybul S, Jimenez E, Kuroda Y, Liu G, Mallick UK, Marquiech V, Mejia-Mantilla J, Piradov M, Quayyum S, Shrestha GS, Su YY, Timmons SD, Teitelbaum J, Videtta W, Zirpe K, Sung G. Determination of Brain Death/Death by Neurologic Criteria: The World Brain Death Project. *JAMA.* 2020 Sep 15;324(11):1078-1097. doi: 10.1001/jama.2020.11586. PMID: 32761206.



Lewis A, Kirschen MP. Brain Death/Death by Neurologic Criteria Determination. *Continuum (Minneapolis, Minn.).* 2021 Oct 1;27(5):1444-1464. doi: 10.1212/CON.0000000000000987. PMID: 34618768.



Greer DM, Kirschen MP, Lewis A, Gronseth GS, Rae-Grant A, Ashwal S, Babu MA, Bauer DF, Billingham L, Corey A, Partap S, Rubin MA, Shutter L, Takahashi C, Tasker RC, Varelas PN, Wijdicks E, Bennett A, Wessels SR, Halperin JJ. Pediatric and Adult Brain Death/Death by Neurologic Criteria Consensus Guideline. *Neurology.* 2023 Dec 12;101(24):1112-1132. doi: 10.1212/WNL.000000000000207740. Epub 2023 Oct 11. Erratum in: *Neurology.* 2024 Feb 13;102(3):e208108. doi: 10.1212/WNL.000000000000208108. PMID: 37821233; PMCID: PMC10791061.



Lewis A, Kirschen MP, Greer D. The 2023 AAN/AAP/CNS/SCCM Pediatric and Adult Brain Death/Death by Neurologic Criteria Consensus Practice Guideline: A Comparison With the 2010 and 2011 Guidelines. *Neurol Clin Pract.* 2023 Dec;13(6):e200189. doi: 10.1212/CPJ.000000000000200189. Epub 2023 Oct 11. PMID: 37829552; PMCID: PMC10567121.





