

Otrzymano:
05.09.2017
Zaakceptowano:
18.10.2017
Opublikowano:
29.12.2017

Zastosowanie ultrasonografii wysokiej rozdzielczości w badaniu nerwu piszczelowego u pacjentów z cukrzycową neuropatią obwodową

High resolution ultrasonography of the tibial nerve in diabetic peripheral neuropathy

Kunwarpal Singh¹, Kamlesh Gupta¹, Sukhdeep Kaur²

¹ Department of Radiodiagnosis and Imaging, Sri Guru Ram Das Institute of Medical Sciences and Research, Vallah, Sri Amritsar, Punjab, Indie

² Department of Pediatrics, Sri Guru Ram Das Institute of Medical Sciences and Research, Vallah, Sri Amritsar, Punjab, Indie

Adres do korespondencji: Dr. Kunwarpal Singh, S/O S. Balbir Singh, H. No.1806/VII-12, Bazar Ghumiaran, Chowk Lachhmansar, Opposite Darshan Maternity Home, Inside Gilwali Gate, Amritsar, Punjab, India, tel. +91 1832526426, e-mail: kpsdhami@hotmail.com, kpsdhami@gmail.com

DOI: 10.15557/JoU.2017.0036

Słowa kluczowe

cukrzyca,
nerw piszczelowy,
ultrasonografia

Keywords

diabetes mellitus,
tibial nerve,
ultrasonography

Abstract

Aim of the study: High-resolution ultrasonography of the tibial nerve is a fast and non invasive tool for diagnosis of diabetic peripheral neuropathy. Our study was aimed at finding out the correlation of the cross sectional area and maximum thickness of nerve fascicles of the tibial nerve with the presence and severity of diabetic peripheral neuropathy. **Material and methods:** 75 patients with type 2 diabetes mellitus clinically diagnosed with diabetic peripheral neuropathy were analysed, and the severity of neuropathy was determined using the Toronto Clinical Neuropathy Score. 58 diabetic patients with no clinical suspicion of diabetic peripheral neuropathy and 75 healthy non-diabetic subjects were taken as controls. The cross sectional area and maximum thickness of nerve fascicles of the tibial nerves were calculated 3 cm cranial to the medial malleolus in both lower limbs. **Results:** The mean cross sectional area (22.63 +/- 2.66 mm²) and maximum thickness of nerve fascicles (0.70 mm) of the tibial nerves in patients with diabetic peripheral neuropathy compared with both control groups was significantly larger, and statistically significant correlation was found with the Toronto Clinical Neuropathy Score ($p < 0.001$). The diabetic patients with no signs of peripheral neuropathy had a larger mean cross sectional area (14.40 +/- 1.72 mm²) and maximum thickness of nerve fascicles of the tibial nerve (0.40 mm) than healthy non-diabetic subjects (12.42 +/- 1.01 mm² and 0.30 mm respectively). **Conclusion:** The cross sectional area and maximum thickness of nerve fascicles of the tibial nerve is larger in diabetic patients with or without peripheral neuropathy than in healthy control subjects, and ultrasonography can be used as a good screening tool in these patients.

Wstęp

Zgodnie z szacunkami WHO w roku 2015 w Indiach cukrzycą dotkniętych było 69,2 miliona osób, z czego 50% to przypadki bez postawionego rozpoznania. Cukrzycowa neuropatia obwodowa jest jednym z częstszych powikłań cukrzycy,

występującym u około 30% chorych. U mniej więcej połowy pacjentów z cukrzycą w jej przebiegu wystąpią objawy neuropatii obwodowej⁽¹⁾. Niewystarczająca kontrola cukrzycy jest głównym czynnikiem ryzyka rozwoju polineuropatii cukrzycowej. Hiperglikemia skutkuje osmotycznym obrzękiem nerwów obwodowych i w efekcie uszkodzeniem aksonów



Ryc. 1. A. Ułożenie pacjenta pozwalające na uwidocznienie nerwu piszczelowego. B. Strzałka wskazuje górny kraniec kostki przyśrodkowej. C. Strzałka wskazuje pozycję głowy, 3 cm proksymalnie w stosunku do górnego krańca kostki przyśrodkowej. M – kostka przyśrodkowa (medial malleolus)

oraz otoczki mielinowej, co prowadzi do neuropatii. Typowe objawy to mrowienie oraz drętwienie lub kłucie odczuwane w stopach, obustronne bądź asymetryczne. Najczęściej spotykanym objawem jest brak odruchu skokowego. Występują również zaburzenia sensoryczne, szczególnie utrata odczuwania wibracji w palcach u stóp, a następnie brak zdolności odczuwania ułknięcia, temperatury i dotyku powierzchniowego. Objawy, testy czuciowe oraz odruchy nerwowe uwzględniane są w ocenie według *Klinicznej skali neuropatii Toronto (Toronto Clinical Neuropathy Score, TCNS)*⁽²⁾.

Badanie ultrasonograficzne nerwu piszczelowego jest narzędziem umożliwiającym szybkie rozpoznanie i ocenę zaawansowania cukrzycowej neuropatii obwodowej w czasie rzeczywistym, przy minimalnym dyskomforcie pacjenta lub jego całkowitym braku oraz bez ekspozycji na promieniowanie. W badaniu przewodnictwa nerwowego, wykorzystywanym przez neurologów do rozpoznania neuropatii obwodowej, jako kryterium stosuje się obecność przynajmniej jednego nieprawidłowego parametru, takiego jak amplituda, latencja oraz szybkość przewodzenia nerwowego, jednak badania tego typu nie są dostępne w każdej placówce opieki zdrowotnej.

Zależność pomiędzy występowaniem cukrzycowej neuropatii obwodowej a polem przekroju poprzecznego nerwów

obwodowych uwidocznionym w obrazie USG oceniano już w kilku wcześniejszych badaniach^(3,4), jednakże ich ograniczeniem była mała liczebność badanych grup⁽⁵⁾. Przeprowadziliśmy badanie na większą skalę, oceniając pole przekroju poprzecznego oraz maksymalną grubość pęczków nerwu piszczelowego u pacjentów chorujących na cukrzycę z towarzyszącą neuropatią obwodową.

Materiał i metoda

Badanie przeprowadzono w Instytucie Nauk i Badań Medycznych Sri Guru Ram Das w Amritsarze (Sri Guru Ram Das Institute of Medical Sciences and Research, Sri Amritsar) oraz w Centrum Badań Obrazowych Nijjar w Amritsarze (Nijjar Scan Centre Sri Amritsar). Do badania zakwalifikowano 133 pacjentów z cukrzycą typu 2 skierowanych na oddział radiodiagnostyki i badań obrazowych. Wszyscy chorzy wyrazili pisemną zgodę na udział w badaniu. Uczestników badania podzielono na dwie grupy: 75 pacjentów chorujących na cukrzycę z objawami cukrzycowej neuropatii obwodowej (grupa I) i 58 pacjentów chorujących na cukrzycę bez towarzyszących objawów klinicznych neuropatii obwodowej (grupa II). Dodatkowo do badania włączono 75 zdrowych ochotników, których przydzielono

do grupy III. Badanie USG wykonywane było przy pomocy aparatów Voluson E8 Expert BT09 (GE) z głowicą liniową o częstotliwości 4–10 MHz, SP-10-16 D (GE) z głowicą liniową o częstotliwości 7–18 MHz lub Hitachi HI VISION z głowicą liniową 7–18 MHz. W trakcie badania pacjent znajdował się w pozycji leżącej bocznej, w celu ułatwienia oceny części przyśrodkowej stawu skokowego i dystalnej partii kończyny dolnej. Rejestrowano pole przekroju poprzecznego oraz maksymalną grubość pęczków nerwu piszczelowego 3 cm powyżej kostki przyśrodkowej (ryc. 1). Pole przekroju poprzecznego nerwu było mierzone manualnie. Maksymalna grubość pęczków nerwu piszczelowego wyliczana była na podstawie największego wymiaru przednio-tylnego największego obszaru hipoechogenicznego w rzucie osi krótkiej nerwu piszczelowego.

Stopień zaawansowania neuropatii obwodowej u pacjentów oceniany był przez lekarza kierującego za pomocą *Klinicznej skali neuropatii Toronto* (TCNS) (skala 19-punktowa: wynik 0–5 – brak neuropatii obwodowej; 6–11 – łagodna/umiarkowana neuropatia, >12 – ciężka neuropatia)^(5,6). Pacjenci z neuropatią o innej etiologii niż cukrzycowa nie byli kwalifikowani do udziału w badaniu. Radiolog wykonujący badanie USG nie znał wyników pomiarów hemoglobiny glikowanej czasu trwania choroby ani stopnia zaawansowania neuropatii obwodowej w skali TCNS dla żadnego z pacjentów. W przypadku każdego uczestnika badania rejestrowano takie dane jak wiek, płeć, waga, ci-

śnienie skurczowe i rozkurczowe krwi oraz stężenie hemoglobiny glikowanej. Wszyscy badani poddawani byli ocenie neurologicznej oraz ultrasonograficznej w trakcie jednej wizyty.

Analiza statystyczna

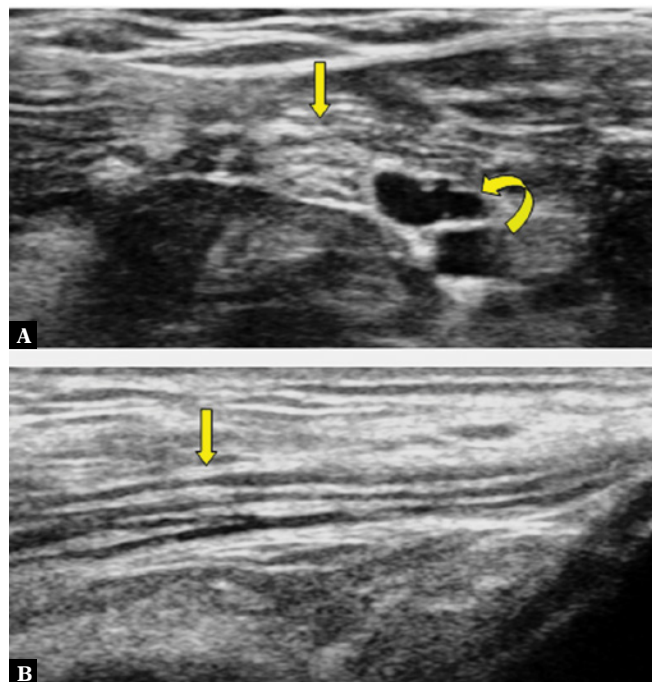
Średnie pole przekroju poprzecznego oraz maksymalną grubość pęczków nerwu piszczelowego we wszystkich trzech grupach oceniano za pomocą oprogramowania IBM SPSS 20.0. Przeprowadzono analizę wariancji ANOVA oraz testy *post hoc*. Istnienie zależności ze stopniem zaawansowania neuropatii obwodowej według skali TCNS oraz ze stężeniem hemoglobiny glikowanej stwierdzano przy pomocy współczynnika korelacji Pearsona.

Wyniki

Charakterystyka demograficzna, kliniczna, biochemiczna oraz ultrasonograficzna wszystkich trzech grup uwzględnionych w badaniu przedstawiona została w tab. 1. We wszystkich grupach widoczna jest przewaga pacjentów płci męskiej. Najwyższe wartości takich parametrów jak waga oraz ciśnienie skurczowe i rozkurczowe krwi stwierdzono w grupie I. Średnie pole przekroju poprzecznego nerwu piszczelowego było istotnie statystycznie większe

Charakterystyka kliniczna i biochemiczna pacjentów objętych badaniem	Grupa I (N = 75)	Grupa II (N = 58)	Grupa III (N = 75)
Wiek podany w latach (średnia +/- OS) Zakres	59,30 +/- 12,11 (40–89)	46,98 +/- 6,82 (33–60)	39,54 +/- 10,12 (23–72)
Czas trwania cukrzycy podany w latach (średnia +/- OS) Zakres	13,98 +/- 7,06 (5–38)	7,53 +/- 4,26 (1–19)	–
Mężczyźni : kobiety	46 : 29	32 : 26	44 : 31
Waga [kg] (średnia +/- OS) Zakres	78,52 +/- 9,60 (53–96)	63,24 +/- 9,89 (40–80)	63,34 +/- 10,33 (40–85)
Ciśnienie skurczowe krwi [mmHg] (średnia +/- OS) Zakres	138,48 +/- 10,37 (110–160)	121,48 +/- 9,58 (100–146)	120,77 +/- 9,34 (100–140)
Ciśnienie rozkurczowe krwi [mmHg] (średnia +/- OS) Zakres	83,46 +/- 6,54 (68–94)	76,68 +/- 6,19 (64–90)	76,26 +/- 6,09 (60–86)
Stężenie HbA _{1c} [%] (średnia +/- OS) Zakres	7,84 +/- 1,20 (6,10–12,50)	5,92 +/- 0,69 (5,0–7,30)	5,23 +/- 0,23 (5,0–5,92)
Pole przekroju poprzecznego [mm ²] (średnia +/- OS) Zakres	22,63 +/- 2,66 (18,5–29)	14,40 +/- 1,72 (12–18,5)	12,42 +/- 1,10 (10–14)
Maksymalna grubość pęczków nerwu piszczelowego [mm] (średnia +/- OS) Zakres	0,47 +/- 0,09 (0,30–0,70)	0,23 +/- 0,06 (0,10–0,40)	0,20 +/- 0,05 (0,10–0,30)
Wynik w skali TCNS (średnia +/- OS) Zakres	10,14 +/- 3,45 (6,0–18,5)	1,67 +/- 1,61 (0–5)	–
MR – rezonans magnetyczny; r – współczynnik korelacji Pearsona; TCNS – <i>Kliniczna skala neuropatii Toronto</i> (Toronto Clinical Neuropathy Score); USG – ultrasonografia			

Tab. 1. Charakterystyka kliniczna oraz biochemiczna pacjentów, pole przekroju poprzecznego, maksymalna grubość pęczków nerwowych, wynik w *Klinicznej skali neuropatii Toronto* (TCNS). Grupa I – pacjenci chorujący na cukrzycę z towarzyszącą neuropatią obwodową, grupa II – pacjenci chorujący na cukrzycę bez towarzyszącej neuropatii obwodowej, grupa III – zdrowi uczestnicy badania



Ryc. 2. A. Widok w przekroju poprzecznym nerwu piszczelowego, z uwidoczną strukturą plastra miodu (strzałka prosta), wynikającą z obecności obszarów hipoechogenicznych (grupy pęczków nerwowych) rozsianych na hiperechogenicznym tle (nerwie). Obszary o słabej echogeniczności to naczynia krwionośne piszczelowe tylne (strzałka zakrzywiona). **B.** Nerw w przekroju podłużnym widoczny jako długa, wąska struktura z naprzemiennymi hipo- i hiperechogenicznymi pasmami (strzałka prosta)

w grupie I w porównaniu z grupami II i III ($p < 0,001$), co zaprezentowano w tab. 1. Średnie pole przekroju poprzecznego nerwu piszczelowego było również większe w grupie II niż w grupie III ($p < 0,001$). Średnia maksymalna grubość pęczków nerwu piszczelowego w grupie I była większa niż w grupie II i III ($p < 0,001$). Średnia maksymalna grubość pęczków nerwu piszczelowego była istotnie statystycznie większa w grupie II w porównaniu z grupą III ($p < 0,05$). Średnie stężenie hemoglobiny glikowanej we krwi pacjentów w grupie I było wyższe niż w pozostałych grupach, ponadto wykazano jego istotną statystycznie korelację z polem przekroju poprzecznego nerwu piszczelowego ($r = 0,683$; $p < 0,001$), a także maksymalną grubością pęczków nerwu piszczelowego ($r = 0,613$; $p < 0,001$). Grupa I uzyskała najwyższy średni wynik w skali TCNS, co dobrze korelowało ze średnim polem przekroju poprzecznego nerwu piszczelowego ($r = 0,785$; $p < 0,001$) oraz maksymalną grubością pęczków nerwu piszczelowego ($r = 0,761$; $p < 0,001$).

Omówienie

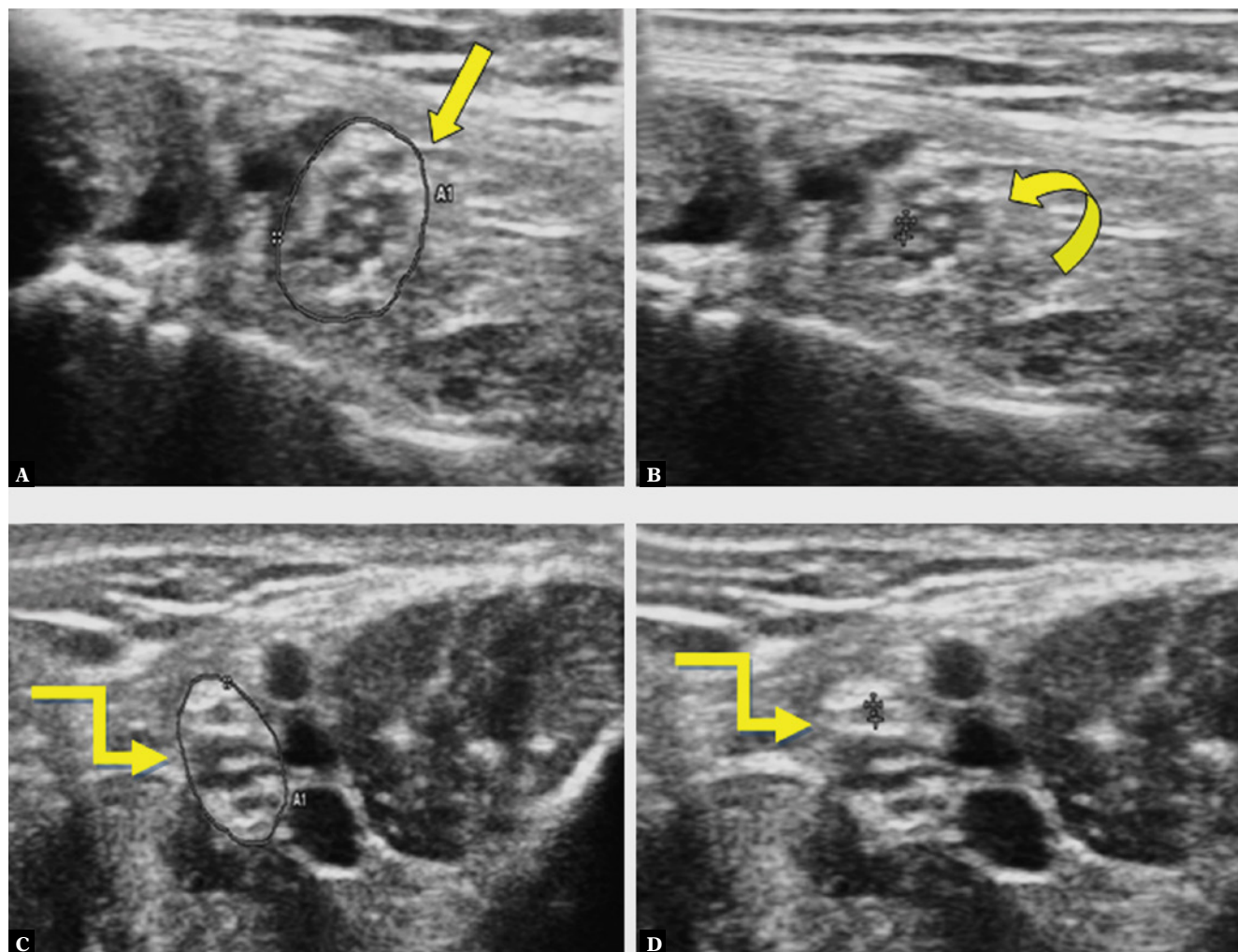
Przed wprowadzeniem metod obrazowych diagnostyka zaburzeń nerwów obwodowych opierała się na wywiadzie klinicznym, badaniu neurologicznym oraz m.in. badaniu przewodnictwa nerwowego, analizie fali F oraz elektro-

miografii (EMG)⁽¹⁾. Badania obrazowe nerwów stały się ważnym elementem w diagnostyce i leczeniu pacjentów z cukrzycą, jako że dostarczają informacji dotyczących morfologii zmian oraz ich położenia anatomicznego i względem struktur przylegających, a także pozwalają na ocenę obszarów niedostępnych dla testów elektrodiagnostycznych. Ultrasonografia wysokiej rozdzielczości (*high resolution ultrasonography*, HRUS) oraz rezonans magnetyczny (MR) są najczęściej stosowanymi metodami wizualizacji nerwów obwodowych. HRUS wykorzystywane jest jako metoda pomocnicza w ocenie neurologicznej nawet w codziennej praktyce neurologicznej, co potwierdza rosnące zainteresowanie przydatnością tej techniki w ocenie zaburzeń obwodowego układu nerwowego⁽⁷⁾.

Obecnie ultrasonografia jest zatem coraz częściej stosowana do obrazowania nerwów obwodowych jako uzupełnienie badania fizykalnego. Przełom w diagnostyce ultrasonograficznej nerwów obwodowych nastąpił w momencie wprowadzenia głowic wysokiej częstotliwości (powyżej 12–15 MHz). Nerwy obwodowe mają charakterystyczny obraz ultrasonograficzny, korelujący z ich strukturą histologiczną: obszary hipoechogeniczne porozielane są pasmami o podwyższonej echogeniczności; w obrazie USG odpowiadają one pęczkom nerwowym^(8,9) (ryc. 2). W cukrzycowej neuropatii obwodowej w pierwszej kolejności dochodzi do zajęcia nerwu łydkowego, wykrywanego w badaniach przewodnictwa nerwowego. Do podobnego procesu może dochodzić w nerwie piszczelowym na wysokości kostki przyśrodkowej^(10,11). Z uwagi na wysoką rozdzielczość przestrzenną USG jest to metoda obrazowa szczególnie przydatna w ocenie morfologii nerwów obwodowych, którą najlepiej przeprowadzić na nerwie piszczelowym⁽¹²⁾.

Naczynia krwionośne przebiegające w pobliżu nerwów przyjmowane są jako anatomiczny punkt odniesienia podczas badania USG. Nerw piszczelowy jest grubszą końcową gałęzią nerwu kulszowego. Na wysokości kostki przyśrodkowej leży w pobliżu tętnicy i żyły piszczelowych tylnych, proksymalnie po jej stronie przedniej, a dystalnie wzdłuż jej części przyśrodkowej⁽¹³⁾. Rozpoznanie neuropatii cukrzycowej może zostać potwierdzone w badaniu przewodnictwa nerwowego, jest ono jednak czasochłonne i inwazyjne, jak również jego powtórzenie jest utrudnione. Badanie USG natomiast może być wykonywane przy minimalnym dyskomforcie pacjenta bądź jego całkowitym braku i jest wypróbowaną metodą w ocenie nieprawidłowości obwodowego układu nerwowego^(14,15). Początkowe objawy cukrzycowej neuropatii obwodowej odczuwane są zazwyczaj w palcach lub podeszwach stóp^(16,17). Był to jeden z powodów, dla których zdecydowaliśmy się na ocenę nerwu piszczelowego w naszym badaniu.

Riazi i wsp. przebadali 98 pacjentów chorych na cukrzycę klasyfikowanych za pomocą skali TCNS. Pole przekroju poprzecznego nerwu piszczelowego w tym badaniu mierzone było na wysokości 1 cm, 3 cm oraz 5 cm proksymalnie w stosunku do wysokości, na której położona jest kostka przyśrodkowa. Autorzy badania stwierdzili, że pole przekroju nerwu piszczelowego mierzone na wysokości 3 m powyżej kostki przyśrodkowej ma optymalną wartość pro-



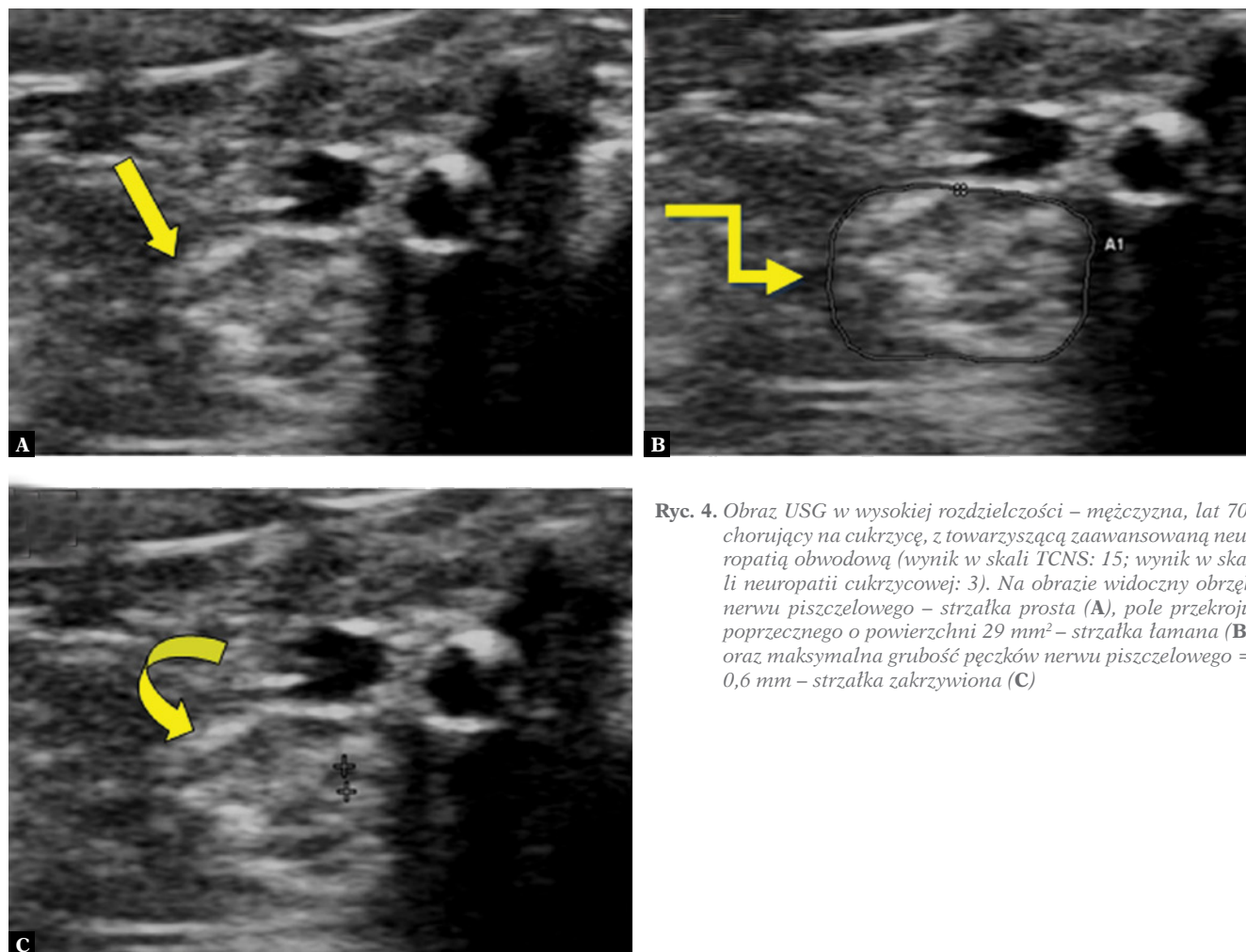
Ryc. 3. Obraz USG w wysokiej rozdzielczości – mężczyzna, lat 44, chorujący na cukrzycę, bez objawów klinicznych cukrzycowej neuropatii obwodowej (wynik w skali TCNS: 4; wynik w skali neuropatii cukrzycowej: 0). Na obrazie widoczne pole przekroju poprzecznego nerwu piszczelowego o powierzchni 18 mm^2 – strzałka prosta (A) oraz maksymalna grubość pęczków nerwowych = $0,4 \text{ mm}$ – strzałka zakrzywiona (B). Obraz USG – mężczyzna, lat 36, niechorujący na cukrzycę. Na obrazie widoczne pole przekroju poprzecznego nerwu piszczelowego o powierzchni 11 mm^2 – strzałka łamana (C) oraz maksymalna grubość pęczków nerwowych = $0,2 \text{ mm}$ (D)

gowa dla rozpoznawania cukrzycowej neuropatii obwodowej, przy czułości i swoistości na poziomie odpowiednio 0,69 oraz 0,77⁽⁵⁾. W naszym badaniu dokonywaliśmy pomiaru pola przekroju poprzecznego nerwu piszczelowego proksymalnie w odległości 3 cm od kostki przyśrodkowej, z wartością odcięcia równą $18,5 \text{ mm}^2$ u pacjentów z grupy II oraz 14 mm^2 u pacjentów z grupy III.

Ishibashi i wsp. analizowali pole przekroju poprzecznego nerwu piszczelowego, obszar hipoechogeniczny oraz maksymalną grubość przyśrodkowego i tylnego nerwu piszczelowego u pacjentów z objawami obwodowej neuropatii cukrzycowej oraz bez objawów. Pole przekroju nerwu poprzecznego było mierzone manualnie. Autorzy stwierdzili, że zmiany morfologiczne w nerwach obwodowych u pacjentów cierpiących na cukrzycę typu 2 widoczne były jeszcze przed klinicznym początkiem neuropatii oraz pozostawały w ścisłej zależności ze stopniem zaawansowania choroby. Co więcej, pole przekroju poprzecznego nerwu oraz maksy-

malna grubość pęczków nerwowych u pacjentów z neuropatią były większe niż u osób z grupy kontrolnej, przy istotnych statystycznie wartościach $p^{(17)}$. Wyniki te były zbliżone do wyników uzyskanych w naszym badaniu, w którym pole przekroju poprzecznego nerwu oraz maksymalna grubość pęczków nerwowych u chorych z grupy I były większe niż u osób z dwóch pozostałych grup (wartość $p < 0,001$). Zaobserwowano również istotne statystycznie różnice w maksymalnej grubości pęczków nerwowych pomiędzy grupami II i III ($p < 0,05$). Zmiany morfologiczne w nerwie piszczelowym mogą być zatem rozpoznawane w badaniu USG wysokiej rozdzielczości jeszcze przed wystąpieniem klinicznych objawów neuropatii.

W naszym badaniu nie wystąpiły istotne statystycznie różnice w wielkości pola przekroju poprzecznego nerwu oraz maksymalnej grubości pęczków nerwowych pomiędzy kończyną dolną prawą a lewą. Pole przekroju poprzecznego nerwu piszczelowego było większe u mężczyzn niż



Ryc. 4. Obraz USG w wysokiej rozdzielczości – mężczyzna, lat 70, chorujący na cukrzycę, z towarzyszącą zaawansowaną neuropatią obwodową (wynik w skali TCNS: 15; wynik w skali neuropatii cukrzycowej: 3). Na obrazie widoczny obrzęk nerwu piszczelowego – strzałka prosta (A), pole przekroju poprzecznego o powierzchni 29 mm² – strzałka łamana (B) oraz maksymalna grubość pęczków nerwu piszczelowego = 0,6 mm – strzałka zakrzywiona (C)

u kobiet, bez względu na to, czy byli to pacjenci z grup dotkniętych cukrzycą, czy też uczestnicy z grupy kontrolnej. Podobne wyniki uzyskano w badaniu przeprowadzonym przez Ishibashiego i wsp., którzy nie stwierdzili różnic w wielkości pola przekroju poprzecznego nerwu przyśrodkowego pomiędzy ręką prawą i lewą ani u zdrowych uczestników badania, ani u pacjentów chorujących na cukrzycę, a pole przekroju poprzecznego nerwu było również większe u mężczyzn⁽¹⁷⁾.

Hemoglobina glikowana HbA_{1c} jest wskaźnikiem średniego stężenia glukozy we krwi w ciągu tygodni lub miesięcy poprzedzających badanie. Kwartalne pomiary hemoglobiny glikowanej są istotnym wykładnikiem kontroli glikemii u danego pacjenta. Zła kontrola glikemii może skutkować zarówno wystąpieniem cukrzycowej neuropatii obwodowej, jak i jej postępem⁽¹⁸⁾.

Watanabe i wsp. badali zastosowanie badań ultrasonograficznych w rozpoznawaniu i leczeniu cukrzycowej neuropatii obwodowej. Doszli do wniosku, że nie istnieje istotna statystycznie zależność pomiędzy stężeniem hemoglobiny glikowanej a polem przekroju poprzecznego nerwów obwodowych⁽⁴⁾. Prawdopodobnym powodem była mała liczba próby pacjentów uwzględnionej w badaniu.

W naszym badaniu zaobserwowaliśmy istotną statystycznie zależność pomiędzy tymi dwoma parametrami – z wartością $p < 0,001$ w grupie I oraz $p < 0,0008$ w grupie II.

Wielkość pęczków nerwowych jest jednym z czynników odpowiadających za obszary o obniżonej echogeniczności w polu przekroju poprzecznego nerwów obwodowych. Maksymalna grubość pęczków nerwowych u pacjentów bez objawów neuropatii była większa niż u zdrowych pacjentów z grupy kontrolnej, przy statystycznie istotnej korelacji pomiędzy maksymalną grubością pęczków nerwowych a stopniem zaawansowania neuropatii, co pokrywa się z wynikami badań Ishibashiego i wsp. Morfologiczne zmiany w nerwach obwodowych pacjentów z cukrzycą były wykrywane w badaniu USG jeszcze przed początkiem neuropatii obwodowej i ściśle korelowały ze stopniem zaawansowania choroby⁽¹⁷⁾. Podobne wyniki uzyskaliśmy w naszym badaniu. Pole przekroju poprzecznego nerwu piszczelowego było największe u pacjentów z cukrzycą z towarzyszącą neuropatią, następnie zaś u chorych na cukrzycę bez towarzyszącej neuropatii, natomiast najmniejsze pole przekroju poprzecznego stwierdzono u osób zdrowych z grupy kontrolnej (ryc. 3 i 4; tab. 1). Tym samym wielkość pola przekroju poprzecznego nerwu piszczelowego może być wykorzystywana jako marker w roz-

poznawaniu neuropatii cukrzycowej oraz ocenie stopnia jej zaawansowania.

W badaniu Kanga i wsp. oceniano znaczenie diagnostyczne różnych nerwów obwodowych u 20 pacjentów z neuropatią obwodową oraz 20 pacjentów z grupy kontrolnej. Wyniki wskazują, że pola przekroju poprzecznego nerwu łydkowego, piszczelowego i pośrodkowego pozostają w istotnej statystycznie zależności z wynikami badań elektrofizjologicznych. Stwierdzono również istotną statystycznie zależność pomiędzy polem przekroju poprzecznego nerwu łydkowego a stężeniem hemoglobiny glikowanej HbA_{1c}⁽¹⁹⁾. W naszym badaniu wielkość pola przekroju poprzecznego nerwu piszczelowego pozostawała w istotnej statystycznie zależności ze stopniem zaawansowania neuropatii ocenianym według skali TCNS oraz stężeniem hemoglobiny glikowanej ($p < 0,001$).

Wnioski

Niniejsze badanie potwierdziło, że pole przekroju poprzecznego nerwu piszczelowego oraz maksymalna gru-

bość pęczków nerwu piszczelowego są większe u pacjentów z towarzyszącą neuropatią obwodową niż u osób zdrowych oraz chorych na cukrzycę bez towarzyszącej neuropatii obwodowej. Badanie USG jest więc doskonałym narzędziem diagnostycznym zmian morfologicznych w nerwach piszczelowych u pacjentów chorujących na cukrzycę jeszcze przed wystąpieniem klinicznych objawów neuropatii obwodowej.

Konflikt interesów

Autorzy nie zgłaszają żadnych finansowych ani osobistych powiązań z innymi osobami lub organizacjami, które mogłyby negatywnie wpłynąć na treść niniejszej publikacji oraz rościć sobie do niej prawo.

Podziękowania

Chcielibyśmy wyrazić naszą wdzięczność doktor Harpreet Kaur, biostatystyk z Wydziału Medycyny Społecznej i prewencyjnej w SGR-DIMSR w Sri Amritsar, za pomoc w analizie statystycznej danych.

Piśmiennictwo

- Callaghan BC, Cheng HT, Stables CL, Smith AL, Feldman EL: Diabetic neuropathy: Clinical manifestations and current treatments. *Lancet Neurol* 2012; 11: 521–534.
- Llewelyn JG: The diabetic neuropathies: types, diagnosis and management. *J Neurol Neurosurg Psychiatry* 2003; 74: ii15–ii19.
- Catwright MS, Passmore LV, Yoon JS, Brown ME, Caress JB, Walker FO: Cross-sectional area reference values for nerve ultrasonography. *Muscle Nerve* 2008; 37: 566–571.
- Watanabe T, Ito H, Sekine A, Katano Y, Nishimura T, Kato Y *et al.*: Sonographic evaluation of the peripheral nerve in diabetic patients: the relationship between nerve conduction studies, echo intensity, and cross-sectional area. *J Ultrasound Med* 2010; 29: 697–708.
- Riazi S, Bril V, Perkins BA, Abbas S, Chan VW, Ngo M *et al.*: Can ultrasound of the tibial nerve detect diabetic peripheral neuropathy? A cross-sectional study. *Diabetes Care* 2012; 35: 2575–2579.
- Bril V, Perkins BA: Validation of the Toronto Clinical Scoring System for diabetic polyneuropathy. *Diabetes Care* 2002; 25: 2048–2052.
- Böhm J: High resolution sonography of peripheral nerves: normal values in healthy worth individuals and the role of sonography in rare disorders of peripheral nerves (doctoral dissertation).
- Silvestri E, Martinoli C, Derchi LE, Bertolotto M, Chiaramondia M, Rosenberg I: Echotexture of peripheral nerves: correlation between US and histologic findings and criteria to differentiate tendons. *Radiology* 1995; 197: 291–296.
- Lawande AD, Warriar SS, Joshi MS: Role of ultrasound in evaluation of peripheral nerves. *Indian J Radiol Imaging* 2014; 24: 254–258.
- Perkins BA, Bril V: Diabetic neuropathy: a review emphasizing diagnostic methods. *Clin Neurophysiol* 2003; 114: 1167–1175.
- Arezzo JC: The use of electrophysiology for the assessment of diabetic neuropathy. *Neurosci Res Commun* 1997; 21: 13–23.
- Fantino O, Coillard JY, Borne J, Bordet B: Ultrasound of the tarsal tunnel: Normal and pathological imaging features. *J Radiol* 2011; 92: 1072–1080.
- Bae JS, Kim BJ: Subclinical diabetic neuropathy with normal conventional electrophysiological study. *J Neurol* 2007; 254: 53–59.
- Kowalska B, Sudoł-Szopińska I: Normal and sonography anatomy of selected peripheral nerves. Part III: Peripheral nerves of the lower limb. *J Ultrason* 2012; 12: 148–163.
- Kim WK, Kwon SH, Lee SH, Sunwoo I: Asymptomatic electrophysiological carpal tunnel syndrome in diabetics: Entrapment or polyneuropathy. *Yonsei Med J* 2000; 41: 123–127.
- Dyck PJ, Kratz KM, Karnes JL, Litchy WJ, Klein R, Pach JM *et al.*: The prevalence by staged severity of various types of diabetic neuropathy, retinopathy, and nephropathy in a population-based cohort: the Rochester Diabetic Neuropathic Study. *Neurology* 1993; 43: 817–824.
- Ishibashi F, Taniguchi M, Kojima R, Kawasaki A, Kosaka A, Uetake H: Morphological changes of the peripheral nerves evaluated by high-resolution ultrasonography are associated with the severity of diabetic neuropathy, but not corneal nerve fiber pathology in patients with type 2 diabetes. *J Diabetes Investig* 2015; 6: 334–342.
- Nathan DM, Kuenen J, Borg R, Zheng H, Schoenfeld D, Heine RJ *et al.*: Translating the A1C assay into estimated average glucose values. *Diabetes Care* 2008; 31: 1473–1478.
- Kang S, Kim SH, Yang SN, Yoon JS: Sonographic features of peripheral nerves at multiple sites in patients with diabetic polyneuropathy. *J Diabetes Complications* 2016; 30: 518–523.