

GABRIELA BIDZIŃSKA^{1, A–F}, KUBA PTASZKOWSKI^{2, A, C, F}, LUCYNA SŁUPSKA^{2, A, B, F},
ROBERT DYMAREK^{2, A, C, F}, KAMIL ZWIERZCHOWSKI^{1, A, B, F}, ANNA KOŁCZ-TRZĘSICKA^{2, A, C, F},
TOMASZ HALSKI^{1, A, C, F}

Ocena oddziaływania dwóch technik energizacji mięśni: hamowania recyprokalnego oraz poizometrycznej relaksacji na aktywność bioelektryczną mięśnia prostego uda – randomizowane doniesienie wstępne

Evaluation of the Impact of Two Muscle Energy Techniques: Reciprocal Inhibition and Post-Isometric Muscle Relaxation on Bioelectrical Activity of *Rectus Femoris* Muscle – Randomised Preliminary Report

¹ Instytut Fizjoterapii, Państwowa Medyczna Wyższa Szkoła Zawodowa w Opolu, Opole

² Wydział Nauk o Zdrowiu, Uniwersytet Medyczny im. Piastów Śląskich we Wrocławiu, Wrocław

A – koncepcja i projekt badania; B – gromadzenie i/lub zestawianie danych; C – analiza i interpretacja danych; D – napisanie artykułu; E – krytyczne zrecenzowanie artykułu; F – zatwierdzenie ostatecznej wersji artykułu

Streszczenie

Wprowadzenie. Prawidłowe kształtowanie i koordynacja ruchów oraz funkcja i siła mięśni w dużej mierze zależą od fizycznych i biologicznych właściwości mięśni, takich jak: skurcz, sprężystość i napięcie. Niewłaściwe funkcjonowanie mięśni może być przyczyną hipertonii mięśniowej, zaburzeń stawowych, ograniczenia ruchomości lub występowania dolegliwości bólowych. Wydaje się, że w zaburzeniach mięśniowo-szkieletowych terapeutyczną rolę mogą odegrać techniki energizacji mięśni: hamowanie recyprokalne oraz poizometryczna relaksacja mięśni.

Cel pracy. Określenie, jak zabiegi hamowania recyprokalnego oraz poizometrycznej relaksacji mięśni wpływają na aktywność bioelektryczną oraz elastyczność mięśnia prostego uda u osób z ograniczonym ruchem zgięcia w stawie kolanowym.

Materiał i metody. W badaniu wzięły udział 42 osoby. Grupa A (n = 21) była poddana serii 10 zabiegów hamowania recyprokalnego, w grupie B (n = 21) zastosowano poizometryczną relaksację mięśni. Oceniano zmiany napięcia mięśnia prostego uda, zakres ruchomości w stawie kolanowym oraz test „pięta–pośladek”. Wyniki poddano analizie statystycznej za pomocą programu STATISTICA 10.

Wyniki. W obu grupach odnotowano istotne statystycznie zmniejszenie potencjału spoczynkowego mięśnia prostego uda oraz zwiększenie zakresu ruchomości w stawie kolanowym. Po serii 10 zabiegów w obu grupach nie zaobserwowano istotnego statystycznie zmniejszenia odległości pięty od pośladka w teście „pięta–pośladek”.

Wnioski. Zarówno hamowanie recyprokalne, jak i poizometryczna relaksacja mięśni są metodami wpływającymi na ograniczenie spoczynkowej aktywności bioelektrycznej mięśnia prostego uda i zwiększenie zakresu ruchu zgięcia w stawie kolanowym (Piel. Zdr. Publ. 2015, 5, 2, 131–139).

Słowa kluczowe: elektromiografia powierzchniowa, poizometryczna relaksacja mięśni, hamowanie recyprokalne.

Abstrakt

Background. Physical and biological properties of muscles such as contraction, flexibility and tone influence proper movement coordination, as well as function and strength of the muscles. Abnormal muscle function can

cause muscle hypertonia, joint dysfunction, restricted mobility, or the occurrence of pain. It seems that muscle energy techniques such as reciprocal inhibition and post-isometric muscle relaxation can play a therapeutic role in musculo-skeletal disorders.

Objectives. The aim of this study was to determine which of the treatments: reciprocal inhibition or post-isometric relaxation more favorably affect the bioelectrical activity and the flexibility of *rectus femoris* muscle in individuals with restricted knee flexion.

Material and Methods. Forty two individuals participated in the study. Group A (n = 21) was subjected to a series of 10 reciprocal inhibition interventions, group B (n = 21) to post-isometric relaxation. Bioelectrical activity of *rectus femoris* muscle, range of motion of the knee and Ely's test were evaluated.

Results. In both groups a decrease in myoelectrical potential of *rectus femoris* muscle and an increase in the range of motion of the knee were observed. After a series of 10 treatments in both groups, there was no statistically significant reduction in the distance from the buttock to the heel in the Ely's test.

Conclusions. Reciprocal inhibition and post-isometric muscle relaxation are the methods that affect the reduction on bioelectrical activity of *rectus femoris* muscle as well as no significant increase of range of motion in the knee flexion (Piel. Zdr. Publ. 2015, 5, 2, 131–139).

Key words: surface electromyography, post-isometric relaxation, reciprocal inhibition.

Prawidłowe kształtowanie i koordynacja ruchów oraz funkcja i siła mięśni w dużej mierze zależą od fizycznych i biologicznych właściwości mięśni, takich jak: skurcz, sprężystość i napięcie. Do skurczu dochodzi na skutek przystosowawczych zmian ich długości, a w utrzymaniu napięcia mięśniowego dużą rolę odgrywają narządy ścięgniste Golgiego, które rozpoznają wielkość obciążenia ścięgien. Wiedza ta jest w szczególnym stopniu przydatna do stosowania technik energii mięśni (TEM, *muscle energy technique* – MET). Dzięki nim bierne mobilizacje lub też rozciąganie ścięgien przynosi korzystne rezultaty w regulacji napięcia mięśniowego. Techniki energii mięśni są zespołem metod, które pierwotnie stanowiły grupę osteopatycznych form manipulacyjnych terapii tkanek miękkich. Umożliwiają rozluźnienie nadmiernie aktywnych mięśni, a także zwiększają zdolność skróconej tkanki do rozciągnięcia, szczególnie gdy występują w niej zmiany o charakterze lepkosprężystym. Znajdują zastosowanie w wielu dziedzinach terapeutycznego postępowania manualnego, m.in. w fizjoterapii, ortopedii, a także treningu sportowym. Są często stosowane u pacjentów z hipertonią mięśniową. Stwierdzono także ich skuteczność w leczeniu zaburzeń stawowych, zrostów torebki stawowej oraz zwalczaniu obrzęków i zastojów żylnych. Metoda ta pozwala również na uruchamianie pacjentów z ograniczoną możliwością poruszania się. Techniki energii mięśni charakteryzują się dużą elastycznością, dlatego też specjalista może je modyfikować i dostosowywać do różnych zaburzeń oraz pacjentów. Wśród TEM wyróżnia się m.in.: hamowanie recyprokalne oraz poizometryczną relaksację mięśni [1–7].

Hamowanie recyprokalne (h.r., *reciprocal inhibition*) jest składową metodyki wykorzystywanej w terapii według koncepcji PNF (*Proprioceptywnego Neuromuscular Facilitation*) oraz TEM. Znajduje zastosowanie w leczeniu zaburzeń neuromięśniowo-szkieletowych. Metoda ta jest związana

z fizjologiczną odpowiedzią mięśni antagonistycznych w stosunku do napinanego mięśnia. Hamowanie recyprokalne wykorzystuje zależność polegającą na tym, że podczas napięcia izometrycznego mięśnia jego antagonistą jest hamowany. Na skutek tego bezpośrednio po skurczu izometrycznym dochodzi w nim do zmniejszenia napięcia mięśniowego. Z tego więc powodu mięśnie antagonistyczne w stosunku do skróconego mięśnia mogą być napinane izometrycznie w celu rozluźnienia oraz zwiększenia możliwości ruchowych w obrębie skróconych tkanek. Metoda ta znajduje zastosowanie szczególnie w stanach chorobowych, w których uszkodzenie tkanek lub ból wykluczają zastosowanie napięcia mięśni agonistów. Hamowanie recyprokalne jest więc często stosowane u pacjentów spastycznych. Znajduje również zastosowanie w leczeniu bólu pleców, obrzęków, zaburzeń układu oddechowego oraz zaburzeń somatycznych. Technika ta nie jest natomiast zalecana u pacjentów ze złamaniami, otwartymi ranami, przerzutami nowotworowymi oraz mających osteoporozę [8–16].

Poizometryczna relaksacja mięśni (*post-isometric relaxation* – PIR) jest jedną z najbardziej znanych technik mobilizacyjnych wykorzystujących zjawiska pobudzania i hamowania mięśniowego. Prowadzi do zmniejszenia napięcia występującego w obrębie mięśnia lub też grupy mięśni. Powoduje hamowanie pola motoneuronu danego mięśnia i tym samym prowadzi do odruchowego zmniejszenia jego napięcia. Przyczyną tego jest aktywacja narządów ścięgnistych Golgiego podczas skurczu. Wyróżnia się 2 nadrzędne cele zastosowania poizometrycznej relaksacji mięśni: doraźny oraz długofalowy. Celem doraźnym jest przede wszystkim walka z bólem i innymi skutkami przeciążeń statycznych mięśni oraz redukcja podrażnienia mięśni i tkanki łącznej. Celem długofalowym natomiast jest przywrócenie prawidłowej długości oraz elastyczności przykurczonym mięśniom, odzyskanie

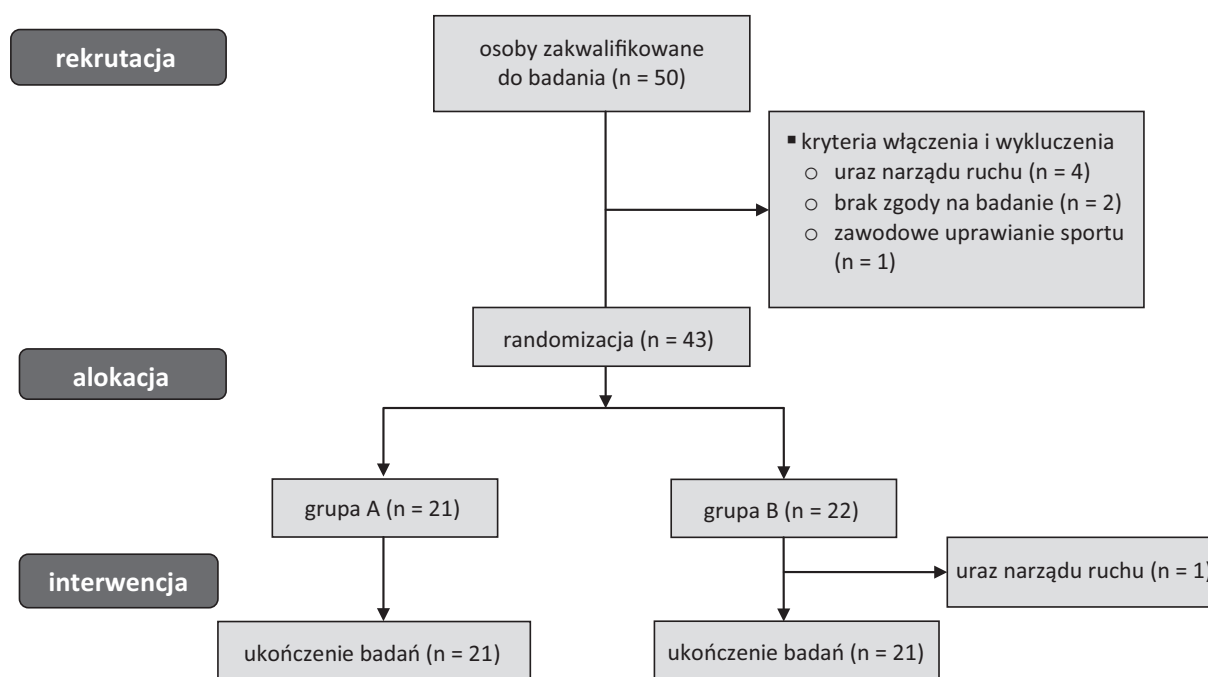
normalnego zakresu ruchu w stawach oraz zwalczanie przeciążeń stawowych. Poizometryczna relaksacja mięśni jest skuteczna m.in. w leczeniu wzmożonego napięcia oraz zmniejszaniu aktywności punktów spustowych [17–23].

Głównym celem pracy była ocena aktywności bioelektrycznej mięśnia prostego uda po zastosowaniu serii zabiegów h.r. lub PIR. Dodatkowo wykonano pomiary ruchu zgięcia w stawie kolanowym oraz długości mięśnia przed i po zastosowaniu interwencji odpowiedniej dla każdej z grup porównawczych.

Material i metody

Badaniami objęto grupę 50 studentów Państwowej Medycznej Wyższej Szkoły Zawodowej w Opolu, których poddano procesowi kwalifikacji na podstawie wybranych kryteriów włączenia i wykluczenia (tab. 1). Na pierwszym etapie wykluczono 7 uczest-

ników badania: 4 na skutek stwierdzenia występowania urazów narządu ruchu w obrębie kończyn dolnych, 2 ze względu na odmowę udziału w badaniu oraz jednego ze względu na zawodowe uprawiane aktywności fizycznej. Łącznie zakwalifikowano do pomiarów 43 uczestników, którzy w sposób losowy zostali przydzieleni do dwóch grup porównawczych – A i B. Badanych z grupy A poddawano zabiegom h.r., a z grupy B – PIR. Podczas trwania badania jedna osoba została wykluczona z grupy B na skutek wystąpienia urazu w obrębie kończyny dolnej. Przepływ uczestników badań na poszczególnych etapach przedstawia ryc. 1. Grupa A liczyła 17 kobiet i 4 mężczyzn będących w wieku 19–25 lat ($x = 20,43$ lat, $s = 1,43$ lat). Grupa B również składała się z 17 kobiet i 4 mężczyzn. Wiek badanych w tej grupie wynosił 19–25 lat ($x = 20,24$ roku, $s = 1,61$ roku). Grupy były jednorodne pod względem wybranych cech, takich jak: wiek, wzrost, masa ciała, BMI, płeć, dominująca kończyna dolna i kończyna dolna badana (tab. 2).



Ryc. 1. Przepływ uczestników badania na wszystkich jego etapach

Fig. 1. The flow of the participants on each stage of the study

Tabela 1. Kryteria włączenia i wykluczenia

Table 1. Inclusion and exclusion criteria

Kryterium włączenia	Kryterium wykluczenia
- Kobieta lub mężczyzna, - Osoby nieuprawiające zawodowo aktywności fizycznej, - Brak występowania uszkodzeń narządu ruchu u obrębie miednicy i kończyn dolnych, - Zgoda na udział w badaniach	obecne lub przebyte urazy kończyny dolnych: - uszkodzenia więzadeł i torebek stawowych (skręcenia), - uszkodzenia mięśni (stłuczenia, naciągnięcia, naderwania), - zapalenie kałek maziowych, - uszkodzenia nerwów obwodowych, - entezopatie, - złamania

Tabela 2. Charakterystyka uczestników w obydwu grupach**Table 2.** Characteristics of the participants in both groups

		A	B	p
Liczba osób		n = 21	n = 21	–
Płeć		kobiety n = 17 (81%) mężczyźni n = 4 (19%)	kobiety n = 17 (81%) mężczyźni n = 4 (19%)	p = 0,9644*
Kończyna dolna dominująca		prawa n = 19 (90%) lewa n = 2 (10%)	prawa n = 17 (81%) lewa n = 4 (19%)	p = 0,6592*
Kończyna dolna badana		prawa n = 11 (52%) lewa n = 10 (48%)	prawa n = 11 (52%) lewa n = 10 (48%)	p = 0,7574*
Wiek (lata)	min.–maks. średnia odch. std.	19–25 20,43 1,43	19–25 20,24 1,61	p = 0,5354**
Wysokość ciała (m)	min.–maks. średnia odch. std.	1,57–1,83 1,71 6,85	1,56–1,91 1,69 9,74	p = 0,1370**
Masa ciała (kg)	min.–maks. średnia odch. std.	51–103 68,14 12,29	51–125 66,1 17,44	p = 0,2215**
BMI (kg/m ²)	min.–maks. średnia odch. std.	19,37–30,76 23,09 2,86	19,2–34,25 22,8 3,39	p = 0,6873**

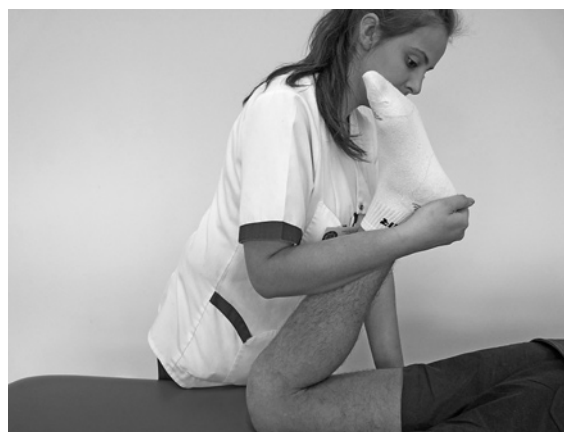
* test χ^2 , ** test U Mann-Whitney.

Procedura badania

U badanych z obu grup wykonano po 10 interwencji. Zabiegi odbywały się codziennie o stałej porze dnia i były wykonywane zawsze przez tego samego terapeutę. Czas fazy skurczu izometrycznego wynosił zawsze 10 sekund. Faza ta była wykonywana w liczbie 3 powtórzeń, a przerwa między kolejnymi powtórzeniami była 2 razy dłuższa i wynosiła 20 sekund. Zabiegi wykonywano zgodnie z metodyką zalecaną przez Lewita [19] i Rakowskiego [24]. Podczas każdej interwencji badani przyjmowali pozycję leżenia przodem na kozetce.

Hamowanie recyprokalne rozpoczynano od ustawienia badanej kończyny w pozycji pośredniej, aby nie wywoływać u badanej osoby dolegliwości bólowych. Wykonywano to przez lekkie zgięcie kończyny w stawie kolanowym. Następnie terapeuta opierał swą dłoń o kozetkę – w celu ustabilizowania pozycji, a drugą umieszczał na pięcie badanego studenta i polecał napięcie mięśni przez zbliżanie pięty do pośladka. Osoba wykonująca zabieg uniemożliwiała wykonanie studentowi tego ruchu, dzięki czemu dochodziło do napięcia izometrycznego mięśni grupy kulszowo-goleniowej. Napięcie trwało 10 sekund. W kolejnej fazie uczestnik rozluźniał się i starał samodzielnie zwiększyć zakres ruchu. Rozluźnienie trwało 20 sekund. Podczas jednego zabiegu wykonywano 3 powtórzenia (ryc. 2).

W pierwszej fazie PIR terapeuta lekko zgiął staw kolanowy badanej kończyny. Następnie

**Ryc. 2.** Faza II i III hamowania recyprokalnego**Fig. 2.** Stage 2 and 3 of reciprocal inhibition

opierał staw skokowy badanego studenta na swoim barku i doprowadzał jego podudzie do zgięcia, aż do wycucia delikatnego oporu tkankowego lub do czasu, kiedy uczestnik zgłosił ból – wówczas zaprzestawano zginania stawu kolanowego i stabilizowano pozycję. W drugiej fazie PIR terapeuta opierał swoją dłoń o kozetkę w celu ustabilizowania pozycji i polecał badanemu studentowi napinać mięsień przez prostowanie w stawie kolanowym. Osoba wykonująca zabieg uniemożliwiała uczestnikowi wykonywanie tego ruchu, dzięki czemu wytwarzano napięcie izometryczne mięśnia prostego uda. Napięcie mięśni utrzymywano przez 10 sekund. Następnie odbywała się trzecia faza za-



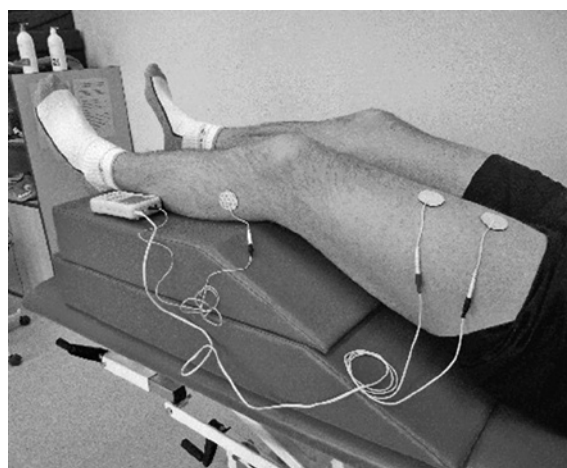
Ryc. 3. Faza II i III poizometrycznej relaksacji mięśni

Fig. 3. Stage 2 and 3 of postisometric muscle relaxation

biegu, kiedy badany zaprzestawał wykonywania ruchu wyprostowania stawu kolanowego, dzięki temu dochodziło do rozluźnienia mięśnia. W tym czasie terapeuta jeszcze bardziej zginał kolano badanego do chwili ustalenia nowej pozycji. Faza rozluźnienia trwała 20 sekund. Cały cykl napinania i rozluźniania powtarzano 3 razy. Po zakończonym cyklu następowało 2–3 sekundowe napięcie mięśni antagonistycznych. Uczestnikowi polecano wówczas wykonywać ruch w przeciwnym kierunku – wbrew oporowi terapeuty (ryc. 3).

Do przeprowadzenia pomiarów spoczynkowej aktywności bioelektrycznej mięśnia prostego uda wykorzystano dwukanałowy elektromiograf powierzchniowy NeuroTrac ETS (Verity Medical Ltd, United Kingdom) zintegrowany z oprogramowaniem komputerowym. Do pomiaru zastosowano zestaw samoprzylepnych elektrod. Ułożenie elektrod było zgodne z wytycznymi protokołu SENIAM dla mięśnia prostego uda. Elektrody układano u każdego jednakowo – centralnie nad brzuscem mięśnia z dodatkową elektrodą referencyjną umieszczoną na głowie kości strzałkowej. Pomiar spoczynkowy trwał 50 sekund i polegał na wyznaczeniu średniej wartości napięcia spoczynkowego mięśnia. Był wykonywany w pozycji leżenia tyłem, z kończynami górnymi ułożonymi wzdłuż tułowia. Podczas pomiaru kończyny dolne znajdowały się w lekkim zgięciu stawów kolanowych i biodrowych (ok. 20–30°). W celu uzyskania pożądanej pozycji oraz rozluźnienia aparatu mięśniowo-powięziowo-więzadłowego do badania wykorzystano zestaw klinów pod kończyny dolne (ryc. 4). Przed rozpoczęciem pomiaru w celu habituacji posturalnej i zapewnienia jednakowych warunków pomiarowych każdego z uczestników poddano 15-minutowej fazie relaksacji.

Do obiektywnej analizy zmian elastyczności badanego mięśnia użyto testu „pięta–pośladek”.



Ryc. 4. Pomiar sEMG

Fig. 4. Measurement of sEMG

Test przeprowadzano w pozycji leżenia przodem. Badanym studentom polecano wykonać ruch maksymalnego zgięcia w stawie kolanowym. Następnie terapeuta odmierzał taśmą krawiecką odległość między piętą a pośladkiem. W celu zminimalizowania różnic podczas wykonywania pomiarów ustalono stały punkt przyłożenia taśmy. Był on wyznaczany w miejscu przecięcia linii biegnącej od kolca biodrowego tylnego górnego z linią do niej prostopadłą, która łączyła krętarze kości udowej.

Pomiarów ruchomości w stawie kolanowym dokonywano z użyciem goniometru w pozycji leżenia przodem, z wyprostowanymi kończynami dolnymi. Badany miał za zadanie wykonać ruch maksymalnego zgięcia w stawie kolanowym badanej kończyny. Punkt przyłożenia goniometru znajdował się na wysokości nadkłykcia bocznego kości udowej, ramię nieruchome goniometru przebiegało wzdłuż osi długiej uda, a ramię ruchome wzdłuż osi długiej podudzia.

Analiza statystyczna

Do wykonania analizy statystycznej wykorzystano program STATISTICA 10.0. Do oceny jednorodności cech, które charakteryzowały badanych w obu grupach zastosowano test χ^2 Yatesa lub test U Manna-Whitneya dla prób niezależnych. Porównania między pomiarami w danych grupach dokonano za pomocą testu ANOVA Friedmana i testu *post-hoc*. We wszystkich pomiarach ustalono poziom istotności $\alpha = 0,05$.

Wyniki

Po serii 10 zabiegów w obu grupach nie zaobserwowano istotnego statystycznie ($p > 0,05$) zmniejszenia odległości pięty od pośladka w teście „pięta-pośladek”. Po serii 10 sesji h.r. u badanych studentów zaobserwowano zmniejszenie odległości pięty od pośladka średnio do 15,62 cm. W stosunku do wartości początkowej różnica ta wyniosła średnio 1 cm, a w stosunku do pomiaru po 5 interwencji 0,43 cm. Wartością maksymalną, którą zaobserwowano u badanych było 22 cm, minimalną natomiast 10 cm ($s = 3,54$). Po serii 10 sesji PIR zaobserwowano zmianę odległości pięty od pośladka średnio do

15,86 cm. W stosunku do wartości początkowej odległość ta zmniejszyła się i wyniosła średnio 0,33 cm, a w stosunku do pomiaru po 5 interwencji zwiększyła się o 0,10 cm. Wartością maksymalną, którą zaobserwowano u badanych studentów było 30 cm, minimalną natomiast 7 cm ($s = 4,62$) (tab. 3).

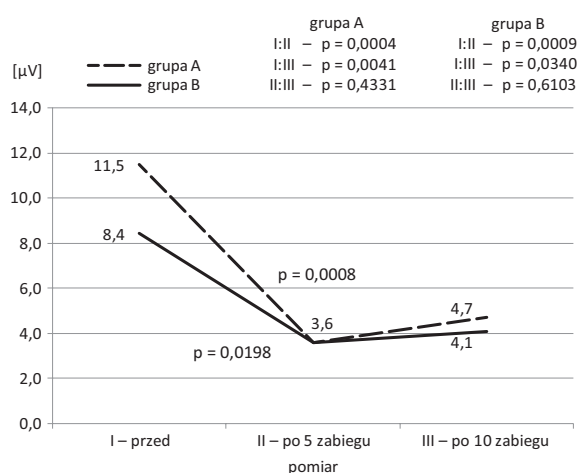
Kolejnym parametrem poddanym analizie była zmiana zakresu ruchu zgięcia w stawie kolanowym. Zarówno w grupie A, jak i grupie B zaobserwowano istotne statystycznie zwiększenie zakresu ruchu zgięcia w stawie kolanowym. Po zakończeniu terapii w grupie A odnotowano zwiększenie zakresu ruchu średnio do 132,38°. W stosunku do wartości początkowej zakres ruchu zwiększył się średnio o 3,71°, a zmniejszył w porównaniu z wartością uzyskaną po 5 zabiegu o 0,43°. Wartość maksymalną, jaką uzyskano u uczestników to 140°, minimalna natomiast to 122° ($s = 5,32$). W grupie B po ostatniej interwencji odnotowano zwiększenie zakresu ruchu średnio do 129,9°. W stosunku do wartości początkowej wynik ten zwiększył się średnio o 4°, a w porównaniu z wartością uzyskaną po 5 zabiegu o 0,61°. Wartość maksymalną, jaką uzyskano u uczestników to 150°, minimalna natomiast wynosiła 110° ($s = 8,29$) (tab. 3).

Analizie poddano także zmiany aktywności bioelektrycznej mięśnia, które w obu grupach oka-

Tabela 3. Porównanie wyników między I, II i III pomiarem w grupie A i B

Table 3. Comparison of results between 1st, 2nd and 3rd measurement in the group A and B

	Grupa A				
	pomiar			ANOVA Friedman test p-value	post-hoc test p-value
	I przed	II po 5 zabiegu	III po 10 zabiegu		
Test pięta-pośladek (cm) min.-maks. średnia odch. std.	9,0–23,0 16,62 4,02	13,0–20,0 16,05 2,22	10,0–22,0 15,62 3,54	p = 0,3445	–
Pomiar ruchomości goniometrem (st.) min.-maks. średnia odch. std.	118–138 128,67 4,29	120–139 132,81 4,85	122–140 132,38 5,32	p = 0,0030	I:II – p = 0,0009 I:III – p = 0,0106 II:III – p = 0,7946
	Grupa B				
	pomiar			ANOVA Friedman test p-value	post-hoc test p-value
	I przed	II po 5 zabiegu	III po 10 zabiegu		
Test pięta-pośladek (cm) min.-maks. średnia odch. std.	7,0–27,0 16,19 5,13	9,0–28,0 15,76 4,36	7,0–30,0 15,86 4,62	p = 0,9120	–
Pomiar ruchomości goniometrem (st.) min.-maks. średnia odch. std.	100–140 125,9 9,4	115–150 129,29 7,99	110–150 129,90 8,29	p = 0,0082	I:II – p = 0,0712 I:III – p = 0,0089 II:III – p = 0,3824



Ryc. 5. Zestawienie wyników średnich wartości pomiaru spoczynkowej aktywności bioelektrycznej mięśni w grupie A i B

Fig. 5. Average values of the measurement of resting bioelectrical activity of muscles in group A and B

zały się istotnie statystycznie (ryc. 5). Po zakończeniu badań w grupie A zaobserwowano zmniejszenie wartości średniego potencjału spoczynkowego mięśnia prostego uda do 4,73 μV (różnica równa 6,76 μV w stosunku do wartości początkowej) oraz zwiększenie w stosunku do wartości uzyskanej po 5 zabiegu o 1,13 μV . Wartością maksymalną, jaką uzyskano u uczestników badań, było 12,4 μV , minimalną natomiast 0,3 μV ($s = 3,6$). Po zakończeniu terapii w grupie B zaobserwowano zmniejszenie wartości średniego potencjału spoczynkowego mięśnia prostego uda do 4,06 μV (różnica równa 4,38 μV w stosunku do wartości początkowej) oraz zwiększenie w stosunku do wartości uzyskanej po 5 zabiegu o 0,49 μV . Wartością maksymalną, jaką uzyskano u uczestników badań, było 15,5 μV , minimalną natomiast 0,4 μV ($s = 4,06$) (ryc. 5).

Omówienie

Z przeprowadzonych badań wynika, że zarówno h.r., jak i PIR wykazują dużą skuteczność ukierunkowaną na obniżenie aktywności bioelektrycznej oraz zwiększenie zakresu ruchu w stawie kolanowym. Zastosowane metody okazały się skuteczne, co zostało potwierdzone obiektywnymi pomiarami. Niestety, większość dostępnych publikacji ukazuje wpływ tylko jednej z omawianych metod lub przedstawia zastosowanie technik energizacji mięśni w znaczeniu ogólnym, co również nie pozwala na jednoznaczną odpowiedź dotyczącą skuteczności ocenianych rodzajów terapii.

Selkow et al. [25] poddali ocenie 20 pacjentów uskarżających się na ból okolicy lędźwiowo-

-miedniczno-biodrowej podczas rotacji kości biodrowej. Uczestników badań randomizowano do 2 grup porównawczych. Grupa A była poddawana terapii, B natomiast stanowiła grupę kontrolną. U badanych z grupy A zastosowano 6-tygodniową terapię opierającą się na stosowaniu technik energizacji mięśni. Czas skurczu wynosił 4–5 sekund, a rozluźnienia 8–10 sekund. Wykonywano jedno powtórzenie dziennie. W grupie B zastosowano leczenie upożorowane. Do oceny skuteczności terapii wykorzystano wizualną analogową skalę (VAS). W skali VAS oceniano: obecny ból, najgorszy ból z ostatnich 24 godzin, ból podczas prób prowokacyjnych (wykonanych bezpośrednio po i dzień po zakończeniu leczenia). W grupie badanej uzyskano znaczne zmniejszenie bólu określanego jako „ból z ostatnich 24 godzin” w porównaniu z grupą kontrolną. Według badaczy TEM są skuteczną metodą zmniejszającą nasilenie dolegliwości bólowych u osób uskarżających się na ból okolicy lędźwiowo-miedniczno-biodrowej.

Burns et al. [26] badali skuteczność manipulacji kręgosłupa w celu oceny zmian zakresu ruchu. Badaniami objęto 32 pacjentów niemających objawów. Uczestników eksperymentu randomizowano do 2 grup porównawczych. Pierwszą grupę poddano terapii PNF „contrach-relax” 3–5 sekund, powtarzane 4 razy. W drugiej z grup (grupa kontrolna) wykonywano bierny ruch kręgosłupa, 3-krotnie podczas każdej z interwencji. Badanych poddano ocenie przed terapią, w czasie terapii oraz bezpośrednio po jej zakończeniu. Analizowano zakres ruchu odcinka szyjnego kręgosłupa mierzony za pomocą taśmy krawieckiej oraz oprogramowania komputerowego „3D motion system analysis”. Autorzy zaobserwowali znacznie większą poprawę parametrów w grupie badanej w stosunku do grupy kontrolnej. Badacze skłaniają się do wniosku, że wyniki ich obserwacji są dowodem na skuteczność technik energii mięśniowej, która znacząco wpływa na zwiększenie zakresu ruchu kręgosłupa szyjnego. Metoda ta więc może znaleźć zastosowanie w postępowaniu klinicznym.

Hamm et al. [27] w swoich badaniach poddali ocenie h.r., oceniając zależność występującą między zginaczami i prostownikami stawu kolanowego u ludzi. Uczestników badań zakwalifikowano do 2 grup porównawczych liczących po 14 osób. W pierwszej grupie badano potencjał spoczynkowy, jaki agonista wywołuje u antagonisty w pozycji rozluźnienia, a w grupie drugiej dodatkowo zastosowano opór, który wywoływał skurcz izometryczny mięśnia (wykonano zabieg h.r.). Przez cały okres interwencji u pacjentów monitorowano zmiany aktywności bioelektrycznej ocenianych mięśni z użyciem elektromiografu. Po dokonaniu analizy wyników stwierdzono, że pojawiły się hamujące odruchy

Tabela 4. Porównanie wyników elektromiograficznych między I, II i III pomiarem w grupie A i B**Table 4.** Comparison of electromyography results between 1st, 2nd and 3rd measurement in the group A and B

	Grupa A				
	pomiar			ANOVA Friedman test p-value	post-hoc test p-value
	I przed	II po 5 zabiegu	III po 10 zabiegu		
Spoczynkowa aktywność bioelektryczna mięśni (μV) min.–maks. średnia odch. std.	0,2–25,5 11,49 7,95	0,2–7,5 3,60 2,24	0,3–12,4 4,73 3,60	p = 0,0008	I:II – p = 0,0004 I:III – p = 0,0041 II:III – p = 0,4331
	Grupa B				
	pomiar			ANOVA Friedman test p-value	post-hoc test p-value
	I przed	II po 5 zabiegu	III po 10 zabiegu		
Spoczynkowa aktywność bioelektryczna mięśni (μV) min.–maks. średnia odch. std.	0,9–46,3 8,44 10,92	0,7–12,0 3,57 3,49	0,4–15,5 4,06 4,35	p = 0,0198	I:II – p = 0,0009 I:III – p = 0,0340 II:III – p = 0,6143

zginaczy stawu kolanowego pod wpływem zastosowania interwencji na mięsień czworogłowy uda.

Smith et al. [28] przeprowadzili badania, których celem była ocena wpływu długości czasu trwania fazy skurczu PIR na zmianę ruchomości w stawie kolanowym. Do badań zakwalifikowano 40 uczestników, których randomizowano do 2 grup porównawczych A i B. W grupie A czas skurczu wynosił 30 sekund, a w grupie B 3 sekundy. Podczas każdorazowej interwencji wykonywano 2 powtórzenia. Zabiegi wykonywano raz w tygodniu. Wpływ zastosowanej terapii oceniano na podstawie analizy zdjęć, na których pacjent wykonywał czynny ruch wyprostu w stawie kolanowym. Zdjęcia wykonywano przed terapią oraz po każdym z zabiegów. W obu grupach po pierwszym oraz drugim tygodniu trwania terapii wyniki były podobne. Badacze na tej podstawie wysnuli wnioski, że czas trwania skurczu nie ma znaczącego wpływu na zwiększenie zakresu ruchu w stawie kolanowym i elastyczność ścięgna.

Fasen et al. [29] podjęli próbę określenia, który rodzaj *stretchingu* wpływa korzystniej na zwiększenie elastyczności ścięgna podkolanowego. Do swoich badań zakwalifikowali 100 ochotników w wieku 18–80 lat, u których wykluczono występowanie hipermobilności. Uczestników badań randomizowano do 5 grup porównawczych. Grupa A była grupą kontrolną, u której nie wykonywano żadnej terapii, w grupie B biernie rozciągano ścięgno przez zgięcie w stawie kolanowym do 90°, w grupie C badani wykonywali aktywne rozciąganie wykorzystujące skurcz mięśni antagonistycznych (h.r.), grupę D poddano terapii, w której pacjenci czynnie rozciągali ścięgno z pomocą terapeutę, który do-

datkowo wykonywał neuromobilizację. W grupie E natomiast wykonywano *stretching* pasywny, doprowadzając do maksymalnego rozciągnięcia. Autorzy zaobserwowali większą poprawę wyniku u kobiet niż u mężczyzn. W grupach C i D uzyskano widoczną poprawę po 4 tygodniach, a w grupach A i B nie zaobserwowano jej wcale. Pacjenci z grupy E największą poprawę osiągnęli po upływie 8 tygodni od rozpoczęcia terapii. Autorzy wysunęli wnioski, że aktywne rozciąganie przynosi korzystniejsze rezultaty aniżeli bierne.

Na podstawie uzyskanych wyników oraz przeglądu prac innych badaczy zauważono, że jest konieczne obserwowanie postępów naukowych związanych z omawianymi metodami usprawniania leczniczego. Zaleca się również stosowanie obu tych form technik energizacji mięśni, co może się przyczynić do zwiększenia wiedzy na temat skuteczności tych metod.

Wnioski

Hamowanie recyprokalne oraz poizometryczna relaksacja mięśni przyczyniają się do obniżenia spoczynkowej aktywności bioelektrycznej mięśnia prostego uda. Obie te techniki są skutecznymi metodami zwiększającymi zakres ruchu zgięcia w stawie kolanowym.

Badania będą kontynuowane z uwzględnieniem analizy porównawczej między grupami oraz z uwzględnieniem potencjału czynnościowego mięśni, poszerzeniem grupy badanej o większą liczbę zarówno zdrowych ochotników, jak i pacjentów, dla których oba zabiegi są wskazane.

Piśmiennictwo

- [1] **Błaszczak J.:** Biomechanika kliniczna, Wyd. Lekarskie PZWL, Warszawa 2004, 37–38.
- [2] **Lewartowski B.:** Fizjologia mięśni szkieletowych. [W:] Fizjologia człowieka z elementami fizjologii stosowanej i klinicznej. Red.: Traczyk W., Trzebski A. Wyd. Lekarskie PZWL, Warszawa 2004, 71–72.
- [3] **Lewit K.:** Soft tissue and relaxation techniques in myofascial pain. [W:] Functional Soft Tissue Examination and Treatment by Manual Methods: New Perspectives. Ed.: Hammer W. Aspen Publishers Inc., Maryland 1999, 2nd ed., 479–532.
- [4] **Greenman P.:** Principles of manual medicine. Williams & Wilkins, Maryland 1996, 2nd ed., 93–96.
- [5] **Sandler S.:** Physiology of soft tissue massage. British Osteopathic Journal 1983, 15, 1–6.
- [6] **Liebenson C.:** Rehabilitation of the spine. Williams & Wilkins, Baltimore 1996.
- [7] **Lewit K.:** Manipulative Therapy. Musculoskeletal Medicine, Churchill Livingstone 2007.
- [8] **Chaitow L.:** Techniki energii mięśniowej. Elsevier Urban & Partner, Wrocław 2010, 5–7.
- [9] **Mitchell F. Snr:** Motion discordance. Yearbook of the Academy of Applied Osteopathy, Carmel 1967, 1–5.
- [10] **Greenman P.:** Manual therapy. Williams & Wilkins, Baltimore 1989.
- [11] **Grubb E., Hagedorn E., Inoue N., Leake M., Lounsberry N., Love S., Matus J., Morris L., Stafford K., Staton G., Waters C.:** Muscle Energy. University of Kentucky, Kentucky 2010.
- [12] **Hamm K., Alexander C.:** Challenging presumptions: Is reciprocal inhibition truly reciprocal? A study of reciprocal inhibition between knee extensors and flexors in humans. Man. Ther. 2010, 15(4), 388–393.
- [13] **Lewit K., Simons D.:** Myofascial pain: relief by post isometric relaxation. Arch. Phys. Med. Rehabil. 1984, 65, 452–456.
- [14] **Petersen N., Morita H., Nielsen J.:** Modulation of reciprocal inhibition between ankle extensors and flexors during walking in man. J. Physiol. 1999, 520, 605–619.
- [15] **Crone C., Nielsen J.:** Spinal mechanisms in man contributing to reciprocal inhibition during voluntary dorsiflexion of the foot. J. Physiol. 1989, 416, 255–272.
- [16] **Lavoie B., Devanne H., Capaday C.:** Differential control of reciprocal inhibition during walking versus postural and voluntary motor tasks in humans. J. Neurophysiol. 1997, 78, 429–438.
- [17] **Lewit K.:** Postisometric relaxation in combination with other methods of muscular facilitation and inhibition. Man. Med. 1986, 2, 101–104.
- [18] **Emary P.:** Use of post-isometric relaxation in the chiropractic management of a 55-year-old man with cervical radiculopathy. J. Can. Chiropr. Assoc. 2012, 56(1), 9–17.
- [19] **Farmer S., James M.:** Contractures in orthopaedic and neurological conditions: a review of causes and treatment. Disabil. Rehabil. 2001, 23(13), 549–558.
- [20] **Olchowik B., Sobaniec W., Sołowiej E., Sobaniec P.:** Aspekty kliniczne zwalczania spastyczności. Neurol. Dziec. 2009, 18(36), 47–57.
- [21] **Nonn-Wasztan S., Wójcik M.:** Zastosowanie *stretchingu* i jego form u tancerzy. [W:] Dysfunkcje narządów ruchu. Diagnostyka i usprawnianie pacjentów z dysfunkcjami narządów ruchu. Red.: Majchrzycki M., Łączak-Trzakowska M., Gajewska E. Uniwersytet Medyczny im. Karola Marcinkowskiego w Poznaniu, Poznań 2013, 49–61.
- [22] **Lewit K.:** Manipulative therapy in rehabilitation of the motor system. Butterworths, Londyn 1985, 257.
- [23] **Lewit K.:** Terapia manualna w rehabilitacji chorób narządu ruchu. ZL Natura, Kielce 2001, wyd. 3, 278–279.
- [24] **Rakowski A.:** Kręgosłup w stresie. Jak pokonać ból i jego przyczyny. Gdańskie Wydawnictwo Psychologiczne, Gdańsk 1994, 150–159.
- [25] **Selkow N., Grindstaff T., Cross K., Pugh K., Hertel J., Saliba S.:** Short-Term Effect of Muscle Energy Technique on Pain in Individuals with Non-Specific Lumbopelvic Pain: A Pilot Study. J. Man. Manip. Ther. 2009, 17 (1), 14–18.
- [26] **Burns D., Wells M.:** Gross range of motion in the cervical spine: the effects of osteopathic muscle energy technique in asymptomatic subjects. J. Am. Osteopath. Assos. 2006, 106(3), 137–142.
- [27] **Hamm K., Alexander C.:** Challenging presumptions: Is reciprocal inhibition truly reciprocal? A study of reciprocal inhibition between knee extensors and flexors in humans. Man. Ther. 2010, 15(4), 388–393.
- [28] **Smith M., Fryer G.:** A comparison of two muscle energy techniques for increasing flexibility of the hamstring muscle group. J. Bodyw. Mov. Ther. 2008, 12(4), 312–317.
- [29] **Fasen J., O'Connor A., Schwartz S., Watson J., Plastaras C., Garvan C., Bulcao C., Johnson S., Akuthota V.:** A randomized controlled trial of hamstring stretching: comparison of four techniques. J. Strength. Cond. Res. 2009, 23(2), 660–667.

Adres do korespondencji:

Kuba Ptaszkowski
Zakład Położnictwa
Wydział Nauk o Zdrowiu
Uniwersytet Medyczny im. Piastów Śląskich we Wrocławiu
ul. K. Bartla 5
51-618 Wrocław
e-mail: qbaans@gmail.com

Konflikt interesów: nie występuje

Praca wpłynęła do Redakcji: 1.03.2015 r.

Po recenzji: 10.04.2015 r.

Zaakceptowano do druku: 20.04.2015 r.

Received: 1.03.2015

Revised: 10.04.2015

Accepted: 20.04.2015