



ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

FAKULTA BIOMEDICÍNSKÉHO INŽENÝRSTVÍ
Katedra zdravotnických oborů a ochrany obyvatelstva

Explozivní poranění v přednemocniční neodkladné péči

Explosive Injury during Pre-Hospital Care

Bakalářská práce

Studijní program: Specializace ve zdravotnictví

Studijní obor: Zdravotnický záchranář

Autor bakalářské práce: Michal Dvořák

Vedoucí bakalářské práce: doc. MUDr. Jan Pokorný, DrSc.

Kladno 2020



ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

I. OSOBNÍ A STUDIJNÍ ÚDAJE

Příjmení: **Dvořák** Jméno: **Michal** Osobní číslo: **456460**
Fakulta: **Fakulta biomedicínského inženýrství**
Garantující katedra: **Katedra zdravotnických oborů a ochrany obyvatelstva**
Studijní program: **Specializace ve zdravotnictví**
Studijní obor: **Zdravotnický záchranář**

II. ÚDAJE K BAKALÁŘSKÉ PRÁCI

Název bakalářské práce:

Explozivní poranění v přednemocniční neodkladné péči

Název bakalářské práce anglicky:

Explosion Related Injuries in Pre-Hospital Emergency Medicine

Pokyny pro vypracování:

Předmětem této bakalářské práce bude rešerše dostupných českých a zahraničních zdrojů o explozivním poranění v přednemocniční neodkladné péči. V teoretické části se student zaměří na popis a účinnost výbušných látek a jejich účinků, poranění způsobená explozí, etiologie poranění a specifika k danému typu výbuchu zahrnující popis zranění tělesných orgánů. Také budou uvedeny příklady prostorů, která jsou vnímány jako potenciální místo výbuchu (místa s vysokou koncentrací lidí - možnost útoku na tzv. měkký cíl, objekty skladující nebo manipulující s výbušnými látkami). Cílem v praktické části bude popsání práce zdravotnického záchranáře u mimořádné události při vyšetření postižených, třídění raněných a následnému odsunu osob zasažených explozí do zdravotnického zařízení k další péči.

Seznam doporučené literatury:

- [1] HÁJEK, Marcel a kol., Chirurgie v extrémních podmínkách: odborný přehled pro lékaře a zdravotníky na zahraničních praxích, ed. 1., Praha: Grada, 2015, 543 s., ISBN 978-80-247-4587-9
- [2] ŠTĚTINA, Jiří a kol., Zdravotnictví a integrovaný záchranný systém při hromadných neštěstích a katastrofách, ed. 1, Praha: Grada, 2014, 557 s., ISBN 978-802-4745-787
- [3] WENDSCHE, Peter a Radek VESELÝ, Traumatologie, ed. 1., Praha: Galén, 2015, 344 s., ISBN 978-80-7492-211-4

Jméno a příjmení vedoucí(ho) bakalářské práce:

doc. MUDr. Jan Pokorný, DrSc.

Jméno a příjmení konzultanta(ky) bakalářské práce:

Datum zadání bakalářské práce: **18.02.2020**

Platnost zadání bakalářské práce: **19.09.2021**


prof. MUDr. Leoš Navrátil, CSc., MBA, dr.h.c.
podpis vedoucí(ho) katedry


prof. MUDr. Ivan Dylevský, DrSc.
podpis děkana(ky)

PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci s názvem *Explozivní poranění v přednemocniční neodkladné péči* vypracoval samostatně pouze s použitím pramenů, které uvádím v seznamu bibliografických odkazů.

Nemám závažný důvod proti užití tohoto školního díla ve smyslu § 60 zákona č. 121/2000 Sb., o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon), ve znění pozdějších předpisů.

V Kladně dne 26.05.2020

.....
Michal Dvořák

PODĚKOVÁNÍ

Na tomto místě bych rád poděkoval vedoucímu práce doc. MUDr. Janu Pokornému, DrSc. za jeho odborné vedení, připomínky a čas věnovaný této práci.

ABSTRAKT

Tato bakalářská práce se zabývá explozivním poraněním v přednemocniční neodkladné péči, a to formou teoretické a praktické části.

V teoretické části je definován explozivní děj, výbušniny a tlaková vlna. Dále zdůrazňuje faktory, které ovlivňují poranění vzniklá explozí a průmyslová odvětví, kde může dojít k nežádoucí a neočekávané explozi. Je zde popsán blast a crash syndrom, následovaný popisem poranění dle anatomické lokalizace. Teoretická část je zakončena kapitolou o terorismu a bombových útocích.

Praktická část pojednává o vyšetření pacienta zasaženého výbuchem v přednemocniční neodkladné péči. Dále je popsáno řešení události s hromadným postižením zdraví a odsunu raněných do zdravotnického zařízení, úlohy zdravotnického záchranáře během likvidace mimořádné události. Poslední část je doplněna o epidemiologická data, z již proběhlých teroristických útoků, a popisem třech bombových útoků z Madridu a amerického Bostonu a Osla

Klíčová slova

Poranění výbuchem, explozivní poranění, výbuch, exploze, blast syndrom

ABSTRACT

This Bachelor's thesis deals with the injuries caused by an explosion in pre-hospital emergency medical treatment, in form of theoretical and practical part.

The theoretical part defines an explosive act, explosives and blast wave. Then it investigates the key factors which affect injuries caused by an explosion and industrial sectors where unexpected explosion may occur. It defines "blast" and "crash syndrome", followed by the description of injuries according to their anatomical localization. The last chapter of theoretical part is focused on terrorism and bomb attacks.

Practical part deals with the examination of a patient injured by an explosion in pre-hospital emergency medical treatment. Then it describes a possible solution in case of mass health damage, transport of the wounded to a medical facility, main tasks of the paramedic during an emergency. The last chapter is completed by the epidemiological data collected from a past terroristic attacks and description of three bomb attacks which took place in Madrid, Boston and Oslo.

Keywords

Explosive injuries, explosion, blast syndrome

OBSAH

1	Úvod.....	9
2	Současný stav.....	10
2.1	Výbuch,výbušniny	10
2.1.1	Historie výbušnin.....	10
2.1.2	Výbuch.....	10
2.1.3	Výbuch z chemické přeměny	11
2.1.4	Fyzikální výbuch	12
2.1.5	Výbušniny	12
2.1.6	Tlaková vlna	14
2.1.7	Faktory ovlivňující účinek tlakové vlny na organismus	15
2.2	Explozivní poranění	17
2.2.1	Blast syndrom	18
2.2.2	Crush syndrom.....	20
2.2.3	Polytrauma.....	21
2.2.4	Tupá poranění.....	21
2.2.5	Penetrační poranění	22
2.2.6	Poranění hlavy	23
2.2.7	Poranění hrudníku	25
2.2.8	Poranění břicha.....	26
2.2.9	Poranění končetin.....	27
2.2.10	Popáleniny	28
2.2.11	Inhalační trauma.....	28
2.4	Teroristické bombové útoky.....	30

2.4.1	Výbušniny v rukou terorismu.....	30
2.4.2	Terorismus.....	32
2.5	Mimořádná událost s hromadným postižením zdraví.....	34
2.5.1	Měkké cíle.....	35
2.5.2	Průmyslové objekty s rizikem nežádoucího výbuchu.....	35
3	Cíl práce.....	36
4	Metodika.....	37
5	Výsledky.....	38
5.1	Zásah složek IZS u MU s velkým počtem zraněných	38
5.2	Úloha zdravotnického záchranáře při řešení MU.....	41
5.3	Zásah u pacienta s explozivním poraněním v PNP záchranářem	45
5.3.1	Přednemocniční neodkladná péče	45
5.3.2	Pacient s explozivním poraněním.....	46
5.3.3	Vyšetření.....	47
5.3.4	Terapie.....	51
5.3.5	Transport	53
5.4	Epidemiologické výsledky teroristických bombových útoků	55
6	Diskuze	58
7	Závěr	61
8	Seznam použitých zkratk.....	62
9	Seznam použité literatury	64
10	Seznam použitých obrázků	72
11	Seznam použitých tabulek.....	73

1 ÚVOD

V současné době ekonomické prosperity, se v České republice málokdy potřebujeme zamýšlet nad zranitelností člověka a jeho možným ohrožením vnějšími vlivy. V této zemi se v minulých desetiletích neudály žádné velké katastrofy, které by za sebou zanechaly velký počet obětí nebo zraněných. Jedno z nebezpečí představuje exploze výbušného zařízení. V naší zemi nejsou poranění způsobená explozí běžnou součástí práce zdravotnického personálu. Nicméně ve světě je stále mnoho míst zmítaných válkou nebo terorem, kde je incidence daleko vyšší. Každý z nás se může stát obětí nehody způsobené výbuchem nebo cíleného útoku výbušným zařízením. Vzpomeňme například na nečekaný výbuch plynu v Divadelní ulici v Praze nebo na explozi panelového domu v Prešově na Slovensku. Nejvíce se nás ovšem dotýkají bombové teroristické útoky, které v současné době nejvíce cílí na bezbranné civilní obyvatelstvo. Zranění způsobené výbuchem patří bohužel obecně k těm nejzávažnějším a často i fatálním.

Předmětem této bakalářské práce bude explozivní poranění v přednemocniční neodkladné péči. Práce bude mít dvě části. První bude z dostupných zdrojů popisovat explozi, její druhy a účinky, poranění způsobené výbuchem a rizika ohrožující oběti. Dále bude pozornost zaměřena na bombové teroristické útoky.

V druhé části, a to praktické, bude cílem zjistit specifika přednemocniční neodkladné péče o pacienta poraněného výbuchem. Popsána bude činnost IZS, zdravotnické složky a zdravotnického záchranáře během likvidace mimořádné události. Dále budou zjištěny výsledky z již proběhlých hromadných událostí způsobené explozí.

2 SOUČASNÝ STAV

2.1 Výbuch, výbušniny

2.1.1 Historie výbušnin

Historie výbušnin se datuje již k období starověku, kde byly první výbušniny použity k pyrotechnickým a válečným účelům. První zmínky jsou dochovány o výbušné látce černý prach (směsi promíchaného dřevěného uhlí, síry a oxidu měďnatého), který byl objeven v Číně okolo 7. století n.l. V Evropě je údajně známa receptura Rogera Bacona na výrobu černého prachu od poloviny 13. století, ale z Číny byla tato střelivina dovezena v roce 1299. [1]

Aby se mohl černý prach použít do palných zbraní bylo zapotřebí snížit jeho rychlost hoření. Tedy z trhaviny vytvořit střelivinu. Byla tedy nutná jeho modifikace, o kterou se zasloužili například Claudius Luise Bartholle, který jako oxidační složku použil chlorečnan draselný. Největší nedostatek tohoto prachu byl častý výbuch při výrobě. Proto ho v roce 1846 nahradila střelná bavlna vyrobená Bedřichem Schonleinem. Dalším průkopníkem byl bezdýmný střelný prach, který částečně řešil přílišné znečištění střelných zbraní po použití. Ten přivedl na svět Paul Vielle. O vylepšení bezdýmného prachu se zasloužil Alfred Nobel. Z jeho střelného prachu balistu dále vznikl známý kordit. [1]

2.1.2 Výbuch

Výbuch je definován jako rychlý děj, při kterém se za velmi krátký čas prudce uvolní velké množství energie (tlak, teplo, zvuk a světlo). Energie je modifikována na mechanickou sílu, která je schopná se nést prostorem. Výbuch můžeme dělit podle typu přeměny na: jaderný, fyzikální a chemický. [2; 3]

2.1.3 Výbuch z chemické přeměny

Je rychlá chemická reakce, kde se z chemické látky rychle uvolní energie. Výbuch z chemické přeměny produkuje teplo a plynné zplodiny. Po iniciaci musí probíhat samovolně a dostatečnou rychlostí. [4]

Explozivní hoření

Explozivní hoření a deflagrace je exotermní reakce, která hoří podzvukovou rychlostí, aniž by potřebovala kyslík z okolí. To je důvod, proč lze explozi iniciovat i pod vodou nebo mimo atmosféru. Je možné se v různých zdrojích setkat s oddělením explozivního hoření a deflagrace, kdy druhá zmiňovaná je rychlejším způsobem hoření, který může přejít do detonace. Pro jednodušší pojetí rozdělují chemický výbuch pouze na dvě skupiny: explozivní hoření a detonaci. [2; 4]

Vzniklý přetlak explozivního hoření a deflagrace je většinou nepatrný, popřípadě do několika MPa. V případě reakce v uzavřeném prostoru začne proces hoření obvyklou rychlostí, při němž ale dochází k hromadění zplodin, vzrůstá tlak, hoření prudce nabírá na rychlosti a může dojít k výbuchu. Tento jev je využíván zejména u střelivin (např. náboj). [2]

Detonace

Detonace je výbušná přeměna, která se výbušninou šíří stálou rychlostí směrem do nálože. Jde o exotermickou reakci, kterou pohání detonační vlna, což je forma rázové vlny šířící se výbušninou. Ta dodává energii nezreagované výbušnině. Vždy probíhá tou nejvyšší rychlostí, kterou se může za daných podmínek šířit. Nastává velké hromadění plynů a zplodin, uvolněná energie proudí do okolí formou tlakové vlny zpravidla nadzvukovou rychlostí.

Detonace je málo ovlivnitelná okolními vlivy (tlak a teplo) a dosahují ji zejména trhavin. [2; 4]

2.1.4 Fyzikální výbuch

Fyzikální výbuch, dříve také mechanický, lze definovat jako výbuch bez přítomnosti chemické přeměny. Jde o mechanismus přeměny energie, kdy rychlou expanzí plynu nebo kapaliny do okolí vznikne tlaková vlna (defekt pneumatiky, porušení integrity plně tlakové nádoby). To je druh exploze často odpovědný za domácí havárie (výbuch kotle) nebo jiné nehody, které mohou způsobit různě závažné zranění. [2]

Speciálním případem je BLEVE efekt. Vzniká při rozpínání vroucích kapalin (přehřátá kapalina, zkapalněný plyn) přesahující teplotu bodu varu. Obvykle se s tímto typem výbuchu setkáme u požáru objektů, kde jsou skladovány tlakové lahve. Vysoká teplota zvýší tlak uvnitř lahve a dochází k výbuchu. Teplota není jediný faktor způsobující BLEVE efekt, k výbuchu může dojít také při narušení pevnosti materiálu, při poruše integrity nárazem, degradací materiálu (např. koroze). Dalším vhodným příkladem je výbuch tlakového hrnce v domácnosti nebo exploze při neopatrné výrobě omamných látek. [2]

2.1.5 Výbušniny

Výbušnou látku nelze jednotně definovat, obvykle se hovoří o látkách schopné rychlé chemické přeměny produkující mechanickou energii. Tato kapitola pojednává zejména o látkách primárně určených k explozi. Dále se mezi výbušniny mohou řadit i jiné kapaliny nebo plyny, které jsou schopné v nevhodném prostoru nebo za nežádoucích okolností zahořet a následně explodovat (methan nebo uhelný prach v dolech, obilný prach skladovaný v síle).

Výbušniny k tomu určené se obecně dělí na: [4]

- Střeliviny;
- třaskaviny;
- trhaviny;
- pyrotechnické slože. 4]

Toto rozdělení slouží především v České a Slovenské republice, v zahraničí se můžeme setkat s dělením na primary explosives označující třaskaviny, trhaviny jako secondary explosives a třetí označení tertiary explosives, jindy také blasting agents, pro trhaviny výrazně méně citlivé pro vnější podněty. Další rozdělení je možné dle rychlosti deflagrace, až po látky schopné detonace, dále podle chemické struktury, konzistence, počtu složek, aj. Pro jednodušší interpretaci a pochopení jsou v české literatuře uváděny již zmíněné čtyři hlavní skupiny. [4]

Mezi střeliviny patří střelné prachy a hnací hmoty. Plak vznikající hořením střelivin je možný využít v raketových soustavách, rychlé nafouknutí airbagu zaručí pyrogenerátor využívající azid sodný. [4]

Třaskaviny mohou být pro svou vysokou citlivost k explozi iniciačním podnětem pro jiné výbušniny. Pokud hoří dají se využít pro aktivaci střelivin či pyrotechnických složí. Velmi snadno detonují a tím aktivují méně citlivé trhaviny. Vnější iniciační podnět pro samotnou třaskavinu může být úder, vysoká teplota, jiskra aj. Mezi nejznámější patří např. třaskavá rtuť, azid stříbrný, tricinát olovnatý. Třaskaviny patří mezi výbušniny s nízkou energií. [4]

Trhaviny jsou mnohem méně citlivé výbušniny, ovšem s větší výbušnou energií, téměř vždy schopné detonace. Využívá se zejména jejich destruktivní

účinek v mnoha odvětvích (vojenství, těžební průmysl, stavební průmysl). Nejznámější trhavinou jsou tritol, hexogen, oktogen, tetryl nebo pentrit. Ovšem iniciace není vnějšími podněty obvykle spolehlivá, proto se k aktivaci použije jiná trhavina či třaskavina. [4]

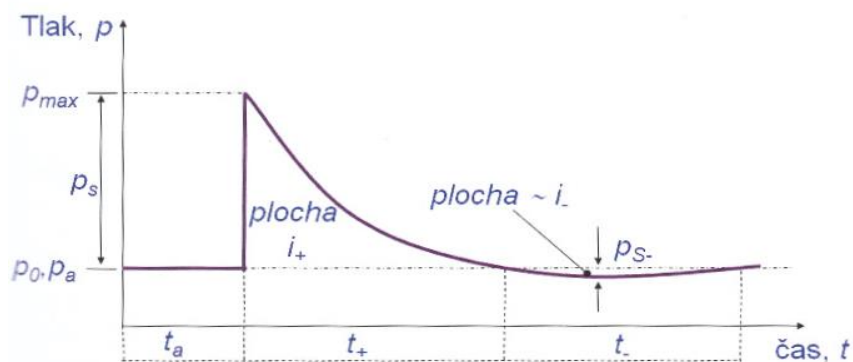
Pyrotechnické slože skládající se z oxidovačů, paliva a dalších látek reagují hořením a deflagrací, jako nežádoucí se může objevit detonace. Díky plamenovým, světelným, dýmovým a mnoho dalším efektům jsou hojně využívány k různým účelům. Příkladem je zábavní pyrotechnika, dýmovnice, signalizační světlice nebo obyčejná hlavička sirky. [4]

2.1.6 Tlaková vlna

Při velké energii, který způsobí výbuch se začne měnit okolí a vzniká tlaková vlna-tedy taková, která mění tlak a další fyzikální vlastnosti okolí. Obvykle je rychlost tlakové vlny rychlejší než akustický projev výbuchu. Pouze v případě slabé exploze jsou tyto dva fenomény podobně rychlé. V případě výbuchu nálože na pevném povrchu se tlaková vlna šíří pouze v polokruhu na rozdíl od exploze ve vzduchu. Pokud vlna probíhá materiálem nadzvukovou rychlostí a deformuje ho, pak se nazývá rázovou vlnou. Rázová vlna vzniká například při nárazu letícího projektilu či nárazu tlaku do objektů nacházejících se blízko exploze. Pokud (při detonaci) expandují stlačené plyny, vznikne vzdušná rázová vlna. Ta se společně se zplodinami šíří nejvyšší možnou rychlostí, poté se zplodiny oddělí a rázová vlna se vlivem odporu vzduchu zpomalí, až přechází ve vlnu akustickou. Po zvýšení tlaku vzduch odtlačený rázovou vlnou chybí a daném místě se tlak musí vyrovnat zpět do atmosférického standardu.

Následuje snižování tlaku s krátkou epizodou podtlaku, dokud se v okolí exploze tlaky nevyrovnávají. [4]

Tento děj je popsán na obrázku 1, přičemž jde o idealizovanou tlakovou vlnu, která při reálném výbuchu nepostupuje tak hladce. Vzdušná rázová vlna s sebou nese fragmenty z okolí výbuchu, které se mění ve smrtící projektily letící velkou rychlostí, v tom spočívá velké nebezpečí pro osoby nacházející se v dosahu tlakové vlny. [4]



Obrázek 1 Idealizovaná tlaková vlna [4]

2.1.7 Faktory ovlivňující účinek tlakové vlny na organismus

Síla a rychlost tlakové vlny může způsobovat různě závažná poranění. Záleží zejména na prostředí, kde se výbuch a zasažená osoba nachází. Rozhodujícími faktory síly účinku tlakové vlny na organismus jsou: [5]

Vzdálenost osoby od exploze.

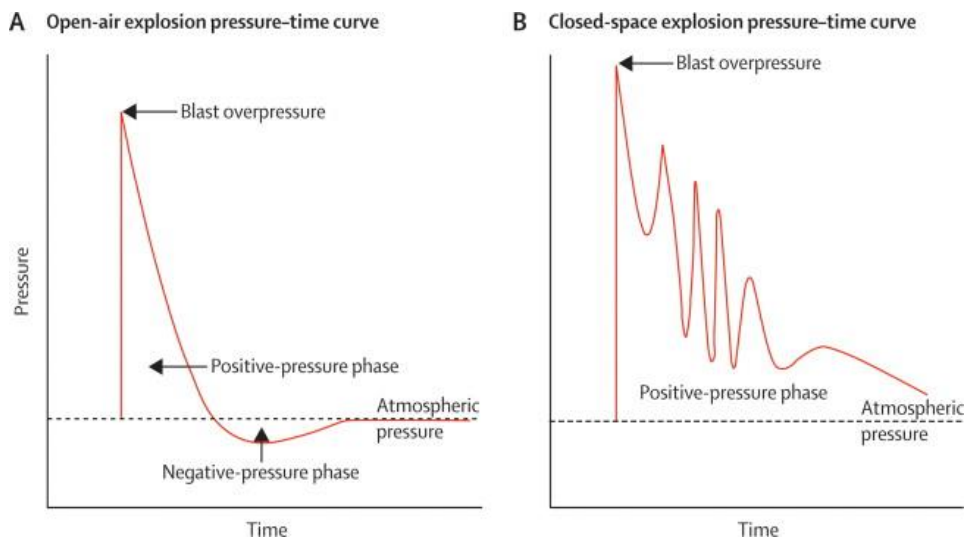
Osoby ve velmi blízkém kontaktu s explozí jsou nejvíce zraněni, a to často smrtelně. Extrémní přetlak působí na organismus a dochází k devastačním poraněním včetně životně důležitých orgánů. V bezprostřední blízkosti je tělo vystaveno vysoké teplotě při exotermické reakci výbuchu. S rostoucí vzdáleností klesá síla tlakové vlny. [6; 7]

Velikost a druh nálože

Velikost a druh nálože má vliv na sílu tlakové vlny při explozi. Ta přímo ovlivňuje rozsah poranění, rychlost a vzdálenost doletu fragmentů od epicentra výbuchu, odmrštění osob a jejich další poranění dopadem. Improvizovaná výbušná zařízení mohou obsahovat různé komponenty jako šrouby, hřebíky a jiné fragmenty, které mohou zasáhnout větší počet osob a způsobit penetrační poranění. Silná nálož také může porušit statiku budov a zapříčinit pád sutin nebo celé konstrukce. [6; 8]

Prostor

Tlaková vlna na otevřeném prostranství postupuje do prostoru a postupně ztrácí na své síle. V uzavřeném prostoru nemá tlaková vlna kam uniknout a dochází k opakovanému odrazu od stěn. Tehdy opět nabírá na síle, přičemž se odraz může několikrát opakovat a přicházet různými směry. Osoba je vícekrát vystavena nárazu tlakové vlny. Tento děj je popsán na obrázku 2. [5; 8]



Obrázek 2 Šíření tlakové vlny **A**-volné prostranství, **B**-uzavřený prostor [9]

Použití ochranných pomůcek

Ochranné prostředky (např. balistická vesta, helma) nosí zejména vojáci v boji, případně příslušníci bezpečnostních složek státu. Civilisté obvykle nenosí žádné a jsou přímo vystaveni explozi. [6]

Prostředí šíření tlakové vlny

Tlaková vlna se může šířit vzduchem, vodou nebo pevnou látkou. Záleží vždy na aktuálním prostředí a zdali se nekombinuje více variant. Tlaková vlna šířící se vzduchem ohrožuje zejména plíce, středouší, GIT a centrální nervový systém. Pokud se tlaková vlna šíří kapalinou, může dosáhnout velkých vzdáleností. Zasažené jsou pak nejvíce orgány nitrobřišní, pohlavní, nitrohruďní a mícha. Pevný materiál je schopný přenést kinetickou energii tlakové vlny. To se projevují např. při výbuchu pod vozidlem, kdy přenesená energie zraní posádku. Pokud osoba při výbuchu sedí, je zraněna hlavně pánev a páteř, pokud stojí jsou poraněny dolní končetiny (např. najetí vozidla na NVS). [7; 6]

2.2 Explosivní poranění

Výskyt explozivního poranění je typické pro válečné prostředí. Pacient mívá mixty neboli smíšené poranění. Z předchozí kapitoly je zřejmé, že v bezprostřední blízkosti výbuchu působí na lidský organismus noxy (škodliviny), které ohrožují pacienta na zdraví a životě. Nejčastější se vyskytují tupé a penetrační poranění, které často vede k polytraumatu. Nárazem tlakové vlny jsou nejvíce ohrožené orgány vyplněné vzduchem (plíce, GIT, sluchový aparát). Pokud je osoba příliš blízko výbuchu může dojít k ztrátovým poraněním končetin s masivním krvácením a upadáním pacienta do šoku. Teplem uvolňujícím se z exploze vznikají popáleniny různých stupňů s možným popálením dýchacích cest. [5; 8]

Tyto vážná a rozsáhlá zranění bývají velkou komplikací zejména při hromadném postižení osob. Situaci zatěžuje nejen množství zraněných, ale i hrozící nebezpečí pro záchranné složky (požár, kouř, hrozící sekundární výbuch), zmatek a chaos na postiženém místě. [10]

2.2.1 Blast syndrom

Blast syndrom je členění poranění po výbuchu tlakovou vlnou. Klasifikace byla vytvořena Solly Zuckermanem v roce 1940 a stále se používá. Podle mezinárodní klasifikace se dělí na čtyři skupiny: [3; 8]

Primární blast

Je způsoben v bezprostřední blízkosti epicentra výbuchu. Poranění závisí na velikosti nálože. Časté je poranění plic: zhmoždění, kontuze, difuzní poranění, krvácení do plicního parenchymu, trombózy a vzduchové embolie. Dále může být postižen gastrointestinální trakt, duté orgány a oblast středního ucha. Nebezpečná jsou ztrátová poranění končetin. Typické pro zasažené osoby je polytrauma doprovázené vysokou mortalitou. [5]

Sekundární blast

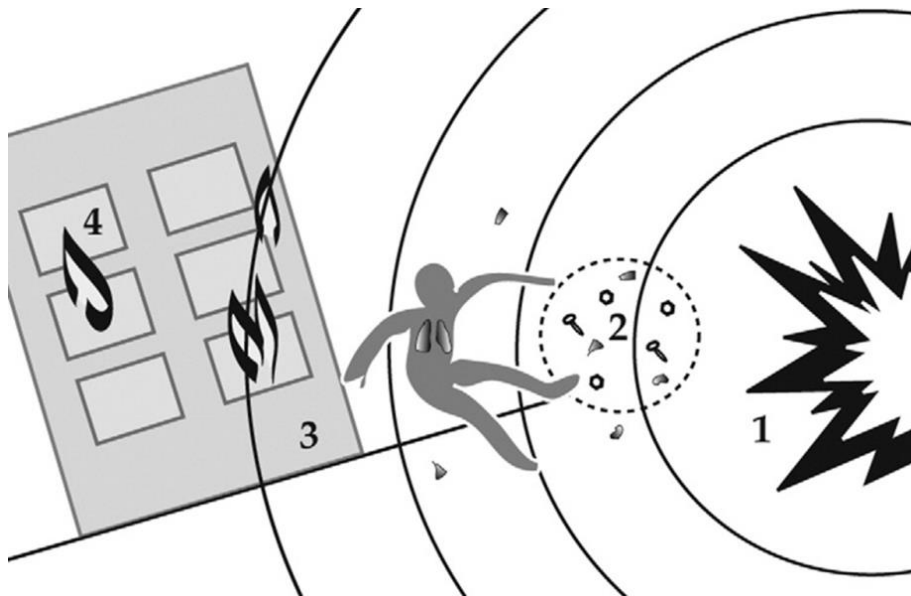
Vyznačuje se tupým i penetrujícím poraněním, které způsobí letící objekty, uvedené do pohybu výbuchem. Tlaková vlna s sebou nese předměty, šrapnely, úlomky, hřebíky, šrouby a jiné, které bývají součástí improvizovaných výbušných zařízení používaných při teroristických útocích nebo se mohou nacházet v okolí výbuchu. Pro sekundární blast není typická žádná lokalizace, poranění je závislé na nasměrování osoby k výbuchu a kterákoliv část těla může být zasažena. Výjimečný je ve vodě, kde předměty nemohou nabrat velkou rychlost. [8]

Terciální blast

Vzniká při odhození těla explozí, proto záleží na konkrétním prostředí, ve kterém se osoba nachází. Lidé se mohou poranit jak samotným pádem z velké výšky, tak pádem na nějaký objekt, či odmrštěním těla velkým tlakem na překážku (budova, jiné předměty v okolí). Časté jsou fraktury končetin, lebky, páteře a poranění CNS a míchy. [8]

Kvartérní blast

Do poslední skupiny patří přidružená zranění jako popáleniny, intoxikace uvolněnými výpary, asfyxie u tonutí, exacerbace stávajících potíží (např. astma bronchiale, CHOPN, epilepsie, ischemická onemocnění, hypertenze, diabetes mellitus). Výbuch může porušit statiku budov, při kterém dochází k zavalení osoby/osob a následnému crash syndromu, který je vysvětlen v následující kapitole. Na obrázku číslo 3 je zobrazení členění blast syndromu. [8]



Obrázek 3 Zobrazení blast syndromu v prostoru [11]

2.2.2 Crush syndrom

V přednemocniční péči je crush syndrom dobře znám. Po nových klinických studiích se ovšem dostává do popředí nové pojmenování – syndrom rabdomyolýzy. Dřívější nomenklatura vysvětlovala pouze rozklad při kompresi měkkých tkání osob, které byly zasypány. Tento případ crush syndromu dále platí, ale byly objeveny další klinické stavy, kde se rabdomyolýza projevuje. Poškozené svalové buňky vlivem komprese uvolňují látky (myoglobin, draslík, proteolytické enzymy a lysozomy). Spolu s plazmou jsou zadržovány v mimobuněčném prostoru. Tím také klesá množství cirkulující plasmy. Po vyproštění těla z komprese dojde k uvolnění látek do krevního oběhu. Vyplavené sulfáty a fosfáty vyvolávají metabolickou acidózu, myoglobin v krevním řečišti je komplikací k vyvolávající diseminované intravaskulární koagulopatii. Vysoká koncentrace draslíku může zapříčinit poruchy v převodním systému srdečním, přecházející ve fibrilaci komor. Dále hrozí ledvinné selhání vlivem cirkulujících metabolitů, které jsou mnohdy nefrotoxické. Další příčiny crush syndromu jsou mechanické (úrazy elektrickým proudem, dlouhodobá nepohyblivost, prolongované křeče), toxické (intoxikace léky, drogami, alkoholem), vnější (vystavení organismu extrémním tepelným vlivům, virům, plísním a bakteriím). To jsou další noxy, které také mohou zapříčinit rozpad svalových buněk. Při explozivním poranění v kvartérním blastu je možné zřícení budov na osoby nebo jejich zasypání. Osoby, které přežijí a zůstanou uvězněny pod sutinami, jsou ohroženy rabdomyolýzou. Prognóza těchto pacientů je značně nepříznivá, protože sutiny hroutící se budovy mohou způsobit polytrauma kombinující další přidružená poranění po explozi. Po vyšetření pacienta v PNP léčba probíhá zajištěním krevního řečiště, volumoterapií, podáním Manitolu, analgosedací a imobilizací. Další možnosti léčby jsou indikovány dle momentálního stavu a dalších poranění. [8]

2.2.3 Polytrauma

Polytrauma je poranění více orgánů, přičemž alespoň jeden ohrožuje pacienta na životě. Pro mladé lidi a děti představuje jednu z nejčastějších příčin úmrtí. Důvodem bývají autonehody, pády z výšky a také explozivní poranění. Spolu se vzniklým poraněním je oběť ohrožena hemoragicko-traumatickým šokem. To je způsobeno ztrátou krve, vznikem hypovolemie a neschopností krevního oběhu adekvátně okysličovat všechny orgány. Organismus reaguje cílenou obrannou reakcí, kdy se snaží zachovat okysličení životně důležitých orgánů (mozek, srdce, plíce) na úkor jiných (např. ledviny, játra). Zrychluje se srdeční frekvence, ale krevní tlak klesá, pacient je bledý a opocený. Častým důvodem rychle nastupujícího šoku je krvácení do dutiny břišní. V tabulce číslo 1 na je podle Petera Wedsche možné odhadnout krevní ztrátu podle typu poranění. [12; 13; 14]

Zlomeniny	Odhadovaná krevní ztráta
Pánev	1000-3000 ml a více
Femur	1000–2000 ml
Bérec	500-1000 ml
Dutinová poranění	
Hrudník	500-2000 ml
Břicho	500-2000 ml a více

Tabulka 1 Odhad možné ztráty krve poraněním [12]

2.2.4 Tupá poranění

Tupá poranění vznikají nárazem tupého předmětu na plochu nebo přenesením kinetické energie do vzdálenějšího místa. Faktorem ovlivňujícím poranění je velikost, tvar, pružnost, hmotnost působícího materiálu a jeho rychlosti dopadu. V závislosti na intenzitě a lokalizaci dochází k různě

závažným poraněním (komoce, kontuze nebo lacerace orgánů a cév, oděrky, hematomy, fraktury skeletu). Viditelná zranění na povrchu kůže poukazuje na suspektní vnitřní poranění [15; 16]

2.2.5 Penetrační poranění

Penetrační poranění způsobují fragmenty hnané tlakovou vlnou. Spadají tedy nejčastěji do kategorie sekundárního blastu. Původem fragmentů mohou být části z výbušného zařízení nebo také komponenty přidané k NVS (např. šrouby, hřebíky). Tlaková vlna může dodat rychlost i předmětům v okolí (např. kameny, zdivo) a tím se z obyčejných věcí stávají smrtící projektily. Ty vstupují do těla v místě, které je vystaveno směrem k explozi. Rozsah poranění záleží na anatomické lokalizaci zranění, velikosti, tvaru, rychlosti a hmotnosti letícího objektu. Penetrační poranění nemusí být v prvotním vyšetření zřetelná, při podezření je nutné po nich pátrat. V PNP je možné vstřel nalézt na povrchu těla, ale celkový rozsah zranění lze zjistit až po vyšetření v nemocničním zařízení (RTG, CT). Obrázek číslo 4 ukazuje poraněnou ruku drobnými letícími předměty. [6; 17]



Obrázek 4 RTG snímek ruky s mnoha fragmenty [6]

2.2.6 Poranění hlavy

Poranění oblasti neurokrania

Poranění mozkové části hlavy se často projeví jak kvantitativní, tak kvalitativní poruchou vědomí. Působením tlakové vlny na centrální nervovou soustavu (CNS) může dojít ke komoci a kontuzi mozku, hemoragii do dutiny lební nebo difúznímu axonálnímu poškození. Mezi další příznaky patří křeče, bolesti hlavy, parestézie, parézy a porucha vizu. Z tupých poranění mohou také vzniknout fraktury lebky, baze lební a páteře spojené s poraněním míchy. Kraniocerebrální poranění se vyznačuje vysokou mortalitou. Erik Frykberg udává, dle bombového útoku v Belfastu a Beirutu, až 71 % úmrtí pacientů, kteří utrpěli poškození CNS. [5; 18]

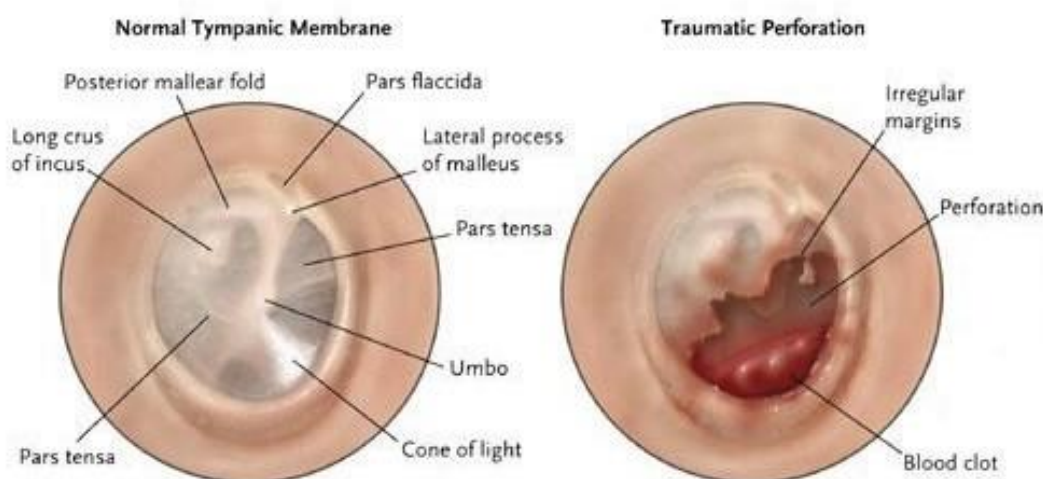
Mezi příznaky post-komočního syndromu značícího poškození CNS patří nevolnost nejasné etiologie, retrográdní amnézie, bolesti hlavy, porucha pozornosti, poruchy spánku, úzkosti nebo zhoršení kognitivní funkce mozku. Tyto příznaky mohou přetrvávat měsíce až roky po poranění explozí. Velmi časté je poškození sluchu, tinnitus a posttraumatická stresová porucha. [19]

Orofaciální oblast

Poranění obličejové části je provázeno velkou ztrátou krve, která významně zvyšuje riziko asfyxie a aspirace krve do plic. Dýchací cesty mohou být zneprůchodněny vznikajícími koaguly či cizími tělesy. Nutné je uložení pacienta do polohy na břicho s podloženou hlavou, aby krev a sliny mohly volně vytékat z dutiny ústní. Jde také o účinnou prevenci zapadnutí jazyka do faryngu. Pokud poloha na břicho není možná, lze pacienta uložit na bok za podmínky, že je umožněno volné odtékání krve a slin z úst. Proveďte se protišokové opatření a na ránu se přiloží sterilní krytí. [14]

Poranění akustického ústrojí

Ruptura bubínku (membrana tympani) je nejčastější explozivní poranění, které nastává již přetlakem od 35 kPa. Postiženy jsou i další struktury akustického ústrojí. Epite-liání buňky z vnitřní plochy třmínky mohou při zanesení do mastoidu zapříčinit cholesteatom. Obvykle je poraněno ucho, které směřuje k výbuchu, postižené ovšem mohou být obě. Ihned nastává částečná nebo úplná ztráta sluchu na postižené ucho, hluchota může být přechodná nebo trvalá. Trvalá bývá až u 30-50 % postižených. Dalšími příznaky jsou závratě, vertigo, tinnitus a krvácení z ucha. Závratě a tinnitus by měly odeznít v 4-30 dnech, jinak je další prognóza nepříznivá. Obrázek 5 ukazuje pohled na poraněný bubínek, který se naskytne při otoskopickém vyšetření. [20; 21; 22]



Obrázek 5 Tympanická membrána, *vlevo*-normální, *vpravo*-poraněná [11]

Poranění očí

K poraněním očí a orbity patří kontuze, komoče, lacerace bulbu oka, krvácení do nitrokomorové oblasti, penetrační poranění nebo uvíznutí cizího tělesa. Projevuje se bolestí, slzením, poruchou zraku, snížením tonusu bulbu. Může vést i k srdečním arytmiím. Zatímco oči zabírají pouze 0,1 % povrchu těla, při explozi bývají zraněny až v 10 %. [5]

2.2.7 Poranění hrudníku

Hrudní koš obsahuje životně důležité orgány, které jsou výbuchem velmi zranitelné. Tím jsou zejména plíce, které také patří mezi nejčastější explozivní poranění.

Plíce a srdce

Po expozici výbuchu podléhají vážnému zranění plíce. V primárním blastu se tlaková vlna přenáší přes hrudní stěnu na plíce a srdce. Každý pacient, který byl zasažený tlakovou vlnou, je ohrožen tzv. „blast lung injury“ (BLI) poraněním plicního parenchymu výbuchem. Způsobuje komoci, kontuzi, laceraci plic, bronchů, alveolů a srdeční svaloviny.

Příznaky mohou být

- Dyspnoe;
- bolesti na hrudi;
- dráždivý kašel;
- hemoptýza; [5]

Na povrchu hrudníku se i při slabším výbuchu mohou objevovat krevní výrony, které predikují závažnější poranění. Vyskytuje se krvácení různého typu (subpleurální, pleurální, difuzní intraparenchymové krvácení, krvácení z cév a stěn plic). Možný je vznik píštělí (bronchovenózní, alvolovenózní a bronchopleurální). [23]

Velká pozornost musí být zaměřena na riziko vzniku srdeční tamponády, hemopneumotoraxu, tenzního pneumotoraxu nebo pneumomediastina. Endokardiální kontuze mohou vyvolat přímé poškození srdce. Také je popsáno poškození myokardu vlivem vzduchové embolie. Vzniklý přetlak přenesený

stěnou hrudníku velmi rychle utlačí alveoly, ze kterých nemá vzduch kam uniknout a dochází k jejich ruptuře. Nebezpečná je také vzduchová embolie způsobující plicní embolii, infarkt myokardu nebo náhlou cévní mozkovou příhodu. U zasaženého jedince dochází ihned po expozici tlakové vlny k podráždění bloudivého nervu (nervus vagus) a kardiopulmonální odezvě způsobující apnoe a pokles systolického tlaku. Do 15 vteřin by měla být funkce dýchání a oběhu obnovena, pokud jiné vážné zranění nezpůsobí smrt ihned. Ruptura velkých cév je vzácná a vede k okamžité smrti. [9]

Příznaky poranění plic se objevují ve většině případů ihned, ale nelze vyloučit pozdní příchod až po 48 hodinách od výbuchu. Například R. Pizov udává, že po výbuchu bomby v autobuse se u přijatých pacientů BLI projevil při přijetí a v dalším průběhu se u žádného již neprojevil. Komplikací je také rozvoj ARDS, tedy zánětlivého onemocnění plic vznikajícího na podkladě jejich přímého či nepřímého poranění. Plicní edém se v tomto případě tvoří bez kardiální příčiny v 7 dnech od poškození. [5; 7]

U poraněného výbuchem je nutné myslet na léčebné konflikty, kdy léčbou jednoho poranění můžeme způsobit výrazné zhoršení jiného. Příkladem je častá volumoterapie u hemodynamicky nestabilních pacientů, která výrazně zvýší otok vznikající na plicích. K menšímu riziku umělé plicní ventilace u pacientů s barotraumatem je vhodné zavést oboustrannou drenáž plic. [5; 9]

2.2.8 Poranění břicha

Orgány dutiny břišní jsou náchylné ke zranění v oblasti primárního, sekundárního i terciálního blastu. Obvykle se jedná o multiorgánové poranění. V primárním blastu bývá zraněno především tlusté a tenké střevo, ze kterého hrozí krvácení různé intenzity. Jako vždy závisí na směru, ze kterého tlaková vlna přichází, a proto jsou ohroženy i orgány retroperitonea. Závažná je

perforace stěny střeva a masivní krvácení do dutiny břišní, typická pro extrémně vysoký přetlak vzniklý výbuchem. Častější je sekundární poranění orgánů břicha letícími fragmenty s dalekým dosahem.

Příznaky jsou

- nauzea,
- krev ve stolici,
- známky hemoragického šoku,
- bolest v oblasti břicha a konečníku.

V terciálním blastu je možné se setkat s rozvinutím kompartment syndromu po tupém nárazu do břicha. Perforace nebo nekróza orgánů břišní dutiny se může rozvinout až 14 dní po poranění. [5; 24]

2.2.9 Poranění končetin

Vážnost poranění končetin závisí zejména na vzdálenosti osoby od výbuchu. Ohroženy jsou stejnými noxy jako ostatní části těla. Ostrá hrana čela tlakové vlny trhá měkké tkáně končetin. Dále způsobuje fraktury dlouhých kostí s predilekcí v horní třetině tibie, střední třetinou femuru a distálního předloktí. Vysoká letalita je u zrátočných poranění končetin, nejčastěji v rámci primárního blastu. Dochází k masivnímu krvácení, prudkému rozvoji hypovolemického šoku a často k úplnému vykrvácení. [7]

O vysoké letalitě svědčí i fakt, že v Izraeli po bombovém útoku byli při třídění raněných bráni za mrtvé osoby, u kterých nebyl znatelný žádný pohyb a byla přítomna alespoň jedna amputace. Dle výzkumu, Jamese Singletona v armádě Spojeného království, je letalita končetinových amputací přibližně kolem 50 %. Etiologie většiny z nich je výbuch NVS. [7; 10]

2.2.10 Popáleniny

Popáleniny vznikají kontaktní expozicí tepla na tkán. Již od teploty 55 °C nastávají na pokožce ireverzibilní změny kůže. Ta může být vystavena horkým předmětům, plamenu, páře, elektrickému proudu, chemikáliím nebo ionizačnímu záření. Těžce popálená osoba rychle ztrácí tekutiny, které se přesouvají z intravaskulárního prostoru zejména do intersticia. V prvních 8-48 hodinách je ztráta cirkulujícího oběhu až 4ml/kg/h.

Popáleniny se dělí na 3 stupně:

- I. stupeň–lehké popáleniny bez porušení kožní celistvosti
- IIa. stupeň–reverzibilně poškozená epidermis, tvoří se puchýře, v místě popálení je kapilární návrat zachován
- IIb. stupeň–částečné poškození hlubokých struktur kůže bez kapilárního návratu v místě popálení
- III. stupeň–vždy ireverzibilní hluboké poškození kůže [23; 24]

V bezprostřední blízkosti výbuchu převládá vysoká teplota. Větší je počet popálených osob v uzavřeném prostředí, naopak v otevřeném mají horké plyny výbuchu kam uniknout a nekumulují se v jednom místě. Podle retrospektivní studie, z Broomfieldské nemocnice v Anglii, je plamen nejčastějším (73.8 %) mechanismem popálenin u výbuchu. Téměř polovina (45,2 %) ze zmíněných 73.8 % byla popálena při výbuchu plynu. Studie probíhala 6 let a zahrnuje pouze civilní obyvatelstvo. [25]

2.2.11 Inhalační trauma

Inhalačním traumatem jsou ohroženi lidé, které výbuch poranil v uzavřeném prostředí nebo jsou blízko epicentru exploze. Popáleniny postihují zejména horní dýchací cesty (HDC), neboť cestou do dolních dýchacích cest

(DDC) se vzduch ochladí. Po vdechnutí horkého plynu dochází k otoku HDC, který může zapříčít obstrukci dýchacích cest (DC) za přítomnosti laryngospasmu. Zároveň hrozí intoxikace oxidem uhelnatým, který se velmi dobře váže na hemoglobin a při laboratorní hodnotě karboxyhemoglobinu s koncentrací přesahující 40 % je prognóza značně nepříznivá. [23]

2.4 Teroristické bombové útoky

2.4.1 Výbušniny v rukou terorismu

Nejčastější způsob k provedení teroristického útoku je využití výbušného zařízení. Důvody, proč jsou bombové útoky hlavní zbraní teroristů, jsou vysoké destruktivní účinky a zásah do velkého množství lidí, nízké ekonomické náklady a poměrně snadno dostupné suroviny k výrobě improvizovaných výbušnin v domácích podmínkách. Výbušniny jsou většinou vyráběné samotnými teroristy. Teroristické organizace mají ve svých řadách odborníky v různých odvětvích, kteří mohou skrze moderní komunikační zařízení instruovat své komplice po celém světě. Výbušné zařízení může obsahovat i další komponenty (např. hřebíky, šrouby), které zasáhne větší počet lidí v okolí exploze a způsobí jim větší rozsah zranění. Nástražné výbušné systémy (NVS nebo také IED) jsou umísťovány zejména na místech s vysokou koncentrací lidí nebo na veřejně známých a strategických bodech. Jedním z možných umístění výbušnin jsou automobily. Tabulka číslo 2 na pojednává o maximálních rádiích při výbuchu plně naloženého a různě velkého automobilu. [26]

Tabulka 2 Možné velikosti náloží v automobilech a radius účinku [27]

	Velikost vozidla	Maximální náklad trhavin	Radius letálního účinku	Radius maximálního účinku	Minimální oblast evakuace
Osobní vozidlo	malé	230 kg	30 m	380 m	460 m
	střední/velké	460 kg	40 m	530 m	530 m
Mikrobus		1 620 kg	60 m	840 m	840 m
Nákladní auto	malé	4 560 kg	90 m	1 140 m	1 140 m
	střední	16 640 kg	140 m	1 980 m	1 980 m
	velké	27 270 kg	180 m	2 130	2130 m

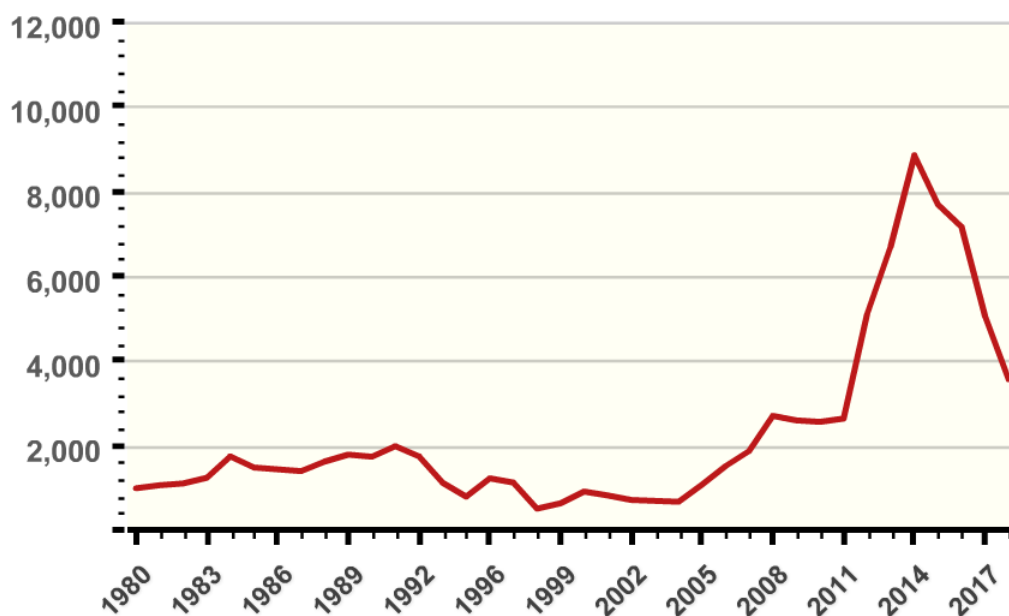
Následky bombových útoků ovlivňuje mnoho faktorů. Důležitá je samotná výbušnina a její množství, obal a případné okolní fragmenty (kovové předměty,

které se při tlakové vlně po výbuchu stávají nebezpečnými projektily). Pokud výbušné zařízení exploduje na volném prostranství, následky nebývají tak velké jako při výbuchu v budově. Případné zřícení budovy může zapříčinit další zranění. Další aspekt tvoří vzdálenost a dostupnost od zdravotnického zařízení a jeho kvalita. Je třeba počítat i s tzv. sekundárními výbuchy. Nastávají po příjezdu záchranných složek, kdy může explodovat druhá NVS. To způsobí kolaps záchranných složek a chaos na místě výbuchu. [26; 28]

Sebevražedné atentáty

Velkou hrozbu představují sebevražedné atentáty. Sestrojení výbušného zařízení a zorganizování akce není finančně náročné. Útočník se také stane obětí exploze, což je komplikace pro vyšetřování, protože není možné atentátníka vyslechnout či zjistit případné komplice a vazby na teroristickou organizaci. Nejvyšší incidence je v okupovaných zemích a oblastech ve válečném stavu. Tyto atentáty mají vyšší počet mrtvých, než je tomu při jiných teroristických útocích, jelikož útočník se často odpálí uprostřed davu. Motivem může být touha se pomstít za smrt blízkých, ale i hrdinství a mučednická smrt, která atentátníkům, podle radikálního výkladu koránu, zaručí cestu do ráje. Příkladem mohou být Palestinci, kteří takto útočí na Izraelce. Některé děti nechodí do školy ze strachu, že se už nikdy neshledají se svou rodinou (když Izraelci zaútočí na jejich obydlí). Výjimku netvoří ani zapojení ovdovělých žen toužících po pomstě. Obrázek číslo 6 na straně 32 zobrazuje celosvětovou

incidenci bombových útoků v letech 1980 až 2018. [26; 28]



Obrázek 6 Incidence bombových útoků ve světě v letech 1980-2018 [29]

2.4.2 Terorismus

Ačkoliv je terorismus spjatý s dějinami již dlouho, tak jako závažnou hrozbu ho svět začíná vnímat od 70. let minulého století. Jde o násilí uplatňované zejména na bezbranné cíle, s účelným obcházením obraných prvků státu. Teroristé vynucují své požadavky a cíle nedemokratickou cestou. Pracují v utajení, proto jsou útoky nečekané a vyvolávají v lidech strach. Útokem vyšlou zprávu, většinou politikům, a čekají jak a jestli vyhoví jejich požadavkům. Stěžejní motivací bývá zejména vynucování si změn, zákonů či směřování státu, obecného přesvědčení a nastavení společnosti. Globální terorismus se stává jedním z nejnebezpečnějších nástrah k rozvratu stability míru ve světě. [26]

Vnitrostátní terorismus

Národní terorismus má za cíl odstranění klíčových politiků, boj za změnu režimu či nezávislost. Počátky terorismu nalezneme již v prvním století našeho letopočtu u nábožensko-politické skupiny zélótů-sikariů. Příklady

vnitrostátního terorismu sledujeme například v carském Rusku, kde byli zabíjeni prominentní členové státu, kteří směřovali zemi ke standardům západu. Podle vývoje zemí a politických režimů se mění strategie a cíle teroristů. S rozpadem evropských koloniálních říší se na scéně objevily etnicko-nacionální skupiny teroristů. Nejznámější vznikly ve Španělsku (ETA), v Irsku (IRA), dále čečenští teroristé. Vnitrostátní terorismus je obecně považován za výchozí k dalším stupňům terorismu. [26]

Mezinárodní terorismus

Další vývojovým stupněm se stal mezinárodní terorismus, který začal pravděpodobně po prohrané „Šestidenní válce“ arabskými státy proti Izraeli. Tehdy se tzv. Organizace pro osvobození Palestiny rozhodla prosadit své zájmy terorem proti Izraeli, který do dnešních dní neutichl. Židovští extremisté odpověděli v reakci na tyto útoky stejnou měrou. Terorismus začal pohlízet za hranice států a sledovat směřování jiných států a jejich spolupráce, pokud byla nežádoucí, byl to impuls k útoku. Rozvoj letecké dopravy s nedostatečnými bezpečnostními opatřeními vedl ke zneužití: únos letadel nebo bombové útoky. Únosci měli mnoho rukojmích, získali velký mediální prostor a výhodné vyjednávací pozice. [26]

Pravděpodobně nejvýznamnější milník pro mezinárodní terorismus znamenají útoky s náboženským motivem. Hraje zde roli hlavně přísný džihádistický výklad islámského náboženství. Jeho extrémní učení se neshoduje s politickým či vojenským narušováním náboženského světa. Tento terorismus se stal jedním z extrémně nebezpečných, také kvůli použití sebevražedných útoků. Mimo civilní oběti se cílilo též na některé významné státníky (indický či izraelský premiér). [26]

Globální terorismus

Nástup globálního terorismu je datován k 11.9.2001, přičemž útoky na World Trade Center a Washington změnily dosud zažité způsoby terorismu. Snaha je předat zprávu celému světu, útoky se dějí na různých místech světa. Zahrnuje co největší počet obětí, velké materiální škody, což vede ke ztrátě pocitu bezpečí a důvěry ve stát. Po celém světě vznikly buňky teroristů, které vyčkávají na vhodný čas k útoku. Terorismus je stálá vyvíjející se hrozba. V dnešní době se cílem stávají tzv. měkké cíle, tedy útoky na nechráněné civilní obyvatelstvo.

Naproti tomu do 70. let se v 70 % útočilo na strategické místa a budovy. [26]

2.5 Mimořádná událost s hromadným postižením zdraví

Mimořádná událost (MÚ) je charakterizována velkým počtem zraněných a obětí. Minimálně v době příjezdu na místo události je menší počet zachránců, než je počet raněných. Složky integrovaného záchranného systému (IZS) uplatňují jiná pravidla a postupy při řešení nastalé události, které mají za cíl zachránit co největší počet postižených. Řešení mimořádné události s hromadným postižením zdraví vychází z katalogu typové činnosti číslo 9 z roku 2016. Podle příčiny je MÚ dělena na přírodní a antropogenní. Mimořádná událost je také členěna podle rozsahu na hromadné neštěstí omezené (<10 zraněných, alespoň 1 vážně), hromadné neštěstí rozsáhlé (<50 zraněných) a katastrofu (>50 zraněných). Například u bombového útoku, v americkém Bostonu z roku 2013, bylo v jednu chvíli zasaženo dvěma po sobě jdoucími explozemi 281 osob. V místě mimořádné události vznikne, dle předchozích zkušeností, panika v prvních 15-20 minutách. Tato fáze obvykle končí ve chvíli, kdy na místo dorazí první složka. Důvodem bývá příchod vedoucí osoby, která dokáže usměrnit postižené. [28; 30; 31; 10]

2.5.1 Měkké cíle

Měkké cíle jsou místa, kde dochází k velké koncentraci lidí a zároveň toto místo poskytuje slabou ochranu. Místa není možné zabezpečit proti možnosti napadení. Důvodem je jejich velké množství, velká koncentrace lidí a často i rozsáhlost území. Mezi ně zejména patří společenské akce, letiště, nádraží, obchodní domy, školy, kina, divadla, nemocnice, polikliniky, bary, kluby, diskotéky a mnoho dalších. Obvykle se útok na měkké cíle skloňuje s teroristickými útoky. K útoku ovšem může dojít i ze strany extremistů, osob s psychickou poruchou nebo za účelem msty. [32]

2.5.2 Průmyslové objekty s rizikem nežádoucího výbuchu

Průmyslové objekty jsou mnohdy ohroženy nebezpečím výbuchu. Obecně směřuje pozornost k továrnám zpracovávající hořlavé a výbušné látky. V této kapitole je upozorněno na možnosti exploze vzniklých při zpracování pevných hořlavých látek a prachových částic (uhlí, dřevo, plasty nebo i obiloviny, hliník, zinek či jiné práškové kovy). Výbušnou směsí se mohou stát při drcení, prosévání, mletí, přepravě nebo v odvětrávacích systémech. V energetickém průmyslu hrozí nebezpečí při otěru uhlí při přesypávání. To zejména u hnědé uhlí, které má nižší mez výbušnosti a větší výbušné parametry. V zemědělství může vznikat výbušné zahoření prachu při skladování a dopravě obilí (transportéry). Nebezpečí představují také šrotovací a mlecí zařízení. Obdělávání dřeva produkuje dřevěný prach, taktéž schopný vytvořit výbušnou směs. Shodně je nebezpečný i prach při broušení či frézování kovů. V České republice upravuje zákon 406/2004 Sb. požadavky na zajištění bezpečnosti a ochrany zdraví při práci v prostorech s nebezpečím výbuchu. [33]

3 CÍL PRÁCE

Záměrem této bakalářské práce je poukázat na specifika v přednemocniční neodkladné péči o pacienta s explozivním poraněním. Cíl je vytvořit postup vyšetření a terapie u pacienta zasaženého explozí a zjistit úlohy zdravotnického záchranáře u mimořádné události s hromadným postižením zdraví.

K poukázání závažnosti zneužití výbušnin budou prezentovány výsledky případových studií teroristických útoků.

4 METODIKA

Metodou této bakalářské práce je rešerše odborné literatury a případových studií zabývajících se tematikou explozivního poranění a řešením událostí s hromadným postižením zdraví.

Rešerší byly zjištěny současné znalosti, specifika vyšetření a terapie pacienta po expozici výbuchu. Následně jsem vypracoval postup vyšetření a terapii pro zdravotnického záchranáře.

Součástí praktické části je zjištění úloh zdravotnického záchranáře u mimořádné události s hromadným postižením zdraví, ke kterým jsem vypracoval kontrolní list činnosti posádky, která na místo události přijede jako první. Toho je dosaženo na základě doporučených postupů pro urgentní medicínu a 3 případových studií teroristických útoků z Madridu a amerického Bostonu.

5 VÝSLEDKY

5.1 Zásah složek IZS u MU s velkým počtem zraněných

Činnost IZS při MU vychází ze souboru typové činnosti (STČ)09/IZS a zasahující složky jsou povinni se jí podřídit. Velitel zásahu je obvykle příslušník hasičského záchranného sboru (HZS), pokud charakter MU nevyžaduje velitele z jiné složky. Jemu jsou podřízeny všechny zasahující složky a mají povinnost s ním komunikovat a informovat ho. [34]

Zajištění bezpečnosti zásahu

Ve chvíli příjezdu na místo události nemusí být jasný původ výbuchu a je nutné nejprve myslet na svoji bezpečnost. Záchranné složky mohou být ohroženy druhotnou explozí při teroristickém útoku, zhroutilím budovy poškozené výbuchem, jedovatými plyny uvolněnými explozí a jinými noxy. [35]

Příjezd na místo události

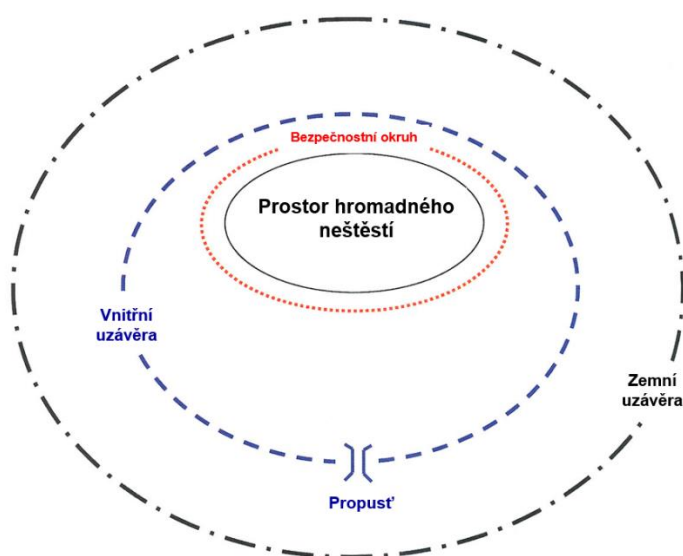
Na místě mimořádné události trvá po explozi zmatek a panika zhruba 10-15 minut. Následně se zmírňuje při příjezdu záchranných složek. Pokud nelze na místo vstoupit z důvodu ohrožení vlastní bezpečnosti, je třeba vyžádat si složku, která má prostředky k zajištění bezpečnosti (např. eliminace aktivního střelce Policií ČR, použití dýchací techniky HZS). Obvykle jsou na místo MU vyslány všechny základní složky IZS. Po příjezdu se provede rychlé zhodnocení počtu zraněných a závažnosti poranění. Stav se odhadem hlásí příslušnému operačnímu dispečinku s požadavkem na prostředky potřebné k řešení MU.

K neopomenutí důležitých faktů se používá akronym METHANE:

- M—my call sign (volací znak posádky);
- E—exact location (přesná poloha);
- T—type of event (druh události);
- H—hazard (hrozící nebezpečí);
- A—access, (přístupová cesta);
- N—number of victims (počet zraněných);
- E—emergency service (odhadovaný počet sil ke zvládnutí MU). [34]

Organizace místa MU a třídění raněných

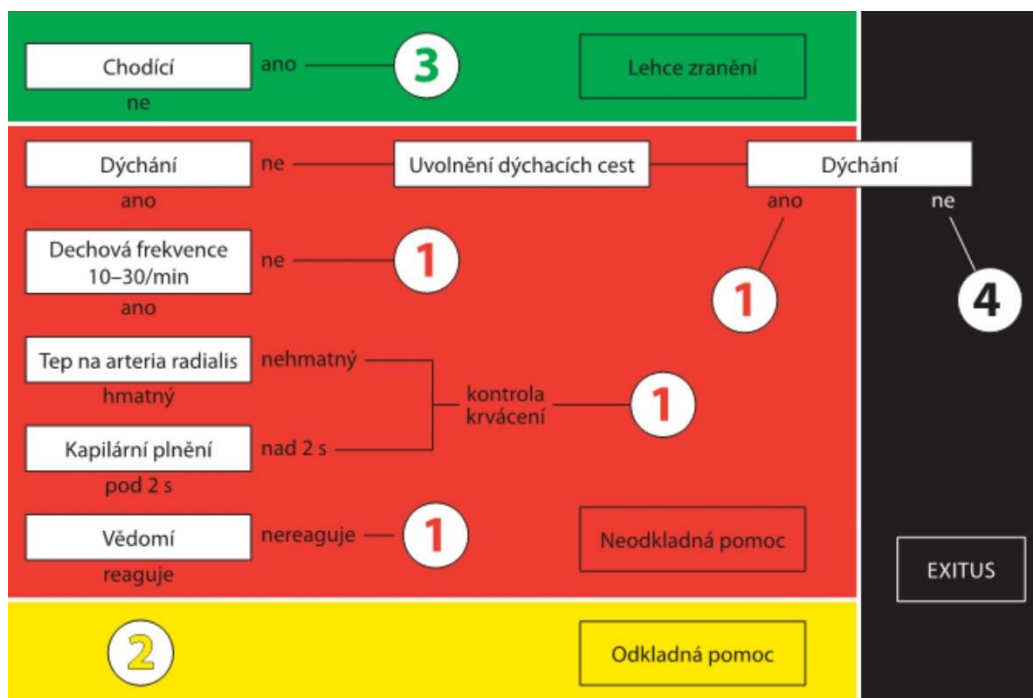
Žádná MU není stejná a je zde mnoho faktorů ovlivňující průběh zásahu (např. druh událost, počasí, výskyt nebezpečných látek a jiné). Složky IZS pravidelně pořádají cvičení k zajištění připravenosti, eliminování chyb a nedostatků, přesto je vždy nutné přizpůsobit zásah vzniklé události. Na obrázku číslo 7 je vyobrazeno uspořádání na místě MU. Pro zajištění bezpečí je potřeba ohraničit perimetr kolem místa MU. To je úkol pro PČR, která také zajistí příjezdové a odjezdové trasy pro složky IZS. [34]



Obrázek 7 Uspořádání místa MU s velkým počtem postižených osob [27]

S výhodou je provádět třídění raněných přímo na místě události za účasti zdravotnické složky. Primárně je prováděno vyškolenými příslušníky HZS a Policií ČR (PČR) metodou START (snadné třídění raněných a rychlá terapie). Na obrázku číslo 8 je tato metoda popsána. Zranění jsou kategorizováni do 4 skupin:

- Priorita 1 (červená) — vážně zranění pacienti
- Priorita 2 (žlutá) — imobilní zranění pacienti
- Priorita 3(zelená) — lehce zranění
- Priorita 4 (černá) — mrtví. [34]



Obrázek 8 Metoda třídění START [28]

Následně jsou zranění transportováni podle priorit ke stanovišti třídící skupiny. To je zřízeno v bezpečném prostoru, co nejbliže MU. Lehce zraněné osoby, které mohou chodit, jsou vyzvány, aby se přesunuly na jedno konkrétní místo. Tam budou později ošetřeny. Mrtví se pouze označí, transportují se až po ohledání místa události PČR. [34]

5.2 Úloha zdravotnického záchranáře při řešení MU

V každodenní praxi zdravotnický záchranář uplatňuje postupy urgentní medicíny, přičemž u hromadného postižení osob se následují postupy medicíny katastrof. Zde vypracovaný postup vychází z vyhlášky č. 240/2012 Sb. a doporučení Společnosti urgentní medicíny a medicíny katastrof (SUMMK).

Zdravotnický záchranář se během řešení MU podílí na zvládnutí situace, minimalizaci zdravotních následků postižených a ztrát na životech. Postupovat musí systematicky a logicky. Jen tehdy může být naplněn potenciál společného řešení MU složkami IZS. Je vhodné postupovat dle kontrolního listu. Pro rychlou orientaci by měl být zpracován krátce a stručně. Níže nabízím mnou vypracovaný kontrolní list určený pro posádku ZZS, která na místo dorazila jako první.

<p style="text-align: center;"><u>Kontrolní list – příjezd na místo</u> <u>mimořádné události</u></p> <ol style="list-style-type: none">1. Příjezd na místo události2. Kontrola bezpečnosti vstupu na místo MU -při hrozícím nebezpečí vyčkat na složky disponující ochrannými prostředky3. Prvotní ohledání místa4. Situační hlášení ZOS formou METHANE -odhadem a stručně5. Třídění raněných metodou START6. Ošetření raněných

Obrázek 9 Kontrolní list zdroj: vlastní

Pokud bezpečnostní situace neumožní záchranáři vstoupit přímo na místo události, jiné složky IZS (HZS, PČR) provedou třídění START. Záchranář přebírá zraněné v místě třídění zdravotnickou složkou v bezpečné zóně. K transportu se využívají nosítka, scoop rám, páteřní deska, vakuová matrace nebo transportní plachta. Nutné je počítat s nedostatkem všech pomůcek, proto je možné využít i improvizovaných transportních prostředků. [34]

Zdravotnické operační středisko (ZOS) určí vedoucího zdravotnické složky (VZS) a vedoucího lékaře stanovišť třídění a neodkladné přednemocniční péče. VZS se obvykle stává lékař, který dorazí na místo jako první. Později je možné ho na pokyn ZOS vystřídat VZS za více zkušeného či vyškoleného kolegu. Všechny posádky (RZP, RLP), které se dostaví na místo MU, se hlásí VZS a ten jim přidělí konkrétní sektor. Také odevzdají všechny přivezené zdravotnické prostředky na jedno místo (vakuové matrace, ventilátory, monitory životních funkcí, aj). [36; 37]

Zdravotnická složka vytvoří následující stanoviště:

- Stanoviště třídění raněných;
- stanoviště neodkladné přednemocniční péče (SNP);
- stanoviště odsunu. [37]

Stanoviště třídění raněných

Pokud bezpečnostní situace neumožní třídění přímo na místě události, zdravotnická složka přijímá postižené od ostatních členů zásahu (např. HZS, PČR). Postižení jsou „předtřídění“ metodou START. Zde zdravotní složka přetřídí zraněné dle priorit. Všechny postižené osoby se označí třídící a identifikační kartou (TIK) na obrázku číslo 10 na straně 43. Přesouvají se na stanoviště SNP. Skupiny třídící a

přednemocniční neodkladné péče mají společného vedoucího, a to vždy lékaře. [36; 37]

Pacienti mají dle postižení přiřazenou prioritu:

- Priorita I. — nejvyšší priorita ošetření a odsunu pacienta
- Priorita IIa. — stabilizace stavu není možná v PNP, společně s prioritou I. nejvyšší priorita při odsunu
- Priorita II.b — imobilní pacienti se zraněním, které snese odklad
- Priorita III. — lehce zranění mobilní pacienti
- Priorita IV — mrtví

The image shows a set of medical forms for patient classification and identification, organized into several sections:

- DIAGNOZA (Diagnosis):** Includes fields for consciousness (Vědomí GCS), vital signs (O.K.), breathing (Dýchání), circulation (Cířh), and a patient ID (Pac. č. A 0001). It also features a diagram of a human body with markers for injuries and a legend for injury types (e.g., zlomenina, krvácení).
- TRÍDENÍ (Classification):** Two rows of colored circles representing priority levels (I, IIa, IIb, III, IV) for therapy and transport.
- POTVRZENÍ PROVEDENÍ (Confirmation of Treatment):** A checklist for various medical interventions such as intubation, ventilation, chest drainage, and medication.
- DOPRAVCE (Transport):** A section for the transport provider, including a patient ID (A 0001) and a space for notes.
- ZZS (Ambulance):** A section for the ambulance crew, including a patient ID (A 0001) and a space for notes.

Obrázek 10 Třídící a identifikační karta [38]

Stanoviště neodkladné přednemocniční péče

Po roztrídění všech dostupných pacientů dochází k poskytnutí PNP. Postup vyšetření a terapie je uveden v následující kapitole.

Při mimořádné události obvykle bývá větší počet zraněných než záchranářů. Péče se proto musí omezit na:

- Zajištění dostatečné ventilace;
- zástavu krvácení;
- fixaci krční páteře;
- infuzní terapii;
- podporu oběhu;
- zabránění vzniku hypotermie;
- imobilizaci;
- analgezii.

V době, kdy se čeká na odsun, zdravotnický záchranář poskytne méně závažným stavům ošetření (např. krytí ran, fixace zlomenin, analgezie). Lehce zranění pacienti jsou schopni se ošetřit i navzájem. Během čekání na odsun je nutné po celou dobu monitorovat stav zraněných a eventuálně poskytnout další péči. Při řešení MU se nikdy nezahajuje kardiopulmonální resuscitace (KPR).

[36]

Odsun zraněných do zdravotnického zařízení

Po skončení třídění a uvolnění sil potřebných k odsunu, jsou pacienti dle priorit transportováni posádkami RZP a RLP do zdravotnických zařízení. Poté se vrací na místo události k transportu dalších zraněných.

Odsun probíhá v následujícím pořadí:

1. Priorita I. a II.a
2. Priorita II.b
3. Priorita III. [36]

Úloha záchranáře a celé zdravotnické složky končí transportem posledního pacienta do zdravotnického zařízení. [36]

Pokud to není nezbytné, záchranář nemanipuluje s objekty, těly obětí nebo jejich částmi. Pozice těl obětí je důležitá pro pozdější vyšetřování PČR u potenciálního trestného činu. [36]

5.3 Zásah u pacienta s explozivním poraněním v PNP záchranářem

5.3.1 Přednemocniční neodkladná péče

V České republice obvykle vycházejí úkony zdravotnického personálu zdravotnické záchranné služby (ZZS) v PNP z protokolu ATLS (advanced trauma life support). V literatuře je možné se setkat s pojmem PHTLS (pre-hospital trauma life support), který ale přímo vychází z ATLS a je modifikován na prostředí přednemocniční péče. V obou případech se k vyšetření pacienta používá akronym ABCDE, který zaručuje rychlé a efektivní vyšetření. Je sestaven dle priorit, proto je nutné zachovat jeho pořadí. [39; 35]

5.3.2 Pacient s explozivním poraněním

Každý pacient vystavený explozi je ohrožen polytraumatem. Z blast syndromu vychází, že pacient mohl být vystaven:

- Účinkům tlakové vlny;
- letícím šrapnelům;
- tupým nárazům;
- vysoké teplotě;
- jiným mechanismům poranění vlivem momentálního prostředí výbuchu. [8]

Vyšetření pacienta probíhá podle akronymu ABCDE. Jan Pudil uvádí, že při prvotním kontaktu s pacientem je nutné si položit otázky: „Jak silná byla exploze? Nacházela se oběť v otevřeném nebo uzavřeném prostoru? Jak byla daleko od epicentra exploze? Nacházejí se v blízkosti oběti nějaké pevné objekty, od nichž mohlo dojít k odrazu rázové vlny?“ [5]

Rozpoznání faktorů, které ovlivnily mechanismus úrazu mohou významně pomoci k objevení zranění nebo vyvodit podezření na závažná vnitřní poranění. Záchranář si nejprve musí vybrat, jestli zdravotnická intervence proběhne stylem „scoop and run“ nebo „stay and treat“. Volně přeloženo, zdali je výhodnější pacienta bez velké intervence v terénu transportovat do nemocničního zařízení nebo zůstat delší dobu na místě a léčit již v PNP. Významným faktorem je dostupnost nejbližšího traumacentra a rozsah poranění (u explozivního poranění hrozí velké riziko nekontrolovatelného vnitřního krvácení). [8; 27]

Zástava masivního krvácení

Zástava masivního krvácení je zásadní faktor pro přežití. Při dobré dostupnosti ZZS v městských částech je průměrná dojezdová doba kolem 8-9 minut. K úplnému vykrvácení ale může dojít již za 1-2 minuty. První pomoc poskytnuta svědky události je u masivního krvácení často rozhodujícím faktorem k přežití. Krvácení se dělí na kapilární, žilní a arteriální, přičemž poslední jmenované je velmi těžce kontrolovatelné a vyžaduje rychlou intervenci. K zástavě masivního krvácení se v ZZS používá turniket, manžeta od tonometru, Esmarchovo škrtidlo, přímá komprese tlakových bodů či přiložením tlakového obvazu. Úplné zaškrcení se provádí, pokud jiné možnosti zástavy krvácení jsou neefektivní. Hrozí poškození tkání distálně od zaškrcení. [35]

5.3.3 Vyšetření

A— Airway

Zajištění průchodnosti dýchacích cest by mělo proběhnout velmi rychle. Pacient reagující adekvátní odpovědí na oslovení nebo otázku má dýchací cesty průchodné. U pacienta v bezvědomí sledujeme pohyby hrudníku a výdech. Uvolnění se provádí předsunutím dolní čelisti. Pro prevenci sekundárního poranění míchy je nutné nasadit krční límec. Ten by nikdy neměl zhoršit kvalitu dýchání. Podle potřeby volíme vhodné pomůcky k udržení průchodnosti dýchacích cest (např. nosní a ústní vzduchovod, laryngeální maska, kombitubus, odsávačka). Oxygenoterapii u pacienta s explozivním poraněním podáváme vždy. [35; 40]

B— Breathing

Dalším krokem je vyšetření a zhodnocení kvality dýchání. Pozorujeme frekvenci a hloubku dechu, dále je-li hrtan a trachea ve střední čáře. Hledáme

otok, hematomy nebo jinou patologii svědčící o úrazu nebo obstrukci v oblasti krku. U tenzního pneumotoraxu je nutné neodkladně provést punkci. Zajištění dýchacích cest u BLI orotracheální intubací je sporné, může způsobit dalšího poškození plic, zatímco stav dechovou podporu vyžaduje. [39; 40]

C —Circulation

Vyšetření kvality oběhu se provádí v PNP pomocí fyzikálního vyšetření a monitoru životních funkcí. Stěžejní je hodnota tlaku krve (TK), jehož nízká hodnota může u traumatu predikovat nedostatečný objem cirkulující tekutiny a nastupující šok. Fyziologické funkce (FF) musí být interpretovány jako celek společně s klinickým stavem pacienta. Pohmatem se hodnotí kvalita a pravidelnost pulsu na arteria radialis a carotis, zjistí se doba kapilárního návratu, barva a teplota kůže. Zavede se intravenózní vstup (ideálně 2x) do krevního řečiště kanylou silného průměru. U traumatu, v případě a dvou neúspěšných pokusů zavádíme intraoseální vstup. Podávají se intravenózní tekutiny nebo jiné léky podle potřeby terapie. [39; 40]

D—Disability

Dalším cílem je vyšetření vědomí a neurologických funkcí. Zhoršené kvalitativní či kvantitativní vědomí může značit poškození CNS. Kranocerebrální poranění patří u výbuchu mezi jedno z nejčastějších a je zatíženo velkou mortalitou. Dysfunkce činnosti mozku také vznikají při nedostatečné oxygenaci buněk mozku. Posuzujeme symetrii zornic a jejich reakci na osvit. Nejčastěji používané stupnice pro hodnocení míry vědomí jsou Glasgow coma scale (GCS) na obrázku číslo 12 (strana 49) a akronym AVPU (alert, verbal, pain, unresponsive) na obrázku číslo 11 (strana 49). Dále měříme hodnotu glykémie. [39]

ALERT	při vědomé
VERBAL	reaguje na hlas
PAIN	reaguje na bolest
UNRESPONSIVE	nereaguje na žádný

Obrázek 11 AVPU tabulka hodnocení vědomí [35]

Otevření očí	spontánní	4
	na výzvu	3
	na bolest	2
	žádné	1
Slovní odpověď	orientovaná	5
	zmatená	4
	nepřiměřená	3
	nesrozumitelná	2
	žádná	1
Motorická reakce	plní příkazy	6
	na bolest	5
	necílená	4
	flexe na bolest	3
	extenze na bolest	2
	žádná	1

Obrázek 12 Glasgow Coma Scale [39]

E —Expose

ABC zahrnuje vyšetření nejdůležitějších funkčních systému těla, a po zhodnocení vědomí je nutné vyloučit další skrytá poranění. Je třeba zbavit pacienta oblečení, ale kvůli zabránění vzniku hypotermie je vhodné počkat s úplným vysvlečením pacienta až na oddělení urgentního příjmu. Pokud je podezření, že oblečení skrývá závažné poranění, je nutné zbavit pacienta oblečení již v podmínkách PNP. Důležité je zachovat tepelný komfort přikrývkou a okolní teplotou ve voze záchranné služby. [35; 40]

Sekundární vyšetření

Po primárním vyšetření, které je zaměřeno zejména na kontrolu vitálních funkcí, je možné sekundárně vyšetřit pacienta. Postupuje se tzv. „od hlavy k patě“. U pacienta zasaženého explozí se snažíme zjistit poškození akustického ústrojí. Pokud k němu nedošlo, je pravděpodobné, že i ostatní orgány náchylné k poranění tlakovou vlnou zůstaly nepoškozené (orgány obsahující vzduch). [20; 39]

Hlava je vyšetřena pohledem a pohmatem. Pozornost je zaměřena na

- Bolestivost;
- fraktury skeletu lebky;
- hematomy;
- epistaxi;
- skryté krvácení ve vlasech.

Příznaky poškození akustického ústrojí:

- Krvácení z ucha;
- ztráta sluchu;
- vertigo
- tinnitus
- závratě.

Otoskopické vyšetření je vhodné provést již v PNP, pokud to není možné, sledujeme příznaky poranění. [20]

Dále se kontroluje dutina ústní a poranění očí. Na krku je kontrolována:

- Náplň krčních žil;
- trachea ve střední čáře. [39]

Vyšetření trupu těla zahrnuje pohled, poklep, pohmat, poslech.

Kontrolujeme pevnost hrudního koše, viditelné hematomy a poranění.

Auskultací lze slyšet patologické poslechové fenomény, které značí poškození plic. Ověřujeme frekvenci a pravidelnost srdeční akce. [39]

Pohledem břicha pozorujeme známky traumatu, pohmatem bolestivost, poslechem přítomnost peristaltiky. Bolest nebo krvácení z konečníku značí poranění zažívacího traktu. Výbuch může také poranit genitál. Rychle rozvíjející se šok bez zjevné příčiny může značit krvácení do dutiny břišní. Další významný zdroj krvácení nastává při fraktuře pánve, pohmatem proto kontrolujeme její pevnost. [5]

Na končetinách sledujeme:

- Viditelná poranění;
- pevnost dlouhých kostí;
- pulzaci na arteria brachialis, radialis, femoralis a dorsalis;
- kapilární návrat.

5.3.4 Terapie

Terapie u pacienta zasaženého explozí vyžaduje zejména podání oxygenoterapie, vhodné množství volumoterapie a analgezie. Vždy je potřeba zajistit vstup do krevního řečiště. S výhodou je zavést dvě kanyly většího průměru. Po dvou neúspěšných pokusech intravenózní kanylace je možný použít intraoseální vstup.

Volumoterapie

U pacienta s krevní ztrátou běžně podáváme krystaloidní roztoky. Preferováno je však podání koloidů, aby infuzní terapie nepodpořila otok plic. Objem nahrazovaných tekutin by měl být shodný s odhadovanou krevní ztrátou. V rámci protišokových opatření a udržení permisivní hypotenze, se systolická hodnota krevního tlaku udržuje kolem 90 mm Hg. Vyšší tlak zrychluje krvácení, nižší zase nezaručí adekvátní perfuzi buněk orgánů. [12; 27]

Příznaky šoku jsou:

- Hypotenze;
- tachykardie;
- periferní hypoperfuze;
- oligurie;
- zhoršení stavu vědomí;
- apatie;
- studená a cyanotická kůže;
- prodloužení kapilárního návratu (nad 2 vteřiny). [12]

Obvykle jsou známky šoku jasně rozpoznatelné, nebezpečí spočívá v pozdním nástupu příznaků v dekompenzační fázi, kdy dochází k selhávání obranných mechanismů organismu. [8]

Šok se dělí na:

- Hypovolemický;
- kardiogenní;
- obstrukční;
- distribuční.

V případě člověka zasaženého explozí je častý hypovolemický šok s hemoragickou příčinou. Původcem je krvácení vnitřní, vnější nebo kombinované. Neléčený šok končí vždy smrtí. [12]

Oxygenoterapie

Léčba respirační insuficience je nezbytná u všech pacientů s poškozením plic po výbuchu. Pozornost je zaměřena na zabránění hypoxie (hodnota pod 90 % SpO₂). Inhalace kyslíku se v PNP podává skrz kyslíkové brýle nebo obličejovou polomasku. [27]

Analgezie

Bolest výrazně zhoršuje prožívání traumatického poranění, proto je nutná kvalitní analgezie. Vhodné je podání analgetické dávky ketaminu, jelikož nezpůsobuje kardiovaskulární útlum. Vhodné je podat analgezii již před manipulací s pacientem. [40]

Imobilizace

Každý pacient zasažený výbuchem musí být imobilizován vakuovou matrací s nasazeným krčním límcem a přikrytý izotermickou folií k zabránění vzniku hypotermie. [39]

5.3.5 Transport

Lékař Adams Cowley stanovil koncept tzv. „zlaté hodiny“ jako nejdelší dobu, za kterou se závažně zraněný pacient musí dostat od vzniku poranění do místa definitivního ošetření. Šance na záchranu oběti poté rapidně klesá, neboť se zvyšuje riziko vzniku ireverzibilních změn. Jde o relativní pojem, protože rozsah některých zranění neposkytne záchranáři ani jednu hodinu a pacient umírá dříve. Pacient poraněný explozí je transportován do nejbližšího

traumacentra, pokud splňuje tzv. triáž pozitivitu. Během transportu je nutné monitorovat: [35]

- EKG
- SpO₂;
- NIPB;
- stav zornic a vědomí. [35]

Pokud by transport pozemní cestou do traumacentra trval příliš dlouho, je vhodné zvážit převoz pacienta leteckou záchrannou službou (LZS). Časová úspora by měla činit alespoň 15 minut. [27; 39]

Kritéria a faktory, kdy je pacient transportován do traumacentra, jsou:

- Anatomická poranění
 - pronikající kraniocerebrální;
 - nestabilní hrudní stěna;
 - pronikající hrudní poranění;
 - pronikající břišní poranění
 - nestabilní pánevní kruh;
 - zlomeniny > 2 dlouhých kostí.
- Mechanismus poranění
 - pád z výše > 6 m;
 - přejetí vozidlem;
 - sražení vozidlem rychlostí >35 km/h;
 - katapultáž z vozidla;
 - zaklínění ve vozidle;
 - smrt spolujezdce;
 - rotace vozidla přes střechu;
 - výbuch v uzavřeném prostoru s poraněním nebo popálením.

- Speciální kritéria
 - věk <6 let;
 - věk >60 let;
 - závažná kardiopulmonální onemocnění;
 - jiná komorbidita. [39]

5.4 Epidemiologické výsledky teroristických bombových útoků

Ze zjištění databáze teroristických útoků je zřejmé, že využití výbušného zařízení je nejčastější způsob provedení teroristického útoku. Jeffrey L. Arnold spolu s dalšími lékaři vypracovali studii s porovnáním více než 30 bombových útoků z let 1996 až 2002. Každý z nich produkoval minimálně 30 zraněných. Zařazeno bylo 61 článků z toho 44 splňovalo kritéria výzkumu. Vyjádřen byl medián k úmrtí nastalého ihned při výbuchu; automobilu ukrývajícího výbušniny 4 % (1-25 %), sebevražedného útoku 58 % (38-77 %), výbuchu v uzavřeném prostoru 52 % (36-71 %), explozi na volném prostranství 13 % (11-27 %), zřícení budovy 41 % (23-74 %), požáru zapříčiněného výbuchem 34 % (25-44 %). Kovové předměty byly přidány k NVS v 18 % a použité výbušniny byly jak vyrobené v domácích podmínkách, tak průmyslově (Semtex). [41]

Teroristický útok Oslo

Podle odhadů expertů vyplývá, že podomácku vyrobená nálož z hnojiva, kterou použil Anders Behring Breivik v roce 2011 ve vládní čtvrti, vážila kolem 950 kg. Zabila 8 lidí a zranila více než 200 osob. Bombový útok byl plánován na dopoledne, kdy je ve vládní budově více osob včetně norského premiéra. Anders Breivik byl ale opožděn a k explozi došlo až v odpoledních hodinách, kdy většina zaměstnanců byla již pryč, včetně premiéra. Tehdy to byla jen předzvěst katastrofy, která se ještě tentýž den stala na ostrově Utoya. Útok byl plánován 9 let. [42; 43]

Teroristické útoky v Madridu

V roce 2004 v Madridu explodovalo téměř ve stejnou dobu 10 náloží ve čtyřech vlacích směřujících do centra během ranní špičky. Mezi nejčastější poranění patřila perforace tympanické membrány (41 %), hrudní poranění (40 %), zasažení šrapnelem (36 %), popáleniny I. nebo II. stupně (18 %), poranění hlavy (12 %) a břišní poranění (5 %). Tyto údaje pocházejí od 250 postižených, kteří byli ošetřeni ve Všeobecné univerzitní nemocnici Gregorio Marañón (GMUGH). Celkový počet pacientů směřovaný do této jedné nemocnice činil během 3 dopoledních hodin 312. Zbýlých 62 pacientů utrpělo jen drobné povrchové poranění nebo psychický šok. Celkově v Madridu v roce 2004 po sérii 10 bombových útoků zemřelo 177 osob (dalších 14 v nemocnici) a více než 2000 jich bylo zraněno. Svým rozsahem šlo o největší teroristický útok v Evropě. Během dopoledne bylo zaznamenáno přes 20000 volání na tísňovou linku. Většina lidí se proto neměla šanci dovolat. Z výzkumu vyplývá, že nejzásadnější faktory vzniku poranění jsou vzdálenost osoby od exploze a výbuch v uzavřeném místě. Leibovici a kol. uvádějí, že při bombovém útoku na veřejném prostranství v Jeruzalémě bylo zasaženo 204 osob z toho 7,8 % smrtelně, zatímco při uzavřeném útoku v autobuse činila úmrtnost 49 %. [44; 45]

Teroristické útoky v Bostonu

Jiný teroristický bombový útok se odehrál v roce 2013 v americkém Bostonu. Tehdy teroristé, dva bratři, zaútočili v cíli bostonského maratonu. K útoku použili dva tlakové hrnce s NVS a hřebíky. Byly použity podomácku vyrobené výbušniny s nízkou detonační silou. Ten den bylo k závodu přihlášeno 26 893 závodníků a více než 500 000 tisíc lidí přihlíželo kolem trati. Bomby vybuchly asi zhruba 200 metrů od cíle a ihned na místě zabili 3 osoby. Dalších 281 bylo zraněno. Nálože byly uloženy v batohu na zemi, proto 66,6 % zraněných mělo

poranění dolních končetin. Urgentní chirurgický zásah vyžadovalo 54 pacientů a 12 z nich bylo indikováno k amputaci poraněné končetiny. Poranění dolních končetin bývá obvykle spojeno s velkou mortalitou. Ihned v cíli byli přítomni zdravotníci pomáhající závodníkům se zdravotními problémy. V době výbuchu byli zhruba 200 metrů od místa události. Tehdy výborně zapracovali společně se svědky události a ujali se poskytování první pomoci a zástavy krvácení improvizovanými prostředky. Masivním krvácením bylo ohroženo 29 osob a k zástavě nebylo použito u žádného z nich komerčně vyrobeného turniketu. Zásahující složky také žádný nepoužily. Přítomny byly i specifické způsoby improvizovaných turniketů, typické pro vojáky ve výslužbě. Zajímavostí je, že nikdo s poraněním dolních končetin a masivním krvácením nezemřel. [31]

6 DISKUZE

Prvním výsledkem rešerší je kladení důrazu na vlastní bezpečnost při poskytování pomoci. Nehody způsobené výbuchem mohou porušit statiku budov, měnit své okolí nebo uvolnit toxické látky, což může být potencionální nebezpečí pro všechny zasahující. V případě teroristického bombového útoku plyne ohrožení ze sekundární exploze, která je mířena na osoby poskytující první pomoc nebo na záchranné složky.

Na místě mimořádné události trvá zmatek po explozi zhruba 10-15 minut a zmírňuje se při příjezdu záchranných složek. Při mimořádné události s hromadným postižením zdraví je nutná kooperace složek IZS. K tomu je vypracován katalogový soubor typových činností IZS, konkrétně pro tuto situaci STČ 09/2016. Složky mají rozepsané své úkoly a povinnosti. Velitel zásahu je určen dle povahy události.

Úloha zdravotnického záchranáře, v místě mimořádné události s hromadným postižením zdraví, spočívá v prvotním ohledání místa, hlášení situační zprávy na ZOS, prvotní třídění metodou START, dále zdravotnické třídění, ošetření pacientů na stanovišti SNP, řízení odsunu a transportu pacienta do zdravotnického zařízení. K neopomenutí postupů, při řešení MU, je vhodné řídit se kontrolním listem.

Záchranář musí myslet na mechanismus vzniku poranění a faktory, které výbuch provázejí. Pacient je vystaven tlakové vlně, letícím předmětům nebo může být odmrštěn. Nejzávažněji jsou vždy poraněny osoby v bezprostřední blízkosti výbuchu a v uzavřeném prostředí. Osoby exponované výbuchu jsou ohroženy blast syndromem, s predilekcí poranění orgánů vyplněných vzduchem. To jsou zejména plíce, akustické ústrojí a GIT. Každý pacient zasažený výbuchem je ohrožen polytraumatem. Nejčastěji se vyskytují

penetrační a tupá poranění, závažnost se liší podle anatomické lokalizace. Bezprostředně po výbuchu je depresivně ovlivněn kardiovaskulární systém, projevující se bradykardií.

U vyšetření pacienta je nutné dodržet algoritmus ABCDE. Ten by měl být alfou a omegou u každého vyšetření. Záchranář neprodleně staví masivní krvácení, vyšetřuje podle ABCDE, poté přistoupí na sekundární vyšetření, kdy pacienta vyšetří tzv. „od hlavy k patě“. Pozornost zaměří na viditelné poranění, bolestivost, krvácení, fraktury, výtoky z dutin a hodnotí stav vědomí na stupnici AVPU a GCS. K vyšetření využívá fyzikálních metod pohledu, poslechu, pohmatu a poklepu. Fyziologické funkce měří pomocí monitoru životních funkcí.

Záchranář podává terapii dle svých kompetencí nebo ordinace lékaře. Dbá na včasnou imobilizaci krční páteře a léčbu respirační insuficience podáním oxygenoterapie. V případě potřeby využívá k zajištění dýchacích cest supraglotické pomůcky.

Vždy zajistí dva vstupy do krevního řečiště a předchází vzniku šoku podáním volumoterapie. Pacient často ztratí mnoho krve vnitřním, vnějším nebo kombinovaným krvácením. Zvýšená pozornost je věnována léčebným konfliktům. Záchranář preferuje podání koloidních roztoků, krystaloidními by mohl podpořit vznik plicního edému. Z tohoto důvodu musí být množství podaných tekutin omezené přibližně na stejné množství, jako činí krevní ztráta. Na ordinaci lékaře podává analgezií. Ta by ostatně měla být samozřejmostí u každého pacienta s polytraumatem.

Pacient musí být během transportu vždy kompletně imobilizován ve vakuové matraci. Transport směřuje na oddělení urgentního příjmu za neustálé

kontroly fyziologických funkcí a monitorací stavu vědomí. Převoz pacienta vždy představuje riziko zhoršení stavu.

Případové studie poukazují na vliv faktorů, které ovlivňují rozsah poranění. V zcela největším kontrastu je výbuch v otevřeném a uzavřeném prostoru. Zatímco v otevřeném prostředí byla úmrtnost 7,8 % v uzavřeném se počet obětí uvádí až ve 49 %. Nálože uložené ve vlacích směřujících do centra Madridu explodovaly v uzavřeném prostředí, což je jedním z důvodů, proč byl počet zraněných tak vysoký.

Naopak v americkém Bostonu byly nálože umístěny na otevřeném prostranství, ničivá síla proto nebyla tak mohutná. Přesto bylo zraněno 281 osob, a to zejména v bezprostřední blízkosti NVS. Kvůli umístění bomby na zem byl velký počet zranění dolních končetin.

Bombový útok v roce 2011 v Oslu zase odhaluje, že z chemikálií dostupných pro zemědělství, lze vyrobit velké množství výbušniny. Anders Breivik tehdy, po 9letém plánování, sestrojil bombu o váze přibližně 950 kg.

7 ZÁVĚR

Tato bakalářská práce, věnující se explozivnímu poranění v přednemocniční neodkladné péči, měla za cíl zjistit následky exploze na lidský organismus.

Teoretická část nabídla uvedení do problematiky exploziv. Popsány jsou faktory ovlivňující rozsah poranění výbuchem a zranění dle anatomické lokalizace. Bylo zjištěno, že je vždy nutné počítat s polytraumatem. Nejčastěji vznikají tupá a penetrační poranění, s predilekcí zranění orgánů vyplněných vzduchem. Upozorněno je také na problematiku zneužití výbušných látek teroristy. Bylo zjištěno, že bombový útok je nejčastější způsob provedení teroristického útoku. Ohrožení vyplývá z rozmachu globálního terorismu, nicméně ani mezinárodní a vnitrostátní nebyl vymýcen.

Výsledkem praktické části je vytvoření postupu vyšetření pacienta zasaženého explozí. Záchranář musí zastavit masivní krvácení, systematicky postupovat dle vyšetření ABCDE. V terapii klade důraz na léčbu respirační insuficience, léčbu bolesti a šetrné podání volumoterapie. Před transportem záchranář imobilizuje pacienta použitím vakuové matrace s fixací krční páteře krčním límcem. Pacienta vždy směřuje do traumacentra.

Úloha zdravotnického záchranáře během řešení MU s HMZ spočívá v třídění raněných, poskytnutí PNP a odsunu raněných do ZZ. Byl vypracován kontrolní list, podle kterého záchranář postupuje při příjezdu na místo MU.

Z epidemiologických výsledků bombových útoků plyne, že nejnebezpečnější je exploze v bezprostřední blízkosti a v uzavřeném prostoru.

8 SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK

ATLS	Advancet trauma life support
AVPU	Akronym alert, verbal, pain, unresponsible
BLI	Blast lung injury
CNS	Centrální nervová soustava
CT	Výpočetní tomografie
DC	Dýchací cesty
DDC	Dolní dýchací cesty
EKG	elektrokardiografie
ETA	Euskadi Ta Askatasuna
FF	Fyziologické funkce
GCS	Glasgow coma scale
GMUGH	Všeobecná univerzitní nemocnice Gregorio Marañón
HDC	Horní dýchací cesty
HZS	Hasičský záchranný sbor ČR
CHOPN	Chronická obstrukční plicní nemoc
IRA	Irská republikánská armáda

IZS	Integrovaný záchranný systém
KPR	Kardiopulmonální resuscitace
MÚ	Mimořádná událost
NIPB	Neinvazivní měření krevního tlaku
NLZP	Nelékařský zdravotnický personál
NVS	Nástražný výbušný systém
OTI	Orotracheální intubace
PČR	Policie ČR
PNP	Přednemocniční neodkladná péče
SNP	Stanoviště neodkladné péče
START	Snadné třídění a rychlá terapie
STČ	Soubor typové činnosti
SUMMK	Společnost urgentní medicíny a medicíny katastrof
TK	Tlak krve
VZS	Vedoucí zdravotnické složky
ZZS	Zdravotnická záchranná služba
ZZ	Zdravotnické zařízení

9 SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] BRYCH, Jan. *Historie střelectví z ručních palných zbraní: střelecké soutěže, spolky, disciplíny, organizace od 14. století do současnosti*. 1. vydání. Praha: Univerzita Karlova, nakladatelství Karolinum, 2018. ISBN 978-80-246-3865-2.
- [2] MAKOVIČKA, Daniel. *Vlastnosti výbušnin a analýza charakteru výbuchového zatížení a jeho modifikací: sborník přednášek*. 1.vydání. Editor Břetislav JANOVSÝ. [Praha: České vysoké učení technické], 2006. ISBN 80-01-03640-5.
- [3] SOCHET, Isabelle. *Blast effects: physical properties of shock waves* [online]. New York, NY: Springer Science Business Media, 2018 [cit. 2020-05-25]. ISBN 978-331-9708-294.
- [4] TUREČEK, Jaroslav. *Policejní pyrotechnika*. 1.vydání. Plzeň: Vydavatelství a nakladatelství Aleš Čeněk, 2014. ISBN 978-80-7380-510-4.
- [5] PUDIL, Jan. *Urgentní medicína: Časopis pro neodkladnou lékařskou péči* [online]. Mediprax CB, 2007, **10**(1) [cit. 2020-05-25]. ISSN 1212-1924.
Dostupné z:
http://www.mediprax.cz/um/index.php?id=obsahy/obsah2007_1.html
- [6] VELMAHOS, George, Elias DEGIANNIS, et al. *Penetrating trauma*. 2.vydání. Berlin: Springer, 2017. ISBN 978-3-642-20453-1.

- [7] BULL, Anthony, Jon CLASPER, et al. *Blast Injury Science and Engineering: A Guide for Clinicians and Researchers*. Springer, 2016. ISBN 978-3-319-21867-0.
- [8] HÁJEK, Marcel. *Chirurgie v extrémních podmínkách: odborný přehled pro lékaře a zdravotníky na zahraničních praxích*. 1.vydání. Praha: Grada, 2015. ISBN 978-80-247-4587-9.
- [9] WOLF, Stephen, Vikhyat BEBARTA, et al. Blast injuries. *The Lancet* [online]. 2009, **374**(9687), 405-415 [cit. 2020-05-07]. DOI: 10.1016/S0140-6736(09)60257-9. ISSN 01406736. Dostupné z:
<https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0140673609602579>
- [10] STEIN, Robert a Torsten GERICH, et al. Urgentní medicína: Časopis pro neodkladnou lékařskou péči [online]. Mediprax CB, 2004, **7**(1) [cit. 2020-05-07]. ISSN 1212-1924. Dostupné z:
<https://www.medvik.cz/bmc/link.do?id=bmc06001830>
- [11] SAUD, Omani. *Explosions & Blast-Related Injuries [Prezentace]*. Rijád, 2016 [cit. 4.5.2020]. Dostupné z:
https://www.researchgate.net/publication/305703394_Explosion_and_Blast_Related_Injuries/stats
- [12] WENDSCHE, Peter a Radek VESELÝ. *Traumatologie*. Praha: Galén, 2015. ISBN 978-807-4922-114.
- [13] LENJANI, Basri, Premtim RASHITI, et al. Polytrauma Management and Links to EMS. In: *Albanian Journal of Trauma and Emergency Surgery* [online]. Albanian Journal of Trauma and Emergency Surgery, 2019,

3(2) [cit. 2020-05-06]. DOI: 10.32391/ajtes.v3i2.51. ISSN 2616-4922.

Dostupné z:

<http://journal.astes.org.al/index.php/AJTES/article/view/51>

- [14] MAZÁNEK, Jiří. *Traumatologie orofaciální oblasti* [online]. 2., přeprac. a dopl. vyd. Praha: Grada, 2007 [cit. 2020-05-05]. ISBN 978-80-247-1444-8.
- [15] HIRT, Miroslav a Michal BERAN. *Tupá poranění v soudním lékařství*. 1. vyd. Praha: Grada, 2011. ISBN 978-80-247-4194-9.
- [16] ŠTEFAN, Jiří a Jiří HLADÍK. *Soudní lékařství a jeho moderní trendy*. 1. vyd. Praha: Grada, 2012. ISBN 978-80-247-3594-8.
- [17] HIRT, Miroslav a František VOREL. *Soudní lékařství*. 1. vydání. Praha: Grada Publishing, 2015-2016. ISBN 978-80-247-5680-6.
- [18] FRYKBERG, ERIC a JOSEPH TEPAS. Terrorist Bombings. *Annals of Surgery* [online]. 1988, **208**(5), 569-576 [cit. 2020-05-22]. DOI: 10.1097/00000658-198811000-00005. ISSN 0003-4932. Dostupné z: <http://journals.lww.com/00000658-198811000-00005>
- [19] HICKS, Ramona, Stephanie FERTIG, et al. Neurological Effects of Blast Injury. *The Journal of Trauma: Injury, Infection, and Critical Care* [online]. 2010, **68**(5), s. 1257-1263 [cit. 2020-05-05]. DOI: 10.1097/TA.0b013e3181d8956d. ISSN 0022-5282. Dostupné z: <http://journals.lww.com/00005373-201005000-00035>

- [20] MOLONEY, John a Mark WELCH, et al. *Applied Pathophysiology of Blast Injuries* [online]. 2019, **1**(1) [cit. 2020-05-01]. DOI: 10.33553/jhtam.v1i1.20. ISSN 2652-2241. Dostupné z: <http://jhtam.org/backup/index.php/JHTAM/article/view/20>
- [21] DEPALMA, Ralph, David BURRIS, et al. Blast Injuries. In: *New England Journal of Medicine* [online]. 2005, **352**(13), s. 1335-1342 [cit. 2020-05-06]. DOI: 10.1056/NEJMra042083. ISSN 0028-4793. Dostupné z: <http://www.nejm.org/doi/abs/10.1056/NEJMra042083>
- [22] PIZOV, Reuven a Arieh OPPENHEIM-EDEN. Blast Lung Injury From an Explosion on a Civilian Bus. *Chest* [online]. 1999, **115**(1), 165-172 [cit. 2020-05-22]. DOI: 10.1378/chest.115.1.165. ISSN 00123692. Dostupné z: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0012369215380995>
- [23] POKORNÝ, Jan. *Explozivní poranění v PNP*. 2012.. [Prezentace].
- [24] WANI, Imtiaz, Fazal Q PARRAY, et al. Spectrum of abdominal organ injury in a primary blast type. In: *World Journal of Emergency Surgery* [online]. Kashmir: Wani, 2009, **4**(1) [cit. 2020-05-01]. DOI: 10.1186/1749-7922-4-46. ISSN 1749-7922. Dostupné z: <http://wjeb.biomedcentral.com/articles/10.1186/1749-7922-4-46>
- [25] MĚŠŤÁK, Jan, Martin MOLITOR, et al. *Základy plastické chirurgie* [online]. Vydání druhé. V Praze: Univerzita Karlova v Praze, nakladatelství Karolinum, 2015 [cit. 2020-05-25]. ISBN 978-80-246-2839-4.

- [26] BARTŮNĚK, Petr, Dana JURÁSKOVÁ, et al. *Vybrané kapitoly z intenzivní péče*. 1. vydání. Praha: Grada Publishing, a.s., 2016. Sestra (Grada). ISBN 978-80-247-4343-1.
- [27] PATEL, J.N., A. TAN a P. DZIEWULSKI. Civilian blast-related burn injuries. *Annals of Burns and Fire Disasters* [online]. 2016, 29(1), 42-45 [cit. 2020-05-01]. ISSN 15929566. Dostupné z: http://www.medbc.com/annals/review/vol_29/num_1/text/vol29n1p43.htm
- [28] EICHLER, Jan. *Terorismus a války v době globalizace*. 2., dopl. vyd. Praha: Karolinum, 2010. ISBN 978-80-246-1790-9.
- [29] ŠÍN, Robin. *Medicína katastrof*. První vydání. Praha: Galén, 2017. ISBN 9788074922954.
- [30] Global terrorism database. In: *Global terrorism database* [online]. Maryland: University of Maryland, 2020 [cit. 2020-05-08]. Dostupné z: https://www.start.umd.edu/gtd/search/Results.aspx?start_yearonly=1980&end_yearonly=2018&start_year=&start_month=&start_day=&end_year=&end_month=&end_day=&asmSelect0=&asmSelect1=&weapon=6&attack=3&dtp2=all&success=yes&casualties_type=b&casualties_max=
- [31] ŠTĚTINA, Jiří. *Zdravotníci a integrovaný záchranný systém při hromadných neštěstích a katastrofách*. 1. vydání. Praha: Grada, 2014. ISBN 978-80-247-4578-7.

- [32] GATES, Jonathan a Sandra ARABIAN. The Initial Response to the Boston Marathon Bombing. *Annals of Surgery* [online]. 2014, **260**(6), 960-966 [cit. 2020-05-14]. DOI: 10.1097/SLA.0000000000000914. ISSN 0003-4932. Dostupné z: <http://journals.lww.com/00000658-201412000-00004>
- [33] KALVACHA, Zdeněk. *Základy ochrany měkkých cílů* [online]. In: . Praha: Ministerstvo vnitra České republiky, 2016 [cit. 2020-05-22]. Dostupné z: <https://www.mvcr.cz/clanek/ochrana-mekkych-cilu.aspx>
- [34] CÁB, Stanislav. Nebezpečí výbuchu hořlavých prachů v průmyslu. *Oborový portál pro BOZP* [online]. Praha, 2013 [cit. 2020-05-22]. Dostupné z: <https://www.bozpinfo.cz/nebezpeci-vybuchu-horlavych-prachu-v-prumyslu>
- [35] *Katalog typových činností IZS: Zásah složek IZS u mimořádné události s velkým počtem zraněných osob STČ09/IZS*. In: . Praha, 2016. Dostupné z: <https://www.hzscr.cz/soubor/stc-09-zasah-slozek-izs-u-mimoradne-udalosti-s-velkym-poctem-zranenych-osob-pdf.aspx>
- [36] *PHTLS: National Association of Emergency Medical Technicians* [online]. 9.vydání. Jones and Bartlett Learning, 2018 [cit. 2020-05-11]. ISBN 9781284171426. Dostupné z: <https://www.psglearning.com/catalog/productdetails/9781284171426>
- [37] Hromadné postižení zdraví/osob – postup řešení zdravotnickou záchrannou službou v terénu. *Společnost urgentní medicíny a medicíny*

- katastrof* [online]. 2018 [cit. 2020-05-14]. Dostupné z:
https://urgmed.cz/wp-content/uploads/2019/03/2018_hn.pdf
- [38] ČESKÁ REPUBLIKA. Vyhláška č. 240/2012 Sb. ze dne 26. června 2012, kterou se provádí zákon o zdravotnické záchranné službě. In: *Sbírka zákonů*. 2012, částka 82. Dostupné z:
<https://www.psp.cz/sqw/sbirka.sqw?cz=240&r=2012>
- [39] URBÁNEK, Pavel. *Třídící a identifikační karta pro lékařské třídění při hromadném postižení zdraví na území ČR* [online]. Společnost urgentní medicíny a medicíny katastrof, 2009 [cit. 2020-05-26]. Dostupné z:
https://urgmed.cz/wp-content/uploads/2019/03/2009_visacka.pdf
- [40] REMEŠ, Roman a Silvia TRNOVSKÁ. *Praktická příručka přednemocniční urgentní medicíny*. 1.vydání. Praha: Grada, 2013. ISBN 978-80-247-4530-5.
- [41] ŠEBLOVÁ, Jana a Jiří KNOR. *Urgentní medicína v klinické praxi lékaře*. 2., doplněné a aktualizované vydání. Praha: Grada Publishing, 2018. ISBN 978-80-271-0596-0.
- [42] TSAI, Ming-Che a Jeffrey ARNOLD. Mass-Casualty, Terrorist Bombings: Implications for Emergency Department and Hospital Emergency Response (Part II). *Prehospital and Disaster Medicine* [online]. 2003, 18(3), 235-241 [cit. 2020-05-20]. DOI: 10.1017/S1049023X00001102. ISSN 1049-023X. Dostupné z:
https://www.cambridge.org/core/product/identifier/S1049023X00001102/type/journal_article

- [43] *Norway attacker reportedly had prepared second, bigger bomb* [online]. New York: NYP HOLDINGS, 2011 [cit. 2020-05-20]. Dostupné z: <https://nypost.com/2011/08/17/norway-attacker-reportedly-had-prepared-second-bigger-bomb/>
- [44] *Norway Massacre: I was there* [online]. Youtube: National geographic [cit. 2020-05-20]. Dostupné z: <https://www.youtube.com/watch?v=xzwMM6v5qpA>
- [45] LEIBOVICI, Dan, Ofer GOFRIT et al. Blast Injuries. *The Journal of Trauma: Injury, Infection, and Critical Care* [online]. 1996, **41**(6), 1030-1035 [cit. 2020-05-21]. DOI: 10.1097/00005373-199612000-00015. ISSN 1079-6061. Dostupné z: <http://journals.lww.com/00005373-199612000-00015>
- [46] DE CEBALLOS, J a F TURÉGANO-FUENTES. 11 March 2004: The terrorist bomb explosions in Madrid, Spain – an analysis of the logistics, injuries sustained and clinical management of casualties treated at the closest hospital. *Critical Care* [online]. 2005, **9**(1), 104-111 [cit. 2020-05-20]. DOI: 10.1186/cc2995. ISSN 13648535. Dostupné z: <http://ccforum.biomedcentral.com/articles/10.1186/cc2995>

10 SEZNAM POUŽITÝCH OBRÁZKŮ

Obrázek 1 Idealizovaná tlaková vlna	15
Obrázek 2 Šíření tlakové vlny A -volné prostranství, B -uzavřený prostor	16
Obrázek 3 Zobrazení blast syndromu v prostoru	19
Obrázek 4 RTG snímek ruky s mnoha fragmenty	22
Obrázek 5 Tympanická membrána, vlevo -normální, vpravo -poraněná	24
Obrázek 6 Incidence bombových útoků ve světě v letech 1980-2018	32
Obrázek 7 Uspořádání místa MU s velkým počtem postižených osob	39
Obrázek 8 Metoda třídění START	40
Obrázek 9 Kontrolní list	41
Obrázek 10 Třídící a identifikační karta	43
Obrázek 11 AVPU tabulka hodnocení vědomí	49
Obrázek 12 Glasgow Coma Scale	49

11 SEZNAM POUŽITÝCH TABULEK

Tabulka 1 Odhad možné ztráty krve poraněním	21
Tabulka 2 Možné velikosti náloží v automobilech a radius účinku	30

