

Zaangażowanie Autorów

- A – Przygotowanie projektu badawczego
B – Zbieranie danych
C – Analiza statystyczna
D – Interpretacja danych
E – Przygotowanie manuskryptu
F – Opracowanie piśmiennictwa
G – Pozyskanie funduszy

Author's Contribution

- A – Study Design
B – Data Collection
C – Statistical Analysis
D – Data Interpretation
E – Manuscript Preparation
F – Literature Search
G – Funds Collection

**Michał Ginszt^{1(A,B,C,D,E)}, Piotr Gawda^{1(A,D,E,F)},
Jakub Smółka^{2(B,D)}, Maria Skublewska-Paszkowska^{2(B,D,G)},
Edyta Łukasik^{2(B,C,D)}, Michał Paćko^{3(A,B,F)}**

¹ Katedra Rehabilitacji, Fizjoterapii i Balneoterapii, Uniwersytet Medyczny w Lublinie, Polska

² Instytut Informatyki, Politechnika Lubelska, Polska

³ Studenckie Towarzystwo Naukowe, Uniwersytet Medyczny w Lublinie, Polska

¹ Chair and Department of Rehabilitation, Physiotherapy and Balneotherapy, Medical University of Lublin, Poland

² Institute of Computer Science, Electrical Engineering and Computer Science Faculty, Lublin University of Technology, Poland

³ Medial Students Research Association, Medical University of Lublin, Lublin, Poland

WPŁYW AUTOROZLUŻNIANIA MIĘŚNIOWO-POWIĘZIOWEGO PRZY UŻYCIU FOAM ROLLERA NA BIOELEKTRYCZNĄ AKTYWNOŚĆ MIĘŚNIOWĄ

THE IMMEDIATE EFFECT OF SELF-MYOFASCIAL RELEASE USING A FOAM ROLLER ON ELECTROMYOGRAPHIC MUSCLE ACTIVITY

Słowa kluczowe: elektromiografia, rozluźnianie mięśniowo-powięziowe, foam roller
Key words: electromyography, myofascial release, foam roller

Streszczenie

Wstęp. Autorozluźnianie mięśniowo-powięziowe (self-myofascial release – SMR) jest to rodzaj terapii rozluźniania mięśniowo-powięziowego, która jest stosowana przy użyciu foam rollera. Celem pracy jest ocena wpływu autorozluźniania mięśniowo-powięziowego przy użyciu foam rollera na bioelektryczną aktywność mięśniową w czasie skurczu izometrycznego.

Materiał i metody. W badaniu wzięło udział dwadzieścia dorosłych osób (17 mężczyzn i 3 kobiety, średni wiek: 23 ± 2 lata). Do badań wykorzystano 16-kanalowy, bezprzewodowy aparat do elektromiografii powierzchniowej Wi-Fi myon EMG współpracujący z oprogramowaniem ProEMG. Elektrody powierzchniowe (Ag/AgCl) umieszczono na skórze pokrywającej mięśnie obszerne przysiodkowe (VMO) prawej i lewej kończyny dolnej. Badanie elektromiograficzne odbywało się w pozycji półprzysiadu przez 60 sekund. Terapia SMR została przeprowadzona na prawej kończynie dolnej przy użyciu Grid Foam Rollera w pozycji leżenia przodem. Po zastosowaniu SMR ponownie zostało wykonane badanie elektromiograficzne w pozycji półprzysiadu.

Wyniki. Istotne różnice w medianie częstotliwości sygnału (median frequency – MF) po zastosowaniu SMR były widoczne tylko w lewym mięśniu VMO. W obrębie prawego mięśnia VMO analiza statystyczna nie wykazała istotnych różnic w aktywności mięśniowej po zastosowaniu terapii SMR.

Wnioski. Zastosowanie terapii SMR zmniejsza zmęczenie mięśniowe objawiające się zmniejszeniem mediany częstotliwości sygnału sEMG. Terapia SMR może być skuteczną metodą stosowaną w celu przyspieszenia mięśniowej regeneracji powysiłkowej.

Summary

Background. Self-myofascial release (SMR), a type of myofascial release is a popular therapy performed by the individual using a foam roller. The aim of the present study was to evaluate the immediate effect of SMR using a foam roller on electromyographic muscle activity during isometric contraction.

Material and methods. Twenty healthy adults (17 men and 3 women; mean: age = 23 ± 2 years) volunteered for the study. The 16-channel modular Wi-Fi myon EMG system, compatible with myon ProEMG software, was used for the recording. The sEMG electrodes (Ag/AgCl) were distributed bilaterally on the skin overlaying VMO. The participants were instructed to assume a half knee bend position for 60 seconds. SMR was performed by the participants unilaterally in right anterior thigh in a prone position using The Grid Foam Roller. Second sEMG measurement according to the same protocol was performed immediately after SMR.

Results. Significant differences in spectral median frequency (MF) the electrical activity of the VMO muscles before and after SMR of right VMO muscle was observed only on the left VMO muscle. In right VMO muscle, the analysis did not show a significant difference in spectral median frequency between first and second sEMG measurement.

Conclusions. Use of SMR affects the reduction of muscle fatigue tested with the spectral median frequency of EMG signal. Foam rolling could be beneficial in enhances muscular recovery.

Word count: 3047
Tables: 1
Figures: 0
References: 17

Adres do korespondencji / Address for correspondence

mgr Michał Ginszt
ul. Magnoliowa 2, 20-143, Lublin
tel. +48602533723, e-mail: michal.ginszt@umlub.pl

Otrzymano / Received 07.04.2017 r.
Zaakceptowano / Accepted 11.09.2017 r.

Wstęp

Autorozluźnianie mięśniowo-powięziowe (self-myofascial release – SMR), rodzaj rozluźniania mięśniowo-powięziowego, jest często stosowaną terapią, przy użyciu różnych typów wałków masujących – piankowych cylindrów o różnej powierzchni i gęstości [1]. W czasie SMR, osoba poddawana terapii samodzielnie wykonuje rolowanie na wałku przy użyciu własnej masy ciała w celu wykonania nacisku na tkanki miękkie [2]. Terapia SMR przy użyciu foam rollera zwiększa elastyczność tkanek i redukuje symptomy opóźnionego bólu mięśniowego po wysiłku fizycznym [3,4]. Ponadto technika SMR zwiększa zakres ruchomości w stawach (range of motion – ROM) oraz moduluje aktywność autonomicznego układu nerwowego, korzystną dla regeneracji powysiłkowej mięśnia [5]. Liczne prace badawcze wykazały, że SMR ma zastosowanie w łagodzeniu bólu mięśni, poprawiając zarazem aktywność mięśniową, siłę oraz dynamiczną wytrzymałość mięśni poddanych terapii [6,7]. Wciąż jednak niewiele badań wykazało skuteczność SMR w odniesieniu do wyników sportowych zawodników [8].

Przyczynami zwiększenia ROM i siły mięśniowej po zastosowaniu terapii SMR mogą być zmiany w strukturach powięzi, na które wpływa przebudowa kolagenu pod wpływem działania bodźców uciskowych [5]. Innym potencjalnym mechanizmem działania SMR może być centralna odpowiedź na aktywację mechanoreceptorów zwiększająca aktywność współczulną [9]. Jednakże mechanizmy działania autorozluźniania mięśniowo-powięziowego nie są dotychczas w pełni zrozumiałe i poparte dowodami naukowymi [10].

Wiele prac badawczych dotyczy wpływu terapii SMR na bioelektryczną aktywność mięśniową mierzoną przy użyciu elektromiografii powierzchniowej (sEMG) w czasie maksymalnego dowolnego skurczu (MVC), jednak brak jest prac określających wpływ terapii SMR na częstotliwość sygnałów elektromiograficznych w czasie wytrzymałościowego wysiłku fizycznego [11-14]. Celem niniejszej pracy jest ocena wpływu autorozluźniania mięśniowo-powięziowego przy użyciu foam rollera na bioelektryczną aktywność mięśniową w czasie skurczu izometrycznego.

Material i metody

W badaniu wzięło udział dwadzieścia dorosłych osób (17 mężczyzn i 3 kobiety, średni wiek: 23 ± 2 lata, średni wzrost: 174.0 ± 5.1 cm, średnia waga: 71.2 ± 8.1 kg). W czasie 6 miesięcy przed badaniem żadna z osób nie doznała istotnego urazu, który mógłby wpłynąć na wyniki badania. Wszystkie badania zostały wykonane w godzinach porannych, aby zmniejszyć wpływ dobowej zmienności aktywności mięśni. Osoby biorące udział w badaniu zapoznały się z przebiegiem i celem badania oraz podpisały pisemną zgodę. Ponadto uzyskano zgodę Komisji Bioetycznej Uniwersytetu Medycznego w Lublinie na przeprowadzenie niniejszych badań (KE-0254/331/2015).

Do badań wykorzystano 16-kanalowy, bezprzewodowy aparat do elektromiografii powierzchniowej Wi-Fi myon EMG współpracujący z oprogramowaniem ProEMG. Przed umieszczeniem elektrod powierzchniowych skóra badanych została oczyszczona 90% alkoholem etylowym zgodnie z wytycznymi programu SENIAM. Elektrody powierzchniowe (Ag/AgCl) umiesz-

Background

Self-myofascial release (SMR), a type of myofascial release, is a popular therapy performed by the individual using various types of roller massagers including the foam roller – cylinders made of varying textures and densities of foam [1]. During SMR, individuals use their own body mass on a foam roller to exert pressure on the soft tissue [2]. SMR via foam roller increases flexibility and reduces delayed onset muscle soreness symptoms after physical activity [3,4]. Moreover, SMR technique enhances joint range of motion (ROM) and modulates the activity of the autonomic nervous system beneficially for the muscles recovery [5]. Several works reported that SMR is beneficial in attenuating muscle soreness while improving muscle activation, muscle power and dynamic strength-endurance [6,7]. However, there are limited clinical data demonstrating the efficacy of SMR on athletic performance [8].

The possible reasons for the ROM and muscle power increases after foam rolling are changes in fascial components influenced by collagen remodeling [5]. Another potential SMR mechanism may be a central command response of mechanoreceptors activation increasing sympathetic activation [9]. However, these mechanisms by which self-myofascial release via foam roller works are not fully understood and not completely supported by the literature [10].

Many studies assessed the influence of SMR on muscles activity using surface electromyography (sEMG) measured during maximal voluntary contraction (MVC) while there is lack of studies on the influence of SMR on sEMG median frequency (MF) in terms of muscular endurance effort [11-14]. The aim of the present study was to evaluate the immediate effect of self-myofascial release using a foam roller on electromyographic muscle activity during isometric contraction.

Material and methods

Twenty healthy adults (17 men and 3 women; mean: age = 23 ± 2 years, height = 174.0 ± 5.1 cm, body mass = 71.2 ± 8.1 kg) from a university population volunteered for the study. During a six-month period prior to the study, none of the study subjects had sustained any serious injuries that could affect the later test results. In order to decrease the influence of the variability of bioelectrical activity of the muscle during 24 hours, all the tests were conducted in the morning.

All participants provided written informed consent, and the study was approved by the ethical committee of Medical University of Lublin, Poland (KE-0254/331/2015).

The 16-channel modular Wi-Fi myon EMG system, compatible with myon ProEMG software, was used for the recording. Prior to electrode placement, the skin was cleansed with 90% ethyl alcohol solution and the measurement was compiled from SENIAM standards. The sEMG electrodes (Ag/AgCl) were dis-

czono zgodnie z przebiegiem włókien mięśniowych na skórze pokrywającej mięśnie obszerne przyśrodkowe (VMO) prawej i lewej kończyny dolnej.

Po wykonaniu 5-minutowej rozgrzewki, osoby badane zajmowały pozycję półprzysiadu, w której przez 60 sekund wykonano pomiary aktywności mięśniowej (zgięcie w stawach kolanowych 90°, zgięcie w stawach biodrowych 60°, ręce splecione na wysokości klatki piersiowej). Bezpośrednio po pomiarach sEMG w pozycji izometrycznej, uczestnicy po otrzymaniu wcześniejszych instrukcji samodzielnie wykonywali terapię SMR. Osoby badane wykonywały terapię SMR w pozycji leżenia przodem na prawej wyprostowanej kończynie dolnej przy użyciu Grid Foam Rollera, która składała się z 30 ruchów w kierunkach dogłowym i doogonowym przez 60 sekund (1 ruch rolujący w ciągu 1 sekundy), uzyskując maksymalny nacisk na tkanki poddane terapii. Terapia została wykonana przy użyciu The Grid Foam Rollera (Trigger Point Technologies) zgodnie z procedurą opisaną przez Monterio i Neto (2016) [10]. Ponowne badanie sEMG w pozycji półprzysiadu zostało wykonane według wcześniejszego protokołu bezpośrednio po terapii SMR.

Oprogramowanie IBM SPSS STATISTICS 21 zostało wykorzystane do wykonania analizy statystycznej. Do porównania zmiany mediany częstotliwości sygnału sEMG (median frequency – MF) pomiędzy pierwszym i drugim badaniem sEMG wykorzystano T-test dla prób zależnych. Różnice były rozpatrywane jako istotne statystycznie, jeżeli poziom prawdopodobieństwa był niższy niż założony poziom istotności ($p < 0.05$).

Wyniki

Istotny spadek w wartościach mediany częstotliwości sygnału pomiędzy pierwszym i drugim badaniem sEMG był widoczny tylko w lewym mięśniu VMO, który nie był poddany terapii SMR. W obrębie prawego mięśnia VMO poddanego terapii SMR analiza statystyczna nie wykazała istotnych różnic w aktywności mięśniowej pomiędzy pierwszym i drugim badaniem sEMG, co zaprezentowano w Tabeli 1.

tributed bilaterally on the skin overlaying VMO muscles in relation to the muscle fibre direction.

After a five-minute warm-up, the participants were instructed to assume a half knee bend position for 60 seconds (knees bent at a 90°, hips bent at a 60°, hands laced). SMR was performed immediately after sEMG measurement. Subjects were instructed to move their body back and forward 30 times for 60 seconds (1 rolling motion per 1 second), trying to exert as much pressure on the foam roller as possible. Foam rolling was performed by the participants unilaterally in right anterior thigh in a prone position while maintaining the legs extended using The Grid Foam Roller (Trigger Point Technologies) based on the procedures described by Monterio and Neto (2016) [10]. Second sEMG measurement according to the same protocol was performed immediately after SMR.

IBM SPSS STATISTICS 21 program was used to prepare the statistical analysis. To compare the spectral median frequency variables between first and second sEMG measurement, T-test for paired-samples was used. Differences were regarded as statistically significant if the level of probability value was lower than the statistical significance ($p < 0.05$).

Results

Significant differences in spectral median frequency (MF) the electrical activity of the VMO muscles before and after SMR of right VMO muscle was observed only on the left VMO muscle. In right VMO muscle, the analysis did not show significant difference in spectral median frequency between first and second sEMG measurement as presented in Table 1.

Tab. 1. Różnice w medianie częstotliwości (MF) bioelektrycznej aktywności mięśni VMO przed i po zastosowaniu SMR na prawy mięsień VMO

Tab. 1. Difference in spectral median frequency (MF) the electrical activity of the VMO muscles before and after SMR of right VMO muscle

Mięsień Muscle	Badanie Measurement	n	Średnia MF Mean MF (Hz)	SD	Średnia różnica MF Mean MF difference (Hz)	t	p
VMO prawy VMO right	Przed SMR Before SMR	20	8.205	4.305	0.084	-3.448	0.935
	Po SMR After SMR	20	8.121	3.464			
VMO lewy VMO left	Przed SMR Before SMR	20	8.723	4.597	-3.448	-3.881	0.001*
	Po SMR After SMR	20	12.173	4.497			

* różnica istotna statystycznie ($p < 0.05$)

* statistical significance ($p < 0.05$)

Dyskusja

Celem pracy było zbadanie bezpośredniego wpływu autorozluźniania mięśniowo-powięziowego przy użyciu foam rollera na bioelektryczną aktywność mięśniową w czasie skurczu izometrycznego. Zastosowanie elektromiografii powierzchniowej pozwala na nieinwazyjne badanie zmęczenia mięśni podczas wysiłku fizycznego. Jednym z najczęściej używanych parametrów sEMG służących do oceny poziomu zmęczenia mięśni jest zmiana mediany częstotliwości sygnału sEMG (MF). Spadek parametru MF, spowodowany zmęczeniem mięśniowym, często wiąże się z akumulacją metabolicznych produktów ubocznych skurczu mięśni i braku zmian natlenienia tkanki mięśniowej [15]. Główną obserwacją naszego badania był spadek wartości mediany częstotliwości w drugim badaniu sEMG po stronie mięśnia VMO, gdzie nie wykonano terapii SMR, co świadczy o znacznym zmęczeniu badanego mięśnia. Spadek ten nie został zaobserwowany w drugim badaniu sEMG po stronie mięśnia VMO poddanego terapii SMR. W związku z tym, opierając się na powyższych obserwacjach, postawiliśmy hipotezę, że brak istotnych zmian w aktywności mięśniowej w drugim badaniu sEMG po stronie podanej terapii jest wynikiem działania terapii SMR na mięsień VMO. Duża liczba badań wykazała wpływ terapii SMR na ROM, MVC oraz bólową wrażliwość mięśniową. Cheatham i wsp. (2015) w przeglądzie piśmiennictwa bazującym na 14 artykułach dotyczących SMR wykazali, że terapia SMR ma krótkotrwały wpływ na zwiększenie zakresu ruchomości i zmniejszenie dolegliwości bólowych po wysiłku fizycznym [1]. Podobne wyniki wykazały pozostałe prace badawcze o tematyce SMR [6,16,17]. Jednak żadna z wymienionych prac nie opierała się na parametrach zmęczenia związanych z medianą częstotliwości sEMG. Według naszej wiedzy, niniejsza praca jest pierwszym doniesieniem opisującym wpływ terapii SMR na zmiany mediany częstotliwości sygnału sEMG w czasie skurczu izometrycznego.

Podsumowując, w nawiązaniu do naszych wyników, możemy przypuszczać, że terapia SMR może być skuteczną metodą regeneracji powysiłkowej stosowanej w celu zmniejszenia zmęczenia mięśniowego powstałego w czasie ćwiczeń fizycznych, co będzie przedmiotem naszych kolejnych badań.

Wnioski

1. Zastosowanie terapii SMR zmniejsza zmęczenie mięśniowe objawiające się zmniejszeniem mediany częstotliwości sygnału sEMG.
2. Terapia SMR może być skuteczną metodą stosowaną w celu przyspieszenia mięśniowej regeneracji powysiłkowej.

Discussion

The purpose of this study was to analyze the immediate effect of self-myofascial release using a foam roller on sEMG muscle activity during isometric contraction. The use of sEMG allows for non-invasive examination of muscle fatigue during physical workout. One of the most frequently used sEMG parameter to evaluate the level of muscle fatigue is the change of the spectral median frequency (MF) of the sEMG signal. The fatigue-induced decreases in MF have been attributed to the accumulation of metabolic by-products of muscular contraction and to absence of changes in oxygenation of the muscle tissue [15]. The main finding of our study was that the MF of left VMO muscle (SMR-free side) was decreased significantly during second isometric test in comparison to first sEMG measurement. Such interaction was not found in the right VMO muscle (SMR side), where there was no significant change within the MF parameter between two sEMG tests. Hence, based on these findings, we hypothesized that no changes in activity between two isometric tests are the result of the use of SMR. The large number of studies has investigated the effect of the SMR on ROM, MVC and muscles soreness. Cheatham et al. (2015) Systematic Review based on 14 articles on SMR reported that foam rolling may have short-term effects of increasing joint ROM and reducing perceived pain after an intense bout of exercise [1]. Similar findings are reported in other studies [6,16,17]. However, none of the work involved muscle fatigue testing using sEMG MF parameters. To the best of our knowledge, our investigation is the first report describing effect of self-myofascial release using a foam roller on spectral median frequency of EMG Signal.

In summary, according to our findings, we can assume that SMR may be a useful method for the management of muscles fatigue during exercises and need to be confirmed in further studies.

Conclusions

1. Use of self-myofascial release affects the reduction of muscle fatigue tested with the spectral median frequency of EMG signal.
2. Foam rolling could be beneficial in enhancing muscular recovery.

Piśmiennictwo / References

1. Cheatham SW, Kolber MJ, Cain M, Lee M. The Effects of Self-Myofascial Release using a Foam Roll or Roller Massager on Joint Range of Motion, Muscle Recovery, and Performance: A Systematic Review. *Int J Sports Phys Ther.* 2015;10(6):827–38.
2. Couture G, Karlik D, Glass SC, Hatzel BM. The Effect of Foam Rolling Duration on Hamstring Range of Motion. *Open Orthop J.* 2015;9:450–5.
3. McKenney K, Elder AS, Elder C, Hutchins A. Myofascial Release as a Treatment for Orthopaedic Conditions: A Systematic Review. *J Athl Train.* 2013;48(4):522–7.

4. Petrofsky J, Berk L, Bains G, Khowailed IA, Lee H, Laymon M. The Efficacy of Sustained Heat Treatment on Delayed-Onset Muscle Soreness. *Clin J Sport Med Off J Can Acad Sport Med*. 2016.
5. Beardsley C, Škarabot J. Effects of self-myofascial release: A systematic review. *J Bodyw Mov Ther*. 2015;19(4):747–58.
6. Pearcey GEP, Bradbury-Squires DJ, Kawamoto J-E, Drinkwater EJ, Behm DG, Button DC. Foam rolling for delayed-onset muscle soreness and recovery of dynamic performance measures. *J Athl Train*. 2015;50(1):5–13.
7. Macdonald GZ, Button DC, Drinkwater EJ, Behm DG. Foam rolling as a recovery tool after an intense bout of physical activity. *Med Sci Sports Exerc*. 2014;46(1):131–42.
8. Healey KC, Hatfield DL, Blanpied P, Dorfman LR, Riebe D. The effects of myofascial release with foam rolling on performance. *J Strength Cond Res Natl Strength Cond Assoc*. 2014;28(1):61–8.
9. Okamoto T, Masuhara M, Ikuta K. Acute Effects of Self-Myofascial Release Using a Foam Roller on Arterial Function: *J Strength Cond Res*. 2014;28(1):69–73.
10. Monteiro ER, Neto VGC. Effect of different foam rolling volumes on knee extension fatigue. *Int J Sports Phys Ther*. 2016;11(7):1076–81.
11. MacDonald GZ, Penney MDH, Mullaley ME et al. An Acute Bout of Self-Myofascial Release Increases Range of Motion Without a Subsequent Decrease in Muscle Activation or Force: *J Strength Cond Res*. 2013;27(3):812–21.
12. Halperin I, Aboodarda SJ, Button DC, Andersen LL, Behm DG. Roller massager improves range of motion of plantar flexor muscles without subsequent decreases in force parameters. *Int J Sports Phys Ther*. 2014;9(1):92–102.
13. Bradbury-Squires DJ, Nofthall JC, Sullivan KM, Behm DG, Power KE, Button DC. Roller-Massager Application to the Quadriceps and Knee-Joint Range of Motion and Neuromuscular Efficiency During a Lunge. *J Athl Train*. 2015;50(2):133–40.
14. Sullivan KM, Silvey DBJ, Button DC, Behm DG. Roller-massager application to the hamstrings increases sit-and-reach range of motion within five to ten seconds without performance impairments. *Int J Sports Phys Ther*. 2013;8(3):228–36.
15. Latasa I, Cordova A, Malanda A, Navallas J, Lavilla-Oiz A, Rodriguez-Falces J. Limitations of Spectral Electromyographic Analysis to Determine the Onset of Neuromuscular Fatigue Threshold during Incremental Ergometer Cycling. *J Sports Sci Med*. 2016;15(1):148–57.
16. Schroeder AN, Best TM. Is Self Myofascial Release an Effective Preexercise and Recovery Strategy? A Literature Review: *Curr Sports Med Rep*. 2015;14(3):200–8.
17. Škarabot J, Beardsley C, Štirn I. Comparing the effects of self-myofascial release with static stretching on ankle range-of-motion in adolescent athletes. *Int J Sports Phys Ther*. 2015;10(2):203–12.