

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

Pavel Kunc

Přednemocniční péče u pacienta s poraněním mozku

Bakalářská práce

Vedoucí práce:
doc. MUDr. Pavel Dráč, Ph.D.

Olomouc 2022

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

Olomouc 29. dubna 2022

podpis

ANOTACE:

Typ závěrečné práce: Bakalářská

Téma práce: Přednemocniční péče u pacienta s poraněním mozku

Název práce: Management pacienta s traumatickým poraněním mozku v PNP

Název práce v AJ: Management of patient with traumatic brain injury in prehospital care

Datum zadání: 20.10.2021

Datum odevzdání: 29.4.2022

Vysoká škola, fakulta, ústav: Univerzita Palackého v Olomouci

Fakulta zdravotnických věd

Ústav zdravotnického záchranářství a intenzivní péče

Autor práce: Kunc Pavel

Vedoucí práce: doc. MUDr. Pavel Dráč, Ph.D.

Oponent práce:

Abstrakt v ČJ: Přehledová bakalářská práce se zabývá problematikou zajištění pacienta s traumatickým poraněním mozku v přednemocniční neodkladné péči. Prezentuje aktuálně dohledané poznatky z posledních let týkající se možností vyšetření pacienta a jeho následného zajištění. V úvodní kapitole je věnována pozornost kompletnímu managementu v jednotlivých krocích podle algoritmu ABCDE, a to od zajištění dýchacích cest, přes tekutinovou léčbu až po konečný transport do traumacentra. V dalších podkapitolách se pak práce věnuje jednotlivým dílčím cílům: způsobům neurologického zhodnocení pacienta a jednotlivým terapeutickým výkonům. Pro základní neurologické vyšetření je stále GCS ideální hodnotící nástroj. A to jak z hlediska praktičnosti, tak i z hlediska kvality. Zajištění dýchacích cest u pacientů s traumatickým poraněním mozku je podle většiny studií přínosné, pokud se provede již v přednemocniční neodkladné péči. Záleží ovšem na faktorech jako je kvalita provedení, zkušenost zdravotnického pracovníka provádějícího výkon nebo třeba vzdálenost od nemocničního zařízení. V rámci tekutinové terapie a prevence edému mozku je pak vhodné využití jak osvědčeného manitolu, tak i hypertonického roztoku NaCl. Poznatky byly dohledány v zahraničních databázích (EBSCO, PubMed, Google Scholar, Web of science, Science direct).

Abstrakt v AJ: This survey thesis concerns with a management of a patient with traumatic brain injury in prehospital care. It presents recent studies from past few years on the mentioned topic. Complete management according to ABCDE algorithm is mentioned in the opening chapter. In following chapters, the attention is focused on specific interventions, such as airway

management, fluid therapy and basic neurological examination. Regarding a neurological examination, GCS is still valid and precise tool for predicting patient's outcome. Intubation in pre-hospital care is according to most of the recent studies beneficial for patients, but other factors such as skill and distance from the hospital must be taken into consideration. For keeping adequate blood pressure and treatment of brain oedema, either mannitol or hypertonic saline can be used, as both of them are equally beneficial and none of them was found to be better. All studies were searched in online databases such as EBSCO, PubMed, Google Scholar, Web of Science or Science direct.

Klíčová slova v ČJ: traumatické poranění mozku, přednemocniční péče, management, Glasgow Coma Scale, GCS, FOUR, intubace, tekutiny, krystaloidy, manitol

Klíčová slova v AJ: traumatic brain injury, prehospital care, management, Glasgow Coma Scale, intubation, GCS, FOUR, fluids, crystalloids, mannitol

Rozsah: 32 stránek /0 příloh

Obsah

Úvod	6
Seznam použité literatury	7
1. Popis rešeršní činnosti	8
2. Základní zajištění pacienta s traumatickým poraněním mozku v PNP	10
2.1. Zhodnocení stavu pacienta s podezřením na traumatické poranění mozku v PNP	13
2.2. Možnosti terapie u pacienta s traumatickým poraněním mozku v PNP	17
2.3. Význam a limitace dohledaných poznatků	26
Závěr	28
Referenční seznam.....	29
Seznam zkratk.....	32

Úvod

Poranění mozku způsobená traumatem jsou jednou z nejčastějších příčin úmrtí v evropských zemích. Celosvětově postihují až 10 miliónů lidí ročně a nepředstavují tak pouze zdravotnický, ale i socioekonomický problém. Podle Pélieu et al. se počet pacientů s traumatickým poraněním mozku v Evropě pohybuje ročně až kolem 1 milionu, kdy až 50 tisíc pacientů umírá a asi 10 tisíc pacientů má trvalé následky (Pélieu et al., 2019, s. 1). Asi polovina pacientů s traumatickým poraněním mozku umírá v prvních dvou hodinách. K poškození mozku nedochází pouze vlivem samotného traumatu, ale i díky sekundárnímu poranění, které značně zvyšuje mortalitu a morbiditu pacientů. Sekundární inzulty jako hypotenze nebo hypoxie jsou však často ovlivnitelné, a proto je správný přístup v přednemocniční neodkladné péči k takto poraněným pacientům klíčový (Badjatia et al., 2009, s. 2). Pro přednemocniční péči jsou zároveň specifické limitace v diagnostice a v terapeutických postupech. V případě, kdy má zdravotnický pracovník podezření na traumatické poranění mozku, je třeba postupovat rychle a systematicky, aby se pacient dostal co nejdříve do místa definitivního ošetření (Watson et al., 2020, s. 282). V roce 2009 byla vydána doporučení pro ošetření pacienta s traumatickým poraněním mozku. Nízká kvalita studií, na kterých byly dané postupy pro management pacienta založeny však neposkytovala dostatečnou validitu a doporučení proto nenašla patřičného využití. (Badjatia et al., 2009, s. 1). Dodnes tedy neexistuje obecná shoda v postupech při ošetření pacienta s traumatickým poraněním mozku v přednemocniční neodkladné péči. Proto jsem si položil otázku: Co říkají nejnovější validní studie o přístupu k pacientovi s traumatickým poraněním mozku v přednemocniční neodkladné péči?

Hlavním cílem této přehledové bakalářské práce je sumarizovat aktuálně dohledané poznatky o celkovém managementu pacienta s traumatickým poraněním mozku v přednemocniční neodkladné péči.

Díličními cíli jsou:

1. Sumarizace aktuálně dohledaných poznatků o možnostech zhodnocení neurologického stavu pacienta s podezřením na traumatické poranění mozku v přednemocniční neodkladné péči
2. Sumarizace aktuálně dohledaných poznatků o možnostech terapie u pacienta s traumatickým poraněním mozku v přednemocniční neodkladné péči

Seznam použité literatury

SMRČKA, Martin. 2001. *Poranění mozku*. Praha: Grada. ISBN 80-7169-820-2.

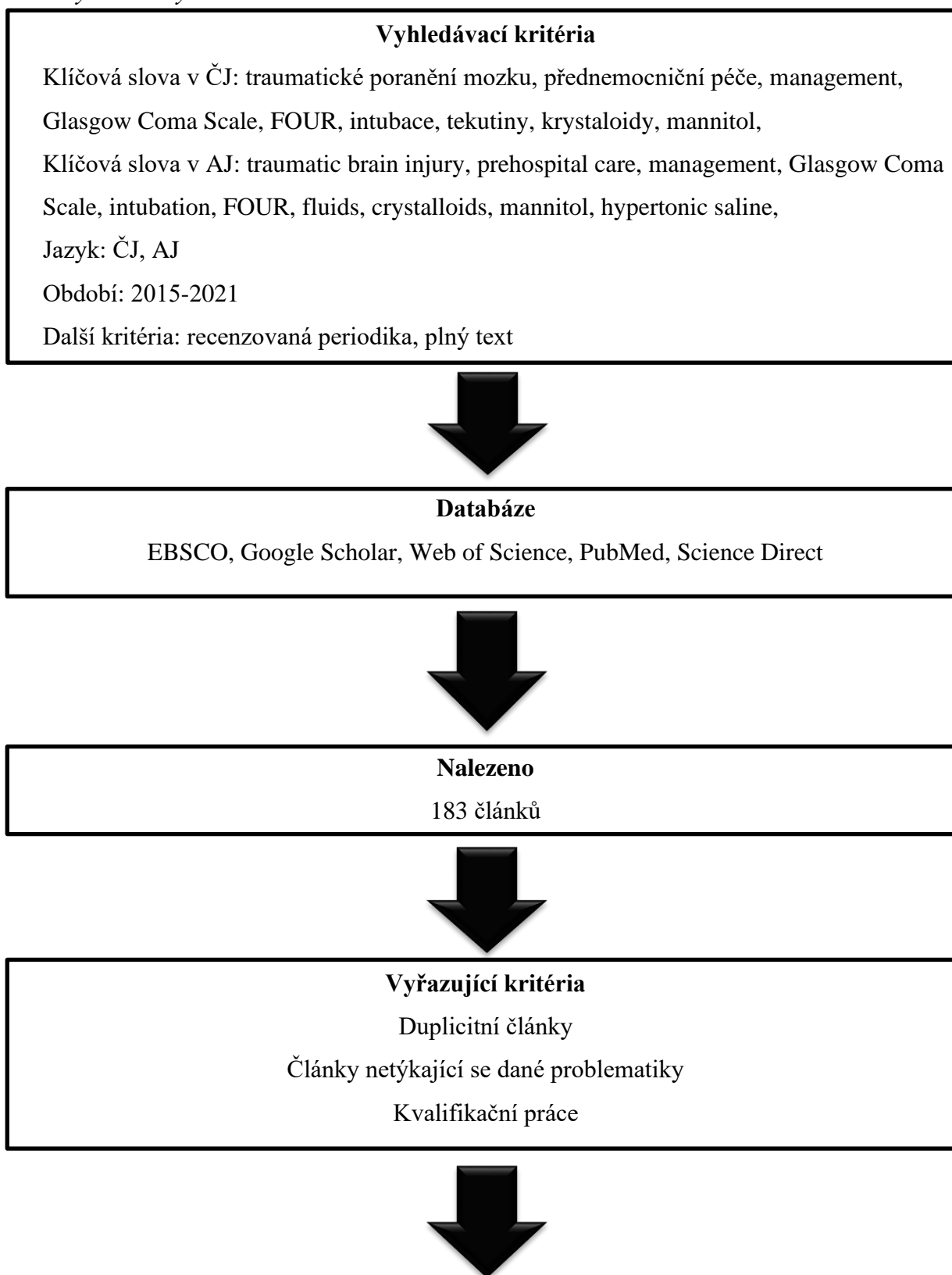
WATSON, X., THOMAS, T. a PUNTIS, M. 2020. *Traumatic brain injury: initial resuscitation and transfer*. *Anaesthesia & Intensive Care Medicine* [online]. 21(6), 282-284 [cit. 7.4.2022]. ISSN 14720299. Dostupné z: doi:10.1016/j.mpaic.2020.03.010

BADJATIA, N. et al. 2009. *Guidelines for Prehospital Management of Traumatic Brain Injury 2nd Edition*. *Prehospital Emergency Care* [online]. 12(sup1), S1-S52 [cit. 7.4.2022]. ISSN 1090-3127. Dostupné z: doi:10.1080/10903120701732052

PÉLIEU, I., KULL, C. a WALDER, B. 2019. *Prehospital and Emergency Care in Adult Patients with Acute Traumatic Brain Injury*. *Medical Sciences* [online]. 7(1) [cit. 7.4.2022]. ISSN 2076-3271. Dostupné z: doi:10.3390/medsci7010012

1. Popis rešeršní činnosti

Pro vyhledání validních informací byl použit standardní postup rešeršní činnosti s využitím zvolených klíčových slov.



Sumarizace využitých databází a dohledaných dokumentů

EBSCO – 3 zahraniční články

PubMed – 6 zahraničních článků

Web of Science – 4 zahraniční články

Google Scholar – 7 zahraničních článků

Science direct – 3 zahraniční články



Pro tvorbu této přehledové bakalářské práce bylo využito 23 článků

Kompletní soupis použitých zdrojů je uveden v referenčním seznamu

2. Základní zajištění pacienta s traumatickým poraněním mozku v PNP

Traumatické poranění mozku můžeme definovat jako změnu mozkové funkce důsledkem působení vnějších sil. Zahrnuje jak primární poškození, které se objevuje během traumatu, tak i sekundární poškození, které se dostavuje později, například, jako následek ischemie či edému mozku. Přednemocniční péče u takto poraněného pacienta se však zaměřuje čistě na prevenci sekundárního poranění (Marebian et al., 2017, s. 431). Samotná diagnostika poranění v přednemocničním prostředí je ovšem náročná, a ne vždy je traumatické poranění mozku odhaleno přímo na místě nehody. Obzvláště u starších lidí, kteří často trpí na pády v domácnostech, kde jsou sami. V ideálním případě je proto vhodné zajistit očitého svědka nebo alespoň znát mechanismus úrazu (Pélieu et al., 2019, s. 2) Co se týče už samotného přístupu k pacientovi, je vhodné postupovat podle univerzálního algoritmu ABC. V rámci algoritmu se pak u pacienta provádí jednotlivá vyšetření a život zachraňující intervence. U bodu A (airway) jsou hlavním cílem průchodné dýchací cesty. V bodě B (breathing) je důležité u pacienta zajistit dostatečnou oxygenaci a ventilaci a v bodě C (circulation) by měl být stabilizován krevní oběh. Užití algoritmu částečně zajišťuje, aby nebyly vynechány jednotlivé kroky a pacient tak byl kompletně vyšetřen (Rakhit et al., 2021, s. 129). Podle Pélieu et al. by hlavním cílem přednemocniční péče mělo být rychlé vyhodnocení stavu pacienta, jeho zajištění v bodech A, B a C a triáž do příslušného zařízení. Dále by mělo následovat neurologické vyšetření a poté vyšetření od hlavy až k patě a termomanagement (Pélieu et al., 2019, s. 7).

Pro traumatická poranění mozku však existují jistá specifika. Mezi první takové intervence se řadí imobilizace krční páteře. Přítomnost tohoto poranění je závislá na mechanismu úrazu. Proto v případě, kdy mechanismus úrazu není znám bychom měli krční páteř fixovat do doby, dokud není její poranění vyloučeno. Pro stabilizaci krční páteře je vhodná buď manuální in-line stabilizace (MILS) nebo použití krčního límce (Watson et al., 2020, s. 282). V rámci bodu A by u pacienta s traumatickým poraněním mozku měla proběhnout prvotní inspekce, tedy již zmiňované rychlé zhodnocení jeho stavu vědomí a identifikace. Vědomí je v bodě A hodnoceno hlavně kvůli riziku ohrožení dýchacích cest. Pokud je pacient při vědomí, riziko zneprůchodnění dýchacích cest je většinou malé. V takovém případě je bod A vyřešen a stačí podání kyslíku o vysokém průtoku obličejovou maskou. Podání kyslíku je indikováno u pacientů se saturací O₂ pod 90 %, s přítomnou cyanózou a u všech pacientů s potenciálním traumatickým poraněním mozku. Pokud je ovšem vědomí pacienta narušeno, je potřeba se zaměřit na případné zajištění dýchacích cest. V takovém případě by prvním krokem měl být

záklon hlavy pro zprůchodnění dýchacích cest. Pokud pacient po záklonu hlavy začne spontánně dýchat, je možné použít alternativní pomůcky pro zajištění dýchacích cest, jako jsou vzduchovody a eventuálně podporovat dýchání ambuvakem. V takovém případě je ovšem vhodné zajistit dýchací cesty definitivně, a to intubací. Po definitivním zajištění dýchacích cest pak následuje napojení na umělou plicní ventilaci.

V rámci bodu B je péče u pacientů s traumatickým poraněním mozku specifická pouze u těch, kteří jsou intubováni. Pro takto poraněné dospělé pacienty se nastavují standardní parametry ventilace, jako je 6-7 ml/kg dechového objemu, 10 dechů za minutu a EtCO₂ na hodnotu 35–45 mmHg (Dash a Chavali, 2018, s. 13). Podle Guidelines z roku 2017 není doporučeno používání profylaktické hyperventilace v rámci prevence vyhřeznutí mozku při zvýšeném nitrolebním tlaku (Carney et al., 2017, s. 9). Profylaktická hyperventilace je doporučena pouze v případech, kdy je vyhřeznutí mozku naprosto zřejmé, a i v takovém případě by se hodnota EtCO₂ měla udržovat na hodnotách od 30 do 35 mmHg.

Do bodu C spadá zajištění žilního vstupu, které je u pacientů s traumatickým poraněním mozku nezbytné, jelikož u všech takto poraněných pacientů se počítá s potřebou volumoterapie v rámci prevence hypotenze. Doporučená dávka pro intravenózní podání tekutin je 1 litr roztoku u dospělých a 20 ml/kg u starších dětí jako iniciální bolus. U pacientů, u kterých je pak přítomna hypertenze, je doporučeno podávání tekutin omezit na minimum. V rámci bodu C je také vhodné podání analgetik či sedativ. Sedativa jsou schopna snížit metabolický stres a tím i snížit spotřebu kyslíku tkáněmi. Konkrétně se však nedoporučuje profylaktické použití barbiturátů v rámci prevence zvýšení nitrolebního tlaku. Vhodné sedativum pro navození anestezie je pak například propofol (Dash a Chavali, 2018, s. 13-15).

Dále by mělo následovat detailní neurologické vyšetření, včetně vyšetření zornic pro upřesnění stavu pacienta a specifikaci další možné terapie (Pélieu et al., 2019, s. 6). Toto vyšetření spadá do bodu D (disability). V posledním bodě, v bodě E, se provádí vyšetření od hlavy až k patě pro odhalení jiných život ohrožujících zranění. Pacient je zároveň v tomto bodě svlečen a zajistí se jeho tepelný komfort. V rámci tohoto bodu by u suspektního traumatického poranění mozku měla být věnována extra pozornost vyšetření lebky a krční páteře. Pohmatem se zkouší celistvost lebky a pátrá se po možných zlomeninách. Pohledem se dále dají vyšetřit různé exkoriace či lacerace. Specifickými známkami je například brýlový hematoma. Ten se vyskytuje v oblasti oční orbity a bývá často spojen s frakturou báze lebny. S frakturou báze lebny může být také spojena ekchymóza v oblasti mastoideu. Pokud při zlomenině spodiny lebny dojde i k natržení tvrdé pleny mozkové, může se objevit výtok mozkomíšního moku z ucha či nosu. Stejně tak se může objevit výtok krve, který může být obecně způsoben například

zlomeninou lebky nebo poraněním bubínku (Davanzo et al., 2017, s. 1239-1241). Během vyšetření by měl současně probíhat i termomanagement pacienta. Už při mírné hypotermii může u pacientů s traumatickým poraněním mozku dojít ke zvýšené tvorbě edému mozku. Tím se pak výrazně zvyšuje mortalita a délka pobytu pacienta v nemocnici. V roce 2015 dokonce proběhla studie od Andrewse et al., zabývající se spojitostí mezi hypotermií a výsledným stavem pacienta. Z důvodu rizika poškození pacienta při navození či neléčení hypotermie byla však studie ukončena. Jasně stanovisko pak na základě studií vydala Brain Trauma Foundation, kdy profylaktická hypotermie není doporučována pro přednemocniční neodkladnou péči (Dash a Chavali, 2018, s. 17). V neposlední řadě je pak v rámci přednemocniční péče řešen transport pacienta. V tomto ohledu je třeba zvažovat dva aspekty. Způsob přepravy pacienta a kam bude pacient směřován. Co se týče místa, kam bude pacient směřován, má zdravotník na místě převážně dvě možnosti. Transport do traumacentra nebo transport do spádové nemocnice (Pélieu et al., 2019, s. 4). Pro určení, zda je pacient indikován k transportu do traumacentra se dnes v České republice používají indikační kritéria převzatá od American College of Surgeons. Pokud je pacient pozitivní alespoň v jedné ze tří hlavních kategorií, je indikován k transportu do specializovaného traumacentra. První kategorií jsou fyziologické ukazatele (vědomí, tlak a dechová frekvence), druhou kategorií jsou specifická anatomická poranění a třetí kategorií je mechanismus úrazu (Věstník ministerstva zdravotnictví ČR, 2018, s. 62). Obecně jsou to však všichni pacienti se středně těžkým nebo těžkým poraněním mozku. Možnosti, jak přepravit pacienta do zdravotnického zařízení existují dvě: pozemní transport nebo transport leteckou záchrannou službou. Volba vhodného dopravního prostředku má jistý vliv na pacientův výsledný stav. Studie, které se zabývaly spojitostí mezi způsobem transportu a výsledným stavem pacienta, se ve většině případů přikláněly k možnosti transportu leteckou záchrannou službou (Pélieu et al., 2019, s. 4). Z pohledu zdravotnického záchranáře je však vhodné využít indikační kritéria vydané společností urgentní medicíny a medicíny katastrof, aktualizované v roce 2021. Kritéria stanovují, že leteckou záchrannou službu lze využít v případech bezprostředního rizika selhání či selhání vitálních funkcí za předpokladu, že letecký transport výrazně zkrátí dojezdový čas oproti pozemní posádce do zdravotnického zařízení či do specializovaného zařízení jako je traumacentrum (SUMMK ČLS JEP, 2018, s. neuvedena). Přednemocniční péče u pacienta je pak ukončena jeho předáním v nemocničním zařízení.

2.1. Zhodnocení stavu pacienta s podezřením na traumatické poranění mozku v PNP

Vyhodnocení stavu pacienta s traumatickým poraněním mozku je základem pro určení správného terapeutického postupu. Celosvětově se pro hodnocení takového pacienta nejčastěji využívá tzv. Glasgow Coma Scale (GCS) v kombinaci s vyšetřením pupilárního reflexu. Škála je hojně využívána jako určitý ukazatel funkce mozku, díky kterému se dá rozlišit závažnost poškození mozkové tkáně. Podle výsledné hodnoty se poté volí přístup k terapii a stejně tak se dá odhadovat i možná prognóza. Samotná škála číselně vyhodnocuje konkrétně 3 specifické aspekty pacientova vědomí: oční (za 4 body), slovní (za 5 bodů) a motorickou odpověď (za 6 bodů) (Brennan et al., 2018, s. 1613). Při plném vědomí dosahuje pacient hodnoty 15, zatímco pacient s těžkou poruchou vědomí dosahuje nejnižšího skóre 3. Podle výsledného skóre lze poté pacienty rozdělit do 3 skupin, a to na to pacienty s lehkým poraněním, s GCS do 13 bodů, na pacienty se středně těžkým poraněním, s GCS 12–9 bodů, a pacienty s těžkým poraněním s GCS pod 8 bodů, které zároveň odpovídá ve většině případů hlubokému kómatu (Wells et al., 2021, s. 471). Toto hodnocení je následně doplněno o vyšetření zornic, kde se sleduje, zda zornice správně reagují na osvit stažením a zda je případná porucha reaktivity zornic unilaterální nebo bilaterální.

„Glasgow Coma Scale je považováno za zlatý standard pro hodnocení bezvědomí u pacientů s traumatickým poraněním mozku“. Díky své jednoduchosti a praktičnosti je GCS hojně upřednostňováno před ostatními hodnotícími škálami při hodnocení pacientů s traumatickým poraněním mozku. Ovšem i přes četné využití a schopnost poměrně přesně předpovědět možnou prognózu pacienta po traumatickém poranění mozku, má GCS jisté nevýhody (Saika et al., 2015, s. 1323). Podle studie z roku 2017 je největší problém u GCS v tom, že ve škále není zahrnuté vyšetření reflexů mozkového kmene jako je třeba otáčení hlavou ze strany na stranu pro vyšetření okulocefalického reflexu. Stejně tak škála nezahrnuje informace o stavu zornic, zda adekvátně a souměrně reagují obě na osvit. Takové vyšetření by mohlo poskytnout podrobnější informace o samotném poranění, jelikož dilatace zornice či anizokorie může být způsobena například vyhřeznutím spánkového laloku mozku. Mezi další slabiny se dá zahrnout nespolehlivost GCS u intubovaných pacientů. V tomto případě se jedná o fakt, že není zcela sjednocený názor, zda intubovaný pacient má mít GCS 3 nebo by se mělo přihlížet i na pacientův stav před intubací (Nair et al., 2017, s. 658). V posledním desetiletí byla proto snaha vymyslet různé alternativy za Glasgow Coma Scale jako Revised Trauma Scale,

Trauma Grading system či jiné. Tyto škály doplňovaly nedostatky, které GCS mělo, ale díky své složitosti a časté nepřehlednosti nedošlo k jejich globálnímu využití.

Už v roce 2005 však byla vyvinuta škála s názvem FOUR neboli Full Outline of UnResponsivness scale. Wijdicks ji vytvořil s úmyslem jednoduše hodnotit pacienty s poraněním mozku způsobené jak traumatem, tak i jinými vlivy. Jak už akronym FOUR naznačuje, škála se zaměřuje na vyšetření čtyř oblastí. První dvě oblasti vyšetřují u pacienta motorickou a oční reakci na oslovení či bolestivý podnět. Třetí oblast zjišťuje, zda jsou u pacienta výbavné reflexy mozkového kmene, zejména tedy pupilární a korneální. V poslední části se škála zaměřuje na to, zda pacient dýchá spontánně nebo jestli je zaintubován. V jednotlivých kategoriích škála hodnotí pacienty od 4 po 0 bodů, takže zdravý pacient při plném vědomí dosahuje skóre 16 a pacient se skóre 0 je v hlubokém bezvědomí (Sepahvand et al., 2016, s. 721). V porovnání s GCS se proto zdá FOUR poměrně všestrannější a i jednodušší, vzhledem k tomu, že je FOUR hodnoceno v každé kategorii čtyřmi body na rozdíl od GCS, které má každou ze tří kategorií obodovanou jinak. Poskytuje také dodatečné informace o pacientovi z neurologického hlediska a dokáže informovat i o konkrétních formách bezvědomí, jako je třeba myoklonický status epilepticus. Je to však více než 15 let, co bylo FOUR vytvořeno a stále se téměř nevyužívá a GCS tak nadále zůstává volbou číslo jedna. Proto bylo provedeno několik studií, které porovnávaly jak spolehlivost, tak i přesnost v předpovědi pravděpodobné prognózy pacienta mezi GCS a FOUR (Nair et al., 2017, s. 658). Stejně tak bylo vypracováno i několik studií, které se zabývaly jak vylepšením GCS, tak i faktory, které mají na přesnost GCS pozitivní či negativní vliv.

Konkrétně v roce 2018 byla vydána studie zabývající se interakcí mezi reaktivitou zornic a hodnotou GCS. Jejím hlavním cílem bylo zjistit, zda zkombinování GCS a vyšetření pupilárního reflexu do jednoho skóre poskytuje dodatečné informace o stavu pacienta. Pro analýzu byla využita data z CRASH a IMPACT studií. Obě studie obsahovaly informace o GCS, reaktivitě zornice a mortalitě pacientů. Z obou studií nakonec byla využita data o 15 900 pacientech. Autoři zjišťovali, jaký je vztah mezi výsledným stavem pacienta a GCS s reaktivitou zornic. Šlo pozorovat jasně viditelný trend, že se snižujícím se GCS se zvyšovala i mortalita pacientů. U spodní hranice se vyskytl paradoxní výsledek, kdy u pacientů s GCS 3 byla mortalita 51 %, zatímco pacienti s GCS 4 umírali v 54 % případů. Dále však se stoupajícím GCS se mortalita snižuje až na hodnotu 3 % u GCS 15. Stejný vývoj šlo pozorovat i u konečného stavu pacienta po 6 měsících, kdy pravděpodobnost pro nepříznivý stav u GCS 3 byla 70 % s regresí ke 12 % u GCS 15. Podobný trend se pak objevil i v případě reaktivity zornic ve vztahu k mortalitě pacienta. Tedy, že s horší reakcí zornic se výrazně zvyšovalo riziko

úmrť. U pacientů, u kterých při vyšetření nebyla pozorována patologie, byla mortalita 16 %, zatímco v případě, kdy pouze jedna zornice reagovala na osvit, se riziko úmrť více než zdvojnásobilo na 38 %. Pokud u pacientů nebyla pozorována žádná reakce zornic na osvit, jejich riziko úmrť se pohybovalo až kolem 59 %. Dále se už posuzovala interakce mezi GCS a vyšetřením pupilárního reflexu. Při GCS nad 13 bodů se pupilární reflex vytratil u 2,1 % pacientů, u GCS 9-12 to bylo u 5,5 % a při poklesu GCS pod 9 reflex vymizel až u 35,7 % pacientů. Zároveň se posuzovalo, zda se pupilární reflex vytrácel bilaterálně nebo unilaterálně. U pacientů s GCS 9-12 byl rozdíl ve ztrátě reaktivity minimální, konkrétně mělo unilaterální ztrátu 3,5 % pacientů a bilaterální 2,0 %. Větší rozdíl ovšem přišel u GCS pod 8, kdy ztráta pupilárního reflexu byla častěji bilaterální (22,2 %) než unilaterální (13,5 %). Při zkombinování dvou zmiňovaných vyšetření se však pouze zvýšila přesnost predikce mortality u nejnižší hodnoty GCS v kombinaci nereagujícími zornicemi z 51 % na 74 %. Stejně tak se i zvýšila pravděpodobnost pro nepříznivost konečného stavu ze 70 % při GCS 3 a obou zornicích bez reakce na 90 %. Zkombinovaná škála byla pojmenována GCS-P a její hodnotu lze odvodit odečtením počtu nereagujících zornic (0-2) od spočítané hodnoty GCS. Konečná hodnota tak může dosáhnout nejnižšího skóre jedna. Výsledná škála má takhle poskytovat celistvější obraz o stavu pacienta a má potenciál pro praktické využití v přednemocniční neodkladné péči (Brennan et al., 2018, s. 1614-1621).

Rozenfeld et al. v roce 2020 zjišťoval, zda má i věk určitý dopad na přesnost GCS v detekci traumatického poranění mozku. Ze studie vyplynulo, že s rostoucím věkem se postupně zvyšuje procento pacientů s traumatickým poraněním mozku, kteří dosahují GCS 15 a to bez ohledu na pohlaví pacienta. Studie ovšem neobjasnila, co je příčinou této odchylky. Na vině by mohla být například záměna příznaků traumatického poranění mozku se stařeckými změnami, jako je například demence. Proto je nutné při hodnocení GCS u pacientů s traumatickým poraněním mozku vždy přihlížet na jejich věk (Rozenfeld et al., 2020, s. 515-519).

Na tematiku porovnání GCS a FOUR byla v roce 2015 provedena studie, jejímž cílem bylo srovnat tyto dvě škály v jejich schopnosti předpovědět pravděpodobný stav pacienta po těžkém a středně těžkém traumatickém poranění hlavy. Pro studii bylo vyselektováno 138 pacientů, ať už se středně těžkým, nebo těžkým poraněním mozku. Z celkového počtu pacientů jich na následky svých poranění zemřelo 17. Hodnoty škál GCS a FOUR dosahovaly vyšších hodnot u lidí, kteří svá poranění přežili. Průměrné hodnoty GCS a FOUR byly u přeživších pacientů 10 a 12. U pacientů, kteří na následky svých poranění zemřeli byla průměrná hodnota GCS a FOUR 4,7 a 4,9. Je ovšem nutno podotknout, že průměrné hodnoty vychází z rozdílných

rozmezí, jelikož hodnoty GCS se mohou pohybovat od 3 do 15 a hodnoty FOUR od 0 do 16. Když se pak studie zaměřila na konkrétní hodnoty škál, tak u 7 pacientů bylo GCS 3. U stejných 7 pacientů byly hodnoty FOUR 2 (u třech pacientů), 3 (u jednoho pacienta) a 4 (u třech pacientů). Podobně jako v předešlém případě u 9 pacientů bylo FOUR u všech z nich do 5 bodů a GCS kromě dvou (kteří měli hodnoty GCS 4 a 5) dosahovalo hodnoty 3 a žádný z pacientů nepřežil. Tyto výsledky naznačují poměrně vysokou senzitivitu a dobrou korelaci mezi oběma škálami. Z následných grafů poté vyplívá, že výsledná senzitivita GCS je 98,3 %. Podobných čísel dosáhlo také FOUR se senzitivitou 97,5 %. Z hodnot tedy lze vyčíst, že v predikci mortality pacienta jsou na tom obě škály téměř totožně. Rozdíl se však projevil ve vlivu jednotlivých hodnotících komponent na úmrtnost. V případě FOUR žádná z jednotlivých komponent nebyla výrazně spojena s mortalitou, zatímco u GCS bylo nižší skóre u motorické složky větším předpokladem pro úmrtí pacienta. Ve výsledku studie neshledala větší rozdíly mezi spolehlivostí GCS a FOUR v hodnocení pacienta. I když FOUR podává více informací o neurologickém stavu pacienta, jako jsou například již zmiňované funkce mozkového kmene, tak GCS je stále schopno vyhodnotit pacienta se stejnou přesností i navzdory svým jistým nevýhodám (Saika et al., 2015, s. 1323-1328).

Pro porovnání byla na stejné téma provedena studie v roce 2016. GCS bylo srovnáváno s FOUR u pacientů s traumatickým poraněním mozku z hlediska své schopnosti předpovědět výslednou prognózu. Studie z Iránu zahrnovala informace o 198 pacientech z jednotek intenzivní péče. Jednalo se o pacienty starší 18 let, kteří přežili minimálně 24 hodin po přijetí do zdravotnického zařízení. Pacienti byli hodnoceni každý den jak škálou GCS, tak i FOUR. Z celkového počtu pacientů, 65,2 % přežilo a 34,8 % zemřelo. Při srovnání dvou škál v jejich schopnosti předpovědět smrt, a tedy pravděpodobnou diagnózu, byla senzitivita 76 % pro FOUR a 85 % pro GCS. Na druhou stranu specificita byla u FOUR 90 % a u GCS 83 %. FOUR je tedy horší ve schopnosti odhalit všechny pacienty, kteří na svá poranění umřeli, avšak pokud pacienti na svá zranění nepodlehli, tak v 90 % případu to FOUR odhalilo. Rozdíl oproti GCS je však markantní. Ovšem díky své jednoduchosti a schopnosti zhodnotit pacienta na ventilátoru, je FOUR podle Sepahvanda vhodným a validním nástrojem pro hodnocení pacientů na jednotkách intenzivní péče (Sepahvand et al., 2016, s. 720-724).

V roce 2017 se pak Nair spolu s kolegy v Indii rozhodl věnovat stejné tématice. FOUR a GCS bylo hodnoceno u 69 pacientů v rozmezí jednoho roku za účelem odhalit, zda je FOUR schopno kvalitně hodnotit pacienty s traumatickým poraněním mozku. Zahrnuti byli všichni pacienti s traumatickým poraněním mozku ve věkovém rozmezí 12-80 let. U těchto pacientů byly škály vyhodnoceny při přijetí do zdravotnického zařízení. Další hodnocení proběhlo po 1

a následně po 6 hodinách. Pro konečné srovnání byl ve výsledcích použit Pearsonův koeficient korelace, který pozoruje, jak silná je vazba mezi dvěma danými hodnotami. Čím více se koeficient blíží hodnotě 1, tím větší je podobnost. Podle koeficientu byla podobnost GCS a FOUR u pacientů s těžkým poraněním mozku 0,83 při přijetí, 0,78 po hodině a 0,91 po 6 hodinách. Pro středně těžká poranění dosahoval koeficient korelace hodnot 0,76, 0,85 a 0,98 při přijetí, po 1 a po 6 hodinách. Pro úplně všechny pacienty byly pak hodnoty koeficientu 0,94 při přijetí, 0,96 po hodině a 0,98 po 6 hodinách. Tyto hodnoty tedy naznačují velkou podobnost mezi GCS a FOUR v hodnocení pacientů s poraněním mozku. FOUR je tedy i podle této studie velmi schopným a efektivním nástrojem pro iniciální zhodnocení pacienta s traumatickým poraněním hlavy a lze jej tak využít při managementu traumatického poranění mozku pro specifikování dalších terapeutických postupů v rámci přednemocniční neodkladné péče. (Nair S.S. et al., 2017, s. 656-661)

2.2. Možnosti terapie u pacienta s traumatickým poraněním mozku v PNP

Terapie u pacienta s traumatickým poraněním se soustřeďuje na prevenci sekundárního poranění mozku, které může nastat jako následek hypoxie, hypotenze a edému mozku. Především hypotenze má pak na prognózu pacienta velmi negativní efekt. V přednemocniční péči se však dají všechny tyto následky do určité míry ovlivnit (Bergmans et al., 2020, s. 2356). Konkrétně s hypotenzí je totiž spojen i perfuzní tlak mozku, který může klesat jako důsledek kompenzačního mechanismu při zvýšeném nitrolebním tlaku po traumatickém poranění mozku. Při sníženém perfuzním tlaku mozku pak dochází k jeho nedostatečnému zásobení kyslíkem a mozek tak může postupně podléhat ischemii, čímž se výrazně zhoršuje výsledná prognóza pacienta. Hypotenze je obecně definována jako hodnota systolického tlaku pod 90 mmHg. Studie od Shibashi et al. však naznačila, že hranice pro udržení systolického tlaku by se měla pohybovat až kolem hodnoty 110 mmHg. Při těchto hodnotách se pak snižuje mortalita pacienta (Shibahashi et al., 2021, s. 504-510). Nejčastěji se pro odvrácení hypotenze v přednemocničním prostředí volí tekutinová léčba. O její účinnosti se v současnosti nijak nepochybuje. Co ale zůstává předmětem debaty je volba ideálních přípravků.

Krystaloidní roztoky jsou pro tekutinovou léčbu obecně považovány za volbu číslo jedna. Nejčastěji to tedy bývají izotonické roztoky 0,9% NaCl (fyziologický roztok) či Ringer laktát. Pro terapii traumatického poranění mozku se pak mohou dodatečně využívat hypertonické roztoky 3% nebo 5% NaCl. V roce 2020 byl však vydán přehled, který poukazoval na jisté nevýhody terapie krystaloidy. Hlavním předmětem této studie bylo zjistit,

zda má volba krystaloidního přípravku nějaký vliv na výsledný stav pacienta a zda jsou vhodné v kombinaci s koloidními přípravky. Studie byla složena ze dvou meta-analýz, ve kterých bylo obsaženo 6 článků a ze systematického přehledu, který ve výsledném součtu obsahoval 12 článků. Těchto 12 článků obsahovalo data o 3253 pacientech. 11 článků porovnávalo hypertonické roztoky NaCl v kombinaci s dextransy (i bez nich) s normotonickými krystaloidy. Poslední studie pak porovnávala Ringer laktát s fyziologickým roztokem. Z hlediska šance na přežití nebyl shledán žádný zásadní rozdíl mezi léčbou hypertonickými krystaloidy a fyziologickým roztokem u 11 z 12 studií. U 12. studie, která porovnávala Ringer laktát s fyziologickým roztokem byla vyzorována vyšší mortalita v rozmezí 30 dnů u léčby Ringer laktátem oproti fyziologickému roztoku, a to až o 22 %. Současně s přehledem byly provedeny v rámci studie ještě dvě meta-analýzy. První zahrnovala 5 studií porovávajících léčbu hypertonickými roztoky NaCl v kombinaci s dextransy a léčbu fyziologickým roztokem. Druhá meta-analýza byla vytvořena ze 3 studií, kde byly porovnávány pouze hypertonické roztoky NaCl s fyziologickým roztokem a Ringer laktátem. Obě meta-analýzy však došly k závěru, že volba zmiňovaných přípravků pro tekutinovou léčbu nemá vliv na přežití pacienta. Studie nakonec poukazovala na nevýhody konvenčně využívaných krystaloidů, které mohou mít za následek hyperchloremickou acidózu, či vznik edémů. K výhodám pak řadí zmírnění otoku mozku při správném dávkování krystaloidů, a to díky schopnostem přesouvat tekutinu z intersticia. Protizánětlivý účinek pak taktéž napomáhá zmírnit edém mozku. Ve výsledku studie neshledala, že by volba terapie krystaloidním nebo koloidním přípravkem měla nějaký dopad na přežití pacienta s traumatickým poraněním mozku v přednemocniční neodkladné péči (Bergmans et al., 2020, s. 2356-2358).

Kromě krystaloidů a koloidních roztoků se však v přednemocniční péči u traumatického poranění mozku mohou využívat i osmotická diuretika, jako je třeba manitol. Ten je schopný svým anti-edematózním účinkem efektivně snížit nitrolební tlak a tím tak zlepšit pacientovi šance na přežití. V posledních letech se ovšem začaly řešit i nežádoucí účinky léčby manitolem, jako jsou akutní renální selhání či hypovolémie a s ní spojená hypotenze, která naopak při traumatickém poranění mozku značně zhoršuje pacientovy šance na přežití.

Zda mají tyto negativní účinky opravdu nějaký vliv na mortalitu pacientů s traumatickým poraněním mozku, zkoumala studie z roku 2018. Ta porovnávala manitol s hypertonickým roztokem NaCl, jakožto jeho možnou alternativu pro terapii zvýšeného nitrolebního tlaku při traumatickém poranění mozku. Pro samotnou meta-analýzu bylo vyselektováno 12 studií s celkovým počtem 438 pacientů. Počty pacientů v jednotlivých studiích se pohybovaly od 9 do 132, ale pouze jedna studie obsahovala data o více než 100

pacientech. Jako první meta-analýza porovnávala manitol a hypertonický roztok z hlediska jejich schopnosti snížit nitrolební tlak. Tento údaj byl obsažen v 11 studiích. Průměrný rozdíl hodnot maximálního snížení nitrolebního tlaku při srovnání manitolu a hypertonického roztoku byl -0,16, což nepoukazuje na významný rozdíl v efektivitě snižování nitrolebního tlaku mezi manitolem a hypertonickým roztokem. Dále byl manitol a hypertonický roztok srovnáván z hlediska dopadu na mortalitu pacienta. Data o mortalitě pacientů byla obsažena v 6 studiích. Sdružená hodnota relativního rizika smrti byla 0,78. Manitol ani hypertonický roztok tedy nemají výhodu z hlediska pozitivního dopadu na mortalitu pacienta. Nakonec bylo vyhodnocováno, zda jedna z látek zlepšuje výsledný neurologický stav pacienta. Za zlepšení neurologického stavu se považovalo, pokud měl pacient výsledné GCS na hodnotách 4 nebo 5 oproti počáteční hodnotě 3. Ani z těchto výsledků ovšem nebyl vypořádan žádný rozdíl mezi manitolem a hypertonickým roztokem. Závěrem této studie tedy je, že oba roztoky jsou na tom velmi podobně z hlediska schopnosti snižovat nitrolební tlak, mortalitu pacienta a zlepšovat jeho výsledný neurologický stav. Nedává tedy přesné doporučení, zda léčit zvýšený nitrolební tlak po traumatickém poranění mozku manitolem nebo hypertonickým roztokem NaCl (Gu et al., 2019, s. 499-508).

O rok později byla pro srovnání na stejné téma vytvořena další meta-analýza. Ta porovnávala u pacientů s traumatickým poraněním vliv terapie manitolem a hypertonickým roztokem na nitrolební tlak, mortalitu a konečný neurologický stav. Pro samotnou meta-analýzu bylo vyselektováno 12 studií. Celkem 6 studií z vybraného součtu obsahovalo data o mortalitě 318 pacientů. Byl vypořádan zanedbatelný sklon k nižší úmrtnosti po terapii hypertonickým roztokem. Ovšem jedna ze studií byla shledána jako zaujatá, jelikož pacienti s těžším poraněním mozku, kteří mají větší riziko smrti, byli léčeni hypertonickým roztokem. Pokud by tedy studie nebyla zahrnuta do meta-analýzy, šlo vypořádat statisticky významný rozdíl v úmrtnosti pacienta ve prospěch hypertonického roztoku. Dále se meta-analýza zaměřila na výslednou prognózu pacientů. Tyto informace byly obsaženy v 6 studiích o 310 pacientech. V tomto ohledu ovšem nebyl vypořádan žádný statisticky významný rozdíl ve prospěch manitolu či hypertonického roztoku. Meta-analýza porovnávala manitol a hypertonický roztok i v rámci jiných aspektů, jako jsou změny v nitrolebním tlaku v různých časových úsecích. Díky vysoké heterogenitě a nízkému počtu studií však nebyly tyto informace dostatečně validní. V konečném součtu tedy meta-analýza neshledala žádný, statisticky významný rozdíl mezi terapií manitolem a hypertonickým roztokem a tím se tak shoduje s předešlou studií. Naznačila však, že terapie hypertonickým roztokem NaCl by pro pacienta mohla mít trochu větší přínos (Schwimmbeck et al., 2021, s. 10-8).

Zda je nějaký rozdíl mezi terapií manitolem a hypertonickým roztokem se rozhodla pozorovat i meta-analýza od Miyoshi et al. Ti se ve své práci zaměřili především na nitrolební tlak, který je úzce provázán s mortalitou a výslednou prognózou pacienta po traumatickém poranění mozku. Trend posledních let naznačuje, že by účinky hypertonického roztoku NaCl mohly mít větší přínos pro pacienta s traumatickým poraněním mozku než manitol. Stanovená kritéria pro meta-analýzu splnily 4 studie, prováděné mezi lety 2003 až 2016. Ve 4 vybraných studiích bylo analyzováno 125 pacientů. Pro hodnocení výsledného stavu byly následně využity pouze 3 studie s celkovým počtem 105 pacientů. Během pozorování zemřelo 16 pacientů z 50, kteří byli léčeni hypertonickým roztokem NaCl a 21 pacientů z 55 léčených manitolem. Z hlediska mortality jsou obě metody léčby téměř totožné. Z hlediska konečného neurologického stavu si však lépe vedli pacienti léčení manitolem. Rozdíl ovšem nebyl dostatečně významný. Roztoky byly také porovnávány z hlediska jejich efektu na nitrolební tlak. Ani v tomto aspektu se však oba způsoby léčby nelišily. Meta-analýza se tedy shoduje s předešlými studiemi v tom, že terapie manitolem nebo hypertonickým roztokem NaCl nemá významně rozdílný dopad na výsledný stav pacienta po traumatickém poranění mozku (Miyoshi et al., 2020, s. 1-8).

Mezi další faktory, které mohou zapříčinit sekundární poškození mozku patří již zmiňovaná hypoxémie (krevní saturace O₂ pod 90 %) a hyperkapnie (paCO₂ v krvi nad 5,8 kPa). Při hypoxémii dochází rychleji k ischemickému poškození mozku a následkem hyperkapnie vzniká vazodilatace, která může zesílit případné krvácení do mozku a zvýšit tak nitrolební tlak. Hypoxémie je u pacientů s traumatickým poraněním mozku považována za faktor, který negativně ovlivňuje mortalitu pacientů a zhoršuje jejich výsledný stav. Terapii hypoxémie je proto nutno zařadit mezi první kroky prováděné u pacienta s traumatickým poraněním mozku, a to již v přednemocniční péči (Choffat et al., 2019, s. 1-2). Pokud není hypoxémie upravitelná prostým podáním kyslíku a hrozí, že pacient neudrží zprůchodněné dýchací cesty, je na místě jejich zajištění.

Mezi další indikační kritéria pro zajištění dýchacích cest patří například hodnota GCS pod 9 bodů. Pokud pacient dosahuje hodnot pod 9 bodů, je s největší pravděpodobností v hlubokém bezvědomí a je tak indikován k zajištění dýchacích cest všemi dostupnými prostředky pro jejich zajištění. Proto je důležité výše zmiňované rychlé iniciální zhodnocení pacienta (Marebian et al., 2017, s. 431). Často je však potřeba zvážit i časový faktor. Jelikož je intubace poměrně složitý výkon, prodlužuje se čas pobytu na místě události a pacient se tak nemusí do zdravotnického zařízení dostat během „zlaté hodiny“. Pokud interval zlaté hodiny není dodržen, výrazně se zvyšuje riziko úmrtí pacienta. Naopak v případě, kdy je dojezdová

vzdálenost příliš velká a pacient je indikován k zajištění dýchacích cest, je doporučováno intubaci provést. Za fakt se ovšem považuje, že pokud je intubace prováděna špatně, pro pacienta to má spíše negativní efekt. Stále však není jednotný názor, zda je intubace v přednemocničním prostředí pro pacienta přínosná či ne (Rubenson Wahlin et al., 2018, 2).

Traumatické poranění mozku bývá také často doprovázeno i poraněním krční páteře, a to až 6 % případů. Zejména to platí u dopravních nehod. Proto je nutno dbát při intubaci na in-line stabilizaci krční páteře, aby se snížilo riziko poškození nervové soustavy. Před samotnou intubací je pak na místě u pacienta provést preoxygenaci (Dash a Chavali, 2018, s. 14-15). Samotná intubace mimo nemocnici se pak provádí buď v hlubokém bezvědomí nebo v lékově navozené anestezii. Intubace bez anestezie však bývá často obtížná a v horším případě může dojít u pacienta k hypertenzi a zvýšení nitrolebního tlaku (Gravesteijn et al., 2020, s. 506). Pro vedení anestezie jsou vhodné léky, které nezvedají nitrolební tlak. K takovým lékům můžeme řadit propofol či thiopental. Pro crush úvod do anestezie se pak navíc využívají myorelaxancia jako například succinylcholin. Po provedení intubace by měl být pacient ventilován podle určitých parametrů. Špatná volba parametrů může vyústit ve zvýšení nitrolebního tlaku nebo tkáňovou hypoxii. Parciální tlak CO₂ se standardně udržuje v hodnotách 34–48 mmHg. FiO₂ se upravuje podle pacientovy potřeby na základě hodnot saturace. PEEP na hodnotách 5-10 mmH₂O je dobré udržovat v rámci prevence plicní atelektázy (Dash a Chavali, 2018, s. 14-15).

Navzdory všem debatám však stále není jasno, jestli má intubace v přednemocničním prostředí nějaký benefit oproti intubaci v nemocničním zařízení. V roce 2017 provedli Denninghoff et al. randomizovanou ProTECT III studii, která porovnávala vliv intubace v nemocnici a mimo ni na mortalitu pacientů s traumatickým poraněním mozku. Data byla shromážděna ze 49 traumacenter ve Spojených státech a bylo vyselektováno 882 jednotlivců. Zahrnuti byli pacienti s traumatickým poraněním mozku a GCS 4-12. Za vyřazovací kritéria se považovalo GCS 3, zornice nereagující na osvit a dlouho trvající hypotenze. Pacienti pak byli hodnoceni pomocí Glasgow Outcome scale, která vyhodnocuje konečný stav pacienta po 6 měsících. Z celkového počtu 882 jedinců bylo zaintubováno v přednemocničním prostředí 349 pacientů. Zbýlých 533 pacientů intubaci mimo nemocnici nepodstoupilo. Ve skupině pacientů, kteří podstoupili intubaci mimo nemocnici, 80 % bylo transportováno do nemocnice letecky a 20 % po silnici. Naproti tomu, pacienti bez intubace byli transportováni do nemocnice v 91 % případů po silnici a jen v 8 % byli transportováni letecky (1 % není specifikováno). Co se týče výsledného stavu po 6 měsících, příznivá prognóza byla častější u pacientů se zajištěnými dýchacími cestami mimo nemocnici (57,3 %) než u pacientů bez intubace (46,0 %). Navíc u intubovaných pacientů byla nižší úmrtnost (13,8 %) než u pacientů bez zajištěných dýchacích

cest (19.5 %). Statisticky významné je i propojení mezi způsobem transportu pacienta do nemocničního zařízení a mortalitou. U pacientů převážených letecky byla mortalita 12,2 %, zatímco u pozemního transportu pacientů byla mortalita 20,3 %. Vzhledem k tomu, že na začátku byli vyloučeni pacienti s velmi nepříznivým stavem (GCS 3 a zornice bez reakce), byla v rámci studie provedena ještě sub-analýza. Ta z původního součtu zahrnovala 567 pacientů, jejichž GCS se pohybovalo mezi 4-8. 67 % pacientů s GCS 4-8, kteří podstoupili intubaci mimo nemocnici mělo příznivý stav po 6 měsících a 14 % pacientů zemřelo. Ze zaintubovaných pacientů s GCS 4-8 přepravovaných letecky mělo 68 % příznivý výsledný stav a 13 % umřelo. Ve studii byla ovšem zřetelná spojitost mezi intubací mimo nemocnici a typem transportu. Po rozdělení těchto dvou faktorů, riziko úmrtí pacientů zaintubovaných mimo nemocnici bylo až o 47 % nižší než u těch, kteří neměli zajištěné dýchací cesty. Co se týče transportu, pacienti převáženi letecky měli až 2,10krát vyšší šanci na přežití než pacienti transportovaní po silnici. Studie ještě zahrnuje další analýzy, které ovšem nejsou relevantní k této práci. Výsledky analýz tedy jednoznačně ukazují, že intubace v přednemocničním prostředí je spojena s nižší mortalitou pacientů a lepším výsledným stavem pacientů. Je však třeba zdůraznit, že velká většina intubovaných pacientů byla do nemocnice transportována letecky. Letecký transport pacientů byl sám o sobě spojen s nižší mortalitou a lepší prognózou. Ze studie tedy není zřejmé, zda má více pozitivní vliv na stav pacienta letecký transport nebo intubace v přednemocničním prostředí. Ze studie lze však bezpečně vyčíst, že pacienti s traumatickým poraněním mozku a GCS 4-12, kteří podstoupí intubaci mimo zdravotnické zařízení a jsou do něj transportováni letecky, mají větší šance na přežití než pacienti bez intubace, kteří jsou transportováni pozemně (Denninghoff et al., 2017, s. 539-544).

Další studie od Choffat et al. ze Švýcarska se zaměřila čistě na efekt intubace na pacienty s těžkým poraněním mozku v přednemocničním prostředí. Konkrétně na jejich výsledný stav. Jednalo se o celostátní studii sbírající informace z 11 traumacenter z celého Švýcarska. Zahrnuto bylo celkem 832 pacientů nad 16 let, kteří utrpěli traumatické poranění mozku. Z celkového součtu bylo 73,6 % pacientů muži. 432 pacientů (50,8 %) utrpělo traumatické poranění mozku po pádu, 277 (33,3 %) po dopravní nehodě a 132 (15,9 %) utrpělo poranění jiným způsobem. Z 255 pacientů, kteří svým zraněním podleli podstoupila většina z nich intubaci mimo nemocnici (164, 64,3 %). U těchto pacientů se zároveň často objevovaly negativní stavy, jako je třeba hypoxémie. Naproti tomu, z 577 pacientů, kteří svá zranění přežili, 203 (35,2 %) podstoupilo intubaci. Se zvýšenou mortalitou byly podle Coxova modelu spojeny hodnoty GCS pod 9, dále neadekvátní reakce zornic a vyšší věk. Sekundární inzulty jako hypotenze a hypoxémie pak byly méně časté u pacientů, kteří svá zranění přežili. Studie zároveň

ve svých analýzách porovnává intubaci v přednemocničním prostředí a její vliv na ISS (injury severity score), kterým je v této studii hodnocena závažnost stavu pacienta. Pacienti s ISS nad 25 měli mnohem větší riziko úmrtí. Ovšem u těchto pacientů přednemocniční intubace snížila riziko smrti až čtyřnásobně. Ve výsledku tedy studie potvrdila že GCS pod 9, špatná reakce zornic na osvit a ISS nad 25 jsou faktory úzce spojeny s mortalitou. Hlavním zjištěním této studie ovšem bylo, že intubace v přednemocniční neodkladné péči zvyšovala šance na přežití u pacientů s traumatickým poraněním mozku s ISS nad 25 (Choffat et al., 2019, s. 1-8).

Studie od Haltmeier et al. z roku 2017 přinesla však pro změnu protichůdné výsledky oproti předešlým dvou zmiňovaným studiím. Stejně jako u předcházejících studií bylo jejím cílem pozorovat vliv intubace v přednemocniční neodkladné péči na mortalitu pacientů s traumatickým poraněním mozku. Do retrospektivní studie z USA byli zahrnuti pacienti, kteří utrpěli izolované tupé traumatické poranění mozku mezi lety 2008-2012. Mezi zahrnutými kritérii dále patřilo GCS pod 9 a AIS pro hlavu (abbreviated injury score) >2 . Z těchto pacientů pak byly vytvořeny 2 skupiny: pacienti zaintubovaní před příjezdem do nemocnice a pacienti bez intubace před příjezdem do zdravotnického zařízení. Dle zadaných parametrů bylo vybráno 11 769 pacientů, kteří podstoupili intubaci před příjezdem do nemocnice a 15 945 pacientů, kteří do nemocnice dorazili bez zajištěných dýchacích cest. Pro dosažení maximální možné shody a vytvoření poměru 1:1, byli vybíráni pacienti zhruba ve stejné věkové kategorii s tolerancí ± 5 let, pacienti s hypotenzí (systolický tlak pod 90 mmHg) a jedinci se stejným typem poranění. V obou skupinách tedy činil konečný součet 8 139 pacientů. Tyto dvě skupiny pak byly porovnávány v několika kategoriích. V první kategorii byly porovnávány časové intervaly, než se pacienti dostali do nemocnice. Jedinci intubovaní v přednemocničním prostředí se do nemocnice dostali v průměru o 9 minut později než pacienti bez intubace. Dále bylo u obou skupin měřeno GCS a tlak po příjezdu na „emergency“. Nižší hodnoty GCS a hypotenze se vyskytovaly mnohem častěji u jedinců intubovaných před příjezdem do nemocnice. Průměrná hodnota GCS byla v této skupině o 2 body nižší než u pacientů bez zajištěných dýchacích cest mimo nemocnici. Co se týče výsledného stavu, tak skupina intubovaných mimo nemocnici měla v průměru o den delší dobu strávenou v nemocnici, o 0,4 dne delší dobu strávenou na ventilátoru a o 3,9 % vyšší nemocniční mortalitu. V podstatě ve všech kategoriích si pacienti se zajištěnými dýchacími cestami mimo nemocnici vedli hůře než pacienti bez intubace v přednemocničním prostředí. Prodloužený čas transportu do nemocnice a epizody hypotenze jsou dva důležité faktory, které jsou v této studii úzce provázány se zvýšenou mortalitou a zhoršeným výsledným stavem. Výsledky tedy jasně hovoří ve prospěch pacientů, kteří intubaci mimo nemocnici nepodstoupili (Haltmeier et al., 2017, s. 731-737).

Co se týče této konkrétní studie, je třeba myslet na fakt, že v USA se využívá Anglo-americký model „naložit a odvést“ („scoop and run“) a cílem je tak co nejrychlejší transport pacienta do zdravotnického zařízení. Částečně i z tohoto důvodu nejsou součástí posádky lékaři. Oba tyto faktory pak mohou přispívat k tomu, že úspěšnost a kvalita intubace je výrazně nižší v přednemocniční péči. (Tintinalli et al., 2010, s. 11-12)

Poslední studie z roku 2020 od Gravesteijna et al. zkoumala, zda má intubace v nemocničním prostředí a mimo něj rozdílný vliv na výsledný stav pacienta. Zároveň se i zjišťovalo, zda je spojitost mezi intubací a výsledným stavem nějak ovlivněna závažností poranění. Studie poukazuje na nedostatek validních studií, které by daly jasný verdikt a upřednostnily buď přednemocniční intubaci nebo intubaci v nemocnici. Cílem studie je tedy jasně stanovit, zda je lepší intubace mimo nemocnici nebo v ní a zda pouze závažněji poranění pacienti by měli být intubováni, jak stanovují guidelines. Data byla extrahována z celkem 59 traumacenter po celé Evropě mezi lety 2014-2018. Celkem bylo zahrnuto 4509 pacientů. Do studie nebyli zahrnuti pacienti, u kterých nebylo možné provést intubaci a pacienti, kteří nedorazili do nemocnice zdravotnickou záchrannou službou. Z celkového počtu 4509 pacientů, o 687 pacientech chyběly informace o intubaci a 82 pacientů dorazilo do nemocnice samo. 890 pacientů bylo zaintubováno mimo nemocnici. 571 z nich mělo GCS skóre pod 9 a 212 pacientů mělo GCS nad 8. U pacientů se zajištěnými dýchacími cestami intubací bylo možno sledovat určitý trend. Jednalo se častěji o mladší muže. Zároveň jejich průměrné GCS bylo nižší a byly u nich často přítomné sekundární inzulty jako hypoxie a hypotenze. Pacienti, kteří podstoupili intubaci v přednemocničním prostředí, strávili více dnů na jednotkách intenzivní péče a celkově v nemocnici. Stejně tak u nich byly častěji přítomny ventilátorové pneumonie. V konečném součtu, pacienti intubovaní mimo nemocnici měli zhoršený výsledný stav. Analýza však nebrala v potaz, že pacienti, kterým byly zajištěny dýchací cesty, byli často už před zajištěním predisponováni k horšímu výslednému stavu vzhledem k závažnosti jejich poranění. Po zahrnutí tohoto faktoru do analýzy nebyl shledán žádný dopad intubace v přednemocniční péči na výsledný stav pacienta, ale prokázal se benefit intubace u pacientů s vyšším AIS pro hrudník a břicho, kdy pacienti s těžším poraněním hrudníku či břicha měli lepší výsledný stav, pokud byli zaintubováni během přednemocniční péče. Pro rozbor intubace v nemocnici bylo zahrnuto 2930 pacientů, z nichž 460 pacientů podstoupilo zajištění dýchacích cest v nemocnici. 140 pacientů pak mělo GCS pod 9 a 127 mělo GCS nad 8. Trend byl u těchto pacientů stejný jako u zaintubovaných mimo nemocnici. Měli nižší průměrné GCS, nižší věk a jednalo se především o muže. Výsledky pacientů zaintubovaných v nemocnici byly téměř totožné s pacienty, kteří byli zaintubováni mimo ni. Strávili více času v nemocnici a na jednotkách intenzivní péče a

měli horší výsledný stav. Ovšem po zohlednění faktorů predisponujících pacienta k horšímu výslednému stavu, nebyl pozorován žádný vliv intubace v nemocnici na konečný stav pacienta. Stále tedy neexistuje jednotný názor, zda má intubace v přednemocničním prostředí benefit pro pacienta či ne. Studie však poskytla několik dalších poznatků. Pro pacienty s těžším poraněním byla intubace přínosná a byla spojena s lepším výsledným stavem. Nebyl však pozorován žádný rozdíl mezi intubací v nemocnici nebo mimo ni z hlediska výsledného stavu pacienta (Gravesteijn et al., 2020, s. 505-513).

2.3. Význam a limitace dohledaných poznatků

Proces přednemocniční neodkladné péče kolem pacienta s traumatickým poraněním mozku je komplexní a vyžaduje systematický přístup ze strany zdravotnických pracovníků. Četnost studií z posledních let na toto téma také dokazuje, že samotný proces ošetření pacienta s traumatickým poraněním mozku není dokonalý a stále je v určitých aspektech co zlepšovat. Zdravotnický pracovník, který se jako první dostává do kontaktu s poraněným pacientem, zajišťuje jeho primární ošetření a transport. Provádí tak mnoho činností, které v konečném součtu výrazně ovlivňují výsledný stav pacienta. Proto je dobré být v tomto ohledu co nejefektivnější a poskytnout tak pacientovi adekvátní péči, jejíž postupy jsou založeny na nejnovějších případových studiích. V rámci této práce bylo identifikováno několik intervencí a činností, které svou kvalitou provedení mají dopad na mortalitu a morbiditu pacientů. Mezi tyto činnosti a intervence patří základní zhodnocení pacienta pro určení správného terapeutického postupu, udržení adekvátního systolického tlaku a případné zajištění dýchacích cest.

Pro základní zhodnocení pacienta je stále vhodné použití již osvědčeného GCS, i přesto, že existují kvalitní alternativy, jako je například škála FOUR, které dosahují stejných výsledků v přesnosti. Všechny studie tento fakt potvrdily. Studie od Sepahvanda et al. však viděla potenciál ve využití FOUR například na jednotkách intenzivní péče. Další důležitý poznatek byl zjištěn také v rámci zajištění dýchacích cest. 3 ze 4 studií se přikláněly pro zajištění dýchacích cest mimo nemocnici. Jediná studie od Haltmeiera et al. byla proti intubaci mimo nemocnici. Tento výsledek však může být ovlivněn odlišností v systému poskytování péče v USA oproti jiným zemím. Posledním bodem této práce byla tekutinová terapie v rámci prevence hypotenze a otoku mozku. V tomto případě se opět všechny studie shodly, že není žádný, statisticky významný rozdíl mezi terapií manitolem, koloidními přípravky, hypertonickými roztoky NaCl či obyčejným fyziologickým roztokem. Že by terapie hypertonickými roztoky NaCl mohla mít o trochu větší přínos pro pacienta než ostatní zmiňované přípravky, se přikláněla pouze studie od Schwimbecka et al.

Výsledky studií, které se zabývaly jednotlivými intervencemi považují za užitečné a našly by podle mě uplatnění i v praxi. Zároveň by i zjištěné poznatky mohly být částečně využity pro tvorbu nových doporučených postupů pro management traumatického poranění mozku v přednemocniční péči, jelikož poslední doporučené postupy na danou tematiku jsou až z roku 2007.

V České republice ovšem není řešení problematiky traumatického poranění mozku příliš časté. Tomu také odpovídají výsledky mé rešeršní činnosti, jelikož se mi nepodařilo dohledat žádné validní zdroje z České republiky na dané téma.

Za jednu z dalších limitací bych považoval absenci studií z přednemocničního prostředí, které by se zabývaly srovnáním GCS a FOUR. Všechny studie, které se v této práci zabývaly srovnáním GCS a FOUR tak byly z nemocničního prostředí. Poznatky z těchto studií lze však do přednemocniční péče prakticky aplikovat, a proto jsem tuto problematiku do práce zahrnul. Z přednemocničního prostředí dále nebyly studie od Schwimbecka et al. a Gu et al. Obě tyto studie byly taktéž z nemocničního prostředí. Další limitací byl nízký počet sledovaných pacientů. Nízký počet subjektů měli ve svých studiích Miyoshi et al. (125 pacientů), Nair et al. (69 pacientů) a Saika et al. (138 pacientů). Studie od Haltmeiera et al. se specificky zaměřovala pouze na tupá izolovaná poranění hlavy. Saika et al. se pak ve své práci zabýval obecně poraněním hlavy, a nejen poraněním mozku. Ve studii od Rozenfelda et al. nebyla brána v potaz farmakologická anamnéza starších pacientů, která v jistých případech může ovlivnit jejich vědomí. Jako poslední limitaci bych uvedl riziko ovlivnění výsledků volbou způsobu transportu pacienta ve studii od Denninghoffa et al.

Dle mého názoru by v Česku tomuto tématu měla být věnována větší pozornost, jelikož v rámci vyspělých zemí představují traumatická poranění mozku zdravotnickou a socio-ekonomickou zátěž. Proto je třeba se dále zabývat problematikou tohoto tématu. Například se zaměřit na volbu vhodných roztoků a léčiv pro terapii edému mozku, jelikož v tomto ohledu si myslím, že studie zaměřené na tuto konkrétní problematiku nepřinášejí kýžené výsledky.

Závěr

Jako téma této přehledové bakalářské práce jsem si vybral management pacienta s traumatickým poraněním mozku v přednemocniční neodkladné péči. Jejím cílem je shrnout aktuálně dohledané poznatky o kompletním přístupu k pacientovi s traumatickým poraněním mozku v přednemocniční neodkladné péči. Práce se pak cíleně zaměřuje na vybrané úkony, které provádí zdravotnický pracovník v rámci celého procesu péče o takto poraněného pacienta.

Co se týče hodnocení neurologického stavu pacienta, z výsledků vyplývá že Glasgow Coma Scale se dá stále považovat za zlatý standard. Výhodami ostatních hodnotících škál měla být jednoduchost a všestrannější využití, ale i přes tyto výhody, škály jako FOUR dosáhly stejných výsledků z hlediska určení prognózy pacienta jako GCS. GCS tedy lze nadále považovat za kvalitní hodnotící nástroj. Ovšem například zmiňovaná škála FOUR by mohla najít své využití třeba na jednotkách intenzivní péče, díky své schopnosti kvalitně zhodnotit i zaintubované pacienty.

Dále se práce zaměřuje už na jednotlivé intervence. Jedním z cílů v rámci přednemocniční péče je udržení dostatečného perfuzního tlaku mozku a s ním spojená terapie edému mozku. Jako možnosti terapie v této práci byl uveden manitol a hypertonický roztok NaCl. Roztoky pak byly porovnávány z hlediska efektivity a jejich vlivu na výsledný stav pacienta. Výsledky však neodhalily významné rozdíly ve funkčnosti mezi jednotlivými roztoky a pro praxi jsou tak vhodné oba přípravky. V neposlední řadě je v práci věnována pozornost intubaci. Konkrétně, zda je lepší intubovat pacienta na místě události za cenu prodloužení dojezdového času do nemocničního zařízení, nebo zda intubovat pacienty s traumatickým poraněním mozku až v nemocnici. Ze 4 studií věnujících se tomto tématu, pouze Haltmeier et al. nedoporučovali na základě svých výsledků intubaci mimo nemocnici. Zbylé studie se pak přikláněly k intubaci mimo nemocnici za předpokladu, že proces intubace výrazně neprodlouží dojezdový čas do zdravotnického zařízení.

Cílem této přehledové bakalářské práce bylo sumarizovat aktuálně dohledané poznatky o managementu traumatického poranění mozku v přednemocniční neodkladné péči. Dále byla práce specifikována ve dvou dílčích cílech zaměřujících se na možnosti neurologického zhodnocení pacienta s traumatickým poraněním mozku v přednemocniční neodkladné péči a na jednotlivé intervence. Jak hlavní, tak i dílčí cíle se podařilo v rámci této přehledové práce splnit a byla vytvořena aktuální sumarizace na dané téma.

Referenční seznam

BERGMANS, S.F. et al. 2020. *Prehospital fluid administration in patients with severe traumatic brain injury: A systematic review and meta-analysis*. Injury [online]. 51(11), 2356-2367 [cit. 7.4.2022]. ISSN 00201383. Dostupné z: doi:10.1016/j.injury.2020.08.030

BRENNAN, P. M. et al. 2018. *Simplifying the use of prognostic information in traumatic brain injury. Part 1: The GCS-Pupils score*. Journal of Neurosurgery [online]. 128(6), 1612-1620 [cit. 7.4.2022]. ISSN 0022-3085. Dostupné z: doi:10.3171/2017.12.JNS172780

CARNEY, N. et al. 2017. *Guidelines for the Management of Severe Traumatic Brain Injury, Fourth Edition*. Neurosurgery [online]. 80(1), 6-15 [cit. 7.4.2022]. ISSN 0148-396X. Dostupné z: doi:10.1227/NEU.0000000000001432

DASH, H. H. a CHAVALI, S. 2018. *Management of traumatic brain injury patients*. Korean Journal of Anesthesiology [online]. 71(1) [cit. 7.4.2022]. ISSN 2005-6419. Dostupné z: doi:10.4097/kjae.2018.71.1.12

DAVANZO, J. R., SIEG, E. P. a TIMMONS, S.D. 2017. *Management of Traumatic Brain Injury*. Surgical Clinics of North America [online]. 97(6), 1237-1253 [cit. 7.4.2022]. ISSN 00396109. Dostupné z: doi:10.1016/j.suc.2017.08.001

DENNINGHOFF, K. R. et al. 2017. *Prehospital Intubation is Associated with Favorable Outcomes and Lower Mortality in ProTECT III*. Prehospital Emergency Care [online]. 21(5), 539-544 [cit. 7.4.2022]. ISSN 1090-3127. Dostupné z: doi:10.1080/10903127.2017.1315201

GRAVESTIEN, B. Y. et al. 2020. *Tracheal intubation in traumatic brain injury: a multicentre prospective observational study*. British Journal of Anaesthesia [online]. 125(4), 505-517 [cit. 7.4.2022]. ISSN 00070912. Dostupné z: doi:10.1016/j.bja.2020.05.067

GU, J. et al. 2019. *Hypertonic saline or mannitol for treating elevated intracranial pressure in traumatic brain injury: a meta-analysis of randomized controlled trials*. Neurosurgical Review [online]. 42(2), 499-509 [cit. 7.4.2022]. ISSN 0344-5607. Dostupné z: doi:10.1007/s10143-018-0991-8

HALTMEIER, T. et al. 2017. *Prehospital intubation for isolated severe blunt traumatic brain injury: worse outcomes and higher mortality*. European Journal of Trauma and Emergency Surgery [online]. 43(6), 731-739 [cit. 7.4.2022]. ISSN 1863-9933. Dostupné z: doi:10.1007/s00068-016-0718-x

CHOFFAT, C. et al. 2019. *Effect of Pre-Hospital Intubation in Patients with Severe Traumatic Brain Injury on Outcome: A Prospective Cohort Study*. Journal of Clinical Medicine [online]. 8(4) [cit. 7.4.2022]. ISSN 2077-0383. Dostupné z: doi:10.3390/jcm8040470

MAREHBIAN, J. et al. 2017. *Medical Management of the Severe Traumatic Brain Injury Patient*. Neurocritical Care [online]. 27(3), 430-446 [cit. 7.4.2022]. ISSN 1541-6933. Dostupné z: doi:10.1007/s12028-017-0408-5

MIYOSHI, Y. et al. 2020. *Effects of hypertonic saline versus mannitol in patients with traumatic brain injury in prehospital, emergency department, and intensive care unit settings: a systematic review and meta-analysis*. Journal of Intensive Care [online]. 8(1) [cit. 7.4.2022]. ISSN 2052-0492. Dostupné z: doi:10.1186/s40560-020-00476-x

NAIR, S. S. et al. 2017. *Comparison between FOUR score and GCS in assessing patients with traumatic head injury: a tertiary centre study*. International Surgery Journal [online]. 4(2), 656-662 [cit. 7.4.2022]. ISSN 2349-2902. Dostupné z: doi:10.18203/2349-2902.isj20170209

PÉLIEU, I., KULL, C. a WALDER, B. 2019. *Prehospital and Emergency Care in Adult Patients with Acute Traumatic Brain Injury*. Medical Sciences [online]. 7(1) [cit. 7.4.2022]. ISSN 2076-3271. Dostupné z: doi:10.3390/medsci7010012

RAKHIT, S. et al. 2021. *Management and Challenges of Severe Traumatic Brain Injury*. Seminars in Respiratory and Critical Care Medicine [online]. 42(01), 127-144 [cit. 7.4.2022]. ISSN 1069-3424. Dostupné z: doi:10.1055/s-0040-1716493

ROZENFELD, M. et al. 2020. *The reliability of the Glasgow Coma Scale in detecting traumatic brain injury: The continuous effect of age*. Brain Injury [online]. 34(4), 515-519 [cit. 7.4.2022]. ISSN 0269-9052. Dostupné z: doi:10.1080/02699052.2020.1725838

SAIKA, A. et al. 2015. *Prognostic value of FOUR and GCS scores in determining mortality in patients with traumatic brain injury*. Acta Neurochirurgica [online]. 157(8), 1323-1328 [cit. 7.4.2022]. ISSN 0001-6268. Dostupné z: doi:10.1007/s00701-015-2469-6

SEPAHVAND, E. et al. 2015. *Glasgow coma scale versus full outline of unresponsiveness scale for prediction of outcomes in patients with traumatic brain injury in intensive care unit*. Turkish Neurosurgery [online]. [cit. 7.4.2022]. ISSN 1019-5149. Dostupné z: doi:10.5137/1019-5149.JTN.13536-14.0

SHIBAHASHI, K. et al. 2021. *Acceptable Blood Pressure Levels in the Prehospital Setting for Patients with Traumatic Brain Injury: A Multicenter Observational Study*. *World Neurosurgery* [online]. 149, e504-e511 [cit. 7.4.2022]. ISSN 18788750. Dostupné z: doi:10.1016/j.wneu.2021.01.145

SCHWIMMBECK, F. et al. 2021. *Hypertonic Saline Versus Mannitol for Traumatic Brain Injury: A Systematic Review and Meta-analysis With Trial Sequential Analysis*. *Journal of Neurosurgical Anesthesiology* [online]. 33(1), 10-20 [cit. 7.4.2022]. ISSN 0898-4921. Dostupné z: doi:10.1097/ANA.0000000000000644

RUBENSON WAHLIN, R. et al. 2018. *Prehospital Intubation and Outcome in Traumatic Brain Injury—Assessing Intervention Efficacy in a Modern Trauma Cohort*. *Frontiers in Neurology* [online]. 9 [cit. 7.4.2022]. ISSN 1664-2295. Dostupné z: doi:10.3389/fneur.2018.00194

SUMMK ČLS JEP. 2018. *Indikační kritéria pro nasazení letecké záchranné služby (LZS)*. Dostupné z: https://urgmed.cz/wp-content/uploads/2019/03/2018_LZS.pdf

TINTINALLI, J.E., CAMERON, P. a HOLLIMAN C.J. 2010. *EMS: a practical global guidebook*. 1. vyd. Shelton, CT.: People's Medical Publishing House. ISBN 978-1607950431

VĚSTNÍK MINISTERSTVA ZDRAVOTNICTVÍ ČR. 2018. *Triáž rizika úrazových pacientů na místě úrazu a jejich směřování do nemocničních zařízení k poskytnutí definitivní péče*. *Urgentní medicína: časopis pro neodkladnou lékařskou péči*. 19(3), 7. ISSN 1212-1924. Dostupné z: https://urgentnimedicina.cz/casopisy/UM_2016_3.pdf

WATSON, X., THOMAS, T. a PUNTIS, M. 2020. *Traumatic brain injury: initial resuscitation and transfer*. *Anaesthesia & Intensive Care Medicine* [online]. 21(6), 282-284 [cit. 7.4.2022]. ISSN 14720299. Dostupné z: doi:10.1016/j.mpaic.2020.03.010

WELLS, A. J., VIAROLI, E. a HUTCHINSON, P. JA. 2021. *The management of traumatic brain injury*. *Surgery (Oxford)* [online]. 39(8), 470-478 [cit. 7.4.2022]. ISSN 02639319. Dostupné z: doi:10.1016/j.mpsur.2021.06.009

Seznam zkratek

AIS – abbreviated injury scale

CO₂ – oxid uhličitý

EtCO₂ – kapnometrie

FiO₂ – inspirační koncentrace kyslíku

FOUR – full outline of unresponsiveness

GCS – glasgow coma scale

GCS-P – glasgow coma scale – pupil

ISS – injury severity score

MILS – manual in-line stabilization

mmHg – milimetry rtuťového sloupce

mmH₂O – milimetry vodního sloupce

NaCl – chlorid sodný (fyziologický roztok při koncentraci 0,9 %)

O₂ – kyslík

paCO₂ – parciální tlak oxidu uhličitého

PEEP – positive end-expiratory pressure

PNP – přednemocniční neodkladná péče

USA – Spojené státy americké