

Skuteczność wybranych technik fizjoterapeutycznych w leczeniu zespołu kanału nadgarstka. Zastosowanie ultradźwięków w oparciu o przegląd piśmiennictwa

The effectiveness of particular physiotherapy techniques in the treatment of carpal tunnel syndrome.
Application of ultrasound based on a literature review

numer DOI 10.2478/v10109-012-0024-z

Zuzanna Bartkowiak, Małgorzata Zgorzalewicz-Stachowiak, Anna Nowicka

Pracownia Elektrodiagnostyki Medycznej, Katedra Profilaktyki Zdrowotnej Uniwersytetu Medycznego im. Karola Marcinkowskiego w Poznaniu

Electrodiagnostic Laboratory, Department of Health Preventive Medicine, Karol Marcinkowski University of Medical Sciences in Poznań

Streszczenie:

Zespół kanału nadgarstka to najczęściej diagnozowana neuropatia uciskowa kończyny górnej. W sposób istotny wpływa on na jakość życia chorego ograniczając jego sprawność manualną i zdolność do wykonywania czynności życia codziennego. Aktualne standardowe możliwości leczenia zachowawczego dla tego schorzenia obejmują metody fizjoterapeutyczne, farmakologiczne oraz unieruchomienie kończyny górnej. Celem niniejszej pracy był przegląd piśmiennictwa na temat skuteczności terapii ultradźwiękowej, jako jednej z opcji terapeutycznej dla chorych z zespołem kanału nadgarstka. W tym celu przeszukano bazy PubMed, the Cochrane Library, EMBASE oraz Polską Bibliografię Lekarską (1998–2010). Badania włączone do przeglądu prowadzone były na grupach o zróżnicowanej liczebności (od 18 do 95), z uczestnikami w wieku od 28 do 72 lat i o różnym stopniu zaawansowania zespołu kanału nadgarstka. Uzyskane wyniki oceniane były przede wszystkim w odniesieniu do innych metod leczenia. Analizowano głównie poprawę w zakresie: objawów klinicznych, siły chwytu globalnego i dwupunktowego oraz parametrów badań neurofizjologicznych. Opisywane przez autorów wyniki w dużej mierze potwierdzają przydatność ultradźwięków w leczeniu tej neuropatii uciskowej. Jednak niejednorodność grup klinicznych i kontrolnych oraz różnorodność stosowanych parametrów fali ultradźwiękowej wskazują na konieczność dalszego prowadzenia badań naukowych w tym zakresie.

Słowa kluczowe: zespół kanału nadgarstka, fizjoterapia, terapia ultradźwiękami, efekty terapeutyczne, parametry techniczne.

Abstract:

Carpal tunnel syndrome is the most often diagnosed entrapment neuropathy of upper limb. It significantly affects patient's quality of life by limiting manual ability and the ability to perform activities of daily living. Current standard non-surgical management possibilities for this condition include physiotherapeutic methods, pharmacology or upper limb immobilization. The purpose of this study was to review the literature regarding the effectiveness of ultrasound therapy as a therapeutic option for patients with carpal tunnel syndrome. A systematic review of PubMed, the Cochrane Library, EMBASE and the Polish Medical Bibliography databases (1998–2010) was conducted. Studies included in the review were carried out on groups of varying size (from 18 to 95), with participants aged from 28 to 72 years and a various degree of carpal tunnel syndrome progression (from mild to severe). The results were evaluated primarily in relation to other treatment methods. The improvement has been mainly analyzed in: clinical symptoms, global and pinch grip strength and neurophysiological parameters. The results reported in this study largely demonstrate the usefulness of ultrasound in the treatment of this entrapment neuropathy. However, the heterogeneity of clinical and control groups and the diversity of the characteristics of ultrasonic wave indicate a need for further research in this field.

Key words: carpal tunnel syndrome, physiotherapy, ultrasound therapy, therapeutic effects, technical parameters.

Wprowadzenie

Zespół kanału nadgarstka (zkn) to najczęściej diagnozowana neuropatia kończyny górnej. W sposób istotny wpływa on na jakość życia chorego ograniczając jego możliwości manualne i zdolność do wykonywania czynności życia codziennego. Wybór właściwego postępowania terapeutycznego

Introduction

Carpal tunnel syndrome (CTS) is the most frequently diagnosed neuropathy of the upper limb. It significantly affects patients' quality of life by limiting their abilities to perform both manual tasks and activities of daily living. Traditionally, the choice of the most suitable therapeutic

tycznego u chorych z tą neuropatią uciskową tradycyjnie uwarunkowany jest jej stopniem zaawansowania. Leczenie zachowawcze przynosi zwykle dobre rezultaty u pacjentów z łagodnym i umiarkowanym przebiegiem zkn. Natomiast zaniki mięśniowe, osłabienie siły mięśniowej oraz znaczne upośledzenie funkcji ręki wskazujące na ciężki stopień zkn, są istotnymi wskazaniami do leczenia chirurgicznego. Również długotrwały brak efektów terapii zachowawczej wymaga rozpatrzenia konieczności wdrożenia działania chirurgicznego [1].

Diagnostyka zkn opiera się w głównej mierze na ocenie obrazu klinicznego pacjenta, w którym dominują w początkowym etapie takie objawy, jak ból, drętwienie, mrowienie oraz zaburzenia czucia w obszarze unerwianym przez nerw pośrodkowy. Natomiast w bardziej zaawansowanym przebiegu obserwuje się zmniejszenie siły chwytu ręki, zaniki mięśni kłębku kciuka, upośledzenie dyskryminacji dwupunktowej i utratę precyzji ruchów ręki. Ważnym elementem są również testy prowokacyjne (Tinela, Phalena, odwrócony Phalena, Durkana) oraz stwierdzenie występowania charakterystycznych objawów dla zkn np. objawu butelki Luthy'ego czy strzępywania. Pomocne mogą być również badania neurofizjologiczne (ocena przewodnictwa nerwowego czy elektromiografia). Badanie przewodnictwa nerwowego (NCS – Nerve Conduction Study) może służyć równocześnie do monitorowania efektów prowadzonego leczenia. Ocenia się w nim najczęściej takie parametry jak szybkość przewodzenia impulsów nerwowych, amplitudę potencjału oraz latencję końcową włókien ruchowych i czuciowych.

Natomiast przy analizie efektywności prowadzonych działań terapeutycznych na podstawie stanu klinicznego pacjentów zwykle korzysta się dodatkowo ze skal, np. skali wzrokowo-analogowej (VAS – ang. Visual Analogue Scale), samodzielnej oceny ciężkości objawów zkn (CTS SSS – ang. Carpal Tunnel Syndrome Severity Scale) czy samodzielnej oceny stanu czynnościowego ręki (CTS FSS – Carpal Tunnel Syndrome Functional Status Scale).

Wśród opcji nieoperacyjnego postępowania u chorych z zkn istotne miejsce zajmuje fizjoterapia. W jej zakresie stosowane są zazwyczaj zabiegi fizykoterapeutyczne z wykorzystaniem ultradźwięków, laseroterapii niskoenergetycznej, elektroterapii, magnetoterapii oraz kinezyterapii [2–5]. Wspólną cechą tych środków terapeutycznych jest działanie przeciwbólowe, przeciwzapalne i regeneracyjne na uszkodzony nerw pośrodkowy. Stanowią one też istotny element w postępowaniu pooperacyjnym [6].

W aktualnej literaturze przedmiotu na temat zastosowania metod fizykoterapeutycznych w leczeniu pacjentów z zkn stosunkowo dużo uwagi poświęca się terapii ultradźwiękami. Wśród pozytywnych efektów leczniczych ultradźwięków wymienia się m.in.: rozszerzenie naczyń krwionośnych w tkankach polepszające utlenowanie oraz przyspieszenie miejscowego procesu przemiany materii. Ponadto uważa się, że ultradźwięki zwiększają rozciągliwość włókien kolagenowych, hamują proces zapalny, przyspieszają gojenie się ran oraz działają przeciwbólowo [7, 8].

Celem niniejszej pracy był przegląd piśmiennictwa dotyczący efektywności ultradźwięków w terapii pacjentów z zkn. Do analizy włączono publikacje naukowe opublikowane w latach 1998–2010. W tym celu dokonano wyszukiwania w bazach PubMed, the Cochrane Library, EMBASE oraz Polskiej Bibliografii Lekarskiej.

Efekty terapeutyczne zastosowanych ultradźwięków u chorych z zkn – na podstawie przeglądu piśmiennictwa

Spośród prac dotyczących zastosowania ultradźwięków w leczeniu pacjentów z zkn niektóre oceniają skuteczność

procedure in the case of patients with entrapment neuropathy is conditioned by the level of disease severity. Non-surgical management usually brings good results in patients with mild and moderate CTS. Whereas muscular atrophy, weakened muscle strength and significant impairment in hand function are symptoms that should evoke the possibility of surgical procedure. Also, lack of effects after a long lasting non-surgical therapy should be a signal to take such a solution into consideration [1].

Diagnosis of CTS is mainly based on the evaluation of the patient's clinical picture, where, at the initial stage, dominate such symptoms as: pain, numbness, formication, and sensory disturbances in the area supplied by the median nerve. Whereas in more severe CTS other symptoms occur, i.e. a reduced hand grip strength, thenar muscle atrophy, impaired two-point discrimination and loss of the precision of hand movements. Other important elements of diagnosis include provocation tests (Tinell, Phalen, reverse Phalen, Durkan) and occurrence of characteristic of CTS symptoms, for example, Luthy's bottle sign or flicking. Also neurophysiological examinations (e.g. nerve conduction study or electromyography) can be useful in diagnosing. In addition, a nerve conduction study (NCS) can be used to monitor effects of the applied therapy. Generally, NCS measures the following parameters: velocity of nerve impulse conduction, potential amplitude, terminal latency of motor and sensory fibers.

While analyzing the efficacy of the applied therapeutic procedures by evaluating the patient's clinical picture, usually various assessment scales are used, e.g. Visual Analogue Scale (VAS), Carpal Tunnel Syndrome Symptom Severity Scale (CTS SSS), Carpal Tunnel Syndrome Functional Status Scale (CTS FSS).

Physiotherapy has an important role among non-surgical management procedures in patients with CTS. Physical therapy treatments that are commonly used include ultrasound therapy, low-energy laser therapy, electrotherapy, magnet therapy and kinesiotherapy [2, 3, 4, 5]. The common characteristic of all these physical therapy methods is that they have painkilling, anti-inflammatory and regenerative effect acting on the median nerve. They also are an important part of post-surgery management [6].

In the recently published medical literature on the application of physical therapy methods in the treatment of patients with CTS, the issue of ultrasound therapy is discussed relatively frequently. Among beneficial effects of ultrasound therapy there is, for example, widening of blood vessels in tissues, which improves oxygenation and speeds up local metabolism. Moreover, it is said that ultrasound increases elasticity of collagen fibers, hinders an inflammatory process, speeds up wound healing and has a pain alleviating effect [7, 8].

The aim of the current paper was to review the literature on the efficacy of ultrasound in the treatment of patients with CTS. Analysis included research literature published in the years between 1998–2010. PubMed, the Cochrane Library, EMBASE and the Polish Medical Bibliography databases were searched to find all the publications.

Therapeutic effects of ultrasound application in patients with CTS – on the basis of a literature review

Among the publications on application of ultrasound in the treatment of patients with CTS, there are some

tych zabiegów stosowanych jako monoterapia [9–12], pozostałe natomiast opisują wykorzystanie ultradźwięków jako elementu bardziej złożonego programu terapeutycznego [2, 13, 14–17].

Porównanie skuteczności ultradźwięków z zabiegami pozorowanymi

Jedynie dwa doniesienia porównują efektywność terapii ultradźwiękowej z placebo (tab. 1). W randomizowanym, z zastosowaniem podwójnie ślepej próby badaniu Ebenbichlera i wsp. [10] wzięło udział 45 pacjentów z łagodnym lub umiarkowanym obustronnym zkn w wieku 36–66 lat, których jedną kończynę poddano prawdziwemu, zaś drugą pozorowanemu działaniu terapii ultradźwiękowej. Odnotowano istotną statystycznie poprawę w odczuwanych przez chorych głównych dolegliwościach (m.in. ból i zaburzenia czucia), sile chwytu oraz parametrach neurofizjologicznych w kończynach górnych, które poddane były aktywnej terapii ultradźwiękami w porównaniu do tych, gdzie użyto placebo. Poprawa ta miała miejsce zarówno po drugim tygodniu leczenia (po 10 zabiegach), w momencie zakończenia terapii jak i w badaniu kontrolnym przeprowadzonym po 6 miesiącach. Odmiennie wyniki prezentują natomiast Oztas i wsp. [9]. U 18 pacjentów z zkn w przedziale wiekowym 37–66 lat, wykonali oni serię zabiegów sonoterapii na symptomatyczną okolicę nadgarstka: w dwóch grupach prawdziwe zabiegi, a w trzeciej pozorowane. Badani nie byli świadomi przynależności do grupy. Wszystkie objawy kliniczne zkn (ból nocny i dzienny, drętwienie oraz wybudzenia nocne z powodu zkn) zostały istotnie statystycznie zredukowane pod wpływem zaproponowanej terapii, natomiast wykładniki neurofizjologiczne nie uległy znaczącym zmianom. Zaobserwowano wręcz w dwóch pierwszych grupach nieznaczne zwolnienie przewodnictwa nerwowego i wydłużenie latencji końcowej we włóknach nerwowych.

Porównanie skuteczności ultradźwięków z innymi metodami leczenia.

Z kolei Bakhtiari i Rashidy-Pour [11], Bilgici i wsp. [16] oraz Piravej i Boonhong [12] porównują skuteczność ultradźwięków w leczeniu chorych z zkn z innymi nieoperacyjnymi metodami terapeutycznymi (tab. 2). W badaniach Bakhtiari'go i Rashidy-Pour'a [11] zestawiono skuteczność laseroterapii i ultradźwięków. 95 pacjentów z zkn (28–62 lata) zostało w sposób randomizowany przydzielonych do grup. Stwierdzono różnice istotne statystycznie we wszystkich badanych aspektach na korzyść terapii z wykorzystaniem ultradźwięków, zarówno w ocenie bólu, siły chwytu jak i parametrów w badaniu NCS. Podobne wyniki uzyskali Piravej i Boonhong [12], którzy porównywali skuteczność ultradźwięków z farmakoterapią. Do badań włączono 18 pacjentów z zkn o stopniu łagodnym lub umiarkowanym. Podzielono ich losowo na dwie części: w pierwszej stosowano farmakologiczne placebo i zabiegi z ultradźwiękami, w drugiej z kolei Diclofenac (75 mg/dzień) oraz pozorowane zabiegi z wykorzystaniem ultradźwięków. Wykazano statystyczną poprawę w stosunku do stanu wyjściowego w obu grupach analizując stan kliniczny pacjentów. Natomiast przy uwzględnieniu wyników badań neurofizjologicznych ta poprawa (zwiększenie amplitudy potencjału we włóknach czuciowych) miała miejsce jedynie w grupie, w której wykonywano autentyczne zabiegi z ultradźwiękami. Dincer i wsp. [17] w randomizowanej próbie analizowali skuteczność trzech opcji leczenia zkn, tj. szynowania jako

which assess the efficacy of the interventions used as monotherapy [9–12], while the others describe the use of ultrasound as an element of a more complex therapeutic program [2, 13–17].

Comparison of the effectiveness of ultrasound with dummy treatments

There are only two studies which compare the efficacy of ultrasound therapy with placebo (Tab. 1). In a randomized controlled trial with the use of double dummy trial, Ebenbichler et al. [10] recruited 45 patients with mild or moderate bilateral CTS aged 36–66 years. The patient's one upper limb received an active ultrasound treatment, while the other limb underwent a dummy ultrasound therapy. A statistically significant improvement was recorded in the ailments felt by the patients (e.g. pain, sensory disturbances), handgrip strength and neurophysiological parameters of the upper limbs which had undergone an active ultrasound treatment when compared with those which had been treated with placebo. The improvement occurred both after the second week of therapy (i.e. after 10 treatments), and immediately after the end of therapy as well as during the follow up trial carried out after 6 months. However, different results were reported by Oztas et al. [9]. Their study included 18 patients with CTS, aged 37–66 years, whose symptomatic area of the wrist underwent a series of sonotherapy treatments; the patients were divided into three groups: two were treated with real sonotherapy, while the third group underwent a dummy treatment. The subjects were not aware to which group they belonged. All clinical symptoms of CTS (day and night pain, numbness, and middle of the night awakenings caused by CTS) were reduced, showing a statistically significant difference, under the influence of the applied therapy, whereas neurophysiological indicators did not change significantly. On the contrary, in the first two groups slight slowing of nerve conduction and lengthening of terminal latency in nerve tissues were found.

Comparison of the efficacy of ultrasound with other therapies

Bakhtiari and Rashidy-Pour [11], Bilgici et al. [16] as well as Piravej and Boonhong [12] compared effectiveness of ultrasound in the treatment of patients affected by CTS with other non-surgical therapeutic methods (Tab. 2). Bakhtiari and Rashidy-Pour [11] studied the efficacy of laser and ultrasound therapies. A group of 95 patients with CTS, aged 28–62 years, was divided randomly into two groups. Statistically significant differences in favor of ultrasound were found in all the tested aspects, i.e. in the evaluation of pain, grip strength and NCS parameters. Similar results were obtained by Piravej and Boonhong [12] who compared the efficacy of ultrasound therapy and pharmacotherapy. The study comprised 18 patients with mild or moderate CTS. They were randomly divided into two groups: one group used pharmacological placebo and ultrasound therapy, the other one used Diclofenac (75 mg/day) and dummy ultrasound treatment. Analyzing the patients' clinical conditions, it was found that in both groups statistically significant improvements occurred when compared to their baseline health conditions. While in the case of the results of neurophysiological examinations, an improvement (an increase in the potential amplitude in sensory fibers) occurred only in the group treated with ultrasound. Dincer et al. [17] in a randomized sample analyzed efficacy of three variants of CTS treatment, i.e. splinting as a monotherapy,

Tabela 1. Zestawienie efektów terapeutycznych ultradźwięków z zabiegami pozorowanymi w leczeniu zespołu kanału nadgarstka
 Table 1. A comparative compilation of beneficial effects of ultrasound therapy and dummy treatments used in the treatment of carpal tunnel syndrome

Autor Rok publikacji Author Publication year	Liczba badanych/ Wiek badanych Number of subjects/ Age of subjects	Grupa kontrolna - placebo (n) Control group - placebo (n)	Stopień zaawansowania zkn/ Czas trwania CTS severity/ duration	Ocena Assessment	Istotne efekty terapeutyczne ultradźwięków Significant beneficial effects of ultrasound
Ebenbichler i in. 1998 [10] Ebenbichler et al. 1998 [10]	45 rąk 36–66 lat 45 hands 36–66 years	45 rąk 45 hands	Łagodny i umiarkowany/ średnio ok. 8 miesięcy Mild and moderate/ average duration about 8 months	VAS (ból) VAS (pain) Siła chwytu globalnego Global handgrip strength NCS: czuciowa i ruchowa latencja końcowa, szybkość przewodzenia we włóknach czuciowych NCS: sensory and motor terminal latency, conduction velocity in sensory fibers	Ustąpienie lub zmniejszenie nasilenia bólu Elimination or reduction of pain Poprawa Improvement Wzrost szybkości przewodzenia we włóknach czuciowych oraz poprawa ruchowej latencji końcowej Increase in conduction velocity in sensory fibers and improvement in motor terminal latency
Oztaş i in. 1998 [9] Oztaş et al. 1998 [9]	18 osób (20 rąk) 37–66 lat 18 people (20 hands) 37–66 years	10 rąk 10 hands	Łagodny i umiarkowany/ 6–240 miesięcy Mild and moderate/ 6–240 months	VAS (ból) ból/parestezje w dzień/ w nocy, częstość przebudzeń w nocy VAS (pain) Pain/day and night paresthesias frequency of night awakenings NCS: prędkość przewodzenia we włóknach ruchowych NCS: conduction velocity in motor fibers	Zmniejszenie bólu i parestezji u chorych we wszystkich grupach (1,5 W/cm ² , 0,8 W/cm ² i zabiegi pozorowane) Reduction in pain and paresthesias in patients in all groups (1.5 W/cm ² , 0.8 W/cm ² and dummy treatments) Nieznaczne zmniejszenie szybkości przewodzenia oraz wydłużenie latencji końcowej w grupach z właściwymi zabiegami Slight reduction in conduction velocity and lengthening of terminal latency in the groups with the proper therapy

NS – różnica nieistotna statystycznie
 NS – statistically insignificant difference
 VAS – skala wzrokowo-analogowa bólu
 VAS – Visual Analogue Scale
 NCS – badanie przewodnictwa nerwowego
 NCS – Nerve Conduction Study

monoterapii, szynowania połączonego z ultradźwiękami oraz szynowania stosowanego łącznie z laseroterapią. Badaniem objęto 50 chorych z łagodnym lub umiarkowanym zkn w średnim wieku około 50 lat. W badaniu kontrolnym wykonanym po 3 miesiącach wykazano większą poprawę w grupach, w których szynowanie sprzężono z laseroterapią lub ultradźwiękami (CTS FSS, parametry badania NCS). Natomiast różnice istotną statystycznie na korzyść laseroterapii w odniesieniu do ultradźwięków odnotowano w zakresie eliminacji bólu (VAS), ciężkości objawów (CTS SSS) oraz satysfakcji badanych z osiągniętych rezultatów leczenia. Natomiast Bilgici i wsp. [16] w randomizowanym badaniu porównywali efektywność terapii ultradźwiękowej i miejscowych iniekcji kortykosteroidami z szynowaniem. Ostatecznie do badań włączono 31 osób z łagodnym lub umiarkowanym zkn ze średnią wieku około 46 lat. Stwierdzono zbliżoną skuteczność obu form leczenia zachowawczego w aspekcie klinicznym (dyskryminacja dwupunktowa, VAS, CTS SSS, FSS SSS) oraz neurofizjologicznym (badanie NCS). Jedynie poprawa siły chwytu była istotnie większa w grupie stosującej iniekcję. Autorzy tego doniesienia wskazują terapię ultradźwiękami jako komfortową, obciążoną małym ryzykiem powikłań nieoperacyjną metodę leczenia pacjentów z zkn.

Z kolei w randomizowanych badaniach Baysala i wsp. [15] porównywano trzy programy fizjoterapeutyczne: pierwszy – zawierający ćwiczenia poślizgowe dla nerwu pośrodkowego i ścięgien oraz unieruchomienie ręki, drugi, w którym ćwiczenia poślizgowe skojarzono z ultradźwiękami i trzeci – łączący te trzy formy terapii. W badaniach tych uczestniczyło 36 osób z łagodnym i umiarkowanym zkn w wieku 42–58 lat. Najlepsze efekty terapeutyczne uzyskano przy połączeniu ultradźwięków z unieruchomieniem i ćwiczeniami poślizgowymi dla nerwu pośrodkowego i ścięgien.

Ocena skuteczności programów terapeutycznych z udziałem ultradźwięków

Autorzy oceniali także efektywność prowadzonej terapii z udziałem ultradźwięków poprzez statystyczne zmiany w analizowanych parametrach po zakończeniu leczenia bez udziału grupy kontrolnej czy odniesienia (tabela 3).

W badaniach Dakowicz i Latosiewicza [2] uczestniczyło 40 chorych w wieku 30–72 lat z łagodnym, umiarkowanym i zaawansowanym stopniem zkn, którzy byli poddani programowi łączącemu ultradźwięki z jonoforezą z hydrokortyzolem. Po zastosowanej terapii najwyraźniej zmniejszyły się dolegliwości bólowe, zarówno w dzień, jak i w nocy, a także parestezje u pacjentów z mało i średnio zaawansowaną postacią zkn. Zwolińska i wsp. [14] w swoich badaniach obserwowali 30 osób z zkn o różnym stopniu nasilenia. Losowo przydzielono badanych do trzech grup różniących się parametrami stosowanej fali ultradźwiękowej. Po zrealizowanych programach terapeutycznych (ultradźwięki, masaż wirowy i automobilizacja nerwu pośrodkowego i splotu ramiennego) u większości pacjentów zaobserwowano zmniejszenie bądź ustąpienie dolegliwości bólowych i zaburzeń wegetatywnych w obszarze zaopatrywanym przez nerw pośrodkowy, a także poprawę funkcji chorej ręki. Skuteczność terapii ultradźwiękowej skojarzonej z masażem wirowym oraz automobilizacją nerwu pośrodkowego i splotu ramiennego w leczeniu zkn była również tematem pracy Kwołka i Zwolińskiej [13]. Badacze ci podzielili losowo pacjentów z zkn w przedziale wiekowym 18–79 lat, do grup, podobnie jak w poprzednim badaniu. Po serii zabiegów stwierdzono we wszystkich grupach istotną statystycznie poprawę w zakresie objawów klinicznych (zmniejszenie bólu, za-

splinting combined with ultrasound therapy, and splinting combined with laser therapy. The study comprised 50 patients with mild or moderate CTS, with mean age of 50 years. In the follow up examination performed after 3 months there was a greater improvement in the groups who underwent either of the two combined therapies, i.e. splinting with laser therapy and splinting with ultrasound therapy (CTS FSS, NCS parameters). However, a statistically significant difference in favor of laser therapy in respect to ultrasound therapy was found in reduction of pain (VAS), severity of symptoms (CTS SSS) and the patients' satisfaction with the achieved effects of treatment. Another study was conducted by Bilgici et al. [16] who compared the efficacy of ultrasound therapy and local injections of corticosteroids with splinting. A group of 31 patients with mild or moderate CTS and mean age of 46 years participated in a randomized trial. The efficacy of both forms of non-surgical treatment was similar in the clinic aspect (two-point discrimination, VAS, CTS SSS, CTS FSS) and in the neurophysiological aspect (NCS parameters). An improvement in hand grip strength occurred only in the group who were treated with injections. According to the aforementioned authors, ultrasound therapy is non-invasive, with low risk of complications, non-surgical method of the treatment of patients with CTS.

In a randomized trial Baysala et al. [15] compared three physical therapy programs: one – included median nerve and tendon gliding exercises and arm immobilization; two – gliding exercises combined with ultrasound treatment; three – all three elements. A group of 36 people with mild or moderate CTS, aged 42–58 years participated in the study. The best effects were achieved in the case of the combination of ultrasound, immobilization and gliding exercises applied to the median nerve and tendons.

Assessment of the efficacy of physical therapy programs with ultrasound

Some authors assessed the efficacy of the applied ultrasound therapy using statistical changes in the analyzed parameters after the completion of treatment without participation of a control or reference group (Tab. 3).

Dakowicz and Latosiewicz [2] studied a group of 40 patients with mild, moderate or severe CTS, aged 30–72 years who were subject to a physical therapy program which used ultrasound combined with iontophoresis and hydrocortisone. After the application of the therapy, pain ailments, both night and day, as well as paresthesias in patients with mild and moderate CTS were reduced. Zwolińska et al. [14] observed 30 patients with CTS of different severity levels. The subjects were randomly divided into three groups which differed in the parameters of the applied ultrasound wave. After the physical therapy programs had been completed (ultrasound, vortex massage, self-mobilization of the median nerve and brachial plexus), most patients were found to have either reduced, or even eliminated, pain ailments and vegetative disturbances in the area supplied by the median nerve, as well as improved motor function of the affected hand. The efficacy of ultrasound treatment combined with vortex massage and self-mobilization of the median nerve and brachial plexus in the treatment of CTS was also studied by Kwolek and Zwolińska [13]. They randomly divided patients with CTS, aged 18–79 years, into groups like in the previously discussed experiment. After a series of treatments, in all three groups a statistically significant improvement was found in the clinical symptoms (reduction in pain, sensory

Tabela 2. Zestawienie efektów terapeutycznych ultradźwięków z innymi metodami leczenia zespołu kanału nadgarstka
 Table 2. A comparative compilation of beneficial effects of ultrasound therapy and other treatments of carpal tunnel syndrome

Autor Rok publikacji Author Publication year	Liczba badanych/ Wiek badanych Number of subjects/ Age of subjects	Grupa odniesienia (n) Reference group (n)	Stopień zaawansowania zkn/ Czas trwania CTS severity/duration	Ocena Assessment	Istotne efekty terapeutyczne ultradźwięków Significant beneficial effects of ultrasound
Bilgici i in. 2010 [16] Bilgici et al. 2010 [16]	15 osób 47,3±7,4 roku 15 people 47,3±7,4 years	16 osób (miejscowa iniekcja kortykosteroidowa z szynowaniem) 16 people (local injection of corticosteroid plus splinting)	Łagodny, umiarkowany/ 46,3±34,0 miesięcy Mild, moderate/ 46,3±34,0 month	VAS (ból) CTS SSS CTS FSS VAS (pain) CTS SSS CTS FSS	Poprawa w obu grupach Improvement in both groups
				Sila chwytu Handgrip strength	Poprawa po 8 tygodniach tylko w grupie odniesienia Improvement after 8 weeks only in reference group
Dincer i in. 2009 [17] Dincer et al. 2009 [17]	30 rąk 49,7±9,5 roku łącznie z unieruchomieniem kończyny górnej (szynowaniem) 30 hands 49,7±9,5 years Immobilization of the upper limb with splinting and laser therapy)	34 ręce (grupa tylko z szynowaniem) 36 rąk (grupa z szynowaniem i laseroterapią) 34 hands (group only with splinting) 36 hands (group with splinting and laser therapy)	Łagodny, umiarkowany/ 12,7±5,6 miesięcy Mild, moderate/ 12,7±5,6 months	Dyskryminacja dwupunktowa Two-point discrimination	Poprawa w obu grupach Improvement in both groups
				NCS: ruchowa latencja końcowa, szybkość przewodzenia we włknach czuciowych NCS: sensory and motor terminal latency, conduction velocity in sensory fibers	Poprawa w obu grupach Improvement in both groups
Dincer i in. 2009 [17] Dincer et al. 2009 [17]				VAS (ból) CTS SSS CTS FSS VAS (pain) CTS SSS CTS FSS	Poprawa we wszystkich grupach ale największa gdy stosowano laseroterapię Poprawa we wszystkich grupach Improvement in all groups, but the greatest when laser therapy was used Improvement in all groups
				NCS: ruchowa latencja końcowa, szybkość przewodzenia we włknach czuciowych NCS: motor terminal latency, conduction velocity in sensory fibers	Szybkość przewodzenia we włknach czuciowych – poprawa we wszystkich grupach największa gdy stosowano laseroterapię. Ruchowa latencja końcowa – poprawa tylko w grupach z laseroterapią lub ultradźwiękami Conduction velocity in sensory fibers – Improvement in all groups but the greatest when laser therapy was used motor terminal latency – improvement only in groups with laser or ultrasound therapy
				Satisfakcja pacjenta z efektów terapii – ocena subiektywna Patient's satisfaction with effects of therapy – subjective assessment	Największa poprawa w grupie z laseroterapią the greatest when laser therapy was used

<p>Baysal i in. 2006 [15] Baysal et al. 2006 [15]</p>	<p>24 osoby 42-58 lat 12 osób – ultradźwięki łącznie z szynowaniem oraz 12-osobowa grupa z szynowaniem, neuromobilizacją i ultradźwiękami łącznie z unieruchomieniem kończyny górnej (szynowaniem) 24 people 42-58 years 12 people – ultrasound plus splinting and 12 people group with splinting and neural mobilization and ultrasound</p>	<p>12 osób (grupa z szynowaniem i neuromobilizacją) 12 people (group with splinting and neural mobilization)</p>	<p>Łagodny i umiarkowany/ średnio ok. 18 miesięcy <i>Mild, moderate / Average about 18 months</i></p>	<p>Test Phalena, Tinela Dyskryminacja dwupunktowa <i>Phalen, Tinell Tests Two-point discrimination</i></p>	<p>Poprawa we wszystkich grupach <i>Brak poprawy Improvement in all groups No improvement</i></p> <p>Poprawa we wszystkich grupach <i>Improvement in all groups</i></p> <p>Poprawa siły chwytów we wszystkich grupach <i>Improvement of grip strength in all groups</i></p> <p>Skrócenie tylko latencji końcowej w grupie gdzie stosowano ćwiczenia poślizgowe oraz szynowanie <i>Shortening of sensory terminal latency only in the group with gliding exercises and splinting</i></p> <p>Poprawa szybkości przewodzenia w obu grupach, różnice w amplitudzie czuciowej (na korzyść ultradźwięków) <i>Improvement in conduction velocity in both groups, differences in sensory amplitude (on favor of ultrasound)</i></p> <p>Zmniejszenie bólu – różnica na korzyść ultradźwięków <i>Pain reduction – difference in favor of ultrasound</i></p> <p>Poprawa siły chwytu dwupunktowego (przewaga w grupie z ultradźwiękami) <i>Improvement in pinch grip strength (advantage of the group with ultrasound)</i></p> <p>Różnica w czuciowej latencji końcowej oraz ruchowej i czuciowej amplitudzie na korzyść ultradźwięków <i>Differences in sensory terminal latency and motor and sensory amplitude on favor of ultrasound</i></p>
<p>Piravej i Boonhong 2004 [12] Piravej and Boonhong 2004 [12]</p>	<p>15 rąk (doustna farmakoterapia) 15 hands (oral pharmacotherapy)</p>	<p>Łagodny i umiarkowany/ BD <i>Mild, moderate / ND</i></p>	<p>NCS: czuciowa latencja końcowa, ruchowa latencja końcowa <i>NCS: sensory terminal latency, motor terminal latency</i></p> <p>NCS: szybkość przewodzenia oraz amplituda <i>NCS: conduction velocity and amplitude</i></p>	<p>VAS (ból) VAS (pain)</p>	<p>Poprawa siły chwytu globalnego i dwupunktowego <i>Global and pinch grip strength</i></p> <p>NCS: latencja końcowa czuciowa i ruchowa, czuciowa i ruchowa amplituda <i>NCS: sensory and motor terminal latency sensory and motor amplitude</i></p>
<p>Bakhtari i Rashidy-Pour 2004 [11] Bakhtari and Rashidy-Pour 2004 [11]</p>	<p>45 osób (laseroterapia) 45 hands (laser therapy)</p>	<p>Łagodny i umiarkowany/ średnio ok. 7 miesięcy <i>Mild, moderate / Average about 7 months</i></p>	<p>VAS (ból) VAS (pain)</p>	<p>Poprawa siły chwytu dwupunktowego (przewaga w grupie z ultradźwiękami) <i>Improvement in pinch grip strength (advantage of the group with ultrasound)</i></p> <p>Różnica w czuciowej latencji końcowej oraz ruchowej i czuciowej amplitudzie na korzyść ultradźwięków <i>Differences in sensory terminal latency and motor and sensory amplitude on favor of ultrasound</i></p>	<p>Poprawa siły chwytu dwupunktowego (przewaga w grupie z ultradźwiękami) <i>Improvement in pinch grip strength (advantage of the group with ultrasound)</i></p> <p>Różnica w czuciowej latencji końcowej oraz ruchowej i czuciowej amplitudzie na korzyść ultradźwięków <i>Differences in sensory terminal latency and motor and sensory amplitude on favor of ultrasound</i></p>

BD – brak danych / ND – no data
NS – różnica nieistotna statystycznie / NS – statistically insignificant difference
VAS – skala wzrokowo-analogowa bólu / VAS – Visual Analogue Scale
NCS – badanie przewodnictwa nerwowego / NCS – Nerve Conduction Study
CTS SSS – skala ciężkości objawów zkn / CTS SSS – Carpal Tunnel Syndrome Symptom Severity Scale
CTS FSS – skala stanu czynnościowego ręki / CTS FSS – Carpal Tunnel Syndrome Functional Status Scale

Tabela 3. Zestawienie efektów terapeutycznych programów leczniczych z udziałem ultradźwięków w leczeniu zespołu kanału nadgarstka
 Table 3. A comparative compilation of beneficial effects of therapeutic programs with the use of ultrasound in the treatment of carpal tunnel syndrome

Autor Rok publikacji Author Publication year	Liczba badanych/ Wiek badanych Number of subjects/ Age of subjects	Stopień zaawansowania zkn/ Czas trwania CTS severity/duration	Ocena Assessment	Istotne efekty terapeutyczne ultradźwięków Significant beneficial effects of ultrasound
Kwolek i Zwolińska 2009 [13] Kwolek and Zwolińska 2009 [13]	61 osób 18–79 lat dodatkowo masaż wirowy oraz automobilizację nerwu pośrodkowego i splotu ramiennego 61 people 18–79 years Plus vortex massage and self-mobilization of the median nerve and brachial plexus	Łagodny, umiarkowany i zaawansowany BD Mild, moderate and severe ND	Subiektywne objawy kliniczne: ból, drętwienie, mrowienie, sztywność poranna oraz problemy w samoobsłudze i czynnościach życia codziennego Subjective clinical symptoms: pain, numbness, formication, morning stiffness and problems with self-care and activities of daily living Zaburzenia czucia, zaburzenia wegetatywne i objaw butelki Luthy'ego, dyskryminacja dwupunktowa? Sensory disturbances, vegetative disturbances and Luthy's bottle sign, two-point discrimination Test Phalena odwrócony, test Tinela, test opaski uciskowej Phalen test, reverse Phalen test Tinel test, tourniquet test Siła mięśniowa Zakres ruchu stawów ręki Muscle strength Range of the motion of the hand NCS: czuciowa i ruchowa latencja końcowa, szybkość przewodzenia, amplituda odpowiedzi wywołanej w nerwie pośrodkowym NCS: sensory and motor terminal latency, conduction velocity, response amplitude provoked in the median nerve	Poprawa objawów subiektywnych z wyjątkiem mrowienia dziennego Improvement in subjective symptoms except for day formication, Improvement in self-care Poprawa Improvement NS NS Poprawa w obu aspektach Improvement in both aspects Poprawa tylko dla latencji ruchowej? Improvement in motor terminal latency
Zwolińska i in. 2007 [14] Zwolińska et al. 2007 [14]	30 osób (50 rąk) BD dodatkowo masaż wirowy oraz auto- mobilizację nerwu pośrodkowego i splotu ramiennego 30 people (50 hands) ND Plus vortex massage and self-mobilization of the median nerve and brachial plexus	Łagodny, umiarkowany i zaawansowany/ BD Mild, moderate and severe/ ND	Objawy kliniczne: ból, drętwienie, mrowienie, sztywność poranna oraz problemy w samoobsłudze i czynnościach życia codziennego Clinical symptoms: pain, numbness, formication, morning stiffness and problems with self-care and activities of daily living Zaburzenia czucia, zaburzenia wegetatywne i objaw butelki Luthy'ego, dyskryminacja dwupunktowa Sensory disturbances, vegetative disturbances and Luthy's bottle sign, two-point discrimination NCS: czuciowa i ruchowa latencja końcowa, szybkość przewodzenia, amplituda odpowiedzi wywołanej w nerwie pośrodkowym NCS: sensory and motor terminal latency, conduction velocity, response amplitude provoked in the median nerve	Redukcja bólu nocnego i dziennego Poprawa w zakresie samoobsługi Reduction in day and night pain Improvement in self-care Poprawa w zakresie zaburzeń wegetatywnych Improvement in vegetative disturbances NS NS NS NS NS NS

<p>Dakowicz i Latosiewicz 2005 [2] Dakowicz i Latosiewicz 2005 [2]</p>	<p>40 osób 30–72 lata łącznie z jonoforezą z hydrokortyzolem 40 people 30–72 years Plus iontophoresis and hydrocortisone</p>	<p>Łagodny, umiarkowany i zaawansowany/ 5–28 miesięcy Mild, moderate and severe/ 5–28 months</p>	<p>VAS (ból) Ból, parestezje VAS (pain) Pain, paresthesias</p> <p>Test Phalena, test Tinela, dyskryminacja dwupunktowa, test uciskowy Phalen test, Tinel test, tourniquet test, two-point discrimination</p>	<p>Zmniejszenie dolegliwości bólowych, zarówno w dzień jak i w nocy oraz parestezji – największe dla łagodnego stopnia zkn Reduction in pain ailments both day and night and paresthesias – the greatest in the case of mild CTS</p> <p>Poprawa w testach prowokacyjnych tylko w grupie pacjentów o umiarkowanym przebiegu zkn Improvement in provocation tests only in the group of patients with moderate CTS</p>
---	---	---	--	---

BD – brak danych

ND – no data

NS – różnica nieistotna statystycznie

NS – statistically insignificant difference

VAS – skala wzrokowo-analogowa bólu

VAS – Visual Analogue Scale

NCS – badanie przewodnictwa nerwowego

NCS – Nerve Conduction Study

CTS SSS – skala ciężkości objawów zkn

CTS SSS – Carpal Tunnel Syndrome Symptom Severity Scale

CTS FSS – skala stanu czynnościowego ręki

CTS FSS – Carpal Tunnel Syndrome Functional Status Scale

burzeń czucia, zaburzeń wegetatywnych), samoobsługi jak i stanu czynnościowego ręki (zwiększenie siły chwytu i zakresu ruchu w stawach ręki). Także wyniki badań neurofizjologicznych w tym głównie latencji ruchowej uległy znaczącej poprawie niezależnie od zastosowanego programu terapeutycznego. Wykazano porównywalną efektywność analizowanych dawek natężenia promieniowania ultradźwiękowego, natomiast przy porównaniu rodzaju fali lepsze rezultaty uzyskała grupa, w której stosowano falę impulsową.

Parametry techniczne ultradźwięków prezentowane w przeglądzie piśmiennictwa.

Przy analizie parametrów technicznych zabiegów sonoterapii wykorzystywanych w leczeniu pacjentów z zkn stwierdza się dużą rozbieżność. Stosowane natężenie fali ultradźwiękowej wynosi od 0,3 do 1,5 W/cm², a czas trwania zabiegu od 3 do 15 minut. Niektórzy autorzy zalecają stosowanie ultradźwięków o natężeniu 0,3–0,8 W/cm² i czasie trwania zabiegu od 6 do 8 min. [13,15]. Zwolińska i wsp. [14] oraz Kwolek i Zwolińska [13] oceniali skuteczność terapii w zależności od parametrów fali ultradźwiękowej. Stosowali oni falę ciągłą o natężeniu 0,3 W/cm² i czasie trwania zabiegu 8 minut lub o natężeniu 0,6 W/cm² i czasie trwania 4 min. oraz falę impulsową o współczynniku wypełnienia 1:5, natężeniu 0,6 W/cm² i czasie trwania 8 min. Zabiegi były wykonywane na okolicę nadgarstka. Wykazano korzystniejsze oddziaływanie fali impulsowej w odniesieniu do fali ciągłej i porównywalne efekty lecznicze analizowanych dawek ultradźwięków. Z kolei Baysal i wsp. [15] oceniali skuteczność ultradźwięków stosując falę ciągłą o natężeniu 1,0 W/cm² i częstotliwości 1 MHz. Zabiegi były stosowane znacznie dłużej – 15 minut każdy. Leczenie obejmowało 15 zabiegów, wykonywanych na powierzchnię dłoniową nadgarstka. Natomiast Dakowicz i Latosiewicz [2] zalecają mniejsze dawki od 0,5 do 0,8 W/cm². W badaniach zastosowali ultradźwięki o częstotliwości 1 MHz i współczynniku wypełnienia 1:4. Terapia obejmowała 10 zabiegów o czasie trwania od 3 do 6 minut. Były one stosowane nad kanałem nadgarstka. Podobne parametry zabiegów zastosowali Piravej i Boonhong [12]. Używali oni ultradźwięków o natężeniu 0,5 W/cm². Zabiegi wykonywano na powierzchnię dłoniową nadgarstka przez 10 min., 5 dni w tygodniu przez 4 tygodnie. Natomiast Bakhtiary i Rashidy-Pour [11] w swoich badaniach wykonywali zabiegi z użyciem ultradźwięków o fali ciągłej i natężeniu 1,0 W/cm², częstotliwości 1 MHz i współczynniku wypełnienia 1:4. Były one stosowane nad kanałem nadgarstka przez 15 min., 15 razy. Ebenbichler i in. [10] zastosowali podobne parametry zabiegów. W leczeniu używano falę ciągłą o natężeniu 1,0 W/cm² i współczynniku wypełnienia 1:4, aplikowaną na tę samą, co w powyższym badaniu, okolicę przez 15 min. Terapia obejmowała 20 zabiegów, 10 pierwszych wykonywano 5 dni w tygodniu, a 10 kolejnych 2 razy w tygodniu. Takie samo natężenie, rodzaj fali oraz miejsce zabiegów aplikowali również inni autorzy [17], skracając jednak czas działania ultradźwięków do 3 min., a cykl terapeutyczny do 10 zabiegów. Oztas i in. [9] wprowadzili większe dawki ultradźwięków, tj. 0,8 oraz 1,5 W/cm² i o częstotliwości 3 MHz. Były one wykonywane na powierzchnię dłoniową nadgarstka przez 5 minut. Zastosowano 10 zabiegów w ciągu 2 tygodni. Autorzy oceniali skuteczność ultradźwięków w zależności od ich natężenia i nie wykazali różnic istotnych statystycznie pomiędzy oddziaływaniem tych dawek na stan kliniczny i parametry w badaniu NCS chorych z zkn. Na te analizowanych prac wyróżnia się badanie Bilgici i wsp. [16], w którym autorzy jako jed-

zaburzeń, zaburzeń wegetatywnych), self-care and functional state of the hand (increase in handgrip strength and range of motion of the joints of the hand). Also results of the neurophysiological examinations, especially motor latency, showed a considerable improvement, irrespective of which therapeutic program had been applied. The study demonstrated a comparable efficacy of the analyzed doses of ultrasonic radiation intensity, whereas when modes of waves were compared the better results were achieved by the group where pulsed wave had been used.

Technical parameters of ultrasound discussed in the literature review

Analyzing technical parameters of sonotherapy used in the treatment of patients with CTS, it appears there is a great discrepancy among them. The intensity of the ultrasonic wave varies from 0.3 to 1.5 W/cm², and the duration of an intervention from 3 to 15 minutes. Some authors recommend using ultrasound intensities of 0.3–0.8 W/cm² and the duration of an intervention from 6 to 8 minutes [13, 15]. Zwolińska et al. [14] as well as Kwolek and Zwolińska [13] analyzed the efficacy of therapy according to the parameters of ultrasonic wave. They used either continuous wave with an intensity of 0.3 W/cm² and an 8-minute treatment session, or continuous wave with an intensity of 0.6 W/cm² and a 4-minute treatment session, or pulsed wave with a duty cycle of 1:5, an intensity of 0.6 W/cm² and a 8-minute treatment session. The treatment was applied to the wrist area. The results showed a more effective action of pulsed wave when compared with continuous wave, while the efficacy of the tested doses of ultrasound were comparable. Baysal et al. [15] assessed efficacy of ultrasound using a continuous wave with an intensity of 1.0 W/cm² and at a frequency of 1 MHz. However, a single treatment session lasted considerably longer – 15 minutes. The therapy consisted of 15 treatment sessions applied to the palmar surface of the wrist. Whereas Dakowicz and Latosiewicz [2] recommend smaller doses 0.5 to 0.8 W/cm². They used ultrasound at a frequency of 1 MHz and a duty cycle of 1:4. The therapy consisted of 10 treatment sessions of duration that varied from 3 to 6 minutes, and they were applied to the carpal tunnel. Similar parameters of ultrasound treatment sessions were used by Piravej and Boonhong [12]. They used ultrasound of an intensity of 0.5 W/cm² and applied it to the palmar surface of the wrist for 10 minutes daily 5 times a week for 4 weeks. Whereas Bakhtiary and Rashidy-Pour [11] adopted to their study ultrasound of continuous wave and intensity of 1.0 W/cm², frequency of 1 MHz and duty cycle of 1:4. The ultrasound treatment was applied to the carpal tunnel and lasted for 15 minutes, and repeated 15 times. Ebenbichler et al. [10] adopted similar parameters of treatment. They used continuous wave of an intensity of 1.0 W/cm² and duty cycle of 1:4, applied to the same area as in the previously discussed study for 15 minutes per session. The whole therapy consisted of 20 sessions: the first 10 were performed daily 5 times a week, and the successive 10 were performed twice a week. The same intensity, mode of wave and the applied area were also used by other authors [17], however they shortened the duration of ultrasound treatment session to 3 minutes and the whole therapy to 10 sessions. Oztas et al. [9] introduced higher doses of ultrasound, i.e. 0.8 and 1.5 W/cm² and frequency of 3 MHz and applied ultrasound to the palmar surface of the wrist for 5 minutes. The therapy consisted of 10 treatment sessions applied in 2 weeks. They assessed the effectiveness of ultrasound according to its intensity and they did not report statistically significant

Tabela 4. Zestawienie parametrów technicznych ultradźwięków stosowanych w leczeniu zespołu kanału nadgarstka
 Table 4. A comparative compilation of technical parameters of ultrasound in the treatment of carpal tunnel syndrome

Autor Rok publikacji Author Publication year	Parametr Parameter				
	Natężenie/rodzaj fali Współczynnik wypełnienia Intensity/wave mode Duty cycle	Częstotliwość Frequency	Miejsce nadźwiękowania Area of ultrasound application	Czas zabiegu Duration of a session	Liczba zabiegów Number of sessions
Bilgici i in. 2010 [16] Bilgici et al. 2010 [16]	1.5 W/cm ² / impulsowa / BD 1.5 W/cm ² / pulsed / BD	3 MHz 3 MHz	Aplikacja pod wodą Application under the water	5 min 5 min	20 (5 x tydzień przez 4 tygodnie) 20 (5 x week for 4 weeks)
Dincer i in. 2009 [17] Dincer et al. 2009 [17]	1.0 W/cm ² / ciągła 1.0 W/cm ² / continuous	3 MHz 3 MHz	Nad kanałem nadgarstka Over the carpal tunnel of the wrist	3 min 3 min	10 (5 x tydzień przez 2 tygodnie) 10 (5 x week for 2 weeks)
Kwolek i Zwolińska 2009 [13] Kwolek and Zwolińska 2009 [13]	0.3 W/cm ² / ciągła 0.3 W/cm ² / continuous	BD ND	Okolice kanału nadgarstka Around the carpal tunnel of the wrist	8 min 8 min	BD ND
	0.6 W/cm ² / ciągła 0.6 W/cm ² / continuous			4 min 4 min	
	0.6 W/cm ² / impulsowa / 1:5 0.6 W/cm ² / pulsed / 1:5			8 min 8 min	
Zwolińska i in. 2007 [14] Zwolińska et al. 2007 [14]	0.3 W/cm ² / ciągła 0.3 W/cm ² / continuous	BD ND	Okolice kanału nadgarstka Around the carpal tunnel of the wrist	8 min 8 min	BD ND
	0.6 W/cm ² / ciągła 0.6 W/cm ² / continuous			4 min 4 min	
	0.6 W/cm ² / impulsowa / 1:5 0.6 W/cm ² / pulsed / 1:5			8 min 8 min	
Baysal i in. 2006 [15] Baysal et al. 2006 [15]	1.0 W/cm ² / BD / impulsowa / 1:4 1.0 W/cm ² / BD / pulsed / 1:4	1 MHz 1 MHz	Powierzchnia dionowa nadgarstka Palmar surface of the wrist	15 min 15 min	15 (5 x tydzień przez 3 tygodnie) 15 (5 x week for 3 weeks)

Tabela 4. Zestawienie parametrów technicznych ultradźwięków stosowanych w leczeniu zespołu kanału nadgarstka – cd.
Table 4. A comparative compilation of technical parameters of ultrasound in the treatment of carpal tunnel syndrome – cont.

Autor Rok publikacji Author Publication year	Parametr Parameter				
	Natężenie/rodzaj fali Współczynnik wypełnienia Intensity/wave mode Duty cycle	Częstotliwość Frequency	Miejsce nadźwiękowania Area of ultrasound application	Czas zabiegu Duration of a session	Liczba zabiegów Number of sessions
Dakowicz i Latosiewicz 2005 [2] Dakowicz i Latosiewicz 2005 [2]	0,5–0,8 W/cm ² / impulsowa / 1:4 0,5–0,8 W/cm ² / pulsed / 1:4	1 MHz 1 MHz	Nad kanalem nadgarstka Over the carpal tunnel of the wrist	3–6 min 3–6 min	10 10
Piravej i Boonhong 2004 [12] Piravej and Boonhong 2004 [12]	0,5 W/cm ² / ciągła 0,5 W/cm ² / continuous	BD ND	Powierzchnia dłoniowa nadgarstka Palmar surface of the wrist	10 min 10 min	20 (5 dni w tygodniu przez 4 tygodnie) 20 (5 x week for 4 weeks)
Bakhtariy i Rashidy-Pour 2004 [11] Bakhtariy and Rashidy-Pour 2004 [11]	1,0 W/cm ² / impulsowa / 1:4 1,0 W/cm ² / pulsed / 1:4	1 MHz 1 MHz	Nad kanalem nadgarstka Over the carpal tunnel of the wrist	15 min 15 min	15 15
Ebenbichler i in. 1998 [10] Ebenbichler et al. 1998 [10]	1,0 W/cm ² / impulsowa / 1:4 1,0 W/cm ² / pulsed / 1:4	1 MHz 1 MHz	Nad kanalem nadgarstka Over the carpal tunnel of the wrist	15 min 15 min	20 (5 x tydzień przez 2 tygodnie, 10 kolejnych 2 razy w tygodniu) 20 (5 x week for 2 weeks , 10 successive- ve sessions 2 x week)
Oztaş i in. 1998 [9] Oztaş et al. 1998 [9]	1,5 W/cm ² / ciągła 1,5 W/cm ² / continuous 0,8 W/cm ² / ciągła 0,8 W/cm ² / continuous	3 MHz 3 MHz	Powierzchnia dłoniowa nadgarstka Palmar surface of the wrist	5 min 5 min	10 (5 x tydzień przez 2 tygodnie) 10 (5 x week for 2 weeks)

BD – brak danych / ND – no data

ni stosowali falę ultradźwiękową pod wodą (1,5 W/cm², 3 MHz, 5 min.) w cyklu 20 zabiegów przez 4 tygodnie. Dokładne przedstawienie zastosowanych parametrów w wyżej wymienionych pracach przedstawia tabela 4.

Podsumowanie

Przedstawione doniesienia dotyczące skuteczności ultradźwięków w leczeniu pacjentów z zkn oparte były na grupach o zróżnicowanej liczebności (od 18 do 95), z uczestnikami w wieku od 28 do 72 lat o różnym stopniu zaawansowania zkn (od łagodnego do zaawansowanego). Najczęściej uzyskane w badaniach rezultaty odnoszono do efektów osiągniętych po zastosowaniu innych nieoperacyjnych metod terapeutycznych: laseroterapii [11,17], farmakoterapii [12,16] i neuromobilizacji [15]. W analizowanych programach terapeutycznych, poza ultradźwiękami, stosowano dodatkowo masaż wirowy, neuromobilizacje oraz unieruchomienie kończyny górnej [13, 14] lub jonoforezę [2]. Porównywano również skuteczność ultradźwięków z oddziaływaniem placebo [9, 10]. Większość badań była randomizowana [10, 11, 13–17], natomiast niektóre doniesienia nie miały grupy kontrolnej lub odniesienia [2, 13, 14].

U badanych oceniano przede wszystkim poprawę w zakresie: objawów klinicznych (ból, mrowienie, drętwienie), często za pomocą skal np. VAS, CTS SSS, CTS FSS, siły chwytu globalnego i dwupunktowego mierzonej dynamometrem. Dokonywano też oceny skuteczności sonoterapii za pomocą parametrów badania NCS, przede wszystkim latencji końcowej we włóknach czuciowych lub ruchowych nerwu pośrodkowego. Po przeprowadzonych cyklach terapeutycznych w większości prac odnotowano znamienne polepszenie w zakresie ocenianych aspektów klinicznych. Poprawy w badaniach elektrofizjologicznych nie potwierdzali tylko Oztas i wsp. [9] oraz Zwolińska i wsp. [14]. Natomiast w badaniach Piraveja i Boonhonga [12] oraz Bakhtiary'ego i Rashidy-Poura [11] wykazano znaczącą statystycznie przewagę skuteczności ultradźwięków nad grupą odniesienia. W jednym doniesieniu inna metoda lecznicza okazała się efektywniejsza [17].

Parametry zabiegów dobierane były także w różny sposób. Ultradźwięki były aplikowane z dawką od 0,3 do 1,5 W/cm² i częstotliwością od 1 do 3 MHz. Różnił się też wybór fali, która była albo ciągła [12–14, 17] albo impulsowa [2, 10, 11, 14, 16]. Czas zabiegów mieścił się w zakresie od 3 do 15 min., natomiast liczba zabiegów w serii wynosiła zwykle 10 [2, 9, 17], chociaż maksymalnie do 20 [10, 12, 16]. Jedynie co do miejsca nadźwiękowania autorzy byli zgodni – była to powierzchnia dłoniowa nadgarstka. W jednym badaniu stosowano aplikację ultradźwięków pod wodą [16].

Opisywane w tej pracy wyniki badań w dużej mierze potwierdzają przydatność ultradźwięków w leczeniu chorych z zkn. Jednak niejednorodność grup klinicznych i odniesienia oraz różnorodność stosowanych parametrów fali ultradźwiękowej wskazują na konieczność dalszego prowadzenia badań naukowych w tym zakresie.

differences between the effect of the ultrasound doses on the clinical state and NCS parameters of patients with CTS. There is one study that differs from all the others, it is the one carried out by Bilgici et al. [16]; they were the only ones who used ultrasonic wave under the water (1.5 W/cm², 3 MHz, 5 minutes). The therapy consisted of 20 treatment sessions and lasted for 4 weeks. The detailed comparative compilation of the parameters used in the above discussed studies are shown in tab. 4.

Conclusions

The studies on the efficacy of ultrasound in the treatment of patients with CTS presented in this paper based on samples of various size (from 18 to 95), moreover the participants' age ranged from 28 to 72 years and they also had different levels of severity of CTS (from mild to severe). In most cases the outcomes of the studies were confronted with the effects achieved after application of other non-surgical therapeutic methods: laser therapy [11, 17], pharmacotherapy [12, 16] and neural mobilization [15]. The discussed therapeutic programs included, apart from ultrasound, vortex massage, neural mobilization and immobilization of the upper limb [13, 14] or iontophoresis [2]. Also the efficacy of ultrasound was compared with that of placebo [9, 10]. Most of the studies based on randomized trials [10, 11, 13–17], while some studies did not use a control or reference group [2, 13, 14].

The presented studies assessed mainly improvement in: clinical symptoms (pain, formication, numbness) using assessment scales, e.g. VAS, CTS SSS, CTS FSS, global and pinch handgrip strength measured by a dynamometer. Also the efficacy of sonotherapy was measured using the NCS parameters, especially terminal latency in sensory or motor fibers of the median nerve. Most studies report a considerable improvement in the tested clinical aspects after therapeutic programs. Such improvement in electrophysiological tests is not confirmed only by Oztas et al. [9] and Zwolińska et al. [14]. Whereas Piravej and Boonhong [12] as well as Bakhtiary and Rashidy-Poura [11] show a statistically significant difference in favor of ultrasound when compared with a reference group. Only in one case it was the other therapy that resulted more effective than ultrasound [17].

Parameters of trials were selected in various ways. Ultrasound was applied with an intensity that ranged from 0.3 to 1.5 W/cm² and at frequency from 1 to 3 MHz. Also wave modes were different, which could be continuous [12–14, 17] or pulsed [2, 10, 11, 14, 16]. Duration of treatment sessions ranged from 3 to 15 minutes, whereas its number was usually 10 [2, 9, 17], but it never exceeded 20 [10, 12, 16]. Researchers had only one common parameter; it was the area where ultrasound treatment was applied, i.e. the palmar surface of the wrist. In one study the ultrasound treatment was applied under the water [16].

The findings of the studies confirm, to a great extent, the efficacy of ultrasound in the treatment of people with CTS. However, heterogeneity of clinical and reference groups and a large diversity of adopted parameters of ultrasonic wave suggest there is a need for further research in this field.

Piśmiennictwo

References

- [1] Banach M., Bogucki A. *Zespoły z ucisku: diagnostyka i leczenie*, [w:] Banach M., Bogucki A. (red.), Medycyna Praktyczna, Kraków, 2003, 31–133.
- [2] Dakowicz A., Latosiewicz R. *The value of iontophoresis combined with ultrasound in patients with the carpal tunnel syndrome*. Roczn. Akad. Med. Białymst., 2005, 50, Suppl. 1, 196–198.
- [3] Kmieciak Ł., Krekora K. *Etiologia i patofizjologia uszkodzenia nerwu pośrodkowego w zespole cieśni nadgarstka*. Kwart. Ortop., 2007, 66, 2, 128–137.
- [4] Weintraub M.I., Cole S.P. *A randomized controlled trial of the effects of a combination of static and dynamic magnetic fields on carpal tunnel syndrome*. Pain Med., 2008, 9, 5, 493–504.
- [5] Ginszt A., Kuliński W. *Ocena zastosowania zmiennego pola magnetycznego niskiej częstotliwości w leczeniu niezaawansowanych i idiopatycznych postaci zespołu kanału nadgarstka*. Balneol. Pol., 2002, 154, 7, 57–63.
- [6] Dzierżanowski M. i wsp. *Zespół cieśni kanału nadgarstka – etiologia, diagnostyka i leczenie*. Kwart. Ortop., 2008, 1, 39–56.
- [7] Kramer J.F. *Effect of therapeutic ultrasound intensity on subcutaneous tissue temperature and ulnar nerve conduction velocity*. Am. J. Phys. Med., 1989, 64, 1–9.
- [8] Hong C.Z., Liu H.H., Yu J. *Ultrasound thermotherapy effect on the recovery of nerve conduction in experimental compression neuropathy*. Arch. Phys. Med. Rehabil., 1988, 69, 410–414.
- [9] Oztas O. i wsp. *Ultrasound therapy effect in carpal tunnel syndrome*. Arch. Phys. Med. Rehabil., 1998, 79, 12, 1540–1544.
- [10] Ebenbichler G.R. i wsp. *Ultrasound treatment for treating the carpal tunnel syndrome: randomised “sham” controlled trial*. BMJ, 1998, 316, 7133, 731–735.
- [11] Bakhtiary A.H., Rashidy-Pour A. *Ultrasound and laser therapy in the treatment of carpal tunnel syndrome*. Aust. J. Physiother., 2004, 50, 3, 147–151.
- [12] Piravej K., Boonhong J. *Effect of ultrasound thermotherapy in mild to moderate carpal tunnel syndrome*. J. Med. Assoc. Thai., 2004, 87, Suppl. 2, S100–106.
- [13] Kwolek A., Zwolińska J. *Skuteczność wybranych parametrów fali ultradźwiękowej w leczeniu zachowawczym zespołu cieśni kanału nadgarstka*. Prz. Med. Uniw. Rzesz., 2009, 3, 260–268.
- [14] Zwolińska J. i wsp. *Skuteczność wybranych metod fizjoterapii w leczeniu zachowawczym zespołu cieśni nadgarstka (zcn)*. Prz. Med. Uniw. Rzesz., 2007, 3, 239–244.
- [15] Baysal O. i wsp. *Comparison of three conservative treatment protocols in carpal tunnel syndrome*. Int. J. Clin. Pract., 2006, 60, 7, 820–828.
- [16] Bilgici A. i wsp. *The comparison of ultrasound treatment and local steroid injection plus splinting in the carpal tunnel syndrome: a randomized controlled trial*. Bratisl. Lek. Listy, 2010, 111, 12, 659–665.
- [17] Dincer U. i wsp. *The effectiveness of conservative treatments of carpal tunnel syndrome: splinting, ultrasound and low level laser therapies*. Photomed. Laser Surg., 2009, 27, 1, 119–125.

Adres do korespondencji:
Address for correspondence:

Zuzanna Bartkowiak
Pracownia Elektrodiagnostyki Medycznej
Uniwersytet Medyczny w Poznaniu
ul. Przybyszewskiego 49
60-355 Poznań
tel./fax: 618691846
e-mail: bartzu@ump.edu.pl

Wpłynęło/Submitted: I 2012
Zatwierdzono/Accepted: IX 2012