

Otrzymano:
01.04.2017
Zaakceptowano:
20.07.2017
Opublikowano:
29.09.2017

Przydatność ultrasonografii wysokiej rozdzielczości w badaniu nerwu łokciowego u pacjentów chorujących na cukrzycę

The feasibility of using high-resolution ultrasonography to assess ulnar nerve in patients with diabetes mellitus

Jun Chen^{1,2}, Chun-Lei Wang¹, Shan Wu¹, Shan He¹, Jun Ren³

¹ Wydział Neurologii, Szpital Guizhou, Szpital Uniwersytecki, Guizhou, Guiyang, Chiny

² Szpital w Lianshui, prowincja Jiangsu, Huaian 223400, Jiangsu, Chiny

³ Program Wyoming INBRE, Wydział Nauk o Zdrowiu, Uniwersytet w Wyoming, Laramie, USA

Adres do korespondencji: Professor Shan Wu, Department of Neurology, Affiliated Hospital of Guizhou Medical University, Guiyang 550004, Guizhou Province, China, e-mail: wuwushan@163.com

DOI: 10.15557/JoU.2017.0024

Słowa kluczowe

ultrasonografia
wysokiej
rozdzielczości,
nerw łokciowy,
cukrzyca,
neuropatia obwodowa

Keywords

high-resolution
ultrasonography,
ulnar nerve,
diabetes mellitus,
peripheral

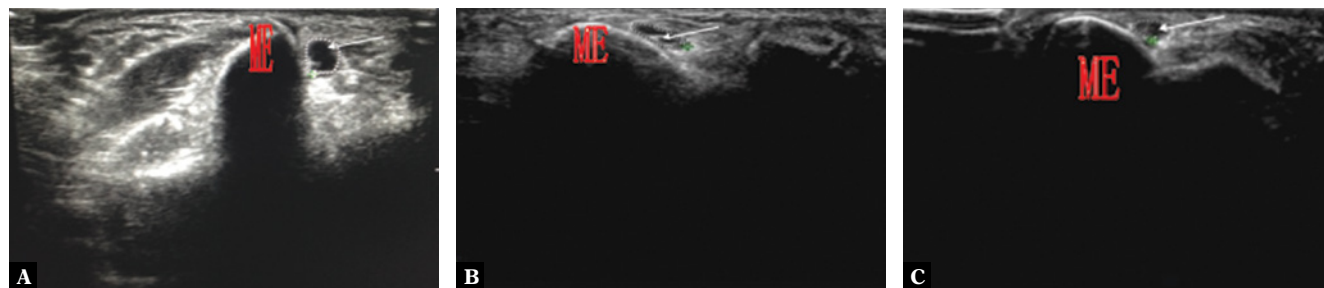
Abstract

Objective: The aim of this study was to investigate the usefulness of high-resolution ultrasonography for the diagnosis of polyneuropathy in diabetes mellitus patients by the examination of the ulnar nerves. **Method:** We recruited 100 healthy age-matched volunteers (50 women and 50 men) with 200 arms without diabetes or cubital tunnel syndrome as the control group. We assessed the upper limbs of 100 diabetes mellitus patients (45 women and 55 men), 40 of whom had electrophysiologically confirmed diabetic peripheral neuropathy and 60 had no diabetic peripheral neuropathy in the upper limbs. Age, sex, height and weight were recorded and the cross-sectional area of the ulnar nerve was measured at every predetermined site. **Results:** The cross-sectional area of the ulnar nerve was measured at six sites (mid-humerus, inlet of the cubital tunnel, outlet of the cubital tunnel, upon the medial epicondyle, 6 cm upon the wrist crease and Guyon tunnel). The ulnar nerve in two measuring sites (mid-humerus, upon the medial epicondyle) in the control group showed a statistical difference between men and women ($p < 0.05$). There was no statistical difference in the cross-sectional area in the control group when dominant and non-dominant arms were compared. The cross-sectional area was larger in the diabetic peripheral neuropathy group in three sites (inlet of the cubital tunnel, outlet of the cubital tunnel, Guyon tunnel) compared with those in the control group. **Conclusion:** High-resolution ultrasonography may be helpful in the early diagnosis of peripheral neuropathy in diabetic patients.

Wstęp

Polineuropatia cukrzycowa jest podstępny i długotrwałym powikłaniem towarzyszącym cukrzycy. Cukrzyca to grupa dysfunkcji fizjologicznych charakteryzująca się hiperglikemią, której bezpośrednią przyczyną jest insulinooporność, niewystarczające wydzielanie insuliny lub nad-

mierne wydzielanie glukagonu. Wiele badań wskazuje na neurotoksyczność glukozy⁽¹⁾. Polineuropatia cukrzycowa jest najpowszechniejszym długoterminowym powikłaniem cukrzycy – dotyczy ponad 50% pacjentów⁽²⁾. Symetryczna polineuropatia dystalna jest najpowszechniejszym rodzajem neuropatii obwodowej; cechy kliniczne mogą być odmienne ze względu na uszkodzenie różnych włókien



Ryc. 1. **A.** Wejście do kanału łokciowego w grupie pacjentów z obwodową neuropatią cukrzycową. Jasne strzałki wskazują nerw łokciowy. Przekrój poprzeczny nerwu łokciowego wynosi $0,179 \text{ mm}^2$, nerw to okrągła struktura hipoechogeniczna. ME: nadkłykiec przyśrodkowy. **B.** Wejście do kanału łokciowego w grupie pacjentów z cukrzycą; nerw to owalna struktura hipoechogeniczna. ME: nadkłykiec przyśrodkowy. Przekrój poprzeczny nerwu łokciowego wynosi $0,90 \text{ mm}^2$. **C.** Wejście do kanału łokciowego w grupie kontrolnej. Przekrój poprzeczny nerwu łokciowego wynosi $0,87 \text{ mm}^2$; nerw to owalna struktura hipoechogeniczna

nerwowych. Obwodowa neuropatia cukrzycowa z towarzyszącym bólem upośledza jakość życia i często jest trudna w leczeniu⁽³⁾. Tradycyjnie zmiany w nerwach obwodowych diagnozuje się na podstawie historii choroby oraz badania fizykalnego; rola badań obrazowych jest ograniczona⁽⁴⁾. Jednak obecnie w rozpoznaniu neuropatii we wczesnym stadium pomocne jest badanie elektrofizjologiczne.

Celem badania było określenie kryteriów ultrasonograficznego pomiaru pola przekroju poprzecznego (*cross-section area*, CSA) nerwu łokciowego oraz diagnostyka różnicowa pacjentów cierpiących na polineuropatię cukrzycową (*diabetic polyneuropathy*, DPN) i osób zdrowych. Jak dotąd standardowe kryteria w diagnostyce obwodowej neuropatii cukrzycowej za pomocą ultrasonografii wysokiej rozdzielczości nie zostały precyzyjnie określone, zwłaszcza u pacjentów cierpiących na cukrzycę z podejrzeniem obwodowej neuropatii cukrzycowej. W celu oceny wariantów leczenia bólu neuropatycznego i objawów sensorycznych wynikających z obwodowej neuropatii cukrzycowej można wykonać dokładną diagnostykę neuropatii obwodowych z wykorzystaniem badań klinicznych i elektrofizjologicznych. Dzięki rozwojowi technologii w ciągu ostatnich lat ultrasonografia wysokiej rozdzielczości uznawana jest obecnie za niedrogą, powtarzalną, bardziej komfortową technikę i może być wykorzystywana jako metoda alternatywna w rozpoznawaniu neuropatii. Większość dotychczas przeprowadzonych badań obejmowała nerwy obwodowe w miejscach wrażliwych, np. nerw pośrodkowy przy kanale nadgarstka i nerw piszczelowy przy kostce przyśrodkowej u pacjentów z cukrzycą⁽²⁾. Znaczna część pomiarów wykonanych u osób chorych na cukrzycę ma na celu zdefiniowanie neuropatii cukrzycowej poprzez ocenę utraty funkcji neuronów. Pole przekroju poprzecznego nerwu łokciowego zostało zmierzone metodą ultrasonografii wysokiej rozdzielczości (*high-frequency ultrasonography*, HUS). Ze względu na anatomię oraz powierzchowne umiejscowienie nerwu, uszkodzenie nerwu łokciowego jest drugą co do częstości występowania neuropatią uciskową kończyny górnej⁽⁵⁾. Problem z zakończeniem nerwowym stanowi jedną z głównych przyczyn tzw. stopy cukrzycowej⁽⁶⁾. Celem było zwiększenie liczby zdiagnozowanych chorych na cukrzycę typu 2 z obwodową polineuropatią, którym postawiono rozpoznanie po raz pierwszy, poprzez połączenie elektromiografii i ultrasonografii wysokiej roz-

dzielczości. W przypadku braku wartości referencyjnych dla nerwu łokciowego kończyna przeciwległa może zostać wykorzystana jako grupa porównawcza⁽⁷⁾ w pomiarach ultrasonograficznych nerwu łokciowego w kończynie górnej.

Ultrasonografia wysokiej rozdzielczości to najczęściej stosowana metoda obrazowania, ponieważ jest niedroga i dostępna, zapewnia dużą rozdzielczość i pozwala na dynamiczne obrazowanie. Większość badań dowodzi, że kluczową cechą obrazu ultrasonograficznego jest poszerzenie nerwu łokciowego w miejscu neuropatii. Obecne badanie zostało przeprowadzone z wykorzystaniem tej techniki ultrasonograficznej w celu określenia, który pomiar pozwala najlepiej różnicować pacjentów z neuropatią nerwu łokciowego i pacjentów zdrowych.

Metoda

W odpowiedzi na ogłoszenie zgłosiło się 100 wolontariuszy z wynikami badań elektrofizjologicznych nerwu w normie. Grupa ta obejmowała członków personelu medycznego i szpitalnego, którzy nie odczuwali drętwienia, bólu czy osłabienia. Z badania wykluczono osoby cierpiące na drętwienie, kłucie, mrowienie, ból lub osłabienie odczuwane w dłoni bądź ręce⁽⁸⁾. Plan badania został zatwierdzony przez odpowiednią komisję, a wszyscy uczestnicy udzielili pisemnej, świadomej zgody. Rozpoznanie cukrzycy ustalone zostało zgodnie z kryteriami Światowej Organizacji Zdrowia w następujący sposób: 1) poziom glukozy w osoczu krwi mierzony na czczo $>126 \text{ mg/dl}$ ($7,0 + \text{ mmol/l}$) – na czczo oznacza nieprzyjmowanie żadnych kalorii przez co najmniej 8 godzin poprzedzających badanie; 2) objawy hiperglikemii oraz przygodny poziom glukozy w osoczu krwi $>200 \text{ mg/dl}$ ($11,1 \text{ mmol/l}$), gdzie przygodny poziom oznacza poziom mierzony w dowolnym momencie dnia bez względu na czas od ostatniego posiłku; lub 3) poziom glukozy w osoczu krwi 2 godziny po obciążeniu glukozą $>200 \text{ mg/dl}$ ($11,1 \text{ mmol/l}$). Wszyscy pacjenci z rozpoznaną neuropatią cukrzycową w kończynie górnej mieli objawy kliniczne (ból, drętwienie). Wykluczono pacjentów, którzy przeszli operację nerwu łokciowego, pacjentów z polineuropatią oraz z ostrą etiologią urazową. Przebadane zostały kończyny górne u 100 pacjentów z cukrzycą (45 kobiet i 55 mężczyzn), wśród których u 40 występowała potwierdzona

Charakterystyka	Grupa kontrolna	Grupa z cukrzycą	Grupa z obwodową neuropatią cukrzycową
<i>N</i>	100	60	40
Wiek (rok) [^]	58,5 ± 7,7	61,5 ± 7,0 [#]	59,6 ± 6,9 ^{**}
Płeć (mężczyzna/ kobieta)	59/41	33/27	18/22
Wzrost (cm) [^]	168,7 ± 8,9	164,4 ± 7,6 [#]	160,7 ± 6,8 ^{**}
Waga (kg) [^]	51,3 ± 6,8	55,8 ± 7,1 [#]	53,6 ± 6,2 ^{**}
Używanie ręki (lewa/prawa)	100/100	60/60	40/40

[^] Dane wyrażone są jako średnia ± odchylenie standardowe.

Nie zaobserwowano jasnych i istotnych różnic pod względem wieku, wzrostu ani wagi przy porównaniu grupy pacjentów z cukrzycą i grupy pacjentów z obwodową neuropatią cukrzycową z grupą kontrolną.

[#] W porównaniu z grupą kontrolną $p > 0,05$.

^{**} W porównaniu z grupą pacjentów z cukrzycą $p > 0,05$.

Tab. 1. Podstawowe dane pacjentów

elektrofizjologicznie obwodowa neuropatia cukrzycowa, a u 60 nie rozpoznano obwodowej neuropatii cukrzycowej w kończynach górnych.

Pacjenci chorzy na cukrzycę podzieleni zostali na dwie grupy. Wszystkich przebadano oraz wykonano u nich badanie ultrasonograficzne wysokiej rozdzielczości nerwu łokciowego. Nie występowały istotne różnice w wieku, wzroście i wadze badanych osób między grupą z cukrzycą a grupą kontrolną. Pomiar ultrasonograficzny o wysokiej rozdzielczości wymiarów nerwu łokciowego kończyny górnej zostały porównane między dwiema grupami pacjentów: z objawami i bez objawów. Lekarz przeprowadzający badanie ultrasonograficzne nie znał wyników badania. Pole przekroju poprzecznego nerwu łokciowego mierzono w sześciu miejscach (środek kości ramiennej, wejście do kanału łokciowego, wyjście z kanału łokciowego, nad nadkłykiem przyśrodkowym, 6 cm ponad nadgarstkiem i kanał Guyona), wzdłuż hiperechogenicznej osłonki nerwu (ryc. 1); różnicę w polach przekroju poprzecznego porównano między grupą z cukrzycą a grupą z obwodową neuropatią cukrzycową. Każde badanie wykonano trzykrotnie i obliczono średnią z trzech pomiarów⁽⁹⁾.

Badanie ultrasonograficzne wysokiej rozdzielczości wykonano korzystając z głowicy liniowej 15 MHz (Philips iu22, USA). Lekarz przeprowadzający badanie USG nie otrzymał informacji o uczestnikach. Badania neurologiczne (lekki dotyk, uklucie, pozycja, odczuwanie temperatury, drgań) wykonał lekarz nieznający wyników badań przewodzenia nerwowego (*nerve conduction studies*, NCS). Głowicę umieszczano prostopadle do nerwów na skórze i nie była ona dociskana, a jedynie obciążona swoim ciężarem. Pole przekroju poprzecznego nerwu mierzono obrysowując nerw wewnątrz hiperechogenicznej osłonki, a każdy z trzech pomiarów uzyskano po ponownym przyłożeniu głowicy. Na każdym poziomie wykorzystano średnią wartość pomiarów.

Analiza statystyczna

Dane zaprezentowano jako średnia ± odchylenie standardowe (SD) i porównano je między grupami. Zmienne cią-

głe w obu grupach porównano przy zastosowaniu testu *t*-Studenta. Porównań wielu średnich dokonano za pomocą jednoczynnikowej analizy wariancji (*analysis of variance*, ANOVA) oraz testu *post hoc* najmniejszych istotnych różnic (NIR; *least significant difference*, LSD).

Analizę statystyczną przeprowadzono przy użyciu oprogramowania statystycznego SPSS dla wersji Windows 11.5 (SPSS, Inc., Chicago, Ill., USA). Wynik $p < 0,05$ uznano za istotny statystycznie. Dane demograficzne uczestników badania zestawiono w tab. 1. Badaniem objęto chińskich pacjentów z cukrzycą typu 2, z DPN ($n = 40$) lub bez ($n = 60$), oraz grupę kontrolną ($n = 100$). Pole przekroju poprzecznego nerwu łokciowego w niektórych miejscach wykonania pomiarów było znacznie większe w grupie z cukrzycą z obwodową neuropatią cukrzycową niż w grupie bez obwodowej neuropatii cukrzycowej i grupie kontrolnej ($p < 0,05$). Pomiędzy trzema grupami nie występowały statystycznie istotne różnice pod względem wieku, płci i wzrostu.

Wyniki

Cechy charakterystyczne pacjentów przedstawiono w tab. 1. Pole przekroju poprzecznego nerwu łokciowego u pacjentów z cukrzycą w niektórych miejscach pomiaru było większe niż w grupie kontrolnej (ryc. 1). Nie zaobserwowano różnic w polu przekroju poprzecznego nerwu łokciowego między grupą z cukrzycą a grupą z obwodową neuropatią cukrzycową. Pole przekroju poprzecznego u zdrowych wolontariuszy w trzech miejscach (wejście do kanału łokciowego, wyjście z kanału łokciowego, kanał Guyona) było mniejsze niż w grupie z obwodową neuropatią cukrzycową. Pomiar nerwu łokciowego w dwóch miejscach (środek kości ramiennej, nad nadkłykiem przyśrodkowym) w grupie kontrolnej wykazał istotną statystycznie różnicę między mężczyznami a kobietami ($p < 0,05$); w tym porównaniu nie wystąpiła istotna statystycznie różnica w innych miejscach pomiaru (tab. 2). Nie wykazano różnic istotnej statystycznie w polu przekroju poprzecznego w grupie kontrolnej podczas porównywania ręki dominującej i niedominującej (tab. 3). Pole przekroju

Grupa kontrolna	Liczba	Środek kości ramiennej	Wejście do kanału łokciowego	Wyjście z kanału łokciowego	Nad nadkłykiem przyśrodkowym	6 cm nad nadgarstkiem	Kanał Guyona
Strona prawa	100	5,58 ± 1,33	6,40 ± 1,39	6,31 ± 1,31	5,89 ± 1,47	5,02 ± 1,27	4,82 ± 1,17
Strona lewa	100	5,62 ± 1,36	6,37 ± 1,37	6,21 ± 1,29	5,85 ± 1,38	4,98 ± 1,16	4,91 ± 1,28
Wartość p		0,69	0,64	0,78	0,84	0,75	0,92

Wartości $p < 0,05$ uznano za wynik istotny statystycznie.

Tab. 2. Pole przekroju poprzecznego nerwu łokciowego po obu stronach w grupie kontrolnej (średnia ± odchylenie standardowe) (mm^2)

poprzecznego było większe w grupie z obwodową neuropatią cukrzycową w trzech miejscach (wejście do kanału łokciowego, wyjście z kanału łokciowego, kanał Guyona) w porównaniu z grupą kontrolną (tab. 4). Pomiar pola przekroju poprzecznego nerwu łokciowego w innych miejscach (środek kości ramiennej, nad nadkłykiem przyśrodkowym, ponad nadgarstkiem) nie wykazały istotnych różnic między grupą z obwodową neuropatią cukrzycową a grupą kontrolną (tab. 4). Dane pochodzące z trzech pomiarów porównano między grupami. Na ryc. 2 wskazano wyraźną różnicę między średnimi z trzech zestawów danych w formie histogramu. Zaobserwowano różnicę istotną statystycznie w dwóch miejscach pomiaru (wyjście z kanału łokciowego, kanał Guyona) między grupą kontrolną a grupą z cukrzycą. Pole przekroju poprzecznego w grupie z cukrzycą w sześciu miejscach było znacznie niższe niż w grupie z obwodową neuropatią cukrzycową, jednak nie wykazano statystycznie istotnych różnic. W zakresie wewnętrznej echogeniczności nerwy w obwodowej neuropatii cukrzycowej były hipoechogeniczne lub bezechogeniczne w kilku miejscach pomiaru.

Omówienie

Polineuropatia cukrzycowa występuje u około 50% chorych na cukrzycę. Mechanizm patofizjologiczny nie został w pełni wyjaśniony; większość przypadków sprowadza się głównie do zmiany fenotypu nerwowego i naczyń nerwów⁽¹⁾. Jest to najpowszechniejsze długoterminowe powikłanie cukrzycy. Wiele badań wykazało neurotoksyczność glukozy⁽¹⁾. Polineuropatia cukrzycowa może obejmować dowolną część układu nerwowego (włókna dalsze, bliższe,

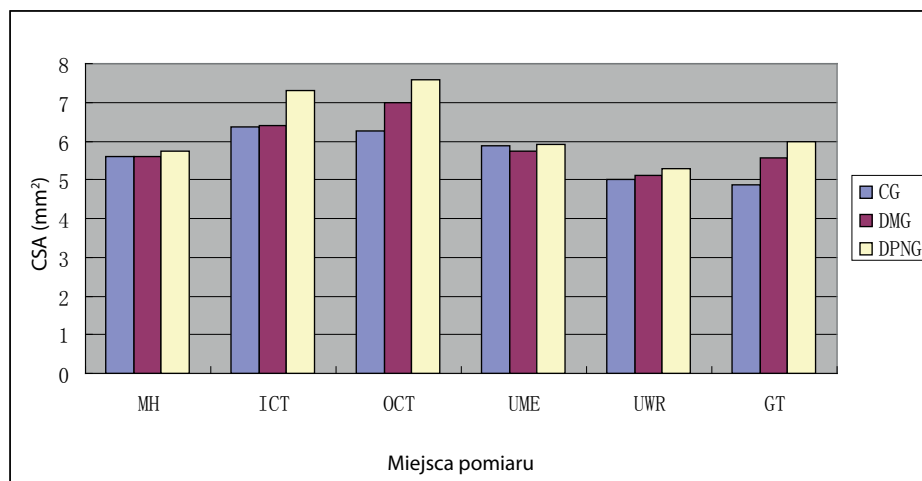
duże, małe, ruchowe lub autonomiczne). Celem przeprowadzonego badania było określenie kryteriów badania ultrasonograficznego pola przekroju poprzecznego nerwu łokciowego w diagnostyce różnicowej pacjentów cierpiących na polineuropatię cukrzycową lub niechorujących na nią. Jednak standardowe kryteria w diagnostyce obwodowej neuropatii cukrzycowej z wykorzystaniem ultrasonografii wysokiej rozdzielczości nie zostały dobrze określone, zwłaszcza u pacjentów cierpiących na cukrzycę, u których podejrzewa się obwodową neuropatię cukrzycową. W ostatnich latach, ze względu na rozwój technologii, ultrasonografia stała się niedrogą, powtarzalną i bardziej komfortową techniką, może więc być wykorzystywana jako metoda alternatywna w wykrywaniu neuropatii. W prezentowanym badaniu nerw łokciowy w kończynie górnej obrazowano z łatwością, korzystając z USG.

Neuropatia uciskowa nerwu łokciowego w kończynie górnej stanowi powszechny problem, który często prowadzi do znacznych zaburzeń funkcjonowania. W normalnych warunkach nerw łokciowy poddawany jest sile rozciągania i ściskania łagodzonej zdolnością poruszania się w anatomicznym kierunku wokół łokcia. W przypadku ograniczenia prawidłowej ruchomości dochodzi do drażnienia⁽¹⁰⁾. W badaniu USG zdrowy nerw łokciowy wygląda jak kłobowata struktura złożona z hipoechogenicznych wiązek włókien i hiperechogenicznego otaczającego nanerwia. Rutynowo stosuje się głowicę linearną 15 MHz w celu zeskanowania całego nerwu łokciowego w płaszczyznach poziomych i podłużnych oraz zaprezentowania różnych kształtów nerwu – od płaskiego i owalnego nad nadkłykiem przyśrodkowym do okrągłego przy kanale Guyona. Zważywszy na obserwowaną zmienność kształtu nerwu można

Grupa	Liczba	Środek kości ramiennej	Wejście do kanału łokciowego	Wyjście z kanału łokciowego	Nad nadkłykiem przyśrodkowym	6 cm nad nadgarstkiem	Kanał Guyona
Grupa kontrolna	100	5,60 ± 1,34	6,38 ± 1,38	6,26 ± 1,29	5,87 ± 1,49	5,00 ± 1,26	4,86 ± 1,16
Grupa z cukrzycą	60	5,61 ± 1,30*	6,39 ± 1,35#	6,99 ± 1,41*	5,75 ± 1,37*	5,10 ± 1,15*	5,56 ± 1,27*
Grupa z obwodową neuropatią cukrzycową	40	5,74 ± 1,37* +	7,29 ± 1,56* +	7,58 ± 1,50* +	5,92 ± 1,45* +	5,31 ± 1,24* +	5,98 ± 1,45* +

Wartość p wyliczono z pomocą jednoczynnikowej analizy wariancji ANOVA z porównaniem post-hoc.
 * Porównano z polem przekroju poprzecznego nerwu łokciowego w grupie kontrolnej $p < 0,05$.
 # Porównano z polem przekroju poprzecznego nerwu łokciowego w grupie kontrolnej $p < 0,05$.
 + Porównano z polem przekroju poprzecznego nerwu łokciowego w grupie pacjentów z cukrzycą $p < 0,05$.

Tab. 3. Pole przekroju poprzecznego nerwu łokciowego w dwóch miejscach (średnia ± odchylenie standardowe) (mm^2)



CSA – pole przekroju poprzecznego
 MH – środek kości ramiennej
 ICT – wejście do kanału łokciowego
 OCT – wyjście z kanału łokciowego
 UME – nad nadkłykiem przyśrodkowym
 UWR – ponad nadgarstkami
 GT – kanał Guyona
 CG – grupa kontrolna
 DMG – grupa z cukrzycą
 DPNG – grupa z obwodową neuropatią cukrzycową

Ryc. 2. Porównanie trzech grup danych w formie histogramu

spekulować, że pole przekroju poprzecznego jest bardziej wiarygodnym odnośnikiem w pomiarze niż średnica⁽¹¹⁻¹²⁾. Pomiar nerwu łokciowego w dwóch miejscach (środek kości ramiennej, nad nadkłykiem przyśrodkowym) w grupie kontrolnej wykazał istotną statystycznie różnicę między mężczyznami a kobietami ($p < 0,05$). Dokładna przyczyna takiej rozbieżności jest obecnie nieznana; może to wynikać z różnych technik pomiaru oraz różnic w badanych populacjach. Dane dotyczące poszczególnych płci mogłyby pomóc w zdefiniowaniu stanu prawidłowego i odbiegającego od normy. Natomiast dane dotyczące różnic w zależności od badanej strony ciała (lewa/prawa) oraz płci będą szczególnie pomocne w diagnostyce neuropatii obwodowych. Wyniki prezentowanego badania wskazują, że największe pole przekroju poprzecznego nerwu łokciowego kończyny górnej znajduje się w miejscu pomiaru środka kości ramiennej. Różnica między grupą cukrzyków a grupą z obwodową neuropatią cukrzycową w sześciu miejscach nie jest istotna statystycznie. Nie wykazano różnicy istotnej statystycznie w rozmiarze nerwu w grupie kontrolnej podczas porównywania ręki dominującej i niedominującej, co pokrywa się z wynikami wcześniejszych badań^(8,13). Nerw łokciowy w kończynie górnej jest z łatwością obrazowany przy wykorzystaniu USG – nie pojawiły się problemy ze zlokalizowaniem ważnych punktów kanału łokciowego⁽⁹⁾. Wyższa podatność na kompresję nerwów u cukrzyków może wynikać częściowo z przewlekłych uszkodzeń niedokrwiennych. Średnie pole przekroju poprzecznego nerwu łokciowego w dwóch miejscach pomiaru (wyjście z kanału łokciowego, kanał Guyona) w grupie pacjentów z cukrzycą było większe niż w grupie kontrolnej. Histogram pokazuje

różnicę między trzema grupami danych i analizą ilościową (ryc. 2).

Za pomocą ultrasonografii wysokiej rozdzielczości można ocenić występowanie subklinicznej formy neuropatii w przebiegu cukrzycy. Badanie USG nerwów łokciowych może stanowić alternatywę lub dodatkową metodę diagnostyczną w ocenie neuropatii u pacjentów z cukrzycą. Obecnie lokalizowanie i określanie stopnia zaawansowania uszkodzenia nerwu obwodowego opierają się na ocenie klinicznej i badaniu elektrodiagnostycznym. Jednak możliwości tych metod w określeniu zakresu uszkodzenia nerwu w ciągu pierwszych 6 tygodni po urazie są ograniczone⁽¹⁴⁾. Ultrasonografia wysokiej rozdzielczości pozwala jasno zobrazować rozmiar nerwu obwodowego, przestrzenie chorobowo zmienione i warianty anatomiczne na całej długości nerwu. Cechy radiologiczne dobrze korelują ze strukturami histologicznymi. Prawidłowe nerwy obwodowe cechują się charakterystycznymi właściwościami echogenicznymi⁽¹⁵⁾. Niedrożność naczyń nerwu i zmiany metaboliczne zmniejszające uwalnianie tlenu z erytrocytów w naczyniach włosowatych prowadzą do mikrohipoksji śródnerwia⁽¹⁶⁾.

Polineuropatia, częste powikłanie w cukrzycy, może być oceniana klinicznie i elektrofizjologicznie⁽¹⁷⁾. Spektrum kliniczne neuropatii cukrzycowej jest szerokie – może być ona bezobjawowa, jednak na etapie rozpoznania jako polineuropatia jest już nieodwracalna⁽¹⁸⁾. Nie stwierdzono związku czasu trwania cukrzycy czy wieku pacjenta z dysfunkcją nerwu⁽¹⁹⁾.

Grupa kontrolna	Liczba	Środek kości ramiennej	Wejście do kanału łokciowego	Wyjście z kanału łokciowego	Nad nadkłykiem przyśrodkowym	6 cm nad nadgarstkami	Kanał Guyona
Mężczyźni	50	5,94 ± 1,38	6,42 ± 1,38	6,30 ± 1,36	6,18 ± 1,49	5,10 ± 1,27	4,80 ± 1,16
Kobiety	50	5,36 ± 1,31	6,35 ± 1,33	6,22 ± 1,30	5,38 ± 1,35	4,90 ± 1,17	4,93 ± 1,29
Wartość p		0,01	0,64	0,78	0,02	0,75	0,92

Wartości $p < 0,05$ uznano za wynik istotny statystycznie.

Tab. 4. Parametry badania USG u mężczyzn i kobiet w grupie kontrolnej (średnia ± odchylenie standardowe) (mm²)

Pole przekroju poprzecznego nerwu łokciowego w grupie z obwodową neuropatią cukrzycową w trzech miejscach pomiaru (wejście do kanału łokciowego, wyjście z kanału łokciowego, kanał Guyona) było większe niż w grupie kontrolnej, a różnice w trzech miejscach pomiaru (wyjście z kanału łokciowego, kanał Guyona) w grupie z cukrzycą i grupie kontrolnej były istotne statystycznie. Kanał łokciowy oraz kanał Guyona są kanałami o obrysach częściowo kostnych a częściowo włóknistych. Nasz eksperyment wykazał, że pole przekroju poprzecznego nerwu łokciowego u pacjentów z cukrzycą i z obwodową neuropatią cukrzycową w niektórych miejscach pomiaru (wyjście z kanału łokciowego, kanał Guyona) jest większe niż w grupie kontrolnej. Wyniki badania wskazują na wyższe prawdopodobieństwo rozwoju obwodowej neuropatii cukrzycowej w przypadku kompresji tkanki kostnej. Istotne jest rozpoznanie istnienia zgrubiałych tkanek, powodujących uwięźnięcie nerwu u pacjentów z cukrzycą, gdyż cukrzyca sprawia, że nerw jest bardziej podatny na kompresję, ze względu na miejscowe niedokrwienie i zaburzenie wrodzonego metabolizmu nerwu^(20,21). Różnica w pomiarach w sześciu miejscach między grupą cukrzyków a grupą z obwodową neuropatią cukrzycową nie była istotna statystycznie.

Wykorzystanie zarówno elektromiografii, jak i ultrasonografii wysokiej rozdzielczości może zwiększyć częstość rozpoznania obwodowej neuropatii cukrzycowej u pacjentów ze świeżo postawionym rozpoznaniem cukrzycy typu 2. Prezentowane badanie wykazało, że kanał łokciowy jest najczęstszym miejscem kompresji nerwu łokciowego. Różnorodne objawy kliniczne mogą wynikać z różnych przyczyn ucisku nerwu łokciowego w kanale łokciowym. U pacjentów z cukrzycą i neuropatią obwodową obszar nerwu łokciowego zwiększa się w tych miejscach, gdyż w cukrzycy nerw jest bardziej podatny na kompresję, ze względu na uszkodzenie mikronaczyń i w efekcie miejscowe niedokrwienie lub zaburzenie wrodzonego metabolizmu nerwu⁽²²⁾. W wyniku zmian metabolicznych będących konsekwencją nieprawidłowego metabolizmu glukozy w nerwach obwodowych dochodzi do uszkodzeń funkcjonalnych oraz zmian strukturalnych, nawet w stadium przedklinicznym, co sprawia, że nerwy te są bardziej podatne na uszkodzenie w kanałach ograniczonych anatomicznie⁽²³⁾. W zakresie wewnętrznej echogeniczności nerwy w obwodowej neuropatii cukrzycowej były hipoechogeniczne i bezechowe w kilku miejscach pomiaru. Ultrasonografia wysokiej rozdzielczości może okazać się pomocna we wczesnej diagnostyce neuropatii obwodowej u pacjentów z cukrzycą, pozwala bowiem na wykrycie subklinicznych dysfunkcji autonomicznego układu nerwowego – stanowi zatem nową metodę i podstawę diagnostyczną we wczesnym stadium neuropatii cukrzycowej. Wyniki badań wskazują, że ultrasonografia wysokiej rozdzielczości jest wartościową techniką w zakresie kwalifikowania pacjentów do różnych metod leczenia neuropatii obwodowych wynikających z kompresji⁽²⁴⁾.

Średnie pole przekroju poprzecznego nerwu łokciowego w dwóch miejscach pomiaru (wyjście z kanału łok-

ciowego, kanał Guyona) w grupie pacjentów z cukrzycą było istotnie statystycznie większe niż w grupie kontrolnej. Średnie pole przekroju poprzecznego nerwu u pacjentów z cukrzycą i z DPN było w niektórych miejscach większe niż u pacjentów z cukrzycą bez DPN. Pomiar pola przekroju poprzecznego nerwu łokciowego w innych miejscach (środek kości ramiennej, nad nadkłykiem przyśrodkowym, ponad nadgarstkiem) nie wykazał istotnych różnic między grupą z obwodową neuropatią cukrzycową a grupą kontrolną. Echo wewnętrzne nerwu w obwodowej neuropatii cukrzycowej pozostawało zatarte. Za pomocą ultrasonografii wysokiej rozdzielczości możliwe jest rozpoznanie subklinicznej formy neuropatii w cukrzycy. Zwiększenie pola przekroju poprzecznego nerwu łokciowego może być symptomem wczesnej neuropatii bezobjawowej. Ultrasonografia wysokiej rozdzielczości jest łatwo dostępna i ma potencjał stać się metodą pierwszego wyboru w ocenie ogniskowych zaburzeń nerwu obwodowego⁽⁴⁾. W badaniu tym wykazano znaczne pogrubienie nerwu łokciowego u pacjentów z obwodową neuropatią cukrzycową w niektórych miejscach pomiaru, wobec czego można uznać, że jest ono przydatnym narzędziem w charakterystyce zmian nerwów obwodowych i może uzupełniać inne badania diagnostyczne, np. badanie przewodnictwa nerwowego.

Wnioski

Cechy nerwu łokciowego różnią się w zależności od miejsca pomiaru. Dzięki ultrasonografii wysokiej rozdzielczości istnieje możliwość rozpoznania cukrzycy z neuropatią obwodową we wczesnym stadium. Badanie to stanowi wartościową metodę diagnostyczną w obwodowej neuropatii cukrzycowej.

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.

Finansowanie

Badanie przeprowadzono przy wsparciu Fundacji Nauk Przyrodniczych Agencji Nauk i Technologii prowincji Guizhou oraz Szpitala Uniwersyteckiego w Guiyang (nr [2015]7407).

Aprobata etyczna

Protokół eksperymentalny został zatwierdzony przez Instytucjonalny Komitet Szpitala Uniwersyteckiego w Guizhou.

Podziękowania

Dziękujemy za pomoc pracownikom pracowni USG Wydziału Neurologii Szpitala Uniwersyteckiego w Guizhou.

Piśmiennictwo

1. Kovac B, Kovac B, Marusić-Emedi S, Svalina S, Demarin V: Clinical and electrophysiological signs of diabetic polyneuropathy – effect of glycemia and duration of diabetes mellitus. *Acta Clin Croat* 2011; 50: 149–157.
2. Agirman M, Yagci I, Leblebicier MA, Ozturk D, Akyuz GD: Is ultrasonography useful in the diagnosis of the polyneuropathy in diabetic patients? *J Phys Ther Sci* 2016; 28: 2620–2624.
3. Rosenberg CJ, Watson JC: Treatment of painful diabetic peripheral neuropathy. *Prosthet Orthot Int* 2015; 39: 17–28.
4. Afsal M, Chowdhury V, Prakash A, Singh S, Chowdhury N: Evaluation of peripheral nerve lesions with high-resolution ultrasonography and color Doppler. *Neurol India* 2016; 64: 1002–1009.
5. Norkus SA, Meyers MC. Ulnar neuropathy of the elbow. *Sports Med* 1994; 17: 189–199.
6. Zheng Y, Wang L, Krupka TM, Wang Z, Lu G, Zhang P *et al.*: The feasibility of using high frequency ultrasound to assess nerve ending neuropathy in patients with diabetic foot. *Eur J Radiol* 2013; 82: 512–517.
7. Thoires K, Williams MA, Phillips M: Ultrasonographic measurements of the ulnar nerve at the elbow: role of confounders. *J Ultrasound Med* 2008; 27: 737–743.
8. Cartwright MS, Shin HW, Passmore LV, Walker FO: Ultrasonographic reference values for assessing the normal median nerve in adults. *J Neuroimaging* 2009; 19: 47–51.
9. Yoon JS, Hong SJ, Kim BJ, Kim SJ, Kim JM, Walker FO *et al.*: Ulnar nerve and cubital tunnel ultrasound in ulnar neuropathy at the elbow. *Arch Phys Med Rehabil* 2008; 89: 887–889.
10. Posner MA: Compressive neuropathies of the ulnar nerve at the elbow and wrist. *Instr Course Lect* 2000; 49: 305–317.
11. Wiesler ER, Chloros GD, Cartwright MS, Shin HW, Walker FO: Ultrasonography in the diagnosis of ulnar neuropathy at the cubital tunnel. *J Hand Surg Am* 2006; 31: 1088–1093.
12. Alshami AM, Cairns CW, Wylie BK, Souvlis T, Coppieters MW: Reliability and size of the measurement error when determining the cross-sectional area of the tibial nerve at the tarsal tunnel with ultrasonography. *Ultrasound Med Biol* 2009; 35: 1098–1102.
13. Chen J, Wu S, Ren J: Ultrasonographic measurement of median nerve cross-sectional area reference values in a healthy Han population from Guiyang, China. *Neural Regen Res* 2011; 6: 1883–1887.
14. Cartwright MS, Chloros GD, Walker FO, Wiesler ER, Campbell WW: Diagnostic ultrasound for nerve transection. *Muscle Nerve* 2007; 35: 796–799.
15. Chen J, Wu S, Ren J: Ultrasonographic reference values for assessing normal radial nerve ultrasonography in the normal population. *Neural Regen Res* 2014; 9: 1844–1849.
16. Viera C, Gálvez C, Carrasco B, Santos C, Castellanos R: A study of peripheral neural conduction, motor and sensory, in diabetic patients treated with hyperbaric oxygenation. *Rev Neurol* 1999; 28: 868–872.
17. Feki I, Lefaucheur JP: Correlation between nerve conduction studies and clinical scores in diabetic neuropathy. *Muscle Nerve* 2001; 24: 555–558.
18. Baba M, Ozaki I: Electrophysiological changes in diabetic neuropathy: from subclinical alterations to disabling abnormalities. *Arch Physiol Biochem* 2001; 109: 234–240.
19. Karsidag S, Morali S, Sargin M, Salman S, Karsidag K, Us O: The electrophysiological findings of subclinical neuropathy in patients with recently diagnosed type 1 diabetes mellitus. *Diabetes Res Clin Pract* 2005; 67: 211–219.
20. Sytze Van Dam P, Cotter MA, Bravenboer B, Cameron NE: Pathogenesis of diabetic neuropathy: focus on neurovascular mechanisms. *Eur J Pharmacol* 2013; 719: 180–186.
21. Cutts S: Cubital tunnel syndrome. *Postgrad Med J* 2007; 83: 28–31.
22. Liu MT, Lee JT, Wang CH, Li YC, Chou CH: Cubital tunnel syndrome caused by ulnar nerve schwannoma in a patient with diabetic sensorimotor polyneuropathy. *Acta Neurol Taiwan* 2016; 25: 60–64.
23. Rota E, Morelli N: Entrapment neuropathies in diabetes mellitus. *World J Diabetes* 2016; 7: 342–353.
24. Kowalska B: Assessment of the utility of ultrasonography with high-frequency transducers in the diagnosis of entrapment neuropathies. *J Ultrason* 2014; 14: 371–392.