

Anna Straburzyńska-Lupa, Anna Kornacka

Zakład Fizykoterapii i Odnowy Biologicznej AWF, Poznań

Zastosowanie ultradźwięków w leczeniu tzw. „ostrogi piętowej” w świetle badań własnych *Ultrasound therapy in the treatment of calcar pedis* – own experiences

Słowa kluczowe: leczenie bólu, ograniczenia ruchomości, fizykoterapia
Key words: pain management, limited range of movement, physiotherapy

SUMMARY

Background. There is no agreement among investigators regarding the optimal doses of ultrasound in the treatment of calcar pedis. The aim of our study was to compare the effects of varying ultrasound dosages in 2 groups of patients with calcar pedis.

Material and methods. 34 patients suffering from calcar pedis were divided into two groups. The patients from both groups were treated locally for 2 weeks, 3 minutes daily with intermittent ultrasounds (1 MHz). The first group had doses gradually rising from 1.0 to 1.6 W/cm² during week 1 and from 1.6 to 1.8 W/cm² during week 2; the second group went from 0.6 to 0.8 W/cm² in week 1 and from 0.6 to 0.8 W/cm² in week 2. The analgesic effects were assessed using Huskisson's Visual Analog Scale (VAS) and by Laitinen's method.

Result. Improvement was obtained in both groups, with decreased pain, less frequent occurrence of pain, fewer analgesic tablets, and improved leg function. Improvement was observed earlier in group I; after 5 interventions a decrease in pain feeling and in frequency of pain was observed. A similar effect was observed in group II after 10 days of therapy. There was also improved mobility of the treated leg, better in group I. In 2 patients from group I increased pain was observed during the last intervention (2 W/cm²).

Conclusions. The best effects from ultrasound therapy without adverse reaction was observed in patients treated with intermittent ultrasounds (1 MHz) in doses gradually rising from 1.0 to 1.6 W/cm².

STRESZCZENIE

Wstęp. Ultradźwięki stosowane są w terapii od kilkadziesiąt lat, ale nadal nie ma wśród badaczy zgodności co do optymalnych dawek, jakie należy stosować w leczeniu wielu schorzeń, w tym ostrogi piętowej. Stąd celem pracy było porównanie skuteczności działania ultradźwięków o różnym schemacie dawkowania w 2 grupach chorych z rozpoznaną ostrogą piętową.

Material i metody. Badaniami objęto 34 pacjentów, w wieku 52,9±13,1 lat, którzy zostali skierowani na zabiegi ultradźwiękowe z rozpoznaniem ostrogi piętowej. Grupę badawczą podzielono losowo na dwie grupy, w których zastosowano odmienny schemat dawkowania ultradźwięków: zwiększając moc kolejnych zabiegów, w grupie I od 1,0 do 1,6 W/cm² pierwszym tygodniu terapii i w drugim tygodniu od 1,6 do 1,8 W/cm², w ostatnim dniu zabiegowym 2 W/cm², w grupie II od 0,6- 0,8 W/cm² w pierwszym tygodniu terapii oraz od 0,8 do 1,0 W/cm² w drugim tygodniu. Głowica o powierzchni 5 cm², emitująca ultradźwięki o częstotliwości 1 MHz, fala impulsowa – częstotliwość impulsów 100Hz, współczynnik wypełnienia od 25-75%, techniką dynamiczną, czas trwania zabiegu 3 min.

U każdego pacjenta badano subiektywne odczucie bólu za pomocą skali analogowo-wzrokowej Huskissona oraz zadawano pytania wg zmodyfikowanego kwestionariusza Laitinen'a. Badania wykonywano 3-krotnie: przed terapią, po 5 dniach i po serii zabiegów.

Wyniki. Zarówno w grupie I jak i II uzyskano poprawę wyrażającą się zmniejszeniem subiektywnego odczucia bólu, częstotliwości jego występowania i tym samym zmniejszeniem ilości przyjmowanych leków przeciwbólowych i poprawą funkcji leczonej kończyny.

Stopień poprawy w grupie I leczonej większymi dawkami ultradźwięków był szybszy, już po 5 zabiegach odnotowano zmniejszenie dolegliwości bólowych i częstotliwości ich występowania oraz zmniejszenie używania leków przeciwbólowych. Podobny efekt odnotowano w grupie II leczonej mniejszymi dawkami ultradźwięków dopiero po 10 dniach terapii. Po terapii stwierdzano także zmniejszenie ograniczenia ruchomości leczonej kończyny – lepszy efekt terapeutyczny w grupie I. U dwóch osób z grupy I podczas ostatniego zabiegu (2 W/cm^2) wystąpiło zwiększenie bolesności.

Wnioski. Najlepsze efekty terapii ultradźwiękami, przy braku niepożądanych działań ubocznych, obserwowano u chorych z rozpoznaną ostrogą piętową, u których stosowano ultradźwięki impulsowe o częstotliwości 1 MHz, o wzrastającej mocy od 1,0- 1,6 W/cm^2 .

WSTĘP

Ultradźwięki zaczęto stosować w fizykoterapii w latach 40. XX wieku, ale dopiero kilkanaście lat później ustalono zasady, środki ostrożności oraz wskazania i przeciwwskazania do ich stosowania. Lecnicze stosowanie ultradźwięków polega przede wszystkim na wykorzystaniu ich działania cieplnego, a także mechanicznego i fizykochemicznego. Powstające w tkankach ciepło powoduje wszystkie typowe dla tej energii zmiany: przekrwienie, zwiększenie przemiany materii, zwiększenie rozciągliwości włókien kolagenowych, wzrost aktywności enzymów, zmniejszenie napięcia mięśni, zmiany przewodnictwa nerwowego, uśmierzanie bólu, zmniejszenie sztywności stawów.

Pomimo iż ultradźwięki stosowane są już 70 lat i stąd mamy znaczne doświadczenia kliniczne, w piśmiennictwie zwraca się jednak uwagę na małą ilość dobrze udokumentowanych badań, wykazujących, że ultradźwięki są bardziej efektywne niż placebo w leczeniu pacjentów z bólem, urazami mięśniowo-szkieletowymi czy gojeniu tkanek miękkich. Pozytywne, dobrze udokumentowane efekty odnotowano w przypadku leczenia zespołu kanału nadgarstka oraz w zapaleniu okołostawowym barku ze złogami wapnia [1]. Na skuteczność leczenia ultradźwiękami impulsowymi pacjentów z zapaleniem okołostawowym barku ze złogami wapnia, zwracali też uwagę inni autorzy, podkreślając, że na zdjęciach rtg wykazywano po terapii resorpcję zwapnień [2,3,4,5].

Pozostaje nadal sprawą otwartą kwestia doboru parametrów zabiegu. Aparatura wytwarzająca ultradźwięki umożliwia ich stosowanie w zakresie fali ciągłej i impulsowej najczęściej od 0 do 3 W/cm^2 . Ultradźwięki o częstotliwości 0,8 MHz-3 MHz stosuje się, wg różnych autorów o natężeniu 0,1-3 W/cm^2 [6,7], 0,05-2 W/cm^2 [8,9,10,11,12,13]. W piśmiennictwie spotyka się szeroki zakres stosowanego natężenia ultradźwięków w przeprowadzanych badaniach, dla głowicy 1MHz od 0,2 do 2,6 W/cm^2 [1].

Wg Smolenskigo nie można mówić o ultradźwiękach jako o środku terapeutycznym, dopiero użycie

odpowiednich parametrów pozwala uczynić je środkiem terapeutycznym [14]. W zleceniu na zabieg lekarz podaje, oprócz miejsca zabiegu, parametry zabiegu: rodzaj fali ultradźwiękowej (ciągła czy impulsowa), intensywność w W/cm^2 (od 0,1-2,0 W/cm^2 , w wielu aparatach możliwe do 3 W/cm^2), czas zabiegu, wielkość głowicy zabiegowej i technikę zabiegu (statyczna, dynamiczna). Przy wyborze dawki zabiegu należy pamiętać, że dawka zbyt mała nie wywiera żadnego efektu, a zbyt duża może spowodować uszkodzenie tkanek.

Należy dążyć do ustalenia dawki optymalnej terapeutycznie, przy równoczesnej minimalnej dawce energii [15]. Wg niektórych autorów obserwuje się dobre efekty dawkowania poniżej 1,0 W/cm^2 , stopniując: 0,3 (mała dawka), 0,6 (średnia) i 0,9 (duża dawka) W/cm^2 , natomiast dawkowanie powyżej 1,0 W/cm^2 , stopniowanie 1,2 -1,5 -1,8 W/cm^2 wymaga dalszych badań [8].

Wśród wskazań do stosowania ultradźwięków znajduje się ostroga piętowa. Jest to ostro zakończona dziobiasta wyrost kostna, umiejscowiona na kości piętowej, w okolicy przyczepu rozciągnięta podeszwowego. Powstaje najczęściej na skutek zmian zapalnych rozciągnięta podeszwowego i jest przyczyną ostrego, dokuczliwego bólu. Do czynników ryzyka zalicza się między innymi nadmierną wagę ciała, uprawianie biegów i skoków, pracę w pozycji stojącej lub dźwiganie ciężkich przedmiotów, współistnienie zmian reumatycznych itd. Początkowo może przebiegać bezobjawowo, rzadziej dolegliwości bólowe pojawiają się wcześniej. Najczęściej pacjenci zgłaszają się do lekarza w dość zaawansowanym stadium choroby, skarżąc się na silny ból w okolicy pięty, nasilający się po chodzeniu po twardym podłożu lub noszeniu ciężkich przedmiotów, zazwyczaj ustępujący po odpoczynku. Leczenie polega na odciążeniu bolesnej okolicy za pomocą specjalnych wkładek z otworem na piętę, wzmocnienie mięśni długich stopy, ewentualnie leki przeciwzapalne, przeciwbólowe, w ostateczności leczenie chirurgiczne [16,17,18]. W leczeniu zachowawczym ważną rolę odgrywa leczenie fizykoterapeutyczne, w tym zabie-

gi ultradźwiękami.

Wśród badaczy nie ma zgodności co do optymalnych dawek jakie należy stosować w leczeniu ostrogi piętowej. Stąd celem pracy było porównanie skuteczności działania ultradźwięków o różnym schemacie dawkowania, w 2 grupach chorych z rozpoznaną ostrogą piętową.

MATERIAŁ I METODY

Badaniami objęto 34 pacjentów, 23 kobiety i 11 mężczyzn w wieku $52,9 \pm 13,14$ lat, którzy zostali skierowani na zabiegi ultradźwiękowe z rozpoznaniem ostrogi piętowej. Czas trwania dolegliwości wynosił średnio 2 lata. Jak wynika z wywiadu większość badanych wykonywała pracę związaną z długotrwałym stanem lub podnoszeniem ciężkich przedmiotów.

Badaniami objęto pacjentów, którzy wyrazili na to zgodę i nie mieli wykonywanych w tym czasie innych zabiegów fizyioterapeutycznych.

Grupę badawczą podzielono losowo na dwie grupy, w których zastosowano odmienny schemat dawkowania ultradźwięków.

Zabiegi wykonywano za pomocą aparatu Mixing2, głowica o powierzchni 5 cm^2 , emitująca ultradźwięki o częstotliwości 1 MHz, fala impulsowa – częstotliwość impulsów 100 Hz, współczynnik wypełnienia 25-75%, techniką dynamiczną, stosując jako substancję sprzęgającą żel ultradźwiękowy. Zabiegi wykonywano począwszy od mniejszego natężenia ultradźwięków, stopniowo je zwiększając – w I grupie od 1,0 do 1,6 W/cm^2 pierwszym tygodniu terapii i w drugim tygodniu od 1,6 do 1,8 W/cm^2 , w ostatnim dniu zabiegowym 2 W/cm^2 . W II grupie od 0,6-0,8 W/cm^2 w pierwszym tygodniu terapii oraz od 0,8 do 1,0 W/cm^2 w drugim tygodniu.

Pacjent w pozycji leżącej przodem, z wałkiem pod podudzia. Głowica prowadzona ruchami okrężnymi po bocznej, przyśrodkowej i podeszwowej stronie guza wraz z rozciągnięciem podeszwowym. Czas trwania

zabiegu 3 min.

U każdego pacjenta badano subiektywne odczucie bólu za pomocą skali analogowo-wzrokowej Huskissona [19] oraz zadawano pytania wg zmodyfikowanego kwestionariusza Laitinen'a [20]. Badania wykonywano 3-krotnie: przed terapią, po 5 dniach i po serii zabiegów.

W obliczeniach statystycznych wykorzystano test kolejności par Wilcoxon.

WYNIKI

Charakterystykę badanych osób przedstawiono w Tabeli 1.

Na Rycinie 1 przedstawiono charakterystykę badanych grup wg wskaźnika BMI.

Wykazano nadwagę i otyłość u 61% badanych w grupie I i u 62% w grupie II.

Na Rycinie 2 przedstawiono wyniki skuteczności działania przeciwbólowego prowadzonej terapii na podstawie kwestionariusza Laitinen'a i skali VAS w grupie I i II.

Po terapii znaczną poprawę (>5 pkt) odnotowano u 4 osób z grupy I i 3 osób z grupy II, poprawę umiarkowaną (1-4 pkt) odnotowano u 11 osób z grupy I i 8 osób z grupy II, brak poprawy u 1 osoby z grupy I

i 5 osób z grupy II, pogorszenie (1-4pkt) u 2 osób z grupy I, nie stwierdzono u żadnej z leczonych osób znacznego pogorszenia (> 5pkt). Wyniki subiektywnego odczucia bólu uzyskane za pomocą kwestionariusza Laitinen'a zgodne były z wynikami otrzymanymi na podstawie skali bólu (VAS).

Na Rycinie 3 przedstawiono wyniki skuteczności prowadzonej terapii dotyczące częstości występowania bólu w grupach I i II.

Po terapii zmniejszenie częstości występowania bólu odnotowano u 14 osób z grupy I i 10 z grupy II, bez zmian u 4 osób z grupy I i 6 osób z grupy II, u żadnej z leczonych osób nie odnotowa-

Tab. 1. Charakterystyka badanych osób

Tab. 1. Characteristics of the study groups

Grupa Group	I	II
Ilość osób Number of patients	18	16
Wiek (w latach) Age	51,5±14,8	54,60±11,3
Waga (w kg) Weight	74,72±8,53	72,94±8,71
Wzrost (w m) Growth	1,68±0,08	1,68±0,09
BMI (w kg/m^2)	26,67±3,46	25,95±2,71

no zwiększenia częstotliwości występowania bólu.

Na Rycinie 4 przedstawiono wyniki skuteczności prowadzonej terapii dotyczące zażywania leków przeciwbólowych w grupach I i II.

Po terapii zmniejszenie używania leków przeciwbólowych odnotowano u 7 osób z grupy I i 5 osób z grupy II, nie stwierdzono różnicy u 11 osób z grupy I i 11 osób z grupy II.

Na Rycinie 5 przedstawiono wyniki skuteczności prowadzonej terapii dotyczące ograniczenia sprawności chorej kończyny w grupach I i II.

Po terapii nie stwierdzano zmian u 4 osób z grupy I i 8 z grupy II, poprawę umiarkowaną odnotowano u 9 osób z grupy I i 7 osób z grupy II, poprawę znaczną u 4 osób z grupy I i 1 osoby z grupy II, pogorszenie

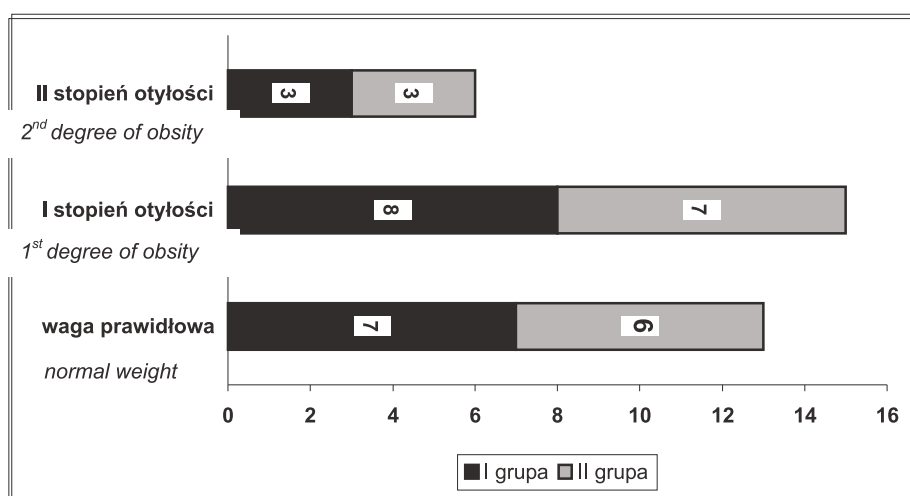
u 1 osoby z grupy I.

Nasilenie bólu i częstość występowania bólu w grupie I wysoce statystycznie znamienne zmniejszyły się już po 5 zabiegach, natomiast poprawa sprawności ruchowej leczonej kończyny wysoce statystycznie znamienne nastąpiła po zakończeniu terapii.

W grupie II wysoce statystycznie znamienne poprawa w zakresie nasilenia i częstotliwości występowania dolegliwości bólowych nastąpiła dopiero po zakończeniu terapii.

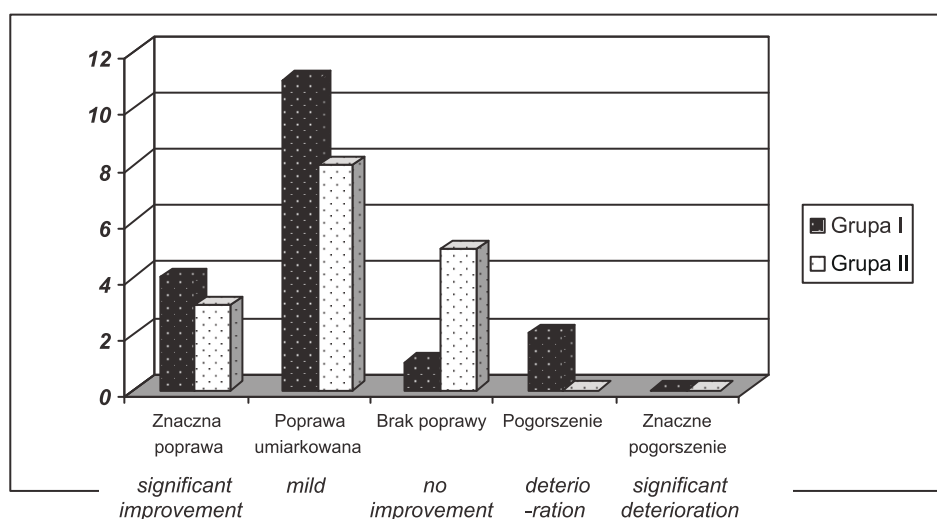
DYSKUSJA

Zarówno w grupie I, jak i II uzyskano poprawę



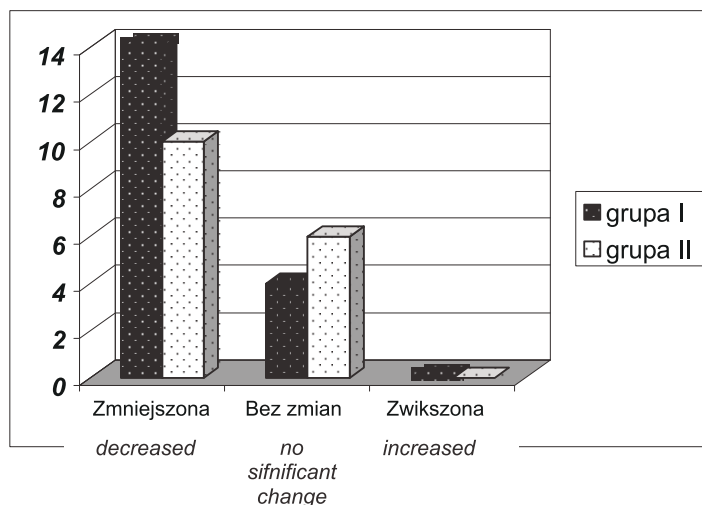
Ryc. 1. Charakterystyka badanych grup wg wskaźnika BMI

Fig. 1. Characteristics of the study groups in terms of BMI

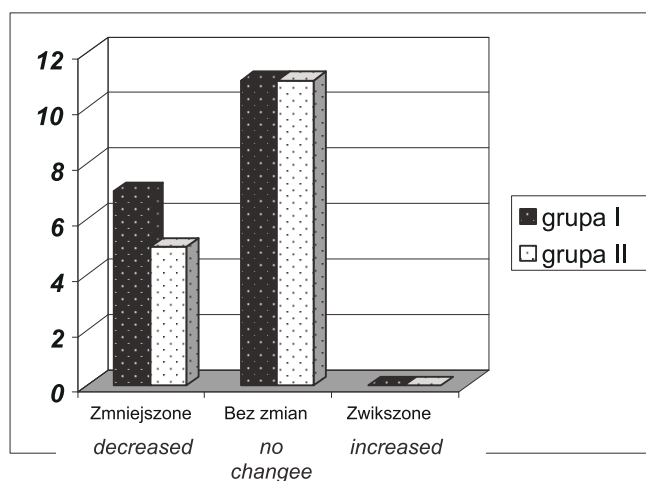


Ryc. 2. Subiektywne odczucie bólu po terapii w grupie I i II na podstawie skali Laitinen'a i skali VAS

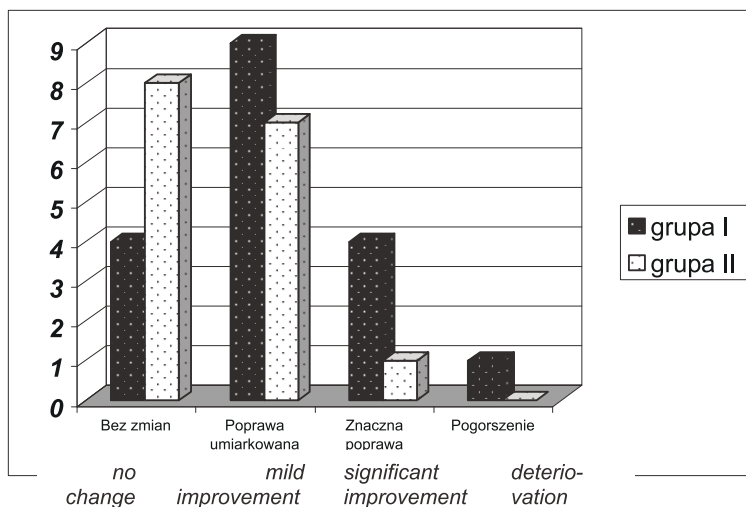
Fig. 2. Subjective pain after therapy in both groups, according to the Laitinen scale and VAS scale



Ryc. 3. Częstość występowania dolegliwości bólowych po terapii w grupie I i II
 Fig. 3. Frequency of pain occurrence after therapy in groups I and II



Ryc. 4. Stosowanie leków przeciwbólowych po terapii w grupie I i II
 Fig. 4. Use of analgesic drugs after therapy in groups I and II



Ryc. 5. Ograniczenie sprawności ruchowej chorej kończyny po terapii w grupie I i II
 Fig. 5. Limited motor function of the affected leg after therapy in groups I and II

Tab. 2. Zestawienie wyników w skali Laitinen'a w grupach I i II, przed terapią (badanie I), w połowie terapii (badanie II) i po zakończeniu terapii (badanie III)

Tab. 2. Results from the Laitinen scale in groups I and II before therapy (1st examination), after the 1st week of therapy (2nd examination), after the 2nd week of therapy (3rd examination)

Examination	GRUPA I GROUP			GRUPA II GROUP		
	I	II	III	I	II	III
Nasilenie bólu Feeling of the pain	2,17±0,71	1,61±0,61**	1,11±0,96**	1,81±0,75	1,38±0,62 *	0,94±0,68**
Częstość bólu Frequency of pain	2,39±1,04	1,61±0,69**	1,0±0,84**	1,69±0,79	1,44±0,72	0,94±0,68**
Używanie leków Administration of analgesic drugs	0,94±0,64	0,67±0,69*	0,5±0,62*	0,69±0,7	0,5±0,52	0,38±0,5*
Ograniczenie sprawności ruchowej kończyny Limitation of the function of treated leg	1,83±0,71	1,33±0,69*	0,94±0,87**	1,06±0,77	0,75±0,77 *	0,50±0,63*

** p < 0,01, * p < 0,05 (różnice istotne względem wartości przed zabiegiem)

wyrażającą się zmniejszeniem subiektywnego odczucia bólu, częstotliwości jego występowania i tym samym zmniejszeniem ilości przyjmowanych leków przeciwbólowych i poprawą funkcji leczonej kończyny.

Stopień poprawy w grupie I leczonej większymi dawkami ultradźwięków był szybszy, już po 5 zabiegach odnotowano zmniejszenie dolegliwości bólowych i częstotliwości ich występowania oraz zmniejszenie używania leków przeciwbólowych. Podobny efekt odnotowano w grupie II leczonej mniejszymi dawkami ultradźwięków dopiero po 10 dniach terapii. Po terapii stwierdzano także zmniejszenie ograniczenia sprawności ruchowej leczonej kończyny – lepszy efekt terapeutyczny w grupie I. U dwóch osób z grupy I podczas ostatniego zabiegu wystąpiło zwiększenie bolesności, wobec czego zabiegi przerwano. Świadczyło to prawdopodobnie o zbyt dużej dawce podczas ostatniego zabiegu. Dlatego, wg autorów, nie należy stosować dawki 2W/cm² (szczytowe natężenie w impulsie) w leczeniu ostrogi piętowej.

Mika podaje przykładową dawkę w przypadku leczenia ostrogi piętowej 0,5-0,8 W/cm² (nie podaje czy fala ciągła, czy impulsowa) przy czasie zabiegu 6-8 min, sugerując jednocześnie indywidualne dobieranie dawki w zależności od dolegliwości bólowych [13], Winklerowa podaje dawkę 0,4-1,2 W/cm², przy czasie zabiegu 3-8 min (również nie podaje czy fala ciągła, czy impulsowa) [21], Janczak podaje dawkę 1,5W/cm², fala ciągła, czas zabiegu 8 min [22].

W dostępnym piśmiennictwie znaleziono tylko pojedyncze prace dotyczące efektów leczenia ultradźwiękami ostrogi piętowej. Kaczyński i wsp. w grupie ponad dwustu pacjentów ze stwierdzoną ostrogą piętową stosowali, w czasie 6-8 min, ultradźwięki w dawce 0,8-1 W/cm² określając efekty terapii jako dobre, a 16 przypadków braku poprawy autorzy tłumaczyli zbyt dużym zaawansowaniem zaburzeń w budowie stóp [23].

Pierwotna mechaniczna energia ultradźwięków zostaje po zaabsorbowaniu w różnym stopniu, zależnym od konsystencji tkanek, kąta padania, zwłaszcza na ich granice oraz od częstotliwości przekształcona w ciepło [11]. Ilość powstałej energii cieplnej jest proporcjonalna do natężenia ultradźwięków [24]. Wg Lange dawki 0,1-0,5 W/cm² mają działanie nietermiczne, a przy dawkach 0,5-2 W/cm² dochodzi jeszcze efekt termiczny [4]. Efekt termiczny w przypadku fali impulsowej jest dużo mniejszy niż w przypadku fali ciągłej. Głębokość połówkowa dla energii cieplnej wynosi, w przypadku głowicy o częstotliwości 1 MHz, ok.1 cm. Umiarkowane ogrzanie o 2-3°C powoduje zmniejszenie napięcia mięśniowego, redukcję bólu, przewlekłego zapalenia i powoduje zwiększenie przepływu krwi [25,26], chociaż Beckerman w randomizowanych badaniach nie potwierdził klinicznego znaczenia takiego ogrzania [27]. Natomiast silne przegrzanie o +4°C zmniejsza elastyczność tkanki kolagenowej [25]. Według Forrest i Rosen tera-

peutyczny efekt ciepły ultradźwięków może być oczekiwany gdy temp. tkanek przewyższy 40°C [28].

W przedstawionej pracy uzyskano poprawę w obu leczonych grupach, efekt był szybszy i lepszy w grupie I (większe dawki ultradźwięków). U badanych osób stwierdzono po terapii ultradźwiękami zmniejszenie dolegliwości bólowych (u 83% w grupie I i u 69% w grupie II) i poprawę funkcjonowania leczzonej kończyny (u 72% w grupie I i u 50% w grupie II). Lepsze efekty obserwowano u osób o krótszym okresie trwania dolegliwości (do 2 lat). Nie oceniano czy terapia może mieć ewentualny wpływ na wielkość ostrogi piętowej. Jest to o tyle ciekawe, że w piśmiennictwie opisano pacjentów z okołostawowym zapaleniem barku ze złoгами wapnia, u których po terapii ultradźwiękami (częstotliwość 0,89 MHz, natężenie 2,5 W/cm², pulsujące 1:4) odnotowano poprawę z resorpcją zwapnień [5].

Badania należy potraktować jako pilotażowe. Dla wyciągnięcia właściwych wniosków konieczne byłoby zapewne porównanie wyników leczenia w większych grupach pacjentów, dobranych w zależności od zaawansowania procesu chorobowego (na podstawie np. zdjęć rtg), z uwzględnieniem ślepej próby i pozostających w obserwacji przez dłuższy okres po zabiegach.

Pozostaje także pytanie co do czasu zabiegu. Biorąc pod uwagę, że na całkowitą ilość energii ultradźwięków emitowanych przez daną głowicę składa się iloczyn natężenia, efektywnej powierzchni głowicy i czasu, możemy oddziaływać tą samą energią stosując mniejsze natężenie przez dłuższy czas zabiegowy. Wydaje się jednak, że inne jest działanie ultradźwięków o dużym natężeniu stosowanych w krótszym czasie i inne ultradźwięków o małym natężeniu stosowanych przez dłuższy czas zabiegowy. Należy również brać pod uwagę ilość energii przypadającej na 1cm² powierzchni zabiegowej- im powierzchnia jest większa, tym ilość energii przypadającej na 1 cm jest mniejsza. Tak czy inaczej, wyjaśnienie tych zagadnień wymaga rzetelnych badań i to nie tylko klinicznych, ale przede wszystkim podstawowych na poziomie komórek i tkanek.

WNIOSKI

1. Ultradźwięki stosowane u pacjentów z ostrogą piętową powodują w odczuciu pacjentów zmniejszenie bólu i jego częstotliwości, co prowadzi do zmniejszenia użycia leków przeciwbólowych i poprawę funkcji leczzonej kończyny.
2. W grupie I leczonej większą dawką ultradźwięków obserwowano poprawę już po 5 zabiegach (dawka od 1,0- 1,6 W/cm²), po następnych 5 zabiegach (dawka 1,6- 1,8 W/cm², 2 W/cm² podczas

ostatniego zabiegu) poprawie uległa także sprawność ruchowa leczzonej kończyny. W grupie II nastąpiła poprawa po 10 zabiegach (dawka w pierwszym tygodniu od 0,6-0,8 W/cm², w drugim tygodniu od 0,8 do 1,0 W/cm²).

Wydaje się w związku z tym, że optymalna dawka w leczeniu ostróg piętowych wynosi między 1,0-1,6 W/cm², wymaga to jednak potwierdzenia na większej liczbie pacjentów i obserwacji przez dłuższy czas po zabiegach.

3. Obserwowano u 2 pacjentów z grupy I zwiększenie bolesności okolicy zabiegowej podczas ostatniego zabiegu, co wiąże się prawdopodobnie z brakiem tolerancji dawki maksymalnej 2W/cm², dlatego, wg autorów, nie należy stosować dawki maksymalnej na ostrogi piętowe.

PIŚMIENNICTWO

1. Robertson V., Baker K.: A review of therapeutic ultrasound: effectiveness studies. *Physical Therapy*.2001, 81 (7), 1339-1350
2. Poradnik Elektroniki Medycznej T.2: Elektroakustyka medyczna, badania stroboskopowe krtani, ultradźwięki i promieniowanie nadfioletowe, red. Fruchta A., Matauschka J., Kahla Wydawnictwa Naukowo-Techniczne. Warszawa 1967
3. Majewski Cz.: Ultradźwięki w fizykoterapii, w: Fizykoterapia ogólna i kliniczna, red. J.Jankowiak, PZWL Warszawa 1968
4. Lange A.: *Physikalische Medizin*. Springer- Verlag 2003, 151-167
5. Ebenbichler G., Erdogmus C., Resch K., Funopvics M. et al.: Ultrasound therapy for calcific tendinitis of the shoulder. *N.Engl.J.Med.*, 1999, 340(20),1533-1538
6. Radandt R.: *Niederfrequenter Ultraschall in der Wundheilung. Physikalische Medizin Rehabilitationsmedizin und Kurortmedizin* 2001,11, 41-50
7. Jenrich W.: *Grundlagen der Elektrotherapie*. Urban & Fischer, 2000, 103-108
8. Callies R., Rusch D.: *Ultraschalltherapie*. w: Schmidt K.L., Drexel H., Jochheim K.A.: *Lehrbuch der Physikalischen Medizin und Rehabilitation*. Gustav Fischer Verlag 1995, 182- 191
9. Konarska I.: *Medycyna Fizykalna*. PZWL Warszawa 1968
10. Straburzyński G., Straburzyńska-Lupa A.: *Medycyna Fizykalna*. PZWL Warszawa 2000
11. Straburzyńska-Lupa A., Straburzyński G.: *Fizjoterapia*. PZWL Warszawa 2003
12. Milanowicz J., Kocur J.: *Podstawy radiobiologii i ochrony radiobiologicznej. T.2 Oddziaływanie fal elektromagnetycznych wysokiej częstotliwości na organizmy żywe*. Łódź WAM 1996, 11-60
13. Mika T.: *Fizykoterapia* PZWL Warszawa 1996
14. Smolenski U., Callies R., Schubert H.: *Tierexperimentelle Untersuchungen zum Ultraschall als Thermotheapeutikum*. *Phys.Rehab.Kur.Med.* 1991, 1, 12-16

15. Zilk S.: Ultraschalltherapie, w : Drexel H., Hildebrandt G., Schlegel K., Weimann G.: Physikalische Medizin, Band 4. Elektro- und Lichttherapie, Hippokrates, Stuttgart 1988
16. Dziak A.: Zamknięte uszkodzenia tkanek miękkich narządu ruchu. PZWL Warszawa 1985
17. MSD Manual. Podręcznik diagnostyki i terapii. Urban & Partner. Wrocław 1995, 1602
18. Strzyżewski H.: Zniekształcenia i choroby ścięgien, więzadeł i tkanki łącznej w: Ortopedia i Rehabilitacja, red. W.Dęga, PZWL Warszawa 1984, t.2, 656
19. Huskisson E.: Measurement of pain. Lancet, 1974, 11, 1127
20. Laitinen J.: Acupuncture in the treatment of chronic sacrolumbalgia. Am.J.Cin.Med. 1976, 4, 169
21. Winklerowa J., Welon K., Pawlak H.: Praktyczny Poradnik Fizjoterapii. Problemy Uzdrowiskowe 1986, 5/6 (223/224), 264
22. Janczak Z., Niemierzycka A., Ciejka M., Kubiak J., et al.: Przewodnik do ćwiczeń z fizykoterapii Cz.II- metodyka zabiegów. Wydawnictwo AWF Warszawa 2001, 27-30
23. Kaczyński A., Lisiewicz H., Mika T., Zaręba B.: Ultradźwięki w lecznictwie. PZWL Warszawa 1969
24. Cambier D., D'Herde K., Witvrouw E., Beck M., et al.: Therapeutic ultrasound: temperature increase at different depths by different modes in a human cadaver. J. Rehab.Med. 2001, 33, 212-215
25. Draper D., Castel J., Castel D.: Rate of temperature increase in human muscle during 1 MHz and 3 MHz continuous ultrasound. J.Orthop. Sports.Phys.Ther. 1995, 22, 142-150
26. Maxwell L.: Therapeutic ultrasound: its effects on the cellular and molecular mechanism of inflammation and repair. Physiotherapy 1992, 78, 421-426
27. Beckerman H., Bouter L., van der Heijden G., et al.: Efficacy of physiotherapy for musculoskeletal disorders: what can we learn from research? Br.J.Gen.Pract. 1993, 43, 73- 77
28. Forrest G., Rosen K.: Ultrasound: effectiveness of treatment given under water. Arch.Phys.Med.Rehabil. 1989, 70,28-29.

Adres do korespondencji / Address for correspondence
Dr n.med. Anna Straburzyńska-Lupa
Zakład Fizykoterapii i Odnowy Biologicznej AWF
61-555 Poznań, ul. Droga Dębińska 10c

Otrzymano / Received 04.04.2004 r.
Zaakceptowano / Accepted 22.06.2004 r.