

Kochański Bartosz, Fifielska Beata, Kałużny Krystian, Kałużna Anna, Zukow Walery, Hagner-Derengowska Magdalena. Ocena aktywności mięśnia poprzecznego brzucha z wykorzystaniem urządzenia Pressure Bio-feedback Stabilizer u osób z dolegliwościami bólowymi kręgosłupa w odcinku lędźwiowo-krzyżowym = Assessment of transverse abdominal muscle activity with the use of Pressure Bio-Feedback Stabilizer among people with low back pain. Journal of Education, Health and Sport. 2016;6(7):488-497. eISSN 2391-8306. DOI <http://dx.doi.org/10.5281/zenodo.58739>
<http://ojs.ukw.edu.pl/index.php/johs/article/view/3712>

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

© The Author (s) 2016;

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

Open Access. This article is distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Noncommercial License which permits any noncommercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original author(s) and source are credited. This is an open access article licensed under the terms of the Creative Commons Attribution Non Commercial License

(<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>) which permits unrestricted, non commercial use, distribution and reproduction in any medium, provided the work is properly cited.

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

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

Received: 20.06.2016. Revised 15.07.2016. Accepted: 26.07.2016.

Ocena aktywności mięśnia poprzecznego brzucha z wykorzystaniem urządzenia Pressure Bio-feedback Stabilizer u osób z dolegliwościami bólowymi kręgosłupa w odcinku lędźwiowo-krzyżowym

Assessment of transverse abdominal muscle activity with the use of Pressure Bio-Feedback Stabilizer among people with low back pain

Bartosz Kochański¹, Beata Fifielska², Krystian Kałużny¹, Anna Kałużna¹,
Walery Zukow³, Magdalena Hagner-Derengowska^{1,4}

¹ Katedra i Klinika Rehabilitacji, Wydział Nauk o Zdrowiu, Uniwersytet Mikołaja Kopernika w Toruniu;

² Bydgoska Szkoła Wyższa;

³ Wydział Kultury Fizycznej, Zdrowia i Turystyki, Uniwersytet Kazimierza Wielkiego w Bydgoszczy;

⁴ Katedra Neuropsychologii, Wydział Nauk o Zdrowiu, Uniwersytet Mikołaja Kopernika w Toruniu;

Streszczenie

Wstęp. Ważną rolę w stabilizacji kręgosłupa pełni mięsień poprzeczny brzucha. Doniesienia naukowe wykazują korelację między aktywnością tego mięśnia, a dolegliwościami bólowymi w odcinku lędźwiowo-krzyżowym.

Cel pracy: 1. Ocena oraz porównanie aktywności mięśnia poprzecznego brzucha z wykorzystaniem urządzenia Pressure Bio-Feedback Stabilizer u osób z dolegliwościami bólowymi kręgosłupa w odcinku lędźwiowo-krzyżowym oraz u osób bez dolegliwości bólowych kręgosłupa w odcinku lędźwiowo-krzyżowym. 2. Ocena poziomu zgodności ocen dwóch terapeutów w badaniu aktywności mięśnia poprzecznego brzucha z wykorzystaniem urządzenia Pressure Bio-Feedback Stabilizer.

Material i metody. Badania przeprowadzono na grupie 50 osób w wieku 28,36, w tym 28 kobiet oraz 22 mężczyzn. Badanych podzielono na dwie grupy: Grupę I - badaną stanowiły osoby z dolegliwościami bólowymi kręgosłupa w odcinku lędźwiowo – krzyżowym z aktualnym epizodem bólowym trwającym minimum

3 miesiące. Grupę II - kontrolną stanowiły osoby „zdrowe” bez dolegliwości bólowych w odcinku lędźwiowo – krzyżowym przez minimum 6 miesięcy.

Wyniki. U osób z dolegliwościami bólowymi kręgosłupa obserwuje się nieprawidłową aktywację mięśnia poprzecznego brzucha. Analiza statystyczna wykazała istotne różnice pomiędzy badanymi grupami w aktywności mięśnia poprzecznego brzucha - $p < 0,05$. Współczynnik zgodności ICC dla dwóch terapeutów badających aktywność mięśnia poprzecznego brzucha z wykorzystaniem urządzenia Pressure Bio-Feedback Stabilizer wynosi - 0,82.

Wnioski: 1. U osób z dolegliwościami bólowymi kręgosłupa w odcinku lędźwiowo-krzyżowym obserwuje się nieprawidłowości w aktywności mięśnia poprzecznego brzucha. 2. Stopień zgodności ocen dwóch terapeutów badających aktywność mięśnia poprzecznego brzucha z wykorzystaniem urządzenia Pressure Bio-Feedback Stabilizer jest dobry.

Abstract

Introduction: Transverse abdominal muscle plays important role in spine stabilization, researches show a correlation between this muscle activity and physical pain and health ailments of low back.

The aim of this thesis: 1. Assessment and comparison of Transverse abdominal muscle activity with the use of Pressure Bio-Feedback Stabilizer among people suffering from physical pain and health ailments of low back and among people who do not suffer from these ailments. 2. Description of level of consensus of two therapists' assessment of Transverse abdominal muscle activity examination with the use of Pressure Bio-Feedback Stabilizer

Materials and methods: The research was conducted among a group of 50 people age between 28,36, 28 women and 22 men. The examined were divided into two groups: group 1- 25 people (12 women and 13 men) and control group- 25 people (16 women and 9 men). Group 1 consist of people suffering from physical pain and health ailments of lower part of the spine who currently suffer for at least 3 months. Group 2 (control group) consist of people who do not suffer from physical paints and health ailments in the lower part of the spine for at least 6 months.

Results: Incorrect transverse abdominal muscle activation was observed among people with physical pain and health ailments in the lower part of the spine. Statistical analysis showed significant differences between two examined groups in transverse abdominal muscle activity- $p < 0,05$. Index of consistency ICC for two therapists examining transverse abdominal muscle activity with the use of Pressure Bio-Feedback Stabilizer equals 0.82.

Conclusions: 1. Incorrect transverse abdominal muscle activity was observed among people with physical pain in the lumbar part of the spine. 2. Index of consistency of assessment for two therapist examining transverse abdominal muscle activity with the use of Pressure Bio-Feedback Stabilizer is good.

Słowa kluczowe: urządzenia Pressure Bio-Feedback Stabilizer, dolegliwości bólowe kręgosłupa, kręgosłup lędźwiowo-krzyżowy, TrA.

Key words: Pressure Bio-Feedback Stabilizer, low back pain, lower part of the spine, TrA.

Wstęp.

Dolegliwości bólowe dolnego odcinka kręgosłupa są powszechnym zjawiskiem występującym w XXI wieku. Często są one przyczyną różnego rodzaju dysfunkcji prowadzących do ograniczenia sprawności, nie tylko w obszarze ruchowym, ale i w obszarze społecznym [1,2]. Dolegliwości bólowe kręgosłupa mogą prowadzić do szeregu zaburzeń w zakresie kontroli nerwowo - mięśniowej oraz zmian funkcjonalnych i strukturalnych w obrębie narządu ruchu. Wiele doniesień naukowych wskazuje na korelację pomiędzy bólem kręgosłupa, a zaburzeniem pracy mięśni stabilizatorów lokalnych, w tym mięśnia poprzecznego brzucha (TrA) [1, 3, 4,5]

Ocena aktywności mięśnia poprzecznego brzucha jest istotnym elementem w postępowaniu diagnostyczno – terapeutycznym dolegliwości bólowych kręgosłupa, ponieważ umożliwia odpowiednią ocenę pacjenta oraz programowanie rehabilitacji [33]. W ocenie aktywności TrA stosuje się różne narzędzia monitoringu takie jak USG, EMG, fRM oraz palpację, jednak na szczególną uwagę zasługuje urządzenie Pressure Bio-Feedback Stabilizer (PBU) [6]. Urządzenie PBU składa się z ciśnieniomierza i 3 częściowej komory wypełnianej powietrzem za pomocą pompki. Urządzenie działa na zasadzie analizy różnicy ciśnienia w komorach wypełnionych powietrzem pod wpływem zmian nacisku. Specyficzna budowa urządzenia umożliwia ocenę zdolności wykonania skurczu TrA. W czasie badania pacjent leży na brzuchu, głowa znajduje się w linii środkowej, kończyny górne wzdłuż tułowia. Stabilizer umieszcza się pod brzuchem osoby badanej, tak by boki urządzenia znajdowały się na wysokości kolców biodrowych przednich górnych. Wypełnia się komory powietrzem do 70 mmHg. Pacjent musi wykonać skurcz TrA oraz utrzymać go 10 sekund. W trakcie badania terapeuta obserwuje ruchy miednicy i kręgosłupa oraz ocenia zmiany ciśnienia. Zmniejszenie ciśnienia o 4-10 mmHg oznacza prawidłową aktywację TrA, zmniejszenie o 0-4 mmHg odczytywane jest, jako zdolność napięcia TrA bez jego odpowiedniego skrócenia. Zwiększenie ciśnienia w Stabilizerze wskazuje na niewłaściwą aktywację TrA [5,7,8].

Cel pracy.

1. Ocena oraz porównanie aktywności mięśnia poprzecznego brzucha z wykorzystaniem urządzenia Pressure Bio-Feedback Stabilizer u osób z dolegliwościami bólowymi kręgosłupa w odcinku lędźwiowo-krzyżowym oraz u osób bez dolegliwości bólowych kręgosłupa w odcinku lędźwiowo-krzyżowym.
2. Ocena poziomu zgodności ocen dwóch terapeutów w badaniu aktywności mięśnia poprzecznego brzucha z wykorzystaniem urządzenia Pressure Bio-Feedback Stabilizer.

Material i metody.

Badania przeprowadzono na grupie 50 osób w wieku 28,36, w tym 28 kobiet oraz 22 mężczyzn. Badanych podzielono na dwie grupy: grupa I - badana 25 osób (12 kobiet i 13 mężczyzn) osób oraz grupa kontrolna 25 osób (16 kobiet i 9 mężczyzn). Grupę I - badaną stanowiły osoby z dolegliwościami bólowymi kręgosłupa w odcinku lędźwiowo-krzyżowym z aktualnym epizodem bólowym trwającym minimum 3 miesiące. Grupę II - kontrolną stanowiły osoby „zdrowe” bez dolegliwości bólowych w odcinku lędźwiowo – krzyżowym przez minimum 6 miesięcy. U każdego uczestnika badania została dokonana ocena aktywności mięśnia poprzecznego brzucha z wykorzystaniem urządzenia Pressure Bio-Feedback Stabilizer – ocena była wykonywana dwukrotnie przez dwóch niezależnych terapeutów w 15 minutowych odstępach czasowych.

Kryteria wykluczenia do grupy badanej: zabiegi operacyjne kręgosłupa, kręgozmyk, choroba nowotworowa, urazy i wypadki komunikacyjne oraz poważne patologie. Dodatkowo kryteriami wykluczającymi były choroby układu oddechowego, ciąża, które mogą zaburzyć pomiar z wykorzystaniem urządzenia Pressure Bio-Feedback Stabilizer.

Pacjenci rekrutowani byli na podstawie ogłoszeń w mediach społecznościowych. Na badanie uzyskano zgodę komisji bioetycznej. Analizę statystyczną wykonano z wykorzystaniem programu Statistica 10.0 dla systemu operacyjnego Windows. Istotność statystyczną przyjęto na poziomie $p < 0,05$.

Wyniki.

W badaniach wzięło udział 50 osób, w tym 28 kobiet oraz 22 mężczyzn. Poniżej zaprezentowano średnie wartości wybranych zmiennych dotyczące charakterystyki osób biorących udział w badaniu (Tab. I.).

Tab. I. Analiza różnic statystycznych pomiędzy wybranymi zmiennymi w badanych grupach.

	Grupa badana	Grupa kontrolna
Wiek	29,40000	27,32000
Waga	1,74400	1,73920
Wzrost	75,48000	69,44000
BMI	24,67779	22,77525
NRS #	5,24000	0,00000

- zaznaczono istotność statystyczną różnic pomiędzy grupami. Istotność statystyczną przyjęto na poziomie $p < 0,05$. Wyniki zaprezentowano, jako wartości średnie.

Nie zaobserwowano istotnych różnic statystycznych w parametrach wyjściowych pomiędzy zmiennymi w grupach tj. wiek, waga, wzrost oraz BMI. Analiza statystyczna wykazała wyłącznie różnice w aspekcie wartości NRS, jednak jest to spowodowane metodologią pracy oraz specyfikacją doboru grup do badania. Poniżej zaprezentowano statystyki dotyczące aktywności mięśnia poprzecznego brzucha dla grupy badanej i kontrolnej (Tab. II. oraz Tab. III.)

Tab. II. Statystyki opisowe dotyczące aktywności mięśnia poprzecznego brzucha.

Aktywność TrA (mmHg)	Średnia	Mediana	Min.	Maks.	Dolny Kwartyl	Górny Kwartyl	SD
Grupa badana	-0,35	0,00	-8,00	4,00	-2,00	2,00	3,08
Grupa kontrolna	-4,48	-4,67	-10,00	2,00	-6,00	-2,00	2,87

Tab. III. Porównanie aktywności mięśnia poprzecznego brzucha dla obu grup.

	Średnia	Średnia	t	df	P
	Grupa badana	Grupa kontrolna			
	-0,346667	-4,48000	4,908489	48	0,000011

Średni wynik uzyskany w badaniu aktywności TrA w grupie badanej wynosi -0,346667 mmHg, a w grupie kontrolnej -4,48 mmHg. Analiza statyczna wykazała istotną statycznie różnicę pomiędzy grupą badaną i kontrolną w aspekcie aktywności mięśnia poprzecznego brzucha $p=0,000011$.

Do analizy rzetelności pomiarów zastosowano współczynnik korelacji wewnątrzklasowej (ICC). Stosuje się go w sytuacji gdy pomiarów dokonuje dwóch lub więcej badających ($k \geq 2$). Jego celem jest pomiar rzetelności prowadzonej analizy, czyli stopnia zgodności ocen badających danej zmiennej.

Tab. IV. Możliwe wartości współczynnika ICC oraz przyporządkowane im poziomy wiarygodności.

Wartość współczynnika ICC	Poziom wiarygodności
0,00-0,50	Słaby
0,51-0,75	Umiarkowany
0,76-0,90	Dobry
powyżej 0,90	Doskonały

Analiza statystyczna poziomu zgodności ocen dwóch terapeutów w badaniu aktywności mięśnia poprzecznego brzucha z wykorzystaniem urządzenia Pressure Bio-Feedback Stabilizer wykazała wartość współczynnika korelacji ICC = 0,82.

Dyskusja.

Dolegliwości bólowe kręgosłupa w odcinku lędźwiowym są źródłem motywacji i zainteresowania dla wielu autorów [9,10,11]. Ból kręgosłupa jest czynnikiem, który może predysponować do powstawania szeregu nieprawidłowości takich jak dysbalans mięśniowy, nieprawidłowe strategie ruchowe, nieprawidłowe wzorce ruchowe oraz zmiany strukturalne w obrębie narządu ruchu [12]. Według doniesień naukowych innych autorów dolegliwości bólowe kręgosłupa w odcinku lędźwiowym mogą powodować m.in. zaburzenie prawidłowego przetwarzania oraz przepływu bodźców w układzie nerwowym, powstawanie nieprawidłowości w kontroli motorycznej, zaburzenia zjawiska „feedforwardu”, zmiany struktury mięśnia oraz wpływu na jego przekrój poprzeczny [13,14,15]. Zmiany wywołane dolegliwościami bólowymi mogą dotyczyć wszystkich mięśni lokalnych kręgosłupa lędźwiowego m.in. mięśnia poprzecznego brzucha [16,17,18], mięśnia wielodzielnego [19], przepony [20], mięśni dna miednicy [21], oraz mięśni brzucha [22].

Badania własne wykazały nieprawidłową aktywność mięśnia poprzecznego brzucha u pacjentów z dolegliwościami bólowymi kręgosłupa w odcinku lędźwiowym. Nieprawidłową aktywację mięśnia poprzecznego brzucha zaobserwowano aż u 68% pacjentów z dolegliwościami bólowymi kręgosłupa, a napięcie TrA bez odpowiedniego napięcia skrócenia u 20%. Doniesienia naukowe [16,17] wykazały, że czas aktywacji mięśnia poprzecznego brzucha u osób z bólem lędźwiowego odcinka kręgosłupa ulega opóźnieniu. W badaniach własnych średnia wartość aktywności mięśnia poprzecznego brzucha w grupie badanej (osoby z dolegliwościami bólowymi kręgosłupa) wynosi -0,35, co oznacza nieprawidłową aktywność. Podobne wyniki w swoich badaniach w tym aspekcie uzyskali m.in. Wontae Gong [23] oraz Fábio Renovato França i wsp. [24].

Kolejnym elementem badania była ocena stopnia zgodności ocen dwóch terapeutów badających aktywność mięśnia poprzecznego brzucha z wykorzystaniem urządzenia Pressure Bio-Feedback Stabilizer. Badania własne wykazały zgodność na poziomie ICC= 0,82, co oznacza dobry poziom wiarygodności. Badania Lima PO. i wsp. [25,26] podobnie jak badania własne wykazały dobry poziom wiarygodności oceny mięśnia poprzecznego brzucha z wykorzystaniem urządzenia Pressure Bio-Feedback Stabilizer. Lima PO. i wsp. wykazali zgodność ocen współczynnika korelacji wewnątrzklasowej na poziomie 0,76 oraz 0,74. Autorzy powyższej publikacji wykazali również, że o skuteczności pomiaru decyduje przede wszystkim doświadczenie i wiedza badającego.

Pomimo ogromnego rozwoju medycyny i rehabilitacji dolegliwości bólowe kręgosłupa lędźwiowego wciąż stanowią poważny problem medyczny, społeczny i ekonomiczny w Polsce i na całym świecie. Badania własne wykazały, że u osób z dolegliwościami bólowymi kręgosłupa w odcinku lędźwiowym obserwuje się nieprawidłową aktywację mięśnia poprzecznego brzucha. Bez wątplenia mięsień poprzeczny brzucha odgrywa bardzo ważną rolę w naszym organizmie, dlatego kluczowa wydaje się być jego ocena oraz dostosowana do potrzeb i możliwości terapia. Badania własne pokazują jak ważne i wartościowe może być badanie mięśnia poprzecznego brzucha dla potrzeb diagnostyczno-terapeutycznych w rehabilitacji.

Wnioski.

1. U osób z dolegliwościami bólowymi kręgosłupa w odcinku lędźwiowym obserwuje się nieprawidłowości w aktywności mięśnia poprzecznego brzucha w badaniu z wykorzystaniem urządzenia Pressure Bio-Feedback Stabilizer .
2. Stopień zgodności ocen dwóch terapeutów badających aktywność mięśnia poprzecznego brzucha z wykorzystaniem urządzenia Pressure Bio-Feedback Stabilizer jest dobry.

Piśmiennictwo.

1. Biały M., Hadała M.: Reedukacja nerwowo-mięśniowa pacjenta z zaburzeniami kontroli ruchu zgięcia odcinka lędźwiowego kręgosłupa. *Praktyczna Fizjoterapia i Rehabilitacja* , 2012, 6, 30-36.
2. Manchikanti L., Singh V., Datta S., Cohen SP., Hirsh JA.: Comprehensive review of epidemiology, scope, and impact of spinal pain. *Pain Phys* 2009, 12, E35-70.
3. Comerford M., Mottram S. Functional stability re-training: principles and strategies for managing mechanical dysfunction. *Manual Therapy* 2001; 6 (1), s. 3–14.
4. Comerford M., Mottram S. *Kinetic Control: The Management of Uncontrolled Movement*. Elsevier 2012.
5. Gniewek T., Gryckiewicz Sz., Hadała M.: Rola mięśnia poprzecznego brzucha w treningu stabilizacji na podstawie aktualnej ewidencji naukowej. Priorytet czy uzupełnienie terapii w oparciu o koncepcję Kinetic Control? „*Praktyczna Fizjoterapia i Rehabilitacja*”, 2013; (3): 4-12.

6. Kocharński B., Plaskiewicz A., Kałużny K., Klimkiewicz K., Smuczyński W., Żukow W.: Zastosowanie urządzenia Pressure Bio-Feedback Stabilizer w ocenie aktywności mięśnia poprzecznego brzucha u pacjentów z dolegliwościami bólowymi kręgosłupa w odcinku lędźwiowym. *J. Health Sci.* 2014 Vol. 4 nr 14 s. 101-108.
7. Adamczyk W., Rżany M.: Możliwości zastosowania Stabilizera Pressure Biofeedback Unit w reedukacji nerwowo-mięśniowej. „*Rehabilitacja w Praktyce*”, 2014;(1):27-29.
8. Hides J., Jull G., Richardson C. Long-Term Effects of Specific Stabilizing Exercises for First-Episode Low Back Pain. *Spine* 2001; 26 (11), s. 243–8.
9. Lončarić-Katušin M, Milošević M, Žilić A, Mišković P, Majerić-Kogler V, Žunić J: Practical chronic pain assessment tools in clinical practice. *Acta Clin Croat.* 2016 Mar;55 Suppl 1:19-26.
10. Coenen P, Smith A, Paananen M, Peter O'Sullivan P, Beales D, Leon Straker P Trajectories of low-back pain from adolescence to young adulthood. *Arthritis Care Res (Hoboken)*. 2016 Jun 6. doi: 10.1002/acr.22949.
11. Saragiotto BT, Maher CG, Yamato TP, Costa LO, Costa LC, Ostelo RW, Macedo LG. Motor Control Exercise for Non-specific Low Back Pain: A Cochrane Review. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2016 Apr 26.
12. Urquhart D. M., Hodges P.W.: Differential activity of regions of transversus abdominis during trunk rotation. *European Spine Journal.* 2002.
13. Biały M., Hadała M.: Reedukacja nerwowo-mięśniowa pacjenta z zaburzeniami kontroli ruchu zgięcia odcinka lędźwiowego kręgosłupa. *Praktyczna Fizjoterapia i Rehabilitacja* , 2012, 6, 30-36.
14. Hodges P., Gandevia S. Activation of the human diaphragm during a repetitive postural task. *Journal of Physiology* 2000; 522, s. 165–75.
15. Hides J., Jull G., Richardson C. Long-Term Effects of Specific Stabilizing Exercises for First-Episode Low Back Pain. *Spine* 2001; 26 (11), s. 243–8.
16. Hodges P., Richardson C. Inefficient muscular stabilization of the lumbar spine associated with low back pain: a motor control evaluation of transversus abdominis. *Spine* 1996; 21 (22), s. 2640–50.
17. Tsao H., Hodges P. Persistence of improvements in postural strategies following motor control training in people with recurrent low back pain. *Journal of Electromyography and Kinesiology* 2008; 18 (4), s. 559–67.
18. Tsao H., Hodges P. Immediate changes in feedforward postural adjustments following voluntary motor training. *Experimental Brain Research* 2007; 181 (4), s. 537–46.

19. Hides J., Jull G., Richardson C. Long-Term Effects of Specific Stabilizing Exercises for First-Episode Low Back Pain. *Spine* 2001; 26 (11), s. 243–8.
20. Hodges P., Gandevia S. Changes in intra-abdominal pressure during postural and respiratory activation of the human diaphragm. *Journal of Applied Physiology* 2000; 89, s. 967–76.
21. Sapsford R., Richardson C., Maher C., Hodges P. Pelvic floor muscle activity in different sitting postures in continent and incontinent women. *Archive of Physical Medicine Rehabilitation* 2008; 89 (9), s. 1741–7.
22. O’Sullivan P., Grahamslaw K., Kendell M., et al. The Effect of Different Standing and Sitting Postures on Trunk Muscle Activity in a Pain-Free Population. *Spine* 2002; 27 (11), s. 1238–44.
23. Wontae Gong, Correlations between Transversus Abdominis Thickness, Lumbar Stability, and Balance of Female University Students, *J. Phys. Ther. Sci.* 25: 681–683, 2013.
24. Fábio Renovato França, Thomaz Nogueira Burke, Erica Sato Hanada, and Amélia Pasqual Marques. Segmental stabilization and muscular strengthening in chronic low back pain - a comparative study. *Clinics (Sao Paulo)*. 2010 Oct; 65(10): 1013–1017.
25. Lima P., Oliveira R., Costa L., Laurentino G. Measurement properties of the pressure biofeedback unit in the evaluation of transversus abdominis muscle activity: a systematic review. *Physiotherapy* 2011; 97 (2), s. 100–6.
26. Lima P., Oliveira R., Moura Filho A., et al. Concurrent validity of the pressure biofeedback unit and surface.