

Iwona Krysiak-Zielonka¹, Ewa Blum-Krzywicka²

¹Zakład Fizjoterapii w Chorobach Wewnętrznych, Akademia Wychowania Fizycznego we Wrocławiu

²Instytut Geodezji i Geoinformatyki, Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu

Zaburzenia statyki stopy cukrzycowej uwidocznione przy zastosowaniu metody geodezyjnej

Disturbances in the diabetic foot statics exposed with geodetic method

STRESZCZENIE

Mimo rozwoju diabetologii i powszechnej już opieki nad chorymi na cukrzycę nadal brakuje odpowiednich metod diagnostycznych i działań profilaktycznych pozwalających uchronić tych pacjentów przed niekorzystnymi powikłaniami, między innymi przed powstaniem tak zwanej stopy cukrzycowej.

W niniejszej pracy przedstawiono przykład diagnostycznej oceny stref podporu w warunkach obciążenia masą ciała. W próbie wykorzystano aparaturę do komputerowego badania stóp firmy CQ Elektronik. Za pomocą geodezyjnej metody modelowania map szczegółowo przeanalizowano komputerowy obraz podeszwy powierzchni stóp. Ostateczny wynik analizy to mapa obszarów objętych ryzykiem najszybszego powstawania zmian martwiczych na podeszwie stóp.

W przypadku badanego prawdopodobnie będą to: na stopie prawej — obszar poniżej głów I i II kości śródstopia oraz okolica kości klinowatej bocznej, na stopie lewej — obszar w bok od głowy I kości śródstopia, okolica kości łódkowej i kości sześcienniej.

Metoda geodezyjna umożliwia określenie zaburzeń w statyce stopy cukrzycowej. Nowa metoda lepiej niż inne sposoby diagnozowania zmian prodromalnych ilustruje nierównoważone naciski na podeszwie

stopy. Konieczne są dalsze badania z oceną perspektywną, tak aby możliwe było potwierdzenie wartości metody.

Słowa kluczowe: stopa cukrzycowa, diagnostyka, metoda

ABSTRACT

Despite progress in diabetology and a wide spectrum of care that diabetic patients receive, there is lack of appropriate diagnostic methods and prophylactic measures for preventing the development of complications like diabetic foot.

The researchers present examples of diagnostic assessment of foot support areas when loaded with the body mass. CQ Electronic device for Computer Examination of Feet was used in the examination. The computer picture of the plantar surface of the foot was analysed using geodetic method of map modelling. The final result was a map of areas on the sole that could develop necrotic changes as the earliest.

In the examined case, the indicated areas were: on the right foot — the area below the heads of the I and II bone of the metatarsus and the area of the lateral cuneiform bone, on the left foot — the area on the side from the head of the first bone of the metatarsus, the area of the navicular bone of the foot and the cuboid bone.

The geodetic method allows to determine disturbances in the diabetic foot statics. The new method better illustrates sole pressure abnormalities than other methods of diagnosing prodromal changes.

Adres do korespondencji: dr Iwona Krysiak-Zielonka
Zakład Fizjoterapii w Chorobach Wewnętrznych, AWF
ul. Rzeźbiarska 4, 51-629 Wrocław
tel.: (0 71) 352 95 62

Diabetologia Praktyczna 2007, tom 8, 5, 196-199

Copyright © 2007 Via Medica

e-mail: iwona.krysiak@awf.wroc.pl

Nadesłano: 15.05.2007 Przyjęto do druku: 18.05.2007

Further studies with a prospective evaluation are necessary to confirm the value of the method.

Key words: diabetic foot, diagnostics, method

Wstęp

Cukrzyca stanowi obecnie jeden z najważniejszych problemów zdrowotnych. W Polsce na cukrzycę choruje około półtora miliona osób. W ciągu roku w 100-tysięcznej populacji wykrywa się 7 nowych przypadków zachorowań na cukrzycę typu 1 i aż 130–140 zachorowań na cukrzycę typu 2. Stale zwiększa się liczba osób w starszym wieku dotkniętych tą chorobą. Cierpi na nią co 5. osoba powyżej 65. roku życia. Większą częstość cukrzycy stwierdza się u osób w wyższych przedziałach wiekowych [1].

U około 15% chorych na cukrzycę dochodzi do owrzodzenia stopy, przede wszystkim w miejscach powtarzających się urazów. Większość owrzodzeń jest wynikiem neuropatii obwodowej i obniżonej wrażliwości stopy. Historia naturalna tego powikłania rozpoczyna się najczęściej od nieprawidłowego obciążania stopy, prowadzącego do tworzenia się modzeli. W miejscu ich powstawania dochodzi do pęknięć skóry, które stają się punktem wyjścia zakażeń i przewlekłych owrzodzeń.

Porównując grupy wiekowe, stwierdzono, że odsetek amputacji kończyn dolnych w grupie 45–64 lat jest 2–3-krotnie wyższy u chorych na cukrzycę w porównaniu z osobami bez cukrzycy. Natomiast w grupie powyżej 65 lat odsetek ten jest 7-krotnie większy [2]. Można zatem mówić o gwałtownej dynamice tego zjawiska.

Mimo rozwoju diabetologii i powszechnej już opieki nad chorymi na cukrzycę nadal brakuje odpowiednich metod diagnostycznych i działań profilaktycznych pozwalających uchronić chorych na cukrzycę przed niekorzystnymi powikłaniami tego schorzenia, między innymi przed powstaniem tak zwanej stopy cukrzycowej.

Na poniższym przykładzie przedstawiono etapy szczegółowej analizy podeszwy powierzchni stóp metodą geodezyjną. Opracowanie pierwotnego komputerowego obrazu prowadzi do przetworzenia go najpierw na model ilustrujący ilościowe stosunki stref nacisku, a ostatecznie na mapę wskazującą kolejność objętych przewidywaniem zmian martwiczych, podobszary każdej ze stóp.

Na przeprowadzenie badań uzyskano zgodę Regionalnej Komisji Etyki przy Akademii Medycznej we Wrocławiu.

Opis przypadku

Mężczyzna w wieku 68 lat, od 19 lat leczony z powodu cukrzycy typu 2 powikłanej makroangiopatią, zgłosił się do Akademii Wychowania Fizycznego we Wrocławiu w celu oceny statyki stóp. U chorego rozpoznano przewlekłe niedokrwienie tętnicze kończyn dolnych typu obwodowego z dystansem chromania około 800 m, chorobę niedokrwinną serca, stan po zawale serca, stan po pomostowaniu aortalno-wieńcowym.

Zastosowano następujące leki: Euklamina, Mononit, Detralex, Sintrom, Metocard.

W tym czasie najistotniejsze wyniki badań przedstawiały się następująco:

- wzrost: 167 cm; masa ciała: 73 kg; wskaźnik masy ciała: 26 kg/m²;
- ciśnienie tętnicze: 110/70 mm Hg;
- mocznik: 78,7 mg/dl;
- kreatynina: 1,21 mg/dl;
- glikemia na czczo: 104, 112, 134 mg/dl;
- glikemia poposiłkowa: 290 mg/dl;
- gospodarka lipidowa: stężenie cholesterolu całkowitego: 223 mg/dl; stężenie cholesterolu frakcji HDL (*high-density lipoprotein*): 48 mg; stężenie cholesterolu frakcji LDL (*low-density lipoprotein*): 154 mg/dl; stężenie triglicerydów: 109 mg/dl;
- moc: białko nb(–), glukoza nb(–).

W RTG stopy stwierdzono: mierną osteoporozę części kostnych stóp. Zmiany zwyrodnieniowe na krawędziach obu stawów śródstopno-paluchowych. Płaskostopie poprzeczne. Geody zwyrodnieniowe na głowach kości śródstopii. Bardzo znaczne zwapnienia w ścianach tętnic piszczelowych, grzbietowych i podeszwy oraz międzyśródstopnych stóp.

W badaniu wstępnym stwierdzono następujące parametry: skóra ciepła i różowa, tętno nieobecne na obu tętnic podudzi obustronnie, szmery naczyniowe na tętnicach udowych wspólnych, nad tętnicami szyjnymi tętno obecne, bez szmerów.

W badaniu dopplerowskim wykonano pomiar ciśnienia tętniczego: tętnica ramienna lewa — 130; tętnica grzbietowa stopy prawej — 180, lewej — 140; tętnica piszczelowa tylna prawa — 130, lewa — 140 [mm Hg]. Stwierdzono żyłaki obu podudzi. W miejscach narażonych na ucisk zaobserwowano nagniotki i nadmiar zrogowaciałego naskórka oraz dodatkowo grube, warstwowe paznokcie, wrastające paznokcie, pękającą i łuszczącą się skórę.

Dokonano diagnostycznej oceny stref podoporu w warunkach obciążenia masą ciała. W badaniu wykorzystano aparaturę do komputerowego badania stóp firmy CQ Elektronik.

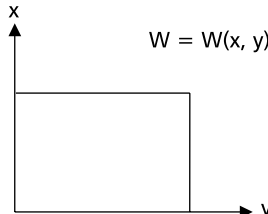
Szczegółowo przeanalizowano komputerowy zapis obrazu podeszwy powierzchni stóp za pomocą geodezyjnej metody modelowania map.

Obliczono wartości walorów dla każdej jednostki kwadratowej na podstawie kwalifikacji pól jednostkowych obrazu. Walar jest określony w procentach jako iloraz liczby pól białych i liczby czarnych pól powierzchni. Narysowano izolinie walorów o wartościach: 10%, 20%, 30%, 40%, 50% zaczerpnięcia. Przedziałom izolinii przyporządkowano skalę chromatyczną. Części stopy najniżej położone oznaczono kolorem niebieskim, części położone wyżej — kolorem brązowym.

Na podstawie rysunku wynikowego zdiagnozowano obszary największego nacisku podeszwy (40–49 j./cm²), które w przypadku badanego koncentrują się na stopie prawej: poniżej głowy IV kości śródstopia; na stopie lewej: na głowie I kości śródstopia i kości sześciennej.

W celu oceny rozkładu tempa zmian nacisku obliczono kolejno gradienty według poniższego wzoru, gdzie W jest funkcją obserwowanej siły nacisku, a Dx , Dy — przyrostami zależnymi od skali zdjęcia.

$$G = \sqrt{\left(\frac{\partial W}{\partial x}\right)^2 + \left(\frac{\partial W}{\partial y}\right)^2}$$

$$G \approx \sqrt{\Delta x^2 + \Delta y^2}$$


Narysowano izolinie gradientów o rozpiętości 10–40 j./cm². Ostateczny wynik analizy przedstawiono w postaci mapy obszarów objętych przewidywaniem najszybszego powstawania zmian martwiczych na podeszwie stóp.

Największe zagrożenie martwicą mogą wyznaczać podobszary między izoliniami gradientów o wartościach 30–40 i 40–49 j./cm² (oznaczone najciemniejszą barwą). Prawdopodobnie będą to: na stopie prawej — obszar poniżej głów I i II kości śródstopia oraz okolica kości klinowatej bocznej, na stopie lewej — obszar w bok od głowy I kości śródstopia, okolica kości łódkowej i kości sześciennej.

Dyskusja

Problemy zdrowotne związane ze stopami dotyczą całej populacji; chorzy na cukrzycę są jednak grupą szczególnie narażoną z powodu miażdżycy zarostowej tętnic (AO, *arteriosclerosis obliterans*) i neuropatii obwodowej. Połączenie tych czynników

powikłanych infekcją może prowadzić do zgorzeli w zakresie kończyn dolnych i konieczności amputacji.

Analiza przedstawionego przypadku pozwala sądzić, że próba wprowadzenia nowej metody diagnozowania zmian prodromalnych u chorych na cukrzycę wskazuje na duże prawdopodobieństwo precyzyjnego przewidywania miejsc powstawania owrzodzeń oraz przypuszczalną identyfikację obszarów stopy kolejno zagrożonych procesem chorobowym. Prawdopodobnie czynniki zagrażające powstawaniu uszkodzeń stopy cukrzycowej można zdiagnozować około 2 lata wcześniej. Szczegółowa analiza nierównoważonych nacisków na podeszwę stopy metodą geodezyjną potwierdza tezę Davisa, że owrzodzenia cukrzycowe mogą powstawać w miejscu maksymalnej siły ścinającej (*shear stress*). Obliczone gradienty i rysunek izolinii gradientów wskazywały u badanych osób na obszary zagrożenia owrzodzeniem, które nie odpowiadały dokładnie tym samym miejscom co obszary największych nacisków.

Chociaż samo działanie dużych sił o kierunku pionowym bądź stycznym lub dużych sił nacisku mogłoby spowodować uszkodzenie skóry, istnieje prawdopodobnie kombinacja sił, która jest bardziej szkodliwa niż inne. Uważa się, że siła ścinająca jest istotnym czynnikiem przyczyniającym się do owrzodzenia [3].

Powszechne zastosowanie metody przy jednoczesnym interdyscyplinarnym podejściu do opieki nad chorym ze stopą cukrzycową mogłoby być przydatne w rozpoznawaniu wczesnych objawów klinicznych zespołu stopy cukrzycowej.

W prewencji tego powikłania najistotniejszymi elementami są wyrównanie glikemii prawie na poziomie normoglikemii, edukacja oraz stosowanie obuwia korekcyjnego [4, 5].

Użycie specjalnych leczniczych butów jest szczególnie ważne przy zapobieganiu owrzodzeniom lub ich nawrotom. Wczesne określenie największego nierównoważonego nacisku na podeszwę stopy chorego na cukrzycę pozwoli być może na wykorzystanie tego badania w celu zabezpieczenia stóp tych pacjentów poprzez właściwą wyściółkę obuwia. Wymagane byłoby używanie głębokich butów z giętkiego materiału z wkładką plastyczną rozkładającą nacisk na większej powierzchni.

OCzekuje się zmniejszenia częstości powikłań w postaci owrzodzeń i zakażeń stopy

Wnioski

1. Metoda geodezyjna umożliwia określenie zaburzeń statyki stopy cukrzycowej.

2. Nowa metoda lepiej niż inne sposoby diagnozowania zmian prodromalnych ilustruje nie zrównoważone naciski na podeszwie stopy.
3. Konieczne są dalsze badania z oceną perspektywną celem potwierdzenia wartości metody.

PIŚMIENICTWO

1. Horoszek-Maziarz S. Trendy epidemiologiczne w cukrzycy typu II. Pol. Tyg. Lek. 1993; 48 (supl. 1): 3–4.
2. Most R.S., Sinnock P. The epidemiology of lower extremity amputations in diabetic individuals. Diabetes Care 1983; 6: 87.
3. Davis B.L., Perry J.E., Neth D.C. i wsp. A Device for simultaneous measurement of pressure and shear force distribution on the plantar surface of the foot. J. Applied Biomech. 1998; 14: 93–104.
4. Sieradzki J., Koblik T., Otfinowski J. i wsp. Zespół stopy cukrzycowej w praktyce klinicznej I. Model Gabinetu Stopy Cukrzycowej. Przegląd Lekarski 1996; 53: 1, 3–5.
5. Sieradzki J., Koblik T., Otfinowski J. i wsp. Zespół stopy cukrzycowej w praktyce klinicznej II. Wyniki rocznej działalności Gabinetu Stopy Cukrzycowej. Przegląd Lekarski 1996; 53: 1, 6–8.