

Uporaba terapije negativnim tlakom u liječenju primarno inficiranih traumatskih rana stopala uzrokovanih ozljeđivanjem visokom energijom

MARIN MARINOVIĆ, JOSIP ŠPANJOL¹, STANISLAVA LAGINJA², NIKOLA GRŽALJA,
DAMIR ŠTIGLIĆ, DARKO EKL, NERA FUMIĆ i BRIGITA ŠEPAC

*Klinički bolnički centar Rijeka, Klinika za kirurgiju, Zavod za traumatologiju, ¹Klinika za urologiju, Rijeka;
²Opća bolnica Ogulin, Odjel za dermatovenerologiju, Ogulin, Hrvatska*

Ozljede stopala uzrokovane vatrenim oružjem i radnim strojevima za pranje pod visokim tlakom nisu česte, ali zbog visoke energije ozljeđivanja mogu biti veoma destruktivne te kontaminirane mikroorganizmima. Zbog anatomskih specifičnosti stopala, često su ozljeđene specifične strukture kao što su krvne žile, živci i tetivno-ligamentni aparat. Ove su ozljede često praćene defektom mekog tkiva. Funkcionalni i estetski oporavak stopala je izazov za kirurga. Terapija negativnim tlakom (TNT) svojim direktnim i indirektnim djelovanjem pomaže u cijeljenju rana i daje dobru pripremu za definitivno kirurško zbrinjavanje rane.

KLJUČNE RIJEČI: terapija negativnim tlakom (TNT), ozljede vatrenim oružjem, ozljede visokotlačnim strojevima za pranje

ADRESA ZA DOPISIVANJE: Dr. sc. Marin Marinović, dr. med.

Klinika za kirurgiju
Zavod za traumatologiju
Klinički bolnički centar Rijeka
Tome Strižića 3
51000 Rijeka, Hrvatska
E-pošta: marin.marinovic2@gmail.com

UVOD

Terapija negativnim tlakom (TNT) od ranih 1990-tih godina ima važnu ulogu kao potporna metoda liječenja traumatskih rana. Primjenjuje se ponajprije kod traumatskih rana s defektom mekih tkiva. Tijekom vremena povećava se broj indikacija za liječenje traumatskih rana tako da se TNT počela primjenjivati u liječenju postfasciotomijskih rana, kod infekcija kosti odnosno defekata kosti pa do rana inficiranih s meticilin rezistentnim stafilokokom aureusom (MRSA). Naravno, uz područje traumatologije, TNT se danas primjenjuje i u pacijenata iz ostalih područja kirurgije. Unazad nekoliko godina, broj indikacija za liječenje TNT-om proširio se u kardijalnoj kirurgiji, vaskularnoj, torakalnoj, plastičnoj i rekonstrukcijskoj te abdominalnoj kirurgiji. Mehanizam djelovanja TNT uključuje stabilizaciju okoliša rane, redukciju edema, poboljšanje tkivne perfuzije i stimulaciju stanica na površini rane (1).

TNT stimulira rast granulacijskog tkiva i angiogenezu te pridonosi mogućnosti primarnog zatvaranja rane i smanjuje potrebu slobodnog tkivnog transfera u svrhu zatvaranja rane. Ima utjecaj i na smanjenje broja bakterija u rani kao i na redukciju količine štetnih produkata u rani (endo- i egzotoksini, citokini i matrične metaloproteinaze)(2).

U pacijenata s ranama zadobivenih vatrenim oružjem i radnim strojevima za pranje pod visokim tlakom također nalazimo indikacije za primjenu terapijskog negativnog tlaka. Kako su u Hrvatskoj ozljede vatrenim oružjem rijetke u mirnodopskim uvjetima, kao i ozljede sa strojevima za pranje pod visokim tlakom, u liječenju tih pacijenata rijetko se rabi. Ozljede stopala koje nastaju kao posljedica ozljede vatrenim oružjem, ponajviše sačmaricom izazov su kirurgu zbog posljedičnog visokog stupnja oštećenja mekog tkiva i specifičnih struktura (živci, krvne žile) udruženog s koštanim traumom i bakterijskom kontaminacijom (3,4).

Te ozljede zbog specifičnih anatomskih odnosa i biomehaničke funkcije stopala zahtijevaju debridman uz odstranjivanje svog avitalnog tkiva, kosti i stranih tijela. Ozljede stopala visokotlačnim strojevima za pranje izrazito su rijetke u svakodnevnoj praksi. Uglavnom su to industrijske ozljede. Najčešće injektirane tvari su industrijska mast (5-8), boja (9-11), razrijeđivač boja (10-12), hidraulično ulje (10-12), benzin (13-15) i dizelsko ulje (12,16). U literaturi se nalazi određeni broj dokumentiranih ozljeda uzrokovanih injektiranjem vode viskotlačnim strojevima za pranje (17-19), ali nismo uočili nijedan dokumentirani slučaj injektiranja morskog blata visokotlačnim strojem u podmorskom incidentu.

PRIKAZ BOLESNIKA

1. bolesnik. U hitni medicinski trakt zaprimljen je četrdesetpetogodišnjak s ozljedom lijevog stopala. Tijekom lova nesretnim slučajem propucao je stopalo sačmaricom iz neposredne blizine. Kao posljedicu ozljeđivanja zrnom kalibra 12 (municija Brenneke-Rottweil) zadobio je prostrijelnu ranu dorzolateralne strane stopala. Rana je mjerila 11x6 cm. U području rane nalazio se defekt kože i podležećeg potkožnog tkiva s lezijom ekstenzorne tetive četvrtog i petog prsta te ekspaniranom tetivom trećeg prsta i podležećim kostima donožja. Radiološkom evaluacijom verificirane su multifragmentne frakture od treće do pete metatarzalne kosti. U mekom tkivu viđena su brojna strana tijela u smislu fragmenata pušćanog zrna i manjeg kamenja (sl. 1).



Sl. 1. Rana pri zaprimanju u HMT

Pacijent je zaprimljen u obradu dva sata nakon incidenta. Radilo se o izoliranoj ozljedi. Vitalne funkcije su bile uredne i pacijent je bio pri svijesti. Pacijent

nije imao komorbiditeta, nije uzimao medikamentnu terapiju i negirao je alergije. U lokalno pregledu nađe se intaktnost glavnih neurovaskularnih struktura. Učinjena se prijeoperacijska obrada tijekom koje je pacijent primio antitetanusnu zaštitu te antibiotika intravenski (Klavocin 1,2 g, Gentamicin 160 mg i Efloran 500 mg). Nakon završene prijeoperacijske obrade pacijent je podvrgnut kirurškom zahvatu u spinalnoj anesteziji. Kirurško liječenje je uključilo debridman s uklanjanjem devitaliziranog tkiva, avitalnih komadića kosti i stranih tijela iz rane. Uzeti su biološki uzorci i poslani na mikrobiološku dijagnostiku (MBD).

Nakon obrade rane aplicirana je terapija negativnim tlakom. Koristili smo crnu poliuretansku (PU) spužvu. Inicijalna je terapija bila kontinuirana s vrijednostima -125 mm Hg. Postavljena je imobilizacija potkoljenom gips-longetom.

Pacijent je primao tromboprolifaksu – enoksaparin 40 mg supkutano i analgetike po potrebi intramuskularno. Inicijalni MBD nalaz je pokazao kolonizaciju s *Pseudomonas aeruginosa*. Antibiotička terapija je nastavljena i to: Klavocin 1,2 g svakih osam sati, Gentamicin 160 mg jednom dnevno i Efloran 500 mg svakih osam sati.

Nakon dva dana pacijentu je u operacijskoj dvorani učinjen debridman manjih nekrotičnih areala. TNT je nastavljena s crnom poliuretanskom spužvom s vrijednosti negativnog tlaka od -125 mm Hg, ali u intermitentnom modusu (5 min ON, 2 min OFF). Laboratorijski nalazi su bili unutar referentnih vrijednosti. Lokalnom nalazu inspekcijom se nije našlo znakova infekcije.

U daljnjem boravku pacijentu je svaka četiri dana u operacijskoj dvorani mijenjan TNT sistem, bez primjene anestezije. Daljnje nekrektomije nisu bile indicirane. Pri svakoj promjeni vizualiziralo se kontrakciju rane, proliferaciju granulacijskog tkiva s prekrivanjem ekspaniranih kostiju. Rubovi rane bili su bez maceracija. Kontrolni MBD nalaz bio je sterilan.

Pacijent je otpušten dvanaesti dan nakon zaprimanja u bolnicu. Dalje je nastavljena primjena TNT u ambulantnim uvjetima. Nakon četiri tjedna primjene TNT, cijela je rana bila ispunjena granulacijskim tkivom koje je pokrilo inicijalno ekspanirane kosti i tetive (sl. 2). Učinilo se transplantaciju presatka djelomične debljine kože po Blairu, koji je fiksiran kožnim staplerom. Dodatna fiksacija presatka provedena je aplikacijom TNT tijekom 4 dana na -100 mm Hg. Za neposrednu zaštitu presatka pod PU spužvom koristili smo vazelinsku gazu.



Sl. 2. Stanje nakon primjene TNT

Nakon četiri dana TNT terapija je prekinuta. Presadak je bio gotovo u cijelosti prihvaćen, osim male regije u dubini rane. Lokalno nije bilo znakova infekcije. Tijekom ranog poslijeoperacijskog razdoblja pacijent je instruiran kako provoditi rane vježbe razgibavanja. Izbjegavao je puno opterećenje noge dvanaest tjedana. Imobilizacija je uklonjena nakon četiri tjedna. Nakon šest mjeseci liječenja, pacijent se vratio na posao na mjesto policajca s radom u uredu. Rana je bila zacijelila u cijelosti (sl. 3). Kontrolni rentgenogram je pokazao zadovoljavajući tijek cijeljenja fraktura. Pacijent je naveo hod bez bolova, uz minimalni otok nakon dugotrajnog stajanja ili hodanja. Imao je dobru motoričku i senzoričku funkciju u području stopala s punim opterećenjem. Nakon jedne godine, pacijent je naveo potpuni oporavak, bez otoka ili boli. Hodao je punim opterećenjem bez ortopedskih uložaka ili drugih pomagala. Lokalno je status bio i kozmetički zadovoljavajući. Kontrolni radiogram stopala je pokazao potpuno zacjeljenje frakturiranih kostiju.



Sl. 3. Stanje nakon šest mjeseci od operacije

2. bolesnik. Na naš Zavod zaprimljen je pedesetogodišnjak s povredom lijevog stopala.

Premješten je iz opće bolnice u koju je zaprimljen sedam dana ranije zbog ozljede zadobivene pri radu sa strojem za pranje vodom pod visokim tlakom. Nastradao je pri radu kao industrijski ronilac pri radu na dubini četiri metra pod morem. Visoki tlak vode oštetiо je zaštitne ronilačke čarape. Kao posljedica došlo je do prodora morske vode i blata te komadića materijala čarape u tkivo, što je dovelo do više ozljeda u području nožnog zgloba i stopala.

Neposredno nakon ozljede transportiran je u lokalnu opću bolnicu gdje je liječen konzervativnim metodama do dolaska u našu ustanovu. Svakodnevno je previjan uz kupke. Primaо je konzervativnu terapiju: antibiotik – Klavocin 1,2 g svakih osam sati i Efloran 500 mg tri puta dnevno uz trombopofilaksu, Enoxaparin 40 mg supkutano te analgetike intramuskularno po potrebi. Pacijent je primaо i Glargine zbog inzulino-zavisnog dijabetesa. Tijekom sedam dana konzervativnog liječenja došlo je do pogoršanja lokalnog stanja uz razvoj početne infekcije uz bolnost i lokalnu oteklinu.

Tijekom zaprimanja u našu ustanovu pacijent je bio febrilan (38,6° C) uz vrijednost C-reaktivnog proteina od 98 mg/dL, leukocita 16×10^9 i sedimentaciju od 78 mm/h. Inicijalni radiogram gležnja i stopala pokazao je znatnu količinu morskog mulja injektiranog u edematozno meko tkivo. Glavne neurovaskularne strukture bile su intaktne, iako je u području skočnog zgloba i stopala bilo pet rana različitog dijametara koje su prominirale u dubinu do ligamentno-tetivnog aparata. Rane su bile inflamiranih uzdignutih rubova, a rane pune fibrinskih naslaga i nekrotičnog tkiva (sl. 4).



Sl. 4. Rana pri zaprimanju u HMT

Pacijent je nakon prijeoperacijske obrade operiran u blok anesteziji. Učinjena je potrebna nekroktomija i debridman uz nastojanje eliminacije što više mulja

iz tkiva. Uzorak tkiva je uzet za mikrobiološku dijagnostiku. Nakon minuciozne hemostaze i ispiranja rane, aplicirana je terapija negativnim tlakom (TNT). Koristili smo crnu poliuretansku (PU) spužvu i kontinuirani negativni tlak od -125 mm Hg. Koristili smo tehniku premoštenja (*bridging*), postavljanja PU spužve, jer je pacijent imao više rana na manjem arealu tijela. Nakon prve primjene TNT poslije 72 sata uočili smo značajno smanjenje otekline uz stvaranje granulacijskog tkiva u ranama. Rubovi rane bili su bez maceracija. Pacijent je tijekom tretmana bio afebrilan do subfebrilan. Maleni demarkirani areali nekroza u ranama su debridirani. Uzorak tkiva je uzet za kontrolnu MBD. Terapija negativnim tlakom je nastavljena u intermitentnom modu, s vrijednosti negativnog tlaka od -125 mm Hg. Rezultat inicijalnog MBD nalaza bio je sljedeći: *Escherichia coli* i *Enterococcus faecalis*. Antibiotička terapija je nastavljena po prethodnoj shemi.

Nakon idućih tri dana pacijent je previjen u operacijskoj dvorani. Uočena je daljnja regresija otekline uz poboljšanje lokalnog statusa gležnja i stopala. Defekt tkiva u ranama zadovoljavajući se ispunio granulacijskim tkivom tako da je stvorena dobra podloga za zatvaranje rana (sl. 5). Učinila se transplantacija presadaka djelomične debljine kože po Blairu, koji su fiksirani najlonskim koncem 4-0 i kožnim staplerom. Presatci su dodatno fiksirani za podlogu aplikacijom TNT tijekom 4 dana na -100 mm Hg. Za neposrednu zaštitu presadaka pod PU spužvom koristili smo vazelinsku gazu. Nakon četiri dana odstranili smo TNT. Presatci su bili prihvaćeni gotovo u cijelosti osim malenog areala u području medijalnog maleola, koji je zacijelio unutar narednih pet dana. Kontrolni MBD nalaz bio je sterilan.



Sl. 5. Stanje nakon primjene TNT

Tijekom ranog poslijeoperacijskog razdoblja pacijent je provodio poštredni režim hoda s elevacijom

noge u svrhu prevencije edema. Nije navodio bolova ili ograničenja pri hodu. Vratio se na posao kao industrijski ronilac nakon dva mjeseca od operacije. Imao je dobru senzoričku i motoričku funkciju stopala i hod uz puno opterećenje. Nakon osamnaest mjeseci pacijent navodi potpuni povrat funkcije stopala, bez edema i bolova. Hodao je bez štaka i nije trebao ortopedске uloške ili druga ortopedska pomagala. Lokalni status je bio estetski zadovoljavajući (sl. 6).



Sl. 6. Stanje nakon dva mjeseca od operacije

RASPRAVA

Ozljede vatrenim oružjem, naročito sačmaricom, kao i injekcijske ozljede pod velikim tlakom poseban su izazov za kirurga, posebno ako involviraju specifičnu regiju kao što je stopalo. Ozljede stopala ovim mehanizmom koji uzrokuje velika energija na maloj površini tijela i podležecim specifičnim strukturama neurovaskularnog spleta te ligamentno-tetivni aparat mogu biti zahtjevne za liječenje. Ako uz rečeno imamo i frakture kostiju, liječenje postaje zahtjevno u smislu uključivanja više specijalnosti (traumatolozi, vaskularni kirurzi, neurokirurzi i plastično-rekonstruktivni kirurzi). Ako postoji veći defekt kože i potkožja s ekponiranim podležecim strukturama nerijetko se u svrhu zaliječenja moraju izvoditi operacije transfera lokalnih ili slobodnih složenih reznjeva (20-22).

Pojava terapije negativnim tlakom (TNT) unazad dvadesetak godina značajno je doprinjela i unaprijedila liječenje rana s velikim defektom mekog tkiva, što je rezultiralo velikim brojem spašenih ekstermiteta koji bi inače bili amputirani (23). Ipak, kirurška eksploracija rane i debridman uz nekrekotomiju ostaju prvi i najvažniji korak u liječenju

opisanih ozljeda. Uklanjanje svog nekrotičnog tkiva, avitalne kosti, stranih tijela i materijala iz rane daju dobru podlogu za proliferaciju granulacijskog tkiva i početak cijeljenja te za sprječavanje razvoja infekcije (24). Aplikacija TNT lokalno ubrzava i pojačava mehanizme cijeljenja, čak i kod ozljeda s kompromitiranom mikrocirkulacijom primarno kontaminiranih rana i hematoma (25). Uporabom TNT otvorena se rana konvertira u kontroliranu i privremeno "zatvorenu" ranu te se postižu povoljni lokalni uvjeti u rani i priprema za njeno definitivno zatvaranje nekom od kirurških tehnika. Ozljede stopala sačmaricom i injektiranjem supstancija pod visokim tlakom nisu česte, ali su jako zahtjevne za liječenje. U literaturi se ne opisuje mnogo slučajeva takvih ozljeda liječenih TNT-om na način kao što smo mi proveli. Opise ozljeda visokim tlakom s injektiranjem morske vode i mulja nismo našli u literaturi.

ZAKLJUČAK

Liječenje prikazanih pacijenata terapijom negativnim tlakom (TNT) pokazalo se kao dobar terapijski izbor. Liječenje rana je za pacijente, koji navode dobro podnošenje terapije, jednostavnije. Izbjegava se bolno svakodnevno standardno previjanje te se održavaju povoljni uvjeti mikrookoliša u rani neophodni za vlažno cijeljenje. Također, minimalizira se ekspoziacija rane zraku te tako i opasnost od infekcije iz okoliša. Istodobno se optimaliziraju uvjeti za reparacijske procese u rani. U konačnici, liječenje pacijenata uporabom TNT dovelo je do dobrih funkcionalnih i estetskih rezultata.

LITERATURA

1. Streubel PN, Stinner DJ, Obremsky WT. Use of Negative – pressure Wound Therapy in Orthopaedic Trauma. *J Am Acad Surg* 2012; 20: 564-74.
2. Huljev D, Novinščak T, Gverić T i sur. NPWT – terapija negativnim tlakom. *Acta Med Croatica* 2011; 65 (Supl. 2): 81-6.
3. Hopkins DAW, Marshall TK. Firearms injuries. *Br J Surg* 1967; 54: 344-53.
4. Sergi AR, Acello AN. Gunshot wounds to the foot and ankle. *Clin Podiatr Med Surg* 1995; 12: 689-702.
5. Benson EA. Grease-gun injury. *Br J Surg* 1969; 56: 397-9.
6. Blue AI, Dirstine MJ. Grease gun damage, subcutaneous injection of paint, grease and another materials by pressure guns. *Northwest Med* 1965; 64: 342-4.
7. Smith MGH. Grease gun injury. *BMJ* 1964; 2: 918-20.
8. Stark HH, Wilson JN, Boyes JH. Grease gun injuries of the hand. *J Bone Joint Surg* 1961; 43A: 485-91.
9. Stark HH, Ashworth CR, Boyes JH. Paint-Gun Injuries of the Hand. *J Bone Joint Surg* 1967; 49: 637-47.
10. Hayes CW, Pan HC. High-pressure injection injuries to the hand. *South Med J* 1982; 75: 1491-8.
11. Herrick RT, Godsil RD, Widener JH. High-pressure injection injuries to the hand. *South Med J* 1980; 73: 896-8.
12. Verhoeven N, Hierner R. High-pressure injection injury of the hand: an often underestimated trauma: case report with study of the literature. *Strategies Trauma Limb Reconstr* 2008; 3: 27-33.
13. Rees CE. Penetration of tissue by fuel oil under high pressure from diesel engine. *JAMA* 1937; 109: 866-7.
14. Schoo MJ, Scott FA, Boswick JA. High-pressure Injection Injuries of the Hand. *J Trauma* 1980; 20: 229-38.
15. Scott AR. Occupational High-pressure Injection Injuries: Pathogenesis and Prevention. *J Soc Occup Med* 1983; 33: 56-9.
16. Dial DE. Hand injuries due to injection of oil at high pressures. *JAMA* 1938; 110: 1747.
17. Curka PA, Chisholm CD. High-pressure water injection injury to the hand. *Am J Emerg Med* 1989; 7: 165-7.
18. Kon M, Sagi A. High-pressure water jet injury of the hand. *J Hand Surg Am* 1985; 10: 412-4.
19. Subramaniam RM, Clearwater GM. High-pressure water injection injury: emergency presentation and management. *Emerg Med* 2002; 14: 324-7.
20. Banerjee R, Waterman B, Nelson J, Abdelfattah A. Reconstruction of massive midfoot bone and soft tissue loss as a result of blast injury. *J Foot Ankle Surg* 2010; 49: 301-4.
21. Tan O, Atik B, Ergen D. Management of a composite foot defect due to mine explosion using the free fibula osteocutaneous flap. *J Reconstr Microsurg* 2008; 24: 53-6.
22. Bowers KW, Edmonds JL, Girod DA, Jayaraman G, Chua CP, Toby EB. Osteocutaneous radial forearm free flaps: the necessity of internal fixation of the donor-site defect to prevent pathological fracture. *J Bone Joint Surg Am* 2000; 82: 694-704.
23. Clements JR, Mierisch C, Bravo CJ. Management of combined soft tissue and osseous defect of the midfoot with a free osteocutaneous radial forearm flap: a case report. *J Foot Ankle Surg* 2012; 51: 118-22.
24. Geissler W, Teasedall R, Tomasin J, Hughes J. Management of low velocity gunshot-induced fractures. *J Ortop Trauma* 1990; 4: 39-41.
25. Bakota B, Kopljar M, Jurjevic Z i sur. Mangled extremity - case report, literature review and borderline cases guidelines proposal. *Coll Antrop* 2012; 36: 1419-26.

SUMMARY

USE OF NEGATIVE PRESSURE THERAPY IN THE TREATMENT OF PRIMARY INFECTED TRAUMATIC WOUNDS OF THE FOOT CAUSED BY HIGH ENERGY IMPACT

M. MARINOVIĆ, J. ŠPANJOL¹, S. LAGINJA², N. GRŽALJA, D. ŠTIGLIĆ, D. EKL, N. FUMIĆ and B. ŠEPAC

Rijeka University Hospital Center, Department of Surgery;¹Department of Urology, Rijeka and²Ogulin General Hospital, Department of Dermatovenereology, Ogulin, Croatia

Foot injuries caused by firearms and high pressure washing machines are not common, but due to high energy can be very destructive and contaminated with microorganisms. Due to the anatomical specificity of the foot, injuries of the specific structure such as blood vessels, nerves and tendon-ligament apparatus are frequent. Soft tissue defect is often present. Functional and aesthetic recovery of the foot is a challenge for the surgeon. Direct and indirect effect of the negative pressure therapy helps in wound healing and provides good preparation for definitive surgical management of wounds.

KEY WORDS: negative pressure therapy, firearm injuries, high pressure washer