

- ! *Artykuł jest dostępny na zasadzie dozwolonego użytku osobistego. Dalsze rozpowszechnianie (w tym umieszczanie w sieci) jest zabronione i stanowi poważne naruszenie przepisów prawa autorskiego oraz grozi sankcjami prawnymi.*

ALEKSANDRA BITENC-JASIEJKO | MAGDALENA BIAŁAS

ZAKRES OKRESOWYCH I PRZESIEWOWYCH BADAŃ STÓP W PROFILAKTYCE ZESPOŁU STOPY CUKRZYCOWEJ – BADANIA PILOTAŻOWE

THE SCOPE OF FOOT PERIODIC AND SCREENING TESTS IN THE PREVENTION OF OVERLOAD WOUNDS AND DEGRADATION CHANGES OF THE BONES AND JOINTS OF THE FOOT – A PILOT STUDY

STRESZCZENIE: Złożoność problematyki powstawania owrzodzeń oraz zmian w strukturach kostno-stawowych u pacjentów z cukrzycą powoduje, iż zakres badań profilaktycznych jest bardzo szeroki. Różnorodność podejścia do tego zagadnienia związana jest również z interdyscyplinarnością problematyki. W związku z powyższym działania naukowo-badawcze dość często są ukierunkowane na ściśle określony problem kliniczny, co ma bezpośredni wpływ na różnice i rozbieżności w procedurach, rekomendacjach oraz zaleceniach dotyczących okresowych badań służących zapobieganiu rozwojowi powikłań. W działaniach prewencyjnych – w szczególności podejmowanych przez osoby reprezentujące zawody inne niż lekarskie – niezbędne jest wdrożenie celowych, jednoznacznych i mierzalnych procedur służących profilaktyce i prewencji już na poziomie zagrożeń. Okresowe badania przesiewowe (w tym w szczególności wczesne wykrywanie wad i zniekształceń, zaburzeń migracji nacisku oraz nieprawidłowości w obszarze posturografii) służą celowej profilaktyce zmian wiodących do powstania zespołu stopy cukrzycowej (ZSC). Celem niniejszej pracy jest wskazanie zakresu badań nieinwazyjnych w obrębie stóp u pacjentów z cukrzycą, możliwych do wykonania przez zespół interdyscyplinarny – zarówno kadrę medyczną (lekarzy, fizjoterapeutów, pielęgniarki), jak i podologów. Prezentowany zakres badań realizowano w badaniach pilotażowych, co pozwoliło na ich ewaluację.

SŁOWA KLUCZOWE: amiotrofia, neuropatia, owrzodzenia, pedobarografia, staw Charcota, zakres ruchomości, zespół stopy cukrzycowej

ABSTRACT: The complexity of the etiology of ulceration and changes in the bone and joint structure in diabetic patients justifies the existence of a wide range of prophylactic examinations. The diversity of approaches is also related to the interdisciplinarity of the problem. Scientific research therefore often targets a well-defined clinical problem, which has a direct impact on the differences in procedures and recommendations for check-ups which prevent complications. As far as preventive measures, especially those undertaken by non-doctors, are concerned, it is necessary to implement targeted, unambiguous and measurable procedures for risk-level prevention. Procedures for screening, in particular early detection of defects and deformations, pressure migration disorders, and irregularities in the area of posturography support the process of prophylaxis. The aim of the study is to identify the extent of non-invasive foot examinations in patients with diabetes that can be performed by an interdisciplinary team of both medical staff (doctors, physiotherapists, nurses) and podologists. This research had been carried out in the form of pilot studies, which were later evaluated.

KEY WORDS: Charcot joint, diabetic foot syndrome, diabetic myopathy, neuropathy, pedobarography, range of movement, ulcers

Spondylus Przychodnia NZOZ w Szczecinie

✉ **ALEKSANDRA BITENC-JASIEJKO**
Spondylus Przychodnia NZOZ
w Szczecinie,
al. Papieża Jana Pawła II 39,
70-413 Szczecin,
e-mail: abj@spondylus.pl

Wpłynęło: 21.11.2017

Zaakceptowano: 03.01.2018

DOI: dx.doi.org/10.15374/LR2017025

- ! *Artykuł jest dostępny na zasadzie dozwolonego użytku osobistego. Dalsze rozpowszechnianie (w tym umieszczanie w sieci) jest zabronione i stanowi poważne naruszenie przepisów prawa autorskiego oraz grozi sankcjami prawnymi.*

WSTĘP

Długo trwająca hiperglikemia, w szczególności w skrytej fazie choroby, przyczynia się do rozwoju szeregu powikłań w organizmie chorego. W obszarze układu mięśniowo-szkieletowego dochodzi do wielu zmian [1]. Już w chwili rozpoznania cukrzycy typu 2 u około 10% pacjentów diagnozowana jest neuropatia cukrzycowa, która postępuje w kolejnych latach przebiegu choroby [2–4]. Jest ona zaliczana do najczęstszych powikłań neurologicznych cukrzycy [5]. Neuropatia somatyczna dotyczy około 40% osób chorujących ponad 25 lat [6]. Do najczęściej spotykanych neuropatii cukrzycowych zaliczana jest postać autonomiczna oraz czuciowo-ruchowa. W szczególności dotyczą one części dystalnych włókien nerwowych, które dają objawy kliniczne dopiero na poziomie zaawansowanych zmian morfologicznych [4]. Zalicza się do nich: zaburzenia funkcji mięśni, ich osłabienie, silny ból oraz inne objawy amiotrofii, które w konsekwencji stają się główną przyczyną obniżenia sprawności fizycznej pacjentów. W wyniku zaburzeń w obszarze grubych włókien nerwowych obserwuje się – poza bólem i ataksją czuciową – zaniki mięśni stóp i dłoni, skrót funkcjonalny struktur ścięgniastych (jak np. ścięgno Achillesa, rozciągnio podeszwy) oraz osłabienie ich funkcji odruchowej [7]. Nieprawidłowości w obrębie cienkich włókien nerwowych przyczyniają się do palącego bólu (allodynia) i zaburzenia czucia temperatury, które w konsekwencji są częstą przyczyną powstawania ran.

Uwzględniając fakt, iż kondycja struktur mięśniowych oraz kostno-stawowych zależy w dużej mierze od aktywności fizycznej i terapii ruchowej – i na tej podstawie wnioskując logicznie wczesne działania profilaktyczne ukierunkowane na zapobieganie zmianom strukturalnym – działania te powinny być realizowane już na poziomie edukacji diabetologicznej w procesie badań przesiewowych. W postępowaniu należy uwzględnić główne teorie patogenezy neuropatii cukrzycowej:

- metaboliczna – uwzględnia fakt związku przyczynowo-skutkowego nadmiaru glukozy, sorbitolu i fruktozy w nerwach, powodujących niedobór produktów metabolicznych, generujących wolne rodniki oraz stres oksydacyjny. W konsekwencji mechanizm metaboliczny przyczynia się do niewłaściwego funkcjonowania komórek nerwowych;
- naczyniowa – w obrębie której określono związki przyczynowo-skutkowe zmniejszonego przepływu krwi w tkankach, co prowadzi do uszkodzenia błony podstawnej oraz do proliferacji śródbłonna, w efekcie czego dochodzi do niedożywienia komórek nerwowych, a w konsekwencji do ich uszkodzenia [8–10].

W Polsce działania prewencyjne oraz edukacyjne pacjentów z cukrzycą w zakresie kontroli poziomu glukozy

są realizowane na dość wysokim poziomie. Wdrożono również rekomendacje dotyczące przesiewowych badań wskaźnika kostka-ramię (ang. ankle-brachial index – ABI) oraz badania czucia (dotyk, ból, temperatura). W tym jednak przypadku istotną kwestią jest wiedza i świadomość oraz dostępność do tychże badań [11]. Badania przesiewowe i działania prewencyjne dotyczące narządu ruchu, w szczególności kondycji dystalnych części ciała (stopy i dłonie) – mimo pojawiających się rekomendacji diagnostyki posturalnej (podoskopia, pedobarografia, posturografia) – są obecnie w Polsce w początkowej fazie rozwoju [12].

Istotną kwestię stanowi wpływ cukrzycy na zmiany tkankowe. Niemniej w badaniach należy uwzględnić również sam fakt istnienia zmian posturalnych (wady postawy, zniekształcenia, zwyrodnienia, zaburzenia funkcjonalności tkanek miękkich itd.), często występujących u pacjentów bez związku z przebiegiem cukrzycy. Należy również wziąć pod uwagę, że powikłania posturalne w przebiegu cukrzycy najczęściej dotyczą stóp chorego. W związku z tym, w ujęciu wczesnej prewencji, diagnostyka tego obszaru stanowi istotny aspekt.

Układ kostno-stawowy oraz struktury mięśniowo-pięziowo-więzadłowe tworzą architekturę stopy, do której zadań należy zarówno lokomocja, jak i stabilizacja posturalna podczas stania oraz chodzenia. Stopy dopasowują się do zmian podłoża oraz ruchów wykonywanych przez człowieka, zmieniając długość struktur miękkich oraz ustawienie twardych, a następnie powracają do swojej architektury w chwili odciążenia [13, 14]. Rolą stopy jest również amortyzacja wstrząsów, przez co narażona jest ona nie tylko na liczne zmiany przeciążeniowe, lecz także na mikrourazy powstające w wyniku wzmożonego nacisku wysiłkowo-uderzeniowego [15]. W ocenie kondycji stopy, a tym bardziej w działaniach ukierunkowanych na profilaktykę zmian przeciążeniowych, istotną rolę odgrywa diagnostyka jej parametrów dynamicznych oraz funkcji podporowej.

MATERIAŁ I METODY

Badania pilotażowe realizowane w ramach niniejszych działań naukowo-badawczych przeprowadzono w podziale na etapy:

- badanie ankietowe – służące wstępnej ocenie stopnia wiedzy i świadomości pacjentów w zakresie profilaktyki schorzeń narządu ruchu w przebiegu cukrzycy;
- badanie fizykalne – wywiad, ocena stopnia wiedzy i świadomości pacjentów w obszarze profilaktycznych badań ukierunkowanych na zapobieganie powikłaniom cukrzycy;
- ocena występowania zaburzeń funkcjonalnych w obrębie stóp – w tym celu zastosowano:

- ! *Artykuł jest dostępny na zasadzie dozwolonego użytku osobistego. Dalsze rozpowszechnianie (w tym umieszczanie w sieci) jest zabronione i stanowi poważne naruszenie przepisów prawa autorskiego oraz grozi sankcjami prawnymi.*

- badanie pedobarograficzne z wykorzystaniem maty pedobarograficznej E.P.S/R1 – analiza statyczna i dynamiczna oraz stabilometria,
- badanie zakresów ruchomości w obrębie stawu skokowego (ang. joint mobility) – z zastosowaniem czujnika sensomotorycznego WIWA® Science,
- analiza chodu i badanie kinematyki miednicy z zastosowaniem czujnika sensomotorycznego WIWA® Science;
- badanie wskaźnika kostka-ramię, czucia temperatury, dotyku, bólu, wibracji.

Zważywszy na obszerność materiału, w niniejszej pracy zaprezentowano zakres badań dotyczący oceny narządu ruchu. Badania obejmujące ostatni podpunkt będą podlegać odrębnej publikacji. Badanie ankietowe służyło celom poznawczym oraz ewaluacji badań pilotażowych – wyniki ankietowania stanowiły podstawę do wdrożenia odpowiedniego zakresu prowadzonych badań.

W pilotażowych badaniach stóp uwzględniono funkcjonalność łuków stopy (wysklepienie łuku podłużnego i poprzecznego) w ocenie zarówno statycznej, jak i dynamicznej. Mając na uwadze funkcjonalne połączenie odwiedzenia i supinacji/pronacji stopy, dokonano oceny statycznej kąta odwiedzenia. Kąt ustawienia stopy może mieć związek zarówno z funkcjonalnością kończyny dolnej w obrębie stawu skokowego i skokowo-goleniowego, jak i stawu kolanowego oraz biodrowego. Konieczne jest prowadzenie dalszej diagnostyki posturalnej wyższych partii ciała, ukierunkowanej na różnicowanie problemu. Zmiany degeneracyjne lub zwyrodnieniowe u pacjentów z cukrzycą najczęściej dotyczą stóp, rzadziej stawów kolanowych, bioder i odcinka lędźwiowego [16, 17].

Badania w obrębie stawu skokowego oraz skokowo-goleniowego uszczegółowiono o badanie parametrów zakresu ruchomości w wyżej wymienionych stawach. Przegląd literaturowy wskazuje, iż parametry zakresu ruchomości w obrębie dłoni badano wielokrotnie, wskazując liczne dysfunkcje związane z cukrzycowym zespołem sztywnej ręki (cheiroartropatia), który występował u około 50% badanej populacji [18, 19]. Cukrzycowe ograniczenie ruchomości w obrębie palców dłoni, współistniejące ze stanem zapalnym ścięgien mięśni palców, które dotyczyło około 11% pacjentów, było wielokrotnie odnotowywane w różnorodnych badaniach [20–23]. W obrębie stopy wykazano ograniczenie ruchomości stawów oraz jego związek z powstaniem owrzodzeń, co jednak głównie dotyczyło struktur kostno-stawowych śródstopia oraz palców [24–26]. Dlatego też diagnostyka stawu skokowego oraz skokowo-goleniowego powinna podlegać odrębnej ocenie, głównie ze względu na związek funkcjonalny z pozostałą częścią stopy oraz kończyną dolną.

Istotnym aspektem, wielokrotnie wskazywanym w literaturze naukowo-badawczej, jest związek wzmożonego nacisku w stopach z powstawaniem ran przeciążeniowych, a w konsekwencji zaawansowanych następstw (tj. staw

Charcota), często kończących się koniecznością wdrożenia radykalnych metod leczenia, np. amputacji [27–31]. W tym zakresie określono konieczność stosowania odrębnych procedur postępowania diagnostycznego i prewencyjnego oraz leczenia w obszarze zmian przeciążeniowych [32]. W omawianych badaniach pilotażowych uwzględniono badania stóp w ich poszczególnych metapłaszczyznach, zgodnie ze zmodyfikowanym modelem Cavanagha [33]. W niniejszych badaniach dokonano oceny rozkładu ciśnień podszwowych w podziale na okolicę piętową, śródstopie oraz przodostopie. Oceny rozkładu obciążeń dokonano w oparciu o analizę statyczną i dynamiczną.

MATERIAŁ

W badaniach wzięło udział 25 osób – 14 kobiet oraz 11 mężczyzn. Zważywszy na cel, jakim było określenie zakresu postępowań diagnostyczno-przesiewowych u pacjentów z cukrzycą (bez względu na wiek badanego, czas trwania choroby i płeć), badania były prowadzone w sposób otwarty. Takie podejście do problematyki było ukierunkowane na analizę problemów stóp i kończyn dolnych badanej grupy.

W niniejszym badaniu uwzględniono częstość występowania wad stóp, bez względu na fakt, czy powstały one w wyniku cukrzycy (krótko- lub długo trwającej), czy też w wyniku wad wrodzonych lub nabytych przed wykryciem u chorego tej jednostki chorobowej.

Siedemnaście osób (68%), spośród wszystkich biorących udział w badaniach, w wywiadzie wstępnym nie zgłaszało szczególnych dolegliwości w obrębie stóp, które wiązałyby się z cukrzycą. Najczęstszymi symptomami w obrębie narządu ruchu był ból stóp, kończyn dolnych i lędźwiowego odcinka kręgosłupa. U 8 pacjentów (32%) stwierdzono zaawansowane zmiany wynikające z obecności powikłań cukrzycy:

- amputacja – przeprowadzona u 3 pacjentów (paluch w stopie lewej – n=1, V palec w stopie lewej – n=1, amputacja palców I, II, III w stopie prawej oraz palców II, III, IV, V i kości śródstopia – n=1);
- staw Charcota – n=1;
- rana pod I głową kości śródstopia – n=1;
- zmiany niedokrwienne, tj.: niedokrwienie, zasinienie palucha w stopie lewej (n=1) oraz niedokrwienie w obrębie stępu i podudzia (n=1).

METODY

W niniejszym badaniu zastosowano następujące metody badawcze:

- analiza statyczna – realizowana z zastosowaniem maty pedobarograficznej E.P.S/R1. Uzyskany wynik analizy statycznej jest średnią policzoną z liczby próbek (oscylacji COP, barycentrów stopy) zarejestrowanych przez platformę w czasie 20 s;

! *Artykuł jest dostępny na zasadzie dozwolonego użytku osobistego. Dalsze rozpowszechnianie (w tym umieszczanie w sieci) jest zabronione i stanowi poważne naruszenie przepisów prawa autorskiego oraz grozi sankcjami prawnymi.*

- analiza dynamiczna – przeprowadzana z wykorzystaniem maty pedobarograficznej E.P.S/R1. Celem diagnostycznym było wykonanie przez pacjenta co najmniej 20 kroków (śladów stóp), w niektórych przypadkach realizacja tego wyniku nie była możliwa ze względu na zaburzenia chodu;
- zakres ruchomości stawu skokowego – realizowano poprzez zastosowanie czujników sensomotorycznych WIWA® Science. W badaniu wykonano ruchy:
 - zgięcie i wyprost,
 - inwersja i ewersja.

WYNIKI

OCENA WYSKLEPIENIA ŁUKU PODŁUŻNEGO

Łuk podłużny określano w trakcie badania statycznego, podczas stania pacjenta na pedobarografie w czasie 20 s (Tabela 1, Ryc. 1). Ocenę przeprowadzano z zastosowaniem algorytmu obliczeniowego oprogramowania Biomech Studio, uwzględniając kontakt stopy z podłożem. Wyniki sklasyfikowano następująco:

- 21–28% – łuk podłużny prawidłowy;
- 28–35% – I stopień płaskostopia;
- 35–42% – II stopień płaskostopia;
- <42% – III stopień płaskostopia;
- 14–21% – I stopień wydrążenia stopy;
- 7–14% – II stopień wydrążenia stopy;
- 0–7% – III stopień wydrążenia stopy.

U 44% (11 osób) pacjentów z zespołem stopy cukrzycowej (ZSC) stwierdzono obniżony łuk podłużny (płaskostopie I stopnia). U jednego chorego uzyskano obraz stopy wydrążonej (I stopnia), ale w fizykalnym badaniu różnicującym okazało się, iż wynik ten jest związany z ustawieniem

płasko-koślawym stopy, przez co oprogramowanie nie zarejestrowało kontaktu krawędzi zewnętrznej stopy z podłożem. Prawidłowy łuk podłużny w obu stopach stwierdzono u 32% badanych pacjentów (8 osób).

POMIAR KĄTA USTAWIENIA STOPY

Pomiar kąta ustawienia stopy (odwiedzenia/przywiedzenia) w praktyce często jest ustalany w badaniu fizykalnym. W badaniu pilotażowym, zaprezentowanym w niniejszej pracy, różnicowano parametr w zależności od umiejscowienia rotacji w stawie: skokowym/skokowo-goleniowym, kolanowym, biodrowym. Stopa powinna być ustawiona pod kątem 7–10° odwiedzenia w stosunku do osi anatomicznej [34]. Uwzględniono również związek funkcjonalny przywiedzenia stopy z supinacyjnym ustawieniem i odwrotnie (czyli odwiedzenia stopy i jej pronacyjnego ustawienia) [35]. W diagnozie wad stóp uwzględniono związane z powyższymi parametrami koślawość i szpotawość stępu.

Badanie kąta ustawienia stóp realizowano w ocenie statycznej badania pedobarograficznego (Ryc. 2). Wyniki badań zestawiono w Tabeli 2.

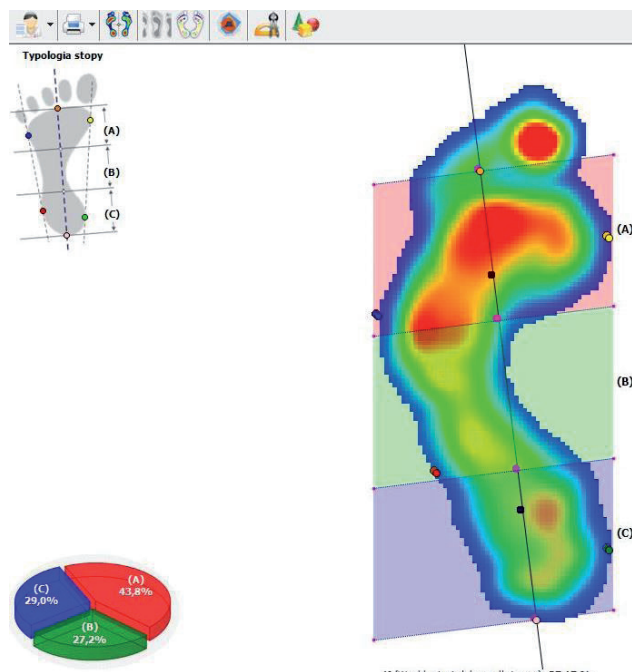
Wyniki wskazały na pozanormalne ustawienie stóp aż u 84% pacjentów (21 osób). U większości badanych (60%) zdiagnozowano także ponadnormalne odwiedzenie. Uwzględniając funkcjonalny związek odwiedzenia stopy z jej supinacją, stwierdzono, że konieczna jest diagnostyka ustawienia stępu.

Tabela 1. Ocena wysklepienia łuku podłużnego u pacjentów z cukrzycą.

Zakres badania	Stopa lewa n (%)	Stopa prawa n (%)
Stopa w normie	14 (56)	14 (56)
Płaskostopie (powyżej 28%)	11 (44)	10 (40)
Wydrążenie (poniżej 21%)	1 (4)	1 (4)

Tabela 2. Pomiary kąta ustawienia stopy w statyce.

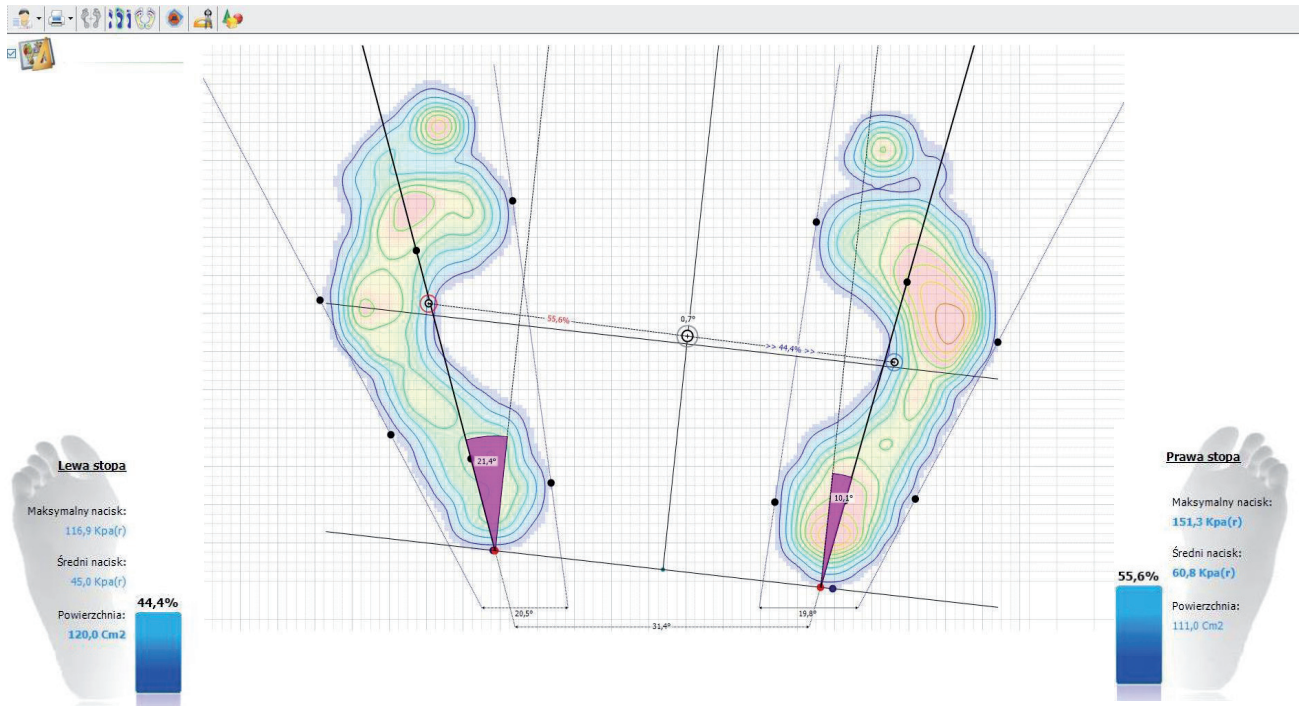
Zakres badania	Stopa lewa n (%)	Stopa prawa n (%)
W normie (7–10)	4 (16)	3 (12)
Powyżej 10	15 (60)	13 (52)
Poniżej 7	6 (24)	9 (36)



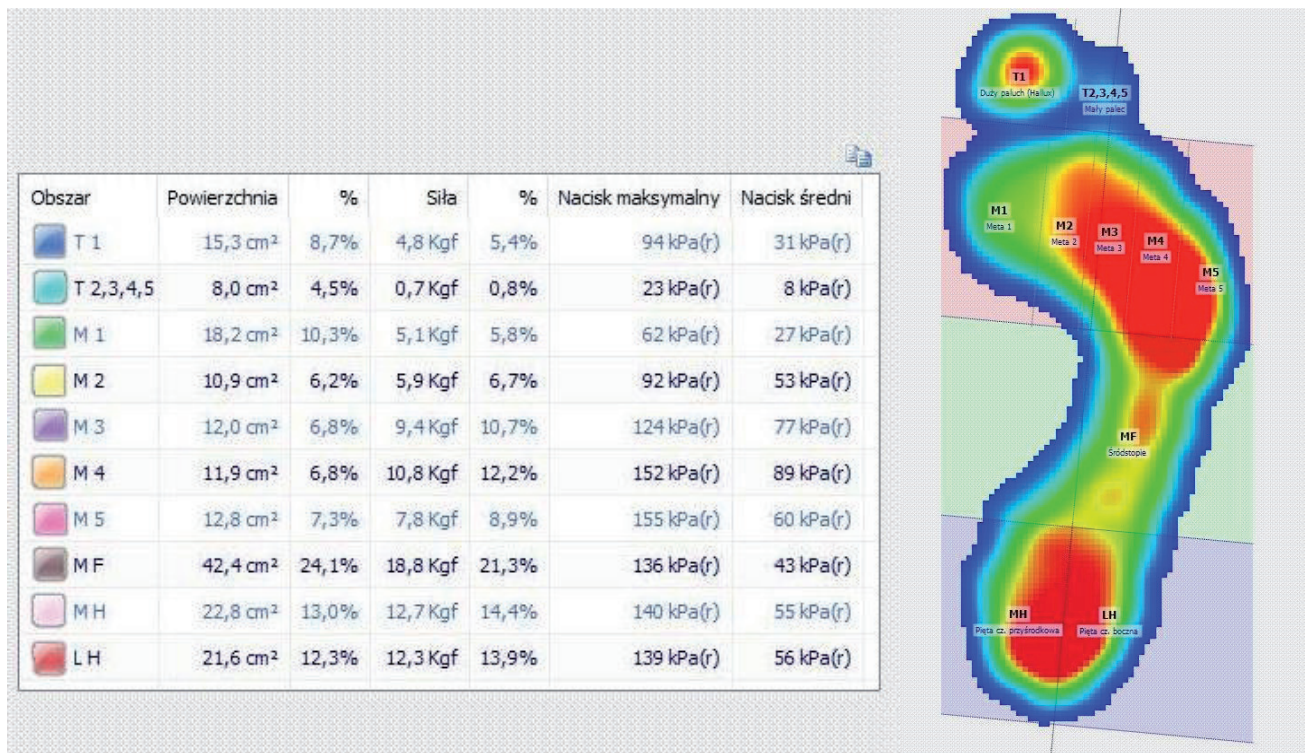
Wysklepienie łuku podłużnego – 27,17%. Wartość ta odpowiada prawidłowemu łukowi podłużnemu stopy.

Ryc. 1. Ocena łuku podłużnego w oprogramowaniu Biomech Studio.

! Artykuł jest dostępny na zasadzie dozwolonego użytku osobistego. Dalsze rozpowszechnianie (w tym umieszczanie w sieci) jest zabronione i stanowi poważne naruszenie przepisów prawa autorskiego oraz grozi sankcjami prawnymi.



Ryc. 2. Ocena łuku podłużnego w oprogramowaniu Biomech Studio.



Ryc. 3. Wynik badania rozkładu obciążeń w poszczególnych metapłaszczyznach stopy.

OCENA STĘPU, ŁUKU POPRZECZNEGO I PALCÓW

Ocenę stępu i łuku poprzecznego prowadzono statycznie oraz dynamicznie. Badania uszczegółowiano poprzez badania fizykalne, w tym podoskopowe oraz materiał wideogrametryczny. W analizie uwzględniono wartości nacisku

w poszczególnych metapłaszczyznach stopy wyznaczonych według modelu Cavanagha (Ryc. 3).

Zastosowano następujące oznaczenia:

- MH – wewnętrzna część stępu;
- LH – zewnętrzna część stępu;
- MF – śródstopie;

! *Artykuł jest dostępny na zasadzie dozwolonego użytku osobistego. Dalsze rozpowszechnianie (w tym umieszczanie w sieci) jest zabronione i stanowi poważne naruszenie przepisów prawa autorskiego oraz grozi sankcjami prawnymi.*

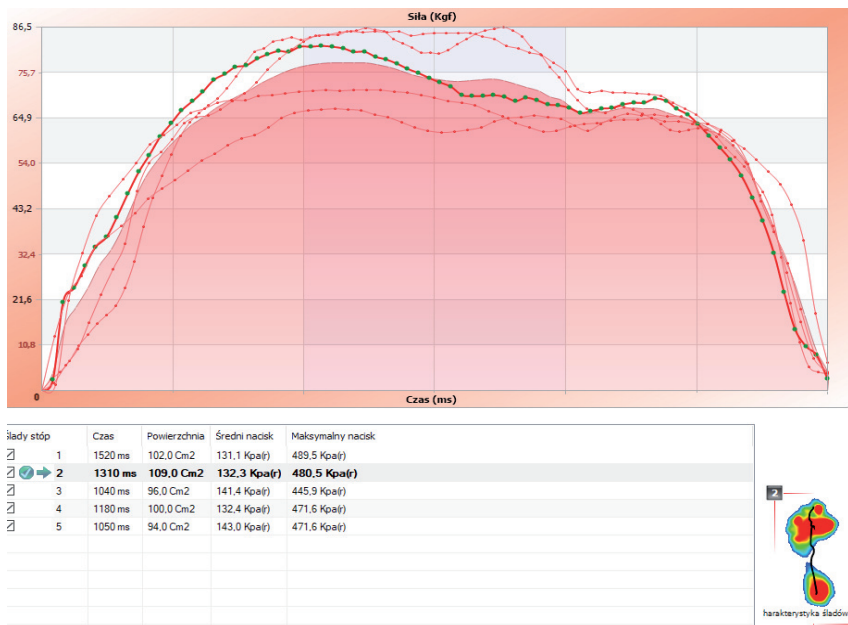
- M1–5 – głowy kości śródstopia;
- T1 – paluch;
- T2–5 – palce II–V.

OCENA STĘPU

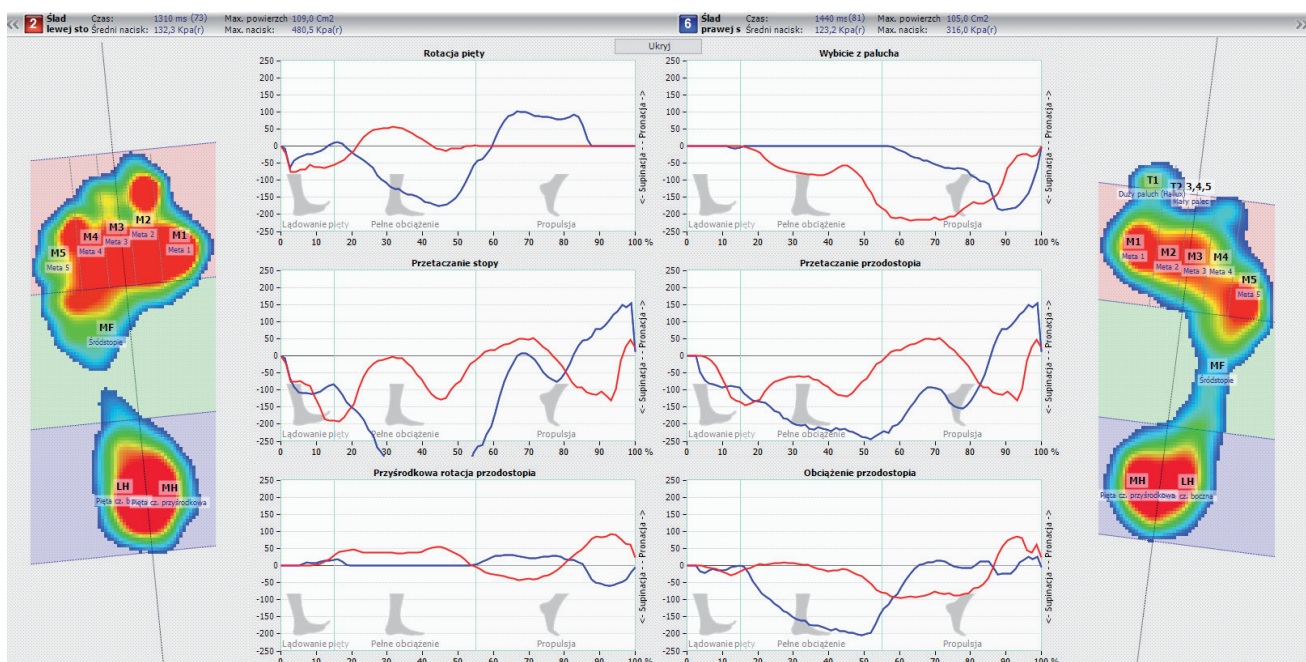
W ocenie ustawienia stępu wynik badania statycznego potwierdzano z wykorzystaniem analizy dynamicznej, a w szczególności oceny stabilności (Ryc. 4) oraz oceny przetaczania stopy (parametrów biomechaniki – Ryc. 5). U 8 pacjentów – ze względu na znaczne zaburzenia chodu – niemożliwe było wnioskowanie z dynamicznego badania

pedobarograficznego. Wyniki dotyczące stabilności stawu skokowego uzyskano z wykorzystaniem testów funkcjonalnych oraz analizy sensomotorycznej parametru joint mobility. Wyniki badań zestawiono w Tabeli 3.

Prawidłowe ustawienie stępu w obydwu stopach zdiagnozowano u 44% badanych (11 osób). U osób, u których w analizie statycznej stwierdzono jednostronne obciążenie pięty (wewnętrzne lub zewnętrzne), w większości przypadków obserwowano niestabilność stępu w ocenie dynamicznej (48%, 12 osób). Koślawość zdiagnozowano u dwóch pacjentów w stopie prawej (8,3%) oraz u jednego badanego w stopie lewej (4%). Na uwagę zasługuje fakt,



Ryc. 4. Ocena stabilności stóp w badanej grupie pacjentów.



Ryc. 5. Ocena biomechaniki stóp w badanej grupie pacjentów.

- ! Artykuł jest dostępny na zasadzie dozwolonego użytku osobistego. Dalsze rozpowszechnianie (w tym umieszczanie w sieci) jest zabronione i stanowi poważne naruszenie przepisów prawa autorskiego oraz grozi sankcjami prawnymi.

iz wada ta miała charakter niesymetryczny, tj. występowała tylko w jednej stopie. Szpotawość stwierdzono tylko u jednego pacjenta, co stanowiło wadę symetryczną (4%).

Wysoki wskaźnik niestabilności w pilotażowej grupie stanowi istotny wyznacznik dalszych badań.

OCENA ŁUKU POPRZECZNEGO

Łuk poprzeczny oceniono na podstawie badania pedobarograficznego, z wykorzystaniem metapłaszczyzn M1–M5, wskazujących nacisk maksymalny i średni (odrębnie) w obrębie kolejnych głów kości śródstopia (Ryc. 3). Badanie realizowano statycznie i dynamicznie. W analizie dynamicznej uwzględniono wynik najbardziej powtarzalny w obrębie jednego pacjenta. W analizie dynamicznej pominięto jednak wyniki osób z amputacją. Wyniki badań zestawiono w Tabeli 4.

W ocenie analizy statycznej wykazano, iż najczęściej obciążana statycznie jest III i IV głowa kości śródstopia (36%). Uwzględniając wyniki równych obciążeń (M2=M3 oraz M3=M4) można wnioskować, że u badanych pacjentów największy nacisk występował w III głowie kości śródstopia – zarówno w analizie statycznej, jak i dynamicznej. W odniesieniu do oceny wad postawy u wszystkich osób istniały zaburzenia w wysklepieniu łuku poprzecznego, który normatywnie powinien charakteryzować się największym naciskiem w I i V głowie kości śródstopia (M1 i M5), tym samym tworząc z piętą (MH i LH) tzw. triadę podparcia stopy w statyce.

OCENA PALCÓW

W badanej grupie przeprowadzono analizę rozkładu obciążeń w obrębie palców w metapłaszczyznach T1 (palec I) oraz T2–5 (palce II–V). W tym celu wykorzystano badanie

Tabela 3. Ocena stępu w badanej grupie pacjentów.

Zakres badania	Stopa lewa n (%)	Stopa prawa n (%)
Prawidłowa	11 (44)	10 (40)
Niestabilność	12 (48)	11 (44)
Koślawość	1 (0)	2 (8)
Szpotawość	1 (4)	1 (4)

Tabela 5. Ocena statyczna kontaktu palców z podłożem.

Zakres badania	Stopa lewa		Stopa prawa	
	T1 n (%)	T2–5 n (%)	T1 n (%)	T2–5 n (%)
Kontakt prawidłowy	7 (28)	13 (52)	9 (36)	12 (48)
Nacisk nieprawidłowo wysoki	14 (58)	1 (4)	10 (42)	2 (8)
Nacisk nieprawidłowo niski	1 (4)	5 (21)	1 (4)	4 (17)
Brak kontaktu z podłożem	3 (13)	5 (21)	5 (21)	4 (17)
Brak kontaktu w wyniku amputacji	1 (4)	2 (8)	0 (0)	1 (4)

pedobarograficzne w ocenie statycznej (Ryc. 3) Wyniki, z uwzględnieniem niskich wartości nacisku oraz braku kontaktu z podłożem, przedstawiono w Tabeli 5.

Ocenę przodostopia uzupełniono badaniem fizykalnym, uwzględniając szczególne wskazanie bieżącej oceny w odniesieniu do częstości występowania koślawości palucha (*hallux valgus*). Wyniki zestawiono w Tabeli 6. W analizie statystycznej uwzględniono amputację palca I u jednego z pacjentów.

W badaniach wykazano, iż u 52% pacjentów występowało zniekształcenie w postaci palucha koślawego, u jednej osoby zmiana ta była niesymetryczna (występowała tylko w jednej stopie). W badanej grupie stwierdzono ograniczenia ruchomości palców u stóp oraz zaburzenia wybicia palucha (tzw. propulsji). Ze względu na fakt wykonywania badania za pomocą subiektywnej oceny diagnosty, badanie pominięto w ocenie statystycznej. Niemniej zaburzenia ruchomości w stawach palczkowych są bardzo istotne i nie powinny być pomijane w badaniach przesiewowych chorych z cukrzycą.

BADANIE RUCHOMOŚCI STAWU SKOKOWEGO

Badanie zakresu ruchomości stawu skokowego przeprowadzono z zastosowaniem czujnika sensomotorycznego WIWA® Science. Wykorzystanie niniejszej technologii

Tabela 4. Pomiary rozkładu obciążeń w obrębie łuku poprzecznego. Wynik wyrażony jako odsetek oraz jako dane ilościowe (częstość wskazań); n_s=25, n_p=17.

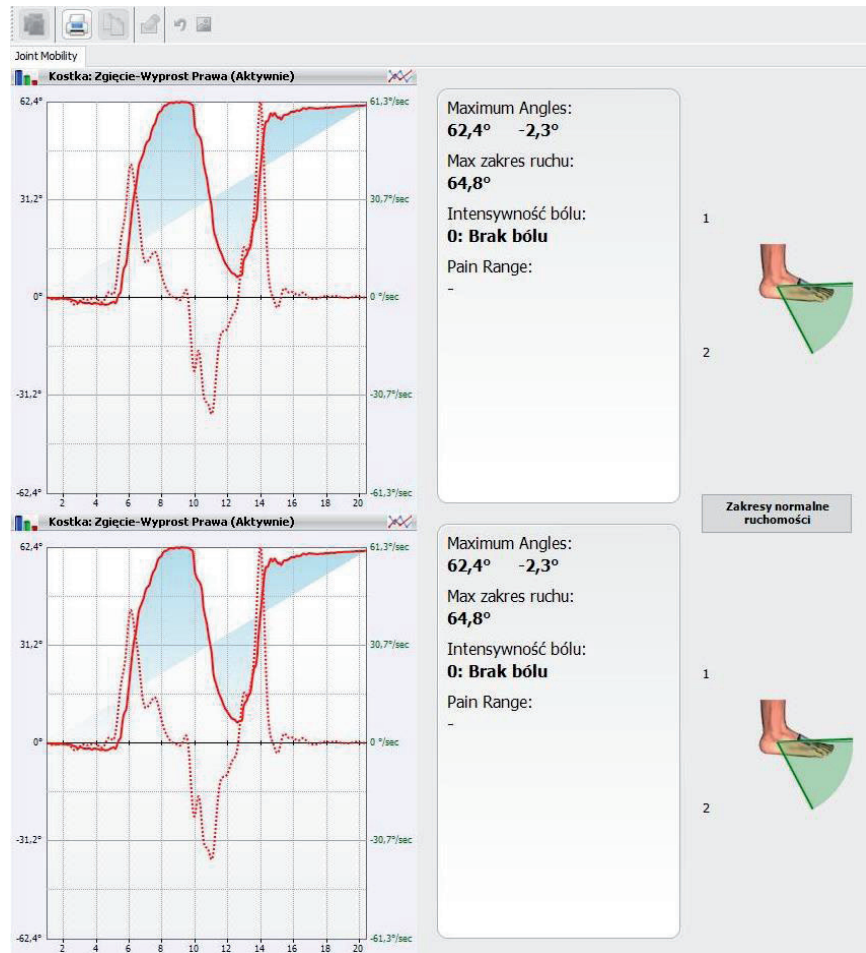
Obszar stopy	Statycznie		Dynamicznie	
	Stopa lewa n _s =25 n (%)	Stopa prawa n _s =25 n (%)	Stopa lewa n _p =17 n (%)	Stopa prawa n _p =17 n (%)
MAX na M1	1 (4)	1 (4)	1 (6)	1 (6)
MAX na M2	3 (12)	4 (17)	5 (29)	6 (6)
MAX na M3	9 (36)	13 (54)	7 (41)	7 (35)
MAX na M4	9 (36)	5 (21)	4 (24)	3 (41)
MAX na M5	0 (0)	1 (4)	0 (0)	0 (0)
MAX na M2=M3	1 (4)	0 (0)	0 (0)	0 (0)
MAX na M3=M4	2 (8)	0 (0)	0 (0)	0 (0)

Tabela 6. Ocena przodostopia – badanie fizykalne. Wynik wyrażony jako odsetek oraz jako dane ilościowe (częstość wskazań); n_s=24, n_p=25.

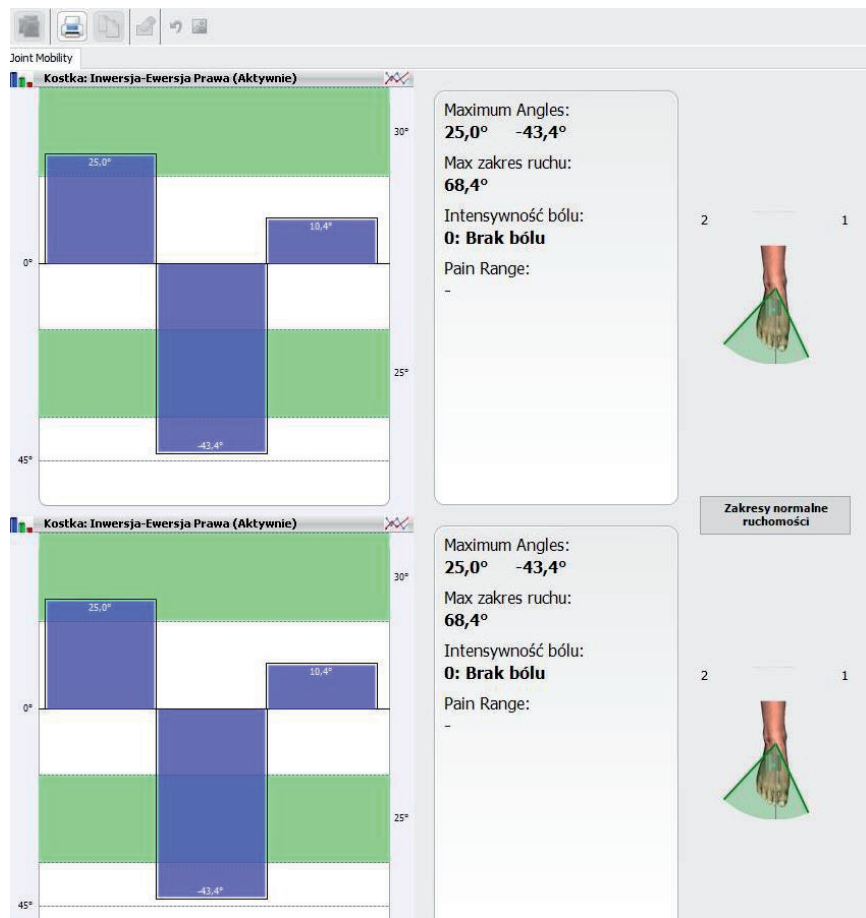
Zakres badania	Stopa lewa n _s =24 n (%)	Stopa prawa n _s =25 n (%)
Bez HV	10 (40)	8 (32)
HV (kąt koślawości powyżej 10°)	11 (44)	13 (52)
Rana w obrębie I głowy kości śródstopia	1 (4)	0 (0)
Amputacja w obrębie palców	2 (8)	2 (8)

! Artykuł jest dostępny na zasadzie dozwolonego użytku osobistego. Dalsze rozpowszechnianie (w tym umieszczanie w sieci) jest zabronione i stanowi poważne naruszenie przepisów prawa autorskiego oraz grozi sankcjami prawnymi.

Ryc. 6. Badanie zakresu ruchomości stawu skokowego: zgięcie – wyprost.



Ryc. 7. Badanie zakresu ruchomości stawu skokowego: inwersja – ewersja.



- ! *Artykuł jest dostępny na zasadzie dozwolonego użytku osobistego. Dalsze rozpowszechnianie (w tym umieszczanie w sieci) jest zabronione i stanowi poważne naruszenie przepisów prawa autorskiego oraz grozi sankcjami prawnymi.*

medycznej dało możliwość oceny ruchu stopy, wraz z obiektywną eliminacją kompensacji w ruchu. W czujnikach sensomotorycznych zastosowano technologię umożliwiającą trójplaszczynową analizę ruchu, poprzez zastosowanie rozwiązania żyroskopowego, magnetometrycznego i akcelerometrycznego. Oceny dokonano w obrębie ruchów:

- zgięcie (Z) – norma 45°, delta (10°) – 40–50°;
- wyprost (W) – norma 20°, delta (10°) – 15–25°;
- inwersja (I) – norma 30°, delta (10°) – 25–35°;
- ewersja (E) – norma 25°, delta (10°) – 20–30°.

Badanie przeprowadzono tylko w teście aktywnym, w związku z czym w ocenie wzięło udział 18 z 25 osób, które były w stanie samodzielnie wykonać ruch. Ośmiu pacjentów nie było w stanie wykonać zaleconego ruchu. W trakcie badania obserwowano również zaburzenia w wykonywanym ruchu, ze względu na niesymetryczny przebieg wyniki uwzględniono w analizie statystycznej. Wyniki badań zestawiono tabelarycznie: ruch zgięcie – wyprost (Ryc. 6, Tabela 7) oraz inwersja – ewersja (Ryc. 7, Tabela 8).

Badania z zakresu ruchomości wskazują na występowanie znacznych zaburzeń u osób z cukrzycą. W normie uwzględniającej deltę (zakres normatywny) w ruchu zgięcia prawidłowy wynik uzyskano u co najwyżej 5 osób (27,78% osób), a w ruchu wyprost – u 4 osób (22,22%). Równie niski wynik występował odnośnie poprawnego zakresu ruchomości w obszarze inwersji i ewersji (3 osoby, 16,67%). Mając na uwadze fakt niestabilności w obrębie stępu, zasadnym jest badanie większej grupy populacyjnej w tymże zakresie oraz ocena wpływu poszczególnych nieprawidłowości na powstawanie schorzeń u osób z cukrzycą.

Przeprowadzone badania pilotażowe uwzględniały również inne badania. Ze względu na obszerność zgromadzonego materiału, następujące wyniki zostaną przedstawione w odrębnej publikacji:

- ocena wskaźnika kostka-ramię – badanie spoczynkowe i wysiłkowe;
- badanie posturalne w odniesieniu do stabilometrii – analiza oscylacji przednio-tylnych oraz bocznych, mających wpływ nie tylko na migrację rozkładu obciążeń w obrębie stóp, lecz także na stany degradacyjne wyższych partii ciała;
- badanie czucia dotyku, temperatury, bólu – realizowane poprzez analizę porównawczą rozkładu obciążeń modelu Cavanagha – ze sferami zaburzeń czucia.

OMÓWIENIE

Złożoność budowy stopy oraz współlistnienie wad i zniekształceń stóp z cukrzycą stanowi istotny aspekt diagnostyczny. Rozwój poradni diabetologicznych oraz powstawanie rekomendacji w zakresie szczegółowej diagnostyki to istotne aspekty profilaktyki ZSC. Zważywszy na fakt problematyki ran powstających w obrębie stopy oraz zmian degradacyjnych tkanek miękkich i twardych, zasadne jest uszczegółowienie procedur dotyczących przebiegu badań. Powinno ono dotyczyć zarówno metod diagnostycznych, jak i kompetencji oraz zadań zespołu interdyscyplinarnego. Również w zakresie działań naukowo-badawczych, poza oceną wpływu cukrzycy na narząd ruchu, należy uwzględnić sam fakt istnienia wad, zniekształceń

Badany zakres	Stopa lewa		Stopa prawa	
	Zgięcie n (%)	Wyprost n (%)	Zgięcie n (%)	Wyprost n (%)
W normie – delta (<>Z=40–50°; W=15–25°)	2 (11,11)	4 (22,22)	5 (27,77)	1 (5,56)
Powyżej normy (>Z=45°; W=20°)	1 (5,56)	10 (55,56)	3 (16,67)	8 (44,44)
Poniżej normy (<Z=45°; W=20°)	15 (83,33)	6 (33,33)	12 (66,67)	7 (38,89)
Powyżej górnej granicy delty (>Z=50°; W=25°)	0 (0)	5 (27,78)	2 (11,11)	3 (16,67)
Poniżej dolnej granicy delty (<Z=40°; W=15°)	14 (77,78)	2 (11,11)	8 (44,44)	6 (33,33)
Zaburzenie ruchomości	2 (11,11)	2 (11,11)	2 (11,11)	2 (11,11)

Tabela 7. Badanie zakresu ruchomości stawu skokowego: ruch zgięcie – wyprost. Wynik wyrażony jako odsetek oraz jako dane ilościowe (częstość wskazań); n=18.

Badany zakres	Stopa lewa		Stopa prawa	
	Inwersja n (%)	Ewersja n (%)	Inwersja n (%)	Ewersja n (%)
W normie – delta (<>I=25–35°; E=20–30°)	3 (16,67)	1 (5,56)	3 (16,67)	3 (11,11)
Powyżej normy (>I=30°; E=25°)	2 (11,11)	3 (16,67)	3 (11,11)	6 (27,78)
Poniżej normy (<I=30°; E=25°)	6 (33,33)	5 (27,78)	5 (27,78)	2 (11,11)
Powyżej górnej granicy delty (>I=35°; E=30°)	1 (5,56)	2 (11,11)	1 (5,56)	4 (22,22)
Poniżej dolnej granicy delty (<I=25°; E=20°)	4 (22,22)	5 (27,78)	2 (11,11)	1 (5,56)
Zaburzenie ruchomości	10 (55,56)	10 (55,56)	10 (55,56)	10 (55,56)

Tabela 8. Badanie zakresu ruchomości stawu skokowego: ruch inwersja – ewersja. Wynik wyrażony jako odsetek oraz jako dane ilościowe (częstość wskazań); n=18.

- ! *Artykuł jest dostępny na zasadzie dozwolonego użytku osobistego. Dalsze rozpowszechnianie (w tym umieszczanie w sieci) jest zabronione i stanowi poważne naruszenie przepisów prawa autorskiego oraz grozi sankcjami prawnymi.*

oraz zaburzeń migracji nacisku (w statyce i dynamicie). Działania prewencyjne powinny być wdrażane w tym zakresie już w chwili wykrycia cukrzycy oraz realizowane okresowo.

Zważywszy na złożoność problematyki oraz różnorodność etiologii schorzeń w obrębie stóp, w badaniach okresowych oraz przesiewowych należy różnicować szczegółową ocenę stóp w podziale na cztery strefy:

- tyłostopie – ma bezpośredni związek z ustawieniem stopy w śródstopiu i kondycją stawu skokowego oraz skokowo-goleniowego, mającego bezpośredni związek funkcjonalny z wyższymi partiami postawy ciała;
- śródstopie – w obrębie którego u pacjentów z cukrzycą dochodzi do zmian degradacyjnych, skutkujących w najbardziej zaawansowanych przypadkach rozwojem stawu Charcota;
- przodostopie – w obszarze łuku poprzecznego dochodzi do znacznych zmian przeciążeniowych związanych z płaskostopiem poprzecznym.

Procedury diagnostyczne powinny uwzględniać istotne w ocenie stóp parametry antropometrii i biomechaniki:

- wysklepienie łuku podłużnego stóp – obniżony łuk podłużny świadczy o niewydolności struktur śródstopia, co ma wpływ na kondycję struktur kostno-stawowych. Stanowi to istotny parametr w profilaktyce mikrouszkodzeń i złamań oraz schorzeń zwyrodnieniowych w przebiegu cukrzycy, w tym w szczególności stawu Charcota [30, 34–36]. Ocena wartości liczbowych rozkładu obciążeń w przeprowadzonych badaniach pilotażowych dotyczyła również śródstopia (strefa MF) oraz pięty (MH/LH). Zważywszy na fizyczny związek masy ciała pacjenta z polami płaszczyzny kontaktu stopy z podłożem, analiza populacyjna w ujęciu porównawczym w tym zakresie jest procesem złożonym i rozbudowanym. Niemniej w badaniach przesiewowych istnieje konieczność oceny rozkładu obciążeń w całej stopie chorego;
- kąt odwiedzenia stopy – istotny parametr wskazujący jej wadliwe ustawienie, zarówno w obrębie stawu skokowego i skokowo-goleniowego, jak i wyższych partii ciała. Współistnienie wad stóp z amiotropią oraz zaburzeniami w obrębie tkanek twardych może sprzyjać powikłaniom degradacyjnym – zarówno w obrębie stopy, jak i wyższych partii ciała.

Patogeneza zmian degradacyjnych w obrębie stawu Charcota nie została jednoznacznie określona. Najczęściej podkreślaną przyczyną jest rozluźnienie więzadeł stawowych w wyniku zaburzeń czucia, ponadto bardzo istotną kwestią jest uwzględnienie związku przyczynowo-skutkowego w zakresie wad współistniejących:

- ustawienia stępu (koślawego i szpotawego);

- zaburzeń w wysklepieniu łuku podłużnego (płaskostopie, stopa wydrążona) oraz poprzecznego [17, 37].

Wymienione wady nawet u osób zdrowych przyczyniają się do rozwoju zmian degradacyjnych w obrębie stawów, kości oraz tkanek miękkich umieszczonych w śródstopiu. Wadliwy rozkład obciążeń, zmiana ustawienia stępu oraz kondycja tkanek w obrębie śródstopia mają wpływ na parametry statyczne i dynamiczne w przodostopiu. Całość zaburzeń wpływa na wadliwe ustawienie, a tym samym powstawanie mikrouszkodzeń sprzyjających poważnym zmianom, które mogą skutkować powstaniem zespołu stopy cukrzycowej. Częstość występowania zapalenia kości i stawów wielokrotnie podkreślano w piśmiennictwie naukowo-badawczym [38–40].

Ocena stępu powinna być ukierunkowana na:

- ocenę jego ustawienia, w celu wykrycia wad koślawości/szpotawości stępu – w pedobarograficznym badaniu statycznym oraz za pomocą badania fizykalnego;
- ocenę stabilności stawu skokowego – w pedobarograficznym badaniu dynamicznym oraz testach funkcjonalnych (sensomotoryczna analiza zakresów ruchomości stawów).

Ocena przodostopia – tj. rozkład obciążeń na głowy kości śródstopia oraz funkcjonalność łuku poprzecznego – powinna uwzględniać rozkład nacisków zarówno w ocenie statycznej, jak i dynamicznej. Działania ukierunkowane na profilaktykę ran przeciążeniowych w obrębie łuku poprzecznego muszą obejmować częstość występowania płaskostopia. Wielokrotnie w badaniach epidemiologicznych ukierunkowanych na profilaktykę płaskostopia podłużnego oraz poprzecznego wskazywano na konieczność prowadzenia badań w tym obszarze już od najmłodszych lat [41–43]. Prawidłowe wysklepienie stopy związane jest z odpowiednim napięciem mięśni i powięzi podeszwowej oraz struktur więzadłowych, co wpływa na właściwe ustawienie stawów i kości – zarówno w warunkach statycznych, jak i dynamicznych [44, 45].

Ocena palców powinna być ukierunkowana na rozkład obciążeń w ocenie statycznej i dynamicznej. W ocenie tej uwzględnić należy również wskazywaną w literaturze naukowej ruchomość palców oraz zniekształcenia powstające w wyniku neuropatii (tj. palce młotkowate lub/i szponiaste). Istotne i zasadne w postępowaniu rehabilitacyjnym jest różnicowanie problemów zeszywnienia i niestabilności tkanek w różnych strefach stopy.

Wysoki wynik niestabilności w obrębie stawu skokowego u pacjentów z cukrzycą stanowi podstawę do dalszych badań populacyjnych, ze względu na fakt związku przyczynowo-skutkowego niestabilności struktur z powstawaniem zmian degradacyjnych. Należy jednak różnicować strefy stóp, uwzględniając niestabilność w obrębie stępu, obniżenie łuku podłużnego i poprzecznego (w konsekwencji

- ! *Artykuł jest dostępny na zasadzie dozwolonego użytku osobistego. Dalsze rozpowszechnianie (w tym umieszczanie w sieci) jest zabronione i stanowi poważne naruszenie przepisów prawa autorskiego oraz grozi sankcjami prawnymi.*

stanowiące o niestabilności) oraz zaburzenia ruchomości i zeszywnienia w obrębie palców. Taki punkt widzenia spowoduje bowiem specyficzne podejście zarówno w procesie rehabilitacji (np.: zabiegi fizykalne, ćwiczenia, terapia manualna), jak i zaopatrzenia ortopedycznego (np. indywidualne wkładki ortopedyczne, obuwie).

WNIOSKI

Ustalenie szczegółowych związków przyczynowo-skutkowych nieprawidłowej migracji nacisków z wadami stóp pozwoli nie tylko na wdrożenie rekomendacji i procedur diagnostyki przesiewowej, lecz także stanowić będzie o celowym działaniu prewencyjnym już na poziomie wstępnej oceny stopy pacjenta. Różnicowanie i uszczegółowienie problemów zeszywnienia tkankowego z niestabilnością w wyniku osłabienia strukturalnego pozwoli na wdrożenie celowych działań leczniczych, rehabilitacyjnych oraz wspomagających (np. indywidualne zaopatrzenie ortopedyczne). W badaniach pilotażowych dowiedziono, że istnieje konieczność podejmowania działań obejmujących:

- stabilizację ukierunkowaną na profilaktykę zmian degeneracyjnych;
- odciążenie i amortyzację miejsc wzmożonego ucisku, w celu zapobiegania ranom przeciążeniowym;
- rehabilitację ukierunkowaną na korekcję wad oraz poprawę funkcjonalności struktur mięśniowo-powięziowych.

Wdrożenie badań z obszaru diagnostyki wspomagananej technikami komputerowymi pozwala na zobiektywizowanie wyników. Zaprezentowane metody diagnostyki pedobarograficznej podlegają refundacji NFZ oraz zostały wskazane w rekomendacjach Polskiego Towarzystwa Diabetologicznego (PTD). Mając na uwadze liczne zaburzenia w obrębie zakresów ruchomości (zarówno niestabilności, jak i sztywności), włączenie do badania zakresu ruchomości stawów jest zasadne.

Wskazane w publikacji metody diagnostyczne są nieinwazyjne, nie wymagają zastosowania wysokospecjalistycznej usługi lekarskiej, ponadto są łatwo dostępne i tanie. Docelowo badania przesiewowe oraz okresowa diagnostyka pozwolą na wdrażanie celowych działań profilaktycznych, rehabilitacyjnych oraz leczniczych.

KONFLIKT INTERESÓW: nie zgłoszono.

PIŚMIENNICTWO

1. Kokot F. Choroby Wewnętrzne. 6th edn. Wydawnictwo Lekarskie PZWL, Warszawa, 1996.

2. Dziemidok P, Tochman-Gawda A, Paprzycki P. Wpływ 4-tygodniowego podawania kwasu alfa-liponowego na objawy subiektywne i poziom proggu czucia wibracji u pacjentów z obwodową polineuropatią cukrzycową. *Diabetol Dośw Klin* 2004;4(5):343–350.
3. Kowalska A, Domienik J, Jasik M et al. Zastosowanie neurotensimetru w diagnostyce neuropatii czuciowej u chorych na cukrzycę. *Diabetol Dośw Klin* 2004;4(5):351–356.
4. Jasik M, Karnafel W. Rozpoznanie i terapia przyczynowa neuropatii cukrzycowej. *Diabetol Pol* 2004;11:135–141.
5. Perkins BA, Brill V. Diabetic neuropathy: a review emphasizing diagnostic methods. *Clinical Neurophysiol* 2003;114(7):1167–1175.
6. Szczyrba S, Kozera G, Bieniaszewski L, Nyka W. Neuropatia cukrzycowa – patogenezę, rozpoznawanie, zapobieganie, leczenie. *Forum Med Rodz* 2010;4(5):339–355.
7. Jaźwa P, Kwolek A, Misior A. Rehabilitacja jako składowa leczenia i prewencji neuropatii cukrzycowej. *Przegląd Medyczny Uniwersytetu Rzeszowskiego* 2005;2:188–192.
8. Liote F, Orcel P. Osteoarticular disorders of endocrine origin. *Baillieres Best Pract Res Clin Rheumatol* 2000;14(2):251–276.
9. Dyck PJ, Zimmermann BR, Vilen TH et al. Nerve glucose, fructose, sorbitol, myo-inositol, and fiber degeneration and regeneration in diabetic neuropathy. *N Engl J Med* 1988;319(9):542–548.
10. Greene DA, Lattimer SA, Sima AA. Sorbitol, phosphoinositides and sodium-potassium-ATPase in the pathogenesis of diabetic complications. *N Engl J Med* 1987;316(10):599–606.
11. Polskie Towarzystwo Diabetologiczne. Zalecenia kliniczne dotyczące postępowania u chorych na cukrzycę 2016. Stanowisko Polskiego Towarzystwa Diabetologicznego. *Diabetol Klin* 2016;5(Suppl. A):A1–A76.
12. Bitenc-Jasiejko A. Pedobarografia jako metoda diagnostyczna wczesnego wykrywania zagrożeń powstawania ran przeciążeniowych w obrębie części podszewkowej stopy u pacjentów z zespołem stopy cukrzycowej. *Leczenie Ran* 2017;14(2):39–44.
13. Binek E, Olszewski J. Stopy z obniżonym wysklepieniem jako współczesny problem interdyscyplinarny. *Kwart Ortop* 2012;1:1–6.
14. Puszczalowska-Lizis E, Kwolek A. Częstość występowania płaskostopia podłużnego u młodzieży akademickiej w świetle różnych technik opracowania plantogramu. *Przegląd Medyczny Uniwersytetu Rzeszowskiego i Narodowego Instytutu Leków* 2011;9(3):305–314.
15. Firak R, Kuba L, Fredyk A. Wpływ ćwiczeń akrobatycznych na wysklepienie stóp. *Ann UMCS Sect D* 2005;60(98):453–457.
16. Jeffcoate W, Lima J, Nobrega L. The charcot foot. *Diabet Med* 2017;4:253–258.
17. Sinha S, Munichoodappa CS, Kozak GP. Neuro-arthropathy in diabetes mellitus. *Medicine* 1972;51(3):191–210.
18. Peterson Kim R, Edelman SV, Kim DD. Musculoskeletal complications of diabetes mellitus. *Clinical Diabetes* 2001;19(3):132–135.
19. Clarke CF, Piesowicz AT, Spathis GS. Limited joint mobility in children and adolescents with insulin dependent diabetes mellitus. *Ann Rheum Dis* 1990;49(4):236–237.
20. Gamstedt A, Holm-Glad J, Ohlson CG, Sundstrom M. Hand abnormalities are strongly associated with the duration of diabetes mellitus. *J Intern Med* 1993;234(2):189–193.
21. Leden I, Schersten B, Svensson B, Svensson M. Locomotor system disorders in diabetes mellitus. Increased prevalence of palmar flexortenosynovitis. *Scand J Rheumatol* 1983;12(3):260–262.
22. Delbridge L, Perry P, Marr S et al. Limited joint mobility in the diabetic foot: relationship to neuropathic ulceration. *Diabet Med* 1988;5(4):333–337.
23. Koh S, Nakamura S, Hattori T, Hirata H. Trigger digits in diabetes: their incidence and characteristics. *J Hand Surg Eur Vol* 2010;35(4):302–305.
24. 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):942–946.
25. Gerrits EG, Landman GW, Nijenhuis-Rosien L, Bilo HJ. Limited joint mobility syndrome in diabetes mellitus: a minireview. *World J Diabetes* 2015;6(9):1108–1112.
26. Francia P, Seghieri G, Gulisano M et al. The role of joint mobility in evaluating and monitoring the risk of diabetic foot ulcer. *Diabetes Res Clin Pract* 2015;108(3):398–404.
27. Boulton AJ. Pressure and the diabetic foot: clinical science and offloading techniques. *Am J Surg* 2004;187(5A):17S–24S.
28. Prabhu KG, Patil KM, Srinivasan S. Diabetic feet at risk: a new method of analysis of walking foot pressure images at different levels of neuropathy for early detection of plantar ulcers. *Med Biol Eng Comput* 2001;39(3):288–293.
29. van Schie CH. A review of the biomechanics of the diabetic foot. *Int J Low*

! Artykuł jest dostępny na zasadzie dozwolonego użytku osobistego. Dalsze rozpowszechnianie (w tym umieszczanie w sieci) jest zabronione i stanowi poważne naruszenie przepisów prawa autorskiego oraz grozi sankcjami prawnymi.

29. van Schie CH. A review of the biomechanics of the diabetic foot. *Int J Low Exterm Wounds* 2005;4(3):160–170.
30. Kwon OY, Mueller MJ. Walking patterns used to reduce forefoot plantar pressures in people with diabetic neuropathies. *Phys Ther* 2001;81(2):828–835.
31. Klenerman L, Wood B. *The Human Foot. A Companion to Clinical Studies*. Springer, Berlin, 2006.
32. 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.
33. Cavanagh PR, Hewitt FG, Perry JE. In-shoe plantar pressure measurement: a review. *Foot* 1992;2(4):185–194.
34. Banks K, Hengeveld E. *Terapia Manualna według Maitlanda* (red. wyd. polskie-go: Śliwiński Z). 1st edn. Elsevier Urban & Partner, Wrocław, 2013, p. 612.
35. Earls J. *Born to Walk: Myofascial Efficiency and the Body in Movement*. Lotus Publishing, Berkeley, 2014.
36. Friedlein J, Lorkowski J, Wilk R, Hładki W. Neuroartropatia Charcota – etiologia, diagnostyka i leczenie. *Ostry Dyżur* 2015;8(3):82–86.
37. Sequeira W. The neuropathic joint *Clin Exp Rheumatol* 1994;12(3):325–337.
38. Parada-Turska J, Majdan M. Układ ruchu u chorych na cukrzycę. *Postepy Hig Med Dosw* 2005;59:236–244.
39. Lipsky BA. A report from the international consensus on diagnosing and treating the infected diabetic foot. *Diabetes Metab Res Rev* 2004;20(Suppl. 1):S68–S77.
40. Grayson ML, Gibbons W, Balogh K, Levin E, Karchmer AW. Probing to bone in infected pedal ulcers. A clinical sign of underlying osteomyelitis in diabetic patients. *JAMA* 1995;273(9):721–723.
41. Pauk J, Ezerskiy V, Rogalski M. Wpływ czynników epidemiologicznych na wystąpienie stopy płaskiej u dzieci. *Fizjoterapia* 2010;18(2):1–13.
42. Lizis P. Kształtowanie się wysklepienia łuku podłużnego stopy u chłopców i dziewcząt w wieku 3–6 lat. *Fizjoterapia* 1996;7:30–34.
43. Puszczalowska-Lizis E, Ridan T, Ogarek M. Charakterystyka parametrów wysklepienia podłużnego i poprzecznego stóp dziewcząt i chłopców w okresie wczesnoszkolnym. *Young Sport Science of Ukraine* 2011;3:234–239.
44. Rongies W, Pawłowski M, Choromańska J et al. Ocena wysklepienia stopy u pacjentów z chorobą zwyrodnieniową stawów biodrowych i kolanowych. *Acta Balneologica* 2010;52(4):245–254.
45. Mueller MJ, Minor SD, Diamond JE, Blair VP. Relationship of foot deformity to ulcer location in patients with diabetes mellitus. *Phys Ther* 1990;70(6):356–362.