

## FAKTORI RIZIKA ZA NASTANAK ULCERACIJE STOPALA KOD DIJABETIČARA - SENZITIVNA NEUROPATIJA I DEFORMITETI STOPALA

Vesna Bokan

Neuropatske promjene na stopalu kod dijabetičara komplikuju se nastankom ulceracije stopala i amputacije na donjim ekstremitetima. Cilj rada bio je ispitivanje međusobnog odnosa faktora rizika: senzorne neuropatije, deformiteta stopala, ograničenog obima pokreta zglobova i plantarnog pritiska na stopalu, radi determinacije mjesta nastanka ulceracije. Prospektivnom studijom obuhvaćen je uzorak od 20 bolesnika sa diabetes mellitus-om (DM) tip 2, prosječne starosti 61 godina i trajanjem DM 12,5 godina (SD 6,54). Uključujući faktor za odabir bolesnika bio je: prisutni deformiteti stopala i senzorna neuropatija potvrđena elektromioneurografskim ispitivanjem. Bolesnici su ispitivani neuropatskim skorom (NDS), mjerenjem obima pokreta skočnog i prvog metatarzo-falangealnog zgloba (MTPH), evidentiranjem tipa deformiteta, kompjuterskim skeniranjem stopala (Rothballer Scan Sistem) i 10-g monofilamentima. Vrijednost NDS se kretala 7,7 sa SD 1,66. Rezultati pokazuju da su predilekciona mjesta za nastanak ulceracije palac i regija glave prve i treće metatarzalne kosti (MT 1 i MT 2). Značajna je korelacija ograničenog obima pokreta u prvom MTPH i kandžasti palac u 75% slučajeva. Kod 87% bolesnika u regiji palca i glave MT 1 prisutna je udruženost povećanog plantarnog pritiska i oštećenje senzibiliteta. U ispitivanju udruženosti povećanog plantarnog pritiska i oštećenja senzibiliteta u regiji glave MT 3 nađena je visoka značajnost,  $p < 0,001$ . Udruženost faktora rizika značajno povećava mogućnost predviđanja rizičnog mjesta ulceracije stopala kod dijabetičara. *Acta Medica Medianae* 2010;49(4):19-22.

**Ključne reči:** dijabetes, plantarni pritisak, periferna neuropatija

Klinički centar Crne Gore, Centar za fizikalnu medicinu i rehabilitaciju, Podgorica, Crna Gora

Kontakt: Vesna Bokan  
Bulevar M. Lalića 4/18, Podgorica, Crna Gora  
E-mail: b-vesna@t-com.me

### Uvod

Ulceracije na stopalu kod dijabetičara glavni su uzrok netraumatskih amputacija na donjim ekstremitetima (1,2,3,4). Evidentiranje rizika za pojavu ulceracije na stopalu kod dijabetičara je centralno mjesto u svakom planu i programu prevencije netraumatskih amputacija na donjim ekstremitetima. Timski pristup u prevenciji i liječenju faktora rizika smanjuje mogućnost za pojavu ulceracije 40-85% (2). Faktori rizika za nastanak ulceracije stopala obuhvatali bi: perifernu neuropatiju, vaskularnu bolest, deformitete stopala, ograničenu pokretljivost zglobova, negativne pritiske na stopalu, podatak o ranijoj ulceraciji ili amputaciji (5). Prisustvo senzorne neuropatije već je opisano kao najznačajniji faktor rizika (6,7). Odsustvo protektivnih senzacija kod senzorne dijabetične polineuropatije vodi ponavljanim traumama i smanjuje sposobnost bolesnika da pravo-

vremeno reaguju na potencijalnu povredu. Plantarna površina stopala je najčešće mjesto nastanka ulceracije stopala, posebno glave metatarzalnih kostiju (MT). Najčešća mjesta pojave ulceracije su prva, druga i treća glava metatarzalne kosti (MT 1, MT 2, MT 3) i palac. U studijama koje su se bavile prevalencom faktora rizika ulceracija stopala, Holewski i ostali (8,9), evidentirano je da različiti tipovi deformiteta stopala mogu dovesti do povećanog plantarnog pritiska; čekičasti i kandžasti prsti su u brojnim studijama izdvojeni ne samo kao najzastupljeniji, već i kao faktori strukturalnih promjena sa posleđičnim povećanim opterećenjem pojedinih regija plantarne strane stopala. Prevalenca čekičastih prstiju se kreće od 32% do 45%, dominantno je zahvaćen palac, a promjene su u vidu hiperekstenzije metatarzofalangealnih (MTPH) zajedno sa fleksijom proksimalnih i hiperekstenzijom distalnih inerfalangealnih zglobova. Od ostalih deformiteta, opisani su varusi i valgusi stopala, visok uzdužni i medijalni svod ili pes cavus, hallux valgus itd. Jedan od referisanih uzroka pojave deformiteta stopala kod dijabetičara je motorna polineuropatija, koja izaziva atrofiju unutrašnjih mišića stopala i za posledicu ima nestabilnost metatarzofalangealnih zglobova sa

pomjeranjem zaštitnog masnog jastučeta distalno, odnosno anteriorno, koje je uobičajeno smješteno ispod metatarzalnih kostiju (7,8,9). Promjene povećavaju vulnerabilnost stopala u toku hoda. Ovaj mehanizam nastanka ulceracije se objašnjava stalnim i ponavljanim pritiskom na prominencije kostiju u toku stajanja i hoda. Biomehaničke promjene povećavaju izloženost pojedine regije stvaranju žuljeva, fisura i deformiteta. Ograničena pokretljivost zglobova je česta manifestacija kod bolesnika sa diabetes mellitus-om (DM), 30% dijabetičara ima ograničenost pokreta većih ili manjih zglobova. Ograničena pokretljivost u skočnom zglobu i MTPH 1 zglobu uzrokovana je zadebljanjem i skraćenjem ligamenata i tetiva i za posledicu ima povećan plantarni pritisak prednjeg dijela stopala (7).

Boulton i asocijacija za istraživanje dijabetičnog stopala i rizika nastanka ulceracije navode da 51% bolesnika sa DM i neuropatijom imaju poremećen plantarni pritisak stopala (9,10,11). Mnoge strategije se koriste da smanje mjesta najvećeg pritiska u toku hoda, kroz rasterećenje ili totalni kontakt (ulošci, udobna obuća). Informacija o plantarnom pritisku je korisna u predviđanju pojave ulceracije i određivanju rizičnog mjesta.

### Cilj

Cilj istraživanja bio je evaluacija faktora rizika kod bolesnika sa DM za nastanak ulceracije stopala, povezanost deformiteta stopala, oštećenja senzibiliteta na plantarnoj strani stopala i plantarnog pritiska i na taj način, mogućnost determinacije regije za nastanak ulceracije stopala.

### Metodologija

Istraživanje se sprovodilo u Centru za fizikalnu medicinu i rehabilitaciju Kliničkog centra Crne Gore 2009. godine. Studija je odobrena od strane Etičkog komiteta Kliničkog centra Crne Gore. Prospektivnom studijom je obuhvaćena grupa od 20 bolesnika sa DM tip 2, starosne dobi od 18 do 70 godina oba pola. Uzorak je odabran na osnovu kriterijuma: prisutni deformiteti stopala i oštećenje senzibiliteta, iz grupe od 70 bolesnika sa dijabetičnom distalnom senzomotornom polineuropatijom kod kojih se prate efekti fizikalne terapije. Prisustvo polineuropatije kod svih bolesnika potvrđeno je elektromioneurografskim ispitivanjem.

#### Istraživački protokol

Detaljan neurološki pregled obuhvatao je pregled vibracionog senzibiliteta 128 Hz na palcu stopala, pregled osjetljivosti na termičke draži na dorzumu stopala i osjetljivost na dodir (blag, oštar). Skorovanje je evidentirano kroz NDS (Neuropathy Disability Score): 0 - normalan odgovor; 1 - poremećaj. Refleksna aktivnost je ispitivana kod Achill-ovog refleksa i skorovana kroz NDS: 0 - prisutan, 1 - snižen i 2 - odsutan.

Evaluacija pokretljivosti zglobova je obuhvatala pokretljivost MTPH 1 i skočnog zgloba. Ispitivanje je rađeno goniometrom i skorovano: 0 - normalan 1 - ograničen i 2 - potpuno ograničen obim pokreta. Pregled pokretljivosti zglobova je jednostavan, jeftin i brz. Izvodi se u položaju supinacije pri ispitivanju skočnog zgloba tako što se vertikalna linija, markirana na koži bolesnika, nalazi na sredini zadnje strane potkoljenice do pete, a pri ispitivanju MTPH 1 zgloba, horizontalna linija markirana na koži kreće se od palca do pete. Registruje se maksimalni pasivni pokret fleksije i ekstenzije. Ispitivanje pruža informaciju ne samo o pokretljivosti segmenta već i o opštoj pokretljivosti bolesnika. Kod dijabetičara, jedan od vrlo čestih nalaza je otežan hod na petama. Poznato je da motorna neuropatija najčešće dovodi do slabosti mišića stopala i poremećaja ravnoteže fleksora i ekstenzora stopala, ali česte su paradoksalne situacije, gdje uz očuvanu mišićnu snagu i odsustvo motorne neuropatije, hod na petama nije moguć.

#### Evidentiranje deformiteta stopala inspekcijom

Teoretski različiti deformiteti stopala izazivaju izloženost pojedinih regija stopala negativnim pritiscima i stvaranju žuljeva. Deformiteti se opisuju kao: halux valgus, varus i valgus stopala, čekičasti, odnosno kandžasti prsti, cavus stopala itd. Deformiteti se mogu ocjenjivati pojedinačno, bod za svaki deformitet prisutan u bilo kojem stepenu, a najviše prisutnih je 3.

Skeniranje stopala pri statičkom pritisku i određivanje mjesta najvećeg plantarnog pritiska

Korišćen je Rothballer Scan Sistem, koji predstavlja kompjuterizovano skeniranje stopala u tri dimenzije. Pregled se izvodi tako što bolesnik bos nagazi na obilježeno mjesto na platformi. Postupak se ponavlja tri puta. Plantarni pritisak se može ispitivati kroz dinamičko i statičko opterećenje stopala. Iz dosadašnjih istraživanja, varijacije u rezultatima su 35%. Prednost ovog načina ispitivanja je zbog geometrijske informacije o stopalu ali nedostatak u odnosu na druge metode (MRI, UZ) je što ne daje precizne podatke o struktura ispod kože.

Ispitivanje senzitivnih tačaka 10-g monofilamentskim testom na predilekcionim mjestima za nastanak ulceracije: palac, glave MT 1, MT 2, MT 3 i MT 5 kosti i peta

Statističke analize: Od deskriptivnih statističkih parametara za nivo analiziranih obilježja izračunavana je aritmetička sredina sa standardnom devijacijom SD. Za testiranje statističke značajnosti korišćeni su Pearson-ov  $\chi^2$  test, Fischer-ov test stvarne verovatnoće. Od multivarijantnih statističkih metoda korišćena je kanonična korelaciona analiza i logistička regresiona analiza.

## Rezultati

Ispitivani uzorak bio je 20 bolesnika (12 muškaraca i 8 žena), prosječne starosti 61 godina (SD 9,87), trajanje DM 12,5 godina (SD 6,54). Trajanje dijabetične neuropatije 5,2 godine (SD 3,94). Vrijednost HbA<sub>1c</sub> < 9,5 mmol/l. Vrijednost NDS skora je 7,7 (SD 1,66).

Tabela 1. Zastupljenost deformiteta stopala

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	Great too clawed	4	20,0	20,0	20,0
	Varus	3	15,0	15,0	35,0
	Valgus	8	40,0	40,0	75,0
	Hamer	3	15,0	15,0	90,0
	Cavus	2	10,0	10,0	100,0
	Total	20	100,0	100,0	

Tabela 2. Odnos oštećenja senzibiliteta i plantarnog pritiska na glavi MT1kosti

		PIMT		Total	
		0,00	1,00		
s.t. MT1	0,00	Count	14	1	15
		% within s.t. MT1	93,3%	6,7%	100,0%
		% within PIMT	87,5%	25,0%	75,0%
	1,00	Count	2	3	5
		% within s.t. MT1	40,0%	60,0%	100,0%
		% within PIMT	12,5%	75,0%	25,0%
Total	Count	16	4	20	
	% within s.t. MT1	80,0%	20,0%	100,0%	
	% within PIMT	100,0%	100,0%	100,0%	

Tabela 3. Odnos oštećenja senzibiliteta i plantarnog pritiska na glavi MT3

		PIII MT		Total	
		0,00	1,00		
s.t. MT3	0,00	Count	11	0	11
		% within s.t. MT3	100,0%	0,0%	100,0%
		% within PIII MT	73,3%	0,0%	55,0%
	1,00	Count	4	5	9
		% within s.t. MT3	44,4%	55,6%	100,0%
		% within PIII MT	26,7%	100,0%	45,0%
Total	Count	15	5	20	
	% within s.t. MT3	75,0%	25,0%	100,0%	
	% within PIII MT	100,0%	100,0%	100,0%	

Funkcionalnim ispitivanjem, dobijeni rezultati ispitivane pokretljivosti skočnog zgloba pokazali su da 45% bolesnika ima ograničen obim pokreta. Znatno je veći procenat bolesnika (70%) sa ograničenim obimom pokreta u MTPH 1 zglobu.

Analiza prisutnosti deformiteta stopala je pokazala najveću zastupljenost valgus-a 40% a ostali deformiteti su približno isto prisutni (Tabela 1). Analizirajući povezanost deformiteta stopala i ograničenje obima pokreta u zglobovima kod 75% bolesnika nađena je udruženost kandžastog palca i ograničen pokret u MTPH 1 zglobu.

Kad su u pitanju senzitivne tačke, nađeno je da su oštećenja senzibiliteta bila najčešća u regiji palca, glave MT 1, MT 2 i MT 3 kosti.

Upoređujući mjesta povećanog plantarnog pritiska sa rezultatima oštećenja senzibiliteta, kod 87,5% bolesnika postoji udruženost ove dvije varijable u regiji palca (Tabela 2), 75,0% u regiji glave MT 1 ( $p < 0,05$ ) i 100 % u regiji glave MT 3 kosti ( $p < 0,001$ ), (Tabela 3).

## Diskusija

Dobijeni rezultati prisustva deformiteta stopala tipa kandžastog palca udruženog sa senzornom neuropatijom ukazuju na rizično mjesto nastanka ulceracije stopala. U istraživanjima Ledoux-a i autora navodi se da su ovi faktori rizika najčešće udruženi i sa slabijom snagom unutrašnjih mišića stopala (12,13,14).

Nađena korelacija oštećenja senzibiliteta i povećanog plantarnog pritiska u regiji palca, glave MT 1 i MT 3 kosti smatramo da se može tumačiti kao lokacija sa povećanim rizikom za nastanak ulceracije. U ispitivanja Frag Abouesh-a i ostalih, pored optičkog pedobarografa rađeno je i ispitivanje ultrazvučnom skenirajućom platformom gde se, pored ispitivanja tačaka povećanog plantarnog pritiska, moglo pratiti i stanje elastičnosti plantarne fascije (12). Naši rezultati o lokacijama plantarnog pritiska i tipa deformiteta stopala koreliraju sa pomenutom studijom, osim što je u našem ispitivanju značajno prisutnija regija glave MT 3 kosti a u pomenutoj studiji je to glava MT 1 kosti. Sicco A. i ostali navode da stanje plantarne fascije stopala i ligamenata nije potpuno razjašnjeno kod neuropatskog stopala, bez obzira na referisanja o rupturama plantarne fascije kod dijabetičara, koja je značajna u održavanju stabilnosti MTPH zglobova (11). Ali svakako slabija mišićna snaga fleksora i ekstenzora dovodi do opterećenja ovih struktura. Isti autori u svom radu sugerišu da je uticaj motorne neuropatije na deformitete stopala nejasan ali prisutan kod funkcije stopala. Zaključuju da je prisustvo senzorne neuropatije presudno u patologiji dijabetičnog stopala (13,14).

Ograničena pokretljivost zglobova je manje ispitivana upoređujući je sa drugim faktorima rizika jer izaziva manju onesposobljenost i subjektivne tegobe. Međutim, to ne umanjuje njen značaj.

Stefan Zimny i ostali (7) u svom ispitivanju nalaze značajnu povezanost između ograničene pokretljivosti u skočnom zglobu, MTPH 1 zglobu i oštećenju vibracionog senzibiliteta na palcu. U našem ispitivanju postoji povezanost između plantarnog pritiska i ograničene pokretljivosti zglobova, ali nije nađena značajnost u odnosu na ova dva faktora.

## Zaključak

Specifične evaluacije stopala kod definitivne dijabetične neuropatije mogu predvidjeti mjesto većeg rizika za razvoj ulceracije stopala. Izostanak protektivnog senzibiliteta udružen sa drugim faktorima rizika povećavaju mogućnost razvoja ulceracije.

## Literatura

1. Caselli A, Hau P, Giurini J, Armstrong GD, Veves A. The forefoot-to-rearfoot plantar pressure ratio is increased in severe diabetic neuropathy and can predict foot ulceration. *Diabetes Care* 2002; 25(6): 1066-71.
2. Peters EJ, Armstrong DG, Lavery LA. Risk factors for recurrent diabetic foot ulcers: site matters. *Diabetes Care* 2007; 30(8):2077-9.
3. Stojiljković M, Milenković D. Postoperativne komplikacije i mortalitet obolelih od sindroma dijabetesnog stopala. *Acta medica Medianae* 2002; 41(3):69-73.
4. Andreassen CS, Jakobsen J, Andersen H. Muscle weakness a progressive late complication in diabetic distal symmetric polyneuropathy. *Diabetes* 2006; 55(3): 806-12.
5. Mueller JM, Zuo D, Bohnert KL, Tuttle JL, Sinacore RD. Plantar stresses on the neuropathic foot during barefoot walking. *Phys Ther* 2008; 88(11):1375-84.
6. Courtemanche R, Teasdale N, Boucher P, Fleury M, Lajoie Y, Bard CH. Gait problems in diabetic neuropathic patients. *Arch Phys Med Rehabil* 1996; 77:849-55.
7. Zimny S, Schatz H, Pfohl M. The role of limited joint mobility in diabetic patients with an at-risk foot. *Diabetes Care* 2004; 27(4):942-6.
8. Smith EK, Commean KP, Mueller MJ, Robertson DD, Pilgram T, Johnson J. Assessment of the diabetic foot using spiral computed tomography imaging and plantar pressure measurements: a technical report. *J Rehabil Res Dev* 2000; 37(1):37-40.
9. Kwon OY, Mueller MJ. Walking patterns used to reduce forefoot plantar pressures in people with diabetic neuropathies. *Phys Ther* 2001; 81(2):828-35.
10. Gooch C, Podwall D. The diabetic neuropathies. *Neurologist* 2004; 10(6):311-22.
11. Tesfaye S, Kempler P. Painful Diabetic Neuropathy. *Diabetologia* 2005; 48(5):805-7.
12. Abouaasha F, van Schie CH, Griffiths GD, Young RJ, Boulton AJ. Plantar tissue thickness is related to peak plantar pressure in the high-risk diabetic foot. *Diabetes Care* 2001; 24(7):1270-4.
13. Bus SA, Yang QX, Wang JH, Smith MB, Wunderlich R, Cavanagh PR. Intrinsic muscle atrophy and toe deformity in the diabetic neuropathic foot a magnetic resonance imaging study. *Diabetes Care* 2002; 25(8): 1444-50.
14. Ledoux WR, Schoen J, Lovell M, Huff E. Clawed toes in the diabetic foot: neuropathy, intrinsic muscle volume, and plantar aponeurosis thickness. *J Foot Ankle Res* 2008; 1(Suppl 1):02.

## RISK FACTORS FOR DIABETIC FOOT ULCERATION-FOOT DEFORMITY AND NEUROPATHY

Vesna Bokan

Interaction of the sequels of neuropathy in the foot leads to ulcers and leg amputations in individuals with diabetes mellitus. The purpose of this study was to explore the relationship between neuropathy, foot deformity, plantar pressure and limited joint mobility for predicting the occurrence of ulcers. A total of 20 patients, with mean age of 61 years and duration of diabetes type 2 of 12,5 (SD 6,54) years, participated in the prospective study. Inclusion factors were neuropathy, which was defined by electrophysiological examinations, and foot deformity. At follow-up, the patients were examined by performing: neuropathy disability score (NDS), measurement of the first metatarsophalangeal joint and ankle joint range of motion, estimation of foot deformity and application of 10-g monofilaments. Plantar foot pressure was measured using Rothbaler Scan System. We noted the NDS score 7,7 and SD 1,66.

A significant association was found between limited mobility of the first metatarsophalangeal joint ( MTPH 1) and claw great toe deformity (75%).

The loss of protective sensation is defined as insensitivity in the great toe, the first, the second and the third metatarsal heads (MTH 1, MTH 2, MTH 3). There was a significant interaction between peak plantar pressure and insensitivity in the region of the great toe and MTH 1 and MTH 3 (87%: 100%),  $p < 0,05$ .

Neuropathy, foot deformity, plantar pressure and limited joint mobility are significant risk factors for development of foot ulceration. *Acta Medica Medianae* 2010; 49(4):19-22.

**Key words:** diabetes, plantar pressure, peripheral neuropathy