

*Artykuł opublikowany w recenzowanej monografii:  
Kierunki rozwoju neurofizjologii klinicznej, fizjoterapii i terapii Manualnej. Pod red.:  
Juliusza Hubera, Marcina Wytrążka, Aleksandra Kabscha. Poznań: Wydawnictwo Naukowe  
Uniwersytetu Medycznego im. Karola Marcinkowskiego w Poznaniu, 2010, s. 43-49.*

## **MOŻLIWOŚCI WYKORZYSTANIA BADAŃ ELEKTROMIOGRAFICZNYCH W PRAKTYCE FIZJOTERAPEUTYCZNEJ**

### **POSSIBILITIES OF USING ELECTROMYOGRAPHIC STUDIES IN PHYSIOTHERAPY PRACTICE**

**Marcin Wytrążek<sup>1,2</sup>, Juliusz Huber<sup>2</sup>, Aleksandra Zagłoba-Kaszuba<sup>2</sup>, Dorota Warzecha<sup>3</sup>**

<sup>1</sup> Wyższa Szkoła Edukacji i Terapii w Poznaniu

<sup>2</sup> Zakład Patofizjologii Narządu Ruchu Uniwersytetu Medycznego im. Karola  
Marcinkowskiego w Poznaniu

<sup>3</sup> Katedra i Klinika Rehabilitacji Uniwersytetu Medycznego im. Karola Marcinkowskiego w  
Poznaniu

*e-mail: www.wseit.edu.pl*

#### **Streszczenie**

Badania elektromiograficzne (EMG) wykonywane przy pomocy elektrod igłowych (nazywane elementarnym) oraz powierzchniowych (nazywane globalnym) są stosowane jako narzędzia diagnostyczne w medycynie. Przydatne są w określeniu charakteru schorzenia czy jest ono o podłożu miogennym czy neurogennym oraz w ocenie ich stopnia zaawansowania. Stosowane są najczęściej w praktyce lekarskiej jako uzupełnienie badania klinicznego. Badania EMG wykonywane są zarówno w warunkach spoczynkowych przy pełnej relaksacji mięśni jak i wysiłkowych podczas maksymalnego skurczu. Pozwalają ocenić sprawność jednostek ruchowych badanych mięśni oraz występowanie czynności spontanicznej obserwowanej w różnych jednostkach chorobowych.

Elektromiografia zaczyna odgrywać coraz większą rolę w praktyce fizjoterapeutycznej, gdzie może być wykorzystana zarówno jako narzędzie diagnostyczne jak i terapeutyczne. Fizjoterapeuta może dokonywać oceny funkcjonalnej pacjenta oraz oceny postępów terapeutycznych w sposób obiektywny. Wykonywanie oceny wzorców ruchu bez użycia badania elektromiograficznego wydaje się być mało precyzyjne. Elektromiografia może być pomocna w lokalizowaniu mięśni o wzmożonym napięciu, co może pomóc w doborze odpowiednich technik terapeutycznych. EMG biofeedback może być pomocne w nauczaniu przyjmowania prawidłowej postawy czy nauczania odpowiedniego napinania i rozluźniania mięśni. Poza tym elektromiografia wydaje się być dobrym narzędziem wykorzystywanym w badaniach naukowych do oceny działania i skuteczności określonych zabiegów fizjoterapeutycznych.

**Słowa kluczowe:** elektromiografia, fizjoterapia, EMG biofeedback

#### **Summary**

Electromyographic studies (EMG) performed with needle electrodes (called elementary) and surface electrodes (called global) are used as diagnostic tools in medicine. Are very useful in determining the nature of the disease whether it is of myogenic or neurogenic origin, and in evaluating stage of disease. They are used mostly in medical practice as a complement to the

clinical trial. EMG studies are performed both at the resting state with full muscle relaxation and during maximal contraction of muscles. Allow to assess the efficiency of muscle motor units and note the presence of spontaneous activity observed in different diseases. Electromyography starts playing an increasing role in the practice of physiotherapy, which can be used both as a diagnostic tool and therapeutic approaches. Physiotherapists may assess the patient's functional and therapeutic assessment of progress in an objective manner. An evaluation of muscle recruitment patterns without the use of electromyographic examination seems to be vague. Electromyography can be helpful in locating the increased muscle tension which can help in the selection of appropriate therapeutic techniques. EMG biofeedback can be helpful in teaching the adoption of proper posture and learn how correctly contract and relax muscles. In addition, electromyography seems to be a good tool used in scientific research to evaluate the performance and effectiveness of specific physiotherapy treatments.

Key words: electromyography, physiotherapy, EMG biofeedback

### Wstęp

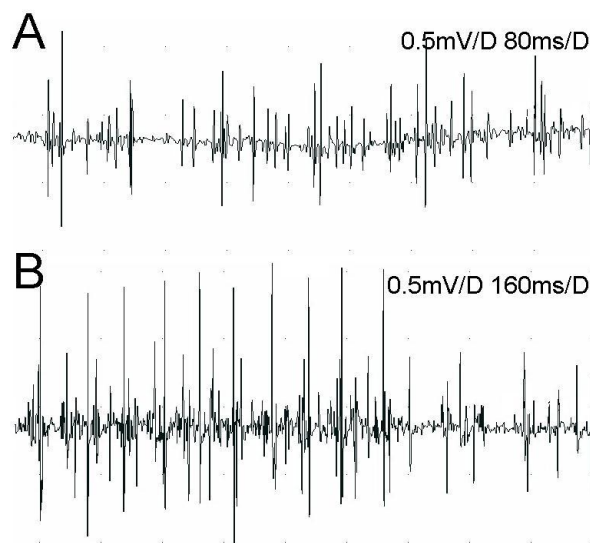
Badania elektromiograficzne dzięki dużej różnorodności zastosowania znajdują coraz większe uznanie w wielu dziedzinach fizjoterapii. Mogą być wykorzystywane zarówno jako uzupełnienie diagnostyki, pomocne w ocenie funkcjonalnej pacjenta przed, w trakcie i po okresie usprawniania jak i w samej terapii. Badania elektromiografii igłowej mogą być cenną wskazówką mówiącą o tym czy uszkodzenie jest pierwotnie miogenne czy neurogenne, co może być przydatne w doborze odpowiedniej metody terapeutycznej. Zastosowanie elektrod igłowych jest także wartościowe w uzupełnianiu diagnostyki w zespole bólu mięśniowo-powięziowego u osób z punktami spustowymi bólu. Zarejestrowanie charakterystycznej czynności bioelektrycznej z okolicy punktu spustowego daje możliwość wychwycenia i udokumentowania aktywnych punktów spustowych a także potwierdzenia ich lokalizacji. Badania elektromiografii w warunkach spoczynkowych zarówno elementarnej (igłowej) jak i globalnej (powierzchniowej) dają możliwość oceny napięcia mięśni w warunkach spoczynkowych. W przypadku bólu mięśniowo-powięziowego badania wykonywane elektrodami powierzchniowymi są nieinwazyjne i mogą być pomocne w doborze zabiegów obniżających wzmożone napięcie mięśni w stosunku do określonych grup mięśniowych. Badanie elektromiografii w warunkach wysiłkowych pozwala na ocenę sprawności jednostek ruchowych dając informacje, które mięśnie wymagają usprawniania za pomocą ćwiczeń wzmacniających oraz czy występuje asymetria w ich czynności [1].

W literaturze autorstwa uznanych autorytetów z dziedziny klasycznej elektromiografii wykonywanej według ustalonych standardów diagnostycznych wiele miejsca poświęca się elektromiografii elementarnej, która w połączeniu z elektroneurografią służy jako badanie uzupełniające diagnostykę w sytuacji wielu schorzeń nerwowo-mięśniowych, jednakże mało miejsca bądź w ogóle zajmują informacje odnośnie oceny funkcjonalnej pacjentów dla potrzeb fizjoterapeutycznych [2, 3, 4].

Elektromiografia powierzchniowa służy do pomiaru aktywności bioelektrycznej mięśni za pomocą płaskich elektrod umieszczanych na powierzchni skóry. Zazwyczaj wykonywana jest na grupach mięśni obu stron ciała, co daje możliwość oceny symetrii ich działania. Elektromiografia powierzchniowa może zarejestrować zarówno czynność dowolną jak i mimowolną. Bez wątplenia wykorzystywana jest jako złoty standard do rejestracji czynności bioelektrycznej przy badaniu przewodnictwa włókien ruchowych i czuciowych nerwów oraz przy stymulacji polem magnetycznym nadczaszkowo bądź obwodowo. Jest także wsławnym narzędziem wykorzystywanym w kinezylogii [1, 5].

## Elektromiografia jako uzupełnienie diagnostyki

Badania elektromiograficzne, w tym także z użyciem elektrod igłowych może służyć jako narzędzie uzupełniające diagnostykę pacjenta. Istotnym elementem z punktu widzenia postępowania fizjoterapeutycznego jest rozpoznanie u pacjenta zespołu bólu mięśniowo-powięziowego wyrażonego obecnością mięśniowo-powięziowych punktów spustowych. Elektromiografia wydaje się być jedynym narzędziem dającym możliwość zaobserwowania czynności spontanicznej związanej z aktywnością bolesnych miejsc w mięśniach. Niektórzy autorzy zauważają możliwość stosowania ultrasonografii do obserwowania pasm napiętych włókien mięśniowych jednak metoda ta wydaje się być mało wiarygodna, gdyż pasma napiętych włókien mięśniowych mogą być obserwowane także u zdrowych osób bez objawów bólowych natomiast punkt spustowy nie zawsze objawia się w postaci kilkumilimetrowego guzka. W badaniu elektromiograficznym natomiast możliwe jest zaobserwowanie charakterystycznej, spontanicznej czynności bioelektrycznej w mięśniu nawet w okolicy punktu spustowego a nie w samym jego centrum [6, 7].



Rycina 1. Rejestracje charakterystycznej czynności spontanicznej odprowadzanej z m. trapezius w warunkach całkowitej relaksacji u chorej z chorobą zwyrodnieniową kręgosłupa: A-kilka milimetrów od powierzchni skóry, B- kilkanaście milimetrów od powierzchni skóry (w bezpośredniej lokalizacji centrum punktu spustowego, wyczuwalnego w badaniu palpacyjnym jako zgrubienie). Widać wyraźny wzrost amplitudy rejestrowanych asynchronicznych, pojedynczych potencjałów.

Według wielu autorów elektromiografia powierzchniowa może być pomocna w ocenie stanu chorego z dolegliwościami bólowymi. Do obserwowanych zmian zapisu można zaliczyć spadek wartości amplitudy elektromiogramu w warunkach wysiłkowych oraz wzrost wartości amplitudy w warunkach spoczynkowych, a także spadek wartości częstotliwości w warunkach wysiłkowych. Między innymi Roy i Oddsson wskazują, że elektromiografia powierzchniowa może być pomocna przy ocenie inhibicji mięśni wtórnie występującej do bólu oraz w ocenie czynności związanej z bólem dolnego odcinka kręgosłupa. Candotti i wsp. na podstawie badań u pacjentów z bólem dolnego odcinka kręgosłupa wnioskują, że badania elektromiograficzne pozwalają na zaobserwowanie wczesnych zmian w czynności mięśni manifestującej się jako zmęczenie, co obserwowane jest jako zmniejszenie częstotliwości zapisu podczas czynności wysiłkowej. Pullman i wsp. także wskazują badania, w których przedstawiają możliwości wykorzystania elektromiografii do oceny zmęczenia mięśnia. O narastaniu tego zjawiska może świadczyć obniżenie częstotliwości zapisu podczas wykonywania czynności wysiłkowych. Sjors i wsp. proponują wykorzystanie elektromiografii

powierzchniowej w ocenie osób z dolegliwościami bólowymi za pomocą, której można było oceniać siłę i wytrzymałość mięśnia, co prezentują w badaniach przeprowadzonych na grupie kobiet z mialgią występującą w mięśni czworobocznym grzbietu. Zaobserwowali oni wzmożone napięcie mięśni u kobiet z bólem mięśnia czworobocznego grzbietu sugerując, że badanie EMG może być także wykorzystane do terapii jako mięśniowy biofeedback, dzięki któremu pacjenci uczyliby się rozluźniać mięśnie [5, 8, 9, 10].

#### Elektromiografia w ocenie funkcjonalnej pacjenta

W ocenie funkcjonalnej pacjenta elektromiografia powierzchniowa może być użyta w przypadku badania toru oddechowego, badania wzorców ruchu czy w ocenie funkcjonalnej pacjentów po udarach. Ważnym elementem oceny funkcjonalnej pacjenta w praktyce fizjoterapeutycznej jest rozpoznanie toru oddechowego. Zazwyczaj badanie to wykonuje się obserwując ruchy dłoni pacjenta ułożone na brzuchu i klatce piersiowej. Innym sposobem jest ułożenie dłoni na mięśniach pochyłych pacjenta i jednocześnie obserwowanie ruchów brzucha, klatki piersiowej oraz wyczuwanie zaangażowania mięśni pochyłych w spokojne oddychanie. Elektromiografia może być uzupełnieniem badania wnosząc wartości obiektywne. Elektromiografia może tu służyć jako narzędzie diagnostyczne oceniające stopień zaangażowania pomocniczych mięśni oddechowych (mm. mostkowo-obojęczkowo-sutkowych, mm. pochyłych), narzędzie kontrolne oceniające efekty prowadzonych ćwiczeń oddechowych oraz narzędzie terapeutyczne pomocne w nauczaniu przeponowego toru oddychania metodą biofeedback. Oddychanie torem górno-piersiowym może przyczyniać się do powstawania przeciążeń w obrębie wymienionych mięśni będąc przy tym przyczyną rozwoju punktów spustowych [11, 12].

Najczęściej wykonywanymi testami do oceny wzorców ruchu są testy wyprostu i odwiedzenia kończyny dolnej w stawie biodrowym czy test odwiedzenia kończyny górnej w stawie ramiennym. Testy te mają świadczyć o obecności dysfunkcji w rejonie miednicy i dolnego odcina kręgosłupa bądź w rejonie szyjno-barkowym. Badania te zazwyczaj wykonywane są przez pacjentów metodą palpacyjną. Terapeuta układa dłonie na mięśniach i poleca pacjentowi wykonanie ruchu. W czasie badania czynności ocenia stopień zaangażowania i kolejność rekrutacji poszczególnych mięśni w danym ruchu. Testy oceny wzorców ruchu wyprostu i odwiedzenia kończyny dolnej wyprostuj stawie biodrowym dają możliwość oceny jakości ustawienia miednicy [13]. Powszechnie stosowanym testem diagnostycznym do oceny funkcjonalnej kręgosłupa lędźwiowego kręgosłupa i miednicy, który stosowany jest do oceny prawidłowej kolejności włączania się poszczególnych grup mięśniowych w określonej fazie ruchu [14]. Według Jandy aktywacja mięśni przy wyproście kończyny dolnej inicjowana jest przez mięsień pośladkowy wielki, po nim natomiast powinien aktywować się mięsień dwugłowy uda po stronie kończyny unoszonej. Następnym mięśniem uruchamiającym się w tym ruchu jest prostownik grzbietu w odcinku lędźwiowym po stronie przeciwnej do unoszonej kończyny, po nim prostownik grzbietu w odcinku lędźwiowym po stronie unoszonej kończyny, mięsień prostownik grzbietu w odcinku piersiowym po stronie przeciwnej. Na końcu aktywuje się mięsień prostownik grzbietu w odcinku piersiowym po stronie testowanej kończyny dolnej [15, 16]. O zaburzeniu opisanego wzorca ruchu możemy mówić, kiedy mamy do czynienia ze znacznym opóźnieniem aktywacji mięśnia pośladkowego wielkiego a mięśnie dwugłowy uda i prostownik grzbietu w odcinku lędźwiowym są inicjatorami ruchu [15]. Obok testu wyprostu często ocenianym wzorcem ruchu jest odwiedzenie kończyny dolnej w stawie biodrowym u pacjenta leżącego na boku. Głównymi mięśniami odwodzącymi kończynę dolną są mięśnie pośladkowy średni i mały oraz mięsień naprężacz powięzi szerokiej. Mięsień czworoboczny pełni w tym ruchu tylko funkcję stabilizatora miednicy. Jednym z zaburzeń obserwowanych w tym badaniu

może być zwiększenie aktywności mięśnia naprężacza powięzi szerokiej bądź inicjowanie i udział mięśnia czworobocznego lędźwi w ruchu odwiedzenia kończyny [17].

Elektromiografia powierzchniowa może być wykorzystywana w ocenie stanu chorego i ocenie postępów leczenia usprawniającego u chorych po udarach. Lisiński i wsp. zalecają stosowanie 5 stopniowej skali funkcjonalnej oceniającej czynność naprzemienną mięśni antagonistycznych działających na ten sam staw. Celem testów EMG oceniających czynność naprzemienną mięśni wykonujących zginanie i prostowanie stawów nadgarstka oraz zginanie i prostowanie stawu skokowego jest ocena kontroli motorycznej u chorego. Pacjentowi umieszcza się elektrody na mięśnie wykonujące zginanie dłoniowe i grzbietowe nadgarstka i prosi o wykonywanie naprzemienną czynności. Analogicznie oceny funkcjonalnej kończyny dolnej można dokonać umieszczając elektrody na prostowniki i zginacze stawu skokowego [18].

#### Elektromiografia w terapii biofeedback

EMG jest najczęściej używanym narzędziem w terapii biofeedback w rehabilitacji. Czynność bioelektryczna poszczególnych grup mięśniowych przedstawiana jest pacjentowi w formie wizualnej bądź dźwiękowej w celu uzyskania nad nimi lepszej kontroli [19]. Wiele badań wskazuje na dobre rezultaty procesu usprawniającego z użyciem EMG biofeedback. Basmajian przedstawia dobre rezultaty terapii z użyciem omawianej metody wśród pacjentów po udarach w usprawnianiu opadającej stopy [20]. Draper przedstawia skuteczność tej metody w przypadku wzmacniania mięśnia czworogłowego uda po rekonstrukcji więzadeł krzyżowych. Autorka sugeruje, że być może jedną z przyczyn osiągnięcia lepszych rezultatów terapii jest większa motywacja pacjentów do użycia większej siły podczas ćwiczeń wynikająca z użycia sprzętu pomiarowego. Elektromiografia powierzchniowa może służyć do oceny pewnych aspektów kontroli nerwowo-mięśniowej, takich jak relaksacja mięśni [21].

Metoda EMG biofeedback daje wiele możliwości fizjoterapeutom jako pomoc w nauczaniu prawidłowego wykonywania ćwiczeń. W nauce prawidłowych wzorców ruchu zapis elektromiograficzny może być pomocny w nauce prawidłowego napinania mięśni w odpowiedniej kolejności. W przypadku ćwiczeń prawidłowego wykonywania wyprostu kończyny dolnej w stawie biodrowym elektrody umieszczone na mięśniu pośladkowym mogą pozwolić na naukę większego zaangażowania tego mięśnia a elektrody na mięśniach dwugłowym uda i mięśniu prostownika grzbietu mogą pozwolić na zmniejszenie ich stopnia zaangażowania. W nauce oddychania torem przeponowym zapis EMG może ułatwić zmniejszenie zaangażowania mięśni pomocniczych oddechowych. Podczas wykonywania ćwiczeń wzmacniających może to być dodatkowa motywacja dla pacjenta do dokładniejszego wykonywania ćwiczeń. EMG biofeedback może służyć jako narzędzie pomocne w przyjmowaniu prawidłowej postawy. U osób wykonujących pracę siedzącą, przy komputerze może pomóc wyeliminować nieprawidłowe nawyki. Umieszczenie elektrod w okolicy szyjno-barkowej i obserwacja zapisu na monitorze może uświadomić pacjentowi nadmierne zaangażowanie mięśni podczas pracy (na przykład uniesienie barków i nadmierna aktywność części zstępującej mięśnia czworobocznego grzbietu podczas czynności pisanie na klawiaturze).

#### Podsumowanie

Badania elektromiograficzne dają możliwość nie tylko uprecyzjowania diagnozy funkcjonalnej, ale także mogą mieć wpływ na rozwój wiedzy stosowanej w fizjoterapii. Mogą też być pomocne w weryfikacji przydatności różnych metod terapeutycznych bądź testów klinicznych wykorzystywanych przez fizjoterapeutów. Przykładem mogą tu być testy wyprostu i odwiedzenia kończyny dolnej w stawie biodrowym są coraz częściej stosowane przez fizjoterapeutów jako wiarygodne do oceny dysfunkcji dolnego odcinka kręgosłupa. Ich

popularyzację zawdzięcza się badaniom Jandy, który przy pomocy EMG zaobserwował zmiany we wzorcach ruchu udowadniając zasadność wykonywania tego typu testów w diagnostyce fizjoterapeutycznej. Jednak wykonywanie tych testów bez obiektywnych narzędzi pomiarowych oraz niezgodność różnych autorów, co do prawidłowego wzorca ruchu może ich wiarygodność podważać. Dotychczas badania te prowadzone były przez różnych autorów i prowadziły do różnych, często przeciwstawnych wniosków. Według Vogta i Banzera, kolejność aktywacji poszczególnych mięśni u osób bez dolegliwości bólowych jest inna niż ta prezentowana przez Jandę. Zgodnie z ich badaniami inicjatorem ruchu jest mięsień prostownik grzbietu w odcinku lędźwiowym natomiast mięsień pośladkowy wielki ulega aktywacji w końcowej fazie. Natomiast Lehman i wsp. (2004) w badaniach u osób bez dolegliwości bólowych zaobserwowali opóźnienie w aktywacji mięśnia pośladkowego wielkiego, ale nie zaobserwowali stałego wzorca aktywacji mięśni prostownika grzbietu i mięśnia dwugłowego. Lehman (2006) kwestionuje stosowanie testu wyprostu kończyny dolnej jako testu klinicznego czy funkcjonalnego ze względu na możliwość różnorodnej aktywacji poszczególnych mięśni w warunkach prawidłowych oraz ze względu na trudność sprecyzowania pojęcia normy w tym przypadku. Według niego różnica w aktywacji pomiędzy badanymi mięśniami wynosi około 30 milisekund, co kwestionuje tym samym wartość badania wykonywanego bez użycia elektromiografii. Według autorów tej pracy różnice czasowe w aktywacji poszczególnych mięśni wynoszą kilka milisekund co może potwierdzać przypuszczenia Lehmana i wsp. co do wiarygodności testu wykonywanego tylko metodą badania palpacyjnego [14, 16, 22, 23].

Badania elektromiograficzne wydają się mieć szerokie zastosowanie w fizjoterapii, głównie jako narzędzie uzupełniające działania fizjoterapeutyczne będące źródłem obiektywnych informacji na temat stanu chorego. W wielu dziedzinach fizjoterapii zastosowanie elektromiografii wymaga prowadzenia badań klinicznych doskonalących tę metodę. W dobie rozwijającej się technicyzacji oraz medycyny opartej na faktach stosowanie badań elektromiograficznych powinno stać się powszechne z racji swojej nieinwazyjności i bezbolesności, łatwości wykonania badania po odpowiednim przeszkoleniu oraz możliwości obiektywnego dokumentowania stanu usprawnianego chorego.

#### Piśmiennictwo

[1] Huber J., Badania neurofizjologiczne, C4, W: Choroby wewnętrzne, Tom II, Podręcznik multimedialny oparty na zasadach EBM, Red. Szczeklik A., Rozdział VII. Choroby reumatyczne, C. Badania diagnostyczne, Kraków, Medycyna Praktyczna, 2006.

[2] Johnson E.W., Pease W.S., Practical Electromyography, Baltimore, William & Wilkins, 1997.

[3] Kimura J., Electrodiagnosis in diseases of nerve and muscle, Principles and Practise, Oxford University Press, 2001.

[4] Preston D.C., Shapiro B.E., Electromyography and Neuromuscular Disorders: Clinical-Electrophysiologic Correlations, Butterworth-Heinemann, 2005.

[5] Pullman S.L., Goodin D.S., Marquinez A.I., Tabbal S., Rubin M., Clinical utility of surface EMG. Report of the Therapeutics and Technology Assesment Subcommittee of the American Academy of Neurology, Neurology, 2000; 55:171-177.

- [6] Wytrążek M., Huber J., Lisiński P., Samborski W., Zagłoba A., Witkowska A.: Elektromiografia jako jedna z metod wysokiej czułości do diagnozowania fibro mialgii. *Postępy Rehab.*, 2007; 21, 5: 84-85.
- [7] Hong C.Z., Simons D.G.: Pathophysiologic and electrophysiologic mechanism of myofascial trigger points. *Arch. Phys. Med. Rehabil.*, 1998; 79: 863-872.
- [8] Roy S.H., Oddsson L.I.: Classification of paraspinal muscle impairments by surface electromyography. *Physical Therapy*, 1998; 78: 838-851.
- [9] Candotti C.T., Loss J.K., Pressi A.M., Castro F.A., La Torre M., Melo Mde O., Araujo L.D., Pasini M.: Electromyography for assesment of pain in low back muscles. *Physical Therapy*, 2008; 88: 1081-1067.
- [10] Sjors A., Larsson B., Dahlman J., Falkmer T., Gerdle B.: Physiological responses to low-force work and psychosocial stress in woman with chronic trapezius myalgia. *BMC Musculoskeletal Disorders*, 2009; 10, 63.
- [11] Costa D., Vitti M., de Oliveira T.D., Costa R.P.: Participation of the sternocleidomastoid muscle on deep inspiration in man. An electromyographic study. *Electromyography and Clinical Neurophysiology*, 1994; 34: 315-320.
- [12] Maarsingh E.J., van Eykern L.A., Sprickelman A.B., Hoekstra M.O.: Respiratory muscle activity measured with a noninvasive EMG technique: clinical aspects and reproducibility. *Journal of Applied Physiology*, 2000; 88: 1955-1961.
- [13] Janda V., Symposium: Chronic back pain, rehabilitation and self help. Turku, Finland, 1985, Proceedings, 69-76, W: Janda Compendium, OPTP, Minneapolis, 1997.
- [14] Lehman G.J., Lennon D., Tresidder B., Rayfield B., Poschar M.: Muscle recruitment patterns during the prone leg extension. *BMC Musculoskeletal Disorders*, 2004; 10, 5, 3.
- [15] Janda V.: Muscle spasm – a proposed procedure for giferential diagnosis. *Journal of Manual Medicine*, 1991; 6, 4: 136-139.
- [16] Janda V.: Muscles, central nervous motor regulation and back problems. W: The neurobiologic mechanisms in manipulative therapy. Red. Korr I., Plenum Press, London, 1978.
- [17] Janda V.: Muscles and motor control in low back pain: assessment and management. W: *Physical Therapy of Low Back*, Red. Twomey L.T., Churchill Livingstone, New York, Edinburgh, London, Melbourne, 1987; 253-278, W: Janda Compendium OPTP, Minneapolis, 1997.
- [18] Lisiński P., Huber J., Samborski W., Witkowska A.: Neurophysiological assesment of the electrostimulation procedures used in stroke patients during rehabilitation. *International Journal of Artificial Organs* 2008; 31: 76-86.
- [19] Hartveld A., Hegarty J.R.: Augmented Feedback and Physiotherapy Practice. *Physiotherapy*, 1996; 82: 480-490.

[20] Basmajian J.V., Biofeedback in Rehabilitation: A review of principles and practices', Archives of Physical Medicine and Rehabilitation, 1981; 62, 469-475.

[21] Draper V.: Electromyographic biofeedback and recovery of quadriceps femoris muscle function following anterior cruciate ligament reconstruction. Physical Therapy 1990; 70: 11-17.

[22] Vogt L., Banzer W.: Dynamic testing of the motor stereotype in prone hip extension from neutral position, Clinical Biomechanics, 1997; 12, 2: 122-127.

[23] Lehman G. J.: Trunk and hip muscle recruitment patterns during the prone leg extension following a lateral ankle sprain. A prospective case study pre and post injury. Chiropractic & Osteopathy, 2006; 14, 4.