Zbrinjavanje teške ozljede mozga

Dusper, Marinela

Master's thesis / Diplomski rad

2023

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Rijeka, Faculty of Medicine / Sveučilište u Rijeci, Medicinski fakultet**

Permanent link / Trajna poveznica: https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:184:692292

Rights / Prava: Attribution 4.0 International/Imenovanje 4.0 međunarodna

Download date / Datum preuzimanja: **2024-11-26**

Repository / Repozitorij:

Repository of the University of Rijeka, Faculty of Medicine - FMRI Repository

SVEUČILIŠTE U RIJECI

MEDICINSKI FAKULTET

SVEUČILIŠNI INTEGRIRANI PRIJEDIPLOMSKI I DIPLOMSKI

STUDIJ MEDICINE

Marinela Dusper

ZBRINJAVANJE TEŠKE OZLJEDE MOZGA

Diplomski rad

Rijeka, 2023.

SVEUČILIŠTE U RIJECI

MEDICINSKI FAKULTET

SVEUČILIŠNI INTEGRIRANI PRIJEDIPLOMSKI I DIPLOMSKI

STUDIJ MEDICINE

Marinela Dusper

ZBRINJAVANJE TEŠKE OZLJEDE MOZGA

Diplomski rad

Rijeka, 2023.

Mentor rada: doc. dr. sc. Janja Tarčuković, dr. med.

Diplomski rad ocjenjen je dana 16. kolovoza 2023. na Katedri za anesteziologiju, reanimatologiju, hitnu i intenzivnu medicinu pred povjerenstvom u sastavu:

1. prof.dr.sc. Vlatka Sotošek, dr. med.
2. prof.dr.sc. Alan Šustić, dr. med.
3. prof.dr.sc. Darko Ledić, dr.med.

Rad sadrži 50 stranica, 0 slika, 1 tablicu, 32 literaturna navoda.

ZAHVALA

Zahvaljujem mentorici na pomoći i strpljenju.

SADRŽAJ

1. UVOD 1
1.1. TEŠKA OZLJEDA MOZGA 1
1.2. EPIDEMIOLOGIJA OZLJEDE MOZGA 2
1.3. KLASIFIKACIJA OZLJEDE MOZGA 3
1.3.1. Klasifikacija temeljena na mehanizmu ozljede mozga 4
1.3.2. Klasifikacija temeljena na patoanatomskim karakteristikama ozljede mozga 4
1.3.3. Klasifikacija temeljena na patofiziološkom tijeku 5
2. SVRHA RADA 6
3. PREHOSPITALNO ZBRINJAVANJE PACIJENTA S TEŠKOM OZLJEDOM MOZGA 6
3.1. ZBRINJAVANJE POLITRAUMATIZIRANOG PACIJENTA 6
3.1.1. Primarni ITLS pregled 7
3.1.1.1. Procjena mjesta događaja 7
3.1.1.2. Početna procjena i zbrinjavanje pacijenta 8
3.1.1.3. Brzi trauma pregled 12
3.1.2. Kontrolni trauma pregled 15
3.1.3. Sekundarni ITLS pregled 16
3.2. POSEBNOSTI ZBRINJAVANJA PACIJENTA S TRAUMOM GLAVE 16
3.2.1. Primarni ITLS pregled 16
4. HOSPITALNO ZBRINJAVANJE PACIJENTA S TEŠKOM OZLJEDOM MOZGA 24
4.1. ZBRINJAVANJE PACIJENATA S TEŠKOM OZLJEDOM MOZGA NEPOSREDNO PO PRIJEMU U BOLNICU 24
4.1.1. Zbrinjavanje dišnog puta i disanja 24
4.1.2. Zbrinjavanje cirkulacije 26
4.1.3. Neurološka procjena 26
4.1.4. Laboratorijska dijagnostika 26
4.1.5. Slikovna dijagnostika 27
4.2. NEUROKIRURŠKO ZBRINJAVANJE PACIJENTA S TEŠKOM OZLJEDOM MOZGA 28
4.3. INTENZIVNO LIJEČENJE PACIJENTA S TEŠKOM OZLJEDOM MOZGA 30
4.3.1. Optimizacija cerebralne perfuzije 30
4.3.2. Napredni neuromonitoring pacijenta s teškom ozljedom mozga 32
4.3.3. Kontrola ICP-a 34

4.3.4. Prevencija i zbrinjavanje konvulzija 36
4.3.5. Snižavanje refraktornog ICP-a 37
4.3.6. Opće metode zbrinjavanja pacijenta u jedinici intenzivnog liječenja 39
5. NEUROREHABILITACIJA NAKON INTENZIVNOG LIJEČENJA 40
6. RASPRAVA 41
7. ZAKLJUČCI 42
8. SAŽETAK 43
9. SUMMARY 44
10. LITERATURA 45
11. ŽIVOTOPIS 50

Popis skraćenica i akronima

4P – procjena pulsa, prisutnosti boli, sadržaja džepova i stanja spolnog uda nakon postavljanja imobilizacije za zdjelicu (od engl. *Pulse, Pain, Pockets, Penis)*

ABCDE – protokol zbrinjavanja životno ugroženog/ozlijeđenog pacijenta po organskim sustavima prema akronimu u kojem A stoji za procjenu dišnog puta (od engl. *airway*), B za procjenu disanja (od engl. *breathing*), C za procjenu cirkulacije (od engl. *circulation*), D za neurološku procjenu (od engl. *disability*) te E za procjenu ostalih organskih sustava (od engl. *exposure and environment)*

AVPU – procjena stanja svijesti prema akronimu u kojoj A označava budnog pacijenta (od engl. *alert),* V pacijenta koji reagira na verbalni podražaj *(od engl. verbal),* P pacijenta koji reagira na bolni podražaj *(*od engl. *pain)* te U pacijenta koji ne reagira na ni jedan podražaj *(*od engl. *unresponsive)*

CBF - moždani krvni protok (od engl. *cerebral blood flow*)

CPP - perfuzijski tlak mozga (od engl. *cerebral perfusion pressure*)

CT - računalna tomografija (od engl. *computed tomography*)

$EtCO_2$ – parcijalni tlak ugljičnog dioksida na kraju izdisaja (od engl. *End-tidal CO2*)

EVD - vanjska ventrikularna drenaža (od engl. *external ventricular drainage*)

FAST protokol - ciljani je ultrazvučni pregled abdomena i osrčja u traumatiziranih bolesnika (od engl. *focused assassment with sonography in trauma*)

FOUR Score – ljestvica za procjenu dubine kome (od engl*. The Full outline of UnResponsivness*)

GCS – Glasgow koma ljestvica (od engl. *Glasgow Coma Scale*)

ICP - intrakranijalni tlak (od engl. *intracranial pressure*)

INR – internacionalni normalizirajući omjer (od engl. *International Normalized Ratio)*

ITLS – Protokol za izvanbolničko zbrinjavanje ozlijeđenih osoba (od engl. *International Trauma Life Support*)

KOPB - kronična opstruktivna plućna bolest

LPR - omjer laktata i piruvata (od engl. *lactate:pyruvate ratio*)

MAP - srednji arterijski tlak (od engl. *mean arterial pressure*)

MR - magnetska rezonanca (od engl. *magnetic resonance)*

NIRS - spektroskopija bliska infracrvenom području (od engl. *near infrared spectroscopy*)

$PbtO_2$ - parcijalni tlak kisika u moždanom tkivu (od engl. *partial pressure of O2 in brain tissue*)

PCC - koncentrat protrombinskog kompleksa (od engl. *prothrombin complex concentrate)*

PRx - indeks tlačne reaktivnosti (od engl. *pressure reactivity index*)

RSI - indukcija i intubacija u brzom slijedu (od engl. *rapid sequence induction and intubation*)

SAMPLE – protokol uzimanja anamneze životno ugroženog/ozlijeđenog pacijenta prema akronimu u kojem S stoji za simptome i znakove (od engl. *signs and symptoms),* A za alergije (od engl. *allergies),* M za kroničnu terapiju (od engl. *medications),* P za prethodna oboljenja (od engl. *past medical history),* L za vrijeme zadnjeg obroka (od engl. *last meal*) i E za događaje koji su prethodili akutnom zbivanju (od engl. *events preceding the incident)*

$SjVO_2$ - saturacija unutrašnje jugularne vene kisikom (od engl. *jugular venous oxygen saturation*)

1. UVOD

1.1. TEŠKA OZLJEDA MOZGA

Teška ozljeda mozga životno je ugrožavajuće oštećenje strukture i funkcije mozga nastalo djelovanjem vanjske sile, najčešće uslijed prometnih nesreća i padova. Obuhvaća heterogenu skupinu oštećenja moždanog tkiva koja se mogu klasificirati temeljem više kriterija, uključujući mehanizam ozljede, patoanatomske karakteristike nastalog oštećenja, patofiziološki tijek te kliničke manifestacije ozljede. Međutim, zajednička klinička karakteristika svih pacijenata s teškom ozljedom mozga jest akutni poremećaj svijesti i razvoj kome, koji može ostaviti teške i trajne posljedice ukoliko pacijent preživi samu inicijalnu fazu bolesti. Dijagnoza se postavlja temeljem kliničke slike, uz potvrdu slikovnom dijagnostikom (1-3).

Terapijske mogućnosti zasad su ograničene i temelje se na ograničavanju mehanizama sekundarne ozljede mozga, što uključuje prevenciju, odnosno hitno zbrinjavanje već nastale hipoksije, hipotenzije i povišenja intrakranijalnog tlaka, kao i mogućnost snižavanja bazalnih metaboličkih potreba mozga primjenom analgosedacije. Povrh toga, u dijela je pacijenata indicirana hitna kirurška intervencija u vidu evakuacije lezija s pritiskom na moždano tkivo (tzv. lezija s *mass*-efektom), kao i postavljanja sustava za mjerenje intrakranijalnog tlaka (1-3).

Od izuzetne je važnosti pravovremeno prepoznati i primjereno zbrinuti pacijente s ozljedom mozga kako bi im se omogućila optimalna skrb. Naime, čak su i uz dugotrajno liječenje i rehabilitaciju česta kognitivna, motorička i bihevioralna oštećenja, koja mogu biti teška i doživotna (1).

1.2. EPIDEMIOLOGIJA OZLJEDE MOZGA

Teška ozljeda mozga jedan je od vodećih uzroka mortaliteta i invaliditeta u razvijenim zemljama svijeta te predstavlja velik socio-ekonomski teret (4). Svake godine u Europi oko 2,5 milijuna ljudi pretrpi traumatsku ozljedu mozga, od čega njih 75 000 završi smrtnim ishodom (5). Iako može zahvatiti bilo koju dobnu skupinu, najčešće pogađa djecu, mlađe odrasle osobe (15-35 godina starosti) te osobe starije životne dobi. U mlađih odraslih osoba glavni uzrok teške ozljede mozga predstavljaju prometne nesreće, dok se kod djece i osoba starije životne dobi uglavnom radi o ozljedama uslijed padova. Muškarci imaju 2,5 puta veći rizik za zadobivanje teške ozljede mozga u odnosu na žene (4,6). U 25% slučajeva prisutan je i unos alkohola kao dodatan čimbenik rizika (3).

Ishodi teške ozljede mozga su uznemiravajući, mortalitet iznosi 31%, a samo 30% pacijenata ima dobar funkcionalni oporavak šest mjeseci nakon ozljede. Dugoročne posljedice ima 20% pacijenata u vidu srednje teškog invaliditeta i 16% pacijenata u vidu teškog invaliditeta, a 3% pacijenata završi u perzistentnom vegetativnom stanju (3). Povrh toga, srednje teška i teška ozljeda mozga, kao i repetitivne ozljede mozga, povezane su s 2,3 do 4,5 puta većim rizikom za razvoj Alzheimerove bolesti (6,7).

Procjenjuje se da troškovi zbrinjavanja pacijenata s teškom ozljedom mozga na razini svijeta iznose oko 400 milijardi dolara. Osim direktnih troškova liječenja, velik je dio ekonomskih gubitaka indirektan i odnosi se na radnu nesposobnost pacijenata, smanjenu kvalitetu života, invalidnost i sekundarnu nezaposlenost članova obitelji koji moraju preuzeti brigu o pacijentu. Osim toga, česte su psihijatrijske, kognitivne i emocionalne smetnje koje imaju velik socijalni utjecaj (6).

1.3. KLASIFIKACIJA OZLJEDE MOZGA

Težina ozljede mozga procjenjuje se temeljem kliničke slike i klasificira se kao blaga, umjerena ili teška uz pomoć Glasgow koma ljestvice (GCS, od engl. *Glasgow Coma Scale*). Kako bi se odredio stupanj poremećaja svijesti prema GCS-u boduju se otvaranje očiju, verbalni i motorički odgovor (prikazano u Tablici 1). Ako je zbroj bodova 13 ili više, radi se o blagoj ozljedi. Umjerenoj ozljedi odgovara zbroj bodova od 9-12, a ukoliko je zbroj bodova jednak ili manji od 8, govorimo o teškoj ozljedi mozga (1,3). Dijagnoza se najčešće potvrđuje računalnom tomografijom (CT, od engl. *computed tomography*) ili magnetskom rezonancom (MR, od engl. *magnetic resonance*), koje daju detaljniji uvid u patoanatomska obilježja ozljede (1).

Tablica 1. Glasgow koma ljestvica. Prilagođeno iz (8).

Odgovor	**Bodovi**
Otvaranje očiju:	
Spontano	4
Na poziv	3
Na bol	2
Nema odgovora	1
Verbalni odgovor:	
Orijentiran	5
Smeten	4
Neprimjerene riječi	3
Nerazumljivi glasovi	2
Nema odgovora	1

Odgovor	**Bodovi**
Motorički odgovor	
Sluša naredbe	6
Lokalizira bol	5
Povlači se na bol	4
Odgovor u fleksiji	3
Odgovor u ekstenziji	2
Nema odgovora	1

1.3.1. Klasifikacija temeljena na mehanizmu ozljede mozga

Ozljede mozga mogu se podijeliti na penetrantne i tupe. Penetrantne ozljede nastaju prolaskom metka ili oštrog predmeta što dovodi do oštećenja tjemena, lubanje, moždanih ovojnica i podležećeg moždanog tkiva. Tupe ozljede nastaju uslijed izravnog udarca predmeta u glavu ili djelovanja akceleracijskih i deceleracijskih sila (1,2).

Tijekom izravnog udarca dolazi do dodira predmeta i glave te kostiju lubanje i moždanog tkiva što može rezultirati različitim oštećenjima mozga, ovisno o smjeru (linearni, rotacijski), trajanju i jakosti sila. Ipak, većina je ozljeda žarišnog karaktera (1).

Tijekom naglog i neograničenog gibanja glave nastaju akceleracijske i deceleracijske sile koje uzrokuju naprezanje i oštećenje mozga i moždanih krvnih žila te posljedično difuznu ozljedu mozga (1).

1.3.2. Klasifikacija temeljena na patoanatomskim karakteristikama ozljede mozga

Na temelju promjena uočenih slikovnim dijagnostičkim metodama razlikujemo žarišne i difuzne ozljede mozga (1). U žarišne ozljede spadaju kontuzije, laceracije i krvarenja koja mogu dovesti do stvaranja epiduralnog i subduralnog hematoma, subarahnoidalnog i intraparenhimskog krvarenja te intraparenhimskih kontuzija. Difuzne ozljede mozga očituju se kao difuzna aksonalna ozljeda i difuzni moždani edem (1,2). Osim toga, ozljede mozga još se mogu podijeliti na izvanaksijalne i unutaraksijalne ozljede. Izvanaksijalne ozljede nastaju uslijed oštećenja krvnih žila i posljedičnog nakupljanja krvi unutar lubanje i izvan moždanog tkiva što stvara pritisak na sam mozak. Očituju se kao epiduralni i subduralni hematom te subarahnoidalno krvarenje (1).

Epiduralni hematom nakupina je krvi između kosti lubanje i tvrde moždane ovojnice koja najčešće nastaje zbog oštećenja srednje meningealne arterije. Subduralni hematom nastaje kao posljedica pucanja mosnih vena i nakupljanja krvi između tvrde moždane ovojnice i arahnoideje (1,2). Unutaraksijalne ozljede posljedica su direktnog oštećenja moždanog tkiva i najčešće se javljaju u frontalnom i okcipitalnom režnju mozga te obuhvaćaju kontuzije i krvarenja unutar samog moždanog tkiva (1).

1.3.3. Klasifikacija temeljena na patofiziološkom tijeku

S patofiziološkog se aspekta tešku ozljedu mozga može podijeliti na primarnu, sekundarnu i tercijarnu ozljedu. Primarna ozljeda mozga podrazumijeva oštećenje moždanog parenhima i moždanih krvnih žila uslijed direktnog djelovanja mehaničke sile, a na nju se može utjecati prevencijom same traume. Inicijalno oštećenje potom potiče sekundarnu ozljedu mozga putem različitih mehanizama, uključujući poremećaj krvno-moždane barijere, oksidacijski stres, ekcitotoksičnost, neuroinflamaciju, poremećaj autoregulacije moždanog krvnog protoka i povišenje intrakranijalnog tlaka (1). Budući da lubanjska šupljina ima stalan obujam, a ispunjena je tekućinom nepromjenjiva volumena i moždanim tkivom minimalno promjenjivog volumena, svaki porast intrakranijalnog tlaka (ICP, od engl. *intracranial pressure*) zbog edema, hematoma ili krvarenja može dodatno kompromitirati moždanu cirkulaciju, povrh onog oštećenja nastalog primarnog ozljedom (2,3). Tercijarna ozljeda mozga nastaje uslijed perzistentne upale i epigenetskih promjena koje uzrokuju poremećaj maturacije oligodendrocita, neurogeneze, aksonalnog rasta i sinaptogeneze, a manifestira se u vidu kognitivne disfunkcije i konvulzija (9).

2. SVRHA RADA

Svrha ovog rada je dati pregled zbrinjavanja pacijenta s teškom ozljedom mozga prema trenutno važećim smjernicama. Zbrinjavanje je podijeljeno prema vremenskom tijeku i naglasak je stavljen na prehospitalno i hospitalno zbrinjavanje pacijenata, s kratkim pregledom neurorahabilitacije koja slijedi nakon intenzivnog liječenja.

3. PREHOSPITALNO ZBRINJAVANJE PACIJENTA S TEŠKOM OZLJEDOM MOZGA

Teška ozljeda mozga može nastati kao izolirano oštećenje ili u sklopu višestrukog oštećenja organizma (politraume), a nerijetko je udružena s ozljedom vratne kralježnice. Cilj ranog zbrinjavanja pacijenata s teškom ozljedom mozga je spriječiti ili umanjiti nastanak sekundarne ozljede mozga (10,11).

3.1. ZBRINJAVANJE POLITRAUMATIZIRANOG PACIJENTA

Uz akutni koronarni sindrom i moždani udar, teška ozljeda mozga (sa ili bez pridruženih ozljeda) predstavlja stanje čiji ishod liječenja ovisi o vremenskom periodu proteklom od trenutka ozljede do konačnog zbrinjavanja. To znači da postoji direktna povezanost između brzine djelovanja medicinskog tima i ishoda liječenja. Stoga je cilj što prije pregledati pacijenta na mjestu nesreće, prepoznati životno ugrožavajuća stanja i zbrinuti ih, imobilizirati pacijenta te započeti transport u najbližu odgovarajuću zdravstvenu ustanovu, idealno unutar deset minuta (3,10,11). Najčešći algoritam zbrinjavanja politraumatiziranih pacijenata na području Europe je ITLS (od engl.

International Trauma Life Support) koji obuhvaća primarni, kontrolni i sekundarni ITLS pregled (3,8,10).

3.1.1. Primarni ITLS pregled

Primarni ITLS pregled sastoji se od procjene mjesta događaja, početne procjene stanja pacijenta i brzog trauma pregleda ili ciljanog pregleda (3,8,10). Svrha primarnog ITLS pregleda je prepoznavanje životno ugrožavajućih stanja i identifikacija pacijenata koje je potrebno odmah transportirati u bolnicu (8).

3.1.1.1. Procjena mjesta događaja

Prije pristupanja pacijentu potrebno je staviti zaštitnu opremu i procijeniti sigurnost mjesta nesreće te ukloniti opasnosti uz pomoć odgovarajućih službi ukoliko nije sigurno, ne ugrožavajući pritom sigurnost članova medicinskog tima. Posebnu pozornost treba obratiti na mogućnost urušavanja objekta, udara električne struje, požara i eksplozije te opasnosti neosigurane prometnice (3,10,11). Neizostavan dio pristupa ozljeđeniku čini procjena mehanizma ozljede zbog mogućih povezanih ozljeda, iako sam mehanizam nastanka ne može isključiti ozljedu (3,8,10,11). Također, uvijek je potrebno provjeriti ima li još žrtava, npr. kod izlijetanja iz vozila uslijed sraza (3,8,10,11). U pravilu, za svaku teže ozlijeđenu osobu potrebno je jedno vozilo i jedan tim hitne pomoći (3,9).

3.1.1.2. Početna procjena i zbrinjavanje pacijenta

Prvi pregled uključuje procjenu općeg dojma u trajanju od 15 do 30 sekundi pri čemu vođa tima uočava veće deformitete, položaj pacijenta, očite poremećaje disanja i velika krvarenja te provjerava radi li se o rizičnoj skupini pacijenata (djeca, trudnice i osobe starije životne dobi). Nakon toga vođa tima prilazi pacijentu hvatajući ga objema rukama za glavu postrance, kako bi se izbjeglo potencijalno oštećenje leđne moždine. Zatim provjerava pacijentovo stanje svijesti i pogledom traži znakove krvarenja (3,8,10,11). Ukoliko postoji krvarenje, pristup pacijentu se iz uobičajenog ABC (od engl. *Airway, Breathing, Circulation*) prebacuje na C-ABC, u kojem se prednost daje zaustavljanju krvarenja od strane odabranog člana tima (3,8,10). Za procjenu stanja svijesti koristi se AVPU skala gdje „A“ (od engl. *alert*) znači da je pacijent budan i orijentiran, „V“ (od engl. *verbal*) da odgovara na verbalni podražaj, „P“ (od engl. *pain*) da odgovara na bolni podražaj, dok „U“ (od eng. *unresponsive*) znači da ozljeđenik nije pri svijesti i ne reagira ni na bolni podražaj (3,8,10,11). Pacijenti čije stanje svijesti odgovara kategoriji „P“ i „U“ imaju veći rizik kompromitiranosti dišnog puta (3,8,10). Informacije o stanju svijesti poslužit će kao osnova za daljnju opservaciju jer svako dodatno smanjivanje razine svijesti ukazuje na tešku ozljedu (4).

Vođa tima zatim zadužuje drugog člana za stabilizaciju glave i vrata dok on nastavlja pregled pacijenta po ABCDE (A, od engl. *airway;* B, od engl. *breathing;* C, od engl. *circulation;* D, od engl. *disability,* E, od engl. *exposure*) algoritmu. Ukoliko je pacijent pri svijesti i osjeća bolove kod blagog pomicanja glave u neutralni položaj, ili ako je pacijent bez svijesti, ali se na blago pomicanje glave osjeti otpor, vrat treba imobilizirati u nađenom položaju (10,11). U ABC(DE)

pristupu problemi se rješavaju odmah, bez prelaska na sljedeći sustav dok se ne zbrine prvo oštećenje (3,8,10,11).

A: Pregled i zbrinjavanje dišnog puta

Kod procjene dišnog puta potrebno je vidjeti postoji li opstrukcija u vidu stranog tijela, povraćenog sadržaja, krvi, edema i sl. te osluškivati jesu li prisutni prateći zvučni fenomeni. Ako pacijent odgovara na postavljena pitanja znači da je dišni put prohodan (3,8,10,11). Hrkanje upućuje na djelomičnu opstrukciju i zahtijeva podizanje donje čeljusti prema naprijed i gore bez istezanja vrata. Krkljanje je prisutno ukoliko u usnoj šupljini postoji tekući sadržaj (krv, povraćeni sadržaj želuca) i potrebno ga je aspirirati čim prije. Fenomen klackalice uključuje asinkrone kretnje prsnog koša i abdomena i vidljiv je kod potpune opstrukcije dišnog puta. Za održavanje dišnog puta prohodnim koriste se nazofaringealni ili orofaringealni tubus, supraglotično pomagalo ili endotrahealna intubacija (3,10,11).

B: Pregled i zbrinjavanje disanja

Gledanjem, slušanjem i osjećanjem (od engl. *look, listen, feel*) kroz 10 sekundi potrebno je utvrditi diše li pacijent. Sljedeći koraci su određivanje frekvencije, dubine i ritma disanja, procjena simetričnosti odizanja prsnog koša i korištenja pomoćne muskulature. Zatim se auskultacijski provjeri i usporedi disanje s obje strane pa perkusijom utvrdi čuje li se normalan plućni zvuk, muklina ili hipersonaran zvuk. Palpatorno treba utvrditi ima li krepitacija ili nenormalnih pokreta nekog segmenta prsnog koša. U ovom koraku pacijentu se postavlja pulsni oksimetar te se započinje s oksigenoterapijom. Oprez je potreban u pacijenata s poznatom kroničnom opstruktivnom plućnom bolesti (KOPB), u kojih se oksigenoterapija titrira prema ciljnoj vrijednosti saturacije od 88% do 92%. Kritičnim pacijentima daje se kisik visokog protoka

(12-15 L/min) na masku sa spremnikom. Ako pacijent ne diše potrebno je započeti s ventilacijom pomoću maske i samoširećeg balona sa spremnikom. Ukoliko pacijent diše, ali disanje nije adekvatno, ventilaciju je potrebno asistirano potpomognuti dodajući na njegov broj udisaja onoliko upuha koliko je potrebno da bi frekvencija disanja bila zadovoljavajuća (3,8,10,11).

C: Pregled i zbrinjavanje cirkulacije

Procjena cirkulacije sastoji se od procjene pulsa (frekvencija, ritmičnost, punjenost), kože (temperatura, boja, vlažnost) i vremena rekapilarizacije koje je u normalnim uvjetima do 2 sekunde (10). Kod provjere pulsa palpiraju se i radijalni i karotidni puls. Palpabilan radijalni puls upućuje na mogući sistolički tlak od 80-90 mmHg. U ovom koraku važno je prepoznati rane znakove šoka kao što su blijeda, hladna i preznojena koža, produljeno vrijeme rekapilarizacije te slabo pipljiv i ubrzan puls. Za pojavu klasičnih znakova šoka potreban je gubitak krvi od 1000-1500 ml krvi kod odraslih, dok neke skupine pacijenata, kao što su trudnice, djeca, osobe u dobroj fizičkoj kondiciji te pacijenti na terapiji beta blokatorima, kasno pokazuju znakove šoka. Još jednom treba provjeriti postoji li vidljivo vanjsko krvarenje koje možemo zaustaviti izravnim pritiskom ruke na ranu, postavljanjem kompresivnog zavoja, pomoću podveza u slučaju iskrvarenja ili ako druge metode nisu učinkovite te novim hemostatičkim sredstvima. Također, treba imati na umu moguće unutarnje krvarenje koje zahtijeva hitan prijevoz u bolnicu, kao i nekontrolirano vanjsko krvarenje (11).

U ovoj fazi potrebno je otvoriti venski put kanilom velikog promjera (prema potrebi stavljaju se dvije), ali bez odgađanja kritičnih intervencija ili transporta pacijenta (3,8,10,11). Nadoknada tekućine ne provodi se rutinski jer može povisiti krvni tlak, ohladiti krv i razrijediti faktore zgrušavanja. Intravenske tekućine se, stoga, daju u slučaju kompromitirane prokrvljenosti

vitalnih organa i temeljem ciljanih vrijednosti sistoličkog krvnog tlaka, tj. ispod 110 mmHg u slučaju sumnje na ozljedu mozga, odnosno 80 mmHg za sve ostale ozljede (8).

D: Pregled i zbrinjavanje (poremećaja) svijesti

Kratka procjena stanja svijesti učini se na početku pregleda pacijenta prema AVPU skali, a detaljniji neurološki pregled koji uključuje procjenu svijesti prema GCS-u i procjenu zjenica (veličina, izokoričnost, reakcije na svjetlost) radi se na kraju primarnog ITLS pregleda ako je pacijent poremećenog stanja svijesti. Pacijentima urednog stanja svijesti detaljniji neurološki pregled može se obaviti za vrijeme kontrolnog ili sekundarnog pregleda (3,8,10). Svakom ozlijeđenom s poremećajem svijesti ili šećernom bolešću treba izmjeriti razinu glukoze u krvi (3,10,11).

E: Pregled i zbrinjavanje preostalih ozljeda

Procjena izloženosti obuhvaća procjenu predmeta u neposrednoj okolini koji nam mogu dati informacije o stanju pacijenta (npr. igle kod intravenskih ovisnika, tablete kod sumnje na predoziranje) i samog pacijenta kojeg je potrebno razodjenuti pazeći pritom na njegovo dostojanstvo i izloženost vanjskim uvjetima. Ako je to moguće, potrebno je uzeti anamnezu ili heteroanamnezu prema SAMPLE akronimu (od engl. **s**igns and **s**ymptoms, **a**llergies, **m**edications, **p**ast medical history, **l**ast meal, **e**vents preceding the incident) pitajući za simptome, alergije, lijekove koje pacijent uzima, dosadašnje bolesti, zadnji obrok i događaje koji su prethodili incidentu (3,8,10,11).

3.1.1.3. Brzi trauma pregled

Nakon početne procjene pacijenta koja obuhvaća procjenu općeg dojma pacijenta i pregled po ABC(DE) pristupu prelazi se na sistematizirani pregled ozljeđenika po regijama tijela, tj. brzi trauma pregled, koji izvodimo kod generaliziranog ili nepoznatog mehanizma ozljede (3,8,10).

Brzi trauma pregled radi se tako da inspekcijom, palpacijom te, po potrebi, auskultacijom i perkusijom po redu pregledavamo glavu, vrat, prsni koš, abdomen, ekstremitete i leđa. U svakoj regiji tražimo vidljive ozljede, hematome i deformitete, a palpacijom utvrđujemo ima li osjetljivosti, krepitacija i nestabilnosti. Ubodni predmeti ne vade se na terenu, nego se osiguravaju u zatečenom položaju (3,8,10,11).

GLAVA I VRAT

U području vrata potrebno je uočiti distenziju jugularnih vena i/ili trahealnu devijaciju jer mogu upućivati na tenzijski pneumotoraks, odnosno na tamponadu perikarda. Nakon pregleda vrata pacijentu stavljamo ovratnik radi imobilizacije vratne kralježnice (3,10,11).

PRSNI KOŠ

Za vrijeme pregleda prsnog koša treba obratiti pažnju na prisutnost otvorenih rana, zbog sumnje na pneumotoraks, i nestabilnih segmenata (nestabilan prsni koš) (3,8,10). Palpacija prsnog koša radi se „klik klak“ tehnikom tako da dlanove položimo iznad i ispod mamile te pritisnemo jednom pa drugom rukom pritom pitajući pacijenta osjeti li bolove i tražeći znakove prijeloma. Nakon toga isto ponovimo s drugom stranom prsnog koša (7,9). Auskultacijom u dvije točke u srednjoj aksilarnoj liniji s obje strane prsnog koša treba utvrditi prisutnost šumova disanja pa ukoliko je auskultacijski nalaz različit prijeći na perkusiju prsnog koša. U slučaju pneumotoraksa

zvuk će biti hipersonoran, dok ćemo kod izljeva u nalazu imati muklinu (8,10). Životno ugrožavajuća stanja koja je ključno što prije prepoznati su tenzijski pneumotoraks, otvoreni pneumotoraks, ruptura dijafragme, nestabilan prsni koš, masivni hematotoraks i tamponada srca (3,8,10,11).

TRBUH

Ozljede trbuha vrlo je teško procijeniti, pogotovo u vanbolničkim uvjetima, stoga je najvažniji dio procjene prepoznavanje bilo kakve traume, a ne zahvaćenosti pojedinih abdominalnih organa (11). Također je važno skupiti što više informacija o mehanizmu nastanka ozljede kako bismo mogli odrediti vjerojatnost nastanka abdominalne ozljede (8,10,11). Primjerice, ako tijekom pregleda trbuha uočimo trag sigurnosnog pojasa, postoji velika vjerojatnost ozljede trbušnih organa i posljedičnog razvoja hemoragijskog šoka.

Abdomen palpiramo nježno u četiri kvadranta i ukoliko se javlja bol pretpostavljamo da pacijent ima ozljedu intraabdominalnih organa uz prijeteći razvoj šoka (8,10). Uredan prvi pregled trbuha ne smije isključiti ozljedu budući da mnogi pacijenti s kasnije utvrđenom značajnom intraabdominalnom traumom u ranom stadiju ne pokazuju znakove ozljede (8,10,11). Organe izvan trbušne šupljine ne treba vraćati, nego ih treba pokriti oblogama natopljenim fiziološkom otopinom (10).

ZDJELICA

Ozljede zdjelice najčešće su udružene s ozljedama prsnog koša i trbuha te nose velik rizik za nastanak hemoragijskog šoka. Zdjelicu palpiramo pritiskom dlana na simfizu pa pokretom zatvaranja knjige, tj. pritiskanjem ilijačnih krista prema unutra. Ukoliko je zdjelica bolna ili nestabilna na prvi pritisak, prestajemo s palpacijom i postavljamo zdjelični pojas u razini velikih

trohantera. Prije i poslije imobilizacije zdjelice treba provjeriti tzv. „4P“ – prisutnost **p**ulsa na obje noge do periferije, bol (engl. ***p**ain*), džepove (engl. ***p**ockets*) i spolovilo (engl. ***p**enis*) (8,10).

EKSTREMITETI

Pregled ekstremiteta obavlja se po segmentima, počevši od proksimalnog dijela pojedinog ekstremiteta prema distalno, tražeći pritom očite deformitete i nestabilnosti (sigurni znakovi prijeloma). Provjera nestabilnosti radi se tako da se jednom rukom odozgo pritisne zglob (koljeno ili lakat), dok se drugom rukom, postavljenom ispod proksimalnog dijela femura ili humerusa, odiže ekstremitet. Pregled se na isti način radi i na distalnim dijelovima ekstremiteta. Nakon utvrđivanja nestabilnosti podvlačimo ruku ispod svakog segmenta palpirajući moguće krepitacije, pitajući pacijenta za bol i tražeći znakove krvarenja (8,10). Distalno od mjesta prijeloma uvijek treba provjeriti cirkulaciju i neurološku funkciju (8,11). Kod pacijenata za koje je vrijeme presudno dovoljno je zbrinjavanje prijeloma postavljanjem krute udlage za hitan prijevoz u bolnicu. U slučaju iščašenja s ugroženim neurovaskularnim statusom, ekstremitet treba pokušati vratiti u anatomski položaj. Ako se radi o amputaciji, potrebno je zaustaviti krvarenje, primijeniti analgeziju i na bataljak staviti obloge natopljene fiziološkom otopinom. Amputirani dio ekstremiteta potrebno je očistiti, također pokriti kompresom natopljenom fiziološkom otopinom te ga zatim staviti u plastičnu vrećicu koju onda treba držati u hladnoj vodi. Amputirani dio tijela nikad se ne stavlja direktno u led ili vodu jer može doći do oštećenja tkiva (8,10,11). Pacijentima s djelomičnom amputacijom treba zaustaviti krvarenje i imobilizirati ekstremitet u anatomskom položaju te ga pokriti sterilnom kompresom (11).

LEĐA

U sklopu pregleda kralježnice provjeravaju se motorika i osjet na šakama i stopalima. Leđa se pregledavaju nakon što se pacijenta „*log-roll*“ tehnikom okrene na bok. Kontraindikacije za okretanje pacijenta na bok su nestabilna zdjelica, obostrani prijelom femura, strano tijelo u abdomenu ili prsnom košu i znakovi oštećenja kralježnice. U tom slučaju leđa treba pregledati nakon što se pacijenta stavi na rasklopna nosila (8,10,11). Imobilizacija kralježnice može se raditi dugom daskom ili vakuum madracem, ovisno o vremenu transporta koje u slučaju uporabe duge daske smije iznositi najviše 45 minuta (11). Pregled kralježnice može početi tek kad su glava i vrat osigurani ovratnikom i rukama člana tima koji daje daljnje upute ostalim članovima tima. Druga dva člana pridržavaju pacijenta u području ramena i kukova, odnosno kukova i donjih ekstremiteta. Dok je pacijent na boku i licem okrenut prema članovima tima obavlja se pregled leđa i stražnjice te ga se potom stavlja na dugu dasku prethodno postavljenu paralelno uz pacijenta. Učvršćivanje pacijenta za dugu dasku provodi se uz pomoć remenja koje se postavlja prvo ispod pazuha, a onda iznad krila bočne kosti zdjelice i iznad koljena (kod prijeloma femura remenje se stavlja ispod koljena), i naposljetku, oko stopala formiranjem „osmice“. Nakon postavljanja remenja slijedi postavljanje bočnih stabilizatora za glavu i vrat (8,10). Ako pacijent počne povraćati treba ukloniti ovratnik i uspostaviti ručnu imobilizaciju vrata te pacijenta okrenuti bočno s daskom ili madracem (10).

3.1.2. Kontrolni trauma pregled

Svrha kontrolnog pregleda je praćenje pacijenta na mjestu događaja i za vrijeme transporta kako bi se otkrile promjene u njegovu stanju. Kritične pacijente provjerava se svakih 5, a stabilne svakih 15 minuta. Osim toga, pacijenta treba ponovno pregledati u slučaju pomicanja,

intervencija i pogoršanja općeg stanja (8,11). Za vrijeme kontrolnog pregleda imamo priliku dovršiti anamnezu korištenjem SAMPLE akronima, ukoliko za to nismo imali prilike ranije. Potom slijedi ponovna procjena stanja svijesti (AVPU skala) i zjenica te mjerenje razine glukoze ako je došlo do promjena u statusu. Nakon toga potrebno je napraviti detaljniju procjenu stanja svijesti prema GCS-u. Daljnja procjena pacijenta sastoji se od pregleda prema ABC pristupu, provjere kontrole krvarenja, pregleda vrata, prsa, abdomena i rana te provjere intervencija i monitora (8).

3.1.3. Sekundarni ITLS pregled

Sekundarni ITLS pregled služi detaljnijoj procjeni pacijenta, a u slučaju kraćeg vremena transporta i lakšeg mehanizma ozljede može se i preskočiti. Sastoji se od početne procjene, tj. općeg dojma, procjene stanja svijesti, pregleda po ABC pristupu te kontrole krvarenja, i detaljnog pregleda koji uključuje monitoriranje, neurološki pregled te pregled svih dijelova tijela od glave do pete (8).

3.2. POSEBNOSTI ZBRINJAVANJA PACIJENTA S TRAUMOM GLAVE

3.2.1. Primarni ITLS pregled

Početni dio pregleda jednak je za sve pacijente s traumom. Prvo se procjenjuje mjesto događaja i opće stanje pacijenta uz procjenu stanja svijesti (8,11). Tijekom početne procjene dovoljno je odrediti stanje svijesti prema AVPU skali, a potom unutar brzog trauma pregleda napraviti detaljan neurološki pregled (8). Važno je znati mehanizam ozljede kako bi se mogle predvidjeti potencijalne pridružene ozljede. U kontekstu traume glave bitno je saznati je li pacijent gubio

svijest u nekom trenutku jer to može upućivati na značajnu ozljedu mozga; važna je informacija o trajanju i dubini gubitka svijesti te pridruženim promjenama (11). Prvi dio zbrinjavanja pacijenta temelji se na (C)ABC pristupu. Kod zbrinjavanja pacijenata s traumatskom ozljedom mozga važno je održavanje prohodnosti dišnog puta, ventilacije, oksigenacije i tlaka jer direktno utječu na samu ozljedu (8,11,12). Zatim se u slučaju lokaliziranog mehanizma ozljede prelazi na fokusirani trauma pregled (7). Uvijek treba imati na umu mogućnost povraćanja unutar prvih par sati od traume glave kako bi se pacijenta pravovremeno stavilo u bočni položaj ili omogućila sukcija s ciljem sprečavanja aspiracije (8,11).

DIŠNI PUT I DISANJE

Smanjenje razine svijesti može dovesti do opstrukcije dišnih puteva i nedostatne ventilacije, uz posljedično smanjenje oksigenacije. Prilikom provjere i osiguravanja dišnog puta uvijek treba pretpostaviti udruženu ozljedu vratne kralježnice, stoga zabacivanje glave treba biti zadnja mogućnost za otvaranje dišnog puta. Otvaranje dišnog puta treba uvijek započeti podizanjem donje čeljusti prema naprijed i odizanjem brade (11). Vratna kralježnica treba biti imobilizirana prije i poslije intubacije, ukoliko je ista indicirana (8,11). Manipulacija pomagalima u svrhu održavanja dišnog puta može povisiti ICP i pogoršati sekundarnu ozljedu mozga, zbog čega je potrebna temeljita procjena koristi i nedostataka od postupaka zbrinjavanja dišnog puta (11).

Naime, čak i kratki periodi hipoksije i hipotenzije, pogotovo ako su istodobno prisutna oba stanja, mogu značajno pogoršati konačni ishod pacijenata s traumatskom ozljedom mozga. Iz tog je razloga potrebno temeljito monitorirati pacijenta i pritom očekivati, prevenirati i korigirati hipoksiju i hipotenziju (8,12). Ako je vrijeme transporta do bolnice kratko, a pacijentu se dišni put može održavati prohodnim uz neinvazivne metode, intubacija na terenu se ne preporučuje

(8). No, ukoliko je pacijenta potrebno intubirati na terenu, ključni čimbenici zbrinjavanja pacijenata s traumatskom ozljedom mozga su vještina intubacije, sposobnost prepoznavanja ezofagealne intubacije te izbjegavanje peri-intubacijske hipoksije, hipotenzije i hiperventilacije. Nakon intubacije potrebno je uvijek provjeriti položaj tubusa; endotrahealni položaj tubusa potvrđuje obostrano prisutan disajni šum uz nalaz kapnografije (12). Pacijente koji zahtijevaju respiratornu potporu treba normoventilirati, tj. primjenjivati 10-15 upuha u minuti, uz monitoriranje i održavanje parcijalnog tlaka ugljičnog dioksida na kraju izdisaja ($EtCO_2$, od engl. *End-tidal* CO_2) u rasponu od 35 do 45 mmHg (10,12). Pacijentima sa sumnjom na ozljedu mozga prema zadnjim smjernicama treba titrirati primjenu oksigenoterapije tako da saturacija periferne krvi kisikom bude iznad 95%. Kako bi se izbjegli periodi hipoksije, hipotenzije i hiperventilacije, treba stalno nadzirati vrijednosti saturacije, krvnog tlaka i $EtCO_2$. Značajna hipoksija (<70%) ili bilo kakav pojedinačni slučaj desaturacije periferne krvi kisikom <90% povezani su sa značajnom stopom smrtnosti, zbog čega se dodatno ističe važnost kontinuiranog provođenja pulsne oksimetrije (12).

U pojedinim je istraživanjima zabilježena niža stopa preživljenja kod pacijenata s traumatskom ozljedom mozga intubiranih na terenu, a kao mogući uzroci navode se hiperventilacija, hipoksemija i ezofagealna intubacija (8,12). S obzirom na navedene čimbenike rizika, intubaciju je indicirano provesti kod pacijenata koji ne održavaju dišni put prohodnim te kod pacijenata čija je saturacija krvi kisikom snižena usprkos adekvatnoj ventilaciji i primjeni oksigenoterapije (8,11,12). Prema istraživanjima, djelatnici hitne službe na terenu imaju tendenciju hiperventilirati pacijenta, što može dovesti do ishemije već ugroženih dijelova mozga (8,12). Stoga, ukoliko se pacijent mehanički ventilira, potrebno je optimizirati postavke monitoriranjem

plućnih tlakova, saturacije krvi kisikom i izdisajne koncentracije ugljičnog dioksida, a hiperventilaciju koristiti isključivo u onih pacijenata s kliničkim znakovima razvitka hernijacijskog sindroma (12).

CIRKULACIJA

U slučaju ozljede drugih organskih sustava moguć je gubitak krvi s nastankom hipovolemije i hipotenzije. To će u konačnici rezultirati smanjenjem moždanog krvnog protoka i pogoršanjem sekundarne ozljede mozga. Stoga, važno je što ranije uspostaviti kontrolu krvarenja te omogućiti održavanje intravaskularnog volumena i krvnog tlaka kako bi perfuzija mozga bila dostatna (11). Prema smjernicama ciljni sistolički arterijski tlak za pacijente sa sumnjom na tešku ozljedu mozga iznosi 110 mmHg, a srednji arterijski tlak (MAP, od engl. *mean arterial pressure*) >90 mmHg (1,12). Ako se radi o inače hipertenzivnom pacijentu, tlak održavanja mora se korigirati s obzirom na uobičajene vrijednosti krvnog tlaka. U slučaju teške ozljede mozga može se javiti paroksizmalna simpatička hiperaktivnost koja je povezana s povišenim razinama katekolamina i posljedično hipertenzijom. Hipertenzivni pacijenti također imaju nepovoljnije ishode od normotenzivnih, a kao gornja granica tlaka uzima se vrijednost od 160 mmHg. Nađeno je i da pacijenti s jednim prehospitalnim hipotenzivnim događajem imaju dvostruki porast smrtnosti u odnosu na kontrolnu skupinu (12).

U slučaju da je indicirana, u prehospitalnim se uvjetima preporučuje nadoknada volumena fiziološkom otopinom ili krvnim pripravcima (ako su dostupni). U slučaju sumnje na povišen ICP, uz GCS <9, mogu se primijeniti i hipertonične kristaloidne otopine u malim količinama, najčešće u bolusu od 250 ml obzirom na potencijalni pozitivni učinak koji ostvaruju u pacijenata s traumatskom ozljedom mozga (3,12). U slučaju traume glave preporuča se izbjeći primjenu

otopine glukoze jer iste mogu smanjiti razinu natrija, a time pogoršati moždani edem, i uzrokovati hiperglikemiju, što dovodi do nepovoljnijih ishoda (3). Povrh toga, osim volumske resuscitacije moguće je primijeniti i vazokonstriktorne lijekove za održavanje normotenzije. U tom slučaju daje se noradrenalin u dozi od 0,01-0,5 μg/kg/min uz titriranje točne doze ovisno o aktualnim vrijednostima krvnog tlaka (10).

NEUROLOŠKI PREGLED

Prvi neurološki pregled na terenu ne mora uvijek odražavati ozbiljnost oštećenja mozga jer poremećaju stanja svijesti mogu doprinijeti brojna stanja, uključujući hipotenziju, hipoksiju, hipoglikemiju, intoksikaciju alkoholom ili lijekovima, itd. Pravu procjenu neurološkog statusa radimo nakon korekcije navedenih čimbenika, tj. na procjenu stanja svijesti prelazimo tek nakon zbrinjavanja pacijenta po (C)ABC algoritmu (8,12). Prva procjena od iznimne je važnosti jer kasnije služi kao osnovna vrijednost za daljnje praćenje pacijenta (3,4,8,). Neurološki pregled obuhvaća procjenu stanja svijesti prema GCS-u, uz provjeru simetričnosti motoričke komponente, procjenu veličine i simetrije zjenica te njihove reakcije na svjetlost. Osim toga, treba provjeriti postoje li znakovi nadražaja moždanih ovojnica i suptilni mioklonus, posebice kapaka (10). Procjenu treba ponavljati svakih 30 minuta, odnosno kod svake promjene u mentalnom statusu pacijenta. Uvijek treba zabilježiti i sve čimbenike koji utječu na procjenu neurološkog statusa kao što su konvulzije i intoksikacije alkoholom, drogama, i/ili lijekovima koji utječu na stanje svijesti, kao i primjenu lijekova na terenu, a koji imaju utjecaja na stanje svijesti (12).

Kod procjene GCS-a, pacijent će u najboljem slučaju dobiti 15 bodova: 4 za spontano otvaranje očiju, 5 za uspostavu verbalne komunikacije uz orijentiranost u vremenu, prostoru i prema sebi

te 6 za motorički odgovor u skladu s uputama liječnika (prikazano u Tablici 1). Minimum od 3 boda pacijent dobije ako ne otvara oči i ne daje ni verbalni ni motorički odgovor (3). Od tri komponente GCS-a, motorički odgovor ima najveću dijagnostičku i prediktivnu vrijednost (8,12). U slučaju asimetrije motoričkog odgovora bilježi se broj bodova na zdravijoj strani, uz napomenu da postoji razlika. Uvijek treba voditi računa o drugim čimbenicima koji mogu utjecati na procjenu i time dati lažnu sliku o stanju pacijenta (8). Primjerice, nekad otvaranje očiju pacijentu može biti otežano zbog periorbitalnog edema, prijelomi na ekstremitetu mogu otežati motorički odgovor, u slučaju oštećenja leđne moždine odgovor na bol može izostati na perifernu stimulaciju, verbalni odgovor može izostati kod intubiranih pacijenata i sl. Otežavajuće čimbenike potrebno je uvijek zabilježiti kako bi procjena prema GCS-u bila što točnija (3). U slučaju traumatske ozljede mozga, GCS od 8 ili manje bodova znak je teške ozljede i predstavlja indikaciju za intubaciju (8).

Hemipareza je najčešće uzrokovana intrakranijalnom ozljedom, dok monopareza nastaje uslijed oštećenja perifernog živca ili direktne traume ekstremiteta. Paraparezu i flakcidnu paralizu uglavnom uzrokuje oštećenje leđne moždine (8,4). Dekortikacijska rigidnost znak je oštećenja hemisfera velikog mozga, dok decerebracijska rigidnost nastaje zbog ozljede moždanog debla i obično upućuje na hernijaciju mozga (8).

Veličinu i oblik zjenica treba odrediti zasebno, a zatim ih usporediti. Reakcije na svjetlost utvrđuju se direktnim i indirektnim testom (4). Normalne su zjenice srednje široke, simetrične i reaktivne na svjetlo (10). Različita veličina ili odgovor zjenica na svjetlost upućuje na fokalnu ozljedu mozga (3). Zjenice su asimetrične ako između njih postoji razlika u širini od 1 mm ili više, a smatramo ih fiksiranima ako je odgovor na svjetlost promjena širine zjenica manja od 1 mm.

Ako su obje zjenice dilatirane i bez reakcije na svjetlost, najvjerojatnije se radi o ozljedi moždanog debla. Dilatirane zjenice s očuvanom reakcijom na svjetlost upućuju na reverzibilnu ozljedu, stoga pacijenta treba što prije transportirati u odgovarajuću zdravstvenu ustanovu. Unilateralno proširena reaktivna zjenica može biti prvi znak cerebralne hernijacije. Hitan transport i hiperventilacija potrebni su ukoliko kod komatoznog pacijenta uočimo razvoj dilatirane, nereaktivne zjenice. Osim uslijed povišenja ICP-a, proširene zjenice mogu biti uzrokovane hipotermijom, anoksijom, oštećenjem optičkog živca, djelovanjem lijekova ili direktnom traumom oka. Dilatirane i nereaktivne zjenice znak su povišenog ICP-a samo u pacijenata s promijenjenim stanjem svijesti (8).

Povrh toga, u određivanju stupnja i/ili uzroka poremećaja svijesti od pomoći mogu biti obrasci disanja, poput Cheyne-Stokesovog, Biotovog i Kussmaulovog disanja (10).

Hipoglikemiju uvijek treba isključiti kao moguć razlog poremećaja svijesti. U tom slučaju pacijentu treba dati visokopostotnu otopinu glukoze (npr. 40%) uz ponavljanje i titriranje doze do postizanja željenog učinka, tj. oporavka svijesti i normoglikemije. Ukoliko nismo u mogućnosti izmjeriti glukozu u tom trenutku, pacijentu treba dati bolus glukoze (50 ml 40% glukoze intravenski) (10).

Rano prepoznavanje znakova povišenog ICP-a ključno je za poboljšanje ishoda zbrinjavanja pacijenata s traumatskom ozljedom mozga (12). U znakove povišenog ICP-a spadaju Cushingov refleks (hipertenzija, bradikardija, nepravilan obrazac disanja), GCS<8, lateralizacija u motoričkom odgovoru na bol, unilateralno ili bilateralno dilatirane i fiksirane zjenice te progresivno smanjenje razine svijesti. Sindrom cerebralne hernijacije jedina je indikacija za hiperventilaciju jer korist hiperventilacije (smanjenje ICP-a) u tom slučaju nadmašuje štetne

učinke (ishemija mozga) dok se pacijentu ne omogući bolja zdravstvena skrb (8). Kad je hiperventilacija indicirana, istu se preporučuje izvoditi održavanjem frekvencije disanja/upuha na 20/min, tj. jedan upuh isporučiti svake 3 sekunde, a $EtCO_2$ monitorirati i održavati u rasponu od 30-35 mmHg, ako je dostupna metoda kapnografije (8,12). Osim hiperventilacijom, ICP snižavamo podizanjem uzglavlja na 15-30° i intravenskom primjenom manitola u dozi od 0,5-1 g/kg, a po potrebi pacijentu možemo dati i 20 mg furosemida intravenski uz prethodno postavljanje urinarnog katetera (10).

KONVULZIJE

Konvulzije kod pacijenata s TBI mogu biti simptom hipoksije i uvijek trebaju navesti liječnika da provjeri prohodnost dišnog puta, ventilaciju i oksigenaciju (8). Ako unatoč adekvatnoj ventilaciji i oksigenaciji pacijent ima napadaje, preporučuje se dati midazolam kao lijek prvog izbora u prehospitalnim uvjetima. Midazolam se može primijenti intramuskularno (0.2 mg/kg do maksimalno 10 mg), intranazalno (0.2 mg/kg do maksimalno 5 mg) ili bukalno (0.5mg/kg do maksimalno 10 mg). Lijekove prve linije još čine lorazepam (bukalno, 0.1mg/kg do maksimalno 4 mg) i diazepam (intravenski, 0.3mg/kg do maksimalno 10 mg). Ako lijekovi prve linije ne pomognu, prelazi se na lijekove druge linije: fenitoin (20 mg/kg do maksimalno 1000 mg), fenobarbital (20 mg/kg do maksimalno 1000 mg) ili levetiracetam (60 mg/kg do maksimalno 3000 mg) (10).

FOKUSIRANI PREGLED

Fokusiranim pregledom posebnu pažnju pridajemo regiji glave i vrata. Treba pregledati tjeme i tražiti znakove utisnute ili otvorene frakture. Znakovi prijeloma baze lubanje uključuju sljedeće: krv, bistru ili serosangvinoznu tekućinu iz uha i/ili nosa, periorbitalne ekhimoze (rakunove oči),

retroaurikularni otok i/ili ekhimoze (Battleov znak), hematotimpanum i skleralno krvarenje (2,3,8). Nakon toga slijede kontrolni i sekundarni ITLS pregled kao kod ostalih pacijenata s traumom. Na terenu je zbog nedostupnosti CT-a nemoguće odrediti tip ozljede mozga, ali zato je bitno prepoznati da je ozljeda mozga prisutna i pacijentu osigurati suportivne mjere do transporta u odgovarajuću zdravstvenu ustanovu (8). Ako iz rane izlazi moždano tkivo treba ga pokriti sterilnom kompresom (11).

4. HOSPITALNO ZBRINJAVANJE PACIJENTA S TEŠKOM OZLJEDOM MOZGA

U bolničkim je uvjetima glavni cilj liječenja ograničiti sekundarno oštećenje mozga pružanjem brze inicijalne procjene i dijagnostike, nakon čega slijedi definitivno neurokirurško zbrinjavanje intrakranijalne patologije te intenzivno liječenje pacijenta s teškom ozljedom mozga.

4.1. ZBRINJAVANJE PACIJENATA S TEŠKOM OZLJEDOM MOZGA NEPOSREDNO PO PRIJEMU U BOLNICU

4.1.1. Zbrinjavanje dišnog puta i disanja

U pacijenata s teškom ozljedom mozga indicirana je endotrahealna intubacija i mehanička ventilacija. Naime, uslijed ozljede mozga i poremećaja stanja svijesti održavanje dišnog puta može postati narušeno, kao i spontana minutna ventilacija. Povrh toga, gubitak zaštitnih refleksa dišnih puteva može dovesti do aspiracije regurgitiranog želučanog sadržaja i nastanka

aspiracijske pneumonije. Osiguravanje dišnog puta izvodi se po RSI (od engl. *rapid sequence induction and intubation*) protokolu s ciljem smanjivanja rizika od aspiracije želučanog sadržaja. Sigurna i brza intubacija temelji se na preoksigenaciji pacijenta i na pravilnom odabiru i primjeni lijekova u svrhu indukcije analgosedacije i miorelaksacije. Preoksigenacija se izvodi najmanje tri minute uz maksimalan protok kisika na *tight fit* masku ili ličnu masku s rezervoarom, čime se potiče stvaranje zalihe kisika u plućima i posljedično produljenje sigurnog perioda apneje tijekom samog postupka laringoskopije i intubacije. Ključno je monitoriranje saturacije pulsnim oksimetrom kako bi se izbjegli periodi desaturacije (14). Preporučuje se indukcija intravenskim anesteticima s minimalnim učinkom na kardiovaskularni sustav, poput etomidata ili ketamina. Midazolam i propofol bolje je izbjegavati u indukciji zbog mogućeg pogoršanja sekundarne ozljede mozga izazvane hipotenzijom (15). Prema RSI protokolu miorelaksansi se daju gotovo istodobno s indukcijskim lijekovima, a u obzir dolaze sukcinilkolin i rokuronij zbog njihovog brzog djelovanja (14). Po započinjanju mehaničke ventilacije i ukoliko pacijent nema znakove hernijacije, preporučuje se normoventilacija uz održavanje parcijalnog tlaka CO_2 u arterijskoj krvi ($PaCO_2$) između 35 i 45 mmHg te izbjegavanje profilaktičke hiperventilacije (3,13). Hiperventilacija je rezervirana samo za pacijente sa znakovima hernijacije mozga i to samo kao kratkotrajna metoda do definitivnog neurokirurškog rješavanja uzroka intrakranijalne hipertenzije (4,13). Naime, unutar prva 24 sata od nastanka ozljede moždani protok drastično je smanjen pa bi hiperventilaciju u tom periodu trebalo izbjegavati (13).

4.1.2. Zbrinjavanje cirkulacije

Neposredno po prijemu u bolnicu, pacijentima s teškom ozljedom mozga preporuča se redovito mjeriti krvni tlak te sistolički tlak održavati na vrijednostima većim od 110 mmHg, odnosno, MAP mora biti veći od 90 mmHg (3). To se primarno postiže nadoknadom volumena, najčešće izotoničnim otopinama (0.9% NaCl). Ukoliko to nije dovoljno, primjenjuju se vazopresori, obično noradrenalin u dozi od 0,01-0,5 μg/kg/min uz titriranje doze prema vrijednostima tlaka (10).

4.1.3. Neurološka procjena

U bolničkim uvjetima potrebno je ponoviti procjenu neurološkog statusa pacijenta prema GCS-u, uz procjenu reakcije zjenica na svjetlost, uzimajući u obzir činjenicu da intervencije primijenjene u svrhu zbrinjavanja dišnog puta i disanja te hemodinamska stabilizacija pacijenta također mogu utjecati na rezultat procjene (4,16). Kao alternativa GCS-u može poslužiti *FOUR score* (od engl. *The Full Outline of UnResponsiveness*), koji dodatno boduje obrazac disanja i reflekse moždanog debla, a pogodan je i kod intubiranih pacijenata (16).

4.1.4. Laboratorijska dijagnostika i pridružene intervencije

Svakom pacijentu rutinski se određuju vrijednosti hemoglobina, leukocita, trombocita, glukoze, elektrolita (posebno natrij i kalij), ureje, kreatinina i jetrenih enzima te koagulogram (4). Koagulopatija je inicijalno čest nalaz kod pacijenata s traumatskom ozljedom mozga, pogotovo ako pacijent ima pridružene ekstrakranijalne ozljede. Hipotermija, acidoza uslijed hipoperfuzije i hemodilucija zbog nadoknade tekućine mogu pogoršati koagulopatiju (13). Povrh toga, uzrok

koagulopatije može biti prethodna terapija antikoagulatnim ili antiagregacijskim lijekovima, a smatra se i da sama ozljeda može dovesti do koagulopatije zbog otpuštanja tkivnih faktora i moždanih fosfolipida u krvotok. Stoga je svakom pacijentu s teškom ozljedom mozga potrebno odmah provjeriti koagulacijske parametre. Ukoliko su oni poremećeni, potrebno ih je korigirati što prije jer je koagulopatija povezana s povećanjem opsega intrakranijalnog krvarenja te nepovoljnijim neurološkim ishodom i smrću (16). Kod pacijenata s intrakranijalnim krvarenjem koji su na antikoagulantoj terapiji, reverzija koagulopatije može se učiniti na više načina i u ovisnosti o vrsti prethodne terapije. Ona uključuje primjenu preparata poput koncentrata protrombinskog kompleksa (PCC, od engl. *prothrombin complex concentrate*), monoklonskih protutijela za specifične antikoagulanse (npr. idaricizumab i andaksanet), svježe smrznute plazme i vitamina K , uz praćenje INR-a (od engl. *international normalized ratio*) i ostalih koagulacijskih parametara (4,16). Ukoliko pacijent ima više traumatskih ozljeda i nestabilan je unatoč primjeni kristaloida, trebalo bi razmotriti primjenu balansirane transfuzije plazme, trombocita i eritrocita u omjerima 1:1:1. Ne postoje jasni dokazi o optimalnom broju trombocita kod ovih pacijenata, kao ni posebne smjernice u terapiji koagulopatije, ali u nekim centrima smatra se da je broj trombocita dobro držati više od $80x10^9/L$ (16).

4.1.5. Slikovna dijagnostika

Nakon hemodinamskog zbrinjavanja pacijenta s traumatskom ozljedom mozga potrebno je napraviti CT nalaz glave i vratne kralježnice, odnosno cijelog tijela ukoliko se radi o politraumatiziranom pacijentu. Od ostalih pretraga u obzir dolaze ultrazvuk, korištenjem FAST

(od engl. *focused assassment with sonography in trauma*) algoritma te radiogram prsnog koša, abdomena i zdjelice (4).

Po završenom inicijalnom bolničkom zbrinjavanju i dijagnostici, pacijenta s teškom ozljedom mozga se neurokirurški zbrinjava, ukoliko za to postoji indikacija, te zaprima u jedinicu intenzivnog liječenja.

4.2. NEUROKIRURŠKO ZBRINJAVANJE PACIJENTA S TEŠKOM OZLJEDOM MOZGA

U kontekstu neurokirurškog zbrinjavanja teške ozljede mozga u obzir dolazi postavljanje sustava za mjerenje intrakranijalnog tlaka, kraniotomija s evakuacijom lezija s tzv. *mass* efektom i kontrolom intrakranijalnog krvarenja te primarna dekompresivna kraniektomija. Odluka o primjeni i metodi kirurškog zbrinjavanja temelji se na neurološkom statusu i dobi pacijenta, veličini i vrsti ozljede mozga, vrijednostima ICP-a, radiološkim nalazima i pridruženim bolestima (17).

Sustavi za mjerenje ICP-a uključuju intraparenhimalne probe i vanjsku ventrikularnu drenažu (EVD, od engl. *external ventricular drainage)* postavljenu u bočnu komoru nedominantne hemisfere velikoga mozga (16). Postavljanje sustava za mjerenje ICP-a jedan je od najčešćih neurokirurških zahvata, koji se može izvesti na odjelu hitne medicine, u operacijskoj sali ili jedinici intenzivnog liječenja. Izvodi se u pacijenata s rizikom ili već nastalom akutnom intrakranijalnom hipertenzijom, a u razvijenim zemljama predstavlja standard liječenja pacijenata s teškom ozljedom mozga (13,16). Vanjska ventrikularna drenaža koristi se kao prva ili druga linija kontrole intrakranijalne hipertenzije i zlatni je standard u monitoriranju ICP-a. Naime, za razliku od intraparenhimalnih proba, EVD u otvorenoj konfiguraciji, osim

monitoriranja ICP-a omogućava i terapiju intrakranijalne hipertenzije drenažom cerebrospinalnog likvora (13). Valja napomenuti da unatoč brzini i jednostavnosti postavljanja drena, ovaj zahvat sa sobom nosi rizik od nastanka krvarenja, malpozicije ili opstrukcije katetera te infekcija, na što se djelomično može utjecati korištenjem sustava katetera impregniranih antibiotikom (13, 18).

Kako bi se smanjila rana smrtnost od teške ozljede mozga preporuča se monitoriranje i održavanje ICP-a na vrijednostima nižim od 22 mmHg (13,16). Samo monitoriranje ne utječe na ishode, već služi za usmjeravanje liječenja pacijenta. Naime, količina cerebrospinalnog likvora i brzina drenaže određuju se s obzirom na rezultate slikovnih pretraga, vrijednosti ICP-a i podležeću patologiju. Protokoli i preporuke se pritom mogu razlikovati, a drenažu je moguće izvoditi kontinuirano ili intermitentno (19). Smanjenje i kontrola ICP-a su efikasniji kad se drenaža odvija kontinuirano, a ne intermitentno (13,16). U slučaju intermitetne primjene, jedna od mogućnosti jest otvaranje drenaže cerebrospinalnog likvora kad vrijednosti ICP-a prijeđu 20 mmHg u trajanju duljem od 5 minuta (18,19). U slučaju drenaže prevelike količine cerebrospinalnog likvora može doći do ventrikularnog kolapsa (18).

Kraniotomija je zahvat tijekom kojeg se privremeno odstranjuje dio lubanje kako bi se dobio pristup intrakranijalnom prostoru u svrhu evakuacije hematoma. Metoda je izbora u zbrinjavanju ekstraduralnog hematoma, a u obzir dolazi i tijekom liječenja pacijenata sa subduralnim hematomom ili intracerebralnim krvarenjem (17).

Primarna dekompresivna kraniektomija odstranjenje je većeg dijela lubanje uz otvaranje tvrde moždane ovojnice kako bi se kontrolirao moždani edem zbog čega nastaje defekt lubanje koji

zahtijeva naknadnu kranioplastiku. Najčešće se izvodi u slučaju teškog akutnog subduralnog hematoma, a dolazi u obzir i kao metoda zbrinjavanja intracerebralnog krvarenja (17).

4.3. INTENZIVNO LIJEČENJE PACIJENTA S TEŠKOM OZLJEDOM MOZGA

Intenzivno liječenje pacijenta s teškom ozljedom mozga uključuje osiguravanje optimalnih uvjeta za oporavak mozga kroz analgosedaciju pacijenta, napredni neuromonitoring s održavanjem prikladnog i stabilnog moždanog perfuzijskog tlaka, dobre sustavne i moždane oksigenacije, kontinuirano monitoriranje ICP-a i pravovremeno zbrinjavanje intrakranijalne hipertenzije, primjenu protektivne plućna ventilacije s održavanjem normoksije i normokapnije, primjenu medicinske nutritivne terapije uz normoglikemiju, primjenu tromboprofilakse te održavanje normotermije.

4.3.1. Optimizacija cerebralne perfuzije

Osiguravanje adekvatnog moždanog krvnog protoka postiže se kontrolom MAP-a, ICP-a i cerebralnog perfuzijskog tlaka (CPP, od engl. *cerebral perfusion pressure*), čiji je međuodnos prikazan formulom: CPP=MAP-ICP. Pritom, kolebanja i sistemskog krvnog tlaka i intrakranijalnog tlaka direktno utječu na CPP te se isti može prilagođavati potrebama pacijenta manipulacijom MAP-a i ICP-a. CPP se koristi kao pokazatelj moždanog protoka krvi (CBF, od engl. *cerebral blood flow*) budući da se protok teško može direktno izmjeriti i preporučeno je da se u teškoj ozljedi vrijednosti CPP-a održavaju unutar raspona od 60 do 70 mmHg (13,20,26). CBF ovisi o CPP-u i obrnuto je proporcionalan cerebralnoj vaskularnoj rezistenciji (21).

Hemodinamsku optimizaciju treba personalizirati u skladu s razinom očuvanosti moždane autoregulacije pojedinog pacijenta, ukoliko postoji mogućnost za njeno monitoriranje. Moždana autoregulacija definirana je kao intrinzična sposobnost moždane vaskulature da promjenom rezistencije održi stabilan CBF unatoč promjena krvnog tlaka (21). Ako je moždana autoregulacija očuvana, pad sistemskog krvnog tlaka uzrokuje dilataciju moždanih žila kako bi se sačuvala adekvatna perfuzija, odnosno izbjegla hipoperfuzija i ishemija mozga. To dovodi do povećanja volumena krvi u mozgu i posljedičnog rasta ICP-a. U slučaju sistemske hipertenzije autoregulacija sprečava oštećenje mikrovaskulature koje bi nastalo uslijed hiperemije i hipervolemije vazokonstrikcijom, tj. smanjenjem volumena krvi u mozgu (13,23). Ako je moždana autoregulacija narušena, perfuzija mozga direktno ovisi o vrijednostima sistemskog krvnog tlaka, što znači da sistemska hipotenzija može dovesti do moždane ishemije (13). Također, promjene sistemskog krvnog tlaka odražavaju se direktno na vrijednosti ICP-a zbog nemogućnosti posredovanja mehanizama moždane autoregulacije, što dodatno kompromitira moždanu perfuziju (24). Budući da razina disregulacije korelira s ishodima liječenja, pretpostavlja se da simulacija autoregulacije u slučaju teške ozljede mozga može poboljšati oporavak (25). Čini se da je pacijentima s očuvanom autoregulacijom bolje pristupati prema protokolu temeljenom na vrijednostima CPP-a (od engl. *CPP-based protocol*) i ciljati na više vrijednosti CPP-a unutar preporučenog raspona od 60 do 70 mmHg (13,26). Obrnuto vrijedi za pacijente s narušenom autoregulacijom, koje je bolje zbrinjavati po protokolu temeljenom na vrijednostima ICP-a (od engl. *ICP-based protocol*) (13,26). U tom slučaju adekvatan CPP postiže se primarno snižavanjem ICP-a, a ne povišenjem MAP-a jer može pogoršati moždani edem (16).

Procjena cerebralne autoregulacije najčešće se provodi transkranijalnim Dopplerom tako da se prate brze, kratkoročne promjene moždanog protoka u skladu s promjenama sistemskog tlaka. U procjeni autoregulacije mogu pomoći spektroskopijska analiza bliska infracrvenom području (NIRS, od engl. *near-infrared spectroscopy*), mjerenje parcijalnog tlaka kisika u moždanom tkivu ($PbtO_2$, od engl. *partial pressure of oxygen in brain tissue)* i monitoriranje ICP-a (21).

U svrhu održavanje euvolemije i očuvanja sistemske, a time i moždane perfuzije, indicirana je primjena kristaloidnih otopina, uz monitoriranje osmolarnosti plazme. Naime, neke od balansiranih kristaloidnih otopina su blago hipoosmolarne u odnosu na ljudsku plazmu pa njihova primjena može dovesti do smanjenja osmolarnosti plazme i pogoršanja moždanog edema. Primjena koloida se ne preporučuje rutinski, što uključuje i albumine, čija se primjena u pacijenata s teškom ozljedom mozga povezuje s povećanom smrtnosti (16).

4.3.2. Napredni neuromonitoring pacijenta s teškom ozljedom mozga

Povrh spomenute cerebralne perfuzije, na adekvatnu moždanu tkivnu oksigenaciju utječe zasićenost arterijske krvi kisikom, kao i lokalni tkivni čimbenici. Praćenje vrijednosti CBF-a i moždane oksigenacije te njihova kontrola u svrhu poboljšanja uvjeta za oporavak mozga od ozljede dio su naprednog neuromonitoringa, dostupnog u zdravstvenim ustanovama s više resursa (20).

Napredno monitoriranje moždanog protoka postiže se transkranijalnim Dopplerom, neinvazivnom metodom praćenja brzine protoka kroz velike moždane žile. Određivanje indeksa tlačne reaktivnosti (PRx, od engl. *pressure reactivity index*), koji je funkcija ICP-a i MAP-a, koristi se u postavljanju optimalnih vrijednosti CPP-a (20,21). Monitoriranje CPP-a preporučuje se u

zbrinjavanju pacijenta kako bi se smanjila smrtnost u razdoblju od 2 tjedna (13). No, cerebralna ishemija može se javiti unatoč zadovoljavajućim vrijednostima ICP-a i CPP-a, zbog čega praćenje saturacije unutrašnje jugularne vene kisikom ($SjvO_2$, od engl. *jugular venous oxygen saturation*) i PbtO2 mogu biti od pomoći u usmjeravanju terapije. $SjVO_2$ omogućuje procjenu globalne dostave i potrošnje kisika u mozgu te odražava promjene CBF-a, odnosno, pomaže u određivanju optimalnih vrijednosti CPP-a potrebnog za održavanje adekvatne moždane oksigenacije (22). Normalne vrijednosti saturacije u jugularnom bulbusu kreću se od 55% do 75% te se kod pacijenata s teškom ozljedom mozga preporučuje održavati $SjVO_2$ unutar navedenog raspona, obzirom da su manje i veće vrijednosti povezane s nepovoljnijim ishodima (20,22). Vrijednost $PbtO_2$ pokazatelj je lokalne dostave kisika u moždanom tkivu, a u normalnim uvjetima varira od 20-40 mmHg (20). $PbtO_2$ manji od 20 mmHg smatra se znakom moždane ishemije te se može korigirati povećanjem sistoličkog krvnog tlaka (time i CPP-a), povećanjem saturacije arterijske krvi kisikom podizanjem frakcije udahnutog kisika i/ili povećanjem parcijalnog tlaka CO_2 s posljedičnim poboljšanjem CBF-a. Osim toga, monitoriranje $PbtO_2$ može biti od koristi u određivanju optimalnih vrijednosti cerebralnog tlaka perfuzije (22).

Cerebralna mikrodijaliza dodatna je metoda kojom se analiziraju intersticijske promjene vrijednosti glukoze, glutamata, piruvata, laktata i glicerola. Omjer laktata i piruvata (LPR, od engl. *lactate:pyruvate ratio*) veći od 40 ukazuje na moždanu ishemiju i neovisan je prediktor mortaliteta (20,22).

4.3.3. Kontrola ICP-a

U kontekstu intenzivnog liječenja, ICP se može kontrolirati korištenjem više različitih metoda, uključujući fizičko pozicioniranje pacijenta, primjenu medikamentozne terapije te drenažu cerebrospinalnog likvora, detaljnije opisanu u odlomku o neurokirurškom zbrinjavanju pacijenta s teškom ozljedom mozga.

Fizičke metode uključuju podizanje nagiba uzglavlja na 30 stupnjeva, pažljivo pozicioniranje fiksatora za endotrahealni tubus, oro/nazogastričnu sondu i ostala pomagala, kako isti ne bi radili pritisak na vratne vene, kao i primjenu protektivne plućne ventilacije s izbjagavanjem visokih intratorakalnih tlakova, čime se omogućava optimalan cerebralni venski odtok.

Medikamentozne metode uključuju primjenu hiperosmolarne terapije, poput hipertonične otopine natrijevog klorida (NaCl) i/ili manitola, te analgosedaciju pacijenta s teškom ozljedom mozga. Iako nema jakih dokaza o značajnoj prednosti primjene manitola i hiperosmolarnih otopina, rutinski se često primjenjuju u svrhu smanjivanja ICP-a uz monitoriranje osmolarnosti plazme do ciljnih vrijednosti od 300 mOSmol. Ne postoji jedinstven protokol za primjenu hipertonične otopine NaCl, a raspon koncentracija koje se koriste varira od 3% do 23.4%. Otopine s 3%-tnim NaCl najčešće se koriste u obliku kontinuirane infuzije tako da se titriraju do postizanja serumske koncentracije natrija od 145 do 155 mEq/L. Otopine od 23.4% primjenjuju se u obliku intermitentnih bolusa. U svakom slučaju, hiperosmolarne otopine preporuča se dati preko centralnog venskog katetera kako bi se izbjegla ekstravazacijska ozljeda na periferiji. Povrh toga, nakon dugotrajne primjene hiperosmolarnih otopina potrebno ih je postepeno ukidati kako ne bi došlo do promjene osmotskog gradijenta i tzv. *rebound* moždanog edema (13).

Kontraindicirane su u pacijenata s hipernatrijemijom (4). Manitol se u kontroli ICP-a koristi u dozama od 0.25-1 g/kg svakih 4-6 sati, dok je njegova primjena bez monitoriranja ICP-a ograničena na fizikalne znakove hernijacije mozga (13,16). U slučaju oštećenja krvno-moždane barijere postoji opasnost od otjecanja manitola u moždano tkivo i posljedičnog poremećaja osmotskog gradijenta i moždanog edema, stoga se preporučuje manitol koristiti samo po potrebi (16).

Anestetici, analgetici i sedativi skupine su lijekova koji se mogu primjenjivati u slučaju teške ozljede mozga u svrhu smanjenja cerebralnog metabolizma te profilakse i kontrole intrakranijalne hipertenzije i konvulzija. Nuspojave nekih lijekova iz ovih skupina uključuju hipotenziju i hipoksiju, zbog čega pacijent prije dobivanja terapije treba biti hemodinamski održan i mehanički ventiliran (4,13). Analgosedacija se najčešće postiže primjenom kombinacije opioida i anestetika/sedativa, ili izoliranom primjenom anestetika/sedativa, sa ili bez miorelaksacije. U prvim koracima stabilizacije oba su pristupa valjana, ali pacijentima sa značajnim porastom ICP-a bolje je dati kombinaciju anestetika/sedativa i opioidnog analgetika (16). Cilj analgosedacije je snižavanje ICP-a umanjivanjem metaboličke aktivnosti neurona i protoka krvi kroz mozak (4,16). Kod pacijenata s manje teškom ozljedom mozga, kod kojih se očekuje brži oporavak, preporučena je primjena sedativa i analgetika kratkog djelovanja, primjerice propofola ili deksmedetomidina te ramifentanila ili fentanila (4). Prednosti propofola su učinkovito snižavanje ICP-a i kratko djelovanje, što omogućuje česte neurološke procjene pacijenta (16). Valja istaknuti da je primjena propofola u visokim dozama povezana sa značajnim morbiditetom, zbog čega je doza ograničena na 4mg/kg/h (13). Pacijentima s lošijim nalazom na

slikovnoj dijagnostici, početno visokim ICP-om i većim rizikom od sekundarnih ozljeda mozga mogu se primijeniti i lijekovi s dužim djelovanjem, poput midazolama, diazepama i fentanila (4). Iako se mogu koristiti u svrhu smanjenja moždanog edema druge etiologije, kod pacijenata s teškom ozljedom mozga kortikosteroidi se ne preporučuju za poboljšanje ishoda ili smanjenje ICP-a. Štoviše, metilprednizolon u visokim dozama je kontraindiciran u takvih pacijenata (13,16).

4.3.4. Prevencija i zbrinjavanje konvulzija

Teška ozljeda mozga može uzrokovati posttraumatske konvulzije ili posttraumatsku epilepsiju. Posttraumatske konvulzije mogu biti rane (unutar 7 dana od nastanka ozljede) ili kasne (nakon 7 dana od nastanka ozljede) (4,13). Posttraumatska epilepsija definira se kao rekurentni napadaji nakon više od 7 dana od oštećenja mozga. Faktori rizika za razvoj konvulzija su GCS ≤10, javljanje konvulzija odmah nakon ozljede, posttraumatska amnezija dulja od 30 minuta, linearne ili udubljene frakture lubanje, penetrirajuća ozljeda glave, kronični alkoholizam, kontuzija korteksa, dob ≤65 godina, epiduralni, subduralni ili intracerebralni hematom (10). U komatoznih pacijenata konvulzije predstavljaju hitnoću jer mogu dovesti do smrti zbog povećanja potreba neurona za kisikom i ICP-a te smanjenja moždanog perfuzijskog tlaka. Ukoliko dođe do javljanja konvulzija kod pacijenta, u svrhu prekida napadaja daje se benzodiazepin intravenskim putem u bolusnoj dozi, koji se može dalje pratiti kontinuiranom infuzijom fenitoina, ne bržom od 25 mg/min. Ako konvulzije ne prođu u roku od 30 minuta, mogu se primijeniti bolus (200 mg) i infuzija (5-15 mg/min) tiopentala (4). Osim toga, rekurentne konvulzije mogu povećati ICP i metaboličke potrebe oštećenog tkiva, što može pogoršati sekundarnu ozljedu (16). Upotreba fenitoina preporučuje se za sprečavanje ranih konvulzija radi izbjegavanja epileptičkog statusa

koji može imati smrtan ishod u ovim uvjetima iako same rane konvulzije nisu povezane s nepovoljnijim ishodima (13,16). Ne preporučuje se profilaksa kasnih konvulzija fenitoinom ili valproatom. Nema dovoljno dokaza na temelju kojih bi se preporučila uporaba levetiracetama u odnosu na fenitoin (13).

4.3.5. Snižavanje refraktornog ICP-a

U slučaju neuspjele medicinske i kirurške kontrole refraktornog ICP-a, moguće je koristiti dodatne alternativne tehnike poput barbituratne kome, sustavne hipotermije te dekompresivne kraniektomije.

Barbituratna koma postiže se davanjem visokih doza barbiturata, primarno pentobarbitala (13,27). Prekidanje kome postiže se postepenim smanjivanjem doza barbiturata kako bi se izbjegao sindrom ustezanja (27). Vrijednosti ICP-a ispod 20 mmHg unutar 48 sati ukazuju na mogućnost ukidanja terapije barbituratima u trajanju od tri dana (28). Nuspojave barbiturata mogu se umanjiti dodavanjem benzodiazepina u terapiju zbog njihovog sinergističkog učinka. Također, treba voditi računa o primjeni barbiturata u slučaju hipotermije zbog smanjene metaboličke aktivnosti jetre (4).

Hipotermija je jedna od metoda koja se može primijeniti kao profilaksa ili terapija povišenog ICP-a. Smanjuje metaboličku aktivnost moždanih stanica i cerebralni volumen krvi (4,13). Jedna od mogućih metoda snižavana tjelesne temperature može biti brza infuzija hladne otopine (4°C) u količini od 1500-3000 ml uz pažljivo monitoriranje pacijenta i prevenciju hipovolemije, hipotenzije, elektrolitnog disbalansa, poremećaja vrijednosti glukoze i infekcija. Ponovno zagrijavanje pacijenta treba se provoditi postepeno, tj. sporije od 0.2 do 0.5 °C po satu, radi

izbjegavanja moguće hiperkalijemije i povećanja potrošnje kisika u nekim regijama mozga u odnosu na perfuziju (13). Unatoč mogućnosti smanjenja ICP-a, hipotermija može imati negativne učinke na organizam kao što su imunosupresija, koagulopatija i aritmije, stoga treba biti ograničena na slučajeve povišenog ICP-a refraktornog na druge vrste terapije (13,16). Nije dokazana korist hipotermije u poboljšanju ishoda (16). Rana (unutar prva 2 i pol sata) i kratkoročna (48 sati nakon ozljede) profilaktička hipotermija radi poboljšanja ishoda ne preporučuju se kod pacijenata s difuznom ozljedom (13).

Sekundarna dekompresivna kraniektomija odstranjenje je dijela lubanje u svrhu smanjenja ICP-a. Služi kao terapija druge linije, kad se konzervativnim metodama ne može postići smanjenje ICP-a i kad pacijentu prijeti visok rizik od udruženih komplikacija. Veću korist ima kod pacijenata s fokalnom ozljedom, dok kod difuzne ozljede mozga nije u potpunosti jasan utjecaj na dugoročni ishod (4). Izvodi se u slučaju povišenog ICP-a dulje od 1 sata do 12 sati unatoč primjeni barem dviju konzervativnih vrsta terapije za snižavanje ICP-a (16). Kod pacijenata s teškom ozljedom mozga preporučuje se frontotemporoparijetalna dekompresivna kranijektomija minimalnih dimenzija 12x15 cm radi smanjenja mortaliteta i poboljšanja neurološkog ishoda (13). Ukoliko je kraniektomija premala tlak se neće dovoljno sniziti, a može doći do uklještenja vena i infarkta (16). Bifrontalna dekompresivna kraniektomija radi poboljšanja ishoda ne preporučuje se kod pacijenata s teškom difuznom ozljedom mozga i porastom ICP-a iznad 20 mmHg trajanja duljeg od 15 minuta unutar perioda refraktornosti od jednog sata na terapiju prvog izbora. Ipak, ovaj zahvat smanjuje ICP i skraćuje vrijeme provedeno u jedinici intenzivnog liječenja (13).

4.3.6. Opće metode zbrinjavanja pacijenta u jedinici intenzivnog liječenja

Protektivna plućna ventilacija koristi se kako bi se spriječilo oštećenje pluća izazvano mehaničkom ventilacijom. Ona uključuje metode ograničenja tzv. *driving pressure*-a te maksimalnog inspiratornog tlaka, smanjenje disajnog volumena, primjenu dovoljnog tlaka na kraju izdisaja (PEEP, od engl. *positive ned-expiratoty pressure*) i povećanje frekvencije disanja (29).

Nutritivna potpora pacijenta s teškom ozljedom mozga ima za cilj zadovoljiti bazalni metabolizam do petog ili najdalje sedmog dana nakon ozljede (13).

Kontrola glikemije važna je stavka intenzivnog liječenja pacijenata s teškom ozljedom mozga obzirom da se i hipo- i hiperglikemija povezuju s nepovoljnijim neurološkim ishodima. Ne preporučuje se intenzivna primjena inzulina u svrhu održavanja glikemije u rasponu od 4.4mmol/L do 6.1mmol/L. Da bi se izbjegle ekstremne vrijednosti glukoze u krvi, najbolje je držati se raspona od 7.8mmol/L do 10mmol/L (16).

Teška ozljeda mozga povećava rizik za razvoj duboke venske tromboze, koja može uzrokovati plućnu emoboliju, a rizik je to veći što je oštećenje mozga veće. Prediktori duboke venske tromboze su starija dob, subarahnoidalno krvarenje, ozljede ekstremiteta i *Injury Severity Score* >15. Uz mehaničku profilaksu mogu se primijeniti niskomolekularni heparin ili nefrakcionirani heparin, ako je ozljeda mozga stabilna, a rizik od širenja intrakranijalnog krvarenja niži od mogućih povoljnih učinaka (13). Mehanička profilaksa može se primijeniti čim pacijent stigne u bolnicu. Kao kemoprofilaksa mogu poslužiti nefrakcionirani heparin u dozi od 5000 jedinica tri puta dnevno ili enoksaparin od 40 mg dnevno 24 sata nakon ozljede. Rizik od

krvarenja najveći je unutar prva dva dana od nastanka ozljede stoga treba dobro odvagnuti moguće koristi u sprečavanju duboke venske tromboze u odnosu na povećanu mogućnost krvarenja dodavanjem antikoagulatnog lijeka (16).

5. NEUROREHABILITACIJA NAKON INTENZIVNOG LIJEČENJA

Postakutna skrb usmjerena je na osposobljavanje pacijenta za svakodnevni život i što lakšu integraciju u društvo uz minimizaciju posttraumatskih komplikacija. Neurorehabilitacija pacijenata s ozljedom mozga uslijed traume razlikuje se od neurorehabilitacije pacijenata s ozljedom mozga druge etiologije zbog drugačijeg mehanizma nastanka ozljede i lokalizacije. Specifičnosti uključuju poremećaje svijesti, paroksizmalnu simpatičku hiperaktivnost, posttraumatsku agitaciju, posttraumatski hidrocefalus i posttraumatske neuroendokrine poremećaje (30, 31).

Tipičan oporavak uslijed teške ozljede mozga sačinjen je od nekoliko faza: perioda narušene svijesti (nekad uz paroksizmalnu simpatičku hiperaktivnost), perioda posttraumatske agitacije i/ili konfuzije te perioda povratka funkcije koji je praćen različitim smetnjama kognitivnog, bihevioralnog, emocionalnog i senzomotoričkog tipa (31). Neurorehabilitacija zahtijeva multidisciplinaran pristup, a provode je primarno doktori fizikalne medicine, fizioterapeuti i radni terapeuti. Kod poremećaja govora i gutanja u terapiju se uključuje logoped, a u slučaju nastanka psihijatrijskih tegoba uključuju se psiholog i psihijatar (30,31).

Nažalost, oko 50% pacijenata s traumatskom ozljedom mozga doživjet će pogoršanje tjelesnih i kognitivnih sposobnosti ili smrt unutar pet godina od nastanka ozljede usprkos provedenom liječenju i rehabilitaciji. Iako početak, trajanje i intenzitet terapije mogu varirati, velik broj studija

pokazao je prednosti intenzivne terapije u poboljšanju ishoda čak i u kasnijim fazama oporavka (32).

6. RASPRAVA

Incidencija traumatske ozljede mozga u porastu je na račun sve većeg broja pacijenata starije životne dobi i djece mlađe od četiri godine u razvijenim zemljama te češće uporabe motornih vozila u uvjetima s lošijom infrastrukturom i slabijim mjerama sigurnosti u zemljama u razvoju (5). Smrtnost kod teške ozljede mozga je visoka (30-40%), a u slučaju preživljenja samo 30% pacijenata ima potpun funkcionalni oporavak, dok kod ostalih zaostaje neki oblik invaliditeta (3). Iako je dob jedan od važnijih prediktora ishoda, dio nepovoljnih ishoda kod starijih pacijenata može se izbjeći suzbijanjem neopravdanog terapijskog nihilizma. Zbog dobne diskriminacije velik broj starijih pacijenata ne dobije dovoljno brzo ili agresivno liječenje ili se liječenje prerano prekida. Osim toga, osobe starije životne dobi nisu dovoljno zastupljene u studijama zbog čega je potrebno provesti još istraživanja koja ih uključuju (5).

Povrh toga, usprkos brojnim istraživanjima, tijek i optimalno zbrinjavanje pacijenata s traumatskom ozljedom mozga još uvijek nisu u potpunosti jasni te broj jakih dokaza za velik dio preporuka nije dostatan. Primjerice, različiti rezultati dobiveni su na temu ishoda prehospitalne intubacije zbog čega se ona najčešće preporučuje samo ako je član medicinskog tima iskusan u tom postupku (12). Potom, potrebna su dodatna istraživanja kako bi se utvrdili utjecaj hiperosmolarne terapije na ishod liječenja, najbolji lijek, doza i vrijeme primjene terapije za prevenciju duboke venske tromboze, optimalni način prehrane pacijenata te utjecaj anestetika,

analgetika i sedativa na ishode. Osim toga, trenutno preporučene vrijednosti sistemskog tlaka, ICP-a i CPP-a također se temelje na dokazima slabije kvalitete (13).

Unatoč značajnim stopama invaliditeta nakon pretrpljene traumatske ozljede mozga i dokazima o učinkovitosti fizikalne i kognitivne terapije, dosadašnje razine dokaza su nedostatne pri pružanju smjernica za kliničku praksu. Stoga je i na području neurorehabilitacije potrebno još istraživanja kako bi se utvrdile optimalne doze, intenzitet i trajanje terapije u procesu oporavka (32).

Naposljetku, pružanje skrbi pacijentima s traumatskom ozljedom mozga nije uvijek standardizirano, a način zbrinjavanja i ishodi se nekad značajno razlikuju s obzirom na mjesto liječenja. Budući da traumatska ozljeda mozga predstavlja globalani javno-zdravstveni problem, potrebno je povezati centre i poticati njihovu suradnju kako bi se dizajnirala kvalitetna istraživanja, sakupila dovoljna količina kvalitetnih dokaza i izmjenjivala iskustva vezana za liječenje ovih pacijenata (5,13).

7. ZAKLJUČCI

1. Zbrinjavanje pacijenta s teškom ozljedom mozga u prehospitalnim uvjetima temelji se na strukturiranom i sistematiziranom pregledu (npr. korištenjem ITLS protokola) uz liječenje glavnih mehanizama sekundarne ozljede mozga: hipoksije, hipotenzije i povišenog intrakranijalnog tlaka.
2. Povrh održavanja dišnog puta slobodnim i uspostave adekvatne minutne ventilacije, u prehospitalnim se uvjetima oksigenoterapija preporuča kada je saturacija niža od 95%.
3. Ciljne vrijednosti sistoličkog krvnog tlaka u prehospitalnim uvjetima iznose 110 mmHg.

4. Znakovi povišenog ICP-a uključuju poremećaj svijesti, hipertenziju s bradikardijom i nepravilnim obrascem disanja te unilateralno ili bilateralno dilatirane i fiksirane zjenice. Prehospitalne mjere snižavanja ICP-a uključuju podizanje uzglavlja, kratkotrajnu primjenu hiperventilacije te terapiju manitolom i furosemidom, uz analgosedaciju ukoliko je član tima iskusan u postupku primjene.

5. Dijagnoza teške ozljede mozga postavlja se na temelju (hetero)anamnestičkih podataka i kliničke slike (GCS, FOUR), uz potvrdu slikovnom dijagnostikom (CT ili MR) po prijemu u bolnicu.

6. Neurokirurške metode zbrinjavanja uključuju postavljanje sustava za monitoriranje ICP-a, kraniotomiju s evakuacijom hematoma te dekompresivnu kraniektomiju.

7. Intenzivno liječenje temelji se na analgosedaciji, neuromonitornigu i održavanju prikladnog CPP-a, sustavne i moždane oksigenacije, monitoriranju i kontroli ICP-a, primjeni protektivne plućne ventilacije, održavanju normotermije, normoglikemije i primjeni tromboprofilakse.

8. S obzirom na značajne stope invaliditeta uslijed teške ozljede mozga, neurorehabilitacija pacijenata ključna je u poboljšanju kvalitete života.

8. SAŽETAK

Teška ozljeda mozga životno je ugrožavajuće oštećenje strukture i funkcije moždanog tkiva. Obuhvaća heterogenu skupinu oštećenja čije su zajedničke karakteristike gubitak svijesti i razvoj kome. Najčešće se klasificira prema GCS-u, pri čemu teškoj ozljedi mozga odgovara zbroj bodova jednak ili manji od 8. Dijagnoza se postavlja klinički, uz potvrdu slikovnom metodom (CT ili MR). U prehospitalnoj fazi cilj je stabilizirati pacijenta do dolaska u bolnicu, što uključuje osiguranje dišnog puta uz imobilizaciju vratne kralježnice, ventilaciju i oksigenoterapiju kod saturacije niže

od 95%, održavanje sistoličkog tlaka iznad 110 mmHg te ranu detekciju znakova povišenog ICP-a. Neurološki status treba redovito pratiti i procjenjivati monitoriranjem zjenica i GCS-u. Ključno je izbjegavati periode hipoksije i hipotenzije jer mogu značajno pogoršati ishode. U hospitalnim uvjetima potrebno je napraviti CT glave ili cijelog tijela radi identifikacije krvarenja, kontuzija i fraktura. Neki pacijenti zahtijevaju neurokiruršku intervenciju u vidu kraniotomije s evakuacijom hematoma ili dekompresivne kraniektomije. Daljnja skrb pruža se u jedinici intenzivnog liječenja, a temelji se na analgosedaciji, monitoriranju i kontroli ICP-a (<22 mmHg), održavanju CPP-a između 60 i 70 mmHg, održavanju normoksije, normokapnije, normotermije, normoglikemije te primjeni tromboprofilakse. Metode snižavanja ICP-a uključuju podizanje uzglavlja, primjenu analgosedacije i hiperosmolarne terapije, kratkotrajnu hiperventilaciju te neurokirurške intervencije. Neurorehabilitacija u postakutnoj fazi usmjerena je na poboljšanje kvalitete života i društvenu reintegraciju pacijenata.

Ključne riječi: traumatska ozljeda mozga, sekundarna ozljeda mozga, intrakranijalna hipertenzija, neurorehabilitacija

9. SUMMARY

Severe traumatic brain injury is a life-threatening damage to the brain structure and function. It encompasses a variety of lesions, whose common characteristics include loss of consciousness and coma. It is usually classified using the GCS, in which a total score of 8 or less corresponds to severe brain injury. The diagnosis is based on clinical presentation and is confirmed by a medical imaging technique. Airway management, protecting the cervical spine with immobilization, ventilation, oxygenation, ensuring optimal systolic blood pressure, and early detection of signs

of intracranial hypertension are critical strategies in the prehospital setting to maximize good outcomes. Even brief periods of hypoxia and hypotension are associated with worse outcomes. Neurologic status should be monitored and reassessed using pupil examination and GCS. A CT scan should be performed as quickly as possible in the hospital setting, as it can identify potential hemorrhages, contusions or fractures. Some cases demand surgical procedures, such as placement of intracranial pressure monitoring device, decompressive craniectomy or hematoma evacuation. Intensive care treatment efforts are aimed at ICP management and maintenance of cerebral perfusion, as well as optimizing oxygenation and blood pressure, managing temperature, glucose, seizures, and thromboprophylaxis. ICP can be managed by means of head elevation, brief hyperventilation, sedatives and osmotic agents, or neurosurgical intervention. In the post-acute phase patients receive multiple types of interventions to assist them in recovering from the physical, cognitive, emotional, and behavioral consequences of their injuries.

Keywords: traumatic brain injury, secondary brain injury, intracranial hypertension, neurorehabilitation

10. LITERATURA

1. Kuharić J. Izolacija i karakterizacija izvanstaničnih vezikula cerebrospinalne tekućine bolesnika s teškom ozljedom mozga. Doktorski rad. Rijeka; 2018.

2. Mao G. Traumatic Brain Injury (TBI). U:MSD Manual Professional Edition [Internet]. Rahway, NJ: Merck & Co; c2023 [citirano 23. 06. 2023.] Dostupno na:

https://www.msdmanuals.com/professional/injuries-poisoning/traumatic-brain-injury-tbi/traumatic-brain-injury-tbi .

3. Thies KC, Mountain A, Goode P. The European Trauma Course Manual. 4. izdanje. Market Drayton: European Trauma Course Organisation; 2023.

4. Chieregato A, Fitzgerald M. Traumatic Brain Injury. 2. izd. Brisel: European Society of Intensive Care Medicine – Patient Centered Acute Care Training; 2013.

5. CENTER-TBI.eu [Internet]. Antwerpen: Antwerp University Hospital, Department of Neurosurgery; 2013-2021. Traumatic Brain injury Fact sheets and Policy brief [citirano 17.05.2023.]. Dostupno na: https://www.center-tbi.eu/files/news/21571f81-20b8-4860-a3dd-1f6e27d02b3d.pdf .

6. Centers for Disease Control and Prevention [Internet]. Atlanta (GA): Centers for Disease Control and Prevention. Get the Facts About TBI [ažurirano 20.04.2023.; citirano 17.05.2023.]. Dostupno na: https://www.cdc.gov/traumaticbraininjury/get_the_facts.html#print .

7. Evans RW, Furman JM. Sequelae of mild traumatic brain injury. U: UpToDate, Goddeau RP, ed. UpToDate [Internet]: Waltham, MA: UpToDate; [ažurirano 26.06.2023.; citirano 23.06.2023.]. Dostupno na: https://www.uptodate.com/ .

8. Alson RL, Han KH, Campbell JE. International Trauma Life Support for Emergency Care Providers. 9. izd. New York: Pearson Education, Inc; 2020.

9. Prasetyo E. The primary, secondary, and tertiary brain injury. Crit Care Shock. 2020;23:4-13 Dostupno na: https://www.researchgate.net/publication/339050599_The_primary_secondary_and_tertiary_brain_injury .

10. Šuper-Petrinjac E, Tarčuković J. Simulacija kliničkih vještina: priručnik za vježbe 2023. 4. izd. Rijeka: Kabinet vještina; 2023.

11. Bošan-Kilibarda J, Majhen-Ujević R. Smjernice za rad izvanbolničke hitne medicinske službe [Internet]. Zagreb: Hrvatski zavod za hitnu medicinu; 2012 - [citirano 23. 06. 2023.]. Dostupno na: https://www.hzhm.hr/source/smjernice/smjernice-za-rad-izvanbolnicke-hitne.pdf .

12. Lulla A, Lumba-Brown A, Totten AM, et al. Prehospital guidelines for the management of traumatic brain injury – 3rd edition. Prehosp Emerg Care. 20.04.2023. [citirano 23.06. 2023.]; 2023;27(5):507-538. Dostupno na: https://www.tandfonline.com/doi/epdf/10.1080/10903127.2023.2187905?needAccess=true&role=button .

13. Carney N, Totten AM, O'Reilly C, et al. Guidelines for the management of severe traumatic brain injury. 4. izd. Palo Alto: Brain Trauma Foundation; 2016.

14. Brown CA, Sakles JC. Rapid sequence intubation in adults for emergency medicine and critical care. U: UpToDate, Grayzel J, ed. UpToDate [Internet]. Waltham, MA: UpToDate; [ažurirano 14.08.2023.; citirano 23.06.2023.]. Dostupno na: https://www.uptodate.com/ .

15. Caro D. Induction agents for rapid sequence intubation in adults for emergency medicine and critical care. U: UpToDate, Grayzel J, ed. UpToDate [Internet]. Waltham, MA: UpToDate; [ažurirano 24.02.2022.; citirano 23.06.2023.]. Dostupno na: https://www.uptodate.com/ .

16. Rajajee V. Management of acute moderate and severe traumatic brain injury. U: UptoDate, Wilterdink JL, ed. UpToDate [Internet] Waltham, MA: UpToDate; [ažurirano 09. 08. 2022.; citirano 23. 06. 2023.]. Dostupno na: https://www.uptodate.com/ .

17. Pujari R, Hutchinson PJ, Kolias AG. Surgical management of traumatic brain injury. J Neurosurg Sci. 2018;62(5):584-592.

18. Bertuccio A, Marasco S, Longhitano Y, Romenskaya T, Elia A, Mezzini G, Vitali M, Zanza C, Barbanera A. External Ventricular Drainage: A Practical Guide for Neuro-Anesthesiologists. Clin Pract. 2023;13(1):219-229.

19. Chau CYC, Craven CL, Rubiano AM, Adams H, Tülü S, Czosnyka M, Servadei F, Ercole A, Hutchinson PJ, Kolias AG. The Evolution of the Role of External Ventricular Drainage in Traumatic Brain Injury. J Clin Med. 2019;8(9):1422.

20. Smith M. Multimodality Neuromonitoring in Adult Traumatic Brain Injury: A Narrative Review. Anesthesiology. 2018;128(2):401-415.

21. Silverman A, Petersen NH. Physiology, Cerebral Autoregulation. U: StatPearls [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; c2023 [ažurirano 15.3.2023.; citirano 23. 06. 2023.]. Dostupno na: https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK553183/ .

22. Stocker RA. Intensive Care in Traumatic Brain Injury Including Multi-Modal Monitoring and Neuroprotection. Med Sci (Basel). 2019;7(3):37.

23. Toth P, Szarka N, Farkas E, Ezer E, Czeiter E, Amrein K, Ungvari Z, Hartings JA, Buki A, Koller A. Traumatic brain injury-induced autoregulatory dysfunction and spreading depression-related neurovascular uncoupling: Pathomechanisms, perspectives, and therapeutic implications. Am J Physiol Heart Circ Physiol. 2016;311(5):H1118-H1131.

24. Calviello LA, Donnelly J, Zeiler FA, Thelin EP, Smielewski P, Czosnyka M. Cerebral autoregulation monitoring in acute traumatic brain injury: what's the evidence? Minerva Anestesiol. 2017;83(8):844-857.

25. Armstead WM. Cerebral Blood Flow Autoregulation and Dysautoregulation. Anesthesiol Clin. 2016;34(3):465-77.

26. Geeraerts T, Velly L, Abdennour L, Asehnoune K, Audibert G, Bouzat P, et al. Management of severe traumatic brain injury (first 24 hours). Anaesth Crit Care Pain Med. 2018;37(2):171–86.

27. Johnson AB, Sadiq NM. Pentobarbital. U: StatPearls [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; c2023. [ažurirano 09.02.2022.; citirano 23.06.2023.]. Dostupno na: https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK545288/ .

28. Eisenberg HM, Frankowski RF, Contant CF, Marshall LF, Walker MD. High-dose barbiturate control of elevated intracranial pressure in patients with severe head injury. J Neurosurg. 1988;69(1):15–23.

29. Sinđelić R, Vlajković G. Protektivna plućna ventilacija. Anestezija i intenzivna terapija. 2005;28(1):1-5.

30. National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine. Traumatic Brain Injury: A Roadmap for Accelerating Progress. Washington, DC: The National Academies Press; 2022.

31. Oberholzer M, Müri RM. Neurorehabilitation of Traumatic Brain Injury (TBI): A Clinical Review. Med Sci (Basel). 2019;7(3):47.

32. Dubroja I. Neurorehabilitacija nakon traumatske ozljede mozga s posebnim osvrtom na vegetativno stanje. Medicus [Internet]. 2019 [pristupljeno 07.08.2023.];28(1 Neurologija):105-114. Dostupno na: https://hrcak.srce.hr/216822 .

11. ŽIVOTOPIS

Marinela Dusper rođena je 27. listopada 1996. godine u Dubrovniku. Osnovnu školu pohađa u Neumu i Mostaru. Nakon završenog srednjoškolskog obrazovanja u Gimnaziji Mostar i XVI. gimnaziji u Zagrebu upisuje Medicinski Fakultet Sveučilišta u Rijeci. Aktivno se služi engleskim, talijanskim i španjolskim jezikom.