

Učební texty
Fakulty vojenského zdravotnictví Univerzity obrany v Brně

plk. gšt. MUDr. Michal PLODR, Ph.D., MBA

mjr. MUDr. Ľudovít Púdelka

a kolektiv

URGENTNÍ PÉČE V POLI



Svazek 387

2020



Vedoucí autoři:

plk. gšt. MUDr. Michal Plodr, Ph.D., MBA

mjr. MUDr. Ludovít Púdelka

Katedra urgentní medicíny a vojenského všeobecného lékařství, Fakulta vojenského zdravotnictví, Univerzita obrany v Brně

Autorský kolektiv:

kpt. Mgr. Klára Dušková

nprap. Bc. Matěj Fink

kpt. Bc. Jan Krutiš

mjr. MUDr. Pavla Krutišová

Katedra urgentní medicíny a vojenského všeobecného lékařství, Fakulta vojenského zdravotnictví, Univerzita obrany v Brně

pplk. MUDr. Martin Jakl, Ph.D.

Katedra vojenského vnitřního lékařství a vojenské hygieny, Fakulta vojenského zdravotnictví, Univerzita obrany v Brně

kpt. Ing. Mgr. Tomáš Vašek

Oddělení zdravotní politiky a koncepcí SVZdr MO

mjr. MUDr. Jan Štětina

6. polní nemocnice 6. zdravotnického praporu Agentury vojenského zdravotnictví AČR

Recenze:

prim. MUDr. Jaromír Kočí, Ph.D., FACS

Oddělení urgentní medicíny, Fakultní nemocnice Hradec Králové

plk. MUDr. Václav Masopust, Ph.D., MBA, LL.M.

Neurochirurgická a neuroonkologická klinika, Ústřední vojenská nemocnice – Vojenská fakultní nemocnice Praha

plk. doc. MUDr. Jiří Páral, Ph.D., MBA

Katedra vojenské chirurgie, Fakulta vojenského zdravotnictví, Univerzita obrany v Brně. Chirurgická klinika, Fakultní nemocnice Hradec Králové

ISBN 978-80-7582-159-1

OBSAH

SEZNAM ZKRATEK:	6
PŘEDMLUVA (Plodr, M.)	10
ÚVOD (Plodr M.)	11
PRINCIPY PŘÍSTUPU KE ZRANĚNÉMU	11
Vstupní vyšetření – primary assessment	11
Následné/druhotné vyšetření – secondary assessment	14
FYZIOLOGIE A PATOFYZIOLOGIE ŽIVOTA A SMRTI (Krutiš, J.)	16
DÝCHACÍ SYSTÉM	16
OBĚHOVÝ SYSTÉM	17
NERVOVÝ SYSTÉM	20
ŠOK.....	21
KRVÁCENÍ (Dušková, K., Krutiš, J., Plodr, M.).....	23
FYZIOLOGIE	23
PATOBYZIOLOGIE.....	24
KLASIFIKACE	28
DIAGNOSTIKA	29
PRINCIPY OŠETŘENÍ ZNÁMEK KRVÁCENÍ V RÁMCÍ PRIMARY ASSESSMENT	32
ŠOK (Jakl, M.).....	37
FYZIOLOGIE	37
PATOBYZIOLOGIE.....	37
KLASIFIKACE ŠOKU DLE MECHANISMU VZNIKU	39
DIAGNOSTIKA	41
TERAPIE.....	43
DÝCHÁNÍ, DÝCHACÍ CESTY (Štětina, J.)	47
ANATOMIE A FYZIOLOGIE.....	47
PATOBYZIOLOGIE.....	48
MANAGEMENT ZAJIŠTĚNÍ DÝCHACÍCH CEST	50
POMŮCKY K ZAJIŠTĚNÍ DÝCHACÍCH CEST.....	53
DEFINITIVNÍ ZAJIŠTĚNÍ DÝCHACÍCH CEST	56
MONITORACE	61
PORANĚNÍ HLAVY (Plodr, M.)	64
ANATOMIE	64
FYZIOLOGIE	65

PATOFYZIOLOGIE.....	69
DIAGNOSTIKA	79
TERAPIE.....	81
PORANĚNÍ PÁTEŘE (Plodr, M.)	89
ANATOMIE A FYZIOLOGIE.....	89
PATOFYZIOLOGIE.....	96
DIAGNOSTIKA	99
TERAPIE.....	101
PORANĚNÍ HRUDNÍKU (Púdelka, L.)	108
ANATOMIE	108
FYZIOLOGIE	108
PATOFYZIOLOGIE.....	109
DIAGNOSTIKA	110
ŽIVOT OHROŽUJÍCÍ PORANĚNÍ HRUDNÍKU	111
Pneumotorax	111
Hemotorax	114
Vlající hrudník	115
Tracheobronchiální poranění	116
Srdeční tamponáda	117
PORANĚNÍ HRUDNÍKU – SPECIFICKÉ DOVEDNOSTI	118
PORANĚNÍ BŘICHA (Púdelka, L.).....	120
ANATOMIE	120
PATOFYZIOLOGIE.....	122
Klasifikace.....	122
PRIMARY ASSESSMENT	124
SECONDARY ASSESSMENT.....	125
MUSKULOSKELETÁLNÍ PORANĚNÍ (Plodr, M.)	130
ANATOMIE A FYZIOLOGIE.....	130
PATOFYZIOLOGIE.....	132
DIAGNOSTIKA	136
TERAPIE.....	138
TERMICKÁ PORANĚNÍ (Púdelka, L., Plodr, M.)	144
ANATOMIE	144
PATOFYZIOLOGIE.....	145

KLASIFIKACE	147
Poranění vznikající působením tepla	147
<i>Klasifikace popálenin</i>	147
<i>Inhalační popáleniny, inhalační trauma</i>	150
<i>Principy ošetření popáleninového traumatu</i>	151
Popáleniny elektrickým proudem.....	156
Popáleniny vznikající působením chemických látek	157
Radiační popáleniny	158
Poranění vznikající působením chladu	159
<i>Lokální poranění chladem</i>	159
TRANSPORT (Fink, M., Krutiš, J.)	165
FORWARD MEDEVAC	166
STRATEVAC	167
9 LINE MEDEVAC REQUEST	168
STRUKTURA ZDRAVOTNICKÉHO ZABEZPEČENÍ V POLNÍCH PODMÍNKÁCH	169
ZDRAVOTNICKÁ DOKUMENTACE	172
FARMAKOTERAPIE BOLESTI (Plodr, M.)	187
PATOFYZIOLOGIE.....	187
TERAPIE.....	188
DOPORUČENÉ POSTUPY ANALGEZIE NA ÚROVNI TCCC	188
PŘEHLED OBVYKLE UŽÍVANÝCH ANALGETIK – ROZDĚLENÍ ANALGETIK.....	190
TŘÍDĚNÍ (Krutišová, P., Krutiš, J.)	197
KATEGORIE (PRIORITY) PRO LÉČBU	197
CHARAKTERISTIKA JEDNOTLIVÝCH PRIORITY	198
TŘÍDĚNÍ VE VOJENSKÝCH PODMÍNKÁCH.....	201
PRIMÁRNÍ (NELÉKAŘSKÉ) TŘÍDĚNÍ	201
PRIORITY PRO TRANSPORT Z ROLE 0 NA VYŠŠÍ ETAPU	204
SEKUNDÁRNÍ (LÉKAŘSKÉ) TŘÍDĚNÍ	205
SEZNAM OBRÁZKŮ	212
SEZNAM TABULEK	213

SEZNAM ZKRATEK

A/SPOD Air/Sea Point Of Debarkation

A/SPOE Air/Sea Point Of Embarkation

AČR Armáda České Republiky

ACS American College of Surgeons

AKS Akutní Kompartment Syndrom

AR Arteria Radialis

ARDS Acute Respiratory Distress Syndrome

ATLS Advanced Trauma Life Support

ATMIST Age, adult/pediatric, Time of incident, Mechanism injury, Injuries found, Signs and Symptoms, Treatment given

ATP Adenosine Triphosphate (adenosintrifosfát)

AVPU Alert, Voice, Pain, Unresponsive

C-ABCDE Catastrophic hemorrhage-Airways, Breathing, Circulation, Disability, Expose/Environment

CASEVAC Casualty Evacuation

CBF Cerebral Blood Flow

CCP Casualty Collection Point

CLS Combat Life Saver

CNS Centrální Nervový Systém

CO oxid uhelnatý (Carbon Oxid)

CO₂ oxid uhličitý (Carbon diOxid)

COHb KarboxyHemoglobin, KarbonylHemoglobin

CPP Cerebral Perfusion Pressure

CRoC Combat Ready Clamp

CRT Capillary Refill Time

CT Computed Tomography

CUF Care Under Fire

DAP Difuzní Axonální Postižení

DC Dýchací Cesty

DCR Damage Control Resuscitation

DCS Damage Control Surgery

DF Dechová Frekvence
DM Diabetes Mellitus
DO Dechový Objem
dTK diastolický Tlak Krve
EDV End Diastolic Volume (objem krve v komoře na konci diastoly)
E_K kinetická energie
EKG elektrokardiogram
ETCO₂ End Tidal Carbon Dioxide (tenze oxidu uhličitého na konci výdechu)
FAST Focused Abdominal Sonography for Trauma
FCI Freezing Cold Injury
FiO₂ Fraction of inspired Oxygen (koncentrace vdechovaného kyslíku)
FMC Field Medical Card
FTS Field Triage Score
GCS Glasgow Coma Scale
GIT GastroIntestinální Trakt
Hb hemoglobin
ICP Intracranial Pressure
IED Improvised Explosive Device
IL interleukin
JETT Junctional Emergency Treatment Tool
JIP Jednotka Intenzivní Péče
JOC Join Operation Center
KPR KardioPulmonální Resuscitace
LMA Laryngeal Mask Airway (laryngeální maska)
LOS Léčebně Odsunový Systém
LSI LifeSaving Interventions
LT Laryngeální Tubus
MAP Mean Arterial Pressure (střední arteriální tlak)
MASCAL Mass Casualty
MASS Move, Assess, Sort, Send
MEDEVAC MEDical EVACuation
MedOps Medical Operation
MEDSITREP MEDical SITuation REPort

MILS Manual In-Line Stabilization
MSV Minutový Srdeční Výdej
MV Minutová Ventilace
NAEMT National Association of Emergency Medical Technicians
NAGP Neck, Axilla, Groin, Poplitea
NFCI Non-Freezing Cold Injury
NPA NasoPharyngeal Airway
OPA OroPharyngeal Airway
NSAID Non-Steroid AntiInflammatory Drugs
O₂ kyslík, dvouatomový
OTFC Oral Transmucosal Fentanyl Citrate
OTI OroTracheální Intubace
pCO₂ parciální tlak oxidu uhličitého
PEA Pulseless Electrical Activity (bezpulzová elektrická aktivita)
PECC Patient Evacuation Coordination Cell
PEEP Positive End Expiratory Pressure (pozitivní tlak na konci výdechu)
PGI prostaglandin
pH potential of Hydrogen
PHTLS Prehospital Trauma Life Support
PMK Permanentní Močový Katetr
PNO pneumotorax
pO₂ parciální tlak kyslíku
POI Point Of Injury
PrO Praporní Obvaziště
PTU Patient Transport Unit
SAK SubArachnoidální Krvácení
SALT Sort, Assess, Lifesaving interventions, Treatment
SJT Sam Junctional Tourniquet
SpO₂ Saturation of peripheral oxygen (saturace periferní krve kyslíkem)
sTK systolický Tlak Krve
STRATEVAC STRATEgic EVACuation
TACEVAC TACTical EVACuation
TBSA Total Body Surface Area

TCCC Tactical Combat Casualty Care

TEC Tactical Evacuation Care

TF Tepová Frekvence

TFC Tactical Field Care

TGF Tumor Growth Factor

TK Tlak Krve

TNF Tumor Necrosis Factor

TO Tepový Objem

tPNO tenzní pneumotorax

TQ tourniquet

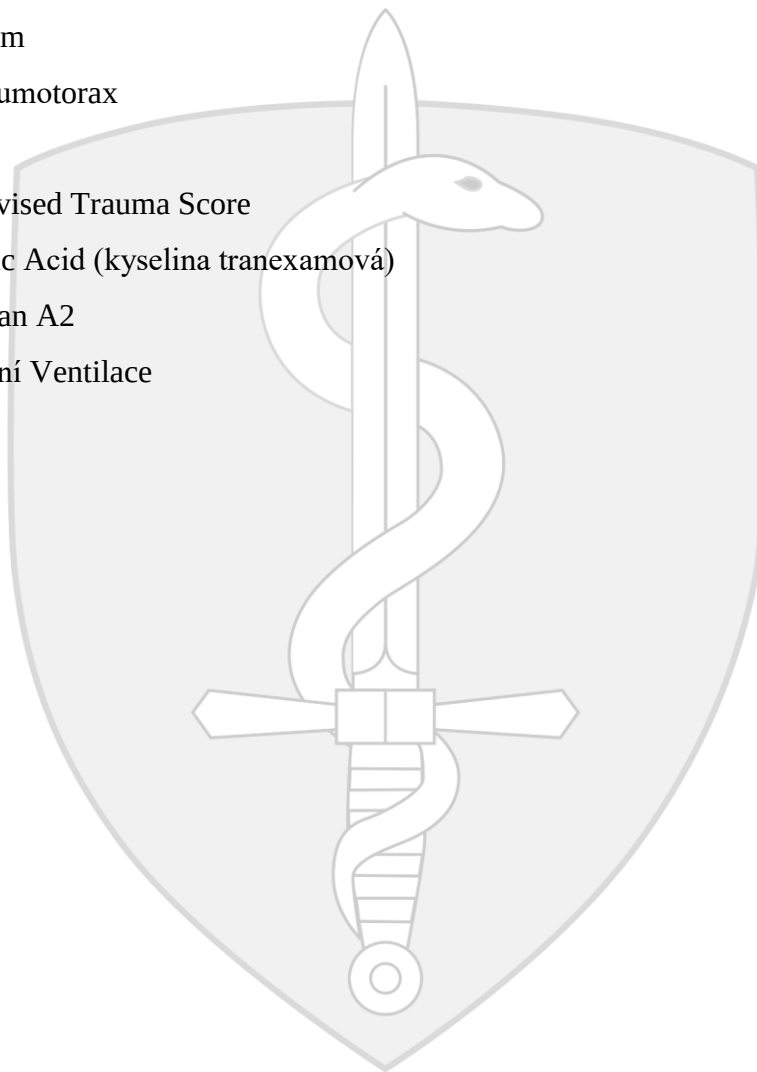
TRTS Triage Revised Trauma Score

TXA TraneXamic Acid (kyselina tranexamová)

TXA2 TromboXan A2

UPV Umělá Plicní Ventilace

UZ ultrazvuk



PŘEDMLUVA

Učební text Urgentní péče v poli je nedílnou součástí stejnojmenného kurzu organizovaného příslušníky Katedry urgentní medicíny a vojenského všeobecného lékařství, Fakulty vojenského zdravotnictví Univerzity obrany v Brně. Výuka je zaměřena na činnost zdravotnického personálu na úrovni ROLE 1 – praporního obvaziště. Spektrum ošetřovaných pacientů bude zahrnovat především pacienty s traumatickou etiologií, kteří budou vyžadovat identifikaci život ohrožujících stavů s následnou aplikací život zachraňujících výkonů, stabilizaci zdravotního stavu a přípravu na transport na vyšší etapu. Ne vždy je personál rutinně seznámen s ošetřováním takových pacientů. Hlavním cílem konceptu výuky v kurzu Urgentní péče v poli je ozřejmit základy ošetřování traumatizovaných pacientů, včetně stabilizace akutních změn zdravotního stavu a připravit je tak na transport na specializované pracoviště. Učební text poskytuje teoretický základ před absolvováním kurzu, který je zaměřen především na praktickou výuku. Kapitoly jsou logicky sestaveny podle zavedeného algoritmu C-ABCDE. Jsou popsány základní anatomické vztahy, fyziologické a patofyziologické mechanismy, možnosti diagnostiky a terapeutické postupy v jednotlivých krocích algoritmu. K těmto „klinickým“ kapitolám je zařazena i kapitola týkající se principů organizace transportu pacientů v rámci léčebně-odsunového systému (LOS), a to i v kontextu působení jednotek v zahraničí. Kapitola TŘÍDĚNÍ je zařazena z důvodu poskytnutí přehledu o třídících systémech, které mohou být využívány.

Učební text vychází především z konceptu osvědčených vzdělávacích programů Advanced Trauma Life Support (ATLS) a Prehospital Trauma Life Support (PHTLS). I když jsme v době přípravy učebního textu vycházeli z 9. edice ATLS textů, resp. 8. vojenské v případě PHTLS, bylo naším cílem zapracovat aktualizace postupů podle nejnovějších verzí a doporučení. Jsou uvedeny i základní postupy ošetření v rámci programu Tactical Combat Casualty Care (TCCC) zejména ve vztahu k zásadní problematice traumat, a to zástavě masivního zevního krvácení. Jednotlivé postupy jsou případně modifikovány s ohledem na aktuální stav sil a prostředků vojenské zdravotnické služby AČR.

Pochopení teoretického základu učebních textů, včetně úspěšného absolvování kurzu Urgentní péče v poli, navazuje na odpovídající odborné znalosti jak lékařů, tak nelékařského zdravotnického personálu.

Věříme, že se učební text stane vhodnou výukovou pomůckou nejen pro frekventanty kurzu, ale i pro studenty pregraduálního studia jak v bakalářském, tak v magisterských studijních programech.

ÚVOD

PRINCIPY PŘÍSTUPU KE ZRANĚNÉMU

Vstupní vyšetření pacienta – primary assessment/survey – je základním krokem, od kterého se odvíjí další prognóza pacienta. Vyšetření jednotlivých tělních kompartmentů a identifikace život ohrožujících stavů je následována provedením život zachraňujících zákroků a poté určením směřování pacienta na další zdravotnickou etapu s adekvátním vybavením. Tyto život zachraňující postupy jsou zaměřeny zejména na kontrolu krvácení, zajištění průchodnosti dýchacích cest, ventilaci, perfuzi a udržení adekvátního neurologického stavu. V souladu s kontrolou těchto pochodů byl sestaven vyšetřovací algoritmus C-ABCDE. Jeho respektováním při vstupním vyšetření bychom neměli přehlédnout život ohrožující stavy, které jsou způsobeny ovlivněním výše uvedených fyziologických procesů následkem traumatu (nebo jiných netraumatických stavů).

V anglosaské literatuře se používá střídavě výraz *primary assessment* nebo *primary survey*. Použití se odvíjí od autority, která danou problematiku popisuje (ATLS program pod hlavičkou American College of Surgeons používá výraz *survey*, PHTLS program pod hlavičkou National Association of Emergency Medical Technicians výraz *assessment*). Principiálně jde o identický postup – tedy vstupní (primary) vyšetření stavu pacienta podle definovaného algoritmu C-ABCDE s identifikací život ohrožujících stavů a aplikací adekvátních postupů. Může se lišit spektrum prostředků nebo přístrojového vybavení, které je v dané úrovni zdravotnického zabezpečení k dispozici. Pro účely tohoto textu budeme používat výraz *assessment*.

Vstupní vyšetření – primary assessment

Rychlé a efektivní vyšetření stavu a určení priorit v péči o pacienta je zaměřeno na ovlivnění kaskády život ohrožujících stavů, kterými jsou u traumatizovaného pacienta zejména ztráta adekvátní tkáňové oxygenace – šok, který způsobí anaerobní metabolismus se všemi negativními následky. Metabolismus je mechanismus, kterým si buňky zajišťují produkci energie. Pro normální průběh metabolismu je zapotřebí zajistit tyto základní podmínky nebo pochody:

- dostatečné množství červených krvinek jako nosičů kyslíku do tkání,
- dostatečnou oxygenaci červených krvinek v plicním parenchymu,
- schopnost distribuce takto okysličených krvinek po těle,
- schopnost předání (extrakce) kyslíku do cílových tkání.

Úsilí ošetřujícího personálu je zaměřeno na zachování těchto mechanismů, případně aplikaci takových postupů, které vzniklé poškození uvedou do funkčního stavu.

Vstupní vyšetření začíná rychlou analýzou stavu zraněného a vytvořením vstupního obrazu o stavu dýchacích funkcí, oběhu a neurologického stavu s identifikací život nebo končetiny ohrožujících stavů. Těmi jsou masivní zevní krvácení, neprůchodnost dýchacích cest, dechová nebo oběhová nestabilita a deformita dlouhých kostí. Během přístupu k pacientovi je prvním krokem identifikace masivního zevního krvácení a jeho stavění. Dalším krokem je oslovení

pacienta a sledování odpovědi, jejíž kvalita může vypovědět o závažnosti stavu. Přílehavá srozumitelná odpověď nebo odpovědi na naše otázky svědčí o volných dýchacích cestách, zachované perfuzi mozkové tkáně, a tedy i o oběhové stabilitě a zachované dostatečné oxygenaci, a pravděpodobně se nebude jednat o bezprostředně život ohrožující stav. Pokud je odpověď neadekvátní nebo žádná, bude pravděpodobně postižen některý nebo více tělesných kompartmentů a cílem vyšetřujícího personálu je tyto stavy odhalit a reagovat na ně.

Vstupní vyšetření se provádí podle algoritmu C-ABCDE, někdy též X (Exsanguinating hemorrhage)-ABCDE. Vyšetřovací modalitty v jednotlivých kompartmentech na sebe logicky navazují. Respektováním vyšetřovacího algoritmu a provedením všech fyzikálních vyšetření budeme schopni identifikovat život ohrožující stavy a reagovat na ně.

K vyšetřovacím postupům je možno použít pomocného diagnostického vybavení – tzv. **adjuncts**, pokud je k dispozici, a využít ho při diagnostice měřených hodnot nebo ověření postupů:

pulzní oxymetrie, kapnometrie, EKG, měření TK (zpravidla jako součást přenosného monitorovacího zařízení – Lifepack, Corpuls aj.), ultrazvuk, laboratorní přístrojové vybavení.

Popis základních vyšetřovacích postupů v průběhu primary assessment dle algoritmu

C-ABCDE: (podrobné popisy vyšetřovacích postupů a rozbor zjištěných nálezů vyšetření jsou popsány v jednotlivých kapitolách).

C-ABCDE (viz kapitola KRVÁCENÍ)

- přístup k pacientovi, fixace hlavy (krční páteře) a současně
- kontrola masivního zevního krvácení,
- kontrola funkčnosti naložených hemostatických prostředků (turnikety).

C-ABCDE (viz kapitola DÝCHACÍ CESTY)

- fixace hlavy, krční páteře, oslovení,
- kontrola průchodnosti dýchacích cest – zhodnocení reakce na oslovení,
- zhodnocení dechové frekvence (norma 10–20 dechů/min),
- kontrola přítomnosti patologických fenoménů při dýchání,
- předsunutí čelisti a kontrola reakce na zákrok (vymizení patologických zvuků),
- kontrola obsahu dutiny ústní – odsátí, odstranění viditelného cizího tělesa.

C-ABCDE (viz kapitola PORANĚNÍ HRUDNÍKU)

- Pohled:
 - vyšetření náplně krčních žil,
 - vyšetření krku a hrudníku (přítomnosti otoku měkkých tkání, kontuzních ložisek nebo ran)
 - zhodnocení symetrie hrudního koše při dechových exkurzích,
 - zhodnocení vzezření povrchu kůže – kolorit, opocení, chlad.

- Pohmat:
 - palpce postavení hrtanu ve střední čáře,
 - palpce obsahu náplně jugulární jamky, nadklíčkových a podklíčkových jamek,
 - palpce stability klíčních kostí, hrudní kosti a hrudního koše.
- Poslech:
 - zhodnocení poslechového nálezu – přítomnost/nepřítomnost nebo oslabení dechových exkurzí, symetričnost nálezu. Poslech provádět symetricky na jedné a poté druhé straně hrudníku.
- Poklep:
 - zhodnocení poklepového nálezu hrudníku meandrovým pohybem – normální nález poklep plný, jasný (ztemnělý při přítomnosti tekutiny v pohrudniční dutině, hypersonorní při přítomnosti vzduchu).

C-ABCDE (viz kapitoly ŠOK, PORANĚNÍ BŘICHA, MUSKULOSKELETÁLNÍ PORANĚNÍ)

- Pohled:
 - zhodnocení stavu břišní stěny – vzednutí, kontuzní ložiska, hematomy, otevřené rány,
 - zhodnocení patologického osového postavení dlouhých kostí – končetiny,
 - zhodnocení přítomnosti hematurie jako známky poranění pánve.
- Pohmat:
 - vyšetření břišní stěny – vzednutí, distenze, bolestivá reakce (pacient při vědomí),
 - vyšetření pánevního kruhu stlačením předních pánevních výběžků/trnů k sobě,
 - zhodnocení pulzace – úroveň hmatného pulzu, kvalita pulzu, rychlost, pravidelnost,
 - zhodnocení doby kapilárního návratu,
 - zhodnocení stability dlouhých kostí.
- Poslech, poklep:
 - v případě poranění břicha má toto fyzikální vyšetření spíše menší výtěžnost, zhodnocení nálezů vyžaduje zkušenost vyšetřujícího.

C-ABCDE (viz kapitola PORANĚNÍ HLAVY)

- zhodnocení neurologického stavu dle AVPU skóre,
- zhodnocení neurologického stavu dle Glasgow Coma Scale (s důrazem na stav motorické komponenty GCS-M),
- zhodnocení postavení zornic, reakce zornice na osvit.

C-ABCDE

Prevence hypotermie:

- odhalení jen té části těla, která je nezbytná pro vyšetření podle algoritmu,
- zakrytí odhalené části těla po jejím dílčím vyšetření,
- celotělová prevence hypotermie po dokončení primary assessment před transportem.

Následné/druhotné vyšetření – secondary assessment

Následné/druhotné vyšetření je detailní tzv. head-to-toe postup. Ošetřující personál tento postup provádí v případě, kdy to stav zraněného dovoluje, není potřeba bezprostředního transportu na vyšší zdravotnickou etapu nebo není-li riziko příjmu dalšího pacienta a jsou k dispozici adekvátní síly a prostředky. Je provedeno po primárním vyšetření a ošetření život ohrožujících stavů. Cílem následného/druhotného vyšetření je identifikovat stavy, které nebyly zjištěny během primárního vyšetření a neměly by tedy být život ohrožující.

Postup detailního vyšetření využívá principu „co vidím, co slyším, co cítím (hmatám)“.

Co vidím:

- vyšetření povrchu těla všech regionů, všímám si poškození kožního krytu,
- identifikuji možné zvětšení objemu měkkých tkání (riziko krvácení, otoku nad traumatem), napětí měkkých tkání jako možný příznak kompartment syndromu,
- identifikuji poranění měkkých tkání, popáleniny, kontuzní ložiska nebo otevřené rány,
- změny barvy kůže (cyanóza, anémie, hyperémie...).

Co slyším:

- identifikuji všechny patologické zvuky během dechových exkurzí, normální dýchání je tiché,
- poslouchám patologické zvuky během auskultace hrudníku fonendoskopem,
- ověřuji, že poslechový nález je symetrický nebo naopak.

Co cítím, hmatám:

- šetrně palpací vyšetřím všechny oblasti trupu, včetně končetin. Všímám si, zda je někde pohyb v oblasti, kde by být neměl, zda cítím krepitaci, napětí nebo zda pacient reaguje bolestivě,
- ověřím periferní pulzaci končetinových tepen oboustranně,
- šetrně ověřím hybnost ve všech kloubech, všímám si omezení pohybu nebo bolestivé reakce pacienta.

Příprava k transportu

Po primárním vyšetření (ev. druhotném) je pacient připraven k transportu na vyšší zdravotnickou etapu.

Proces přípravy zahrnuje zejména:

- kontrolu funkčnosti všech provedených intervencí (funkčnost turniketů, pomůcek při zajištění dýchacích cest, zásoby kyslíku v přenosných systémech, vstupů, pozice krytí...),
- kontrolu monitorace základních životních funkcí,
- kontrolu funkčnosti celotělové imobilizace, včetně imobilizace C páteře
- prevenci hypotermie,
 - rozvahu nad pokračující aplikací přípravků (infuze, analgezie, množství...) během transportu.

Předání informace cílovému pracovišti nebo koordinačnímu prvku

Strukturovaná forma předání informace, např. dle protokolu ATMIST:

- **A** (age, adult/pediatric) věk, pohlaví pacienta (nebo odhadnutý věk),
- **T** (time of incident) kdy se incident stal, jak dlouho trvalo zaklínění/vyproštění/transport,
- **M** (mechanism injury) mechanismus např. najetí na IED/výbuch/střelné poranění atd.,
- **I** (injuries found) identifikované poranění podle struktury C-ABCD,
- **S** (signs and symptoms) popis stavu vitálních funkcí, popis zjištěných patologických nálezů,
- **T** (treatment given) aplikované terapeutické postupy.

Informace předává zpravidla vedoucí ošetřujícího týmu, který má přehled o aktuálním stavu zraněného, provedených intervencích a jejich úspěšnosti. Je doporučeno si strukturovanou informaci před vlastním verbálním předáním připravit. Nedoporučuje se popisovat jednotlivé kroky podle algoritmu C-ABCDE, pokud nebyl zjištěn patologický stav.

FYZIOLOGIE A PATOFYZIOLOGIE ŽIVOTA A SMRTI

Cílem kapitoly je pochopit reakci organismu na trauma; definici, patofyziologii a etiologii šokového stavu; tvorbu energie v buňkách; vztah mezi nízkou produkcí energie a šokovým stavem a faktory vedoucí k adekvátnímu okysličení buněk.

Život je založen na vzájemné spolupráci tělesných systémů, které pracují tak, aby zajistily dodávku kyslíku pro tvorbu energie uvnitř každé buňky. Kyslík je jedním ze základních substrátů, nutných k vytvoření dostatečného množství energie, které zajistí přežití buněk a tím i celého organismu. Za jeho transport zodpovídá dýchací systém a krevní oběh. Selhání těchto systémů vede k nedostatečné produkci energie a následně smrti buněk, orgánovému selhání a smrti jedince. Proto základní péče o pacienta s traumatem začíná prvotním vyšetřením, které se soustředí na identifikaci a léčbu stavů negativně ovlivňujících transport kyslíku do tkání a životně důležitých orgánů.

DÝCHACÍ SYSTÉM

Ventilace je mechanický proces, kdy se vzduch z atmosféry dostává do plicních sklípků. K pohybu vzduchu dovnitř a ven z plicních sklípků dochází díky změně nitrohruďního tlaku, který vzniká kontrakcí a relaxací dýchacích svalů. Primárním dýchacím svaem je bránice. Při nádechu (pohyb bránice směrem dolů) vzniká v dutině hrudní podtlak, což umožní proudění vzduchu do plic. Naopak výdech je děj pasivní. Bránice a svaly hrudní stěny relaxují, hrudník se tak vrací do své klidové polohy, nitrohruďní tlak se zvyšuje a vzduch je vytlačen ven z dýchacích cest. Výdech může být i dějem aktivním z důvodu spasmu dolních dýchacích cest (alergie, astma).

Dospělý člověk klidným nádechem vdechne přibližně 500 ml vzduchu. Z toho 150 ml zůstane v tzv. mrtvém prostoru (horní cesty dýchací až terminální bronchioly), kde nedochází k výměně dýchacích plynů. Zbylých 350 ml vzduchu proudí do plicních sklípků, kde přestupuje přes alveolokapilární membránu a váže se na hemoglobin erytrocytů a následně je využit k tvorbě energie (aerobní metabolismus). Vedlejšími produkty aerobního metabolismu jsou oxid uhličitý a voda, které jsou plazmou transportovány zpět do plicních sklípků, odkud jsou dýchacími cestami vydychány do atmosféry.

Oxygenace je přestup (difuze) kyslíku v plicních sklípcích přes alveolokapilární membránu do kapilár, kde se naváže na krevní barvivo erytrocytů (hemoglobin) a je transportován do tkání. Současně se oxid uhličitý váže na hemoglobin a je uvolněn do alveolů podle koncentračního spádu (gradientu).

Vzduch obsahuje za standardních okolností 21 % kyslíku, 78 % dusíku a zbylé 1 % tvoří oxid uhličitý, argon a hélium. Kyslík se v plicních sklípcích vyskytuje ve formě volného plynu. To znamená, že každá molekula kyslíku vyvíjí svůj dílčí tlak (parciální tlak). Pokud se zvýší procentuální podíl kyslíku ve vdechované směsi (např. aplikace kyslíku přes obličejovou masku), zvýší se i počet molekul v každém plicním sklípku a tím i jeho parciální tlak.

Transport kyslíku je zprostředkován červenými krvinkami. Krevním oběhem jsou krvinky transportovány do tkání, kde dochází na základě koncentračního gradientu k uvolnění kyslíku do buněk.

Vnitřní (buněčné) dýchání je difuze kyslíku z červených krvinek do buněk. Kyslík zde společně s glukózou slouží jako substrát pro výrobu energie, která je uložena v molekule ATP (adenozintrifosfát).

Trauma ovlivňuje schopnost respiračního systému dodávat kyslík nebo eliminovat oxid uhličitý z následujících příčin:

Hypoxémie je pokles parciálního tlaku kyslíku v arteriální krvi. Vzniká z důvodu snížené difuze kyslíku přes alveolokapilární membránu (viz níže).

Hypoxie je pokles množství kyslíku v buňce, orgánu nebo tkáni, který může mít více příčin:

- **hypoxemickou:** vzniká při poruchách ventilace (např. obstrukce dýchacích cest, poranění hrudníku, plicní edém po nadměrné léčbě tekutinami) nebo v prostředí se sníženou koncentrací kyslíku ve vdechovaném vzduchu;
- **cirkulační (anemickou):** příčinou je krvácení, kdy klesá množství hemoglobinu a tím i kyslíku, který se na něj váže a
- **toxickou:** např. otrava oxidem uhelnatým nebo kyanidem.

Adaptačním mechanismem na hypoxii je hyperventilace (prohloubené dýchání).

Hypoventilace (povrchní dýchání) vzniká z důvodu obstrukce dýchacích cest, snížené expanze plic (poranění plic nebo hrudní stěny), předávkování drogami a léky nebo u poranění CNS (vyřazení činnosti bránice nebo mezižeberních svalů). Neléčená hypoventilace vede ke zvýšení hladiny oxidu uhličitého v krvi (hyperkapnie), acidóze a smrti.

Poruchy dýchání mají negativní dopad i na poranění mozku. Hyperkapnie vede k mozkové vazodilataci → zvýšení průtoku krve mozkem → zvýšení nitrolebečního tlaku (viz kapitola PORANĚNÍ HLAVY).

Zatímco **hyperventilace** s následným poklesem hladiny oxidu uhličitého v krvi (hypokapnie) vede u poranění mozku k vazokonstrikci → snížení průtoku krve mozkem → mozkové ischemii (viz kapitola PORANĚNÍ HLAVY).

Léčba výše uvedených stavů vyžaduje korekci dechové frekvence a hloubky dechu zprůchodněním dýchacích cest, adekvátní oxygenací a případně asistovanou ventilací.

OBĚHOVÝ SYSTÉM

Krevní oběh je dalším systémem, který zodpovídá za transport kyslíku do buněk a oxidu uhličitého do plic, odkud je vyloučen do atmosféry.

Cirkulace a oxygenace

Aby dodávka kyslíku do tkání byla co nejefektivnější, srdce musí adekvátně pumpovat krev do oběhu, cévy musí být nepoškozené a v krevním řečišti musí být dostatečné množství krve.

Trauma ovlivňuje schopnost krevního oběhu dodávat kyslík nebo eliminovat oxid uhličitý z následujících příčin:

- **Poranění srdce**, které vede k selhání jeho základní funkce – pumpovat krev.
- **Tenzní pneumotorax a tamponáda srdeční** zhoršují žilní návrat k srdci, plnění srdce v diastole a tím i minutový srdeční výdej.
- **Krvácení** snižuje množství červených krvinek transportujících kyslík.

Fyziologie oběhu

Srdce se skládá ze dvou síní a dvou komor. Do pravé síně přitéká krev dolní a horní dutou žilou, které sbírají krev z celého těla. Z pravé síně je krev vypuzena do pravé komory a následně do plic, kde se kyslík váže na červené krvinky. Okysličená krev se plicními žilami vrací do levé síně a následně pokračuje do levé komory, která pumpuje krev do systémového oběhu.

Pro lepší pochopení problematiky je dobré se seznámit s následujícími pojmy:

Preload (přetížení) je síla, která napíná myokard před kontrakcí a je přímo úměrná náplni v komoře (viz níže Frank-Starlingův zákon).

Frank-Starlingův zákon říká, že energie potřebná na kontrakci je úměrná výchozí délce srdečních vláken. To znamená, že komory musí mít na konci diastoly dostatečnou náplň, aby došlo k protažení svalových vláken do takové míry, že způsobí silnou kontrakci.

Afterload (dotížení) je odpor, proti němuž je krev ze srdce vypuzována (odpor kladený kontrakci). Dotížení závisí na odporu krve v tepnách, především v aortě.

Kontrakce komor vytvoří pulzovou vlnu, která se šíří cévním řečištěm. Jakmile tlak dosáhne svého vrcholu, nazýváme jej systolickým krevním tlakem (sTK). Reprezentuje sílu pulzové vlny, která je výsledkem kontrakce srdeční komory (**systola**). Tlak v cévách mezi jednotlivými kontrakcemi se nazývá diastolickým krevním tlakem (dTK) a reprezentuje sílu, která zajišťuje průtok krve cévním řečištěm v době, kdy dochází k plnění komory před další kontrakcí (**diastola**).

Tlaková amplituda (pulzový tlak) je rozdíl mezi systolickým a diastolickým tlakem. U zdravého jedince s tlakem 120/80 mmHg je systolicko-diastolický rozdíl 40 mmHg. Při krevní ztrátě se ale tento rozdíl zpočátku zmenšuje v důsledku zvýšení dTK (např. TK 110/100). To je dáno tím, že do srdce přitéká méně krve, srdeční výdej klesá a úměrně tomu klesá i krevní tlak. Organismus na pokles tlaku reaguje vyplavením katecholaminů, které zvýší diastolický tlak a systolicko-diastolický rozdíl se tak zmenší. Zvýšená diastola je známkou rozvíjejícího se šokového stavu.

Střední arteriální tlak (Mean Arterial Pressure – **MAP**). Jeho hodnota udává průměrný tlak v krevním řečišti a poskytuje realističtější přehled o krevním průtoku než izolované hodnoty systolického a diastolického tlaku. Pro výpočet lze využít následující vzorec:

$$\text{MAP} = \text{dTK} + [(\text{sTK} - \text{dTK})/3]$$

Příklad: při hodnotách arteriálního tlaku 120/80 se MAP vypočítá následovně:

$$\text{MAP} = 80 + [(120-80)/3];$$

$$\text{MAP} = 80 + [13,3];$$

$$\text{MAP} = 93,3; \text{ zaokrouhleno } 93.$$

Tepový objem je množství krve vypuzené každou kontrakcí komory do krevního oběhu. Jeho průměrná hodnota je 70 ml.

Minutový srdeční výdej je množství krve, které srdce přečerpá do krevního oběhu za 1 minutu. Závisí na množství krve, které přiteče do komor. Klidové hodnoty u netrénovaných osob se pohybují kolem 5 litrů/min. Při zátěži to může být až 20 litrů/min.

Minutový srdeční výdej = tepová frekvence x tepový objem.

Hypovolémie je nejčastější příčinou nedostatečného srdečního výdeje u traumatu, a proto patří mezi hlavní priority v přednemocniční péči!

Cévy

Zásobení organismu okysličenou krví zajišťují tepny o různém průsvitu. Těmi nejmenšími jsou kapiláry, které mohou mít rozměry jako buňka. Kyslík a živiny difundují (procházejí) přes stěnu kapiláry do okolních buněk ohraničených membránou. Tekutina mezi buněčnou membránou a stěnou kapiláry se nazývá intersticiální. Pokud je množství této tekutiny malé, buňka a kapilára jsou v těsném kontaktu, což umožňuje snadnou difuzi kyslíku a živin do buňky. Pokud je vzdálenost mezi buňkou a kapilárou příliš velká z důvodu nahromadění intersticiální tekutiny (např. agresivní tekutinová léčba), difuze kyslíku a živin je mnohem obtížnější.

Průsvit cév je pod kontrolou hladké svaloviny, která reaguje na signály z mozku přes sympatický nervový systém, který je zodpovědný za vyplavení adrenalinu a noradrenalinu. V závislosti na tom, zda je nebo není sympatikus stimulován, dochází k vazokonstrikci nebo vazodilataci. Tímto způsobem je ovlivňován krevní tlak pacienta.

Hemodynamika

Tekutiny tvoří asi 60 % tělesné hmotnosti a vyskytují se ve třech prostorech:

1. Intracelulární tekutina – v buňkách, tvoří přibližně 45 % tělesné hmotnosti.
2. Intersticiální tekutina – mezi buňkami a cévami, patří sem i mozkomíšní mok. Tvoří asi 10,5 % tělesné hmotnosti.
3. Intravaskulární tekutina – krev, tvoří asi 4,5 % tělesné hmotnosti.

V cévním systému dochází k přesunu tekutin následovně mezi:

- plazmou a intersticiální tekutinou,
- buněčným prostorem a intersticiální tekutinou.

Přesun tekutin mezi plazmou a intersticiální tekutinou

a) Závisí na rozdílu hydrostatického tlaku uvnitř a vně kapiláry. Pokud je tlak vyšší uvnitř kapiláry, tekutiny mají tendenci se protlačit přes její stěnu do intersticiálního prostoru a naopak. Například po aplikaci 1 litru krystaloidního roztoku se zvýší hydrostatický tlak uvnitř kapilár a výsledkem bude únik tekutin přes stěnu kapilár do intersticia za předpokladu, že v tomto prostoru je hydrostatický tlak nižší.

b) Závisí na rozdílu onkotického tlaku, který je dán koncentrací bílkovin vázajících tekutiny v kapilárách. Pokud je onkotický tlak uvnitř kapilár vyšší než mimo ně, tekutiny neunikají do intersticia a naopak. Příkladem může být aplikace vysokomolekulárních koloidních roztoků s obsahem bílkovinných složek. Onkotický tlak uvnitř kapilár bude po jejich aplikaci vyšší než v intersticiu, proto tekutiny nikam neunikají a zůstávají v cévním řečišti až několik hodin.

c) Závisí na permeabilitě (propustnosti) kapilár. U šokových stavů je iniciována zánětlivá imunologická odpověď, jejímž primárním úkolem je ochrana organismu s eliminací příčinné noxy a následná reparace poškozených tkání. Tato odpověď zároveň vede ke zvýšené propustnosti kapilár a rozvoji intersticiálního edému.

Přesun tekutin mezi buněčným a intersticiálním prostorem

Probíhá přes buněčnou membránu a na základě osmotického tlaku. Je založen na přesunu vody z místa o nízké koncentraci rozpuštěných látek do míst s jejich vyšší koncentrací tak, aby se vyrovnala koncentrace na obou stranách.

NERVOVÝ SYSTÉM

Autonomní nervový systém prostřednictvím sympatických a parasympatických nervů kontroluje funkce, které nejsme schopni ovládat vůlí (respirační a kardiovaskulární činnost, trávení, vylučování atd.).

Sympatický systém pomáhá organismu bojovat nebo utéct v jeho kritických chvílích. Srdce tepe rychleji a silněji, dechová frekvence se zrychluje a dochází k vazokonstrikci v oblastech, které organismus nepotřebuje bezprostředně k přežití (kůže a trávicí trakt). Naopak k vazodilataci dochází ve svalech a vede k lepšímu prokrvení. Obecně tento efekt nazýváme centralizací oběhu.

Parasympatický systém je jeho pravým opakem. Zpomaluje srdeční a dechovou frekvenci a zvyšuje aktivitu zažívacího traktu.

Kardiovaskulární systém je regulován vazomotorickým centrem v prodloužené míše. V oblouku hrudní aorty a v krčních tepnách v oblasti karotického sinu jsou baroreceptory, které monitorují krevní tlak. Pokud klesne například z důvodu velké krevní ztráty, baroreceptory vyšlou signál prostřednictvím hlavových nervů (IX – přídatný nerv, X – bloudivý nerv) do mozku, čímž dojde k aktivaci sympatiku. Výsledkem je zvýšení srdečního výdeje díky rychlejší kontrakci myokardu a zvýšené periferní cévní rezistenci. Krev je tímto přesunuta z trávicího traktu, končetin a ledvin do srdce a mozku a zároveň je uvolněna i krev z kapacitního (venózního) řečiště. Kůže na končetinách je proto chladná, bledá až cyanotická a klesá aktivita zažívacího traktu.

Hypofýza na pokles tlaku reaguje vyplavením antidiuretického hormonu, který zvyšuje reabsorpci vody z ledvin do krve. Z kůry nadledvin se uvolňuje aldosteron, který je zodpovědný za zpětnou resorpci sodíkových iontů a vody v ledvinách. Oba hormony se tedy snaží zvýšit intravaskulární objem a výsledkem je zahuštění, tmavě žlutá moč. Nutno dodat, že k dosažení klinického projevu tohoto kompenzačního mechanismu dochází až za několik hodin.

ŠOK

Šok je definován jako stav generalizované tkáňové hypoperfuze, která vede k hypoxii buněk ve tkáních a orgánech. Dodávka kyslíku buňkám nestačí pokrýt jejich metabolické nároky a aerobní metabolismus se mění v anaerobní. Smrt pacienta může nastat až za několik hodin nebo dní, ale její nejčastější příčinou je zpoždění adekvátní léčby šoku již na samém počátku (detailní rozdělení viz kapitola ŠOK).

Organismus obsahuje asi 100 miliónů buněk, které pro správnou funkci vyžadují energii. K její výrobě potřebují kyslík a glukózu, které v buňkách slouží jako palivo. Z každé molekuly glukózy získá jedna buňka 38 molekul ATP (adenozintrifosfát) za předpokladu, že je v buňce kyslík. ATP představuje hlavní zdroj energie pro buňky. Proces získávání energie s využitím kyslíku se nazývá **aerobním metabolismem**.

Pokud kyslík v buňce chybí, výsledkem jsou pouze 2 molekuly ATP, což je 19krát méně než u aerobního metabolismu! Tvorba energie bez kyslíku se nazývá **anaerobním metabolismem**.

Z výše uvedeného je zřejmé, že hlavním motorem organismu je aerobní metabolismus, zatímco anaerobní je pouze dočasný, ne příliš výkonný záložní systém, jehož hlavním produktem je laktát. Při jeho nadměrné produkci vzniká metabolická (laktátová) acidóza.

Podmínky k adekvátní oxygenaci buněk

- Vazba kyslíku na hemoglobin červených krvinek v plicích.
- Transport kyslíku k buňkám.
- Uvolnění kyslíku z červených krvinek do buněk.

Aby tento systém mohl fungovat, je nezbytné, aby měl pacient dostatek červených krvinek, které slouží jako přepravní kapacita pro kyslík. Dýchací cesty musí být průchodné, aby měl kyslík volnou cestu do plic, a adekvátní dechové objemy zajistí dostatečný přísun kyslíku a eliminaci oxidu uhličitého.

Přednemocniční léčba šoku je primárně zaměřena na zajištění výše zmíněných faktorů s cílem zabránit vzniku anaerobního metabolismu nebo ho co nejdříve zvrátit v aerobní.

Základní intervence vedoucí k adekvátní oxygenaci buněk

- Zajištění průchodnosti dýchacích cest a **ventilace**.
- **Oxygenace**.
- Zajištění adekvátní **cirkulace** – zcela zásadní je zástava krvácení:
zevního: aplikace turniketů (končetinové, junkční),
vnitřního: aplikace pánevního pásu, adekvátní volumová resuscitace, repozice a fixace zlomenin dlouhých kostí (viz kapitoly ŠOK, PORANĚNÍ BŘICHA, MUSKULOSKELETÁLNÍ PORANĚNÍ).

Komplikace šokových stavů

Triáda smrti (letální trias) je často popisovaná jako hypotermie ($TT < 35\text{ }^{\circ}\text{C}$ tělesného jádra), koagulopatie (zvýšená krvácivost) a acidóza ($\text{pH} < 7,15$). Nejsou to příčiny smrti, ale spíše symptomy poukazující na blížící se smrt. Jsou to příznaky anaerobního metabolismu.

Nejlepší prevencí rozvoje triády je dodržení algoritmu C-ABCDE (viz níže). Zejména první čtyři písmena jsou pro přežití zásadní, protože ovlivňují cestu kyslíku do buněk! Cílem je tedy prevence šoku nebo včasné zahájení jeho léčby, ne diagnostika triády (viz kapitola KRVÁCENÍ).

Orgánová postižení jsou další v řadě komplikací šoku. Zhoršená cirkulace v ledvinách vede k anaerobnímu metabolismu a následně k otoku buněk a zhoršené perfuzi ledvin. Výsledkem je prohlubující se anaerobní metabolismus a vznik **akutního renálního selhání** s omezenou filtrační schopností ledvin, která se projevuje poklesem diurézy, hyperkalémií a metabolickou acidózou.

Zničení buněk alveolů a nízká produkce energie, která zajišťuje jejich metabolismus, vede k **akutnímu respiračnímu selhání**. Agresivní léčba tekutinami v tomto stavu může vést k jejich přesunu do alveolů a intersticiálního prostoru, což ještě více zhorší difuzi kyslíku přes alveolokapilární membránu a vede k rozvoji plicního edému.

Koagulopatie je zvýšená krvácivost v důsledku snížení nebo poruchy koagulačních faktorů. Příčinou může být hypotermie, snížená koncentrace koagulačních faktorů v důsledku diluce (naředění) infuzními roztoky nebo absolutní nedostatek z důvodu jejich spotřeby při zástavě krvácení. Koagulopatie může vzniknout i nedostatečnou produkcí koagulačních faktorů u selhání jater při prolongovaném šokovém stavu, ale v tomto případě nastává s odstupem několika dní vzhledem k určitým zásobám uložených v játrech.

ZDROJE:

PONS, P. T. et al. (eds). *PHTLS: Prehospital Trauma Life Support. Military Eight Edition*. Burlington, MA: Jones & Bartlett Learning, 2016, 897 s. ISBN 978-1-284-04175-0.

KRVÁCENÍ

Lidský organismus potřebuje pro svou existenci zachování funkčního krevního oběhu, ve kterém neustále koluje krev. Krev je nositelem základních energetických nutrientů (kyslíku a glukózy) do tkání a zároveň hraje nezastupitelnou úlohu v procesu udržení vnitřního prostředí, včetně termoregulace. Pokud dojde ke ztrátě krve, orgány jsou vystaveny nedostatečnému zásobení těchto energetických substrátů. V důsledku hypoperfuze dochází k ischemii tkání, k získávání energie se aktivují anaerobní cesty s následným hromaděním laktátu a vznikem acidózy.

Krev je od zevního prostředí oddělena cévní stěnou, která ji chrání před jejím únikem. Organismus na poranění cévní stěny reaguje lokální reakcí, která vede k zastavení krvácení. Pokud je organismus schopen na poranění cévní stěny včas a adekvátně zareagovat, nedochází k rozvoji celkových kompenzatorních mechanismů. Pokud však rozsah poškození přesahuje aktuální možnosti organismu, tyto mechanismy se aktivují a podle rozsahu krevní ztráty dochází k projevům šokové stavu. Rozpoznání příznaků krvácení (zevního a zejména vnitřního) patří k základním výzvám ošetřujícího personálu.

V časně fázi ošetření traumatizovaného pacienta (ROLE 0 – bojiště, hnízdo raněných a ROLE 1 - PrO) je pro další prognózu zraněného zásadním krokem zástava nebo snížení rizika krvácení:

zevního – aplikací turniketu (končetinového, junkčního),

vnitřního – aplikací pánevního pásu, repozičních a trakčních technik a adekvátní volumové náhrady.

FYZIOLOGIE

Krev je suspenze krevních elementů (erytrocytů, leukocytů, trombocytů) rozpuštěných v krevní plazmě. Kromě těchto elementů obsahuje krevní plazma organické a anorganické látky. Celkový objem krve je 4,5–6 litrů a tvoří 6–9 % tělesné hmotnosti. Hlavní funkce krve:

- transport živin, odpadních látek, krevních plynů (kyslík a oxid uhličitý) či signálních molekul,
- imunitní funkce,
- udržení homeostázy (stálosti vnitřního prostředí) vody, iontů či pH,
- rozvod tepla po těle,
- krevní srážení.

Dojde-li tedy ke krevní ztrátě, jsou do určité míry ovlivněny výše uvedené mechanismy. Nosičem pro základní energetický nutriet – kyslík – je hemoglobin. Hemoglobin je barevná bílkovina (hem – barevná složka obsahující železo, globin – bílkovinný řetězec), která je schopna na sebe vázat molekuly kyslíku (1 g hemoglobinu váže cca 200 ml kyslíku). Tato vazebná schopnost je ovlivněna několika faktory – teplota, pH, parciální tlak kyslíku a oxidu uhličitého v krvi (pO_2 , resp. pCO_2).

Krev je rozváděna po těle oběhovou soustavou tvořenou cévami. Různě silná cirkulární vrstva hladké svaloviny ve stěně cév reguluje průsvit a tím i průtok krve, případně úplnou kontrakci cévy. Vnitřní vrstva (endotel) svým nesmáčivým povrchem zajišťuje proudění krve v cévách.

Pro zachování funkčnosti oběhu je důležité zachování dvou základních charakteristik:

- nesmáčivosti vnitřního povrchu cév (endotelu) a
- tekutosti krve (za normálních okolností při zachování celistvosti cévní stěny endotel uvolňuje působky, které způsobují vazodilataci a zabraňují adhezi trombocytů ke stěně – oxid dusnatý, resp. prostaglandiny – PGI₂).

V procesu zástavy krvácení při porušení cévní stěny dochází ke změně obou těchto vlastností. Významnou roli v schopnosti zadržovat krev hrají parenchymatózní orgány – játra, slezina, ledviny, plíce, které jsou schopny jednorázově zadržet až 0,5 l krve, a jejich poranění může způsobit život ohrožující vnitřní krvácení.

PATOFYZIOLOGIE

Odpověď organismu na krvácení

Lokální odpověď

Jakmile dojde k porušení cévní stěny a úniku krve vně oběhového systému, aktivuje se kaskáda kompenzatorních mechanismů – hemostáza, na které se podílejí vlastní cévní stěna, trombocyty, erytrocyty a nově vytvářená fibrinová síť. Tento proces probíhá ve třech krocích:

1. vazokonstrikce – cévní stěna reaguje na porušení integrity okamžitým reflexním spasmem cirkulární hladké svaloviny. Tento spasmus dále prohlubují látky uvolněné z trombocytů, které se začínají zachytávat na obnažených kolagenních vláknech z porušené cévní stěny – těmito látkami jsou zejména tromboxan A₂ (TXA₂) a serotonin.

2. adheze, aktivace a agregace trombocytů – trombocyty se začínají zachytávat (adheze) na obnažená kolagenová vlákna z porušené cévní stěny (efekt von Willebrandova faktoru), mění svůj tvar a uvolňují ze svých granul aktivátory prohlubující spasmus (viz výše) a další signální molekuly, které zajišťují vyšší adhezi trombocytů (aktivace) k poraněné cévní stěně a k sobě navzájem (agregace). Tímto mechanismem vzniká dočasný trombus, který je však nestabilní.

3. hemokoagulace – tato fáze probíhá s pomocí koagulačních faktorů, na jejímž konci dochází k vytvoření definitivního trombu. V krevní plazmě se běžně nacházejí koagulační faktory (I–XIII), které bývají za normálních podmínek v neaktivním stavu. Mnoho těchto koagulačních faktorů se utváří v játrech. Již v 2. fázi (během agregace trombocytů) navíc dochází k uvolňování aktivátorů koagulačních faktorů, které svým dalším působením (koagulační kaskáda) zajišťují stabilizaci dočasného trombu na trombus definitivní vytvářením kolagenové sítě.

Poznámka: Hlavní kroky koagulace: formování aktivátoru protrombinu, přeměna protrombinu na trombin a přeměna fibrinogenu na fibrin. Jako první dochází k vytvoření aktivátoru protrombinu. Aktivátor vzniká vnější a vnitřní cestou. Jakmile je vytvořen aktivátor protrombinu, tak dochází k přeměně protrombinu na trombin. Protrombin (faktor II) je protein, který je produkován játry, vyskytuje se v krevním oběhu a pro jeho syntézu je důležitý vitamin K. Nakonec dochází k přeměně fibrinogenu na fibrin. Trombin štěpí fibrinogen, přičemž vznikají fibrinová vlákna tvořící fibrinovou síť. Ve fibrinové síti se zachytávají erytrocyty, leukocyty a trombocyty. Trombin následně aktivuje faktor XIII (fibrin stabilizující faktor), který se podílí na utváření pevnějších vazeb mezi molekulami fibrinu, což vede ke vzniku pevné a odolné fibrinové sítě. Tímto dějem vzniká definitivní trombus (fibrinová zátka), který nahrazuje dočasnou zátku tvořenou z krevních destiček.

Celková (systémová) odpověď

Organismus je schopen svými kompenzatorními mechanismy zajistit dostatečnou perfuzi tkání při ztrátě do 15–30 % celkového objemu krve (cca 750–1500 ml), což odpovídá II. stadiu šoku – viz kapitola ŠOK.

Pokud ale krvácení pokračuje a kompenzatorní mechanismy již nestačí zajistit adekvátní perfuzi tkání, rozvíjí se dekompenzované stadium – hemoragický šok. Prohlubuje se nedostatečnost perfuze tkání, klesá dodávka kyslíku jako hlavního energetického substrátu, pro získání potřebné energie jsou aktivovány anaerobní procesy se vznikem laktátu a acidózy, prohlubuje se koagulační porucha. Při rozsáhlém poranění velkých cév nebo srdce se kompenzatorní mechanismy nestačí aktivovat a k vykrvácení dochází během několika minut.

Organismus reaguje na krevní ztrátu aktivací neurohumorální kaskády, která se projevuje odpovědí v jednotlivých tělesných systémech:

Kardiovaskulární systém – akutní ztráta krve způsobí pokles srdečního výdeje, na který zareagují baroreceptory umístěné v levé srdeční síni, aortálním oblouku a plicních cévách. Reakcí je aktivace sympatiku, která se projeví zvýšením srdeční frekvence, zvýšením srdeční kontrakility a vazokonstrikcí periferních cév. Organismus si tak zajistí redistribuci krve k životně důležitým orgánům – srdci, mozku a plicím na úkor v té době „postradatelných“ orgánů – kůže, svalů a gastrointestinálního traktu.

Renální systém – z glomerulárního aparátu dochází ke zvýšené sekreci reninu, následnou aktivací renin-angiotenzinového systému je dosaženo vazokonstrikce hladké svaloviny cév a tím podpoře redistribuce krve k srdci, mozku a plicím. Stimulací sekrece aldosteronu a jeho účinkem dochází k reabsorpci sodíku a k retenci tekutin. Zajímavostí je, že ledviny jsou schopny po krátký časový úsek tolerovat až 90% ztrátu cirkulujícího objemu krve.

Centrální nervový systém – mozek je schopen díky autoregulačním mechanismům tolerovat výkyvy systolického tlaku v poměrně značném rozmezí (80–250 mmHg). Pokud však dochází k další ztrátě krve a tím poklesu arteriálního tlaku, regulační mechanismy nejsou schopny udržet adekvátní průtok krve mozkem a dochází k různým stupňům poruchy vědomí (viz kapitola PORANĚNÍ HLAVY).

Gastrointestinální systém – splachnická vazokonstrikce přispívá k redistribuci objemu krve k srdci a mozku, je tím však negativně ovlivněno prokrvení trávicí trubice. Pokračující krvácení nebo prodleva v resuscitačních postupech vede k rozvoji splachnické ischemie a pozdějším komplikacím.

Endokrinní systém – častým nálezem spojeným s hemoragickým šokem je hyperglykémie. Za jejím rozvojem stojí na straně jedné zvýšená produkce glukózy díky zvýšené jaterní glukoneogenezi a glykogenolýze, a na straně druhé její snížená utilizace kvůli nedostatečné sekreci inzulínu a snížené inzulínové senzitivitě v důsledku neuroendokrinního antiinzulínového efektu stresových hormonů – katecholaminů, glukagonu, kortizolu a prozánětlivých cytokinů. Tento stav inzulínové rezistence, glukózové intolerance a hyperglykémie se nazývá také „stresový diabetes“ nebo „diabetes of injury = diabetes z poškození“.

Fyziologické koagulační pochody jsou závislé na teplotě tělesného jádra a hodnotě vnitřního prostředí (pH). Pokračující krvácení společně s prodlevou v terapeutických postupech (zástava krvácení, adekvátní volumová resuscitace, prevence hypotermie) nebo jejich nesprávná aplikace vedou k prohlubování hypotermie, acidózy a koagulopatie. Tyto navzájem se ovlivňující mechanismy (též **letální trias**, viz dále) nepříznivě ovlivňují prognózu traumatizovaného pacienta, a pokud jsou ponechány bez odezvy ošetřujícím personálem, vedou ke smrti.

Letální trias:

- 1. Hypotermie**
- 2. Acidóza**
- 3. Koagulopatie**

1. Hypotermie – u traumatizovaných pacientů je způsobena více faktory (její vznik není nezbytně závislý na teplotě okolního prostředí a může se rozvinout i v prostředí, které ošetřující personál může pro sebe považovat za komfortní):

- hemoragickým šokem – prohlubující se krevní ztráta ovlivňuje termoregulační funkci krve (krev jako vodič tepla ovlivňuje termoreceptory ve svalech a tkáních),
- poraněním hlavy – ovlivněním centrálních termoregulačních mechanismů,
- intoxikací – poruchou termoregulace toxickou noxou,
- věkem a přidruženými chorobami (DM, ischemická choroba končetin...), které postižením cév ovlivňují prokrvení tkání.

Poznámka: Je prokázáno, že hypotermie u traumatizovaných pacientů je spojena s vyšší mortalitou v porovnání s pacienty, kteří utrpěli hypotermii jako následek „prostého“ vystavení poklesu teploty prostředí (tzv. akcidentální hypotermie). Pokles teploty pod 32 °C je u traumatizovaných pacientů považován za závažnou hypotermii spojenou s prakticky 100% výskytem komplikací negativně ovlivňujících prognózu zraněného.

Efekt hypotermie na jednotlivé systémy:

- kardiiovaskulární systém:
 - snížení srdečního výdeje, myokardiální ischemie,
 - snížení vnímavosti kardiiovaskulárního systému na uvolněné katecholaminy,
 - proarytmogenní účink s rizikem vzniku fibrilace síní až fibrilace komor.
- koagulační systém:
 - snížení aktivity koagulačních faktorů,
 - snížení schopnosti adheze a agregace trombocytů, neschopnost vytvářet krevní sraženinu.

2. Acidóza – organismus je schopen tolerovat výkyvy pH v rozmezí 7,35–7,45, pokles pod hodnotu 7,35 označujeme jako acidózu. U traumatizovaných pacientů je hlavní příčinou

acidózy porucha perfuze tkání se sníženou dodávkou kyslíku způsobenou akutní krevní ztrátou, periferní vazokonstrikcí a poklesem srdečního výdeje. Jsou aktivovány anaerobní procesy získávání energie se vznikem laktátu a dalších vedlejších produktů způsobujících metabolickou acidózu. Laktát se hromadí ve špatně prokrvených tkáních a způsobuje pokles pH. Další prohlubování acidózy může být způsobeno nadměrnou aplikací tekutin, zejména nebalancovaných roztoků (fyziologický roztok má pH 5,5). Kromě metabolické acidózy se na celkovém stavu může podílet i respirační acidóza způsobená hypoventilací při případném poranění hlavy s ovlivněním dechových center; obstrukce dýchacích cest; poranění hrudníku znemožňující fyziologický proces dýchání (tenzní pneumotorax, vtlájení hrudník...). Pokles pH z fyziologické hodnoty 7,4 na hodnotu 7,0 je spojen s poklesem účinnosti koagulačních procesů o 55–70 %.

Efekt acidózy na jednotlivé systémy:

- kardiovaskulární systém:
 - snížení srdečního výdeje, myokardiální ischemie,
 - snížení vnímavosti kardiovaskulárního systému na uvolněné katecholaminy,
 - proarytmogenní účinkem, snížení prahu pro vznik fibrilace komor.
- dýchací systém:
 - hyperventilace – kompenzatorní mechanismus metabolické acidózy a následné snížení svalové síly dechového svalstva.
- centrální nervový systém:
 - kvantitativní porucha vědomí až kóma s dalším prohlubováním hypoventilace a prohlubováním respirační acidózy.
- koagulační systém:
 - snížení aktivity koagulačních faktorů, snížení schopnosti adheze a agregace trombocytů, neschopnost vytvářet krevní sraženinu.

3. Koagulopatie – vzniká jako následek nejen výše uvedených faktorů (hypotermie, acidóza), ale i jako následek vlastní ztráty krve, tedy i ztráty koagulačních faktorů, trombocytů, a také jako následek „naředění“ cirkulujícího objemu náhradními roztoky při volumové resuscitaci (diluční koagulopatie). Poruchy koagulační kaskády ovlivňují rovněž antikoagulační terapie a přidružené choroby, zejména hepatopatie nebo nefropatie.

Přerušení bludného kruhu vzájemně se ovlivňujících mechanismů spočívá v časně identifikaci a zástavě krvácení a prevenci hypotermie.

Zdroje krvácení u traumatizovaných pacientů mohou být z více kompartmentů – dobře rozpoznané zevní krvácení může být doprovázeno krvácením vnitřním.

KLASIFIKACE

Zevní krvácení

Rozdělení podle lokalizace:

- končetinové: následkem porušení celistvosti končetinových cév nebo masivního krvácení z měkkých tkání,
- z junkčních zón: krvácení je lokalizováno v místech spojení – junkce – mezi končetinami a trupem: axila, třísla, pletenec ramenní,
- z torza: krvácení z měkkých tkání, případně v kombinaci s penetrujícím poraněním. Pozornost je třeba věnovat krvácení ze skalpu, kdy je riziko podcenění život ohrožujícího difuzního krvácení z dobře zásobené kožní a podkožní oblasti skalpu.

Rozdělení podle typu krvácení:

- tepenné: krev jasně červená, s každým tepem vystřikuje z rány, riziko rychlé krevní ztráty,
- žilní: krev je tmavší, vytéká z rány kontinuálně, riziko podcenění při poranění velkých žil nebo žilních pletení,
- kapilární (vlásečnicové),
- smíšené: kombinace poranění žil a tepen, které jsou ve svém průběhu uloženy společně.

Masivní zevní krvácení

Při vzniku masivního zevního krvácení dochází v průběhu sekund až minut k velké krevní ztrátě. Náhlá ztráta velkého objemu krve se může rozvinout v hemoragický šok a skončit smrtí. Tento stav je vždy nutno řešit prioritně C-ABCDE. Za život ohrožující krvácení považujeme ztrátu celého krevního objemu do 24 hodin po úrazu, ztrátu poloviny krevního objemu během 3 hodin a pokračující krvácení, které přesahuje 150 ml/minutu. Za masivní zevní krvácení rovněž považujeme stav, kdy došlo k selhání účinku aplikovaných hemostatických prostředků (turniket, tlakový nebo hemostatický obvaz) a krvácení pokračuje.

U člověka je objem cirkulující krve 65–75 ml/kg tělesné hmotnosti. Raněný s váhou 70 kg má přibližně 5 litrů krve. Do ztráty 15–30 % objemu (750–1500 ml) je organismus schopen ztrátu kompenzovat, při ztrátě nad 40 % objemu (2000 ml) nastupuje fáze dekompenzovaného šokového stadia a při ztrátě nad 50 % (2500 ml) je bezprostředně ohrožen na životě.

Vnitřní krvácení

Vnitřní krvácení vzniká následkem tupého nebo penetrujícího traumatu jednotlivých tělesných kompartmentů s následným poraněním orgánů a ztrátou krve do příslušných dutin – proto také někdy označení dutinové krvácení (detailně jsou příčiny krvácení rozepsány v jednotlivých kapitolách):

- Hlava: nitrolební krvácení samo o sobě nezpůsobí hemodynamickou nestabilitu, zde uvedeno pouze jako možný zdroj krvácení
 - fokální: epidurální, subdurální hematom, intracerebrální hematom,
 - difuzní: intraparenchymové krvácení.
- Hrudník: hemotorax při poranění plicního parenchymu, krvácení do mediastina při ruptuře aorty.
- Břicho: hemoperitoneum, typicky při poranění sleziny, jater, ledvin nebo závěsného střevního aparátu.
- Pánev: krvácení do pánevní dutiny a retroperitonea při zlomeninách pánve.
- Končetiny: krvácení do měkkých tkání při zlomeninách dlouhých kostí osového skeletu z kostní dřeně, poraněných měkkých tkání nebo cévních svazků.

DIAGNOSTIKA

Zevní krvácení

Rozeznání zevního krvácení obvykle nečiní obtíže. Na základě charakteru zevního krvácení je nutné rozeznat život ohrožující krvácení (masivní zevní krvácení) a vyřešit jej v prvním kroku algoritmu C-ABCDE a krvácení ostatní.

Riziko skrytého zevního krvácení – NAGP

Neck – krk,

Axila – podpaží,

Groin – třísla,

Poplitea – podkolenní jamka.

V těchto lokalitách je nutné aktivně pátrat (pohledem, pohmatem) po možném zdroji krvácení. Zejména u ležících pacientů dochází k hromadění krve pod tělem zraněného, případně průsaku do oděvu nebo podložky a tím k podcenění závažnosti krvácení.

Vnitřní krvácení

Rozeznání varovných příznaků vnitřního krvácení patří mezi výzvy ošetřujícího personálu. Diagnostika ztráty krve při vnitřním krvácení spočívá ve zhodnocení nepřímých klinických projevů při primárním vyšetření podle algoritmu C-ABCDE.

Klinické projevy

Známky krvácení zjistitelné během vyšetřování dle algoritmu C-ABCDE.

C – identifikace pulzujícího nebo kontinuálního zevního krvácení

za masivní zevní krvácení se považují rovněž tyto stavy:

- krvácení vytváří zvětšující se kolekci na zemi,
- zvětšující se průsak krycí vrstvy oděvu nebo obvazu,
- traumatická amputace končetiny.

A – zhodnocení reakce zraněného na vstupní oslovení

přiléhavá odpověď svědčí o dobrém prokrvení (oxygenaci) mozkové tkáně a zachování funkčního oběhu.

B – klinické vyšetření hrudní stěny

- pohled – exkoriace, hematomy, jiná kontuzní ložiska (např. seat belt injury),
- pohmat – bolestivost, krepitace, nestabilita hrudní stěny,
- poslech – oslabené dýchání až vymizelý poslech na straně hemotoraxu,
- poklep – ztemnělý poklep na straně hemotoraxu.

Porucha dechové činnosti (tachypnoe, bradypnoe, dyspnoe) může být rovněž známkou přítomnosti krve v pohrudniční dutině nebo vlastního poranění plicní tkáně.

C – klinické vyšetření břicha, stavu oběhu, pánevního kruhu a dlouhých kostí končetin

Klinické vyšetření břicha

- pohled – exkoriace, hematomy, jiná kontuzní ložiska, např.:
 - v levém podžebří – možné poranění sleziny,
 - v pravém podžebří – možné poranění jater,
 - v podbřišku – poranění pánevního kruhu.
- pohmat
 - ohraničená bolestivost, napětí v místě poranění,
 - difuzní napětí břišní stěny – přítomnost krve v dutině (krev dráždí pobřišnici) – u pacienta s alterovaným stavem vědomí nemusí být tato známka patrna. Normální nález nevylučuje přítomnost krve v dutině břišní.

Klinické vyšetření stavu oběhu

vyšetření pulzu na periférii (*a. radialis*, *a. femoralis*, *a. carotis*) **oboustranně**

- kvalita palpace (dobře hmatný, oslabený, nehmatný),
- rychlost pulzu (rychle/pomalů hmatný – není cílem přesně určit číselnou hodnotu),
- pravidelnost.

Pulz je třeba posuzovat v kontextu s ostatními zjištěnými nálezy a celkovým stavem zraněného. Nehmatný periferní pulz u jinak adekvátně reagujícího pacienta, s ostatním vyšetřením v rozsahu normy, nebude pravděpodobně následkem hypovolemického šoku, ale bude třeba pátrat po případném lokálním ovlivnění cévní průchodnosti (úraz končetiny, naložená tlaková manžeta, nezkušenost vyšetřujícího...). Hmatný pulz na *a. radialis* podle různých zdrojů odpovídá sTK v rozsahu 80–100 mmHg.

Podle Field Triage Score (FTS) **hmatný** pulz na periférii (*a. radialis*) odpovídá sTK alespoň 100 mmHg. **Nehmatný pulz** společně s **motorickou komponentou** Glasgow Coma Scale (GCS-M) **nížší než 6** jsou spojeny s výrazně vyšší mortalitou.

kapilární návrat (CRT – capillary refill time) – normální hodnota do 2–4 s

Samotný průkaz prodlouženého CRT není potvrzením šoku, ale je známkou poruchy perfuze periferie, ke které může dojít i z jiných příčin (např. hypotermie, přidružená poranění ovlivňující lokální prokrvení v místě měření, přidružené choroby). Nález je třeba hodnotit v kontextu ostatních klinických nálezů. Dynamické sledování hodnot CRT je užitečným nástrojem při resuscitačních postupech. Podaří-li se volumovou resuscitací adekvátně obnovit perfuzi tkání, dochází i ke zlepšení hodnot CRT.

Měření krevního tlaku není pro včasnou identifikaci krevní ztráty vhodnou metodou – pokles systolického krevního tlaku se projeví až při ztrátě 30 % cirkulujícího objemu krve (cca 1500 ml), tedy na hranici přechodu do dekompenzovaného stadia hemoragického šoku.

Pokud je tlakoměr k dispozici, lze jej využít k monitoraci dynamiky změn naměřených hodnot.

Klinické vyšetření pánevního kruhu

- pohled – hematoma skrota, zevních ženských rodidel, krev při zevním ústí uretry jako následek poranění močových cest, zevní rotace nebo zkrácení jedné končetiny,
- pohmat – bolestivost při vyšetření pánevního kruhu mechanismem stlačení výběžků pánevní kosti k sobě, bolestivost při tlaku na symfýzu (jednoznačná nestabilita pánevního kruhu nebývá častým nálezem), bolestivost třísel, bolestivost dolní třetiny páteře.

Údaj o vysokoenergetickém poranění je sám o sobě indikací k aplikaci pánevního pásu.

Klinické vyšetření dlouhých kostí končetin

- pohled – exkoriace, hematomy, otok měkkých tkání, osová defigurace, poranění měkkých tkání, perforace kožního krytu,
- pohmat – protisměrné vyšetření stability dlouhých kostí horní a dolní končetiny, zjištění patologické hybnosti, krepitu,
- vyšetření pulzací na periférii.

D – klinické vyšetření stavu vědomí

Mini/neurologické vyšetření (AVPU, GCS, reakce zornic) doplňuje vyšetření reakce na vstupní oslovení. Hodnotíme stav vědomí ve smyslu schopnosti spontánní reakce, reakce na oslovení, případně na bolestivý podnět. Množství krevní ztráty koreluje se závažností poruchy vědomí při nedostatečném průtoku krve mozkovou tkání.

Stavy ovlivňující identifikaci klinických projevů krevní ztráty:

- gerontologičtí pacienti – snížené schopnosti kompenzovat krevní ztrátu, riziko hypervolémie a vzniku plicního edému při agresivní volumové resuscitaci,
- mladí, zdraví jedinci – kompenzatorní mechanismy jsou schopny reagovat na relativně velkou ztrátu krve bez jednoznačných klinických projevů, přechod do dekompenzovaného stadia může být bez varovných klinických příznaků,
- chronická medikace – např. betablokátory znemožňují klinický projev tachykardie,
- tzv. distracting injury – jiné poranění dramatického vzezření, které samo o sobě není život ohrožující, může vést k odvrácení pozornosti od vyšetřovacího schématu (typicky popáleniny, devastující poranění měkkých tkání).

PRINCIPY OŠETŘENÍ ZNÁMEK KRVÁCENÍ V RÁMCI PRIMARY ASSESSMENT

Níže jsou uvedeny postupy, které by měly být aplikovány již na úrovni ROLE 0 a vycházejí z aktuálních doporučených postupů TCCC. Jelikož se jedná o naprosto zásadní postupy s důrazem na zástavu masivního krvácení, uvádíme je i v tomto textu, jinak určenému pro ošetření traumatizovaných pacientů na úrovni ROLE 1.

Na zásady ošetření masivního zevního krvácení (modalita **C** v algoritmu **C-ABCDE**) v této kapitole bude odkaz i v kapitolách ostatních.

ROLE 0

Zástava masivního zevního krvácení podle Tactical Combat Casualty Care (TCCC)

Fáze TCCC

1. Care Under Fire (dále CUF) – péče pod palbou.
2. Tactical Field Care (dále TFC) – péče mimo dosah přímé palby.
3. Tactical Evacuation Care (dále TEC) – taktický odsun.

Masivní zevní krvácení ve fázi CUF – použití turniketu:

- v případě vzájemné pomoci použijeme primárně turniket zraněné osoby,
- v této fázi dominuje svépomoc,
- použijeme turniket jen v případě masivního krvácení,

- pokud zvažujeme, zda turniket použít, udělejme to – jakékoli zpoždění v aplikaci vede ke zhoršené prognóze zraněného,
- turniket se nakládá přes uniformu, co nejvýše k podpažní jamce nebo tříslu, pokud si nejsme jisti zdrojem krvácení (tma, mnohočetná poranění, větší počet raněných),
- pokud je zdroj krvácení jasně vidět, naloží se turniket 5–8 cm nad krvácející místo,
- turniket musí eliminovat krvácení a pulzace distálně od jeho naložení,
- zapíšeme čas naložení turniketu,
- používáme pouze doporučené turnikety (C-A-T 7. generace, C-A-T 6. generace, pokud není ukončen životní cyklus, SAM-XT, RATCHET, SOFTT-W).

Masivní zevní krvácení ve fázi TFC a TEC – použití turniketu:

- aktivně pátráme po zdroji krvácení (obnažíme končetiny v případě zřejmého nebo suspektního krvácení),
- turniket nakládáme přes kůži 5–8 cm nad krvácející místo,
- pokud turniket nefunguje, použijeme další turniket v těsné blízkosti toho původního (side-by-side),
- turniket musí eliminovat krvácení a pulzace distálně, místo krvácení musí být kontinuálně monitorováno,
- dříve naložený (primární) turniket je potřeba přehodnotit – obnažíme končetinu a podle závažnosti poranění rozhodneme, zda je nadále potřeba. Pokud ano, provedeme **repozici** turniketu naloženého přes oděv nebo vysoko k tříslu/podpaží během C-ABCDE algoritmu: nejdříve naložíme druhý (sekundární) turniket přes kůži 5–8 cm nad místo krvácení a pozvolna povolujeme primární turniket za vizuální kontroly místa krvácení. Pokud nekrváčí, povolený primární turniket ponecháme na místě a neodstraňujeme. V případě pokračujícího krvácení nebo hmatné pulzace distálně od turniketu, nejprve dotáhneme sekundární turniket, a pokud ani to nestačí, přesuneme primární turniket do těsné blízkosti sekundárního a utáhneme ho,
- **konverze** (náhrada) končetinového nebo junkčního turniketu za hemostatický nebo tlakový obvaz je možná, pokud to čas a situace dovolí během C-ABCDE algoritmu, ideálně v prvních 2 hodinách od naložení. Nejdříve obnažíme končetinu a provedeme kontrolu poranění. Pokud jsou nezávažného charakteru, naložíme tlakový nebo hemostatický obvaz a pozvolna povolujeme turniket za vizuální kontroly tlakového obvazu (prosáknutí). Pokud neprosakuje, turniket zůstane povolený na místě. Pokud se krvácení obnoví nebo je hmatný pulz distálně, dotáhneme turniket. Kontraindikace konverze: šok, amputace, místo krvácení nelze kontinuálně monitorovat, naložení turniketu déle než 6 hodin, doba transportu na vyšší etapu je méně než 2 hodiny od doby naložení turniketu.

Chyby v aplikaci turniketu:

- naložení turniketu u nevýznamného krvácení,
- naložení turniketu přes klouby (loket, koleno) nebo plné kapsy a pouzdra,
- naložení turniketu co nejblíže trupu, přestože je místo krvácení zřetelně vidět,
- nedostatečné utažení popruhu se suchým zipem (C-A-T turniket), následné dotažení vratidlem nemusí být z tohoto důvodu efektivní,
- intermitentní uvolňování turniketu za účelem zajištění alespoň částečné perfuze periferie.

Krvácení z junkčních zón:

Junkční turniket se používá při krvácení v tříselech nebo z vysokých amputačních pahýlů dolních končetin, kde aplikace končetinového turniketu není z anatomických důvodů možná. Dalším místem je podklíčková oblast, která se využívá pro zástavu krvácení v téže lokalitě nebo z vysokých amputačních pahýlů horních končetin, kde opět nelze použít končetinový turniket. Je možné ho aplikovat i do oblasti pupku, kde způsobí kompresi břišní aorty s cílem zastavit krvácení od pupku níže. Při použití vybraného typu turniketu je nezbytné, aby ošetřující personál byl s jeho obsluhou dokonale seznámen.

- **pokud je k dispozici junkční turniket, použij ho co nejdříve**
 - Combat Ready Clamp – CROc,
 - Junctional Emergency Treatment Tool – JETT,
 - SAM Junctional Tourniquet – SJT.
- doporučuje se postupovat ve dvou záchráncích. První co nejdříve aplikuje do rány hemostatika nebo čistou gázu (viz níže) a vytváří přímý tlak, zatímco druhý připravuje junkční turniket,
- jakmile je turniket připraven, ihned se aplikuje,
- na krvácení, kde není z anatomických důvodů možné použít končetinový turniket nebo není k dispozici junkční, lze použít **hemostatické prostředky**:
 - Celox Gauze,
 - Chito Gauze,
 - QuickClot Combat Gauze,
 - XStat (na hluboké a úzké rány v tříselech, podpažních jamkách a v podklíčkové oblasti).
- po tamponádě rány je nutné vyvíjet přímý tlak minimálně 3 minuty. Tento čas je orientační, k zástavě krvácení může být zapotřebí více času. Každý z těchto prostředků funguje odlišně, proto při selhání jednoho z nich lze tento odstranit a použít jiný, ale

nesmí dojít k uvolnění komprese na déle než nezbytně nutnou dobu k výměně hemostatik.

- mezi jednotlivými typy hemostatických gáz nebyl zjištěn významný rozdíl ve smyslu účinnosti nebo uživatelské náročnosti.

ROLE 1 – výkony spojené s vyšetřením a zhodnocením stavu oběhu

C – ABCDE

- zásady při zástavě masivního zevního krvácení jsou stejné jako ve fázi TFC a TEC (viz výše).

C – ABCDE

- naložení pánevního pásu při zjevném či suspektním poranění pánve (údaj o vysokoenergetickém traumatu je sám o sobě indikací k nasazení pánevního pásu),
- repozice a imobilizace zlomenin dlouhých kostí,
- repozice nebo konverze turniketu podle pravidel TFC nebo TEC (viz výše),
- zajištění IV nebo IO vstupu (hypovolemický šok nebo riziko jeho rozvoje) a aplikace tekutin (viz kapitola ŠOK).

Kyselina tranexamová

Pokud je reálný předpoklad, že raněný bude potřebovat transfuzní přípravky (šok, vysoké amputace, pokračující vnitřní krvácení), je doporučeno aplikovat 1g kyseliny tranexamové (TXA). Podává se ve 100ml F1/1 nebo R1/1 po **dobu 10 minut**. Forsírované podání (nebo tzv. podání „z ruky“) vede k závažné hypotenzi a zhoršení prognózy pacienta. Příprava infuze nesmí oddálit jiné život zachraňující zákroky. TXA se aplikuje nejdéle do 3 hodin od poranění.

Poznámka: Revize pohledu na použití turniketu vychází ze zkušeností v bojích na Blízkém východě (Afghánistán, Irák). Detailní analýzu obětí bojových konfliktů z řad US vojáků v desetiletém intervalu 2001–2010 publikoval kolektiv vedený prof. Brianem J. Eastrigem ze San Antonia, Texas. Z celkového počtu 4 596 obětí 87,3 % zemřelo před dosažením zdravotnické etapy s možností provedení DCS (Damage Control Surgery). Z tohoto počtu bylo 24,3 % označeno jako potencionálně přeživší (91 % z takto označených případů bylo v důsledku krvácení, zbytek pak poměrnou částí v důsledku neošetřeného tenzního pneumotoraxu a obstrukce dýchacích cest). Z krvácivých stavů bylo 67,3 % dutinového a 34 % končetinového původu. Ze skupiny končetinových poranění bylo krvácení v 19,2 % v přechodových zónách, tedy oblasti spojení končetiny s trupem, a 13,5 % periferních krvácení – tedy v lokalizaci, kde je krvácení snadno ovlivnitelné správnou aplikací turniketu. Retrospektivní analýzou dat týkajících se používání končetinového turniketu v bojových podmínkách nebylo prokázáno, že by doba naložení v trvání dvou hodin byla spojena s komplikacemi a následnou nutností provést amputaci končetiny. Na základě těchto faktů byly turnikety doporučeny k použití v civilním sektoru za stejných indikačních podmínek, jako tomu je v podmínkách bojových.

ZDROJE:

Advanced Trauma Life Support. ATLS. Student Course Manual. 9th Edition. USA: American College of Surgeons, 2012. ISBN 188-0-69602-9.

LaPELUSA, A. a D. D. HEERANSH. *Physiology, Hemostasis* [on-line]. Treasure Island: StatPearls Publishing, 2019 [cit. 2019-05-20]. Dostupné z: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK545263/>

CHAUNDRY, R. a H. M. BABIKER. *Physiology, Coagulation Pathways*. [on-line]. Treasure Island: StatPearls Publishing, 2019 [cit. 2019-05-20]. Dostupné z: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK482478/>

EASTRIGE, B. J., BUTLER, F. et al. Field triage score (FTS) in battlefield casualties: validation of a novel triage technique in a combat environment. *The American Journal of Surgery*, 2010, **200**(6), 724–727. ISSN 0002-9610

PENKA, M., PENKA, I. et al. *Krvácení*. Praha: Grada, 2014. ISBN 978-80-247-0689-4.

PONS, P. T. et al. (eds). *PHTLS: Prehospital Trauma Life Support. Military Eight Edition*. Burlington, MA: Jones & Bartlett Learning, 2016, 897 s. ISBN 978-1-284-04175-0.

SEIDLOVÁ, D. a A. BULIKOVÁ. Diseminovaná intravaskulární koagulace – příčiny, diagnostika, diferenciální diagnostika a léčba. *Medicína po promoci* [on-line]. 2018, **19**(2), 148–153. [cit. 2018-02-20]. Dostupné z: <https://www.tribune.cz/clanek/43214-diseminovana-intravaskularni-koagulace-priciny-diagnostika-diferencialni-diagnostika-a-lecba>

SMITH, S. A., TRAVERS, J. T., MORRISSEY, J. H. How it all starts: initiation of the clotting cascade. *Critical Reviews in Biochemistry and Molecular Biology* [on-line]. 2015, **50**(4), 326–336. [cit. 2018-02-20]. Dostupné z: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4826570/pdf/nihms773454.pdf>

TCCC Guidelines for Medical Personnel. National Association of Emergency Medical Technicians – Committee on TCCC [on-line]. Mississippi: 2017 [cit. 2018-02-20] Dostupné z: <https://www.naemt.org/education/naemt-tccc/tccc-ac-guidelines-and-curriculum>

UDEANI, J., GEIBEL, J. et al. *Hemorrhagic Shock*. MedScape [on-line]. New York: WebMD, 2018 [cit. 2018-02-20]. Dostupné z: <https://emedicine.medscape.com/article/432650-overview>

ŠOK

Šok je akutní život ohrožující stav, charakterizovaný nedostatečnou perfuzí tkání a z ní vyplývající neadekvátní dodávkou kyslíku a ostatních nutrientů buňkám ve vztahu k jejich metabolické potřebě. Důsledkem je funkční a posléze i morfologické poškození buněk, následně celých orgánů a organismu.

Rozsah poškození je dán mírou a trváním tkáňové hypoxie. U pacientů s šokovým stavem lze očekávat až 40% mortalitu. Pokud není odstraněna vyvolávající příčina, je riziko úmrtí ještě výrazně vyšší.

FYZIOLOGIE

Fungování jednotlivých buněk je závislé na dostatečném zásobení kyslíkem a živinami i odvodu odpadních látek. Při zátěžové situaci organismus aktivuje rezervní mechanismy tak, aby udržel dostatečné zásobení orgánů. Nejdříve je zapojován sympatoadrenergní systém. Z mnoha efektů jsou nejdůležitější zvýšení minutového srdečního výdeje a vazokonstrikce, která umožní redistribuci krevního toku k životně důležitým orgánům (mozek, srdce, plíce).

Dále je zvýšena syntéza stresových hormonů, zejména kortizolu. Ten aktivací glukoneogeneze a lipolýzy zvyšuje dostupnost substrátů pro tkáně a tlumí přechodně postradatelné procesy, jako je proteosyntéza nebo imunitní reakce. Ze zatížených tkání se uvolňuje množství vazodilatačně působících látek (laktát, CO_2 , K^+ , adenosin...), které vedou ke zvýšení krevního průtoku v místě potřeby.

Aktivace sympatoadrenergního systému spolu s vyšší hladinou CO_2 a laktátu vedou ke zvýšení dechového úsilí. Společně tyto mechanismy zajišťují bezpečné překlenutí období zvýšené zátěže. Zapojení dalších mechanismů přesahuje rámec této kapitoly.

PATOFYZIOLOGIE

Při rozsáhlém poškození organismu (například traumatem) je k udržení základních životních funkcí nutná masivní aktivace kompenzatorních mechanismů. Takový rozsah aktivace vede k poškození organismu, a pokud není stav rychle vyřešen, jsou naděje na přežití minimální.

Průběh šoku může být rozdělen do tří fází:

Kompenzovaný šok

Aktivace kompenzatorních mechanismů v úvodní fázi stačí k udržení dostatečného krevního tlaku a perfuze vitálních orgánů, ale za cenu poškození méně důležitých orgánů a rychlého vyčerpání rezerv organismu. Tekutina přestupuje z intersticia intravaskulárně, což vede k dočasnému zlepšení cirkulace, ale zároveň zrychluje orgánové poškození.

V této fázi nemusí být známky šoku výrazné, dominuje zejména obraz aktivace kompenzatorních mechanismů. Sniženy jsou funkce mnoha orgánových systémů, které nejsou bezprostředně potřebné k životu (ledviny, zažívací systém apod.). Pokles funkce těchto systémů je v přednemocničních podmínkách obtížně zjištělný.

Efektivní a rychlé odstranění vyvolávající příčiny v této fázi může samo o sobě vést ke stabilizaci stavu, ale komplexní léčba vždy zmenší rozsah orgánového poškození a zrychlí rekonvalescenci.

Kompenzované stadium odpovídá I. a II. stupni hypovolemického šoku (viz dále).

Dekompenzovaný šok

Pokud není šokový stav včas vyřešen, přestanou být vnitřní kompenzatorní mechanismy schopné plnohodnotně udržovat i základní vitální funkce. Postupující ischemizace tkání vede k vazoparalýze. Poškození tkání vede k zánětlivé reakci, poškození funkce endotelu, otoku a tím k další ztrátě intravaskulární tekutiny. Zplodiny metabolismu a zánětlivé cytokiny vedou ke snížení srdeční funkce a poškození plicního parenchymu s následným rozvojem nekardiálního plicního edému (ARDS; „šoková plíce“). Acidóza zhoršuje efektivitu koagulačního systému. Snížená dostupnost substrátů vede ke snížení syntézy stresových hormonů.

Projevy selhání vitálních funkcí i dalších orgánových systémů jsou již zřejmé. V této fázi již samo odstranění vyvolávající příčiny většinou nestačí k přežití organismu. Adekvátní volumová resuscitace, podání vazopresorů, oxygenoterapie a úprava vnitřního prostředí ale mohou vést ke stabilizaci oběhu a poskytnout tak organismu čas na reparaci poškození.

Ireverzibilní šok

V případě další progresy šoku změny dosahují stupně, který ani maximální terapie není schopna zvládnout. Akumulace zplodin metabolismu a zánětlivých cytokinů vede k vazoparalýze s následnou těžkou hypotenzí. Další navyšování léčby má jen malý efekt, ale dostavují se závažné nežádoucí účinky, které vedou k selhání terapie jako celku. Vysoké dávky katecholaminů vedou k výrazné vazokonstrikci koronárních tepen a k dalšímu snížení srdečního výdeje. Ischemické poškození splachnických orgánů vede k rozsáhlým nekrotizacím. Intenzivní tekutinová resuscitace zhoršuje průběh ARDS. Ventilační podpora s vysokým end expiračním tlakem vede ke zhoršení žilního návratu a následně dalšímu snížení srdečního výdeje. Smrt organismu může nastat pod obrazem komorových arytmí, asystolie i bezpulzové elektrické aktivity.

Neexistuje žádný obecně uznávaný ukazatel jednoznačně definující přechod šoku do ireverzibilní fáze.

KLASIFIKACE ŠOKU DLE MECHANISMU VZNIKU

Hypovolemický šok

- hemoragický,
- nehemoragický (popáleniny, zvracení, průjmy, dehydratace).

Obstrukční šok

- tenzní **pneumotorax**,
- srdeční **tamponáda**,
- plicní embolie.

Distribuční šok

- neurogenní,
- septický,
- anafylaktický.

Kardiogenní

- ischemie myokardu, arytmie, chlopenní vady a další.

Zvýrazněny jsou typy šoku přímo spojené s traumatem. Ostatní typy šoku mohou vzniknout jako komplikace traumatu nebo léčby.

Hypovolemický šok

Nejčastější příčinou šoku v bojových podmínkách je ztráta cirkulujícího volumu vyvolaná traumatem. Mechanismem ztrát je zejména krvácení, méně i redistribuce tekutin do tkáňového otoku. Se ztrátou krve dochází ke ztrátě červených krvinek – nosičů O₂, trombocytů, koagulačních faktorů a bílkovin udržujících onkotický tlak. S narůstající krevní ztrátou se zvyšuje potřeba doplnění nejen vlastního intravaskulárního objemu, ale i funkčních schopností krve – transport O₂, nastartování koagulačních mechanismů a udržení osmotického tlaku bílkovin v krevní plazmě (onkotického tlaku).

Z hlediska velikosti krevní ztráty je možné schematicky rozdělit hemoragický šok do čtyř tříd. Schéma je počítané na zhruba 70kg muže, jehož celkový objem krve je přibližně 5 litrů.

Třída 1: Představuje krevní ztrátu zhruba do 15 % objemu (cca do 750 ml). Klinická manifestace je mírná. Nárůst tepové frekvence je malý, změny v krevním tlaku a dechové frekvenci nemusí být patrné. Klinický obraz je též ovlivněn výchozím stavem organismu před traumatem. U jinak zdravých raněných lze předpokládat mobilizaci intersticiální tekutiny a schopnost udržení cirkulujícího objemu bez poklesu krevního tlaku. Není doporučeno profylakticky aplikovat infuzní roztoky.

Třída 2: Představuje krevní ztrátu zhruba 15 až 30 % objemu (cca 750–1500 ml). Většina zdravých dospělých je schopna ztrátu kompenzovat aktivací sympatoadrenergní osy a dalších mechanismů za udržení krevního tlaku. Dochází nicméně k nárůstu dechové a tepové frekvence, k oslabení pulzové vlny. Pacient může být neklidný až úzkostný. Je-li krevní tlak normální, hovoříme o kompenzované fázi šoku. Velmi dobrým parametrem ke sledování náplně krevního oběhu a perfuze ledvin je diuréza, avšak jedná se o parametr, který v přednemocniční péči běžně nesledujeme. V rámci tekutinové terapie se uplatňují krystaloidy, v nemocniční péči posléze i transfuzní přípravky.

Třída 3: Představuje krevní ztrátu zhruba 30 až 40 % objemu (cca 1500–2000 ml). Takové krevní ztráty není většina pacientů schopna kompenzovat a nastává hypotenze spolu s tachykardií, tachypnoí. Stav vědomí progreduje do zmatenosti. Většina těchto pacientů bude vyžadovat podání transfuzních přípravků a chirurgickou intervenci.

Třída 4: Představuje krevní ztrátu vyšší než 40 % objemu (cca nad 2000 ml). Projevuje se výraznou hypotenzí a vystupňovanou aktivací kompenzačních mechanismů. Stav vědomí přechází od zmatenosti k letargii. Přežití závisí na urgentní chirurgické intervenci a podání transfuzních přípravků.

Výtěžnou metodou ke sledování stavu oběhového systému je monitorace výdeje tekutin – diurézy. Standardně se močový katétr na úrovni ROLE 1 nezavádí. Dovolí-li to podmínky (materiální a personální vybavení, časové okno do realizace transportu), je vhodné u pacientů v hypovolemickém šoku močový katétr zavést z důvodu monitorace úspěšnosti tekutinové resuscitace.

Tabulka 1: Klasifikace hemoragického šoku

	Třída I	Třída II	Třída III	Třída IV
Krevní ztráta (ml)	< 750	750–1500	1500–2000	> 2000
Krevní ztráta (%)	< 15	15–30	30–40	> 40
Tlak krve	normální	normální	snížen	snížen
Dechová frekvence	14–20	20–30	30–40	> 35–40
Stav vědomí	mírná zmatenost, úzkost	střední zmatenost, úzkost nebo agitace	somnolence, zmatenost, úzkost	letargie, sopor
Náhradní tekutiny	krystaloidy	krystaloidy	krystaloidy a transfuzní přípravky	krystaloidy a transfuzní přípravky
Diuréza (ml/h)	> 30	20–30	5–15	zanedbatelná

Obstrukční šok

V přímé souvislosti s traumatem se můžeme setkat se dvěma příčinami obstrukčního šoku – tenzním pneumotoraxem a tamponádou srdeční. Zevní kompresivní síly vedou k utlačení dutých žil a srdce, omezení jeho plnění v době diastoly a k poklesu srdečního výdeje.

Tenzní pneumotorax je stav, kdy dochází k vyplnění hrudní dutiny vzduchem, jehož tlak progresivně narůstá. Při rozvinutém stavu plyn způsobuje nejen kolaps plic, ale i přesun mediastina. Je utlačována dolní i horní dutá žíla. Klesá žilní návrat, a tedy i srdeční výdej. Rozvoj tenzního pneumotoraxu může trvat jen několik minut, rychlost je vyšší při ventilaci pacientů pozitivním přetlakem (ambuvakem či po připojení na dýchací přístroj). Po hrudní dekompresi dochází k rychlé úpravě oběhu (viz kapitola PORANĚNÍ HRUDNÍKU)

Srdeční tamponáda vzniká vyplněním perikardiální dutiny tekutinou, v případě traumatu krví. Vzhledem k neroztažitelnosti perikardu dochází k zevnímu stlačení srdečního svalu, sníženému plnění srdečních oddílů a poklesu srdečního výdeje.

Neurogenní šok

Je závažnou komplikací poranění krční nebo horní hrudní páteře. V úrovni C2–C7 se nacházejí významná ganglia sympatických nervů a v úrovni hrudní páteře Th1–Th6 odstupují *nn. accelerantes cordis*. Tyto nervové struktury zodpovídají za sympatickou inervaci srdce a cév horní poloviny těla. Naopak parasympatická inervace je vedena prostřednictvím *nervus vagus* mimo oblast páteře. Proto poranění v této oblasti vedou ke ztrátě sympatické inervace distálně od úrovně léze. Následkem je ztráta tonu cévního řečiště, jeho dilatace, rozvoj relativní **hypovolémie** a **pokles krevního tlaku**. Převaha parasympatické aktivity vede k **bradykardii** (< 60/min) a neschopnosti navýšit akci srdeční. Pacienti mívají teplou suchou kůži (proto také někdy označení „teplý šok“).

Neurogenní šok dále nabývá na závažnosti při postižení krční míchy. Při postižení v oblasti nad C4 dochází k poruše inervace bránice. Následkem poruchy funkce tohoto hlavního dýchacího svalu je hypoventilace, hyposaturace, následně i hypoxie tkání a další progresse šokového stavu s rozvojem anaerobního metabolismu (viz kapitola PORANĚNÍ PÁTEŘE).

Míšní léze je též příčinou poruchy termoregulace pod její úrovní. Je tedy nutné u těchto pacientů dbát na minimalizaci tepelných ztrát. Tito pacienti jsou taktéž náchylnější ke vzniku dekubitů.

DIAGNOSTIKA

Diagnostika v přednemocniční péči se opírá prakticky výhradně o anamnézu a fyzikální vyšetření. Anamnesticky je nutné zhodnotit vyvolávající příčinu (ve vojenském prostředí zejména rozsah traumatu). U netraumatických šokových stavů pátráme po známkách infektu, kontaktu s alergenem, dušnosti, bolesti na hrudi nebo otocích končetin. Je nutné zaznamenat čas vzniku obtíží a vývoj v čase.

Příznaky šokového stavu

Rozvoj příznaků odpovídá rozvoji jednotlivých fází šoku. V počáteční fázi šoku dominují příznaky vyvolávající příčiny (např. trauma, infekce) a zapojení kompenzatorních mechanismů.

Zpočátku nepozorujeme hypotenzi, ale pouze tachykardii. Rychlost vzestupu akce srdeční do značné míry závisí na stavu organismu v době inzultu. U mladého trénovaného jedince s klidovou akcí 50/min je vzestup na 100/min výrazně závažnějším nálezem než u běžné populace.

Další časnou známkou šoku je periferní vazokonstrikce – akra jsou chladná, kapilární návrat je prodloužen nad 2–4 sekundy. Aktivace sympatoadrenergního systému dále vede k opocení kůže, zrychlení dýchání a agitaci vědomí.

Uvedené příznaky jsou nespecifické. Aktivace sympatoadrenergního systému může být způsobena i bolestí nebo strachem, které trauma zpravidla doprovází. Zrychlené dýchání může být způsobeno poruchou dýchání. Vzhledem k závažnosti šoku je doporučeno zahájit terapii šoku, pokud pro tyto nálezy není jiné přesvědčivé vysvětlení nebo pokud jsou oprávněné pochybnosti.

Progrese šoku s poklesem sTK pod 90 mmHg je klinickým projevem přechodu do dekompenzovaného stadia. K tomu dochází při krevní ztrátě přesahující 25–30 % objemu cirkulující krve. Rozvíjí se kvantitativní porucha vědomí. Pokud je možnost monitorovat diurézu, je zaznamenán pokles až zástava produkce moči. Při těchto známkách je diagnóza rozvinutého šokového stavu prakticky jistá a je nutná agresivní terapie.

U pacientů s možným šokem pátráme po příznacích typických pro jednotlivé typy šoku. Na hypovolemický šok usuzujeme, pokud je patrný zdroj ztráty krve nebo mechanismus úrazu připouští vnitřní krvácení (dutinové poranění, fraktury velkých kostí). Při nejistotě o typu šoku v podmínkách léčebně odsunového systému (LOS) předpokládáme hypovolemickou etiologii. U pacientů v refrakterním šoku nereagujícím na adekvátní terapii musíme bezpečně vyloučit tenzní pneumotorax.

Při **obstrukčním šoku** je možno nalézt zvýšenou náplň krčních žil, méně často i distenzi jater. Obojí často chybí, pokud zároveň došlo k významné krevní ztrátě! Aktivně pátráme po známkách tenzního pneumotoraxu. Odlišení perikardiální tamponády a plicní embolie je v přednemocniční péči prakticky nereálné.

U **distribučního šoku** v časnějších fázích dominuje vazodilatace, akra jsou proto teplá. Pátráme po známkách infekce nebo kontaktu s alergenem. U neurogenního šoku zjišťujeme neurologický deficit a bradykardii (ev. normální TF neadekvátní k hypotenzii) při vyřazení sympatické inervace.

Kardiogenní šok je v podmínkách LOS vzácný a diagnóza je obtížná. Může být přítomna arytmie, tlaková bolest na hrudi, dušnost zhoršující se při poloze vleže nebo plicní chrápky.

Hodnoty systolického krevního tlaku (sTK) v závislosti na hmatné pulzaci:

<i>a. radialis</i> :	sTK nejméně 80–100 mmHg,
<i>a. femoralis</i> (nehmatná pulzace na <i>a. radialis</i>) :	sTK nejméně 70–80 mmHg,
<i>a. carotis</i> (nehmatná pulzaci na <i>a. radialis</i> a <i>a. femoralis</i>):	sTK nejméně 60–70 mmHg.

Hodnocení charakteru pulzu je nutné hodnotit v kontextu ostatních vyšetření a celkového stavu pacienta. Spíše než určení vlastní hodnoty sTK je důležité, zda je pulz **hmatný** (i když oslabeně) nebo **nehmatný** – a to při vyšetření na obou končetinách. Hmatný pulz, i oslabeně, je dle Field Triage Score spojen s sTK alespoň 100 mmHg (viz kapitola KRVÁCENÍ – hodnocení stavu oběhu).

Nástup kompenzatorních mechanismů při ztrátě tekutin/krve a jejich projevy závisí na stavu organismu v době inzultu. Mladý, do doby inzultu zdravý jedinec bude mít kompenzatorní mechanismy dobře vyvinuty a jeho organismus bude snášet krevní ztrátu delší dobu a s méně klinicky vyjádřenými projevy do doby nástupu dekompenzovaného stadia. Tohoto faktu je třeba si být vědom a časně rozeznat hrozící závažnou krevní ztrátu a aplikovat adekvátní léčebné postupy.

Pomocné diagnostické metody – adjuncts

- UZ břicha dle protokolu FAST při podezření na nitrobršíšní krvácení,
- orientační UZ srdce při podezření na srdeční tamponádu, plicní embolii nebo kardiogenní šok,
- hladina laktátu ke stanovení pokročilosti šokového stavu.

TERAPIE

Terapie šokových stavů zahrnuje léčbu a odstranění vyvolávající příčiny spolu s podpůrnou léčbou. V přednemocniční péči se jedná zejména o podporu oxygenace a tekutinovou resuscitaci. Péče o pacienty v šokovém stavu musí dodržovat základní algoritmus C-ABCDE.

C-ABCDE

Zástava zevního krvácení jako nejvyšší priorita (viz kapitola KRVÁCENÍ – PRINCIPY OŠETŘENÍ)

C-ABCDE

Podpora oxygenace navazuje na zprůchodnění dýchacích cest a adekvátní ošetření PNO. Cílem je dosáhnout hodnot sat O₂ 90 % a více.

C-ABCDE

Tekutinová resuscitace je základním terapeutickým opatřením šokových stavů, v kontextu problematiky skript pak zejména hypovolemického typu šoku.

Cílem tekutinové resuscitace je obnovení náplně cévního řečiště, zlepšení plnění srdce, zvýšení srdečního výdeje a navýšení krevního tlaku vedoucího ke zlepšení perfuze tkání.

Problematika použití náhradních roztoků, množství a typu je neustále předmětem diskuze odborné veřejnosti. Níže jsou uvedena aktuální doporučení.

Při podávání náhradních roztoků však dochází i k nežádoucím účinkům. Při navýšení krevního tlaku může dojít k narušení koagula v místě poranění a obnovení krvácení. Taktéž dochází k diluci krve a tím i k negativnímu ovlivnění koagulační aktivity. Podáváním náhradních roztoků sice dochází ke zlepšení perfuze, avšak transportní kapacita krve pro kyslík klesá. Terapii náhradními roztoky proto vedeme s ohledem na kontrolu krvácení a eventuální přítomnost kraniocerebrálního poranění.

V situacích, kdy **není** zdroj krvácení pod kontrolou (nitrobřišní, nitrohrudní, retroperitoneální krvácení, např. při podezření na zlomeniny pánve), cílem podání infuze je **dosáhnout hmatné pulzace na periferii** (odpovídá doporučené hodnotě alespoň **sTK 90 mmHg**). U pacientů s kraniocerebrálním poraněním je principiálně nutné dosáhnout vyššího krevního tlaku k udržení dostatečné perfuze mozku a optimální doporučená hodnota sTK je 110 mmHg (MAP na 85–90 mmHg). Je-li to možné, podáváme **ohřáté** roztoky na teplotu 39 °C (podchlazení pacienta by vedlo k výrazně negativnímu ovlivnění hemostázy). (viz letální trias, kap. KRVÁCENÍ)

Strategie podání infuzních roztoků:

- pulz hmatný na periferii: bez podání infuzních roztoků,
- pulz nehmatný na periferii (nebo hmatný rychle, oslabeně): bolus 500 ml balancovaného krystaloidního roztoku, kontrola stavu po 250 ml,
- pulz stále nehmatný: další bolus 250 ml krystaloidu.

Preferuje se bolusové podání roztoku – je prokázáno, že kontinuální infuze zejména krystaloidních roztoků vede k intenzivnější redistribuci do extravaskulárního prostoru a tím ke zvýšení rizika vzniku kompartment syndromu, ARDS nebo diluční koagulopatie.

Bylo rovněž prokázáno, že podání více než 2 litrů krystaloidů v přednemocniční péči vykazuje horší výsledky než méně agresivní tekutinová resuscitace. Vyšší objemy náhradních roztoků proto podáváme individuálně pouze v případech, kdy jsou nutné k zajištění přežití pacienta.

Náhradní roztoky pro tekutinovou resuscitaci

Krystaloidní roztoky

Balancované krystaloidní roztoky (např. Ringerfundin, Plasmalyte, Isolyte) mají iontové složení bližší krevní plazmě a v terapii jsou doporučeny.

Nebalancované krystaloidní roztoky (např. fyziologický roztok, Ringer, Hartmann) – vyšší dávky mohou vést k poruše acidobazické rovnováhy, k rozvoji hyperchloremické acidózy a následně k negativnímu ovlivnění krevního srážení. K infuzní terapii traumatizovaného pacienta nejsou doporučeny.

Obecnou nevýhodou krystaloidních roztoků je časný únik extravaskulárně a tím omezený jejich objemový efekt v čase, zvýšení rizika tkáňového otoku, včetně otoku plicního parenchymu.

Udává se, že pouze cca třetina podaného objemu setrvá intravaskulárně po jedné hodině od podání.

Koloidní roztoky

Jsou roztoky koloidních částic, které díky svým vlastnostem setrvávají intravaskulárně výrazně déle než elektrolyty. Tato vlastnost může být velmi výhodná při dlouhých odsunových časech bez možnosti adekvátní infuzní terapie.

Problematika použití koloidních roztoků (a náhradních roztoků obecně) u traumatizovaných pacientů je předmětem rozsáhlých diskuzí. V evropském prostředí je aktuální doporučení z roku 2019: koloidní roztoky jako náhradní roztoky u traumatizovaných pacientů s krevní ztrátou **není doporučeno používat** z důvodu negativního ovlivnění hemostázy.

Ve specificky vojenských podmínkách s delšími transportními časy je však třeba přistupovat k volumové resuscitaci individuálně. S ohledem na délku odsunového řetězce (dobu trvání odsunu) může narůstat vhodnost podání koloidů, zejména z důvodu delšího trvání jejich objemového efektu, ale též potřeba menšího množství infuzních preparátů v zásobě zdravotníků v poli. Rovněž je třeba zmínit rozdíly v národních doporučeních iniciální terapie známek hypovolemického šoku. Americká odborná veřejnost přistupuje k použití koloidů méně restriktivně, proto je možné se setkat při práci v mnohonárodnostních týmech s rozdílným přístupem.

Dosažení oběhové stabilizace pouze infuzní terapií není vždy možné a situace mnohdy vyžaduje podávání vazopresorů. Podávání vazopresorů přesahuje rámec této publikace.

Definitivní léčba není v přednemocniční péči možná, proto mají být pacienti odsunuti na vyšší zdravotnickou etapu, zpravidla s prioritou 1. Pokud lze očekávat rychlý transport k definitivnímu chirurgickému ošetření, nesmí přednemocniční péče vést ke zdržení transportu.

Transfuzní přípravky

Podle posledních studií tekutinová resuscitace vedená od počátku plnou krví vede k lepšímu přežívání raněných. Detailní rozbor transfuzní léčby přesahuje rozsah těchto skript. Obecně platí, že je potřebné co nejdříve zajistit transfuzní léčbu přípravky co nejbližšími plné krvi.

Pokud není plná krev dostupná, jsou transfuzní přípravky preferovány v tomto pořadí:

- čerstvě zmrazená plazma + erytrocyty + trombocytární koncentrát v poměru 1 : 1 : 1,
- čerstvě zmrazená plazma + erytrocyty 1 : 1;
- čerstvě zmrazená plazma nebo erytrocyty.

V některých zemích (např. Francie, Německo, Norsko) je rovněž zaveden protokol pro aplikaci lyofilizované plazmy. Lyofilizovaná plazma obsahuje podobné spektrum koagulačních faktorů jako čerstvě zmrazená plazma, je však snazší management skladování a podávání.

Podání plné krve ani podání transfuzních přípravků v přednemocniční péči není v AČR dosud zavedeno, představuje ale jednu z priorit rozvoje vojenské zdravotnické služby. Informace

uvádíme z důvodu možnosti pacienty s aplikovanými transfuzními přípravky ošetřovat v rámci působení v mnohonárodních kontingentech.

C-ABCDE

Zejména prevence hypotermie jako jedné ze součástí tzv. letální trias (viz kapitola KRVÁCENÍ).

ZDROJE:

Advanced Trauma Life Support. ATLS. Student Course Manual. 9th Edition. USA: American College of Surgeons, 2012. ISBN 188-0-69602-9.

PONS, P. T. et al. (eds). *PHTLS: Prehospital Trauma Life Support. Military Eight Edition.* Burlington, MA: Jones & Bartlett Learning, 2016, 897 s. ISBN 978-1-284-04175-0.

TCCC Guidelines for Medical Personnel. National Association of Emergency Medical Technicians – Committee on TCCC [on-line]. Mississippi: 2017 [cit. 2018-02-20] Dostupné z: <https://www.naemt.org/education/naemt-tccc/tccc-ac-guidelines-and-curriculum>

SPAHN, D. R., BOUILLON, B. et al. The European guideline on management of major bleeding and coagulopathy following trauma: fifth edition. *Critical Care*, 2019, **23**(Article number: 98), 1–74. ISSN 1364-8535.

UDEANI, J., GEIBEL, J. et al. *Hemorrhagic Shock.* MedScape [on-line]. New York: WebMD, 2018 [cit. 2018-02-20]. Dostupné z: <https://emedicine.medscape.com/article/432650-overview>

LONGO, D. L. a J. W. CANNON. Hemorrhagic Shock. *New England Journal of Medicine.* 2018, 378(4), 370–379. ISSN 0028-4793. Dostupné z: <http://www.nejm.org/doi/10.1056/NEJMra1705649>

DÝCHÁNÍ, DÝCHACÍ CESTY

Zajištění průchodnosti dýchacích cest (písmeno A algoritmu) spolu se zajištěním dostatečné ventilace (písmeno B algoritmu) je v péči o traumatizovaného pacienta jedním z klíčových úkonů. Průchodné dýchací cesty a ventilace plic tvoří první část cesty kyslíku k cílovým tkáním. Ventilace je důležitá nejen pro okysličení organismu, tzv. oxygenaci, ale též pro odvod oxidu uhličitého. Nezabezpečení průchodnosti dýchacích cest a nedostatečná ventilace vede ke smrti pacienta během několika málo minut. Smrt může nastat nejen z nedostatečného přívodu kyslíku, ale taktéž z nedostatečné eliminace oxidu uhličitého (CO₂) vyplývající z neadekvátní plicní ventilace.

ANATOMIE A FYZIOLOGIE

Dýchací cesty dělíme na horní (nos, ústa, hltan) a dolní (trachea, bronchy, bronchioly a plicní sklípky). Tracheobronchiální strom má cca 23 úrovní dělení. Dýchací cesty směrem do periferie postupně ztrácejí chrupavčitou část stěny. K tzv. vlastní respiraci, tedy výměně plynů mezi vdechovaným vzduchem a krví, dochází terminálně od cca 17.–19. úrovně dělení bronchů. Zásadní roli v tomto mají plicní sklípky (alveoly) se specifickou stavbou stěny a respiračním epitelem. Anatomický mrtvý prostor označuje část dýchacích cest, kde nedochází k výměně plynů mezi krví a vdechovaným vzduchem.

Hrudník je vyplněn dvěma plicními křídly. Plíce i vnitřní strana hrudníku jsou potaženy pleurou. Obě části pleury na sebe za fyziologických okolností naléhají. Změny objemu hrudníku vedou ke změně objemu samotné plíce a tím vyvolají proudění vzduchu dýchacími cestami dle tlakového gradientu. Cyklickou výměnu vzduchu mezi vnějším prostředím a plícemi nazýváme plicní ventilací. Hlavním dýchacím svačem je bránice, která zajišťuje cca 75 % změny objemu plic. Na klidném dýchání se též podílejí mezižebří svačky. Zatímco nádech je děj aktivní, výdech se děje při klidném dýchání pasivně. Při usilovném dýchání se uplatňuje i funkce dalších svačů. Během nádechu to jsou zdvihač hlavy, skalény a prsní svačky, během výdechu pak břišní svačky a vnitřní mezižebří svačky.

Motorická inervace bránice je zajištěna frenickými nervy s kořenovou inervací C3–C5. Jednostranná paréza *n. phrenicus* snižuje plicní funkce přibližně o 25 %. Oboustranná paréza vede k výraznému ovlivnění plicních funkcí. Míšň léze nad kořenovou inervací frenických nervů jsou neslučitelné se spontánním dýcháním. Interkostální svačky jsou zásobeny příslušnými interkostálními nervy.

Spontánní dechová aktivita je základní životní funkcí. Je řízena neurony dechového centra v prodloužené míše a pontu. Je regulována pomocí periferních chemoreceptorů v krevním oběhu, které reagují na parciální tlak kyslíku v krvi, a centrálních chemoreceptorů v prodloužené míše, které reagují na CO₂, resp. pH mozkomíšního moku. Citlivost na CO₂ klesá s věkem. U pacientů s chronickou hyperkapnií (např. pacienti s chronickou obstrukční plicní nemocí) je výrazně utlumen stimulační efekt CO₂ a dechová aktivita je pod větším vlivem hypoxické stimulace periferních chemoreceptorů. V případě nadměrného přívodu O₂ těmto

pacientům může dojít k útlumu spontánní dechové aktivity, následnému nárůstu tenze CO₂ v krvi a rozvoji poruchy vědomí.

Míru dýchání můžeme měřit a nazýváme ji **minutovou ventilací**. Minutová ventilace (MV) je součin dechového objemu (DO) a dechové frekvence (DF):

$$MV = DO \times DF$$

Tabulka 2: Základní fyziologické hodnoty: (dospělá osoba bez plicního onemocnění)

Sledovaný parametr	Fyziologická hodnota
Dechový objem	6–8 ml/kg (70kg člověk = cca 500 ml)
Dechová frekvence	12–16/min
Anatomický mrtvý prostor	cca 2 ml/kg (70kg člověk = cca 150 ml)
Funkční reziduální kapacita	30 ml/kg (70kg člověk = cca 2 l)
Saturace periferní krve kyslíkem (SpO ₂)	94–98 %
Parciální tlak CO ₂ v arteriální krvi (pCO ₂)	4,6–5,8 kPa
Parciální tlak O ₂ v arteriální krvi (pO ₂)	8,6–14,0 kPa
Parciální tlak CO ₂ ve vydechované směsi (ETCO ₂)	4,5–6 kPa (35–45 mmHg)
Normální obsah kyslíku v atmosféře	21 % (0,21)

PATOFYZIOLOGIE

Hypoxémie – nízký obsah kyslíku v arteriální krvi

Může být důsledkem hypoventilace, vdechování směsi vzduchu s nízkým obsahem O₂ (např. ve vysokých nadmořských výškách) nebo také poruchy difuze na alveolokapilární membráně (plicní edém atd.).

Hypoxie – nízký obsah kyslíku na úrovni tkání

Může být důsledkem snížené perfuze plic či cílových tkání, snížené transportní kapacity krve (při nízkém obsahu hemoglobinu (krvácení, anémie) či otravě oxidem uhelnatým).

Poznámka: Při intoxikaci oxidem uhelnatým nedochází ke stimulaci dechového centra, parciální tlak kyslíku (kyslíku rozpuštěného v krvi) je vysoký. Klesá však transportní kapacita krve pro kyslík kvůli obsazení hemoglobinu (Hb) oxidem uhelnatým. Oxid uhelnatý má vyšší afinitu k hemoglobinu než kyslík a znemožňuje jeho vazbu.

Hypokapnie – nízký obsah CO₂ v krvi

Může způsobit vazokonstrikci. (Rizikové u pacientů s traumatem hlavy, kde vazokonstrikce cév v mozku sníží průtok krve mozkovou tkání a může způsobit vážné sekundární poškození).

Hyperkapnie – vysoký obsah CO₂ v krvi

Může způsobit vazodilataci. (Rizikové zejména u pacientů s traumatem hlavy, kde vazodilatace cév v mozku vede k nárůstu intrakraniálního tlaku a sekundárnímu poškození mozku – viz kapitola PORANĚNÍ HLAVY).

Tachypnoe – zrychlené dýchání, zrychlená frekvence dýchání

Fyziologicky se rozvíjí např. při hypoxii či hyperkapnii. Jedná se též o kompenzační mechanismus v rámci rozvoje stresové reakce při rozvoji šokového stavu. Může být příznakem zhoršené průchodnosti dýchacích cest.

Bradypnoe – zpomalené dýchání, zpomalená frekvence dýchání

Může se rozvinout při lézi CNS nebo jako následek podání anestetik (např. opioidních analgetik).

Hyperventilace – zvýšená minutová ventilace plic, zvýšená amplituda dechu

Kompenzační reakce při rozvoji šokového stavu. Může způsobit hypokapnii při zvýšené eliminaci CO₂.

Hypoventilace – snížená minutová ventilace plic, snížená amplituda dechu

Může být důsledkem obstrukce dýchacích cest, povrchního dýchání při bolesti hrudníku či poruchy spontánní dechové aktivity jako důsledek poruchy CNS při traumatickém poranění mozku. Může způsobit hyperkapnii při snížené eliminaci CO₂.

Příklad 1: U cca 70kg člověka v klidu platí

$$MV = 500 \text{ ml} \times 14/\text{min} = 7 \text{ litrů/min}$$

Výše uvedená minutová ventilace bude u dospělého 70kg člověka v klidu dostatečná pro eliminaci CO₂ z těla. S ohledem na anatomický mrtvý prostor (v tomto případě cca 150 ml) je nutné pamatovat, že alveolů dosáhne pouze cca 350 ml vdechovaného vzduchu, který se tak podílí na výměně plynů.

Pokud minutová ventilace klesne pod normu, pacient neventiluje adekvátně a hovoříme o hypoventilaci. Hypoventilace vede k poklesu oxygenace krve a k retenci CO₂ v těle. Při vdechování vzduchu s vyšší koncentrací kyslíku než je v atmosféře (nad 21 %) může být po dlouhou dobu zachována dobrá oxygenace krve i při hypoventilaci. Při funkčních regulačních mechanismech dojde při nárůstu CO₂ v těle k nárůstu minutové ventilace, avšak je-li pacient např. pod vlivem opioidních látek či jedná-li se o pacienta s poraněním hlavy, nemusí být tento regulační mechanismus zachován. Dochází pak k rozvoji hyperkapnie, respirační acidózy, poruše vnitřního prostředí, útlumu vědomí a situace může vést až ke smrti pacienta.

Je nutné rozlišovat pojmy hypo/hyperventilace na straně jedné, a brady/tachypnoe na straně druhé. Tachyponický pacient neznamená hyperventilující pacient! Pacient s rychlou dechovou frekvencí – tachypnoí může zároveň při malém dechovém objemu hypoventilovat, tedy mít nízkou minutovou ventilaci.

Příklad 2: Pacient se zlomeninami žeber dýchá kvůli bolesti povrchně s frekvencí 40/min.

$$MV = 150 \text{ ml} \times 40/\text{min} = 6 \text{ l/min.}$$

V tomto případě minutová ventilace klesá na dolní hranici normy, avšak důležitá je informace o povrchním dýchání, kdy dechový objem 150 ml je na úrovni anatomického mrtvého prostoru. Nedochází tak k účinné výměně vzduchu uvnitř alveolů, vážne oxygenace a výrazně i eliminace CO₂ a je třeba zahájit asistovanou ventilaci (ambuvakem).

MANAGEMENT ZAJIŠTĚNÍ DÝCHACÍCH CEST

Postup zajištění průchodnosti dýchacích cest můžeme rozdělit na několik úrovní. Mezi základní dovednosti řadíme manuální manévry ke zprůchodnění dýchacích cest a zavádění jednoduchých pomůcek. Dalším krokem jsou pokročilejší postupy založené na složitějších pomůckách, jejichž používání vyžaduje pravidelný trénink.

Základní techniky k zajištění dýchacích cest

- Manévry
 - záklon hlavy,
 - předsunutí dolní čelisti.
- Jednoduché pomůcky
 - ústní vzduchovod (OPA),
 - nosní vzduchovod (NPA).

Pokročilé techniky k zajištění dýchacích cest

- Supraglotické pomůcky (SGA),
- Tracheální intubace,
- Chirurgické zajištění dýchacích cest (koniotomie/tracheotomie).

Volba způsobu zajištění dýchacích cest závisí na mnoha okolnostech. Důležité je zhodnotit aktuální stav pacienta, případně riziko jeho zhoršení, dostupnost pomůcek a zkušenosti provádějící osoby s jednotlivými technikami. Dále dostupnost a potřebu podání analgetik/anestetik a z nich vyplývající útlum spontánní dechové aktivity, útlum vědomí a obranných reflexů dýchacích cest. V neposlední řadě zvažujeme možnosti další péče a způsob transportu raněného.

Základním bodem rozhodování jakou pomůcku zvolit je přítomnost dostatečné spontánní dechové aktivity pacienta, případně potřeba umělé plicní ventilace. Spontánní dechová aktivita je základní fyziologická funkce. Její nepřítomnost může být spjata s vážným poraněním CNS

či například s podáním analgetik/anestetik. V rámci přednemocniční péče je většina případů řešitelná za použití základních manévru a jednoduchých pomůcek. Provádění pokročilejších technik a zajišťování dýchacích cest např. tracheální intubací mnohdy nevede k lepším výsledkům. Důvody mohou být v časovém prodloužení na místě incidentu, rozvoj hypoxie při pokusech o intubaci, nezkušenost personálu, omezená dostupnost pomůcek pro obtížnou intubaci, ale i rizika spjatá s podáním anestetik, jež jsou mnohdy vyžadována.

Poznámka: Nelze opomenout negativní vliv ventilace pozitivním přetlakem na hemodynamiku. Při ventilaci pozitivním přetlakem dochází ke změně tlakových parametrů uvnitř hrudníku. Zhoršuje se tím krevní návrat a srdce je hůře plněno, což vede k poklesu srdečního výdeje. Zejména u hypovolemických pacientů, jejichž srdeční plnění je již omezeno krevní ztrátou, může tímto mechanismem dojít ke zhroucení krevního oběhu!

Prvním krokem v zajištění dýchacích cest je vyšetření jejich průchodnosti, aplikace jednoduchých manévru k jejich zprůchodnění a posouzení spontánní ventilace.

Vstupní oslovení a následná reakce podá informaci nejen o průchodnosti dýchacích cest, ale též o stavu jeho krevního oběhu a perfuzi mozku.

Přítomnost dechové aktivity zjistíme skloněním hlavy nad pacienta a přiložením ucha k ústům se současným sledováním dýchacích pohybů hrudníku. Zároveň provádíme jednoduché manévry ke zprůchodnění dýchacích cest, tj. záklon hlavy, vysunutí a předsunutí čelisti. Těmito manévry často uvolníme obstrukci vzniklou měkkými tkáněmi a kořenem jazyka.

Záklon hlavy s vysunutím čelisti (head tilt, chin lift) – položíme jednu ruku na čelo pacienta a špičky prstů druhé ruky umístíme pod bradu. Jemně zvedneme čelist a provedeme záklon hlavy tak, aby se vypnuly struktury na přední straně krku. Tímto se oddálí kořen jazyka od zadní stěny faryngu. U tohoto manévru je nutné myslet na riziko vzniku sekundárního poranění u pacientů s možným poraněním krční páteře.

Předsunutí dolní čelisti (jaw thrust) – v pozici za pacientovou hlavou uchopíme 2.–5. prstem obou rukou pacienta za úhlem spodní čelisti a snažíme se o její zvednutí, zatímco palci umístěnými na bradě se snažíme o otevření úst. Jedná se o šetrný manévr s ohledem na krční páteř (vyvarujeme-li se jejího záklonu), během kterého máme hlavu manuálně fixovanou v ose.

Po otevření úst zkontrolujeme dutinu ústní a provedeme odstranění cizích těles prsty (je-li možné těleso jednoznačně podebrat) nebo pomocí Magillových kleští. Není doporučeno odstraňovat cizí tělesa, která nejsou volně uchopitelná a odstranitelná. Při dostupnosti odsávacího opatrnou manipulací odsajeme dutinu ústní a hypofarynx. Veškeré manipulace v dýchacích cestách je nutné provádět šetrně s ohledem na možné komplikace. Těmi jsou zejména vyvolání zvracení, traumatizace sliznice a vznik krvácení, laryngospasmus a vagová reakce s následnou bradykardií.

Poznámka: K otevření dutiny ústní můžeme použít hmat zkříženým palcem a ukazováčkem, tzv. crossfinger

Příznaky ohrožení průchodnosti dýchacích cest

- inspirační stridor svědčí pro obstrukci v horních cestách dýchacích,
- expirační stridor svědčí pro obstrukci pod úrovní laryngu,
- chrapot, změny hlasu, bublání, chrčení,
- dušnost, tachyponoe,
- neklid, agitovanost,
- abnormální dýchací pohyby,
- cyanóza, nízké SpO₂ (pozdní znamení),
- ohořelé vousy, chlupy, černé sputum naznačují inhalační trauma způsobené plamenem,
- otok jazyka a krku při alergické reakci/anafylaxi,
- hematom v blízkosti dýchacích cest.

Obstrukce dýchacích cest může být částečná nebo úplná.

Příčiny obstrukce

- povolený tonus jazyka a měkkých tkání při poruše vědomí,
- přítomnost cizího tělesa,
- hematom v blízkosti dýchacích cest,
- otok dýchacích cest při inhalačním traumatu nebo alergické reakci,
- fraktury chrupavek laryngu, poranění trachey,
- žaludeční obsah, sekrety,
- laryngospasmus, bronchospasmus.

Před samotným vyšetřováním a zajišťováním dýchacích cest je nutné myslet na možné poranění krční páteře z důvodu vzniku sekundárního poranění při nešetrné manipulaci. Riziko existuje zejména u osob s tupým poraněním nad úrovní klíční kosti, u osob v bezvědomí a při znalosti mechanismu úrazu (např. pád z výšky). Během manipulace s pacientem je nutné minimalizovat pohyby krční páteře a vyvarovat se záklonu hlavy. Naložení krčního límce může omezit další průběh zajišťování dýchacích cest, proto je vhodné zvážit načasování jeho aplikace. Během vyšetření postačuje manuální fixace hlavy v neutrální pozici. Stabilizace krční páteře pomůckami nesmí oddálit zabezpečení průchodnosti dýchacích cest.

Během pokusu o intubaci je doporučováno provádět manévr MILS (manual in-line stabilization), tedy stabilizace krční páteře v ose za asistence další osoby. Jedná se o postup, který je aplikován ve snaze minimalizovat pohyby v oblasti krční páteře při pokusech o zajištění dýchacích cest tracheální intubací.

Poznámka: Rutinní použití manévru MILS je předmětem diskuzí. Některé studie poukazují na možné zhoršení podmínek přímé laryngoskopie (dokonce více než v případech fixace krčním límcem), dále pak

prodloužení doby intubace a riziko vyplývající z možné hypoxie při aplikaci MILS. Doporučujeme však preferovat zajištění DC, byť s určitým rizikem iatrogenního poranění krční páteře, které je však poměrně vzácné. Na druhou stranu, sekundární hypoxické poranění mozku z důvodu obstrukce nebo nedostatečného zajištění DC vzácné není.

Důvody k zajištění dýchacích cest mohou být odhaleny v průběhu vyšetření v různých částech algoritmu C-ABCDE:

A – airways: aktuální či hrozící neprůchodnost dýchacích cest,

B – breathing: potřeba podpory nebo náhrady plicní ventilace,

D – disability: nepřítomnost ochranných reflexů dýchacích cest s rizikem obstrukce.

Typické situace vedoucí k indikaci zajištění dýchacích cest

- kvantitativní porucha vědomí – GCS 8 a nižší,
- apnoe, hypoventilace,
- ochrana před aspirací a zatečením krve při masivním krvácení z dutiny ústní, nosu nebo žaludečního obsahu při vysokém riziku regurgitace,
- inhalační trauma (riziko deteriorace stavu a obtížnější zajištění DC při rozvíjejícím se otoku sliznic po vdechnutí horké páry nebo vzduchu),
- zajištění k transportu (nutno zhodnotit riziko zhoršení ventilace během transportu a možnosti zajištění DC během něj, existuje-li riziko deteriorace stavu zraněného, je vhodné přistoupit časně k invazivnějšímu postupu).

POMŮCKY K ZAJIŠTĚNÍ DÝCHACÍCH CEST

Vzduchovody

Základními pomůckami k dočasnému zprůchodnění dýchacích cest jsou **vzduchovody nosní a ústní**. Lze je využít u pacientů se zachovaným spontánním dýcháním, u nichž dochází k obstrukci v oblasti hypofaryngu (nejčastěji obstrukce kořenem jazyka). U raněných bez spontánní dechové aktivity pak v kombinaci s obličejovou maskou a samorozpínacím vakem. Obecně je nosní vzduchovod lépe tolerovaný při vyšší úrovni vědomí než vzduchovod ústní. Platí, že pacient, který jej netoleruje, jej nejspíše nepotřebuje. Pacient, který naopak toleruje ústní vzduchovod, bude v průběhu času pravděpodobně potřebovat zajištění dýchacích cest jiným (definitivním) způsobem.

Poznámka: Variantou ústního vzduchovodu je C.O.P.A. (cuffed oropharyngeal airway), vzduchovod s obturační manžetou, na distálním konci opatřený standardní koncovkou pro připojení samorozpínacího vaku přímo bez použití obličejové masky.

Indikace pro zavedení vzduchovodu:

- riziko obstrukce v oblasti hypofaryngu (např. obstrukce kořenem jazyka)
 - při spontánní ventilaci,
 - usnadnění manuální ventilace samorozpínacím vakem přes obličejovou masku.

Velikost **nosního vzduchovodu** odvodíme od vzdálenosti mezi špičkou nosu a ušním lalůčkem. Pomůcka se zavádí po navlhčení nebo nagelování mírnými rotačními pohyby.

Velikost **ústního vzduchovodu** je určena vzdáleností mezi úhlem dolní čelisti a středem úst. Pomůcku zavádíme nejprve distálním otvorem proti hornímu patru, posunujeme směrem do hltanu a po průchodu za kořen jazyka otáčíme pomůcku o 180° do konečné pozice.

U nosního vzduchovodu je vyšší riziko způsobení krvácení při zavádění a následné zatékání krve do hypofaryngu a dolních dýchacích cest. Relativní kontraindikací nosního vzduchovodu je fraktura baze lební.

Supra(extra)glotické pomůcky

Supraglotické pomůcky jsou pomůcky k zajištění dýchacích cest, jejichž distální konec zasahuje nad oblast glottis, tedy neprochází pod úroveň hlasivkové štěrby. Mezi supraglotické pomůcky řadíme např. laryngeální masky, laryngeální tubus, combitubus. Nelze říci, že by některé z pomůcek měly vyšší stupeň doporučení. V každém případě je nezbytné, aby personál používající konkrétní pomůcky byl s jejich použitím dokonale obeznámen. Platí i pro ostatní postupy a pomůcky.

Laryngeální maska (LMA)

Laryngeální maska je pomůcka trubicovitého tvaru (záleží na tvaru těsnicí manžety), na jedné straně opatřená standardní koncovkou k napojení samorozpínacího vaku (popř. okruhu ventilátoru), na straně druhé těsnicí manžetou, která může být nafukovací nebo anatomicky preformovaná a po správném zavedení vyplňuje hypofarynx. Otvor v těsnicí manžetě po správném umístění směřuje ke vchodu do hrtanu. Existují různé typy laryngeálních masek (např. LMA Pro-Seal s možností zavedení nazogastrické sondy k dekompresi žaludku, Supreme preformovaná pro snazší zavádění). Další variantou LMA, vhodnou zejména pro přednemocniční péči, je I-Gel, laryngeální maska s termoplastickou anatomicky preformovanou manžetou, která po zavedení přilne k hypofaryngu.

Stejně jako jiné metody zajištění dýchacích cest, tak i zavedení LMA vyžaduje pravidelný nácvik. V porovnání s tracheální intubací se však jedná o jednodušší, a přesto spolehlivou techniku s menšími nároky na potřebné pomůcky a s úspěšným zavedením i osobami méně zkušenými.

Při zavádění LMA je nutné zvažovat omezenou spolehlivost této techniky v případech potřeby ventilace vyššími inspiračními tlaky (např. u osob obézních, po tonutí, u osob s traumatem hrudníku a krvácením do plic).

LMA lze využít k zajištění dýchacích cest primárně, popř. jako alternativní možnost při neúspěšné tracheální intubaci (součást algoritmů obtížné intubace).

Po lubrikaci se pomůcka zavádí naslepo, špičkou těsnicí manžety po tvrdém patře do oblasti horního jícnového svěrače, ventilačním otvorem orientovaným ventrálně. Následně nafoukneme stříkačkou obturační manžetu doporučeným objemem uvedeným na obalu LMA.

Velikost LMA volíme dle odhadnuté hmotnosti pacienta s ohledem na anatomické poměry, tj. u ženy nejčastěji velikost č. 3 (30–50 kg) a č. 4 (50–70 kg), u muže potom velikost č. 4 a č. 5 (70–100 kg).

Poznámka: Zavedení supraglotických pomůcek vyžaduje **absenci** obranných reflexů! Což u většiny raněných znamená zajištění dostatečné sedace/anestezie.

- Indikace:
 - odstranění supraglotické obstrukce,
 - zajištění umělé plicní ventilace při nemožnosti jiného způsobu zajištění DC, popř. při neznalosti jiné techniky nebo v přítomnosti ošetřujícího personálu, který rutinně OTI neprovádí.
- Výhody:
 - umožňuje spontánní ventilaci při relativně dostatečném průměru pomůcky, jež nezpůsobuje excesivní odpor, a navýšení dechové práce (v porovnání s tracheální intubací),
 - úspěšné zavedení zdravotníky s menšími zkušenostmi.
- Nevýhody:
 - není 100% ochrana před aspirací,
 - obtížnější ventilace u pacientů vyžadujících vysoké inspirační tlaky.
- Komplikace:
 - obecné, vyplývající z manipulace v DC (vyvolání zvracení, traumatizace sliznice a vznik krvácení, laryngospasmus a vagová reakce s následnou bradykardií),
 - nefunkčnost pomůcky – netěsnost, obturace, dislokace.

Laryngeální tubus (LT)

Laryngeální tubus je jednoduchá pomůcka tvořená trubicí s dvěma obturačními manžetami. Zavádí se naslepo skrze dutinu ústní obdobně jako LMA. Po zavedení nafoukneme stříkačkou obturační manžetu doporučeným objemem uvedeným na obalu. Předpokládá se primární zavedení do oblasti horního jícnového svěrače, otvory umístěným mezi dvěma obturačními manžetami proudí vzduch do dýchacích cest. Laryngeální tubus umožňuje použití vyšších inspiračních tlaků než laryngeální maska. Nevýhody vyplývají ze slepého zavedení, a tedy traumatizace horních dýchacích cest, ale eventuálně i proximálních partií gastrointestinálního traktu. Od používání LT se v poslední době ustoupilo a jeho použití bylo nahrazeno různými typy LMA.

DEFINITIVNÍ ZAJIŠTĚNÍ DÝCHACÍCH CEST

Tracheální intubace

Tracheální intubace je jeden ze způsobů definitivního zajištění dýchacích cest s nejlepší možnou ochranou před aspirací. Jedná se o relativně složitou techniku vyžadující pravidelný trénink. Jejím základem je přímá laryngoskopie k odhalení laryngeálních struktur a následné zavedení tracheální rourky skrze hlasové vazy. Indikace odpovídají indikacím pro definitivní zajištění dýchacích cest (viz výše).

V případě provádění tracheální intubace je důležitá dostupnost monitorace vydechovaného CO₂ metodou kapnometrie nebo kapnografie. Jedná se o jedinou jistou známku správného zavedení tracheální rourky do dýchacích cest.

- Výhody:
 - způsob definitivního zajištění DC,
 - dobrá ochrana před aspirací,
 - možnost dlouhodobého zabezpečení DC.
- Nevýhody:
 - relativní obtížnost techniky vyžadující erudici,
 - ve většině případů nutná aplikace anestetik a relaxancií,
 - nemožnost dlouhodobého spontánního dýchání přes tracheální rourku bez podpůrné ventilace z důvodu vysokého odporu a nárůstu dechové práce.
- Komplikace:
 - dávení, zvracení (při mělkém bezvědomí/anestezii),
 - nefunkčnost z důvodu zavedení do jícnu, obturace lumen (sputum, krev, cizí předměty), zalomení kanyly nebo příliš hluboké zavedení do hlavního bronchu (u dospělých častěji doprava z důvodu anatomických poměrů).

Chirurgické (invazivní) zajištění dýchacích cest

Koniotomie a koniopunkce

Koniotomie a koniopunkce jsou způsoby urgentního přístupu do dýchacích cest se zavedením kanyly v oblasti *ligamentum cricothyroideum*.

- Indikace:
 - obstrukce nad oblastí hlasových vazů (cizí těleso, otok při inhalačním traumatu, hematom...),
 - nemožnost zajištění dýchacích cest jinými pomůckami, např. u devastujících maxilofaciálních poranění.

Nejsou kontraindikace, jelikož se jedná o život zachraňující úkon!

Chirurgická koniotomie je metoda nenáročná na potřebu pomůcek. Provádí se v oblasti *ligamentum cricothyroideum*, mezi chrupavkou štítnou a prstencovou. Nejprve se provede kožní řez (lépe vertikální v ose hrtanu, jeví se bezpečnější vzhledem k riziku poranění cév a nervů u řezu horizontálního). Při nejasných anatomických poměrech můžeme provést

ozřejmení *lig. cricothyroideum* tupou preparací peánem nebo rukojetí skalpelu. Následně protneme *lig. cricothyroideum* horizontálně vedeným řezem v délce cca 1cm. Před zavedením kanyly oblast protnutého *lig. cricothyroideum* dilatujeme peánem, popř. rukojetí skalpelu za rotace kolem jeho dlouhé osy. Následně zavedeme tracheostomickou kanylu nebo tracheální kanylu adekvátního průměru dle velikosti kanálu (u dospělých např. č. 6). Během zavedení fixujeme hrtan druhou rukou ve střední čáře. Vhodné je použít zavaděč (špička zavaděče však musí být uschována v kanyle), případně můžeme postupovat metodou BACT – bužíř asistované cricothyrotomie. Při této metodě je nejprve zavedena kanálem do trachey bužíř, která následně slouží jako vodič pro zavedení kanyly. Vždy je potřeba myslet na opatrnou manipulaci vzhledem k riziku poškození zadní stěny trachey.

Alternativou chirurgické koniotomie je provedení jednorázovým punkčním setem (např. Quicktrach).

- Výhody:
 - jedná se o definitivní způsob zajištění DC,
 - dobrá ochrana před aspirací (v případě kanyly s obturační manžetou).
- Komplikace:
 - krvácení,
 - poranění zadní stěny trachey při punkci,
 - poranění štítné žlázy,
 - poranění chrupavek laryngu,
 - poranění nervů,
 - nefunkčnost z důvodu netěsnosti, obturace, zavedení kanyly parafaryngeálně,
 - zatečení krve do dýchacích cest,
 - pneumomediastinum,
 - stenózy trachey při dlouhodobém zajištění.

Po zavedení pomůcek i po manipulaci s pacientem je nutná opakovaná kontrola jejich funkčnosti (sledování dechových exkurzí, auskultace fonendoskopem, rosení masky, tracheální rourky, monitorace EtCO₂).

Oxygenoterapie

Jako oxygenoterapii označujeme podávání vdechované směsi s vyšším obsahem kyslíku, než je v atmosférickém vzduchu (nad 21 %). Jednoduché pomůcky k zajištění zvýšeného přísunu kyslíku spontánně ventilujícím raněnému po připojení na zdroj kyslíku jsou nosní brýle/katétr a obličejová maska. Jedná se o pomůcky, které nezajišťují konstantní koncentraci kyslíku ve vdechované směsi. Koncentrace se mění s příkonem O₂ a s velikostí minutové ventilace pacienta. Při zvýšení minutové ventilace inspirační koncentrace O₂ klesá.

Nosní katétr

Je jednoduchý systém umožňující zvýšení inspirační koncentrace O₂ na hodnotu cca 0,4–0,5.

$$(FiO_2 (\%) = O_2 \text{ l/min} \times 4 + 20)$$

Otevřená obličejová maska

Otevřená obličejová maska je pomůcka schopná zajistit inspirační frakci kyslíku až 0,6. Připojením rezervoáru dosáhneme efektivnějšího podání kyslíku, tedy dalšího zvýšení jeho inspirační koncentrace. Obličejová maska zvyšuje mrtvý prostor, proto při jejím použití není vhodné podávat méně O₂ než 5 l/min.

Tabulka 3: Příklady dosažitelných inspiračních koncentrací O₂ za použití různých pomůcek

Maska		Maska s rezervoárem	
Příkon O ₂ (l/min)	FiO ₂	Příkon O ₂ (l/min)	FiO ₂
5–6	0,4	6	0,6
6–7	0,5	7	0,7
7–8	0,6	8	0,8
		9	0,9
		10	0,95

V úvodní fázi péče o traumatizovaného pacienta je vhodné podávat kyslík všem pacientům příkonem alespoň 10 l/min, ev. titrovat dle měřené pulzní oxymetrie k hodnotě SpO₂ nad 95 %. Dodávka kyslíku do tkání závisí nejen na vnějším dýchání, ale též na funkci oběhu a obsahu hemoglobinu v krvi. Úpravu oxygenoterapie je tedy vhodné provést až po vyšetření a zhodnocení stavu oběhu a vědomí.

Samorozpínací vak

Samorozpínací vak (ambuvak) je pomůcka, která umožňuje ventilaci pozitivním přetlakem. Vak je na jedné straně opatřen koncovkou pro připojení rezervoáru a přívodu O₂, na straně druhé je mechanismus opatřený jednocestnými ventily zabezpečujícími proudění vzduchu k pacientovi a vydechování do okolí. Mechanismus je opatřen standardní 15mm koncovkou pro připojení filtru a dýchacích pomůcek, jako je obličejová maska, LMA, tracheální rourka atd. Některé typy jsou opatřeny ventilem pro zařazení pozitivního tlaku na konci výdechu (tzv. PEEP) a ventilem pro omezení maximálního inspiračního tlaku jako prevenci barotraumatů. Existují varianty s různým objemem – pro kojence (cca 250 ml), děti (cca 500 ml) a dospělé (cca 1500 ml). Doporučený dechový objem činí cca 6–8 ml/kg hmotnosti, proto je nutno myslet na adekvátní stlačení vaku. Při excesivní ventilaci existuje riziko hyperinflace plic a vzniku volumotraumatů/barotraumatů. Může též dojít k úniku části vdechovaného vzduchu do

jícnu a žaludku, k jeho distenzi, čímž se zvýší riziko regurgitace a aspirace. Během ventilace sledujeme pohyb hrudníku.

Poznámka: zmačknutím vaku pro dospělého jednou rukou dosáhneme objemu cca 500–800 ml.

Držení samorozpínacího vaku s obličejovou maskou (ideálně průhlednou) na obličeji pacienta je činností vyžadující nácvik. Provádí se většinou nedominantní rukou, tzv. “C” hmatem, kdy palcem a ukazováčkem obejmeme hrdlo masky, zbylými prsty podpíráme spodní čelist a snažíme se masku přitisknout na obličej. Držení masky může být komplikovanější u bezzubých pacientů, kde dochází k netěsnosti z důvodu propadlých tváří. Laikům a nezkušeným zdravotníkům se doporučuje držení masky na obličeji oběma rukama za asistence další osoby, která stlačuje vak.

Umělá plicní ventilace

Zajištění průchodnosti dýchacích cest je pouze prvním krokem a bez ověření přítomnosti spontánní ventilace, resp. zajištění adekvátní ventilace, není samo o sobě přínosné. Nutno si uvědomit, že ventilací dochází nejen k dodávce kyslíku do plic, ale též k odstraňování oxidu uhličitého z organismu. Příkonem vysokých koncentrací kyslíku při neadekvátní ventilaci můžeme sice dosáhnout dobré oxygenace, avšak nedostatečná eliminace oxidu uhličitého z organismu může vést k fatálním důsledkům (porucha vědomí, respirační acidóza, rozvrat vnitřního prostředí, smrt).

Dýchací přístroj

K zajištění ventilace pacienta můžeme využít např. transportní ventilátor, v AČR hojně rozšířený typ Draeger Oxylog 2000. Jedná se o jednocestný systém, který pomocí pozitivního přetlaku vede směs kyslíku a vzduchu k pacientovi a výdech se uskutečňuje do okolní atmosféry. Tento typ umožňuje několik režimů ventilace:

- Plnou zástupovou ventilaci (objemově řízenou – IPPV)
 - výsledná minutová ventilace je součinem nastavené dechové frekvence a dechového objemu,
 - vhodné u pacientů bez zachovalé spontánní dechové aktivity.
- Podpůrnou ventilaci (SIMV – synchronizovaná intermitentní zástupová ventilace)
 - umožňuje kombinovat spontánní dechy pacienta s dechy zástupovými, které jsou buď synchronizovány, popř. iniciovány časem (dle spontánní dechové aktivity).
- Spontánní ventilaci se zařazením pozitivního tlaku na konci expíria (režim CPAP)
 - nastavený pozitivní tlak na konci expíria (tzv. PEEP) zlepšuje homogenitu provzdušnění jednotlivých okrsků plic a zvyšuje funkční reziduální kapacitu, tj. objem provzdušněné plíce po výdechu.

Zdrojem kyslíku je přetlaková láhev. Inspirační koncentraci FiO_2 je u tohoto typu možné nastavit ve dvou polohách:

- čistý O_2 (NO AIR MIX) – FiO_2 1,0,
- směs O_2 a vzduchu (AIR MIX) – FiO_2 0,6.

Tabulka 4: Základní nastavení u dospělé osoby bez plicního onemocnění

Dechový objem	cca 6–8 ml/kg (vhodné nepřekračovat inspirační tlak 30 cm H_2O)
Dechová frekvence	12–16/min
Doba trvání inspiria (poměr inspirium:expirium)	1,1–1,5 s (1 : 2)
PEEP	3–5 cm H_2O
Maximální inspirační tlak	40 cm H_2O (při nepřímé srdeční masáži vyšší k zajištění dostatečných dechových objemů)

Je-li k dispozici měření vydechované koncentrace CO_2 (EtCO_2), je vhodné podle naměřené hodnoty dále upravit parametry ventilace. Podle měřené hodnoty saturace krve pulzním oxymetrem pak upravovat FiO_2 (též s ohledem na aktuální stav pacienta).

Zdrojem kyslíku pro ventilátor může být přetlaková láhev nebo centrální rozvod kyslíku v budovách. Barevné označení přetlakových láhví a rozvodů se řídí normou ČSN EN 1089-3. Na hrdle láhví bývá vyražen název plynu a chemická značka. Tlakové láhve s různými plyny jsou odlišeny také různými průměry přírub ventilu a odlišnými závity. Kyslík je v láhvích uchováván pod vysokým tlakem v plynném skupenství. Maximální tlak v láhvi s kyslíkem je 150 atm (15 MPa). Objem kyslíku v láhvi lze snadno vypočítat jako násobek objemu tlakové láhve a přetlaku v atm.

Tabulka 5: Management oxygenoterapie a umělé plicní ventilace v závislosti na zjištěné dechové frekvenci

Dechová frekvence	Postup
abnormální > 30/min	asistovaná prohlubovaná ventilace (ambuvakem)
zrychlená 20–30/min	podání kyslíku, $\text{FiO}_2 > 0,85 \%$
norma 10–20/min	observace, vhodné podání kyslíku
pomalá < 10/min	asistovaná ventilace, $\text{FiO}_2 > 0,85 \%$
apnoe	umělá plicní ventilace, $\text{FiO}_2 > 0,85 \%$

MONITORACE

Monitorace pacienta stran dýchání a oxygenace sestává z hodnocení klinického stavu a přístrojového sledování. Hodnocení klinického stavu, jako je frekvence dýchání, dechový vzorec, stav vědomí, barva kůže a další, bylo již popsáno výše, případně bude obsahem dalších kapitol. Přístrojové hodnocení stavu nám umožňuje, dnes již i v přednemocniční péči rutinní, použití pulzního oxymetru a měření vydechovaného CO₂ kapnometrem nebo kapnografem.

Pulzní oxymetrie (SpO₂)

Pulzní oxymetrie je dnes běžně používaná jednoduchá metoda neinvazivního měření saturace periferní krve kyslíkem. Pracuje na principu pohlcování červeného světla o dvou různých vlnových délkách a vyhodnocování poměru oxygenovaného hemoglobinu vůči hemoglobinu redukovanému. Výsledkem je hodnota udávaná v procentech. Pulzní oxymetr zároveň měří tepovou frekvenci, případně vykresluje křivku, z které lze orientačně hodnotit pravidelnost srdečního rytmu.

Normální hodnota SpO₂ je 95–100 %. Hodnota pod 90 % signalizuje pokles parciálního tlaku kyslíku v krvi.

K zajištění správného měření je třeba zvolit správnou velikost senzoru. Je nutné, aby senzor byl čistý a suchý. Používají se čidla k umístění na prst nebo na ušní lalůček. U traumatických pacientů, kteří často trpí hypovolémií, z toho vyplývajícím nízkým srdečním výdejem a nízkou perfuzí periferních tkání, může být zhoršena výpovědní hodnota měření, případně může být měření znemožněno. Další negativní faktory ovlivňující měření jsou anémie, podchlazení pacienta (z něj vyplývající periferní vazokonstrikce), excesivní pohyb zraněného, případně otřesy během transportu, nepravidelnost srdečního rytmu, otok tkání v místě umístění senzoru. Negativní vliv na přesnost měření může mít vrstva laku na nehtech.

Poznámka: Anémie vede k falešně vysoké hodnotě SpO₂, jelikož při nízké koncentraci erytrocytů jsou tyto výborně syceny kyslíkem. Naopak falešně nízkou hodnotu SpO₂ způsobuje polyglobulie.

Karboxyhemoglobin vzniklý při intoxikaci oxidem uhelnatým absorbuje světlo stejně jako oxyhemoglobin, a proto běžné přístroje vykazují falešně vysokou hodnotu SpO₂.

Kapnometrie a kapnografie

Kapnometrie a kapnografie jsou metody používané k měření vydechovaného oxidu uhličitého. Zatímco kapnometrie udává číselnou hodnotu CO₂ ve vydechovaném vzduchu v průběhu dechového cyklu, kapnografie je metoda zobrazující křivku vydechovaného CO₂. Koncentrace CO₂ na konci výdechu se nazývá end-tidal CO₂ (ETCO₂) a odpovídá hodnotě tenze CO₂ v krvi.

Normální hodnota ETCO₂ je 35–40 mmHg (odpovídá 4,5–6 kPa).

Metoda je velmi užitečná k hodnocení správného zajištění DC, k hodnocení adekvátnosti ventilace, ale nepřímou ukazuje i na stav krevního oběhu. Právě možnost hodnocení stavu oběhu na základě ETCO₂ je velmi vypovídající v okamžiku obtížného neinvazivního měření krevního tlaku u pacientů s traumatem, kteří bývají mnohdy hypovolemičtí a hypotenzní. Zásadní je tento

způsob monitorování při poskytování péče pacientům s kraniotraumatem (viz kapitola PORANĚNÍ HLAVY).

Čidla na měření vydechovaného CO₂ se vsazují do ventilačního okruhu (např. v AČR používaný kapnometr EMMA) nebo bývá do okruhu vsazen mezičlen odvádějící vzorkovací hadičkou vydechovanou směs do modulu monitoru, kde probíhá samotná analýza.

Poznámka: Jak již bylo zmíněno výše, měření vydechovaného CO₂ je **jedinou** jistou známkou správného zavedení tracheální rourky do DC!

- Příčiny zvýšeného ETCO₂:
 - hypoventilace,
 - zvýšená produkce CO₂: (hypertermie, křeče).
- Příčiny sníženého ETCO₂:
 - hypoperfuze plic při nízkém srdečním výdeji – hypovolémii,
 - hyperventilace,
 - ventilace pouze jedné plíce při hlubokém zavedení tracheální rourky pod karinu,
 - rozpojení okruhu,
 - intubace do jícnu,
 - zástava oběhu.
- Příklady možných hodnot ETCO₂, které mohou nastat v různých klinických situacích:
 - ventilace objemem 6 ml/kg při zavedení rourky do pravého bronchu – 30 mmHg,
 - adekvátní ventilace při hypotenzi cca 70/40 mmHg – 27 mmHg,
 - adekvátní ventilace při zástavě oběhu a probíhající KPR – hodnoty 10–20 mmHg (dle kvality KPR a doby uplynulé od zástavy oběhu),
 - při náhlém obnovení spontánní cirkulace se může hodnota skokově zvýšit až na normální hodnoty.

ZDROJE:

Advanced Trauma Life Support. ATLS. Student Course Manual. 9th Edition. USA: American College of Surgeons, 2012. ISBN 188-0-69602-9.

CROSBY, E. T. Airway management in adults after cervical spine trauma. *Anesthesiology*, 2006, **104**(6) 1293–318. ISSN 0003-3022.

CHROBOK, V., ASTL, P. et al. *Tracheostomie a koniotomie: techniky, komplikace a ošetrovatelská péče.* Praha: Maxdorf, 2004. Intenzivní medicína. 170 s. ISBN 80-7345-031-3.

MANOACH, S., PALADINO, L. et al. Laryngoscopy force, visualization, and intubation failure in acute trauma: should we modify the practice of manual in-line stabilization? *Anesthesiology*. 2009, **110**(1), 6–7. ISSN 0003-3022.

PONS, P. T. et al. (eds). *PHTLS: Prehospital Trauma Life Support. Military Eight Edition.* Burlington, MA: Jones & Bartlett Learning, 2016, 897 s. ISBN 978-1-284-04175-0.

SANTONI, B. G. et al. Manual in-line stabilization increases pressures applied by the

laryngoscope blade during direct laryngoscopy and orotracheal intubation. *Anesthesiology*, 2009, 2009, **110**(1), 24–31. ISSN 0003-3022.

SPAHN, D. R., BOUILLON, B. et al. The European guideline on management of major bleeding and coagulopathy following trauma: fifth edition. *Critical Care*, 2019, **23**(Article number: 98), 1–74. ISSN 1364-8535.

ŠEVČÍK, P. a M. MATĚJOVIČ (eds). *Intenzivní medicína*. 3., přeprac. a rozš. vyd. Praha: Galén, 2014. lvii, 1195 s. ISBN 978-80-7492-066-0.

TCCC Guidelines for Medical Personnel. National Association of Emergency Medical Technicians – Committee on TCCC [on-line], Mississippi: 2017 [cit. 2018-02-20] Dostupné z: <https://www.naemt.org/education/naemt-tccc/tccc-ac-guidelines-and-curriculum>

UDEANI, J., GEIBEL, J. et al. *Hemorrhagic Shock*. MedScape [on-line]. NewYork: WebMD, 2018 [cit. 2018-02-20]. Dostupné z: <https://emedicine.medscape.com/article/432650-overview>



PORANĚNÍ HLAVY

Poranění hlavy (kraniocerebrální poranění) bývá nejčastěji jako následek dopravních nehod, pádů z výšky, sportu, válečných incidentů nebo domácího násilí. Poranění hlavy je součástí polytraumatu, nejčastěji v kombinaci s poraněním hrudníku nebo končetin. Na následky poranění hlavy zemře 10–30 % raněných a 50–99 % raněných má detekovaný různý stupeň neurologického deficitu. Ve věkové kategorii 5–65 let jsou hlavní příčinou poranění hlavy dopravní nehody, ve věkové kategorii do 5 let to jsou pády z výšky – stejně tak u gerontologických pacientů, kde samotný pád ze stoje může způsobit závažné poranění hlavy. Zhruba 85–95 % všech poranění hlavy jsou poranění tupá. Poranění hlavy představují závažný socioekonomický problém, pacienti s přechodným nebo trvalým neurologickým deficitem vyžadují vysoce specializovanou rehabilitační péči včetně neuropsychologické rehabilitace a v některých případech i celoživotní asistenci.

ANATOMIE

Lebka tvoří pevný obal, v kterém je uložen mozek (zaujímá cca 80 % objemu), krev (10 % objemu) a mozkomíšní mok (10 % objemu). Od zevní vrstvy směrem k povrchu mozkové tkáně jsou tyto vrstvy:

- kůže,
- podkožní vazivo – bohatě vaskularizovaná vrstva vydatně krvácející při poranění,
- plochá šlacha (galea aponeurotica) – fibrózní vrstva vytvářející plochou šlachu pokrývající temeno hlavy,
- okostice (periost) – tuhá, dosti pevná vazivová vrstva nestejnoměrné tloušťky, kterou lze od kosti na většině míst preparačně odloupnout. Je protkaná sítí krevních cév a zajišťuje výživu kosti.
- klenba lební – dvouvrstevná kostěnná struktura – mezi pevnou vnější a vnitřní vrstvou je porézní vrstva charakteru kostní dřevě. Kostí klenby lební jsou relativně pevné. Nejtenčími a nejvíce náchylnými ke zlomeninám jsou kosti temporální a etmoidální.
- epidurální prostor – za normálních okolností prostor v této vrstvě vytvořený není a zevní vrstva tvrdé pleny naléhá na vnitřní povrch kosti. Pokud dojde k hromadění patologického obsahu – krve – dochází vlivem zvyšujícího se tlaku k odlučování zevní vrstvy tvrdé pleny od kosti a vzniká novotvořený prostor (epidurální hematoma). Krvácení vzniká na podkladě poranění střední meningeální arterie (*a. meningica media*), která probíhá po vnitřní straně temporální kosti, a při zlomenině dochází k porušení integrity cévy – jedná se o arteriální krvácení, jehož tlak umožňuje separaci tvrdé pleny od kosti lebky.
- tvrdá plena mozková (dura mater) – vytváří pod klenbou lebky pevný obal mozku, který zasahuje podél míchy až ke křížovému obratli. Tvoří ji vazivová dvouvrstevná membrána (periostální a meningeální vrstva). Mezi hemisférami vytváří *falx cerebri* a dále odděluje mozeček od týlních laloků – *tentorium cerebelli*. Přes tyto pevné struktury vytvořené tvrdou plenou může docházet k herniaci (násilnému vytlačení) mozkové tkáně při nekontrolovaném zvyšování intrakraniálního tlaku.

- subdurální prostor – prostor v pravém slova smyslu pod tvrdou plenou, ve kterém probíhají přemostňující žíly mezi žilami z povrchu mozkové tkáně a žilními splavy. Pokud dojde k poranění těchto žil střížným mechanismem (tupé poranění hlavy), krev se hromadí v subdurálním prostoru.
- arachnoidea (pavoučnice) – transparentní membrána pokrývající síť žil, které vystupují z hlubších vrstev mozkové tkáně.
- subarachnoidální prostor – vyplněn sítí cév, do kterých jsou svedeny větve vycházející z hlubších vrstev mozku. V tomto prostoru mezi cévami proudí mozkomíšní mok.
- měkká plena mozková (omozečnice) (pia mater) – tenká vrstva pevně lnoucí ve všech záhybech k povrchu mozkové tkáně.

Rozdělení a popis funkcí jednotlivých částí lidského mozku viz Příloha – tabulka 9.

FYZIOLOGIE

Pro pochopení vztahů vznikajících při poranění mozku je nutné popsat základní fyziologické a patofyziologické mechanismy. Krev jako nositel energetického substrátu (kyslíku a glukózy) je pro mozek naprosto zásadní komoditou – spotřeba kyslíku je cca 50 ml/min, což je 15–20 % celkové spotřeby organismu, spotřeba glukózy je 75 mg/min pro celou mozkovou tkáň. Pro zachování funkce mozku je nezbytné v mozkovém řečišti zajistit **konstantní průtok krve mozkem** (CBF: *cerebral blood flow*). Toto konstantní krevní zásobování je udržováno pomocí:

- **mozkového perfuzního tlaku (CPP: *cerebral perfusion pressure*)** – tlaku zajišťujícího průtok krve mozkovým řečištěm,
- **regulačních mechanismů – autoregulace:** fyziologická adaptace organismu udržet stálý krevní průtok nezávisle na změnách mozkového perfuzního tlaku (CPP).

Za fyziologických okolností tyto funkce zajišťují neměnný průtok krve mozkovou tkání i při značných výkyvech systémového tlaku (viz dále). V případě traumatu mozku je však autoregulační funkce postižena a konstantní průtok krve mozkem může být ohrožen. S poruchou mozkové perfuze je úzce spjat stav vědomí, jeho změna by měla být varovnou klinickou známkou svědčící pro poranění hlavy.

Mozkový perfuzní tlak (CPP – *cerebral perfusion pressure*)

Mozkový perfuzní tlak je hodnota, kterou je krev tlačena skrze mozkové řečiště a zajišťuje konstantní průtok krve mozkem (CBF). Tuto hodnotu nelze přímo změřit, hodnota je vypočítaná ze vztahu středního arteriálního tlaku (MAP) a intrakraniálního tlaku (ICP).

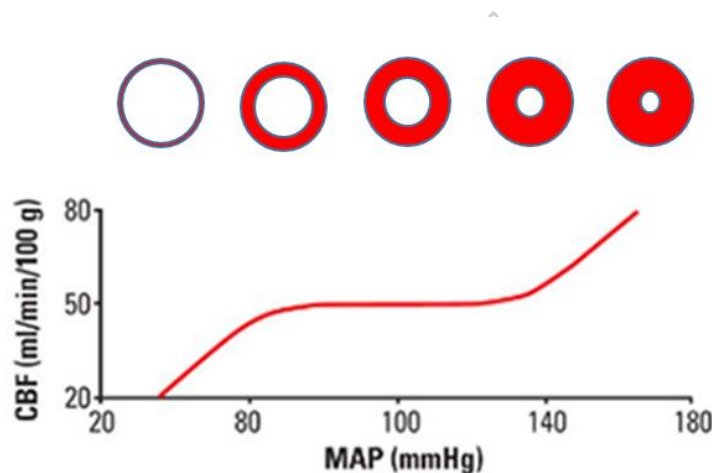
Mozkový perfuzní tlak = střední arteriální tlak – intrakraniální tlak

$$(CPP = MAP - ICP)$$

Doporučená hodnota mozkového perfuzního tlaku (CPP) k udržení konstantního průtoku krve mozkem (CBF) je **60–70 mmHg**.

Autoregulační mechanismus

Význam autoregulačního mechanismu spočívá ve schopnosti udržet požadovaný konstantní průtok krve mozkem (CBF: 50 ml/100 g/min) i při určitých výkyvech systémového krevního tlaku. Toto rozmezí je mezi hodnotami středního arteriálního tlaku (MAP) 60–160 mmHg (odpovídá hodnotě systolického krevního tlaku mezi 80–250 mmHg). Pokud je MAP při horní hranici hodnot, reaguje mozkové cévní řečiště vazokonstrikcí a následným omezením průtoku krve, naopak při dolní hranici rozmezí reaguje vazodilatací s cílem průtok krve zvýšit (Obr. 1).



Obrázek 1: Rozsah udržení perfuze mozkové tkáně v závislosti na výkyvech středního arteriálního tlaku (MAP) a reakce průsvitu mozkového řečiště (Převzato z: Ellinsworth, D. C., 2016)

Pokud však střední arteriální tlak (MAP) klesne pod hodnotu autoregulačního mechanismu – 60 mmHg (např. při hypovolémii), dochází k pasivní dilataci mozkových cév, poklesu mozkového perfuzního tlaku (CPP) a tím i k poklesu průtoku krve mozkovou tkání (CBF). Další kompenzační reakcí je zvýšená extrakce kyslíku z již tak omezeného průtoku krve mozkem. Tato schopnost maximálně využít zbytkové zásoby kyslíku má však omezené trvání a závisí na aktuálním nasycení krve kyslíkem (kyslíková extrakční rezerva). V této fázi je takto poškozená oblast mozkové tkáně zónou hrozící ischemie. Nedojde-li k obnovení průtoku krve mozkovým řečištěm (CBF) zvýšením mozkového perfuzního tlaku (CPP) – volumovou resuscitací, nebo zvýšenou saturací krve kyslíkem – adekvátní oxygenací, extrakční kyslíková rezerva se vyčerpá a v poškozené oblasti se vyvine pravá ischemie. Ischemie mozkové tkáně navíc vede k prohlubování edému, dalšímu zvyšování objemu mozkové tkáně a tím ke zvyšování intrakraniálního tlaku se snižováním průtoku krve mozkem (*nevratná ischemie vzniká při snížení průtoku na 18–20 ml/100 g/min*). Z uvedeného je zřejmé, jaké jsou hlavní mechanismy vzniku sekundárního poškození mozku po traumatickém postižení. K popsanému mechanismu snížení průtoku krve mozkem přispívá i porucha autoregulačního mechanismu následkem přímého traumatu mozkové tkáně a „zúžení“ autoregulačního okna.

Měření průtoku krve mozkem (CBF) je velmi náročné, proto k co nej přesnějšímu odhadu správné hodnoty CBF používáme vypočtené hodnoty mozkového perfuzního tlaku

(viz výše, CPP = MAP – ICP). Aktuální **doporučené hodnoty systolického krevního tlaku** u pacientů se známkami poranění hlavy jsou:

věk **15–49 let** a nad 70 let: **sTK $\geq$ 110 mmHg**,

věk 50–69 let: **sTK $\geq$ 100 mmHg**.

Pokud není k dispozici možnost přístrojového změření krevního tlaku, je cílem dosažení **hmatné pulzace na periferii**.

Ve fyziologii zajištění konstantního průtoku krve mozkem hrají důležitou roli také následující parametry:

Střední arteriální tlak (MAP: mean arterial pressure)

Střední arteriální tlak je přesnějším vyjádřením aktuálního hemodynamického stavu organismu s ohledem na tlakové poměry v cirkulaci, normální hodnota je 85–95 mmHg. Pokud není k dispozici monitor s možností měření středního arteriálního tlaku, můžeme jej vypočítat z naměřených hodnot systolického a diastolického krevního tlaku:

střední arteriální tlak = dTK + 1/3 tlakové amplitudy (viz níže)

nebo také

střední arteriální tlak = 1/3 sTK + 2/3 dTK.

Tlaková amplituda (PP: pulse pressure) – rozdíl mezi systolickým a diastolickým tlakem:

tlaková amplituda = sTK – dTK,

normální hodnota 40–60 mmHg.

Intrakraniální tlak (ICP: intracranial pressure)

Intrakraniální tlak je hodnota tlaku intrakraniálního obsahu proti vnitřní straně lební dutiny (síla tkáně působící na plochu). Za normálních okolností je hodnota ICP v rozmezí 5–15 mmHg, u dětí do 6 mmHg. Intrakraniální obsah za fyziologických okolností tvoří prakticky nestlačitelná mozková tkáň (cca 80 %), mozkomíšní mok (cca 10%) a krev (cca 10 %). Hodnota intrakraniálního tlaku pak závisí na interakci objemu těchto tří nestlačitelných součástí s neměnným objemem lební dutiny. Pokud hodnota **ICP překročí 20 mmHg**, je doporučeno terapeuticky zasáhnout.

Monro-Kellie doktrína

Objem tkáně v mozku je konstantní. Pokud dojde k zvětšení objemu některé ze součástí či se v uzavřeném a neexpandibilním prostoru vytvoří patologické ložisko (hematom), děje se tak na úkor součástí jiné. Nejprve dochází ke kompenzačnímu úbytku mozkomíšního moku, poté žilní krve. Pokud tyto kompenzační mechanismy nestačí reagovat na další zvětšování objemu uvnitř lební dutiny, hodnota intrakraniálního tlaku se prudce zvyšuje, dochází k útlaku mozkových cév s poklesem mozkového perfuzního tlaku (CPP), prohlubování ischemie (s progresí edému) a vzniku hernií – násilnému vytlačení mozkové tkáně do míst v predilekčních prostorech (viz dále). Vytvoření patologického obsahu v lební dutině či

zvětšování objemu jedné ze součástí lební dutiny s popsány následky se označuje jako tzv. efekt expanze nebo expanzní chování (mass effect).

Vztah oxidu uhličitého a průtoku krve mozkovou tkání (CBF)

Hladinu oxidu uhličitého můžeme vyjádřit pomocí parciálního tlaku oxidu uhličitého (PaCO_2) nebo maximální koncentrací oxidu uhličitého na konci výdechu (EtCO_2). Hodnota PaCO_2 vyjadřuje tenzi rozpuštěného CO_2 v krvi a hodnota se liší podle toho, zda analyzujeme žilní či arteriální krev. Žilní krev transportuje CO_2 jako odpadový produkt metabolismu buněk k plicnímu oběhu. Po kontaktu s polopropustnou membránou plicních sklípků dochází k difuzi CO_2 do alveolárního prostoru a jeho odstranění z organismu výdechem, zároveň k absorpci kyslíku z vdechovaného vzduchu a vazbě na krevní barvivo. Krev opouštějící plíce a putující do levostranných srdečních oddílů má hodnotu PaCO_2 ve srovnání s krví před plicními sklípkami nižší. Monitorace PaCO_2 v přednemocničních nebo časné nemocničních podmínkách je obtížně proveditelná, hodnotíme proto hladinu EtCO_2 (maximální hladinu oxidu uhličitého na konci výdechu), která je na monitorech při užití kapnometrického čidla k dispozici. Gradient mezi PaCO_2 a EtCO_2 je zhruba 2–5 mmHg. Pokud k tomu nejsou jiné důvody, je doporučeno u pacientů s poraněním hlavy udržet **normokapnii EtCO_2 35–40 mmHg**.

Tabulka 6: Hodnoty CO_2

	Hyperventilace (hypokapnie)	Normoventilace (normokapnie)	Hypoventilace (hyperkapnie)
PaCO_2 (mmHg)	< 35	35–45	> 45
EtCO_2 (mmHg)	< 35	35–40	> 40
Reakce mozkového řečiště	vazokonstrikce		vazodilatace

Hyperventilace vede ke zvýšenému vylučování oxidu uhličitého plícemi a jeho hodnota se snižuje – hypokapnie (< 35 mmHg). Hypoventilace (např. v důsledku poruchy dýchacích reflexů při poranění hlavy) vede k nedostatečnému vylučování oxidu uhličitého plícemi a jeho hromadění v organismu – hyperkapnie (> 40 mmHg). Hypokapnie vede k vazokonstrikci, hyperkapnie k vazodilataci mozkových cév. Ačkoli vazokonstrikce vede ke snížení objemu krve a tím i ke snížení intrakraniálního tlaku (ICP), zároveň negativně ovlivňuje průtok krve mozkovou tkání (CBF). Z tohoto důvodu není při poranění hlavy rutinně doporučeno používat postupy vedoucí ke snížené hodnotě EtCO_2 (hyperventilace). Pokud jsou však v průběhu vyšetření známky progredujícího nárůstu intrakraniálního tlaku se vznikem herniace (postupující porucha vědomí, jednostranná mydriáza), je doporučeno přechodně režim hyperventilace nastavit (viz TERAPIE).

PATOFYZIOLOGIE

Primární poranění mozku

Je způsobeno následky přímého nárazu vedeného na oblast hlavy – poškození kůže, skalpu, zlomeniny lebečních kostí, lacerace nebo přímé poranění mozkové tkáně kompresí nebo střížnými mechanismy buď bez, nebo se ztrátou vědomí. Projevuje se okamžitě, poranění jsou na první pohled zřejmá a rozeznatelná a jejich řešení patří většinou do rukou neurochirurga.

Sekundární poranění mozku

Sekundární poranění je kaskáda patologických reakcí, které jsou aktivovány v mozkové tkáni v době primárního inzultu a jejich následky se projeví s odstupem hodin až dnů. Jedná se o procesy ukryté uvnitř lebky, tedy na první pohled nerozeznatelné, a jejich časné řešení musí být v rukou primárně ošetřujícího personálu. Pochopení vstupních patofyziologických mechanismů je základem v rozeznání rizika vzniku sekundárního poranění mozku.

Sekundární poranění je způsobeno mechanismy

Extrakraniálními:

- hypoxií způsobenou nedostatečnou dodávkou kyslíku do poraněného mozku. Hypoxie může být způsobena ventilační nebo oběhovou nedostatečností,
- hypotenzí a neadekvátním krevním zásobením mozkové tkáně s nedostatečnou dodávkou nutrientů – kyslíku a glukózy,
- ostatními patologickými odchylkami od normálních hodnot, zejména odchylkami od hladiny oxidu uhličitého a glykémie,
- poškozením nitrobuněčných funkcí při pokračujícím inzultu. Dochází k uvolnění prozánětlivých působků, autodestrukci až buněčné smrti (*apoptóze*).

Intrakraniálními:

- efektem expanze (nebo též expanzního chování (*mass effect*)) a následného zvyšování intrakraniálního tlaku, středočárového přesunu mozkové tkáně až vzniku herniace. Expanzní chování je způsobeno útlakem mozkové tkáně přítomností jiného patologického intrakraniálního obsahu (hematom) nebo vlastním zvětšením objemu mozkové tkáně (edém).

Extrakraniální příčiny sekundárního poranění

Hypoxie

K nevratnému poškození mozkových buněk dochází za 4–6 minut od přerušení dodávky kyslíku. U poranění hlavy byl prokázán negativní efekt při saturaci krve kyslíkem (S_pO_2) méně než 90 %. Aby mohlo docházet ke správné oxygenaci krve na alveolokapilární membráně, je nezbytné udržet volné dýchací cesty a zachovat funkci plic. Pacienti s úplnou nebo částečnou obstrukcí DC krví, žaludečním obsahem nebo cizím tělesem, pacienti s poraněním hrudníku (kontuze, PNO, hemotorax) mají schopnost přenosu kyslíku na krevní barvivo v plicích

sklípících narušenou. Je proto nezbytné při poranění hlavy zachovat vyšetřovací postupy, aktivně pátrat po možných příčinách nedostatečné oxygenace a tyto odstranit. Cílem je dosáhnout **saturace krve kyslíkem $\geq 95\%$** .

Hypotenze

Ischemie mozkové tkáně je jedním z nejčastějších nálezů u poranění hlavy, vyskytuje se až v 90 % kraniocerebrálních poranění. Na základě analýz byly identifikovány dva důležité faktory, které negativně ovlivňují prognózu pacientů s poraněním hlavy:

- délka setrvání ve stavu s intrakraniálním tlakem (ICP) více než 20 mmHg,
- délka setrvání ve stavu s poklesem systolického krevního tlaku (sTK) méně než 90 mmHg.

Mnoho pacientů má kromě poranění hlavy i poranění dalších tělních systémů s rizikem krvácení a tím se negativní efekt hypotenze prohlubuje. U pacienta s poraněním hlavy a nevysvětlitelnou hypotenzí je nutné pátrat po dalším možném zdroji krvácení (hrudník, břicho, pánev, ztráty při frakturách končetin). Jak bylo zmíněno výše, autoregulační mechanismy jsou schopny zajistit konstantní průtok krve mozkovou tkání (CBF) na hodnotě 50 ml/100 g/min. V zasažených oblastech jsou autoregulační mechanismy různým způsobem poškozeny. Těžce poraněná oblast mozku pak tyto autoregulační schopnosti ztrácí zcela. Následkem je nekontrolovaná dilatace cév se zadržováním krve z okolní tkáně, která ještě není zcela poškozená a případně by mohla být adekvátním průtokem krve reparovaná. Neodůvodněně nastavený režim hyperventilace v případě umělé plicní ventilace může ischemii ještě nepostižených oblastí v důsledku vazokonstrikce a snížením průtoku krve mozkovou tkání (CBF) dále prohloubit. Kombinace hemoragického šoku, poruch autoregulace s odklonem krevního zásobení z nepostižených nebo jen prozatímne postižených oblastí a chybně nastavené ventilace ohrožují zachrannitelné oblasti mozkové tkáně. Základním terapeutickým cílem jsou adekvátní resuscitační postupy se zajištěním transportu oxygenované krve z plic do mozkové tkáně dosažením systolického krevního tlaku pro věkovou kategorii **15–49 let** a nad 70 let: **sTK ≥ 110 mmHg**, pro věkovou kategorii 50–69 let: **sTK ≥ 100 mmHg**. Pokud není k dispozici tonometr, je cílem dosáhnout dobře **hmatné pulzace** na periférii.

Ostatní patologické odchylky od normálních hodnot

Hypokapnie, hyperkapnie

Výkyvy parciálního tlaku CO_2 poškozují mozkovou tkáň v obou hodnotách – hypokapnie způsobí vazokonstrikci a tím snížení průtoku krve mozkem (CBF), hyperkapnie způsobí vazodilataci, zvětšení objemu v uzavřeném prostoru lebky a další zvýšení intrakraniálního tlaku (ICP).

Hypoglykémie, hyperglykémie

S poklesem krevního průtoku mozkem (CBF) dochází kromě snížené dodávky kyslíku také ke snížené dodávce dalšího důležitého energetického substrátu pro mozkové buňky – glukózy, která vstupuje do mitochondrií nervových buněk přes hematoencefalickou bariéru. Je

prokázáno, že v místě poškozené mozkové tkáně dochází na určitou dobu ke zvýšené spotřebě glukózy za účelem reparace poškozených buněk. Pokud ale není glukóza vlivem sníženého průtoku krve mozkem (CBF) aktuálně k dispozici, reparační pochody jsou narušeny. Nervové buňky nejsou schopny glukózu shromažďovat a jsou závislé na permanentní dodávce. Zároveň dochází ke zvýšení hladiny sérové glukózy, jejíž příčina je multifaktoriální (stresová hypermetabolická odpověď organismu na trauma, inzulinová rezistence, snížená sekrece inzulinu). Hyperglykémie v terénu ischemicky postižené tkáně prohlubuje anaerobní procesy inhibicí citrátového cyklu (*Krebsova cyklu nebo také cyklu trikarboxylových kyselin*) a podporou anaerobní glykolýzy s hromaděním laktátu a vznikem intracelulární acidózy. Se stoupající intracelulární acidózou je spojeno riziko porušení hematoencefalické bariéry, prohlubování ischemie a edému mozku. Rovněž je popsán vliv hyperglykémie na uvolnění prozánětlivých cytokinů (IL-1, TNF- α , TGF- β) způsobujících porušení celistvosti endoteliálních buněk hematoencefalické bariéry a prohlubování edému. Přechodná hyperglykémie je očekávaným nálezem v časně potraumatické fázi, prognózu pacienta negativně ovlivňuje přítomnost perzistující hyperglykémie. Pokud je to možné, měla by být u všech pacientů s poraněním hlavy vstupně vyšetřena hladina glukózy. Cílem je dosáhnout normoglykémie (3,5–6 mmol/l).

Intrakraniální příčiny sekundárního poranění

Efekt expanze, expanzní chování (mass efekt), herniace mozkové tkáně

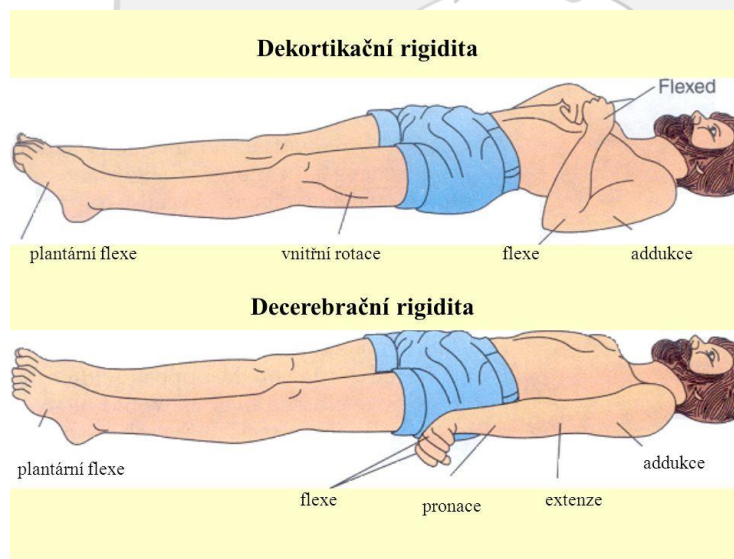
Jedná se o komplex pochodů a interakcí spojených s principy Monro-Kellie doktríny (viz výše) jako důsledku patologicky zvětšujícího se objemu v lebeční dutině. Tímto patologickým objemem je následek traumatu hlavy:

- edém mozku (viz dále),
- hematom (viz Intrakraniální léze).

V lební dutině dochází k aktivaci časných kompenzatorních mechanismů: přesunu mozkomíšního moku (do cca 150 ml) a poté žilní krve z intrakraniálního prostoru. Pokud jsou tyto mechanismy schopny eliminovat narůstající patologický objem, označujeme stádium jako kompenzované. Pokud se však intrakraniální objem nadále zvyšuje, dochází k vyčerpání kompenzatorních mechanismů a k prudkému nárůstu intrakraniálního tlaku. Nastupuje fáze dekompenzace s nástupem pozdního kompenzatorního mechanismu: vzniku herniací prakticky nestlačitelné mozkové tkáně s dalším stupňujícím se útlakem mozkových cév s prohlubováním ischemizace. Herniace vznikají v predilekčních prostorech (viz Příloha – tabulka 10 a obrázek 3).

Pokud nedojde k terapeutickému zásahu a herniace progreduje, zejména do oblasti mozkového kmene, dochází k poškození vestibulárních jader (ovlivňují motoriku kosterních svalů a svalové napětí) a vzniku poruch svalového napětí (paratonie, dekortikačních nebo decerebračních spasmů až atonie (Obrázek 2).

- **Paratonie:** zvýšená svalová rigidita při pasivních pohybech končetin, svědčí pro lehčí formu difuzního subkortikálního poškození koncového mozku – klinicky méně často prokazatelná.
- **Dekortikační spasmy:** algický podnět vyvolá převažující aktivitu flexorů horních končetin a aktivitu extenzorů dolních končetin – flekční postavení horních končetin, extenční postavení dolních končetin spolu s vnitřní rotací v kyčelních kloubech a plantární flexí. Nález svědčí pro poranění mozkových hemisfér. Letalita je cca 55 %.
- **Decerebrační spasmy:** algický podnět vyvolá spasmus antigravitačního svalstva ve svalech horních a dolních končetin – extenční postavení horních i dolních končetin, trismus, případně opistotonus. Nález svědčí pro poškození v oblasti mezimozku a horní oblasti mozkového kmene. Letalita je cca 80 %.



Obrázek 2: Klinický obraz dekortikační a decerebrační rigidity (Převzato z: Pometlová, M., 2014)

Generalizovaná atonie (flaccidita) – úplná ztráta svalového tonu z poškození centrálních motorických mechanismů retikulární formace ve střední a dolní části Varolova mostu, nejtěžší stupeň poškození motorického systému, svědčí o infaustní prognóze.

Edém mozku

Z etiologického hlediska rozeznáváme dva druhy edému:

- cytotoxický – typický pro úrazové mechanismy, dochází k otoku jednotlivých mozkových buněk jako následek uvolnění cytotoxických faktorů z neutrofilů poškozených přímým přenesením traumatického inzultu. Nástup edému je do několika minut po traumatu.
- vazogenní – poškozením hematoencefalické bariéry dojde k zvýšené propustnosti kapilár a úniku tekutiny do intersticiálního prostoru. Tento typ edému je typický pro zánětlivé nebo nádorové procesy.

Nastupující ischemie vzniklá zvyšováním intrakraniálního tlaku a útlakem cévního zásobení dále prohlubuje poškození na nedostatek kyslíku velmi citlivých neuronů, dochází k aktivaci zánětlivé odpovědi, dalšímu zvyšování permeability kapilár a hromadění tekutiny v intersticiálním prostoru. Zvětšování objemu mozkové tkáně vede ke kompresi cévního zásobení a dalšímu prohlubování ischemizace. Edém mozku může vzniknout jako následek přímého (primárního) poranění hlavy, jako následek rozvoje nitrolebního hematomu nebo jako následek dlouhodobé hypoxie organismu (např. po protrahované kardiopulmonální resuscitaci).

S rozvojem hypoxie mozkové tkáně jsou aktivovány reflexní mechanismy, jejichž úkolem je zajistit aktuálně nedostatečné zásobení mozkové tkáně kyslíkem. Tato nedostatečnost je způsobena narůstajícím intrakraniálním tlakem (ICP) a následným poklesem mozkového perfuzního tlaku (CPP) podle vztahu $CPP = MAP - ICP$. Dochází k aktivaci sympatického autonomního nervového systému, který za účelem udržení mozkového perfuzního tlaku (CPP) zvyšuje systémový tlak a tím i střední arteriální tlak (MAP). Systolický krevní tlak může vzrůst až na hodnoty > 250 mmHg. Baroreceptory v karotických arteriích a oblouku aorty však na tento vzrůst TK reagují aktivací parasymptiku a tím i snížením tepové frekvence. Další prohlubování stavu vede k rozvoji prognosticky nepříznivé klinické známky, tzv. **Cushingovy trias**: hypertenze, bradykardie, známky vzrůstajícího intrakraniálního tlaku (ICP).

Klinické projevy intrakraniální hypertenze

Klinické projevy se vyvíjejí v závislosti na rychlosti progresu intrakraniálního tlaku. Typickými projevy před nástupem kvantitativní poruchy vědomí jsou:

- bolest hlavy – nového charakteru, velmi urputná, horší vleže,
- zvracení – často bez úvodní nauzey, obloukovité (tzv. projektilové zvracení),
- vertiginózní stavy,
- bolesti za očima, při pohybu bulbů (efekt zvýšeného intrakraniálního tlaku a přenos tlaku na oční bulbus),
- zrakové poruchy – diplopie, výpadky zorného pole, rozmazané vidění,
- ložiskové příznaky – podle lokalizace patologického procesu,
- meningeální syndrom – pocit ztuhnutí šíje – nemožnost vleže přitáhnout bradu na hrudník (*vystupňovaným příznakem je opistotonus: generalizovaný spasmus kosterních svalů s lukovitým prohnutím trupu*), zvracení, bolest hlavy, světloplachost. Meningeální syndrom sám o sobě není častým příznakem úrazového mechanismu, je typičtější spíše pro zánětlivý proces. Je však doprovodným příznakem SAK (viz dále), který může vzniknout jako následek traumatu.
- vzestup krevního tlaku a bradykardie (Cushingův reflex) – prognosticky nepříznivá známka.

Centrální poruchy dechové činnosti

- eupnoe – normální dechová aktivita, frekvence 10–20 dechů/min, normální amplituda (hloubka dýchání),
- bradypnoe – zpomalená dechová frekvence pod 10 dechů/min, normální amplituda,
- tachypnoe – zrychlená dechová frekvence nad 20 dechů/min, normální amplituda,
- hyperpnoe – zrychlená dechová frekvence nad 25 dechů/min s vysokou amplitudou,
- apnoe – bezdeší.

Terminologie poruch dechové aktivity viz také kapitola DÝCHÁNÍ, DÝCHACÍ CESTY.

Další poruchy dechové činnosti v závislosti na úrovni postižení: Příloha – tabulky 11, 12.

Reakce zornic

Svým těsným anatomickým vztahem k lebce je vyšetření reakce zornic přínosným diagnostickým nástrojem. Normální šíře zornic je 2,5–4 mm, dle světelných podmínek v době vyšetření. Kromě reakce zornic můžeme sledovat i polohu očních víček, případně tonus. Otevřené oči jsou u člověka při vědomí, reagujícího anebo také u člověka s apalickým syndromem. Pootevřené nebo zavřené oči svědčí pro hypotonii *levator palpebrae* při kvantitativní poruše vědomí.

- jednostranná mydriáza – známka útlaku *n. oculomotorius* při transtentoriální laterální (unkální) herniaci,
- Hornerův syndrom – mióza se zachovanou reakcí na osvit a ptózou očního víčka na straně postižení – postižení laterální prodloužené míchy až horní části krční míchy, trauma krku,
- zornice široké, nereagující na osvit – známky mozkové smrti.

Další nálezy reakcí zornic Příloha – tabulka 13.

Klasifikace poranění hlavy

Poranění hlavy lze klasifikovat podle dvou kritérií:

- podle závažnosti poranění (hodnoty GCS skóre),
- podle morfologického nálezu.

Tabulka 7: Klasifikace poranění hlavy

Podle závažnosti (zjištění hodnoty GCS)	lehké (mild)	GCS 13–15	
	středně těžké (moderate)	GCS 9–12	
	těžké (severe)	GCS 3–8	
Podle morfologického nálezu	zlomeniny lebky	zlomeniny klenby lební	lineární vpáčené
		zlomeniny báze lební	bez úniku mozkomíšního moku s únikem mozkomíšního moku
		zlomeniny obličejového skeletu	
	intrakraniální léze	ložiskové (fokální)	epidurální subdurální intracerebrální
		difuzní	komoce kontuze difuzní axonální poranění

Zlomeniny lebky

Zlomeniny klenby lební

Zlomeniny lebky mohou být penetrující nebo nepenetrující (poranění tvrdé pleny mozkové). Lineární zlomeniny lebky bývají nejčastěji spojené s tupým poraněním. Vysokoenergetický mechanismus může způsobit impresivní fraktury s vpáčením úlomku do prostoru mozkovny a následným poraněním mozkové tkáně, jejím vyhrzenutím zevně a únikem mozkomíšního moku.

Zlomeniny báze lební

Tvoří zhruba 20 % zlomenin lebky, vznikají buď přímým traumatem nejčastěji ve frontální nebo temporální oblasti, nebo přenesením nárazu z jiných částí lebky na zeslabená místa lební báze. Klinické příznaky jsou dány jednak hromaděním krevního výronu v místech s řídkou pojivovou tkání (periorbitální hematom, hematom retroaurikulárně – „battle sign“), jednak únikem mozkomíšního moku navenek přes lomné linie báze lební (rinorea, otorea). Komplikací těchto zlomenin může být poranění hlavových nervů: I. hlavový nerv (*n. olfactorius*) – částečná

či úplná ztráta čichu, II. hlavový nerv (*n. opticus*) – poruchy zraku až slepota, VIII. hlavový nerv (*n. vestibulocochlearis*) – různý stupeň poruchy koordinace, sluchu a pohybových schopností.

Zlomeniny obličejového skeletu

Zlomeniny střední obličejové etáže

Zlomeniny typu Le Fort I–III: projevují se různým stupněm deformity obličejové střední etáže, vzezřením zploštělého obličeje s ústupem horní čelisti a neschopností dovřít ústa. Palpací je zjištěn krepitus kostních úlomků a pacienti při vědomí si stěžují na bolestivost až parestezie v oblasti střední obličejové etáže. Bohaté cévní zásobení v této oblasti a jeho narušení způsobuje krvácení z nosu, případně riziko obstrukce DC krví u pacientů s kvantitativní poruchou vědomí. Zlomeniny mohou být doprovázeny únikem mozkomíšního moku z nostril (rinorea), únikem vzduchu do podkožní tkáně – podkožní emfyzém s hmatným krepitem.

Zlomeniny dolní obličejové etáže

Zlomenina dolní čelisti je po zlomenině nosu druhou nejčastější zlomeninou obličejového skeletu. Více než polovina těchto zlomenin je v několika úrovních dolní čelisti. Pacient si stěžuje na bolest a neschopnost dovřít ústa, případně je zjištěné chybné vzájemné postavení dentice – při skusu (malokluze). Palpačně lze vyhmátat krepitus. U pacientů vleže může dojít k obstrukci DC jako následek ztráty opory jazyka v kostěných strukturách dolní čelisti.

Poranění měkkých tkání obličeje

Měkké tkáně obličeje jsou bohatě vaskularizované a dramatickost poranění může odvrátit pozornost od strukturovaného vyšetřovacího postupu s rizikem přehlédnutí jiných život ohrožujících poranění. Nicméně u pacienta v bezvědomí může krev zatékat do DC a způsobit obstrukci, stejně tak jako dislokace kostních úlomků, případně dentice. Poranění obličejové části může být spojeno s poraněním hlavy se všemi konsekvencemi.

Poranění oka

- Tupá poranění: projevují se podspojivkovým krvácením (subkonjunktivální hemoragie), oděrkami rohovky nebo otokem spojivky (chemóza). Prokrvácený sklivce s poškozením sítnice svědčí o vyšším energetickém traumatickém přenosu sil. Tupá poranění očního víčka – různý stupeň lacerace, hematomy s rychlým šířením do okolní řídké podkožní tkáně. U těžších kontuzí bulbu může vzniknout ochrnutí zornicového svěrače a někdy i trhliny v duhovce. Roztržení cév v uveálním ústrojí způsobí krvácení do přední oční komory (hyféma). Čočka se při větším nárazu na oko může vychýlit ze své normální polohy do sklivce či přední komory buď částečně (subluxace), nebo úplně (luxace). Součástí příznaků kontuze oka je vždy změna reakce zornice – je zpomalená až vymizelá, zornice je mydriatická (iridoplegie).
- Penetrující poranění: pokud dojde k poranění tenkým ostrým předmětem (jehla, drát), nemusí být vstup cizího předmětu do orgánu oka patrný. Při závažnějším poranění dochází ke krvácení, případně vyhrěznutí obsahu oka až celého bulbu (avulze, evulze).

Při perforaci obalu oka dochází ke ztrátě komorového moku, poranění cév a krvácení přední oční komory.

- Poranění chemickými látkami: chemické látky poleptají přídavné orgány i povrch oka. Poškození je závislé na jejich koncentraci a době působení. Louhy (vápno, amoniak) způsobují kolikvační nekrózu a pronikají do hloubky, stav je spojen s horší prognózou. Kyseliny způsobují koagulační nekrózu a tím i méně závažné následky, protože vzniklý příškvár brání dalšímu proniknutí škodliviny do oka. Popálení oka může způsobit také horký tuk, roztavený kov apod.

Intrakraniální léze

Ložiskové (fokální) poškození

Epidurální hematom

Vyskytuje se zhruba u 2–5 % pacientů s poraněním hlavy. Krvácení je arteriálního původu (*a. meningica media*) při poranění tenké temporální kosti. Zraňující mechanismus může být i relativně mírný. Tlak unikající krve odlučuje tvrdou plenu mozkovou od vnitřní stěny kalvy a dochází k ostře ohraničenému hematomu, na CT vyšetření se zobrazuje typicky čočkovitý tvar. Zvyšující se objem uvnitř mozkovny utlačuje ostatní nestlačitelnou mozkovou tkáň se všemi konsekvencemi (viz Monro-Kellie doktrína, expanzní chování a herniace mozkové tkáně). Typicky udávaný lucidní interval (vstupní krátkodobé bezvědomí, poté návrat vědomí následovaný trvalým bezvědomím) se vyskytuje v cca 25–30 % případů.

Subdurální hematom

Vyskytuje se zhruba u 30 % pacientů s poraněním hlavy, častěji u mužů. Krvácení je žilního původu a je způsobeno přerušáním přemostňujících žil, které spojují žilní splavy s povrchem mozku. Dochází ke kumulaci krve v prostoru pod tvrdou plenou – mezi tvrdou plenou a arachnoideou. Akutní subdurální hematom – krvácení vyskytující se v časně fázi po poranění (do 72 hodin), bývá vyvolán závažnějším úrazovým mechanismem, než je tomu u epidurálního hematomu, a k celkovému nitrolebnímu poškození přispívá i primární poranění tkáně v místě inzultu. Následný vývoj stavu ovlivňuje jak zvyšování nitrolebního obsahu v důsledku vlastního hematomu, tak riziko vzniku edému mozkové tkáně. Chronický subdurální hematom – klinické projevy s odstupem měsíce až dvou od vzniku krvácení, je prokázán vztah s mozkovou atrofií (chronický alkoholismus, gerontologičtí pacienti), kdy je vlivem redukce objemu mozkové tkáně větší napětí přemostňujících žil mezi povrchem mozkové tkáně a splavy. Krvácení tak může být vyvoláno menším traumatickým mechanismem či opakujícími se mikrotraumaty. Rizikovou skupinou jsou rovněž pacienti s antikoagulační terapií, po které je nutné aktivně pátrat.

Intracerebrální hematom

Kontuze a traumatický intracerebrální hematom tvoří vzájemně se prolínající klinickou jednotku. Následkem primárního traumatu vzniká kontuzní ložisko v místě vlastního poranění nebo v místě ořesu mozkové tkáně na protilehlé straně (*coup-contrecoup* mechanismu). V takto změněné tkáni se později může vyvinout hematom (cca v 50 % případů), nejčastěji

ve frontálních a temporálních lalocích. Kontuze mozkové tkáně se rovněž vyskytuje u subdurálních hematomů nebo při frakturách lebky.

Subarachnoidální krvácení (SAK)

Krvácení do prostoru mezi arachnoideu a měkkou plenu mozkovou. Tento prostor je vyplněn sítí cév, mezi kterými proudí mozkomíšní mok. Zdrojem tohoto krvácení je nejčastěji ruptura aneuryzmatu (cca 60–70 %) nebo A-V malformace, nicméně krvácení může být způsobeno i traumatem. Únik krve do subarachnoidálního prostoru vyvolá typické klinické příznaky: okamžitě nastupující krutá bolest hlavy („*nejhorší bolest v mém životě*“), pozitivní meningeální příznaky, nauzea, zvracení a neurologický deficit podle lokality krvácení. V případě masivního krvácení je prvním příznakem bezvědomí.

Difuzní postižení

Klasifikace difuzního poškození mozkové tkáně se odvíjí od míry poškození nervových drah od mírného a přechodného funkčního poškození (komoce), přes postižení axonoskeletu (těžká komoce) až po přerušování nervových vláken (difuzní axonální poranění).

Komoce

Jedná se o takové poranění hlavy, kdy pacient vykazuje různý stupeň přechodného neurologického deficitu s následným návratem k normě. Stupeň přechodného neurologického deficitu závisí na zraňujícím mechanismu a předané kinetické energii. Pro diagnózu komoce je důležité určení amnézie na událost spíše než vlastní přechodná ztráta vědomí.

Další typické klinické příznaky:

- zpožděná motorická a verbální reakce,
- zmatená verbální reakce – nekoherentní odpovědi na položené dotazy,
- zmatenost, neschopnost soustředění,
- dezorientace místem a časem,
- ztráta koordinace,
- porucha paměti – opakované dotazy na již zodpovězené otázky.

Komplikací může být postkomoční syndrom: trávající bolesti hlavy, poruchy spánku, intolerance světla nebo kognitivní poruchy.

Difuzní axonální postižení (DAP)

Těžké difuzní postižení mozkové tkáně spojené s vysokoenergetickým traumatem hlavy. Dochází k akceleračně-deceleračnímu a rotačnímu mechanickému poškození axonů střížnými silami v době zraňujícího inzultu. V místě poranění rovněž vznikají různě velké hemoragie. Stav je spojen s vysokou smrtností, stupeň neurologického deficitu u přeživších závisí na rozsahu postižení.

DIAGNOSTIKA

Vyšetření pacienta s poraněním hlavy či s podezřením na toto poranění patří do kroku D v algoritmu C-ABCDE. Nicméně začíná již vstupním oslovením a zhodnocením reakce na oslovení: adekvátní reakce při oslovení je známkou průchodnosti dýchacích cest, zachovalého oběhu a zároveň zachovalého adekvátního průtoku krve mozkovou tkání (CBF).

Pacienti s poraněním hlavy mohou vykazovat různý stupeň poruchy vědomí a podezření na poranění hlavy vyslovíme, pokud kvantitativní nebo kvalitativní poruchu vědomí detekujeme. Vyšetření se zaměřuje na průkaz zraňujícího mechanismu, tedy primárního poranění, které vidíme (kontuze, lacerace, krvácení...). Cenné jsou informace o mechanismu úrazu, podle kterého bychom mohli kraniocerebrální poranění předpokládat (pád z výšky, přímý úraz vedený na hlavu, náhlé změny v přenosu energie vedené na hlavu, krk a trup...).

Hodnocení neurologického stavu

Minineurologické vyšetření AVPU, orientační vyšetření v přednemocniční fázi. Nicméně pro nižší vypovídající hodnotu je tento skórovací systém na úrovni ROLE 1 již nedostatečný a je doporučeno používat GCS skóre.

A...alert (při vědomí, oči spontánně otevřené, vyhoví příkazu),

V...voice response (reaguje na oslovení otevřením očí, verbální reakcí),

P...pain response (reaguje na bolestivý podnět obrannou motorickou reakcí nebo výkřikem),

U...unresponsive (nereagující na zevní podněty, bezvědomí).

Glasgow Coma Scale

Pro hodnocení neurologického stavu je tento skórovací systém doporučen. Je prokázáno, že zejména patologický nález v **motorické komponentě** (GCS-M) je silným vypovídajícím faktorem o nitrolebním poškození (jakákoli hodnota pod 6). Pro určení dynamiky stavu (progrese vzestupu ICP) je třeba vyšetření opakovat anebo je porovnat s hodnotou zjištěnou na místě poranění (informace od transportujícího týmu při přijetí na ROLI 1).

Tabulka 8: Glasgow Coma Scale

Testovaná odpověď	Počet bodů
Otevření očí	
Spontánně otevřené oči	4
Otevře oči na výzvu	3
Otevře oči na bolestivý podnět *	2
Oči neotevře na žádný podnět	1
<i>Okolnosti nedovolí vyšetření provést (např. poranění obličejového skeletu)</i>	<i>NT (not tested)</i>
Slovní odpověď	
Odpovídá přiléhavě, orientovaný	5
Souvislá odpověď, ale zmatená	4
Artikulované zvuky – výkřiky, klení	3
Nesrozumitelné zvuky, sténání	2
Bez slovní odpovědi	1
<i>Okolnosti nedovolí vyšetření provést (např. poranění obličejového skeletu)</i>	<i>NT (not tested)</i>
Motorická odpověď	
Vyhoví příkazu – např. stisk ruky, vypláznutí jazyka	6
Lokalizuje bolestivý podnět cílenou snahou odstranit zdroj bolesti	5
Necílená flexe k bolestivému podnětu (pomalá flexe končetiny, pod úroveň klíční kosti)	4
Flekční spasmus (flexe v zápěstí, vnitřní rotace ramen)	3
Extenční spasmus (extenze v zápěstí, vytočení končetiny v ramenním kloubu zevně)	2
Bez reakce	1
<i>Okolnosti nedovolí vyšetření provést (např. poranění končetin)</i>	<i>NT (not tested)</i>

Vyvolání bolestivého podnětu: stupňující se intenzita sevření trapézového svalu, stisknutí nehtového lůžka nebo tlak na nadočnicový oblouk po dobu 10 s

Maximální hodnota GCS: 15, minimální hodnota pacienta v bezvědomí, bez reakce GCS: 3

Vyšetření a hodnocení GCS také na:

<https://www.youtube.com/watch?v=v6qpEQxJQO4>

Reakce zornic:

- šířka zornic (izokorie x anizokorie),
- fotoreakce (stejnostranná x jednostranná),

- postavení bulbů (ve středné čáře, bloudivé pohyby, konjugované x nekonjugované).

Neurologické vyšetření se provede před zamýšlenou sedací pacienta a před transportem na vyšší zdravotnickou etapu. Jakékoli zhoršení neurologického stavu je známkou alterace mozkové funkce v důsledku změny stavu některého z tělních systémů – porucha oxygenace (obstrukce DC, rozvoj tPNO), pokles systémového TK (prohlubování hemoragického šoku s nedostatečnou volumovou resuscitací) nebo vzestupem intrakraniálního tlaku.

TERAPIE

Raněný s jakýmkoli stupněm alterace vědomí musí být odzbrojen.

C – ABCDE

Zástava zevního krvácení jako nejvyšší priorita (viz kapitola KRVÁCENÍ – PRINCIPY OŠETŘENÍ)

C – ABCDE

Ošetření pacientů se známkami poranění hlavy se zaměřuje na prevenci sekundárního poranění mozku:

- prevence hypoxie: zabezpečení průchodnosti dýchacích cest s adekvátní oxygenoterapií a udržení saturace krve kyslíkem $\geq 95\%$,
 - v případě řízené ventilace normokapnie EtCO₂ 35–40 mmHg.

Poranění obličeje:

- raněný při vědomí: není nezbytně nutné provádět definitivní zajištění DC, raněný se vyzve k pozici vsedě a s předklonem, aby mohla krev volně stékat a nehrozila obstrukce DC,
- raněný v bezvědomí s rizikem obstrukce DC: zvážit definitivní zajištění DC orotracheální intubací, případně chirurgickým přístupem do dýchacích cest.

C – ABCDE

- prevence hypovolémie: zabezpečení adekvátní volumové resuscitace s udržení sTK ≥ 110 mmHg pro věkovou kategorii 15–49 let a nad 70 let
 - sTK ≥ 100 mmHg pro věkovou kategorii 50–69 let,
- nebo hmatná **pulzace na periferii**.

K dosažení požadované hodnoty systolického krevního tlaku lze použít vazopresory (noradrenalin). Indikace k aplikaci včetně dávkování se provádí ve spolupráci s lékařem.

V případě penetrujícího poranění hlavy se aplikují antibiotika – pokud může raněný polykat, podání je perorální, v ostatních případech intravenózní nebo intraoseální.

C – ABCDE

Při poranění hlavy lze předpokládat souběžné poranění krční páteře. Aplikace krčního límce však může zhoršit venózní návrat z oblasti hlavy, zhoršit hodnoty ICP, a proto pokud je hlava dostatečně stabilizovaná jiným způsobem, není aplikace krčního límce nutná.

Poranění oka:

Orientačně se provede kontrola vízu (schopnost fixace pohledem, schopnost identifikovat počet ukázaných prstů), cizí tělesa se neodstraňují. Přes poraněné oko se aplikuje pevný kryt s fixací. V žádném případě se nesmí aplikovat obvaz, který vyvolává tlak proti poraněnému oku. Je rovněž třeba se vyvarovat přímého přiložení gázy na poraněné oko, které může k povrchu bulbu přilnout a při odstranění prohloubit poškození rohovky. Při penetrujících poraněních se aplikují antibiotika.

C – ABCDE

Prevence hypotermie (použití termofólií včetně zakrytí hlavy, odstranění vlhkých částí výstroje, zejména při letecké evakuaci).

Ranění se středním a těžkým poraněním hlavy (GCS 9–12) jsou monitorováni, a pokud dojde k projevům zvyšujícího se ICP (prohloubení poruchy vědomí, jednostranná dilatace zornice), provede se přechodná hyperventilace (zvýšenou dechovou frekvencí se záměrně sníží parciální tlak CO₂ v krvi, což vede k vazokonstrikci mozkových cév a tím zmenšení objemu v mozku a tím i snížení ICP) společně s elevací horní 1/3 trupu:

- Nastavení **přechodného režimu hyperventilace**:
 - dechová frekvence 20/min,
 - nejvyšší koncentrace kyslíku (FiO₂ 1,0 příp. No Air Mix),
 - ETO₂ 30–35 mmHg.
- Režimová opatření – elevace horní části trupu o 30'.

Tato hyperventilační technika může být použita i s ambuvakem s rezervoárem napojeným na přívod kyslíku (průtok 12–15 l/min) a obličejovou maskou.

Preventivní použití hyperventilační techniky (při absenci výše popsaných klinických příznaků svědčících pro vzestup ICP) zhoršuje celkovou prognózu a **není doporučeno**.

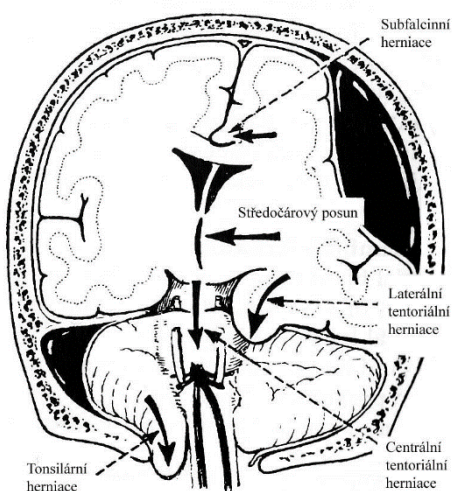
PŘÍLOHA

Tabulka 9: Anatomické rozdělení mozku

Hlavní části	Součásti	Hlavní funkce
Koncový mozek (<i>telencephalon</i>) vývojově nejmladší část, zodpovědná za projevy individuality člověka, tvoří 80 % mozkové tkáně	lalok čelní (frontální)	řízení projevů emocí, spouští a řídí motorické pohyby, Broccovo centrum řeči
	lalok temenní (parietální)	somatosenzorické centrum, zpracování signálů z kožních a svalových receptorů
	lalok spánkový (temporální)	paměťové a sluchové centrum, Wernickeovo centrum porozumění lidské řeči
	lalok týlní (okcipitální)	zrakové centrum – rozeznání barev, tvarů, pohybu
Mozeček (<i>cerebellum</i>)		kontrola koordinace a svalové suhry, rovnováha vstojie a při chůzi, řízení cílených pohybů
Mezimozek (<i>diencephalon</i>)	navazuje na horní konec mozkového kmene, uložen mezi hemisférami koncového mozku, složen z párových talamických a hypotalamických struktur	řízení žláz s vnitřní sekrecí, zpracování senzorických vjemů, součást zrakové a sluchové dráhy, "brána vědomí" – filtrace informací přicházejících do mozkové kůry, ovlivnění reakivity kůry
Mozkový kmen vývojově nejstarší část	střední mozek (<i>mesencephalon</i>)	ústředí nepodmíněných zrakových a sluchových reflexů, vzpřimovací reflex, zornicový reflex
	Varolův most (<i>pons</i>)	regulace dýchání, kontrola slinných a slzných žláz
	prodloužená mícha (<i>medulla oblongata</i>)	řízení základních životních funkcí – dýchání, akce srdeční, vazomotorické regulace, obranné reflexy – kašel, kýchání, apnoe

Tabulka 10: Typy hernií a klinické projevy

Typ hernií	Anatomická lokalizace	Klinické příznaky
Subfalcinní hernií	hernií <i>gyrus cinguli</i> pod <i>falx cerebri</i>	bez specifických příznaků, přesun do 5 mm nemusí být klinicky závažný, hrozí komprese <i>a. cer. ant.</i>
Transtentoriální hernií centrální	posun mezimozku a středního mozku kaudálně, při symetrickém zvýšení ICP dysfunkce mozkového kmene postupující sestupně od středního mozku přes Varollův most po prodlouženou míchu	dysfunkce středního mozku: sopor až koma, zprvu flekční dekortikační, později extenční decerebrační spasmy, oboustranná dilatace zornic, Cheyne-Stokesovo dýchání až centrální neurogení hyperventilace dysfunkce Varollova mostu (pontinní): předchází dysfunkce + vyhasnutí korneálního reflexu, apneustické dýchání (zcela nepravidelná frekvence a amplituda) dysfunkce prodloužené míchy: předchází dysfunkce + ztráta dávivého reflexu, ataktické dýchání, gasping, apnoe, hypotenze, smrt
Transtentoriální hernií laterální (unkální hernií)	hernií mediální části temporálního laloku (<i>uncus</i>) pod <i>tentorium cerebelli</i> s útlakem <i>nervus oculomotorius</i>	Trias: stejnostranná dilatace zorničky, kontralaterální ztrátou tonu končetiny, ztráta vědomí při progresi stavu
Tonzilární hernií (okcipitální hernií)	hernií tonzil mozečku do foramen occipitale magnum s nastupujícím útlakem mozkového kmene	úvodně bolest v záhlaví, závratě, zvracení, opistotonus, parestzie obou HK hrozí rychlá progresse: postižení dechového a vazomotorického centra, bilaterální mydriáza, pokles svalového tonu



Obrázek 3: Znárodnění lokalizace herniáci (Převzato z: Brychtová, E., 2007)

Tabulka 11: Dysfunkce jednotlivých etází a řidících center způsobí odpovídající poruchu dechové činnosti a predikcet úrovně postižení v kraniokaudálním směru

Úroveň postižení	Svalový tonus	Dýchání
Koncový mozek	paratonie dekortikační spasmus	posthyperventilační apnoe Cheyne-Stokesovo
Mezimozek	dekortikační spasmus	Cheyne-Stokesovo
Mozkový kmen		
střední mozek	decerebrační spasmus	centrální neurogenní hyperventilace
Varolův most	decerebrační spasmus	apneustické cluster breathing
prodloužená mícha	decerebrační spasmus atonie	ataktické gaspig apnoe

Tabulka 12: Poruchy dechové činnosti v závislosti na lokalizaci poranění mozku

Porucha dechové činnosti	Klinický obraz a úroveň postižení
Posthyperventilační apnoe	ataka tachypnoe následovaná apnoickou pauzou; difuzní postižení koncového mozku
Cheyne-Stokesovo dýchání	zcela nepravidelné dýchání, střídání amplitudy, apnoické pauzy, léze v úrovni koncového mozku (subkortikálně) nebo mezimozku
Centrální neurogenní hyperventilace	trvající hyperpnoe; léze v oblasti středního mozku až léze pontinní
Apneustické dýchání	prodloužené inspirium následované end-inspirační pauzou (2–3 s) před expiriem; léze v oblasti dolní pontinní oblasti
Cluster breathing	nepravidelné salvy dechové aktivity různé amplitudy následované apnoickou pauzou: léze v dolní pontinní oblasti až horní oblasti prodloužené míchy
Ataktické dýchání	nepravidelné dýchání s rozdílnou amplitudou a rychlostí, bez apnoických pauz; léze v dolní pontinní oblasti až horní oblasti prodloužené míchy
Gasping	lapavé dechy nízké frekvence; postižení prodloužené míchy
Apnoe	bezdeší; postižení prodloužené míchy

Tabulka 13: Další možné nálezy reakcí zornic po traumatu mozku a úroveň předpokládaného postižení

Úroveň postižení	Vzhled zornic	Fotoreakce	Pohyby a postavení bulbů
Koncový mozek (kortiko-subkortikální)	normální vzhled, velikost	zachovaná (obleněná)	bloudivé, konjugované
Mezimozek	zornice úzké (≤ 2 mm)	zachovaná	bloudivé, konjugované
Mozkový kmen			
střední mozek	anizokorie, nebo zornice široké (> 4 mm)	zachovaná	vertikální deviace konjugovaná
Varolův most	zornice špendlíkové (< 1 mm)	nepřítomná	ping-pongové pohyby* okulární bobbing (dolní oblast kmene)**

*ping-pongový pohyb: pohyb bulbů horizontálně pomalu do krajní polohy, kde někdy setrvávají a pak se pomalu vrací do druhé krajní polohy,

**okulární bobbing: (poskakování bulbů): prudké vertikální konjugované pohyby bulbů směrem dolů s pomalým návratem do střední polohy.

ZDROJE

Advanced Trauma Life Support. ATLS. Student Course Manual. 9th Edition. USA: American College of Surgeons, 2012. ISBN 188-0-69602-9.

CARNEY, N., TOTTEN, A. M. et al. *Guidelines for the Management of Severe Traumatic Brain Injury – 4th Edition.* Brain Trauma Foundation [on-line]. 2016 [cit 2019-05-20]

Dostupné z:

https://braintrauma.org/uploads/03/12/Guidelines_for_Management_of_Severe_TBI_4th_Edition.pdf

KINOSHITA, K. Traumatic brain injury: pathophysiology for neurocritical care. *Journal of Intensive Care* [on-line]. 2016, 4 (Article Number: UNSP 29). [cit 2019-05-20]. ISSN: 2052-0492. Dostupné z:

https://www.researchgate.net/publication/301665489_Traumatic_brain_injury_Pathophysiology_for_neurocritical_care

LIU-DeRYKE, X., COLLINGRIDE D. S. et al. Clinical Impact of Early Hyperglycemia During Acute Phase of Traumatic Brain Injury. *Neurocritical Care* [on-line]. 2009, 1(2), 151–157 [cit 2019-05-20]. ISSN 1556-0961. Dostupné z:

<https://link.springer.com/article/10.1007/s12028-009-9228-6#citeas>

PARTINGTON, T. a A. FARMERY. Intracranial pressure and cerebral blood. *Anaesthesia and Intensive Care Medicine*. 2014, 15(4), 189–194. ISSN 1472-0299.

PONS, P. T. et al. (eds). *PHTLS: Prehospital Trauma Life Support. Military Eight Edition*. Burlington, MA: Jones & Bartlett Learning, 2016, 897 s. ISBN 978-1-284-04175-0.

PRINS, M., GRECO, T. et al. The pathophysiology of traumatic brain injury at a glance. *Disease Models and Mechanisms* [on-line]. 2013, 6(6), 1307–1315 [cit 2019-05-20]. ISSN 1754-8403. Dostupné z: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3820255/>

RODRIGUEZ-BOTO, G., RIVERO-GARVIA, M. et al. Basic concepts about brain pathophysiology and intracranial pressure monitoring. *Neurologia*. 2015, 30(1), 16–22. ISSN: 0213-4853.

ŠKÚCI, I. *Korelace intrakraniálního tlaku a dalších vyšetřovaných parametrů u kontuzí mozku*. Plzeň, 2007. Dizertační práce. Univerzita Karlova, Lékařská fakulta v Plzni, Neurochirurgická klinika. Vedoucí práce Choc, Milan. [cit 2019-05-20]. Dostupné z: <https://dspace.cuni.cz/handle/20.500.11956/13950>

TCCC Guidelines for Medical Personnel. National Association of Emergency Medical Technicians – Committee on TCCC [on-line]. Mississippi: 2017 [cit. 2018-02-20] Dostupné z: <https://www.naemt.org/education/naemt-tccc/tccc-ac-guidelines-and-curriculum>

VONDRÁČKOVÁ, D. a Z. ŠONKOVÁ. Poruchy dýchání u akutních neurologických onemocnění. *Neurológia pre prax*. 2007, 8(1), 12–15. ISSN 1339-4223.

PORANĚNÍ PÁTEŘE

Poranění páteře tvoří asi 3 % všech úrazů, vyskytují se 4krát častěji u mužů a průměrný věk takto raněných je 40 let. Nejčastější příčinou jsou dopravní úrazy (cca 55 %), následují pády z výšky, sportovní úrazy a volnočasové aktivity a stavy spojené s násilím. K poranění obratlů dochází nejčastěji v oblasti krční páteře (20 %) a stejně tak je nejvyšší četnost poranění míchy v oblasti krčních míšních segmentů (až 50 %), následují poranění v oblasti hrudních segmentů (25–30 %) a v oblasti lumbálních segmentů (do 20 %). Tupé poranění páteře je v cca 2–15 % případů spojeno s poraněním míchy. V 5–15 % případů je poranění míchy spojeno s poraněním hlavy. Od roku 1990 je nejčastěji zaznamenaným neurologickým deficitem inkompletní tetraplegie (31 %), následovaná kompletní paraplegií (27 %), inkompletní paraplegií (20 %) a kompletní tetraplegií (19 %).

K poranění nervových struktur může dojít při vlastním inzultu, ale i nešetrnou manipulací s pacientem, neadekvátní imobilizací, případně ponecháním pacienta s alterovaným stavem vědomí (v důsledku sdruženého poranění hlavy a páteře) bez dozoru s možností nekontrolovaných pohybů. K závažným poraněním páteře může dojít i následkem přenosu sil z úrazů jiných tělesných celků. Neurologický deficit může být přechodný, většinou však v důsledku neschopnosti nervové tkáně regenerovat bývá trvalý. V případě kompletního přerušení míchy je šance na uzdravení zhruba 5%, pokud kompletní paralýza přetrvává více než 72 hodin, je šance na reparaci nervové tkáně nulová. Pokud je po traumatu míchy alespoň částečně zachováno cití, je 50% šance, že pacient bude chodit.

ANATOMIE A FYZIOLOGIE

Anatomie páteře (*columna vertebralis*)

Páteř je složena z 33–34 obratlů:

- 7 krčních (C1–C7),
- 12 hrudních (Th1–Th12),
- 5 bederních (L1–L5),
- 5 křížových (*os sacrum*),
- kostrč – 3–5 srostlých obratlů (*coccygis*).

Obratel je základním stavebním prvkem nosné komponenty páteře. Obratle v rozsahu od třetího krčního obratle (C3) až po pátý lumbální obratel (L5) mají v zásadě stejnou stavbu:

obratlové tělo – nejmasivnější část obratle, krční obratle jsou vysoké 14–16 mm, hrudní 20–25 mm, bederní cca 30 mm. Pátý bederní obratel je vpředu vyšší než vzadu a přechod mezi L5 a S1 tak tvoří zalomené a vyčnívající předhůří (*promontorium*).

obratlový oblouk – ohraničující páteřní otvor (*foramen vertebrale*). Páteřní otvor je v oblasti krčních obratlů trojhranný, hrudních obratlů okrouhlý a obratlů bederních trojúhelníkovitý. Soubor těchto otvorů formuje páteřní kanál (*canalis vertebralis*), ve kterém probíhá mícha. V meziobratlových prostorech jsou otvory pro výstup míšních nervů.

obratlové výběžky – jsou připojeny k obloukům obratlů. Výběžky jsou párové (obratlový výběžek horní a spodní: *processi articulares superior et inferior* a příčné: *processi transversi*) a jeden výběžek nepárový (trnový: *processus spinosus*).

Odlišnou stavbu mají první dva krční obratle – nosič (*atlas*) a čepovec (*axis*), jež jsou součástí kraniovertebrálního spojení, a spodní úsek páteře – kost křížová (*os sacrum*) a kostrč (*os coccygis*).

nosič – první krční obratel, který má tvar kostěného prstýnku. Nosič nemá tělo a tvoří jej jen dva poměrně subtilní kostěné oblouky, přední a zadní (*arcus anterior et posterior*). Boční partie obratle jsou masivní a na horní ploše nesou ledvinovité kloubní plochy – místo spojení s okcipitální kostí.

čepovec – druhý krční obratel, má již vzhled běžného krčního obratle, jen z těla obratle vyčnívá zub (*dens axis*), na který je navlečen prstenec atlasu.

Atlas a *axis* jsou součástí tzv. kraniovertebrálního spojení, které je složeno z anatomicky samostatných kloubů, které ale z funkčního hlediska představují společnou pohybovou jednotku s vazbou na horní krční páteř:

Kraniovertebrální spojení je tvořeno:

- atlantookcipitálním kloubním spojením mezi kostí týlní lebky a prvním krčním obratlem,
- atlantoaxiálním kloubním spojením – kloub mezi *dens axis* a jamkou na předním oblouku atlasu.

Anatomická struktura nosiče a čepovce dovoluje rozličný rozsah pohybů hlavy vůči krční páteři. Jsou možné drobné kývavé pohyby v předozadním směru, stranové pohyby ("stranové kývání") v rozsahu asi 20 stupňů (větší pohyb je již provázen rotací krční páteře). V atlantoaxiálním kloubu (v obou jeho částech) se realizují především rotační pohyby (cca 180 stupňů). Zub čepovce se chová jako čep, kolem kterého se otáčí atlas a k němu relativně pevně připojená lebka.

Poznámka: Lidská hlava je zhruba 7–10 kg těžká. Její pozice na vrcholu poměrně úzké a flexibilní struktury vlastního krku, chabá struktura podpůrných svalových skupin v porovnání s hrudní či lumbální oblastí a nepřítomnost žeber nebo dalších kostěných struktur dovolují i malým silám způsobit závažné poškození krční páteře a nervových struktur.

kost křížová – složená z pěti křížových obratlů, které postupně osifikují a srůstají v jedinou kost. Křížová kost má zhruba trojúhelníkovitý tvar, přední plocha kosti křížové přivrácená do pánevního dna je mírně konkávní, zadní plocha je konvexní. Uvnitř křížové kosti je křížový kanál (*canalis sacralis*), který je pokračováním páteřního kanálu. Neobsahuje již míchu, ale zasahují do něho kořeny míšních nervů. Vytváří platformu, na kterou nasedá páteř a vytváří podporu pro 70–80 % celkové tělesné váhy. Kost křížová je také součástí pánevního komplexu, s kterým vytváří nepohyblivé kloubní spojení.

kostrč – malá trojúhelníkovitá kost tvořící zakončení páteře. Obvykle srůstá z 3–5 obratlů a tvarově je velmi variabilní.

Fixační komponenty páteře

Dlouhé vazy:

přední podélný vaz (*ligamentum longitudinale anterius*) – uložen na přední ploše obratlových těl, od předního oblouku atlasu až po přední plochu kosti křížové. Je 20–25 mm široký a je pevněji fixován k hornímu okraji obratlového těla než k jeho dolnímu okraji.

zadní podélný vaz (*ligamentum longitudinale posterius*) – probíhá po přední straně páteřního kanálu. Je užší než přední podélný vaz a v bederní krajině je redukován jen na několik vazivových proužků. Mezi přední plochou vazů a skeletem je štěrbinovitý prostor vyplněný žilními pleteněmi.

Krátké vazy:

žluté vazy (*ligamenta flava*) – pružné vazy tvořené elastickým vazivem, rozepjaté mezi oblouky obratlů. Podílejí se na udržování vzpřímené polohy páteře.

Ostatní stabilizační struktury páteře:

- paravertebrální svalovina,
- mezivertebrální disky,
- soustava mezivýběžkových vazů a meziobratlových vazů a svalů.

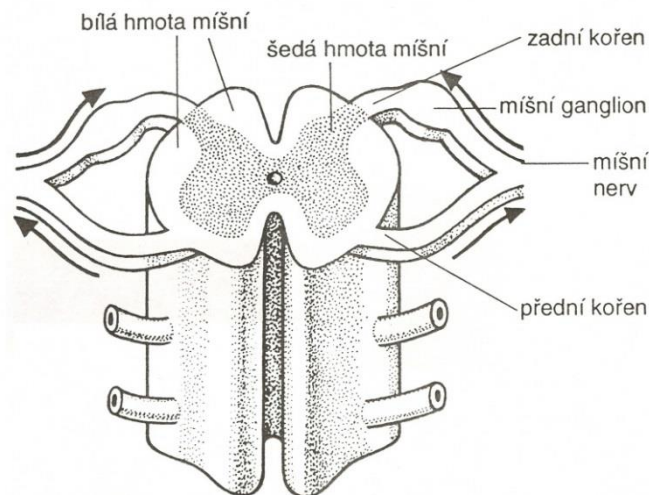
Anatomie míchy

Mícha sestupuje jako součást centrálního nervového systému a má shodné anatomické uspořádání, včetně struktury míšních obalů. Je pokračováním prodloužené míchy, vstupuje skrze *foramen magnum* do spinálního kanálu, ve svém průběhu vytváří dvě rozšíření (krční intumescenci v rozsahu obratlů C3–Th2 a bederní intumescenci v rozsahu obratlů Th9–L1) a zasahuje do úrovně obratle L1/2. V těchto rozšířeních je průměr míchy cca 1,3 cm (jako malík). Mícha je dlouhá přibližně 43–45 cm a hmotnost je zhruba 35–40 g. Krční intumescence a relativně úzký krční páteřní kanál způsobují, že mícha zde zaujímá 90–94 % prostoru kanálu. Jakékoli zvětšení objemu nervové tkáně (otok) nebo zmenšení prostoru kanálu (zlomeniny s protruzí úlomků) mohou způsobit závažný až život ohrožující neurologický deficit.

Anatomické obaly míchy odpovídají anatomickému uspořádání obalů mozku:

- tvrdá plena (*dura mater*),
- pavučnice (*arachnoidea*),
- měkká plena (*pia mater*).

Na předním obvodu míchy je vytvářen hluboký zářez (*fissura mediana ventralis*), který se zrcadlově umístěným žlábkem na zadní straně (*sulcus medianus*) rozděluje míchu na dvě poloviny.



Obrázek 4: Anatomické uspořádání míchy (Převzato z: Turoňová, H., 2013)

Šedá hmota obsahuje těla nervových buněk, na příčném řezu má motýlovitý tvar. Středem probíhá centrální kanálek (*canalis centralis*). (Obrázek 4)

Motýlovitá šedá hmota vytváří dva zadní a dva přední míšní rohy (*cornu ventrale et dorsale*). Do zadních míšních rohů vstupují zadní míšní kořeny (*radix dorsalis*), které vedou senzitivní vlákna z periferie. Z předních míšních rohů vystupují přední míšní kořeny (*radix ventralis*) motorická vlákna míšních nervů směřující k svalovým periferním receptorům. Oba kořeny míšní se spojují v míšní nerv (*nervus spinalis*), který vystupuje z míšního segmentu v meziobratlovém prostoru. Přímé spojení mezi vlákny zadních a předních rohů míšních zajišťují vmezeřené neurony, tzv. interneurony.

V šedé hmotě míšní v rozsahu segmentů C8–L3 se rovněž nacházejí neurony sympatiku (proto také označení torakolumbální systém). Vlákna sympatiku vycházejí předními rohy míšními a cestou předního kořene míšního vstupují do míšního nervu, aby po výstupu z páteřního kanálu vytvářely na obou stranách páteře sympatický kmen (*truncus sympaticus*). Z dolního krčního segmentu a horních hrudních (do Th6) vycházejí sympatická vlákna ovlivňující kardiovaskulární systém, jejich poškození způsobí příznaky typické pro **neurogenní šok** – viz dále.

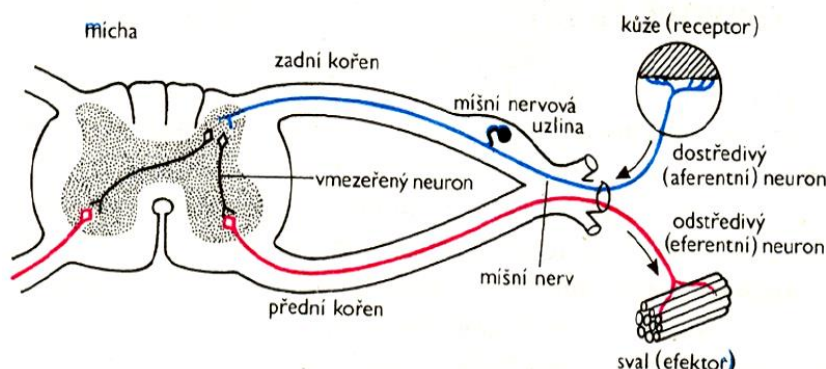
Parasympatická vlákna vycházejí z neuronů v mozkovém kmeni a z něho vycházejících hlavových nervů (n. III, VII, IX a X), a sakrálních míšních segmentů S2–S4 (proto také kraniosakrální systém).

Bílá hmota vytváří svazky různých typů nervových vláken – dráhy (*tracti*):

vzestupné (ascendentní) dráhy – přivádějí senzitivní podněty z periferních receptorů cestou zadních míšních kořenů vstupujících do míchy zadními míšními rohy ke zpracování do příslušných center v mozku. Tyto vzestupné dráhy mohou být dále rozděleny podle vedení senzitivní modalit – bolest, vnímání tepla, tlaku, dotyku, pohybu, vibrace, pozice. Nervové dráhy vedoucí vnímání bolesti a teploty křížují průběh míchy a jsou do mozku vedeny na

kontralaterální straně míchy. Nervové dráhy vedoucí vjem vibrace, pozice a dotyku toto křížení nemají a jsou vedeny stejnostranně.

sestupné (descendentní) dráhy – vedou zpracovaný signál z mozku k motorickým neuronům a vysláním signálu cestou předních míšních rohů a dále míšních kořenů zajišťují svalový pohyb a tonus. Motorické dráhy se kříží na úrovni mozkového kmene, takže levá strana mozku ovlivňuje motorickou funkci pravé poloviny těla. V dalším průběhu descendentních motorických drah míchou již ke křížení nedochází.



Obrázek 5: Princip vedení vzruchu, míšní oblouk (Převzato z: Kapounková, K., 2014)

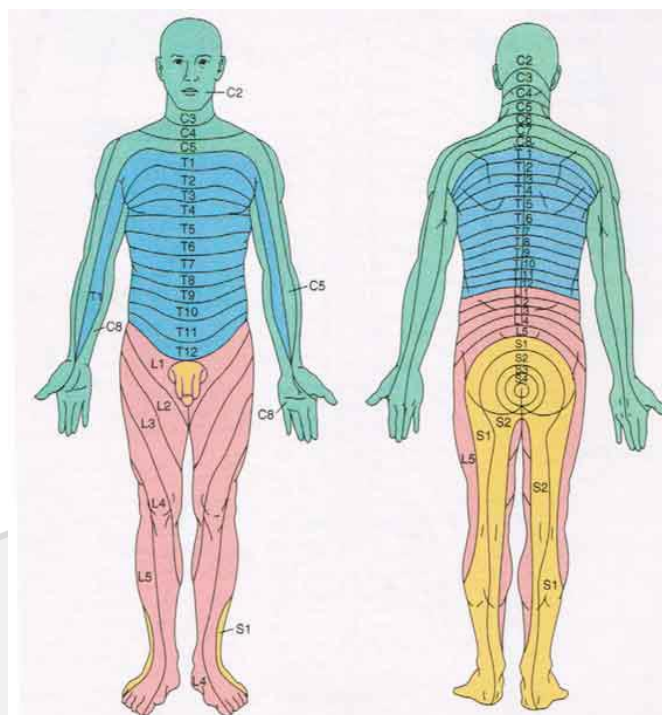
Povědomí o úrovni křížení jednotlivých drah a vedených modalit hraje roli při vyšetření pacienta se známkami poranění páteře. Schopnost – či neschopnost – motorické odpovědi a odpovědi na senzorický podnět v jednotlivé úrovni těla ukazuje na výšku poranění páteře, resp. míšního segmentu.

Přední a zadní míšní kořen vytváří míšní nervy, kterých je 31 párů (na každé straně míchy) a obsahují motorická i senzorická vlákna. Každý míšní nerv vychází z určitého výškového sloupce míšní tkáně – míšního segmentu. Během embryonálního vývoje (do 3. fetálního měsíce) každý míšní segment odpovídá úrovni příslušného páteřního obratle, tato proporcionalita se však během dalšího vývoje mění (viz dále).

Počet míšních segmentů = míšních nervů = 31

- 8 segmentů krčních,
- 12 segmentů hrudních,
- 5 segmentů bederních,
- 5 segmentů křížových,
- 1(až 3) segmenty kostrční.

Každý míšní nerv (míšní segment) zajišťuje senzorickou inervaci určité oblasti těla – dermatomu. (Obrázek 6) Vyšetřením reakce na senzorický podnět si tak můžeme udělat představu o úrovni případného postižení (viz též Příloha – tabulka 15)



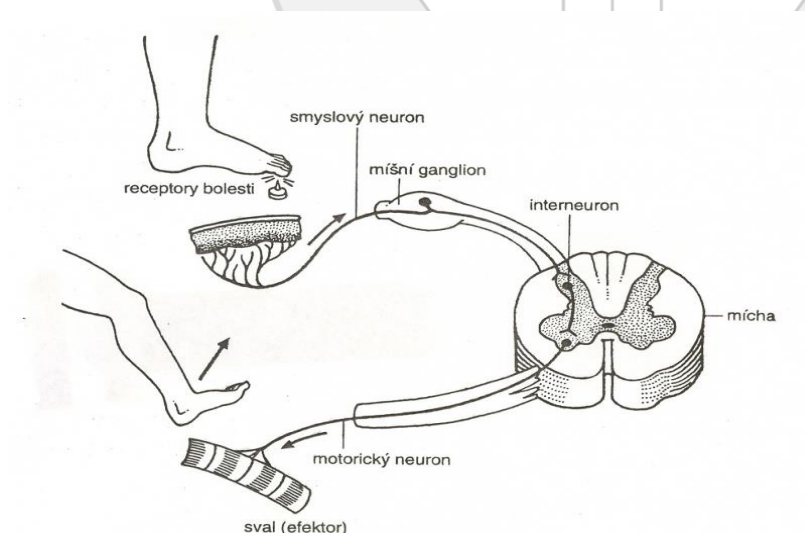
Obrázek 6: Dermatomy (Převzato z: Čermáková, D., 2018)

Mícha dokončí svůj růst již v třetím fetálním měsíci vývoje plodu, zatímco růst páteře pokračuje. Dochází tak k relativnímu vzestupu míchy v páteřním kanálu a původně úroňová shoda obratle s příslušným míšním segmentem zaniká. Míšní nervy vystupující z míšního segmentu se prodlužují a směřují dolů, aby poté mohly vystoupit z meziobratlového prostoru u původně „svého“ obratle. Je zřejmé, že největší rozdíly budou u distálních míšních segmentů, resp. distálních obratlů, kde míšní nervy vystupují prakticky svisle a po výstupu ze sakrálního meziobratlového prostoru vytváří svazek míšních nervů vzhledově podobný koňské ohánce (*cauda equina*). Použitím Chipaultova pravidla můžeme podle trnového výběžku obratle určit, jaký míšní segment se v této úrovni nachází. (Tabulka 14)

Tabulka 14: Chipaultovo pravidlo – vztah obratlů a míšních segmentů

Výběžek obratle	Úrovnňový rozdíl	Odpovídá míšnímu segmentu	Rozsah dermatomů
C1–C4		C1–C4	dolní čelist, přední a zadní strana krku, zátylek, po úroveň „límečku“
C5–C7, Th1	+ 1	C5–C8, Th1	od horní 1/3 hrudní kosti na ramena až po horní okraj lopatek, přední, boční, zadní a vnitřní strany paže
Th2–Th9	+ 2	Th2–Th12	od linie nad prsními bradavkami po úroveň symfýzy
Th10–Th12	+ 3	L1–L4	od třísel na přední stranu stehen až vnitřní stranu lýtek
L1	=	L5–S2	přední strana lýtek, boční a zadní strana stehen
L2	=	S3–Co	hýždě, perineum, perianální oblast

Z výše uvedeného anatomického popisu vyplývá i hlavní funkce míchy – působí jako dvousměrný vodivý systém mezi mozkem a periferním nervovým systémem prostřednictvím motorických a senzorických neuronů, jejichž vlákna se táhnou v dlouhých svazcích (*tracti*) do a z různých částí mozku. Další funkcí je vytváření jednoduchých, zejména obranných reflexů, prostřednictvím vmezeřených neuronů (interneuronů) zajišťujících přímé spojení mezi vlákny zadních a předních rohů míšních (okamžitá obranná reakce na silný senzorický podnět – např. reflexní úhyb končetinou po kontaktu s výrazným algickým podnětem, tzv. reflexní oblouk). (Obrázek 7)



Obrázek 7: Princip vedení vzruchu, reflexní oblouk (Převzato z: Tomeš, F., 2014)

PATOFYZIOLOGIE

Poranění páteře

Přímým poraněním nebo přenesením kinetické energie na kostěné a vazivové struktury páteře může dojít k těmto patofyziologickým pochodům:

- kompresní zlomeniny – částečná klínovitá komprese těla obratle nebo kompletní zploštění obratle,
- zlomeniny s úlomky a případnou prominencí do páteřního kanálu,
- subluxace – částečná osová dislokace obratle,
- distenze nebo ruptura meziobratlového vazivového aparátu.

Kterýkoli z těchto zraňujících mechanismů může vést k přerušení míchy nebo k jejímu útlaku v páteřním kanálu. V některých případech poranění označujeme jako nestabilní, které sice bezprostředně míchu neohrožují, nicméně nestabilita poškozených segmentů může nervovou tkáň míchy kdykoli poranit. Pokud je poraněn jeden segment páteře, bývá cca v 10 % poraněn i jiný segment. Proto pokud je indikace k imobilizaci krční páteře, je nutné provést i celotělovou imobilizaci. Nepřítomnost neurologického deficitu nevylučuje poranění páteře. Zachování sensorického cití a motorické odpovědi v plné míře ukazuje, že nervová tkáň není bezprostředně poškozena. Nález ale nevylučuje poranění kostěných struktur nebo fixačního vazivového aparátu páteře a riziko následného poškození nervové tkáně míchy.

Mechanismy poranění páteře

- **osové přetížení – komprese:**
 - náraz hlavy na pevnou překážku (např. katapultáž proti čelnímu sklu při dopravní nehodě, skok do mělké vody) nebo
 - pád/skok z výšky s dopadem na dolní končetiny přenesením kinetické energie z horních segmentů páteře způsobí poranění relativně fixní bederní a fixní křížové oblasti.
- **hyperflexe:** flekční mechanismus "brada na hrudník" (např. čelní náraz připoutané osoby se setrvačným dopředným pohybem hlavy),
- **hyperextenze:** náraz zezadu při dopravní nehodě s nedostatečně nastavenými hlavovými opěrkami,
- **boční přetížení – rotace:** protisměrný pohyb jednotlivých páteřních segmentů (např. boční náraz na oblast trupu se setrvalou pozicí hlavy),
- **distakce:** podélné přetížení (natažení) segmentů páteře – typickým příkladem je oběšení.

Při vysokoenergetických poraněních může docházet ke kombinaci výše uvedených mechanismů

Poranění míchy

Podobně jako u mozku i u míchy se v patofyziologii uplatňuje primární a sekundární poranění. Primární poranění vzniká ve chvíli působení ranivé síly a zahrnuje útlak v páteřním kanálu v důsledku poranění kostních struktur páteře, cizího tělesa nebo přímým přerušením krevního zásobení míchy. Sekundární poranění zahrnuje otok a ischemické poškození při neadekvátně aplikovaných terapeutických postupech a poranění kostními úlomky při nestabilních frakturách páteře v časovém odstupu od primárního poranění.

- Tupá poranění
 - poranění s vysokým přenosem energie (akcelerace, decelerace, přenos bočních sil, pády z výšky) přímo na oblast hlavy a krku a nepřímo na oblast trupu a pánve.
 - v mechanismu přenosu sil na trup se uplatňuje 1. Newtonův zákon (zákon setrvačnosti): těleso zůstává v klidu nebo rovnoměrně přímočarém pohybu, pokud na něho nezačnou působit jiné zevní síly. V praxi to znamená, že dojde k přenosu energie na oblast trupu, ten se dostává do pohybu, zatímco hlava, na kterou k přímému přenesení energie nedošlo, setrvává v klidu. V oblasti krční páteře dochází k překročení fyziologických limitů a různému stupni zraňujícího mechanismu. Podobný zraňující účinek se objevuje i u ostatních tělních segmentů.
 - pády z výšky, zejména u gerontologických pacientů, katapultáž z vozidel, skoky do neznámé vodní hladiny.
- Otevřená – penetrující poranění
 - poranění, kdy dochází k porušení tvrdé míšní pleny – bodné, střelné, punkční mechanismy poranění.

Rozdělení podle zachování funkcí pod úrovní poranění:

Kompletní: (transverzální míšní léze)

vymizení veškerého senzoryckého cití a motorické aktivity pod místem poranění bývá provázeno poruchou funkce detrusoru močového měchýře s rozvinutím časně močové retence, někdy priapismem – bolestivou trvalou erekcí.

Poznámka: Ačkoli je priapismus tradičně popisován jako typická známka kompletního přerušení míchy, je tento nález poměrně vzácný. Priapismus byl rovněž pozorován u poranění pánve, subdurálního míšního hematomu, případně nádorového růstu v oblasti míchy. Z etiologického hlediska je při úrazovém ději popisována převaha parasympatického působení v důsledku přerušení sympatických vláken při poranění krčních nebo horních hrudních segmentů a nekontrolovaného krevního zásobení topořivých těles. Pokud je zjištěn priapismus u raněného s podezřením na poranění páteře během vstupního vyšetření, lze předpokládat kompletní přerušení míchy. Pokud se objeví v pozdějších fázích, obvykle to není považováno za známku primárního přerušení míchy, ale může to být následek nešetrné imobilizace s dalším útlakem míchy, případně jako následek poranění jiných struktur.

Inkompletní

senzitivní a motorické funkce jsou částečně zachované. Tímto částečným zachováním funkcí může být zachovalé cití kolem análního kanálu a zachovalá funkce análního svěrače (tzv. sacral sparing), během druhotného kompletního vyšetření (secondary survey) je nutné po tomto zbytkově zachovalém cití aktivně pátrat (vyšetření per rectum) a zaznamenat jej.

Vybrané klinické jednotky spojené s inkompletním poraněním míchy:

- syndrom přední míšní arterie (syndrom arteria spinalis anterior): typicky vzniká jako následek útlaku cévního zásobní míchy kostním úlomkem obratle,
příznaky: oboustranná ztráta hybnosti, ztráta vnímání bolesti, teploty pod místem poranění, ochabnutí análního svěrače – inkontinence, retence moči,
- syndrom míšní šedi (central cord syndrom): následek hyperextenčního mechanismu poranění v oblasti C páteře,
příznaky: oboustranné oslabení svalové síly na horních končetinách s paresteziemi s normálním nálezem na dolních končetinách, přítomny jsou různé stupně poruchy detrusoru močového měchýře,
- Brown-Sequard syndrom: částečné laterální přerušení míchy způsobené většinou penetrujícím poraněním.
příznaky: ztráta hybnosti na postižené straně míchy a ztráta senzorického vnímání teploty a bolesti na kontralaterální straně.
- komoce míchy: dočasný neurologický deficit pod úrovní poranění projevující se poruchou až ztrátou senzorického cití (různé stupně parestezie horních končetin, poruchy sfinkterových funkcí), různým stupněm poruchy motorické odpovědi – jedná se o přechodné projevy míšního (spinálního) šoku.

Spinální šok

Poranění páteře je doprovázeno různým stupněm neurologického deficitu pod úrovní poranění. Tento neurologický deficit má variabilní délku trvání a rovněž tak i klinické projevy a závisí na síle inzultu vedeného na oblast nervových struktur. Soubor těchto příznaků se označuje pojmem míšní (spinální) šok, který však není šokem v pravém smyslu slova – nejedná se o porušení perfuze tkání. Míšní šok je charakterizován souborem projevů alterace nervového systému, které vznikají v prvních minutách po poranění míchy. Jsou přítomny výpadky motorických, senzorických a autonomních funkcí s areflexií nebo hyporeflexií a hypotonií pod úrovní míšní léze. Pokud dojde k projevům míšního šoku v oblasti horní krční páteře, je bezprostředně ohrožena inervace dýchacích svalů a stav se stává život ohrožujícím. Postupně dochází k obnově reflexů až k hyperreflexii jako následku novotvořených synapsí. Případný návrat motorických, senzorických a autonomních funkcí po odeznění míšního šoku závisí na rozsahu míšní léze. Pokud do 24 hodin nedojde k jakémukoli náznaku obnovy neurologických funkcí, lze předpokládat, že z 99 % se vyvinula trvalá míšní léze. Míšní šok může trvat několik dní, ale

i týdnů. V časných fázích po traumatu není možné určit, zda se jedná o projevy kómoce či míšního šoku. Rozlišení těchto klinických jednotek nehraje v přednemocniční nebo časně nemocniční fázi zásadní úlohu. Důležité je identifikovat a zaznamenat neurologický deficit během vstupního vyšetření a monitorovat vývoj tohoto stavu do doby předání.

Neurogenní šok

Šokový stav je způsoben porušením distribuce intravaskulárního objemu a poruchou perfuze tkání jako následek přerušení tonizačního účinku sympatiku na kardiovaskulární systém. Jedná se o život ohrožující stav vyžadující okamžitý terapeutický přístup.

Etiologie: z neuronů šedé míšní hmoty vystupují z míšních segmentů C8–L3 cestou předních míšních kořenů sympatická vlákna, která vstupují do sympatických ganglií uložených na každé straně páteře. Vlákna poté vytváří oboustranně sympatický kmen – *truncus sympaticus*. Sympatická vlákna z dolního krčního a horních hrudních segmentů (do úrovně segmentu Th6) ovlivňují kardiovaskulární systém (periferní vazokonstrikce, zvýšení srdeční kontraktility, zvýšení srdeční akce, vazodilatace koronárního řečiště). Následkem poranění míchy nad úrovní segmentu Th6 (přímé poranění nervové tkáně nebo útlak sympatických vláken kostními úlomky obratlů) dochází k porušení sympatického tonu na kardiovaskulární systém. Dochází k dysbalanci mezi tonizačním účinkem sympatiku a relaxačním účinkem parasympatiku ve prospěch nekoordinované aktivity bloudivého nervu – *nervus vagus*, n. X (vlákna parasympatiku vycházejí z výše uložených etáží z neuronů mozkového kmene a z něho vycházejících hlavových nervů, včetně n. X). Výsledkem je generalizovaný pokles systémové vaskulární rezistence s vazodilatací, redistribuce intravaskulárního objemu do periferních oblastí a relativní hypotenze.

Z převažující aktivity parasympatického systému se odvíjejí klinické příznaky neurogenního šoku:

- bradykardie ($\leq 60/\text{min}$),
- hypotenze ($< 90 \text{ mmHg}$),
- relativně teplá periferie,
- postupně se vyvíjející hypotermie jako následek tepelných ztrát z dobře prokrvených periferních částí.

DIAGNOSTIKA

Rychlé neurologické vyšetření slouží k vstupnímu zhodnocení neurologického stavu a provádí se před a po případné fixaci:

- sledováním reakce na výzvu k aktivnímu pohybu horních a dolních končetin,
- sledováním reakce na senzorický podnět od úrovně ramen distálně.

Příznaky poranění páteře:

- spontánní bolestivost v průběhu páteře,
- bolestivost při pohybu v průběhu páteře,
- bolestivost při palpaci v průběhu páteře,
- deformity v oblasti páteře,
- spasmus paravertebrální svaloviny jako reflexní odpověď na poranění,
- senzorický nebo motorický deficit po události (viz Příloha – tabulka 15 a 16),
- příznaky neurogenního šoku,
- priapismus (viz výše).

Absence těchto příznaků nevylučuje možné poranění. Pokud je zaznamenán mechanismus poranění, který by mohl vést k poranění páteře, je důležité zhodnotit spolupráci pacienta.

Proto poranění páteře předpokládáme pokud:

- jsou příznaky poranění páteře (viz výše),

anebo:

- pacient při vyšetření nespolupracuje,
- je alterace stavu vědomí – přidružené poranění hlavy, intoxikace,
- jiná intenzivní bolest přehlušuje bolesti způsobené vlastním poraněním páteře (např. fraktury dlouhých kostí, tzv. distracting injury),
- jsou přítomny jiné, např. komunikační překážky znemožňující spolehlivé vyšetření.

Klinický obraz poranění páteře ve vybraných segmentech:

- poranění nad úrovní segmentu C4 – **pentaplegie**
 - ztráta motorické funkce horních končetin, dolních končetin a dýchacího svalstva
 - nutnost trvalé podpůrné ventilace.
- poranění pod úrovní segmentu C4 – **tetraplegie**
 - vysoká tetraplegie (poranění mezi segmentem C4–C6): ztráta hybnosti a cití všech končetin, zachovalé cití ramen, šíje, obličeje, možný aktivní pohyb ramen, neschopnost sedu bez opory zad.
 - nízká tetraplegie (poranění mezi segmentem C6–C8): ztráta hybnosti a cití dolních končetin, částečně zachovalé motorické a senzitivní funkce horních končetin s možností nácviku pasivního nebo částečně aktivního úchopu, schopnost sedět bez podložení zad, tzv. zamčený loketní kloub.
- poranění pod úrovní segmentu Th1 – **paraplegie**

- vysoká paraplegie (poranění mezi segmenty Th1–Th8): ztráta motorické funkce a senzorické funkce dolních končetin, zachované senzorické čítí od úrovně prsních bradavek kraniálně.
- nízká paraplegie (poranění mezi segmenty Th8–Th10/L1): ztráta motorické hybnosti dolních končetin – při poraněních distálních míšních segmentů může být hybnost a čítí dolních končetin částečně zachováno. Senzorické čítí zachováno od oblasti pupku kraniálně.

Výše uvedené rozdělení úrovní postižení je hrubě orientační pro podmínky vstupního vyšetření. Hlavním cílem ošetřujícího personálu je během následné péče ve specializovaných centrech „boj“ o funkčnost každého z postižených segmentů, zejména v oblasti krční páteře.

Penetrující poranění trupu, které přímo nezasahuje oblast páteře nebo není vedeno nad úroveň klíčních kostí, **není indikací k provádění imobilizace krční páteře**. Pokud pacient nemá neurologický deficit v době vzniku poranění, je pouze malá pravděpodobnost, že se vyvine s časovým odstupem. Vlastní ranivý účinek je dán poškozením tkání v okolí raného kanálu a nedochází k přenosu sil na oblast páteře a riziku vzniku poškození kostěných nebo ligamentózních struktur a následnému vzniku nestabilních zlomenin, jako tomu bývá u tupých poranění. Pacienti s penetrujícím poraněním trupu vyžadují jiné život zachraňující výkony a provádění stabilizace páteře může vést k časové prodlevě. Nicméně může dojít ke kombinaci penetrujícího poranění trupu a následnému tupému poranění páteře (pád z výšky) a v takových případech je nutné zvážit provedení stabilizace páteře.

TERAPIE

C – ABCDE

Zástava zevního krvácení jako nejvyšší priorita (viz kapitola KRVÁCENÍ – PRINCIPY OŠETŘENÍ)

C – ABCDE

Stabilizace krční páteře MILS (manual in-line stabilization) manévrem – před vstupním oslovením se provede stabilizace páteře tímto způsobem a trvá po celou dobu primárního ošetření do doby přípravy na transport s provedením kompletní stabilizace a imobilizace.

Ošetření pacientů se známkami poranění páteře se zaměřuje na prevenci sekundárního poranění mozku (postup shodný s postupem při poranění hlavy):

- prevence hypoxie: zabezpečení průchodnosti dýchacích cest s adekvátní oxygnoterapií a udržení saturace krve kyslíkem $\geq 95\%$,
 - v případě řízené ventilace normokapie EtCO₂ 35–40 mmHg.

C – ABCDE

- prevence hypovolémie: zabezpečení adekvátní volumové resuscitace s udržením $sTK \geq 110 \text{ mmHg}$ pro věkovou kategorii 15–49 let a nad 70 let
 - $sTK \geq 100 \text{ mmHg}$ pro věkovou kategorii 50–69 let,
- nebo hmatná **pulzace na periférii**.

K dosažení požadované hodnoty systolického krevního tlaku lze použít vazopresory (noradrenalin). Indikace k aplikaci včetně dávkování se provádí ve spolupráci s lékařem.

Neurogenní šok: nadměrný přísun tekutin u pacienta s neurogenním šokem může způsobit edém plic – intravaskulární objem krve není snížen ztrátou vlivem krvácení, dochází „pouze“ k její redistribuci do dilatované periferie. Hypotenze však může být způsobena také krevní ztrátou při současně přítomném vnitřním krvácení (pády z výšky). Při podezření na riziko vnitřního krvácení u současně zjištěného poranění páteře je doporučeno podat úvodní bolus 250 ml krystaloidu a sledovat odpověď oběhového systému. Pokud nedojde k odpovědi organismu na podané tekutiny (kvalita pulzu na periférii), je doporučeno podat inotropní látky – katecholaminy.

C – ABCDE

Na základě mechanismu poranění a rychlého neurologického vyšetření je indikována kompletní stabilizace krční páteře. Pokud není k dispozici krční límec a head-bloky, pak je hlava po celou dobu fixována v manuální osově stabilizaci (MILS) do doby provedení kompletní stabilizace krční páteře.

C – ABCDE

Prevence hypotermie (použití termofólií včetně zakrytí hlavy, odstranění vlhkých částí výstroje, zejména při letecké evakuaci).

Příprava na transport: celotělová imobilizace, kompletní stabilizace a imobilizace krční páteře aplikací krčního límce, tzv. head-bloků (případně formováním okrajů vakuové matrace) a fixace hlavy k podložce náplastovými pruhy přes čelo a podbradník krčního límce.

Pokud jsou jakékoli pochybnosti o tom, zda imobilizaci provést či nikoli, imobilizace se provede.

Poznámky k problematice stabilizace a imobilizace krční páteře

Stabilizace páteře se řídí stejnými principy jako stabilizace zlomenin dlouhých kostí – pravidlo stabilizace kloubu nad a pod místem poranění. Těmito klouby v případě páteře jsou myšleny hlava a pánev. Poranění v jedné oblasti páteře bývá doprovázeno poraněním v jiné oblasti, proto pokud stabilizaci a následnou imobilizaci indikujeme, provádí se vždy celotělovým způsobem – tedy stabilizace a imobilizace C páteře a celotělová imobilizace (např. do vakuové matrace). Při celotělové imobilizaci se nejprve k vybranému prostředku fixuje trup a končetiny, poté hlava.

Problematika stabilizace krční páteře je stále diskutována a názory se postupně vyvíjejí. Koncept PHTLS (Prehospital Trauma Life Support) i ATLS (Advanced Trauma Life Support) ve svém aktuálním vydání doporučuje provést kompletní stabilizaci a imobilizaci krční páteře ve fázi přípravy pacienta k transportu, tedy po provedení vyšetření podle algoritmu C-ABCDE. Do doby kompletní stabilizace a imobilizace je krční páteř fixována metodou MILS – jedna osoba je tedy určena pro tuto stabilizaci. Během provádění manévru stále monitoruje průchodnost dýchacích cest. Pokud bude třeba tuto osobu uvolnit, je nezbytné provést kompletní stabilizaci a imobilizaci krční páteře již v úvodním stadiu vyšetřování. Hlavním cílem je zabránit nekontrolovanému pohybu v oblasti krční páteře u zraněného, kde můžeme toto poranění předpokládat. Pro účely kurzu UPP respektujeme výše uvedené doporučení, tedy provést stabilizaci krční páteře od počátku MILS manévrem do doby kompletní stabilizace a imobilizace krční páteře. Pokud by byla provedena kompletní stabilizace v úvodu vyšetřovacího algoritmu, je třeba si být vědom rizika nekontrolovaného pohybu trupu s fixovanou hlavou k podložce během provádění vyšetření (např. reakce na nešetrné palpační vyšetření). Z tohoto důvodu, v souladu s PHTLS a ATLS, doporučujeme zajistit krční páteř MILS manévrem v úvodu vyšetřovacího postupu a kompletní stabilizaci a imobilizaci krční páteře provést až ve fázi přípravy k transportu. Jsou-li však odpovědným zdravotníkem (lékařem) zajištěny dýchací cesty s anestetickou medikací, je riziko nekontrolovaných pohybů menší a kompletní stabilizaci a imobilizaci krční páteře je možné provést s menším rizikem již v úvodní fázi. Stabilizaci a imobilizaci krční páteře (stejně tak celotělovou stabilizaci a imobilizaci) provádíme tehdy, pokud jsou přítomny známky jejího poranění (viz výše).

Penetrující poranění samo o sobě není indikací k provádění stabilizace krční páteře, pokud není vedeno přímo v oblasti páteře nebo není nad úroveň klíčních kostí (viz výše).

Manuální osová stabilizace do neutrální polohy (MILS – manual in-line stabilization):

Neutrální pozici rozumíme osově shodné postavení krční a torakolumbální páteře. Oči se v poloze vleže dívají přímo vzhůru, kolmo k podložce. Směr pohledu za sebe svědčí o hyperextenzi hlavy (staré osoby – rigidita hrudní páteře a fixovaná hrudní kyfóza s nutností vypodložení zátylku), pohled před sebe (brada na prsa) o hyperflekčním postavení (dětí – velký zátylek s nutností vypodložení pod rameny).

ležící pacient: zajistíme obouručně neutrální postavení hlavy s aplikací jemného/mírného tahu,

sedící nebo stojící zaklíněný pacient: aplikace mírného tahu tak, abychom překonali odpor daný vahou hlavy a zajistili neutrální pozici.

Kontraindikace: manévr musí být přerušen, pokud během jeho provádění zjistíme:

- odpor v pohybu,
- spasmus krčního svalstva,
- zvýšení bolestivosti,
- alterace dýchání – nástup obstrukce dýchacích cest,
- nástup nebo zhoršení neurologického deficitu (parestzie nebo motorický deficit).

Pokud nelze hlavu postavit do neutrální polohy, musí být za pomoci improvizčních postupů fixována ve stávající pozici.

Krční límec

Rigidní krční límec zabrání flexi a extenzi krční páteře do 90 % rozsahu pohybu, rotačním pohybům zabrání pouze v 50 % rozsahu. Nesprávná velikost krčního límce může zhoršit neurologický deficit při nestabilním poranění páteře. Krční límec nesmí zamezit otevření úst (při riziku zvracení) a nesmí omezit dýchání.

Kompletní stabilizace a imobilizace krční páteře se provádí aplikací krčního límce s následnou fixací hlavy tzv. head-bloky po každé straně hlavy a fixací k podložce, nejčastěji pruhy náplastí přes čelo a podbradník krčního límce.

Celotělové imobilizační prostředky:

Vakuová matrace – nejrozšířenější celotělový imobilizační prostředek,

Rigidní/vyprošťovací imobilizační prostředky (scoopboard, backboard, Kendrick, Spencer, NEANN) – jejich použití se doporučuje pouze pro vyproštění. Rizikem je časná tvorba dekubitů u pacientů s poraněním páteře a porušením sympatické inervace.

Nejčastější chyby v procesu stabilizace a imobilizace:

- nedostatečná imobilizace a upevnění k celotělovému imobilizačnímu prostředku s umožněním pohybu končetin a trupu vůči hlavě a rotačních pohybů při manipulaci během transportu,
- nesprávně zvolená velikost krčního límce,
- imobilizace s hyperextenčním nebo hyperflekčním postavením hlavy bez použití adekvátního vypodložení,
- imobilizace a fixace hlavy k celotělovému prostředku před fixací končetin a trupu, případně upravování nastavení fixačních pruhů trupu a končetin po imobilizaci hlavy – dojde ke změně pozice hlavy vůči trupu,
- imobilizace krční páteře a hlavy u nespolupracujícího pacienta s motorickým neklidem,
- ponechání pacienta na dobu delší než nezbytně nutnou na rigidním imobilizačním prostředku s rizikem vzniku dekubitů a celkového dyskomfortu,
- imobilizace pacienta, u kterého není indikovaná.

Výběr a použití vybraného imobilizačního prostředku závisí na zvyklostech konkrétního pracoviště, aktuálním materiálním vybavení, vyžaduje však dokonalou uživatelskou znalost.

Neindikovaná imobilizace páteře může vést k některým komplikacím (ischemizace kůže, bolestivost, dyskomfort, omezení dýchání). Je důležité si být vědom mechanismů, kdy můžeme poranění páteře předpokládat. Pokud během vyšetření nezjistíme indikaci k provedení imobilizace, pak ji neprovádíme.

PŘÍLOHA

Tabulka 15: Popis dermatomů inervovaných z krčních míšních segmentů a topografická úroveň jejich vyšetření

Míšní segment	Rozsah senzorické inervace povrchu trupu (dermatomy)	Topografická úroveň taktilního vyšetření
C2	oblast zátylku	úroveň okcipitálního výběžku
C3	oblast mezi linií dolní čelisti a nadklíčkovou jamkou	úroveň nadklíčkové jamky
C4	oblast mezi linií dolního okraje štítné chrupavky po dolní okraj jugulární jamky až k vrcholu akromioklavikulárního spojení	úroveň akromioklavikulárního spojení
C5	oblast mezi linií dolního okraje jugulární jamky po úroveň <i>manubrium sterni</i> , přední a vnější strana ramena, vnější strana paže	vnější okraj předloketní jamky
C6	vnější strana paže až na úroveň palce	palec
C7	zadní strana paže až na úroveň prostředníku	prostředník
C8	vnitřní strana paže až na oblast hypotenaru a malíku	malík
Th1	pruh v úrovni <i>manubrium sterni</i> a dále na přední a vnitřní stranu paže	vnitřní okraj předloketní jamky

Tabulka 16: Popis myotomů inervovaných z krčních míšních segmentů a klinické projevy při postižení

Míšní segment	Motorická inervace svalových skupin (myotomy)	Funkce	Motorický deficit při postižení
C3–C4	bránice	hlavní dýchací sval	ztráta dýchacích funkcí, nutnost dechové podpory
C4	<i>m. deltoideus</i>	stabilizace ramenního kloubu, zabránění luxace, pohyby paže v ramenním kloubu	nemožnost pohybů v oblasti ramena – předpažení, upažení, zapažení
C4–C5	<i>m. biceps, m. brachialis</i>	flexe v loketním kloubu	neschopnost provést ohnutí v lokti, předpažení a připažení
C6	zadní skupina svalů předloktí – extenzory ruky, prstů a palce – větve <i>n. radialis (mm. ext. digit., m. ext. carpi rad.)</i>	extenze v zápěstí (extenze ruky) a prstů, odtažení palce	nemožnost provést natažení v zápěstí, úklon zápěstí směrem za malíkem, neschopnost odtažení palce
C7	<i>m. triceps</i>	extenze v loketním kloubu	nemožnost provést natažení v lokti
C8	přední skupina svalů předloktí – flexory ruky, prstů a palce – větve <i>n. medianus (mm. flexor. digit.)</i>	flexe ruky v zápěstí a palce	nemožnost flektovat prsty – ruka v pěst, ohnutí palce
Th1	svaly tenaru – abduktory prstů (svaly tenaru) – větve <i>n. ulnaris (mm. abd. dig. min.)</i>	abdukce malíku	nemožnost odtažení, flexe malíku

ZDROJE

Advanced Trauma Life Support. ATLS. Student Course Manual. 9th Edition. USA: American College of Surgeons, 2012. ISBN 188-0-69602-9.

DAVE, S. a J. J. CHO. Neurogenic Shock. StatPearls [on-line]. Treasure Island: StatPearls Publishing; 2019 [cit. 2019-05-20]. Dostupné z: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK459361/>

GALEIRAS VÁZQUEZ, R., FERREIRO VELASCO, M. E. et al. Update on traumatic spinal cord injury. Part 1. *Medicina Intensiva* [on-line]. 2017, 41(4), 237–247 [cit. 2019-05-20]. ISSN 2173-5727 Dostupné z: <http://www.medintensiva.org/en-pdf-S2173572717300681>

HAGEN, E. M. Acute complications of spinal cord injuries. *World Journal of Orthopaedics* [on-line]. 2015, 6(1), 17–23 [cit. 2019-05-20]. ISSN 2218-5836. Dostupné z: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4303786/pdf/WJO-6-17.pdf>

HÁJEK, P. *Neuroanatomie*. Výukový portál LF HK [on-line]. Hradec Králové: Univerzita Karlova v Praze, Lékařská fakulta v Hradci Králové, 2017 [cit. 2019-05-19]. Dostupné z: <https://publi.cz/books/219/index.html?secured=false#Impresum>

CHIN, L. S., MESFIN, B. F. et al. *Spinal Cord Injuries Guidelines*. MedScape [on-line]. New York: WebMD, 2018 [cit. 2019-05-20]. Dostupné z: <https://emedicine.medscape.com/article/793582-guidelines>

National Spinal Cord Injury Statistical Center. *Spinal Cord Injury – Facts and Figures at a Glance* [on-line]. Birmingham, AL: University of Alabama at Birmingham, 2018 [cit. 2019-05-19]. Dostupné z: <https://www.nscisc.uab.edu/Public/Facts%20and%20Figures%20-%202018.pdf>

PONS, P. T. et al. (eds). *PHTLS: Prehospital Trauma Life Support. Military Eight Edition*. Burlington, MA: Jones & Bartlett Learning, 2016, 897 s. ISBN 978-1-284-04175-0.

TCCC Guidelines for Medical Personnel. National Association of Emergency Medical Technicians – Committee on TCCC [on-line]. Mississippi: 2017 [cit. 2018-02-20] Dostupné z: <https://www.naemt.org/education/naemt-tccc/tccc-ac-guidelines-and-curriculum>

THEODORE, N., HADLEY, M. N. et al. Prehospital Cervical Spinal Immobilization After Trauma. *Neurosurgery* [on-line]. 2013, 72(Suppl. 2), 22–34 [cit. 2019-05-20]. ISSN 1524-4040. Dostupné z: https://www.cns.org/sites/default/files/guideline-chapter-pdf/Prehospital_Cervical_Spinal_Immobilization_After.6.pdf

PORANĚNÍ HRUDNÍKU

Poranění hrudníku patří mezi nejčastější typy poranění s širokou etiologií představující jak tupá (autonehody, pády z výšek, údery, crush syndrom), tak penetrující (střely, nože, trubky) poranění. Nerozpoznání těchto poranění a neposkytnutí adekvátní léčby vede u pacientů k rozvoji hypoxie, hyperkapnie a šoku. 85 % z těchto poranění je možné zvládnout jednoduchými postupy – podáním kyslíku, podporou dýchání, analgezií, punkcí/drenáží. Zbýlých 15–20 % pak vyžaduje výkon na operačním sále.

Navzdory výše uvedenému představují poranění hrudníku až 30 % ze všech preventabilních úmrtí způsobených traumatem.

ANATOMIE

Hrudní koš má přibližně tvar válce, který spoluvytváří 12 párů žeber a svalový aparát. 10 párů žeber je spojených s páteří a sternem, poslední 2 páry mají spojení jen s páteří a nazývají se plovoucí.

Pojem hrudní koš neznamena to samé jako hrudník, neboť přibližně od 6.–7. žebra vytváří hrudní koš pevnou schránku i pro část břišních orgánů. Proto poranění hrudního koše v této oblasti může představovat kombinované poranění jak hrudníku, tak břicha.

Vlastní hrudní dutiny (pravá, levá) jsou ohraničeny nástěnnou pleurou (blánou, která pokrývá vnitřní část hrudníku), na plicích je pak pleura viscerální. Mezi oběma blánami je minimální prostor s lemem tekutiny. Podtlak, který je zde udržován, zajišťuje přenos síly mezi hrudní stěnou a plicemi. Díky tomu se při rozpínání hrudního koše při nádechu rozpínají i plíce. Při výdechu je situace opačná.

Prostor mezi dvěma pleurálními dutinami se nazývá mediastinum, ve kterém probíhají velké cévy (aorta, horní a dolní dutá žíla) a je zde uložena trachea, jícen a srdce.

Vzhledem k těsnému vztahu těchto struktur k hrudní páteři představuje (dislokující) poranění páteře riziko jejich poranění.

FYZIOLOGIE

Hrudník, potažmo orgány v hrudníku uložené se podílejí na 2 základních životních funkcích:

- dýchání,
- cirkulaci – zachování krevního oběhu

(v algoritmu písmena B a C), které mohou být při poranění hrudníku ovlivněny.

Dýchání (viz kapitola DÝCHÁNÍ, DÝCHACÍ CESTY)

Cirkulace

Aby srdce, které je uloženo v centru hrudníku (mediastinu), plnilo svoji funkci pumpy, musí být plněno dostatečným množstvím krve. Tuto potřebu zajišťují 2 hlavní cévy (v. *cava inferior* a *superior*).

Procesy, které narušují návrat krve do srdce, ať už z důvodu krevní ztráty, zvýšení nitrohrudního tlaku či vlastního poranění srdce a jeho obalů, vedou ke snížení tepového objemu (TO = tepový objem, objem krve, které srdce vypudí během jednoho stahu ± 70 ml) a tím i k poklesu TK.

Snížení srdečního výdeje je zaznamenáno baroreceptory (monitorace TK) a vede ke zvýšení TF jako kompenzačního mechanismu k zachování MSV (minutového srdečního výdeje) a tím i TK.

$$MSV = TF \times TO$$

Z výše uvedeného tedy vyplývá, že základními klinickými projevy poranění hrudníku jsou:

- tachykardie (zrychlený tep),
- tachypnoe (zrychlený dech).

PATOFYZIOLOGIE

Rozdělení poranění hrudníku ve vztahu k nástěnné pleuře:

PENETRUJÍCÍ PORANĚNÍ

Poranění nástěnné pleury může vést k pronikání vzduchu a tím i k narušení spojení (podtlaku) mezi nástěnnou a viscerální pleurou, což může vést ke kolapsu plic. Stejně tak k tomu může docházet při poranění plic samotné. Výsledkem obou procesů je pneumotorax.

Daný stav pak vede ke snížení ventilační kapacity – dýchá jen jedna plica a u pacienta se rozvíjí dušnost (subjektivní pocit nedostatku kyslíku).

Pokles PaO_2 je zaznamenán receptory, respiračním centrem a vede k zvýšení dechové frekvence tak, aby nahradilo ztrátu jedné plic. Tato situace může být po určitý čas pacientem tolerována.

Časem však dochází k vyčerpání a respiračnímu selhání, které se projeví nárůstem dušnosti, zvýšením $PaCO_2$ a snížením PaO_2 .

TUPÁ PORANĚNÍ

Představují skupinu poranění, kde nedochází k poranění nástěnné pleury. Energie je pohlcena buď hrudní stěnou (hematomy, zlomeniny žeber...), nebo předána nitrohrudním orgánům. To může vést jak ke vzniku pneumotoraxu (natržením viscerální pleury proniká vzduch z plic do pleurální dutiny), tak ke vzniku plicní kontuze (= prokrvácení plicní tkáně = alveoly vyplněné krví → snížení ventilační kapacity → pokles oxygenace → pokles PaO_2 → dle rozsahu pak rozvíjí dušnost, tachypnoe).

DIAGNOSTIKA

Základem procesu stanovení správné diagnózy je získání všech dostupných informací. Tedy anamnéza od pacienta či okolí (mechanismus úrazu, doba, terapie) a samotné fyzikální vyšetření.

SUBJEKTIVNÍ OBTÍŽE (SUBJ)

- bolest zhoršující se při dýchání či pohybu,
- dušnost nebo nemožnost se pořádně nadechnout,
- úzkost.

Absence jednotlivých symptomů nevylučuje poranění hrudníku.

OBJEKTIVNÍ NÁLEZ – FYZIKÁLNÍ VYŠETŘENÍ (OBJ)

Založeno na 4 základních vyšetřeních – POHLED, POHMAT, POSLECH a POKLEP (4P) s různou výtežností v závislosti na situaci (hluk, špatné světelné podmínky, zkušenost).

▪ **Pohled**

- barva kůže (bledá může být známkou šoku, cyanotická především akrálních částí jako projev hypoxie),
- dechová frekvence a charakter (bradypnoe, tachypnoe, ortopnoe – dechová tíseň se upraví po vertikalizaci, gasping),
- náplň krčních žil (nemusí být patrné při hypovolémii),
- symetričnost dýchacích pohybů hrudní stěny,
- kontuze, rány, hematomy,
- paradoxní dýchání.

▪ **Pohmat**

- boční i předozadní,
- bolest, krepitace, nestabilita, podkožní emfyzém.

▪ **Poslech**

- vyžaduje určitou zkušenost,
- srovnávat vždy s druhou stranou (meandrovitý pohyb),
- poslouchat i oblast axily – pouze ventrálně by proudící vzduch z trachey mohl vyšetřujícího zmást a situaci by vyhodnotil nesprávně,
- srdeční ozvy: nepravidelné (tupé poranění myokardu),
oslabené (Beckova trias + zvýšená náplň krčních žil, hypotenze u srdeční tamponády),
tachy/bradykardie.

▪ Poklep

- vyžaduje zkušenost,
- nutnost srovnávání s druhou stranou,
- hypersonorní (bubínkový) = vzduch v pohrudniční dutině (tPNO),
- ztemnělý = tekutina v pohrudniční dutině (hemotorax),
- omezená výtěžnost vzhledem k možnému hluku v okolí.

Adjuncts: pulzní oxymetrie, kapnometrie.

ŽIVOT OHROŽUJÍCÍ PORANĚNÍ HRUDNÍKU

Život ohrožující poranění lze sjednotit pod mnemotechnickou pomůckou **ATOMI(I)C**. Aktuálně je ke komponentě **I** zařazeno tracheobronchiální poranění, nicméně vzhledem k dlouhodobě zažité problematice i ne zcela nízkému počtu poranění typu vlajícího hrudníku jsme se tuto problematiku v učebním textu rozhodli ponechat.

U každé klinické jednotky je uvedeno písmeno z algoritmu **C-ABCDE** podle toho, který kompartment je daným poraněním bezprostředně ohrožen:

A irway obstruction	A (viz kapitola DÝCHÁNÍ, DÝCHACÍ CESTY),
T ension pneumothorax	B, C,
O pen pneumothorax	B,
M assive haemothorax	B, C,
T racheobronchial disruption	B, C,
F loating chest	B,
C ardiac tamponade	C.

PNEUMOTORAX

- výskyt u 20 % poranění hrudníku,
- přítomnost vzduchu v pleurální dutině,
- etiologie: penetrující poranění plic, tracheobronchiální poranění, blast syndrom.

1) NEKOMPLIKOVANÝ

Patofyziologicky ovlivňuje především dýchání = B.

▪ Patofyziologie

- jednorázové proniknutí vzduchu do pleurální dutiny,
- malé množství vzduchu – plášťový PNO,
- větší množství vzduchu – kolaps postižené plíce.

▪ Klinický obraz

- SUBJ: bolest hrudníku zvláště při dýchání, dušnost,
- OBJ: oslabené dýchání na postižené straně, dále viz 4P.

▪ Terapie

- oxygenoterapie,
- i. v. vstup (pro případ léčby rozvíjejícího se šoku),
- monitorace dle možností (pulzní oxymetr),
- poloha vsedě (ranění netolerují horizontálu – zapojení pomocných dýchacích svalů po vertikalizaci zmírňuje obtíže),
- transport na vyšší etapu za kontinuální monitorace pro možný rozvoj tPNO.

2) OTEVŘENÝ

Patofyziologicky ovlivňuje především dýchání = B.

▪ Patofyziologie

- pronikající poranění hrudní stěny (nástěnná pleura), perzistující otevřená rána,
- narušení podtlaku → kolaps plíce,
- vzduch je nasáván otvorem při nádechu, kterým jej při výdechu opouští,
- v případě, že je otvor větší než 2/3 průměru trachey, je vzduch preferenčně (v důsledku menšího odporu) nasáván otvorem v hrudníku a nikoliv skrze tracheu → zdravá plíce není ventilovaná.

▪ Klinický obraz

- SUBJ.: bolest hrudníku zvláště při dýchání, dušnost, úzkost,
- OBJ.: oslabené/neslyšné dýchání na postižené straně, viditelná rána, probublávání, zpěněná tekutina v okolí rány, tachypnoe.

▪ Terapie

- uzávěr defektu (poloprodyšné i neprodyšné chlopně, improvizovaný uzávěr defektu),
- oxygenoterapie, analgoterapie,
- transport pacienta na vyšší etapu s kontinuální monitorací – prevence rozvoje tenzního PNO.

POZOR

V případě, že dojde po aplikaci chlopně k rozvoji či zhoršení dušnosti, je nutné toto krytí na několik sekund sejmout. Pakliže se i přes tento postup dušnost a stav pacienta zhoršuje, je nutno myslet na rozvoj tenzního PNO a provést dekompresi hrudníku.

Definitivní léčbou je uzavěr defektu s hrudní drenáží.

3) TENZNÍ

Život ohrožující stav, patofyziologicky ovlivňuje dýchání i oběh = B+C.

▪ Etiologie

Tupá i penetrující poranění hrudníku, ventilace pozitivním přetlakem při ÚPV zvyšuje riziko vzniku tPNO po předchozím traumatu hrudníku.

▪ Patofyziologie

Vzduch pronikající do pleurální dutiny nemá kudy unikat, hromadí se → zvýšení nitrohrudního tlaku, který zhoršuje funkci srdce a plic i na nepostižené straně.

Ovlivnění funkce srdce – k plnění srdce dochází v diastole, kdy je srdce relaxováno. Zvýšení nitrohrudního tlaku vede ke kompresi srdce v diastole, což má za následek snížení objemu krve, které je srdce v diastole schopné pojmout. Důsledkem je pak snížení EDV (end-diastolického objemu = objem krve v komoře na konci diastoly). To vede k snížení TV (tepového objemu – objemu krve vypuzeného v průběhu jednoho stahu) → snížení MSV (minutového srdečního objemu) → snížení TK → rozvoji šoku.

$$MSV = TO \times TF$$

Pro udržení tlaku tedy musí kompenzatorně dojít ke zvýšení TF = tachykardii.

Snížení EDV vede k městnání krve v periférii, které se může projevit zvýšenou náplní krčních žil.

Ovlivnění funkce plic – komprese zdravé plicé prohloubí ztrátu ventilační kapacity (t. č. již jedna plic nefunguje), což povede ke snížení oxygenace → poklesu PaO₂. Nejvýraznějším klinickým projevem tohoto stavu bude zhoršení dušnosti doprovázené tachypnoí (zvýšená frekvence nahrazuje sníženou kapacitu, podobně jako u srdce).

▪ Klinický obraz

Rozvoj závisí na rychlosti a rozsahu:

- SUBJ.: z počátku bolest, dušnost, zhoršené dýchání, neklid, později progresivní dušnost, tachypnoe, úzkost – strach ze smrti.
- OBJ.:
Pohled
 - tachypnoe,
 - asymetrické pohyby hrudníku, inspirační postavení, rána, hematom, kontuzní ložiska, naplněné jugulum, nad a podklíčkové prostory, cyanóza (pozdní známka),

Pohmat

- krepitace kostních úlomků, nestabilita hrudní stěny,
- podkožní emfyzém, deviace trachey (pozdní známka).

Poslech

- tachykardie, tachypnoe,
- oslabené až vymizelé dýchání na postižené straně (vyžaduje praxi ke zhodnocení a vyžaduje srovnávání s druhou stranou).

Poklep

- bubínkový (využití v přednemocniční fázi je téměř nulové, avšak pro úplnost jej zde uvádíme).

▪ **Terapie**

- dekomprese (už při podezření) viz Poranění hrudníku – specifické dovednosti.

Některé známky tPNO nemusí být vyjádřeny nebo může být obtížné je identifikovat:

- cyanóza – špatné osvětlení, barva kůže, zaschlá krev či nečistoty,
- zvýšená náplň krčních žil – při současné krevní ztrátě či poloze vleže nemusí být naplněné.

HEMOTORAX

▪ **Etiologie**

Poranění svalů, interkostálních cév, plicního parenchymu, plicních žil, střížná poranění velkých cév (náhlá decelerace) s katastrofickým krvácením.

▪ **Patofyziologie**

- každá z pleurálních dutin představuje prostor o objemu asi 3 litry,
- krvácení nemusí být zevně zjevné, avšak může být dostatečně významné k rozvoji šoku,
- krev hromadící se v pleurální dutině utlačuje plíci a brání jejímu řádnému rozvinutí → snížení ventilační kapacity → pokles PaO₂. Toto vede k aktivaci dechového centra. Výsledkem je tachypnoe a subjektivně pociťovaná dušnost,
- může se vyskytovat samostatně či v kombinaci s dalším druhem poranění.

▪ **Klinický obraz**

- vyplývající z krvní ztráty (C) → tachykardie, tachypnoe, zmatenost (hypoperfuze mozku), bledost, známky šoku,
- vyplývající z útlaku plíce (B) → oslabené dýchání, tachypnoe, ztemnělý poklep.

▪ **Terapie**

- oxygenoterapie (B),
- monitorace hemodynamického stavu s adekvátní tekutinovou resuscitací (C),
- léčba bolesti,
- transport na vyšší etapu.

Definitivní řešení spočívá v drenáži hrudníku, ev. v torakotomii.

VLAJÍCÍ HRUDNÍK

▪ **Etiologie**

Především tupá poranění hrudní stěny (pády z výšky, nárazy na volant...)

▪ **Patofyziologie**

- zlomenina 2 a více žeber na dvou místech,
- část hrudní stěny není dále spojena se zbytkem hrudního koše,
- kontrakce svalů hrudní stěny společně s bránicí při nádechu zvedá hrudní stěnu,
- vlající část, která není spojena se zbytkem hrudního koše, vpadává v důsledku zvyšujícího se negativního tlaku v pleurální dutině,
- podobně, když dochází k relaxaci svalů při výdechu, se zvyšuje nitrohrudní tlak a dochází k pohybu vlající části směrem dopředu,
- tento paradoxní pohyb činí ventilaci méně účinnou,
- stupeň respirační insuficience je pak závislý na rozsahu postižení,
- energie, která je nutná k vytvoření podobného traumatu, je zároveň přenášena na přilehlou plicní tkáň, kde vede ke kontuzi (prokrvácení plicních sklípků, které se pak nemohou podílet na oxygenaci).

▪ **Klinický obraz**

- SUBJ.: bolest zvláště při pohybu (nádechu) hrudníku →povrchové dýchání + dušnost (snížená ventilační kapacita, snížené dechové exkurze).
- OBJ.: hematoma, krepitace, defekt, spasmus svalů nad postiženou oblastí (ztěžuje vizualizaci paradoxního pohybu, který se zvyrazňuje až při svalové únavě).

▪ **Terapie**

- oxygenoterapie (kontuze plic, snížené dechové exkurze),
- analgezie (zlomená žebra),
- CPAP (continuous positive airway pressure), UPV (pacienti s těžkou respirační insuficiencí či při dlouhých transportech).

Snaha o přednemocniční stabilizaci hrudní stěny je kontraindikována pro riziko zhoršení ventilace (další omezení pohybů hrudníku).

TRACHEOBRONCHIÁLNÍ PORANĚNÍ

▪ Etiologie

Většinou penetrující poranění hrudníku nebo vysokoenergetická tupá poranění.

▪ Patofyziologie

- poranění nitrohrudní části trachey nebo jednoho z hlavních bronchů či bronchů sekundárních,
- intenzivní pronikání vzduchu do pleurální dutiny či mediastina bez možnosti úniku z těchto prostorů vede k velmi rychlému rozvoji tenzního pneumotoraxu či pneumomediastina (přítomnost vzduchu v mediastinu = prostoru mezi dvěma pleurálními dutinami), jehož patofyziologie je obdobná jako u srdeční tamponády. V tomto případě je však útlak srdce způsoben pronikajícím vzduchem a ne tekutinou,
- vzduch, který preferenčně uniká z poraněných DC, se dále neúčastní oxygenace, což prohlubuje respirační insuficienci,
- ventilace s pozitivním přetlakem může výrazným způsobem akcentovat rozvoj jak tenzního pneumotoraxu, tak i pneumomediastina.

▪ Klinický obraz

- výrazná respirační insuficience → aktivace kompenzačních mechanismů: tachypnoe, tachykardie, vtahování nadklíčkových prostorů, rozšiřování nosních dírek (nasal flaring) jako následek zapojení pomocných dýchacích svalů při usilovném dýchání,
- rozsáhlý podkožní emfyzém především v oblasti horní poloviny hrudníku a krku,
- chrčení,
- hemoptýza (vykašlávání krve), která se dostává skrze poranění do DC, kde vyvolává kašlací reflex,
- dále příznaky související s rozvojem tenzního pneumotoraxu či pneumomediastina.
I zde však platí, že některé z typicky uváděných projevů těchto stavů nemusí být vyjádřeny (zvýšená náplň krčních žil maskovaná emfyzémem, deviace trachey...),
- snížené hodnoty saturace na pulzním oxymetru.

▪ Terapie

- oxygnoterapie,
- setrvalá monitorace stavu, především známek rozvíjejícího se tenzního pneumotoraxu,

- dekomprese hrudníku v případě potřeby,
- co nejrychlejší transport na vyšší zdravotnickou etapu s možností další terapie,
- použití asistované ventilace je potřeba velmi zvážit vzhledem k možné akcentaci obtíží,
- komplexní zajištění DC se selektivní intubací hlavního bronchu se v polních podmínkách nejeví jako reálné.

SRDEČNÍ TAMPONÁDA

▪ Etiologie

Tupá i penetrující poranění hrudní stěny (pravá komora).

▪ Patofyziologie

- kumulace tekutiny (většinou krve) v perikardiálním vaku,
- neroztažitelnost perikardu společně s kumulací tekutiny, brání plnění srdce v diastole. To vede ke snížení tepového objemu (TO), který musí být kompenzován zvýšením tepové frekvence (TF) tak, aby byl zachován minutový srdeční výdej ($MSV = TF \times TO$) a tím i dostatečná perfuze orgánů,
- při klesajícím TO a nemožnosti dále zvyšovat TF dochází k poklesu MSV a tím i tlaku → k rozvoji hypotenze, nedostatečné perfuze a v konečném důsledku rozvoji obstrukčního šoku.

▪ Klinický obraz

- oslabené srdeční ozvy – tekutina kolem srdce vytváří izolaci,
- hypotenze – snížení MSV při konstrikci srdce hromadící se tekutinou,
- zvýšená náplň krčních žil – městnání krve v periferii při zhoršeném diastolickém plnění,
- 3 výše uvedené symptomy se označují jako Beckova triáda,
- pulseless electrical activity (PEA, bezpulzová elektrická aktivita), na EKG je zaznamenávána elektrická aktivita srdce, TV je však natolik malý, že nevytvoří pulzovou vlnu.

Poznámka: Perikardiální vak je schopen pojmout cca 300 ml tekutiny, než dojde k rozvoji PEA, ale již 50 ml stačí k rozvoji klinických známek srdeční tamponády.

Rozpoznání jednotlivých příznaků zejména v polních podmínkách je velmi obtížné (oslabené ozvy...), proto je diagnóza v přednemocniční péči založena především na anamnéze, místě poranění a hypotenzi.

Terapie

- oxygenoterapie,
- monitorace srdeční aktivity – zjištěné patologie společně s mechanismem úrazu mohou přispět k diagnóze, zejména u tupých poranění,
- UPV (umělá plicní ventilace) v případě potřeby,
- perikardiocentéza – viz Poranění hrudníku – specifické dovedosti.

PORANĚNÍ HRUDNÍKU – SPECIFICKÉ DOVEDNOSTI

Dekomprese

- inserce jehly do pleurálního prostoru, která umožní únik akumulovanému vzduchu z pleurální dutiny,
- přístup: 2. nebo 3. mezižebří v medioklavikulární čáře,
5. mezižebří v přední axilární čáře.

Vzhledem k menší tloušťce hrudní stěny je prokázáno, že v přední axilární čáře je úspěšnost správného zavedení dekompresní kanyly větší, proto je tento přístup preferován. Je však třeba zmínit riziko možných komplikací, vycházející z umístění katetru (dislokace, obtížná kontrola a manipulace při transportu, poranění plíce apod.).

- dostatečně dlouhá dekompresní jehla

8,0 cm (3,25 palce)	99% úspěšnost,
5,1 cm (2 palce)	65% úspěšnost,
4,4 cm (1,75 palce)	50% úspěšnost.

Vzhledem k průměru katetru, který je signifikantně menší než průměr dýchacích cest pacienta, je nepravděpodobné, že by vzduch proudící katetrem výrazným způsobem ovlivňoval dýchání. Z tohoto důvodu není nutné nad katetrem vytvářet jednocestný ventil. Autoři naopak poukazují na riziko zalomení či jiné obstrukce s rizikem rozvoje tPNO. Oxygenoterapie, ev. dechová podpora, pokud je nutná, postačují.

Oboustranný tPNO je extrémně vzácný, zvláště u pacientů, kteří nejsou intubováni. Chybné vyhodnocení situace a provedení oboustranné dekomprese může vést k těžké respirační insuficienci.

Hrudní drenáž

- definitivní ošetření otevřeného i tenzního pneumotoraxu, stejně jako hemotoraxu,
- provedení v přednemocniční péči je potřeba velmi zvážit pro nemalé riziko komplikací (poranění jater, sleziny...3–21 %),
- riziko vzniku tPNO existuje zvláště u osob na UPV, proto je i u pacientů s drenáží nutná monitorace a v případě zhoršení kontrola průchodnosti drénu, ev. provedení dekomprese.

Punkce perikardu

- v přednemocniční péči se v podstatě neprovádí, a když, tak jako ultimum refugium u pacientů nereagujících na léčbu, po vyloučení všech ostatních možných příčin stavu (PNO, tPNO...),
- vlastní zákrok: 2 prsty nalevo od mečovitého výběžku, v úhlu 45°, hrot jehly směřuje na spodní úhel L lopatky, trvalá aspirace, fixace kanyly a následné aspirace vždy, když opět dojde k progresi,
- při zavádění může významně pomoci UZ, pokud je k dispozici, ev. se sledují změny na EKG při kontaktu jehly s osrdečníkem,
- aspirace nemusí být úspěšná pro přítomnost koagul,
- po transportu následuje urgentní operační revize,
- možné komplikace: PNO, arytmie, hemotorax, poranění jater.

ZDROJE:

Advanced Trauma Life Support. ATLS. Student Course Manual. 9th Edition. USA: American College of Surgeons, 2012. ISBN 188-0-69602-9.

PONS, P. T. et al. (eds). *PHTLS: Prehospital Trauma Life Support. Military Eight Edition.* Burlington, MA: Jones & Bartlett Learning, 2016, 897 s. ISBN 978-1-284-04175-0.

TCCC Guidelines for Medical Personnel. National Association of Emergency Medical Technicians – Committee on TCCC [on-line]. Mississippi: 2017 [cit. 2018-02-20] Dostupné z: <https://www.naemt.org/education/naemt-tccc/tccc-ac-guidelines-and-curriculum>

PORANĚNÍ BŘICHA

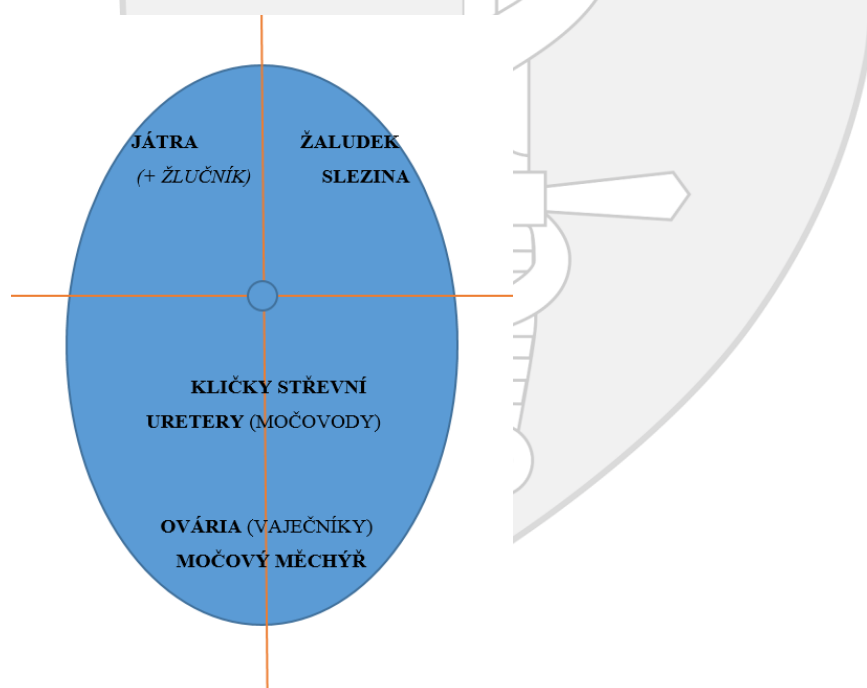
Nerozpoznané poranění břicha je jednou z významných příčin úmrtí raněných, jimž lze předcházet (preventabilní úmrtí). Časná smrt je nejčastěji způsobena velkou krevní ztrátou způsobenou tupým či penetrujícím poraněním „břicha“. Vzhledem k minimálním diagnostickým možnostem u pacientů s podezřením na poranění břicha, zúženým v podstatě na anamnézu a klinický obraz, je nejlepší možnou terapií jejich časný transport na nejbližší zdravotnickou etapu poskytující chirurgickou péči. Proto každý pacient s nevysvětlitelnými známkami šoku (ev. jeho hloubka neodpovídá zjištěným poraněním), známkami peritoneálního dráždění nebo s otevřeným poraněním trupu, musí být považován za pacienta s možným nitrohrudním/břišním poraněním, dokud není prokázán opak. To může být provedeno až na zdravotnické etapě s příslušným komplementárním vybavením (RTG, UZ, CT, laboratoř). Nepřítomnost lokálních známek či symptomů, nevylučuje poranění břicha především proto, že v řadě případů rozvoj těchto příznaků vyžaduje čas a může být maskován dalšími patofyziologickými stavy (bezvědomí, alkohol, drogy, poranění mozku). V přednemocniční péči není naším úkolem přesně určit rozsah břišního poranění. Daleko důležitější je rozpoznat jeho přítomnost, resp. vysokou pravděpodobnost jeho přítomnosti a zahájit příslušná léčebná opatření, nezastupitelnou úlohu v rozpoznání přítomnosti poranění hraje anamnéza okolností poranění.

ANATOMIE

- anatomické ohraničení dutiny břišní:
 - proximálně bránice,
 - kaudálně kosti pánve (*cristae iliacae* – hřebeny kostí kyčelních),
 - dorzálně páteř (hrudní a bederní obratle),
 - ventrálně břišní stěna (svaly),
 - laterálně svaly břišní stěny a boků.
- topografické ohraničení dutiny břišní:
 - pohled zepředu pod spojnicí bradavek (u mužů), 6. mezižebří, přední axilární čáry, horní okraje kostí kyčelních (*cristae iliacae*),
 - pohled z boku 6. mezižebří, přední a zadní axilární čára, *crista iliaca*,
 - pohled zezadu spodní okraje lopatek, zadní axilární čáry, *cristae iliacae*.
- dutina břišní je, podobně jako dutina hrudní, vystlána blánou, kterou nazýváme pobřišnice (peritoneum).

- většina orgánů „břicha“ je uložena uvnitř této dutiny, avšak část je uložena mimo (retroperitoneálně – ledviny, vzestupný a sestupný tračník, rektum, dolní dutá žíla, aorta, tělo a ocas pankreatu a větší část duodena). Pobřišnice je bohatě inervována, a proto její dráždění (např. v důsledku zánětu či přítomnosti tekutin – krev, žluč a moč) vyvolá bolest, která je jedním z hlavních klinických projevů patofyziologických procesů v dutině břišní (známek peritoneálního dráždění). Na druhou stranu poranění orgánů uložených retroperitoneálně k vyvolání těchto klinických známek vést nemusí.
- část dutiny břišní je chráněna hrudním košem (viz ANATOMIE, ohraničení dutiny břišní) a při poranění této oblasti musíme pamatovat na možnost poranění orgánů dutiny břišní (játra, slezina), ev. na kombinované poranění dutiny břišní a hrudní v případě poranění lokalizovaného na jejich topografické hranici či v její blízkosti.
- některé orgány dutiny břišní i mimo ni (např. rektum, část kliček tenkého střeva společně s močovým měchýřem a ženskými pohlavními orgány) chrání pánevní kruh. To je důležité především při podezření na poranění pánve, protože společně s poraněním pánevního kruhu může dojít i k poranění těchto orgánů (viz kapitola MUSKULOSKELETÁLNÍ PORANĚNÍ).
- s poraněním orgánů dutiny břišní může být spojeno také penetrující poranění boků a hýždí.

Pro lepší představu o možném poranění jednotlivých orgánů dutiny břišní, vzhledem k jejich uložení, lze rozdělit „břicho“ do 4 kvadrantů (pohled zepředu):



Obrázek 8: Rozdělení břišních kvadrantů (Autor)

PATOFYZIOLOGIE

Rozdělení orgánů dutiny břišní na **duté** (vyplněné vzduchem a tekutinou), **parenchymatózní** (solidní) a **velké cévy** může pomoci v porozumění, jakým způsobem se bude klinicky manifestovat jejich poranění:

- **KRVÁCENÍ**
 - poranění parenchymatózních orgánů (játra + slezina) a velkých cév (aorta a dolní dutá žíla),
 - nezávisle na velikosti zdroje povede dříve či později k rozvoji šoku s jeho klinickými projevy (viz kapitola ŠOK),
 - krev v dutině břišní nemusí způsobovat klinické známky peritoneálního dráždění, časnějším příznakem krevní ztráty budou příznaky hypovolemického šoku
- **AKUTNÍ PERITONITIDA AŽ SEPTICKÝ ŠOK**
 - poranění dutých orgánů s unikem jejich obsahu (GIT – gastrointestinální trakt, žlučník, MM – močový měchýř) do dutiny břišní a retroperitonea,
 - žluč a moč jsou většinou sterilní a neobsahují trávicí enzymy, a proto vedou k rozvoji peritonitidy pomaleji než střevní obsah.

KLASIFIKACE

Dle **mechanismu vzniku** dělíme poranění břicha na:

TUPÁ (není poraněn kožní kryt)

- jejich diagnostika je velmi obtížná,
- patofyziologicky se uplatňuje mechanismus:
 - **komprese**, kdy jsou orgány dutiny břišní stlačeny mezi 2 pevnými strukturami (např. páteř a volant). Výsledkem pak může být poranění bránice, lacerace jater, sleziny, ruptura střeva či močového měchýře apod. (poranění pravé nebo levé strany je zhruba stejně časté, nicméně poranění levého bráničního oblouku je mnohem častěji diagnostikováno vzhledem k herniaci střevních kliček do dutiny hrudní),
 - **stříhu**, který působí především v oblasti závěsného aparátu jednotlivých orgánů a vede k jejich rupturám (játra 35–45 %, slezina 40–55 %, bucket handle injury = odtržení závěsu střeva – mezenteria 5–10 %).
- příkladem tupých poranění mohou být pády z výšky, nárazy na pevnou překážku (volant), zavalení, zaklínění, sražení,
- mohou vznikat i u tzv. „neškodných“ událostí – napadení, nárazy na mantinel, pády ze schodů,

- vzhledem k výše uvedeným mechanismům je důležité v případě nehody zaznamenat pasivní nebo aktivní bezpečnostní systémy (pásy, airbagy, chrániče apod.), neboť samy o sobě mohou způsobit závažná poranění dutin.

OTEVŘENÁ (došlo k poranění kožního krytu)

- zahrnují především bodná a střelná poranění,
- rozdělení:
 - ve vztahu k pobřišnici na:
 - nepenetrující** (pobřišnice není porušena) a
 - penetrující**.
 - dle kinetické energie (E_K) zraňujícího předmětu na:
 - nízkoenergetické** (bodné rány nožem, ruční palné zbraně, vzácněji nešťastné náhody s pádem na cizí předmět). Nízká až střední E_K způsobuje zejména laceraci či řezné poranění orgánů dutiny břišní v průběhu dráhy zraňujícího předmětu.
 - vysokoenergetické** (útočné zbraně, odstřelovací pušky apod.): Vysoká E_K projektilů, jež je předávána v průběhu dráhy střely okolním tkáním, vede v závislosti na jejich charakteru (parenchymatózní orgán, kost) k dalším účinkům (kavitační efekt, vznik sekundárních projektilů – kostní úlomky apod.), které dále zvyšují zraňující potenciál těchto zbraní.
- statisticky jsou střelné rány častěji penetrující než rány bodné,
- při penetrujícím bodném poranění jsou nejčastěji poraněna játra (40 %), tenké střevo (30 %), bránice (20 %), tlusté střevo (15 %),
- při penetrujícím střelném poranění je nejčastěji poraněno tenké střevo (50 %), tlusté střevo (40 %), játra (30 %), velké cévy (25 %),
- bodná poranění vyžadují chirurgickou intervenci v 15 % případů, střelná poranění až v 85 % případů.

DIAGNOSTIKA

Anamnéza

Anamnestické údaje (okolnosti mechanismu poranění) mohou pomoci ve vstupním odhadu rozsahu poranění a lokalizaci. Níže je uvedeno několik příkladů informací, které by neměly být opomenuty a měly by být předány:

Tupé poranění

- dopravní nehoda (typ kolize – auto-člověk, auto-auto, boční, čelní, náraz zezadu, typ vozidel, pozice zraněného ve vozidle, katapultáž, smrt spolujezdce, rychlost v době srážky, zaklínění, deformita volantu, poškození předního skla, přítomnost a eventuálně užití bezpečnostních prvků – airbagy, bezpečnostní pásy, dětská sedačka),

- pády z výšky (výška, zda byl pád brzděný či nikoliv – případně co pád pacienta zpomalilo, bezpečnostní prvky).

Penetrující poranění

- druh zbraně (nůž, střelná zbraň, IED),
- počet ran,
- místa vstupu, eventuálně výstupu,
- vzdálenost od střelné zbraně/výbuchu,
- odhad krevní ztráty (množství krve na místě – pouze orientační popis, není nutné – ani přesné – odhadovat množství).

PRIMARY ASSESSMENT

Většina závažných poranění břicha se projeví abnormalitami identifikovanými při primárním vyšetření a vyplývají z velikosti krevní ztráty a z klinických projevů kompenzatorních mechanismů, zejména při vyhodnocení dýchání a cirkulace (B a C), viz také kapitola ŠOK.

C – ABCDE

Zástava zevního krvácení jako nejvyšší priorita (viz kapitola KRVÁCENÍ – PRINCIPY OŠETŘENÍ).

C – **A**BCDE

Zajištění průchodnosti dýchacích cest a dostatečné oxygenace (viz kapitola DÝCHÁNÍ, DÝCHACÍ CESTY).

- v případě izolovaného penetrujícího poranění není nutná fixace krční páteře (viz kapitola PORANĚNÍ PÁTEŘE).

C – **A**BCDE

Vyšetření hrudníku ve všech vyšetřovacích modalitách 4P (viz kapitola PORANĚNÍ HRUDNÍKU)

- odlišení kompenzatorních známek hypovolémie od eventuálního poranění hrudníku – tachypnoe, tachykardie (viz kapitola PORANĚNÍ HRUDNÍKU),
- pacienti v časných fázích (stádiích) šoku dobře kompenzují krevní ztráty a dochází jen k minimálním změnám v dechové frekvenci. Při pokročilých fázích šoku pak dochází k rozvoji kompenzatorní tachypnoe,
- ruptura bránice s hernií nitrobřišních orgánů do dutiny hrudní vede ke kompresi plic na postižené straně – poslechové je možné prokázat peristaltiku při poslechu hrudníku nebo zastření dýchání na postižené straně.

C – ABCDE

Klinické projevy krvácení do dutiny břišní závisí na velikosti krevní ztráty a rozvoji kompenzatorních mechanismů. V časných fázích kompenzatorní tachykardie nemusí být vyjádřena nebo je jen mírná. S postupující krevní ztrátou dochází k rozvoji šokových známek (viz kapitola ŠOK).

Pokud jsou prokázány šokové příznaky a není zřejmý jejich jiný původ (např. zevní krvácení, prokázané fraktury dlouhých kostí, podezření na krvácení do hrudní dutiny), měli bychom pomýšlet na riziko krvácení do dutiny břišní.

- vyšetření stavu oběhu – pulzace, CRT,
- nasazení pánevního pásu při podezření na poranění pánve (údaj o vysokoenergetickém traumatu),
- zajištění intravenózního vstupu s aplikací náhradních roztoků, pokud jsou indikovány (viz kapitola ŠOK),
- aplikace kyseliny tranexamové (Exacyl), (viz příloha) – příprava infuze nesmí zapříčinit oddálení jiných život zachraňujících výkonů.

C – ABCDE

Úroveň (stav) vědomí je odrazem perfuze mozkové tkáně. Pokud dojde ke krevní ztrátě, klesá perfuze a je možné prokázat různý stupeň kvantitativní poruchy vědomí.

- vyšetření neurologického stavu v plném rozsahu a určení stupně zjištěného neurologického deficitu (viz kapitola PORANĚNÍ HLAVY).

C – ABCDE

- zajištění tepelného komfortu – prevence hypotermie,
- překrytí eviscerace sterilním krytím (nejlépe navlhčeným krytím = prevence poškození střevní stěny),
- příprava na transport.

SECONDARY ASSESSMENT

POHLED

- zaměřujeme se zejména na identifikaci poranění měkkých tkání nad břišní stěnou, bokem a zády, které mohou pomoci při identifikaci směru zraňující síly, a tedy možného místa poranění dutiny břišní,
- příklad: exkoriace, hematomy, kontuzní ložiska, rány, zřejmá krvácení, eviscerace, obtisky dezénů cizích předmětů (pneumatik), the seat belt sign, přítomnost zejících předmětů z břišní stěny, ekchymóza boků (Turnerův příznak) a ekchymóza pupku (Cullenův příznak) – velmi vzácné projevy krvácení do retroperitonea.

- dále věnujeme pozornost dýchací vlně (zda je přenášena až na břišní stěnu – vymizení může být známkou peritoneálního dráždění) – a pozici „břicha“ (zda je v niveau – úrovni hrudní stěny, eventuálně nad niveau, což může být známkou velké krevní ztráty, neprůchodnosti střev, přítomnosti vzduchu v dutině břišní, ale i přefouknutého žaludku, např. při OTI).

Poznámka: the seat belt sign – hematomy v místě bezpečnostních pásů. Ek těla, zachycená bezpečnostními pásy je předána břišní stěně, kde vede k rozvoji drobných krvácení. Jedná se o jednu z klinických známek vysokoenergetického poranění s rychlou decelerací. Patofyziologicky se zde uplatňuje mechanismus komprese (viz výše). K poranění orgánů dutiny břišní (nejčastěji střeva) dochází u 20 % dospělých, u dětí se jedná až o 50 %.

POHMAT

- cílem vyšetření je především identifikace bolestivých míst, ev. rezistencí a ran,
- vyšetřujeme všechny 4 kvadranty (viz výše) od nebolestivého k bolestivému,
- hledáme známky peritoneálního dráždění (stažení svalů, bolestivý pohmat či poklep),
- je třeba se vyhnout hluboké a agresivní palpaci, která by mohla vést k uvolnění krevní zátky nebo vytlačení střevního obsahu při perforaci GIT (gastrointestinálního traktu), ev. při přítomnosti cizího tělesa v břišní stěně,
- k rozlišení bolesti při peritonitidě a „prostém“ zhmoždění břišní stěny uvádí anglická literatura 3 známky, jež můžeme využít:
 - volní stažení břišní stěny (voluntary guarding) – pacient reaguje bolestivě při palpaci, avšak upoutáme-li jeho pozornost, např. konverzací při současném vyšetřování břicha, bolest již nepopisuje (negrimasuje). V tomto případě se bude nejpravděpodobněji jednat o „prostou“ kontuzi břišní stěny,
 - mimovolní stažení (involuntary guarding) – bolest při vyšetření nevymizí, ani při odvedení pozornosti pacienta. S největší pravděpodobností je přítomno poranění či zánět v dutině břišní,
 - rebound tenderness – bolest vyvolaná zmáčknutím břišní stěny a náhlým oddálením ruky. Otřes peritonea způsobí bolest. Pacientovi se paradoxně bolesti po oddálení ruky na krátký čas zhorší. Jedná se rovněž o jednu ze známek poranění či zánětu v dutině břišní,
- pórůrazová bolest v oblasti žeberních oblouků může představovat:
 - „prosté“ poranění hrudní stěny bez poranění dutiny břišní (kontuze, zlomeniny žeber) – bolest při vyšetření hrudníku a břicha v oblasti podžebří,
 - kombinované poranění hrudní stěny s poraněním orgánů dutiny břišní (játra, slezina), při vyšetření je bolest jak hrudníku, tak břicha,
 - „prosté“ poranění dutiny břišní (palpační vyšetření hrudníku je většinou nebolestivé),
- palpační vyšetření pánve v přednemocniční péči poskytuje jen málo informací a spíše zvyšuje riziko dalšího krvácení. Pokud se již k vyšetření odhodláme (není např. jasná

anamnéza), mělo by být provedeno pouze jednou (viz kapitola MUSKULOSKELETÁLNÍ PORANĚNÍ).

POSLECH

- přítomnost tekutiny (krev, moč, krevní trávenina, žluč) způsobující zánět v dutině břišní může vést k rozvoji paralýzy střev (ileu), která se projeví neslyšností peristaltických zvuků (škroukání),
- z hlediska přednemocniční péče však nepřináší nic, co by měnilo postup v péči o pacienta, proto se od jejího využití ustupuje.

POKLEP

- diagnostika bubínkového či ztemnělého poklepu rovněž nemění přístup k pacientovi v přednemocniční péči, navíc vyžaduje určitou zkušenost v provedení. Z tohoto důvodu se od něj rovněž ustupuje.

Obecně lze konstatovat, že není nezbytné určení přesného místa (orgánu) poranění dutiny břišní. Zásadní je na tuto možnost při výše uvedených klinických a anamnestických známkách myslet a zahájit příslušné terapeutické kroky (zamezení dalšího krvácení aplikací pánevního pásu, trakční dlahy a adekvátní volumové resuscitace). Raněný nebude profitovat z definitivní diagnózy na místě poranění, ale z co nejrychlejšího transportu na místo chirurgického ošetření (Damage Control Surgery) s možností podání krevních derivátů.

Adjuncts: UZ vyšetření dle prokolu FAST (viz Příloha)

Cizí předměty

- cizí předměty se nikdy neodstraňují – jejich manipulací při snaze o odstranění vzniká riziko dalšího poranění, ev. obnovení krvácení (distální konec předmětu může tamponovat zdroj krvácení),
- stabilizací čnějících částí cizích předmětů (vypodložením, náplast'ovou fixací...) se zamezí jejich dalšímu pohybu, který by mohl vést k dalším poraněním či krvácení,
- v případě potřeby pro transport či uvolnění pacienta je možno je zkrátit nebo odříznout,
- krvácení kolem cizích předmětů je doporučeno ošetřit přiložením krytí, eventuálně s kompresí,
- vyšetření pohmatem nebo poklepem může způsobit další poranění a krvácení.

Eviscerace

- poranění, při němž se část útrob dostává skrze ránu v břišní stěně na povrch,
- nejčastěji vyhřezává omentum, které v dutině břišní kryje kličky střeva,
- útroby se do dutiny břišní nereponují,

- vlhké sterilní krytí se použije pro překrytí zejících útrob. Buňky útrob jsou náchylné k oschnutí (způsobuje jejich nekrózu) a ke vzniku nekrózy střeva – pro zvlhčení je vhodný zahřátý krystaloidní roztok.
- jakékoli zvýšení nitrobršního tlaku (sténání, křik, pláč, kašláni) může způsobit další výhřez orgánů dutiny břišní – zvaženi dostatečné analgoterapie.

Poranění genitouretrálního traktu

- nejčastějším projevem poranění ledvin, močovodů, močového měchýře a uretry je hematurie (většinou diagnostikována až na vyšších etapách po zavedení PMK – permanentního močového katétru). Krev v oblasti zevního ústí uretry je kontraindikací pro zavedení močového katétru (riziko částečného či úplného přerušení uretry),
- vzhledem k významnému krevnímu průtoku ledvinami může jejich poranění vyústit v rozvoj život ohrožujícího retroperitoneálního krvácení,
- zlomeniny pánve (vysokoenergetický úraz) mohou být doprovázeny lacerací močového měchýře, vaginální stěny či rekta. Otevřené zlomeniny pánve, především s poraněním v oblasti třísel či perinea, mohou vést k masivnímu zevnímu krvácení,
- traumata genitálu vzhledem ke svému nervovému a cévnímu zásobení jsou doprovázena výraznou bolestí, ev. krevní ztrátou, je třeba si uvědomit i nepříznivou psychickou nadstavbu při poranění citlivé části těla,
- při poranění vaginy nebo uretry se nepoužívá tamponáda, zvláště ne u gravidních.

FAST – Focused Assessment with Sonography for Trauma

- ultrasonografické vyšetření pacienta u lůžka se zaměřením na identifikaci známek (tekutiny) možného poranění orgánů dutiny hrudní (srdce – osrdečník) a břišní (perihepatický prostor – játra, perisplenický – slezina, pánev).
- NEVÝHODY:
 - FAST není schopen diagnostikovat zdroj poranění, informuje jen o přítomnosti tekutiny, jejímž zdrojem mohou být různé orgány,
 - výtežnost vyšetření závislá na zkušenosti vyšetřujícího,
 - výtežnost vyšetření limitována u obézních pacientů, pacientů po opakovaných břišních výkonech či s přítomností většího množství vzduchu v dutině břišní.
- VÝHODY:
 - rychle proveditelný u lůžka pacienta,
 - neztěžuje resuscitaci,
 - neinvazivní.
- negativní FAST nevylučuje poranění. Znamená jen to, že v momentu vyšetření nebyla identifikována tekutina v dutině břišní,
- standardně není součástí přednemocniční péče, zvláště způsobil-li zdržení v transportu pacienta na vyšší zdravotnickou etapu.

EXACYL (kyselina tranexamová – TXA)

- léčivo s antifibrinolytickým účinkem – inhibuje fibrinolytickou aktivitu plazminu a tím zabraňuje rozpouštění krevní sraženiny, která je zásadní pro zmírnění či zastavení život ohrožujících krvácení.
- 1 amp = 5 ml = 500 mg,
- dávkování (podle TCCC): 1 g TXA v 100 ml 0,9% NaCl nebo Ringer laktátu hned, jakmile je to možné, ale ne déle než 3 hodiny po vzniku poranění. Druhá dávka 1 g TXA po aplikaci volumoterapie.
- aplikace by měla probíhat formou 10minutové infuze. Při rychlém podání Exacylu hrozí závažná hypotenze!
- kontraindikace:
 - přecitlivělost na kyselinu tranexamovou nebo pomocné látky,
 - venózní nebo arteriální trombóza v anamnéze,
 - fibrinolytické stavy při konzumpční koagulopatii,
 - těžká ledvinová nedostatečnost (riziko akumulace látky v organismu),
 - křeče v anamnéze,
 - intratekální nebo intraventrikulární injekce, intracerebrální aplikace (riziko edému mozku a křečí).

ZDROJE

Advanced Trauma Life Support. ATLS. Student Course Manual. 9th Edition. USA: American College of Surgeons, 2012. ISBN 188-0-69602-9.

PONS, P. T. et al. (eds). *PHTLS: Prehospital Trauma Life Support. Military Eight Edition.* Burlington, MA: Jones & Bartlett Learning, 2016, 897 s. ISBN 978-1-284-04175-0.

TCCC Guidelines for Medical Personnel. National Association of Emergency Medical Technicians – Committee on TCCC [on-line]. Mississippi: 2017 [cit. 2018-02-20] Dostupné z: <https://www.naemt.org/education/naemt-tccc/tccc-ac-guidelines-and-curriculum>

MUSKULOSKELETÁLNÍ PORANĚNÍ

Muskuloskeletálním poraněním (poraněním pohybového aparátu) rozumíme poranění měkkých tkání (kůže, podkoží, svaloviny) a kostěných struktur skeletu. Ačkoli jsou tato poranění častá, jen zhruba v 15–20 % případů jsou bezprostředně život ohrožující, a to zejména rizikem masivních zevních i vnitřních krevních ztrát (krvácení do retroperitonea při zlomeninách pánve, krvácení do měkkých tkání při zlomeninách dlouhých kostí). Během vyšetřování pacienta s prokázaným muskuloskeletálním poraněním je nezbytné být si vědom těchto faktů:

- nutnost zachování vyšetřovacího postupu C-ABCDE – muskuloskeletální poranění jsou na první pohled velmi dramatická a mohou vést k odvrácení pozornosti od struktury vyšetřovacího postupu s rizikem přehlédnutí jiného život ohrožujícího poranění (tzv. distracting injury),
- nutnost rozpoznání vlastního muskuloskeletálního život ohrožujícího poranění při vstupním vyšetření,
- rozpoznání mechanismu úrazu, který vedl k muskuloskeletálnímu poranění a mohl by způsobit život ohrožující poranění jiných tělních segmentů.

ANATOMIE A FYZIOLOGIE

Základními složkami pohybového systému jsou:

- opěrná složka (pasivní) – kosti a klouby,
- výkonná složka (aktivní) – svaly a šlachy,
- řídicí (regulační) – CNS a periferní nervy,
- zásobovací (infrastrukturální) – cévy.

Pro účely této kapitoly budou podrobněji rozebrány první dvě složky – opěrná a výkonná. Pochopení základních anatomických a fyziologických vztahů pohybového aparátu umožní předpokládat rozsah poranění při určitém klinickém nálezů (riziko poranění nervově-cévních struktur při prokázané deformitě dlouhé kosti, riziko vzniku život ohrožujícího krvácení do retroperitonea při prokázané nestabilitě pánevního kruhu atd.).

Opěrná složka – kosti a klouby

Části lidské kostry:

- osová (axiální) – lebka, páteř, hrudní kost, žebra,
- končetinová – kosti pletence ramenního, horní a dolní končetiny, pánve.

Výkonná složka – svaly a šlachy

Lidské tělo se skládá z 650 samostatných svalů, ty vytváří s kostrou pohybovou soustavu. Typy svalové tkáně:

- hladká (cca 3 % celkové tělesné hmotnosti),
- srdeční,
- příčně pruhovaná (40–50 % celkové tělesné hmotnosti).

Aktivní pohybový aparát je tvořen svalstvem, které zajišťuje polohu těla, vnitřní polohu orgánů a je řízen periferním a centrálním nervovým systémem.

Poranění opěrné složky (kosti, zejména dlouhé, a pánev) a výkonné složky (svalové tkáně) může vést ke kritickému vnitřnímu krvácení, které bývá při muskuloskeletálních poraněních často podceňované. U traumatizovaného pacienta bývá přítomna kombinace zevního a tohoto vnitřního krvácení, případně další vnitřní krvácení do jiného kompartmentu (hrudník, břicho). Hlavním cílem během ošetření je tato krvácení identifikovat a minimalizovat (aplikace turniketů u zevního krvácení, repozičních a trakčních technik a pánevního pásu u vnitřních krvácení).

U raněných s muskuloskeletálním poraněním se mohou vyskytovat následující stavy:

- život ohrožující stav následkem masivního **zevního** krvácení nebo **vnitřního** krvácení do měkkých tkání při zlomeninách dlouhých kostí, pánevního kruhu nebo poranění cévních struktur,
- muskuloskeletální poranění, které není samo o sobě život ohrožující, jsou ale přítomny známky život ohrožujícího poranění jiného systému,
- muskuloskeletální končetinové poranění, kdy rozsah postižení ohrožuje samotnou končetinu,
- izolované, nezávažné poranění muskuloskeletálního systému.

Průkaz muskuloskeletálního poranění, které samo o sobě není život ohrožující, může být indikátorem přítomnosti jiného život ohrožujícího poranění a nemělo by způsobit odvrácení pozornosti a přerušení vyšetřovacího schématu (současné poranění dlouhých kostí končetin, pánevního kruhu, poranění břicha).

Zhodnocení okolností úrazu (vysoko x nízkoenergetický úraz, náraz z boku nebo čelní náraz, použití aktivních nebo pasivních bezpečnostních prvků) může pomoci při odhalení těchto skrytých stavů (viz také Tab. 2 Přehled primárních a s nimi spojených možných skrytých poranění).

PATOFYZIOLOGIE

Kinetika

Kromě diagnostikovaného poranění můžeme na základě znalostí kinetiky předpokládat poranění skrytá. Rozsah těchto poranění závisí na faktorech, které jsou vysvětleny fyzikálními zákony:

1. NEWTONŮV ZÁKON (zákon setrvačnosti): těleso (tělo) zůstane v klidu nebo v rovnoměrném přímočarém pohybu do doby, než na něho budou působit jiné zevní síly

Příklad setrvačnosti těles (těla) v praxi:

Osoba sedící v automobilu, který náhle změní svoji rychlost nárazem do stromu, je ve chvíli před nárazem v setrvalém přímočarém pohybu. V okamžiku nárazu dochází k zachycení do té doby přímočaře se pohybujícího těla do bezpečnostních pásů, nepřipoutaný člověk pokračuje v přímočarém pohybu vpřed a zastavuje se o překážku tvořenou vnitřní strukturou automobilu (palubní deska, volant, čelní sklo). Orgány uložené v dutinách pokračují v přímočarém pohybu do momentu, kdy dochází k nárazu na vnitřní břišní stěnu s možností poranění závěšného a podpůrného aparátu těchto orgánů: jater, sleziny, trávicí trubice (*mesenterium*), hrudní aorty (*ligamentum aorticum*).

ZÁKON ZACHOVÁNÍ ENERGIE – energii nelze vyrobit ani zničit, jen přeměnit na jiný druh energie.

Při výše popsaném nárazu automobilu do překážky nedochází k náhlé ztrátě energie, ale k jejímu přenesení a rozložení do tzv. deformačních zón automobilu, které energii pohltní. Stejným způsobem dochází k přenesení energie na tělo a poté na jednotlivé tělesné kompartmenty. Automobil, který narazí do chodce, předává svoji energii tělu chodce. O rozsahu poranění těchto kompartmentů rozhoduje množství předané a následně rozložené energie (E_K – kinetické energie) v závislosti na hmotnosti a rychlosti tělesa, které toto předání (impakt) způsobilo:

$$E_K = \frac{1}{2} m \cdot v^2$$

Závislost na hmotnosti objektu je lineární, na rychlosti exponenciální → větší zraňující účinek mají vysokorychlostní úrazy.

Důležitou roli v mechanismu přenosu energie ze zraňujícího objektu na tělesnou schránku hraje:

- hustota (denzita) orgánů v místě impaktu a
- plocha, na kterou tento přenos energie působil.

Čím vyšší je hustota objektu, na kterou síla působí, tím více energie bude předáno a tím dochází k většímu riziku poranění. Pokud bouchneme pěstí do polštáře, jehož hustota je nízká, polštář snadno energii pohybující se pěstí pohltní a k poranění pěstí nedojde. Pokud ale pěstí stejnou rychlostí narazíme do cihly, jejíž vnitřní struktura je mnohem hustší než polštáře, energii pohltní pěst a dojde k jejímu poranění.

V těle se principálně nachází orgány s třemi vnitřními strukturami:

- vzduchová vnitřní struktura: plíce, část trávicího traktu,
- tekutá vnitřní struktura: svaly a většina solidních vnitřních orgánů (játra, slezina, ledviny),
- pevná vnitřní struktura: kosti.

Množství pohlcené energie a poškození orgánů bude záviset na jejich vnitřní struktuře.

V případě, že je síla rozprostřena na plochu těla bez porušení kožního krytu, hovoříme o tupých poraněních. V případě poranění kožního krytu se jedná o otevřená poranění (otevřené zlomeniny. U jednotlivých dutin jsou pak kritériem k označení penetrujícího poranění definované struktury (pobřišnice, pohrudnice, tvrdá plena mozková...).

Tabulka 17: Přehled primárních a s nimi spojených možných skrytých poranění

Primární poranění	Možné skryté poranění
Zlomenina lopatky, klíčních kostí, diafýzy pažní kosti luxace ramena	Poranění hrudníku – kontuze, zlomeniny žeber
Zlomenina hrudního obratle	Ruptura hrudní aorty
Zlomeniny hrudních – lumbálních obratlů	Nitrobřišní poranění
Poranění pánve	Nitrobřišní, nitrohruční poranění, poranění hlavy
Zlomenina stehenní kosti	Zlomenina krčku stehenní kosti, luxace kyčle
Zadní luxace kolena	Zlomenina stehenní kosti, zadní luxace kyčle
Luxace kolena, zlomenina horní 1/3 tibie	Poranění podkolenního nervově-cévního svazku
Zlomenina patní kosti	Poranění páteře, zlomenina horní 1/3 tibie
Otevřená zlomenina	Vysoké riziko poranění jiného než pohybového aparátu

KLINICKÉ PROJEVY MUSKULOSKLETEÁLNÍHO PORANĚNÍ

Zevní krvácení

Zástava zevního krvácení je absolutní prioritou v péči o traumatizované pacienty. Metodou volby pro končetinové život ohrožující krvácení je použití turniketu (viz kapitola KRVÁCENÍ – PRINCIPY OŠETŘENÍ). Známkami hrozícího či probíhajícího život ohrožujícího krvácení jsou:

- pulzující krvácení nebo kontinuální krvácení,
- krvácení vytvářející zvětšující se kolekci pod pacientem,
- zvětšující se průsak krycí vrstvy oděvu nebo obvazu,
- traumatická amputace končetiny.

Vnitřní krvácení

Vnitřní krvácení u poranění pohybového aparátu není vzácné, ale bývá často podceňováno. Dochází k němu při zlomeninách dlouhých kostí se současným poraněním cévního svazku nebo poraněním svalových struktur. Zdrojem vnitřního krvácení je kostní dřev, poranění cévního svazku a měkkých tkání (Tabulka 18). Narůstající otok měkkých tkání, bledost povrchu kůže a vymizení pulzu mohou být známkami vnitřního krvácení.

Tabulka 18: Lokalizace zlomeniny a odhadovaná krevní ztráta

Místo zlomeniny	Odhad krevní ztráty (ml)
Žebro	100–150
Loketní nebo vřetenní kost	250–500
Pažní kost	500–750
Holenní kost	500–1000
Stehenní kost	1000–2000
Pánev	1000 – exsanguinace

Zlomenina dvou dlouhých kostí (stehenní kost + holenní kost) může i při dolní hranici odhadu představovat krevní ztrátu do měkkých tkání 1500 ml $\approx$ 30 % objemu krevního oběhu = II.–III. třída šoku = riziko přechodu do dekompenzovaného stadia.

Zlomeniny kostí

Zavřené zlomeniny

Při těchto zlomeninách není porušen kožní kryt. Známky zavřené zlomeniny jsou: bolest, otok měkkých tkání v místě zlomeniny, nestabilita, deformity, hematom, krepitus způsobený třením kostních úlomků. Během vyšetření se zaměřujeme na zhodnocení pulzu a cití pod místem poranění. Odchylka od normálního nálezu může být ukazatelem poranění nervově-cévního svazku. Není doporučeno pacienta vyzývat k aktivnímu pohybu končetin, neboť může dojít k následnému poranění nervově-cévních struktur kostními úlomky a dalšímu krvácení do měkkých tkání. Schopnost aktivní hybnosti či dokonce schopnosti zatížit poraněnou končetinu nevylučuje přítomnost zlomeniny kosti – v době poranění dochází k vyplavení adrenalinu, který zvyšuje práh vnímání bolestivosti. Nešetrná repozice nebo zbytečně opakované vyšetřování zavřené zlomeniny může vyústit v konverzi na zlomeninu otevřenou.

Otevřené zlomeniny

Dochází k porušení kožního krytu buď přímo zevně působícím násilím, nebo prominujícím kostním úlomkem. Kostní úlomek prominující do zevního prostředí je ohrožen bakteriální kontaminací. Otevřené zlomeniny nebývají doprovázeny život ohrožujícím krvácením, může však docházet k trvalému krvácení menšího rozsahu z poraněné kostní dřevě nebo z uvolněného hematomu měkkých tkání. Jakákoli rána v blízkosti zlomeniny by měla být

považována za otevřenou zlomeninu. Násilná repozice kostních úlomků do rány se neprovádí. Ke spontánní repozici úlomků může dojít při celkové imobilizaci končetiny a nastolení adekvátních osových poměrů.

Zlomeniny pánve

Zlomeniny pánve mohou být relativně nezávažné, jednoduché zlomeniny (např. ramének stydké kosti), ale i komplexní, které mohou vést k závažné krevní ztrátě s rozvojem hypovolemického šoku až vykrvácení. Zdrojem krvácení jsou mnohočetné žilní pleteně lokalizované v sakrální oblasti. Při zlomenině a vzájemné dislokaci pánevní a křížové kosti dochází k jejich přerušení. Ke krvácení dochází do pánevní dutiny, ale i do měkkých tkání retroperitonea. Struktury vytvářející pánevní kruh jsou relativně silné a pevné, proto jsou zlomeniny většinou vysokoenergetického původu a jsou spojeny s dalším poraněním (v 50 % s kraniocerebrálním poraněním a zlomeninami dlouhých kostí, ve 20 % s poraněním hrudníku a v cca 10 % s nitrobrříšním poraněním).

- Zlomeniny bez porušení pánevního kruhu
 - izolované zlomeniny ramének stydké kosti (poranění není spojeno s významnou krevní ztrátou a nevyžaduje chirurgickou intervenci),
 - zlomeniny acetabula, vznikají při násilném tlaku hlavice stehenní kosti proti struktuře acetabula (např. náraz kolen do palubní desky), poranění mohou být spojena se závažným vnitřním krvácením a vyžadují většinou chirurgickou intervenci.

- Zlomeniny s porušením pánevního kruhu

Jsou spojeny s nejvyšším rizikem vzniku život ohrožujícího krvácení.

- zlomeniny z boční komprese: nejčastější výskyt (60–70 %), způsobeny působením boční síly (náraz automobilu do chodce). Objem pánevní dutiny je zmenšen, dochází k poranění ramének stydké kosti a porušení kontinuity sakroiliakálního (SI) skloubení,
- zlomeniny z předozadní komprese: výskyt cca v 15–20 % případů zlomenin pánevního kruhu, nadměrné působení předozadních sil (přimáčknutí chodce automobilem k pevné překážce). Dochází k rozvolnění symfýzy a rozevření pánevního kruhu se současným poraněním v oblasti SI skloubení a zvětšením objemu dutiny (otevřená kniha),
- zlomeniny z vertikálního stříhu: výskyt do 10 %, nejzávažnější zlomeniny spojeny s nejvyšším rizikem vnitřního krvácení. Vznikají přenesením kinetické energie na polovinu pánevního kruhu (pád z výšky, násilí vedené na jednu z dolních končetin) a následným střížným mechanismem. Dochází k porušení spojení v symfýze, případně zlomenině spodního a horního raménka stydké kosti a k přerušení SI skloubení s poraněním žilních plexů.

Klinické známky poranění pánve:

- bolestivost při vyšetření stability pánevního kruhu,
- bolestivost dolní 1/3 páteře,
- bolestivost třísel,
- krev při zevním ústí uretry, hematurie (větší výskyt u mužů), hematom v oblasti perinea, skrota nebo velkých stydkých pysků, krvácení ze zevních rodidel,
- nesouměrnost dolních končetin – přítomnost zevní rotace nebo zkrácení končetiny,
- symptomatologie z poranění lumbosakrálního plexu:
 - motorický deficit na DK,
 - senzorický deficit od oblasti hypogastria na oblast hýždí až celé plochy DK,
- vysoká poloha prostaty při per rektum vyšetření (nepříliš spolehlivá známka).

Pokud jsou k dispozici **údaje o vysokoenergetickém poranění** (pád z výšky, čelní náraz automobilu, sražený chodec, katapultáž z automobilu, tlaková vlna...), **poranění pánve předpokládáme vždy.**

DIAGNOSTIKA

Vyšetření muskuloskeletálního systému se zaměřuje na oblast končetin a pánve – průkaz nestability, deformity, vyšetření schopnosti aktivního pohybu, bolestivosti, stavu měkkých tkání, prokrvení a senzorického cití.

Vyšetření končetin:

- Končetinový skelet a klouby:

vyšetření je zaměřeno na pátrání po deformitách v oblasti dlouhých kostí, palpační průkaz krepitu nebo patologické hybnosti končetiny (viz výše). Palpační vyšetření končetin provádíme obouručním pohmatem s vyvoláním adekvátního tlaku a protitlaku. Pokud je patologický nález již jednou prokázán, další vyšetřování za účelem tento nález potvrdit či jinak upřesnit se neprovádí.
- Poranění měkkých tkání:

pátrání po známkách kontuze s hematomy, abraze, lacerace. Vodítkem je bolestivá reakce pacienta na orientační palpační vyšetření končetin. Napětí kůže a změna barvy (voskově nažloutlá), bolestivost neodpovídající klinickému nálezu mohou svědčit pro akutní kompartment syndrom.
- Perfuze tkání:

hodnotí se hmatná pulzace na periférii (*a. radialis* na horní končetině a *a. dorsalis pedis* nebo *a. tibialis posterior* na dolní končetině), kapilární návrat stlačením lůžka nehtu nebo ušního boltce. Zvětšující se hematom měkkých tkání se zvyšováním objemu svědčí o poranění cévních struktur v místě nálezu.

- **Orientační neurologické vyšetření:**

zhodnocení senzorické i motorické odpovědi na končetinách. Senzorická odpověď se hodnotí na základě nejlepší reakce na podnět. Motorická odpověď se hodnotí podle aktivního pohybu na výzvu. Pokud předpokládáme poranění končetiny, výzvu k aktivnímu pohybu neprovádíme. Je doporučeno vyšetřit vstupní neurologický stav na periférii končetiny (schopnost aktivního pohybu prsty končetiny, kvalita senzorického vnímání) a tento náález opět zhodnotit po případné repozici.

(Příloha – Tabulka 18, 19: Přehled náálezů senzorického a motorického deficitu při poraněních periferních nervů horní a dolní končetiny).

Vyšetření pánve

Manuální vyšetření: šetrná komprese pánevního kruhu za horní přední výběžky pánevní kosti směrem ke střední čáře – mechanismem „zavření“ nebo „stlačení“ pánve. Zevní komprese (opření o pánevní kruh proti podložce mechanismem „otevření“) není doporučena, neboť tímto způsobem může při působení neadekvátní síly dojít ke zhoršení kontinuity pánevního kruhu. Vyšetření se provádí jen jednou. Výtežnost manuálního vyšetření ve smyslu prokázání nestability pánevního kruhu není spolehlivá a vyžaduje jistou zkušenost.

Poranění pánve předpokládáme vždy, když jsou přítomny klinické známky nebo když je anamnestický údaj o vysokoenergetickém mechanismu úrazu (viz výše).

Akutní kompartment syndrom (AKS, syndrom lože)

Stav, při němž zvýšený tkáňový tlak uvnitř uzavřeného prostoru (kompartmentu) poškozuje cirkulaci a neuromuskulární funkci tkáně, jež daný kompartment vyplňuje (stejný princip vzniku intrakraniální hypertenze). Na končetinách jsou jednotlivé svalové vrstvy odděleny pevným a málo flexibilním vazivovým pouzdrům. V břišní dutině je ekvivalentem tohoto pouzdra pobřišnice a zvyšující se objem dutiny břišní proti pobřišnici je stejným patofyziologickým mechanismem vzniku AKS. Akutní kompartment syndrom vzniká do několika hodin od úrazu. Nejčastěji se stav vyskytuje po frakturách v oblasti horních a dolních končetin (75 % případů) a v břišní dutině.

Významným patofyziologickým faktorem je vzniklá porucha tkáňové perfuze, jež je vyjádřena rozdílem mezi kapilárním perfuzním tlakem a intersticiálním tlakem (tlakem okolní tkáně). Dochází-li ke stálému zvyšování intersticiálního tlaku až nad úroveň perfuzního tlaku, dochází ke kolapsu kapilár a vzniku tkáňové ischemie. Postupující ischemizace vede k nárůstu edému a dalšímu zvyšování objemu a tlaku v kompartmentu. Kapilární perfuzní tlak je kromě intersticiálního tlaku ovlivněn ještě arteriálním tlakem – riziko vzniku AKS u pacientů s přidruženým poraněním a hypovolémií je vyšší. K dalšímu poklesu kapilárního perfuzního tlaku – a tím i k riziku prohloubení AKS – dochází při elevaci končetiny, např. po elevaci končetiny při aplikaci Braunovy dlahy.

Tlak uvnitř kompartmentu je za normálních okolností 0–15 mmHg, klinické projevy AKS se projevují při vzestupu tlaku na 30–45 mmHg. Pokud tento tlak uvnitř kompartmentu přetrvává

více než 6–10 hod, dochází k ireverzibilnímu poškození svalové tkáně se vznikem nekrózy. Ke zvýšení tlaku může dojít buď přímým mechanismem:

- trauma – zlomenina kosti s krvácením do kompartmentu, poranění cévních struktur, poúrazový edém měkkých tkání, přímé poranění svalových skupin končetin,
 - popáleniny, zejména cirkulární,
 - nadměrné a jednostranné zatěžování svalových skupin (cvičení, tetanické křeče),
 - dlouhodobý útlak měkkých tkání (bezvědomí, intoxikace),
 - hluboká žilní trombóza,
- nebo v důsledku iatrogenního poškození:
- těsný obvaz,
 - intraoseální přístup s paraoseální aplikací,
 - výplachy kloubů při artroskopiích,
 - intravenózní nebo intramuskulární aplikace u pacientů s antikoagulační terapií a rizikem krvácení do měkkých tkání,
 - při dlouhodobém zatížení svalových skupin, zejména tlaku proti extenzi končetiny.

Poznámka: Experimentálně byl naměřen vnitrokompartmentový tlak 48 mmHg, když je hlava vleže opřena o předloktí, 178 mmHg v případě, že byla horní končetina pod trupem, a 72 mmHg, pokud byla noha přeložena přes nohu.

Klinické projevy AKS:

- bolest – výrazná, doposud nepoznaná, postupně se zhoršující, hluboká, trvalá, obtížně lokalizovatelná, neodpovídá lokálnímu chudému nálezu, vyvolaná i nepatrným pohybem končetiny,
- porucha cití – parestezie,
- porucha volní hybnosti – částečná nebo kompletní,
- diskolorace – bledá až vosková kůže,
- porucha pulzu – pozdní nález svědčící o zvyšování tlaku s útlakem arteriálních struktur.

U všech pacientů s prokázanou deformitou končetiny (včetně patologického postavení v loketním a kolenním kloubu!), otokem, napětím měkkých tkání a diskolorací předpokládáme rozvoj AKS. Vyšetření bolestivosti nebo parestezií je možné pouze u pacientů s adekvátně zachovalým vědomím a schopností poskytnout zpětnou vazbu.

Terapeutickou metodou volby je uvolnění kompartmentu, tedy incize pevné fascie – fasciotomie.

TERAPIE

Klinické projevy muskuloskeletálního poranění ovlivňují zejména komponentu **C** v algoritmu C-ABCDE.

C-ABCDE

Zástava zevního krvácení jako nejvyšší priorita (viz kapitola KRVÁCENÍ – PRINCIPY OŠETŘENÍ).

Amputace

Amputace je indikací k naložení turniketu nehledě na přítomnost či nepřítomnost krvácení (riziko vzniku krvácení při manipulaci s pacientem spojené s odstraněním dočasné koagulační zátky). Pokud je krvácení z pahýlu přítomné i přes správně naložený turniket, doplňuje se postup aplikací tlakového nebo hemostatického obvazového prostředku (viz kapitola KRVÁCENÍ – PRINCIPY OŠETŘENÍ).

C – ABCDE

Zajištění průchodnosti dýchacích cest a dostatečné oxygenace (viz kapitola DÝCHÁNÍ, DÝCHACÍ CESTY).

C – ABCDE

Vyšetření hrudníku ve všech vyšetřovacích modalitách 4P (viz kapitola PORANĚNÍ HRUDNÍKU).

C-ABCDE

- vyšetření stavu oběhu – pulzace, CRT,
- zajištění intravenózního vstupu s aplikací náhradních roztoků, pokud jsou indikovány (viz kapitola ŠOK),
- nasazení pánevního pásu při podezření na poranění pánve (údaj o vysokoenergetickém traumatu),
- aplikace extenční dlahy v případě fraktury stehenní kosti.

Ostatní končetinová krvácení

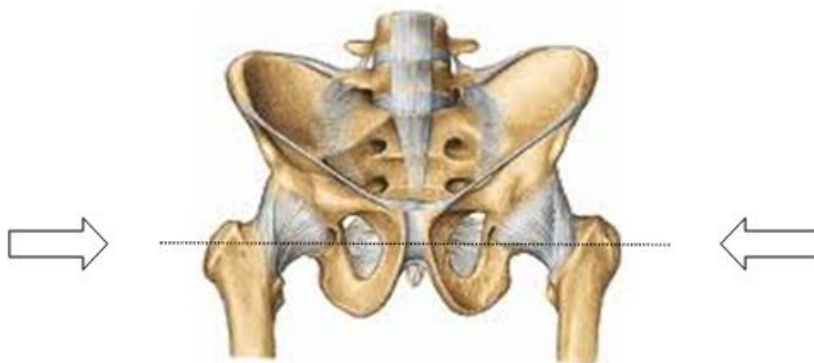
Krvácení život neohrožující: přiložení obvazu a kontrola zástavy krvácení. Pokud dochází k průsaku krve přes aplikovaný obvaz, zvážit možnost dodatečné aplikace tlakového obvazu nebo turniketu k definitivnímu zastavení krvácení.

Zlomeniny

- Zavřené zlomeniny: repozice tahem do osového postavení, fixace.
- Otevřené zlomeniny: při prominenci úlomků kostí při otevřené zlomenině je doporučeno před repozicí provést oplach (irigaci) fyziologickým roztokem. Kostní úlomky se do rány nereponují a z rány se neodstraňují. Pokud je však některý z úlomků mimo úroveň rány a zřetelně ztrácí kontinuitu s okolní kostí, je možné tento fragment kosti volně odstranit. Po ošetření rány krytím se provede repozice tahem do osového postavení – může dojít zároveň k repozici prominujících úlomků.

- Repozice: provádí se šetrným tahem za končetinu do osového postavení – postavení v přímé ose končetiny. Pokud se po dvou pokusech nepodaří končetinu zreponovat do osového postavení, provede se fixace v pozici, v jaké je. Kontraindikací k provádění repozice je trvalá bolestivost a spasmus. Před a po repozici se provede kontrola citlivosti a pulzace na periférii končetiny (*a. radialis*, *a. dorsalis pedis*, *a. tibialis anterior*). Pokud dojde po repozici k vymizení pulzace na periférii, je doporučeno šetrně trakci uvolnit do obnovení pulzace.
- Efekt repozice:
 - zmenšení objemu patologického kompartmentu vytvořeného úlomky kostí a tím minimalizace **vnitřního krvácení**,
 - snížení rizika komprese nervově-cévního svazku,
 - snížení bolestivosti obnovením fyziologických poměrů,
 - snadnější fixace reponované končetiny.
- Fixace: provádí se dlahami (rigidní, flexibilní, vakuové, trakční) nebo fixací postižené končetiny ke končetině zdravé. Důvodem k provedení fixace a imobilizace je zabránění pohybů poraněné končetiny a pohybů kostních úlomků, další traumatizace měkkých tkání těmito úlomky a tím dosažení redukce bolestivosti. Přiložení fixačního prostředku se provádí přes kloub nad a pod linií zlomeniny. Je doporučeno v oblasti kloubů provést adekvátní vypodložení v případě aplikace rigidního fixačního prostředku.
- Trakční dlahy: použití trakční dlahy je indikováno při prokázaných zlomeninách stehenní kosti v její střední části. Aplikace trakční dlahy vyžaduje nácvik. Příprava a aplikace trakční dlahy nesmí zdržet transport zraněného na vyšší zdravotnickou etapu. Pokud je podezření na poranění dolní třetiny stehenní kosti spojené s nitrokloubním poraněním (známky poranění měkkého kolena – otok, náplň kloubu, známky kontuze, patelární nestabilita), není doporučeno trakční dlahu aplikovat. Důvodem je riziko distrakce stehenní a holenní kosti a prohloubení zraňujícího účinku.

Zlomeniny pánve: aplikace pánevního pásu v úrovni velkých trochanterů (Obrázek 9)



Obrázek 9: Úroveň umístění pánevního pásu (Autor)

Kombinovaná poranění pánevního kruhu a zlomeniny stehenní kosti: pokud je vysloveno podezření na zlomeninu pánve a zároveň zlomeninu střední části stehenní kosti, je doporučeno nejprve provést fixaci pánevního kruhu pánevním pásem a poté aplikovat trakční dlahu. Je doporučeno použití trakční dlahy Kendrick type nebo CT-6. Pokud během provádění trakce dojde ke zhoršení bolestivosti nebo prohloubení oběhové nestability, je to indikace k přerušení výkonu. Poraněná končetina se pak stabilizuje fixací ke končetině zdravé.

C – ABCDE

- zajištění tepelného komfortu – prevence hypotermie,
- kontinuální monitorace vitálních funkcí,
- příprava na transport.

PŘÍLOHA

Tabulka 19: Přehled nálezů senzorického a motorického deficitu při poraněních periferních nervů horní končetiny

Periferní nerv	Segment	Senzorický deficit	Motorický deficit	Vyvolávající poranění
<i>n. axilaris</i>	C5–C6	Horní zevní část paže, oblast nad <i>m. deltoideus</i>	Oslabení abdukce – upažení, atrofie <i>m. deltoideus</i>	Zlomeniny horní části pažní kosti (chirurgického krčku), přední luxace ramena
<i>n. musculocutaneus</i>	C5–C7	Zevní strana předloktí	Omezená flexe v lokti	Přední luxace ramena
<i>n. radialis</i>	C5–C7	Zadní strana paže a předloktí	Oslabení extenze v lokti, ruka přepadá do flexe v zápěstí („kapkovitá ruka“ nebo „příznak labutí šíje“), nemožnost pevného sevření v pěst	Zlomeniny pažní kosti, zlomeniny lokte, „Saturday night palsy“*, vysoké berle
<i>n. medianus</i>	C5–Th1	Dlaňová strana ruky od palce po zevní ½ prsteníku	Nemožnost flexe posledního článku I. a II. prstu	Zlomeniny humeru v dolní 1/3, poranění zápěstí
<i>n. ulnaris</i>	C8–Th1	Vnitřní část zápěstí, vnitřní strana ruky do úrovně podélné ½ prsteníku	„drápovitá ruka“ – extenze v metakarpofalangeálních kloubech, flexe v interfalangeálních kloubech	Poranění v oblasti lokte

* Saturday night palsy: tlak horního okraje opěrky lavičky nebo židle v oblasti axily u opilých sedících jedinců s horní končetinou svěřenou přes tuto opěrku



Tabulka 20: Přehled nálezů senzorického a motorického deficitu při poraněních periferních nervů dolní končetiny

Periferní nerv	Segment	Senzorický deficit	Motorický deficit	Vyvolávající poranění
<i>n. femoralis</i>	L2–L4	Vnitřní strana stehna a bérce	Porucha flexe v kyčli a extenze v koleni – nelze vykročit a jít do schodů	Trauma v pánevní oblasti, luxace kyčle, zlomenina raméněk stydké kosti, trauma třísla
<i>n. peroneus</i>	L4–S1	Hřbet nohy	„kohoutí chůze“ – nemožnost zvednout špičku a patu, „stepování“ – při došlapu dopadá první špička nohy	Luxace kolena, zlomenina v oblasti hlavičky lýtkové kosti, kompartment sy.
<i>n. gluteus</i>	L4–S2	-	Abdukce a extenze v kyčelním kloubu	Zlomeniny acetabula
<i>n. tibialis</i>	L5–S2	Chodidlo	Oslabení plantární flexe – nemožnost stoje na špičkách	Zlomeniny horní 1/3 tibie, luxace kolena

ZDROJE:

Advanced Trauma Life Support. ATLS. Student Course Manual. 9th Edition. USA: American College of Surgeons, 2012. ISBN 188-0-69602-9.

PONS, P. T. et al. (eds). *PHTLS: Prehospital Trauma Life Support. Military Eight Edition.* Burlington, MA: Jones & Bartlett Learning, 2016, 897 s. ISBN 978-1-284-04175-0.

RASUL, A. T., LORENZO, C. T. *Acute Compartment Syndrome* [on-line]. New York: WebMD, 2018 [cit. 2018-02-20]. Dostupné z: <https://emedicine.medscape.com/article/307668-overview>

TCCC Guidelines for Medical Personnel. National Association of Emergency Medical Technicians – Committee on TCCC [on-line]. Mississippi: 2017 [cit. 2018-02-20] Dostupné z: <https://www.naemt.org/education/naemt-tccc/tccc-ac-guidelines-and-curriculum>

VIA, A. G., OLIVA, F. et al. Acute Compartment Syndrome. *Muscles, Ligaments and Tendons Journal.* 2015; 5(1), 8–22. ISSN:2240-4554.

TERMICKÁ PORANĚNÍ

Termická poranění představují 5. nejčastější příčinu úrazu v civilních podmínkách. Z bojových poranění pak představují cca 5–10 % raněných. Vznikají působením tepla nebo chladu. Termická poranění sama o sobě představují život ohrožující stavy jen vzácně, a to především při zasažení rozsáhlých ploch, hlubokých vrstev nebo zasažení specifických oblastí (dýchacích cest – inhalační trauma). Často však doprovázejí jiná traumata (sdružená poranění, polytraumata), jejichž výslednou prognózu zhoršují. Termická poranění mohou rovněž svým vzezřením poutat pozornost zachránce (tzv. distracting injury) a být tak příčinou opožděného rozpoznání a řešení život ohrožujících stavů. Svým působením na organismus se odlišují od patofyziologického působení jiných poranění, a to mohutnou aktivací zánětlivé odpovědi se svými důsledky, zejména pak zvýšenou permeabilitou kapilár s únikem tekutin do intersticia.

ANATOMIE

největší orgán lidského těla – cca 1,5–2 m².

3 vrstvy:

- epidermis (0,05mm víčko až 1mm ploska nohy),
- dermis (10x silnější než epidermis),
- podkožní vrstva (tuk, pojivová tkáň, nervy, cévy).

Epidermis (pokožka) – vnější vrstva kůže, tvořena vlastní krycí vrstvou (epitelem), slouží jako mechanická bariéra před vnikem mikroorganismů, toxických látek a zároveň zabraňuje ztrátám tepla a elektrolytů vně organismu. Epitel je tvořen rohovějícími buňkami, které se v pravidelných intervalech odlučují a jsou nahrazovány buňkami novými.

Dermis (škára) – nejsilnější vrstva kůže, silná 1–4 mm v závislosti na lokalizaci, obsahuje kolagenní vlákna. Dermis obsahuje hustou cévní síť, nervová zakončení, mazové a potní žlázy.

Podkožní vrstva – tvořena převážně tukovou tkání, vytváří podpůrnou tkáň pro dermis. V podkožní vrstvě z vlasových folikulů vyrůstají vlasy a chlupy, které pronikají dermis a epidermis na povrch těla. Podkožní vrstva hraje významnou roli v udržování tělesné teploty.

Individuální rozdíly

- muži mají silnější kůži než ženy,
- kůže gerontologických osob a dětí je tenčí než dospělých,
- důsledkem těchto rozdílů je pak různý rozsah (hloubka) popáleniny při stejném vyvolávajícím faktoru (povrchová popálenina u dospělých x hluboká u dětí).

PATOFYZIOLOGIE

Kůže dospělého je schopná na krátkou dobu odolat působení tepla do 40 °C, při překročení této hranice dochází k ireverzibilnímu poškození. U termických poranění jsou přítomny dva typy reakce v závislosti na rozsahu:

- lokální reakce (v místě poranění) a
- systémová reakce, vyjádřená u rozsáhlých popálenin (> 20 % TBSA – Total Body Surface Area = celková plocha tělesného povrchu).

Lokální reakce

Popáleninové trauma způsobí koagulační nekrózu, která přenosem tepelné energie postupuje do různé hloubky kůže. Hloubka poškození závisí na množství tepelné energie obsažené ve zraňujícím agens, délce expozice, aktuální teplotě kůže v místě kontaktu se zraňujícím agens, pohlaví a věku. V případě elektrických a chemických popálenin dochází kromě přenosu tepelné energie i k přímému poškození buněčných membrán. U většiny popálenin dochází k rozvrstvení poranění kůže do 3 zón (Jackson's burns zones):

- zóna koagulace – oblast s největším tkáňovým poškozením charakterizovaná nekrózou buněk bez možnosti jejich reparace,
- zóna přechodová – oblast reverzibilního poškození buněk. Obnova vitality závisí na obnovení průtoku krve. Krátce po poranění je průtok krve touto oblastí snížen až zastaven (stagnuje). Pokud se průtok krve obnovit nepodaří, dochází k ireverzibilnímu poškození a nekróze. Klinickým obrazem je pak prohloubení či rozšíření popáleniny.
- zóna hyperemie – oblast minimálního poškození se zvýšenou perfuzí krve při probíhající zánětlivé odpovědi.

Prímá aplikace ledu na popáleninu nebo aplikace chlazení vodou (méně než 8 °C po dobu více než 30 min) vede k prohloubení poškození v místě přechodové zóny. Chlad sice způsobí snížení bolesti, ale zároveň vede také k prohloubení vazokonstrikce, která poté prohloubí ischemii v přechodové zóně. Z výše uvedeného a možného rizika rozvoje hypotermie by měl být management bolesti prováděn především použitím dostupných analgetik.

Systémová reakce

Systémová odpověď organismu se projevuje při popáleninách přesahujících zhruba 20 % TBSA (rozdíly mohou být ovlivněny aktuálním stavem postiženého organismu). Patofyziologické procesy jsou reakcí na aktivaci systémové zánětlivé odpovědi (SIRS – Systemic Inflammatory Response Syndrom). V této situaci dochází k mohutnému uvolňování prozánětlivých cytokinů z endoteliálních buněk a buněk krevní plazmy (trombocyty, leukocyty a jejich subpopulace – makrofágy, polomorfonukleární leukocyty atd.). Dochází ke zvýšené propustnosti cévních membrán v důsledku vlastního tepelného poškození koagulační nekrózou a v důsledku působení prozánětlivých mediátorů s následným rizikem vzniku multiorgánového poškození. Soubor klinických projevů v různých tělesných kompartmentech uvedených níže, jejichž závažnost je závislá na rozsahu popálené plochy a síle zánětlivé odpovědi, se souhrnně nazývá **popáleninový šok**.

Kardiovaskulární odpověď

Dochází ke ztrátám tekutiny do poškozené plochy spolu se ztrátou intravaskulárních proteinů, následnému úniku tekutin z intravaskulárního kompartmentu. Kompenzatorním mechanismem dojde k uvolnění katecholaminů s následnou periferní a splachnickou vazokonstrikcí. V důsledku uvolnění prozánětlivých cytokinů dochází k poklesu kontraktility myokardu.

Respirační odpověď

Prozánětlivé mediátory mohou způsobit závažnou vazokonstrikci, zároveň způsobují zvýšenou permeabilitu kapilár s následným rizikem vzniku plicního edému. K tomuto faktoru může přispět i agresivní tekutinová resuscitace.

Renální odpověď

Snížený srdeční výdej (snížená kontraktilita a pokles intravaskulárního tekutinového objemu) vede k poklesu průtoku ledvinným parenchymem a snížení glomerulární filtrace. Toxiny uvolněné z poškozené kůže způsobují akutní tubulární nekrózu a myoglobin z poškozených svalových vrstev (zejména při úrazech elektrickým proudem) způsobí obstrukci ledvinných tubulů.

Metabolická odpověď

Je reakcí na kontinuálně se zvyšující hladiny stresových hormonů (katecholaminů, dopaminu, kortizolu, glukagonu) a probíhá ve dvou fázích:

- *časná fáze:* je aktivována v době inzultu a může přetrvávat až 3 dny. Dochází nejprve k hypometabolickému stavu s hypodynamickou cirkulací, sníženou spotřebou kyslíku a hyperglykémii. Tento přechodný stav poté přechází do
- *pozdní fáze:* charakterizované hypermetabolickými procesy, které mohou přetrvávat v různé aktivitě až do 1 roku po poranění. Změny v metabolických procesech a vliv prozánětlivých mediátorů způsobují převahu odbourávání svalových proteinů nad jejich syntézou. Úbytek svalové hmoty negativně ovlivňuje reparační procesy, dochází ke zvýšenému riziku vzniku ranných i celkových infekčních komplikací (pneumonie v důsledku sníženého kašlacího reflexu a poruchám hojení zasažených ploch).

Gastrointestinální odpověď

Prozánětlivé cytokiny způsobují zvýšenou permeabilitu střevní sliznice až slizniční nekrózu s rizikem prostupu bakterií trávicího traktu do krevního oběhu s následnou sepsí. Poškozená funkce sliznice způsobuje také sníženou absorpci nutrientů (glukózy, aminokyselin a tuků). Je přítomna gastroparéza a projevy paralytického ileu. Typicky bývá popisován vznik žaludečního vředu (Curlingův vřed).

KLASIFIKACE

Termická poranění lze rozdělit podle zraňujícího mechanismu:

- PORANĚNÍ VZNIKAJÍCÍ PŮSOBENÍM TEPLA,
- INHALAČNÍ POPÁLENINY,
- POPÁLENINY ELEKTRICKÝM PROUDEM,
- POPÁLENINY VZNIKAJÍCÍ PŮSOBENÍM CHEMICKÝCH LÁTEK,
- POPÁLENINY RADIAČNÍ,
- PORANĚNÍ VZNIKAJÍCÍ PŮSOBENÍM CHLADU.

PORANĚNÍ VZNIKAJÍCÍ PŮSOBENÍM TEPLA

Popáleniny jsou často považovány za izolované poranění kůže, při rozsahu $\geq 20\%$ TBSA představují život ohrožující stavy, které mohou být doprovázeny multiorgánovým poškozením (srdce, plíce, GIT, imunitní systém – viz systémová reakce). Proto také nejčastější příčinou úmrtí u takto zasažených pacientů není sama popálenina, ale následné orgánové komplikace. Většina popálenin vzniká jako důsledek nešťastné shody náhod, u dětí nebo starých lidí mohou být popáleniny až v 20 % důsledkem trestného činu.

ETIOLOGIE

- plamen – ožeh přímým plamenem,
- opáření – kontakt s teplou vodou, případně párou,
- přímý kontakt s horkým/studeným předmětem.

KLASIFIKACE POPÁLENIN

Hloubka popáleniny se v čase vyvíjí, proto definitivní zhodnocení rozsahu (resp. hloubky) popáleniny může probíhat nejdříve 48 hodin od jejího vzniku.

Dle hloubky postižení kůže dělíme popáleniny do 4 stupňů:

I. stupeň: epidermální popáleniny, *epidermal burns*

- postihují pouze epidermis,
- typické je začervenání a bolestivost,
- klinicky málo významné (u dětí a starých lidí může tento typ popálenin při velkém rozsahu a nedostatečném příjmu tekutin vést k dehydrataci),
- hojí se do týdne, bez nutnosti chirurgické intervence a bez jizev,
- základem léčby je především analgezie,
- nezapočítávají se do celkového rozsahu popálené plochy – % TBSA.

II. stupeň: povrchní popáleniny, *partial thickness burns*

postihují epidermis + různou část dermis, rozlišujeme:

- IIa st.: puchýře s čirým obsahem nebo obnažená dermis, lesklá vlhká spodina s dobrým kapilárním návratem a růžovým zbarvením, která po vyvolání tlaku vybledne, zhojí se většinou bez jizevnatých změn či kontraktur,

- IIb st.: puchýře se smíšeným krvavým až zkaleným obsahem, spodina mokvající, karmínového nebo voskového zbarvení, po vyvolání tlaku nevybledává a bolí, jedná se o hluboké popáleniny vyžadující chirurgické ošetření, způsobují jizevnaté změny.

III. stupeň: popáleniny v celé síle kůže, *full thickness burns*

- bledavé barvy, se suchou, kožovitou spodinou, někde označovány termínem eschara,
- v okolí výskyt puchýřů se smíšeným obsahem,
- bolestivost na hluboký tlakový podnět,
- nutný chirurgický přístup, hojení s trvalými následky ve formě jizevnatých kontraktur.

IV. stupeň: popáleniny v celé síle kůže s poškozením hlubokých tkání

- všechny ostatní popáleniny, které postihují i subdermální struktury – podkoží, svaly, šlachy, kosti, vnitřní orgány

Modifikovaná klasifikace:

povrchové popáleniny: I. stupeň + IIa. stupeň

hluboké popáleniny: IIb. stupeň + III. stupeň (ev. IV. stupeň)

Tabulka 21: Souhrn charakteru popálenin podle hloubky postižení

Stupeň	Hloubka poškození	Charakter	Stupeň bolestivosti
I. stupeň	epidermis	zčervenání, suchý povrch, bez puchýřů	spontánní, středně intenzivní
IIa. stupeň	epidermis + povrchová vrstva dermis	vlhké zarudnutí, puchýře s čirým obsahem, růžovou spodinou – po tlaku vybledne	spontánní, výrazná
IIb. stupeň	epidermis + hluboká vrstva dermis	puchýře s krvavým nebo smíšeným zkaleným obsahem, spodina se zarudnutím nebo až voskovým vzhledem – po tlaku nevybledává	bolestivost po tlaku (klidově nebolestivé)
III. stupeň	epidermis + dermis v plném rozsahu	zažloutlý až tmavý tuhý povrch, v okolí puchýře	bolestivost po hlubokém tlaku
IV. stupeň	epidermis + dermis + podkožní struktury	zuhlutnění	nebolestivé

Cirkulární popáleniny

- zvláštní jednotka charakterizovaná cirkulárním poškozením kůže určité části těla,
- dominantně především oblast končetin, dále však také hrudník, břicho, krk,
- v důsledku hlubokého poranění kůže (od II. stupně) dochází k redukci její roztažnosti. To ve spojení s rozvíjejícím se otokem představuje základ pro vznik kompartment syndromu (viz také kapitola MUSKULOSKELETÁLNÍ PORANĚNÍ). Zvyšující se tlak v uzavřeném prostoru, v tomto případě pod poškozenou kůží, převýší nejdříve tlak v žilách a následně v tepnách, což vede k rozvoji ischemie doposud nepoškozených tkání. Následné uvolnění myoglobinu a draslíku z nekrotických svalových buněk, po obnovení krevního zásobení, vede dle závažnosti ischemie k rozvoji selhání ledvin a poruše srdečního rytmu.
- dalším rizikem pro pacienta je ztráta elasticity tkání při cirkulárním postižení, v případě poranění hrudníku může dojít k závažným až život ohrožujícím omezením dýchacích exkurzí a v podstatě dušení při zachovaném vědomí,
- jediným možným řešením této situace je provedení escharotomie (viz Příloha obrázek 10). Zákrok je doporučeno provést personálem, který je s touto technikou seznámen, a je doporučeno využít konzultace se specialistou v dané problematice.

Provádění escharotomií v přednemocniční péči je velmi vzácné a vzhledem k patofyziologii se omezuje jen na hrudník a krk, kde se může jednat o život zachraňující výkony vzhledem k bezprostřednímu ohrožení průchodnosti dýchacích cest, ventilace, případně cévního zásobení hlavy. Escharotomie končetin, ev. břicha pro rozvíjející se kompartment syndrom je vzhledem k jejich povaze (na místě neohrožují život pacienta) vyhrazena zcela pro nemocniční péči.

Provedení samotných escharotomií není technicky náročné. Náročným zůstává rozhodnutí o jejich provedení. V obou zmiňovaných případech prováděli escharotomie lékaři. Vždy se jedná o naříznutí spálené kůže do zdravého podkoží, čímž dojde k rozvolnění „korzetu“, který vytvořila cirkulární popálenina. V případě hrudníku se provádí oboustranné, longitudinální (obloukovité) nářezy v úrovni přední axilární čáry od klíčních kostí až po žeberní oblouky. Někteří autoři tyto nářezy ještě doplňují o nářezy transverzální prováděné v průběhu žeberních oblouků, aby tak „oddělili“ hrudník od břicha (a box pattern). Při provedení je nutné se vyhnout oblasti prsní žlázy u žen.

Escharotomie krku je ještě vzácnější. Důvodem je i to, že sama cirkulární popálenina krku většinou nevede k ventilačním problémům. Může však být příčinou mozkové ischemie v důsledku komprese velkých cév se všemi jejími klinickými projevy (viz kapitola PORANĚNÍ HLAVY). Samotné provedení spočívá v longitudinálním řezu vedeném od brady do jugulární jamky. Velkým rizikem zde zůstává především provedení nechtěné tracheostomie a krvácení.

Pokud dojde k rozhodnutí, že by zákrok měl být proveden, je doporučeno, aby jej prováděli zdravotničtí pracovníci, kteří jsou s tímto zákrokem obeznámeni, případně zajistit konzultaci s takovým zdravotnickým pracovníkem.

INHALAČNÍ POPÁLENINY, INHALAČNÍ TRAUMA

Inhalační trauma je definováno jako akutní postižení dýchacích cest způsobené inhalací produktů hoření nebo páry. Vzniká také při iritaci dýchacích cest různými chemickými látkami. Inhalační trauma je hlavní příčinou smrti při požárech. Celkový klinický stav je ovlivněn více faktory, které zahrnují přímé tepelné poškození horních dýchacích cest, asfyxii způsobenou buněčnou hypoxií jako následek působení toxinů vznikajících během hoření (zejména oxid uhelnatý a kyanidy) a poškození na úrovni plicního parenchymu ostatními toxickými chemickými látkami. Inhalační trauma je zrádné, protože se může manifestovat i několik dní od úrazu. Proto je nezbytné na něj pomýšlet u všech pacientů vystavených kouři v uzavřeném prostoru.

Patofyziologie inhalačního traumatu

Poškození DC při inhalačním traumatu může probíhat 3 různými způsoby, ev. jejich kombinací:

- 1) tepelným poraněním (suché a vlhké teplo)
 - suchý vzduch je špatným vodičem tepla, proto inhalace suchého tepla málokdy vede k popálení dýchacích cest (DC) pod hlasivkovými vazy (chladicí efekt nasopharyngu $300\text{ }^{\circ}\text{C} \rightarrow 50\text{ }^{\circ}\text{C}$),
 - pára oproti suchému vzduchu vede teplo 4000krát lépe, proto zde dochází k poranění dolních cest dýchacích mnohem častěji.
- 2) udušením
 - důsledek působení oxidu uhelnatého (CO) a kyanidu jako produktů hoření, které způsobují buněčnou hypoxii $\rightarrow$ udušení (i přes dostatečný TK či hodnotu saturace kyslíku (SpO_2) na pulzním oxymetru).
oxid uhelnatý (CO)
 - má 200krát silnější vazbu na hemoglobin než kyslík,
 - klinický obraz závisí na hladině CO (procentuální vyjádření) a délce expozice
 - 10 % – bolest hlavy, závratě,
 - 20 % – nauzea, zvracení, akční neschopnost,
 - 30 % – úporná bolest hlavy, zmatenost, porucha vědomí, křeče, koma,
 - 40–50 % – hluboké koma,
 - 60 % – smrt,
 - hladina O_2 pulzním oxymetrem je falešně fyziologická či nadhodnocená (hemoglobin má stejnou barvu jako karboxyhemoglobin – COHb). Proto pro stanovení hladiny COHb existuje zvláštní přístroj.
 - terapie: snížení koncentrace COHb v krvi pacienta na $\frac{1}{2}$ lze dosáhnout:

vynesením pacienta na čerstvý vzduch	za 4 hodiny,
oxygenoterapií	za 1 hodinu,
hyperbarickou komorou	za 30 minut.

kyanid

- vzniká při hoření plastů, polyuretanu,
- narušuje produkci energie buňkou (pacient se udusí i při dostatečném paO_2),
- intoxikace se projevuje zmateností, nauzeou, bolestí hlavy, tachykardií a tachypnoí,
- terapií je antidotum vyvazující kyanid (Cyanokit = hydroxokobalamin i. v. podání).

3) toxiny indukovaným poraněním plic

- nastává s odstupem několika dní,
- závisí na době expozice a složení kouře,
- příčinou jsou chemikálie obsažené v prachu (amoniak, oxidy síry, hydrogen chloridy), které na povrchu DC tvoří s vodou kyseliny a louhy. Ty způsobují nekrózu řasinkových buněk trachey a bronchiolů. Tyto buňky se za normálních okolností podílí na transportu hlenu z DC ven. Důsledkem jejich poškození je tedy hromadění hlenu a následný rozvoj zánětlivých onemocnění plic pneumonie).

Diagnostika inhalačního traumatu

Vstupní klinické vyšetření:

- popáleniny obličeje, ožehnuté vlasy, obočí či řasy,
- puchýře nebo edém nosohltanu z přímého tepelného poškození,
- chrapot, chrčení jako následek progredujícího otoku epiglottis a hlasivkových vazů,
- povrchové poškození sliznice horních cest dýchacích – zarudnutí, ulcerace, puchýře,
- karbonové sputum – produkty hoření aktivují kašlací reflex a sputum tak mohou být patrné v ústní dutině i mimo ni.

Symptomy postižení dolních cest dýchacích:

- zrychlené nebo ztížené dýchání (tachypnoe, dyspnoe),
- kašel,
- spastické expirační fenomény,
- poslechově oslabené dýchání.

Symptomy svědčící pro expozici látkám způsobující hypoxii:

- různý stupeň kvantitativní poruchy vědomí (somnia až kóma),
- neklid, agitace, výrazná bolestivost hlavy, svalová slabost.

PRINCIPY OŠETŘENÍ POPÁLENINOVÉHO TRAUMATU

Především rozsáhlé (TBSA > 20 %) nebo hluboké popáleniny (od II. stupně) či inhalační trauma představují život ohrožující stavy. Popáleniny nižšího rozsahu sice nejsou přímo život ohrožujícím stavem, mohou však svými klinickými projevy (vzhled popálené plochy, výrazná bolestivost, psychická nadstavba způsobená okolnostmi popáleninového traumatu...) vést k odvrácení pozornosti nebo nerespektování protokolu C-ABCDE (tzv. distracting injury). Pozornost je třeba věnovat anamnestickému údaji o popáleninovém traumatu spojeném s výbuchy a právě rizikem vnitřního krvácení do dutin.

A – airways

Nejvyšší prioritou je rozeznání rizika přítomnosti inhalačního traumatu s bezprostředním rizikem obstrukce dýchacích cest. Jediným řešením je definitivní zajištění dýchacích cest (orotracheální intubace, případně chirurgické zajištění DC). Pokud není k dispozici personál, který tyto techniky ovládá, je třeba zvážit jejich časnou aktivaci. Supraglotické pomůcky nebývají u inhalačního traumatu účinné – jedná se o postižení hlasivkové štěrbiny nebo subglotického prostoru.

Nejenom úplné, ale i částečné zúžení DC může vést k zástavě dýchání (zúžení DC zvýší odpor v DC, to vede ke zvýšené námaze dýchacích svalů, jejich vyčerpání a konečně k respiračnímu selhání i při částečné průchodnosti DC).

B – breathing

Respektováním protokolu C-ABCDE odhalit riziko vzniku přidruženého poranění hrudníku (tPNO), nestabilní hrudník nebo známky nitrohrudního krvácení).

V případě přítomnosti cirkulárních popálenin s rizikem omezení dechových pohybů zvážit nutnost konzultace se specialisty v problematice a aktivace personálu, který je obeznámen s provedením escharotomie.

C – circulation

Postižení s termálním traumatem mohou vyžadovat vyšší příjem tekutin, který je dán odlišným patofyziologickým mechanismem postižení. Následkem tepelného působení na tkáň dochází k mohutnému uvolnění prozánětlivých cytokinů a jejich působení na propustnost kapilár. Dochází k úniku do intersticiálního prostoru s rizikem vzniku edému. Pokud je přítomno další trauma s rizikem dutinového krvácení, je ztráta tekutin – krve a plazmy – vyšší.

Je nezbytné provést vyšetření všech modalit vypovídajících o stavu oběhu: pulzace na periférii (rychlost a síla pulzu), CRT s ohledem na lokální poranění končetiny, vyšetření břicha (4 P), stability pánve a končetiny. Je-li k dispozici, využijeme přístrojové vybavení k měření TK. Prioritou je vždy léčba krvácení, ne popáleniny.

Měření TK na popálených končetinách je velmi obtížné, zároveň naměřené hodnoty nemusí odpovídat reálnému TK (otoky, popáleniny v plné tloušťce). Naměřené hodnoty budou většinou nižší než na nepostižené končetině.

Při postižení více než 20 % TBSA je doporučováno zajištění dvou i. v. či i. o. vstupů. Pokud lze, zavádíme mimo popáleniny. Aplikace objemu tekutin podle vypočítaného množství (viz výše). Je-li podezření na riziko hypovolemického šoku, je cílem dosažení hmatné pulzace na periférii.

K fixaci obvazů je doporučeno použít pruban nebo Kerlix.

Principy tekutinové resuscitace

K aplikaci jsou doporučeny balancované krystaloidní roztoky, např. Ringer-fundin, Plasmalyte, Isolyte.

Aktuálně doporučené formule pro stanovení množství tekutin:

- **2 ml x hmotnost v kg x % TBSA (II. stupeň a vyšší)**
 - polovina tekutin je podána během prvních 8 hodin od úrazu, druhá v následujících 16 hodinách.

Příklad: 80kg muž utrpěl popáleniny III. stupně na ploše odpovídající 20 % TBSA:

$2 \times 80 \times 20 = 3200 \text{ ml} \rightarrow$ v prvních 8 hodinách od úrazu je pacientu podáno 1600 ml (200 ml/hod), zbylých 1600 ml pak v následujících 16 hodinách.

- **Pravidlo „10“**
 - vypočítaná plocha popálené plochy se zaokrouhlí na celé 10,
 - výsledná hodnota se vynásobí 10 a získá se objem, který pacient obdrží za 1 hodinu,
 - pravidlo platí pro pacienty s hmotností v rozmezí 40–80 kg, na každých 10 kg navíc se přidává 100 ml za hodinu.

Příklad: 80kg muž utrpěl popáleniny III. stupně na ploše odpovídající 20 % TBSA:

$20 \times 10 = 200 \text{ ml za hodinu}$

Množství podaných tekutin se řídí podle aktuálního klinického stavu pacienta.

Tabulka 22: Porovnání vypočteného množství tekutiny během vstupních 8 hodin pro jednotlivé formule

Popálenina II. stupně postihující 20 % TBSA, množství tekutin během úvodních 8 hod		
Hmotnost (kg)	2 ml/kg/% TBSA	Pravidlo „10“
40	800 ml	1600 ml
50	1000 ml	1600 ml
60	1200 ml	1600 ml
70	1400 ml	1600 ml
80	1600 ml	1600 ml
90	1800 ml	2400 ml
100	2000 ml	3200 ml

Stanovení rozsahu popálené plochy (počet procent z TBSA)

Stanovení rozsahu popálené plochy (% z TBSA) se provádí z důvodu **výpočtu** množství tekutin a **určení** směřování pacienta na specializované pracoviště (popáleninová centra), tzv. popáleninová triage-kritéria.

▪ **Pravidlo „9“**

Plocha těla (pouze přední nebo zadní část):

- hlava 4,5 %,
- hrudník 18 %,
- horní končetina 4,5 %,
- dolní končetina 9 %.

U dětí je poměr velikosti hlavy ke zbytku trupu větší, významnou plochou jsou i hýždě:

Plocha těla (pouze přední nebo zadní část):

- hlava 9 %,
- hrudník 13 %,
- hýždě 2 x 2,5 %,
- horní končetina 4,5 %,
- dolní končetina 7 %.

- **Pravidlo dlaně ruky** (postiženého): celá ruka po úroveň zápěstní rýhy = 1% TBSA.

D – disability

Ovlivnění neurologického stavu může být způsobeno inhalací toxických zplodin při hoření, zejména při události v uzavřeném prostoru.

Orientační zhodnocení vědomí a neurologického stavu je součástí vyšetření i u popálených osob. Je nutné si ale uvědomit, že stav vědomí nemusí být alternován jen traumatem, ale zvláště u popálených i inhalací kouře a toxických látek (CO, kyanid).

Principy fixace a imobilizace C páteře se řídí principy popsány v kapitole PORANĚNÍ PÁTEŘE – poranění C páteře je nutné předpokládat u všech stavů, kdy jsou přítomny klinické známky anebo pokud postižený není schopen vyjádřit adekvátní reakci na naše instrukce nebo vyšetřovací postupy – jakékoli ovlivnění neurologického stavu.

E – exposure/environment

Lze předpokládat, že na místě události byly aplikovány základní principy ošetření popáleninovým traumatem – odstranění expozice, uhašení při respektování principů zachování vlastní bezpečnosti.

Doplnění postupů:

- sejmutí šperky (kumulují teplo, představují riziko ischemie při otoku),
- zajištění teplotního komfortu (termoregulační funkce kůže je poškozena, dochází k vazodilataci a tím ke zvýšeným ztrátám tepla. Je tedy doporučeno využívat vyhřívané transportní prostředky, Hypothermia Prevention and Management Kit (HPMK), několik krycích vrstev pro pacienta apod. Vše nezávisle na roční době. Pokud je dosaženo teplotního komfortu pro záchranáře, není dosaženo teplotního komfortu pro zraněného.
- lokální ošetření popálených ploch (chlazení, krytí).

- Principy lokálního ošetření chlazením:
 - lokální chlazení je doporučeno provádět vodou o teplotě $< 20^{\circ}\text{C}$, ne však méně než 8°C , po dobu max. 20–30 min, ihned po traumatu,
 - chlazení vodou o teplotě $< 8^{\circ}\text{C}$ stejně jako prolongované chlazení nad doporučenou dobu způsobuje vasokonstrikci, zhoršující perfuzi poškozených tkání, což může vést k prohloubením či rozšířením popálené plochy,
 - je doporučeno používat pitnou vodu (tap water) z důvodu snížení rizika kontaminace povrchu popáleniny,
 - prolongované chlazení může způsobit celkovou hypotermii s rizikem vzniku koagulopatie a dalším prohlubováním systémové reakce organismu,
 - chlazení má být prováděno maximálně v rozsahu 5 % celkového povrchu těla (TBSA), zejména obličej, krk a ruce.
- Principy lokálního ošetření krytím:
 - krytím poraněné plochy dochází k zábraně zevní bakteriální kontaminace, snížení bolestivosti (proudění vzduchu dráždí nervová zakončení), prevenci hypotermie,
 - použití speciálních krycích prostředků (např. Water-Jel) způsobuje lokální chlazení – jejich použití je doporučeno do rozsahu 5 % TBSA, zejména v kritických lokalitách – obličej, ruce, krk, případně genitál,
 - popáleniny v rozsahu ≥ 5 % TBSA je doporučeno krýt suchým (sterilním) krytím, např. Blast-bandage,
 - popálená plocha je krátce po vzniku sterilním prostředím, naše postupy by neměly zvyšovat sekundární kontaminaci rány,
 - nepotíráme krémy a mastmi,
 - lze použít sterilní neadhezivní krytí samotné či jej lze kombinovat s novými materiály, např. krytím s nanokrystalickým stříbrem (Acticoat či Acticoat Flex 7®), s aditivním baktericidním efektem, nastupujícím do 30 minut od aplikace na ránu, umožňujícím krytí rozsáhlých popálených ploch. Vzhledem k jejich minimální hmotnosti, rozměrům a doposud nepopsané alergické reakci jsou vhodné jak do civilního, tak vojenského prostředí, kde doba transportu přesáhne 30 minut. V době přípravy učebního textu nejsou ve výbavě AČR k dispozici.
- Principy analgetické terapie:

Popáleninové trauma v závislosti na hloubce postižení způsobuje závažnou bolestivou reakci, která je potencována psychickou nadstavbou (anxiozní stavy) spojenou s mechanismem úrazu a vzezřením poranění. Analgetickou terapii bychom měli aplikovat, pokud je k dispozici personál kompetentní k aplikaci. Lze využít i analgetické postupy definované v TCCC:

 - Fentanyl Lozenge 400 μg (ACTIQ 400 μg (lízátko)), Meloxicam 15 mg tbl (1x denně), Morphin 0,1 mg/kg (až 20 mg v jedné dávce i. m., max. 60 mg/den),
 - ostatní běžné analgetické postupy viz kapitola FARMAKOTERAPIE BOLESTI
- Aplikace antibiotik:
 - ATB terapie izolovaných termických poranění v přednemocniční péči není indikovaná.

Principy směřování pacientů na vyšší etapu, případně do popáleninových center

- ve vojenském prostředí rozhoduje o transportu na danou etapu na základě informací od ošetřujícího zdravotnického personálu, aktuální vyčerpání a schopnosti jednotlivých rolí zdravotnický operační důstojník – MedOps (Medical Operation), který je součástí JOC (Join Operation Center – Společného operačního centra), viz kapitola TRANSPORT,
- triage u pacientů s izolovaným termickým poraněním do popáleninových center v civilním sektoru probíhá na základě kritérií (Tabulka 22),
- polytraumatizovaní pacienti s popáleninami v civilním sektoru jsou primárně transportováni do traumacentra, kde jsou časně ošetřena jejich život ohrožující poranění. Po stabilizaci základních životních funkcí jsou následně transportováni do popáleninových center.

Tabulka 23: Směřování pacientů s popáleninovým traumatem do popáleninových center se provádí na základě tzv. popáleninových triage-kritérií

Kritéria pro směřování do popáleninových center v ČR
popáleniny II. stupně > 20 % (10 % nad 65 let)
popáleniny III. stupně > 5 %
popáleniny II. a vyššího stupně obličeje, rukou, nohou nebo genitálu
inhalační trauma asociované s termickým úrazem
gravidita
zasažení proudem o vysokém napětí
porušení kožního krytu zářením

POPÁLENINY ELEKTRICKÝM PROUDEM

Popáleniny elektrickým proudem představují zhruba 5 % všech popáleninových traumat. Tkáně jsou poškozeny v průběhu prostupu elektrického proudu tělem z místa vstupu (většinou hlava, ruce) do místa výstupu (většinou oblast plosky nohy). Množství vytvořené tepelné energie a tím i stupeň poškození tkáně je závislé na elektrickém napětí (V) a odporu tkáně (Ohm). Tkáně s vysokým podílem vody a elektrolytů (nervy, cévy, svaly) mají nízký odpor a jsou dobrými vodiči. Tkáně s nižším podílem těchto komponent (kosti, šlachy, kůže, tuková tkáň) mají odpor vysoký a jsou při průchodu elektrickým proudem závažněji postiženy pohlcením tepelné energie do těchto tkání. V případě kůže hraje důležitou roli aktuální stav povrchu kůže – především vlhkost, která vodivost zvyšuje. Vlhká kůže je dobrým vodičem a její vnější poškození může být nevýznamné nebo dokonce žádné. Dochází však k přenosu energie do hlubších struktur s vyšším odporem. Poškození kůže tedy není v případě předpokladu poranění elektrickým proudem prediktorem celkového postižení.

Poranění elektrickým proudem lze rozdělit na poranění způsobené nízkým elektrickým napětím (do 500 V) a vysokým elektrickým napětím (nad 500 V).

Poranění nízkým napětím:

- tato poranění vznikají v cca 80 % v domácnostech, způsobují kontaktní popáleniny do hloubky odpovídající II. stupni. Mohou být provázeny tetanickými svalovými spasmy, zejména flexorových skupin (riziko nekontrolovaného uchopení zdroje a tím prodloužený zraňující účinek), parestéziemi a poruchami srdečního převodu se vznikem arytmií až fibrilace síní nebo komor.

Poranění vysokým napětím:

- *přímým kontaktem*: vede k extenzivnímu poranění měkkých tkání až ztrátě celé končetiny. Poranění měkkých tkání je spojeno s tkáňovou nekrózou, rozpadem svalové tkáně (rhabdomyolýza) a následným renálním selháním (při zachované diuréze v úvodním stadiu patrna moč barvy černého čaje nebo coca-coly). Přímý kontakt s napětím nad 70 tisíc V je obvykle fatální.
- *elektrickým obloukem*: přenos energie probíhá bez přímého kontaktu se zdrojem napětí. Dochází ke zkratu mezi fázovými vodiči a přeměně elektrické energie na energii tepelnou (ve formě plazmy), tlakovou a akustickou. Tepelná energie plazmy způsobuje popáleniny různého rozsahu, typicky v oblasti obličeje a rukou. Sekundárně může dojít ke vznícení oděvu a popáleninám způsobeným přímým plamenem. Tlaková vlna může způsobit odmrštění do prostoru s rizikem vzniku traumatu jiných tělesných kompartmentů.

POPÁLENINY VZNIKAJÍCÍ PŮSOBENÍM CHEMICKÝCH LÁTEK

Chemické popáleniny vznikají kontaktem kůže s kyselými nebo zásaditými látkami. Poškození kůže je způsobeno chemickou reakcí na tělesném povrchu, spíše než vlastním tepelným poškozením, i když některé látky jsou schopny způsobit tepelné poškození aktivací exotermické reakce. Kyseliny způsobují koagulační nekrózu vytvářející příškvár, který brání hlubšímu pronikání agens. Zásadité látky způsobují kolikvační nekrózu s denaturací proteinů a saponifikací tukové tkáně s rizikem pronikání reakce do hlubších vrstev. Stupeň poškození tkání závisí na:

- charakteru působící látky,
- její koncentraci,
- době expozice,
- mechanismu průniku (zevní či vnitřní užití).

Principy ošetření poranění chemickými látkami:

- **bezpečnost** zachránce,
- snaha o co nejrychlejší identifikaci použité látky,
- šetrné odstranění veškerého oděvu, který by mohl být kontaminován (CAVE: přilnutí oděvu ke kůži!),
- hydroterapie – laváž (oplach) zasažené oblasti dostatečným množstvím tekoucí vody (litry). Oplach jen malým množstvím vody (0,5 l) chemickou látku naředí a způsobí zasažení dalších částí těla. Vyvarujeme se snahy o mechanické odstranění kartáčováním

nebo jiným mechanickým čištěním. Během oplachu postižené oblasti bránit zatékání nebo rozstříku oplachové tekutiny na nepostižené části těla.

RADIAČNÍ POPÁLENINY

- různé zdroje záření mají různou schopnost přenosu energie (paprsky X, gama záření, elektromagnetické),
- některé formy záření procházejí tkáněmi bez poškození (elektromagnetické), jiné je tkáněmi plně absorbováno (neutronové),
- rozhodujícím faktorem poškození zůstává schopnost tkání absorbovat záření (absorpční kapacita), a to více než samotná dávka,
- proto stejná dávka různých druhů záření bude mít dramaticky rozdílný klinický obraz,
- dnes otázka spíše průmyslových a pracovních (nemocnice) nehod. Nicméně narůstající riziko globálního terorismu zvyšuje riziko i vojenského/teroristického použití:
 - špinavé *bomby* = TNT + radioaktivní materiál
 - úkolem je zamořit co největší území radioaktivním materiálem,
 - smrtící účinek je jen v těsné blízkosti (BLAST syndrom),
 - riziko poškození radiací je malé (malá pravděpodobnost absorpce dostatečně velké dávky radiace).
 - atomová *bomba*
 - úkolem je zabít co největší počet lidí (obydlené oblasti),
 - 3 mechanismy (popáleniny = ohnivá bouře, nadzvukový BLAST = tupé, penetrující traumata, radiace),
 - letalita kombinovaného poranění (termické + radiační) je vyšší než izolovaného termického či radiačního traumatu stejné intenzity (synergický efekt).

Principy ošetření radiačních popálenin:

- primární ochrana zachránce,
- dekontaminace (výjimku tvoří lidé, kteří kromě zásahu radiací utrpěli i významné trauma. V tomto případě je postup zúžen jen na odstranění oděvu a terapii život ohrožujících poranění),
- pro pacienty s radiačními popáleninami platí stejná pravidla pro tekutinovou resuscitaci jako pro popáleniny vznikající působením tepla. Navíc zde hrozí další ztráty tekutin v důsledku nauzey, zvracení, průjmu,
- základem je tedy infuzní terapie. Pokud není možnost zavést i. v. linku, je možné provádět tekutinovou resuscitaci p. o. (nasogastrická – NGS či nasojejunální – NJS sonda). Pokusy na zvířatech s popáleninami > 40 % TBSA prokázaly stejný efekt infuzní terapie balancovanými roztoky jako p. o. (NGS, NJS) příjem 20 ml/kg.

Poznámka: Akutní nemoc z ozáření (acute radiation syndrom):

- nejvíce zasažené jsou buňky, které podléhají intenzivnímu dělení: GIT, kůže, kostní dřeň,
 - klinický obraz: *hodiny*: nauzea, zvracení, bolest břicha, *dny*: krvavý průjem, ischemie střeva, sepsy, smrt, deficit bílých krvinek – infekce, trombocytů – poruchy srážení.

PORANĚNÍ VZNIKAJÍCÍ PŮSOBENÍM CHLADU

LOKÁLNÍ PORANĚNÍ CHLADEM

- lokální chladová poranění jsou z velké části preventabilní (příprava na pobyt v chladném prostředí, včasná diagnostika a léčba – prevence je vždy úspěšnější než léčba,
- klinické projevy jsou typické pro periferní struktury vystavené zevním vlivům – prsty, uši, nos, penis,
- faktory ovlivňující lokální poranění chladem:
 - intenzita teploty (chladu),
 - typ chladového agens (*voda, led, vzduch, chemikálie...*),
 - doba expozice,
 - klimatické podmínky (*vlhkost, vítr – při reálné venkovní teplotě 0 °C a rychlosti větru 30 km/h je pocitová teplota -7 °C*),
 - imobilizace,
 - aktuální stav postiženého organismu (komorbidita, zejména ICHDK, DM), anxieta, hypohydratace, malnutrice.
- zvýšená náchylnost u některých etnik (tmavý pigment je citlivější k působení chladu),

KLASIFIKACE

rozlišujeme 2 formy lokálního poranění chladem:

- postižení tkání teplotou nad bodem mrazu – Non-Freezing Cold Injury, NFCI,
- postižení tkání teplotou pod bodem mrazu – omrzliny – Freezing Cold Injury, FCI.

Non-Freezing Cold Injury, NFCI

Poranění vyvolaná dlouhodobým působením teplot nad bodem mrazu a ostatních faktorů

Zákopová noha (trench foot):

- Postižení měkkých tkání vyvolaných kombinací:
 - dlouhodobého působením chladu ($< 10\text{ °C}$),
 - imobilizace,
 - omezení lokální perfuze (těsná obuv, nekvalitní textil – onuce, ponožky).
- Klinické příznaky: příznaky se objevují za 10–14 hodin po expozici, vstupně otok (noha se nevejde do boty), parestzie (mravenčení, svědění), pocit „těžké nohy“, skvrny cyanózy a hyperémie, puchýře, olupování kůže, gangréna.
- Terapie: odstranění expozice, prevence hypotermie, suché teplo – pokojová teplota, ohřívací balíčky, elevace, imobilizace, aseptické krytí, postižené místo nemasírovat a netřít.

Klasifikace a klinické známky

1. stupeň: minimální
 - hyperémie a snížená citlivost trvající 2–3 D (dny),
 - kompletně reverzibilní do 7 D.
2. stupeň: mírný
 - otoky, hyperémie a 2–3 D trvající lehké změny citlivosti,
 - cca do týdne anestezie plosky nohy a špičky prstů trvající 4–9 T (týdny).
3. stupeň: středně závažný
 - otok, hyperémie, buly cca 2–3 D po úrazu,
 - od 7. D rozvoj anestezie nohy,
 - otok přetrvává cca 2–3T, hyperémie a bolest ustupují do 14 T,
 - může již docházet k trvalému poškození.
4. stupeň: závažný
 - těžký edém a rozvoj gangrény 2–3 D po úrazu,
 - anestezie včetně paralýzy svalů přetrvává 7 D,
 - trvalé poškození (mumifikace s autoamputací či rozvoj vlhké gangrény).

Ostatní příklady NFCI:

- Immersion foot: dlouhodobé ponoření končetiny ve vodě (popsány případy z války z Vietnamu),
- Warm water immersion foot: ponoření ve vodě 15–32 °C nad 72 hodin, bolestivost, bílá zvrásnělá kůže,
- Tropical immersion foot ponoření končetiny ve vodě 15–32 °C ≥ 3 dny.

Omrzliny

- vznikají při působení teplot vzduchu pod 0 °C,
- především akraální části s nepříznivým poměrem plochy k množství tkáně (uši a nos), společně s tkáněmi vzdálenými od tělesného jádra (ruce, prsty, nohy, genitál) jsou nejnáchylnější k poškození. Náchylnost těchto tkání k poškození chladem je pak ještě zvyšována bohatou přítomností A-V(arterio-venózních) zkratů,
- vazokonstrikce, která jinak slouží k udržení teploty tělesného jádra, zde prohlubuje ischemii,
- čím déle je tedy tělo vystaveno chladu, tím déle je i redukován přítok krve do periferie,
- maximální vazokonstrikce dosahuje periferie při teplotách povrchu kůže kolem 15 °C, jestliže však teplota tkáně nadále klesá až k 10 °C, pak je vazokonstrikce přerušena chladem navozenou vazodilatací, která se většinou opakuje v 5–10minutových cyklech, aby zajistila alespoň minimální ochranu proti chladu. Střídání vazokonstrikce a vazodilatace vede k reperfučnímu poškození uvolněním cytokinů s protrombogenním účinkem s následným rizikem vzniku mikrotrombů s dalším prohlubováním ischemie,

- výše uvedený mechanismus (který je individuální) je pak pravděpodobně zodpovědný za větší či menší náchylnost ke vzniku omrzlin,
- buňky tkání vzhledem k přítomnosti elektrolytů a dalších látek „nezamrzají“ při teplotě 0 °C, ale teprve při teplotě tkáně pod -2,2 °C, kdy dochází k formování krystalů, jež způsobují vlastní poškození buňky,
- typ a doba expozice chladu představují rozhodující faktory při tvorbě omrzlin,
- stejně jako u popálenin a vzhledem k výše uvedenému je možné hodnotit hloubku a rozsah omrzlin až 24–72 hodin od rozehrátí,
- krátké, avšak velmi intenzivní působení chladu na kůži způsobí spíše povrchové poranění, zatímco prolongovaná expozice povede k hlubšímu poškození tkání,
- k prohloubení postižení po primárním chladovém inzultu může dojít v případě, že po rozmrznutí následkem nedostačené péče dojde k opětovnému vystavení chladovému traumatu – tzv. re-freezing injury.

KLASIFIKACE A KLINICKÉ ZNÁMKY

Definitivní klinický obraz je patrný až po rozmrznutí tkání.

1. stupeň

- poškození lokalizovaná na epidermis (působení větru či studeného kovu),
- bledavá až nažloutlá kůže, bez bul či rizika ztráty tkání, mírná anestezie,
- po zahřátí je poškozená tkáň hyperemická (červená, oteklá),
- léčí se spontánně do 7–10 dní.

2. stupeň

- poškození epidermis a horní vrstvy dermis,
- před rozehrátím se podobá omrzlině I. stupně, kůže je tuhá, ale dá se stlačit,
- po rozehrátí dochází rychle k tvorbě bul s čirou či mléčnou tekutinou, okolí začervenalé, oteklé,
- léčba trvá od 3–4 týdnů a zpravidla nebývá doprovázena ztrátou tkání.

3. stupeň

- poškození epidermis a celé dermis,
- ztuhlá kůže bez možnosti pohybu,
- po rozehrátí dochází k rozvoji otoků s hemoragickými bulami (známky poškození hlubokých vrstev kůže obsahující cévy). Dle rozsahu poškození může vést k mumifikaci s možností autoamputace či ke „sloupávání kůže“.

4. stupeň

- poškození kůže v celém rozsahu + podkoží, svaly, kosti,
- perfuze kůže je tak malá, že nedochází k rozvoji otoku či bul,
- známky mumifikace s možností autoamputace + „sloupávání“ vrstev kůže.

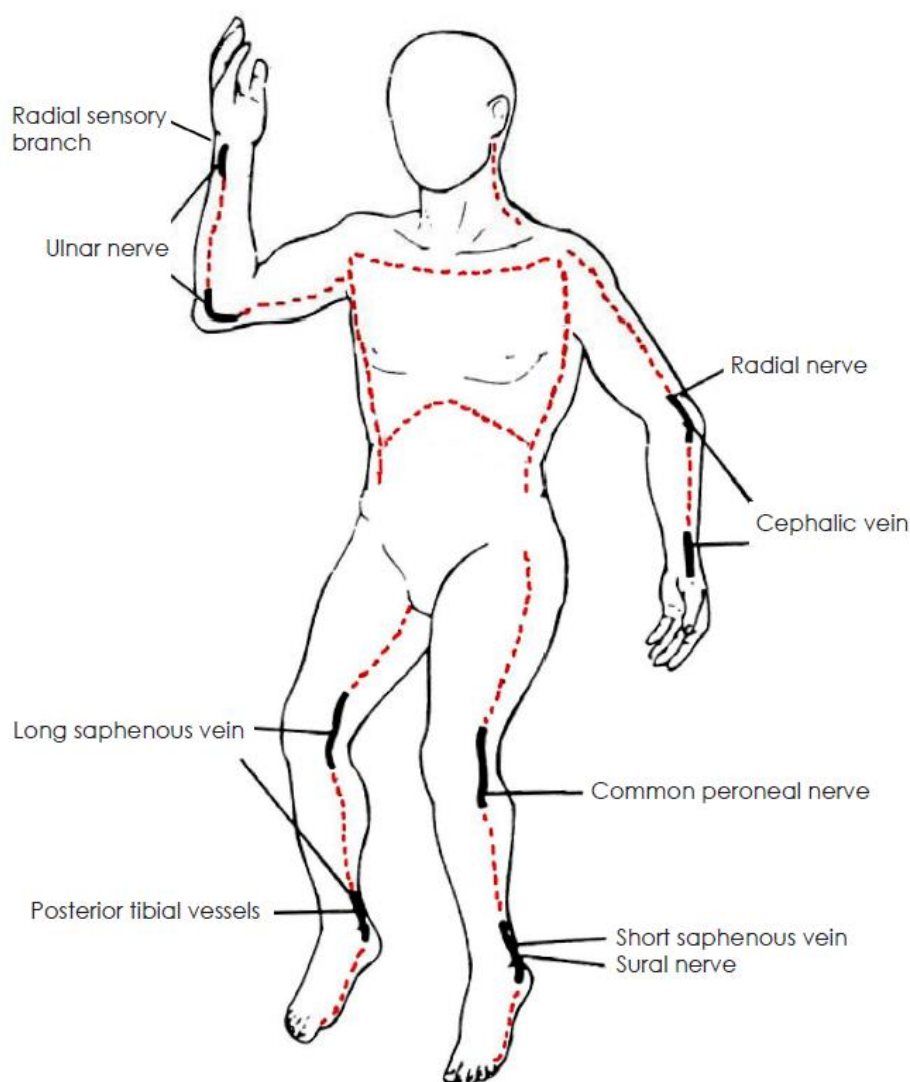
TERAPIE

- algoritmus vyšetření C ABCDE

Další obecné principy ošetření lokálního poranění chladem:

- snížit tkáňovou expozici chladu, vlhka a proudění vzduchu,
- odstranit vlhké části oděvu k zabránění dalších tepelných ztrát,
- prevence celkové hypotermie,
- ponoření postižené části končetiny do cirkulujícího proudu vody konstantní teploty (sprcha) 37–39 °C (na 20–30 min),
- analgezie/analgesedace při procesu ohřívání,
- **vyvarovat se** působení suchého tepla, příliš rychlého ohřívání, tření či masírování tkání, alkoholu a tabáku (prohloubení periferní vazokonstrikce),
- u povrchových omrzlin postačí postižené části těla zahřát, pokud není možnost přesunout pacienta do vytápěného prostoru, snížíme riziko dalšího poškození, např. uložení rukou do loketních či podpažních jamek nebo třísel,
- u hlubokých omrzlin je na prvním místě léčba hypotermie. Dále pak protekce sekundárního mechanického poškození tkání (chůze apod.),
- omrzliny kryjeme suchým, sterilním a nejlépe neadhezivním krytím,
- jednotlivé prsty by měly být, pokud to situace dovolí, od sebe odděleny gázovými záložkami,
- není doporučeno perforovat buly kromě případů, kdy by velikost bul výrazně omezovala hybnost prstů,
- horní a dolní končetiny je vhodné elevovat jako prevenci rozvoje otoku,
- infuzní léčba např. 250 ml teplého, balancovaného roztoku (R1/1, H1/1...) iniciálně k léčbě dehydratace a současně ke snížení viskozity krve (prevence trombů). Dále dle klinického stavu pacienta,
- pokud předpokládáme dobu transportu na vyšší zdravotnickou etapu do 2 hodin, pak není rozehrívání končetin v teplé lázni 37–38,9 °C doporučeno (The State of Alaska EMS). V případě rozehrívání pak musí být zajištěno, že nedojde k opětovnému poranění chladem (re-freezing injury – vysoké riziko tvorby trombů – viz výše).

PŘÍLOHA



Obrázek 10: Schematický náčrt provedení escharotomií (Převzato z: Escharotomy Guidelines New Zealand National Burn Service, 2012)

ZDROJE

Advanced Trauma Life Support. ATLS. Student Course Manual. 9th Edition. USA: American College of Surgeons, 2012. ISBN 188-0-69602-9.

BRYCHTA, P. et al. *Přednemocniční péče o termický úraz. (Prvotní odborné ošetření popáleninového traumatu).* Společnost popáleninové medicíny – Společnost urgentní medicíny a medicíny katastrof [online]. 2019. [cit. 25.03.2020]. Dostupné z: https://urgmed.cz/wp-content/uploads/2019/05/2017_popaleniny.pdf

Escharotomy Guidelines [online]. [cit. 2020-03-25]. Dostupné z: <http://www.nationalburnservice.co.nz/assets/Documents/Emergency-plan/01d76a6e70/escharotomy-guidelines.pdf>

FRANKE, A. a E. KOLLIG. *Recommendations for the treatment of severe burn injuries in the field – Part 2: Stabilisation, Consolidation, Transport* [online]. 20/09/2018 [cit. 2020-03-

25]. Dostupné z: <https://military-medicine.com/article/3464-recommendations-for-the-treatment-of-severe-burn-injuries-in-the-field-part-2.html>

FRANKE, A. a E. KOLLIG. *Recommendations for the treatment of severe burn injuries in the field* [online]. 11/01/2011 [cit. 2020-03-25]. Dostupné z: <https://military-medicine.com/article/3062-recommendations-for-the-treatment-of-severe-burn-injuries-in-the-field.html>

HABERAL, M., ABALI, A. E. S. a H. KARAKAYALI. Fluid management in major burn injuries. *Indian Journal of Plastic Surgery*. 2010, 43(1), S29–S36. DOI: 10.4103/0970-0358.70715. ISSN 0970-0358. Dostupné také z: <http://www.ijps.org/text.asp?2010/43/3/29/70715>

HÁJEK, M. *Diagnostický a léčebný standard otravy oxidem uhelnatým* [online]. 30/01/2009 [cit. 2020-03-25]. Dostupné z: https://urgmed.cz/wp-content/uploads/2019/03/2009_co.pdf

JEWO, P. I. A I. O. FADEYIBI. Progress in burns research: A review of advances in burn pathophysiology. *Annals of Burns and Fire Disaster*. 2015. 28(2), 105–115. ISSN 1592-9558.

KUPAS, D. F. a D. D. MILLER, D. Out-of-Hospital Chest Escharotomy: A Case Series and Procedure Review. *Prehospital Emergency Care*. 2010, 14(3), 349–354. DOI: 10.3109/10903121003770670. ISSN 1090-3127. Dostupné také z: <http://www.tandfonline.com/doi/full/10.3109/10903121003770670>

NIELSON, C. B., DUETHAM, C. B., et al. Burns: Pathophysiology of Systemic Complications and Current Management. *Journal of Burn Care and Research*. 2017, 38(1), E469–E481. ISSN 1559-0488.

PONS, P. T. et al. (eds). *PHTLS: Prehospital Trauma Life Support. Military Eight Edition*. Burlington, MA: Jones & Bartlett Learning, 2016, 897 s. ISBN 978-1-284-04175-0.

TOUSSAINT, J. a A. J. SINGER. The evaluation and management of thermal injuries: 2014 update. *Clinical and Experimental Emergency Medicine*. 2014, 1(1), 8–18. DOI: 10.15441/ceem.14.029. ISSN 2383-4625. Dostupné také z: <http://ceemjournal.org/journal/view.php?doi=10.15441/ceem.14.029>

VYAS, K. S. a L. K. WONG. Oral rehydration solutions for burn management in the field and underdeveloped regions: a review. *International Journal of Burns and Trauma*. 2013, 3(33), 130–136. ISSN 2160-2026.

VORSTENBOSCH, J. a W. B. BUCHEL *Thermal Burns*. MedScape [on-line]. New York: WebMD [cit 2020-01-20] Dostupné z: <https://emedicine.medscape.com/article/1278244-overview#a2>

TRANSPORT

Existuje tzv. „Golden Hour“ mezi životem a smrtí. Pacient v kritickém stavu má méně než 60 minut, aby přežil. Možná nezemře ihned po uplynutí této doby – možná to bude za 3 dny nebo až 2 týdny – ale v jeho těle se během této doby stalo něco nenapravitelného. (R. Adams Cowley)

V současné době se termín „Golden Hour“ nahrazuje termínem „Golden Period“, která je u každého typu poranění jiná. Do časového intervalu Golden Period je kromě vstupního ošetření rovněž zahrnut transport pacienta na zdravotnickou úroveň, kde bude provedeno další ošetření. Pokud je pacient v kritickém stavu umožněno dosáhnout ošetření stabilizující jeho vitální funkce během jeho „Golden Period“, šance na jeho přežití se významně zvýší. **American College of Surgeons (ACS) Comitee on Trauma** používá tento koncept „Golden Period“ ke zdůraznění důležitosti transportu takového pacienta do zdravotnického zařízení, kde mu bude poskytnuto ošetření stabilizující jeho základní životní funkce. Žádná událost, pacient nebo místo nehody nejsou stejné. Proto vždy záleží na ošetřujícím personálu a na jeho schopnosti reagovat na danou situaci.

Posloupnost poskytování zdravotní péče

Pro správné pochopení pohybu pacienta na bojišti je nutné si uvědomit rozdíly přednemocniční péče civilního a vojenského sektoru, které jsou popsány níže. Samotnému transportu předchází fáze ošetření a zajištění pacienta na odsun, což platí jak pro civilní, tak vojenský sektor.

- Fáze ošetření pacienta zahrnuje
 - získat přístup k pacientovi – rizika spojená s bojovou činností nepřítele, plnění bojového úkolu, chování dle zásad TCCC (Tactical Combat Casualty Care) – to jsou významné rozdíly v porovnání s civilní přednemocniční péčí, kde pouze ve výjimečných případech musíme počítat s ohrožením zdraví či života záchránce,
 - rozpoznat a řešit život ohrožující poranění podle algoritmu C-ABCDE – platí rovněž pro civilní sektor, v bojovém prostředí ale mohou nastat komplikace s materiálním a personálním zabezpečením. Přítomna je rovněž vyšší četnost bezprostředně život ohrožujících poranění.
- Transport
 - dostupnost transportního prostředku – v bojových podmínkách možnost častějšího výskytu mimořádných událostí s vyšším počtem poranění, které na sebe mohou tyto prostředky navázat. Dalším faktorem je potřeba doprovodného vozidla, které zajišťuje zdravotnickému transportu ochranu před nepřítelem,
 - čas do doby poskytnutí definitivní péče – zhoršený stav komunikací v místě bojového nasazení, bezpečnostní situace během odsunu pacienta a menší počet zařízení, které jsou schopné takovou péči poskytovat. Vše výše napsané může zásadním způsobem prodloužit dobu transportu.

Zdravotnické zabezpečení začíná na místě, kde došlo k poranění (Point Of Injury – POI). Zde se uplatňuje systém self-aid (svépomoc) nebo buddy-aid (pomoc od spolubojovníka). Voják poskytující neodkladnou péči jako první je označován jako first responder. Z POI je raněný přesunut na shromaždiště raněných (Casualty Collection Point – CCP). Na toto místo je odsunut jakýmkoli způsobem. Je plně v kompetenci velitele dané jednotky, kde se rozhodne vybudovat výše uvedený zachytný bod pro zraněné. Následně jsou ranění transportováni do zdravotnických zařízení vyšších etap zdravotnického zabezpečení. Rozsah poskytované péče je ovlivněn aktuální bezpečnostní situací a charakterem poranění.

Níže uvedené schéma je pouze orientační a nelze dogmaticky tvrdit, že ranění musí projít všemi stupni odsunového řetězce. Transport závisí na aktuální situaci v místě operačního nasazení (např. jaké zdravotnické etapy a v jaké vzdálenosti se nacházejí od POI, dostupnost leteckého transportu apod.), ale zejména na plánování zdravotnického zabezpečení, včetně transportu ještě před nasazením do operace.

Transport raněných

Transport/odsun raněných je systém na sebe navazujících opatření, jejichž hlavním cílem je transportovat zraněné do adekvátního zdravotnického zařízení v závislosti na aktuálním stavu životních funkcí. Zdravotnická péče může být poskytována i během transportu. Cílem je rychlý, šetrný a dobře organizovaný transport, který umožňuje kontinuální uvolňování míst pro příjem dalších raněných a nemocných. Kvalitní zdravotní péče společně s transportem přispívá k včasnému návratu vojáků zpět k jednotce.

Dle platného předpisu NATO AJP 4.10 (C) se odsun provádí vzdušnými a pozemními odsunovými prostředky vzhledem ke klinickému stavu vojáka a situaci na bojišti.

S odkazem na níže uvedený Obrázek 1: Schéma zabezpečení odsunu raněných v boji je dělení transportu následující:

FORWARD MEDEVAC (předsunutý)

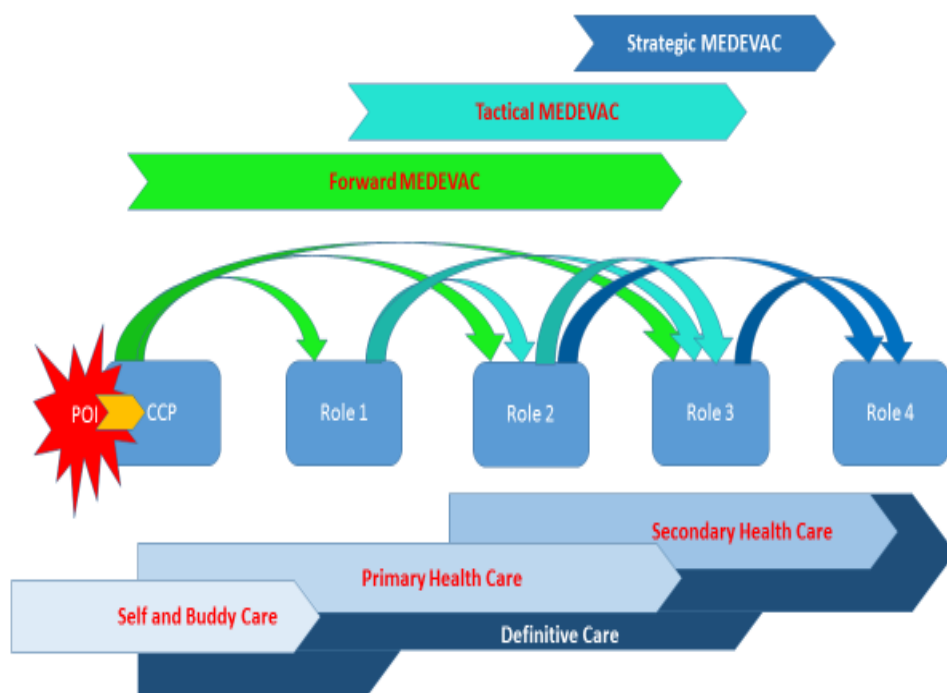
transport raněných z místa poranění do takového zdravotnického zařízení, které má schopnosti k ošetření daného pacienta. Tento transport může být proveden následujícími způsoby:

CASEVAC (Casualty Evacuation) – jedná se o neplánovaný transport raněných, nejčastěji zajišťovaný pozemními obrněnými nezávratnými vozidly, která zajišťují odsun z bojiště. Vyčlenění materiálního a personálního zajištění k zabezpečení tohoto odsunu je plně v gesci velitele jednotky. Základním cílem je zajistit přesun zraněného z místa bezprostředního ohrožení při monitoraci dosud provedených postupů s důrazem na kontrolu masivního krvácení. CASEVAC může být zajišťován také vzdušnými nebo hladinovými transportními prostředky, pokud nejsou označeny zdravotnickou imatrikulací a na palubě není k dispozici zdravotnický personál.

MEDEVAC (Medical Evacuation) – plánovaný odsun z POI nebo CCP do takového zdravotnického zařízení, které vyžaduje konkrétní typ poranění. Odsun zajišťuje zdravotnická posádka, během odsunu je proto poskytována zraněnému vyšší péče než při CASEVAC transportu. Také odsunový prostředek je přizpůsobený zdravotnickému transportu (vnitřní uspořádání, přístrojové vybavení).

TACEVAC – odsun raněných prováděný vzdušnými nebo pozemními transportními prostředky mezi jednotlivými úrovněmi zdravotnického zabezpečení

STRATEVAC – transport pacienta z místa působení (zahraniční operace) do zdravotnického zařízení (úroveň ROLE 4) na území České republiky nebo jiného státu NATO. Tam je zraněnému poskytnuta definitivní péče. Transport zraněného v tomto režimu se nejčastěji provádí vzdušnými prostředky. V rámci AČR je k dispozici letoun AIRBUS A319 a CASA C-295M. Oba letouny mají variabilní uspořádání pro transport raněných dle konkrétní situace a počtu raněných. Na palubě obou letounů lze přepravit maximálně tři těžce raněné nebo 18 lehce raněných či jejich kombinaci dle druhu poranění a využitého druhu transportní jednotky (kombinace jednotek pro těžce raněné, lehátek a křesel pro lehce raněné). K transportu těžce raněných se využívá jednotka PTU (Patient Transport Unit) – umožňuje transport těžce raněných pacientů v podmínkách JIP (Jednotka Intenzivní Péče). Odbornou zdravotnickou péčí dle potřeby zajišťuje personál Odboru letecké záchranné služby a urgentní medicíny Armády České republiky Líně, případně Ústřední vojenské nemocnice – Vojenské fakultní nemocnice Praha).



Obrázek 11: Schéma zabezpečení odsunu raněných v boji (Převzato z: NATO STANDARD)

Žádost o MEDEVAC transport

Žádosti o MEDEVAC přijímá operační skupina sídlící na taktickém operačním centru formou standardizovaného dokumentu 9-LINER REQUEST of MEDEVAC. Obsahuje informace, na základě kterých je rozhodnuto, jaký a kolik transportních prostředků se na místo vyzvednutí raněného (raněných) vyšle. Vždy záleží na struktuře velení, na velikosti uskupení, které v místě nasazení operuje a které zajišťuje příjem těchto žádostí.

- Úroveň praporu: dle nově plánované struktury by měl žádosti přijímat zdravotnický pracovník. Své další kroky diskutuje s brigádou, případně rozhoduje sám o plánování zdravotnických odsunů.
- Úroveň brigády: součástí operační skupiny je zdravotnický operační důstojník (MedOps), který přijímá 9-LINER REQUEST of MEDEVAC a rozhoduje o dalším postupu.
- Úroveň divize: s touto úrovní velení se můžeme setkat pouze při účasti na zahraniční operaci, protože AČR žádnou divizi nedisponuje. V tomto případě je součástí operační skupiny PECC (Patient Evacuation Coordination Cell), jejíž členové přijímají žádosti o MEDEVAC.

9 LINE MEDEVAC REQUEST

Line 1. Location of the pick-up site – souřadnice polohy místa vyzvednutí.

Line 2. Radio frequency, call sign, and suffix – frekvence, volací znak.

Line 3. Number of patients by precedence:

- A – Urgent,
- B – Urgent Surgical,
- C – Priority,
- D – Routine,
- E – Convenience.

Line 4. Special equipment required:

- A – None,
- B – Hoist – kladka,
- C – Extraction equipment,
- D – Ventilator.

Line 5. Number of patients:

- A – Litter – ležící,
- B – Ambulatory – chodící.

Line 6. Security at pick-up site:

- N – No enemy troops in area,
- P – Possible enemy troops in area (approach with caution),
- E – Enemy troops in area (approach with caution),
- X – Enemy troops in area (armed escort required).

Line 7. Method of marking pick-up site:

- A – Panels,
- B – Pyrotechnic signal,
- C – Smoke signal,
- D – None,
- E – Other.

Line 8. Patient nationality and status:

- A – US Military,
- B – US Civilian,
- C – Non-US Military,
- D – Non-US Civilian,
- E – EPW.

Line 9. NBC Contamination:

- N – Nuclear,
- B – Biological,
- C – Chemical.

Řízení odsunu pacientů je dynamický proces, který bere v úvahu velké množství důležitých plánovacích a operačních faktorů:

- dostupnost taktických a strategických odsunových prostředků,
- dostupnost zdravotnických zařízení, jejich personální a materiální vybavení,
- aktuální lůžkovou kapacitu,
- umístění místa letecké/námořní nakládky (A/SPOE – Air/Sea Point of Embarkation), místa letecké/námořní vykládky (A/SPOD – Air/Sea Point of Debarkation),
- stav každého pacienta,
- současnou taktickou situaci a jakékoli riziko v průběhu odsunu pacientů nebo použití odsunových prostředků.

STRUKTURA ZDRAVOTNICKÉHO ZABEZPEČENÍ V POLNÍCH PODMÍNKÁCH

Úrovně zdravotnického zabezpečení v polních podmínkách se označují jako ROLE (Echelon) 1–4 nebo jako zdravotnické etapy. Každá úroveň má definované materiálně-personální vybavení a jak bude uvedeno níže, zajišťuje definovaný nepodkročitelný rozsah péče a případně péči rozšířenou (E – Enhanced). Vybavení etapy rozšířenými schopnostmi se většinou provádí při určení jednotky pro mírové či humanitární operace. Dříve než se pacient dostane na některou z etap (ROLE 1–4), projde z POI přes CCP, které jsou neoficiálně označovány jako ROLE 0.

ROLE 1 – přednemocniční ošetření

Přednemocniční (nezdravotnická) péče – zaměřená na formu svépomoci nebo vzájemné pomoci. Tu mohou zajišťovat absolventi kurzu Combat Life Saver – nezdravotníci, kteří jsou schopni pomocí základního materiálního vybavení řešit život ohrožující stavy, nebo kdokoli jiný, který se ke zraněnému dostane jako první. Uplatňují se zde principy TCCC, jedná se

o zdravotnické zabezpečení na úrovni vojenské jednotky. Tato přednemocniční péče probíhá na POI a CCP. CCP zřizuje velitel jednotky. Vhodné místo na vybudování CCP by mělo být v blízkosti prostoru, kde je očekáván výskyt raněných. Musí být chráněno před nepřítelem, musí mít volné přístupové cesty pro příjem a odsun raněných. V blízkosti by měla být bezpečná plocha pro přistání vrtulníku, aby mohli být ranění transportováni také vzdušnou cestou. Hlavním úkolem zdravotníků na tomto místě je stabilizace základních životních funkcí raněných, aby měli šanci dostat se na vyšší etapy. CCP musí být v kontaktu s nadřazeným stupněm, poskytuje informace o počtech raněných, musí podávat hlášení MEDEVAC a mít zajištěnou logistickou podporu.

ROLE 1 – polní zdravotnické zařízení (MTF – Medical Treatment Facility), v podmínkách AČR označováno jako praporní obvažiště. Přebírá raněné, kteří buď již byli ošetřeni na CCP, nebo jsou transportováni přímo z místa, kde došlo k poranění. V závislosti na systému zdravotnického vzdělávání státu, který personálně systém zabezpečuje, je obsazena paramediky nebo lékaři se zaměřením na urgentní péči nebo všeobecné praktické lékařství, jako je tomu v AČR. Péče o raněné se řídí podle principu TCCC, PHTLS nebo ATLS. Péče o raněné je zaměřena na definitivní zabezpečení průchodnosti dýchacích cest, oxygenaci, ventilaci, zástavu zevního krvácení, intravenózní aplikaci roztoků, antibiotik, analgetik a stabilizaci zlomenin. Nejblíže dostupné zdravotnické zařízení tohoto typu je na úrovni praporu. Při plánování umístění by mělo být do 5 km od bojové linie a pro zraněné by mělo být dostupné maximálně do 1 hodiny. Personální obsazení je do 20 osob, minimálně s jedním lékařem a příslušnými odsunovými prostředky.

Základním cílem činnosti na úrovni ROLE 1 je ošetření takových poranění, které dovolují návrat vojáka do bojové operace nebo se provádí nezbytná příprava a stabilizace raněných před evakuací na vyšší zdravotnickou etapu, kde bude provedeno další ošetření.

ROLE 2 – zdravotnické zařízení primárně zaměřené na akutní péči

Vybavení pracoviště této úrovně se může lišit podle jednotlivých národností. Základní činností je poskytování urgentní chirurgické péče na principech DCS (Damage Control Surgery). Lůžková kapacita je takového rozsahu, aby zajistila včasnou pooperační péči v závislosti na možnostech chirurgických týmů. Transport na vyšší etapu se provádí do 24 hodin, aby byly uvolněny kapacity pro příjem dalších raněných. Zdravotnické zařízení ROLE 2 je vystaveno ze stanových dílců s možností balistické ochrany, formou skladby kontejnerů nebo pomocí speciálních nástaveb pozemní techniky, kdy se předpokládá mobilita celého zařízení a její přesun dle aktuální činnosti bojových jednotek. Toto zdravotnické zařízení operuje na úrovni brigády, personální obsazení 100–130 osob, plánovaná vzdálenost mezi úrovní ROLE 1 a ROLE 2 by měla být do 20 km a transport pacienta by neměl trvat déle než 2 hodiny.

ROLE 2 forward (ROLE 2F) – vysoce mobilní, schopna reagovat na vývoj taktické situace. Její schopnosti jsou stejné jako u normální ROLE 2 a jsou popsány výše. Aby byla schopna reagovat na vývoj situace, je závislá na včasném odsunu raněných a včasné logistické podpoře.

ROLE 2 basic (ROLE 2B) – pozemní nebo plovoucí. Výše zmíněné schopnosti rozšiřuje o krátkodobou intenzivní péči, lůžkovou část a zdravotnické zásobování zdravotnických

zařízení nižší úrovně. Stejně tak může pomoci personálně nebo materiálně rozšířit schopnosti těchto zařízení.

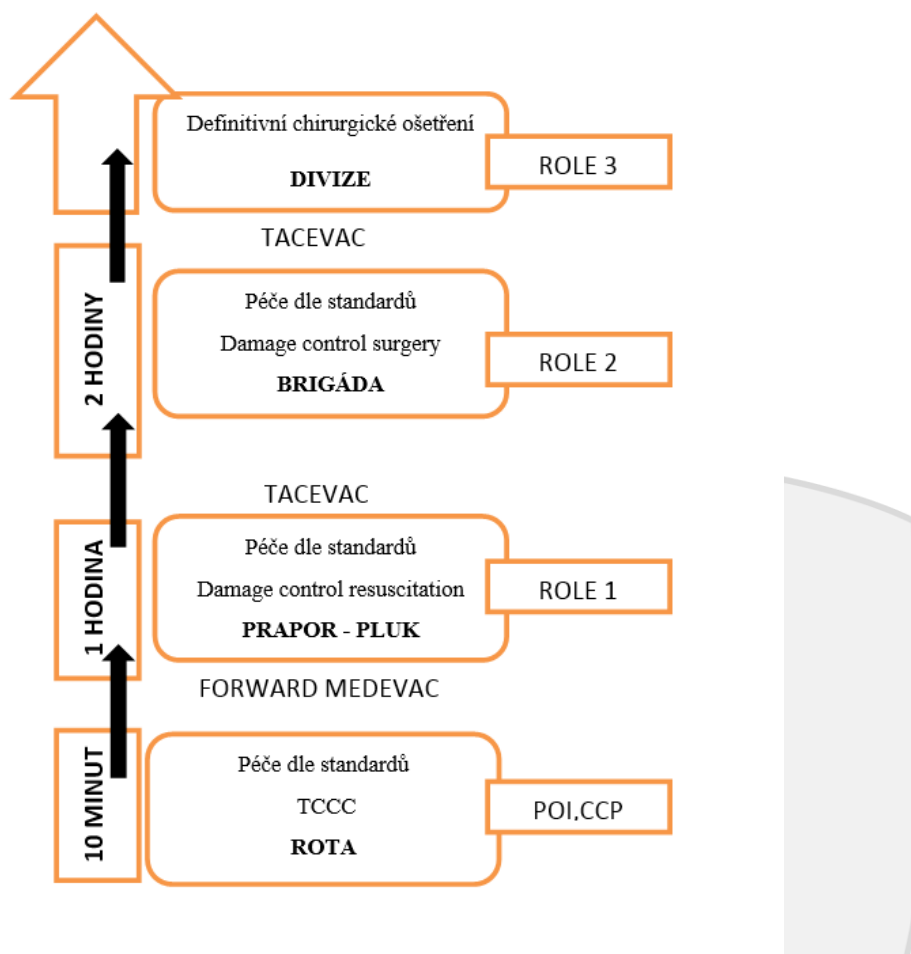
ROLE 2 enhanced (ROLE 2E) – kromě nezbytné chirurgicko-anesteziologické péče je zařízení vybaveno rozšířenou pooperační lůžkovou kapacitou a disponuje laboratorní a zobrazovací technikou (UZ, CT apod.).

ROLE 3 – polní nemocnice

Největší polní zdravotnické zařízení, poskytuje kromě urgentní chirurgicko-anesteziologické péče i další specializovanou péči (neurochirurgie, maxilofaciální chirurgie, stomatologie, vnitřní lékařství, oftalmologie...), která je doplněna o komplementární vybavení (např. biochemické a mikrobiologické laboratoře, zobrazovací vyšetření včetně CT, farmaceutické zabezpečení). Struktura specializované péče závisí na možnostech státu, který jí zajišťuje personálním a materiálním vybavením, a dále na uzavřených mezivládních dohodách před vysláním do místa určení. Polní nemocnice jsou vystaveny buď v kontejnerovém provedení, stanovém provedení, nebo v kombinaci stanových dílců a kontejnerů (např. polní nemocnice AČR). Výhodou stanové konstrukce je rychlost výstavby, nízká váha pro přepravu, nevýhodou vyplývající z použitého materiálu je minimální balistická ochrana. Polní nemocnice ve vojenské struktuře působí na úrovni divize, předpokládaná vzdálenost z ROLE 2 je do 40 km s dobou transportu 2,5–3 hodiny.

ROLE 4 – stacionární zdravotnická zařízení v jednotlivých státech

Poskytují komplexní a definitivní léčebnou péči, na kterou navazuje případná péče rehabilitační. V ČR je takovým zařízením Ústřední vojenská nemocnice-Vojenská fakultní nemocnice Praha.



Obrázek 12: Návaznost zdravotnické péče (Autor)

ZDRAVOTNICKÁ DOKUMENTACE

Vedení zdravotnické dokumentace vychází z ČOS 650006 – Polní zdravotnická dokumentace o poskytování zdravotnických službách na ROLÍ 1–3 a transportu raněných.

Dokumentace v místě poranění – Point Of Injury

O poskytnuté první pomoci na místě poranění je proveden záznam na kartu TCCC (Příloha – Obrázek 12,13). Tato karta je součástí výbavy jednotlivce a jednotky. Karta TCCC je vyhotovena v anglickém jazyce a jsou v ní zaznamenány identifikační údaje raněného a poskytovatele první pomoci, mechanismus poranění, typ poranění, základní životní funkce, poskytnutá první pomoc, priorita pro transport a případné další informace týkající se zdravotního stavu raněného (včetně informací uvedených na zdravotnickém výstražném štítku raněného, v souladu se STANAG 2347).

Karta TCCC doprovází pacienta během jeho odsunu na další etapy zdravotnické péče a je součástí jeho zdravotnické dokumentace.

Odsunová karta

V případě odsunu pacienta se můžeme setkat také s odsunovou kartou (Evacuation Card – Příloha – Obrázek 14, 15). Tato karta obsahuje identifikační údaje pacienta, jeho evakuační kategorii a způsob odsunu (dopravní prostředek a poloha raněného během odsunu), typ cílového zdravotnického zařízení, přiloženou zdravotnickou dokumentaci a osobní věci. Dále jsou uvedeny informace o poskytnuté zdravotní péči, zdravotním stavu pacienta během odsunu a případné další informace. Odsunová karta je vyhotovena v anglickém jazyce a je ve formátu A4. Je opatřena kapsou na uložení zdravotnické dokumentace, v horní části karty je otvor na provlečení šňůrky pro možnost zavěšení okolo krku pacienta. Tato karta je součástí zdravotnické dokumentace pacienta a doprovází pacienta během odsunu na další etapy zdravotní péče.

Dokumentace ROLE 1

Pro záznam o poskytnuté zdravotní péči na ROLI 1 je určen dokument Polní zdravotnická karta (FMC – Field Medical Card – Příloha – Obrázek 16,17), která obsahuje informace o identitě raněného, poskytnuté první pomoci, ošetření na ROLI 1 a péči během odsunu na vyšší zdravotnickou etapu.

Dokumentace ROLE 2 a 3

V případě jakéhokoli odsunu pacienta z úrovně ROLE 2 a 3 se vystavuje Zdravotnické hlášení (Medical Report – Příloha – Obrázek 19–22). Tento dokument musí být v souladu se STANAG 2348.

Zdravotnické hlášení (Medical Report) je souhrnný přehled zdravotní péče, která byla raněnému (nemocnému) na ROLI 2 či 3 poskytnuta. Obsahuje základní informace týkající se vzniku poranění, prvotního ošetření, dále stav při příjmu na ROLI 2 či 3, průběh hospitalizace, soubor léčebných a diagnostických výkonů, včetně chirurgických zákroků, zobrazovacích metod, laboratorních vyšetření, stav při propuštění apod.

Zdravotnické hlášení je vedeno pouze v anglickém jazyce, slouží jako propouštěcí zpráva z ROLE 2 nebo ROLE 3.

Příloha – Obrázek 23: Medsitrep – Hlášení o připravenosti, kapacitách, počtech ošetřených a odsunutých náčelníkovi zdravotnické služby nadřízeného stupně.

Příloha – Obrázek 24: Patient tracker – základní informace o zraněném, typu poranění a transportu.

Zdravotní péče během odsunu

Po celou dobu transportu musí mít personál odsunového prostředku přehled o všech raněných, které převáží. V pravidelných intervalech je pacient vyšetřován podle algoritmu C-ABCDE, monitorují se základní životní funkce a v případě potřeby se provádí neodkladné život zachraňující výkony podle principů zmíněných v primary assessment. Pacient by měl být adekvátně zajištěn ještě před zahájením transportu, protože za jízdy nebo letu jsou vyšetřovací a léčebné intervence omezené.

PŘÍLOHA:

EVAC CATEGORY:	T1	T2	T3	T4
TACTICAL COMBAT CASUALTY CARE (TCCC) CARD				
NAME (First, Last): _____				
DATE (Y:M:D): _____			TIME: _____	
UNIT: _____			BLOOD GROUP: _____	
Mechanism of Injury: (X all that apply)				
☐ Artillery	☐ Burn	☐ Fall	☐ Grenade	☐ GSW
☐ Landmine	☐ MVC	☐ RPG	☐ Other: _____	☐ IED
Injury: (Mark injuries with an X)				
TQ: R Arm Type: _____ Time: _____ TQ: L Arm Type: _____ Time: _____ TQ: R Leg Type: _____ Time: _____ TQ: L Leg Type: _____ Time: _____ R L L R				
Signs & Symptoms: (Fill in the blank)				
Time				
Pulse (Rate)				
Palpable Periph. Pulse	YES ☐		NO ☐	
Blood Pressure				
Respiratory Rate				
CRT				
AVPU				
Pain Scale (0-10)				
Name/Rank of First Responder _____				

Obrázek 13: Karta TCCC – přední strana

Treatments: (X all that apply, and fill in the blank))

C: ☐ Extremity-TQ ☐ Junctional-TQ ☐ Pressure-Dressing
☐ Hemostatics-Dressing Type: _____

A: ☐ Intact ☐ NPA ☐ CRIC ☐ ET-Tube ☐ SGA Type: _____

B: ☐ O2 ☐ Needle-D ☐ Chest-Tube ☐ Chest-Seal Type: _____

C:

	Name	Volume	Route	Time
Fluid				

MEDS:

	Name	Dose	Route	Time
Analgesic (e.g. Ketamine, Fentanyl, Morphine)				
Other				

Other:

☐ Combat-Pill-Pack ☐ Eye Shield (☐ R ☐ L) ☐ Splint
☐ Hypothermia-Prevention Type: _____

NOTES:

Date: _____ **Time:** _____

Obrázek 14: :Karta TCCC – zadní strana

EVACUATION CARD																																									
Date: _____		Time: _____																																							
No. _____																																									
EVAC CATEGORY:		1	2																																						
By:																																									
Position:																																									
NAME (First, Last) _____																																									
Sex: F ☐ M ☐ ID #: _____ DOB: _____																																									
UNIT: _____ Nationality: _____																																									
Blood Group: _____ Allergies: _____																																									
DG: _____																																									
LEGEND // FRACTURE X NON-PENETR. INJURY O PENETR. INJURY Δ HEMORRHAGE W BURNED AREA M AMPUTATION																																									
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td>IV</td><td colspan="2"></td></tr> <tr><td>IO</td><td colspan="2"></td></tr> <tr><td>ART</td><td colspan="2"></td></tr> <tr> <td rowspan="2">TQ</td> <td>R Arm</td> <td>☐</td> </tr> <tr> <td>L Arm</td> <td>☐</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">R Leg</td> <td>R Leg</td> <td>☐</td> </tr> <tr> <td>L Leg</td> <td>☐</td> </tr> <tr><td>Immob.</td><td colspan="2"></td></tr> <tr> <td rowspan="3">Burn</td> <td>Superficial</td> <td>☐</td> </tr> <tr> <td>Deep</td> <td>☐</td> </tr> <tr> <td>TBSA</td> <td>%</td> </tr> <tr><td>Drain</td><td colspan="2"></td></tr> <tr><td> </td><td colspan="2"></td></tr> <tr><td> </td><td colspan="2"></td></tr> </table>		IV			IO			ART			TQ	R Arm	☐	L Arm	☐	R Leg	R Leg	☐	L Leg	☐	Immob.			Burn	Superficial	☐	Deep	☐	TBSA	%	Drain									R L	
IV																																									
IO																																									
ART																																									
TQ	R Arm	☐																																							
	L Arm	☐																																							
R Leg	R Leg	☐																																							
	L Leg	☐																																							
Immob.																																									
Burn	Superficial	☐																																							
	Deep	☐																																							
	TBSA	%																																							
Drain																																									
L R																																									
SUMMARY: _____																																									
Health Status Change YES ☐ NO ☐																																									
NOTES: _____																																									
Destination MTF																																									
Med. Documentation																																									
Other (baggage, valuable)																																									

Obrázek 15: Odsunová karta – přední strana

Medical in Confidence NATO FIELD MEDICAL CARD, Role 1 / Polní zdravotnická karta, Role 1							
Injury Date/Time/ datum/čas poranění	NAME (First, Last) /jméno a příjm.	SEX/pohlaví M/m F/ž	DOB / datum narození	NATIONALITY/národnost STATUS Military Civilian			
RANK (NATO Code)/ hodnost	UNIT/jednotka	ID CARD # / č. ID karty		SERVICE # / služební č.			
BLOOD GROUP / KS	MEDICAL HISTORY - ALLERGIES / anamnéza - alergie						
INITIAL TREATMENT / prvotní ošetření							
DIAGNOSIS / diagnóza							
AVPU:	GSC:	Pupils/zornice R/p ☐ L/l ☐		SPINE INJURY / zranění páteře	SHOCK/šok		
CLASS OF INJURY / třída poranění		TYPE OF INJURY/ typ poranění			MECHANISM OF INJURY / mechanismus poranění		
BI		Blunt Penetrating Burn			GSW IED Fall MCV		
NBI		Other:			Other:		
LEGEND / Popis // FRACTURE / fraktura X NON-PENETR. INJ. zranění bez penetr. O PENETRATING INJURY / zranění s penetrací Δ HEMORRHAGE / krvácení M AMPUTATION amputace V BURNED AREA / popálenina		TQ: R Arm Type: _____ Time: _____ TQ: L Arm Type: _____ Time: _____ TQ: R Leg Type: _____ Time: _____ TQ: L Leg Type: _____ Time: _____ R L L R					
BURN/popáleniny Superficial ☐ Deep ☐ TBSA _____ %		INTERVENTION / intervence A: ☐ CLEAR AIRWAY čistě dýchací cesty B: ☐ INTUBATION intubace B: ☐ SURG. AIRWAY chir.zabezpečení DC C: ☐ ACCESS přístup C: ☐ PRESS. DRESSING tlakový obvaz C: ☐ HEMOSTATIC hemostatikum ☐ IV ☐ IO					
OXYGEN/kyslík ☐ YES/Ano ☐ NO/Ne							
VENTILATED/ventilován ☐ YES/Ano ☐ NO/Ne		DEATH					
DATE:							
TIME:							

Obrázek 17: Polní zdravotnická karta – přední strana

MEDICAL REPORT

MTF Name:		MTF Role:	Date (Y/M/D):
Type of Mission:		Name of Mission:	
Country:	Region:	City:	

First Name:		Last Name:		DOB:
Gender: M / F	Nationality:		ID #:	
Occupation: ☐ Military ☐ Contractor ☐ Civilian ☐ Host Nation ☐ Local civ. ☐ Enemy ☐ Other:				
Rank:	Service #:	Unit:	BG:	

☐ Injury		☐ Non-injury:									
MTF Arrival Date:		Time:		Escort: ☐ Medical ☐ Non-medical ☐ Paramed.							
Evac. by: ☐ Air ☐ Ground ☐ Navy		Priority: T1 T2 T3 T4		Position: ☐ walking ☐ sitting ☐ lying							
Initial Status: ☐ Alive ☐ Death		TQ: ☐ Yes (R Arm L Arm R Leg L Leg) ☐ No				Oxygen: ☐ Yes ☐ No					
Initial VS:	Resp. Rate:		assisted: ☐ Yes ☐ No		intubated: ☐ Yes ☐ No		SaO ₂ : %				
	BP /	Pulse:		Location:		Temp: ☐ °C ☐ F		Pain Scale: /10			
	☐ A ☐ V ☐ P ☐ U	GCS:		Eye /4 Verbal /5 Motor /6		Total: /15					
	Sedated: ☐ Yes ☐ No ☐ Unkn		Paralytic Agents: ☐ Yes ☐ No ☐ Unkn		CBRN: ☐ Yes ☐ No ☐ Unkn						
Date:	IV		ART		IO		Centr. L.	Urin. catt.	NG	Pt. Wt kg	Pt. Ht cm
Time:	IV		ART		IO		Centr. L.	Urin. catt.	NG	Pt. Wt kg	Pt. Ht cm
Initial Lab:	Hgb:	HCT:	PLT:	INR:	pH:	PaO ₂ :	PaCO ₂ :	BE:			
Medications:											
Total Time ED:				Transferred to: ☐ OR ☐ ICU ☐ Ward ☐ Other:							

ADMISSION Date:		Time:		Admit. MD:							
Total #of Days in the MTF:				ICU:				Ward:			
Vent Date Start: / /		Time:		Vent Date Stop: / /		Time:					
DISCHARGE Date:		Time:		Discharge MD:							
Disch. VS:	Resp. Rate:		assisted: ☐ Yes ☐ No		intubated: ☐ Yes ☐ No		SaO ₂ : %				
	BP /	Pulse:		quality:		Temp: ☐ °C ☐ F		Pain Scale: /10			
	☐ A ☐ V ☐ P ☐ U	GCS:		Eye /4 Verbal /5 Motor /6		Total: /15					
	Sedated: ☐ Yes ☐ No ☐ Unkn		IV / ART / IO / Centr.L / Urin.C /		Pt. Wt kg		Pt. Ht cm				
Date:	IV		ART		IO		Centr. L.	Urin. C	NG	Pt. Wt kg	Pt. Ht cm
Time:	IV		ART		IO		Centr. L.	Urin. C	NG	Pt. Wt kg	Pt. Ht cm
Disch. Lab:	Hgb:	HCT:	PLT:	INR:	pH:	PaO ₂ :	PaCO ₂ :	BE:			
Medications:											
Diagnosis:											
Additional comments:											
Discharge Status: ☐ Alive ☐ Death				Death: Date: Time:		Cause of Death:					
Transferred to: ☐ RTD ☐ Home ☐ MTF ☐ Morgue ☐ Other:											
Transferred by: ☐ Air ☐ Ground ☐ Navy				Priority: T1 T2 T3 T4		Position: ☐ walking ☐ sitting ☐ lying					
Escort: ☐ Medical ☐ Non-medical ☐ Paramed.				Escort nationality:							

Date:	Time:	MD:	Signature:
-------	-------	-----	------------

Obrázek 19: Zdravotnické hlášení – první strana

Name:		INJURY DETAILS		Date:	
Date /Time of Injury:		Class of Inj. BI / NBI		Conflict Related: ☐ Yes ☐ No	
Manner/Intent: ☐ Assault/Altercation ☐ Self-Inflicted ☐ Unintentional ☐ Other:					
Type of Injury: ☐ Blunt ☐ Penetrating ☐ Thermal ☐ Other:					
Burn: ☐ 1st ☐ 2dn ☐ 3rd TBSA : %		Inhalation Trauma: ☐ Yes ☐ No ☐ Unkn ☐ Not doc.			
Mechanism of Injury:					
☐ Aerial Bomb		☐ Burn		☐ Flying Debris	
☐ Altercation/Fight		☐ Chemical		☐ Machinery/Equipment	
☐ Animal Bite/Mauling		☐ Crash		☐ Plane Crash	
☐ Asphyxia/Suffocation		☐ Cut/Pierce		☐ Hand Grenade	
☐ Biological		☐ Electrical		☐ Mine/Landmine	
☐ Blunt Object		☐ Explosive		☐ Mortar/Rocket/Artil.Shell	
☐ Building Collapse		☐ Fall		☐ RPG	
☐ Bullet/GSW/Firearm		☐ Fire/Flame		☐ Sports	
		☐ IED - Personal Borne		☐ Multi-Frag	
		☐ IED - Vehicle Borne		☐ Submersion	
		☐ Inhalation Injury		☐ Nuclear	
		☐ Knife/Other sharp object		☐ UXO	
				☐ Other (Specify):	
Injury Narrative:					
Pre-Hospital Data / Patient Condition:					
Active Bleeding: ☐ Yes ☐ No ☐ Unkn ☐ Not docum.			Airway Obstruction: ☐ Yes ☐ No ☐ Unkn ☐ Not docum.		
Spontaneous Breathing: ☐ Yes ☐ No ☐ Unkn ☐ Not docum.			Unconscious: ☐ Yes ☐ No ☐ Unkn ☐ Not docum.		
Facial Trauma Deformity: ☐ Yes ☐ No ☐ Unkn ☐ Not docum.			Womitting: ☐ Yes ☐ No ☐ Unkn ☐ Not docum.		
PH VS: ☐ POI ☐ Role 1 ☐ Other ☐ Not documented ☐ Unknown			Date:		Time:
RR:	BP:	Temp: ☐ °C ☐ F	Pupil: Equal ☐ Yes ☐ No R ☐ L ☐		
Pulse:	Palpable periph. pulse: ☐ Yes ☐ No ☐ Unkn ☐ Not docum.		CRT:	SaO ₂ : %	
A V P U:		GCS: Eye /4 Verbal /5 Motor /6 Total: /15	Triage cat: T1 T2 T3 T4		
Notes:					
Forward Evacuation Interventions					
Airway protective equipment: ET Tube / Surgical access / O ₂ Mask / Other:			No intervention / Not docum. / Unknown		
☐ Central Line		☐ Hemostatic-Field dress.	☐ Pain control: _____		
☐ CPR		☐ HPMK	☐ Peripheral IV		
☐ Cricothyrotomy		☐ Interosseous	☐ Pericardiocentesis		
☐ ED Thoracotomy		☐ Intubated	☐ Tourniquet		
☐ C-spine immobil.		☐ Needle Decomp.	☐ Unkn/Not Applicable		
☐ Eye Shield		☐ None	☐ Venous Cutdown		
☐ Hemostatic: _____		☐ Other: _____	☐ Warm Fluids		
☐ Hemostatic-Direct pres.		☐ Oxygen	☐ Wound dress. applied		
Medications:					
Fluids:					
Additional comments:					
Vehicle Details					
☐ Driver		☐ Passenger	Front Seat	Back-left	Back-right
				☐ Gunn.Tur.	☐ Seat Belt
				☐ Trapped duration:	
PPE Details					
Body armor worn: ☐ Yes ☐ No ☐ Unkn ☐ Not documented			Helmet worn: ☐ Yes ☐ No ☐ Unkn ☐ Not docum.		
Eye protection worn: ☐ Yes ☐ No ☐ Unkn ☐ Not documented			CBRN PPE worn: ☐ Yes ☐ No ☐ Unkn ☐ Not docum.		
Ear protection worn: ☐ Yes ☐ No ☐ Unkn ☐ Not documented			PPE Comment:		
Notes:					

PROCEDURES (All procedures done at this MTF)				
ED:				
Procedures	Date	Start Time	Stop Time	Notes
Additional comments:				

OR:				
Procedures	Date	Start Time	Stop Time	Notes
Additional comments:				

Radiology:				
Procedures	Date	Start Time	Stop Time	Notes
Additional comments:				

Obrázek 21: Zdravotnické hlášení – třetí strana

R1 X. xx	H3R1 - MEDSITREP Hlášení o připravenosti, kapacitách, počtech ošetřených a odsunutých náčelníkovi zdravotnické služby nadřízeného stupně	
A Připravenost zdravotnické služby/ stav: Medical facility/status:	Národnost:	
	Prostor rozmístění / souřadnice:	
	Stav:	
B Lůžková kapacita/obsazenost: Beds established/occupied:	Lůžková kapacita:	
	Obsazenost lůžek (stav):	
C Zdravotnický personál: Medical personnel:	Chirurgické týmy:	
	Počet speciálně nezařazených lékařů do chirurgických týmů	
D	Chirurgické případy – čekající na chirurgický zákrok:	
E Přijetí k hospitalizaci: Casualties admitted:	Celkový počet přijatých od posledního MEDSITREPU	
	Počty v jednotlivých kategoriích zdravotnických ztrát	
F Počet odsunutých pacientů: Casualties evacuated:	Celkový počet odsunutých od posledního MEDSITREPU:	
	Počet odsunutých v jednotlivých kategoriích ztrát:	
G Čekající na odsun: Casualties awaiting evacuation:	Sedící:	
	Na nosítkách:	
H Chirurgické zákroky: Surgical operations:	Celkový počet chirurgických zákroků od posledního MEDSITREPU:	
	Počet chirurgických zákroků podle kategorií:	
I. Zemřelí: Deaths:	Celkový počet zemřelých od posledního MEDSITREPU:	
	Počet zemřelých po jednotlivých kategoriích:	
Zápis provedl: Executor of entry:		

H3R1 - MEDSITREP ver. 1.0 2007

Obrázek 23: Medsitrep

PATIENT TRACKER

MRE PATIENTS

[illegible]

Obrázek 24: Patient tracker

ZDROJE:

PONS, P. T. et al. (eds). *PHTLS: Prehospital Trauma Life Support. Military Eight Edition*. Burlington, MA: Jones & Bartlett Learning, 2016, 897 s. ISBN 978-1-284-04175-0.

AJP-4.10. *Allied Joint Medical Support Doctrine*. Edition C, Version 1. Brussels: NATO Standardization Office, 2019. 124 s.

ČOS 650006. *Polní zdravotnická dokumentace o poskytovaných zdravotnických službách na Roli 1 –3 a transportu raněných*. Praha: Úřad pro obrannou standardizaci, katalogizaci a státní ověřování jakosti, 2018. 32 s.

TCCC Guidelines for Medical Personnel. National Association of Emergency Medical Technicians – Committee on TCCC [on-line]. Mississippi: 2017 [cit. 2019-08-01] Dostupné z: <https://www.naemt.org/education/naemt-tccc/tccc-ac-guidelines-and-curriculum>

HUMLÍČEK, V. et al. *Zdravotnické zabezpečení v poli. Role 1. Učební texty Vojenské lékařské akademie Jana Evangelisty Purkyně v Hradci Králové*. Sv. 330. Hradec Králové: Vojenská lékařská akademie Jana Evangelisty Purkyně, 2001. ISBN 80-85109-45-X.

ŽÁK, A., OBRTEL, M. a V. HUMLÍČEK. *Zdravotnické zabezpečení v poli. Role 2. Učební texty Vojenské lékařské akademie Jana Evangelisty Purkyně v Hradci Králové*. Sv. 328. Hradec Králové: Vojenská lékařská akademie Jana Evangelisty Purkyně, 2001. ISBN 80-85109-31-X.

FARMAKOTARAPIE BOLESTI

Bolest – senzorický a emocionální prožitek spojený se skutečným nebo potencionálním poškozením organismu nebo je výrazy takového poškození popisován. Vnímání bolesti je komplexní proces, na kterém se podílí složky periferního i centrálního nervového systému. Kromě vlastního senzorického vnímání stupně bolesti se uplatňuje složka afektivní (psychická reakce) a složka behaviorální (změna chování). Bolest je výlučně subjektivní vjem a není exaktně měřitelná, její vnímání vykazuje individuální rozdíly. Pro posouzení stupně bolestivosti se používá VAS – visual analog scale. Hodnotí se stupeň vnímání bolesti na škále od 0 (žádná bolest) až 10 (nesnesitelná bolest).

Klasifikace bolesti

- podle délky trvání:
 - akutní,
 - chronická.
- podle lokalizace:
 - povrchová (somatická, muskuloskeletální),
 - hluboká (viscerální).

Traumatizovaného zraněného bude nejvíce ovlivňovat bolest akutní, jejíž původ může být lokalizován povrchově i v hloubce.

PATOFYZIOLOGIE

Na procesu vnímání bolesti se podílí receptory (nociceptory) umístěné ve větší míře na periférii (sliznice, klouby a ostatní skelet, kůže, vnitřní orgány), v menší míře pak v centrálním nervovém systému (mícha, prodloužená mícha, talamus, mozková kůra). V okamžiku podráždění a poškození těchto receptorů dochází k uvolňování mediátorů vedení vzruchu (histamin, prostaglandin, serotonin, bradykinin, substance P). Tyto mediátory vzruchu kromě zprostředkování vlastního vedení impulsu od místa stimulace způsobují místní vazodilataci a aktivaci lokální zánětlivé odpovědi (klinicky prokazatelné edémem a zarudnutím v místě poranění). Takto vyvolaný vzruch je vedený zadními míšními kořeny do zadních míšních rohů a odtud vzestupnými (ascendentními) drahami do center dalšího zpracování (hypotalamus, limbický systém, mozková kůra) – viz kapitola PORANĚNÍ PÁTEŘE. Na modulaci bolesti se podílí celá řada látek typu endogenních endorfinů, které jsou v některých stresových situacích vyplavovány a obsazují receptory bolesti od mozkové kůry po periférii a tím zamezují pocitu bolestivých pocitů (v prvních fázích po traumatu nemusí být subjektivně bolest vnímána tak intenzivně). Stejný princip tlumení bolesti se využívá při terapeutické aplikaci opioidů.

Současně dochází k aktivaci sympatiku s nástupem tachykardie, zvýšením tepového objemu se zvýšením spotřeby kyslíku myokardem a snížením tonu hladkého svalstva.

TERAPIE

Spektrum používané farmakoterapie se liší v závislosti na podmínkách nastavených zdravotnickými službami národností v místě nasazení a také na kompetencích ošetřujícího personálu. Paramedik US ARMY má jiné kompetence a z toho vyplývající i rozdílné spektrum analgetik v porovnání se zdravotníkem AČR. Při předávání raněného mezi jednotlivými etapami tak dochází k prolínání těchto faktorů. Podaná analgezie na úrovni aplikace principů TCCC (ROLE 0) může mít u různých národností odlišné spektrum a přebírající zdravotnický personál na úrovni ROLE 1 by si měl být tohoto faktu vědom.

Z tohoto důvodu považujeme za vhodné nejprve zmínit algoritmus používání analgetik dle protokolu v rámci TCCC.

Doporučené postupy analgezie na úrovni TCCC

Druh analgezie se řídí zjištěním stupněm bolestivosti na škále VAS:

MILD (slabá)	do 3,
MODERATE (střední)	4–6,
SEVERE (silná)	7 a více.

Mírná až střední bolest

Raněný je stále schopen bojové aktivity.

K ovlivnění bolesti se použijí přípravky z tzv. Combat Wound Medication Pack (CWMP) – balíček má každý voják u sebe. Kromě analgetik tento balíček obsahuje širokospektré antibiotikum v tabletové formě:

TYLENOL tbl 650 mg – 2 tbl à 8 hodin (paracetamol),
MELOXICAM tbl 15 mg – 1 tbl 1x denně (nesteroidní antirevmatikum),
(CWMP t. č. není v AČR k dispozici).

Střední až silná bolest – možnost 1

Raněný nemá známky hemoragického šoku nebo poruchu dýchání nebo nejsou indicie, které by svědčily o vývoji takového stavu:

FENTANYL citrate 800 µg (OTFC-Oral Transmucosal Fentanyl Citrate)

(pro AČR: ACTIQ 400 µg)

Fentanyl ve formě lízátko, přípravek se vloží mezi dásně a vnitřní stranu tváře a nechá se působit, bez žvýkání nebo další manipulace v ústech.

MORFIN – alternativa k OTFC (ACTIQ), pokud byl získán intravenózní/intraoseální přístup:

dávkování: 5 mg i. v. nebo i. o.,

zhodnocení celkového stavu po 10 minutách

dávku je možné zopakovat po 10 minutách podle zhodnocení stavu bolestivosti (není úleva od bolesti nebo nejsou přítomny známky utlumení dechové aktivity),

monitorace dechové aktivity.

Pokud jsou ve výbavě opiáty, musí být rovněž k dispozici ANTIDOTUM – NALOXON v dávce 0,4 mg i. v. nebo i. o.

Střední až silná bolest – možnost 2

Raněný má známky hemoragického šoku nebo poruchu dýchání nebo jsou indicie, které svědčí o nástupu těchto příznaků:

KETAMIN 50 mg intramuskulárně (i. m.) nebo intranazálně (i. n.)

nebo

KETAMIN 20 mg intravenózně (i. v.) nebo intraoseálně (i. o.)

dávku je možné opakovat po 30 minutách pro i. m. nebo i. n. podání,

dávku je možné opakovat po 20 minutách pro i. v. nebo i. o. podání.

Kontrolujeme bolestivost nebo rozvoj nystagmu (pravidelné pohyby očních bulbů tam a zpět – indicie hrozícího přechodu analgetické dávky do anestetické s útlumem dechového centra).

Poznámky k aplikaci opiátů a ketaminu:

- pokud se použije opiát (OTFC) nebo ketamin, musí být raněný odzbrojen,
- před aplikací uvedených přípravků se provede minineurologické vyšetření (AVPU),
- raněným, kterým bude aplikován OTFC nebo ketamin, je nutné zajistit monitoraci průchodných dýchacích cest, stavu dýchání a stavu oběhového systému,
- způsob aplikace FENTANYL citrate (OTFC) – k prstu zraněného se zafixuje tyčinka lízátko, např. náplastí, a vloží se mezi dásně a vnitřní stranu tváře. Cílem je v případě zhoršení vědomí automatické vysunutí lízátko z úst vahou horní končetiny, která ztratí tonus v případě, že dojde k prohlubování poruchy vědomí a tím i přerušení působení opiátu,
- stav vědomí se monitoruje každých 15 minut,
- doporučený postup pro aplikaci ACTIQ: po 15 minutách se vyjme lízátko z úst, po dalších 15 minutách se přehodnotí bolest. Pokud přetrvává silná bolest i po 30 minutách od vložení lízátko do úst, podá se druhé lízátko 30 minut od ukončení první aplikace. Při přetrvávající silné bolesti lze podat i třetí lízátko nejdříve 4 hodiny po ukončení podání posledního lízátko. Čtvrté lízátko lze podat po 30 minutách od ukončení třetí aplikace.

- opiáty i ketamin mohou zhoršit stav pacienta v případě závažného poranění hlavy. Pokud je ale raněný schopen reagovat na výzvy ošetřujícího personálu (udání hladiny bolestivosti), je závažné poranění hlavy méně pravděpodobné,
- účinek ketaminu příznivě ovlivňuje množství podávaných opiátů za účelem snížení závažné bolestivosti. Podání ketaminu zraněnému, kterému byl předtím podán opiát (OTFC nebo Morfin), je bezpečným postupem. Ketamin je v takovém případě aplikován po 1 minutě,
- pokud je zaznamenán útlum dechové aktivity, provede se dechová podpora s pomocí ambuvaku,
- pokud je přítomna nauzea, podává se ONDANSETRON 4 mg tbl/i. v./i. o./i. m. po 8 hodinách. Pokud nauzea přetrvává, je možné podat dávku 4 mg po 15 minutách od první dávky.

(ONDANSETRON t. č. není na úrovni ROLE 1v AČR k dispozici).

Výše uvedené doporučené postupy vycházejí jako součást doporučených postupů vydaných Committee on TCCC (CoTCCC). V podmínkách AČR je v současné době schvalován adekvátní doporučený postup, který reflektuje kompetence a materiální vybavení poskytovatelů první pomoci na úrovni ROLE 0 (CLS).

Uvedený text jsme považovali za vhodné zařadit z důvodu, kdy příslušník zdravotnické služby AČR bude do své péče přebírat raněného ošetřeného příslušníkem jiné zdravotnické služby. Při přebírání takového pacienta je nezbytné vyžádat si veškerou potřebnou dokumentaci a aktivně pátrat po spektru aplikovaných přípravků – analgetik.

Níže je uveden přehled obvykle užívaných analgetik podle stupně bolesti. Použití v konkrétních případech závisí na odborném profilu lékaře na ROLI 1, jeho kompetencích, odborných znalostech a rovněž na aktuálním materiálním vybavení etapy.

PŘEHLED OBVYKLE UŽÍVANÝCH ANALGETIK – ROZDĚLENÍ ANALGETIK

1. Neopioidní analgetika

- a) analgetika – antipyretika
paracetamol,
metamizol.
- b) nesteroidní antirevmatika (NSAID – non-steroid antiinflammatory drugs).

2. Opioidní analgetika

- a) slabé opioidy – tramadol, kodein, nalbupin,
- b) silné opioidy – morfin, fentanyl, sufentanyl, petidin, dipidolor, ketamin.

ad 1) Neopioidní analgetika

- a) analgetika – antipyretika

- mají analgetický a antipyretický účinek bez protizánětlivého efektu, v terapeutických dávkách jsou bezpečná, uplatňují se v kombinacích s NSAID, slabými a silnými opioidy, kdy mají aditivní analgetický efekt,
- nejsou riziková k zažívacímu traktu, neovlivňují agregaci trombocytů,
- využití u myoskeletální bolesti, bolesti při artróze, bolesti hlavy, akutní i chronické bolesti zad, dentální bolesti i nádorové bolesti, bolesti pooperační.

PARACETAMOL

- vhodné analgetikum v těhotenství a laktaci,
- dávkování: 10–15 mg/kg,
- max. denní dávka 4 g, (nad 5–7 g může být dávka pro dospělého hepatotoxická),
- obvyklé firemní přípravky: PARALÉN tbl. 500 mg, PANADOL, PARACETAMOL, i. v. formy: PARACEMATOL KABI, PERFALGAN 50, 100 ml – 10 mg/ml),
- kombinace paracetamolu s jinými látkami: ATARALGIN (guaifenezin, kofein), DORETA (tramadol), VALETOL (kofein), KORYLAN, ULTRACOD (kodein).

METAMIZOL

- dávkování: i. v. jednorázové podání 6–16 mg/kg,
- maximální denní dávka (> 15 let): 10 ml = 5 g,
- obvyklé firemní přípravky:
ALGIFEN inj. 5x5 ml – 500 mg/1 ml,
NOVALGIN 500 mg/1 ml, ANALGIN inj. 5x5 ml – 500 mg/ml,
METAMIZOL.

b) nesteroidní antirevmatika (NSAID – non-steroid antiinflammatory drugs)

- ovlivňují enzymatické pochody, které stimulují lokální zánětlivou reakci v místě poškození tkáně. Působí především na periferii, ale jejich působení v CNS může vyvolat i vedlejší účinky, jako je sedace, vertigo, poruchy kognitivních funkcí a smyslového vnímání. Dávky k navození protizánětlivého efektu jsou vyšší než analgetické,
- při krátkodobém užití nezpůsobují většinou vážnější komplikace, riziko vedlejších účinků stoupá s délkou léčby,
- kombinací látek v této skupině neopiodních analgetik (NSAID + paracetamol, NSAID + metamizol) vede k posílení analgetického účinku. Samotná kombinace více přípravků ze skupiny NSAID vede k navýšení nežádoucích účinků a není racionální.
- výhody NSAID: neovlivňují stav vědomí, oběhu a dýchání.
- nevýhody NSAID:
 - gastrointestinální toxicita, riziko krvácení z GIT, především u pacientů s pozitivní anamnézou vředové choroby gastroduodena,
 - mají reverzibilní antiagregační efekt a mohou vést k poruchám hemostázy,

- zvyšují riziko měštnavého selhání, astmatického záchvatu u pacientů trpících tímto onemocněním.
- indikace:
 - mírná bolest a střední bolest – traumatická, pooperační, se zánětlivou komponentou, dysmenorea, bolesti hlavy, dna, biliární a renální kolika, kostní metastázy nebo jiná nádorová bolest,
 - silná bolest v kombinaci s opioidními analgetiky, např. tramadolem.

Obvyklé firemní přípravky:

- neselektivní NSAID:

IBUPROFEN tbl. 200,400, 600 mg, IBALGIN, DICLOFENAC DUO,
DOLMINA inj. 50 a 100 mg,
KETONAL tbl., KETONAL 100 mg/2 ml – 100 mg

 - max. jednorázová a denní dávka 200 mg.
- selektivní NSAID (snížené riziko gastrointestinálních nežádoucích účinků):

MELOXIKAM tbl. 15 mg
NIMESULID susp. 100 mg,
AULIN tbl. 100 mg a ostatní tzv. coxiby

ad 2) Opioidní analgetika

- podstatou analgetického účinku je blokáda přenosu bolestivého impulsu z periferie (místa postižení) do mozku. Hlavními místy účinku jsou zadní rohy míšní a struktury CNS, hlavně descendentní inhibiční dráhy,
- tlumí vnímání bolesti, emocionálně uklidní, mohou vyvolat euforii, ale také dysforii a zmatenost, tlumí dýchání, kašel, způsobují pokles krevního tlaku a bradykardii, nevolnost a zvracení, zpomalují vyprazdňování žaludku,
- dlouhodobé užívání vede ke vzniku fyzické závislosti s rizikem syndromu z odnětí při vysazení,
- přes četnost nežádoucích účinků patří při správném dávkování k nejbezpečnějším analgetikům.

a) slabé opioidy

- jedná se o slabé mí receptorové agonisty (tramadol, kodein, dihydrokodein) nebo smíšené agonisty-antagonisty s parciální aktivitou na kappa receptorech (pentazocin, butorfanol, nalbufin),
- mají stropový efekt,
- kombinace čistých agonistů a agonistů-antagonistů je kontraindikovaná pro riziko vyvolání abstinenčního syndromu,
- dobrá biologická dostupnost z trávicího traktu, ovlivňují minimálně dechová centra a motilitu trávicího traktu, nižší výskyt nevolností v porovnání se silnými opioidy,

- využitelnost v dětském věku,
- indikace: mírná a středně silná bolest,
- zesílení účinku v kombinaci s neopioidními analgetiky, zejména paracetamolem.

TRAMADOL

- působí na mí receptorech, v analgetickém účinku se uplatňuje také inhibice zpětného vychytávání serotoninu a noradrenalinu,
- výhodou je dobrá biologická dostupnost při p. o. podání a také řada aplikačních forem (kapky, tbl., čípky, inj.),
- nevýhodou jsou časté nežádoucí účinky – závratě a nauzea.

dávkování: 50–100 mg v jednorázové dávce, max. denní dávka: 600 mg,

obvyklé firemní přípravky:

TRAMADOL tbl. 100, 150, 200 mg,

TRAMAL tbl.,

TRALGIT inj. 50, 100

kombinace tramadolu s jinými látkami: DORETA, ZALDIAR (paracetamol).

KODEIN

- samotný analgeticky poměrně slabý, používá se v kombinacích s paracetamolem – KORYLAN, TALVOSILEN, ULTRACOD.

b) silné opioidy

výhody:

- účinné u silných akutních i chronických bolestí,
- nemají stropový efekt – se zvyšující se dávkou stoupá i analgetický účinek,
- předvídatelné nežádoucí účinky,
- kromě analgetického i anxiolytické účinky,
- nutnost monitorace pacienta při i. v. podání.

nevýhody:

- nežádoucí účinky na:
 - CNS (stav vědomí, útlum dýchání),
 - trávicí trakt (nauzea, zvracení),
 - oběh (hypotenzní účinek) nutnost monitorace pacienta při i. v. podání.

indikace: silná akutní bolest.

MORFIN

- dávkování: jednorázová dávka 5 mg i. v. nebo i. o.,
- nástup účinku i. m. podání do 15 minut, i. v. podání 3–5 minut,

- délka účinku cca 4 hodiny,
- obvyklé firemní přípravky: MORPHIN BIOTIKA 1% inj. 10 mg/1 ml nebo 20 mg/2 ml inj.,
- kromě analgetického účinku i účinek vazodilatační v plicním řečišti – indikace u plicního edému,
- ! riziko kumulace při i. m. podání, zejména v hypoperfundovaných tkáních (šokový stav) s následnými nežádoucími účinky při případném dalším podávání opioidních analgetik.

FENTANYL

- 100x účinnější než morfin,
- dávkování: 1 µg/kg,
- nástup účinku i. v. podání: minuty, délka trvání účinku: 1–2 hod,
- obvyklé firemní přípravky: FENTANYL inj. 100 µg/2ml.

SUFENTANYL

- cca 10x účinnější než fentanyl,
- dávkování: 0,1 µg/kg,
- nástup účinku: desítky sekund,
- délka trvání účinku: cca 30 minut,
- obvyklé firemní přípravky: SUFENTANYL inj. 10 µg/2ml.

PETIDIN

- cca 10x slabší než morfin,
- nástup účinku 10–20 minut, délka trvání účinku cca 3 hod,
- max. denní dávka 300 mg,
- obvyklé firemní přípravky: DOLSIN 50 mg/ml.

KETAMIN

- tzv. disociativní anestetikum, působí přednostně v mozkové kůře a v mezencefalu. Vyvolává povrchní spánek a somatickou analgezii. Dávkováním lze oddělit analgetickou hladinu od anestetické,
- odeznívání účinku, zejména po anestetických dávkách, disponuje k nepříjemným snovým stavům – z tohoto důvodu se doporučuje společně s podáním ketaminu podat benzodiazepin (např. DORMICUM).
- nežádoucí účinky:
 - intrakraniální hypertenze – ketamin způsobuje zvýšení intrakraniálního tlaku, opatrnost u pacientů se závažným poraněním hlavy a rizikem dalšího zvyšování intrakraniálního tlaku,
 - nitrooční tlak – ketamin zvyšuje nitrooční tlak, doporučené postupy TCCC tento fakt zmiňují, je však uvedena nízká pravděpodobnost zvýšení nitroočního tlaku a dalšího poškození při případném poranění oka.

- dávkování: analgetický účinek 0,5 mg/kg i. v., i. o.,
3–5 mg/kg i. m.,
5 mg/kg i. n. (intranazálně),
- nástup účinku po i. v./i. o. podání je do 1 minuty, po i. m. podání za 3–6 minut,
- způsob podání: i. v./i. o./i. m./ intranazálně (i. n.), intrabukálně,
- obvyklé firemní přípravky: CALYPSOL 500 mg/10 ml (1 ml=50 mg).

Ostatní možnosti analgezie

oxid dusný (NO₂, „rajský plyn“): inhalační analgetikum, používá se směs oxidu dusíku a kyslíku 50 % : 50 %, vyznačuje se rychlým nástupem účinku (minuty), od ukončení inhalace účinek odezní do 30 minut. Kromě analgetického účinku má výrazný účinek anxiolytický a sedativní.

Indikace: krátkodobé chirurgické výkony, repozice, endoskopické vyšetření, analgezie v přednemocničním sektoru.

methoxyfluran: inhalační analgetikum ve formě inhalační kapsle, která je naplněna nalitím obsahu lahvičky s účinnou látkou 3 ml (ekvivalent 10 mg morfinu). Maximální dávka je 6 ml. Analgetický účinek nastupuje po 6–10 vdeších a přetrvává po dobu 30 až 60 minut podle intenzity inhalace.

Indikace: akutní bolestivost po traumatu muskuloskeletálního aparátu, repoziční manévry, s výhodou využitelný v přednemocničním sektoru.

Vhodné kombinace skupin analgetik

(dle doporučeného postupu ČSARIM – léčba akutní pooperační bolesti)

- paracetamol + NSAID,
- paracetamol + slabý opioid (+NSAID),
- paracetamol + silný opioid (+NSAID),
- NSAID + opioid (slabý nebo silný),
- metamizol + opioid,
- ketamin + opioid.

Nevhodné kombinace:

- NSAID mezi sebou,
- slabý a silný opioid,
- opioidy v různých formách podání (např. intravenózní a intramuskulární).

ZDROJE:

PONS, P. T. et al. (eds). *PHTLS: Prehospital Trauma Life Support. Military Eight Edition*. Burlington, MA: Jones & Bartlett Learning, 2016, 897 s. ISBN 978-1-284-04175-0.

TCCC Guidelines for Medical Personnel. National Association of Emergency Medical Technicians – Committee on TCCC [on-line]. Mississippi: 2017 [cit. 2019-08-01] Dostupné z: <https://www.naemt.org/education/naemt-tccc/tccc-ac-guidelines-and-curriculum>



TŘÍDĚNÍ

Kapitola se zaměřuje na třídící algoritmy na úrovni ROLE 1, kam spadá péče o raněné na místě incidentu (POI), v hnízdě raněných (CCP) a na praporním obvažišti (PrO). POI a CCP se neoficiálně označuje jako "ROLE 0" a pro potřeby této kapitoly s tímto termínem pracujeme. Komplexní organizace péče hromadného příjmu raněných přesahuje rámec této kapitoly. Níže uvedený text představuje soubor používaných a osvědčených algoritmů v armádách NATO.

Třídění je dynamický, pravidelně se opakující proces na každém stupni léčebně odsunového systému (LOS) v případě, kdy počet raněných převyšuje kapacitní možnosti dané etapy. Nejnovější principy vojenského třídění jsou založeny na rozdělení raněných do skupin podle jejich potřeb (naléhavosti) pro okamžitou léčbu a transport. Podle toho, na jaké úrovni se třídění provádí, se dělí na *primární* (úroveň "ROLE 0") a *sekundární* (lékařské třídění na PrO a vyšších etapách). Na primárním třídění se podílí zejména bojový záchranář (CLS) a zdravotník roty. Lékařské třídění provádí zpravidla nejzkušenější lékař zdravotnické etapy.

Cílem třídění je rychlá identifikace osob, které mohou profitovat z okamžité léčby a včasného transportu na vyšší etapu LOS. Třídění určuje pořadí, v jakém budou zranění ošetřeni, ne konkrétní způsob léčby. Nicméně i během něj se musí provést některé život zachraňující výkony, což v konečném důsledku může vést k přehodnocení priority pro léčbu. Osoba provádějící třídění se rychle přesouvá od jednoho zraněného k dalšímu bez zbytečného odkladu, čím zvyšuje šance na včasnou léčbu ostatním.

KATEGORIE (PRIORITY) PRO LÉČBU

Aby bylo třídění efektivní, musí se každý zařadit do jedné ze 4 kategorií, která znamená prioritu (pořadí) pro léčbu. "Pátá kategorie" – Mrtvý – žádnou péči nevyžaduje. Názvy kategorií se liší podle toho, zda se jedná o britské nebo americké názvosloví. Pro jednotný formát je v textu uveden český ekvivalent.

Tabulka 24: Přehled označení priorit

UK	USA	Český ekvivalent
PRIORITY 1 (P1) IMMEDIATE	IMMEDIATE	P1 - NEODKLADNÝ
PRIORITY 2 (P2) URGENT	DELAYED	P2 – NALÉHAVÝ
PRIORITY 3 (P3) DELAYED	MINIMAL	P3 - ODLOŽITELNÝ
P1 HOLD	EXPECTANT	P4 – ČEKAJÍCÍ
DEAD	DEAD	MRTVÝ

Poznámka: podle národních zvyklostí může mít kategorie DEAD černou nebo bílou barvu a kategorie EXPECTANT černou nebo modrou barvu.

Britský systém používá k označení priorit pro léčbu velké písmeno P – PRIORITY (Priorita) a za ním číslici, která určuje naléhavost (pořadí) pro léčbu. Často používaný je také "T systém" od slova Treatment – léčba s označením T1–T4. T4 v tomto případě odpovídá P1 HOLD.

Je důležité, aby se v armádě používalo jednotné názvosloví priorit a stejná metoda pro kategorizaci raněných, čili třídící síta pro primární a sekundární třídění. Pokud personál nemluví "stejným jazykem", dochází k matoucím závěrům na všech úrovních péče.

CHARAKTERISTIKA JEDNOTLIVÝCH PRIORIT

Charakteristika priorit, jak je uvedena níže, je založena převážně na anatomickém postižení, které ale nemusí korelovat s danou prioritou, protože nezohledňuje stav fyziologických funkcí, jež jsou pro určení priority důležité. V rámci lékařského třídění se proto doporučuje, aby léčebná priorita byla stanovena na základě vyšetření jak fyziologických funkcí, tak anatomického postižení. Z tohoto důvodu uvedená poranění v konkrétních kategoriích nelze považovat za dogma, ale slouží jako příklad.

P1 – NEODKLADNÝ

Patří sem ranění s poruchou vitálních funkcí, kteří vyžadují okamžitou péči bezprostředně po příjezdu na etapu. Provádí se rychlé a jednoduché život zachraňující výkony, např. zástava masivního krvácení, zprůchodnění DC apod. Ranění profitují především z včasné chirurgické léčby do 2 hodin od vzniku poranění (zejména ti s dutinovým krvácením).

Příklady poranění spadajících do této kategorie:

C: nekontrolované masivní krvácení,

A: obstrukce nebo hrozící obstrukce DC, např. (maxilofaciální trauma, inhalační trauma, penetrující poranění krku, poranění laryngu, rozsáhlý hematoma měkkých tkání krku),

B: penetrující nebo tupá poranění hrudníku s dechovou tísní (tenzní PNO),

C: penetrující nebo tupá poranění krku, trupu, pánve a končetin spojená s **hemoragickým šokem**; mnohočetné zlomeniny, rozsáhlé zhmoždění měkkých tkání, amputace, hluboké popáleniny na více než 20 % celkového povrchu těla,

D: poruchy vědomí (raněný nereaguje na výzvu - AV/PU), poranění hlavy s jednostrannou mydriázou.

Nejvyšší prioritu mají pacienti, u kterých je nutné provést život zachraňující výkony již během třídění (zástava masivního krvácení, zprůchodnění DC manévrem, polohováním nebo vzduchovodem, punkce hrudníku a podání antidot).

Poznámka: punkci hrudníku jako život zachraňující výkon obsahují třídící síta MASS a SALT na úrovni "ROLE 0" (viz níže). Během třídění na PrO se s ní příliš nepočítá, protože třídící hlídka odešle raněného s podezřením na tPNO ihned resuscitačnímu týmu. Podobné to je u nekontrolovaného junkčního krvácení. Nelze trávit čas definitivní zástavou krvácení na třídící ploše, ale ihned odeslat raněného resuscitačnímu týmu za stálé manuální komprese rány. Výjimkou je

situace, kdy resuscitační tým/týmy jsou plně zaneprázdněny, pak je možné oba výkony provést na třídící ploše. K manuální kompresi rány lze využít i někoho z kategorie P3. Třídění má přednost před léčbou jednoho raněného, aby byla zachována dynamičnost celého systému.

P2 – NALÉHAVÝ

Do této kategorie spadají ti, kteří zřejmě budou potřebovat chirurgickou léčbu, ale zdravotní stav umožňuje odložit ji na pozdější dobu, aniž by došlo k ohrožení života a končetin. Jsou kardiopulmonálně kompenzovaní a nemají poruchu vědomí. Stejně tak lze odložit i léčbu podpůrnou (tekutiny p. o. nebo i. v., imobilizace, antibiotika, analgetika).

Příklady poranění spadajících do této kategorie:

A: maxilofaciální poranění bez ohrožení průchodnosti DC,

B: penetrující nebo tupá poranění hrudníku bez dechové tísně,

C: penetrující nebo tupá poranění krku, trupu, pánve a končetin bez známek hemoragického šoku, efektivně naložený tlakový obvaz nebo turniket u osob při vědomí bez známek šoku, otevřené zlomeniny bez závažného krvácení, luxace velkých kloubů, hluboké popáleniny v rozsahu cca 10–20 % celkového povrchu těla (zejména obličej, ruce, genitál, chodidla), které ale neohrožují průchodnost DC nebo dýchání.

Dále sem řadíme osoby s vážným poraněním očí.

P3 – ODLOŽITELNÝ

Jedná se o chodící, lehce raněné, kteří aktuálně nepotřebují urgentní péči. Jejich poranění neohrožují život, končetiny ani zrak.

Příklady poranění spadajících do této kategorie:

popáleniny do cca 10 % celkového povrchu těla (ne v oblastech jako u kategorie P2), drobné lacerace, zlomeniny krátkých kostí s hmatnou pulzací distálně, bojový stres. Ošetření lze provést svépomocí nebo vzájemnou pomocí. Ranění mohou pomáhat se zajištěním bezpečnosti na místě incidentu nebo na zdravotnické etapě, asistovat při ošetření, nakládat a přenášet zraněné. Mohou být také odesláni zpět k jednotce.

Poznámka:

- a) chodit lze i s penetrujícím poraněním trupu, oka nebo s rozsáhlými popáleninami. Prvotní třídění slouží k rychlému zhodnocení stavu pacienta, a ne jako jeho prediktor! Pokud tyto pacienty iniciálně zařadíme do vyšší kategorie kvůli obavám z možného zhoršení stavu, dojde k navýšení počtu raněných v kategoriích P1, P2 a péče o ně se zhroutí. To jen dokazuje, že třídění musí být dynamický, neustále se opakující proces. Výjimku tvoří ranění, kteří sice vyhoví výzvě, ale jeví známky masivního krvácení, ti musí být ošetřeni mezi prvními!
- b) pokud dojde k incidentu s velkým počtem raněných v blízkosti zdravotnické etapy, je pravděpodobné, že na ni dorazí jako první, protože obejdou LOS. Přeplněná etapa chodícími může vést k neefektivnímu nakládání s lidskými a materiálními zdroji. Striktní kontrola všech přístupových cest na zdravotnickou etapu ihned po ohlášení situace MASCAL zabrání výše zmíněnému problému.

- c) vojáci s bojovým stresem mají být odděleni od vážně raněných, šance na rychlou úpravu psychického stavu je pak rychlejší. Nelze je využít jako pomocný personál, tím se jejich stav spíše zhoršuje. Doporučuje se rozdělit vojáky do dvou skupin: lehký stres – okamžitý návrat k vlastní jednotce nebo k jednotce nebojového charakteru s možností odpočinku nebo úlevami. Těžký stres – odeslání na vyšší etapu k psychiatrické/psychologické intervenci.

P4 – ČEKAJÍCÍ

Jedná se o vojáky v kritickém stavu, v danou chvíli s minimální šancí na přežití. Častým mechanismem úrazu je výbuch, jehož následkem došlo k poranění mnoha anatomických struktur a orgánů. Tato skupina vyžaduje čas, lidské a materiální zdroje, které musí být přednostně využity ve prospěch kategorií P1 a P2. Jejich přežití je nepravděpodobné, i kdyby personál PrO pečoval pouze o jediného takového vojáka. Jsou uloženi mimo dohled ostatních raněných, a pokud to personální situace dovoluje, vyčlení se osoba/osoby, které monitorují jejich stav, poskytují tepelný komfort, analgoterapii apod. Jejich transport na vyšší etapu není příliš pravděpodobný. Je potřeba zohlednit řadu okolností, zejména šanci na přežití, transportní kapacitu, přísun dalších raněných, personální a materiální možnosti vyšší etapy apod.

Příklady poranění spadajících do této kategorie:

penetrující nebo tupá poranění hlavy spojená s bezvědomím a oboustrannou mydriázou, rozsáhlé a hluboké popáleniny s minimální šancí na přežití, např. na více než 80 % povrchu těla, vysoká míšňí léze nad C4+bránice (pentaplegie), tupá nebo penetrující dutinová poranění s hemoragickým šokem třídy IV (vykrvácení).

Poznámka: pouze nejzkušenější lékař může rozhodnout o zařazení raněného do této kategorie, proto se rutinně nepoužívá. Například britská vojenská zdravotnická služba z důvodu eliminace chyb tuto kategorii nepoužívá, proto všichni, kteří mají, byť jen v minimální míře zachované vitální funkce, jsou kategorizováni jako P1.

Kategorizovat raněné s hlubokými popáleninami jenom podle rozsahu popálené plochy nemusí být dostačující. Je potřeba zohlednit nejen samotný rozsah, ale také přítomnost signifikantních i skrytých poranění (zvážit mechanismus úrazu) a fyziologické funkce. Například voják s popáleninami na 60 % TBSA, na kterém vzplál oděv, bez dalších poranění a s normálními fyziologickými funkcemi, bude kategorizován jako P1, protože se nepochybně rozvine popáleninový šok, a proto bude profitovat z včasného transportu na vyšší etapu LOS. Jiná situace bude u vojáka zasaženého tlakovou vlnou po explozi IED, který sice utrpěl popáleniny ve stejném rozsahu, ale zároveň hemotorax, zlomeninu pánve, obou femurů a kraniotrauma. Je v bezvědomí, DF 7/min, TF 30/min hmatná pouze na krční tepně. Tento voják bude kategorizován jako P1 Hold (P4).

MRTVÝ

Pacienti v bezvědomí, kteří nedýchají ani po zprůchodnění DC. KPR se v situaci s velkým počtem raněných nezapadá.

Plocha pro MRTVÉ a ČEKAJÍCÍ se umísťuje v takové vzdálenosti od hnízda raněných nebo obvažiště, aby na ně ostatní ranění vojáci neviděli.

Poznámka: některé státy zredukovaly ve svých třídících sítích kategorie MRTVÍ a ČEKAJÍCÍ do jedné z nich, většinou do kategorie ČEKAJÍCÍ. V praxi to znamená, že sem patří i pacienti bez známek života.

TŘÍDĚNÍ VE VOJENSKÝCH PODMÍNKÁCH

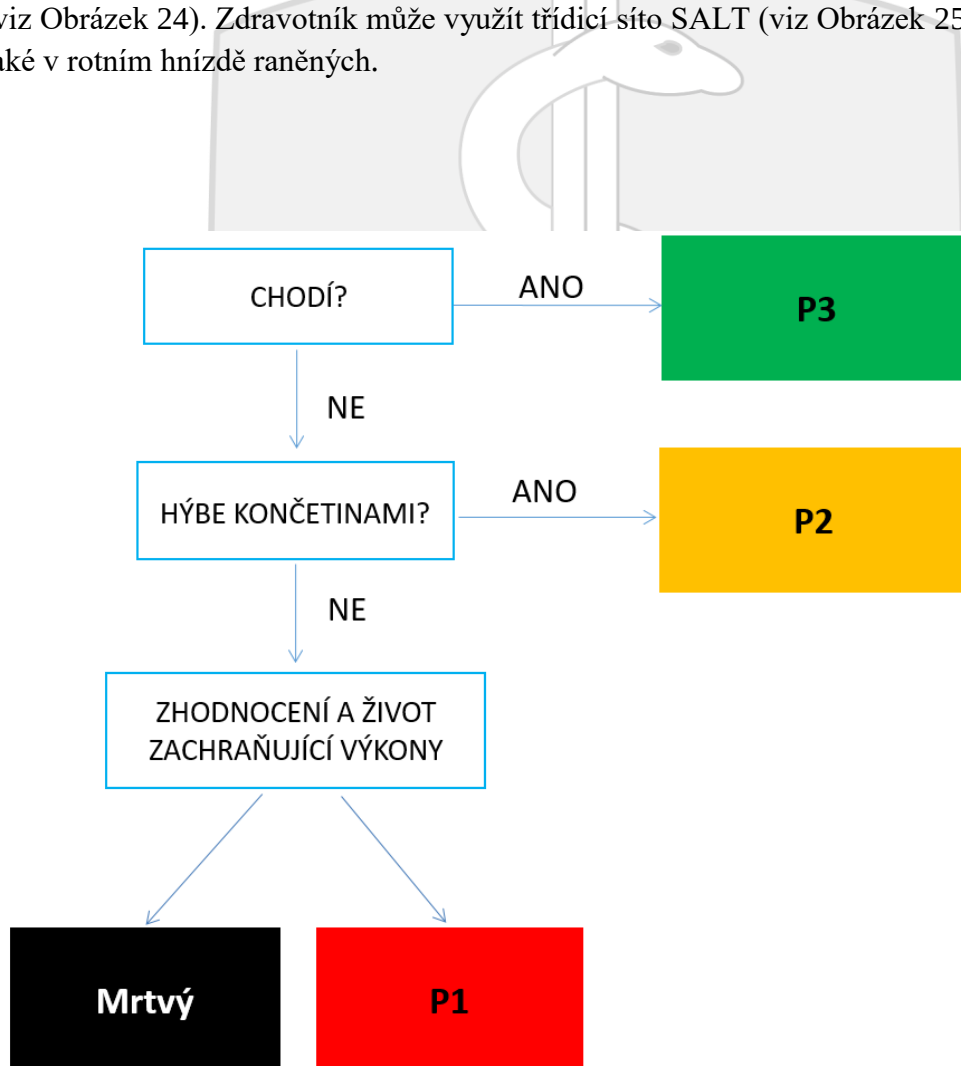
Vojenské třídění má svá specifika a podle toho, v jakém místě se provádí, ho lze rozdělit na:

- primární (nelékařské) – úroveň "ROLE 0",
- sekundární (lékařské) – ROLE 1 (PrO) a vyšší etapy.

PRIMÁRNÍ (NELÉKAŘSKÉ) TŘÍDĚNÍ – "ROLE 0"

Během bojové operace je nutné respektovat principy TCCC (Tactical Combat Casualty Care). Ve fázi CUF (Care Under Fire) je prioritou přesun raněných do relativního bezpečí a zástava krvácení, třídění se zahajuje až ve fázi TFC (Tactical Field Care).

Třídění na této úrovni provádí nezdravotník (nejčastěji CLS), např. pomocí třídícího síta MASS (viz Obrázek 24). Zdravotník může využít třídící síto SALT (viz Obrázek 25) ve fázi TFC, ale také v rotním hnízdě raněných.



Obrázek 25: Třídící síto MASS – Move, Assess, Sort, Send (Zdroj: Autor)

POSTUP PODLE TŘÍDICÍHO SÍTA MASS

MASS rozděluje raněné do kategorií podle jejich schopnosti chodit nebo vykonat nějaký pohyb. **V prvním kroku** třídící voják vydá pokyn, aby se všichni, kteří mohou chodit (**Move**), odebrali na předem určené místo (**zelení**). V tomto okamžiku zůstanou na ploše ležet červení, žlutí nebo mrtví.

Ve druhém kroku zhodnotí (**Assess**), kdo je schopen hýbat končetinami. Vydá pokyn, aby všichni, kteří ho slyší, zamávali horní nebo dolní končetinou (**žlutí**). Tato skupina musí mít dobrou mozkovou perfuzi, jinak by nereagovala adekvátně na výzvu, a proto nemá význam jim aktuálně věnovat pozornost. Na ploše už zbývají pouze červení a černí. Pozor, i mezi nimi se mohou vyskytovat vojáci, kteří nejsou v kritickém stavu z důvodu poruchy sluchu nebo psychických obtíží!

Ve třetím kroku přistoupí k těm, kteří nereagují na výzvu a roztrídí je (**Sort**) na červené a černé následovně: nejdříve zjistí, zda raněný dýchá. Pokud nedýchá ani po záklonu hlavy a zvednutí dolní čelisti, je **mrtvý** a už se mu nevěnuje!

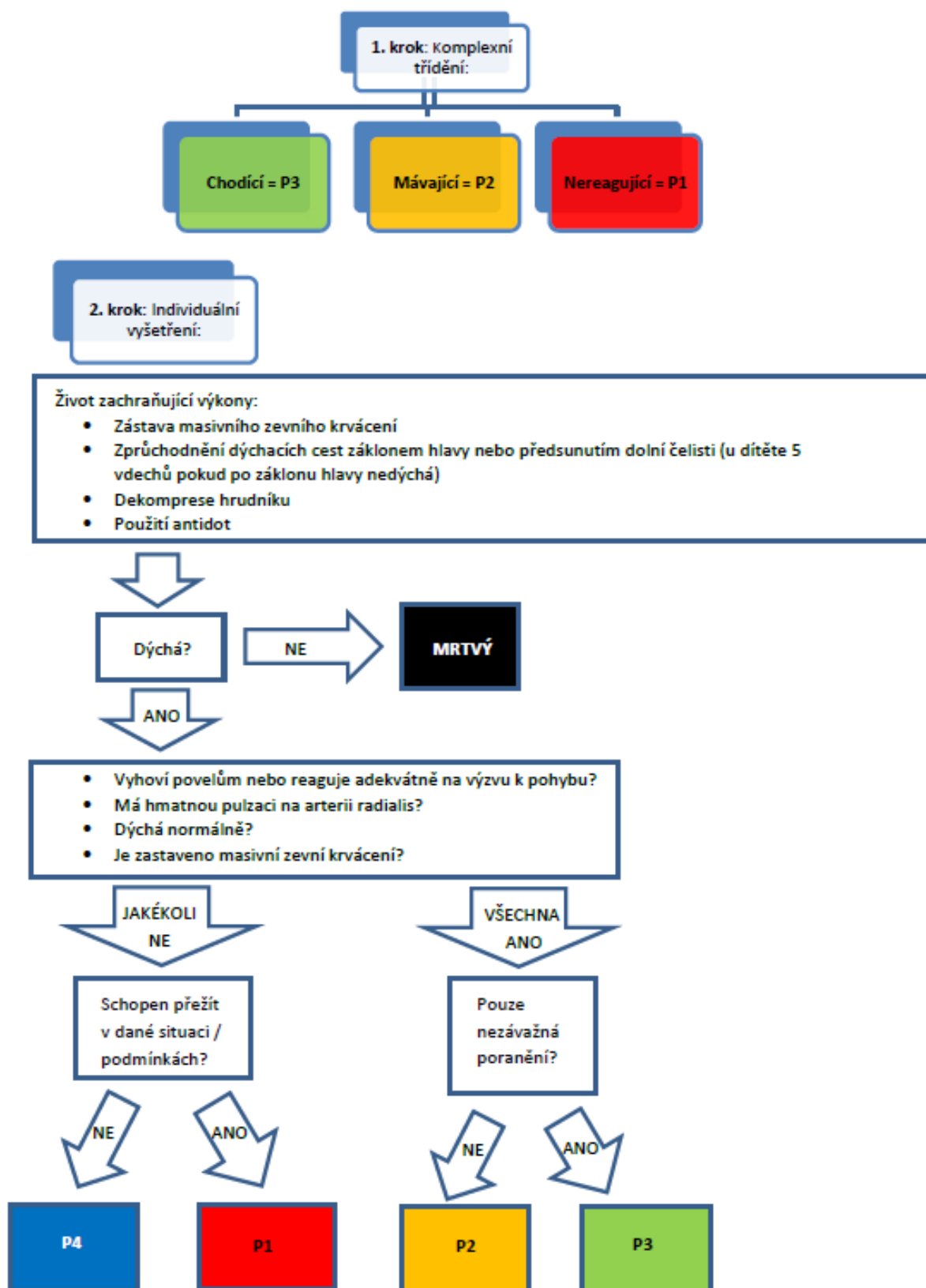
Do **červené** skupiny patří ti, kteří vyžadují okamžité život zachraňující výkony: zprůchodnění DC záklonem hlavy s předsunutím dolní čelisti, zotavovací poloha na boku u všech v bezvědomí, zástava masivního krvácení a punkce hrudníku při podezření na tenzní PNO (penetrující poranění hrudníku s progredující dechovou tísní).

Od červené skupiny se třídící voják přesune ke žluté a následně k zelené, aby ověřil potřebu život zachraňujících výkonů.

Posledním, **čtvrtým krokem** je odsun raněných na vyšší etapu nebo předání zdravotníkovi roty (**Send**).

Pokud má třídící voják k dispozici další kolegy na výpomoc, je doporučeno, aby jeden z nich odvedl zelenou skupinu na předem určené místo a vyzval je k vzájemnému ošetření. Zároveň z nich může vybrat jednotlivce, kteří jsou zdravotně a psychicky natolik v pořádku, že se mohou podílet např. na zajištění bezpečnostního perimetru nebo se zapojí do ošetření pod vedením CLS během čekání na transport.

Poznámka: turnikety se používají pouze u živých raněných, tedy se zachovaným dýcháním! Z tohoto důvodu má zprůchodnění DC u vojáků nereagujících na výzvu přednost před naložením turniketu, aby se jimi neplývalo na mrtvých, jak se již mnohokrát stalo v zahraničních misích.



Obrázek 26: Třídící síto SALT – Sort, Assess, Lifesaving Interventions - LSI, Treatment / Transport (Převzato z: Lerner, E. B., 2008).

POSTUP PODLE TŘÍDICÍHO SÍTA SALT

V **prvním kroku** se třídí (Sort) osoby na chodící, mávající a nereagující.

Ve **druhém kroku** se nejdříve u nereagujících zhodnotí (Assess) potřeba život zachraňujících výkonů (LSI) a ihned se provedou. Když raněný **nedýchá** ani po zprůchodnění DC, je označen jako **MRTVÝ**. Pokud **dýchá**, třídící voják si musí odpovědět na **4 otázky**: Vyhoví povelům nebo reaguje adekvátně na výzvu k pohybu? Má hmatnou pulzaci na *a. radialis*? Dýchá normálně? Je zastaveno masivní krvácení?

Jakákoli NE: Pokud je stav natolik kritický, že pravděpodobnost přežití v daných podmínkách je nízká, označí se jako **P4**. Pokud je šance na přežití vysoká, je označí se jako **P1**.

Všetchna ANO: Raněný se středně závažným poraněním je označen jako **P2**, s nevýznamným poraněním jako **P3**.

Poznámka: vzhledem k tomu, že třídění provádí zdravotník – nelékař bez klinických zkušeností s posuzováním závažnosti zdravotního stavu, je otázkou, zda prioritu P4 používat, nebo kategorizovat všechny vojáky v kritickém stavu se zachovanými základními životními funkcemi jako P1, aby se předešlo chybným rozhodnutím. Stejně tak je nelogické, aby kategorii P4 používali nezdravotníci (CLS), kteří mají "pouze" rozlišovat živé od mrtvých, aby lidské a materiální zdroje nevyužívali k záchraně mrtvých.

Posledním krokem je léčba vytríděných osob a transport (Treatment/Transport) na vyšší etapu LOS. Obě síta tedy slouží pro rychlé a jednoduché určení priority pro léčbu. Zároveň si musíme uvědomit, že nejsou precizní, protože rychlost ještě neznamená neomylnost. Stanovení chybné priority na této úrovni má být překlasifikováno na vyšší etapě a je potřeba s tím počítat.

BEZPEČNOST

Třídění a ošetření na "ROLI 0" musí probíhat v co nejbezpečnějším prostoru. **Zajištění bezpečnosti je prvořadý úkol jak na POI, tak v CCP**. Bezprostředně po vzniku incidentu se sčítá personál, munice, zbraně, vybavení a provede se přesun raněných do CCP. Podle zavedených postupů dané jednotky se zajistí bezpečnostní perimetr (360°). Toto úsilí může být doplněno zbudováním pozorovacích míst, palebných postavení nebo zřízením míst včasného varování. Pokud je jednotka během třídění nebo ošetření opětovně napadena, fáze TFC se okamžitě ukončí a přejde se do fáze CUF. Je důležité, aby taktický kontext TCCC byl vždy vyzdvihován jako dominantní faktor a aby prvním krokem ve fázi TFC bylo zbudování bezpečnostního perimetru!

PRIORITY PRO TRANSPORT Z ROLE 0 NA VYŠŠÍ ETAPU

V podmínkách asymetrického konfliktu (dnešní Afghánistán, Irák) se přiděluje priorita na transport, která většinou koresponduje s prioritou pro léčbu, nebo lze využít Field Triage Score – jednoduchý, rychlý a velmi přesný nástroj pro určení priority na transport (viz dále). Charakter poranění v jednotlivých kategoriích je tedy shodný, jak je uvedeno výše. **Priority pro transport: URGENT, PRIORITY a ROUTINE**. MRTVÍ se transportují až naposled.

Nejen včasná a kvalitní pomoc na bojišti, ale i doba transportu rozhoduje o přežití vojáků.

Cílem je dodržení **časové osy 10–1–2** (10 minut, 1 hodina, 2 hodiny) **u červené a žluté kategorie. Do 10 minut** od vzniku poranění by měla být poskytnuta péče podle zásad TCCC svépomocí nebo vzájemnou pomocí.

URGENT: od vzniku poranění do dosažení ROLE 1 (PrO) nemá uběhnout více než 60 minut a na ROLI 2 se musí raněný dostat do 120 minut od poranění.

PRIORITY: od vzniku poranění do dosažení ROLE 1 (PrO) nemá uběhnout více než 60 minut a na ROLI 2 se musí raněný dostat do 240 minut od poranění.

ROUTINE: transport na ROLI 2 nebo ROLI 3 po prvotním ošetření na bojišti do 24 hodin od poranění, pokud je nutná chirurgická péče.

Poznámka: časové limity se daří plnit v dnešních asymetrických konfliktech díky vzdušné nadvládě a robustnímu systému vzdušné evakuace (MEDEVAC). V konvenčním konfliktu bez vybudované vzdušné nadvlády bude obtížné časovou osu dodržet. Většina transportů bude uskutečněna po zemi a v těžkém terénu, což zákonitě povede k větším ztrátám na životech. Výše zmíněné časy platí pouze pro primární transporty do úrovně ROLE 3.

SEKUNDÁRNÍ (LÉKAŘSKÉ) TŘÍDĚNÍ – ROLE 1 (PrO)

Na PrO se používá detailnější třídění. Jeho součástí je hodnocení základních životních funkcí v kombinaci s anatomickým postižením a provádí ho nejzkušenější lékař etapy. Během 1–2 minut zhodnotí závažnost stavu a rozhodne o prioritě pro léčbu. Z těchto důvodů jsou na třídícího lékaře kladeny vysoké nároky. Pro nezkušený lékařský a nelékařský personál se toto třídění příliš nehodí, v jejich případě se doporučuje postupovat podle jednodušších třídících sít (MASS, SALT apod.), aby se zachovala dynamičnost třídění. Nevýhody lékařského třídění se mohou projevit v situacích, kdy počet raněných významně převyšuje počet odborného personálu. Jedna třídící hlídka (lékař + 2 zdravotníci) a časová náročnost lékařského třídění může prodloužit pobyt raněných na třídící ploše a zhoršit dostupnost péče v čase. Plochu nebo stan pro třídění určuje náčelník PrO. Ovykle se nachází před vstupem do stanu, kde pracuje resuscitační tým.

FYZIOLOGICKÉ VERSUS ANATOMICKÉ METODY TŘÍDĚNÍ

Hodnocení stavu raněných podle fyziologických funkcí je objektivnější než izolované hodnocení anatomického postižení. Výhody hodnocení fyziologických funkcí spočívají v rychlosti provedení, vyžadují minimální klinické zkušenosti, trénink a není nutné raněného obnažovat. **Během lékařského třídění se nejprve hodnotí fyziologické funkce, teprve potom anatomická postižení.** Důvod je jednoduchý, z hodnot fyziologických funkcí lze již odvodit léčebnou prioritu.

Výhoda anatomického třídění spočívá v detailnější diagnostice, což vede k přesnějšímu určení léčebné priority. Nevýhodou anatomického třídění je obnažení raněného a časová náročnost. Cílem není raněné kompletně svlékat! Hodnocení anatomického postižení se může lišit podle odborné erudice personálu. Jejich závěry se pak nedají správně interpretovat mezi zdravotníky s odlišnými klinickými zkušenostmi.

Zvyklosti v armádách NATO se liší, někdo se spoléhá pouze na hodnocení fyziologických funkcí, jiní se snaží o jejich kombinaci s anatomickým postižením. Ideální a zároveň univerzální řešení asi nenajdeme. Metody třídění je potřeba přizpůsobit aktuální situaci, zkušenostem a dovednostem ošetřujícího personálu.

LÉKAŘSKÉ TŘÍDĚNÍ

Všichni **chodící** jsou kategorizováni jako **P3** a odesláni do vyznačeného prostoru, kde budou přetříděni přítomným personálem nebo třídící hlídkou, která již ukončila činnost na třídící ploše.

Hodnocení fyziologických funkcí

A: pokud voják nedýchá ani po zprůchodnění DC = mrtvý (**DEAD**). Pokud po zprůchodnění DC dýchá, ale neprobral se k plnému vědomí = **P1**. Pokud jsou DC ohrožené obstrukcí nebo obturované = **P1**. Pokud jsou DC průchodné, pokračuje se vyšetřením písmene B.

B: voják s dechovou nedostatečností = **P1**. Pokud je dýchání v pořádku, pokračuje se vyšetřením písmene C.

C: voják oběhově nestabilní = **P1**. Pokud je krevní oběh v pořádku, pokračuje se vyšetřením písmene D.

D: hodnotí se GCS nebo AVPU. Pokud voják reaguje pouze na bolest (AVPU/P) nebo je v bezvědomí (AVPU/U) = **P1**. Dále se hodnotí stav zornic: oboustranná mydriáza spojená s bezvědomím nebo s dekortikačním/decerebračním postavením = **P1 HOLD**.

Vojáci, kteří nemají problém ve vitálních funkcích, ale nechodí = **P2**.

Hodnocení anatomického postižení

Provádí se po vyhodnocení fyziologických funkcí s cílem najít život ohrožující stavy podle rychlého a zjednodušeného C–ABCD postupu. Třídící hlídka zároveň provádí jednoduché život zachraňující výkony, pokud je resuscitační tým plně zaneprázdněn. Po určení léčebné priority je raněný předán resuscitačnímu týmu.

LÉKAŘSKÉ TŘÍDĚNÍ – ROLE 1

Číslo/jméno raněného:

Pohlaví: M Ž

Masivní končetinové krvácení: NE/ANO

PHK: TQ čas

LHK: TQ čas

PDK: TQ čas

LDK: TQ čas

Junkční krvácení: NE/ANO

Krk Podpaží: P L Tříslo: P L Hýždě: P L

A – OK/částečná obstrukce/úplná obstrukce NPA Poloha

B – OK/dechová nedostatečnost DF/min: Punkce

C – OK/oběhová nestabilita Pulz AR/min:

D – A V P U Zornice: mióza P L mydriáza P L

DIAGNÓZA: HLAVA HRUDNÍK BŘICHO PÁNEV KONČETINY JINÉ:

PRIORITA: **P1** **P2** **P3** **EXP** **DEAD** čas:

PŘETŘÍDĚNÍ: **P1** **P2** **P3** **EXP** **DEAD** čas:

TERAPIE:

Zde je uveden námi vytvořený příklad třídící karty na ROLI 1. Má být jednoduchá a přehledná. Jednotlivé údaje se kroužkují nebo se provede ruční zápis. Obsahuje položky pro život zachraňující výkony, hodnocení fyziologických funkcí, anatomického postižení, léčebnou prioritu, prioritu po přetřídění (dlouhý pobyt na třídící ploše) a poskytuje prostor pro záznam intervencí třídícího lékaře. Třídící hlídka ji spolu s pacientem odesílá resuscitačnímu týmu, který povede záznam o stavu raněného ve vlastní dokumentaci.

Zkratky: PHK: pravá horní končetina; PDK: pravá dolní končetina; LHK: levá horní končetina; LDK: levá dolní končetina; P: pravá strana; L: levá strana; NPA: nosní vzduchovod; DF: dechová frekvence ; TQ: turniket; AR: *a. radialis*; AVPU – Alert, Voice, Pain, Unresponsive.

Vysvětlení pojmů

A – OK/částečná obstrukce/úplná obstrukce.

OK – DC jsou průchodné. Částečná obstrukce – jakékoli patologické zvuky (chrčení, chrápání, bublání, stridor). Úplná obstrukce – bezdeší.

B – OK/dechová nedostatečnost.

OK – normální ventilace. Dechová nedostatečnost – dušnost, hypo/hyperventilace, zapojování pomocných dýchacích svalů, $DF < 10$ nebo $> 30/\text{min}$, inspirační postavení, cyanóza, neslyšné dýchání (pokud čas a situace dovoluje použít fonendoskop).

C – OK/oběhová nestabilita.

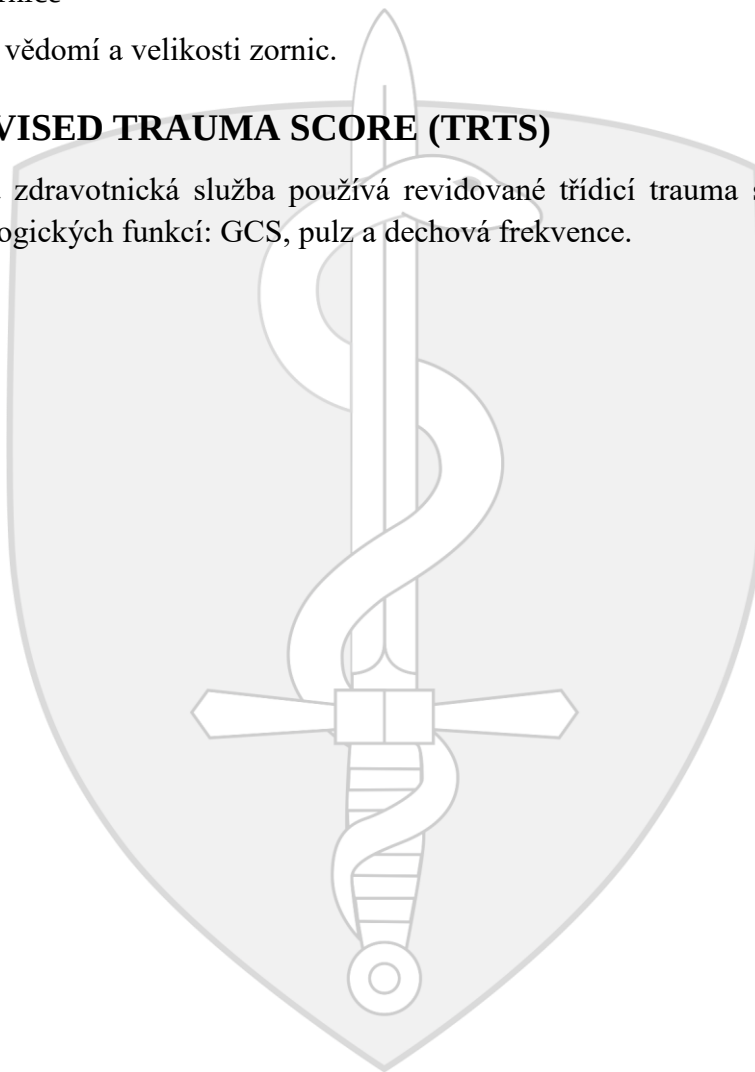
OK – bez známek hemoragického šoku. Oběhová nestabilita – vyjádřeny známky hemoragického šoku (slabá/nehmatná pulzace na *a. radialis*, tachykardie $> 110/\text{min}$, bledá a chladná akra, prodloužený kapilární návrat).

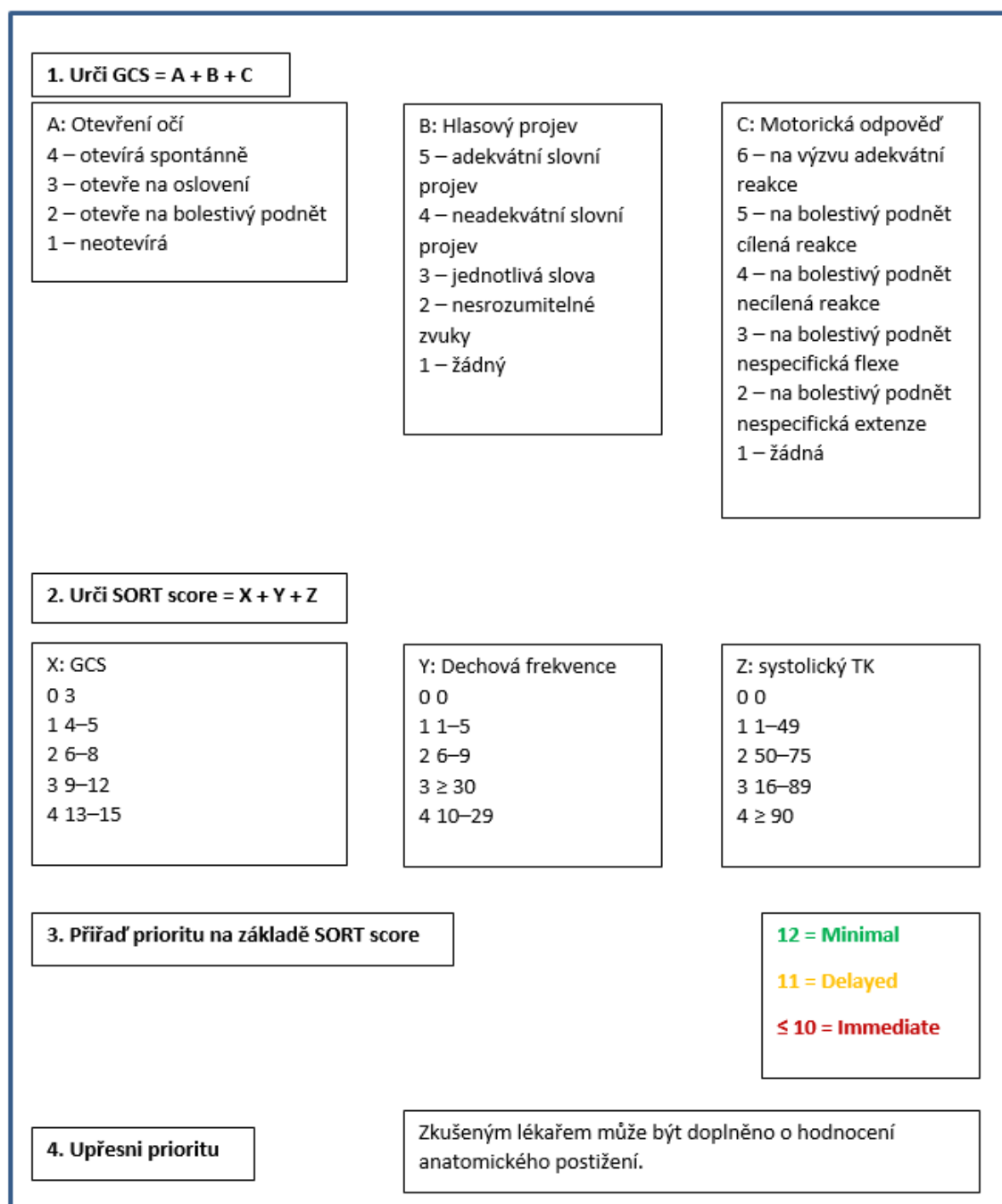
D – A V P U Zornice

Hodnocení stavu vědomí a velikosti zornic.

TRIAGE REVISED TRAUMA SCORE (TRTS)

Britská vojenská zdravotnická služba používá revidované třídící trauma skóre založené na hodnocení fyziologických funkcí: GCS, pulz a dechová frekvence.





Obrázek 27: Třídící síto TRTS (Převzato z: Mackway-Jones, K., 2012)

FIELD TRIAGE SCORE (FTS) – určení priority pro transport

Jedná se o rychlý, jednoduchý a efektivní nástroj, který rozdělí raněné do tří kategorií na transport s vysokou přesností. Je založen na hodnocení pulzu na *a. radialis* (AR) a motorické složce GCS. Tyto dva parametry byly vyhodnoceny jako nejspolehlivější prediktory přežití.

FTS pracuje s faktem, že slabě hmatný nebo nehmatný pulz na AR reprezentuje hodnotu systolického tlaku (sTK) ≤ 100 mmHg (mortalita cca 29 %), ale dobře hmatný pulz na AR představuje hodnotu sTK > 100 mmHg (vyšší šance na přežití).

Motorická složka GCS se hodnotí na základě výzvy k pohybu.

FTS – Postup

1. Hodnocení pulzu na AR
 - nehmatný pulz na AR: 0 bodů,
 - hmatný pulz na AR: 1 bod.
2. Hodnocení motorické složky GCS
 - vyhoví výzvě: 1 bod,
 - nevyhoví výzvě: 0 bodů.

2 body: ROUTINE, nejnižší priorita na transport.

1 bod: PRIORITY, střední priorita na transport.

0 bodů: URGENT, ohrožení života, nejvyšší priorita na transport.

Výsledky studie 4992 raněných vojáků z Afghánistánu a Iráku z let 2002–2008 ukázaly, že 87,5 % vykazovalo FTS skóre 2 (mortalita do 1 %), 10,8 % raněných FTS skóre 1 (mortalita 6,1 %) a u raněných s FTS skóre 0 byla mortalita 41,4 %, proto musí být transportováni co nejdříve!

OZNAČENÍ RANĚNÝCH

Všechny třídící systémy používají podobné principy značení – třídící karta, náramek, páska, kolíček, a to v barvě, která odpovídá prioritě. Zároveň musí být dobře viditelné, snadno a bezpečně fixované k raněnému. Dále musí umožňovat změnu označení priority při přetřídění. Bohužel v armádách NATO neexistuje jednotný systém značení.

ZÁVĚR

Třídění má vést k záchraně co největšího počtu raněných. Třídící hlídka se musí vyvarovat pokušení zastavit třídění ve prospěch léčby jednoho kriticky raněného. Cílem třídění je motto: „Doing the most for the most“ („Udělat nejvíce pro co nejvíce lidí“). Život zachraňující výkony jsou jednoduché a rychle proveditelné (zástava masivního krvácení, zprůchodnění dýchacích cest, punkce tPNO, ev. podání antidot). Aby bylo třídění co nejefektivnější, je nutné jej provádět opakovaně.

ZDROJE:

PONS, P. T. et al. (eds). *PHTLS: Prehospital Trauma Life Support. Military Eight Edition*. Burlington, MA: Jones & Bartlett Learning, 2016, 897 s. ISBN 978-1-284-04175-0.

ŠÍN, R. *Medicína katastrof*. Praha: Galén, 2017. 351 s. ISBN 978-80-7492-295-4.

CUBANO, Miguel A. a Frank K. BUTLER. *Emergency war surgery*. Fifth United States revision. Fort Sam Houston, Texas: Borden Institute, US Army Medical Department Center and School, Health Readiness Center of Excellence, Fort Sam Houston, Texas, Office of The Surgeon General, United States Army, 2018. ISBN 978-016-0947-803.

CUBANO, M. A. a F. K. BUTLER (eds). *Emergency war surgery*. Fifth United States Revision. Fort Sam Houston, Texas: Office of The Surgeon General Borden Institute. 2018. ISBN 978-016-0947-803.

VASSALLO, J., HORNE, S. a J. E. SMITH. Triage and the Modified Physiological Triage Tool-24 (MPTT-24). *BMJ Military Health*. 2020, 166(1), 33–36. DOI: 10.1136/jramc-2017-000878. ISSN 2633-3767. Dostupné také z: <http://militaryhealth.bmj.com/lookup/doi/10.1136/jramc-2017-000878>

EASTRIDGE, B. J., BUTLER, F., WADE, C. E., HOLCOMB, J. B., SALINAS, J., CHAMPION, H. R. a L. H. BLACKBOURNE. Field triage score (FTS) in battlefield casualties: validation of a novel triage technique in a combat environment. *The American Journal of Surgery*. 2010, 200(6), 724–727. DOI: 10.1016/j.amjsurg.2010.08.006. ISSN 0002-9610. Dostupné také z: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S000296101000574X>

MACKWAY-JONES, K. (ed.) *Major Incident Medical Management and Support: The Practical Approach at the Scene*. 3rd ed. Wiley-Blackwell, 2012. ISBN 978-1-4051-8757-2.

LERNER, E. B. et al. Mass Casualty Triage: An Evaluation of the Data and Development of a Proposed National Guideline. *Disaster Medicine and Public Health Preparedness*. 2008, 2(S1), 25–34. ISSN 1935-7893. DOI: 10.1097/DMP.0b013e318182194e.

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1: Rozsah udržení perfuze mozkové tkáně v závislosti na výkyvech středního arteriálního tlaku (MAP) a reakce průsvitu mozkového řečiště	66
Obrázek 2: : Klinický obraz dekortikační a decerebrační rigidity	72
Obrázek 3: Znázornění lokalizace herniací.....	85
Obrázek 4: Anatomické uspořádání míchy	92
Obrázek 5: Princip vedení vzruchu, míšní oblouk.....	93
Obrázek 6: Dermatomy.....	94
Obrázek 7: Princip vedení vzruchu, reflexní oblouk	95
Obrázek 8: Rozdělení břišních kvadrantů.....	121
Obrázek 9: Úroveň umístění pánevního pásu	141
Obrázek 10: Schematický náčrt provedení escharotomií	163
Obrázek 11: Schéma zabezpečení odsunu raněných v boji	167
Obrázek 12: Návaznost zdravotnické péče	172
Obrázek 13: Karta TCCC – přední strana.....	174
Obrázek 14: :Karta TCCC – zadní strana	175
Obrázek 15: Odsunová karta – přední strana.....	176
Obrázek 16: Odsunová karta – zadní strana	177
Obrázek 17: Polní zdravotnická karta – přední strana	178
Obrázek 18: Polní zdravotnická karta – zadní strana.....	179
Obrázek 19: Zdravotnické hlášení – první strana	180
Obrázek 20: Zdravotnické hlášení – druhá strana.....	181
Obrázek 21: Zdravotnické hlášení – třetí strana	182
Obrázek 22: Zdravotnické hlášení – čtvrtá strana.....	183
Obrázek 23: Medsitrep.....	184
Obrázek 24: Patient tracker.....	185
Obrázek 25: Třídící síto MASS – Move, Assess, Sort, Send	201
Obrázek 26: Třídící síto SALT – Sort, Assess.....	203
Obrázek 27: Třídící síto TRTS	209

SEZNAM TABULEK

Tabulka 1: Klasifikace hemoragického šoku	40
Tabulka 2: Základní fyziologické hodnoty: (dospělá osoba bez plicního onemocnění).....	48
Tabulka 3: Příklady dosažitelných inspiračních koncentrací O ₂ za použití různých pomůcek	58
Tabulka 4: Základní nastavení u dospělé osoby bez plicního onemocnění	60
Tabulka 5: Management oxygenoterapie a umělé plicní ventilace v závislosti na zjištěné dechové frekvenci	60
Tabulka 6: Hodnoty CO ₂	68
Tabulka 7: Klasifikace poranění hlavy	75
Tabulka 8: Glasgow Coma Scale	80
Tabulka 9: Anatomické rozdělení mozku	83
Tabulka 10: Typy herniací a klinické projevy	84
Tabulka 11: Dysfunkce jednotlivých etází a řídicích center způsobí odpovídající poruchu dechové činnosti a predikce úrovně postižení v kraniokaudálním směru	85
Tabulka 12: Poruchy dechové činnosti v závislosti na lokalizaci poranění mozku.....	86
Tabulka 13: Další možné nálezy reakcí zornic po traumatu mozku a úroveň předpokládaného postižení	87
Tabulka 14: Chipaultovo pravidlo – vztah obratlů a míšních segmentů	95
Tabulka 15: Popis dermatomů inervovaných z krčních míšních segmentů a topografická úroveň jejich vyšetření	105
Tabulka 16: Popis myotomů inervovaných z krčních míšních segmentů a klinické projevy při postižení	106
Tabulka 17: Přehled primárních a s nimi spojených možných skrytých poranění	133
Tabulka 18: Lokalizace zlomeniny a odhadovaná krevní ztráta	134
Tabulka 19: Přehled nálezů senzorického a motorického deficitu při poraněních periferních nervů horní končetiny.....	142
Tabulka 20: Přehled nálezů senzorického a motorického deficitu při poraněních periferních nervů dolní končetiny.....	143
Tabulka 21: Souhrn charakteru popálenin podle hloubky postižení	148
Tabulka 22: Porovnání vypočteného množství tekutiny během vstupních 8 hodin pro jednotlivé formule	153
Tabulka 23: Přehled označení priorit	197

plk. gšt. MUDr. Michal PLODR, Ph.D., MBA

mjr. MUDr. Ludovít Púdelka

a kolektiv

URGENTNÍ PÉČE V POLI

Učební texty

Fakulty vojenského zdravotnictví Univerzity obrany v Brně

Svazek 387

Vydala Univerzita obrany v Brně

r. 2020

Vydání 1.

Počet stran 213

Neprošlo redakční ani jazykovou úpravou

Náklad 200 výtisků

ISBN 978-80-7582-159-1

