

Ocena symetryczności obciążenia kończyn dolnych pacjentów ze skrótem czynnościowym po zastosowaniu jednorazowej terapii według modelu Ackermanna

Effect of load distribution on the lower extremities in patients with functional leg shortening after a single manipulation based on Ackermann's model

numer DOI 10.2478/v10109-012-0022-1

Sławomir Adamowicz, Małgorzata Stefańska, Piotr Dominiak

Wydział Fizjoterapii AWF we Wrocławiu

Faculty of Physiotherapy, University School of Physical Education, Wrocław, Poland

Streszczenie:

Cel i założenia: ocena wpływu jednorazowej manipulacji wg postępowania manualnego Ackermanna na zmiany reakcji podłoża przed i po manipulacji oraz na zmiany przemieszczenia rzutu środka ciężkości. W badaniach wzięło udział 17 wolontariuszy, u których nie stwierdzono dolegliwości bólowych okolicy lędźwiowej kręgosłupa. U wszystkich badanych występowały skróty czynnościowe kończyny dolnej lewej oraz rotacja w obrębie talerzy biodrowych. Badani byli w wieku od 25 do 52 lat, wysokość ciała oscylowała od 165 cm do 198 cm. Zmiany reakcji podłoża analizowano przy użyciu platform stabilograficznych typu AMTI w warunkach stabilnych i niestabilnych podczas stania swobodnego z kontrolą i bez kontroli wzroku. Badanych poddano postępowaniu terapeutycznemu wg modelu Ackermanna, którego celem było przywrócenie prawidłowej statyki miednicy oraz wyrównanie skrótu czynnościowego jednej z kończyn. Wnioski: efektem jednorazowej manipulacji wg modelu Ackermanna było uzyskanie symetrii w ustawieniu miednicy, przywrócenie symetrii długości kończyn dolnych oraz zmniejszenie amplitudy oscylacji rzutu środka ciężkości w płaszczyźnie czołowej. Pozostałe parametry nie wykazały istotnych statystycznie zmian.

Słowa kluczowe: terapia manualna wg Ackermanna, rzut środka ciężkości, reakcja podłoża, skróty czynnościowe kończyn dolnych.

Abstract:

The aim of this study was to quantify and analyze the effect of manual treatment based on Ackermann's model on both ground reaction forces and displacements of the center of gravity projection measured before and after a single manipulation. The authors' assumption was that even a single manipulation based on Ackermann's model would have a beneficial effect on ground reaction forces and would influence oscillation of the center of gravity projection. Seventeen asymptomatic volunteers were screened and measured before and after a single manipulation. Their age ranged from 25 to 52 years, and body height from 165 to 198 cm. It was found out that all subjects had pelvic functional changes (asymmetry) as well as functional shortening of the left leg. Changes in ground reaction forces were measured with AMTI force platforms in static and dynamic conditions in a quiet standing position, with eyes open and closed, before and after manual treatment. The subjects underwent manual therapy based on Ackermann's model whose aim was to achieve an equalization of the left leg functional shortening and to eliminate pelvic asymmetry. The effect achieved was an equalization of left leg functional shortening, pelvic symmetry, and reduction in body deflection in the x-axis. There were no significant changes in others parameters.

Key words: manual therapy by Ackermann, projection of centre of gravity, surface response, functional leg shortening.

Wprowadzenie

Stan utrzymania stabilności ciała w różnych warunkach jest klinicznym przejawem równowagi. Analiza tej funkcji może być wykorzystywana w testach klinicznych do oceny pracy mózdzku i aparatu przedsionkowego [1–3], jak również do oceny balansu mięśniowego [1, 4–6].

Mechanizmy równowagi ciała kontrolowane są przez wiele narządów. Ich zadaniem jest aktualizowanie danych o pozycji ciała w przestrzeni oraz kierunku i prędkości jego

Introduction

An ability to maintain the body stability in different conditions is a clinical manifestation of balance. Analysis of this function can be used in clinical methods to test the cerebellum and the vestibular apparatus [1–3], as well to assess muscle balance [1, 4–6].

Mechanisms of body balance are controlled by various organs. They are responsible for continuous updating of body positions in space, direction and speed of the

ruchu, szybka zmiana postawy korygująca każde odchylenie środka ciężkości od równoważnej pozycji w obrębie pola podstawy oraz kontrola gałek ocznych, która ma na celu dostarczanie aktualnych danych wizualnych. Pozyskane informacje modulowane przez układ nerwowy a następnie przekazywane do narządów efektorowych, takich jak mięśnie, gałki oczne wywołując odruchowo reakcje koordynujące postawę ciała [7]. Jednym z czynników, który może wpływać na stabilność ciała, są zaburzenia czynnościowe. Sipko i wsp. wykazują, że u pacjentów w przebiegu choroby tarczy międzykręgowej kręgosłupa lędźwiowego występują zaburzenia czynnościowe okolicy miednicy oraz odcinka lędźwiowego kręgosłupa. Autorzy założyli, że zmiany w strukturze krążków międzykręgowych wpływają na zmianę napięcia mięśniowego okolicy obręczy biodrowej prowadząc do skrótu czynnościowego jednej z kończyn dolnych [8]. Dysbalans mięśniowy jest ściśle związany z dystorsją miednicy, czyli przeciwstawnym przemieszczeniem się talerzy biodrowych względem siebie. Następnym dystorsji jest skrót czynnościowy jednej z kończyn, który może wpływać na niesymetryczne rozłożenie obciążeń kończyn dolnych. Warunkiem prawidłowego obciążenia stawów krzyżowo-biodrowych oraz kończyn dolnych, które tworzą zamknięty łańcuch kinematyczny jest przywrócenie prawidłowej statyki miednicy czyli uzyskanie symetrycznego położenia talerzy biodrowych względem siebie. Sipko i wsp. [8] sugerują, że zmiany w ustawieniu miednicy mogą przyjmować charakter wtórny w wyniku choroby zwyrodnieniowej krążka międzykręgowego lub charakter pierwotny wywołując proces zwyrodnieniowy tarczy międzykręgowej. Dysfunkcje takie jak dystorsja miednicy oraz skrót czynnościowy kończyny, mogą wpływać zarówno na kontrolę mięśniową, a przez to na zmniejszenie stabilizacji kręgosłupa jak i prowadzić do uszkodzeń jego struktury. Jedną z możliwości terapeutycznych tego typu zaburzeń oraz prewencji zaburzeń czynnościowych w obrębie miednicy oraz segmentów kręgosłupa jest postępowanie terapeutyczne wg modelu Ackermanna.

Terapia wg Ackermanna poprzez zastosowanie schematu diagnostycznego opartego na badaniu palpacyjnym, zastosowaniu fenomenu sekundowego oraz celowanej terapii opartej na dokładnym badaniu diagnostycznym pozwala na przywrócenie symetrii ustawienia miednicy oraz wyeliminowanie skrótu czynnościowego. Postępowanie to pozwala usunąć zaburzenia czynnościowe, wpływając na zrównoważenie balansu mięśniowego oraz redukując przeciążenia i podrażnienia aparatu stabilizującego kręgosłup. Terapia wg modelu Ackermanna, poza zastosowaniem leczniczym, może być zalecana w prewencji występowania zaburzeń czynnościowych okolicy miednicy oraz odcinka lędźwiowego kręgosłupa. Wpływa wówczas na zmniejszenie progresji zmian zwyrodnieniowych kręgosłupa lędźwiowego zmniejszając częstotliwość występowania przewlekłych i ostrych zespołów bólowych kręgosłupa lędźwiowego [9]. Skrót czynnościowy jednej z kończyn oraz dystorsja są zjawiskiem niezwykłym i występują u osób zdrowych bez obciążeń chorobowych narządu ruchu. W literaturze nie znaleziono doniesień podejmujących temat skrótu czynnościowego jednej z kończyn, dystorsji w stosunku do asymetrycznego obciążenia kończyn dolnych oraz związanych z tym deficytów równowagi. Dlatego celem pracy jest ocena wpływu jednorazowej manipulacji wg postępowania manualnego Ackermanna na zmiany reakcji podłoża przed i po manipulacji oraz na zmiany amplitudy oscylacji rzutu środka ciężkości.

Założono, że jednorazowa manipulacja wg Ackermanna wpłynie na wyrównanie skrótu czynnościowego kończyny dolnej lewej, wyrówna ustawienie miednicy, wpłynie na zmniejszenie amplitudy oscylacji rzutu środka ciężkości oraz na zrównoważenie sił reakcji podłoża rejestrowanych dla kończyny dolnej lewej i prawej.

movement, performing quick changes of posture to correct each deviation of the centre of gravity from the stable position which is determined by the footprint area, and finally controlling eyeballs which provide current visual data. The collected information modulated by the nervous system and then transmitted to effectors, such organs as muscles and eyeballs, evokes reflexive reactions which immediately correct body posture [7]. One of the factors which can affect the body stability is dysfunction. Sipko et al. show that patients who suffer from degeneration of intervertebral discs of the lumbar spine are affected by pelvic and segment lumbar dysfunctions. The authors assumed that the changes in the structure of intervertebral discs affect muscle tension in the hip area, which results in a functional shortening of one of the lower extremities [8]. Muscular imbalance is strictly connected to pelvic distortion, i.e. displacement of the two ilia in opposite directions. A consequence of distortion is a functional shortening of one of the legs, which can lead to the uneven load distribution on the lower extremities. In order to have a correct symmetric load on both the sacroiliac joint and the lower extremities, which together constitute a closed kinematic chain, it is necessary to restore equilibrium at the pelvis, that is to achieve a symmetric position of the ilia. Sipko et al. think that the changes in the hip position can be a consequence of degenerative disc disease, or on the contrary it is the incorrect hip position that can trigger the degenerative process in intervertebral discs. Dysfunctions such as pelvic distortion and a functional shortening of the lower extremity can both affect muscular control, and thus diminish spinal stability, and cause damages in its structure. One of the therapeutic methods of these dysfunctions and prevention of dysfunctions in the pelvic area and spinal cord segments is therapeutic treatment based on Ackermann's model.

Manual therapy based on Ackermann's model, which makes use of a diagnostic scheme consisting of palpation, application of a second phenomenon and targeted therapy based on exact diagnostic testing, is able to restore equilibrium of the pelvis and eliminate the functional shortening. Due to this treatment it is possible to eliminate functional dysfunctions, and thus affecting beneficially muscle balance and reducing overloading and irritation of the apparatus used for stabilizing the spine. Manual therapy based on Ackermann's model, apart from medical application, can be recommended in prevention of dysfunctions of the pelvic area and the lumbar spine. As a prevention method it diminishes the progression of degenerative changes in the lumbar spine by reducing the frequency of chronic and acute low back pain syndromes [9]. Occurrence of a functional shortening of one of the lower extremities and pelvic distortion is quite frequent, even in healthy people who are not burdened with any motor organ diseases. In the literature, however, no studies on a functional shortening of one of the lower extremities and related to that balance deficit have been found. The aim of this paper was to assess the effect of a single manipulation performed according to Ackermann's model on the changes in ground reaction force before and after a single manipulation and in the oscillation amplitude of the centre of gravity projection.

It was assumed that a single manipulation based on Ackermann's model would eliminate a functional shortening of the left lower extremity, establish the correct pelvic position, reduce the oscillation amplitude of the centre of gravity projection and balance the ground reaction forces measured for the left and right lower extremities.

Material i metody badań

Grupa badanych

W badaniu wzięło udział 17 wolontariuszy, jedenaście kobiet i sześciu mężczyzn w wieku od 25 do 52 lat. Szczegółową charakterystykę badanych zamieszczono w tab. 1. U wszystkich stwierdzono skrót czynnościowy kończyny dolnej lewej oraz rotację talerzy biodrowych. U badanych w ostatnich 12 miesiącach nie występowały dolegliwości bólowe okolicy lędźwiowej kręgosłupa oraz nie odnotowano przeciwwskazań do przeprowadzenia postępowania manualnego. Wolontariusze zostali poinformowani o celu i przebiegu badania i wyrazili na nie zgodę.

Metoda badań

Wszyscy badani poddani zostali ocenie stabilności postawy ciała za pomocą platform stabilograficznych AMTI. Zarejestrowano reakcję podłoża oraz zmiany amplitudy oscylacji rzutu środka ciężkości uzyskane w różnych warunkach testowych. Pomiary wykonano na podłożu twardym i miękkim, przy oczach otwartych i zamkniętych. Każdy z pomiarów trwał 20 s. Pomiar wykonano dwa razy przed i po terapii wg modelu Ackermann'a. Przed przystąpieniem do prób został przeprowadzony wywiad, a wolontariusze zostali zbadani palpacyjnie. Rozpoczęto od oceny długości czynnościowej kończyn dolnych. Zbadano długość kończyn dolnych w wyproście. Następnie wykonano palpację na kolcach biodrowych przednich górnych (*spina iliaca posterior superior*) w celu oceny położenia talerzy miednicy względem kości krzyżowej. W kolejnym etapie postępowania wg modelu Ackermann'a zastosowano fenomen sekundowy, który wykorzystywany jest jako element procesu diagnostycznego różnicujący skrót czynnościowy od anatomicznego. Dzięki fenomenowi sekundowemu wywołanemu naciskiem na masie bocznej łuku tylnego drugiego kręgu szyjnego, w ciągu sekundy dochodzi do odruchowej redukcji napięcia mięśniowego całego ciała, co powoduje, że skrócona kończyna się wydłuża. Wydłużenie skróconej kończyny potwierdza, że skrót jest pochodzenia czynnościowego, co odnotowano u wszystkich badanych. Kolejnym etapem postępowania wg modelu Ackermann'a była palpacja kręgu L₅ oraz L₄ w celu określenia ich położenia.

Wykonano manipulacje przez talerz biodrowy przy wydłużaniu kończyny skróconej czynnościowo oraz manipulację segmentu na poziomie L₅ po stronie kończyny skróconej czynnościowo i manipulację segmentu na poziomie L₄ po stronie kończyny wydłużonej czynnościowo.

Kolejnym z etapów była manipulacja przez guz kulzowy przy skracaniu kończyny wydłużonej czynnościowo oraz manipulacja segmentu na poziomie L₅ przy kończynie

Material and research methods

Subjects

A group of 17 people, 11 women and 6 men aged from 25 to 52 years, took part in the study. The detailed physical characteristics of the subjects are included in table 1. All of them were diagnosed with a functional shortening of the left lower limb and the rotated ilia. The subjects had not complained of low back pain for the past 12 months and there were no contraindications to undergo the manipulation. The subjects were informed about the goal and course of the test, and they gave their consent.

Research methods

The body stability of all the subjects was assessed with AMTI force platforms. Their ground reaction force and oscillation amplitudes of the centre of gravity projection were measured in various testing conditions: hard and soft platform surface, with eyes open and closed. Each trial lasted 20 seconds. Measurements were taken twice: before and after the manual therapy based on Ackermann's model. Before the trial the subjects were interviewed and examined by palpation. The examination started from the assessment of functional length of the lower extremity; measured in extension. Next, the position of the spina iliaca posterior superior was determined by percutaneous palpation. The next step in Ackermann's model is to apply a second phenomenon which is used as an element of the diagnostic process to distinguish a functional shortening from an anatomic leg length discrepancy.

The second phenomenon, evoked by pressing lateral masses of the posterior arch of the second cervical vertebra, triggers an immediate response. Within a second of time, it causes a reflexive reduction in muscle tension of the whole body, due to which the shortened leg is lengthened. Lengthening of the shortened legs in all the subjects confirms the assumption of the functional origin of the shortenings. The next step of Ackermann's model is palpation of the L5 and L4 vertebrae to determine their positions. A series of manipulations rotating the ilium were performed in order to lengthen the functional short leg, followed by manipulation of the L5 segment on the side of the functional short leg and manipulation of the L4 segment on the side of the functional long leg.

Further manipulation to shorten the functional long leg was performed on the ischial tuberosity and the L5 segment on the side of the functional short leg. The last element of the procedure was the manipulation of the L4 segment on the side of the functional long leg. The effect

Tabela 1. Charakterystyka grupy badanych
Table 1. Physical characteristics of the subjects

	N	Wiek Age	±SD	Wysokość ciała [m] Body height [m]	±SD	Masa ciała [kg] Body mass [kg]	±SD
Kobiety Women	11	28,9		1,69	0,04	66,3	7,32
Mężczyźni Men	6	40,6		1,79	0,06	57,3	8,40
Razem Total	17	33,6		1,73	0,07	82,7	14,40

skróconej czynnościowo. Ostatnim z elementów postępowania wg Ackermanna była manipulacja segmentu na poziomie L_4 przy kończynie wydłużonej czynnościowo. Efektem postępowania manualnego było przywrócenie symetrii ustawienia miednicy oraz wyrównanie skrótu czynnościowego jednej z kończyn. Po zakończeniu postępowania manualnego ponownie przeprowadzono pomiar długości kończyn.

Analiza statystyczna

Testem Shapiro-Wilka sprawdzono rozkład wszystkich badanych parametrów, który okazał się zbliżony do normalnego, co pozwoliło obliczyć wartości średnie oraz odchylenie standardowe. Z powodu małej liczebności grupy badanych istotność statystyczną średnich różnic między wartościami uzyskanymi dla lewej i prawej kończyny, przed i po manipulacji sprawdzono testem Wilcoxon. Obliczono również średnie różnice procentowe między wartościami uzyskanymi przez lewą i prawą kończynę w badaniu 1 i 2.

Wyniki

Wynikiem pomiarów przeprowadzonych testów były wartości sił nacisku na podłoże w płaszczyznach x, y, z (F_x , F_y , F_z) oraz wartości pola powierzchni wytyczone przez amplitudę oscylacji rzutu środka ciężkości (EA) na płaszczyźnie podparcia zarejestrowaną dla kończyny dolnej lewej i prawej (platforma 1 i 2) w dwóch pomiarach przed i po manipulacji wg modelu Ackermanna. Pomiarzy wykonano przy oczach otwartych i zamkniętych na podłożu twardym i miękkim.

Różnice zarejestrowane między wartościami uzyskanymi podczas pomiaru 1 i 2 w większości nie wykazują istotności statystycznej poza wartościami średnich różnic zarejestrowanych dla wartości F_x zarówno dla kończy dolnej prawej i lewej. Szczegółowe dane zaprezentowano w tab. 2 i 3.

Omówienie i dyskusja

Wilder i wsp. [10] sugerują, że zaburzenia pracy mięśni mogą wpływać na przeciążenia w obrębie więzadeł oraz torebek stawowych powodując ich rozciągnięcie poza zakres fizjologiczny. Greenman [11], Corrigan i wsp. [12], Gibbons i wsp. [13] udowadniają, że zabiegi manipulacyjne w obrębie kręgosłupa wpływają na zwiększenie jego ruchomości. Natomiast Surkitt I wsp. [14], Cassidy i wsp. [15], Gibbons i wsp. [16] w badaniach analizujących efekty manipulacji stawowej w odcinku szyjnym kręgosłupa zauważyli tendencję do zmniejszania się dolegliwości bólowych oraz zwiększoną aktywację części współczulnej układu nerwowego. W badaniach własnych założono, że przy wystąpieniu zaburzeń czynnościowych w postaci dystorsji oraz skrótu czynnościowego jednej z kończyn bez dolegliwości bólowych terapia wg Ackermanna wpłynie na zmianę obciążenia kończyn oraz amplitudy oscylacji rzutu środka ciężkości. Musimy złożyć również, że istnieje możliwość iż w wyniku kompensacji doszło u badanych do wyrównania parametrów reakcji podłoża i dzięki temu nastąpiła adaptacja do uzyskanego stereotypu postawy. Wyniki oceny przemieszczenia się rzutu środka ciężkości oraz reakcji podłoża dla kończyn dolnych w badaniach własnych nie wykazują istotnych zmian, co może świadczyć o występowaniu zjawiska kompensacji.

Wilder i wsp. [10] sugerują, że mechanizm działania manipulacji stawowej może mieć związek z wpływem, jaki wywiera siła wykorzystywana w manipulacji na tkan-

of the manual treatment was restoration of the symmetric position of the pelvis and functional leg-length equalization. After the therapy, the subjects' leg lengths were measured again.

Statistical analysis

The Shapiro-Wilk test was used to check the distribution of all the examined parameters, which resulted to be close to normal, i.e. it was possible to calculate the mean values and the standard deviation. Due to the small size of the sample, the Wilcoxon test was used to determine the statistical significance of mean differences between the values measured for the left and right legs, before and after the manipulation. Also the mean percent differences between the values of the left leg and the right one in trials 1 and 2.

Results

The result of the measurements of the conducted trials included the value of ground reaction force the x, y, z planes (F_x , F_y , F_z) and the value of the area defined by the oscillation amplitude of the center of gravity projection (EA) on the base of support recorded for the left and right lower extremities (platforms 1 and 2) in two measurement sessions: before and after the manipulation based on Ackermann's model. The trials were performed with eyes open and closed, and on the hard and soft surfaces.

The differences between the values obtained during measurement sessions 1 and 2 in most cases do not show any statistical significance, apart from the values of mean differences obtained for the value of F_x both for the left and right lower extremities. All data is included in tables 2 and 3.

Discussion

Wilder et al. [10] suggest that muscle dysfunctions can affect loading on ligaments and joint capsules causing their unphysiological extension. Greenman [11], Corrigan et al. [12], Gibbons et al. [13] demonstrate that manipulations in the spinal area increase its mobility. Whereas Surkitt et al. [14], Cassidy et al. [15], Gibbons et al. [16], while analyzing effects of the joint manipulation of the cervical spine, noticed a tendency to reduce pain and to increase the activation of the sympathetic nerve system. In our studies we assumed that if there were dysfunctions in the form of a distortion and a functional shortening of one of the lower extremities which do not evoke pain, the therapy based on Ackermann's model will cause changes in the lower extremities loading and the oscillation amplitude of the center of gravity projection. In addition, we had to assume there was a possibility that as a result of compensation, an equalization of the ground reaction force parameters could occur in the subjects, which in consequence led to adaptation to the acquired stereotype of posture. The assessment results of the movement of the center of gravity projection and the ground reaction forces for the lower extremities in our studies do not show any significant changes, which can mean that the phenomenon of compensation occurred.

Wilder et al. [10] suggest that mechanism of action of the spinal manipulation can be associated with the influence exerted by the force used to manipulate on the tissues

Tabela 2. Wartości średnie i odchylenia standardowe (SD) wszystkich mierzonych parametrów, uzyskane w różnych warunkach testowych (TO – podłoże twarde, oczy otwarte; TZ podłoże twarde, oczy zamknięte; GO – podłoże miękkie, oczy otwarte; GZ – podłoże miękkie, oczy zamknięte) przez prawą i lewą kończynę przed i po manipulacji (badanie 1 i 2)

Table 2. Mean values and standard deviations (SD) of all the measured parameters, obtained in different testing conditions (TO – hard surface, eyes open; TZ – hard surface, eyes closed; GO – soft surface, eyes open; GZ – soft surface, eyes closed) by right and left lower extremities before and after the manipulation (trials 1 and 2)

		Badanie 1 Trial 1				Badanie 2 Trial 2			
		Lewa Left		Prawa Right		Lewa Left		Prawa Right	
		Średnia Mean	SD	Średnia Mean	SD	Średnia Mean	SD	Średnia Mean	SD
TO	Fx [N]	15,90	5,21	8,68	5,10	17,28	6,05	9,84	5,68
	Fy [N]	3,01	1,92	2,71	2,25	3,33	3,28	3,03	2,49
	Fz [N]	343,30	82,72	322,35	73,50	346,17	91,73	318,62	62,55
	EA [cm ²]	0,32	0,23	0,31	0,16	0,29	0,13	0,41	0,29
	aV [cm/s]	3,57	0,70	3,73	0,74	3,83	1,09	4,01	1,17
TZ	Fx [N]	16,52	4,37	9,45	4,50	17,25	5,34	9,81	4,97
	Fy [N]	3,64	1,77	2,12	2,14	2,84	2,86	2,71	2,01
	Fz [N]	342,60	84,20	320,14	69,36	348,47	93,75	317,18	63,66
	EA [cm ²]	0,33	0,20	0,29	0,13	0,27	0,10	0,35	0,18
	aV [cm/s]	3,66	0,59	3,78	0,61	3,72	0,87	3,86	0,72
GO	Fx [N]	19,82	4,96	12,80	4,53	20,08	5,60	13,04	5,19
	Fy [N]	2,55	2,37	1,91	1,21	2,49	1,69	2,28	1,40
	Fz [N]	344,01	86,28	336,24	67,64	342,25	88,07	339,21	73,13
	EA [cm ²]	0,88	0,81	0,79	0,86	0,61	0,34	0,56	0,36
	aV [cm/s]	3,83	0,63	3,81	0,68	3,83	0,60	3,75	0,61
GZ	Fx [N]	23,32	5,29	16,33	4,29	22,05	4,49	14,50	4,16
	Fy [N]	2,78	2,35	1,85	1,73	3,32	2,65	2,70	2,08
	Fz [N]	344,23	90,01	337,19	68,19	342,14	90,08	338,95	73,05
	EA [cm ²]	1,47	0,64	1,41	0,63	1,63	0,65	1,67	0,94
	aV [cm/s]	5,17	0,71	4,98	0,68	5,05	0,74	4,95	0,76

Fx, Fy, Fz – siła nacisku na platformę rejestrowana w każdej z osi
Fx, Fy, Fz – the lateral, horizontal and vertical components of ground reaction force
 EA – pole elipsy wytyczonej przez rzut środka ciężkości
EA – ellipse area defined by the center of gravity projection
 aV – średnia prędkość przemieszczania rzutu środka ciężkości
aV – average velocity of CG displacements

ki okalające odcinek lędźwiowy kręgosłupa, tzn. mięśnie, więzadła czy torebki stawowe [9]. Natomiast Sung i wsp. [17] oraz Pickar i wsp. [18] dowodzą, że siły wyzwalane w trakcie manipulacji mogą wpływać na receptory w stawach i mięśniach. Mimo że badana grupa nie wykazywała dolegliwości bólowych, funkcjonowanie w zaburzonym stereotypie postawy może prowadzić do utrwalenia zmian czynnościowych przyczyniając się do powstawania zmian strukturalnych. Terapia wg Ackermanna poprzez manipulację wpływa na przywrócenie symetrycznego położenia miednicy oraz wyrównanie skrętu czynnościowego jednej z kończyn. Zastosowane badanie palpacyjne okolicy miednicy oraz pomiar długości czynnościowej kończyn potwierdza uzyskanie symetrii miednicy oraz wyrównanie skrętu funkcjonalnego. Zaobserwowano poprawę subiektywnego postrzegania przestrzennego miednicy oraz kończyn dolnych przez badanych w obciążeniach statycznych oraz dynamicznych. Niestety żadna z powyższych metod oceny

surrounding the lumbar spine, i.e. muscles, ligaments and joint capsules [9]. Whereas Sung et al. [17] and Pickar et al. [18] maintain that the forces applied during the manipulation can affect receptors in joints and muscles. Although the subjects did not suffer from any pains, there is a risk that functioning in the disordered postural pattern will lead to consolidation of functional changes, and hence will contribute to development of structural changes. The application of manipulative therapy based on Ackermann's model results in restoration of the symmetric pelvic position and the equalization of the functional shortening of one of the lower extremities. These results were confirmed by palpation of the pelvic area. In addition, there was an improvement in subjective spatial perception of the pelvis and the lower extremities by the subjects themselves in static and dynamic loading. Unfortunately, none of the assessment methods is eligible for providing objective verification of the effect of a single manipulation based on Ackermann's model.

Tabela 3. Wartości współczynnika p testu Wilcoxon oraz średnie procentowe różnice pomiędzy wartościami uzyskanymi przed (1) i po manipulacji (2), przez lewą (L) i prawą (P) kończynę w zależności od warunków testowych (TO – podłoże twarde, oczy otwarte; TZ podłoże twarde, oczy zamknięte; GO – podłoże miękkie, oczy otwarte; GZ – podłoże miękkie, oczy zamknięte) dla wszystkich mierzonych parametrów

Table 3. Wilcoxon test p-value and mean percentage differences between the values achieved before (1) and after manipulation (2), by left (L) and right (P) upper extremities in relation to different testing conditions (TO – hard surface, eyes open; TZ – hard surface, eyes closed; GO – soft surface, eyes open; GZ – soft surface, eyes closed) for all the measured parameters

		L1vsL2 p	P1vsP2 p	L1/P1	L1vsP1 p	L1vsP2 p	L2/P2
TO	Fx	0,05*	0,03*	1,83	0,00*	0,00*	1,75
	Fy	0,76	0,79	1,11	0,59	0,79	1,09
	Fz	0,83	0,91	1,06	0,08	0,02*	1,08
	EA	0,33	0,43	1,03	0,62	0,11	0,70
	aV	0,16	0,48	0,95	0,38	0,13	0,95
TZ	Fx	0,14	0,49	1,74	0,00*	0,00*	1,75
	Fy	0,41	0,41	1,71	0,02*	0,91	1,04
	Fz	0,49	0,87	1,07	0,04*	0,04*	1,09
	EA	0,15	0,08	1,13	0,10	0,06	0,77
	aV	0,91	0,69	0,96	0,27	0,27	0,96
GO	Fx	0,79	0,76	1,54	0,00*	0,76	1,53
	Fy	0,94	0,76	1,33	0,43	0,76	1,09
	Fz	0,87	0,91	1,02	0,72	0,91	1,00
	EA	0,12	0,29	1,11	0,36	0,29	1,08
	aV	1,00	0,83	1,00	0,69	0,83	1,02
GZ	Fx	0,05*	0,01*	1,42	0,00*	0,00*	1,52
	Fy	0,59	0,03*	1,50	0,38	0,38	1,22
	Fz	0,91	0,76	1,02	0,65	0,91	1,00
	EA	0,55	0,33	1,04	0,31	0,83	0,97
	aV	0,55	0,83	1,03	0,10	0,69	1,02

nie kwalifikuje się do obiektywnej weryfikacji wpływu jednorazowej manipulacji wg Ackermanna.

Jednym ze sposobów oceny przemieszczenia się amplitudy oscylacji rzutu środka ciężkości oraz reakcji podłoża jest posturografia statyczna. Jest to czułe narzędzie diagnostyczne pozwalające na ocenę i rejestrację reakcji posturalnych, których analiza pozwala na obserwację i analizę przemieszczeń rzutu środka ciężkości w różnych warunkach.

Momiyama i wsp. [19] w swoich badaniach nad przemieszczeniem CG (Center of Gravity) w trakcie uścisku powitalnego dłoni udowodnili zwiększone oscylowanie CG po stronie uścisku dłoni. Jest ono konsekwencją następującego w tym czasie submaksymalnego napięcia mięśni. Próbie poddano dwie grupy badanych, prawo i lewo ręcznych. Autorzy wykazali, że amplituda wychyleń CG oscyluje w obrębie stawu biodrowego po stronie uścisku w czasie jego trwania. Może to wynikać z adaptacji, w tym wypadku do gestu powitania, do którego używana jest dłoń prawa. Niemniej jednak przy uścisku dłoni lewych u badanych praworęcznych wykazano większą amplitudę oscylacji CG niż u badanych leworęcznych przy uścisku dłoni prawych, co świadczy o adaptacji grupy do warunków zewnętrznych. U praworęcznych zauważono korelację między przemieszczeniem CG w stronę do grzbietową w maksymalnym uścisku dłoni, które jak zakłada Momiyama i wsp. [19] zostało spowodowane aktywacją mięśni brzucha oraz przedniej taśmy mięśniowej. Z drugiej strony leworęczni nie wykazali podobnej relacji, co może być spowodowane komponentą adaptacyjną.

Matsuo i wsp. [1] w badaniach pilotażowych mierzyli niestabilność posturalną i wychylenia CG u dzieci z różnego typu zezem przed i po zabiegu operacyjnym mającym

One of the methods used to assess movements of the oscillation amplitude of the center of gravity projection and the ground reaction force is a static posturograph platform. It is a sensitive diagnostic device which serves to monitor and measure postural responses, and consequently it is possible to observe and analyze the displacements of the center of gravity projection in different conditions.

Momiyama et al. [19] in their studies on the center of gravity (CG) movements during a handgrip proved there was an increased sway of CG on the side of the gripping hand, which resulted from the submaximal muscle tension that occurred at the moment of handgrip. Two groups of subjects, one group of left-handers and the other of right-handers, took part in the trial. The results showed that the amplitude of CG sway oscillate around the hip joint on the side of the gripping hand during handgrip. It may be caused by adaptation, in this case to the greeting gesture which involves the right hand. Nevertheless, when the right-handed subjects used their left hands to make a handgrip, it was noticed that the CG sway amplitude was larger than in the case of the left-handed subjects who shook hands using their right hands, which proves there was an adaptation of this group to the external conditions. It was noticed that right handedness is correlated with CG backward movement in a handgrip of maximum strength, which was caused by, as Momiyama et al. [19] assumed, activation of abdominal muscles and anterior muscle band. On the other hand, the left-handers did not show such correlation, which can be caused by an adaptive component.

Matsuo et al. [1], in their pilot studies, measured postural instability and CG sway in children with different types of strabismus before and after the surgical

na celu korekcję wady. Wykazali oni istotny wpływ zmiany percepcji wizualnej na koordynację przemieszczenia CG. Zaburzenia równowagi mogą istotnie wpływać na biomechanikę ciała. W przeprowadzonych badaniach zauważono tendencję do większych wychyleń COP w badaniu przy oczach zamkniętych co potwierdza doniesienie Toshihiko Matsuo i wsp. [1].

Moutzouri i wsp. [20] badali wpływ mechanicznego oddziaływania terapii Mulligana, używając techniki mobilizacyjnej SNAG, czyli techniki, w trakcie której pacjent wykonuje ruch pochylecia tułowia do przodu. Autorzy określają go jako najczęściej wykonywany ruch, który wpływa na dolegliwości bólowe kręgosłupa w odcinku lędźwiowym. W tych badaniach oraz w badaniach poprzedzających nie udowodniono istotnego wpływu mobilizacji na zakres ruchomości w odcinku lędźwiowym kręgosłupa [20]. Badania przeprowadzone przez autorów zwracają uwagę na istniejącą korelację między prawidłową statyką miednicy a częstotliwością występowania zespołów bólowych kręgosłupa lędźwiowego.

Wilder i wsp. [10] uważają, że manipulacja stawowa może wpływać na napięcie mięśniowe okolicy kręgosłupa lędźwiowego sugerując, że manipulacja poprawia funkcję w okolicy, która została poddana manipulacji. Manipulacja stawowa może wpływać na poprawę statyki miednicy tzn. na przywrócenie jej symetrycznego położenia oraz na wyrównanie skrótu czynnościowego jednej kończyny. Ponadto przed i po manipulacji wg modelu Ackermanna zarejestrowano zmiany wielu parametrów.

Analizując parametr Fz nie uzyskano istotnie statystycznych zmian. Uzyskano je natomiast w parametrze Fx. Jak sugeruje Golema [21] oscylacja środka ciężkości w lewo i prawo powoduje zwiększenie lub zmniejszenie obciążenia lewej lub prawej kończyny dolnej. Parametry stabilogramu czołowego są wynikiem przemieszczenia na boki ciała człowieka i wynikają głównie z ruchów na boki w stawach biodrowych. To daje podstawę do wysunięcia tezy, że zmiany zarejestrowane dla osi x mogą być wynikiem przywrócenia prawidłowej pozycji miednicy oraz wyrównania skrótu czynnościowego. Różnice które wystąpiły w badaniu na podłożu twardym przy oczach otwartych (TO), można interpretować jako zmiany powstałe w wyniku aktywacji układu mięśniowego odpowiedzialnego za utrzymanie równowagi w czasie tzw. gotowości do działania ruchowego, jak sugeruje Golema. [20]

Wnioski

Efektom jednorazowej manipulacji wg modelu Ackermana było uzyskanie symetrii ustawienia miednicy i przywrócenie symetrii długości kończyn dolnych. Istotność statystyczną wykazały parametry dla osi x. Pozostałe parametry nie wykazały istotnych statystycznie zmian.

intervention correcting the defect. They showed there was a significant effect of the change in visual perception on the coordination of CG sways. Balance disorders can have a significant influence on biomechanics of the body. Our own tests showed there was a tendency to increase sway amplitude of the centre of pressure (COP) in the trials with eyes closed, which was confirmed by the report of Matsuo et al. [1].

Moutzouri et al. [20] investigated the mechanical effect of Mulligan's therapy, with the use of Sustained Natural Apophyseal Glide (SNAG) which is a mobilizing technique during which the patient has to perform a forward trunk lean. It is considered the most common and frequent movement which causes low back pain. In this study and in the previous studies no significant effect of mobilization on the range of movement in the lumbar spine was proved [20]. Our trials show there is a correlation between a correct statics of the pelvis and frequency of occurrence of the low back pain syndrome.

Wilder et al. [10] maintain that joint manipulation can affect muscle tension in the lumbar spine area as the manipulation improves the function in the area which underwent manipulation. Joint manipulation can improve the statics of the pelvis, which means restoration of its symmetric position and equalization of the functional shortening of one of the lower extremities. Additionally, changes in numerous parameters were recorded before and after the manipulation based on Ackermann's model.

Analyzing Fz parameter, no statistically significant changes were found. However, some changes were found in Fx parameter. As it was suggested by Golema [21], sways of the center of gravity to the left and to the right cause an increase or decrease in the left or right lower extremity loads. The parameters of the frontal stabilogram result from the body sway, mainly lateral hip movements. On this ground it is possible to put forward a thesis that the changes recorded for the x axis can be caused by restoration of the correct position of the pelvis and equalization of the functional shortening. The differences that occurred in the trial on the hard surface with the eyes open can be interpreted as the changes caused by activation of the muscle system responsible for maintaining balance during so called action readiness, as it is suggested by Golema [20].

Conclusions

The effect of a single manipulation based on Ackermann's model was a symmetrical position of the pelvis and equalization of lower extremities lengths. Parameters of the x axis showed a statistical significance, whereas the other parameters did not show any statistically significant changes.

Piśmiennictwo

References

- [1] Matsuo T., i wsp. *Body sway increases immediately after strabismus surgery*. Acta Med. Okayama 2006, 60, 13–24.
- [2] Umemura K., i wsp. *Analysis of body sway in patients with cerebellar lesions*. Acta Otoraryngol Suppl 1989, 468, 253–261.
- [3] Yabe I., i wsp. *Clinical trial of acetazolamide in ScA6, with assessment using the ataxia rating scale and body stabilometry*. Acta Neurol Scand 2001, 104, 44–47.
- [4] Barret R., i wsp. *Changes in center of gravity in boys with Duchenne muscular dystrophy*. Muscle Nerve 1988, 11, 1157–1163.
- [5] Nies N., Sinnott P.L. *Variations in balance and body sway in middle-aged adults: subjects with healthy backs compared with subjects with low-back dysfunction*. Spine 1991, 16, 325–330.
- [6] Katayama Y., i wsp. *Relationship between postural balance and knee and toe muscle power in young women*. Acta Med Okayama, 2004, 58, 189–195.

- [7] Goodworth A., Peterka R., Influence of bilateral loss on spinal stabilization in Humans. *J. Neurophysiol*, 2010, 103, 1978–1987.
- [8] Sipko T. i wsp. Zaburzenia parametrów czynnościowych miednicy u pacjentów z chorobą tarczy międzykręgosłupa lędźwiowego. *Fizjoterapia* 2004, 12,3, 11–20.
- [9] Ackermann W.P. *Chiropraktyka ukierunkowana diagnoza i technika*, Natura Medica 1997.
- [10] Wilder [i in.] Effect of spinal manipulation on sensorimotor functions in back pain patients: study protocol for a randomized controlled trial. *Trial* 2011, 12:161. www.trialsjournal.com/content/12/1/161.
- [11] Greenman P. *Principles of manual medicine*. Baltimore: Williams and Wilkins 2000.
- [12] Corrigan B. i wsp. *Vertebral musculoskeletal disorders*. London: Butterworth-Heinemann 1998.
- [13] Gibbons P. i wsp. *Manipulation of the spine. Thorax and Pelvis*. Edinburgh: Churchill Livingstone 2000.
- [14] Surkitt D. i wsp. High velocity, low amplitude manipulation of the atlanto-axial joint: effect on atlanto-axial and cervical spine rotation asymmetry in asymptomatic subjects. *J. Osteopath Med*. 2000;3:13-9.
- [15] Cassidy J.D. i wsp. The immediate effect of manipulation versus mobilization on pain and range of motion in the cervical spine: a randomized, controlled trial. *J Manipulative Physiol Ther* 1992;15:570-5.
- [16] Gibbons P.F. i wsp. Short-term effects of cervical manipulation on edge light pupil cycle time: a pilot study. *J Manipulative Physiol Ther* 2000;23:465-9.
- [17] Sung P. i wsp. Effect of spinal manipulation duration on low threshold mechanoreceptors in lumbar paraspinal muscles: a preliminary report. *Spine* 2005, 30, 1, 115–122.
- [18] Pickar J. i wsp. Response of muscle proprioceptors to spinal manipulative-like loads in the anesthetized cat. *J Manipulative Physiol Ther* 2001, 24, 1, 2–11.
- [19] Momiyama H. i wsp. Dynamic movement of center of gravity with hand grip. 2006, 27, 56–60.
- [20] Moutzouri M., i wsp. The effects of the Mulligan sustained natural apophyseal glide (SNAG) mobilization in the lumbar flexion range of asymptomatic subjects measured by zebris CMS20 3-D motion analysis system. *BMC musculoskeletal Disorders* 2008, 9: 131. www.biomedcentral.com/1471-2474/9/131.
- [21] Golema M., *Charakterystyka procesu utrzymywania równowagi ciała człowieka w obrazie stabilograficznym*. Wydawnictwo Akademii Wychowania Fizycznego, 2002, 143.

Adres do korespondencji:
Address for correspondence:

Sławomir Adamowicz
Wydział Fizjoterapii AWF we Wrocławiu
Al. Paderewskiego 35
51-612 Wrocław

Wpłynęło/Submitted: V 2012
Zatwierdzono/Accepted: IX 2012