

PEDOBAROGRAFIA JAKO BADANIE PROFILAKTYCZNE W CUKRZYCY TYPU 2

Pedobarography as a prophylactic test in type 2 diabetes



Anna Karpińska, Maria T. Szewczyk

Zakład Pielęgniarstwa Chirurgicznego i Leczenia Ran Przewlekłych, Katedra Pielęgniarstwa Zabiegowego, Wydział Nauk o Zdrowiu, Uniwersytet Mikołaja Kopernika w Toruniu, *Collegium Medicum* im. Ludwika Rydygiera w Bydgoszczy

Pielęgniarstwo Chirurgiczne i Angiologiczne 2019; 3: 83–88

Praca wptynęła: 04.04.2019; przyjęto do druku: 29.04.2019

Adres do korespondencji:

mgr Anna Karpińska, Zakład Pielęgniarstwa Chirurgicznego i Leczenia Ran Przewlekłych, Katedra Pielęgniarstwa Zabiegowego, Wydział Nauk o Zdrowiu, Uniwersytet Mikołaja Kopernika w Toruniu, *Collegium Medicum* im. Ludwika Rydygiera w Bydgoszczy, e-mail: ania9422@gmail.com

Streszczenie

Wraz z postępem cywilizacji rośnie liczba osób chorujących na cukrzycę typu 2. Toczący się przez wiele lat proces chorobowy bywa często niezauważony, a pacjenci udają się do lekarza dopiero w momencie pojawienia się pierwszych objawów. Nieprawidłowy metabolizm glukozy skutkuje powikłaniami w obrębie układów nerwowego i naczyniowego. Najczęstsze powikłania cukrzycy to mikroangiopatie i makroangiopatie. Niewłaściwe funkcjonowanie układu nerwowego i uszkodzenia naczyń krwionośnych mogą doprowadzić do rozwoju zespołu stopy cukrzycowej. Wskutek zaburzonego czucia pacjenci najczęściej nie zdają sobie sprawy z urazu stopy, jakiego doznali. Na podłożu niewielkiej rany może się rozwinąć trudno gojące się owrzodzenie. Jeśli dojdzie w tym obszarze do infekcji i stanu zagrożenia życia, pacjent może być zakwalifikowany do amputacji kończyny. Niezwykle ważnym elementem jest profilaktyka. Pacjenci z cukrzycą powinni mieć odpowiednią wiedzę na temat postępowania w chorobie oraz higieny stóp. Precyzyjnym narzędziem służącym do oceny rozkładu nacisku na podszwawą stronę stopy jest pedobarograf.

Słowa kluczowe: platforma pedobarograficzna, zespół stopy cukrzycowej, profilaktyka.

Wstęp

Cukrzyca, określana jako zespół zaburzeń metabolicznych, jest jedną z najczęściej występujących chorób cywilizacyjnych XXI wieku. W Polsce dane statystyczne sugerują, że 4,7% społeczeństwa ma zdiagnozowaną cukrzycę typu 2 [1]. Szybkie tempo życia, stres, nieprawidłowa dieta oraz niski poziom aktywności fizycznej to czynniki odpowiedzialne za narastający problem otyłości na świecie. Nadwaga stanowi główną przyczynę cukrzycy typu 2, nazywanej insulinoniezależną. Ten rodzaj cukrzycy charakteryzuje się wysokim stężeniem glukozy we krwi oraz insulinoopornością [2]. Objawy charaktery-

Summary

Along with the progress of civilisation, the number of people suffering from type 2 diabetes increases. Abnormal glucose metabolism results in complications within the nervous and vascular system. The most common complications of diabetes are microangiopathies and macroangiopathies. Improper functioning of the nervous system and damage to blood vessels can lead to the development of diabetic foot syndrome. Patients, due to disturbed sensation, are most often unaware of the foot injury they have suffered from and a hard wound develops on the ground of a small wound, which, if infected, may lead to limb amputation. Prevention is an extremely important element. Patients with diabetes should have adequate knowledge of how to manage the disease and how to care for the feet. The precise tool used to assess the pressure distribution on the plantar side of the foot is the pedobarograph.

Key words: pedobarographic platform, diabetic foot syndrome, prophylaxis.

styczne dla zaburzeń metabolizmu węglowodanów to: wzmożone pragnienie i apetyt oraz poliuria. Długotrwałe utrzymujący się niewłaściwy poziom glukozy i brak kontroli glikemii bardzo często prowadzą do powstania powikłań w układach naczyniowym i nerwowym. Konsekwencją nieprawidłowego leczenia cukrzycy są mikroangiopatia i makroangiopatia. Pierwsza z wymienionych dotyczy zmian oraz uszkodzeń dużych i średnich naczyń tętniczych, czego konsekwencją jest miażdżyca. Hipercholesterolemia skutkuje takimi powikłaniami, jak choroba niedokrwienna serca lub zawał mięśnia sercowego, udary mózgu czy przewlekłe niedokrwienie kończyn

dolnych [3]. Mikroangiopatia z kolei dotyczy drobnych naczyń tętniczych, żylnych oraz naczyń włosowatych. W tym przypadku uszkodzone naczynia mogą stanowić przyczynę rozwoju retinopatii, nefropatii czy neuropatii cukrzycowej. Neuropatia jest definiowana jako uszkodzenie nerwów obwodowych w związku z utrzymującą się hiperglikemią i jest najczęstszym powikłaniem cukrzycy typu 2. Wyróżnia się trzy rodzaje neuropatii. Pierwsza, zwana neuropatią czuciową, charakteryzuje się zaburzeniami w doznaniach czuciowych poprzez upośledzone czucie dotyku, bólu, temperatury, odczuwanie mrowienia, drętwienia bądź palenia, a w niektórych przypadkach silnych dolegliwości bólowych. Innego obszaru dotyczy neuropatia ruchowa, manifestująca się jako zaburzenie funkcji układu ruchowego, w tym funkcji mięśni. Dochodzi w niej do obniżenia siły oraz zaników mięśniowych, najczęściej mięśni prostowników stopy [4–6]. Ponadto charakterystyczny jest zanik bądź osłabienie odruchów ścięgnistych. Wyróżnia się także neuropatię autonomiczną, w przebiegu której występują takie objawy, jak zmniejszona potliwość, suchość i oziębienie skóry, zaniki owłosienia. Sumujące się symptomy neuropatii w niektórych przypadkach prowadzą do powstania ran bądź owrzodzeń na stopach, które mogą ulec zakażeniu, prowadząc do rozwoju zespołu stopy cukrzycowej [7]. Brak jawnych objawów neuropatii lub długotrwały czas utajenia przyczyniają się do powstania owrzodzenia aż u ok. 60% pacjentów z cukrzycą, spośród których aż u 85% proces leczenia kończy się amputacją kończyny. Statystyki amputacji są niepokojące, w związku z czym w postępowaniu z pacjentem z cukrzycą należy koncentrować się na działaniach profilaktycznych, aby nie dopuścić do powstania rany czy owrzodzenia. Jednym ze skutecznych działań pozwalających oszacować ryzyko zmian w obrębie stóp jest badanie za pomocą pedobarografu [8].

Zespół stopy cukrzycowej

Definicja Światowej Organizacji Zdrowia (*World Health Organization* – WHO) określa zespół stopy cukrzycowej (ZSC) jako infekcję ze współwystępującym owrzodzeniem i/lub deformacją tkanek głęboko położonych, czemu towarzyszą zaburzenia neurologiczne oraz zaburzenia naczyń obwodowych. Patogeneza ZSC obejmuje występowanie mikroangiopatii i makroangiopatii, infekcji, stwardnienia tętnic i deformacji stóp [6]. Wyróżnia się dwie podstawowe grupy czynników ryzyka ZSC [9–12]:

a) czynniki zewnętrzne:

- wielokrotnie powtarzające się uszkodzenia o charakterze mechanicznym, takie jak ucisk na podszewę stopy, noszenie niewłaściwego obuwia,
- uszkodzenia o charakterze termicznym, takie jak: odmrożenia, oparzenia, mrożenie stóp w zbyt gorącej wodzie,

- korzystanie z zabiegów w salonach kosmetycznych, podczas których dochodzi do uszkodzenia modzeli lub niewłaściwego obcinania paznokci,
- nikotynizm.

b) czynniki wewnętrzne:

- neuropatia: czuciowa, ruchowa, autonomiczna,
- występujące owrzodzenia, nagniotki bądź modzele,
- nieprawidłowy, niewyrównany poziom glikemii.

Zmiany w architekturze stopy

Zespół stopy cukrzycowej skutkuje deformacją stóp pacjenta. Nieprawidłowa architektura stopy przybiera charakterystyczny obraz kliniczny. Obserwuje się szpotawość paluchów, uniesienie główki kości śródstopia, neuroartropatię Charcota, młoteczkowate ustawienie palców, widoczne wyniosłości kostne oraz zmniejszenie ruchomości stawów skokowych i mniejszych stawów stóp [13]. Ponadto charakterystyczny jest zanik mięśni prostowników i w związku z tym przykurcz mięśni zginaczy. Nieprawidłowe ukształtowanie stóp skutkuje niewłaściwym, nierównomiernym rozkładem ciężaru ciała w warunkach statycznych oraz w trakcie chodu. Najczęściej nadmiernemu uciskowi ulegają II i III głowa kości śródstopia i właśnie w tych obszarach tworzą się nagniotki bądź modzele [14]. Deformacja stóp oraz towarzyszące zaburzenia autonomiczne zwiększają ponadto ryzyko powstania otarć i ran, z których mogą rozwinąć się trudno gojące się owrzodzenia, stwarzające ryzyko rozwoju infekcji. Neuropatia czuciowa, której objawem są zaburzenia odczuwania dotyku, bólu i temperatury, może doprowadzić do sytuacji, w której chory na cukrzycę nie wie, że się zranił, oparzył bądź, że nosi niewygodne, zbyt ciasne obuwie [15].

Badania dotyczące rozpowszechnienia czynników ryzyka rozwoju owrzodzenia stopy wykazały, że różne deformacje mogą powodować zwiększone ciśnienie podszewowe w konkretnych miejscach na stopie. Najczęstsze deformacje – palce młoteczkowate i szpotawość palucha – są również istotnym czynnikiem zmian strukturalnych stóp, które często powodują wzrost ciśnienia w pewnych obszarach podszewowej strony stopy [16]. Obecność neuropatii czuciowej uważa się za najważniejszy czynnik ryzyka wśród pacjentów z cukrzycą typu 2 [17].

Badania Duffin i wsp. pokazują, że co czwarty diabelek w wieku 11–24 lat ma zwiększone ciśnienie podszewowe i/lub występujący guzek bądź pogrubienie tkanki. Obszary narażone na zwiększony nacisk są miejscami wysokiego ryzyka dla rozwoju pewnego rodzaju stanu stopy w wieku dorosłym. Zmiany biomechaniczne stóp zwiększają występowanie pęcherzy, modzeli, pęknięć i deformacji. U pacjentów z cukrzycą często obserwowany jest ograniczony zakres ruchu w stawach, głównie skokowych. Około 35% diabelek ma obniżony zakres ruchu w dużych lub mniejszych stawach

stóp. Ograniczony zakres ruchu w stawie skokowym i śródstopno-paliczkowym palucha jest spowodowany pogrubieniem i skróceniem więzadeł tego obszaru. Taki obraz kliniczny powoduje zwiększone ciśnienie podszwowe na przedniej stronie stopy [18, 19].

Ryzyko amputacji w przebiegu zespołu stopy cukrzycowej

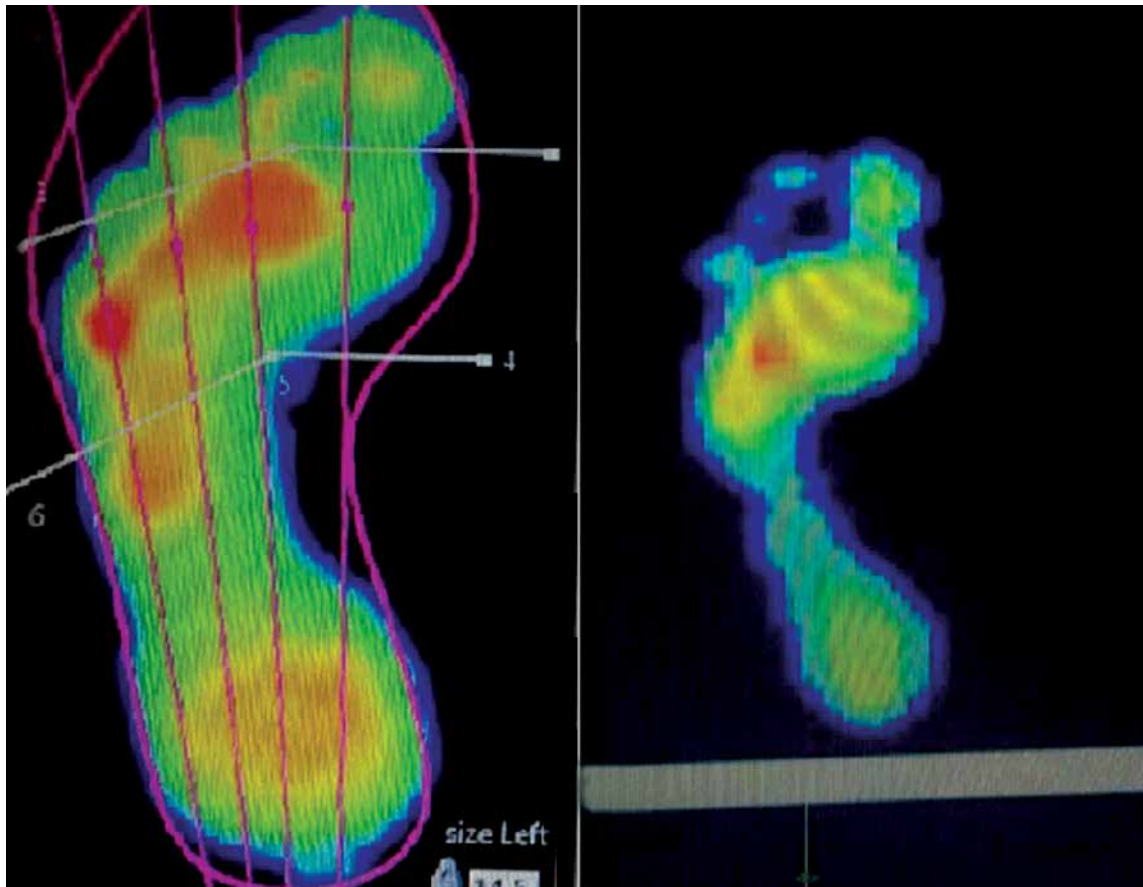
Powikłanie w postaci neuropatii związane z długotrwałą hiperglikemią często stanowi czynnik odpowiedzialny za zwiększenie ryzyka amputacji w przebiegu ZSC. Nieprawidłowe doznania czuciowe, deformacja spowodowana neuropatią ruchową oraz hiperkeratoza połączona z obniżoną potliwością mogą spowodować, że chory na cukrzycę nie zdaje sobie sprawy, że doszło do przerwania ciągłości w obrębie skóry stopy. Powstała rana aż u ok. 60% chorych na cukrzycę przekształca się w trudno gojące się owrzodzenie, które – jeśli dojdzie do infekcji – może być powodem amputacji kończyny. Amputacje kończyny w następstwie ZSC są dokonywane aż u 85% osób z owrzodzeniem. Jest to wysoki odsetek chorych, dlatego u osób z grupy ryzyka należy wdrażać jak najszybsze działania profilaktyczne [3].

Badanie na platformie pedobarograficznej

Precyzyjną analizę chodu można przeprowadzić za pomocą pedobarografu. Badanie na platformie umożliwia graficzne przedstawienie rozkładu ciśnień (nacisku) stóp na podłoże. Urządzenie analizuje, którą częścią stopy badany mocniej naciska na płaszczyznę podparcia podczas stania i w trakcie chodu – bada rozkład nacisku naszych stóp, który jest powiązany z funkcją całego ciała, jego anatomią i biomechaniką [20, 21].

Jedną z możliwości wykorzystania pedobarografu jest pomiar statyczny. W trakcie tego badania poleca się pacjentowi, aby stanął na środku platformy i skierował wzrok do przodu. Następnie za pomocą specjalnego oprogramowania uzyskuje się obraz i analizę rozkładu nacisku przez stopy. Dzięki temu badaniu można ocenić, jak procentowo różni się rozkład obciążenia między kończyną dolną lewą i prawą. Można także wstępnie zlokalizować obszary poddawane największemu uciskowi [22]. Analizując rozkład nacisku na podszwowej stronie stopy u osoby z zespołem stopy cukrzycowej (ryc. 1), charakterystyczny jest wzmożony nacisk w obszarze II–IV kości śródstopia.

Kolejną możliwością badania na platformie jest badanie dynamiczne, które polega na przejściu przez pa-



Ryc. 1. Badanie statyczne na platformie pedobarograficznej osoby zdrowej (po prawej) i osoby z zespołem stopy cukrzycowej (po lewej)

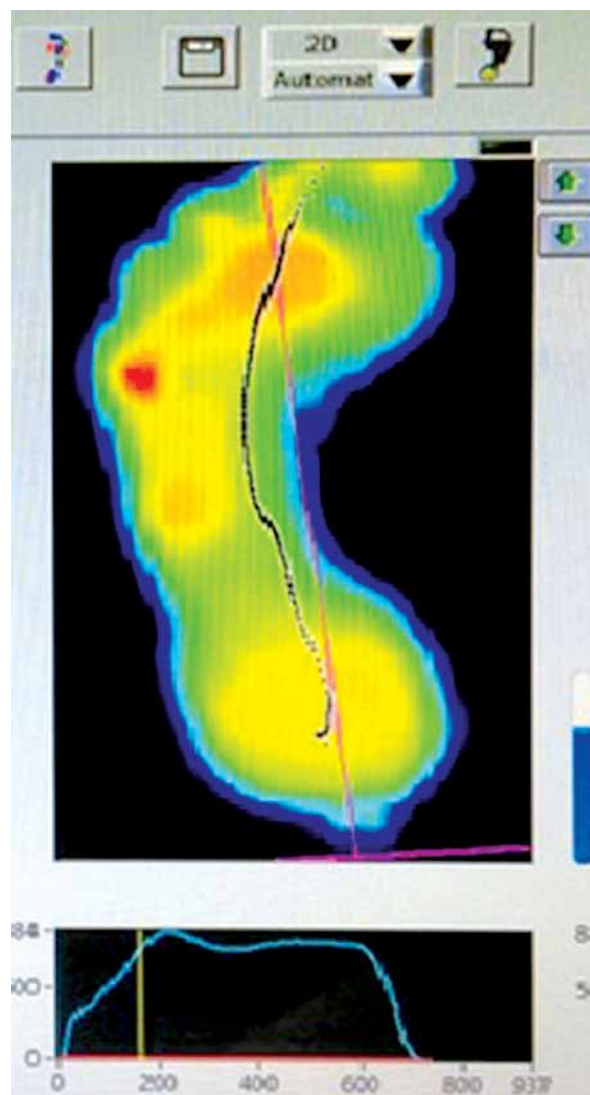
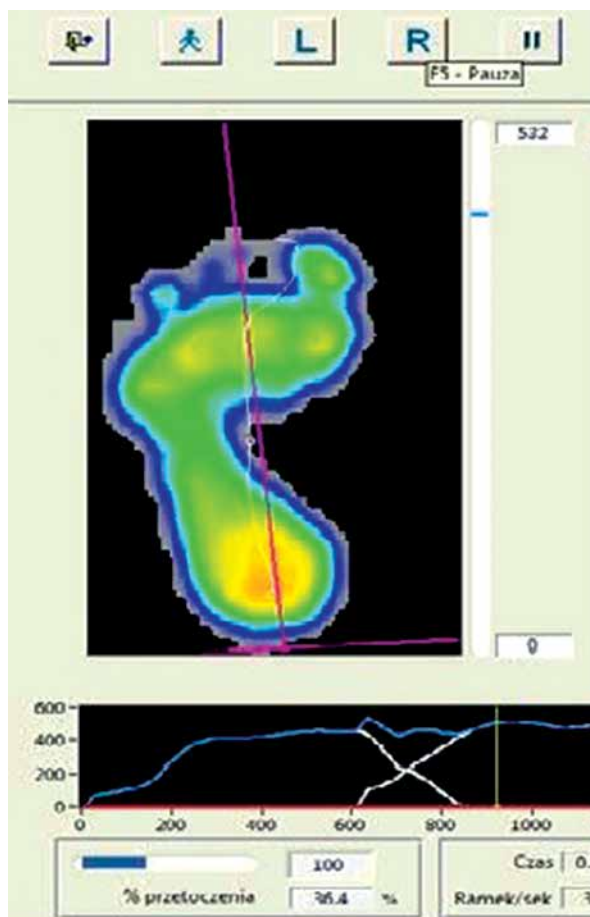
cja w sposób naturalny kilku kroków. Analiza chodu służy precyzyjnej ocenie, które obszary stóp są narażone na nadmierny ucisk w trakcie chodu. Na wykresach oraz w tabelach ukazują się wartości maksymalne nacisku. Ponadto badanie określa także zmiany położenia środka ciężkości w trakcie chodu, a więc służy ocenie równowagi [23]. Rycina 2 przedstawia porównanie badania dynamicznego na platformie pedobarograficznej osoby zdrowej (ilustracja po lewej) z osobą z zespołem stopy cukrzycowej (ilustracja po prawej) w trakcie chodu. Obszary oznaczone kolorem czerwonym dotyczą miejsc na podszwowej stronie stopy narażonych na największy średni nacisk. Na rycinie 3 u osoby z zespołem stopy cukrzycowej największy nacisk dotyczy obszaru I, II i III kości śródstopia, natomiast u osoby zdrowej ciężar ciała jest równomiernie rozłożony na całej stopie.

Pedobarografia jako nowe narzędzie diagnostyczne umożliwia pomiar ciśnienia pomiędzy stopą a podłożem podczas dynamicznego przetaczania stóp. Analiza dynamiczna wykazuje przewagę nad analizą statyczną,

ze względu na jej możliwości wykrywania wysokich punktów obciążenia w poszczególnych fazach chodu [24]. Wyniki badań opartych na *evidence-based medicine* sugerują, że u osób z cukrzycą typu 2 nadmierny nacisk dotyczy najczęściej obszaru II i III kości śródstopia, w związku z tym właśnie w tamtym obszarze istnieje największe ryzyko wystąpienia modzeli, nagniotka bądź owrzodzenia [25]. Dzięki badaniu można porównać, jak podczas chodu zmienia się nacisk poszczególnych obszarów stopy między stopą prawą a lewą danej osoby, a także między poszczególnymi osobami. W ten sposób można ocenić, jakie miejsca są najczęściej narażone na zbyt duży nacisk w związku z deformacją stopy objętej ZSC [26].

Znaczenie dla profilaktyki

Chorzy na cukrzycę typu 2 są aż 15 razy bardziej narażeni na amputację kończyny niż osoby bez cukrzycy [27, 28], natomiast 15% chorych na cukrzycę typu 2 oraz



Ryc. 2. Porównanie badania dynamicznego na platformie pedobarograficznej osoby zdrowej (po lewej) z osobą z zespołem stopy cukrzycowej (po prawej)

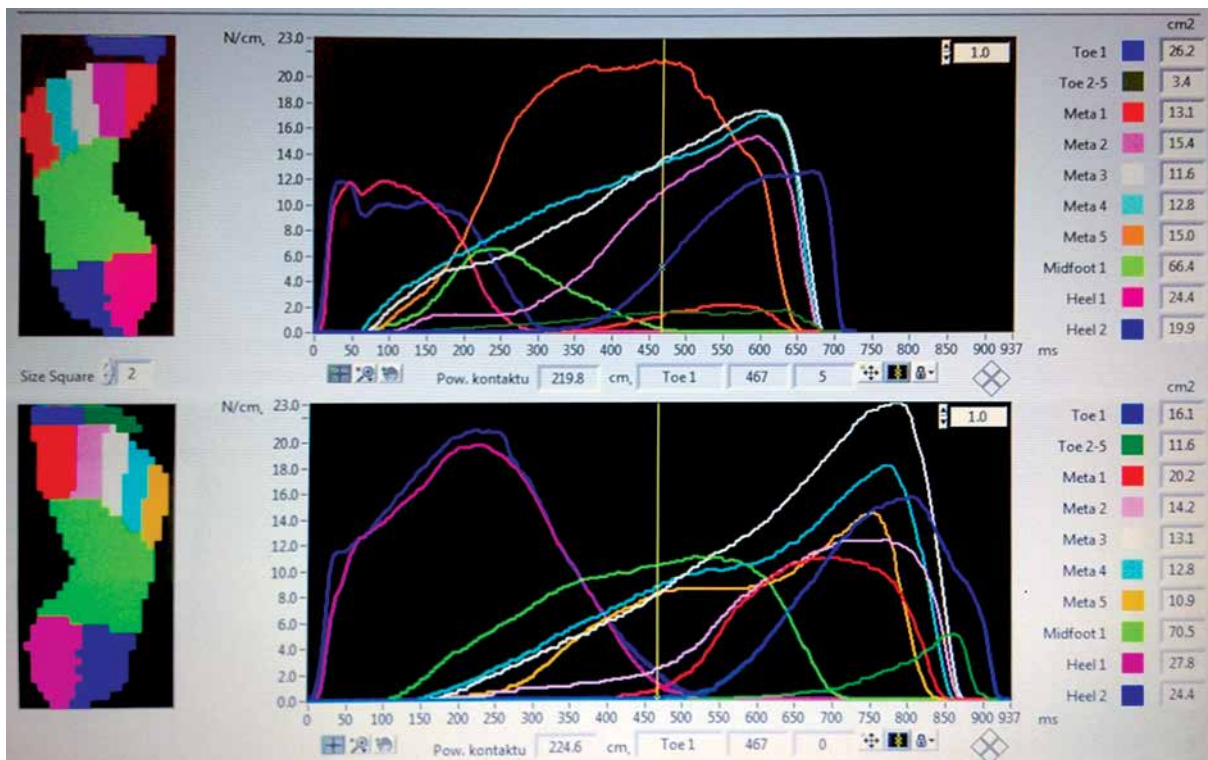
z powikłaniem w postaci neuropatii obwodowej wymaga amputacji stóp [29]. Przeważająca większość (80%) amputacji kończyn dolnych u pacjentów z cukrzycą jest poprzedzona owrzodzeniem stopy. Wysoki odsetek przeprowadzanych amputacji wymaga zastosowania pierwotnej interwencji w celu zapobiegania owrzodzeniu stóp wśród tych pacjentów oraz wtórnej interwencji, która pomaga w celowym gojeniu obecnych owrzodzeń i jest wysoce pożądanym celem zarówno dla pacjenta, jak i sektora opieki zdrowotnej [30].

Przewlekłe rany podszwowe są spowodowane przede wszystkim obecnością nadmiernego ciśnienia. Z powodu zaburzeń czucia wrażliwość pacjenta na ból jest zmniejszona, co prowadzi do przeciążenia tkanek miękkich. Jest to poważny problem w profilaktyce ogólnej i wczesnej profilaktyce ran. Obecnie coraz ważniejsze staje się zapewnienie pacjentom wysokiego ryzyka stałego dostępu do diagnostyki zdrowotnej i badań przesiewowych [31]. Wczesne wykrywanie zmian architektury stopy i miejsc narażonych na zbyt duży nacisk pozwala na projektowanie indywidualnie dopasowanych wkładek oraz dobór odpowiednich butów. Badania na platformie pedobarograficznej są istotnym elementem działań profilaktycznych. Duże znaczenie dla zmniejszania liczby amputacji mają także badania u osób, u których już występują owrzodzenia. W tym przypadku analiza nacisku na podszwową stronę stopy umożliwia zaprojektowanie specjalnych butów odciążających, niezbędnych do prawidłowego gojenia się ran [32, 33].

Z punktu widzenia fizjoterapii analiza rozkładu nacisku na podszwową stronę stopy skłania do wdrożenia działań profilaktycznych w postaci zmiany wzorca chodu. Brand i wsp. [34] w badaniach sugerowali, aby w trakcie terapii skupić się na spowolnieniu oraz skróceniu długości kroku. Zhu i wsp. [35] udowodnili, że szczytowy nacisk na podszwową stronę przodostopia może obniżyć się aż o 58% poprzez zmianę wzorca poruszania się u osób zdrowych. W badaniach testowano zmianę nacisku w przypadku chodu, w którym wyeliminowano fazę kontaktu pięty z podłożem lub fazę odbicia. Tak duża redukcja nacisku była najprawdopodobniej spowodowana także zmniejszeniem prędkości chodu w zastosowanym badaniu. Warto byłoby rozważyć zatem taką strategię w przypadku osób z cukrzycą, u których w większości przypadków odnotowuje się zwiększony nacisk w obrębie przodostopia. Heather i wsp. przedstawiają skuteczność wzorca chodu, w którym wykorzystuje się krok dostawny dla pacjentów z neuropatią cukrzycową powikłaną owrzodzeniem w obrębie jednej stopy. Taki rodzaj chodu powoduje obniżenie ciśnienia w obrębie przodostopia aż o 87%. Ma to duże znaczenie w procesie gojenia się rany [36].

Podsumowanie

Niewłaściwe postępowanie lecznicze i bagatelizowanie objawów cukrzycy może stać się przyczyną ZSC, który jest jedną z najczęstszych przyczyn amputacji



Ryc. 3. Rozkład nacisku na podszwową stronę stopy w trakcie chodu

kończyny. Nowoczesne metody diagnostyczne umożliwiają wczesną ocenę zaburzeń architektury stóp, dzięki czemu można zapobiegać tworzeniu się modzelei, otarć, ran i związanych z nimi powikłań. Skutecznym badaniem jest pedobarografia, która umożliwia ocenę statycznego i dynamicznego rozkładu nacisku na podszwawą stronę stóp, wskazując miejsca najbardziej narażone na ryzyko zmian skórnych. Profilaktyczne badanie stóp umożliwia zaprojektowanie indywidualnie dopasowanych wkładek zapewniających równomierny rozkład ciężaru ciała na stopy. W przypadku osób, u których występują już rany bądź modzele, można projektować wkładki lub buty odcciążające dany obszar i wpływać w ten sposób na skuteczność procesu leczenia rany [37].

Autorki deklarują brak konfliktu interesów.

Piśmiennictwo

1. Szczeklik A, Gajewski P (red.). Interna Szczeklika 2017. Medycyna Praktyczna, Kraków 2017.
2. Telfer S, Bigham JJ. The influence of population characteristics and measurement system on barefoot plantar pressures: a systematic review and meta-regression analysis. *Gait Posture* 2019; 67: 269-276.
3. Gurney JK, Kersting UG, Rosenbaum D, et al. Pedobarography as a clinical tool in the management of diabetic feet in New Zealand: a feasibility study. *J Foot Ankle Res* 2017; 10: 24.
4. Skopljak A, Muftic M, Sukalo A, et al. Pedobarography in diagnosis and clinical application. *Acta Inform Med* 2014; 22: 374-378.
5. Michatek-Kowalczyk M, Szewczyk MT. Stan wiedzy chorych z zespołem stopy cukrzycowej. *Piel Chir Angiol* 2007; 1: 28-34.
6. Szewczyk MT, Jawień A, Mościcka P i wsp. Badanie fizykalne i postępowanie pielęgniarskie w schorzeniach układu naczyniowego kończyn dolnych. *Piel Chir Angiol* 2012; 2: 43-51.
7. Deschamps K, Matricali GA, Desmet D, et al. Efficacy measures associated to a plantar pressure based classification system in diabetic foot medicine. *Gait Posture* 2016; 49: 168-175.
8. Skopljak A, Sukalo A, Batic-Mujanovic O, et al. Assessment of diabetic polyneuropathy and plantar pressure in patients with diabetes mellitus in prevention of diabetic foot. *Med Arch* 2014; 68: 389-393.
9. Fawzy OA, Arafa AI, El Wakeel MA, et al. Plantar pressure as a risk assessment tool for diabetic foot ulceration in egyptian patients with diabetes. *Clin Med Insights Endocrinol Diabetes* 2014; 2: 31-39.
10. Fang F, Wang YF, Gu MY, et al. Pedobarography – a novel screening tool for diabetic peripheral neuropathy? *Eur Rev Med Pharmacol Sci* 2013; 17: 3206-3212.
11. Mościcka P, Szewczyk MT, Cwajda-Białasik J i wsp. Zespół stopy cukrzycowej jako najczęstsze powikłanie cukrzycy – opis przypadku. *Piel Chir Angiol* 2016; 2: 47-51.
12. Dreła E, Mielcarz G. Diabetic foot syndrome – from epidemiology to diagnostic. *Piel Chir Angiol* 2017; 3: 73-77.
13. Gurney JK, Marshall PW, Rosenbaum D, et al. Test-retest reliability of dynamic plantar loading and foot geometry measures in diabetics with peripheral neuropathy. *Gait Posture* 2013; 37: 135-137.
14. Grimm A, Kästenbauer T, Sauseng S, et al. Progression and distribution of plantar pressure in Type 2 diabetic patients. *Diabetes Nutr Metab* 2004; 17: 108-113.
15. Lobmann R, Kasten G, Kasten U, et al. Association of increased plantar pressures with peripheral sensorimotor and peripheral autonomic neuropathy in Type 2 diabetic patients. *Diabetes Nutr Metab* 2002; 15: 165-168.
16. Smith EK, Commean KP, Mueller MJ, et al. Assessment of the diabetic foot using spiral computed tomography imaging and plantar pressure measurements: a technical report. *J Rehabil Res Dev* 2000; 37: 37-40.
17. Courtemanche R, Teasdale N, Boucher P, et al. Gait problems in diabetic neuropathic patients. *Arch Phys Med Rehabil* 1996; 77: 849-855.
18. Duffin AC, Lam A, Kidd R, et al. Ultrasonography of plantar soft tissues thickness in young people with diabetes. *Diab Med* 2002; 19: 1009-1013.
19. Duffin AC, Donaghue KC, Potter M, et al. Limited joint mobility in the hands and feet of adolescents with type 1 diabetes mellitus. *Diab Med* 1999; 16: 125-130.
20. Zimny S, Schatz H, Pfohl M. The role of limited joint mobility in diabetic patients with an at risk foot. *Diabet Care* 2004; 27: 942-946.
21. Lobmann R, Kayser R, Kasten G, et al. Effects of preventative footwear on foot pressure as determined by pedobarography in diabetic patients: a prospective study. *Diabet Med* 2001; 18: 314-319.
22. Schie CH, Whalley A, Vileikyte L, et al. Efficacy of injected liquid silicone in the diabetic foot to reduce risk factors for ulceration: a randomized double-blind placebo-controlled trial. *Diabet Care* 2000; 23: 634-638.
23. Tóth K, Fabula J. Dynamic pedobarography in the prevention and management of diabetic foot ulcers (preliminary report). *Orv Hetil* 1995; 136: 1439-1442.
24. Fernando DJ, Masson EA, Veves A, et al. Relationship of limited joint mobility to abnormal foot pressures and diabetic foot ulceration. *Diabet Care* 1991; 14: 8-11.
25. Fernando DJ, Hutchison A, Veves A, et al. Risk factors for non-ischaemic foot ulceration in diabetic nephropathy. *Diabet Med* 1991; 8: 223-225.
26. Bitenc-Jasiejko A. Pedobarografia jako metoda diagnostyczna wczesnego wykrywania zagrożeń powstawania ran przeciążeniowych w obrębie części podszwawowej stopy u pacjentów z zespołem stopy cukrzycowej. *Leczenie Ran* 2017; 14: 39-44.
27. Ziegler D. Treatment of diabetic neuropathy and neuropathic pain: how far have we come? *Diabetes Care* 2008; 31: 255-261.
28. Boulton AJM, Malik RA, Arezzo JC, et al. Diabetic somatic neuropathies. *Diabet Care* 2004; 27: 1458-1486.
29. Booya F, Bandarian F, Larijani B, et al. Potential risk factors for diabetic neuropathy: a case control study. *BMC Neurol* 2005; 5: 24.
30. Shah KM, Mueller MJ. Effect of selected exercises on in-shoe plantar pressures in people with diabetes and peripheral neuropathy. *The Foot* 2012; 22: 130-134.
31. Grieve, DW, Rashdi T. Pressures under normal feet in standing and walking as measured by foil pedobarography. *Ann Rheum Dis* 1984; 43: 816-818.
32. Korzon-Burakowska A. Zespół stopy cukrzycowej – patogeneza i praktyczne aspekty postępowania. *Forum Med Rodz* 2008; 2: 234-241.
33. Nowicka SA, Węgrzynowski A, Stanišić M, et al. Influence of an individual orthopedic equipment on the condition of a foot with neuropathic diabetic foot syndrome. *Piel Chir Angiol* 2014; 2: 77-81.
34. Brand PW. The diabetic foot. In: Ellenberg M, Rifkin H (eds.). *Diabetes Mellitus: Theory and Practice*. 3rd ed. Medical Examination Publishing Company, New Hyde Park 1983; 829-849.
35. Zhu H, Wertsch I, Harris GF, et al. Foot pressure distribution during walking and shuffling. *Arch Phys Med Rehabil* 1991; 72: 390-397.
36. Heather E, Mueller M. A "Step-to" Gait decreases pressures on the forefoot. *Journal Of Orthopaedic and Sports Physical Therapy* 1998; 28: 139-145.
37. Bitenc-Jasiejko A, Białas M. Zakres okresowych i przesiewowych badań stóp w profilaktyce zespołu stopy cukrzycowej. *Leczenie Ran* 2018; 15: 12.