

Lawrence A. Lavery^{1, 3}, David G. Armstrong^{1, 2, 4}, Robert P. Wunderlich¹,
Jeffrey Tredwell¹, Adrew J.M. Boulton⁴

¹Diabetex Research Group, Baltimore, Maryland

²Department of Surgery, Southern Arizona Veterans Affairs Medical Center, Tucson, Arizona

³Department of Orthopaedics, Loyola University, Chicago, Illinois

⁴Department of Medicine, Manchester Royal Infirmary, Manchester, Wielka Brytania

Wartość predykcyjna oceny ciśnienia podeszwowego jako elementu powszechnego programu leczenia cukrzycy

Predictive value of foot pressure assessment as part of a population-based
diabetes disease management program

Przedrukowano za zgodą z: *Diabetes Care* 2003, 26, 4, 1069–1073

STRESZCZENIE

WSTĘP. Celem pracy była ocena przydatności dynamicznego pomiaru ciśnienia podeszwowego w identyfikacji grupy chorych wysokiego ryzyka powstawania owrzodzeń neuropatycznych. Wybierając punkt odcięcia, szukano optymalnej kombinacji swoistości i czułości wartości ciśnienia podeszwowego, pozwalającej ocenić ryzyko występowania owrzodzeń neuropatycznych.

MATERIAŁ I METODY. Grupę 1666 chorych na cukrzycę (50,3% mężczyzn) kolejno zgłaszających się do dużego miejskiego centrum diabetologicznego zakwalifikowano do badania zaplanowanego na 2 lata. Podczas kwalifikacji pacjentów poddano standardowemu badaniu klinicznemu, ze szczególnym uwzględnieniem układu mięśniowo-szkieletowego, a także dokładnej ocenie w miejscowym gabinecie stopy cukrzycowej.

WYNIKI. Z całej badanej populacji u 263 chorych (15,8%) owrzodzenie stóp występowało podczas badania wstępnego lub powstało w czasie 24-miesięcznej obserwacji. Jak oczekiwano, podstawowe maksymalne ciśnienie podeszwowe było znacznie wyższe u osób z grupy z owrzodzeniami niż u osób z grupy bez tej zmiany ($95,5 \pm 26,4$ vs. $85,1 \pm 27,3$ N/cm², $p < 0,001$). Zaobserwowano również tendencję do związku wyższego ciśnienia podeszwowego z większą liczbą zniekształceń stopy, jak również z klasyfikacją do grupy wyższego ryzyka rozwoju owrzodzeń ($p = 0,0001$). Maksymalne ciśnienie podeszwowe nie było odpowiednim, samodzielnym narzędziem identyfikującym chorych z grupy wysokiego ryzyka. Przy zastosowaniu krzywej operacyjno-charakterystycznej (ROC, *receiver operating characteristic*), po wyłączeniu z analizy pacjentów z nieupośledzonym czuciem powierzchniowym, optymalny punkt odcięcia wartości ciśnienia podeszwowego, określony na podstawie najlepszej kombinacji swoistości i czułości, wyniósł 87,5 N/cm², osiągając czułość 63,5% i swoistość 46,3%.

WNIOSKI. Uzyskane dane potwierdzają, że podwyższone ciśnienie podeszwowe jest istotnym czynnikiem ryzyka powstawania zespołu stopy cukrzycowej, chociaż analiza ROC sugeruje, że ciśnienie to jako pojedynczy parametr jest słabym wskaźnikiem pozwalającym ocenić ryzyko powstawania owrzodzeń stóp.

Adres do korespondencji: D.G. Armstrong

Department of Surgery

3601 South Sixth Ave., Tucson, AZ 85723

e-mail: armstrong@usa.net

Copyright © 2003 by American Diabetes Association, Inc

American Diabetes Association nie odpowiada za poprawność tłumaczenia z języka angielskiego

Diabetologia Praktyczna 2003, tom 4, nr 3, 229–235

Copyright © 2003 Via Medica

Tłumaczenie: lek. Anna Szyndler

Wydanie polskie: Via Medica

Słowa kluczowe: ciśnienie podeszwowe, owrzodzenia neuropatyczne, cukrzyca

ABSTRACT

INTRODUCTION. To evaluate the effectiveness of dynamic plantar pressure assessment to determine patients at high risk for neuropathic ulceration. In choosing the cut point, we looked for an optimum combination of sensitivity and specificity of plantar pressure to screen for neuropathic ulceration.

MATERIAL AND METHODS. A total of 1,666 consecutive individuals with diabetes (50.3% male) presenting to a large urban managed care — based outpatient clinic were enrolled in this longitudinal 2-year outcome study. Patients received a standardized medical and musculoskeletal assessment at the time of enrollment, including evaluation in an onsite gait laboratory.

RESULTS. Of the entire population, 263 patients (15.8%) either presented with or developed an ulcer during the 24-month follow-up period. As expected, baseline peak plantar pressure was significantly higher in the ulcerated group than in the group who did not ulcerate (95.5 ± 26.4 vs 85.1 ± 27.3 N/cm², $P < 0.001$). There was also a trend toward increased pressure with increasing numbers of foot deformities, as well as with increasing foot risk classification ($P = 0.0001$). Peak pressure was not a suitable diagnostic tool by itself to identify high-risk patients. After eliminating patients without loss of protective sensation, using receiver operating characteristic (ROC) analysis, the optimal cut point, as determined by a balance of sensitivity and specificity, was 87.5 N/cm², yielding a sensitivity of 63.5% and a specificity of 46.3%.

CONCLUSIONS. The data from this evaluation continue to support the notion that elevated foot pressure is an important risk factor for foot complications. However, the ROC analysis suggests that foot pressure is a poor tool by itself to predict foot ulcers.

Key words: plantar pressure, neuropathic ulcerations, diabetes mellitus

Wstęp

Owrzodzenia neuropatyczne u chorych na cukrzycę są spowodowane współwystępowaniem nacisku i powtarzających się mikrourazów stopy [1, 2]. Identyfikację, ocenę ilościową i zmniejszenie wpływu ucisku i powtarzających się urazów (aktywności) uważa się za ważny element oceny ryzyka i postępowania zarówno u pacjentów z owrzodzeniami stopy, jak i zagrożonych nimi [3–8].

Wielokrotnie badano populację chorych z grup wysokiego ryzyka, by określić przedziały ciśnienia podeszwowego, które mogłyby ułatwić ocenę ryzyka. Boulton i wsp. [9] stwierdzili u wszystkich chorych z owrzodzeniami stopy ciśnienie podeszwowe przekraczające 110 N/cm², sugerując próg, poniżej którego nie rozwiną się owrzodzenia stóp. Tylko u 31% chorych na cukrzycę, u których w przeszłości one nie występowały, stwierdzano nieprawidłowe maksymalne ciśnienie podeszwowe, według kryterium zaproponowanego przez Boultona i wsp. Jednak nie jest jasne, czy istnieje progowa wartość ciśnienia, poniżej której nie dochodzi do owrzodzeń, ponieważ w innych badaniach stwierdzano w okolicy owrzodzeń neuropatycznych niższe maksymalne ciśnienia niż określone przez wspomnianą grupę badaczy [8–10]. Na przykład wykazano, że ryzyko powstania owrzodzenia stóp u chorych na cukrzycę z ciśnieniem podeszwowym powyżej 65 N/cm² jest 6-krotnie wyższe niż u osób, u których stwierdzano ciśnienie poniżej tej wartości [3]. W poprzednim badaniu autorzy niniejszej pracy nie byli w stanie jednoznacznie wyznaczyć punktu odcięcia dla ciśnienia, na podstawie którego można oceniać ryzyko powstawania owrzodzeń [11]. Określenie jednoznacznego punktu odcięcia optymalnego, maksymalnego ciśnienia podeszwowego mogłoby być dla klinicystów cennym kryterium pozwalającym wyodrębnić grupy wysokiego ryzyka wśród chorych na cukrzycę. Dlatego też celem tego badania było określenie, na podstawie obserwacji dużej grupy pacjentów, wartości ciśnienia podeszwowego wynikającej z optymalnej kombinacji czułości i swoistości, wskazującej na zagrożenie owrzodzeniem neuropatycznym.

Materiał i metody

W San Antonio w Teksasie autorzy, we współpracy z dwiema dużymi praktykami lekarskimi, wprowadzili program leczenia i kontroli zespołu stopy cukrzycowej. Chorych na cukrzycę wybrano z baz danych szpitala i przychodni na podstawie kodu 250 według 9. Rewizji Międzynarodowej Klasyfikacji Chorób (ICD-9-CM, *International Classification of Diseases, Ninth Revision, Clinical Modification*). Rozpoznanie cukrzycy potwierdzono na podstawie dokumentacji medycznej, wyników badań laboratoryjnych lub kontaktu z lekarzem pierwszego kontaktu. Niniejsza praca zawiera dane zebrane od pierwszych 1666 zbadanych chorych, obserwowanych przez średnio 24 miesiące (przedział 20–29).

Badanie przesiewowe kończyn dolnych polegało na zebraniu dokładnego wywiadu chorobowego pacjenta i całościowym zbadaniu kończyn dol-

nych, w celu identyfikacji takich czynników ryzyka, jak: występowanie patologii kończyn dolnych w przeszłości (owrzodzenia stóp, amputacje, artropatia Charcota, *by-pass* naczyń kończyn dolnych, angioplastyka kończyn dolnych), obwodowej neuropatii czuciowej, choroby naczyń obwodowych, deformacji stóp lub nieprawidłowego ciśnienia podszewowego. Badanie czucia w kończynach dolnych przeprowadzono za pomocą monofilamentu Semmesa i Weinsteina o nacisku 10 g (*Touch-Test Sensory Evaluator, North Coast Medical, Morgan Hill, CA*), zaś próg czucia wibracji (*VPT Tester, Salix Medical, San Antonio, TX*) określano, stosując metodę opisaną wcześniej przez Armstronga i wsp. [12]. Rozpoznanie obwodowej neuropatii czuciowej z utratą ochronnego czucia powierzchniowego dokonywano na podstawie braku czucia dotyku monofilamentu Semmesa i Weinsteina w 10 punktach badania na każdej ze stóp lub progów czucia wibracji powyżej 25 V. Stan naczyń obwodowych kończyn dolnych oceniano na podstawie obecności tętna na tętnicy grzbietowej stopy i tętnicy piszczelowej tylnej. Jeżeli nie było ono wyczuwalne w jednym z miejsc bądź u chorego występowało chromanie przestankowe lub bóle spoczynkowe, wykonywano badanie naczyń tętnicznych metodą Dopplera. Chorobę naczyń obwodowych kończyn dolnych rozpoznawano na podstawie niewyczuwalnego tętna na tętnicach stopy i wartości wskaźnika kostkowo-ramiennego powyżej 0,80 na jednej z kończyn.

Badanie układu mięśniowo-kostnego przeprowadzał specjalista podiatry w celu rozpoznania takich patologii stóp, jak: koślawy paluch, palce szponiaste lub młotkowate, *hallux rigidus* (grzbietowe zgięcie pierwszego stawu śródstopnopaliczkowego < 50°) oraz stopa końska (grzbietowe zgięcie stopy < 0°) [3, 13]. Obecność modzeli oceniano na podszewie i grzbiecie stopy. Dodatkowo, maksymalne ciśnienie podszewowe w okolicy śródstopia określano za pomocą systemu analizy zaburzeń chodu Novel EMED (*Novell, Minneapolis, MN*) i ekranu badającego nacisk stopy. Maksymalne ciśnienie podszewowe oceniano metodą 2-stopniową dla każdej stopy, stosując wcześniej opisane kryteria [14, 15]. System mierzył ciśnienia w rozdzielczości około 4 pikseli/cm² nad całą powierzchnią kontaktu przyrządu ze skórą. Notowano lokalizację i wartość najwyższego (maksymalnego), miejscowego ciśnienia. By określić optymalny punkt odcięcia na skali pomiarowej, zastosowano krzywe operacyjno-charakterystyczne (ROC, *receiver operating characteristic*) [16].

Na podstawie wstępnej oceny pacjentów podzielono na grupy w zależności od zagrożenia po-

wstaniem zespołu stopy cukrzycowej i otoczono ich opieką prewencyjną lub intensywną, zgodnie z protokołem opartym na stopniu ryzyka. Chorych z grup niskiego ryzyka (kategoria 0) badano corocznie od momentu wstępnej oceny. Pacjentów zaklasyfikowanych do kategorii 1. i wyższej uznano za chorych zagrożonych wysokim ryzykiem. Do kategorii 1. zaliczono osoby z neuropatią bez zniekształceń stopy, zaś do kategorii 2. — pacjentów z neuropatią i zniekształceniami stóp. Chorzy, u których w przeszłości występowały owrzodzenia lub wykonano amputację, należeli do kategorii 3. Podstawą tej klasyfikacji są wcześniejsze systemy opublikowane w pracach Armstronga i wsp., *International Working Group on the Diabetic Foot* oraz Petersa i Lavery'ego [17–19]. Chorzy z grup wysokiego ryzyka brali udział w zajęciach edukacyjnych, poddano ich ocenie specjalisty zaopatrzenia ortopedycznego oraz regularnej opiece podiatry w gabinecie stopy cukrzycowej. Wizyty w tym gabinecie pacjenci z grupy wysokiego ryzyka odbywali w odstępach nie większych niż 12 tygodni. Dodatkowo, wykonano specjalistyczne obuwie i wkładki terapeutyczne dla chorych, z uwzględnieniem wniosków podiatry. Wkładki ortopedyczne wymieniano 3 razy w ciągu roku lub w zależności od potrzeb, a obuwie — przynajmniej raz w roku.

Do oceny różnic zmiennych ciągłych między grupami zastosowano test *t* dla grup niezależnych. By ocenić zmienne dichotomiczne, zastosowano test χ^2 z 95-procentowym przedziałem ufności (CI, *confidence interval*) i ilorazami szans (OR, *odds ratio*). Do porównania różnic między rasą a maksymalną wartością ciśnienia podszewowego, poziomem ryzyka a ciśnieniem podszewowym oraz wzrostem ciśnienia podszewowego w zależności od liczby zniekształceń stóp wykorzystano analizę ANOVA i *post hoc* test Tukeya oparty na rozkładzie według Studenta dla porównań wielokrotnych. Posłużono się również testem χ^2 dla tendencji (χ^2 tendencja) do określenia odsetka pacjentów ze zwiększonym ciśnieniem podszewowym, u których stwierdzano 1, 2 lub 3 malformacje stopy. Do wyboru optymalnego punktu odcięcia wartości ciśnienia podszewowego zastosowano krzywe ROC [16, 20] — jest to graficzna metoda przedstawiania czułości i swoistości danego testu. We wszystkich analizach przyjęto wartość α równą 0,05. Wszystkie wartości przedstawiono jako średnie \pm odchylenie standardowe (SD, *standard deviation*) [21].

Wyniki

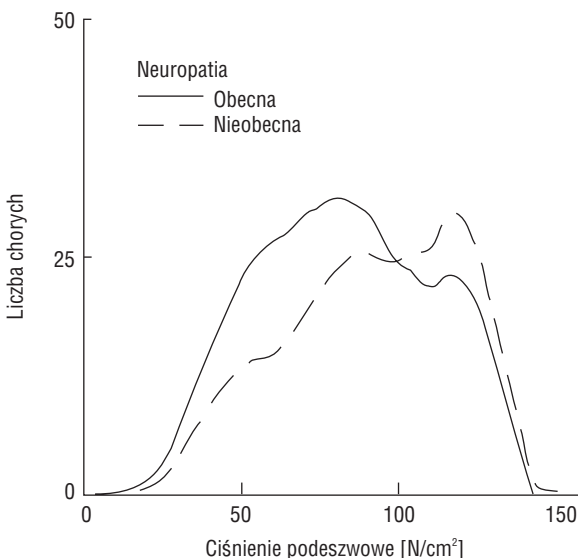
Spośród całej populacji badanej u 263 pacjentów (15,8%) w ciągu 24 miesięcy obserwacji powstały owrzodzenia stóp. Charakterystykę tej populacji przed-

Tabela 1. Charakterystyka badanej populacji

N	1666
Wiek (lata)	69,1 ± 11,1
Mężczyźni (%)	50,4
Masa ciała [kg]	83,8 ± 19,7
Czas trwania cukrzycy (lata)	11,1 ± 9,5
Maksymalne ciśnienie podaszowe [N/cm ²]	86,6 ± 27,4
Próg czucia wibracji [V]	22,5 ± 11,7

Dane podano jako średnie ± SD, jeśli nie wykazano inaczej

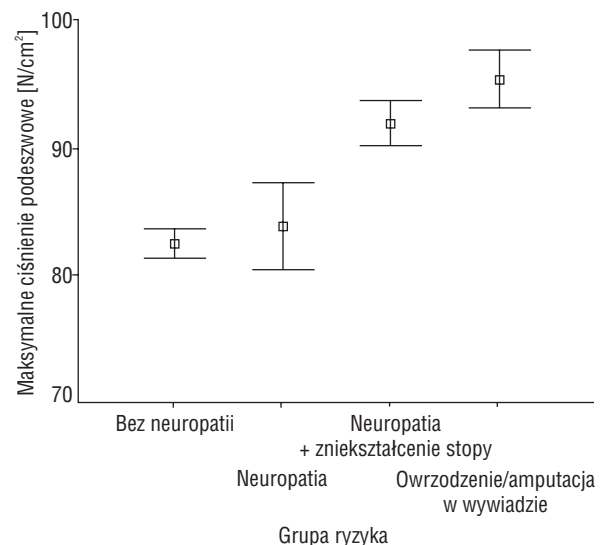
stawiono w tabeli 1. Dystrybucje ciśnień u chorych z owrzodzeniami i bez nich wykazują rozkład 2-modalny (ryc. 1). W grupie osób z neuropatią zaobserwowano rozkład znamienne bardziej asymetryczny na prawą stronę w porównaniu z grupą bez neuropatii (grupa z neuropatią — współczynnik asymetrii = 4, w grupie bez neuropatii — współczynnik = 0,1). Oceniano także różnice indywidualne między chorymi z owrzodzeniami i bez nich. Jak oczekiwano, maksymalne ciśnienie podaszowe było znacznie wyższe u pacjentów, u których owrzodzenia powstały w okresie obserwacji, niż u osób bez owrzodzeń ($95,5 \pm 26,4$ vs. $85,1 \pm 27,3$ N/cm², $p < 0,001$).



Rycina 1. Rozkład ciśnień podaszowych u chorych z neuropatią i bez tego schorzenia. W grupie pacjentów z neuropatią krzywa była znamienne bardziej przesunięta w kierunku wyższych ciśnień podaszowych (współczynnik asymetrii = 4,0, asymetria = -0,4, SD asymetrii = 0,1). W grupie osób bez neuropatii nie obserwowano znamiennej asymetrii krzywej (współczynnik = 0,1)

Określano maksymalne ciśnienie podaszowe na podstawie poziomu ryzyka powstania zespołu stopy cukrzycowej według Międzynarodowego Schematu Klasyfikacji Ryzyka Powstania Stopy Cukrzycowej (*International Diabetic Foot Risk Classification Scheme*) [18, 19] (ryc. 2). Maksymalne ciśnienie podaszowe u pacjentów z deformacjami stóp i neuropatią oraz u chorych z owrzodzeniami w wywiadzie lub po amputacjach było znamienne wyższe niż u pacjentów bez neuropatii ($p = 0,0001$ dla obu zależności). Jednak autorzy nie byli w stanie określić znamiennej różnicy szczytowych ciśnień podaszowych między osobami z owrzodzeniami w wywiadzie lub po amputacji (3. grupa ryzyka) a pacjentami z neuropatią i deformacjami stóp bez owrzodzeń lub amputacji (2. grupa ryzyka) ($p = 0,64$). Maksymalne ciśnienie podaszowe u chorych z owrzodzeniami lub amputacją w wywiadzie było wyższe niż u pacjentów, u których stwierdzano jedynie neuropatię ($p = 0,01$). Dane te przedstawiono na rycinie 2.

Obecność deformacji przodostopia u osób z neuropatią w dużym stopniu wiąże się z podwyższonym ciśnieniem podaszowym. Na przykład ryzyko podwyższonego ciśnienia podaszowego u osób z koślawym paluchem (zapaleniem torebki maziowej) było 1,5 raza wyższe niż u osób bez tej deformacji (41,2 vs. 32,6%, $p = 0,007$, OR = 1,5, 95% CI 1,1–1,9). Wśród pacjentów z *hallux limitus* (ograniczenie ruchomości w stawie śródstopno-paliczkowym) (59,6 vs. 49,6%, $p = 0,005$, OR = 1,5,



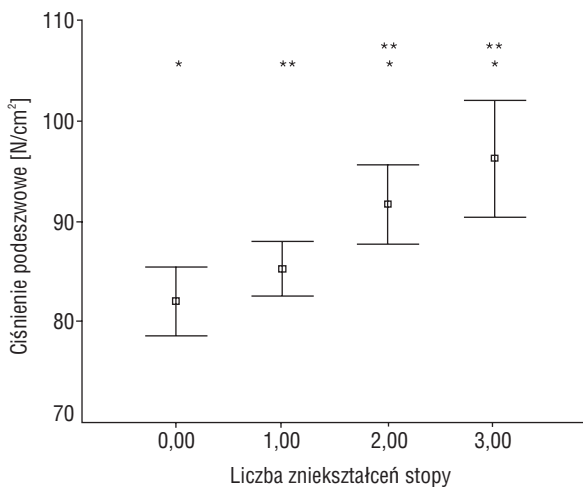
Rycina 2. Maksymalna wartość ciśnienia podaszowego według kategorii ryzyka. Zaobserwowano tendencję do wyższych ciśnień w grupach wyższego ryzyka

95% CI 1,1–2,0) i palcami młotkowatymi lub szponiastymi (45,0 vs. 35,7%, $p = 0,002$, OR = 1,5, 95% CI 1,1–1,9) częściej stwierdzano podwyższone ciśnienie podszwowe niż u chorych bez tych deformacji.

Mnogie deformacje stóp mogą prawdopodobnie prowadzić do podwyższenia ciśnienia podszwowego. Zaobserwowano tendencję do występowania wyższego ciśnienia podszwowego wraz ze wzrostem liczby deformacji stóp (tendencja $\chi^2 = 18,6$, $p = 0,0001$). Ponadto, wysokość tego ciśnienia rośnie wraz ze wzrostem liczby deformacji stóp (ryc. 3).

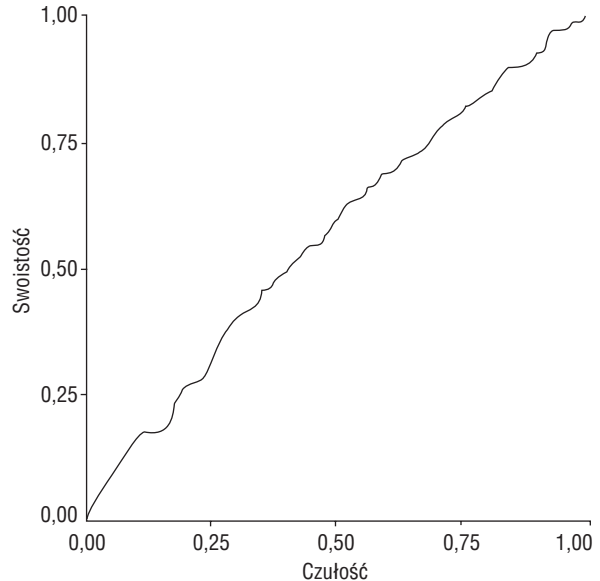
Obecność lub brak modzeli była także czynnikiem związanym z podwyższonym ciśnieniem, które w badanej populacji u osób z modzelami występowało 2,4-krotnie częściej niż u osób bez nagniotków (65,9 vs. 44,2%, $p = 0,0001$, OR = 2,4, 95% CI 1,9–3,2). U chorych z nagniotkami stwierdzano o 18,5% wyższe ciśnienie podszwowe w okolicy przodostopia niż u osób bez nagniotków ($92,7 \pm 26,4$ vs. $78,4 \pm 26,4$ N/cm², $p = 0,0001$).

Po wyeliminowaniu pacjentów bez utraty czucia powierzchniowego wyznaczono za pomocą krzywych ROC punkt odcięcia o optymalnej kombinacji czułości i swoistości. Wartość graniczna wynosiła 87,5 N/cm², uzyskując 63,5-procentową czułość i swoistość równą 46,3% (ryc. 4). W grupie osób ze szczytowym ciśnieniem powyżej 87,5 N/cm² wartość predykcyjna wyniku dodatniego wynosiła 17,4%, zaś wartość predykcyjna wyniku ujemnego była równa 90,4% (ryc. 5). W okresie obserwacji wśród pacjentów z ciśnieniem przekraczającym 87,5 N/cm² 2-krotnie częściej występowały owrzodzenia stóp (17,4 vs.

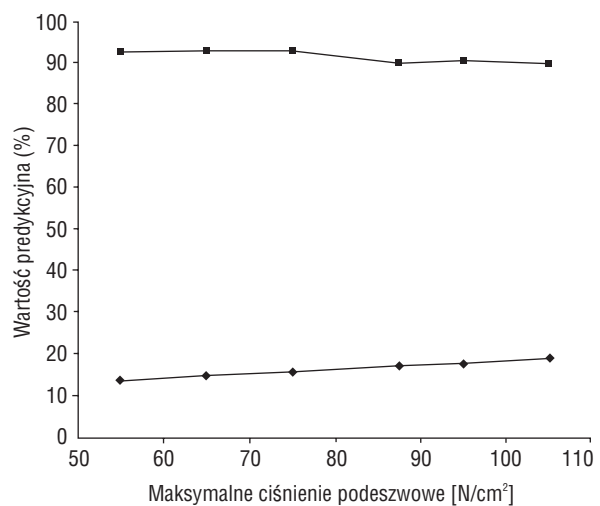


Rycina 3. Wpływ zniekształcenia przodostopia na wartość ciśnienia podszwowego; *ciśnienie bez deformacji stopy < ciśnienie stopy z 2 zniekształceniami, $p = 0,001$; brak zniekształceń < 3 zniekształcenia, $p = 0,0001$; **ciśnienie z 1 zniekształceniem stopy < ciśnienie z 2 zniekształceniami, $p = 0,04$; 1 zniekształcenie < 3 zniekształcenia, $p = 0,005$

9,6%, $p = 0,0001$, OR = 2,0, 95% CI 1,4–2,9). Krzywa ROC, na podstawie której można wyciągać wnioski, powinna mieć kształt „pagórka” łagodnie wzno-



Rycina 4. Krzywe ROC dla osób z neuropatią cukrzycową. Pole powierzchni pod krzywą wynosi 0,57, $p = 0,03$ (95% CI 0,51–0,62)



Rycina 5. Ciśnienia podszwowe stóp osób z owrzodzeniami neuropatycznymi: dodatnie i ujemne wartości predykcyjne; (♦) — dodatnia wartość predykcyjna (%); (■) — ujemna wartość predykcyjna (%). Wartość predykcyjna wyniku dodatniego to odsetek pacjentów z dodatnim rozpoznaniem, u których rozwinię się powikłanie (owrzodzenie). Wskazuje to, jak skuteczne jest narzędzie do przewidywania występowania powikłań. Okazuje się, że wartość predykcyjna wyniku dodatniego jest słaba. Wartość predykcyjna wyniku ujemnego to odsetek pacjentów bez rozpoznania, u których nie występuje powikłanie. Wartość predykcyjna wyniku ujemnego jest dobra. Potwierdza to wniosek, że wysokie maksymalne ciśnienie podszwowe nie jest dobrym samodzielnym narzędziem identyfikacji chorych z grup wysokiego ryzyka

szącego się w kierunku górnego lewego kwadrantu, a pole powierzchni pod nią powinno znacznie przekraczać 50%. W tym badaniu krzywa ROC (ryc. 4) wygląda jak prosta ustawiona pod kątem 45°, a pole powierzchni pod krzywą wynosi jedynie 57%.

Wnioski

Dane uzyskane w opisanym badaniu potwierdzają, że podwyższone ciśnienie podszwowe jest ważnym czynnikiem ryzyka powikłań cukrzycy w postaci zespołu stopy cukrzycowej. W obserwacji autorów u chorych na cukrzycę z podwyższonym ciśnieniem podszwowym ryzyko powstania owrzodzeń stóp było 2-krotnie wyższe niż u osób z niższym ciśnieniem. Jak oczekiwano, ciśnienie podszwowe było wyższe u osób z neuropatią, deformacjami stóp, nagniotkami i owrzodzeniami stóp lub amputacją w przeszłości [22–25]. Jednak analiza za pomocą krzywych ROC sugeruje, że ciśnienie podszwowe nie jest właściwym, samodzielnym narzędziem oceny zagrożenia wystąpienia owrzodzeń stóp w przyszłości.

Przedstawione wyniki wskazują, że wśród chorych na cukrzycę i neuropatię czuciową maksymalne ciśnienie podszwowe nie jest szczególnie wartościowym, samodzielnym narzędziem oceny ryzyka powstania owrzodzeń stóp. Czułość i swoistość dochodzące do 64% i 40% (ryc. 5) dla ciśnień podszwowych określonych jako patologiczne w badanej grupie oraz w badaniach innych autorów, wskazują, że ciśnienie to nie może być jedynym czynnikiem związanym z powstawaniem uszkodzeń skóry. Istnieją inne czynniki, które w połączeniu z wartościami ciśnienia podszwowego zwiększają wartość predykcyjną oceny. Wydaje się, że uwzględnienie takich zmiennych, jak całkowity czas nacisku (czas, w jakim pacjent opiera się na punkcie zwiększonego ciśnienia) lub intensywność ucisku (liczba powtórzeń nacisku w punkcie najwyższego ciśnienia w jednostce czasu) w analizie maksymalnego ciśnienia podszwowego może podnieść jego wartość predykcyjną.

Istnieje wiele czynników sprzyjających powstaniu owrzodzeń stóp, których autorzy nie byli w stanie uwzględnić. Współwystępowanie neuropatii, powtarzających się urazów, podwyższonego ciśnienia podszwowego oraz sił tarcia na powierzchni podszwowej stóp często powoduje nierozpoznane urazy, zapalenie i uszkodzenie kolejnych warstw tkanek [26]. Niestety, istnieje niewiele danych opisujących wpływ sił tarcia na powierzchni podszwowej stóp lub ilościowy wpływ powtarzających się urazów (liczba kro-

ków na dzień) na kwalifikację pacjenta do grupy ryzyka powstania owrzodzenia stóp. Bez znajomości tych dodatkowych czynników (o których wspomniano wyżej) niejasna jest niezależna rola podwyższonego ciśnienia podszwowego.

Większość działań zapobiegawczych koncentruje się na odciążeniu stopy, ponieważ jest to element najprościej poddający się ocenie [2, 7, 13]. Ocena i modyfikacja aktywności (liczba kroków na jednostkę czasu) nie stanowiły jak dotychczas celu żadnych szeroko zakrojonych badań. Liczba powtarzających się cykli nacisku może być ważniejszym czynnikiem ryzyka niż całkowite ciśnienie lub siły tarcia działające na podszwę stopy. Prawdopodobnie najbardziej przydatnym narzędziem oceny zagrożenia powstania owrzodzeń neuropatycznych w wypadku stóp wysokiego ryzyka byłby wzór uwzględniający ciśnienie podszwowe, siły tarcia i poziom intensywności chodzenia. Przy zastosowaniu wchodzących do użytku monitorów aktywnie badających te zmienne, dane te będą łatwo dostępne dla pacjentów, a dynamiczna ocena pozwoli również chorym kontrolować intensywność chodzenia w tak prosty sposób, jak glikemię za pomocą glukometru. Autorzy wierzą, że badania z udziałem dużych grup pacjentów, oceniające ciśnienie podszwowe i kontrolujące aktywność chorych, przyniosą w przyszłości narzędzia o większej wartości klinicznej w ocenie ryzyka powstania owrzodzeń, jak również przyczynią się do zapobiegania ich powstawaniu.

PIŚMIENNICTWO

1. Boulton A.J.: The pathogenesis of diabetic foot problems: an overview. *Diabet. Med.* 1996; 13: S12–S16.
2. Cavanagh P.R., Ulbrecht J.S., Caputo G.M.: Biomechanical aspects of diabetic foot disease: aetiology, treatment, and prevention. *Diabet. Med.* 1996; 13: S17–S22.
3. Lavery L.A., Armstrong D.G., Vela S.A., Quebedeaux T.L., Fleischli J.G.: Practical criteria for screening patients at high risk for diabetic foot ulceration. *Arch. Intern. Med.* 1998; 158: 158–162.
4. Lavery L.A., Vela S.A., Lavery D.C., Quebedeaux T.L.: Reducing dynamic foot pressures in high risk diabetics with foot ulcerations: a comparison of treatments. *Diabetes Care* 1996; 19: 818–821.
5. Pham H.T., Armstrong D.G., Harvey C., Harkless L.B., Giurini J.M., Veves A.: Screening techniques to identify the at risk patients for developing diabetic foot ulcers in a prospective multicenter trial. *Diabetes Care* 2000; 23: 606–611.
6. Armstrong D.G., Abu Rumman P.L., Nixon B.P., Boulton A.J.M.: Continuous activity monitoring in persons at high risk for diabetes-related lower extremity amputation. *J. Am. Podiatr. Med. Assoc.* 2001; 91: 451–455.
7. Armstrong D.G., Nguyen H.C., Lavery L.A., van Schie C.H., Boulton A.J.M., Harkless L.B.: Offloading the diabetic foot wound: a randomized clinical trial. *Diabetes Care* 2001; 24: 1019–1022.

8. Frykberg R.G., Lavery L.A., Pham H., Harvey C., Harkless L., Veves A.: Role of neuropathy and high foot pressures in diabetic foot ulceration. *Diabetes Care* 1998; 21: 1714–1719.
9. Boulton A.J., Hardisty C.A., Betts R.P., Franks C.I., Worth R.C., Ward J.D., Duckworth T.: Dynamic foot pressure and other studies as diagnostic and management aids in diabetic neuropathy. *Diabetes Care* 1983; 6: 26–33.
10. Armstrong D.G., Lavery L.A., Bushman T.R.: Peak foot pressures influence healing time of diabetic ulcers treated with total contact casting. *J. Rehabil. Res. Dev.* 1998; 35: 1–5.
11. Armstrong D.G., Peters E.J.G., Athanasiou K.A., Lavery L.A.: Is there a critical level of plantar foot pressure to identify patients at risk for neuropathic foot ulceration? *J. Foot. Ankle Surg.* 1998; 37: 303–307.
12. Armstrong D.G., Lavery L.A., Vela S.A., Quebedeaux T.L., Fleischli J.G.: Choosing a practical screening instrument to identify patients at risk for diabetic foot ulceration. *Arch. Intern. Med.* 1998; 158: 289–292.
13. Armstrong D.G., Stacpoole-Shea S., Nguyen H.C., Harkless L.B.: Lengthening of the Achilles tendon in diabetic patients who are at high risk for ulceration of the foot. *J. Bone Joint Surg. (Am.)* 1999; 81A: 535–538.
14. Quaney B., Meyer K., Cornwall M.W., McPoil T.G.: A comparison of the dynamic pedobarograph and EMED systems for measuring dynamic foot pressures. *Foot Ankle Int.* 1995; 16: 562–566.
15. Meyers-Rice B., Sugars L., McPoil T., Cornwall M.W.: Comparison of three methods for obtaining plantar pressures in nonpathologic subjects. *J. Am. Podiatr. Med. Assoc.* 1994; 84: 499–504.
16. Tsuji L., Nakamoto K., Hasegawa T., Gohdes D.M., Inawashiro H., Fukao A.: Receiver operating characteristic analysis on fasting plasma glucose, HbA_{1c}, and fructosamine on diabetes screening. *Diabetes Care* 1992; 14: 1075–1077.
17. Armstrong D.G., Lavery L.A., Harkless L.B.: Who is at risk for diabetic foot ulceration? *Clin. Podiatr. Med. Surg.* 1998; 15: 11–19.
18. International Working Group on the Diabetic Foot: International Consensus on the Diabetic Foot. International Working Group on the Diabetic Foot. Maastricht, The Netherlands, 1999.
19. Peters E.J., Lavery L.A.: Effectiveness of the diabetic foot risk classification system of the International Working Group on the Diabetic Foot. *Diabetes Care* 2001; 24: 1442–1447.
20. Borthey A.L., Malerbi D.A., Franco L.J.: The ROC curve in the evaluation of fasting capillary blood glucose as a screening test for diabetes and IGT. *Diabetes Care* 1994; 11: 1269–1272.
21. Kirkwood B.R.: *Essentials of Medical Statistics*. Blackwell, Oxford, U.K. 1988.
22. Boulton A.J., Betts R.P., Franks C.I., Newrick P.G., Ward J.D., Duckworth T.: Abnormalities of foot pressure in early diabetic neuropathy. *Diabet. Med.* 1987; 4: 225–228.
23. Boulton A.J., Betts R.P., Franks C.I., Ward J.D., Duckworth T.: The natural history of foot pressure abnormalities in neuropathic diabetic subjects. *Diabetes Res.* 1987; 5: 73–77.
24. Armstrong D.G., Lavery L.A.: Plantar pressures are higher in diabetic patients following partial foot amputation. *Ostomy Wound Manage* 1998; 44: 30–32, 34, 36 *passim*
25. Armstrong D.G., Lavery L.A.: Elevated peak plantar pressures in patients who have Charcot arthropathy. *J. Bone Joint Surg. Am.* 1998; 80: 365–369.
26. American Diabetes Association: Consensus Development Conference on Diabetic Foot Wound Care (Review Article). *Diabetes Care* 1999; 22: 1354–1369.