

Weber-Rajek Magdalena, Kowalska Monika, Radzińska Agnieszka, Strączyńska Agnieszka, Zukow Walery. Przeszkórna elektrostymulacja nerwów (TENS) w leczeniu zespołów bólowych kręgosłupa lędźwiowo-krzyżowego = Transcutaneous electrical nerve stimulation (TENS) in the treatment of low back pain. Journal of Education, Health and Sport. 2016;6(3):11-20. eISSN 2391-8306. DOI <http://dx.doi.org/10.5281/zenodo.47232>
<http://ojs.ukw.edu.pl/index.php/johs/article/view/3415>
<https://pbn.nauka.gov.pl/works/718828>

The journal has had 7 points in Ministry of Science and Higher Education parametric evaluation. Part B item 755 (23.12.2015).
755 Journal of Education, Health and Sport eISSN 2391-8306 7

© The Author (s) 2016;

This article is published with open access at Licensee Open Journal Systems of Kazimierz Wielki University in Bydgoszcz, Poland

Open Access. This article is distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Noncommercial License which permits any noncommercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original author(s) and source are credited. This is an open access article licensed under the terms of the Creative Commons Attribution Non Commercial License (http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/) which permits unrestricted, non commercial use, distribution and reproduction in any medium, provided the work is properly cited.

This is an open access article licensed under the terms of the Creative Commons Attribution Non Commercial License (http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/) which permits unrestricted, non commercial use, distribution and reproduction in any medium, provided the work is properly cited.

The authors declare that there is no conflict of interests regarding the publication of this paper.

Received: 05.01.2016. Revised 12.02.2016. Accepted: 27.02.2016.

Przeszkórna elektrostymulacja nerwów (TENS) w leczeniu zespołów bólowych kręgosłupa lędźwiowo-krzyżowego Transcutaneous electrical nerve stimulation (TENS) in the treatment of low back pain

Magdalena Weber-Rajek¹, Monika Kowalska², Agnieszka Radzińska¹,
Agnieszka Strączyńska¹, Walery Zukow³

- 1 Uniwersytet Mikołaja Kopernika w Toruniu Collegium Medicum w Bydgoszczy Katedra Fizjoterapii, Bydgoszcz, Polska / Nicolaus Copernicus University in Toruń, Collegium Medicum in Bydgoszcz, Department of Physiotherapy, Bydgoszcz, Poland
- 2 Bydgoska Szkoła Wyższa, Bydgoszcz, Polska / University of Bydgoszcz, Bydgoszcz, Poland
- 3 Uniwersytet Kazimierza Wielkiego, Bydgoszcz, Polska / Kazimierz Wielki University, Bydgoszcz, Poland

Streszczenie

Wstęp

Bóle kręgosłupa lędźwiowo-krzyżowego są poważnym problemem medycznym i społecznym. Fizjoterapia jest nieodzownym elementem leczenia zespołów bólowych kręgosłupa. Metodą, która zdobywa coraz większe uznanie wśród fizjoterapeutów, a także wśród pacjentów jest stymulacja TENS (transcutaneous electrical nerve stimulation).

Cel badań

Celem niniejszej pracy była ocena skuteczności terapii TENS w terapii zespołów bólowych kręgosłupa lędźwiowo-krzyżowego.

Materiał i Metody

Badania przeprowadzono w grupie czterdziestu pacjentów w wieku 30 - 60 lat (średnia wieku 45 lat). Bezpośrednio przed oraz po zakończeniu terapii u wszystkich pacjentów wykonano: ocenę dolegliwości bólowych przy użyciu skali VAS, ocenę natężenia i częstotliwości bólu, ilości stosowanych leków przeciwbólowych, ograniczenia aktywności ruchowej przy użyciu kwestionariusza Laitinena, test Schobera oceniający zakres zgięcia kręgosłupa lędźwiowo-krzyżowego. Analizę statystyczną przeprowadzono wykorzystując pakiet PQStat wersja 1.4.8. Normalność rozkładu zmiennych sprawdzano testem Shapiro-Wilka. W celu porównania wyników otrzymanych w testach przed terapią z wynikami otrzymanymi po terapii przeprowadzono test Wilcoxon na poziomie istotności $\alpha = 0,05$.

Wyniki

Uzyskano istotne statystycznie zmniejszenie intensywności i częstotliwości bólu, zmniejszenie ilości stosowanych leków przeciwbólowych, zmniejszenia ograniczenia aktywności ruchowej oraz zwiększenie zakresu zgięcia kręgosłupa lędźwiowo-krzyżowego.

Wnioski

Stymulacja TENS jest skutecznym zabiegiem w leczeniu zespołów bólowych kręgosłupa lędźwiowo-krzyżowego.

Słowa kluczowe: przeszkórna stymulacja nerwów (TENS), zespoły bólowe kręgosłupa lędźwiowo-krzyżowego.

Summary

Introduction

Low back pain is a serious medical and social problem. Physiotherapy is the indispensable component of treatment of back pains. A method that is gaining more recognition among physiotherapists, as well as among patients is the transcutaneous electrical nerve stimulation (TENS).

Aim of the study

The aim of this study was to evaluate the effectiveness of TENS in the treatment of low back pain.

Material and Methods

Study included of forty patients aged 30 - 60 years (mean age 45 years). Immediately before and after therapy in all patients: assessment of pain using the VAS assessment of pain intensity and frequency, amount of applied analgesics, limiting physical activity using a questionnaire

Laitinen, Schober test assessing the scope bending lumbosacral spine. Statistical analysis was performed using version 1.4.8 PQStat package. In order to compare the results obtained in the test prior to treatment with the results obtained after treatment was Wilcoxon test at the significance level $\alpha = 0.05$.

Results

Achieved a statistically significant reduction in the intensity and frequency of pain, reduction of applied analgesics, reduced physical activity limitations and increasing the range of flexion of low back pain.

Conclusion

TENS is an effective treatment for both acute and chronic low back pain

Key words: transcutaneous electrical nerve stimulation, low back pain.

Wstęp

Dane epidemiologiczne pokazują, że ok. $\frac{3}{4}$ populacji cierpi przynajmniej raz w ciągu życia z powodu bólu kręgosłupa [1]. W krajach wysoko rozwiniętych bóle dolnego odcinka kręgosłupa dotyczą 50-85% populacji [2,3]. Mają na nie wpływ uwarunkowania cywilizacyjne, siedzący tryb życia, stres oraz brak aktywności fizycznej. Fizjoterapia jest nieodzownym elementem leczenia zespołów bólowych kręgosłupa. Metodą, która zdobywa coraz większe uznanie wśród fizjoterapeutów, a także wśród pacjentów jest stymulacja TENS (transcutaneous electrical nerve stimulation). Przeskórna stymulacja nerwów TENS powoduje hamowanie informacji bólowej. W przewlekłych zespołach bólowych kręgosłupa L-S stosuje się TENS niskiej częstotliwości (do 10 Hz) i czasie trwania impulsu 150-200 μ s. Efekt przeciwbólowy jest wynikiem uwalniania endorfin, pojawia się po 20-30 minutach stymulacji i utrzymuje się przez dłuższy czas po zakończeniu zabiegu. W przypadku bólu ostrego zaleca się stosowanie TENS o wysokiej częstotliwości (50–150 Hz) i czasie trwania impulsu 50 μ s. Efekt przeciwbólowy pojawia się w trakcie stymulacji, ale jest bardziej krótkotrwały, niż w przypadku TENS o niskiej częstotliwości, dlatego ten rodzaj stymulacji można stosować kilka razy w ciągu dnia, zachowując kilkugodzinne przerwy. Działanie przeciwbólowe TENS wysokiej częstotliwości tłumaczy teoria „bramki kontrolnej” Walla i Melzacka [4]. Na szczególną uwagę zwraca fakt, że terapia może być prowadzona także indywidualnie przez pacjenta w warunkach domowych, przy użyciu małych, przenośnych aparatów TENS. Ważne jest jednak, aby pacjent przed rozpoczęciem leczenia skonsultował się z doświadczonym fizjoterapeutą, który szczegółowo wyjaśni cel zabiegu, metodykę oraz potencjalne zagrożenia. Terapia TENS jest stosunkowo bezpieczna, ale brak wiedzy na temat prawidłowej metodyki zabiegu oraz przeciwwskazań do tej formy terapii może spowodować pewne ryzyko.

Cel pracy

Celem niniejszej pracy była ocena skuteczności terapii TENS u chorych z zespołem bólowym

kręgosłupa lędźwiowo – krzyżowego.

Material i Metody

Material

Badania przeprowadzono w grupie czterdziestu pacjentów w wieku 30 - 60 lat (średnia wieku 45 lat) z zespołem bólowym kręgosłupa lędźwiowo-krzyżowego.

Metody

Bezpośrednio przed oraz po zakończeniu terapii u wszystkich pacjentów wykonano: ocenę dolegliwości bólowych przy użyciu skali VAS; ocenę napięcia i częstotliwości bólu, ilości stosowanych leków przeciwbólowych, ograniczenia aktywności ruchowej przy użyciu kwestionariusza Laitinena; test Schobera oceniający zakres zgięcia kręgosłupa lędźwiowo-krzyżowego.

Zastosowano następujące parametry terapii:

- impuls prostokątny (symetryczny), $f=150$ Hz, szerokość impulsu $50 \mu\text{s}$, czas zabiegu 30 minut – w przypadku bólu ostrego.
- impuls prostokątny (symetryczny), $f=4$ Hz, szerokość impulsu $200 \mu\text{s}$, czas zabiegu 30 minut – w przypadku bólu przewlekłego.

Elektrody układano w zależności od lokalizacji bólu (przykręgosłupowo lub obwodowo w przypadku bólu promieniującego do kończyny dolnej). Zabiegi wykonywano raz dziennie, przez dwa tygodnie (z przerwą sobotnio-niedzielną).

Metody statystyczne

Analizę statystyczną przeprowadzono wykorzystując pakiet PQStat wersja 1.4.8. Normalność rozkładu zmiennych sprawdzano testem Schapiro-Wilka. W celu porównania wyników otrzymanych w testach przed terapią z wynikami otrzymanymi po terapii dla całej badanej grupy ($n=40$) przeprowadzono test Wilcoxon na poziomie istotności $\alpha = 0,05$.

Wyniki

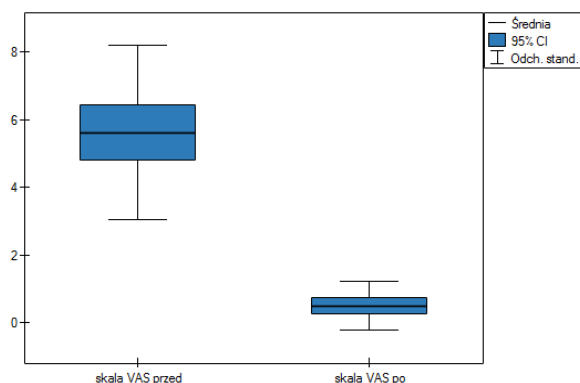
Tabela I. Wartości statystyki testowej Z oraz p-value otrzymane w teście Wilcoxon na poziomie istotności $\alpha = 0,05$ dla skali VAS w całej badanej grupie

Zmienna		Statystyki opisowe						Test Wilcoxon	
		n	\bar{x}	SD	Min	Me	Max	Statystyka testowa Z	p
Skala VAS	przed	40	5,625	2,578	1	5	10	5,424319	< 0,000001
	po	40	0,500	0,716	0	0	2		

n- liczba obserwacji; \bar{x} -średnia arytmetyczna; Me-mediana; Min -minimum; Max-maksimum; SD-odchylenie standardowe; Z-wartość testu kolejności par Wilcoxon; p-poziom prawdopodobieństwa

Porównując wartość $p < 0,000001$ testu Wilcoxon opartego o statystykę Z z poziomem istotności $\alpha = 0,05$ stwierdzono, że istnieje ważna statystycznie różnica w poziomie

odczuwanego bólu przed i po terapii. Różnica ta polega na tym, że poziom bólu uległ zmniejszeniu. Graficzną interpretację tych wyników przedstawia Rycina 1.



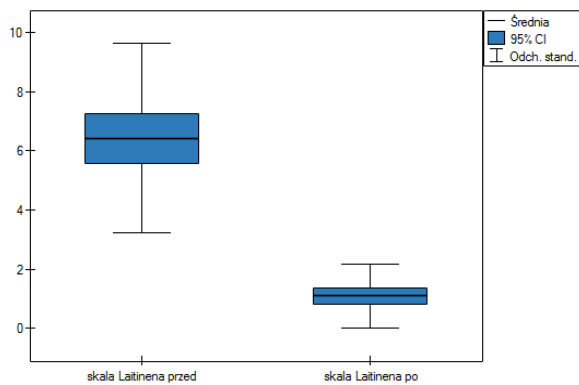
Ryc. 1. Wykres pudełkowy (ramka - wąsy) dla oceny dolegliwości bólowych wg skali VAS przed terapią i po terapii

Tabela II. Wartości statystyki testowej Z oraz p-value otrzymane w teście Wilcoxona na poziomie istotności $\alpha = 0,05$ dla kwestionariusza Laitinena w całej badanej grupie

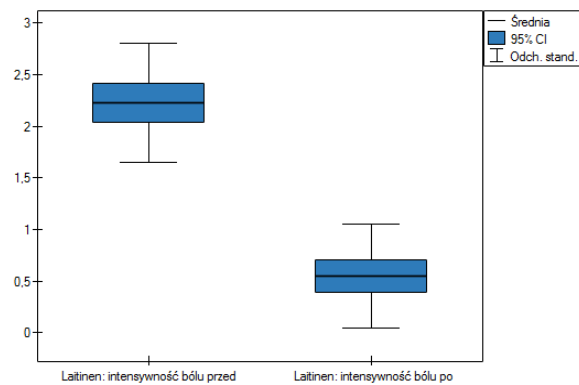
Zmienna		Statystyki opisowe						Test Wilcoxona	
		n	\bar{x}	SD	Min	Me	Max	Statystyka Z	P
Kwestionariusz Laitinena	przed	40	8,15	2,259	4	8	12	5,513933	< 0,000001
	po	40	1,35	1,166	0	2	3		
Podskala: intensywność bólu	przed	40	2,225	0,576	1	2	3	5,53968	< 0,000001
	po	40	0,55	0,503	0	1	1		
Podskala: częstotliwość bólu	przed	40	2,3	0,723	1	2	4	5,29809	< 0,000001
	po	40	0,575	0,500	0	1	1		
Podskala: stosowanie leków przeciwbólowych	przed	40	0,689	2,258	1	2	4	6,664488	< 0,000001
	po	40	0,241	0,431	0	0	1		
Podskala: ograniczenie aktywności ruchowej	przed	40	1,51	0,677	1	1	3	5,520467	< 0,000001
	po	40	0,125	0,334	0	0	1		

n - liczba obserwacji; \bar{x} - średnia arytmetyczna; Me - mediana; Min - minimum; Max - maksimum; SD - odchylenie standardowe; Z - wartość testu kolejności par Wilcoxona; p - poziom prawdopodobieństwa

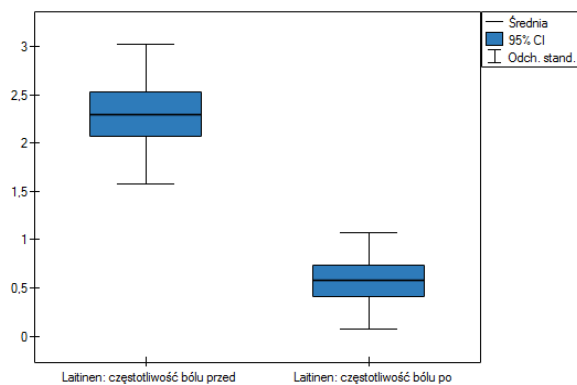
Porównując wartość $p < 0,000001$ testu Wilcoxona opartego o statystykę Z z poziomem istotności $\alpha = 0,05$ stwierdzono, że istnieje ważna statystycznie różnica w intensywności i częstotliwości bólu, stosowaniu leków przeciwbólowych i ograniczeniu aktywności ruchowej przed i po terapii. Różnica polega na tym, że zmniejszyła się intensywność i częstotliwość odczuwanego bólu, zmniejszeniu uległo stosowanie leków przeciwbólowych, a także ograniczenie aktywności ruchowej. Graficzną interpretację tych wyników przedstawia Ryc. 2 - 6.



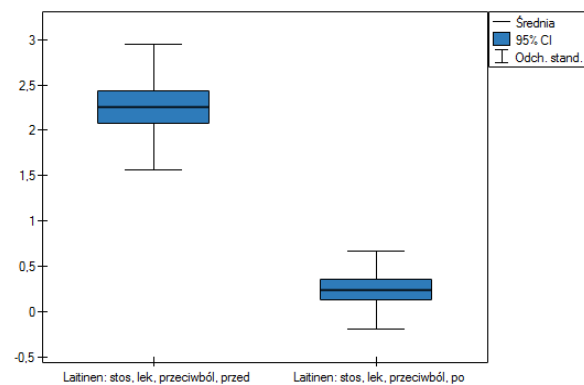
Ryc. 2. Wykres pudełkowy (ramka wąsy) dla wyników kwestionariusza Laitinena przed terapią i po terapii



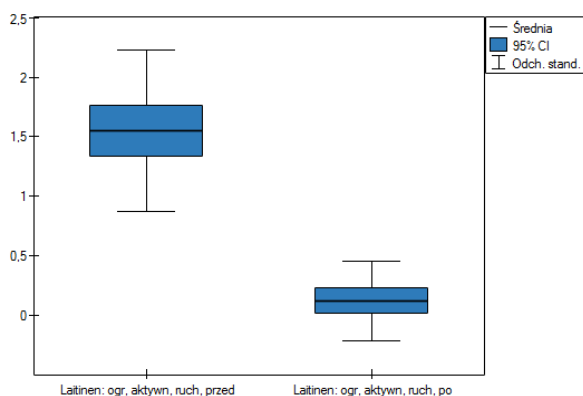
Ryc. 3. Wykres pudełkowy (ramka-wąsy) dla wyników kwestionariusza Laitinena: intensywność bólu przed terapią i po terapii



Ryc. 4. Wykres pudełkowy (ramka-wąsy) dla oceny wyników kwestionariusza Laitinena: częstotliwość bólu przed terapią i po terapii



Ryc. 5. Wykres pudełkowy (ramka – wąsy) dla oceny wyników kwestionariusza Laitinena: stosowanie leków przeciwbólowych przed terapią i po terapii



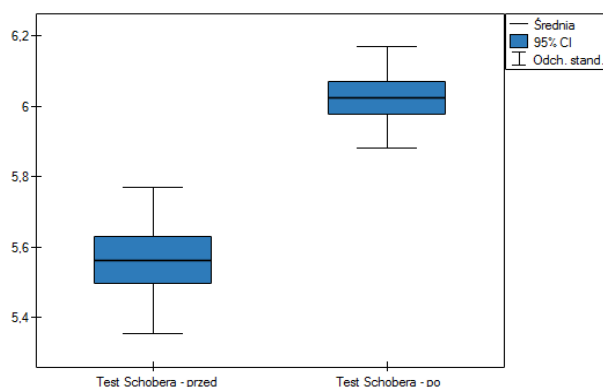
Ryc. 6. Wykres pudełkowy (ramka - wąsy) dla oceny wyników kwestionariusza Laitinena: ograniczenie aktywności ruchowej przed terapią i po terapii w całej badanej grupie

Tabela III. Wartości statystyki testowej Z oraz p-value otrzymane w teście Wilcozona na poziomie istotności $\alpha = 0,05$ dla testu Schobera w całej badanej grupie

Zmienna		Statystyki opisowe						Test Wilcozona	
		n	\bar{x}	SD	Min	Me	Max	Statystyka testowa Z	P
Test Schobera	przed	40	5,562	0,208	5	5,5	6	5,161404	< 0,000001
	po	40	6,025	0,144	5,8	6	6,2		

n - liczba obserwacji; \bar{x} - średnia arytmetyczna; Me - mediana; Min - minimum; Max-maksimum; SD - odchylenie standardowe; Z-wartość testu kolejności par Wilcozona; p - poziom prawdopodobieństwa

Porównując wartość $p < 0,000001$ testu Wilcozona opartego o statystykę Z z poziomem istotności $\alpha = 0,05$ stwierdzono, że istnieje ważna statystycznie różnica w wynikach testu Schobera przed i po terapii. Różnica polega na tym, że zwiększył się zakres ruchu zgięcia w kręgosłupie lędźwiowym. Graficzną interpretację tych wyników przedstawia Ryc. 7.



Ryc. 7. Wykres pudełkowy (ramka - wąsy) dla oceny wyników testu Schobera przed terapią i po terapii

Dyskusja

W wyniku przeprowadzonych badań wykazano, że terapia TENS jest skuteczną terapią w leczeniu zespołów bólowych odcinka lędźwiowo-krzyżowego kręgosłupa. W badanej grupie pacjentów wykazano istotną statystycznie poprawę we wszystkich analizowanych parametrach. Zmniejszyła się intensywność i częstotliwość dolegliwości bólowych, co skutkowało zmniejszeniem ilości stosowanych leków przeciwbólowych. Ból kręgosłupa powoduje napięcie mięśni przykręgosłupowych, a to w efekcie powoduje zwiększenie dolegliwości bólowych. Powstaje tak zwane „błędne koło bólu”. Terapia TENS powoduje przerwanie tego koła, poprzez rozluźnienie mięśni przykręgosłupowych (szczególnie TENS niskiej częstotliwości). W niniejszych badaniach uzyskano także istotne statystycznie zwiększenie zakresu ruchu zgięcia kręgosłupa, co jest prawdopodobnie wynikiem omawianych powyżej mechanizmów. Podobne wnioski można zobaczyć w badaniach Zaniewskiej i wsp. [5]. Autorzy tych badań oceniali skuteczność stymulacji TENS w leczeniu zespołów bólowych dolnej części kręgosłupa i w celu obiektywizacji terapii

posłużyli się skalą VAS i testem Schobera, a także badali jakość życia pacjentów przy użyciu kwestionariusza Światowej Organizacji Zdrowia (WHOQOL – BREF). Po terapii uzyskano zmniejszenie dolegliwości bólowych, zwiększenie zakresu ruchu zgięcia kręgosłupa, a także poprawę jakości życia. Działanie przeciwbólowe stymulacji TENS potwierdzają także badania Chantsoulis i wsp. [6], którzy po zakończeniu zabiegów odnotowali istotne zmniejszenie dolegliwości bólowych u 68% pacjentów. W badaniach Demczyszak i wsp. [7] redukcję bólu po terapii TENS uzyskano u 63,1% chorych, natomiast w pracy Siembidy i wsp. [8] całkowite ustąpienie bólu kręgosłupa deklarowało 40% pacjentów. W niniejszych badaniach uzyskano istotne statystycznie zmniejszenie dolegliwości bólowych u 100% pacjentów, co potwierdziły zarówno wyniki skali VAS, jak i kwestionariusza Laitinena.

Pop i wsp. [9] oceniali skuteczność TENS u 39 pacjentów z bólem w okolicy kręgosłupa L-S. Pacjentów podzielono na dwie grupy. W grupie I (n=16) stosowano terapię za pomocą ministymulatora TENS (3x dziennie, 20 minut, częstotliwość 35 Hz, czas trwania impulsu 150 μ s). W grupie II (n=23) stosowano terapię standardowo (1x dziennie, częstotliwość 35 Hz, czas trwania impulsu 150 μ s). W celu obiektywizacji wyników terapii zastosowano kwestionariusz Oswesry, skalę VAS i test Schobera. U wszystkich pacjentów zaobserwowano redukcję bólu i poprawę funkcjonalności, jednakże u pacjentów z grupy I różnice te były istotne statystycznie.

Istnieją także badania, w których skuteczność stymulacji TENS w leczeniu zespołów bólowych kręgosłupa została porównywana z innym formami elektroterapii. Gałuszka i wsp. [10] przeprowadzili badania, których celem było porównanie efektów trzech zabiegów elektroterapeutycznych u chorych z rozpoznaniem przepukliny jądra miazdżystego segmentów lędźwiowych. Badaniami objęto 60 osób, które zostały przydzielone do trzech grup badawczych. W grupie I zastosowano jontoforezę z butapirazolem, w grupie II prądy interferencyjne, natomiast w III prądy TENS. Oceniano intensywność bólu w oparciu o skalę Domżała oraz zdolność do powrotu do pracy zawodowej. Zarówno w pierwszym, jak i drugim aspekcie najlepszymi wynikami cechowała się grupa poddana terapii TENS. Najmniejszą efektywność zarejestrowano w grupie, w której zastosowano jonoforezę. W innych badaniach tego samego autora wykorzystano te same procedury terapeutyczne w leczeniu przewlekłych zespołów bólowych kręgosłupa. I w tym przypadku uzyskano najlepsze efekty po zastosowaniu terapii TENS, a dodatkowo wykazano wyższą skuteczność 20 minutowej aplikacji TENS w stosunku do 10 minutowego zabiegu [11]. W stosowanej w niniejszych badaniach procedurze terapeutycznej czas zabiegu wynosił 30 minut, co też mogło się przyczynić do tak dobrych wyników badań.

Demczyszak i wsp. [12] porównywali efekt terapeutyczny TENS i prądów interferencyjnych u chorych ze zmianami zwyrodnieniowymi kręgosłupa lędźwiowego, wykazując większą skuteczność prądów TENS. W badaniach Facci i wsp. [13] porównywano efekty TENS i prądów interferencyjnych u pacjentów z przewlekłymi zespołami bólowymi kręgosłupa L-S. Pacjentów (n=150) losowo podzielono na trzy grupy: TENS (grupa I), prąd interferencyjny (grupa II) i grupa kontrolna (grupa III). U pacjentów z grupy I i II stosowano elektroterapię (10 dni, 30 minut), grupa kontrolna pozostawała bez leczenia. W celu obiektywizacji wyników terapii wszyscy pacjenci wypełniali kwestionariusz bólu McGilla oraz Roland Morris Disability Questionnaire. Po terapii nie stwierdzono istotnej statystycznie różnicy w redukcji bólu i poprawie jakości życia między grupą I i grupą II. Z kolei w badaniach Ratajczak i wsp. [14] porównywano skuteczność TENS i prądów diadynamicznych w leczeniu dyskopatii w okolicy kręgosłupa lędźwiowego. Wyniki tych badań pokazały, że zarówno TENS, jak i prądy diadynamiczne działają przeciwbólowo i poprawiają sprawność funkcjonalną pacjentów z dyskopatią kręgosłupa L-S. Odwołując się do badań Ratajczak warto poświęcić uwagę aspektom fizycznym, które różnią prądy TENS i prądy diadynamiczne. Prądy DD powstają w wyniku prostowania prądu zmiennego, w różnych kombinacjach oraz modulacji. Są to prądy jednokierunkowe ze składową galwaniczną (*basis*) i nałożoną składową prądu zmiennego sinusoidalnego o impulsacji w granicach 50–100 Hz (*dosis*). Jednokierunkowość prądu powoduje, że pod elektrodami zachodzą zjawiska elektrochemiczne i zbyt duża dawka może spowodować poparzenia elektrochemiczne skóry pacjenta. Stosunkowo długi czas impulsu (10 ms) powoduje, że minimalny wzrost natężenia prądu zmienia natężenie stymulacji z czuciowej na wywołującą ból, co sprawia, że nie jesteśmy w stanie zaaplikować pacjentowi dużych dawek energii. W przypadku stymulacji TENS stosujemy prądy dwufazowe, eliminując tym samym zagrożenie poparzenia elektrochemicznego skóry pacjenta, a jednocześnie krótkie czasy impulsu (w zakresie μ s) powodują, że stymulacja jest odczuwana jako przyjemna i możemy zastosować o wiele wyższe dawki natężenia. Działanie biologiczne prądów diadynamicznych (przeciwbólowe, przekrwienie i rozluźniające mięśnie) jest bezsprzeczne, ale podejmując wybór między różnymi formami elektroterapii warto rozpatrzyć aspekty fizyczne poszczególnych prądów i wynikające z nich bezpieczeństwo stosowania.

Itoh i wsp. [15] porównywali skuteczność akupunktury i TENS w leczeniu przewlekłych zespołów bólowych kręgosłupa. Pacjentów (n=32) podzielono losowo na cztery grupy: w grupie I stosowano akupunkturę, w grupie II stosowano TENS (w punktach akupunkturowych), w grupie III stosowano akupunkturę i TENS, grupa IV – kontrolna.

Wykonano pięć zabiegów, w ciągu tygodnia. Skuteczność terapii oceniano za pomocą skali VAS oraz Roland Morris Disability Questionnaire. Znaczne zmniejszenie natężenia bólu ($p < 0,008$) i znaczną poprawę jakości życia ($p < 0,008$) wykazano w grupie, w której stosowano TENS w połączeniu z akupunkturą.

Wnioski

Stymulacja TENS jest skutecznym zabiegiem w leczeniu zarówno ostrych, jak i przewlekłych zespołów bólowych kręgosłupa lędźwiowo-krzyżowego. Skuteczność terapii jest uwarunkowana prawidłowo dobranymi parametrami stymulacji TENS - zarówno częstotliwością prądu, długością trwania impulsu, jak i czasem zabiegu.

Piśmiennictwo

1. Dunn K.M., Craft P.R. *Epidemiology and natural history of low back pain*, *Eura Medicophys.* 2004; 40, s. 9-13.
2. Nowakowski A. Bóle krzyża. W: Wiktora Degi ortopedia i rehabilitacja (red): Marciniak W., Szulc A. PZWL. Warszawa 2006, ss.303-333.
3. Manchikanti L., Singh V., Datta S., Cohen SP, Hirsch J. *Comprehensive review of epidemiology, scope and impact of spine pain*, *Pain Physician* 2009; 12:35-70.
4. Melzack R, Wall PD. Pain mechanisms: a new theory. *Science* 1965, 19, 150 (699): 971-9.
5. Zaniewska R, Okurowska-Zawada B, Kułak W, Domian K. *Analysis of quality of life in patients with low back pain after receiving transcutaneous electrical nerve stimulation (TENS)*, *Med Pr.* 2012; 63(3): 295-302.
6. Chantsoulis M., Sipko T., Brzosek Z., Zwoniński J., Sakowski J., Demczyszak I. *Choroba dyskowa odcinka lędźwiowego kręgosłupa*. *Med. Manual.* 2006; 10 (2–3): 9–16.
7. Demczyszak I., Wrzosek Z.: Współczesne metody elektroterapii bólu ze szczególnym uwzględnieniem przezskórnej elektroneurostymulacji TENS. *Fizjoterapia* 2001; 9(3): 48–54.
8. Siembida B., Prokopczuk B., Rutkowska I. Zastosowanie prądów IG50 i przezskórnej elektrycznej stymulacji nerwów TENS. W: Taradaj J., Sieroń A., Jarzębski M. [red.]. *Fizykoterapia w praktyce*. Elamed, Katowice 2010, ss. 12–20.
9. Pop T., Austrup H., Preuss R., Niedziałek M., Zaniewska A., Sobolewski M. i wsp. *Effect of TENS on pain relief in patients with degenerative disc disease in lumbosacral spine*. *Ortop Traumatol Rehabil.* 2010; 12(4): 289-300.

10. Gałuszka G., Gałuszka R., Ochwanowski P., Ochwanowska A. *Elektroterapia w zespołach bólowych kręgosłupa lędźwiowo-krzyżowego*. Kwart. Ortoped. 2005; 2: 102-104.
11. Gałuszka G., Janiszewski M. *Elektroterapia bólu odcinka lędźwiowego kręgosłupa*. Med. Man. 2003; 7, 3-4: 31-33.
12. Demczyszak I., Wrzosek Z., Hagner W. *Badania nad przydatnością elektroterapii w leczeniu osób z objawami bólu przewlekłego w przebiegu zmian zwyrodnieniowo-zniekształcających kręgosłupa*, Fizjoter. Pol. 2005; 5, 1: 25-30.
13. Facci L.M., Nowotny J.P., Tormen F., Trevisani V.F. *Effects of transcutaneous electrical nerve stimulation (TENS) and interferential currents (IFC) in patients with nonspecific chronic low back pain: randomized clinical trial*. Sao Paulo Med J. 2011; 129 (4): 206-16.
14. Ratajczak B., Hawrylak A., Demidaś A., Kuciel-Lewandowska J., Boerner E. *Effectiveness of diadynamic currents and transcutaneous electrical nerve stimulation in disc disease lumbar part of spine*. J Back Musculoskelet Rehabil. 2011; 24(3): 155-9.
15. Itoh K., Itoh S., Katsumi Y., Kitakoji H. *A pilot study on using acupuncture and transcutaneous electrical nerve stimulation to treat chronic non-specific low back pain*. Complement Ther Clin Pract. 2009; 15(1): 22-5.