

UNIVERZITA PALACKÉHO V OLMOUCI

FAKULTA ZDRAVOTNICKÝCH VĚD

Ústav ošetřovatelství

Jaroslav Zavadil

Ošetření otevřených zlomenin

Bakalářská práce

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

Olomouc 2020

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

Olomouc 30. 4. 2020

Podpis:

Děkuji doc. MUDr. Pavlovi Dráčovi, Ph.D. za nezištnou pomoc a vedení mé bakalářské práce.

ANOTACE

Typ závěrečné práce: Přehledová bakalářská práce

Téma práce: Otevřené zlomeniny

Název práce: Ošetření otevřených zlomenin

Název práce v AJ: Treatment of Open Fractures

Datum zadání: 2019/11/25

Datum odevzdání: 2020/04/30

Vysoká škola, fakulta, ústav: Univerzita Palackého v Olomouci, Fakulta zdravotnických věd, Ústav ošetrovatelství

Autor práce: Zavadil Jaroslav

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

Oponent práce:

Abstrakt v ČJ: Přehledová bakalářská práce se zabývá problematikou ošetření otevřených zlomenin. Předkládá publikované poznatky o dílčích krocích ošetření při léčbě otevřených zlomenin. Pojednává o poznatcích z přednemocniční fáze ošetření a časně nemocniční fáze u výkonů, které vykonává nebo se na nich jinak podílí zdravotnický záchranář. Poznatky byly dohledány v databázích: EBSCO, MEDLINE, PROQUEST, PUBMED, GOOGLE SCHOLAR.

Abstrakt v AJ: This survey is about difficulties in treatment of open fractures. It provides published findings about individual steps in treatment of open fractures. It is focused on to the pre-hospital part and early-hospital part of treatment with a participation of a paramedic. The findings were derived from the following databases: EBSCO, MEDLINE, PROQUEST, PUBMED, GOOGLE SCHOLAR.

Klíčová slova v ČJ: Otevřené zlomeniny, zástava krvácení, zdravotnický záchranář, přednemocniční péče, sestra, uzdravení, uzavření rány, antibiotika, skórovací systémy, debridement, laváž

Klíčová slova v AJ: Open fractures, stop the bleeding, paramedic, prehospital care, nurse, healing, wound closure, antibiotics, scoring systems, debridement, lavage

Rozsah: 33 stránek/ 0 příloh

Obsah

Úvod.....	6
1 Popis řešeršní činnosti	7
2 Přehled publikovaných poznatků o ošetření otevřených zlomenin	9
2.1 Ošetření otevřených zlomenin v přednemocniční fázi	9
2.2 Ošetření otevřených zlomenin v časné nemocniční fázi.....	13
2.3 Význam a limitace dohledaných poznatků	27
Závěr	28
Referenční seznam	29
Seznam zkratk.....	33

Úvod

Otevřené zlomeniny, zejména dlouhých kostí, byly ještě v nedávné historii vnímány jako velmi závažné úrazové onemocnění s dlouhodobou morbiditou a vysokou mortalitou. Ještě ve druhé světové válce byla otevřená zlomenina často důvodem pro provedení urgentní amputace. (Tak Man Wong, 2014, s. 1) Jedná se o zranění velmi složité, při kterém je nutno řešit jak samotné hojení kostí, tak i vzniklý defekt kůže, který odhalí poškozené měkké tkáně a může tak zapříčinit vznik infekce. Zároveň je pacient bezprostředně ohrožen na životě krvácením z poškozených cév. (Wendsche, 2015, s. 47) Ze všech zlomenin jsou 3 % právě otevřené zlomeniny. Většina otevřených zlomenin je vyvolána nízkoenergetickým traumatem. Studie Court-Browna uvádí, že pouze 22,3 % otevřených zlomenin je způsobeno například dopravní nehodou nebo pádem z výše. (Court-Brown, 2011, s. 891-897) Metody léčby otevřených zlomenin jsou různé a neustále aktualizované.

V souvislosti s tímto je možné se ptát: „Jaké poznatky jsou publikovány o účinnosti jednotlivých metod ošetření otevřených zlomenin využívaných v současnosti?“. Cílem bakalářské práce je sumarizovat dohledané publikované aktuální poznatky o metodách ošetření otevřených zlomenin kostí.

Ke specifikaci cíle slouží následující dílčí cíle:

1. Sumarizace dohledaných publikovaných aktuálních poznatků o ošetření otevřených zlomenin v podmínkách přednemocniční péče.
2. Sumarizace dohledaných publikovaných aktuálních poznatků o dohledaných metodách ošetření a léčby otevřených zlomenin ve fázi časně nemocniční péče.

Seznam vstupní studijní literatury:

HOYD, B. 2018. Advanced Trauma Life Support. Student Course Manual. 10th edition. Chicago: American College of Surgeons. 420 s. ISBN 78-0-9968262-3-5

SOLOMIN, Leonid. 2013. The basic principles of external skeletal fixation using the ilizarov and other devices. New York: Springer. 1596 s. ISBN 978-884-7026-186.

WENDSCHE, Peter a VESELÝ, Radek. 2015. Traumatologie. Praha: Galén. 344s. ISBN 9788074922114.

1 Popis řešeršní činnosti

ALGORITMUS REŠERŠNÍ ČINNOSTI

VYHLEDÁVACÍ KRITÉRIA:

- klíčová slova v ČJ: Otevřené zlomeniny, zástava krvácení, zdravotnický záchranář, přednemocniční péče, sestra, uzdravení, uzavření rány, antibiotika, skórovací systémy, debridement, laváž
- klíčová slova v AJ: Open fractures, stop the bleeding, paramedic, prehospital care, nurse, healing, wound closure, antibiotics, scoring systems, debridement, lavage
- jazyky: český, anglický, slovenský
- vyhledávací období: 2009–2019
- další kritéria: dostupnost plnotextů, recenzovaná periodika, články



DATABÁZE:

EBSCO, Medline, Proquest, PubMed, Google Scholar



Nalezeno 132 článků.



VYŘAZUJÍCÍ KRITÉRIA:

- duplicitní články
- kvalifikační práce
- články netýkající se dané problematiky

- studie se vzorkem pod 10 pacientů



SUMARIZACE VYUŽITÝCH DATABÁZÍ A DOHLEDANÝCH DOKUMENTŮ:

- EBSCO – 3 zahraniční články
- Medline – 4 zahraniční články
- Proquest – 1 zahraniční článek
- Pub Med – 10 zahraničních článků
- Google Scholar – 13 tuzemských či zahraničních článků



Pro tvorbu teoretických východisek bylo použito 31 dohledaných článků.

Pro tvorbu bakalářské práce byly dále použity 3 knižní publikace.

2 Přehled publikovaných poznatků o ošetření otevřených zlomenin

Otevřenou zlomeninu lze definovat jako narušení měkké tkáně zapříčiňující komunikaci zlomené kosti a poškozených tkání s vnějším prostředím. V porovnání s uzavřenými zlomeninami jsou otevřené zlomeniny mnohem závažnější zranění s rizikem vážných komplikací. V první fázi se jedná o poškození měkké tkáně, tudíž i cév, s možným vykrvácením, z dlouhodobé perspektivy se pak jedná o riziko infekce. (Wendsche et al., 2015, s. 45)

Dle Wendscheho bývají otevřené zlomeniny obvykle zapříčiněny vysokoenergetickými traumaty, jako jsou autonehody, nehody motorkářů, střetnutí chodce s autem a pády z velké výšky. Z tohoto vyplývá, že často jsou otevřené zlomeniny doprovázeny život ohrožujícím traumatem ostatních orgánových systémů a částí těla. Konkrétně se jedná o zranění nitrobrišní, orgánové, zranění hrudníku, lebky, pánve a velkých tepen. Ostatně, poranění větších – krvácení zapříčiňujících – cév bývá přítomno až u 50 % otevřených zlomenin. Při rozhodování, jakou strategii při léčbě použít, proto musí traumatolog zvážit jak pacientův stav, tak i mechanismus úrazu a typ zlomeniny. Každá fraktura může být léčena jinak. Úroveň devastace okolní tkáně by měla být taktéž důkladně zvážena při rozhodování o dalším terapeutickém postupu. Zvolení správné strategie je pro pacienta rozhodující. Nicméně všechny odlišné typy léčby a strategie vedou ke společným, konsenzuálním cílům – což jsou primární zajištění hemodynamické stability, eliminace rizika infekce, reparace poškozené části těla a návrat její funkčnosti. (Wendsche, 2015, s. 47)

2.1 Ošetření otevřených zlomenin v přednemocniční fázi

John F. Kragh ve své prospektivní studii z podpůrné vojenské nemocnice v Bagdádu určoval, zda užití turniketu k zástavě krvácení zvyšuje šanci na přežití. Zároveň zkoumal nasazení turniketu v přednemocniční a nemocniční fázi, a zda jeho aplikace před vznikem hemoragického šoku snižuje mortalitu. Studie probíhala celkem na 232 pacientech, končetin se zraněními, které indikovaly použití turniketu, bylo 309. Z tohoto počtu zranění bylo 81 otevřených zlomenin. Při nepoužití turniketu byla mortalita 100 %, naproti tomu při nasazení klesla mortalita na 8 %. Stejně tak čas do úmrtí měli pacienti s nasazeným turniketem delší než ti bez turniketu. Z těch, co měli nasazen turniket, byla pravděpodobnost přežití 90 % v případě, že byl nasazen ještě

před vznikem hemoragického šoku. Pokud byl turniket nasazen až po vzniku šoku, byla pravděpodobnost přežití 10 %. John F Kragh dále shledává, že 89% pravděpodobnost přežití při nasazení turniketu v přednemocniční fázi je signifikantně vyšší než 76% při nasazení až na emergency oddělení. (John F Kragh et al., 2009, s. 1-5)

Retrospektivní kohortová studie pojednává o poranění končetin při teroristickém útoku bombou a hodnotí prevalenci výskytu hemoragického šoku. Bylo prozkoumáno celkem 439 obětí, z toho 66 pacientů utrpělo poranění končetiny. Z 66 pacientů bylo v prvních 24 hodinách 9 v hemoragickém šoku, který byl vyvolaný primárně krvácením z poraněné končetiny a ne jiným přidruženým zraněním, jako tomu bylo u dalších deseti pacientů. Z těchto devíti pacientů se šokem mělo 7 pacientů otevřenou zlomeninu typu Gustilo IIIB nebo IIIC. Díky výše uvedeným poznatkům Itamar Ashkenazi ve výsledcích studie označuje otevřené zlomeniny horních i dolních končetin s klasifikací Gustilo IIIB a IIIC jako významný rizikový faktor v prevalenci hemoragického šoku. Zároveň na základě výsledků studie zdůrazňuje nutnost uvážení použití turniketu v přednemocniční fázi. (Ashkenazi, 2018, s. 1–5)

V roce 2009 byla provedena retrospektivní studie Battle casualty survival with emergency tourniquet use to stop limb bleeding, která hodnotila parametry použití turniketu při stavění krvácení z poraněných končetin v boji. Studie probíhala na desáté a dvacáté osmé podpůrné nemocnici americké armády v Bagdádu. Vzorek činil 651 poraněných končetin (466 pacientů). Z tohoto počtu bylo 635 indikovaných použití turniketu. Celkem 16 končetin mělo aplikováno turniket, aniž by byl z medicinského či taktického pohledu indikovaný. Špatně nasazený turniket byl v 13 případech. Pravděpodobnosti přežití byla vyšší u pacientů s nasazeným turniketem, kde činila 87 %, než u pacientů bez turniketu, kde se rovnala 0 %. Pravděpodobnost přežití byla vyšší, pokud byl turniket nasazen před prvními příznaky hemoragického šoku, než pokud byl nasazen opožděně. V přednemocniční fázi, pokud šok nebyl přítomný při nasazení turniketu, byla pravděpodobnost přežití 90 %, u již přítomného šoku klesla na 20 %. Přednemocniční použití turniketu bylo spojeno s absencí hemoragického šoku při příjmu na oddělení emergency. Kragh dle nasbíraných dat došel k výsledku, že ideální čas nasazení turniketu je před vznikem šoku. Turniket dokáže šoku předcházet, případně do jisté míry zamezit dalšímu prohlubování šoku, ale nedokáže jej léčit. Dále lze konstatovat, že indikované nasazení turniketu ve správný čas a správným způsobem je život zachraňující úkon. (John F. Kragh et.al., 2009, s. 1–9)

ANALGEZIE

Z hlediska analgezie je hned několik léků, které je možno podat. Relativní novinkou v České republice, kterou začala používat například i Horská služba, je inhalační analgezie ve formě entonoxu – 50 % tvoří oxid dusný, 50 % kyslík. Další variantou využívanou Zdravotnickou záchrannou službou je intravenózní podání opioidních analgetik (morfin, fentanyl, sufentanyl). Možné komplikace jsou zejména vomitus, respirační deprese a hypotenze. Kontraindikací je významná oběhová nestabilita a ebrieta.

Naproti tomu C. Lee a K. M. Porter shledávají ketamin jakožto velmi výhodné neopioidní analgetikum mající oproti opiátům řadu výhod. Nezpůsobuje respirační depresi ani neprohlubuje hypotenzi, zároveň má mírný bronchodilatační efekt. Je nutno jej podávat velmi pomalu dle odpovědi pacienta, jelikož ve vyšších dávkách má anestetický účinek. Pro jeho disociativní halucinogenní účinky je zároveň nutné paralelní podání midazolamu. (Lee et Porter, 2015, s. 660–667)

Procedural sedation and analgesia in trauma patients in an out-of-hospital emergency setting je název studie Michela Galinského, která si dala za cíl zmapovat kvalitu analgezie a sedace u traumatizovaných pacientů s poraněním končetin v přednemocničním prostředí. Většina z 210 zkoumaných pacientů utrpěla fraktury končetin a nejčastější postanalgetická procedura byla fixace dlahou. Jedná se o multicentrickou prospektivní studii publikovanou v roce 2018 a prováděnou ve Francii. Bylo zaznamenáno celkem 25 různých kombinací léčiv. 55 % pacientů obdrželo alespoň jeden nebo dva sedativní léky jako jsou propofol, který byl použit u 30 % pacientů, ketamin s 50 % použitím nebo midazolam použitý v 41 %. Morfin byl podán 81 % pacientů a v 54 % použití byl zkombinovaný se sedativem. Osm pacientů obdrželo inhalační analgezii entonox (50% kyslík / 50% oxid dusný). 45 % pacientů popsalo při příjezdu záchranné služby velmi intenzivní bolest. Z pacientů, kteří obdrželi sedativní terapii, popisuje 27 % po aplikaci analgezie intenzivní bolest. Naproti tomu ze vzorku pacientů, kteří tuto terapii neobdrželi, udává intenzivní bolest 68 %. Rozdíl 41 % jasně poukazuje na důležitost analgosedace. Ve výsledcích studie lze spatřit, že analgosedace byla nekvalitní takřka u poloviny pacientů. Po prostudování všech proměnných udává Galinski jako hlavní důvody chyby v indikaci léčiv, chybějící protokoly k provedení analgosedace u konkrétních zdravotnických záchranných služeb a špatné dávkování. (Galinski, 2018, s. 1–8)

FIXACE

Po zástavě krvácení, zajištění venózního vstupu kanylou širokého průměru a analgezii přiměřené rozsahu poranění a celkovému stavu pacienta je na řadě stabilizace fraktury. Fixace redukuje bolest, krevní ztrátu, napětí kůže a napětí neurovaskulárních struktur v oblasti zlomeniny. Zároveň prokazatelně snižuje riziko tukové embolie a rizika dalšího poškození. V České republice se k fixaci v podmínkách záchranné služby užívají vakuové matrace a také trakční dlahy.

Trakční dlahy se mohou použít na otevřené i uzavřené zlomeniny dolních končetin. Slouží k zamezení pohybu a zajištění končetiny v ideální poloze. Trakční síla je zajištěna upevněním kotníkové části popruhem a vyvinutím síly pomocí kladky tak, aby se proximální konec dlahy opíral o pánev. Výhody nasazení trakční dlahy jsou tlumení bolesti, snížení krvácení, prevence dalšího poranění měkkých tkání a snížení pravděpodobnosti tukové embolizace. Před a po nasazení je nutné ověřit distální pulzaci a čítí na postižené končetině. Kontraindikací jsou fraktury zasahující klouby, podezření na poranění sedacího nervu a kloubní dislokace. Možné komplikace jsou ochromení nervus peroneus a dekubity. (Lee, 2015, s. 660–663)

Joshua Nackenson se svými kolegy studoval využití trakčních dlah u pacientů s otevřenou či uzavřenou zlomeninou femuru a aplikování intravenózní analgezie záchrannou službou na Floridě. Studie byla retrospektivní kohortová a ve svém vzorku měla pacienty bez přidružených poranění. Celkem bylo zkoumáno 170 pacientů, kteří byli rozděleni na dvě skupiny – s uzavřenou a otevřenou zlomeninou. Ze 134 uzavřených zlomenin obdrželo trakční dlahu 50 pacientů, což činí 37 %. Z 36 pacientů s otevřenou zlomeninou obdržel trakční dlahu jeden pacient, ten se rovná 2,7 %. Celkem byla trakční dlaha užita u 30 % pacientů. Čas strávený s pacientem na místě před transportem do nemocnice byl v průměru o 7,5 minuty kratší u pacientů s otevřenou zlomeninou než u těch s uzavřenou. Ovšem čas strávený na místě při použití trakční dlahy byl v průměru srovnatelný s časem na místě v případě použití jiné metody fixace (nejčastěji byla použita vakuová dlaha). Co se týče nejčastějšího mechanismu úrazu, u uzavřených zlomenin to byla dopravní nehoda, u otevřených zlomenin střelná rána. Studie dále zkoumala intravenózní aplikaci analgezie, která byla indikována u 159 pacientů (u 11 pacientů se nepodařilo zajistit žilní vstup). Z tohoto počtu obdrželo 35 pacientů (22 %) analgezii, většina měla uzavřenou zlomeninu. Statisticky významné rozdíly byly zjištěny při porovnání využití

trakčních dlah a intravenózní analgezie u otevřených a uzavřených zlomenin, a to ve prospěch uzavřených. (Nackenson, 2017, s. 1–7)

V prostředí horských záchranářů Anglie a Walesu zkoumala využívání trakčních dlah spolu se svým kolektivem Harriet Runcie. Retrospektivně hledala v databázi pacienty se suspektní frakturou femuru, dále také rozeslala dotazníky na téma užití trakčních dlah v prostředí hor mezi 164 horských záchranářů. Zjistila, že zlomeniny femuru jsou v prostředí hor vzácné, průměrně 9,3 za rok, přičemž trakční dlahy byly využity pouze v 13 % případů. Z dotazníku bylo zjištěno, že 44 % záchranářů nepoužilo trakční dlahu za posledních 5 let ani jednou. Na škále od 1 do 5 hodnotili výhodnost užití trakčních dlah s tím, že většina volila číslo 5. Z výsledků lze konstatovat, že se fraktury s indikovaným použitím trakční dlahy vyskytují v horském prostředí sporadicky. V momentě, kdy se horští záchranáři dostanou k takovému zranění, využijí trakční dlahu jen ve třinácti procentech případů, byť si jsou vědomi jejích výhod a sami ji považují za výhodnou. Ke zjištění přesných příčin tohoto jevu je zapotřebí dalších rozsáhlých studií, zabývajících se touto problematikou. (Runcie, 2015, s. 305–313)

2.2 Ošetření otevřených zlomenin v časně nemocniční fázi

K orientaci v problematice otevřených zlomenin v nemocniční péči je nutné znát jejich klasifikace. Tyto klasifikace jsou využívány při určování postupu léčby a k predikci možných komplikací. Novodobý, nejvíce užívaný systém klasifikace je Gustilova škála. Gustilova škála je přijímaná širokou odbornou veřejností jako primární klasifikační systém otevřených zlomenin. Zohledňuje mechanismus zranění, poškození měkkých tkání, délku rány a stupeň kontaminace. Po zohlednění těchto parametrů rozdělí Gustilova škála otevřené zlomeniny do tří základních typů. (Schmal, 2011, s. 1–3)

Pro co nejlepší výsledek léčby je velmi důležité konkrétní otevřenou zlomeninu zařadit správně podle klasifikace a rozhodnout o dalším průběhu léčby. Rekonstrukce těžce poškozené končetiny není i přes novodobé mikrochirurgické techniky vždy indikována. (Schmal, 2011, s. 1–3) V tomto ohledu bylo v posledních 3 dekadách vymyšleno hned několik skórovacích systémů, které objektivně verifikují faktory zlomeniny a zároveň usnadňují rozhodnutí o případné amputaci.

Nejznámější skórovací systém je Mangled Extremity Severity Scale, dále jen MESS, který slouží chirurgům jako vodítko při rozhodování, zda je nutné amputovat poraněnou končetinu. MESS hodnotí čtyři faktory – poškození skeletu a měkkých tkání, ischemizaci končetiny, rozvinutí hypovolemického šoku a věk pacienta. William W. Cross ve svém článku Treatment principles in the management of open fractures zmiňuje hned několik studií, které jak retrospektivně, tak i prospektivně hodnotily úspěšnost predikce a efektivnost MESS. Všechny měly z pohledu zkoumaného systému výborné výsledky. (Schmal, 2011, s. 1–3)

Retrospektivní studii, která srovnávala hned 5 nejvíce používaných skórovacích systémů v jejich specifitě, senzitivitě, pozitivní prediktivní hodnotě a negativní prediktivní hodnotě vzhledem k provedení amputace, publikovala v roce 2016 Made B. Karna. Konkrétně porovnávala MESS, Predictive Salvage Index (PSI), Hanover Fracture Scale (HFS), Limb Salvage Index (LSI), Manged extremity Severity Syndrome (MESS) a Nerve injury, Ischemia, Soft tissue injury, Skeletal injury, Shock, Age (NISSSA). Z výsledků je patrné, že HFS má největší senzitivitu (75 %) ale zároveň má nízkou specifitu (61 %). NISSA má největší specifitu (85 %), ale zase senzitivitu pouze 67 %. MESS měl senzitivitu 58%, specifitu 83 %, pozitivní predikčnost 47 % a negativní predikčnost 88%. Ze všech skórovacích systémů se zdá NISSSA být tím nejlepším. Nicméně hned několik systémů špatně predikovalo, někteří pacienti obdrželi skóre predikující okamžitou nutnost amputace, ale i přesto se končetinu podařilo zachránit, a naopak. Studie došla k závěru, že použití těchto systémů je možné pouze za předpokladu, že odpovědný personál, užívající skórovacích systémů, zohlední i další faktory poranění. (M. B. Karna, 2016, s. 3521–3524)

Studie zabývající se MESS vznikla v roce 2009 ve městě Miami. Pokud po oskórování všech čtyř faktorů, které MESS posuzuje, je výsledné číslo větší nebo rovno 7, je dle výše uvedeného skórovacího systému končetina doporučena k amputaci. Cílem této studie bylo zhodnotit výsledky léčby vážného úrazu horní končetiny s devastací cév ve smyslu amputace a určit, jak dokáže MESS predikovat amputaci končetiny. Celkově studie obsáhla záznamy 52 pacientů, kteří prodělali buď tupé vysokoenergetické poranění, nebo pronikající poranění. 33 pacientů obdrželo MESS menší než 7 a u všech těchto pacientů se podařilo končetinu zachránit. Devatenáct pacientů obdrželo MESS větší nebo rovno 7. Z 19 poraněných končetin se podařilo zachránit 12, i přesto, že MESS predikoval nutnou amputaci. Z těchto 19 končetin bylo amputováno 7 končetin. Tři z nich byly amputovány primárně, to je

5,77 %. U čtyřech končetin (8,16 %) byl proveden pokus o záchranu pomocí laváže, avšak sekundárně, z důvodu vážných pooperačních komplikací, bylo nutné přistoupit k amputaci. Sekundárně amputované končetiny měly hodnocení mezi sedmi a devíti body MESS. Všechny amputace byly obodovány MESS větším nebo rovným 7, avšak ze skupiny 19 končetin se skórem větším nebo rovným sedmi se podařilo 12 zachránit. To vypovídá o 100% senzitivě, ovšem již ne tak dobré specifitě zkoumaného skórovacího systému. Také to znamená, že MESS menší než 7 predikuje velkou šanci na záchranu končetiny. Studie dále zjišťovala, jaký ze čtyř faktorů MESS (Skeletal/soft tissue injury, Limb ischemia, Shock, Age) ve skupině 19 pacientů se skórem větším než 7 je nejvíce asociovaný s predikcí amputace. Bylo zjištěno, že jediným prokazatelně asociovaným faktorem ovlivňujícím predikci amputace je první faktor – skeletální a měkkotkáňové poškození. Tímto byla odhalena i největší slabina MESS, která by dle Prichayudh et al. měla být vylepšena, aby se zlepšila specifita zkoumaného systému. V závěru kolektiv autorů uvádí jasný výsledek studie, že by se ke každému rozhodnutí o zachovné operaci, či amputaci mělo přistupovat individuálně a výsledek MESS by měl být interpretován v kontextu dalších proměnných. (Prichayudh, 2009, s. 857–863)

Andrew J. Sheean v roce 2014 publikoval článek, pojednávající o studii Evaluation of the Mangled extremity severity score in combat-related type III open tibia fracture. Studie byla z prostředí armádního traumacentra třetího stupně Americké armády v Iráku a zkoumala schopnosti skórovacího systému MESS predikovat úspěšnost léčby vojáků s otevřenou zlomeninou tibie typu Gustilo III vzniklou v boji. Zdravotní dokumentace se zpracovávala retrospektivně v kohortové studii. Celkem bylo zahrnuto 153 pacientů se 155 otevřenými zlomeninami. 115 končetin (114 pacientů) bylo léčeno pomocí debridementu, laváže a stabilizace, 40 končetin (39 pacientů) bylo amputováno. Průměrné MESS skóre amputovaných končetin bylo 5,8 (medián 6) a u zachráněných končetin je 5,3 (medián 5). Pokud vyšlo MESS více nebo rovno sedmi, byla specifita a senzitivita predikování amputace 87,8 % a 35 %. Tato studie zjišťuje velmi rozdílné výsledky ve specifitě a senzitivě MESS v porovnání se studií Prichayudh et. al., které mohou být dány charakteristickým bojovým prostředím. Neobjevila žádný statisticky signifikantní rozdíl v hodnotách MESS u končetin neamputovaných a těch s amputací. Ze 40 amputovaných končetin mělo 14 MESS větší nebo rovno sedmi, 26 končetin mělo skóre menší než 7. Ze 115 zachráněných končetin, mělo 14 MESS větší než sedm, 101 mělo skóre menší než sedm. Výsledky

ukazují selhání zkoumaného skórovacího systému v bojových podmínkách a jeho neefektivitu predikce výsledku léčby pacienta s otevřenou zlomeninou tibie v boji. (Sheean, 2014, s. 523–526)

DEBRIDEMENT A LAVÁŽ

Důkladný debridement neboli vyčištění rány a její laváž jsou v managementu otevřených zlomenin velmi důležité. Zdevastovaná tkáň a cizí materiál v ráně podporují růst mikroorganismů. Debridement s laváží by měly být prováděny již na operačním sále. Po primárním očištění máme první příležitost posoudit reálnou závažnost poranění a můžeme jej řádně klasifikovat. (Diwan et al., 2018, s. 187–192) Zároveň s debridementem by měla být prováděna důkladná laváž.

Metoda a tekutina, které by měly být užity, byly zjišťovány ve studii M. Bhandari A trial of wound irrigation in the initial management of open fracture wounds. Bhandari uvádí doporučení užití velkého objemu isotonické tekutiny hnané pod nízkým tlakem. Vysokotlaká pulsační laváž nebyla autorem doporučena. (Bhandari et al., 2015, s. 2629–2641)

V roce 2013 publikoval William M. Ricci a spol. studii srovnávající dvě metody provedení debridementu traumatických otevřených zlomenin suprakondylárního femuru ve dvou traumacentrech. První centrum (17 pacientů) používalo více agresivní debridement, který zahrnoval vyjmutí všech nevyživených kostních úlomků s aplikací spaceru s antibiotickým cementem. V druhém traumacentru (12 pacientů) prováděli méně agresivní protokoly debridementu, kde bylo provedeno taktéž vyjmutí kostních štěpů a debridement nejvíce kontaminovaných kostí, ale nebylo použito spacerů s antibiotickým cementem. Debridement měkkých tkání byl proveden v obou centrech stejně, i další proměnné těchto dvou protokolů byly stejné, například fixace, intravenózní antibiotika a podobně. Ve výsledku nebyl zjištěn žádný statisticky významný rozdíl mezi těmito dvěma protokoly, ve srovnání incidence infekce. V případě agresivního postupu byla incidence infekce 25 %, u méně agresivního postupu to bylo 18 %. Vzhledem k přihlédnutí rizika infekce a potenciálu kostního uzdravení se zdá být výhodnější méně agresivní způsob debridementu. (Ricci et al, 2013, s. 1–5)

Studie A trial of wound irrigation in the initial management of open fracture wounds porovnávala proměnné ve dvou aspektech debridementu a laváže. Srovnávala použití dvou roztoků – kastilského mýdla a fyziologického roztoku, jako

druhý aspekt srovnávala použití různých tlaků při laváži (vysoký > 20 psi, střední 5–10 psi, nízký 1–2 psi). Jednalo se o mezinárodní, zaslepenou, randomizovanou studii, do které bylo v letech 2009–2013 zařazeno 2447 pacientů z USA, Kanady, Austrálie, Norska a Indie. Celkem byli pacienti rozřazeni do šesti skupin, tři skupiny s různým tlakem a použitým fyziologickým roztokem a tři skupiny s různým tlakem a použitým kastilským mýdlem. První faktor, pomocí kterého studie hodnotila použité metody, byla nutnost reoperace do 12 měsíců od primární operace, ať už z důvodu léčby nastalé infekce, komplikací hojení rány nebo osteosyntézy. Vzhledem k hodnocení použitého tlaku je výsledek následující: z 2447 pacientů potřebovalo reoperaci 323 (13,2 %). Výskyt infekcí u jednotlivých třech zkoumaných tlaků byl srovnatelný (vysoký – 109, střední – 103, nízký – 111) a můžeme tedy říci, že nutnost reoperace neovlivní použitý tlak laváže. Vzhledem k použitému roztoku jsou výsledky následující: ze skupiny kastilského mýdla bylo podrobena reoperaci 182 z 1229 pacientů (14,8 %), v porovnání se skupinou s fyziologickým roztokem, kde se reoperaci podrobilo 141 pacientů z 1218 (11,6 %), je to statisticky nevýznamný rozdíl. Druhým hodnotícím faktorem byl výskyt komplikací z infekce, hojení rány a osteosyntézy, které byly léčeny neoperativně. Vzhledem k použitým tlakům nebyly shledány žádné rozdíly, stejně tak použití mýdla či fyziologického roztoku nemělo vliv v tomto hodnotícím faktoru. Vzhledem k výše uvedenému lze říci, že nízký tlak použitý k laváži je adekvátní, levnější alternativa. Vzhledem k nepatrnému zvýšení počtu reoperací u skupiny s kastilským mýdlem je na místě doporučit užití fyziologického roztoku, ovšem k definitivnímu potvrzení této teze je potřeba dalších studií. (Bhandari et al., 2015, s. 1–6)

Vzhledem k důležitosti zahájení včasného operačního debridementu vznikla v roce 2010 pod vedením Namdari a jeho kolegů studie s názvem Delay in Surgical Debridement of Open Tibia Fractures: An Analysis of National Practice Trends, která si dávala za cíl zjistit, za jak dlouho se ve Spojených státech amerických dostane pacient s otevřenou zlomeninou tibie na sál k provedení debridementu a jaké faktory ovlivňují prodloužení této doby. Hranice posouzení včasnosti léčby byla nastavena na 6 hodin, další posuzovaná hranice byla 24 hodin. Studie využila materiály z národní datové centrály Spojených států National Trauma Data Bank a celkem zahrnula 6099 otevřených fraktur tibie. Medián času od přijetí po provedení debridementu byl 4,9 hodin. Do okna šesti hodin se stihlo ošetřit 58 % pacientů, zbylých 42 % mělo čas do provedení debridementu delší než 6 hodin. 24 % (1464) pacientů mělo tento čas

dokonce delší než 24 hodin. Zjištěné faktory, které zapříčinily zpoždění v léčbě delší než 6 hodin, byly následující: ISS (Injury Severity Score) vyšší než 18, poranění hlavy střední a vysoké závažnosti a poranění hrudníku střední a vysoké závažnosti. Faktory zapříčiňující zpoždění delší než 24 hodin byly (kromě výše jmenovaných): věk nad 61 let, mužské pohlaví a příjem pacienta do traumacentra mezi 18:00 a 02:00 hodinami. Delší zpoždění bylo zaznamenáno na traumacentrech nejvyššího typu a ve fakultních nemocnicích. Tento fakt souvisí s tím, že do těchto zařízení jsou transportováni pacienti v závažnějším stavu s přidruženými zraněními. Bylo zjištěno, že velké části pacientů s otevřenou zlomeninou tibie není poskytnutý debridement v doporučeném oknu šesti hodin. (Namdari et al., 2010, s. 140–144)

V roce 2014 byla vydána studie zkoumající závislost výskytu hlubokých infekcí u otevřených zlomenin a času od vzniku zranění po poskytnutí debridementu a laváže. Retrospektivní kohortová studie z Virginia Commonwealth University, kterou vedl Ajai Kumar Malhotra, konkrétně porovnávala výskyt infekcí ve dvou skupinách, jež dělila hranice osmi hodin do provedení debridementu. Všichni pacienti obdrželi profilakční léčbu antibiotiky (první generace cefalosporinu). Bylo pozorováno hned několik aspektů – věk, Injury Severity Score (ISS), fyziologické hodnoty (krevní tlak, puls, laktát) a typ fraktury dle Gustila. Do studie bylo zařazeno celkem 404 pacientů s 415 zlomeninami. Na dolních končetinách to bylo 286 a na horních 129 otevřených zlomenin.

V první skupině, která obdržela debridement do 8 hodin (s průměrným časem 4:58 hodin), bylo 328 zlomenin. Ve druhé skupině, s provedeným debridementem po osmi hodinách (průměrný čas 11:04 hodin), bylo 87 zlomenin. Dle výsledků této studie skutečně záleží na času, dokdy se provede první debridement, jelikož incidence infekce byla o 8 % vyšší u druhé skupiny. Celkem bylo zaznamenáno 52 infekcí (13 %), v první skupině to bylo 35 infekcí ze 328 zlomenin (11 %), ve druhé skupině se jednalo o 17 infekcí z 87 (19 %). Vyšší incidence infekcí ve druhé skupině byla zjištěna pouze u zlomenin dolních končetin, u zlomenin horních končetin nebyl zaznamenán nárůst počtu infekcí s časem. Otevřené zlomeniny vyššího stupně klasifikace podle Gustilo-Anderson mají vyšší incidenci infekce jak na horních, tak i dolních končetinách. (Malhotra et al., 2014, s. 1201–1207)

Tradičně je odbornou literaturou doporučováno provést debridement otevřené zlomeniny do šesti hodin od vzniku zranění. Jelikož studií potvrzujících toto doporučení není mnoho, vydal P. D. Hull s kolegy v roce 2014 retrospektivní kohortovou studii

zkoumající vztah mezi zpožděním provedení debridementu a vznikem infekce. Celkem se podařilo shromáždit dokumentaci 364 pacientů s 459 zlomeninami. Gustilo I zlomenin bylo 55 a žádná z těchto neprodělala infekci, Gustilo II zlomenin bylo 145 a 10 prodělalo infekci (6,9 %), Gustilo IIIA bylo 160 zlomenin a 16 z nich prodělalo infekci (10 %), Gustilo IIIB zlomenin bylo 73 a 15 z nich bylo infikováno (20,5 %) a Gustilo IIIC zlomenin bylo 26 a z nich 5 bylo infikováno. Celkem se zdokumentovalo 46 hlubokých infekcí (10 %). Medián času k provedení debridementu byl u zlomenin bez infektu 10,2 hodin, naproti tomu u zlomenin s infektem byl medián 13,6 hodin. Pokud analýzu rozšíříme a budeme uvažovat všechny zlomeniny jako jednu skupinu, po zadání do grafu vznikne lineární křivka počtu nutných reoperací stoupající s opožděním debridementu. Podle výsledků můžeme říci, že každá hodina zpoždění zvyšuje riziko vzniku infekce s nutnou reoperací o 3 %. (Hul et al., 2014, s. 379–385)

Následující studie zkoumala taktéž výskyt infekcí, nikoliv pouze v závislosti na čase provedení debridementu, ale vzhledem k výskytu infekcí hodnotila i další časy, jako například čas od vzniku zranění do přijetí v nemocnici, čas od přijetí do nemocnice do debridementu a čas od debridementu do uzávěru měkkých tkání. Vzorek této studie, jež byla publikována v roce 2010, byl vybrán z podskupiny větší studie The Lower Extremity Assessment Project. Kritéria pro zařazení do studie splňovalo 307 pacientů s otevřenými zlomeninami typu Gustilo IIIA, IIIB, IIIC. Výsledky studie ukazují, že výskyt infekcí je závislý na velikosti časového intervalu od zranění po přijetí do nemocnice. Z celkového počtu 307 pacientů prodělalo těžkou infekci 50 a celkový průměrný čas do přijetí byl 6,2 hodiny. Zbylých 257 pacientů, kteří neprodělali infekci, mělo průměrný čas přijetí do nemocnice 3,5 hodiny. Čas od přijetí po debridement byl u obou skupin podobný a na incidenci tedy neměl viditelný vliv. Čas od poranění do provedení debridementu byl delší u skupiny s infekcí (13,5 hodin) než u skupiny bez infekce (11,2 hodin). (Pollak et al., 2010, s. 7–13)

Donald Weber se svými kolegy zkoumal ve studii s názvem Time to initial operative treatment following open fracture does not impact development of deep infection vztah mezi časem od vzniku zranění do prvního operačního zákroku. Dále zkoumal i asociaci mezi infekcí a načasováním podání antibiotik, ohodnocením zlomeniny dle Gustila, podáním transfuzí a místem zlomeniny. Měřila se infekce vyžadující neplánovaný redebridement nebo neplánované podání antibiotik. Jednalo se o prospektivní kohortovou studii prováděnou na celkem třech traumacentrech v Kanadě. Celkem bylo monitorováno 736 pacientů a 791 otevřených zlomenin,

nejčastěji to byly fraktury tibie či fibuly (413), následované frakturami horních končetin a femuru. 226 fraktur bylo ohodnoceno jako Gustilo I, 292 fraktur jako Gustilo II, 162 fraktur jako Gustilo IIIA, 96 fraktur jako Gustilo IIIB a 7 fraktur jako Gustilo IIIC. Celkem prodělalo infekci, ať už menší nebo větší, 102 zlomenin. Medián času do iniciální operace byl 9:04 hodin pro pacienty bez prodělané infekce, u pacientů s infekcí byl medián 7:39 hodin. Studie neprokázala vztah mezi vznikem infekce a časem do provedení iniciální operace. Medián času podání antibiotik byl u zlomenin bez infekce 3:05 hodin, u zlomenin s infekcí 2:37 hodin, nebyl tedy pozorován vztah mezi časem podání antibiotik a následným vznikem infekce. Toto zjištění nicméně není překvapující, jelikož prakticky u všech zlomenin byla administrace antibiotik v oknu 3–4 hodin. Byla rozpoznána asociace mezi zvyšujícím se Gustilo stupněm a vznikem infekcí, s 1% rizikem infekce u Gustilo I po 16% riziko u Gustilo IIIB. (Weber et al., 2014, s. 613–619)

V roce 2016 byla publikována studie obsahující metaanalýzu a systematický přehled dohledaných studií, zabývající se hodnocením šestihodinového okna při ošetření otevřené zlomeniny tibie. Cílem bylo zjistit vliv opožděného provedení debridementu na incidenci infekce a na osteosyntézu. Celkem bylo nalezeno 5849 článků, ze kterých bylo na základě názvu prohlédnuto 35 abstraktů. To vedlo k vyjmutí 18 článků, zbytek článků byl podroben zhodnocení celého textu a výsledkem bylo 7 nalezených studií, 5 retrospektivních a 2 prospektivní. Celkem tak bylo do metaanalýzy zahrnuto 610 pacientů. Výskyt infekce u pacientů debridovaných v okně 6 hodin se pohyboval od 7,7 % do 8,9 %, u pacientů v druhé opožděné skupině byla incidence mezi 1 % až 18,5 %. Čtyři studie pojednávaly i o nedokonalém srůstu kostí. Na vzorku 245 pacientů, v dřívější skupině, prodělalo špatný srůst 13,2–18,5 %. U opožděné skupiny se výskyt špatného srůstu pohyboval mezi 0–32,6 %. Ani metaanalýza nepoukázala na významný nárůst počtu infekcí v pozdní skupině, popřípadě na zvýšený počet komplikací kostního hojení. Tato studie, na základě svých výsledků, nepodporuje dogma nutného debridementu v prvních šesti hodinách. Nebyl prokázán žádný statisticky významný zvýšený výskyt infekcí, ani špatné osteosyntézy, po překlenutí doby šesti hodin. (2016, Prondromidis et al., s. 397–401)

V roce 2012 byla publikována metaanalýza k systematickému zpracování dohledaných studií s cílem posoudit vliv času do provedení debridementu na vznik infekcí u otevřených zlomenin dlouhých kostí. Z celkového počtu 885 dohledaných článků jich 16 splňovalo vstupní kritéria a bylo zařazeno do studie. Jednalo se jak o

randomizované kontrolní studie, tak i retrospektivní a prospektivní kohortové studie zkoumající vztah načasování debridementu a vznik infekcí. Celkem tak bylo do metaanalýzy zahrnuto 3539 zlomenin. Časová hranice, podle které se posuzovalo včasné a pozdní provedení debridementu, byla u devíti studií šest hodin, u dvou studií pět hodin, u dvou studií osm hodin, u jedné studie dvanáct hodin a u dvou nebyla hranice specifikována. U třech studií z 16 nebyla jasně zaznamenána administrace antibiotik. 14 studií adekvátně popisovalo včasný a pozdní debridement. Z konečného celkového počtu 3217 fraktur byla incidence infekcí 396. Studie byly analyzovány s přihlédnutím k různé časové hranici pro včasný a pozdní debridement (rozsah 5–12 hodin) a nebyl shledán vyšší výskyt infekcí u pozdně provedených debridementů. Pět studií evaluovalo vliv opožděného debridementu na infekce ve vztahu ke klasifikaci Gustilo. Pro zlomeniny Gustilo I a II (310 zlomenin) byl výskyt infekcí u skupiny s včasným debridementem 12 % a s pozdním debridementem 5 %. Pro zlomeniny typu Gustilo III byl u první skupiny výskyt 15 % a u druhé skupiny s pozdním debridementem 11 %. Ve vztahu k jednotlivým typům zlomenin nebyl ani u jednoho zjištěn vyšší výskyt infekcí při pozdním provedení debridementu. (Schenker et al., 2012, s. 1057–1064)

PODÁNÍ ANTIBIOTIK

Co se týče ortopedických poranění, mají největší infekčnost právě otevřené zlomeniny, s tím, že čím závažnější je zlomenina (Gustilo III), tím pravděpodobnější je možnost infekce. Doposud bylo uváděno, že náchylnost na infekci ovlivňuje několik faktorů, které závisí na čase – ať již zmíněný čas provedení debridementu, tak i čas zahájení antibiotické profylaktické léčby. Do dnešní doby bylo provedeno jen velmi málo studií. Zabývajících se ovlivněním rizika infekce načasováním podání ATB. Jednou z nich je retrospektivní kohortová studie vedená Williamem D. Lackem, zkoumající právě vztah mezi podáním ATB a výskytem infekcí u otevřených zlomenin tibie typu Gustilo III. Studie prováděná na traumacentru prvního stupně zahrnovala 137 pacientů, kteří splňovali vstupní kritéria. Měřený faktor byla přítomnost hluboké infekce do 90 dnů. Kromě tohoto kritéria byl sledován vztah i s dalšími faktory (věk, kouření, diabetes, ISS, čas do provedení debridementu a čas konečného krytí rány). Věk, kouření, diabetes ani ISS neměly podle této studie vliv na výskyt infekce. 125 ze 132 pacientů bylo ošetřeno do 24 hodin (94,7 %), do 16 hodin 70,5 %. Načasování debridementu taktéž nebylo shledáno jako ovlivňující faktor. Včasné konečné krytí rány ovlivňovalo výskyt infekce. Administrace antibiotik byla zahájena do tří hodin od

vzniku zranění u 130 pacientů (94,9 %), cefalozin byl podán u 93,4 %, dále byl použit clyndamicin nebo vancomycin. Hluboká infekce se objevila u 24 pacientů (17,5 %). Byla zjištěna značně nízká incidence infekce u pacientů, kteří obdrželi antibiotika do 60 minut od vzniku zranění – tři ze 44 těchto pacientů prodělali infekci (6,8 %). V okně 60–90 minut byla incidence 9 z 50 (18 %). U podání ATB po 90 minutách byl výskyt infekce 12 ze 43 (27,9 %). Tyto výsledky jasně ukazují, že incidence infekce stoupá s prodlužujícím se časem zahájení profilakční léčby antibiotiky od vzniku zranění. (Lack et al., 2015, s. 1–6)

Observační studie Prehospital antibiotic prophylaxis for open fractures: practicality and safety zjišťovala proveditelnost a bezpečnost podání antibiotické profilační léčby v přednemocniční péči zdravotnickými záchranáři v Severní Karolíně. Byly upraveny protokoly léčby otevřených zlomenin a všichni záchranáři byli proškoleni v intravenózní aplikaci cefazolinu. Byly sledovány tyto parametry: úspěšné podání ATB v přednemocniční péči, věk, pohlaví, úspěšnost diagnostiky otevřených zlomenin, triage pacienta, čas strávený na místě a čas do příjezdu do nemocnice. Úspěšnost diagnostiky otevřených zlomenin byla 70 % z celkových 70 pacientů. Zbýlých 30 % mělo traumatické poranění měkkých tkání bez poranění skeletu. Ze 70 pacientů jich 8 trpělo alergií na penicilin. Z celkem 62 pacientů, kteří byli shledáni záchranáři jako indikovaní k podání ATB, obdrželo antibiotika v přednemocniční době 32 (51,6 %). Celkový čas přednemocniční fáze (čas na místě plus čas transportu) souvisel s podáním ATB. U celkového času pod 30 minut, 7 z 24 pacientů obdrželo cefalozin, pokud byl čas delší než 30 minut, 25 z 38 pacientů obdrželo cefalozin. To je dáno zejména delšími transportními časy, kdy podání ATB je pro pacienta velmi přínosné. Výsledky této studie ukazují, že administrace antibiotik v přednemocniční fázi je proveditelná a bezpečná metoda k minimalizaci času od vzniku zranění po podání ATB. (Lack et al., s. 2018, 1–5)

Stále kontroverzní otázkou zůstává doba trvání léčby antibiotiky. V řadě doporučení je uvedena horní hranice trvání 72 hodin. Tuto hranici a vztah doby trvání na komplikace v léčbě otevřených zlomenin zkoumala metaanalýza s názvem Duration of administration of antibiotic agents for open fractures. Z původních 847 studií zůstalo po screeningu nadpisů a následně abstraktů a plných textů 32 studií, které byly použity při metaanalýze. Jednalo se o retrospektivní či prospektivní kohortové studie a o randomizované kontrolní studie. Nebyly zahrnuty studie pojednávající o dětských pacientech, otevřených zlomeninách ruky, chodidel a

obličej, experimentální studie, studie na zvířatech a studie se vzorkem pacientů menším než 20. Komparativní a observační studie byly posuzovány zvlášť. Co se týče výskytu infekce, u komparativních studií nebyly zaznamenány statisticky významné rozdíly ve skupinách s délkou léčby pod nebo nad hranicí 72 hodin. Obdobné to bylo u observačních studií, kterých bylo celkem 26. Ve skupinách nad hranicí 72 hodin se pohyboval výskyt infekce od 0 do 20 %, medián byl 6,4 %. U skupin pod hranicí 72 hodin byl výskyt infekce mezi 2 a 20 % a medián byl 10 %. Ani zde tedy není významný, vypovídající rozdíl. Výsledky byly dále analyzovány z pohledu jednotlivých stupňů klasifikace, ani u jednoho stupně nebyl shledán rozdíl v incidenci infekce u skupin pod nebo nad 72 hodin. Dále byly porovnány dva režimy podání ATB, krátký režim znamenal délku aplikace ATB kratší než 48 hodin, delší režim znamenal tuto délku více než 72 hodin. U skupiny pacientů krátkého režimu nebyl pozorován vyšší výskyt infekcí než u delšího režimu a naopak. Závěr této studie je na základě výsledků takový, že prodloužená délka aplikace antibiotik nepřináší žádný benefit ve vztahu k výskytu septických léčebných komplikací u otevřených zlomenin. (Messner et al., 2017, s. 1–13)

Další aspekt podávání antibiotické profylaktické léčby, efekty nižší dávky, než je doporučeno, zkoumala studie Catherine R. Orlinger. Měla za cíl zmapovat výskyt a důsledky nedostatečného dávkování profilakčních antibiotik, jejichž dávka závisí na váze pacienta. Jednalo se o retrospektivní kohortovou studii, odehrávající se na traumacentrech prvního stupně ve státě Memphis (USA). Limity dávek byly stanoveny následovně: 1 g cefalozinu pro pacienty do 80 kg, 2 g dávky pro pacienty v rozmezí 80–120 kg a 3 g cefazolinu pro pacienty těžší než 120 kg. Vstupní kritéria splnilo 63 pacientů a podstoupilo profylaxní léčbu cefazolinem, 21 z nich (33 %) obdrželo nízkou dávku. Z celkového počtu pacientů prodělalo hlubokou infekci 20, 45 % těchto pacientů se nacházelo ve skupině s nízkou dávkou. Z pacientů, kteří neprodělali infekci, obdrželo nízkou dávku 28 %. Ze sedmi pacientů, kteří prodělali infekci gram pozitivní, non-MRSA infekcí, bylo 5 pod doporučenou dávkou. Z výsledků studie lze konstatovat, že aplikace nižších než doporučených dávek při profylaxní léčbě antibiotiky u otevřených zlomenin typu Gustillo III je běžná. Správné dávkování cefazolinu snížilo riziko následné infekce způsobené cefazolin senzitivními mikroorganismy. Většina infekcí ovšem byla způsobena organismy necitlivými na cefazolin. (Orlenger et al., 2018, s. 1–6)

KRYTÍ RÁNY

Otevřené zlomeniny je nutné po záchovné operaci a správné fixaci sterilně krýt. Metody krytí otevřených zlomenin jsou diskutované téma, na porovnání účinností dostupných dočasných metod krytí vzniklo již několik studií.

Studie Využití podtlakové terapie rány při léčbě otevřených zlomenin III. stupně na traumatologickém centru FN Ostrava byla publikována pod vedením Jany Pometlové v roce 2014. Retrospektivně zkoumali pacienty operované pro otevřenou zlomeninu III. stupně. Hodnotící kritérium byla nutná sekundární amputace z důvodu infekce. Celkem byl do studie zařazen počet 94 otevřených zlomenin. Pacienti byli rozděleni do dvou skupin, první skupina byla léčena vlhkým hojením (70 zlomenin), druhá skupina podtlakovou terapií (24 zlomenin). U obou skupin byly podobné demografické údaje, stejně tak medián MESS činil u obou skupin 7. Nejčastějšími příčinami úrazu bylo rozdrčení padajícím předmětem, pád z výše, vtažení do stroje a dopravní nehoda. Nejčastější byly otevřené zlomeniny bérce a předloktí. Co se týče výskytu infekcí, u skupiny s podtlakovou terapií nebyl zaznamenán ani jeden případ nutné amputace z důvodu infekce. U skupiny s vlhkou terapií těchto případů bylo 6 (9 %). Tento výsledek ovšem není statisticky významný. Studie shledává dočasnou podtlakovou terapii jako jednu z možností při léčbě otevřených zlomenin. (Pometlová et al., 2014, s. 9–14)

Další studie, která vznikla na Klinice úrazové chirurgie Fakultní nemocnice Brno, pojednávala taktéž o podtlakové terapii. Konkrétně si dala za cíl zkoumat primární použití podtlakové terapie u léčby otevřených zlomenin III. stupně a její vztah k výskytu infekcí. Tato retrospektivní studie obsahovala 77 pacientů, přičemž inkluzními kritérii jich prošlo 39 (41 zlomenin). V testovací skupině se nacházeli pacienti s podtlakovou terapií, kterou podstupovali v prvních dnech po záchovné operaci. Tuto skupinu tvořilo 20 pacientů s 21 otevřenými zlomeninami. Podtlakového krytí bylo dosaženo pomocí originální polyuretanové pěny, foliového krytí, odvodného terče a podtlakového přístroje, podtlak byl intermitentní 125/20 mm Hg v poměru 5/2 min. V kontrolní skupině se nacházelo 19 pacientů s 20 otevřenými zlomeninami, terapie a provedení záchovné operace byly stejné jako u testovací skupiny, ale pro dočasné krytí bylo použito metody proplachové laváže s odvodným drénem. Proplach se prováděl za použití Ringerova roztoku 1500 ml / 24 hod. Jako infekční komplikace se považovaly lokální a celkové známky infekce (včetně elevace C-reaktivního proteinu v krvi). Bakteriologický stěr, který se odebíral v den úrazu, byl pozitivní u testovací skupiny u

10 pacientů (46 %), u kontrolní skupiny to bylo 9 pacientů (45 %). Infekční komplikace byly v kontrolní skupině zaznamenány u 11 případů (55 %), ve skupině testovací s podtlakovou terapií to byly 4 případy (19,1 %). Tento rozdíl je markantní. Na základě výsledků studie lze konstatovat, že užití podtlakové terapie zkrátí dobu, kdy je rána kontaminovaná, a sníží riziko následné infekční komplikace či její recidivy. (2016, Krtička et. al., s. 117–122)

Studie, která vyvrací výsledky předešlých prací, vznikla v roce 2019 v Anglii. Randomizovaná kontrolní klinická studie s názvem Negative pressure dressings are no better than standard dressings for open fractures sbírala materiály z 24 velkých traumacenter ve Velké Británii. Výstupní měřítko byl Disability Rating Index (DRI) po roce od prodělání úrazu. Porovnávaly se dvě skupiny. První, s podtlakovou terapií, obsahovala záznamy 226 pacientů. Druhá, se standardním krytím, obsahovala 234 pacientů. Průměrné DRI skóre ve 12 měsících bylo 45,5 v první skupině, v druhé skupině bylo toto skóre 42,4. Tento výsledek je statisticky nevýznamný. Hluboká infekce do 30 dnů se v první skupině objevila u 16 pacientů (7,1 %), ve skupině druhé u 19 pacientů (8,1 %) – ani tento výsledek nelze považovat na statisticky významný. Zhojení rány do šesti týdnů bylo dosaženo v první skupině u 52 % a ve druhé skupině u 51,7 %. Výsledky této studie nepotvrdily výhody podtlakové terapie a nepodporují návratnost jejích zvýšených nákladů oproti klasickému krytí. (Cook et al., 2019, s. 1–3)

Metoda odloženého uzavření rány byla v minulosti považována za velmi praktickou, jelikož dovoľovala postupné provedení několika debridementů, což bylo uváděno jako prevence možné infekce. V současné době je již několik studií, které považují primární uzavření rány u pacientů s typickým druhem otevřené zlomeniny jako efektivnější.

Načasováním uzavření rány se zabývala studie Angely V. Scharfenberger. Konkrétně studovala množství pacientů, kteří prodělali infekci po primárním uzavření rány, a porovnávala je s pacienty, kteří byli léčeni metodou opožděného uzavření rány. Jednalo se o kohortovou prospektivní studii odehrávající se v Kanadě a primární uzávěr rány byl použit u zlomenin typu Gustilo IIIA a nižších. Typy IIIB a IIIC nebyly do studie zařazeny. Celkem bylo zařazeno a vstupními kritérii prošlo 83 pacientů s 84 otevřenými zlomeninami dlouhých kostí. Všem byla provedena záchovná operace s debridementem, fixací zlomeniny dle indikace ošetřujícím chirurgem a laváží s následným primárním uzavřením. Byl sledován výskyt hluboké infekce s nutným

chirurgickým zákrokem a antibiotickou léčbou. Demograficky se skupiny pacientů nijak významně nelišily, nejčastěji byla příčina úrazu dopravní nehoda nebo pád. Otevřené zlomeniny horních končetin tvořily 45 %, tibie 43 % a femuru 12 %. Gustillo I a II měly obě podíl 42 %, 16 % tvořily zlomeniny IIIA. Skupina s primárním uzavřením rány měla výskyt infekce 4 % (3 zlomeniny), což je poměrně méně, než skupina s oddáleným uzavřením – 9 % (6 zlomenin). Poruchy hojení zlomeniny se vyskytly u primární skupiny ve 13 %, u oddálené skupiny to bylo 29 %. Primární uzavření rány u otevřených zlomenin se tak jeví jako výhodná metoda ke snížení rizika hluboké infekce a špatného srůstu. (Scharfenberger et al., 2017, s. 121–126)

To, zda čas do provedení krytí lalokem u otevřených zlomenin tibie je nezávislý faktor predikce komplikací souvisejících právě s lalokem, se snažila zjistit retrospektivní studie z roku 2014 realizovaná univerzitou v Marylandu (USA). Pacienti, kterých bylo celkem 69, byli z tamního traumacentra prvního stupně. Bylo provedeno celkem 74 lalokových krytí, rotačních (40) nebo volných (34). Hlavním výstupním měřítkem byla komplikace vztahující se k laloku – infekce, nekróza a trombóza. Efekt načasování krytí se jeví jako statisticky významný. Pravděpodobnost komplikací se zvýšila od hranice sedmi dnů po operaci s každým dnem o 13 %. Z laloků umístěných do sedmi dnů 38 % pacientů prodělalo pooperativní komplikaci, ze skupiny laloků po sedmi dnech prodělalo komplikaci 55 %. Riziko infekce vzrostlo u pozdních krytí o 16 % každý den. Krytí pomocí laloků bylo u 52 zlomenin provedeno do sedmi dnů, u 22 zlomenin bylo krytí provedeno mezi 8 a 32 dny. Důvody pozdního krytí nebylo možné vypátrat. Obě skupiny byly demograficky srovnatelné, rozdíl v ISS byl statisticky nevýznamný. Výsledky ukazují, že delší čas do provedení krytu lalokem, zejména jeho provedení později než 7 dnů po operaci, signifikantně zvyšuje riziko komplikací. (D'Alleyrnad et al., 2014, s. 288–293)

2.3 Význam a limitace dohledaných poznatků

Různé výsledky a nízká validita některých studií v jednotlivých podtématech podporují úvodní tezi o problémovosti a komplikovanosti otevřených zlomenin. Z pohledu přednemocniční péče výsledky jasně ukazují, že zastavení masivního krvácení a zamezení vzniku (či případného prohloubení) hypovolemického šoku je největší prioritou a život zachraňujícím výkonem. Jako nejlepší možný způsob se jeví použití turniketu. Nicméně studie zkoumající krvácení pouze u otevřených zlomenin chybí a k co nejvalidnějšímu výsledku je potřeba tuto oblast lépe prostudovat. Stejně tak byl zjištěn nedostatečný výzkum v oblasti analgezie u otevřených zlomenin v přednemocniční fázi. Existující studie dohledané k tomuto tématu mají nízkou validitu a malý vzorek. Problematika užití trakčních dlah při fixaci otevřených zlomenin je velmi projednávané téma a vzniklo mnoho studií zkoumajících hned několik aspektů této metody. Některé studie podporují jisté výhody použití trakčních dlah. Naproti tomu jiné studie ukazují nízkou oblibu použití těchto dlah, ovšem nezkoumají důvody tohoto zjištění.

Výsledky účinnosti skórovacích systémů ukazují na jejich zrádnost, odrazují od paušalizace a zdůrazňují individuální posouzení každé otevřené zlomeniny zkušeným personálem. Problematika debridementu s laváží, se všemi aspekty s nimi souvisejícími, je rozsáhlá. Čas od zranění do provedení debridementu se v některých studiích ukázal jako faktor ovlivňující vznik infekcí, ovšem jiné studie tuto tezi nepodporovaly. Také v této oblasti je potřeba dalšího zkoumání. Jednotlivé aspekty podání antibiotik byly zkoumány pečlivě a vzniklo na toto téma mnoho studií. Je prokázáno, že čím dříve se zahájí profilaxní antibiotická léčba, tím menší je riziko infekce. V posledních letech je hojně užívána metoda dočasné podtlakové terapie, aplikovaná po záchovné operaci až do finálního krytí rány. Ovšem ne všechny dohledané studie potvrdily výhody tohoto typu terapie v porovnání s klasickým vlhkým krytím. Studie, které ukazují na výhody podtlakové terapie, mají malou validitu a vzorek.

Pro zefektivnění a ulehčení léčby otevřených zlomenin zdravotnickým záchranářům, ať už v záchranné službě nebo v nemocničním prostředí, by bylo na místě realizovat hned několik dalších studií s velkým vzorkem, které by zkoumaly jednotlivé aspekty této problematiky.

Závěr

Pro tvorbu přehledové závěrečné práce jsem si zvolil téma ošetření otevřených zlomenin. Otevřené zlomeniny jsou komplexní zranění skrývající možné komplikace. Některé mohou pacienta ohrozit na životě během několika málo minut, jiné v horizontu několika týdnů. Zároveň mohou trvalé následky omezit pacienta i do konce života. Sám jsem se na praxích již několikrát setkal s otevřenými zlomeninami a přesvědčil jsem se o jejich závažnosti. Jelikož jako zdravotnický záchranář budu mít oprávnění pracovat jak na záchranné službě, tak i na jednotkách intenzivní péče, zajímaly mne metody ošetření jak v přednemocniční fázi, tak i v časně nemocniční fázi léčby. Patřičnou pozornost jsem věnoval i úkonům, které sice indikuje lékař, ovšem nelékařský personál je buď přímo vykonává, nebo při nich asistuje. Jsem přesvědčen, že i u těchto výkonů je pro jejich úspěšné zvládnutí naprosto nezbytný stoprocentně erudovaný nelékařský personál, který zná úskalí a možné komplikace daného výkonu a dokáže je rozeznat a reagovat na ně. Dle mého názoru není otevřeným zlomeninám odbornou veřejností věnována taková pozornost, jakou si bezesporu, pro svou povahu, zaslouží. Ošetření otevřených zlomenin se skládá z mnoha dílčích kroků. Některé metody, použité při těchto krocích, jsou ovšem jen z části prozkoumány, některé vůbec. Personál záchranné služby a ošetřovatelský personál se tedy nemůžou při rozhodování o léčbě opřít o dostatečně validní poznatky.

Cíle vytyčené v této práci byly dosaženy, hlavní cíl práce byl splněn. Výsledky studie by mohly být nápomocny při edukaci zdravotnických záchranářů a ucelení jejich náhledu na tato komplikované poranění. Dohledané sumarizované poznatky by mohly být publikovány v některých ošetřovatelských periodikách či periodikách urgentní medicíny.

Referenční seznam

KRAGH, F. John, et al. 2009. Survival With Emergency Tourniquet Use to Stop Bleeding in Major Limb Trauma. *Annals of surgery* [online]. 249(1), 1 – 5. [cit. 2.6.2020]. ISSN: 0003-4932/09/24901-000. dostupné z doi: 10.1097/SLA.0b013e31818842ba

ASHKENAZI, Itmar et al. 2018. Hemodynamic consequences of extremity injuries following a terrorist bombing attack: retrospective cohort study. *European Journal of Trauma and Emergency Surgery* [online]. 1 – 6. [cit. 2.6.2020]. dostupné z doi: <https://doi.org/10.1007/s00068-018-1017-5>

KRAGH, F. John, et al. 2011. Battle casualty survival with emergency tourniquet use to stop bleeding. *The Journal of Emergency Medicine* [online]. 41 (6), 590 – 597. [cit. 2.6.2020]. dostupné z doi: 10.1016/j.jemermed.2009.07.022

LEE, C., PORTER K. M. 2015. Prehospital management of lower limb fractures. *Emergency Medicine Journal* [online]. 22 (1), 660 - 663. [cit. 2.6.2020]. dostupné z doi: 10.1136/emj.2005.024489

GALINSKI, Michel et al. 2018. Procedural Sedation and Analgesia in Trauma Patients in an Out-of-Hospital Emergency Setting: A Prospective Multicenter Observational Study. *Prehospital Emergency Care* [online]. 1 - 9. [cit. 2.6.2020]. ISSN: 1090-3127. dostupné z doi: 10.1080/10903127.2017.1413464

RUNCIE Harriet, et al. 2015. Femoral traction splints in mountain rescue prehospital care: To use or not to use? That is the question. *Wilderness and enviromental medicine* [online]. 26, 305 - 311. [cit. 2.6.2020]. dostupné z doi: 10.1016/j.wem.2015.01.006

SCHMAL, Hagen et al. 2011. Flexible Fixation and Fracture Healing: Do Locked Plating 'Internal Fixators' Resemble External Fixators?. *Journal of Orthopaedic Trauma* [online]. č. 25. [cit. 2.6.2020]. dostupné z doi: 10.1097/BOT.0b013e31820711d3

MADE, B. Karna. 2016. Retrospective study on predictive scoring system for amputation in open fracture of tibia type III. *International Journal of Research in Medical Sciences* [online]. 4(8), 3521 - 3524. [cit. 2.6.2020]. dostupné z doi: 10.18203/2320-6012.ijrms20162323

PRICHAYUDH, Supparerk et al. 2009. Management of Upper Extremity Vascular Injury: Outcome Related to the Mangled Extremity Severity Score. World journal of surgery [online]. 33, 857 - 863. [cit. 2.6.2020]. dostupné z doi: 10.1007/s00268-008-9902-4

SHEEAN, J. Andrew et al. 2014. Evaluation of the Mangled Extremity Severity Score in Combat-Related Type III Open Tibia Fracture. J Orthop Trauma [online]. 28(9), 523 - 527. [cit. 2.6.2020]. ISSN: 0890-5339. dostupné z doi: 10.1097/BOT.0000000000000054

DIWAN, Amna et al. 2018. The principles and practise of open fracture care. Chinese Journal of Traumatology [online]. č. 21, 187 - 192. [cit. 2.6.2020]. dostupné z doi: 10.1016/j.cjtee.2018.01.002

BHANDARI, M et al. 2015. A trial wound irrigation in the initial management of open fracture wounds. N England J Med [online]. 373, 2629 - 2641. [cit. 2.6.2020]. dostupné z doi: 10.1056/NEJMoa1508502

RICCI, William et al. 2013. A Comparison of More and Less Aggressive Bone Debridement Protocols for the Treatment of Open Supracondylar Femur Fractures. Journal of Orthopaedic Trauma [online]. 27(12), 722 - 725. [cit. 2.6.2020]. ISSN: 0890-5339. dostupné z doi: 10.1097/BOT.0b013e31829e7079.

NAMDARI, Surena et al. 2011. Delay in Surgical Debridement of Open Tibia Fractures: An Analysis of National Practice Trends. Journal of Orthopaedic Trauma [online]. 25(3), 140 - 144. [cit. 2.6.2020]. dostupné z www.jorthotrauma.com

MALHOTRA, Ajai. 2014. Open extremity fractures: Impact of delay in operative debridement and irrigation. Journal of Trauma Acute Care [online]. 76(5), 1201 - 1207. [cit. 2.6.2020]. dostupné z doi: 10.1097/TA.0000000000000205

HULL, P. D. et al. 2014. Delayed debridement of severe open fractures is associated with a higher rate of deep infection. The bone and joint journal [online]. 96-B(3), 379 – 384. [cit. 2.6.2020]. dostupné z doi: 10.1302/0301-620X.96B3

POLLAK, Andrew et al. 2010. The Relationship Between Time to Surgical Debridement and Incidence of Infection After Open High-Energy Lower Extremity Trauma. The Journal of Bone and Joint Surgery [online]. č. 92, 7 - 15. [cit. 2.6.2020]. dostupné z doi: 10.2106/JBJS.H.00984

WEBER, Donald et al. 2014. Time to Initial Operative Treatment Following Open Fracture Does Not Impact Development of Deep Infection: A Prospective Cohort Study of 736 Subjects. *Journal of Orthopaedic Trauma* [online]. 28(11), 613 - 619 . [cit. 2.6.2020]. dostupné z doi: 10.1097/BOT.0000000000000197

PRODROMIDIS, Apostolos et al. 2016. The 6-Hour Rule for Surgical Debridement of Open Tibial Fractures: A Systematic Review and Meta-Analysis of Infection and Nonunion Rates. *Journal of Orthopaedic Trauma* [online]. 30(7), 397 - 402 . [cit. 2.6.2020]. [online]. - . [cit. 2.6.2020]. dostupné z: ISSN: 0890-5339

SHENKER, Mara et al. 2012. Does Timing to Operative Debridement Affect Infectious Complications in Open Long-Bone Fractures?. *The Journal of Bone and Joint Surgery* [online]. 94, 1057 - 1064 . [cit. 2.6.2020]. dostupné z doi: 10.2106/JBJS.K.00582

LACK, William et al. 2015. Type III Open Tibia Fractures: Immediate Antibiotic Prophylaxis Minimizes Infection. *Journal of Orthopaedic Trauma* [online]. 29(1), 1 - 6. [cit. 2.6.2020]. dostupné z doi: 10.1097/BOT.0000000000000262

LACK, William et al. 2018. Prehospital Antibiotic Prophylaxis for Open Fractures: Practicality and Safety. *Prehospital Emergency Care* [online]. 23(3), 385 - 388. [cit. 2.6.2020]. ISSN: 1090-3127 dostupné z doi: 10.1080/10903127.2018.1514089

MESSNER, Jergen et al. 2017. Duration of Administration of Antibiotic Agents for Open Fractures: Meta-Analysis of the Existing Evidence. *Surgical Infections* [online]. 18(8), 1 - 14 . [cit. 2.6.2020]. dostupné z doi: 10.1089/sur.2017.108

OLINGER, Catherin et al. 2018. The Effect of Under-dosing Prophylactic Antibiotics in the Care of Open Tibial Fractures. *Journal of Orthopaedic Trauma* [online]. 1 - 12. [cit. 2.6.2020]. dostupné z doi: 10.1097/BOT.0000000000001171

POMETLOVÁ, Jana et al. 2014. Využití podtlakové terapie rány při léčbě otevřených zlomenin III. stupně na traumatologickém centru FN Ostrava. *Úrazová chirurgie* [online]. 22(1), 9 - 14. [cit. 2.6.2020]. ISSN: 1211-7080, dostupné z: <http://www.medvik.cz/link/bmc14071274>

SCHARFENBERGER, Angela et al. 2017. Primary Wound Closure After Open Fracture: A Prospective Cohort Study Examining Nonunion and Deep Infection.

Journal of Orthopaedic Trauma [online]. 31(3), 121 - 126. [cit. 2.6.2020]. dostupné z doi: 10.1097/BOT.0000000000000751

D'ALLEYRAND, J. et al. 2014. Is time to flap coverage of open tibial fractures an independent predictor of flap-related complications?. Journal of Orthopaedic Trauma [online]. 28(5) 288 - 293. [cit. 2.6.2020]. dostupné z doi: 10.1097/BOT.0000000000000001

COOK, Rob et al. 2019. Negative pressure dressings are no better than standard dressings for open fractures. The BMJ [online]. 364, 2280 - 2288. [cit. 2.6.2020]. dostupné z doi: 10.1136/bmj.k4411

NACKENSON, Joshua et al. 2017. A Descriptive Analysis of Traction Splint Utilization and IV Analgesia by Emergency Medical Services. Prehospital and Disaster Medicine [online]. 32(6), 631 - 635. [cit. 2.6.2020]. dostupné z doi: 10.1017/S1049023X17006859

WONG, Tak Man et al. 2014. Masquelet Technique for Treatment of Posttraumatic Bone Defects. The Scientific World Journal [online]. [cit. 2.6.2020]. dostupné z doi: 10.1155/2014/710302, <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3933034/>

COURT-BROWN, Charles. 2011. The epidemiology of open fractures in adults. A 15-year review. The Injury [online]. 43(6), 891 - 897. [cit. 2.6.2020]. dostupné z doi: 10.1016/j.injury.2011.12.007

Seznam zkratek

ATB	Antibiotika
USA	Spojené státy americké
MRSA	methicilin rezistentní <i>Staphylococcus aureus</i>
MESS	Mangled extremity severity score
MESS	Mangled extremity severity syndrome
PSI	Predictive salvage index
HFS	Hanover fracture scale
LSI	Limb salvage index
NISSSA	Nerve injury, ischemia, soft tissue injury, skeletal injury, shock, age