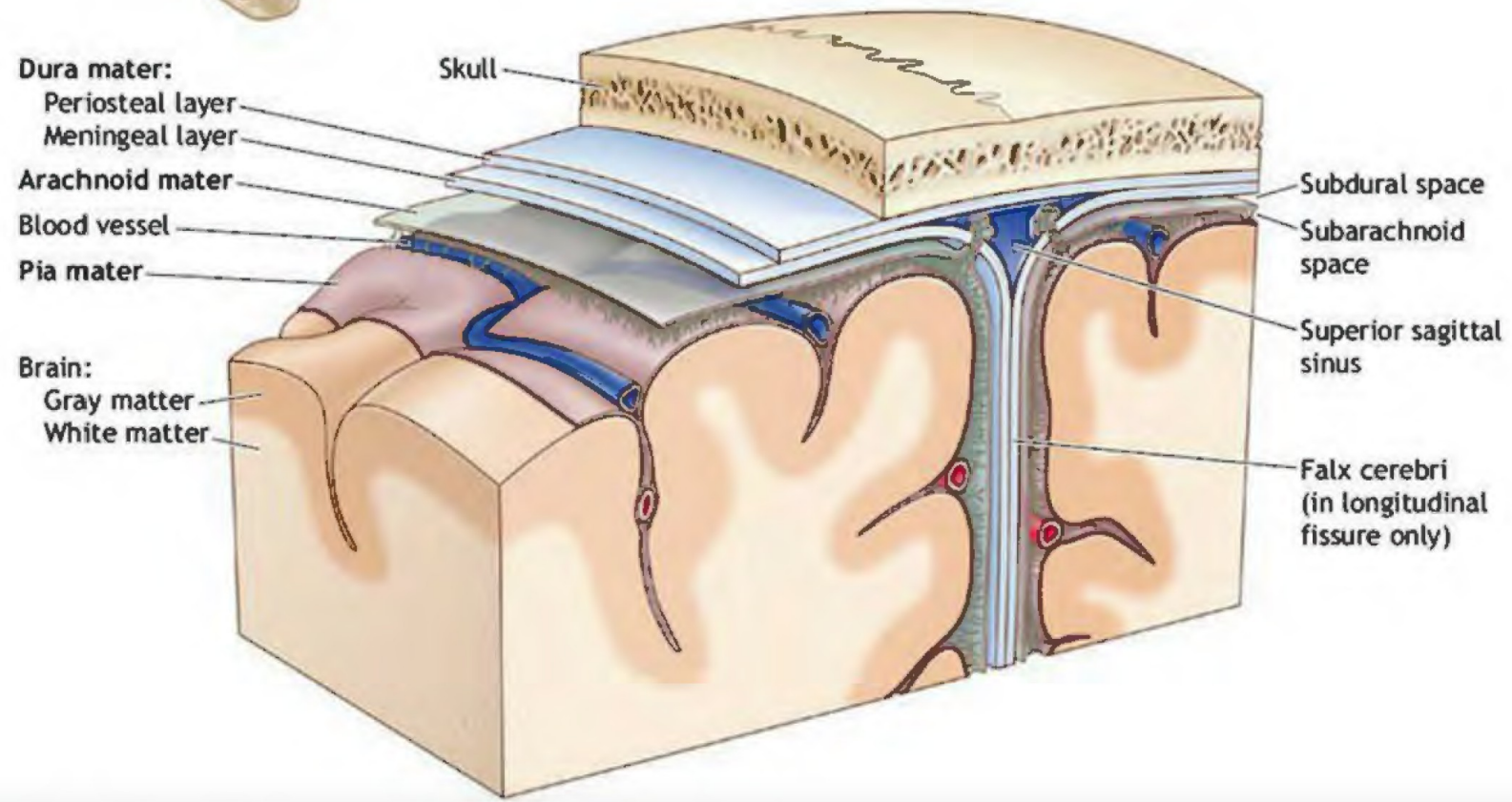
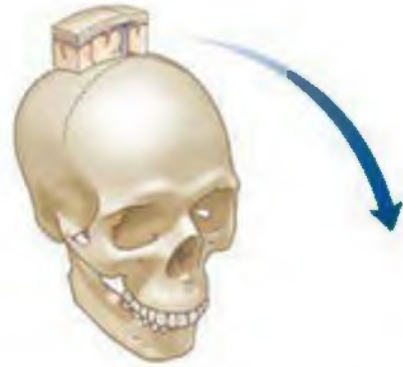


Kraniocerebrální poranění



Kraniocerebrální poranění

- **Kraniocerebrální poranění** = poškození měkkých tkání a kostí hlavy a mozku na základě úrazového děje
- Jsou příčinou 30% náhlých úmrtí, ve věkové skupině do 45 let jsou nejčastější příčinou smrti, v až 60% případů jsou doprovázena poraněním jiných orgánů (dutina břišní, hrudník, končetiny)
- Ve zhruba 5% případů doprovázeno frakturou zejména krční páteře (C1-C3)

Kraniocerebrální poranění

- **Nejčastější příčiny:**

- dopravní nehody (60-80%)
- pády (10%, CAVE - starší lidé s antikoagulační terapií)
- násilné děje (ve smyslu napadení)
- sport
- střelná poranění (většinou v rámci suicidálního pokusu)
- pracovní úrazy (např. dřevozpracující průmysl, stavebnictví...)
- specifická skupina: syndrom týraného a zanedbávaného dítěte (child abuse and neglect)
 - shaken baby syndrom (úrazové poranění hlavy malého dítěte v důsledku násilného třesení, tupého úderu nebo kombinace těchto mechanismů)

Kraniocerebrální poranění

- **Rozdělení:**

- Primární poranění
- Sekundární poranění / poškození

- Fokální poranění (ložisková, v konkrétním místě)
 - např. kontuze mozku
- Difúzní poranění (poranění na více místech)
 - např. komoce mozku, DAP (difúzní axonální poranění)

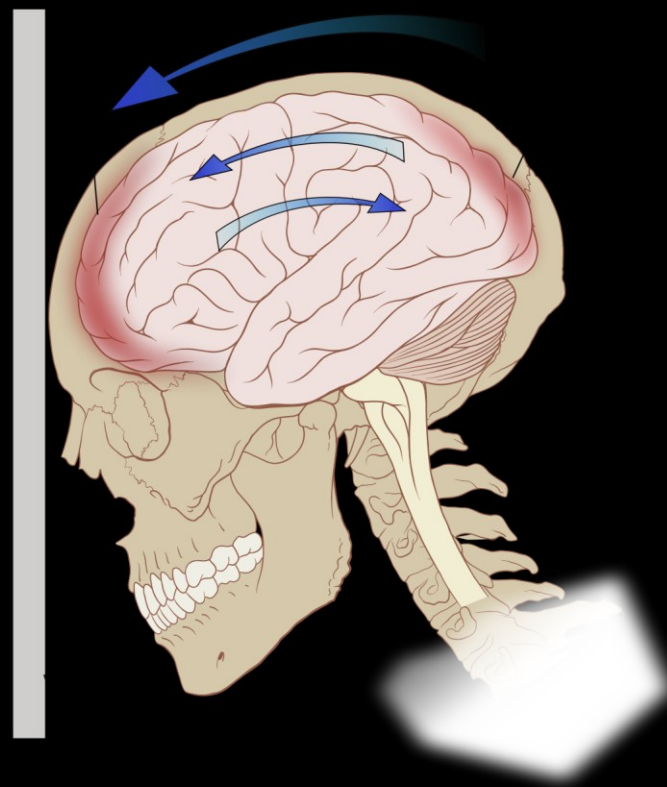
- Perforující poranění
- Penetrující poranění

Kraniocerebrální poranění

- Primární poranění:
 - strukturální poškození mozkového parenchymu, které vzniká v okamžiku úrazu
 - způsobeno většinou nárazem předmětu na hlavu dynamickou silou v krátkém čase (kontaktní mechanismus)
 - někdy může poranění mozku vzniknout bez kontaktu s hlavou pulzním mechanismem na základě **akceleraace a decelerace** - například při prudkém pohybu v krční páteři (tzv. inerciální poranění)

Primární poranění

- Primární poranění:
 - malé předměty mohou způsobit impresivní fraktury nebo otevřené poranění, velké kontaktní plochy spíše způsobí lineární fraktury
 - kromě fraktur vznikají u kontaktního mechanismu také kontuze, obvykle v **místě nárazu** (par coup), ale i na **straně opačné** (mechanismus par contre coup)
 - čím je delší doba působení akceleračního mechanismu, tím se síly propagují hlouběji do mozkové tkáně



Sekundární poranění/poškození

- Sekundární poranění/poškození:
 - z intrakraniálních příčin ovlivňuje postižení mozku po traumatu **mozkový edém**, významným faktorem v patofyziologii poranění mozku je **nitrolební hypertenze** (způsobena otokem mozku, traumatickým hematodem nebo poruchou pasáže likvoru)
 - **Monro-Kellieho doktrína:**
 - mozek se nachází v uzavřeném nitrolebním prostoru, který limituje nárůst objemu kterékoliv jeho složky (mozková tkáň 80%, krev 10%, likvor 10%)
 - dojde-li ke zvětšení objemu některého z těchto složek, musí dojít ke zmenšení/stlačení ostatních složek
 - **kompensační mechanismy:** přesun mozkomíšního moku do spinálního kanálu, snížení mozkového krevního objemu hlavně v žilním systému, elasticita mozkové tkáně
 - po vyčerpání kompenzačních mechanismů v nitrolebním prostoru vedou i malé změny objemu k exponenciálnímu vzestupu ICP, hypoperfuzi a hypoxii

Sekundární poranění/poškození

- Sekundární poranění/poškození:
 - Snížená schopnost zvýšit průtok krve mozkovým řečištěm v reakci na hypotenzi, hypoxii nebo akutní anémii
 - Nastává buď po primárním inzultu přímo v mozkové tkáni (**intracerebrální**) nebo vzniká následkem různých **extracerebrálních** příčin
 - Z **extracerebrálních příčin** ovlivňuje postižení mozku po traumatu přítomnost systémové **hypoxie a hypotenze**
- Hypoxie
 - často v souvislosti s neprůchodností dýchacích cest, při poranění hrudníku
 - výskyt v souvislosti s těžkým úrazem hlavy = významný nárůst mortality
- Hypotenze
 - sTK <90 mm Hg

Sekundární poranění/poškození

- Další (extracerebrální) příčiny sekundárního poškození mozku:
 - hyperkapnie
 - vede k vazodilataci (zvýšení objemu vaskulárního kompartmentu) a následnému zhoršení mozkového edému
 - zvýšení ICP = negativní ovlivnění CPP ($CPP = MAP - ICP$)
 - hypokapnie
 - pokles ICP
 - způsobuje vazokonstrikci (snížení objemu vaskulárního kompartmentu) riziko ischemie mozkové tkáně
 - hypertermie
 - hypoglykémie a hyperglykémie

Typy poranění



Poranění skalpu (měkkých částí hlavy)

- Tupá nebo ostrá poranění podle své intenzity vedou k různým stupňům poškození od prosté kontuze skalpu po totální avulzi
- Poranění skalpu je častou součástí zlomenin lebky a nitrolebečních traumat, ukazuje místo působení zevní síly
- I drobné poranění skalpu může zakrývat rozsáhlé poranění kalvy a nitrolebního prostoru
- Anamnéza, klinické vyšetření, sterilní krytí
- RTG (ev. CT, **CAVE: antikoagulační terapie**), sutura (ev. plastika), dále dle nálezu

Fraktura kalvy

- Tupá nebo ostrá poranění
- Rozdělujeme na lineární (fissury) a impresivní (vpáčené)
- Klinické vyšetření, RTG, CT
- Lineární fraktury mohou způsobit epidurální hematom (poranění meningeální arterie hranou kosti nebo krvácení z diploe - struktury mezi dvěma vrstvami lebeční kosti), nutné pečlivé klinické sledování, neurologické kontroly, CT s odstupem
- Konzervativně
 - lineární fraktura kalvy a imprese do šíře kosti bez neurologického deficitu
- Operačně:
 - imprese kosti větší než šíře kalvy a neurologický deficit
 - fraktura otevřeného KC poranění (porušená dura mater, likvorea, pneumocefalus)
 - rostoucí fraktura u malých dětí (uskřinutí dura mater, růst defektu mezi okraji kosti)

Fraktura baze lební

- Tvořena kostí týlní, klínovou, čichovou, spánkovou a čelní.
- Přímým důkazem traumatu je průkaz lomné linie
- Klinicky se může projevovat přítomností **brýlového** nebo **retroaurikulárního hematomu**, **likvorea** (**rhinorea** - odkapávání likvoru z nosu, **otorea** - odkapávání likvoru z ucha)
- Konzervativní postup:
 - u pacientů bez likvorey nebo ustupující likvoreou
 - profylaxe ATB
- Operační postup:
 - např. u pacientů s neustupující likvoreou a dalších
- U pacientů s frakturou baze lební je nutné se vyvarovat zavádění nazálních sond (volíme zavedení ústy)

Epidurální hematom (EDH)

- Krevní kolekce v epidurálním prostoru **mezi dura mater a kalvou**
- Typicky se EDH nachází v temporální, případně v temporo-parietální oblasti
- **Nejčastěji poraněna a. meningeá** (90 % případů EDH), méně časté je krvácení ze zlomené kosti, natrženého splavu, meningeální žíly nebo diploických žil
- U cca 20-40% pacientů může být tzv. **lucidní interval** = časový úsek mezi dvěma epizodami poruchy vědomí, první je způsobena v momentě úrazu mozkovou komocí, druhá je způsobena kompresí mozku epidurálním hematomem (dalších 20% kóma po úraze, bez poruchy vědomí 40-60% pacientů)

Epidurální hematom (EDH)

- Klinický obraz dle rozsahu postižení (může být asymptomatický)
- Anizokorie - komprese n. oculomotorius (většinou na straně hematomu)
- Hemiparéza - opačná strana než je hematom (nemusí být)
- Vždy minimálně observace - ideálně JIP
- **CAVE:** CT mozku provedené bezprostředně po úraze může prokázat malý rozsah krvácení, které se může v čase znásobit = kontrolní CT s odstupem!
- Většina EDH se operuje (evakuace z kraniotomie)

Akutní subdurální hematom (aSDH)

- Krvácení do prostoru mezi **arachnoideou a dura mater**
- Vysoká mortalita (30-80%) spíše z důvodu sekundárního poškození mozku
 - především edém mozku a jeho ischemii při současném vzestupu ICP a poklesu CPP
- Klinicky - porucha vědomí různého stupně, hemiparéza, fatická porucha, může být anizokorie, poruchy vitálních funkcí
- Konzervativní postup - u plášťových hematomů
- Operační postup - rozsáhlá kraniektomie, někdy je edém mozku při OP tak velký, že je výhodnější nevracet zpět kostní ploténku (**dekompresivní kraniektomie**, provádí se za účelem radikálního snížení nitrolebečního tlaku, což umožní obnovení dostatečné perfuze krve mozkiem a zabrání jeho ischemizaci-replantace kosti se provádí po poklesu parenchymu pod úroveň okolní kalvy za 3-12 týdnů podle klinického stavu, odstraněnou kostní ploténku vkládáme do podkoží břicha nebo se hluboce zmrazí)

Subarachnoidální krvácení (SAK)

- Krvácení do prostoru mezi **arachnoideou a pia mater**
- Klinika - prudká bolest hlavy, zmatenost, vertigo, nausea zvracení, meningeální příznaky (opozice šíje), poruchy vědomí, ložiskové příznaky
- Konzervativně
- Operačně (aneuryzmata - kliping, coiling)

Perforující poranění

- způsobena nejčastěji ostrým předmětem (nůž, meč, vidle...), který proniká do nitrolebí malou rychlostí
 - tím vzniká úzká fraktura s prokrvácením mozkového parenchymu v oblasti punkčního kanálu a jeho blízkém okolí
- Tíže zranění a prognóza pacienta je úzce spjata pouze s místem a hloubkou poranění
 - poranění ve frontální oblasti má často velmi malou symptomatologii a relativně dobrou prognózu
 - temporální oblast je chráněna tenkou kostěnou šupinou a je zde krátká vzdálenost k mozkovému kmeni, thalamu, hlavovým nervům, tureckému sedlu, Willisovu kruhu (poranění v této oblasti mají proto mnohem vyšší morbiditu a mortalitu)
- Operační revize

Penetrující poranění

- způsobují střelné zbraně
 - **zástřel** = kulka zůstane uvnitř lebky
 - **průstřel** = kulka proletí hlavou
- Odražená střela má v době průniku lebkou již malou kinetickou energii, která nestačí na to, aby z hlavy vyletěla = odraží se od vnitřní kosti a způsobuje rozsáhle škody
 - u střel s nízkou rychlostí (vzduchovka) není rozsah poškození tak velký a prognóza záleží na poškození CNS v dráze střely
 - u střel s vysokou rychlostí (vojenské) je smrtelné na 90% a více
- Operační postup x transplantační program x smrt

Difúzní poranění mozku - komoce mozku

- Přechodná (několik málo minut trvající) ztráta vědomí následovaná stavem plného vědomí s přetrvávající amnézií bez ložiskového neurologického deficitu
- Bolesti hlavy, nauzea, zvracení, závratě (až několik dní)
- Diagnóza na základě anamnézy a neurologického vyšetření
- RTG lebky a C páteře (ev. CT)

Difúzní axonální poranění (DAP)

- Vlivem akceleračně - deceleračního mechanismu úrazu dochází k mnohočetným přerušením axonů ve středočárových strukturách (mnohočetné traumatické postižení axonů)
- Může být porucha vědomí (kóma), ložiskové příznaky dekortikační nebo decerebrační postavení končetin
- CT může prokázat drobná prokrváčená ložiska, MR (více senzitivní)
- Mortalita okolo 50% dle typu
- JIP, pokud rozvoj krvácení - OP sál

Obecný přístup v PNP

- Cílem PNP je zabránit rozvoji nebo alespoň zmenšit rozsah a tíži sekundárního postižení struktur CNS a zvýšit tak pravděpodobnost přežití pacienta
- Předcházení a léčba systémové **hypotenze**, **hypoxie**, **hyperkapnie/hypokapnie**, spolu s **maximálním zkrácením doby** do definitivního ošetření v traumacentru, označujeme jako klíčové faktory vedoucí ke zlepšení morbidity a mortality u pacientů s neurotraumatem
- Pravidlo **A**c (Airway and cervical spine) **B** (Breathing) **C** (Circulation) **D** (Disability) **E** (Exposure)

Ac (Airway and cervical spine)

- I krátkodobá perioda hypoxie fatální následky pro další osud pacienta s neurotraumatem a jako taková musí být korigována co nejdříve po jejím zjištění
- Každý pacient se závažným kranio cerebrálním poraněním (KCP; GCS ≤ 8) nebo ten, který není schopen udržet volné dýchací cesty, nemá obranné dýchací reflexy, není schopen udržet SpO₂ >90% i přes oxygenoterapii, má těžké orofaciální poranění (zlomeniny Le Fort, zlomeniny mandibuly) nebo opakované epileptické paroxysmy, vyžaduje zajištění dýchacích cest OTI

Ac (Airway and cervical spine)

- Pokud zajištění dýchacích cest nevyžaduje urgentní postup, je vhodné toto provádět s využitím analgosedace a relaxace
- V případě OTI prováděné bez analgosedace vede vyvolaná vegetativní odpověď (stresová reakce) organismu k vyplavení stresových hormonů působící hyperglykemií a zvýšení metabolismu mozku, čímž se zvyšují i jeho nároky na dodávku O₂
- K zabránění desaturační epizody v průběhu OTI se doporučuje preoxygenace pacienta

Ac (Airway and cervical spine)

- Vzhledem k reálné možnosti poranění krční páteře u pacientů s KCP je nutné při zajišťování dýchacích cest tento fakt zohlednit
- Všechny pacienty se závažným KCP je nutné zajistit **in-line stabilizací krční páteře (MILS)** při zajišťování dýchacích cest
- Následně je krční páteř pro transport imobilizována krčním límcem a pacient je nejlépe ještě uložen do celotělové vakuové dlahy

B (Breathing)

- Hypoxie je u neurotraumat v rámci PNP definována jako pokles SpO₂ pod 90 %, měřeno pulzní oxymetrií
- Setkáváme se s ní nejen u pacientů s polytraumaty, ale často je důsledkem závažného izolovaného neurotraumatu
- Přítomnost epizod hypoxie vede u obou skupin pacientů k výraznému nárůstu mortality, a proto je potřeba tyto stavy adekvátně léčit
- Hypoventilace, stejně jako závažnost KCP, je tedy indikací k OTI a umělé plicní ventilaci (UPV)

B (Breathing)

- V případě UPV je nutné pacienta udržovat analgosedovaného a relaxovaného, jelikož interference s řízenou ventilací nejen prohlubuje stresovou reakci organismu, ale současně zhoršuje žilní návrat a vede tak k dalšímu zvýšení nitrolebního tlaku
- Nastavení parametrů UPV musí odpovídat normoventilaci pro danou věkovou skupinu, k orientačnímu nastavení UPV slouží hodnoty:
 - frekvence dýchání 10 - 14 /min., dechový objem 6 - 7 ml/kg t.hm., vdech během 1 sekundy a umožnit (časově) úplný výdech
 - na paměti je nutné mít riziko hyperventilace s negativním ovlivněním CBF (cerebral blood flow) a to obzvláště po těžkých KCP, u kterých je porušena autoregulace mozkových cév a současně snížen CBF vlastním primárním mozkovým poraněním, proto je nutné u pacientů na UPV současně monitorovat EtCO₂ a udržovat jej v rozmezí 35 až 40 mmHg

B (Breathing)

- V případě klinické symptomatologie odpovídající rozvoji mozkové herniace nebo nitrolební hypertenze je indikována akutní hyperventilace, jako přechodná, život zachraňující intervence
- Hyperventilace je obecně dosaženo zvýšením dechové frekvence u kojenců na 30 dechů/min., u dětí na 25 dechů/min. a u dospělých na 20 dechů/min
- Vlastní parametry UPV je ovšem nutné optimalizovat podle hodnot EtCO₂, které by měly být udržovány v rozmezí hodnot 30 až 35 mmHg
- Je nutné se striktně vyvarovat poklesu EtCO₂ pod 30 mmHg
- V rámci udržování dostatečné oxemie v PNP uvádí evropské standardy cílovou hodnotu SpO₂ ≥95%
 - při inhalaci vysoké frakce O₂ dochází k vazokonstrikci mozkových cév a tím ke snížení CPP

C (Circulation)

- Základem prevence sekundárního mozkového postižení je důsledná prevence a léčba systémové hypotenze (u dospělých definována jako systolický TK (sTK) < 90 mmHg při nepřímém měření krevního tlaku s užitím manžety odpovídající šířky vzhledem k síle a objemu končetiny, u dětí je náležitý sTK vztahován k věku)

| Věk | Systolický TK |
|-------------|--------------------------|
| 0-28 dnů | <60 mmHg |
| 1-12 měsíců | <70 mmHg |
| 1-10 let | <70 + 2x věk (roky) mmHg |
| >10 let | <90 mmHg |

C (Circulation)

- Hypotenze trvající déle než 5 minut znamená pro mozek druhotný infarkt
- Cílem terapie je tedy dosažení středního arteriálního tlaku (MAP) 90 mmHg v co nejkratší době, nicméně vzhledem k obtížnému stanovení MAP v podmínkách PNP je doporučováno udržovat u dospělých sTK >110 mmHg
 - proto je u všech pacientů s těžkým neurotraumatem samozřejmostí zajištění spolehlivého žilního vstupu (minimálně jeden žilní vstup dostatečného průměru/průtoku)

C (Circulation)

- I přes různou etiologii nízkého TK u pacientů s KCP (krevní ztráty, neurogení šok, ...) je základem terapie systémové hypotenze podávání izotonických roztoků krystaloidů
- I když prozatím nebyl jednoznačně určen optimální roztok pro resuscitaci těchto pacientů, preferuje se podávání fyziologického roztoku
- Pokud nelze i přes volumoterapii zajistit dostatečný systémový krevní tlak, je indikováno podání sympatomimetik
 - lékem volby je **noradrenalin v kontinuálním podání**, případně v kombinaci s dopaminem nebo dobutaminem
 - dávku katecholaminů titrujeme dle odezvy systémového TK

D (Disability)

- U všech pacientů s KCP je nutné stanovit úroveň poruchy vědomí pomocí **Glasgow Coma Scale (GCS)**, a to pro každou modalitu zvlášť

| Testovaná odpověď | Dospělí, větší děti | Malé děti, batolata | Body |
|-------------------|---|--|------|
| Otevření očí | spontánně | spontánně | 4 |
| | na oslovení | na oslovení | 3 |
| | na bolest | na bolest | 2 |
| | neotvírá | neotvírá | 1 |
| Slovní odpověď | adekvátní slovní projev | brouká si, žvatlá, sleduje okolí, otáčí se za zvukem | 5 |
| | nedekvátní slovní projev | spontánně křičí, pláče, neodpovídající reakce | 4 |
| | jednotlivá slova | na algický podnět křičí nebo pláče | 3 |
| | nesrozumitelné zvuky | na algický podnět sténá | 2 |
| | žádný | žádný | 1 |
| Motorická odpověď | na výzvu adekvátní motorická reakce | normální spontánní pohyblivost | 6 |
| | na algický podnět cílená obranná reakce | na algický podnět cílená obranná reakce | 5 |
| | na algický podnět úniková reakce | na algický podnět úniková reakce | 4 |
| | na algický podnět nespecifická flexe | na algický podnět nespecifická flexe | 3 |
| | na algický podnět nespecifická extenze | na algický podnět nespecifická extenze | 2 |
| | žádná | žádná | 1 |

D (Disability)

- Hodnota GCS je indikačním kritériem konkrétních postupů v rámci PNP (např. zajištění dýchacích cest, GCS 8 a níže) a její opakované stanovení také nepřímým ukazatelem dynamiky vývoje nitrolebního poranění
 - GCS je ovlivněno řadou faktorů, které snižují reaktivitu nervového systému, jako je systémová hypotenze, hypoxie, hypoglykémie, analgosedace a další
 - validní hodnota GCS, odrážející stupeň poruchy vědomí, by měla být stanovena po stabilizaci vitálních funkcí, po korekci dalších spolupůsobících faktorů a před podáním farmak s tlumivým a myorelaxačním účinkem
- Pokles GCS o 2 a více bodů je považován za signifikantní; u takovéhoho pacienta je nutné vyslovit podezření na expanzivně se chovající a progredující nitrolební proces

D (Disability)

- 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**, které garantuje možnost časně neurochirurgické intervence
- Hodnocení závažnosti KCP:
 - Lehké (GCS 13-15)
 - Střední (GCS 9-12)
 - Těžké (GCS menší nebo rovno 8)

E (Exposure)

- Objektivní vyšetření pacienta s podezřením na neurotrauma vyžaduje především orientační neurologické vyšetření, které je klíčové pro zhodnocení závažnosti nitrolebního poranění
- Vyšetření zahrnuje nejen hodnocení GCS, ale také **zjištění velikosti a reakce zornic na osvit** (včetně konsenzuální reakce) a dále **přítomnost motorické reakce spolu s její případnou lateralizací** (Abnormální nález při vyšetření šíře a reakce zornic odráží nitrolební patologii a prognózu, avšak postrádá adekvátní specifitu a senzitivitu)
- Porucha hybnosti charakteristická pro nitrolební poranění je hemiparéza kontralaterálně ke straně nitrolební patologie, v případě nálezu monoparézy je nutno myslet na možnost poranění periferních nervových pletení, např. brachiální pleteně

E (Exposure)

- Naopak paraparéza až kvadruparéza jsou známkou poranění míšního
- Základní neurologické vyšetření je nutné provádět v rámci PNP opakovaně a dynamicky, s cílem včasné rozpoznat rozvoj syndromu mozkové herniace nebo nitrolební hypertenze.
 - klinické známky transtentoriální (temporální, unkální) herniace zahrnují asymetrii šíře zornic >1 mm, jednostrannou nebo oboustrannou mydriázu bez fotoreakce, kontralaterální hemiparézu nebo decerebrační (extenční) motorickou reakci na bolestivé podněty a/nebo pokles GCS o 2 a více bodů při iniciační hodnotě ≤ 8

Transport

Stejně jako při ošetření žilních funkčních traumatických pacientů obecně, platí i pro PNP o neurotraumata princip tzv. „**zlaté hodiny**“, tj. doby, ve které by měl být pacient dopraven k definitivnímu ošetření neurochirurgem do traumacentra

- Neadekvátní prodloužení doby PNP je spojeno se zhoršením šance na přežití
- V průběhu transportu je vhodné, mimo jiné, udržovat neutrální **polohu hlavy se zvýšenou horní polovinou těla o 30° (drenážní poloha)**, umožní-li to stav a další přidružená poranění pacienta, tato poloha zlepšuje odtok žilní krve z nitrolebí, čímž zabraňuje progresi mozkového edému z venostázy
- Dále není vhodné případně podchlazené pacienty s izolovaným kranio-cerebrálním poraněním v rámci PNP agresivně zahřívat, ale udržovat je v teplotním rozmezí 32 až 34 °C

Literatura

- ~~ŠEVČEK, Pavel a Martin MATĚJOVIČ, ed. *Intenzivní medicína*. 3., přeprac. a rozš. vyd. Praha: Galén, c2014. ISBN 9788074920660.~~
- WENDSCHE, Peter a Radek VESELÝ. *Traumatologie*. Praha: Galén, [2015]. ISBN 978-80-7492-211-4.
 - *Přednemocniční neodkladná péče o neurotraumata* [online]. Dostupné z: https://urgmed.cz/wp-content/uploads/2019/03/2014_neurotraumata-v-pnp.pdf