

Primární aplikace podtlakové terapie u otevřených zlomenin III. stupně a její vliv na vznik infekčních komplikací

Effect of Negative Pressure Wound Therapy on Infectious Complications in Grade III Open Fractures

M. KRTIČKA¹, D. IRA¹, V. NEKUDA¹, J. ŠVANCARA², M. MAŠEK¹

¹ Klinika úrazové chirurgie Fakultní nemocnice Brno a LF Masarykovy univerzity Brno

² Institut biostatistiky a analýz Lékařské fakulty a Přírodovědecké fakulty Masarykovy univerzity Brno

ABSTRACT

PURPOSE OF THE STUDY

Grade III open fractures are associated with infectious complications in 25-66% of injuries. Negative pressure wound therapy (NPWT) applied to an injured soft tissue coverage provides an impermeable barrier between the injured structures and the external environment, in addition to early secretion draining and a positive effect on the site of application. All this also prevents secondary bacterial contamination.

The objective of the study was to compare the results of treatment methods in view of infectious complications in patients with soft tissue injury in grade-III open fractures managed either by NPWT and primary closure or by covering with combined dressing fabric (COM) in combination with continual wound lavage.

MATERIAL AND METHODS

This retrospective study comprised 77 patients with 80 grade III open fractures treated in the years 2008–2012; of these, 39 patients with 41 fractures met the inclusion criteria and were finally evaluated. The patients were divided into two groups. The control group included 19 patients with 20 fractures treated by the standard surgical procedure using stabilisation with an external fixator or intramedullary nail, thorough soft tissue debridement, continual wound lavage and suture of skin lesions or using a primary coverage of the defect with COM. The trial group consisted of 20 patients with 21 fractures treated according to the same principle, but NPWT was applied to injured soft tissue coverage first and skin suture or any other type of skin defect coverage was carried out when the healing process was good and bacteriological findings were negative. The results of both methods were evaluated based on the following criteria: development of superficial or deep infection in the wound, interval to negative bacteriological findings and osteomyelitis rate. The results were analysed by Fisher's exact test and the Man Whitney U test.

RESULTS

Infectious complications were recorded in a total of 15 (37%) fractures: 11 (55%) in the control group and four (19.1%) in the trial group ($p = 0.025$). Recurrent infection was observed in five control group fractures (25%) and in none of the trial group fractures ($p = 0.021$). Osteomyelitis was found only in two control group fractures. The average interval before negative bacteriological results were obtained was 22 days in the control group and 12 days in the trial group ($p = 0.001$).

DISCUSSION

The NPWT use as a temporary coverage of soft tissue defects in open fractures results in a significant reduction of infectious complications, as shown by many relevant studies including this study. In comparison with Gopal's "fix and flap" concept, the NPWT in our patient group had slightly higher incidence of infectious complications (15.4% versus 19.1%). However, these results can be achieved only if a specialist in reconstructive surgery and appropriate technical facilities are readily available. If this is not possible, then the NPWT, in comparison with conventional methods, provides the best possible way of temporary protection for an injured soft tissue coverage.

CONCLUSIONS

Application of NPWT within the primary treatment of injured soft tissue coverage in grade III open fractures results in a statistically significant reduction of bacterial contamination at the site of injury, as well as a reduction of the subsequent incidence of infectious complications. Primary application of NPWT also significantly reduced the risk of recurrent infection.

Key words: open fracture, negative pressure wound therapy, continual wound lavage, infection.

ÚVOD

Počátky využití podtlakové terapie (PT) v USA a západní Evropě spadají do 90. let 20. století. Jako první byla využita PT právě při ošetřování traumatických ran a ztrátových poranění. V průběhu let se indikace pro použití značně rozšířila (7, 19, 24). PT se řadí mezi neinvazivní metody aktivního uzávěru rány. Působením kontinuálního nebo přerušovaného podtlaku na ránu je odváděn infekční materiál mimo ránu a je stimulována tvorba nové granulační tkáně. Při uzavírání rány je uplatněna myšlenka tzv. „odložené sutury“ (1, 5). Tato myšlenka může být ideálně využita u otevřených zlomenin (OZ), zvláště pak těch III. stupně dle Gustilovy a Andersonovy klasifikace (9). Díky typicky vysokoenergetickému mechanismu úrazu, bývají OZ kontaminované, tedy jsou i potenciálně infikované. S narůstajícím stupněm OZ roste i míra poškození kůže a přilehlých měkkotkáňových struktur, jejich kontaminace a riziko následného infektu. Taktéž riziko vzniku infikovaného paklobu a následného rozvoje vzniku chronické osteomyelitidy je zvýšeno (4). Kromě primární infekce jsou OZ III. stupně rizikové pro vznik nozokomiální infekce, kdy může dojít ke kontaminaci otevřené rány v průběhu opakovaných převazů v nemocnici. Nejlepší způsob akutního ošetření poraněného měkkotkáňového krytu (MK) u OZ III. stupně je zakrytí defektu svalovým lalokem do 72 hodin od úrazu (8). Problém nastává v případech, že v tak krátké době není dostupný specialista k provedení lalokové plastiky. V tomto případě se PT díky uzavřenému systému, kontinuální derivaci ranného sekretu a vytvoření neprodyšné bariéry vůči zevnímu prostředí jeví jako optimální metoda dočasného krytí měkkotkáňového defektu a umožňuje oddálení definitivního řešení. (6, 8, 12).

Cíl: Porovnání výsledků léčby, zvláště pak výskytu infekčních komplikací, u pacientů s OZ III. stupně léčených primární aplikací PT a metodou provedení primární sutury se zavedenou proplachovou laváží (PL) či primárním krytím defektu polyuretanovým COM-em.

MATERIÁL A METODIKA

Retrospektivní studie 77 pacientů s 80 OZ III. stupně (obr. 1) léčených na Klinice úrazové chirurgie FN Brno v letech 2008–2012.

V námi sledovaném souboru pacientů byla stanovena následující inkluzní kritéria: terapie poranění MK do definitivního zakrytí musela být výhradně vedena buď aplikací PT, nebo prostou suturou se zavedenou PL či krytím kombinovanou obvazovou textilií, při kombinaci obou technik v průběhu léčby pak byli pacienti ze studie vyřazeni.

Inkluzní kritéria splnilo 42 pacientů s 44 OZ. Z daného souboru pak byli ještě vyřazeni 3 pacienti se 3 OZ, důvodem vyřazení byla časná amputace končetiny (do 48 hodin od úrazu) pro rozvoj rozsáhlé ischemické nekrózy z uzávěru cévního štěpu. K definitivnímu zhodnocení bylo zařazeno 39 pacientů s 41 OZ III. stupně, pacienti byli rozděleni do 2 skupin s rozdílným způsobem léčby poranění MK.

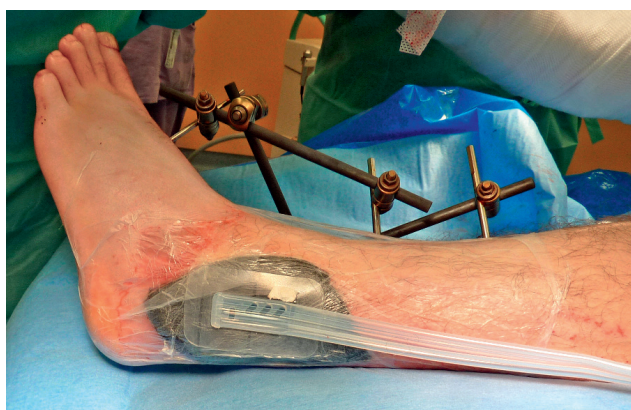


Obr. 1. Fotografie otevřené zlomeniny bérce typu IIIB s typickým znečištěním.

Do kontrolní skupiny (KS) byli zařazeni pacienti léčení konvenční metodou (19 pacientů s 20 OZ; $n = 20$). Terapeutický postup byl následující: chirurgické ošetření OZ vždy probíhalo na operačním sále. Již v době při přijetí do nemocnice byla každému pacientovi nasazena antibiotická terapie ve dvojkombinaci Oxacilin + Gentamicin a při makroskopickém znečištění rány pak doplněna o Metronidazol. Dávkování antibiotické terapie bylo standardně provedeno dle hmotnosti pacienta. Na operačním sále bylo postupováno dle následujícího schématu: výkon probíhal za aseptických kautel a nejprve byl proveden důkladný debridement poraněných měkkých tkání a zlomené kosti (chirurgické odstranění avitálních tkání, mechanických nečistot, očista měkkých tkání pomocí pulzní jet-lavage s Ringerovým roztokem). Následně byla provedena stabilizace fraktury. U zlomenin typu IIIB a IIIC byl primárně použit zevní fixátor, u typu IIIa bez makroskopického znečištění byla provedena hřebková osteosyntéza, nebo transfixace pomocí Kirschnerových drátů. V případě, že bylo možné provést suturu kožního krytu, pak byla v průběhu rány a podél zlomeniny zavedena PL, tvořená přívodním a odvodným drénem přes které byl prováděn kontinuální proplach izotonickým Ringerovým roztokem (*Ringerfundin® B. Braun*, Melsungen AG, Německo) v množství 1000–1500 ml za 24 hodin. V případě nemožnosti provést suturu poraněného MK pro jeho ztrátu či výraznou laceraci, pak byl defekt kryt kombinovanou obvazovou textilií COM 30 (VUP Medical, Česká republika). U pacientů s provedenou primární suturou bylo k revizi rány přistoupeno pouze v případě lokálních známek infektu, PL byla ponechána in situ minimálně 2 dny (2–5 dní). U pacientů ošetřených COM-em byly prováděny převazy kožního defektu na operačním sále v intervalu 48–72 hodin, při každém převazu byl odebrán bakteriologický stěr z poraněné kosti a z oblasti rány. K definitivnímu zakrytí defektu bylo vždy přistoupeno až při lokálně příznivém nálezu a negativním bakteriologickým stěru.

Do testované skupiny (TS) byli zařazeni pacienti s OZ III. stupně léčení primární aplikací podtlakové

terapie na poraněný MK (20 pacientů s 21 OZ; $n = 21$), terapeutický postup ošetření zlomeniny byl identický se skupinou 1, ale poraněný MK byl po důkladném debridementu kryt PT, defekt byl kompletně vyplněn originální polyuretanovou pěnou, zakryt folií a pomocí odvodného terče napojen na podtlakový přístroj (Vivano, Hartmann Rico, Česká republika; V.A.C., KCI, USA), (obr. 2). Nastavení podtlaku bylo v intermitentním režimu, kdy se střídal podtlak 125 mm Hg a 20 mm Hg v poměru 5 : 2 minutám. Plánované převazy probíhaly v následujícím režimu: první převaz za 2 dny od primární aplikace a další převazy následovaly s odstupem 2–4 dnů, při každém převazu byl odebrán bakteriologický stěr z poraněné kosti a z oblasti rány. Definitivní zakrytí defektu bylo provedeno ve chvíli, kdy lokální bakteriální stěr byl negativní a rána makroskopicky nejevila známky ischemie či infektu.



Obr. 2. Otevřená zlomenina III. stupně ošetřená zevním fixátorem, na poraněný měkkotkáňový kryt primárně aplikována podtlaková terapie.

Jako infekční komplikace byl vyhodnocen stav, kdy lokálně v místě rány byly přítomny zánětlivé změny – zarudnutí, otok, zkalená sekrece a zároveň byly i přítomny celkové známky infektu – zvýšená teplota, elevace C- reaktivního proteinu (CRP), pozitivní bakteriologický stěr (ten samotný nebyl brán jako infekční komplikace).

Jako povrchní infekt byly považovány lokální známky zánětu, které nezasahovaly pod svalovou fascii, což bylo u hlubokého infektu vyjádřeno. V případě vzniku IK byla nasazena antibiotická terapie dle vykultivovaného bakteriálního kmenu a jeho citlivosti k antibiotikům. Minimální doba sledování každého pacienta činila 6 měsíců (6–32 měsíců).

Výsledky léčby obou metod byly hodnoceny v následujících kritériích: časový interval do nálezů negativního bakteriálního stěru v místě poranění, výskyt a typ infektu, rozvoj osteomyelitidy, nehojení kosti v podobě vzniku pakloubu.

V rámci daných skupin byly spojitě proměnné popsány pomocí mediánu, minima a maxima, kategoriální proměnné pak pomocí absolutní a relativní četností. Získané hodnoty byly testovány pomocí Fischerova přesného testu a Mann Whitney U testu.

VÝSLEDKY

Kontrolní skupinu (KS) tvořilo 19 pacientů s 20 OZ III. stupně ($n = 20$), celkem 6 žen a 13 mužů, průměrný věk v KS byl 53 let (21–85 let). Testovanou skupinu (TS) tvořilo 20 pacientů s 21 OZ III. stupně ($n = 21$), průměrný věk v TS byl 49 let (19–73 let). Demografické údaje, včetně hodnoty Injury Severity Score (ISS) a rizikových faktorů shrnuje tabulka 1. Jednotlivé skupiny se v základních demografických údajích statisticky významně nelišily, pouze v TS bylo zastoupeno statisticky významně vyšší množství kuřáků.

Tab. 1. Demografické údaje

		Celkem (n=39)	Skupina		P
			KS (n=19)	TS (n=20)	
Pohlaví ¹	Žena	11 (28.2%)	6 (31.6%)	5 (25.0 %)	0.505
	Muž	28 (71.8%)	13 (68.4%)	15 (75.0%)	
Injury Severity Score (ISS) ²		17 (4–36)	22 (4–36)	14 (9–34)	0.274
Diabetes mellitus ¹		2 (5.1%)	0 (0.0%)	2 (10.0%)	0.488
Kuřák ¹		11 (28.2%)	2 (10.5%)	9 (45.0%)	0.032

¹ Kategoriální proměnné jsou popsány absolutní a relativní četností a rozdíl mezi sledovanými skupinami je testován pomocí Fisherova přesného testu.

² Spojitá proměnná ISS je popsána pomocí mediánu, minima a maxima v rámci dané skupiny. Rozdíl mezi sledovanými skupinami pacientů je testován pomocí Mannova-Whitneyova U testu. KS = kontrolní skupina, TS = testovaná skupina (aplikována PT).

V obou skupinách dominovala tupá poranění, z mechanismu úrazu se nejčastěji shodně v obou skupinách vyskytovaly autonehody, pády z výšky a sražení chodci, mezi jednotlivými skupinami v žádné veličině neexistoval statisticky významný rozdíl, výčet a zastoupení jednotlivých zranění uvádí tabulka 2.

Tab. 2. Zastoupení mechanismu úrazu ve sledovaném souboru

Mechanismus úrazu	Celkem ($n=39$)	Skupina		P
		KS ($n=19$)	TS ($n=20$)	
Autonehoda	12 (30.8%)	6 (31.6%)	6 (30.0%)	1.000
Sražení chodce	12 (30.8%)	5 (26.3%)	7 (35.0%)	0.277
Pád z výše	8 (20.5%)	5 (26.3%)	3 (15.0%)	0.697
Autonehoda	5 (12.8%)	2 (10.5%)	3 (15.0%)	0.987
Střelné poranění	2 (5.1%)	1 (5.3%)	1 (5.0%)	1.000

Kategoriální proměnné jsou popsány absolutní a relativní četností a rozdíl mezi sledovanými skupinami je testován pomocí Fisherova přesného testu. KS = kontrolní skupina, TS = testovaná skupina (aplikována PT).

Dominantně poraněnou část těla v obou skupinách představovala dolní končetina s nejčastěji zastoupenými zlomeninami diafýz tibie (43,9 %) a femuru (24,4 %), mezi jednotlivými skupinami nebyl nalezen statisticky významný rozdíl. Zastoupení podtypu otevřené fraktury III. stupně bylo následující: testovaná skupina – 13 zlomenin typu IIIa, 6 zlomenin typu IIIb, 3 zlomeniny typu IIIc, kontrolní skupina – 12 zlomenin typu IIIa,

Tab. 3. Zobrazení výskytu a typu otevřené zlomeniny

Mechanismus úrazu	Celkem (n=41)	Skupina		P
		KS (n=20)	TS (n=21)	
Tibie	20 (48.8%)	9 (45.0%)	11 (52.4%)	0.756
Femur	11 (26.8%)	6 (30.0%)	5 (23.8%)	0.484
Patní kost	2 (4.9%)	1 (5.0%)	1 (4.8%)	1.000
Hlezenní kloub	3 (7.3%)	1 (5.0%)	2 (9.4%)	1.000
Humerus	1 (2.4%)	0 (0.0%)	1 (4.8%)	1.000
Předloktí	4 (9.8%)	3 (15.0%)	1 (4.8%)	0.343
Typ OZ				
IIla	25 (60.9%)	12 (60.0%)	13 (61.9%)	1.000
IIlb	12 (29.3%)	6 (30.0%)	6 (28.6%)	
IIlc	4 (9.8%)	2 (10.0%)	2 (9.5%)	

Kategoriální proměnné jsou popsány absolutní a relativní četností a rozdíl mezi sledovanými skupinami je testován pomocí Fisherova přesného testu. KS = kontrolní skupina, TS = testovaná skupina (aplikována PT), OZ = otevřená zlomenina.

5 zlomenin typu IIlb, 2 zlomeniny typu IIlc. Statisticky významný rozdíl mezi skupinami nebyl prokázán, viz tabulka 3.

V kontrolní skupině byla u 12 pacientů (60 %) provedena primární sutura poraněného MK a zavedena PL, v 8 případech (40 %) byl kožní defekt kryt COM-em, a to až do doby definitivního uzávěru (dermoepidermální štěp, místní posun, laloková plastika), medián doby potřebný k uzávěru defektu u zlomenin typu IIIa byl 23,5 dne a u zlomenin typu IIlb+c byl 27 dní. U pacientů primárně krytých COM-em činil medián doby potřebné k získání negativního bakteriologického stěru 12 dní (19–70 dní). Ve skupině pacientů s PT bylo definitivní krytí kožního defektu (sutura, dermoepidermální štěp, místní posun, laloková plastika) provedeno v mediánu u zlomenin typu IIIa za 9 dní a u zlomenin typu IIlb+c za 16 dní. V daném výsledku se obě skupiny statisticky významně lišily ($p = 0,015$), podrobně viz tabulka 4.

Doba k získání negativního bakteriologického stěru, byla u testované skupiny v mediánu za 5,5 dne (4–19 dní), v této veličině byl rozdíl mezi oběma skupinami statisticky významný ($p = 0,001$). Bakteriologický stěr provedený všem pacientům v kontrolní skupině v den úrazu byl v 9 případech pozitivní (45 %), ve skupině s PT pak v 10 případech (46 %). Infekční komplikace vyžadující chirurgické ošetření a cíleně nasazenou antibiotickou terapii byly zaznamenány v kontrolní skupině v 11 případech (55 %) naopak ve skupině

léčené PT to bylo pouze u 4 pacientů (19,1 %), rozdíl byl statisticky významný ($p = 0,025$), rozdělení na povrchní a hluboký (subfasciálně zasahující) infekci uvádí tabulka 5. Zajímavý vztah byl mezi vstupním bakteriologickým stěrem (BS) a následným rozvojem IK, kdy v KS byl pozitivní BS v 45% případech ($n = 9$) a infekce vznikla u 55 % OZ ($n = 11$), v KS byl vstupní BS pozitivní v 46 % ($n = 9$) a následný infekce vznikl jen v 19,1 % případů ($n = 4$). Recidiva infekce po jeho úspěšné sanaci byla zaznamenána pouze v kontrolní skupině, a to v 5 případech (25 %), rozdíl byl opět statisticky významný ($p = 0,021$). Bakteriální kmeny vyvolávající rané infekce byly následující: *Enterobacter cloacae*, *Enterococcus faecalis*, *Escherichia coli*, *Meticilin rezistentní Staphylococcus aureus*, *Pseudomonas aeruginosa*. Rozvoj akutní osteomyelitidy byl pozorován pouze v kontrolní skupině, a to ve 2 případech (10 %), podrobně zpracování uvádí tabulka 5. Výskyt paklobů byl zaznamenán v obou skupinách celkem v 5 případech, v kontrolní skupině u 3 OZ typu IIlb (15 %) v lokalizaci femur, tibie, radius; ve skupině s PT u 2 OZ typu IIlc (9,5 %) v lokalizaci femur a tibie.

Tab. 4. Vyjádření časového úseku do provedení definitivního uzávěru poraněného měkkotkáňového krytu

	Způsob uzávěru					p
	Celkem (n=29)	KS (n=8)		TS (n=21)		
		IIla (n=2)	IIlb + IIlc (n=6)	IIla (n=13)	IIlb + IIlc (n=8)	
Doba do uzávěru (vyjádřena ve dnech)	19.0 (6.0; 120.0)	23.5 (21.0; 35.0)	27.0 (22.0; 120.0)	9.0 (6.0; 24.0)	16.0 (12.0; 30.0)	0,015

V kontrolní skupině byl odložený uzávěr proveden pouze u pacientů s dočasným krytím pomocí COM-u. Data jsou popsána pomocí mediánu, minima a maxima v rámci dané skupiny. Rozdíl mezi sledovanými skupinami pacientů je testován pomocí Mannova-Whitneyova U testu. KS = kontrolní skupina, TS = testovaná skupina (aplikována PT)

Tab. 5. Zhodnocení bakteriální kontaminace u otevřených zlomenin včetně infekčních komplikací

	Způsob uzávěru					p
	Celkem (n=41)	KS (n=20)		TS (n=21)		
		IIla (n=12)	IIlb + IIlc (n=8)	IIla (n=13)	IIlb + IIlc (n=8)	
Pozitivní BS v den úrazu ¹	19 (46.3%)	5 (41.7%)	4 (50.0%)	3 (23.1%)	7 (87.5%)	0.038
Počet dnů do negativního BS ²	17.5 (4.0; 70.0)	20.0 (18.0; 30.0)	23.0 (20.0; 70.0)	10.0 (4.0; 15.0)	14.0 (6.0; 19.0)	0.007
Infekční komplikace						
Infekce celkově ¹	15 (36.6%)	7 (58.3%)	4 (50.0%)	2 (15.4%)	2 (25.0%)	0.025
Hluboká infekce ¹	5 (12.2%)	1 (8.3%)	3 (37.5%)	0 (0.0%)	1 (12.5%)	0.060
Povrchní infekce ¹	10 (24.4%)	6 (50.0%)	1 (12.5%)	2 (15.4%)	1 (12.5%)	0.163
Vznik osteomyelitidy ¹	2 (4.9%)	1 (8.3%)	1 (12.5%)	0 (0.0%)	0 (0.0%)	0.556
Recidiva infekce ¹	5 (12.2%)	1 (8.3%)	4 (50%)	0 (0.0%)	0 (0.0%)	0.034

¹ Kategoriální proměnné jsou popsány absolutní a relativní četností a rozdíl mezi sledovanými skupinami je testován pomocí Fisherova přesného testu.

² Spojitá data jsou popsána pomocí mediánu, minima a maxima v rámci dané skupiny. Rozdíl mezi sledovanými skupinami pacientů je testován pomocí Mannova-Whitneyova U testu. KS = kontrolní skupina, TS = testovaná skupina (aplikována PT), BS = bakteriologický stěr.

DISKUSE

Podtlaková terapie představuje relativně nový způsob léčby, který byl původně vyvinut Argentou a Morykwasem k terapii chronických ran (14). Působení PT na bakteriální osídlení rány není zcela jasně vyřešeno. Morykvas na animálním modelu a následně společně s Argentou i v humánní studii prokázali statisticky významný efekt PT na snížení mikrobiálního osídlení v místě aplikace (1, 14). Oproti tomu v Rinkerově či Huangově studii tento efekt statisticky významně prokázán nebyl (10, 20). Celkově pozitivní efekt PT na mikrobiální osídlení ranných ploch přináší studie Lallise a Mouese (13, 15). V naší práci jsme se také snažili ověřit hypotézu, je-li PT v rámci primární aplikace na poraněný MT u OZ III. stupně schopna snížit výskyt IK, a tedy i snížit osídlení rány patogeny. Při ověřování naší hypotézy jsme vycházeli z Patzakisovy práce, která prokázala, že pouze 18 % případů IK u OZ je způsobeno infekčním agens, které v době úrazu ránu kontaminuje (3). Tedy krom výše popsaného pozitivního efektu na hojení rány, také vytváří neprodyšnou bariéru proti vnitřnímu prostředí, a tím brání kontaminaci poraněného MK nemocničními patogeny, což považujeme za nejvýznamnější efekt PT v boji proti vzniku IK u OZ.

OZ III. stupně stále představují závažný zdravotní problém. Literaturou udávaný výskyt infekčních komplikací u těchto zlomenin se vyskytuje mezi 25–66 % (3, 11, 16, 21). V našem souboru jsme v průměru zaznamenali 36 % výskyt infekčních komplikací, což koresponduje s výše uvedeným faktem. Limitem naší studie v této oblasti by mohla být skladba zastoupení OZ v různých lokalitách, což může ovlivnit celkový výsledek, jak pozitivním, tak negativním směrem. Avšak při sestavení našeho souboru jsme vycházeli z faktu, že spojujícím prvkem všech zařazených pacientů je podtyp OZ (extenzivní poranění měkkých tkání nad zlomeninou) nikoliv lokalita. Podobným způsobem je i v literatuře hodnocen výskyt IK u OZ (3, 9, 11, 16, 23). Validita námi hodnocených dat byla také prokázána faktem, že testované skupiny se mezi sebou v daných veličinách statisticky významně nelišily.

Za optimální metodu řešení OZ IIIb a IIIc stupně je v současné době považována Gopalova metoda provedení primární vnitřní osteosyntézy doplněná o lalokovou plastikou poraněného MK. Operace musí být však provedena do 72 hodin od úrazu. Výskyt IK v Gopalově souboru činil 15,4 % (8). Dodržení Gopalem navrženého postupu komplikuje omezená dostupnost specialistů na provedení lalokové plastiky, stejně tak technické provedení lalokové plastiky není vždy možné. PT tedy z našeho pohledu představuje alternativu Gopalem navrženému postupu léčby, což prokazuje i relativně nízký výskyt IK v našem souboru. V naší testované skupině pacientů s PT byl výskyt IK 19,1 % a definitivní uzávěr defektu byl proveden v mediánu za 14 dní od úrazu. Dosáhli jsme oproti Gopálově studii mírně vyššího výskytu IK. Nicméně oproti kontrolní skupině léčené PL nebo polyuretanovým COM-em jsme dosáhli statisticky významně lepších výsledků (55 % versus 19,1 %). Obdobně vý-

znamný efekt PT na vznik IK u OZ II. a III. stupně prokázal Stannard ve své prospektivní randomizované studii 58 pacientů, kdy ve skupině léčených pacientů s PT byl výskyt IK pouze v 5,4 % (22). Nicméně studovaná skupina pacientů byla smíšená společně se zlomeninami II. stupně, které mají výskyt IK výrazně nižší. Stannard následně svůj soubor prospektivně rozšířil na 263 OZ I.–III. stupně lokalizovaných na dolních končetinách. Výskyt IK s použitou PT dosahoval statisticky významnému rozdílu, 10 % oproti kontrolní skupině léčené konvenční metodou (19 %) (2).

Výskyt hlubokého infektu, který je závažnou komplikací OZ, byl redukován v našem souboru ve skupině pacientů léčených PT o 15 % (5 % u TS versus 20 % u KS). Tento fakt je ve shodě s Blumovou studií 229 otevřených zlomenin bérce, kde ve skupině léčených PT byl prokázán statisticky významný pokles výskytu hlubokého infektu o 12,2 % (18). Pometlová pak ve své retrospektivní studii 94 OZ III. stupně léčených PT versus vlhkým hojením neprokázala statisticky významný vliv na vznik IK, nicméně ve skupině PT se vyskytoval významný pokles sekundárních amputací pro vznik IK (18).

ZÁVĚR

Aplikací PT v rámci primárního ošetření poraněného MK u OZ III. stupně v našem souboru došlo ke statisticky významnému zkrácení doby bakteriální kontaminace v místě poranění, stejně tak ke snížení výskytu následných infekčních komplikací. Primární aplikace PT statisticky významně snížila riziko recidivy infekce. Na základě výše uvedených faktů, v případě nemožnosti provedení definitivního krytí defektu u OZ III. stupně doporučujeme primární aplikaci PT jako dočasného krytí měkkotkáňového defektu tohoto typu zlomenin.

Literatura

1. ARGENTA, L. C., MORYKWA, M. J.: Vacuum-assisted closure: a new method for wound control and treatment: clinical experience. *Ann. Plast. Surg.*, 38: 563–576, 1997.
2. BLUM, M. L., ESSER M., RICHARDSON, M., PAUL, E., ROSENFIELDT, F. L.: Negative pressure wound therapy reduces deep infection rate in open tibial fractures. *J. Orthop. Trauma*, 26: 499–505, 2012.
3. COURT-BROWN, C. M.: Reamed intramedullary tibial nailing. An overview and analysis of 1106 cases. *J. Orthop. Trauma*, 18: 96–101, 2004.
4. DELLINGER, E., MILLER, S. D., WERTZ, M. J., GRYPMA, M., DROPPERT, B., ANDERSON, P. A.: Risk of infection after open fractures of the arm or leg. *Arch. Surg.*, 123: 1320–1327, 1987.
5. DESAI, K. K., HAHN E., PULIKKOTTIL, B., LEE, E.: Negative pressure wound therapy: an algorithm. *Clin. Plast. Surg.*, 39: 311–324, 2012.
6. FLEISCHMANN, W., STRECKER, W., BOMBELLI, M., KINZL, L.: Vacuum sealing as treatment soft tissue damage in open fractures. *Unfallchirurg*, 96: 488–492, 1993.
7. GAGE, M. J., YOON, R. S., EGOL K. A., LIPORACE, F. A.: Uses of negative pressure wound therapy in orthopedic trauma. *Orthop. Clin. North Am.*, 46: 227–234, 2015.
8. GOPAL, S., MAJUMDER, S., BATCHELOR, A. G. B., KNIGHT, S. L., DE BOER, P., SMITH, R.M.: Fix and flap: the radical orthopaedic and plastic treatment of severe open of fractures of the tibia. *J. Bone Jt Surg.*, 82-B: 959–966, 2000.

9. GUSTILO, R. B., ANDERSON, J. T.: Prevention of infection in the treatment of 1025 open fractures of the long bones: retrospective and prospective analyses. *J. Bone Jt Surg.*, 58-A: 453–458, 1976.
10. HUANG, J., YAO, Y. Z., HUANG, X. K.: Treatment of open fracture by vacuum sealing technique and internal fixation. *Zhongguo Xiu Fu Chong Jian Wai Ke Za Zhi*, 17: 456–458, 2003.
11. KHATOD, M., BOTTE, M. J., HOYT, D. B., MEYER, R. S., SMITH, J. M., AKESON, W. H.: Outcomes in open tibia fracture: relationship between in treatment and infection. *J. Trauma*, 55: 949–954, 2003.
12. LABLER, L., KEEL, M., TRENTZ, O.: Vacuum assisted closure (V.A.C.) for temporary coverage of soft tissue injury in type III open fracture of lower extremities. *Eur. J. Trauma*, 30: 305–315, 2004.
13. LALLISS, S. J., STINNER, D. J., WATERMAN, S. M., BRANSTETTER, J. G., MASINI, B. D., WENKE, J. C.: Negative pressure wound therapy reduces pseudomonas wound contamination more than Staphylococcus aureus. *J. Orthop. Trauma*, 24: 598–602, 2010.
14. MORYKWA, M. J., ARGENTA, L. C., SHELTON-BROWN, E. I., MCGUIRT W.: Vacuum-assisted closure: a new method for wound control and treatment: animal studies and basic foundation. *Ann. Plast. Surg.*, 38: 553–562, 1997.
15. MOUES, C. M., VOS, M. C., VAN DEN BEMD, G. J., Stijnen, T., Hovius, S.E.: Bacterial load in relation to vacuum-assisted closure wound therapy: a prospective randomized trial. *Wound Repair Regen.*, 12: 11–17, 2004.
16. NEUBAER, Th., BAYER, G. S., WAGNER M.: Open fractures and infection. *Acta Chir. orthop. Traum. čech.*, 73: 301–312, 2006.
17. PATZAKIS, M. J., BAINS, R. S., LEE, J., SHEPHERD, L., SINGER, G., RESSLER, R., HARVEY, F., HOLTOM, P.: Prospective, randomized, double-blind study comparing single-agent antibiotic therapy, ciprofloxacin, to combination antibiotic therapy in open fracture wounds. *J. Orthop. Trauma*, 14: 529–533, 2000.
18. POMETLOVÁ, J., PLEVA, L., SZELIGA, J., ŠÍR, M.: Využití podtlakové terapie rány při léčbě otevřených zlomenin III. Stupně na Traumatologickém centru FN Ostrava. *Úraz. Chir.*, 22: 9–14, 2014.
19. PUTNIS, S., KHAN, W. S., WONG, J. M.: Negative pressure wound therapy - a review of its uses in orthopaedic trauma. *Open Orthop. J.*, 8: 142–147, 2014.
20. RINKER, B., AMSPACHER, J., WILSON, P., VASCONEZ, H.: Subatmospheric pressure dressing as a bridge to free tissue transfer in the treatment of open tibia fractures. *Plast. Reconstr. Surg.*, 121: 1664–1673, 2008.
21. SHARR, P. J., BUCKLEY R. E.: Current concept review: open tibial fractures. *Acta Chir. orthop. Traum. čech.*, 81: 95–107, 2014.
22. STANNARD, J. P., VOLGAS, D. A., MCGWIN, G., 3RD, STEWART, R. L., OBREMSKEY, W., MOORE, T., ANGLIN, J. O.: Incisional negative pressure wound therapy after high-risk lower extremity fractures. *J. Orthop. Trauma*, 26: 37–42, 2012.
23. STANNARD, J. P., VOLGAS, D. A., STEWART, R., MCGWIN, G. JR., ALONSO, J. E.: Negative Pressure Wound Therapy After Severe Open Fractures: A prospective Randomized Study. *J. Orthop. Trauma*, 23: 552–557, 2009.
24. ŠIMEK, M., BÉM, R.: Podtlaková léčba ran. Praha, Maxdorf 2013.

Korespondující autor:

MUDr. Milan Krtička, Ph.D.

Klinika úrazové chirurgie FN Brno
Jihlavská 20

625 00 Brno

E-mail: milan.krticka@fnbrno.cz