

Ocena skuteczności dwóch różnych procedur terapeutycznych w leczeniu zachowawczym zespołu cieśni nadgarstka

Assessment of the effectiveness of two different physiotherapy procedures in the conservative treatment of carpal tunnel syndrome

Agnieszka Dakowicz¹, Anna Kuryliszyn-Moskal¹, Robert Latosiewicz¹, Jacek Kita¹, Robert Pogorzelski²

¹Klinika Rehabilitacji Uniwersyteckiego Szpitala Klinicznego w Białymstoku, kierownik Kliniki dr hab. med. Anna Kuryliszyn-Moskal

²Klinika Neurologii Uniwersyteckiego Szpitala Klinicznego w Białymstoku, kierownik Kliniki prof. dr hab. med. Wiesław Drozdowski

Słowa kluczowe: biostymulacja laserowa, impulsowe pole magnetyczne, zespół cieśni nadgarstka.

Key words: laser biostimulation, pulsed electromagnetic field, carpal tunnel syndrome.

Streszczenie

Celem pracy było porównanie skuteczności dwóch różnych procedur fizjoterapeutycznych z zastosowaniem impulsowego pola magnetycznego (M) oraz terapii łączonej, obejmującej biostymulację laserową i użycie impulsowego pola magnetycznego (L+M) w leczeniu chorych z zespołem cieśni nadgarstka (ZCN).

Badaniami objęto 40 pacjentów z rozpoznaniem idiopatycznego ZCN, u których przeprowadzono ocenę kliniczną, obejmującą stopień nasilenia bólu wg skali VAS, testy funkcjonalne, obecność parestezji i bólu, w następujących etapach: przed leczeniem, po pierwszej serii, po dwutygodniowej przerwie między seriami, po drugiej serii oraz po 6 miesiącach od zakończenia leczenia. Obie serie zabiegów były przeprowadzane codziennie w dni powszednie przez 10 dni. Wszyscy pacjenci zostali zakwalifikowani do dwóch grup: grupy I (20 pacjentów, 33 nadgarstki) – leczonej M, i grupy II (20 pacjentów, 34 nadgarstki) – leczonej L+M.

W obu grupach po pierwszej i drugiej serii leczenia obserwowano zmniejszenie stopnia nasilenia bólu, liczby pacjentów zgłaszających ból dzienny i nocny oraz wykazujących dodatnie testy funkcjonalne. Sześć miesięcy po zakończeniu terapii obserwowano w grupie II znamienne statystycznie poprawę w zakresie zmniejszenia liczby chorych zgłaszających subiektywne dolegliwości i występowanie dodatnich testów funkcjonalnych.

Wyniki potwierdzają, że obie procedury terapeutyczne powinny być stosowane w przynajmniej dwóch seriach, natomiast największą skuteczność obserwowano zaraz po drugiej serii. Efekt terapeutyczny utrzymywał się przez 6 miesięcy po zakończeniu leczenia. Wykazano, że terapia łączona (L+M) jest skuteczniejsza niż leczenie z zastosowaniem pola magnetycznego.

Summary

The aim of this study was to compare the effects of two different physiotherapy procedures using pulsed electromagnetic field (M) and a combined therapy consisting of laser biostimulation (L) and pulsed electromagnetic field (M) in the treatment of patients with carpal tunnel syndrome (CTS).

Forty patients with the diagnosis of idiopathic CTS were included into the study. Clinical assessment, including pain severity rating on the VAS scale, the presence of paresthesia and functional tests, was conducted at the following stages: before treatment, after the first series, after a two-week break between series, after the second series and six months after the end of treatment. Both series of sessions were performed daily on weekdays for a period of 10 days. All patients were assigned to two groups: group I (20 patients, 33 hands) treated with M and group II (20 patients, 34 hands) treated with M and L therapy.

In both groups, after the first and second series of treatment, a reduction in pain severity, the number of patients with day and night pain and with positive functional tests was observed. Six months after treatment an improvement in pain reduction and functional tests was statistically significant in the second group.

Our findings confirm that both treatment procedures should be applied at least in two series, while the greatest efficacy was observed immediately after the second series. The therapeutic effect was maintained for six months after the end of treatment. The combination of L and M treatment seems to be more effective than M therapy.

Adres do korespondencji:

dr med. Agnieszka Dakowicz, Klinika Rehabilitacji, Uniwersytecki Szpital Kliniczny, ul. M. Skłodowskiej-Curie 24 A, 15-276 Białystok, tel. +48 85 746 81 04, tel./faks +48 85 746 83 15, e-mail: agadak@interia.pl

Praca wpłynęła: 13.04.2010 r.

Wstęp

Zespół cieśni nadgarstka (ZCN) jest uważany za najczęstszą neuropatię uciskową w obrębie kończyny górnej, dotyczącą 1–5% ogólnej populacji [1]. Uważa się, że najbardziej narażone na jego wystąpienie są osoby wykonujące zawody wymagające znacznego, długotrwałego i powtarzalnego obciążenia kończyn górnych, a zwłaszcza przedramion i rąk [2]. Wykazano ponadto znamienne częstsze występowanie ZCN w przebiegu m.in. reumatoidalnego zapalenia stawów (RZS), cukrzycy, nadciśnienia i niedoczynności tarczycy, ciąży, otyłości, a także hormonoterapii [3–8].

Znaczna różnorodność czynników etiopatogenetycznych oraz szeroki zakres zmian metabolicznych prowadzących do zaburzeń mikrokrążenia, obrzęku, bólu, parestezji, a w konsekwencji – nieodwracalnej dysfunkcji nerwu pośrodkowego, sprawiają, że nadal nie ma ujednoczonego schematu postępowania w przebiegu ZCN [9].

Większość autorów jest zdania, że terapię należy rozpocząć od leczenia zachowawczego, a dopiero przy braku efektu klinicznego – rozważyć leczenie operacyjne [10, 11]. W pewnej sprzeczności z tym pozostaje pogląd, że zasadniczą rolę w leczeniu ZCN powinna odgrywać interwencja chirurgiczna, leczenie zachowawcze należy zaś stosować jedynie w okresie oczekiwania na operację [12].

Postępowanie zachowawcze w ZCN obejmuje okresowe unieruchomienie, farmakoterapię oraz stosowanie metod fizykoterapeutycznych, takich jak biostymulacja laserowa lub impulsowe pole magnetyczne. U podstaw metodologicznych tej terapii leży działanie przeciwbólowe, przeciwzapalne, przeciwobrzękowe oraz wpływ na zmianę pobudliwości nerwowej i poprawę przewodnictwa nerwowego [13, 14].

Celem pracy była analiza skuteczności dwóch programów terapeutycznych: magnetoterapii (M) oraz biostymulacji laserowej i magnetoterapii (L+M), przeprowadzona bezpośrednio po zakończeniu leczenia oraz po upływie 6 miesięcy od zakończenia cyklu leczenia.

Materiał i metody

Badaniami objęto 40 pacjentów (36 kobiet i 4 mężczyzn, w wieku średnio ± 53 lata), leczonych w Klinice Rehabilitacji Uniwersytetu Medycznego w Białymstoku, u których na podstawie badania podmiotowego, przedmiotowego oraz elektroneurograficznego (ENG) rozpoznano idiopatyczny zespół cieśni nadgarstka, po wykluczeniu innych przyczyn ZCN. Średni czas trwania choroby w grupie leczonej impulsowym polem magnetycznym małej częstotliwości wynosił $32,4 \pm 21,9$ miesiąca, a w grupie, w której stosowano impulsowe pole magnetyczne i biostymulację laserową, $26,9 \pm 14,2$ miesiąca. U czterech chorych rozpoznano stan ostry, natomiast u pozostałych –

podostry. Na przeprowadzenie badań uzyskano zgodę Komisji Bioetycznej. Kwalifikacja pacjentów do leczenia fizykoterapeutycznego została przeprowadzona wg standardów Amerykańskiej Akademii Neurologicznej [15].

Ocena kliniczna obejmowała stopień nasilenia bólu w skali VAS (od 0 do 10), obecność parestezji dziennej i nocnej oraz badanie przedmiotowe i testy kliniczne (Tinela, Phalena, opaskowy), które przeprowadzono na każdym etapie obserwacji, tzn. przed rozpoczęciem leczenia (etap 0), po pierwszej serii zabiegów – trwającej 10 dni z przerwą sobotnio-niedzielną (etap I), po dwutygodniowej przerwie między seriami (etap II), po drugiej serii 10-dniowej (etap III) oraz po 6 miesiącach od zakończenia leczenia (etap IV).

Chorych przydzielano losowo do dwóch grup. Pierwsza grupa (M) obejmowała 20 osób (6 z jednostronnym oraz 14 z obustronnym ZCN). Na okolicę 34 nadgarstków zastosowano zabiegi magnetoterapii z użyciem impulsowego pola magnetycznego małej częstotliwości. Drugą grupę (L+M) stanowiło 20 chorych (7 z jednostronnym oraz 13 z obustronnym ZCN). Trzydzieści trzy nadgarstki poddano działaniu impulsowego pola magnetycznego małej częstotliwości, a następnie, po 15 min, zabiegom biostymulacji laserowej.

Do zabiegów z użyciem impulsowego pola magnetycznego małej częstotliwości wykorzystano aparat Magnetronic MF-10 [Elektronika i Elektromedycyna (EiE), Otwock] z aplikatorem o średnicy 315 mm. Stosowano następujące parametry: kształt pola magnetycznego – sinusoidalny, indukcja 10–50 GS (1,0–5,0 mT), częstotliwość 10–40 Hz, impuls na zmianę unipolarny z bipolarnym, przerwa w impulsie od 3 s, zmniejszająca się w kolejnych zabiegach co 0,5 s, aż do uzyskania wartości 0, czas zabiegu 10–20 min.

Do zabiegów biostymulacji laserowej wykorzystano aparat produkcji krajowej Physioter D-50 (ZEM MARP Electronic Sp. z o.o., Kraków) z aplikatorem laserowym LAI-71, przystosowanym do pracy impulsowej w zakresie 904 nm. Stosowano następujące parametry: średnia moc (P śr.) – 150 mW, częstotliwość 10 000 Hz, dawka 50 J, czas zabiegu 5 min 33 s.

Ocenę elektroneurofizjologiczną obejmującą określenie latencji czuciowej oraz ruchowej przeprowadzano na podstawie wyników badania ENG. Badanie to wykonywano przed rozpoczęciem leczenia, po drugiej serii zabiegów oraz po 6 miesiącach w Pracowni Neurofizjologii Kliniki Neurologii Uniwersytetu Medycznego w Białymstoku.

Rozpoznanie ZCN ustalono zgodnie z rekomendacją Polskiego Towarzystwa Neurofizjologii Klinicznej, przyjmując następujące kryteria:

- latencja czuciowa > 3,7 ms,
- latencja ruchowa > 4,2 ms,
- szybkość przewodnictwa < 49 m/s [16].

Analizę statystyczną wyników przeprowadzono z użyciem programu Statistica 8.0 (StatSoft, PL). Zgodność analizowanych parametrów z rozkładem normalnym badano testem Kołmogorowa-Smirnowa. W celu porównania parametrów przed wykonaniem zabiegów i po ich przeprowadzeniu stosowano test *t*-Studenta dla prób powiązanych, a w odniesieniu do dwóch różnych grup wykorzystano test *t*-Studenta dla prób niezależnych. Siłę zależności między zmiennymi ciągłymi oceniano, stosując współczynnik korelacji liniowej *r* Pearsona. Współzależności między cechami jakościowymi oceniano testem χ^2 niezależności lub testem dokładnym Fischera. Różnice między średnimi uznawano za istotne, gdy prawdopodobieństwo (*p*) popełnienia błędu pierwszego rodzaju było mniejsze lub równe 0,05.

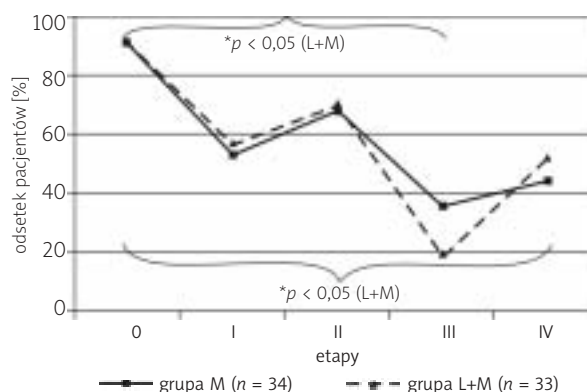
Wyniki

Po pierwszej i drugiej serii zabiegów fizykalnych stwierdzono w obu grupach chorych (M oraz L+M) istotne statystycznie ($p < 0,05$) zmniejszenie liczby osób zgłaszających parestezje dzienne – z 18 (91%) przed rozpoczęciem leczenia do 11 (53%) po pierwszej serii zabiegów oraz do 7 (35%) po drugiej serii w grupie M, natomiast grupie L+M odpowiednio z 18 (91%) przed terapią do 7 (36%) po pierwszej oraz do 4 (18%) po drugiej serii. Po 6 miesiącach od zakończenia leczenia odsetek chorych zgłaszających parestezje dzienne pozostawał nadal znacząco niższy w odniesieniu do liczby pacjentów na początku terapii ($p < 0,05$). W zakresie parestezji nocnych poprawę obserwowano zarówno po pierwszej, jak i po drugiej serii zabiegów w obu grupach chorych. W grupie M liczba pacjentów zmniejszyła się z 19 (94%) przed rozpoczęciem terapii do 12 (59%) po zakończeniu pierwszej serii zabiegów oraz do 10 (50%) po drugiej serii. W grupie L+M parestezje nocne na początku terapii zgłaszało 16 (79%) chorych, po pierwszej serii ich liczba zmniejszyła się do 6 (30%), a po drugiej serii zabiegów do 4 (18%).

Pomimo że w obu grupach chorych obserwowano zmniejszenie odsetka pacjentów zgłaszających ból nocny zarówno po pierwszej, jak i po drugiej serii zabiegów, różnice istotne statystycznie uzyskano jedynie w grupie poddanej terapii łączonej (L+M) ($p < 0,05$). Także jedynie w tej grupie zanotowano znamienne obniżenie odsetka chorych zgłaszających ból nocny po 6 miesiącach od zakończenia terapii ($p < 0,05$) (ryc. 1).

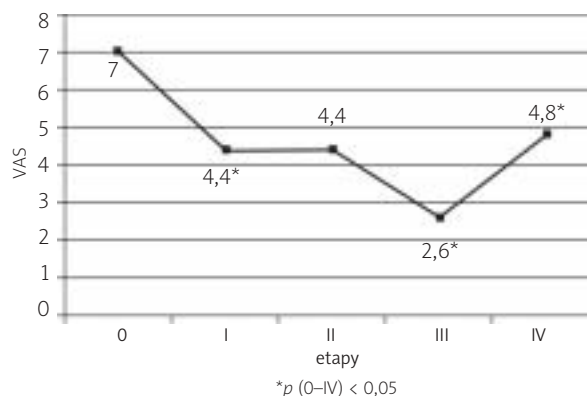
Podobne zmiany obserwowano w zakresie procentowej liczby chorych zgłaszających ból dzienny (dane nieprzedstawione).

Zarówno po pierwszej, jak i po drugiej serii zabiegów stwierdzono w obu grupach chorych istotne statystycznie zmniejszenie stopnia nasilenia bólu (ocenianego w skali



Ryc. 1. Odsetek pacjentów zgłaszających dolegliwości bólowe w ciągu nocy podczas terapii.

Fig. 1. Percentage of patients with night pain during the therapy.

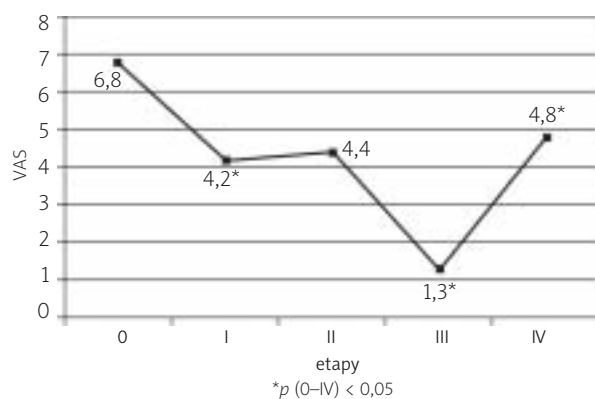


Ryc. 2. Intensywność nasilenia bólu (w skali VAS) podczas terapii impulsowym polem elektromagnetycznym.

Fig. 2. Intensity of pain during the therapy pulsed electromagnetic field according to the VAS scale.

VAS) ($p < 0,05$). Po 6 miesiącach od zakończenia leczenia różnice nadal pozostawały istotne statystycznie w odniesieniu do wartości wyjściowych ($p < 0,05$) (ryc. 2 i 3).

Jedynie w grupie pacjentów, w której stosowano terapię łączoną (L+M), obserwowano znamienne zmniejszenie liczby pacjentów, u których stwierdzono dodatnie testy czynnościowe zarówno po pierwszej, jak i po drugiej serii zabiegów ($p < 0,05$). W tej grupie chorych wykazano także po 6 miesiącach od zakończenia leczenia obniżenie odsetka pacjentów z dodatnim objawem Phalena ($p < 0,05$), przy braku różnic statystycznych w odniesieniu do testu Tinela oraz opaskowego. W zakresie oceny elektroneurofizjologicznej po pierwszej i drugiej serii zabiegów nie stwierdzono zmian istotnych statystycznie. Jedynie w grupie pacjentów podda-



Ryc. 3. Intensywność nasilenia bólu (w skali VAS) podczas terapii łączonej z wykorzystaniem biostymulacji laserowej i pola magnetycznego w trakcie leczenia i po jego zakończeniu.

Fig. 3. Intensity of pain during the laser biostimulation and pulsed electromagnetic field according to the VAS scale.

nych terapii łączonej (L+M) obserwowano po 6 miesiącach od jej zakończenia zwiększenie czasu latencji czuciowej i ruchowej, aczkolwiek zmiany te nie były istotne statystycznie.

Omówienie

Zespół cieśni nadgarstka należy do najczęstszych przyczyn niepełnosprawności osób czynnych zawodowo i stanowi poważny problem społeczny [1, 2]. Wyniki badań z ostatnich lat ujawniły związek między obecnością licznych stanów patologicznych a rozwojem i przebiegiem klinicznym ZCN, co spowodowało wzrost zainteresowania tym zespołem specjalistów z różnych dziedzin medycyny [2, 3, 8].

Wobec braku ujednoczonego schematu postępowania terapeutycznego, celem pracy była ocena skuteczności zachowawczego leczenia ZCN z zastosowaniem impulsowego pola magnetycznego oraz terapii łączonej obejmującej biostymulację laserową i pole magnetyczne. Mimo że mechanizm oddziaływania tych zabiegów fizyoterapeutycznych nie został w pełni wyjaśniony, przypuszcza się, że znaczenie terapeutyczne biostymulacji laserowej oraz pola magnetycznego polega na wykorzystaniu działania przeciwbólowego, przeciwzapalnego i przeciwobrzękowego [21]. Uzyskuje się to dzięki poprawie mikrokrążenia, działaniu immunomodulującemu, proangiogennemu oraz poprawie metabolizmu komórkowego. Wykazano również, że naświetlanie promieniowaniem laserowym może nie tylko zapobiec niektórym powikłaniom uszkodzeń nerwów obwodowych, ale także umożliwia zachowanie integralności histologicznej nerwów po uszkodzeniu [21].

Liczne doniesienia na temat zachowawczego leczenia ZCN dotyczą oceny efektu biostymulacji laserowej w odniesieniu do grupy kontrolnej otrzymującej placebo bądź też leczonej operacyjnie. Nie ma natomiast badań klinicznych dotyczących oceny równoczesnego stosowania laseroterapii i pola magnetycznego u pacjentów z ZCN.

Spośród badań dotyczących biostymulacji laserowej na uwagę zasługują prace wykorzystujące efekt placebo w grupie kontrolnej. Wykazano istotne statystycznie zwiększenie siły ręki oraz zmniejszenie nasilenia bólu dziennego i nocnego, zarówno bezpośrednio po zastosowaniu dwutygodniowej terapii, jak i po 4 tygodniach od zakończenia leczenia, w grupie chorych z ZCN w odniesieniu do grupy otrzymującej placebo [18]. Po 12 tygodniach poprawa utrzymywała się nadal, lecz zmiany ocenianych parametrów nie były istotne statystycznie. Również badania innych autorów wskazują na korzystny wpływ 3-tygodniowej biostymulacji laserowej, powodującej zmniejszenie dolegliwości bólowych, poprawę siły ręki oraz przewodnictwa nerwowego nerwu pośrodkowego w odniesieniu do grupy kontrolnej leczonej placebo [19, 20].

Na uwagę zasługują badania dotyczące porównawczej oceny efektu biostymulacji laserowej oraz operacji, w których po 6 miesiącach wykazano poprawę w zakresie przewodnictwa nerwowego i zmniejszenia bólu w obu grupach chorych z ZCN [21].

Nieliczne prace dotyczą oceny efektów terapeutycznych po zastosowaniu pola magnetycznego w przebiegu ZCN. Wykazano, że zastosowanie zmiennego pola magnetycznego małej częstotliwości i szyny dłoniowej u chorych, u których stosowano tylko szynę dłoniową, pozwala na uzyskanie poprawy w zakresie parametrów prędkości przewodzenia we włóknach czuciowych oraz testu Tinela. Autorzy podsumowują, że terapia łączona przyczyniła się do długotrwałego, trwającego przynajmniej 4-miesięcznego zmniejszenia najbardziej dotkliwych dla chorego dolegliwości [22].

W badaniach wykorzystujących działanie pola magnetycznego uzyskano krótkotrwałą, utrzymującą się do jednego miesiąca, poprawę subiektywnych dolegliwości (ból, parestezje) w odniesieniu do grupy otrzymującej placebo [23, 24].

W niniejszej pracy, ze względu na uzupełniający się charakter mechanizmów biologicznego oddziaływania biostymulacji laserowej i pola magnetycznego na poziomie tkankowym, w badaniach zastosowano oba rodzaje zabiegów. Pobudzenie metabolizmu komórkowego pod wpływem pola magnetycznego sprzyja obserwowanemu w wyniku działania lasera nasileniu procesów syntezy ATP. Oba rodzaje terapii wywierają silny wpływ pobudzający syntezę DNA i proliferację komórkową, co przyczy-

nia się do stymulacji procesów reparacyjnych i regeneracyjnych w tkankach [13].

Przeciwbólne działanie promieniowania laserowego wiąże się ze zmniejszeniem przewodzenia bodźców bólowych we włóknach aferentnych. Przypuszcza się, że nasilone działanie przeciwbólne łącznego stosowania obu terapii może wynikać ze zmiany aktywności synaps serotonergicznymi i pobudzenia wydzielania β -endorfin pod wpływem promieniowania laserowego oraz pobudzenia osi przysadkowo-nadnerczowej ze zwiększeniem wydzielania glikokortykosteroidów w wyniku oddziaływania pola [13].

Po zastosowaniu biostymulacji laserowej z polem magnetycznym uzyskano poprawę dolegliwości subiektywnych i wyników większości testów czynnościowych oraz przewodnictwa nerwowego. Poprawę obserwowano u większego odsetka chorych w odniesieniu do grupy poddanej działaniu wyłącznie pola magnetycznego. Na podkreślenie zasługuje fakt, iż uzyskana poprawa kliniczna utrzymywała się do 6 miesięcy po zakończeniu leczenia.

Uzyskane wyniki leczenia zachowawczego można uważać za zachęcające, mając na uwadze skuteczność, niski koszt leczenia oraz czas jego trwania. Istotny jest również fakt, że zarówno laseroterapia, jak i magnetoterapia są zabiegami nieinwazyjnymi, bezbolesnymi i pozbawionymi działań niepożądanych [17].

Wnioski

1. W terapii ZCN skuteczniejsze jest łączenie zabiegów laseroterapii i magnetoterapii niż stosowanie wyłącznie magnetoterapii.
2. Zabiegi fizykoterapeutyczne w leczeniu ZCN powinny być stosowane co najmniej w dwóch seriach, przy czym ich skuteczność jest najlepsza bezpośrednio po zakończeniu drugiej serii.
3. Uzyskany efekt terapeutyczny utrzymuje się nawet do 6 miesięcy od zakończenia leczenia.

Piśmiennictwo

1. Atroshi I, Gummesson C, Johnsson R, et al. Prevalence of carpal tunnel syndrome in a general population. *JAMA* 1999; 282: 153-158.
2. Armstrong T, Dale AM, Franzblau A, et al. Risk factors for carpal tunnel syndrome and median neuropathy in a working population. *JOEM* 2008; 12: 1355-1362.
3. Stevens JC, Beard CM, O'Fallon WM, Kurland LT. Conditions associated with carpal tunnel syndrome. *Mayo Clin Proc* 1992; 67: 541-547.
4. Muramatsu K, Tanaka H, Taguchi T. Peripheral neuropathies of the forearm and hand in rheumatoid arthritis: diagnosis and options for treatment. *Rheumatol Int* 2008; 28: 951-957.
5. Raguer J, Cano LF. Carpal tunnel syndrome and hyperthyroidism: a prospective study. *Acta Neurol Scand* 1993; 88: 149-152.
6. Palumbo CF, Szabo RM, Olmsted SL. The effect of hypothyroidism and thyroid replacement on the development of carpal tunnel syndrome. *J Hand Surg* 2000; 25: 734-739.
7. Balci K, Utku U. Carpal tunnel syndrome and metabolic syndrome. *Acta Neurol Scand* 2007; 116: 113-117.
8. van Dijk MA, Reitsma JB, Fischer JC, Sanders GT. Indications for requesting laboratory tests for concurrent diseases in patients with carpal tunnel syndrome: a systematic review. *Clin Chem* 2003; 49: 1437-1444.
9. Hupało M. Patofizjologia zespołów cieśni. *Akt Neurolog* 2006; 6: 242-245.
10. Whitley JM, Mc Donnell DE. Carpal tunnel syndrome. A guide to prompt intervention. *Postgrad Med* 1995; 1: 89-92.
11. Szczepański L. Zespół kanału nadgarstka – najczęstsza przyczyna bólu rąk. *Nowa Med* 1999; 96: 29-33.
12. Żyluk A, Strycharz J. Wyniki leczenia kanału nadgarstka – przegląd piśmiennictwa. *Chir Narz Ruchu Ortop Pol* 2005; 70: 439-445.
13. Sieroń A (red.). *Magnetoterapia i laseroterapia*. SAM, Katowice 1994.
14. Wentraub MI, Cole SP. A randomized controlled trial of the effects of a combination of static and dynamic magnetic fields on carpal tunnel syndrome. *Pain Medicine* 2008; 5: 493-504.
15. Practice parameter for carpal tunnel syndrome (summary statement). Report of the Quality Standards Subcommittee of the American Academy of Neurology. *Neurology* 1993; 43: 2406-2409.
16. Bogucki A, Niedzielska K, Niewiadomska M i wsp. Rekomendacje diagnostyczne Polskiego Towarzystwa Neurofizjologii Klinicznej: elektromiografia, potencjały wywołane, elektroencefalografia. *Akt Neurolog* 2001; 2: 101-127.
17. Glinkowski W, Pokora L. *Lasery w terapii*. Wyd. Laser Instruments – Centrum Techniki Laserowej, Warszawa 1993.
18. Evcik D, Kavuncu V, Cakir T, et al. Laser therapy in the treatment of carpal tunnel syndrome: a randomized controlled trial. *Photomed Laser Surg* 2007; 25: 34-39.
19. Aigner N, Zoch G, Petje G. Laser acupuncture for preoperative pain relief in patients with carpal tunnel syndrome. A prospective, randomized study. *Deut Zeit Akupunktur* 1999; 2: 70-75.
20. Shooshtari SM, Badiie V, Taghizadeh SH, et al. The effects of low level laser in clinical outcome and neurophysiological results of carpal tunnel syndrome. *Elektromyogr Clin Neurophysiol* 2008; 48: 229-231.
21. Elwakil TF, Elazzazi A, Shokeir H. Treatment of carpal tunnel syndrome by low-level laser versus open carpal tunnel release. *Lasers Med Sci* 2007; 22: 265-270.
22. Ginszt A, Kuliński W. Ocena zastosowania zmiennego pola magnetycznego niskiej częstotliwości w leczeniu niezaawansowanych idiopatycznych postaci zespołu kanału nadgarstka. *Balneolog Pol* 2002; 1-4: 57-68.
23. Weintraub MI, Cole SP. Neuromagnetic treatment of pain in refractory carpal tunnel syndrome. An electrophysiological and placebo analysis. *J Back Musc Rehab* 2000; 15: 77-81.
24. Weintraub MI. Pulsed magnetic field therapy in refractory carpal tunnel syndrome: Elektrodiagnostyczne parametry – pilot study. *J Back Musc Rehab* 2005; 18: 79-83.