

Elektromiograficzna i kliniczna ocena skuteczności neuromobilizacji u chorych z zespołami bólowymi części lędźwiowo-krzyżowej kręgosłupa

Electromyographic and Clinical Evaluation of the Efficacy of Neuromobilization in Patients with Low Back Pain

Michał Dwornik^{1(A,B,D,E,F)}, Jolanta Kujawa^{2(A,B,D,E,F)}, Dariusz Białoszewski^{1(D,E,F)},
Anna Słupik^{1(C,D,E,F)}, Wojciech Kiebzak^{3,4(D,E,F)}

¹ Zakład Rehabilitacji Oddziału Fizjoterapii II WL, Warszawski Uniwersytet Medyczny

² Klinika Rehabilitacji Medycznej, Uniwersytet Medyczny, Łódź

³ Instytut Fizjoterapii, Uniwersytet im. Jana Kochanowskiego, Kielce

⁴ Zakład Rehabilitacji Wojewódzkiego Specjalistycznego Szpitala Dziecięcego, Kielce

¹ Division of Rehabilitation, Department of Physiotherapy, 2nd Medical Faculty, Medical University of Warsaw

² Department of Medical Rehabilitation, Medical University of Łódź

³ Institute of Physiotherapy, Jan Kochanowski University, Kielce

⁴ Rehabilitation Division, Regional Specialised Paediatric Hospital, Kielce

STRESZCZENIE

Wstęp. Zgodnie z wymogami „Evidence Based Medicine” poszukuje się dowodów na skuteczność metod i zabiegów leczniczych. Wybór metody fizjoterapii powinien być udokumentowany jej skutecznością. Celem pracy była analiza zmian zaburzeń czynnościowych spoczynkowego napięcia mięśni, po zastosowaniu neuromobilizacji u chorych z przewlekłym zespołem bólowym kręgosłupa lędźwiowo-krzyżowego.

Materiał i metody. Do badań zakwalifikowano 108 pacjentów leczonych ambulatoryjnie z powodu zespołu bólowego kręgosłupa lędźwiowo-krzyżowego i bólu rzutowanego do kończyn dolnych pochodzenia neurogennego o charakterze czynnościowym. W grupie badanej zastosowane było postępowanie fizjoterapeutyczne przez okres dwóch tygodni w oparciu o metodę neuromobilizacji. W grupie kontrolnej stosowano rutynowe postępowanie fizjoterapeutyczne przez okres dwóch tygodni.

Wyniki. W grupie badanej uzyskano istotnie statystycznie: zmniejszenie napięcia we wszystkich badanych mięśniach, poprawę kliniczną ocenianą na podstawie testu Laseque’a i testu Bragarda, obniżenie poziomu bólu mierzonego skalą analogową – wizualną VAS. W grupie kontrolnej jedynie zmniejszenie napięcia mięśnia brzuchatego łydki było istotne statystycznie.

Wnioski. 1. Na podstawie przeprowadzonych badań wydaje się, że ocena napięcia mięśni w spoczynku za pomocą sEMG może służyć obiektywizacji skuteczności przeciwbólowej zabiegów fizjoterapii, w tym też neuromobilizacji. 2. W badanej grupie zabiegi neuromobilizacji skuteczniej niż fizjoterapia tradycyjna eliminowały lub obniżały spoczynkowe wzmożone napięcie mięśni powstałe w reakcji na ból u chorych z przewlekłym zespołem bólowym kręgosłupa. 3. Zabiegi neuromobilizacji powodowały w grupie badanej znacznie lepszą niż w grupie kontrolnej poprawę testów klinicznych i obrazu klinicznego co świadczy o skuteczności tej terapii. 4. W prezentowanych badaniach największą wartość diagnostyczną dla oceny zmiany natężenia odczuwanego bólu wykazywało badanie sEMG mięśnia piszczelowego przedniego.

Słowa kluczowe: ból neurogeny, wzmożone napięcie mięśni, rehabilitacja, elektromiografia powierzchniowa

SUMMARY

Background. Evidence for the efficacy of therapeutic methods and procedures is being sought in accordance with the principles of Evidence Based Medicine. The choice of a physiotherapy method should be based on its documented efficacy. The purpose of the investigation was to analyse changes in functional disorders of resting muscle tone following neuromobilization treatment in patients with chronic low back pain.

Material and methods. The study involved 108 outpatients treated due to low back pain and neurogenic functional pain referred to the lower extremity. The treated group was subjected to two weeks of neuromobilization-based physiotherapy. The control group received standard physiotherapy, also over two weeks.

Results. The treated group demonstrated a statistically significant decrease in muscle tone in all muscles examined, clinical improvements (Laseque test and Bragard test results), decreased pain threshold estimated with a Visual Analogue Scale (VAS). In the control group, the only statistically significant change was a decrease in gastrocnemius muscle tone.

Conclusions. 1. The results of the examinations appear to suggest that evaluation of resting muscle tone can be used to provide an objective assessment of the analgesic efficacy of physiotherapy, including neuromobilization. 2. In the treated group, neuromobilization therapy was superior to standard physiotherapy as regards eliminating or decreasing elevated resting muscle tone in response to pain in patients with low back pain. 3. Neuromobilization produced a significant improvement in clinical test results and clinical symptoms in the treated group as opposed to the control group, which demonstrates the efficacy of this therapy. 4. The results of the examinations show that tibialis anterior sEMG had the biggest diagnostic value for detecting changes in pain severity.

Key words: neurogenic pain, muscle hypertonia, rehabilitation, surface electromyography

WSTĘP

Neuromobilizacja to zespół technik, które poprawiają neuromechanikę obwodowego układu nerwowego, czyli zdolność przesuwania się korzeni nerwowych i pni nerwów obwodowych względem struktur anatomicznych je otaczających. Metody te redukują adhezję pni nerwowych do tkanek je otaczających, zmniejszają ciśnienie wewnątrz pni nerwowych, zwiększają przekrwienie, usprawniają przepływ aksooplazmy [1]. Zespół tych procedur objęty jest w Międzynarodowej Klasyfikacji Procedur Leczniczych ICD 9 wspólnym mianem „mobilizacje tkanek miękkich” i sklasyfikowany pod nr 93.17 [2].

Techniki te można stosować w podrażnieniu lub uszkodzeniu struktur łącznotkankowych tkanki nerwowej: epinerium, perinerium, endoneurium, opon rdzeniowych i innych tkanek łącznych podporowych dla właściwej tkanki nerwowej przewodzącej impulsy nerwowe. Uszkodzenie lub podrażnienie może wywołać objawy bólowe miejscowe, promieniujące lub rzutowane, a także może wywołać odruchowe wzmoczone spoczynkowe napięcie mięśni [3]. Pojawienie się wzmoczonego napięcia mięśniowego oraz bólu rzutowanego związane jest jedynie z działaniem bodźca uszkadzającego tkanki, który wywołuje ból kliniczny [4]. Wzmoczone napięcie mięśni i ból rzutowany nie jest obserwowany w wyniku drażnienia receptorów bólowych bez uszkodzeń morfologicznych. Dlatego też obserwowane są sytuacje kliniczne w których występuje ból bez odruchu w postaci wzmoczonego napięcia mięśni [5].

W mechanizmie bólu klinicznego występującego w uszkodzeniu tkanek dochodzi do: przewodzenia informacji bólowych włóknami typu III i w efekcie pobudzenia motoneuronów alfa, pobudzenia dróg wolnego przewodzenia bólu włóknami typu IV, pobudzenia układu współczulnego i aktywacji motoneuronów gamma, a co za tym idzie skurczu części kurczliwych włókien intrafuzalnych mięśnia i wzrostu spoczynkowego napięcia mięśni. Pobudzenie układu współczulnego powoduje również skurcz naczyń krwionośnych i restrykcję tkanki łącznej poprzez skurcz miofibroblastów tkanki łącznej (w wyniku działania noradrenaliny). Restrykcja ta może prowadzić do podrażnień wolnych zakończeń nerwowych i ograniczać prawidłową zdolność przesuwania się korzeni nerwowych i pni nerwów obwodowych względem struktur anatomicznych je otaczających oraz do rozciągania się pni nerwowych nerwów obwodowych. Mechanizm odruchowy, będący następstwem bólu klinicznego odczuwanego z danej okolicy powoduje zatem wzmoczone napięcie mięśni w obrębie jednego segmentu poprzez uaktywnienie

BACKGROUND

Neuromobilization is a set of techniques designed to improve the neuromechanical function of the peripheral nervous system, defined as the ability of the nerve roots and peripheral nerve trunks to shift in relation to surrounding anatomical structures. Neuromobilization reduces the adhesion of nerve trunks to the surrounding tissues, decreases the pressure inside the nerve trunks, increases congestion and improves the axoplasmic flow [1]. The collection of neuromobilization procedures has been included in the International Classification of Diseases under the term "soft tissue mobilization techniques" and the associated number 93.17 [2].

Neuromobilization techniques can be applied in the treatment of irritation of or damage to connective tissue structures within the nervous tissue such as epineurium, perineurium, endoneurium, spinal meninges and other types of connective tissue supporting nervous tissue proper, responsible for the conduction of nerve impulses. Such damage or irritation may produce local, radiating or referred pain as well as reflex muscle hypertonia at rest [3]. Muscle hypertonia and referred pain arise solely as a result of the tissue-damaging factor, namely the clinical pain [4], and are not observed in cases of nociceptive irritation in the absence of morphological lesions. That is why clinical conditions occur that are characterized by pain without reflex muscle hypertonia [5].

The mechanism behind clinical pain caused by tissue damage involves the conduction of nociceptive information along type III fibers, which then stimulate alpha motor neurons, pathways of slow conduction of pain stimuli along type 4 fibers, stimulate the sympathetic nervous system and activate gamma motor neurons, leading to a contraction of the contractile parts of intrafusal muscle fibers and increased resting muscle tone. Moreover, stimulation of the sympathetic nervous system produces contraction of blood vessels and restriction of connective tissue resulting from noradrenaline-mediated contraction of connective tissue myofibroblasts. Such restriction may contribute to irritation of free nerve endings and impair the normal ability of nerve roots and peripheral nerve trunks to shift in relation to surrounding anatomical structures as well as the ability of peripheral nerve trunks to stretch. The reflex mechanism resulting from clinical pain felt at a particular location, therefore, gives rise to muscle hypertonia within one segment by activating the reticular formation of the brain stem, as well as activating the sympathetic system and gamma impulsion as response to pain [6].

pracy tworzą siatkowatego pnia mózgu, aktywowanie układu współczulnego i impulsacji gamma w odpowiedzi na ból [6].

Aktywizacja układu współczulnego i jej następstwa zachodzą pierwotnie w miejscach gdzie odczuwany jest ból. Wtórnie mogą stać się one źródłem bólu odległego, wzmożonego napięcia mięśniowego i innych zmian odruchowych [7]. Powoduje to powstanie mechanizmu błędnego koła bólu [8]. Są zatem dwa stany kliniczne, które mogą wystąpić u pacjentów z bólem L/S z zespołami bólowymi dolnego odcinka kręgosłupa. Pierwotna patologia struktur okołokręgosłupowych nienerwowych może powodować zmiany odruchowe w układzie współczulnym zarówno w miejscu urazu, jak i w miejscach bólu rzutowanego (również w pniach nerwowych).

W wyniku tego dochodzi do sensytyzacji wolnych zakończeń nerwowych, zaburzeń neuromechaniki oraz pojawienia się bólu w strukturach unerwianych przez objęty stanem zapalnym pień nerwu. Druga sytuacja dotyczy pierwotnie struktur nerwowych okołokręgosłupowych, które również mogą wywołać reakcje bólowe w miejscu uszkodzenia, jak i w innych strukturach unerwianych z tego segmentu, a także w strukturach unerwianych przez ten nerw.

Obrazem klinicznym reakcji na ból odczuwany w danym segmencie kręgosłupa są reakcje: somatyczna i autonomiczna. Reakcji somatycznej wg Lewita towarzyszy: zwiększenie napięcia mięśni tonicznych lub zmniejszenie napięcia w mięśniach fazyowych, powstanie punktów spustowych bólu oraz stref nadmiernej wrażliwości, skurcz tkanki mięśniowej, powstanie bolesnych punktów okostnowych, ograniczeń ruchomości danego segmentu kręgosłupa. Reakcja autonomiczna to zaburzenia funkcji niektórych narządów wewnętrznych i skurcz naczyń krwionośnych [9]. Dlatego też celem terapii, oprócz wyeliminowania przyczyny powstania reakcji bólowych w kręgosłupie L/S, jest usunięcie utrwalonych reakcji odruchowych. Jedną z takich odruchowych reakcji jest spoczynkowe wzmożone napięcie mięśniowe. Wielkość napięcia mięśniowego mierzonego przy użyciu sEMG można uznać za obiektywny pomiar korelujący z natężeniem dolegliwości bólowych w przebiegu choroby pacjenta [10, 11]. Również wspomniane powstanie punktów spustowych bólu wiąże się ze występowaniem wzmożonego napięcia mięśni, które zostało zmierzone badaniem EMG przez Hubbard'a [12]. Podobnie wyniki badań Maigne'a potwierdzają związki między podrażnieniami korzeni oraz bólem promieniującym do kończyn dolnych a wzmożonym napięciem mięśniowym odpowiednich grup mięśniowych [13]. Również Willer odnotował wzrost spoczynkowego napięcia

Sympathetic activation and its consequences take place primarily in pain locations. Secondly, they may give rise to more distant pain, muscle hypertonia and other reflex changes [7], which triggers the vicious circle of pain [8].

Patients with low back (lumbosacral) pain may thus represent two clinical conditions. Primary pathology of non-nervous perispinal structures may generate reflex changes of the sympathetic system both at the site of injury and at locations to which the pain is referred, including nerve trunks. This results in sensitization of free nerve endings, accompanied by neuromechanical disorders and pain in the structures innervated by the inflamed nerve trunk. The second condition refers primarily to perispinal nervous structures, which may also give rise to pain in at the injury site as well as in other structures innervated by this segment and structures supplied by this nerve.

The clinical presentation of the response to pain in particular segments of the spine includes a somatic and autonomous component. According to Lewit, the former is associated with hypertonia of tonic muscles or hypotonia of phasic muscles, appearance of pain trigger points and areas of hypersensitivity, contraction of muscle tissue, appearance of periosteal sore points and limited mobility of the spine segment involved. The autonomous response, in turn, involves dysfunction of some internal organs and contraction of blood vessels [9]. Hence, apart from eliminating the cause of low back pain, the therapy is aimed at eradicating fixed reflex responses, one example being resting muscle hypertonia. The value of muscle tone measured using sEMG may be assumed as an objective parameter correlating with the intensity of pain experienced by the patient in the course of the disease [10,11]. The appearance of trigger points for pain mentioned above is also related to muscle hypertonia, as determined by Hubbard in EMG examinations [12]. Similarly, the results of Maigne's study confirm a link between nerve root irritation with pain radiating to lower extremities and hypertonia of corresponding groups of muscles [13]. Willer also found that the increase in the resting tone of the biceps femoris muscle was proportional to the intensity of electrical current applied to the sural nerve and the increase in the resting muscle tone was proportional to the intensity of pain experienced by patients [14]. A statistically significant increase in muscle tone in patients suffering from chronic pain in comparison to healthy volunteers was observed by Cram [15], and confirmed in the studies of Sandrini and Arena [16, 17].

The purpose of the investigation was to examine the efficacy of neuromobilization in the treatment of

mięśnia dwugłowego uda proporcjonalny do siły drażnienia prądem elektrycznym nerwu łydkowego oraz proporcjonalny wzrost napięcia spoczynkowego mięśni do wielkości odczuwanego bólu [14]. Istotnie statystycznie większe napięcia mięśni u pacjentów z bólem przewlekłym w porównaniu do zdrowych ochotników zaobserwował w swoich badaniach Cram [15]. Wyniki te znajdują potwierdzenie w pracach Sandriniego i Aren'y [16, 17].

Celem niniejszej pracy była ocena skuteczności neuromobilizacji w leczeniu zaburzeń czynnościowych obwodowego układu nerwowego poprzez kontrolę spoczynkowego napięcia mięśni u chorych z przewlekłym zespołem bólowym kręgosłupa lędźwiowo-krzyżowego.

MATERIAŁ I METODY

Do badań zakwalifikowano 108 pacjentów (w tym 68 kobiet i 40 mężczyzn), leczonych ambulatoryjnie z powodu przewlekłego zespołu bólowego kręgosłupa lędźwiowo-krzyżowego i bólu rzutowanego do kończyn dolnych pochodzenia neurogenego o charakterze czynnościowym. Kwalifikacja do udziału w eksperymencie odbywała się na podstawie wielospecjalistycznego badania lekarskiego: internistycznego, ortopedycznego i neurologicznego, przeprowadzonego przez lekarza internistę i specjalistę ortopedii, według ogólnie przyjętych zasad. Ponadto wymagana była pisemna, świadoma zgoda pacjenta na udział w eksperymencie badawczym. Pacjenci zakwalifikowani do badania zostali losowo przydzieleni do grupy badanej ($n = 56$) lub kontrolnej ($n = 52$). Po przeprowadzeniu wstępnego badania powierzchniowego EMG i technik napięciowych oraz ruchomości neuromobilizacji pni nerwów udowego i kulszowego z dalszych badań wykluczono 9 osób z grupy badanej i 5 osób z grupy kontrolnej. Wykluczenie to odbyło się po przyjęciu dodatkowego kryterium, jakim był brak wzmożonego napięcia spoczynkowego badanych mięśni, przy czym na podstawie badania grupy wzorcowej ($n = 40$) za prawidłowe spoczynkowe napięcie mięśni dla badanej populacji przyjęto wartość $0,2 \mu V$. Wykluczenie odbywało się również w przypadku stwierdzenia ujemnych objawów w testach neuromobilizacji. Badań nie ukończyło 5 osób z grupy badanej i 2 osoby z grupy kontrolnej z powodu rezygnacji z zabiegów fizjoterapeutycznych.

Kryteria wyłączenia z grupy badanej i kontrolnej obejmowały choroby i objawy kliniczne, takie jak: współistnienie chorób krążka międzykręgowego, obecność innych schorzeń (nowotworowych, kardiologicznych, stanów pourazowych, zapalnych, padacz-

functional disorders of the peripheral nervous system by monitoring resting muscle tone in patients with chronic low back pain.

MATERIAL AND METHODS

The study involved 108 outpatients (68 F, 40 M) treated for chronic low back pain and neurogenic functional pain referred to the lower extremities. The patients were enrolled following a multi-specialist examination including an examination by an internist, an examination by an orthopedist and a neurological examination, all conducted according to standard procedures. Patients also supplied written informed consent to participate. The patients qualified for the study were randomly divided into a treated group ($n = 56$) and a control group ($n = 52$). After a baseline sEMG examination and an examination of tension and mobility in neuromobilization of the femoral and sciatic nerve trunk, 9 members of the treated group and 5 members of the control group were excluded from further investigation. This was a consequence of adopting an additional exclusion criterion, namely the lack of resting muscle hypertonia in the examined muscles. The normal resting muscle tone for the study population determined on the basis of an examination of a reference group ($n = 40$) was assumed at $0.2 \mu V$. Negative signs in neuromobilization tests also constituted the basis for exclusion. Five members of the treated group and 2 members of the control group did not complete the study due to their unwillingness to continue physiotherapeutic treatment.

The following disorders and clinical symptoms constituted exclusion criteria for the treated group and the control group: concomitant intervertebral disk disease, co-existing medical conditions (e.g. tumors, cardiovascular disorders, post-traumatic and inflammatory conditions, epilepsy, etc.) pregnancy, pain syndromes related to sacroiliac joints, hip joints and upper sections of the spine, any history of spine surgery, loss or disorder of motor or sensory function, pain related to any abdominal or pelvic minor

ki i innych), ciężę, obecność zespołów bólowych obejmujących stawy krzyżowo-biodrowe i biodrowe oraz wyższe odcinki kręgosłupa, przebyte leczenie operacyjne kręgosłupa, utrata lub zaburzenie funkcji ruchowej lub czuciowej, dolegliwości bólowe narządów jamy brzusznej i miednicy małej. Dodatkowym kryterium wykluczenia z obydwu grup był brak podwyższonego spoczynkowego napięcia mięśni i ujemne objawy w testach neuromobilizacji, świadczących o braku bólu neurogenego.

Ostatecznie analizie poddano wyniki badań przed i po leczeniu 42 pacjentów (30 kobiet i 12 mężczyzn) z grupy badanej i 45 pacjentów (23 kobiety i 22 mężczyzn) z grupy kontrolnej. Średni wiek badanych wynosił 43 ± 10 lat (od 19 do 60 lat) i był zbliżony w obu grupach.

Grupę wzorcową, na podstawie której ustalono prawidłowe dla danych warunków badawczych (pora dnia, temperatura otoczenia) napięcie spoczynkowe badanych mięśni, stanowiło 40 osób (22 kobiety i 18 mężczyzn). Kryteria włączenia do grupy wzorcowej obejmowały: brak dolegliwości bólowych narządu ruchu w chwili włączenia i w roku poprzedzającym badanie oraz brak epizodów chorób związanych z odcinkiem lędźwiowo krzyżowym kręgosłupa i kończyn dolnych w wywiadzie. W grupie tej przeprowadzono spoczynkowe badanie powierzchniowe EMG badanych mięśni. Badania te przeprowadzono ponieważ nie ma opracowanych wartości referencyjnych prawidłowego spoczynkowego napięcia mięśni. Wynika to z możliwości fizycznych pomiaru powierzchniowego EMG. Wynik pomiaru zawsze będzie zależał od oporności skóry, grubości tkanki podskórnej, i przekroju poprzecznego badanego mięśnia. Wszystkie te parametry będą zawsze osobniczo różne.

W prezentowanym badaniu oceniano wielkość zmiany napięcia mięśni u badanego pacjenta przed i po leczeniu, a ustalenie poziomu prawidłowego spoczynkowego napięcia mięśni w grupie wzorcowej jest wartością pomocniczą w doborze grupy badanej i kontrolnej i odnosi się tylko do tego badania. Grupa wzorcową nie różniła się od grupy badanej i kontrolnej w zakresie badanych parametrów podstawowych, dlatego też uśredniony wynik napięcia badanych mięśni był wartością odniesienia do wartości napięcia mięśni w grupie badanej i kontrolnej. Taka metodyka przeprowadzenia prezentowanego badania wynika z doświadczeń Cram'a i da Silva [18,19].

W grupach badanej i kontrolnej przed i po terapii dokonano oceny:

- stanu czynnościowego mięśni wskaźnikowych w pozycji spoczynkowej za pomocą badania powierzchniowego EMG (sEMG) aparatem NeuroTrac Simplex. Badania były przeprowadzone

organs. Patients were also excluded from both groups if they demonstrated no resting muscle hypertonia and showed negative signs in neuromobilization tests, indicating the absence of neurogenic pain.

Ultimately, the analysis was based on the pre- and post-treatment examination results obtained in 42 patients (30 women and 12 men) from the treated group and 45 patients (23 women and 22 men) from the control group. The patients' mean age was 43 years \pm 10 years (range: 19 to 60) and was similar in both groups.

A reference group which served to establish normal resting tone values of the examined muscles in particular conditions (time of day, temperature of the surroundings) comprised 40 persons (22 women and 18 men). The inclusion criteria for the reference group involved no musculoskeletal pain at the time of inclusion and within one year preceding the study, and no history of disorders related to the lumbosacral spine or the lower extremities. Surface EMG recordings of the examined muscles at rest were obtained in the reference group as no reference data is available concerning normal patterns of resting muscle tone. This is a consequence of the physical possibilities of surface EMG measurements, namely the fact that the results are bound to depend on such parameters as skin resistance, thickness of the subcutaneous tissue and cross-section of the muscle being examined, which tend to vary between individuals. The present study was focused on assessing how muscle tone changed in patients before and after the treatment, while the estimated normal resting muscle tone in the reference group was treated as an auxiliary parameter useful for selecting the treated group and the control group and was relevant solely to this particular study. The reference group did not differ from the treated group and the control group from the point of view of the baseline parameters, therefore the averaged muscle tone of the examined muscles served as a reference value for the assessment of muscle tone in the study and control groups. This research methodology was based on the experiments conducted by Cram and da Silva [18, 19].

The parameters assessed in the treated group and the control group before and after treatment comprised:

- functional status of the indicator muscles at rest by means of surface EMG examination using a NeuroTrac Simplex apparatus. The examination was conducted in accordance with the SENIAM (Surface Electromyography for the Non-Invasive Assessment of Muscle) standards and included the following muscles: rectus femoris, tibialis anterior, biceps femoris and gastrocnemius [20].

zgodnie ze standardami SENIAM (Surface Electromyography for the Non-Invasive Assessment of Muscle) i obejmowały następujące mięśnie: prosty uda, piszczelowy przedni, dwugłowy uda i brzuchaty łydki [20]. Do analizy wyników wykorzystano średnią wartość napięcia z pomiaru, trwającego 1 minutę,

- stopnia nasilenia objawów Laseque'a i skrzyżowanego Laseque'a (za pomocą cyfrowego inklinometru Saunders'a),
- występowania objawów Bragarda i odwróconego Laseque'a,
- intensywności bólu według wizualno-analogowej 10 stopniowej skali VAS.

W grupie badanej zastosowano postępowanie fizjoterapeutyczne przez okres dwóch tygodni (10 zabiegów) w oparciu o metodę neuromobilizacji. Zastosowano techniki neuromobilizacji napięciowe i ruchomości pni nerwów udowego, kulszowego, piszczelowego i strzałkowego wg Butlera, modyfikowane w zależności od objawów w badaniu klinicznym poprzedzającym zabieg.

W grupie kontrolnej przeprowadzono rutynowe postępowanie fizjoterapeutyczne stosowane w zespołach bólowych kręgosłupa w odcinku lędźwiowo-krzyżowym przez okres dwóch tygodni. W tym okresie wykonano 10 zabiegów elektroterapii prądami TENS aplikowanymi standardowo w obszarze bólu kręgosłupa L/S. Zabiegi zostały wykonane aparatem Interdynamic ID-8C firmy Elektronika i Elektromedycyna. Parametry zabiegowe: częstotliwość 100 Hz, czas trwania impulsu 50 μ s, natężenie dostosowane do odczuć pacjenta (przed granicą bólu) lecz nie większe niż 30 mA, prąd dwukierunkowy, symetryczny o kształcie prostokąta, czas zabiegu 15 minut, 10 zabiegów laseroterapii wykonanej aparatem Terapus firmy Accuro. Parametry zabiegowe: długość fali =830 nm (IR), fala ciągła. Wykorzystano metodę kontaktowego, punktowego naświetlania miejsca bólu sondą wyposażoną w soczewkę o polu powierzchni 0,785 cm². Dawkę 9J aplikowano z gęstością powierzchniową energii 11,5J w 10 punktach w obrębie odczuwanego bólu w odcinku L/S kręgosłupa. Łączna dawka wynosiła 90J. 10 zabiegów kinezyterapii, ćwiczenia w odciążeniu kręgosłupa w odcinku lędźwiowo-krzyżowym powodujące ruch w stawach, międzykręgowych kręgosłupa L/S bez obciążenia osiowego tych stawów, napięcia izometryczne mięśni prostego brzucha i skośnych brzucha w pozycji leżenia tyłem i zgięciem 90° w stawach biodrowych i kolanowych. Zabieg ten był wykonywany do momentu zgłoszenia przez pacjenta zmęczenia mięśni brzucha.

Analizy statystycznej dokonano za pomocą programu Microsoft Excel 2000 oraz Statistica PL

The mean muscle tone over one minute was used in the analysis.

- intensity of Laseque and crossed Laseque sign (using a Saunders digital inclinometer),
- presence of Bragard sign and reversed Laseque sign,
- intensity of pain according to a ten-degree visual analogue scale (VAS).

Patients from the treated group received a two-week course of physiotherapy (10 procedures) based on the neuromobilization method. Tension and mobilization techniques according to Butler were applied to the trunks of the femoral, sciatic, tibial and sagittal nerve and modified in accordance with the symptoms observed in the examination preceding the procedure.

The control group underwent a two-week standard physiotherapeutic treatment administered in low back pain therapy. The treatment program included the following elements: 10 procedures of TENS electrotherapy routinely applied to the painful area of the lumbosacral spine and performed with an Interdynamic ID-8C apparatus, Elektronika i Elektromedycyna, using the following treatment parameters: 100 Hz frequency, 50 μ s impulse duration, intensity adjusted to patient's individual sensations (below pain threshold) but not exceeding 30 mA, bidirectional, symmetrical, rectangular waveforms. The current was applied for 15 minutes, 10 laser therapy procedures with a Terapus apparatus, Accuro, using the following treatment parameters: =830 nm wavelength (IR), continuous wave. The method consisted in contact focused irradiation of the painful area using a probe with a lens of 0.785 cm² surface area. A 9J dose was applied with an energy surface density of 11.5J to 10 points within the painful area of the lumbosacral spine. The total dose of radiation was 90J. 10 procedures of non-weight-bearing kinesiotherapy for the lumbosacral spine, with exercises generating movement of the intervertebral joints of this section of the spine without their axial loading, and isometric contractions of the rectus abdominal muscle and oblique abdominal muscles in a supine position, with a 90° flexion in the hip and knee joints. The procedure was terminated as soon as patients reported fatigue of abdominal muscles.

Statistical analysis was performed using Microsoft Excel 2000 and Statistica PL ver. 7.1 software. Data was analyzed using basic statistics. Normality of distributions was examined with the chi-square test of conformity. Differences between groups were assessed using the chi-square test, Mann-Whitney U test and the Kruskal-Wallis ANOVA rank test. The first one was applied to dichotomous (discreet) vari-

ver. 7.1. Dane poddano analizie za pomocą statystyk podstawowych. Normalność rozkładu określono za pomocą testu chi-kwadrat zgodności. W celu analizy różnic międzygrupowych wykorzystano test chi-kwadrat, test U Manna-Whitney'a oraz analizę ANOVA rang Kruskala-Wallisa. Pierwszy z nich został użyty dla zmiennych dichotomicznych (dyskretnych): testu Bragarda i odwróconego Laseque'a. Test U zastosowano w celu analizy następujących zmiennych porządkowych oraz zmiennych mierzalnych, które nie spełniły jednak warunku o normalności rozkładu: wiek, masa ciała, wzrost, objaw Laseque'a, objaw skrzyżowanego Laseque'a, skala natężenia bólu VAS oraz wyniki badania powierzchniowego EMG. Test U Manna-Whitney'a został wybrany ze względu na największą moc z grupy testów nieparametrycznych dla prób powiązanych, do której należą również test sumy rang Wilcoxon, test mediany dla dwóch grup oraz test Kolmogorova-Smirnova. Za zastosowaniem tego testu przemawia również liczebność każdej z grup większa od 20. Analiza ANOVA została użyta w celu porównania parametrów wyjściowych grupy badanej, kontrolnej i wzorcowej. W analizie wyników uzyskanych w procesie leczenia w grupie badanej i kontrolnej (porównanie wyniku początkowego i końcowego) wykorzystano test McNemara i test kolejności par Wilcoxon. Test McNemara jest dla zmiennych powiązanych testem analogicznym do testu χ -kwadrat dla zmiennych niepowiązanych i został zastosowany dla tych samych zmiennych. Do pozostałych zmiennych użyto analizy za pomocą testu kolejności par Wilcoxon z tych samych powodów, dla których stosowano test U w analizie międzygrupowej. W obliczeniach współzależności pomiędzy parametrami użyto współczynnika korelacji Spearmana jako nieparametrycznej metody analizy danych. Za poziom istotności statystycznej we wszystkich wymienionych testach przyjęto wartość $p < 0,05$.

WYNIKI

W badaniu przed rozpoczęciem terapii wykazano istotne dla $p < 0,05$ różnice pomiędzy grupą badaną a kontrolną w zakresie parametru napięcia spoczynkowego mięśnia piszczelowego przedniego. Parametr ten był wyższy w grupie badanej. W zakresie pozostałych parametrów grupy te były jednorodne.

W grupie badanej uzyskano znamiennej statystycznie poprawę ($p < 0,05$) napięcia spoczynkowego wszystkich badanych mięśni. Jedynie u 3 pacjentów nie zaobserwowano obniżenia potencjału spoczynkowego napięcia co najmniej jednego badanego mięśnia. Podobnie istotnemu zmniejszeniu uległo natężenie bólu w skali VAS, a u żadnego z pacjentów nie zaobserwo-

ables, namely the Bragard test and reversed Laseque. The Mann-Whitney U test was used to analyze the following ordinal variables and measurable variables which did not meet the condition of normal distribution: age, body weight, height, Laseque sign, crossed Laseque sign, intensity of pain according to VAS and the results of surface EMG. The Mann-Whitney U test was chosen as the most powerful of non-parametric tests for related samples, a group that also includes the Wilcoxon rank-sum test, the two-group median test and the Kolmogorov-Smirnov test. An additional argument for using this test was the number of members in both groups (>20). ANOVA analysis was used to compare baseline parameters of the treated group, the control group and the reference group. Treatment results in the treated group vs. the control group (comparison of the results recorded before and after the therapy) were analyzed using the McNemar test and Wilcoxon pair rank test. The McNemar test is for linked variables what the χ -square test is for unlinked variables and it was used for the same variables. The remaining variables were analyzed using the Wilcoxon pair rank test for the same reason as the Mann-Whitney U test was used for the intergroup analyses. Correlations among particular parameters were measured using Spearman's correlation coefficient as a non-parametric method of data analysis. The level of statistical significance assumed was $p < 0.05$ in all tests.

RESULTS

A statistically significant difference for $p < 0.05$ concerning the resting tone of the tibialis anterior muscle was found between the treated group and the control group at baseline. Its value was higher in the treated group, with the remaining parameters demonstrating similar values in both groups.

A statistically significant ($p < 0.05$) improvement of the resting muscle tone in all examined muscles was obtained in the treated group. Only 3 patients showed no decrease in the resting muscle tone potential of at least one examined muscle. Similarly, the assessment of pain intensity according to the VAS scale demonstrated a statistically significant impro-

wano pojawienia się bólu po przeprowadzeniu neuromobilizacji w miejscu, w którym ból ten wcześniej nie występował. Znamiennej poprawie uległy również wyniki testu Laseque'a i Bragarda. Szczegółowe wyniki badań grupy badanej przedstawia Tabela 1.

vement, with none of the patients reporting onset of pain following neuromobilization at a location that had not been listed as painful before the procedure. The results of the Laseque and Bragard tests also revealed significant improvements. Detailed results obtained in the treated group are presented in Table 1.

Tab. 1. Charakterystyka badanych parametrów przed i po leczeniu w grupie badanej (zaznaczone parametry uległy zmianie istotnej dla $p < 0,05$)

Tab. 1. Study parameters before and after treatment in the treated group (parameters in bold revealed statistically significant change for $p < 0,05$)

parametr/parameter	badanie początkowe/ baseline	badanie końcowe/ after treatment	współczynnik istotności różnic (p)/statistical significance of differences (p)
	średnia \pm odch. stand. / liczebność (obecny / nieobecny) mean \pm standard deviation/ number of patients (present/absent)		
napięcie spoczynkowe mięśni w badaniu sEMG (μ V)/resting muscle tone in sEMG examination			
m. czworogłowy uda/ quadriceps femoris muscle	0.83 \pm 1.44	0.47 \pm 0.36	0.0064
m. piszczelowy przedni/ tibialis anterior muscle	1.06 \pm 0.87	0.59 \pm 0.48	0.000006
m. dwugłowy uda/ biceps femoris muscle	1.65 \pm 2.54	0.90 \pm 1.86	0.0049
m. brzuchaty łydki/ gastrocnemius muscle	1.57 \pm 4.11	0.77 \pm 1.30	0.0075
testy kliniczne/clinical tests			
objaw Laseque'a ($^{\circ}$)/ Laseque sign($^{\circ}$)	68.0 \pm 25.7	77.1 \pm 18.5	0.00032
objaw skrzyżowanego Laseque'a ($^{\circ}$)/crossed Laseque sign ($^{\circ}$)	81.0 \pm 17.3	83.8 \pm 13.2	0.37 (ns)
objaw Bragarda/Bragard sign	15/27	9/33	0.041
objaw odwróconego Laseque'a/ reversed Laseque sign	9/33	4/38	0.073 (ns)
występowanie bólu neurogennego/presence of neurogenic pain			
skala oceny napięcia bólu VAS/ VAS pain intensity scale	4.7 \pm 1.8	3.2 \pm 2.1	0.000014

Tab. 2. Charakterystyka badanych parametrów przed i po leczeniu w grupie kontrolnej (zaznaczone parametry uległy zmianie istotnej dla $p < 0,05$)

Tab. 2. Study parameters before and after treatment in the control group (parameters in bold revealed statistically significant change for $p < 0,05$)

parametr/parameter	badanie początkowe/ baseline	badanie końcowe/ after treatment	współczynnik istotności różnic (p)/ statistical significance of differences (p)
	średnia \pm odch. stand. / liczebność (obecny / nieobecny) mean \pm standard deviation/ number of patients (present/absent)		
napięcie spoczynkowe mięśni w badaniu sEMG (μ V)/resting muscle tone in sEMG examination			
m. czworogłowy uda/ quadriceps femoris muscle	0.59 \pm 0.69	0.56 \pm 0.52	0.40 (ns)
m. piszczelowy przedni/ tibialis anterior muscle	0.73 \pm 0.87	0.98 \pm 2.00	0.35 (ns)
m. dwugłowy uda/ biceps femoris muscle	1.28 \pm 2.98	0.92 \pm 1.44	0.83 (ns)
m. brzuchaty łydki/ gastrocnemius muscle	1.25 \pm 1.67	0.99 \pm 1.83	0.041
testy kliniczne/clinical tests			
objaw Laseque'a ($^{\circ}$)/ Laseque sign($^{\circ}$)	73.3 \pm 28.8	75.9 \pm 23.8	0.052 (ns)
objaw skrzyżowanego Laseque'a ($^{\circ}$)/crossed Laseque sign ($^{\circ}$)	79.5 \pm 18.6	80.5 \pm 17.2	0.198 (ns)
objaw Bragarda/ Bragard sign	11/34	8/37	0.25 (ns)
objaw odwróconego Laseque'a/ reversed Laseque sign	8/37	7/38	1.00 (ns)
występowanie bólu neurogennego/presence of neurogenic pain			
skala oceny napięcia bólu VAS/ VAS pain intensity scale	4.4 \pm 1.8	4.2 \pm 2.2	0.61 (ns)

W grupie kontrolnej po przeprowadzeniu standardowego programu fizjoterapii uzyskano istotną statystycznie poprawę ($p < 0,05$) w badaniu napięcia spoczynkowego mięśnia brzuchatego łydki oraz w zakresie występowania bólu na powierzchni tylnej pośladka. Zaobserwowano jednak zwiększenie się napięcia spoczynkowego mięśnia piszczelowego przedniego (średnio o $0,25 \mu\text{V}$) oraz zwiększenie odsetka osób, u których występował ból w okolicy kręgosłupa lędźwiowo-krzyżowego (u jednej osoby z tej grupy ból ustąpił, a u dwóch wystąpił po terapii). Pozostałe parametry nie uległy zmianie (Tab. 2).

DYSKUSJA

Skuteczne leczenie zespołów bólowych kręgosłupa powinno opierać się na wnikliwej diagnozie, a także na obiektywnych metodach kontroli i oceny przebiegu terapii [21].

Niestety, bardzo często z powodu trudności jakie powoduje diagnostyka czynnościowa kręgosłupa, jednostki chorobowe przebiegające z bólem okolicy krzyżowo-lędźwiowej kręgosłupa i kończyn dolnych klasyfikowane są ogólnie jako bóle krzyża. Tak postawione rozpoznanie nie daje możliwości zastosowania leczenia przyczynowego.

Kolejnym elementem częstych niepowodzeń w zmniejszaniu dolegliwości bólowych odcinka lędźwiowo-krzyżowego kręgosłupa jest niewłaściwa terapia. Według Basmajian, który jest uznany za jeden z największych autorytetów w dziedzinie badania powierzchniowego EMG i zajmuje się badaniem reakcji mięśni na różne zabiegi terapeutyczne, twierdzi, że 50% zabiegów wykonywanych przez fizjoterapeutów na świecie jest bezużyteczna lub szkodliwa dla pacjenta z powodu braku obiektywnej informacji o skuteczności poszczególnych metod fizjoterapeutycznych [22]. Skuteczność technik neuromobilizacji również nie jest w pełni potwierdzona. Ellis przeprowadził badanie przeglądowe doniesień badających skuteczność neuromobilizacji [23]. Odnalazł on 11 randomizowanych badań mówiących o stopniu skuteczności neuromobilizacji jednocześnie zarzucając braki ilościowe i jakościowe tych badań. Zostały przeszukane bazy MEDLINE (przez PubMed), Cumulative Index to Nursing and Allied Health Literature (CINAHL), Cochrane Controlled Trials Register w Cochrane Library, SPORT-Discus, Allied and Complementary Medicine Database (AMED), Physiotherapy Evidence Database (PEDro), ProQuest 5000 International, ProQuest Health and Medical Complete, EBSCO MegaFile Premier, Science Direct i Web of Science za pomocą słów i zwrotów: „neural mobilisation/mobilization, nerve mobilisation/mobiliza-

Following standard physiotherapeutic treatment patients from the control group demonstrated a statistically significant ($p < 0.05$) improvement in the resting tone of the gastrocnemius muscle and the presence of pain at the posterior gluteal surface. The resting muscle tone of the tibialis anterior, however, increased (by a mean of $0.25 \mu\text{V}$), as did the percentage of persons suffering from pain in the lumbosacral section of the spine (pain was relieved in 1 person from this group, 2 persons reported onset of pain after therapy). The remaining parameters did not reveal significant changes (Tab. 2).

DISCUSSION

Effective treatment of spinal pain ought to be based on a detailed diagnostic work-up as well as objective methods of therapy monitoring and assessment [21].

Unfortunately, though, due to the complicated nature of functional diagnostic studies of the spine, conditions characterized by pain in the lumbosacral spine and lower extremities tend to be classified under the umbrella term of "low back pain". Such diagnosis does not lead to the administration of causal treatment.

Inappropriate treatment is another factor contributing to frequent failures in relieving lumbosacral pain. Basmajian, who is considered as one of the most prominent specialists in the field of surface EMG and whose research focuses on examining muscle responses to various therapeutic procedures, claims that approximately 50% of physiotherapeutic procedures performed around the world can be classified as useless or even harmful for patients due to insufficient objective information concerning the efficacy of particular physiotherapeutic methods [22]. The efficacy of neuromobilization, in fact, has not yet been fully confirmed. Ellis reviewed studies evaluating the efficacy of neuromobilization [23]. He analyzed 11 randomized controlled trials evaluating the therapeutic efficacy of this method, adding criticism of their qualitative and quantitative shortcomings. He searched MEDLINE (via PubMed), Cumulative Index to Nursing and Allied Health Literature (CINAHL), Cochrane Controlled Trials Register in the Cochrane Library, SPORT-Discus, Allied and Complementary Medicine Database (AMED), Physiotherapy Evidence Database (PEDro), ProQuest 5000 International, ProQuest Health and Medical Complete, EBSCO MegaFile Premier, Science Direct and Web of Science with the following words and phrases as the search terms: "neural mobilisation/mobilization, nerve mobilisation/mobilization,

tion, neural manipulative physical therapy, physical therapy, neural/nerve glide, nerve glide exercises, nerve/neural treatment, nerve/neural stretching, neurodynamics and nerve/neural physiotherapy". Większość z tych badań (8 z 11) potwierdziła skuteczność neuromobilizacji. Tylko trzy doniesienia nie wykazywały większej skuteczności neuromobilizacji od innych metod terapeutycznych, przy czym nie wykazywały również mniejszej skuteczności. Jednocześnie autorzy badania przeglądowego stwierdzili, że istnieje potrzeba dalszych badań, gdzie grupa badana będzie bardziej jednorodna pod względem miejsca zaburzenia neurodynamiki, zastosowane techniki neuromobilizacji będą jednakowe dla wszystkich pacjentów, a ocena skuteczności będzie oparta na podstawie obiektywnych badań. W prezentowanym badaniu autorów zadbano zarówno o jednolitą grupę pacjentów co do miejsca zaburzenia neurodynamiki, a także wykorzystano obiektywne badanie – powierzchniowe EMG do oceny skuteczności technik neuromobilizacji. Ponadto autorzy prezentowanego badania zgodnie z sugestiami Ellis'a stworzyli protokół badania randomizowanego z pojedynczą ślełą próbą. Fizjoterapeuta przeprowadzający badanie kliniczne i powierzchniowym EMG nie wiedział, z której grupy jest pacjent. Takie postępowanie było stosowane dla pacjentów ze wszystkich trzech grup w tym badaniu (grupa badana, kontrolna i wzorcowa). Stworzenie protokołu badania z podwójnie ślełą próbą dla badań, w których jest stosowana terapia manualna jest niemożliwe do wykonania [24]. W badaniach autorów zastosowane techniki neuromobilizacji były spójne co do miejsca oddziaływania – pień nerwów udowego, kulszowego, piszczelowego i strzałkowego. Taki wybór miejsca terapii był oparty o wynik badań klinicznych i obrazowych w kierunku zmian w tkance nerwowej ocenianej testami klinicznymi oraz testami napięciowymi pni i korzeni nerwowych typowymi dla technik neuromobilizacji [2]. Powyższe zabiegi miały cechy leczenia przyczynowego. Siła z jaką wykonywano zabieg i czas wykonywania techniki były uzależnione od aktualnego stanu klinicznego pacjenta i różniły się od siebie. Zatem bardzo ważnym elementem wpływającym na skuteczność zabiegów neuromobilizacji będzie miało doświadczenie i umiejętności terapeuty wykonującego zabieg. Zabiegi neuromobilizacji wykonywane w prezentowanym badaniu były wykonywane przez terapeutę posiadającego certyfikat ukończenia kursu neuromobilizacji Butler'a.

Postępowanie fizjoterapeutyczne przy zastosowaniu fizjoterapii tradycyjnej cechowało się znamieniem niższą skutecznością niż terapia z zastosowaniem neuromobilizacji. Należy jednak zauważyć, że zabie-

neural manipulative physical therapy, physical therapy, neural/nerve glide, nerve glide exercises, nerve/neural treatment, nerve/neural stretching, neurodynamics, and nerve/neural physiotherapy". The majority of articles (8 out of 11) confirmed the efficacy of neuromobilization, with only three reports not classifying it as more efficient than other therapeutic modalities. Importantly, however, the efficacy of neuromobilization was never assessed as inferior. At the same time, the authors of the review concluded that further research should be conducted with a more homogeneous treated group with respect to the location of the neurodynamic disorder, the same neuromobilization techniques for all patients and efficacy assessment based on objective examination methods. The present study included both a treated group homogeneous with respect to the location of the neurodynamic disorder and an objective examination method (sEMG) to assess the efficacy of neuromobilization techniques. Furthermore, according to the suggestions made by Ellis, the authors of this study developed a single-blind randomized controlled trial design. The therapist performing the clinical examination and the sEMG examination was not informed which group the patient belonged to. This procedure was applied to the patients from all three groups (treated group, control group, reference group). Developing a study protocol with a double-blind design is impossible in the case of studies involving manual therapy [24]. The neuromobilization techniques used in the present study were also consistent as regards the location they were aimed at (femoral, sciatic, tibial and sagittal nerve trunk), the selection of which was based on the results of clinical and imaging examinations to detect pathology of the nervous tissue assessed using clinical tests as well as tests evaluating the tension of nerve trunks and roots typically targeted by neuromobilization techniques [2]. The abovementioned procedures displayed some characteristics of causal treatment. The intensity and duration of the procedure depended on the patient's clinical condition at the time and differed from one another. The experience and skills of the therapist performing the procedure thus count as a significant factor contributing to the efficacy of neuromobilization. In the present study, neuromobilization procedures were performed by a therapist holding a certificate from Butler's neuromobilization course.

Physiotherapeutic treatment using traditional physiotherapy was characterized by significantly lower efficacy compared to the treatment based on neuromobilization. It should nonetheless be noted that kinesiotherapy combined with physiotherapy has proved effective in the treatment of lumbosacral

gi kinezyterapii w połączeniu z fizykoterapią są skuteczne w chorobach kręgosłupa L/S [25]. Jedną z przyczyn gorszych wyników w grupie kontrolnej mogło być niedostateczne dobranie terapii (parametrów zabiegu) i miejsca zabiegowego. Zabiegi fizykoterapii w grupie kontrolnej miały z góry ustaloną dawkę zgodną z protokołem i były stosowane w obszarze odczuwania bólu, które nie koniecznie zawsze pokrywało się ze źródłem bólu. Zabiegi fizjoterapeutyczne przyjmują wtedy ogólny, standardowy charakter i uwzględniają głównie określenie przeciwwskazań.

Badanie autorów wykazało wysoką skuteczność przeciwbólową neuromobilizacji poprzez wykazanie w obiektywny sposób zmniejszenia się odruchowego spoczynkowego napięcia mięśni w odruchu na ból mierzonego za pomocą powierzchniowego EMG. Badanie powierzchniowe EMG zostało uznane jako metoda badawcza przez Amerykańską Akademię Neurologiczną w 2000 roku do oceny w zakresie kinezylogii, analizy zaburzeń ruchu, różnicowania wzmożonego i zmniejszonego napięcia mięśni, oceny funkcjonalnej postawy ciała i chodu oraz oceny reakcji tkanki mięśniowej na zmiany psychofizyczne [26]. Jest to obiektywne badanie spełniające kryteria III klasy i badań typu C. Klasa III określa stopień wiarygodności dowodowej badania, a typ C moc rekomendacji stosowania tego badania. Zatem badanie sEMG ma pozytywną rekomendację opartą na opinii ekspertów w tej dziedzinie. W prezentowanym badaniu autorzy utworzyli grupę wzorcową aby ustalić w aktualnych warunkach pomiarowych (pora dnia, temperatura otoczenia, zmienność populacyjna) spoczynkowe prawidłowe napięcie badanych mięśni. Ustalenie spoczynkowego prawidłowego napięcia mięśni w aktualnych warunkach badawczych i dla danej populacji ma znaczenie tylko dla wyeliminowania pacjentów z grupy badanej i kontrolnej, którzy pomimo bólu w odcinku L/S kręgosłupa i kończynach dolnych nie mają podwyższonego spoczynkowego napięcia mięśni. U tych pacjentów nie byłoby można obserwować zmian napięcia w przebiegu leczenia. Dla oceny skuteczności prowadzonej terapii w grupie badanej i kontrolnej poddano analizie istotność statystyczną zmian napięcia mięśni, a nie wartość bezwzględną napięcia mierzoną w μV [27,28].

Zaobserwowano również, że objaw Laseque'a i objaw Bragarda uległ istotnej statystycznie poprawie. Brak poprawy w objawie skrzyżowanego Laseque'a można tłumaczyć bardzo wysokimi wartościami początkowymi zbliżonymi do normy 90° oraz możliwością uruchomienia bólu z tkanek nie objętych terapią a podrażnianych w trakcie badania tego objawu [29]. Taka sama sytuacja może dotyczyć ob-

spine conditions [25]. The inferior results in the control group might have been related, among other factors, to inappropriate choices of therapy (parameters of the procedure) and treatment site. Physiotherapeutic procedures in the control group according to preset parameters in the protocol and to the area of pain sensation, which did not always correspond with the pain source. Such physiotherapeutic treatment has a non-specific, standard form and the main consideration consists in defining contraindications.

The present study revealed high analgesic efficacy of neuromobilization by providing objective evidence of a decrease of the resting muscle tone in a reflex response to pain as indicated in the sEMG examination. Surface EMG was accredited in 2000 by the American Academy of Neurology as an examination method for assessing kinesiological conditions, analyzing motor disorders, differentiating between elevated and reduced muscle tone, functional assessment of posture and gait and assessing the response of muscle tissue to psychosomatic changes [26]. Surface EMG constitutes an objective examination method which meets the standards of class III and type C evidence. The former defines the evidential credibility of a particular method, the latter reflects how strongly it is recommended for use. sEMG is thus an examination method recommended by experts. The authors of the present study decided to have a reference group in order to establish normal resting tone values of the examined muscles for the particular measurement conditions (time of day, temperature of the surroundings, population variability). Determining normal resting muscle tone for particular examination conditions and a particular population is significant only for the purpose of eliminating those patients from the treated group and the control group who, in spite of reporting pain in the lumbosacral spine and the lower extremities, do not demonstrate elevated resting muscle tone. It would be impossible to observe changes of muscle tone in the course of the treatment in these patients. In order to assess the efficacy of treatment administered in the treated group and the control group, the authors analyzed the statistical significance of muscle tone changes rather than the absolute value of muscle tone in μV [27, 28].

It was moreover observed that there was a statistically significant increase in the Laseque sign and the Bragard sign. The finding of no improvement in the crossed Laseque sign may be attributed to its very high baseline values close to the reference value of 90° and the possibility of pain being generated in tissues not involved in the treatment but irritated in the course of testing for the sign [29]. A similar explana-

jawu odwróconego Laseque'a gdzie w trakcje zginięcia stawu kolanowego możemy podrażniać wszystkie tkanki okołokręgosłupowe w wyniku ruchu miednicy przy wykonywaniu tego badania.

WNIOSKI

1. Na podstawie przeprowadzonych badań wydaje się, że ocena napięcia mięśni w spoczynku za pomocą sEMG może służyć obiektywizacji skuteczności przeciwbólowej zabiegów fizjoterapii, w tym neuromobilizacji.
2. W badanej grupie zabiegi neuromobilizacji skuteczniej niż fizjoterapia tradycyjna eliminowały lub obniżały spoczynkowe wzmożone napięcie mięśni powstałe w reakcji na ból u chorych z przewlekłym zespołem bólowym kręgosłupa.
3. Zabiegi neuromobilizacji powodowały znaczącą poprawę testów klinicznych i obrazu klinicznego w grupie badanej niż w grupie kontrolnej co świadczy o skuteczności tej terapii.
4. W prezentowanych badaniach największą wartość diagnostyczną dla oceny zmiany napięcia spoczynkowego wykazywało badanie sEMG mięśnia piszczelowego przedniego.

PIŚMIENNICTWO / REFERENCES

1. Scrimshaw S, Maher C. Randomized controlled trial of neural mobilization after spinal surgery. *Spine* 200; 26: 2647 – 2652.
2. Dwornik M, Białoszewski D, Korabiewska I, Wroński Z. Zasady stosowania neuromobilizacji w schorzeniach narządu ruchu. *Ortopedia Traumatologia Rehabilitacja* 200; 9 (2): 111 – 121.
3. Coppieters MW, Butler DS. Do 'sliders' slide and 'tensioners' tension? An analysis of neurodynamic techniques and considerations regarding their application. *Man Ther* 2008; 13 (3): 213-21.
4. Dobrogowski J. Zespoły bólowe narządu ruchu. *Terapia* 2004; 10 (157): 36-41.
5. Vernon H, Schneider M. Chiropractic management of myofascial trigger points and myofascial pain syndrome: a systematic review of the literature. *J Manipulative Physiol Ther* 2009; 32 (1): 14-24.
6. Ossipov M, Lai J, Malan T, Porreca F. Spinal and supraspinal mechanism of neuropathic pain. *Annals of the New York Academy of Sciences* 2000; 909: 41-50.
7. Grundy D. 5-HT system in the gut: roles in the regulation of visceral sensitivity and motor functions. *Eur Rev Med Pharmacol Sci* 2008; 12 (1): 63-7.
8. Sato A, Schmidt R. Spinal and supraspinal components of the reflex discharges into lumbar and thoracic white rami. *J Physiol* 1971; 212 (3): 839-850.
9. Arendt-Nielsen L, Schipper KP, Dimcevski G, Sumikura H, Krarup AL. Viscero-somatic reflexes in referred pain areas evoked by capsaicin stimulation of the human gut. *Eur J Pain* 2008; 12 (5): 544-51.
10. Dwornik M. Badanie przydatności powierzchniowego EMG w ocenie skuteczności wybranych metod fizjoterapii u chorych z zespołami bólowymi części lędźwiowo-krzyżowej kręgosłupa. *Uniwersytet Medyczny w Łodzi. Łódź: 2008; 61 -63.*
11. Sandrini G, Serrao M, Rossi P, Romaniello A, Cruccu G, Willer JC. The lower limb flexion reflex in humans. *Prog Neurobiol* 2005; 77 (6): 353-95.
12. Hubbard D. Muscular trigger points show spontaneous needle activity. *Spine* 1993; 18: 1802-1805.
13. Skljarevski V, Ramadan NM. The nociceptive flexion reflex in humans -- review article. *Pain* 2002; 96 (1-2): 3-8.
14. Willer JC. Nociceptive flexion reflex as a tool for pain research in man. *Adv Neurol* 1983; 39: 809-27.
15. Cram JR., Steger JC. EMG scanning in the diagnosis of chronic pain. *Biofeedback Self Regul* 1983; 8 (2): 229-41.
16. Sandrini G, Serrao M. The lower limb flexion reflex in human. *Prog Neurobiol* 2005; 77 (6): 353-95.
17. Arena JG, Sherman RA, Bruno GM, Young TR. Electromyographic recording of low back pain subjects and non-pain controls in different positions. *Pain* 1991; 45 (1): 23-8.
18. Cram JR, Lloyd J, Cahn TS. The reliability of EMG muscle scanning. *Int J Psychosom* 1994; 41 (1-4): 41-5.
19. Da Silva RA, Lariviere C, Arseneault AB, Nadeau S, Plamondon A. The comparison of wavelet- and Fourier-based electromyographic indices of back muscle fatigue during dynamic contractions: validity and reliability results. *Electromyogr Clin Neurophysiol* 2008; 48 (3-4): 147-62.

tion may be applicable to the reversed Laseque sign, as in the course of knee joint flexion all perispinal tissues may become irritated as a result of pelvis movement associated with this test.

CONCLUSIONS

1. The results of the examinations appear to suggest that evaluation of resting muscle tone can be used to provide an objective assessment of the analgesic efficacy of physiotherapy, including neuromobilization.
2. In the treated group, neuromobilization was superior to standard physiotherapy as regards eliminating or decreasing elevated resting muscle tone in response to pain in patients with low back pain.
3. Neuromobilization produced a significant improvement in clinical test results and clinical symptoms in the treated group as opposed to the control group, which demonstrates the efficacy of this therapy.
4. The results of the examinations show that tibialis anterior sEMG had the biggest diagnostic value for detecting changes in pain severity.

20. Freriks B, Hermens HJ. SENIAM 9: European Recommendations for Surface ElectroMyoGraphy, Results of the SENIAM project, Roessingh Research and Development b. v., 1999.
21. Kujawa J, Oborzyński J, Gworys K. Metoda własna analizy zdjęcia termowizyjnego jako uzupełnienie diagnostyki i obiektywizacja oceny skuteczności leczenia zespołu bólowego stawu kolanowego. *Fizjoter Pol* 2003; 3 (4): 375-383.
22. Basmajian JV, Research foundations of EMG biofeedback in rehabilitation. *Biofeedback Self Regul* 1988; 13 (4): 275-98.
23. Ellis RF. Neural mobilization: a systematic review of randomized controlled trials with an analysis of therapeutic efficacy. *J Man Manip Ther* 2008; 16 (1): 8-22.
24. Salaffi F, Stancati A, Silvestri, CA, Ciapetti A, Grassi W. Minimal clinically important changes in chronic musculoskeletal pain intensity measured on a numerical rating scale. *European J Pain* 2004; 8: 283-291.
25. Kujawa J, Talar J, Łukowicz M, Królak M. Ocena skuteczności przeciwbólowej biostymulacji laserowej skojarzonej z kinezyterapią u chorych z zespołem bólowym dolnego odcinka kręgosłupa. *Med Man* 1999; 3 (3/4): 41-45.
26. Pullman SL, Goodin DS, Marquinez AI., Tabbal S, Rubin M. Clinical utility of surface EMG Report of the Therapeutics and Technology Assessment, Subcommittee of the American Academy of Neurology. *Neurology* 2000; 55: 171-177.
27. Słupik A, Dwornik M, Białoszewski D, Zych E. Effect of Kinesio Taping on bioelectrical activity of vastus medialis muscle. Preliminary report. *Ortop Traumatol Rehabil* 2007; 9 (6): 644-51.
28. Lariviere C, Arsenault AB. On the use of EMG-ratios to assess the coordination of back muscles. *Clin Biomech (Bristol, Avon)* 2008; 23 (10): 1209-19.
29. Dwornik M, Białoszewski D, Kiebzak W, Lyp M. The correlation of selected physical examination findings and the efficacy of physiotherapy for chronic lumbosacral pain. *Ortop Traumatol Rehabil* 2007; 9 (3): 297-309.

Liczba słów/Word count: 7991

Tabele/Tables: 1

Ryciny/Figures: 0

Piśmiennictwo/References: 29

Adres do korespondencji / Address for correspondence

Dr n. med. Michał Dwornik

Zakład Rehabilitacji Oddz. Fizjoterapii II WL WUM

00-242 Warszawa, ul. Solec 57, tel/fax.: (0-22) 622 80 05, e-mail: dmdwornik@wp.pl

Otrzymano / Received

04.12.2008 r.

Zaakceptowano / Accepted

15.02.2009 r.