

UNIVERZITA PALACKÉHO V OLOMOUCI
FAKULTA ZDRAVOTNICKÝCH VĚD
ÚSTAV ZDRAVOTNICKÉHO ZÁCHRANÁŘSTVÍ A INTENZIVNÍ PÉČE

František Mayer

**TRAUMA MOZKU Z POHLEDU ZDRAVOTNICKÉHO
ZÁCHRANÁŘE**

Bakalářská práce

Vedoucí práce: Mgr. Tomáš Bortl, DiS.

Olomouc 2023

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci vypracoval samostatně a použil jen uvedené bibliografické a elektronické zdroje.

Olomouc 28. dubna 2023

František Mayer

Poděkování patří mému vedoucímu bakalářské práce, Mgr. Tomáši Bortlovi, DiS. za odborné vedení práce, cenné rady a trpělivost, kterou mi v průběhu zpracování bakalářské práce věnoval.

Anotace

Druh práce: Bakalářská práce

Téma práce: Trauma hlavy z pohledu zdravotnického záchranáře

Název práce v ČJ: Trauma mozku z pohledu zdravotnického záchranáře

Název práce v AJ: Brain trauma from a perspective of a paramedic

Datum zadání: 2022-11-23

Datum odevzdání: 2023-04-28

VŠ, fakulta, ústav: Univerzita Palackého v Olomouci
Fakulta zdravotnických věd
Ústav zdravotnického záchranářství a intenzivní péče

Autor práce: Mayer František

Vedoucí práce: Mgr. Tomáš Bortl, DiS.

Oponent práce:

Abstrakt v ČJ: Cílem této přehledové bakalářské práce je sumarizovat aktuální dohledané poznatky o traumatu mozku z pohledu zdravotnického záchranáře. Články a dokumenty pro tvorbu bakalářské práce byly vyhledávány v elektronických databázích PubMed, Google Scholar, Medline a Science Direct. Práce je rozdělena do dvou dílčích cílů. První cíl pojednává o přednemocniční péči o pacienty s traumatem mozku a druhý cíl je zaměřen na následnou nemocniční péči. Aktuální dohledané poznatky mohou být použity jako cenný zdroj informací nejen pro zdravotnické záchranáře, ale i pro lékaře a všeobecné sestry.

Abstrakt v AJ: The objective of this bachelor thesis review is to summarize the current knowledge about brain trauma from the perspective of a paramedic. Articles and documents for the development of this bachelor thesis were searched in electronic databases PubMed, Google Scholar, Medline, and Science Direct. The thesis is divided into two sub-objectives. The first objective deals with the pre-hospital care of patients with brain trauma and the second objective focuses on the follow-up hospital care. The current findings can be used as a valuable source of information not only for paramedics but also for physicians and general nurses.

Klíčová slova v ČJ: Traumatické poranění mozkové, trauma mozku, přednemocniční péče, nemocniční péče, zdravotnický záchranář

Klíčová slova v AJ: Traumatic brain injury, brain trauma, prehospital care, hospital care, paramedic

Rozsah práce: 36 stran / 0 příloh

Obsah

ÚVOD.....	7
1 POPIS REŠERŠNÍ ČINNOSTI.....	10
2 PŘEHLED PUBLIKOVANÝCH POZNATKŮ O MOZKOVÉM TRAUMATU	13
2.1 PŘEDNEMOCNIČNÍ NEODKLADNÁ PÉČE U PACIENTA S TRAUMATEM MOZKU	14
2.1.1 Ketamin v PNP u pacientů s traumatem mozku	19
2.2 PÉČE O PACIENTA S TRAUMATEM MOZKU V NEMOCNIČNÍM ZAŘÍZENÍ.....	20
2.2.1 Manitol u pacientů s traumatem mozku	26
2.2.2 Monitorace intrakraniálního tlaku	27
2.3 VÝZNAM A LIMITACE DOHLEDANÝCH POZNATKŮ.....	29
ZÁVĚR.....	30
REFERENČNÍ SEZNAM.....	31
SEZNAM ZKRATEK	36

Úvod

Traumatické poranění mozku lze považovat celosvětově za velmi závažný problém, který každoročně postihuje až 10 milionů lidí napříč celým světem (Wahlin, Lindstrom, et al., 2018, s. 51). V anglické terminologii se tento stav označuje jako traumatic brain injury, proto se v odborné literatuře můžeme setkat se zkratkou TBI. Z tohoto pojmenování se proto můžeme setkat v české odborné literatuře s výše zmíněným pojmem mozkové poranění (Chudomel, Růžička, et al. 2019, s. 106).

Toto postižení se vyskytuje zejména u mladých pacientů a dále pak v populaci seniorské. Opakovaná mozková traumata tohoto typu mohou mít pro pacienta v budoucnu trvalé a nevléčitelné následky. Může se jednat zejména o degenerativní změny mozkové tkáně (rozvoj demence), ale také narušení kognitivních funkcí, jako je paměť, koncentrace, myšlení, chápání věcí kolem sebe, vnímání okolního světa, reakce na okolní prostředí apod. Emergentní fáze mozkového traumatu může způsobit závažné komplikace, které mohou být pro člověka život ohrožující. Jedním z příkladů je mozkové krvácení (intrakraniální krvácení). Při pozdním rozpoznání a diagnostice intrakraniálního krvácení může mít postižený doživotní neurologický deficit a následky. V těžkých případech může tento stav vést i k úmrtí pacienta. Proto je včasná a správná diagnostika mozkového poranění velmi důležitá. Zejména pak dále diagnostika akutních komplikací, které se mohou po mozkovém poranění rozvinout a vést k trvalým následkům, nebo dokonce i k smrti pacienta (Chudomel, Růžička, et al., 2019, s. 106).

Středně těžké až těžké stadium mozkového poranění způsobuje dlouhodobé nebo trvalé poruchy vědomí. Nejzávažnějším stadiem je stadium kómatu. Pacient ve stadiu kómatu se nachází v bezvědomí, tedy ve stavu, kdy není schopen vnímat okolní prostředí a reagovat na vnější podněty. Tento stav je důsledkem rozsáhlého poškození mozku. Po několika dnech až týdnech se stadium kómatu může změnit na stav, kdy pacient přechází do stavu při vědomí. Pacient ve stavu soporu, což je další kvantitativní porucha vědomí, je schopný reakce pouze na algický podnět, přičemž se reflexivně snaží bolesti zabránit. Somnolentní pacient je schopen reakce na pouhé oslovení bez fyzického kontaktu (Mayo Clinic, 2022, s. neuvedeno). Obvykle je u somnolentních pacientů prognóza ale velice dobrá a u většiny pacientů dochází k úplnému vymizení příznaků (Ferry B., DeCastro A., 2019, s. neuvedeno).

Příznaky TBI závisí primárně na tom, jak závažné poškození mozku je. Akutní fáze po úrazu, po odeznění zmatenosti, zahrnuje řadu příznaků, nejčastěji bolest hlavy (cephalea), závratě (vertigo), nevolnost (nausea), poruchy spánku, duševní mlhavost, úzkost (anxieta),

citlivost na světlo a hluk, únavu, emoční labilitu a podrážděnost. Nejméně 80 % pacientů uvádí v akutním období po TBI alespoň jeden nebo více příznaků a až 20 % pacientů se zjevným otřesem mozku neuvádí žádné příznaky (Katz, Cohen, et al., 2015, s. 131-156). Častým příznakem je také dvojitá vidění, dilatace zornic, nystagmus bulbů slabost horních i dolních končetin (HKK, DKK) a nezřetelná řeč, kdy je pacient dezorientovaný (National Institute of Neurological Disorders and Stroke, 2020, s. 2).

Nejlepší léčbou mozkových poranění je prevence, jak těmto úrazům předem zabránit. Na rozdíl od většiny neurologických onemocnění se lze před TBI chránit. Podle údajů Centra pro kontrolu a prevenci nemocí (CDC) existuje mnoho způsobů prevence mozkového poranění (National Institute of Neurological Disorders and Stroke, 2020, s. 18). Uvádí, že při jízdě v motorovém vozidle je povinné používat bezpečnostní pás (vyjma těhotných žen). Při jízdě na kole, skateboardu či jiných adrenalinových sportech si nasazovat bezpečnostní helmu, která na hlavě správně sedí. Důležitým faktorem při vzniku mozkových traumat bývají omamné látky společně s alkoholem. Při používání těchto látek pacient postupně ztrácí sebekontrolu a koordinaci a riziko vzniku TBI výrazně roste.

Cílem této bakalářské práce, zaměřující se na poranění mozku, je předložit a sumarizovat aktuálně dohledané poznatky o péči o pacienta s traumatem mozku z pohledu zdravotnického záchranáře.

Stanovené dílčí cíle práce

- 1) Předložit a sumarizovat aktuální dohledané poznatky o primárním ošetření pacienta s mozkovým traumatem v přednemocniční neodkladné péči.
- 2) Předložit a sumarizovat aktuální dohledané poznatky o následné péči o pacienta s mozkovým traumatem v nemocničním zařízení.

Seznam vstupní studijní literatury

BARTŮNĚK, Petr, Dana JURÁSKOVÁ, Jana HECZKOVÁ a Daniel NALOS, editoři, 2016. *Vybrané kapitoly z intenzivní péče*. Praha: GRADA. ISBN 978-80-247-4343-1.

REMEŠ, Roman a Silvia TRNOVSKÁ, 2013. *Praktická příručka přednemocniční urgentní medicíny*. Praha: Grada. ISBN 978-80-247-4530-5.

ŠEBLOVÁ, Jana a Jiří KNOR, 2018. *Urgentní medicína v klinické praxi lékaře*. 2., doplněné a aktualizované vydání. Praha: Grada Publishing. ISBN 978-80-271-0596-0.

1 Popis rešeršní činnosti

VYHLEDÁVACÍ KRITÉRIA

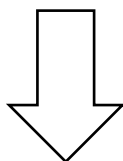
Klíčová slova v ČJ: Traumatické poranění mozkové, trauma mozku, přednemocniční péče, nemocniční péče, zdravotnický záchranář

Klíčová slova v AJ: Traumatic brain injury, brain trauma, prehospital care, hospital care, paramedic

Jazyk: český, anglický

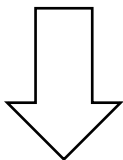
Období: 2013–2023

Další kritéria: recenzovaná periodika, plné texty

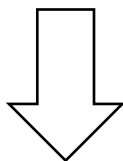


DATABÁZE

PubMed, Google Scholar, Science Direct, Medline

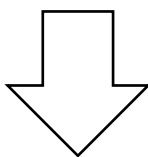


Nalezeno 185 článků



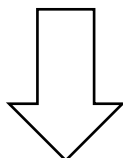
VYŘAZUJÍCÍ KRITÉRIA

- duplicitní články
- články nesplňující kritéria
- články neodpovídající tématu



SUMARIZACE VYUŽITÝCH DATABÁZÍ A DOHLEDANÝCH DOKUMENTŮ

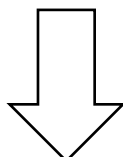
Pubmed - 15
Google Scholar - 9
Science Direct - 7
MedLine - 1



SUMARIZACE DOHLEDANÝCH PERIODIK A DOKUMENTŮ

World Neurosurgery	3 články
Asian Journal of Neurosurgery	2 články
Medical Sciences	2 články
Státní ústav pro kontrolu léčiv	2 články
The Lancet Neurology	2 články
Acta Neurochirurgica	1 článek
Anaesthesiology Intensive Therapy	1 článek
Annals of surgery	1 článek
Bulletin of Emergency And Trauma	1 článek
Critical Care	1 článek
Česká a slovenská neurologie a neurochirurgie	1 článek
Česká neurologická společnost, ČLS JEP	1 článek
Child's Nervous System	1 článek
European Journal of Trauma and Emergency Surgery	1 článek
Europe PubMed	1 článek
Injury	1 článek
Intensive Care Med	1 článek
International Emergency Nursing	1 článek
Journal of Head Trauma Rehabilitation	1 článek
Listy klinické logopedie	1 článek
Mayo Clinic	1 článek
Medicine	1 článek
National Institute of Neurological Disorders and Stroke	1 článek

Sports Neurology	1 článek
Surveillance summaries	1 článek
World Journal of Surgery	1 článek



Pro tvorbu bakalářské práce bylo použito 32 dohledaných dokumentů

2 Přehled publikovaných poznatků o mozkovém traumatu

Trauma mozku je častou indikací k výjezdu zdravotnické záchranné služby (ZZS). Lékaři České neurologické společnosti udávají, že primární příčinou poranění mozku je dynamická deformace mozku způsobená akceleračně-deceleračním mechanismem při prudkém pohybu hlavy. Nejčastěji pohybu rotačním, během kterého uvnitř mozkové tkáně probíhají tenzní síly. Tyto síly poškozují nervovou tkáň v mozku a vedou k poškození tkáně (Chudomel, Růžička, et al., 2019, s. 110).

Během posledních 10 let se postupem času měnil názor, že lehká mozková poranění jsou plně vratné (reverzibilní) stavy. Dříve platil názor, že je to stav reverzibilního, funkčního onemocnění. Původní názor vyvrací moderní experimentální a neuropatologické studie a nejnovější zobrazovací metody. Ačkoliv jsou nálezy u naprosté většiny pacientů standartní, citlivější zobrazovací metody prokazují, že TBI mohou být spojeny se změnami bílé a šedé hmoty nervové tkáně. Zvláště, pokud se otřesy u pacientů vyskytují opakovaně. Morfologické nálezy dysfunkce defaultní sítě mozku (komplexní spojení frontální, parietální a temporální mozkové kůry) je schopna detekovat magnetická rezonance. Takové změny se mohou projevit u zcela asymptomatických pacientů nebo i u lidí, vystaveným častým nárazům do hlavy (např. fotbalistům), aniž by v minulosti mozkové poranění prodělali (Chudomel, Růžička, et al., 2019, s. 110).

Jednou z nejčastějších etiologií mozkového traumatu jsou pády. Podle údajů Centra pro kontrolu a prevenci nemocí (CDC) jsou pády nejčastější příčinou TBI. Tato etiologie je nejčastěji sledována u dětí do 14 let. Podle amerického časopisu, vydaného Národním ústavem neurologických poruch a cévních mozkových příhod, byly u Američanů ve věku 65 let a starších pády na hlavu hlavní příčinou (81 %) všech hlášených TBI (National Institute of Neurological Disorders and Stroke, 2020, s. 9). Americký časopis „Traumatic brain injury“ dále uvádí, že nejvíce ohroženou věkovou skupinou pro hospitalizaci či úmrtí v důsledku poranění hlavy jsou senioři ve věku 65 let a starší. V každé věkové skupině je vyšší míra rizika poranění hlavy u mužů než u žen. U mužů je také vyšší pravděpodobnost hospitalizace. Zároveň je u nich téměř třikrát vyšší pravděpodobnost na úmrtí v důsledku TBI než u žen (National Institute of Neurological Disorders and Stroke, 2020, s. 10).

Poranění mozku dále neodmyslitelně souvisí i se sportem. Z celkového počtu TBI ale tvoří pouze malé procento celkových případů. Nejvyšší incidence u středoškolských a vysokoškolských sportovců s tímto typem poranění je dle studie z roku 2019 ve fotbale.

Sportovkyně trpí otřesy mozku přibližně dvakrát častěji než muži, kteří se věnují stejnému sportu (Ferry B., DeCastro A., 2019).

Podle neurologa MUDr. Filipa Růžičky, Ph.D. se původní názor, že naprostá většina pacientů po otřesu mozku by měla být po několika dnech až měsících asymptomatická, se ukázal jako nepravdivý. Nejnovější studie udávají, že u 10-40 % pacientů přetrvávají somatické nebo kognitivní potíže (Růžička, 2019, s. 61). Nejčastější postkomoční příznak je bolest hlavy charakteru migrény. Platí, že čím více opakovaných TBI, tím větší je pravděpodobnost chronických potíží. Ohroženou skupinou jsou sportovci a účastníci válečných konfliktů. Dalšími příznaky tohoto stavu mohou být opakovaná vertiga, časté únavy, podrážděnost, nespavost, poruchy koncentrace nebo paměťové obtíže. Jestliže kombinace těchto potíží překračuje delší časový úsek než 3 měsíce, lze stav chápat jako postkomoční syndrom, ačkoliv jasná definice tohoto pojmu neexistuje. Na průběhu postkomočního syndromu se podílí i premorbidní faktory. Takovými faktory může být vzdělání, osobnost nebo sklony k depresi či anxiety (Růžička, 2019, s. 61).

Úspěšná léčba vyžaduje promyšlenou diferenciální diagnostiku, včetně zvážení premorbidních stavů a dalších možných přispívajících faktorů. Léčba by měla být zaměřena na léčitelné příznaky, které ovlivňují fungování, jako jsou deprese, úzkost, nespavost, bolesti hlavy, bolesti pohybového aparátu a závratě. Řízené předepisování aerobního cvičení je prospěšné pro časnou i pozdní fázi poruch po utrpění otřesu mozku (Dwyer, Katz, 2018, s. 163-178).

2.1 Přednemocniční neodkladná péče u pacienta s traumatem mozku

Diagnostika a celkové zhodnocení pacienta s mozkovým poraněním obecně (ať už s lehčím, nebo těžším traumatem hlavy) v přednemocniční neodkladné péči (PNP) je pochopitelně jiné než ve zdravotnickém zařízení nebo v nemocnici. Zatímco v rámci nemocniční péče se lékař a zdravotnický personál opírá nejen o fyzikální vyšetření a hodnocení základních příznaků, ale i o vyšetření zobrazovacích metod, nebo i laboratorních výsledků, v PNP se zdravotničtí záchranáři a lékaři musí spolehnout na své vlastní vědomosti a zkušenosti se zaměřením na klinické projevy mozkového poranění. V PNP je pro zdravotnického záchranáře prioritou stabilizace vitálních funkcí (VF) a zmírnění bolesti pacienta. Životně důležitá je také prevence sekundárního poškození mozku spojeného s život ohrožujícím zvýšením intrakraniálního tlaku (ICP) a poškozením krční páteře (Pélieu, Kull, et al., 2019, s.

1-4). V mnoha evropských zemích je zajištěna PNP posádkami řízenými lékařem, často v rámci letecké záchranné služby (LZS), zatímco v mnoha mimoevropských zemích včetně severoamerických zemí je upřednostňován systém PNP řízený záchranáři. Existují určité argumenty, že přednemocniční péče řízená lékařem může být pro pacienty s těžkou TBI výhodou. Rozsáhlá retrospektivní studie americké Národní traumatologické banky z roku 2015 pozorovala, že pacienti s TBI transportovaní vrtulníkem do traumatologických center 1. nebo 2. úrovně vykazovali nižší úmrtnost ve srovnání s pozemními transportními týmy. Retrospektivní studie 497 pacientů s těžkou TBI ukázala, že posádka LZS vedená lékařem měla příznivější výsledky a nižší míru úmrtnosti ve srovnání s posádkami záchranářů, přičemž doba příjezdu do traumacentra byla podobná (Pélieu, Kull, et al., 2019, s. 4). Retrospektivní studie, analyzující výsledky pacientů s tupou a těžkou TBI srovnávala dvě ZZS. Jednu ze švýcarského Bernu a druhou ze Spojených států amerických. Ve Švýcarsku byl součástí týmu lékař, zatímco v USA byla posádka tvořena pouze záchranáři. U pacientů v Bernu byla doba v místě události významně delší a přednemocniční zajištění dýchacích cest (DC) častější ve srovnání s USA. Nemocniční úmrtnost se mezi těmito ZZS významně nelišila (Pélieu, Kull, et al., 2019, s. 4).

Přednemocniční péče a převoz pacientů z dopravních nehod do nemocnic mají významný vliv na výsledek úrazu hlavy. Z asijské studie, vydané časopisem *Asian Journal of Neurosurgery* v roce 2022, je zřejmé, že faktory, které ovlivňují výsledky traumatického poranění mozku, jsou ovlivněny přednemocniční péčí. Správný postup dle guidelines protokolů pro přednemocniční léčbu traumatických poranění mozku může rozhodně přispět ke zlepšení výsledků u TBI. Přeprava a ošetření pacientů neprofesionálním a špatně vyškoleným personálem ZZS může způsobit sekundární poškození centrálního nervového systému. Tato studie dále udává, že v každé zemi by měl být vypracován přísný a pravidelně aktualizovaný protokol, který by se řídil mezinárodními pokyny pro zvládnání úrazů hlavy. Místní lékaři, sestry a zdravotničtí záchranáři by měli být pravidelně školeni a certifikováni pro pokročilou léčbu a podporu života při úrazech hlavy (Ammar, 2018, s. 955, 956).

Ve Švédsku bylo v roce 2017 hospitalizováno přibližně 10 400 pacientů v důsledku traumatického poranění mozku, z čehož bylo přibližně 80 % klasifikováno jako TBI, 10 % se středně těžkým poraněním a dalších 10 % s těžkým mozkovým poraněním. V současné době jsou v severských zemích nejčastější příčinou pády. V PNP postupuje zdravotnický záchranář systematickým algoritmem A-B-C-D-E. Primárně musí být zachována průchodnost DC s naložením krčního límce pro prevenci poškození krční páteře. V ideálním případě udržovat

saturaci krve kyslíkem (SpO₂) nad 90 % a systolický krevní tlak nad 90 mmHg. Následuje vyšetření kvality vědomí pomocí Glasgowské škály vědomí (GCS) a celkové zhodnocení pacientova stavu. Existují výzkumy, které poukazují na rozdíly mezi mužským a ženským pohlavím při traumatickém poranění mozku, avšak současné pokyny pro přednemocniční léčbu neudávají žádné rozdíly pro ošetření mužského či ženského pohlaví (Wahlin, Lindström, et al., 2018, s. 51).

Švédská studie z roku 2018 zahrnovala 2750 pacientů starších 15 let, z čehož 46 % byly ženy a zbylých 54 % byli muži. Výsledky ukázaly určité rozdíly související s pohlavím. Ženy byly výrazně starší, v průměru až o 12 let. Mnohem více pacientek dostávalo intravenózní analgetika než muži. Dle skóre NACA (National Advisory Committee for Aeronautics), sloužící pro vyhodnocení závažnosti pacientova stavu, byli muži hodnoceni jako vyšší priorita než ženy (Wahlin, Lindström, et al., 2018, s. 52-55).

Se zlepšující se kvalitou PNP u pacientů s těžkým mozkovým traumatem bylo již dosaženo mnoha úspěchů. Hlavním cílem PNP je vyvést traumatizovaného pacienta z prostředí nebo nebezpečných zón a přesunout ho do prostor, kde může být zahájena vhodná terapie. Pracovníci ZZS by měli být schopni identifikovat pacienty, kteří potřebují podporu dýchání. Musí být schopni zajistit DC dostupnými pomůckami k zajištění DC v terénu, kde došlo k traumatickému poškození mozku. Obecně by DC měly být zajištěny u traumatizovaných pacientů, u nichž je skóre Glasgow Coma Scale nižší než 9 bodů. Musí být zaveden intravenózní přístup a pokud si to stav vyžaduje, tak i podpora oběhu (Moscote-Salazar, Rubiano, et al., 2016, s. 9).

V Indii je TBI nejčastěji způsobeno dopravními úrazy (60 %), následují pády (20-25 %) a násilí. Bylo také zjištěno, že existují rozdíly mezi rozvojovými a vyspělými zeměmi. Jedna ze studií, srovnávající výsledky úrazů hlavy, přišla se zajímavým zjištěním. Uváděla, že při porovnání TBI v USA a v Indii nebyl zaznamenán velký rozdíl u pacientů s lehkým a těžkým mozkovým poraněním, avšak u středně těžkých forem byly rozdíly velké. Tento fakt byl přičítán téměř neexistující přednemocniční péči v Indii. V roce 1995 vydala nadace Brain Trauma Foundation guidelines pro management přednemocniční péče u pacientů s TBI, které byly v roce 2008 aktualizovány. Ve většině rozvojových zemí, jako je Indie, se však tyto pokyny z mnoha důvodů nedodržují. Do indické studie z časopisu Asian Journal of Neurosurgery bylo zařazeno celkem 830 pacientů, které z etického hlediska schválila etická komise SMS Medical College, Jaipur, Rajasthan, Indie. Tato studie probíhala v období od 15. listopadu 2015 do 15. března 2016. Údaje o jednotlivých pacientech byly shromažďovány

od přijetí do propuštění nebo úmrtí. Nejvíce postižených pacientů bylo ve věkové skupině 21-30 let (30 %), následovalo 31-40 let (18,5 %) a přibližně 80 % tvořili muži a 20 % ženy. Nejčastějším způsobem úrazu ve věkové skupině 21-30 let bylo dopravní zranění (69,5 %), následované zraněním způsobeným pádem (23 %), které nejčastěji postihlo nejmladší věkovou skupinu 0-10 let (73 %) a 61-70 let (38 %). Většina pacientů byla ošetřena lidmi na veřejnosti první pomocí (83 %) a převezena do definitivních nemocničních zařízení sanitními vozy (65 %), přičemž žádnému pacientovi nebyla poskytnuta péče v podobě monitorování životních funkcí, intravenózního podání tekutin, či zajištění DC. Doba dojezdu do definitivních center ošetření byla u 35 % pacientů do 1 hodiny a u 56 % byla doba dojezdu v rozmezí 1-4 hodin (Meena, Gupta, et al., 2018, s. 636-639).

Spor mezi přístupem "naložit a jet" (scoop and run) a přístupem "zůstat a hrát si" (stay and play) u těžce zraněných pacientů trvá již několik desetiletí. Nizozemská studie z roku 2013 byla provedena s cílem zjistit, zda změny v přednemocniční péči o pacienty s těžkým poraněním mozku v Nizozemsku vedly ke zlepšení výsledků (Aubuchon, Hemmes, et al., 2013, s. 35). Byli analyzováni pacienti z období od ledna 2006 do prosince 2008 v nizozemském regionu Limburg. Všichni pacienti utrpěli traumatické poškození mozku prokázané na počítačové tomografii (CT) nebo magnetické rezonanci (MRI). Přednemocniční a klinické údaje byly porovnávány s podobnou studií provedenou před 20 lety. Ve starší studii byla běžná metoda "scoop and run", přičemž průměrná doba strávená na místě činila 7,5 minuty. V současné době je přednemocniční péče prováděna převážně na úrovni advanced life support (ALS), kdy průměrná doba na místě je přibližně čtyřikrát delší v porovnání se starší studií. Celková úmrtnost se však výrazně neliší (Aubuchon, Hemmes, et al., 2013, s. 35-41).

Americký časopis *Annals of surgery* ve studii z roku 2015 porovnával transport pacientů s mozkovým poraněním LZS s pozemní záchrannou službou. Během sledovaného období bylo v Národní databance traumatologických dat (National Trauma Data Bank) registrováno 209 529 pacientů s TBI, kteří splňovali kritéria pro zařazení do studie. National Trauma Data Bank (NTDB) je největší sbírkou úrazových dat v USA, která zahrnuje údaje z více než 900 institucí ve Spojených státech amerických. Z celkového počtu pacientů bylo 35 334 transportováno LZS a 174 195 pozemní záchrannou službou. U pacientů převezených do traumacenter I. stupně bylo zaznamenáno 2797 úmrtí po převozu LZS a 8161 po převozu pozemní záchrannou službou. U pacientů transportovaných do traumacenter II. stupně bylo evidováno 1282 úmrtí po transportu LZS a 5097 po převozu pozemní záchrannou službou.

Tato analýza prokázala souvislost transportu helikoptérou s vyšší mírou přežití (Bekkelis, Missios, et al., 2015, s. 1,2).

Tato fakta potvrzuje i studie z roku 2017 s názvem Impact of Prehospital Transportation on Survival in Skiers and Snowboarders with Traumatic Brain Injury z amerického časopisu World Neurosurgery, která se zabývala transportem a mírou přežití u snowboardistů a lyžařů, kteří utrpěli traumatické poranění mozku. Údaje z této studie byly také čerpány z NTDB. Analýza zahrnovala 1018 snowboardistů a lyžařů, kteří splňovali kritéria TBI. 360 (35,4 %) z nich bylo do nemocnice transportováno LZS, zatímco 658 (64,6 %) prostřednictvím pozemní záchranné služby. Při transportu vrtulníkem se prokázala vyšší míra přežití. V přepočtu tento fakt znamená, že musí být letecky transportováno přibližně 10 pacientů, aby byl zachráněn jeden lidský život (Sun, Samra, et al., 2017, s. 909-916).

U dětí představuje TBI nejčastější příčinu úmrtí a postižení v rámci traumatických poranění. Každoročně se uvádí, že je jím postiženo 47 až 280 dětí na 100 000 jedinců. Světová zdravotnická organizace (WHO) odhaduje, že k 90 % úmrtí souvisejících s TBI dochází v rozvojových zemích, tedy v zemích s nižší životní úrovní (Wang, Nguonly, et al., 2022, s. 51). Zatímco programy prevence úrazů snižují výskyt dětských TBI, přednemocniční péče zůstává klíčovým faktorem přežití. Cílem přednemocniční neodkladné péče u dětských pacientů s TBI je snížit morbiditu a mortalitu. Důležitou součástí péče je také prevence sekundárního poškození mozku, zejména při transportu, a transport do příslušného nemocničního zařízení, schopného zajistit adekvátní úroveň péče (Wang, Nguonly, et al., 2022, s. 52). Nejčastější příčinou TBI u dětské populace zůstávají dopravní nehody. Tento fakt platí již od roku 1990, kdy u dětí a mladých dospělých ve věku od 10 do 24 let jsou dopravní nehody hlavní příčinou úmrtí a postižení. V Africe a Asii jsou děti nejčastěji chodci, kteří byli srazeni motorovým vozidlem, zatímco ve Spojených státech amerických, Evropě a Austrálii jsou děti oběťmi spíše cestujícími v motorových vozidlech. V květnu roku 2019 proběhlo v Ženevě 72. shromáždění, pořádané každoročně organizací WHO, kde zaznělo, že nedostatečně kvalitní ochrana chodců v rozvojových zemích přispívá k vysoké morbiditě a mortalitě (Wang, Nguonly, et al., 2022, s. 52).

2.1.1 Ketamin v PNP u pacientů s traumatem mozku

Přípravek Calypsol s účinnou látkou ketamini hydrochloridum je látka používaná pro její anestetické a analgetické účinky, které se odvíjejí od dávkování. Aplikuje se intravenózní (i.v.) nebo intramuskulární (i.m.) cestou. Přípravek může být bezpečně aplikován i dětem v závislosti na jejich hmotnosti těla. Na základě indikace lékaře je zdravotnický záchranář kompetentní k aplikaci tohoto léčiva (Státní ústav pro kontrolu léčiv, 2021, s. 1-5).

Mezinárodní lékařský časopis *Critical Care* se ve studii z roku 2021 zabýval farmakologickou léčbou ketaminem u pacientů s TBI. U těchto pacientů je nezbytné udržovat adekvátní úroveň analgezie a sedace. Doposud není jasné, který lék nebo kombinace léků je pro dosažení těchto cílů nejúčinnější. Kontroverze ohledně optimální analgosedace přetrvávají, zejména u kriticky nemocných pacientů s neurologickým poškozením (Godoy, Badenes, et al., 2021, s.1-4). Nadace pro poranění mozku (Brain Trauma Foundation guidelines) nedoporučují žádnou konkrétní látku ani jejich kombinaci z důvodu nedostatku studií a solidních vědeckých důkazů. Současné studie a důkazy ukazují, že ketamin nezvyšuje ICP a může ho naopak spíše snižovat. Ketamin je silné analgetikum s disociativními a sedativními vlastnostmi. V analgetické dávce (1 mg/kg) na rozdíl od jiných léků nepotlačuje respirační aktivitu a umožňuje udržet spontánní ventilaci. Ketamin také způsobuje bronchodilataci a zvyšuje střední arteriální tlak i akci srdeční. Jeho dopad na hemodynamiku je příznivý a jeho tlumivé účinky na gastrointestinální systém jsou minimální (Godoy, Badenes, et al., 2021, s.1-3).

Po desetiletí bylo použití ketaminu u pacientů s TBI vyloučeno na základě důkazů ze 70. let, které naznačovaly jeho škodlivý vliv na ICP. U zdravých dobrovolníků nebo u jedinců bez neurologické patologie, kteří podstoupili chirurgickou operaci bylo prokázáno, že při navození anestezie různými dávkami ketaminu dochází ke zvýšení ICP a mozkového perfúzního tlaku, ale nebyly zaznamenány žádné neurologické komplikace nebo následky. Při analýze pacientů s těžkou TBI bylo zjištěno, že ketamin nezvyšuje ICP u sedovaných a normokapnických mechanicky ventilovaných pacientů. Ketamin navíc může ve vybraných případech ICP snižovat. K podobným závěrům vedou i nedávno aktualizované poznatky o použití ketaminu u akutního poranění mozku. Ketamin je v doporučených dávkách bezpečný lék. Nejčastěji hlášenými nežádoucími účinky jsou nevolnost, zvracení, závratě, diplopie, ospalost, anxieta a zmatenost. Halucinace jsou obecně minimalizovány současným užíváním benzodiazepinů (BZP) a propofolu. Delirium se vyskytuje u 6–12 % pacientů (Godoy, Badenes, et al., 2021, s. 3, 4).

2.2 Péče o pacienta s traumatem mozku v nemocničním zařízení

Následující část bakalářské práce bude zaměřena na péči o pacienta s mozkovým traumatem od přijetí v nemocničním zařízení prostřednictvím urgentního příjmu až po umístění na specializované pracoviště. Zdravotnický záchranář se s takovým pacientem nemusí setkat pouze v podmínkách PNP, ale i v nemocničním zařízení (urgentní příjem, ARO, JIP).

Velkou výhodou nemocniční péče v rámci diagnostiky jsou zobrazovací metody jako výpočetní tomografie (CT) a magnetická rezonance (MRI). Výpočetní tomografie, z anglického pojmu *computed tomography*, je základní zobrazovací vyšetřovací metodou u většiny traumat mozku. Právě nekontrastní CT vyšetření dokáže u traumat hlavy odhalit většinu případných operovatelných zranění. CT vyšetření je indikováno lékařem na základní rizikových faktorů. Indikačních rizikových faktorů pro CT vyšetření je celá řada. Mezi nejvýznamnější patří přítomnost ztráty vědomí na více než 5 minut, bolesti hlavy, epileptický záchvat, neurologické vyšetření GCS (méně než 15 bodů 2 hodiny po úrazu), opakované zvracení, porucha paměti, nebezpečný mechanismus úrazu, zlomeniny báze lebni aj. (Růžička, 2019, s. 106-112). Pacient s mozkovým poraněním může být v závislosti na zdravotním stavu a CT nálezů hospitalizován a léčen v nemocnici, nebo může být propuštěn a ponechán v domácí péči. Při ložiskovém nálezů na CT vyšetření je pacient vždy hospitalizován v nemocnici. Pacienti s fyziologickým (normálním) nálezem jsou hospitalizováni v nemocnici pouze tehdy, pokud se u nich objevují neurologické příznaky, jako je zvracení, bolesti hlavy, podezření na trauma krční páteře, hodnota GCS méně než 15 bodů, meningeální dráždění, likvorea nebo dlouhodobý neurologický deficit. Dále se v rámci neurostatu hodnotí vědomí, postoj, chuze, motorika a koordinace končetin, včetně jejich cití a dále také případné porušení hlavových nervů a kognitivní funkce (Růžička, 2019, s. 106-112).

Lékaři z Neurochirurgické kliniky Fakultní nemocnice Ostrava se v roce 2013 zabývali CT vyšetřeními u pacientů s TBI. V článku (z časopisu „Česká a slovenská neurologie a neurochirurgie“) udávají, že i přes velký přínos CT vyšetření u pacientů s mozkovým traumatem má toto vyšetření své limity. Určitá mozková traumata toto vyšetření není schopno odhalit. MRI má dokonalejší zobrazovací schopnosti, přičemž dokáže rozlišit strukturu mozkové tkáně dokonaleji a s větší citlivostí. Toto zobrazovací vyšetření dokáže přesněji diagnostikovat traumata na úrovni mozkových kontuzí a důležité je také pro predikci vývoje stavu a nastavení adekvátní léčby. CT vyšetření je rychlé a dostupné vyšetření, které se u pacientů s mozkovým traumatem provádí standardně. Mohou ale nastat situace, kdy CT nález

zcela jednoznačně nevysvětluje neurologický deficit či poruchu vědomí pacienta. Některá postižení mozku nedokáže CT vyšetření dostatečně kvalitně zachytit. Zejména se jedná o poranění mozkového kmene, ale problém může nastat i z hlediska časového, přičemž vstupní CT vyšetření nemusí zachytit rozsah poškozené tkáně a kontuzní změny se objeví až za 24-48 hodin. Článek z časopisu České a slovenské neurologie a neurochirurgie udává, že MRI umožňuje poskytnout detailnější a přesnější anatomické a funkční zobrazení mozkové tkáně a prodloužené míchy (*medulla oblongata*). Výhodou MRI je také možnost použít speciální sekvence. FLAIR (Fast Fluid Attenuated Inversion Recovery) je sekvence umožňující potlačit signál mozkomíšního moku, čímž je umožněno zpřesnění morfologického nálezu. Další sekvencí, kterou MRI disponuje je sekvence SWI (Susceptibility Weighted Imaging). Tato sekvence dokáže diagnostikovat možné mikrohemoragie detekcí produktů při rozpadu hemoglobinu. DWI sekvence (Diffusion Weighted Imaging) je schopna časně detekovat regiony ischemických ložisek na podkladě difuze. Údaje o perfuzi mozkové tkáně zajišťuje kontrastní perfuzní MRI. Tyto faktory ve formě sekvencí jsou důležitou součástí nejen pro diagnostiku, ale i pro rozhodování o chirurgickém zákroku. Cílem nemocniční péče u pacientů s mozkovým traumatem je zajistit optimální perfuzi mozku s optimálním metabolickým komfortem a minimalizovat sekundární poškození mozku (Reguli, Lipina, et al., 2013, s. 737-739).

Článek z časopisu The Lancet Neurology tvrdí, že normální hemostáza závisí na složité rovnováze mezi mechanismy krvácení a mechanismy trombotickými. Tato rovnováha může být po traumatickém poranění mozku změněna. Porucha hemostázy může zhoršovat riziko začátku nebo zhoršení krvácení po TBI. K tomuto výrazně přispívá užívání antikoagulací před úrazem. Mnoho pacientů s TBI má při přijetí na oddělení urgentního příjmu abnormality v koagulačních testech a přítomnost koagulopatie je spojena se zvýšenou morbiditou a mortalitou. Další krevní testy často odhalí řadu změn ovlivňujících počet a funkci krevních destiček (trombocytů), prokoagulační nebo antikoagulační faktory. Není však známo, do jaké míry tyto koagulační abnormality ovlivňují výsledky pacientů s TBI a zdali vůbec jsou rizikovými faktory. Ačkoli hlavní výzvou pro léčbu je řešení rizika hypokoagulopatie s prodlouženým krvácením a progresí hemoragických lézí, je třeba zvážit i riziko hyperkoagulopatie se zvýšenou protrombotickou tendencí (Maegele, Schöchl, et al., 2017, s. 630-647).

Evropský časopis Acta Neurochirurgica v 2022 vydal článek, zaměřující se na pacienty s lehkým mozkovým poraněním (mTBI). Tato postižení jsou častá a souvisejí s užíváním

antitrombotik a primárně vyšším věkem. Tyto léze nejsou časté v souvislosti s život ohrožujícím stavem a pouze v ojedinělých případech si vyžadují chirurgickou intervenci. Na urgentních příjmech je CT vyšetření primární zobrazovací metodou. Nicméně faktem je, že až jedna třetina pacientů s mTBI a normálním CT hlavy má abnormální MRI nález. V článku je uvedena i definice mTBI od Světové zdravotnické organizace. Kritéria pro mTBI jsou zmatenost nebo dezorientace, ztráta vědomí po dobu 30 minut nebo kratší, posttraumatická amnézie, skóre Glasgow Coma Scale 13-15, přičemž tyto projevy nesmí být způsobeny alkoholem, drogami nebo léky. mTBI je definováno jako komplikované, pokud je na CT nebo MRI snímcích přítomna traumatická intrakraniální abnormalita. Izolované zlomeniny lebky nejsou považovány za komplikovaný mTBI. Ve studii bylo zahrnuto 38 pacientů s komplikovanou formou mTBI. U 24 pacientů byla traumatická léze viditelná na primárním CT zobrazení hlavy. 19 pacientů mělo na MRI více než jeden typ traumatické léze, například traumatické mikrokrvácení. Nejčastějším mechanismem poranění byl pád na zem (28 %), následovaný úrazem na kole (26 %) a pádem z výšky (20 %) (Huovinen, Marinkovic, et al., 2022, s. 1708–1711).

Centers for Disease Control and Prevention (CDC), neboli Centra pro kontrolu a prevenci nemocí jsou národními agenturami, zabývající se veřejným zdravím ve Spojených státech amerických. Uvádí, že TBI jsou hlavní příčinou úmrtnosti ve Spojených státech, neboť se podílí přibližně na 30 % všech úmrtí v důsledku úrazů v USA. V roce 2010 navštívilo oddělení urgentního příjmu v USA přes 2,5 milionu pacientů. Od roku 2001 do roku 2010 se počet návštěv na oddělení urgentního příjmu zvýšil o 70 %, počet hospitalizací o 11 % a úmrtí o 7 %. V roce 2013 došlo ve Spojených státech k celkem 2,8 milionu případů traumatu mozku. To zahrnovalo přibližně 2,5 milionu návštěv na urgentním příjmu v souvislosti s TBI. Z celkového počtu bylo hospitalizováno 282 000 pacientů a 56 000 pacientů zemřelo. Podíl úrazů souvisejících s TBI představoval přibližně jednu z každých padesáti návštěv urgentního příjmu. Úmrtí související s TBI představovala 2,2 % všech úmrtí ve Spojených státech amerických (Taylor, Bell, et al., 2017, s. 2-4).

Po středně těžké nebo těžké TBI jsou dospělí obvykle zpočátku hospitalizováni na jednotce intenzivní péče (JIP). Většina pacientů na JIP nakonec potřebuje rozsáhlou rehabilitaci, protože ti s kritickým onemocněním jsou ohroženi závažnými a dlouhodobými neuromuskulárními komplikacemi. U pacientů po TBI se na mnoha neurologických JIP zapojují specialisté na rehabilitaci po poranění mozku (fyzioterapeuti, neurologové), kteří provádějí fyzickou,

pracovní, kognitivní a řečovou rehabilitaci. Ukázalo se, že respondenti se shodují na doporučení časně rehabilitační péče po TBI, obvykle po extubaci pacienta a zajištění hemodynamické stability pacienta (Kreitzer, Rath, et al., 2019, s. 2-6).

V červnu roku 2022 vydal časopis *Injury* článek, který se zabýval poskytováním nemocniční péče v zemích s nízkými a středními příjmy. Právě v těchto zemích má traumatické poranění mozku nejčastěji fatální důsledky končící smrtí pacientů. WHO odhaduje, že téměř 90 % úmrtí v důsledku úrazů nastává v těchto prostředích. Americký Národní institut zdraví (U.S. National Institutes of Health) definuje TBI jako formu získaného poranění mozku, ke kterému dochází, když náhlý úraz způsobí poškození mozku. Ve srovnání s pacienty v zemích s vyššími příjmy mají pacienti v zemích s nižšími příjmy téměř dvojnásobnou pravděpodobnost úmrtí po těžkém TBI a podstatně horší výsledky u těch pacientů, kteří přežijí. V článku se autoři zaměřili na Tanzanii, což je země v subsaharské Africe s přibližně 57 miliony obyvatel. Podobně jako v jiných rozvojových zemích je důvodem vysoké úmrtnosti pacientů s TBI na JIP nedostatek diagnostického vybavení, zdravotnického personálu a organizační podpory. Podle dostupných informací, v tanzanských regionálních nemocnicích bylo upozorněno na velký nedostatek lůžek na jednotkách intenzivní péče extrémně nízký poměr lékařů, sester a záchranářů na pacienta a nedostatek zdrojů včetně kardiomonitorů, ventilátorů a infuzních pump. Nadace pro traumata mozku (Brain Trauma Foundation guidelines) má v rozvojových zemích za cíl identifikovat strategie, které jsou z hlediska zdrojů nejlepší a nákladově nejefektivnější a tím zlepšit kvalitu poskytované péče na jednotkách intenzivní péče a výsledky u pacientů s TBI v zemích s nízkými zdroji (Knettel, Knettel, et al., 2022, s. 1954-1960).

Od 90. let 20. století byla u více než 1000 pacientů použita mírná až středně těžká hypotermie. Tito pacienti splňovali kritérium těžké TBI a tato metoda byla použita v Číně, Evropě, Japonsku a USA. Stále jsou vedeny debaty o tom, zdali mírná až středně těžká hypotermie u těchto pacientů pomáhá ke zlepšení výsledků. Ukázalo se, že krátkodobá mírná hypotermie (méně než 48 hodin) nebyla účinná, protože docházelo ke zpětnému zvyšování ICP během ohřívací fáze, což by mohlo mít škodlivé účinky. Dlouhodobá hypotermie by mohla zabránit riziku opětovného zvýšení ICP (Jiang, Gao, et al., 2019, s. 291). Multicentrická randomizovaná kontrolovaná studie s 232 pacienty s těžkou TBI v USA a Kanadě použila krátkodobé léčebné metody (méně než 48 hodin) a mírnou hypotermii (33 °C). 2-5 hodin od úrazu nebylo zjištěno žádné zlepšení. Naproti tomuto faktu, randomizované kontrolované studie provedené v roce 2005 v Číně porovnávaly účinky dlouhodobé mírné (méně než 5 dní) a dlouhodobé chladové

terapie s normotermií. Tyto studie zjistily, že u pacientů s těžkou TBI dlouhodobá mírná hypotermie významně snížila intrakraniální tlak a zlepšila okysličení mozkové tkáně. Je pozoruhodné, že dlouhodobá mírná hypotermie přispěla ke zlepšení stavu těchto pacientů a nevedla k poklesu ICP a k závažným komplikacím, zejména k pneumonii. Nicméně údaje z těchto randomizovaných studií stále nejsou považovány za přesvědčivé (Jiang, Gao, et al., 2019, s. 291).

Náhodná podchlazení jsou v rámci polytraumatu velmi častá. Uvádí se, že až 66 % pacientů přijatých na oddělení urgentního příjmu pro závažná traumata trpí náhodnou hypotermií. Hypotermie je běžně definována jako pokles teploty tělesného jádra pod 35 °C, a dále se dělí na mírnou (35 °C–32 °C), středně těžkou (32 °C–28 °C) a těžkou (pod 28 °C). Náhodná hypotermie v rámci polytraumatu bývá obvykle spojena s horšími výsledky, včetně vyšší mortality a delšího pobytu na JIP, avšak u pacientů s TBI může být náhodná hypotermie výhodou. Předpokládá se, že hypotermie snižuje účinky sekundárního poškození mozku prostřednictvím mnoha mechanismů. Obecně zpomaluje metabolismus a snižuje mozku nároky na kyslík. Experimentální studie naznačují, že mírná hypotermie může zlepšit zánětlivou reakci po TBI. Zvířecí modely navíc odhalily sníženou mortalitu, lepší behaviorální výsledky a menší narušení hematoencefalické bariéry u zvířat, která byla po prodělání TBI vystavena mírné terapeutické hypotermii. V časopise *World Journal of Surgery* byla v roce 2020 provedena analýza, ve které byly hodnoceny důsledky náhodné hypotermie u traumatických pacientů a konkrétně u pacientů s traumatem mozku. Během analýzy bylo odhaleno, že náhodná hypotermie je významným prediktorem vyšší nemocniční úmrtnosti jak u pacientů s traumatem celkově, tak konkrétně u pacientů s TBI (Rösli, Schnüriger, et al., 2020, s. 4106-4117). Vzhledem ke vlivu hypotermie na mortalitu by měl být zajištěn dostatečně kvalitní tepelný komfort nejen v PNP, ale i časné nemocniční péči. Opatření k prevenci a léčbě hypotermie zahrnují odstranění mokrého oděvu, teplé prostředí, zahřívací přikrývky, termofolie, teplé parenterální tekutiny a vyvarování se zbytečné anestezie. Tyto techniky k zamezení hypotermie u pacientů s traumatem jsou součástí současných pokynů *Advanced Trauma Life Support (ATLS)* (Rösli, Schnüriger, et al., 2020, s. 4106-4117).

Mechanickým důsledkem traumatu je také porucha regulace hematoencefalické bariéry, což je součást sekundárního poranění po TBI. Nedávné studie osvětlily mechanismy narušení hematoencefalické bariéry při TBI, včetně nové intracelulární signalizace buněk a jejich

interakce mezi sebou. Narušení hematoencefalické bariéry je spojeno s horšími výsledky (Helton, Thomas, et al., 2022, s. 792-798).

Přibližně 10-15 % pacientů s těžkou TBI zůstává v kómatu nebo v nějaké formě vegetativního stavu. Randomizovaná studie zahrnovala 437 pacientů v kómatu a těžkou TBI. Prokázalo se, že u pacientů léčených pomocí stimulace pravého středového nervu (right median nerve stimulation) docházelo ke zvýšení průměrného skóre GCS a u většiny pacientů vedla tato technika k obnově vědomí. Nižší podíl pacientů skončil ve vegetativním (apalickém) stavu v porovnání s pacienty, kteří nedostávali pravostředovou vegetativní terapii. Stále ale nejsou oficiálně potvrzeny terapeutické účinky stimulace pravého středového nervu. Čínský výbor pro úrazy hlavy (The Chinese head trauma committee) doporučuje pravostrannou stimulaci středového nervu co nejdříve. Zejména na neurochirurgických jednotkách intenzivní péče. Argumentují tím, že forma léčby je bezpečná a může mít pouze terapeutický přínos (Jiang, Gao, et al., 2019, s. 291).

Dne 11. března 2020 byla organizací WHO vyhlášena pandemie v důsledku koronavirového onemocnění z roku 2019 (COVID – 19). Pandemie COVID-19 měla obrovské důsledky pro systémy zdravotní péče po celém světě. V norské studii z roku 2022 je zmíněno, že norská vláda vyhlásila 12. března 2020 několik omezujících opatření, aby předešla rozsáhlému propuknutí nákazy. Tato omezení vedla také k podstatnému omezení léčby traumat v Norsku. Léčba TBI byla označena za jednu z hlavních prioritních oblastí výzkumu v oblasti traumatologie. Cílem této studie bylo vyhodnotit dopad pandemie COVID- 19 na počet přijatých pacientů, míru úmrtnosti a propuštění pacientů s těžkým TBI na základě celostátních údajů z Norského národního traumatologického registru (Weber, Werner, et al., 2022, s. 452, 453.). Na základě shromážděných celostátních údajů z Norského národního traumatologického registru neměla opatření k omezení šíření a uzavření během pandemie COVID-19 vliv ani na počet přijatých pacientů, ani na úmrtnost traumatologických pacientů s těžkou TBI v Norsku. Lze tedy předpokládat, že kvalita péče o tento závažný úrazový stav nebyla pandemií COVID-19 významně ovlivněna. Z Norského registru úrazů bylo identifikováno celkem 522 pacientů s těžkou TBI, z nichž 387 (74,1 %) bylo v období před pandemií a 135 (25,9 %) v období pandemie. Výsledky u pacientů se v období před a po pandemií příliš nelišily. Délka pobytu v nemocnici se ale během pandemického období významně prodloužila. Závěr studie byl, že opatření a omezení během pandemie COVID-19 v Norsku neměla vliv na počet přijatých pacientů ani na úmrtnost pacientů s těžkým TBI.

Větší část z nich byla během pandemie propuštěna do domácí péče, ale počet pacientů propuštěných na specializovanou rehabilitaci zůstal nezměněn (Weber, Werner, et al., 2022, s. 453–455).

2.2.1 Manitol u pacientů s traumatem mozku

Tento přípravek je čirý bezbarvý roztok, nejčastěji v 15 a 20 % koncentraci. Mezi indikace použití tohoto přípravku patří právě i mozkové trauma. Zejména se jedná o léčbu mozkového edému a snahu o snížení ICP. Výběr konkrétní koncentrace, dávky a rychlosti podávání manitolu závisí na mnoha faktorech. Zejména na věku, hmotnosti a klinickém stavu pacienta. SÚKL upozorňuje, že při použití manitolu může dojít k anafylaktické reakci, která může mít fatální následek. Dále hrozí riziko hyponatrémie nebo hyperkalémie (Státní ústav pro kontrolu léčiv, 2021, s. 1-7).

Mnohá neurochirurgická onemocnění, zejména kraniocerebrální traumata, mohou způsobit edém mozku a následně vést ke zvýšení nitrolebního tlaku. Zvýšený ICP je považován za hlavní příčinu úmrtí u pacientů s akutním edémem mozku. Účinnost manitolu jako často používaného léku ke snížení tohoto tlaku je všeobecně známá, nicméně se stále více projevují závažné nežádoucí účinky, jako je třeba akutní renální insuficience. V klinické praxi se hypertonické roztoky používají stále častěji. V současné době se používají koncentrace hypertonického roztoku od 3,0 do 23,4 % a dávka roztoku se pohybuje od 1,0 do 4,0 ml/kg. Pokud je koncentrace příliš nízká, osmotický tlak je nedostatečný a výsledný léčebný účinek je neefektivní. Některé metaanalýzy spíše naznačují, že hypertonický roztok snižuje intrakraniální tlak lépe než manitol. Ve 4. vydání guidelines pro léčbu těžkého traumatického poranění mozku, které vydala Traumatic Brain Injury Foundation, se uvádí, že neexistuje dostatek důkazů ze srovnávacích studií, a žádné důkazy, které by podpořily použití jakéhokoli konkrétního hyperosmolárního léku u pacientů s těžkým TBI (Shi, Tan, et al., 2020, s. 1).

V roce 2020 byla v časopise *Medicine* vydána studie, zabývající se hypertonickými roztoky. Cílem této studie bylo porovnat účinky 3 % hypertonického roztoku a 20 % manitolu u mozkového poranění. Souhrnně lze říci, že účinek 3 % hypertonického roztoku a 20 % manitolu na snížení ICP byl uspokojivý a rozdíl nebyl významný, ale účinek 3 % hypertonického roztoku na snížení intrakraniálního tlaku byl trvalejší a klinicky snadněji dosažitelný. V klinické praxi je při výběru manitolu nebo hypertonického roztoku pro léčbu

intrakraniální hypertenze nutné zohlednit také rychlost infuze, frekvenci a způsob podání, aby bylo dosaženo nejlepšího terapeutického účinku (Shi, Tan, et al., 2020, s. 1-6).

Anaesthesiology Intensive Therapy je polský lékařský časopis, ve kterém byl v roce 2018 publikován článek o podání a účinku krystaloidů u pacientů s TBI. U těchto pacientů je tekutinová terapie jednou z nejdůležitějších léčebných metod, protože hypo i hypervolémie mohou způsobit poškození. Hlavními cíli tekutinové terapie u pacientů s TBI je optimalizace mozkové perfuze a udržení adekvátní mozkové oxygenace. Současně je zásadní zabránit vzniku mozkového edému. Krystaloidy jsou nejčastěji podávanými tekutinami u pacientů s TBI. Rozdíly v jejich složení však mohou ovlivnit koagulaci, tonicitu plazmy a acidobazickou rovnováhu. Krystaloidy ovlivňují elektrolytovou, acidobazickou a osmotickou rovnováhu všech tělesných tekutin. Ideální krystaloidní roztok je často definován jako tekutina, která je podobná intersticiální tekutině a po i.v. podání by neovlivňovala elektrolytovou ani acidobazickou rovnováhu. I relativně malý objem (4 ml/kg) hypertonického fyziologického roztoku (3-7 %) může významně snížit ICP. Závěrem lze říci, že ačkoli se u pacientů léčených pro TBI v některých případech dává přednost balancovaným krystaloidům před fyziologickým roztokem, neexistuje dostatek důkazů, na jejichž základě by bylo možné doporučení učinit (Dabrowski, Woodcock, et al., 2018, s. 160-167).

2.2.2 Monitorace intrakraniálního tlaku

Monitorování ICP je v současnosti považováno za nedílnou součást klinické péče o pacienty s život ohrožujícím traumatickým poraněním mozku. Monitorace ICP je používána k upozornění před rozšiřujícími se intrakraniálními masivními lézemi a k prevenci příhod, které brání přísunu krve do mozku. Usnadňuje výpočet mozkového perfuzního tlaku (CPP) a odhad stavu mozkové autoregulace. Navzdory zdokonalujícimu se pokroku v měření ICP přetrvávají důležité kontroverze týkající se i základních aspektů měření ICP, včetně indikací k monitorování, prahových hodnot a léčby intrakraniální hypertenze. Další úsilí o rozšíření vědomostí týkající se monitorování ICP, souvisejících technologií a řízení zůstává v neurochirurgii a neurokritické péči vysokou prioritou. Poraněná tkáň často vykazuje krvácení a otok, čímž se zvětšuje její objem. Poraněný mozek je těmito procesy jedinečně ohrožen, protože se nachází v pevně ohraničeném prostoru lebky, kde se snadno rozvíjí kompartment syndrom. Zvýšení tlaku uvnitř lebky může způsobit herniaci mozkové tkáně, zatímco generalizované zvýšení může bránit přítoku kyslíku a živin do poraněného mozku.

Přestože mnoho zásadních otázek čeká na své vyřešení, dochází k pokroku v pochopení, měření a léčbě nitrolební hypertenze (Hawryluk, Citerio, et al., 2022, s. 1471).

Zvýšení ICP není pouze ukazatelem závažnosti poranění. Bez léčby může být akutní intrakraniální hypertenze rychle fatální. Jednak z důvodu herniace mozku a komprese mozkového kmene, anebo kritického snížení CPP vedoucího ke globální mozkové ischemii. Zásadní analýza založená na databázi Traumatic Coma Data Bank ukázala, že dlouhodobé hodnoty ICP vyšší než 20 mmHg jsou spojeny s nepříznivým výsledkem. V multicentrické studii 407 pacientů s TBI bylo prokázáno, že ICP refrakterní (nereagující) na léčbu je spojen s horším šestiměsíčním výsledkem. ICP nereagující na léčbu může být řešena i dekompresivní kraniektomií. Bylo dokázáno, že při provedení dekompresivní kraniektomie a kontrole ICP se mortalita snižuje. Je tedy nesporné, že elevace hodnot ICP je škodlivá. Například při mozkové smrti, kdy ICP převyšuje arteriální tlak, je bráněno intrakraniálnímu průtoku krve. Nepochybně i méně extrémní hodnoty ICP, které bezprostředně nevedou ke smrti mozku, jsou spojeny s poškozením v důsledku zhoršeného přísunu živin do mozku, ačkoli příslušná prahová hodnota ICP zůstává nejasná. Vzhledem k mnoha nevyřešeným otázkám by však každý aspekt monitorování ICP měl zůstat vysokou prioritou pro další studie (Hawryluk, Citerio, et al., 2022, s. 1472, 1478).

2.3 Význam a limitace dohledaných poznatků

Vývoj v léčbě různých akutních stavů je v současné západní medicíně velmi dynamický. Celosvětově je snaha léčbu co nejvíce zdokonalovat, k čemuž v moderní medicíně pomáhají doporučené postupy a “evropské standardy“ (tzv. guidelines). Výjimkou samozřejmě nejsou traumatická poranění mozku a ani těžká kraniotraumata, která jsou častou příčinou úmrtí. Přestože se zdravotnický záchranář v praxi nemusí s těmito stavy setkávat běžně, jedná se o jeden ze základních aspektů urgentní medicíny v traumatologii a v rámci celkového traumatu (polytraumatu) by měl být na tyto stavy bezpodmínečně připraven, a to jak v přednemocniční, tak i v nemocniční péči. Stejně tak by se měl orientovat alespoň v základním prvotním ošetření a léčbě těchto stavů, k čemuž slouží již zmiňované doporučené postupy – guidelines. Nejvíce validních informací bylo dohledáno ze zahraničních článků a studií. Do většiny studií byl zahrnut poměrně velký počet respondentů, což zajišťuje vyšší validitu výsledků. Klíčové ke zkvalitňování péče je plně eliminovat zastaralé a neefektivní způsoby léčby (léky, léčebné postupy, zdravotnickou techniku). Docílit těchto výsledků můžeme prostřednictvím tzv. standartizace zdravotní péče.

Význam této přehledové bakalářské práce, zabývající se traumatickým poraněním mozku, který představuje celosvětový problém, spočívá v sumarizaci a předložení aktuálních poznatků a postupů v ošetření a léčbě pacienta s traumatickým poraněním mozku. Bakalářská práce se opírá o klinické odborné studie a články. Obsah práce může posloužit jako cenný zdroj informací nejen pro zdravotnické záchranáře, ale i pro další lékařský či nelékařský zdravotnický personál.

TBI je v medicíně bezpochyby velkým tématem pokrokových výzkumů a studií. Ovšem i toto odvětví má při tvorbě bakalářské práce své limitace. Naprostá většina studií byla tvořena v rámci nemocniční péče o pacienta s TBI. Limitací je tedy nedostatek studií zaměřených na PNP a také to, že některé studie porovnávají poměrně malý vzorek pacientů, což by mohlo snížit jejich konečnou výpovědní hodnotu. Dalším limitem je, že výzkum probíhal v mnoha případech pouze v jednom zdravotnickém zařízení. Provést výzkum ve více zdravotnických zařízeních by zvyšovalo validitu výsledků. Z 32 dohledaných dokumentů bylo použito pouze 5 českých. Limitací je tedy i nedostatek validních zdrojů v rámci České republiky. Další limitací práce je také významná heterogenita (nestejnorodost) dostupných studií. Dále by ve studiích bylo vhodné zohlednit více kritérií a nejenom pouze mortalitu jako to bylo ve většině předložených studií.

Závěr

Přehledová bakalářská práce sumarizuje aktuální dohledané poznatky o traumatickém poranění mozku. Trauma mozku představuje medicínský problém napříč celým světem. O tomto faktu svědčí i velká incidence s uvedeným poraněním, která se pohybuje každoročně okolo 10 milionů. Práce je rozdělena do dvou dílčích cílů, pojednávajících o přednemocničním a nemocničním ošetření a léčbě z pohledu zdravotnického záchranáře. Práce má za cíl podat komplexní přehled informací a poznatků o možných komplikacích a následcích traumatu mozku. Jedná se o téma, které je v moderní medicíně velmi diskutované.

V rámci prvního cíle byly vyhledávány a sumarizovány aktuální poznatky o přednemocniční neodkladné péči u pacientů s TBI z pohledu zdravotnického záchranáře. V rámci tohoto cíle byl uveden algoritmus A-B-C-D-E, podle kterého zdravotnický záchranář v PNP postupuje. Velká část prvního cíle se zabývala transportem pacientů do zdravotnického zařízení. Zejména pak ve srovnání pozemních a leteckých záchranných služeb. Kontroverzní se jeví tematika metody „scoop and run“ a „stay and play“. Každá s sebou nese svoje výhody, ale i nevýhody. Velmi diskutované téma je také užití ketaminu u pacientů s mozkovým traumatem. Aplikace tohoto léčiva by ovšem podle nejnovějších studií měla být u těchto pacientů bezpečná.

V druhém dílčím cíli byly dohledány aktuální informace o nemocniční neodkladné péči u pacientů s TBI z pohledu zdravotnického záchranáře. Cíl je zaměřen na nemocniční péči zejména na oddělení urgentního příjmu a intenzivních pracovištích, kde je zdravotnický záchranář kompetentní pracovat. První část druhého cíle byla věnována srovnání CT a MRI vyšetření. Obě metody jsou nezbytné při diagnostice traumatu mozku. Dále je v práci zmíněna antikoagulační léčba při TBI nebo poskytování nemocniční péče v rozvojových afrických zemích. V neposlední řadě se práce zabývá i vlivem hypotermie a ovlivnění ICP u pacientů s mozkovým traumatem, včetně monitorace.

Závěrem lze napsat, že se jedná o velmi závažné poranění s celosvětovou incidencí a kvalitní, neustále se vyvíjející léčba, je pro pacienty s TBI nezbytná.

Referenční seznam

AMMAR, Ahmed, 2022. Prehospital care for head trauma. *Asian Journal of Neurosurgery* [online]. **13**(03), 955-956 [cit. 2022-12-06]. ISSN 1793-5482. Dostupné z: doi:10.4103/1793-5482.238015

AUBUCHON, M. M. F., B. HEMMES, M. POEZE, J. JANSEN a P. R. G. BRINK, 2013. Prehospital care in patients with severe traumatic brain injury: does the level of prehospital care influence mortality? *European Journal of Trauma and Emergency Surgery* [online]. **39**(1), 35-41 [cit. 2022-12-26]. ISSN 1863-9933. Dostupné z: doi:10.1007/s00068-012-0218-6

BEKELIS, Kimon, Symeon MISSIOS a Todd A. MACKENZIE, 2015. Prehospital Helicopter Transport and Survival of Patients With Traumatic Brain Injury. *Annals of Surgery* [online]. **261**(3), 579-585 [cit. 2022-12-27]. ISSN 0003-4932. Dostupné z: doi:10.1097/SLA.0000000000000672

Calypsol, 2021. *Státní ústav pro kontrolu léčiv* [online]. 1-5 [cit. 2023-01-06]. Dostupné z: doi: sp.zn. sukls322748/2020

DĄBROWSKI, Wojciech, Tom WOODCOCK, Ziemowit RZECKI a Manu L.N.G. MALBRAIN, 2018. The use of crystalloids in traumatic brain injury. *Anestezjologia Intensywna Terapia* [online]. **50**(2), 150-159 [cit. 2023-01-27]. ISSN 1731-2531. Dostupné z: doi:10.5603/AIT.a2017.0067

DWYER, Brigid a Douglas I. KATZ, 2018. Postconcussion syndrome. *Sports Neurology* [online]. Elsevier, 2018, 163-178 [cit. 2023-01-12]. Handbook of Clinical Neurology. ISBN 9780444639547. Dostupné z: doi:10.1016/B978-0-444-63954-7.00017-3

FERRY, Benjamin a Alexei DECASTRO, 2019. Concussion. *Europe PubMed Central* [online]. 7. February 2019 [cit. 2022-11-18]. Dostupné z: doi:30725702

GODOY, Daniel Agustin, Rafael BADENES, Paolo PELOSI a Chiara ROBBA, 2021. Ketamine in acute phase of severe traumatic brain injury “an old drug for new uses?”. In: *Critical Care* [online]. [cit. 2022-12-26]. ISSN 1364-8535. Dostupné z: doi:10.1186/s13054-02003452x

HAWRYLUK, Gregory W. J., Giuseppe CITERIO, Peter HUTCHINSON, Angelos KOLIAS, Geert MEYFROIDT, Chiara ROBBA, Nino STOCCHETTI a Randall CHESNUT, 2022. Intracranial pressure: current perspectives on physiology and monitoring. *Intensive Care Medicine*[online]. **48**(10), 1471-1481 [cit. 2023-03-16]. ISSN 0342-4642. Dostupné z: doi:10.1007/s00134-022-06786-y

HELTON, Matthew, Kevin THOMAS, Kevin SEXTON, Analiz RODRIGUEZ a Austin PORTER, 2022. Treatment Trends and Inpatient Mortality in Isolated Severe Traumatic Brain Injury Using the National Trauma Data Bank. *World Neurosurgery* [online]. **164**, e792-e798 [cit. 2023-01-29]. ISSN 18788750. Dostupné z: doi: 10.1016/j.wneu.2022.05.048

HUOVINEN, Antti, Ivan MARINKOVIC, Harri ISOKUORTTI, Antti KORVENOJA, Kaisa MÄKI, Taina NYBO, Rahul RAJ a Susanna MELKAS, 2022. Return to work after mild traumatic brain injury: association with positive CT and MRI findings. *Acta Neurochirurgica* [online]. **164**(7), 1707-1717 [cit. 2023-01-15]. ISSN 0942-0940. Dostupné z: doi:10.1007/s00701-022-05244-4

CHUDOMEL, Ondřej, Filip RŮŽIČKA, Milan BRÁZDIL, Petr MARUSIČ, Evžen RŮŽIČKA, Edvard EHLER a Josef BEDNAŘÍK, 2019. Mild traumatic brain injury management – consensus statement of the Czech Neurological Society CMS JEP. *Česká a slovenská neurologie a neurochirurgie* [online]. **82/115**(1), 106-112 [cit. 2022-11-16]. ISSN 12107859. Dostupné z: doi:10.14735/amcsnn2019106

JIANG, Ji-Yao, Guo-Yi GAO, Jun-Feng FENG, et al., 2019. Traumatic brain injury in China. *The Lancet Neurology*[online]. **18**(3), 286-295 [cit. 2023-01-16]. ISSN 14744422. Dostupné z: doi:10.1016/S1474-4422(18)30469-1

KATZ, Douglas I., Sara I. COHEN a Michael P. ALEXANDER, 2015. Mild traumatic brain injury. *Traumatic Brain Injury, Part I* [online]. Elsevier, 2015, (127), 131-156 [cit. 2022-11-19]. Handbook of Clinical Neurology. ISBN 9780444528926. Dostupné z: doi:10.1016/B978-0-444-52892-6.00009-X

KNETTEL, Brandon A., Christine T. KNETTEL, Francis SAKITA, et al., 2022. Predictors of ICU admission and patient outcome for traumatic brain injury in a Tanzanian referral hospital: Implications for improving treatment guidelines. *Injury* [online]. **53**(6), 1954-1960 [cit. 2023-01-17]. ISSN 00201383. Dostupné z: doi: 10.1016/j.injury.2022.03.043

KREITZER, Natalie, Kelly RATH, Brad G. KUROWSKI, Tamilyn BAKAS, Kim HART, Christopher J. LINDSELL a Opeolu ADEOYE, 2019. Rehabilitation Practices in Patients With Moderate and Severe Traumatic Brain Injury. *Journal of Head Trauma Rehabilitation* [online]. **34**(5), E66-E72 [cit. 2023-01-16]. ISSN 0885-9701. Dostupné z: doi:10.1097/HTR.0000000000000477

MAEGELE, Marc, Herbert SCHÖCHL, Tomas MENOVSKY, Hugues MARÉCHAL, Niklas MARKLUND, Andras BUKI a Simon STANWORTH, 2017. Coagulopathy and haemorrhagic progression in traumatic brain injury: advances in mechanisms, diagnosis, and management. *The Lancet Neurology* [online]. **16**(8), 630-647 [cit. 2023-01-17]. ISSN 14744422. Dostupné z: doi:10.1016/S1474-4422(17)30197-7

MANITOL 15 % VIAFLO, 2019. *Státní ústav pro kontrolu léčiv* [online]. 1-16 [cit. 2023-01-23]. Dostupné z: doi: Sp.zn. sukls226368/2019

MEENA, Ugan, Ashok GUPTA a Virendra SINHA, 2022. Prehospital care in traumatic brain injury: Factors affecting patient's outcome. *Asian Journal of Neurosurgery* [online]. **13**(03), 636-639 [cit. 2022-12-11]. ISSN 1793-5482. Dostupné z: doi:10.4103/1793-5482.238011

MOSCOTE-SALAZAR, Luis Rafael, Andres RUBIANO, Hernando Raphael ALVIS-MIRANDA, Willem CALDERON-MIRALDA, Gabriel ALCARA-CERRA a Amit AGRAWAL, 2018. Severe Cranioencephalic Trauma: Prehospital Care, Surgical Management and Multimodal Monitoring. *Bulletin of Emergency And Trauma* [online]. **4**(1), 8-23 [cit. 2022-12-11]. Dostupné z: doi:27162922

National Institute of Neurological Disorders and Stroke, February, 2020. *Traumatic Brain Injury*. Bethesda, Maryland: National Institute of Neurological Disorders and Stroke. ISSN 20-NS-2478. Dostupné také z: https://www.ninds.nih.gov/sites/default/files/migrate-documents/traumatic_brain_injury_htr_february_2020_508c_1.pdf

PÉLIEU, Iris, Corey KULL a Bernhard WALDER, 2019. Prehospital and Emergency Care in Adult Patients with Acute Traumatic Brain Injury. In: *Medical Sciences* [online]. Basel: Med Sci [cit. 2022-11-20]. ISSN 2076-3271. Dostupné z: doi:10.3390/medsci7010012

REGULI, Š, R LIPINA, J KRAJČA a P HANZLÍKOVÁ, 2013. Magnetická rezonance v diagnostice kraniotraumat – kazuistika. *Česká a slovenská neurologie a neurochirurgie* [online]. Ostrava, **2013**(6), 736-739 [cit. 2023-01-15]. ISSN 1803-6597. Dostupné z: <https://www.csnn.eu/casopisy/ceska-slovenska-neurologie/2013-6/magneticka-rezonance-v-diagnostice-kraniotraumat-kazuistika-41845>

RÖSLI, David, Beat SCHNÜRIGER, Daniel CANDINAS a Tobias HALTMEIER, 2020. The Impact of Accidental Hypothermia on Mortality in Trauma Patients Overall and Patients with Traumatic Brain Injury Specifically: A Systematic Review and Meta-Analysis. *World Journal of Surgery* [online]. **44**(12), 4106-4117 [cit. 2023-01-29]. ISSN 0364-2313. Dostupné z: doi:10.1007/s00268-020-05750-5

RUBENSON WAHLIN, Rebecka, Veronica LINDSTRÖM, Sari PONZER a Veronica VICENTE, 2018. Patients with head trauma: A study on initial prehospital assessment and care. *International Emergency Nursing* [online]. **36**, 51-55 [cit. 2022-12-10]. ISSN 1755599X. Dostupné z: doi: 10.1016/j.ienj.2017.10.001

RŮŽIČKA, Filip, 2019. *Listy klinické logopedie* [online]. **3**(2), 59-65 [cit. 2022-12-08]. ISSN 25706179. Dostupné z: doi:10.36833/kl.2019.035

SHI, Jiamin, Linhua TAN, Jing YE a Lei HU, 2020. Hypertonic saline and mannitol in patients with traumatic brain injury. *Medicine* [online]. **99**(35) [cit. 2023-01-23]. ISSN 0025-7974. Dostupné z: doi:10.1097/MD.00000000000021655

SUN, Hai, Navdeep S. SAMRA, Piyush KALAKOTI, et al., 2017. Impact of Prehospital Transportation on Survival in Skiers and Snowboarders with Traumatic Brain Injury. *World Neurosurgery*[online]. **104**, 909-918.e8 [cit. 2022-12-27]. ISSN 18788750. Dostupné z: doi: 10.1016/j.wneu.2017.05.108

TAYLOR, Christopher A., Jeneita M. BELL, Matthew J. BREIDING a Likang XU, 2017. Traumatic Brain Injury–Related Emergency Department Visits, Hospitalizations, and Deaths — United States, 2007 and 2013. *MMWR. Surveillance Summaries* [online]. **66**(9), 1-16 [cit. 2023-01-14]. ISSN 1546-0738. Dostupné z: doi:10.15585/mmwr.ss6609a1

Traumatic brain injury [online], 2021. Rochester, Minnesota, United States: Mayo Clinic [cit. 2022-11-16]. Dostupné z: <https://www.mayoclinic.org/diseases-conditions/traumatic-brain-injury/symptoms-causes/syc-20378557>

WANG, Zhe, Dellvin NGUONLY, Rebecca Y. DU, Roxanna M. GARCIA a Sandi K. LAM, 2022. Pediatric traumatic brain injury prehospital guidelines: a systematic review and appraisal. *Child's Nervous System* [online]. **38**(1), 51-62 [cit. 2022-12-27]. ISSN 0256-7040. Dostupné z: doi:10.1007/s00381-021-05364-9

WEBER, Clemens, David WERNER, Kenneth THORSEN a Kjetil SØREIDE, 2022. Health Care Implications of the COVID-19 Pandemic for Patients with Severe Traumatic Brain Injury—A Nationwide, Observational Cohort Study. *World Neurosurgery*[online]. **165**, e452-e456 [cit. 2023-01-17]. ISSN 18788750. Dostupné z: doi: 10.1016/j.wneu.2022.06.066

Seznam zkratek

ALS	advanced life support
ATLS	advanced trauma life support
ARO	anesteziologicko-resuscitační oddělení
BZP	benzodiazepiny
CDC	Centrum pro kontrolu a prevenci nemocí
CPP	mozkový perfuzní tlak
CT	výpočetní tomografie
DC	dýchací cesty
DKK	dolní končetiny
GCS	Glasgow coma scale
HKK	horní končetiny
ICP	intrakraniální tlak
i.m.	intramuskulárně
i.v.	intravenózně
JIP	jednotka intenzivní péče
LZS	letecká záchranná služba
MRI	magnetická rezonance
mTBI	lehké mozkové poranění (mild traumatic brain injury)
NACA	National Advisory Committee for Aeronautics
NTDB	National Trauma Data Bank
PNP	přednemocniční neodkladná péče
SpO ₂	saturace krve kyslíkem
TBI	mozkové poranění (traumatic brain injury)
VF	vitální funkce
WHO	Světová zdravotnická organizace
ZZS	zdravotnická záchranná služba