

Niektóre możliwości korekcji i kompensacji w regulacji postawy ciała u dzieci i młodzieży z niskostopniowymi skoliozami

Some Possibilities of Correction and Compensation in Body Posture Regulation Among Children and Adolescents with Low Degree Scoliosis

Olga Nowotny-Czupryna^{1(C,D,E,F)}, Krzysztof Czupryna^{1(B,C,F)},
Janusz Nowotny^{2(A,D,E)}, Anna Brzęk^{3(B,C)}

¹ Wydział Fizjoterapii, Zakład Podstaw Fizjoterapii, Wyższa Szkoła Administracji, Bielsko-Biała

² Wydział Fizjoterapii, Zakład Fizjoterapii, Wyższa Szkoła Administracji, Bielsko-Biała

³ Wydział Nauk o Zdrowiu, Zakład Kinezylogii, Śląski Uniwersytet Medyczny, Katowice

¹ Department of Foundations of Physiotherapy, Faculty of Physiotherapy, Higher School of Administration, Bielsko-Biała

² Department of Physiotherapy, Faculty of Physiotherapy, Higher School of Administration, Bielsko-Biała

³ Department of Kinesiology, Faculty of Physiotherapy, Medical University of Silesia, Katowice

STRESZCZENIE

Wstęp. Postawa utrzymywana jest automatycznie, wbrew grawitacji, pomimo niewielkiej powierzchni podparcia. W przypadku skoliozy zmienia się układ ciała i jego zrównoważenie. Z czasem uruchomiane są mechanizmy samoistnej kompensacji, a wśród nich dążność do równomiernego obciążenia obu stóp. Celem pracy było sprawdzenie, jaką rolę odgrywa równomierność obciążenia stóp na platformie podograficznej w regulacji postawy ciała osób z niskostopniowymi skoliozami.

Materiał i metody. Zbadano 115 osób w wieku 7-19 lat: ze skoliozą, z postawą skoliozytyczną i bez skoliozy (grupa kontrolna). Fotogrametrycznie oceniano układ ciała, a równocześnie rejestrowano rozkład obciążeń stóp. Pomiar wykonano w swobodnej pozycji stojącej, podczas próby korekcji układu ciała oraz podczas próby równomiernego obciążenia obu stóp.

Wyniki. W postawie swobodnej u wszystkich odnotowano asymetrię obciążenia stóp, ale w grupie kontrolnej była ona najmniejsza. Podczas próby korekcji u osób ze skoliozą odnotowano pogorszenie zrównoważenia obciążenia stóp. Podobnie było u osób z postawą skoliozytyczną, ale różnice były mniejsze. Po uprzednim zrównoważeniu obciążenia stóp odnotowano pogorszenie układu ciała, a różnice były najwyraźniejsze u osób ze skoliozą. U większości powiększył się kąt skrzywienia, a rzut pionu odsunął się od szpary międzypośladowej. W grupie kontrolnej próba doprowadzenia do symetrycznego obciążenia stóp spowodowała pogorszenie układu ciała, łącznie z pojawieniem się niewielkiego skrzywienia kręgosłupa.

Wnioski: 1. W niskostopniowych skoliozach obciążenie stóp zwykle jest asymetryczne. 2. Próba czynnego skorygowania skrzywienia przynosi niewielką redukcję tej asymetrii. 3. Doprowadzenie do symetrycznego obciążenia stóp skutkuje pogorszeniem parametrów posturometrycznych, nawet u osób, których kręgosłup jest prosty.

Słowa kluczowe: skolioza, postawa ciała, kompensacja, baropodografia

SUMMARY

Background: Postural alignments, secondary curves of spine and tendency to unequal body weight distribution are the compensatory mechanisms in scoliosis, eventually leading to disturbances in the regulation of body posture. The pathological pattern of incorrect posture, evokes a vicious circle of causes and effects, which probably includes alterations in body weight distribution to both feet. To examine the role of equal weight loading of both feet in posture regulation among children and adolescents with low-degree scoliosis.

Material and methods: A total of 115 participants aged 7-19 years were divided into three groups: those with low degree scoliosis (10-26° Cobb; n=56), those demonstrating a scoliotic posture (5-9°; n=29), and those without an abnormal lateral spine curvature (n=30). Three measurements of body alignment and weight distribution on the feet were taken simultaneously using photogrammetry and a podographic platform: in a free standing position, during an attempt to correct body alignment and with equal loading of both feet.

Results: Unequal weight distribution was observed in the free standing position in patients with scoliosis. Attempts to correct body arrangement worsened existing disproportion, especially in the left-side curvatures. Equal feet loading lead to the body disarrangement, even among non-scoliotic subjects.

Conclusions: 1. Subjects with low degree scoliosis usually demonstrate asymmetric distribution of foot pressure. 2. An attempt to actively correct the curvature reduces this asymmetry only slightly. 3. Attempts to maintain a symmetrical distribution of body weight result in a deterioration of the posturometric parameters even in non-scoliotic subjects.

Key words: scoliosis, posture, compensation, baropodography

WSTĘP

Charakterystyczną cechą postawy człowieka jest pionowy układ ciała, utrzymywany wbrew grawitacji i pomimo niewielkiej powierzchni podparcia. Drugą charakterystyczną cechą jest to, że w płaszczyźnie czołowej przestrzenny układ segmentów ciała jest symetryczny. Kręgosłup w tej płaszczyźnie jest prosty, a analogiczne punkty po obu stronach ciała znajdują się na jednakowej wysokości. Dzięki temu cały ten układ jest zrównoważony, a rzut ogólnego środka ciężkości ciała (COG) pada blisko środka płaszczyzny podparcia, co da się zarejestrować na platformie podograficznej. Sytuację pogarsza fakt, że układ ten funkcjonuje w łańcuchu otwartym, z możliwością przestrzennego przemieszczania się wyżej położonych segmentów ciała względem płaszczyzny podparcia. Pomimo tych niekorzystnych warunków prawidłowy układ ciała i jego zrównoważenie utrzymywane są w sposób automatyczny, nie wykluczający możliwości wykonywania rozmaitych dowolnych czynności życia codziennego. Zapewnia to sprawnie funkcjonujący mechanizm regulacji postawy [1-4].

W regulacji tej bierze udział wiele receptorów – stawowych, torebkowych, mięśniowych i błędniowych, a nawet telereceptor wzroku, a mechanizm ten funkcjonuje jako system sterowania ciągłego, z bieżącym sprzężeniem zwrotnym. Zintegrowane wieloreceptorowe informacje stanowią podstawę dla natychmiastowego korygowania wszelkich odchyłeń od prawidłowego układu ciała [5-17].

W przypadku skoliozy nie tylko zmienia się przestrzenny układ ciała, ale i jego zrównoważenie – głównie w płaszczyźnie czołowej, co generuje nową dynamiczną strategię regulacji postawy [18]. Na początku niewielkie odchylenia od zakodowanego w centralnym układzie nerwowym (CNS) wzorca prawidłowego układu ciała są korygowane w oparciu o funkcjonujący system regulacji postawy. Gdy staną się one zbyt duże CNS zaczyna traktować je jako „defekt”. Jest to sygnał dla uruchomienia mechanizmów samoistnej kompensacji. Nie oznacza to jednak wyrównania skrzywienia, lecz tylko dążność do zabezpieczenia stabilnego (zrównoważonego) układu ciała jako całości. W związku z tym pojawiają się kompensacyjne, liniowe przemieszczenia różnych segmentów ciała, głównie obu obręczy. Efektem tego jest zwykle rzutowanie pionu blisko środka płaszczyzny podparcia, co nie oznacza wcale prawidłowego usytuowania wyżej położonych odcinków ciała. Drugim przejawem samoistnej kompensacji skolioz jest pojawienie się wtórnych wygięć kręgosłupa. I ono zabezpiecza zrównoważony układ ciała, chociaż układ segmentów tułowia odbiega od prawi-

BACKGROUND

A characteristic feature of human posture is the vertical arrangement of the body against gravity, maintained despite a small area of support. A symmetric spatial alignment of body segments in the frontal plane is another characteristic feature. The spine in this plane is straight and the homologous points on both sides of the body are on the same level. Thanks to this, the whole system is balanced and the projection of the centre of gravity (COG) falls close to the centre of the support area, which can be recorded on a podographic platform. As this system operates in an open chain where body segments located above the base of support can move relative to this base makes the situation worse. Despite these adverse conditions, a normal body alignment and balance are maintained automatically without limiting the possibility of performing various activities of daily living. This is mediated by a well-functioning mechanism of body posture regulation [1-4].

This regulation involves many receptors – articular, capsular, muscular, and labyrinthine, and even the telereceptor of sight. This mechanism functions as a continuous control system with ongoing feedback. Integrated multireceptor information forms the basis for immediate correction of any deviation from proper body alignment [5-17].

In scoliosis, it is not only the spatial alignment of the body which changes but also balance – mainly in the frontal plane, which generates a new dynamic strategy of body posture regulation [18]. Initially, small deviations from the proper pattern of postural alignment encoded in the central nervous system (CNS) are corrected according to the existing functional system of body posture regulation. As soon as these deviations become excessive, the CNS begins to treat them as a “defect”. This is a signal to initiate the mechanisms of spontaneous compensation. However, this does not mean straightening of the curvature but only attempting to secure a stable (balanced) alignment of the body as a whole. As a result, compensatory linear displacements of various segments of the body appear, mainly in both girdles. This usually leads to the plumb line being projected near the centre of the body support area, which does not assure the proper positioning of the above-lying segments of the body. Another sign of spontaneous compensation in scoliosis is the formation of secondary curves of the spine. It also ensured a balanced body alignment, although the arrangement of the trunk segments differs from normal. Finally, thirdly, there is so-called weight compensation, a spontaneous tendency for equal weight loading of both feet.

dłowego. Trzeci wreszcie element dotyczy tzw. kompensacji ciężarowej, polegającej na samoistnej dążności do równomiernego obciążenia obu stóp.

Problem kompensacji skolioz znany jest od dawna, lecz rozpatrywany jest raczej w oderwaniu od neurofizjologicznych skutków tego zjawiska. Natomiast z czasem CNS przyzwyczajają się do takiego zmienionego układu i utrwała się w nim nowy wzorzec postawy [19-21]. W tej sytuacji próby czynnego skorygowania skrzywienia stają się nieskuteczne, gdyż układ ciała sprowadzany jest automatycznie do tego nieprawidłowego wzorca. Dlatego – obok poczynań korygujących – niezbędne są też działania zmierzające do przywrócenia wzorca prawidłowej postawy. Warunkiem powodzenia jest wyeliminowanie wszystkich nieprawidłowych bodźców proprioceptywnych na wejściu. O ile jednak będące ich źródłem przemieszczenia liniowe i kątowe są dość łatwe do wykrycia, to pobudzenia płynące z nierównomiernego obciążania stóp wymagają już specjalnego badania. Wyrównania posturalne, wtórne wygięcia kręgosłupa oraz tendencje do równomiernego obciążania obu stóp mogą być postrzegane jako elementy mechanizmu kompensowania skolioz. Mogą one jednak prowadzić do zaburzeń regulacji postawy ciała, a patologiczne wzorce nieprawidłowej postawy wywołują błędne koło przyczyn i skutków, które prawdopodobnie zawiera także zmiany obciążenia obu stóp.

Celem podjętych badań było sprawdzenie jaką rolę odgrywa równomierność obciążenia stóp w regulacji postawy ciała dzieci i młodzieży z niskostopniowymi skoliozami, czyli jak próba korekcji wpływa na zrównoważenie stóp i odwrotnie – jak próba zrównoważenia stóp wpływa na układ ciała.

MATERIAŁ I METODY

Badania przeprowadzono w ramach projektu pt. „Postawa ciała w różnych grupach wiekowych – uwarunkowania i skutki”, na który uzyskano zgodę Komisji Bioetycznej Śląskiego Uniwersytetu Medycznego w Katowicach (NN-013-351/I/03/04).

115 dzieci i młodzieży w wieku 7-19 lat ($X=12,45 \pm 2,65$), podzielono na trzy grupy: 1) z niskostopniowymi skoliozami (kąt skrzywienia $10-26^\circ$; $n=56$), 2) z tendencją do bocznego wygięcia kręgosłupa – z tzw. postawą skoliotyczną (kąt $5-9^\circ$; $n=29$) i 3) bez bocznego wygięcia kręgosłupa (grupa kontrolna; $n=30$). Rozkład materiału pod względem wieku i płci był w poszczególnych podgrupach zbliżony (wszystkie $p>0,05$).

U wszystkich oceniano przestrzenny układ ciała przy użyciu fotogrametrycznego zestawu pracującego w oparciu o zjawisko mory projekcyjnej, firmy Infomed, z programem komputerowym do analizy

The problem of compensation in scoliosis has been known for a long time [e.g. 12,13] but has usually been considered in isolation from its neurophysiological effects. However, after a while, CNS gets used to such a modified layout and the new postural pattern becomes fixed [19-21].

In this situation, attempts to actively correct the curvature become ineffective because the body alignment automatically adjusts to this abnormal pattern. Therefore, apart from corrective action, it is also necessary to restore the pattern of normal body alignment. The prerequisite for success is to eliminate all abnormal proprioceptive stimuli at the very site where they arise. However, while linear and angular displacements that give rise to such stimuli are relatively easy to detect, stimulation secondary to unequal weight distribution between the feet requires a special examination. Postural realignment, secondary curvatures of the spine and tendency to equal body weight distribution between the feet can be seen as elements of compensatory mechanisms in scoliosis. They can, however, disturb the regulation of body posture and pathological patterns of incorrect posture induce a vicious cycle of causes and effects that probably also includes alterations in body weight distribution to both feet.

The aim of the study was to examine the role of equal weight loading of both feet in posture regulation among children and adolescents with low-degree scoliosis, that is to see how an attempt at correction would influence foot balance and how an attempt at balancing load between the feet would influence body alignment.

MATERIAL AND METHOD

The study was part of the project „The body posture in different age groups – determinants and consequences”, which was approved by the Bioethics Committee of the Medical University of Silesia in Katowice (NN-013-351/I/03/04).

A total of 115 participants aged 7-19 years ($X=12.45 \pm 2.65$) were divided into three groups: 1) low degree scoliosis (angle of curvature $10-26^\circ$ Cobb; $n=56$), 2) tendency towards asymmetrical body alignment – so-called scoliotic posture ($5-9^\circ$; $n=29$) and 3) without lateral spine curvature (control group; $n=30$). The subgroups were well matched for age and sex (all $p>0.05$). Spatial body alignment was assessed in all patients using a photogrammetric system based on the moire phenomenon (Infomed) with a software package for analysing posturometric data (Fig. 1) [22]. A baropodographic examination was performed

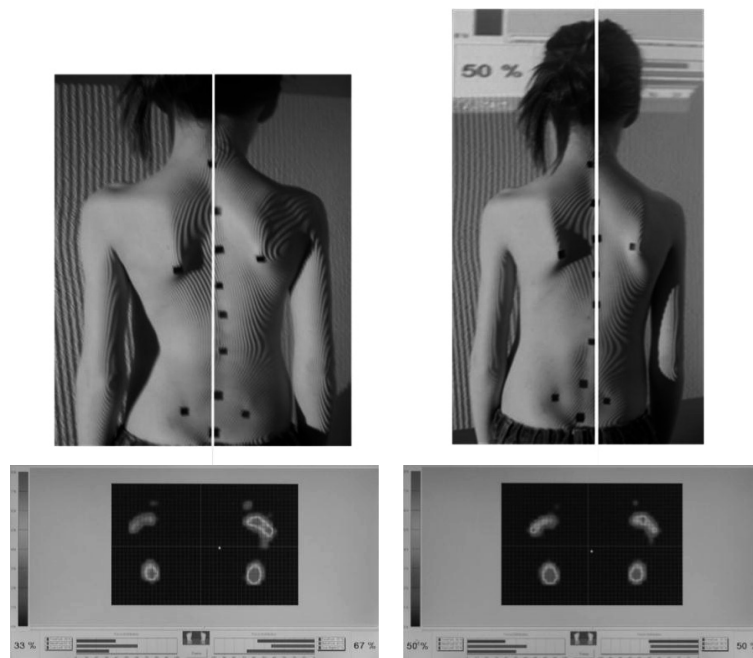
danych posturometrycznych (Ryc. 1) [22]. Równocześnie wykonywano badanie baropodograficzne z użyciem platformy PDM firmy Zebris, wraz z oprogramowaniem FootPrint. Rejestrowano procentowy rozkład obciążeń stóp w układzie prawo-lewo i przód-tył (w osi Y i X). Pomiarów układu ciała i obciążenia stóp dokonywano równocześnie w trzech wersjach: 1) w swobodnej pozycji stojącej, 2) podczas próby korekcji układu ciała oraz 3) podczas próby równomiernego obciążenia obu stóp. Pomocny był tutaj obraz obciążenia stóp, rzutowany w zasięgu wzroku badanego (feedback) – Ryc. 1 po prawej. W grupie kontrolnej (bez skoliozy) wykonano tylko dwa badania: 1) w swobodnej pozycji stojącej oraz 2) z wizualizacją obciążenie obu stóp.

Wszystkie uzyskane wyniki opracowano statystycznie z użyciem programu Statistica v. 8.0. W opracowaniu tym sprawdzono najpierw czy i na ile rozkład mas ciała na podłożu zależy od przestrzennego układu segmentów ciała. Następnie oszacowano, czy i na ile próba skorygowania układu ciała wpływa na wynik badania baropodograficznego. W końcu sprawdzono jak próba zrównoważenia rozkładu mas na podłożu wpływa na przestrzenny układ ciała. Wyniki opracowano najpierw dla całości badanych, a następnie dla każdej podgrupy z osobna oraz porównano analogiczne wyniki zarejestrowane w po-

simultaneously using a PDM platform (Zebris) and FootPrint software. Percentage weight distributions to both feet along the right-left and anteroposterior (X and Y) axes were recorded. Three measurements of body alignment and weight distribution to both feet were taken simultaneously in three variants: 1) in a free standing position, 2) during an attempt to correct body alignment, and 3) during an attempt to balance the loading of both feet. For the latter task, an image of foot loading was shown to the child to provide feedback (see Fig. 1 on the right). In the control (non-scoliotic) group only two examinations were carried out: 1) in a free standing position, and 2) with visualisation of loading of both feet.

The results were processed using Statistica v. 8.0. programme.

The first step was to determine whether and to what degree body weight distribution on the support area depended on the spatial alignment of the body. Next, it was established whether and to what degree an attempt to correct body alignment influenced the result of a podographic examination. Finally, it was verified how an attempt at equal mass distribution on the ground influenced the spatial alignment of the body. The results were initially assessed for all subjects and then separately for each subgroup. Comparisons were then made to analyse corresponding



Ryc. 1. Przykład badania fotogrametrycznego (u góry) połączonego z badaniem baropodograficznym (u dołu): po lewej postawa swobodna, a po prawej próba zrównoważenia obciążeń stóp

Fig. 1. An example of photogrammetric examination (top), combined with baropodographic examination (bottom): free standing position – (left), an attempt to balance the loading of both feet – (right)

szczególnych podgrupach. W pierwszej części opracowania wyliczono współczynniki korelacji dla określenia zależności pomiędzybranymi pod uwagę parametrami (r-Pearsona), natomiast w porównaniach międzygrupowych wyliczono wartości „t” dla danych niepowiązanych. Przyjęto poziom istotności dający $p < 0,05$.

WYNIKI

Podczas badania w postawie swobodnej u wszystkich badanych odnotowano mniej lub bardziej wyraźną asymetrię obciążenia stóp. U osób ze skoliozą w osi Y różnica obciążenia stóp wyniosła średnio $11,79 \pm 10,33\%$ masy ciała, przy czym u 66% tych osób bardziej obciążana była stopa po stronie skrzywienia pierwotnego. W grupie tej w osi X zarysowała się wyraźna tendencja do większego obciążania pięt – średnio o 8,59% po stronie skrzywienia i o 9,52% po stronie przeciwnej.

Wśród osób z postawą skoliotyczną tendencja była podobna, lecz mniej wyraźna ($t=1,12$ $p > 0,26$). W tej grupie w osi Y różnica obciążenia stóp wyniosła średnio $7,7 \pm 4,41\%$ masy ciała, przy czym tylko u 23,3% tych osób bardziej obciążana była stopa po stronie skrzywienia, a w osi X większe obciążanie pięt wyniosło średnio 7,12% po stronie skrzywienia i o 9% po stronie przeciwnej.

W grupie osób, których kręgosłup był prosty asymetrie te były zdecydowanie najmniejsze. Tutaj w osi Y różnica obciążenia stóp wyniosła średnio $6,13 \pm 3,31\%$ masy ciała, przy czym tylko u 37,9% tych osób bardziej obciążana była stopa prawa, a w osi X większe obciążanie pięt wyniosło średnio 7,33% po stronie prawej i o 8,1% po stronie lewej.

Pod względem rozkładu obciążeń stwierdzono statystycznie istotne różnice pomiędzy grupą zasadniczą i kontrolną (wszystkie $p < 0,05$) i brak takich różnic w porównaniu grup ze skoliozą i z postawą skoliotyczną ($t=1,12$, $p > 0,26$).

W grupie zasadniczej (ze skoliozą) wszystkie skrzywienia były kątowno nieskompensowane, linowo natomiast tylko u 35,7% badanych ze skoliozą układ był skompensowany.

Niewiele lepiej wyglądało to wśród osób z postawą skoliotyczną, gdzie tylko w 41,4% przypadków pion rzutował na szparę międzypośladową. W płaszczyźnie strzałkowej wśród wszystkich badanych dominowało nieznaczne spłylenie kifozy piersiowej i lordozy lędźwiowej – u 85,7% odnotowano plecy nieznacznie płaskie, u 5,4% okrągłe, a tylko 8,9% badanych miało fizjologiczną wielkość tych krzywizn.

U osób ze skoliozą zarysowała się tendencja do spłylenia się kifozy piersiowej oraz lordozy lędźwiowej

results between the subgroups. For the first part of the analysis, correlation coefficients were calculated to determine the relation between the parameters analysed (r-Pearson), while intergroup comparison relied on the calculation of „t” values for unrelated data. The level of significance was set at $p < 0.05$.

RESULTS

During the examination in the free standing position, more or less distinct foot loading asymmetry was noted in all patients. In patients with scoliosis, the mean difference in foot loading in the Y-axis, was $11.79 \pm 10.33\%$ of body weight, while 66% of these individuals put a greater load on the foot on the side of the primary curvature. This group demonstrated a distinct tendency to greater loading on the heels in the X-axis, with mean figures of 8.59% on the curvature side and 9.52% on the opposite side.

Among people with a scoliotic posture, the tendency was similar but less pronounced ($t=1.12$ $p > 0.26$). In this group, in the Y-axis, the difference in foot loading averaged $7.7 \pm 4.41\%$ of body weight, but only 23.3% of these subjects put greater load on the foot on the curvature side. Higher loading on the heels in the X-axis was on average 7.12% on the curvature side and 9% on the opposite side.

In the group of non-scoliotic children, these asymmetries were definitely the smallest. The difference in foot loading in the Y-axis was on average $6.13 \pm 3.31\%$ of body weight in this subgroup, but only 37.9% of these participants put greater load on the right foot. In the X-axis higher loading on the heels was on average 7.33% on the right side and 8.1% on the left side.

In terms of load distribution statistically significant differences were noted between the main and control groups (all $p < 0.05$). Such differences were absent between the group with scoliosis and that of children with a scoliotic posture ($t=1.12$; $p > 0.26$).

In the scoliotic group all curvatures were not angularly compensated, with linear compensation observed only in 35.7% of the subjects. The figures for the scoliotic posture subgroup were not much better, with the plumb-line projecting onto the intergluteal fissure only in 41.4% of the cases.

The dominant finding among all subjects in the sagittal plane was a slight shallowing of thoracic kyphosis and lumbar lordosis, with 85.7% demonstrating slight flattening of the back, 5.4% revealing a rounded back and only 8.9% presenting with a physiological range of these curvatures. Patients with scoliosis tended to demonstrate shallowing of

wej wraz ze wzrostem wartości kątowej skrzywienia, lecz nieistotna statystycznie ($r=-0,01$ i $-0,07$; oba $p>0,57$).

Podczas próby skorygowania układu ciała w grupie zasadniczej tylko u 10,71% udało się uzyskać pełną korekcję układu kręgosłupa. Kąt skrzywienia pierwotnego zmniejszył się przy tym średnio o $9,5 \pm 4,04^\circ$, a różnica ta była istotna statystycznie ($t=8,51$; $p<0,0004$) (Tab. 1). Poprawa układu kręgosłupa w płaszczyźnie czołowej spowodowała jednak znaczne spłytenie kifozy piersiowej ($t=7,71$, $p<0,0001$), natomiast w odcinku lędźwiowym wartości kątove lordozy nie uległy istotnemu zmniejszeniu ($t=0,22$, $p>0,81$). Nieznacznie też zmieniła się projekcja pionu na szparę międzypośladową ($p>0,05$), natomiast obie obręcze zachowywały się odmiennie. Obręcz

thoracic kyphosis and lumbar lordosis with increasing curvature angles, but this was not statistically significant ($r=-0.01$ and -0.07 ; both $p>0.57$).

During an attempt to correct body alignment in the scoliotic group, only 10.71% of patients achieved full correction of the spine. The angle of primary curvature decreased by an average of $9.5 \pm 4.04^\circ$, and this difference was statistically significant ($t=8.51$; $p<0.0004$) (Tab. 1). This improvement of spinal alignment in the frontal plane, however, caused significant flattening (straightening) of thoracic kyphosis ($t=7.71$; $p<0.0001$), but the angle of lordosis was not significantly reduced ($t=0.22$; $p>0.81$).

The plumb-line projection onto the intergluteal fissure did not change significantly ($p>0.05$); however, both girdles behaved differently. The shoulder

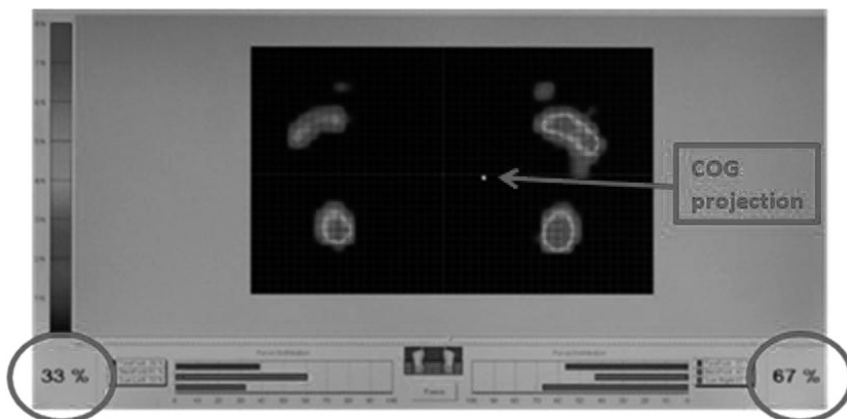
Tab. 1. Podstawowe parametry w swobodnej pozycji stojącej oraz kąt skrzywienia podczas próby korekcji (rząd pogrubiony)

Tab. 1. Basic parameters in the free standing position and the angle of curvature while attempting to correct foot loading (row in bold)

PARAMETRY PARAMETERS	SKOLIOZA SCOLIOTIC CHILDREN		POSTAWA SKOLIOTYCZNA SCOLIOTIC POSTURE		GRUPA KONTROLNA NON-SCOLIOTIC CONTROLS	
	min – max	śr±SD mean±SD	min-max	śr±SD mean±SD	min-max	śr±SD mean±SD
Kąt skrzywienia Angle of curvature	10 – 26°	13.85±3.53	5 – 9°	7.48±1.27		
Przebieg pionu (1) Plumb-line (1)	1 – 32	8.28±6.77	1 – 22	8.06±5.56	1 – 15	6.08±4.43
Kąt kifozy piersiowej Angle of kyphosis	139 – 176	160.7±8.68	147 – 166	158.13±5.05	148 – 174	160.0±6.08
Kąt lordozy lędźwiowej Angle of lordosis	118 – 173	152,7±12.02	143 – 161	152.0±5.56	133 – 171	154.23±7.99
Obręcz barkowa (2) Shoulder girdle (2)	1 – 11	4.73±3.22	1 – 10	4.68 ± 2.22	1 – 11	3.96 ± 2.83
Obręcz miedniczna (2) Pelvic girdle (2)	1 – 52	13.07±12.25	1 – 38	10.14±9.0	1 – 24	4.86±4.84

1 – względem szpary międzypośladowej (w mm) / relative to intergluteal fissure (in mm)

2 – asymetria ustawienia (w mm) / asymmetry of height (in mm)



Ryc. 2. Przykład obciążenia stóp (rozkładu mas) u dziecka z prawostronną skoliozą

Fig. 2. An example of bilateral foot loading (weight distribution) in a child with right-sided scoliosis

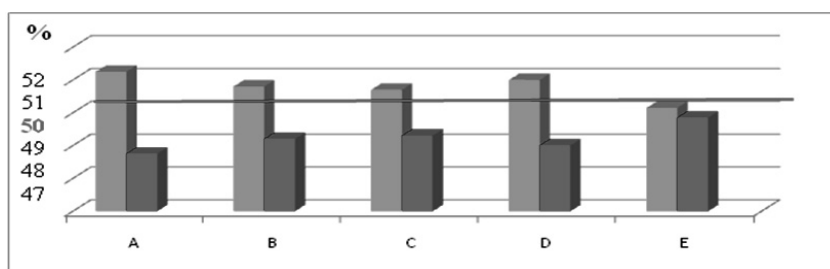
ramienna najczęściej (w 71,5%) rotowała się w stronę skrzywienia pierwotnego, a miedniczna w stronę przeciwną, ale i te różnice także nie były statystycznie istotne (oba $p>0,05$).

Podczas próby czynnej korekcji układu kręgosłupa w każdym przypadku odnotowano pogorszenie zrównoważenia obciążenia obu stóp (Ryc. 2,3). O ile w postawie swobodnej stopa po stronie skrzywienia obciążana była bardziej średnio o 13,86%, to podczas próby korekcji różnica ta wyniosła średnio już 22,75%, a różnice pomiędzy średnimi z obu pomiarów były wysoce istotne ($t=3,15$, $p<0,002$). Podobnie prezentowały się wyniki osób z postawą skoliozy, lecz uzyskane różnice nie były na tyle wyraźne, by uzyskać statystycznie istotne różnice (wszystkie $p>0,05$).

girdle most often rotated (in 71.5%) towards the primary curvature and the pelvic girdle rotated in the opposite direction but these differences were not statistically significant either (both $p>0.05$).

During an attempt to actively correct the alignment of the spine, the balance of loads on both feet was adversely affected in all scoliotic subjects (Fig. 2,3). While the foot on the side of the curvature was more loaded (on average by 13.86%) in the free standing position, during the attempt at active correction this difference reached 22.75% on average. The differences between the means of both measurements were highly significant ($t=3.15$; $p<0.002$).

The results for patients with a scoliotic posture were similar but the differences were not large enough to be statistically significant (all $p>0.05$).



A – skoliozy, swobodna pozycja stojąca / scoliotic children, free standing position
 B – skoliozy, postawa skorygowana / scoliotic children, corrected position
 C – postawa skoliozy, swobodna pozycja stojąca / scoliotic posture, free standing position,
 D – postawa skoliozy, postawa skorygowana / scoliotic posture, corrected position
 E – brak skoliozy (grupa kontrolna) / non-scoliotic children (control group)

Ryc. 3. Obciążenie stóp (% masy ciała) w pozycji swobodnej (A, C, E) oraz podczas próby skorygowania układu ciała (B, D)
 Fig. 3. Foot loading (% of body mass) in the free standing position (A, C, E) and during an attempt at correcting body alignment (B, D)

Tab. 2. Podstawowe parametry (średnie ± SD) w swobodnej pozycji stojącej (FSP) oraz podczas równomiernego obciążenia stóp (EFL)

Tab. 2. Basic parameters (mean ± SD) in the free standing position (FSP) and during equal foot loading (EFL)

PARAMETRY PARAMETERS	SKOLIOZA SCOLIOtic CHILDREN		POSTAWA SKOLIOtyczNA SCOLIOtic POSTURE		GRUPA KONTROLNA NON-SCOLIOtic CONTROLS	
	FSP	EFL	FSP	EFL	FSP	EFL
Kąt skrzywienia Angle of curvature	13,85±3,53	18,62±5,8	7,48±1,27	10,65±2,42	0	6,73±3,54
Przebieg pionu (1) Plumb-line (1)	8,28±6,77	8,08±6,03	8,06±5,56	6,07±6,05	6,08±4,43	6,42±4,08
Kąt kifozy piersiowej Angle of kyphosis	160,7±8,68	166,58±9,64	158,13±5,05	165,4±7,02	160,4±6,08	166,9±8,97
Kąt lordozy lędźwiowej Angle of lordosis	152,7±12,02	152,6±10,5	152,65±5,56	153,2±10,62	154,23±7,9	155,5±11,9
Obręcz barkowa (2) Shoulder girdle (2)	4,73 ± 3,22	6,14 ± 3,64	4,68 ± 2,22	5,52 ± 3,56	3,96 ± 2,83	5,12 ± 2,98
Obręcz miedniczna (2) Pelvic girdle (2)	13,07±12,25	14,91±14,93	10,14±9,0	12,52±12,09	4,86±4,84	10,45±8,57

1 – względem szpary międzypośladowkowej / relative to intergluteal fissure (in mm)
 2 – asymetria ustawienia (w mm) / asymmetry of height (in mm)

Najciekawszych obserwacji dostarczyła próba przyjęcia prawidłowego układu ciała po uprzednim zrównoważeniu obciążenia stóp (Tab. 2). Podczas tej próby u prawie wszystkich badanych odnotowano pogorszenie układu ciała, przy czym zaistniałe różnice były najwyraźniejsze w grupie zasadniczej (u osób ze skoliozą). U większości badanych powiększył się kąt skrzywienia pierwotnego – średnio o $4,76 \pm 3,58^\circ$. Pogorszyła się też kompensacja liniowa, czego wyrazem było odsunięcie projekcji pionu od szpary międzypodśladowej, co odnotowano aż u 55,35% badanych z tej grupy. U 37,5% zwiększyła się też rotacja obręczy ramiennej, a rotacja obręczy biodrowej zmniejszała się w 58,9%. Najmniej wyraźne i niejednorodne zmiany odnotowano natomiast w płaszczyźnie strzałkowej.

Zbliżone, lecz nie tak wyraźne wyniki odnotowano wśród osób z postawą skoliozytyczną. W tej grupie najwyraźniejsze pogorszenie układu ciała odnotowano w zakresie wartości kątowych skrzywienia, który w 23,3% przypadków uległo powiększeniu średnio o $6,28^\circ$, a różnice te były statystycznie istotne ($t=2,13$ $p<0,049$). W 26,6% przypadków zwiększyła się odległość rzutu pionu od szpary podśladowej średnio o 6,87 mm, a u 46,6% badanych odległość ta nie uległa zmianie ($t=1,19$ $p>0,06$). Podobnie jak w grupie zasadniczej rotacja miednicy w 46,6% uległa nieistotnemu zmniejszeniu ($t=0,69$; $p>0,49$).

Co ciekawe, w grupie osób których przestrzenny układ ciała był prawidłowy (w grupie kontrolnej), a obciążanie stóp asymetryczne, próba doprowadzenia do symetrycznego obciążenia obu stóp spowodowała pogorszenie układu ciała. Sytuację taką stwierdzono u 37,93% tych osób, u których najczęściej wystąpiło pojawienie się niewielkiego skrzywienia kręgosłupa, o wartościach kątowych $2-15^\circ$, a odsunięcie pionu od osi ciała (średnio o 5,5 mm) stwierdzono aż u 68,96% tej grupy. W 44,8% rotacja miednicy uległa zwiększeniu w zakresie od $1-36^\circ$ ($11,92 \pm 11,36$). Zmiany w płaszczyźnie strzałkowej nie były istotnie różne ($p>0,05$).

W obu podgrupach badanych, których kręgosłup nie był prosty, uzyskane zmiany układu kręgosłupa (różnice pomiędzy badaniem w pozycji swobodnej i w pozycji zrównoważonego obciążenia stóp) nie zależały ani od wieku badanych, ani też od wartości kątowych skrzywienia (wszystkie „r” w przedziale $-0,3$ do $0,27$; wszystkie $p>0,07$).

Nie odnotowano też związku pomiędzy różnicami wyników uzyskanych podczas badania w pozycji swobodnej i skorygowanej, a wiekiem badanych i wartościami kątowymi skrzywienia. Jedyne wyjątek odnotowano w grupie postaw skoliozytycznych, gdzie różnica rotacji miednicy pomiędzy badaniami w pozycji swobodnej i skorygowanej była tym większa, im starsze było dziecko ($r=0,42$; $p<0,02$).

The most interesting findings were noted during an attempt to correct body alignment after achieving a balanced body weight distribution to both feet (Tab. 2). During this test, deterioration in body alignment was noted in almost all subjects, with the largest differences occurring in the group of patients with scoliosis. The angle of primary curvature increased in most subjects, by an average of $4.76 \pm 3.58^\circ$. Linear compensation also deteriorated, which was reflected by the displacement of the plumb-line from the intergluteal fissure. This was noted in as many as 55.35% of the subjects in this group. In 37.5% of the subjects, shoulder girdle rotation also increased and pelvic girdle rotation decreased in 58.9%. The least distinct and heterogeneous changes were noted in the sagittal plane.

Similar but not so distinct results were noted among the subjects with a scoliotic posture. In this group, the most marked deterioration of body alignment was noted with regard to the Cobb angle, which increased in 23.3% of cases, by an average of 6.28° . These differences were statistically significant ($t=2.13$; $p<0.049$). In 26.6% of subjects, the distance of a plumb-line from the intergluteal fissure increased, by an average of 6.87 mm, and in 46.6% of cases this distance did not change ($t=1.19$; $p>0.06$). As in the scoliotic group, pelvic rotation decreased in a non-significant manner in 46.6% of the subjects ($t=0.69$; $p>0.49$).

Interestingly, among the subjects with a normal spatial alignment (the control group) asymmetrical foot loading, the attempt to achieve symmetrical foot loading caused a deterioration of body alignment. This correlation was found in 37.93% of those people. The most common abnormality noted was a slight curvature of the spine, with angle values of $2-15^\circ$, while displacement of the plumb-line from the midline of the body (about 5.5 mm on average) was noted in 68.96% of the subjects from this group. Pelvic rotation was increased by $1-36^\circ$ (11.92 ± 11.36) in 44.8% of the subjects. Changes in the sagittal plane were not significantly different ($p>0.05$).

In both subgroups of subjects whose spines were not straight, changes in the alignment of the spine (i.e. differences between examination in the free position and the equal foot loading position) did not depend on either the age of the subjects or the Cobb angle (all „r” ranging between -0.3 and 0.27 ; all $p>0.07$).

There was also no correlation of the differences between the results obtained in the free and corrected standing positions and the age of the subjects or the Cobb angle of curvature. The only exception was noted in the group with scoliotic postures, where the difference of pelvic rotation between examinations in the free and corrected standing was progressively greater in older children ($r=0.42$; $p<0.02$).

DYSKUSJA

W przypadku skoliozy mamy m.in. do czynienia z nieprawidłowym przestrzennym układem ciała. Jeśli stan taki trwa dostatecznie długo, to ustrój przyzwyczajają się do tego. W tej sytuacji prawidłowa postawa staje się dla dziecka czymś sztucznym i męczącym. Wtedy też mówi się, iż utrwalił się już nawyk nieprawidłowej postawy [18]. Fakt ten potwierdziły też pierwsze dwie próby naszych badań, gdyż okazało się, że większość badanych z niskostopniowymi skoliozami (a nawet z postawą skoliozy) pomimo braku przeszkód morfologicznych nie potrafiła przyjąć prawidłowego układu ciała.

Skoliozie towarzyszy też asymetria rozkładu obciążeń obu stóp. I do tego ustrój się z czasem przyzwyczajają, a próba poprawy układu ciała poprzez wpływ na rozkład obciążeń stóp skazana jest na niepowodzenie. Potwierdziły to wyniki uzyskane podczas trzeciej próby. O roli takiego przyzwyczajania świadczą też wyniki grupy kontrolnej (osób bez skoliozy), w której rozkład ten nie u wszystkich był w pełni symetryczny, co nie przeszkadzało tym dzieciom w utrzymywaniu symetrycznego układu ciała, a próba doprowadzenia do symetrycznego obciążenia obu stóp powodowała pogorszenie przestrzennego układu ciała. Te ostatnie wyniki sugerują też, że – prawdopodobnie – czucie obciążenia obu stóp nie odgrywa tak ważnej roli w regulacji postawy w płaszczyźnie czołowej, jak strategia stawów skokowych w strzałkowej.

Wspomniana we wstępie samoistna kompensacja nie jest zjawiskiem w pełni korzystnym. Nie dziwi więc, że poprawa jednych parametrów spowodowała pogorszenie innych, gdyż w kompensacji jest zawsze „coś za coś”, a jej rozwój jest zadziwiający i trudny do przewidzenia. Prawdopodobnie z tego powodu w przebiegu spontanicznie rozwijających się skolioz idiopatycznych obserwuje się swego rodzaju chaos objawów, zwłaszcza w trakcie wzrostu [23].

Nie bez znaczenia jest tu również pewien „konflikt interesów”. Z jednej strony mamy bowiem do czynienia z koniecznością zapewnienia stabilności ciała, a z drugiej z dążnością do utrzymania prawidłowego układu ciała. Wyniki uzyskane podczas drugiej i trzeciej próby pokazały jak trudno jest o jednoczesne spełnienie obu tych warunków.

Interesujące były przy tym wyniki uzyskane w grupie osób z tzw. postawą skoliozy. Uplasowały się one pomiędzy wynikami osób ze skoliozą i z postawą prawidłową i pokazały, że nieprawidłowości w sferze układu ciała i jego zrównoważenia są jeszcze stosunkowo niewielkie. Zważywszy, że postawa taka w wielu przypadkach może oznaczać początek rozwoju skoliozy idiopatycznej, jawi się potrzeba stero-

DISCUSSION

Scoliosis involves, among other things, an abnormal spatial alignment of the body. If this persists long enough, the body becomes accustomed to it. In this situation, maintaining a correct posture becomes unnatural and tiring for the child. Then it is said that the abnormal postural habit has become fixed [18]. This was also confirmed by our first two examinations which showed that most subjects with low degree scoliosis (and even with scoliotic postures) could not adopt a proper alignment of the body despite the absence of morphological obstacles.

Scoliosis is also accompanied by asymmetry of load distribution on both feet. The body becomes accustomed to this, too, with time and attempts to improve body alignment through changing the distribution of foot pressure are doomed to fail. This was confirmed by the results obtained during the third examination. The role of this habit was also reflected in the results from the control group (without scoliosis), in which the distribution was not fully symmetrical in all cases. This did not prevent these children from maintaining a symmetrical alignment of the body and attempts to adopt symmetrical load distribution on both feet caused a deterioration of the spatial alignment of the body. The latter results also suggest that, probably, the sensing of load distribution on both feet does not play such an important role in the regulation of posture in the frontal plane as the ankle joint strategy does in the sagittal plane.

The phenomenon of spontaneous compensation mentioned in the introduction is not wholly beneficial. It is not surprising, therefore, that improvement in some parameters caused deterioration in others, since compensation is always „give and take,, and its development is surprising and difficult to predict. Probably for this reason, in the course of spontaneously developing idiopathic scoliosis, somewhat chaotic symptoms are observed, especially during growth [23].

A certain „conflict of interest” is also of importance here. On the one hand, there is the need to ensure stability of the body and, on the other hand, a need to maintain proper body alignment. Results obtained during the second and third examinations showed how difficult it is to simultaneously fulfil both these conditions.

At the same time interesting results were obtained in the group with so-called scoliotic postures. They fell between the results for the scoliotic group and the non-scoliotic controls, and showed that abnormalities in body alignment and body equilibrium were still relatively small. Given that in many cases this posture might correspond to an early stage of the development

wania kompensacją, na czym zresztą oparto ideę wczesnej rehabilitacji.

Zainteresowania wielu autorów koncentrują się przede wszystkim wokół trzech jak dotąd nie rozwiązanych problemów – badań nad etiologią skoliozy idiopatycznej, poszukiwaniem możliwości powstrzymania progresji oraz skutecznych sposobów leczenia. Zagadnienia regulacji postawy w zmienionych przez skoliozę warunkach są przeważnie pomijane, bądź traktowane marginalnie – np. jako jeden z czynników patomechanizmu progresji [3]. Takie podejście nie sprzyja działaniom z zakresu profilaktyki wtórnej, a czekanie aż w CNS utrwali się wzorzec nieprawidłowego układu ciała jest prawdopodobnie powodem niepowodzeń lub gorszych efektów zachowawczego leczenia skolioz.

W tym kontekście skoliozy warto postrzegać nie tylko jako problem lokalny, dotyczący samego kręgosłupa, ale widzieć też ich skutki dotyczące regulacji postawy ciała. Nieprawidłowe wrażenia proprioceptywne i zmiany kompensacyjne nie mogą być postrzegane odrębnie, ponieważ kompensacyjne zmiany układu ciała zmieniają warunki pracy proprioceptorów, a proprioceptywne informacje o odmiennym od wzorcowego układzie ciała uruchamiają samodzielną kompensację. I to być może stanowi „główny napęd błędnego koła” [20,22].

W nieutrwalonych jeszcze skoliozach niskostopniowych lokalne skorygowanie układu kręgosłupa jest stosunkowo łatwe, natomiast o wiele trudniejsze jest przełożenie uzyskanej korekcji na automatyczne utrzymywanie prawidłowego układu w postawie pionowej. W skoliozach tych łatwość korekcji wynika ze wspomnianego powyżej braku przeszkód morfologicznych, lecz przeważnie korekcja ta uzyskiwana jest poprzez elongację. Zwykle skutkuje to również spłycceniem przednio-tylnych krzywizn kręgosłupa, co nie zawsze bywa korzystne.

Przyjmuje się, że nie powinno się korygować skoliozy po kolei, w każdej płaszczyźnie odrębnie, lecz jednocześnie w trzech płaszczyznach. Zasadę taką warto też przyjąć odnośnie oddziaływania na zmiany kompensacyjne, tzn. jednoczesnej pracy nad wszystkimi przejawami samodzielnego kompensacji, by przerwać błędne koło i od razu stworzyć wzorzec prawidłowej postawy lub optymalnej w danym przypadku. Jest to tym bardziej konieczne, że postawa utrzymywana jest automatycznie i to w zmieniających się sytuacjach życia codziennego [2,4,8,9,12].

WNIOSKI

1. W niskostopniowych skoliozach kompensacyjnym zmianom przestrzennego układu segmentów

of idiopathic scoliosis, the need to control compensation becomes apparent. After all, the very concept of early rehabilitation has been based upon this need.

The interest of many authors focuses primarily on three so far unsolved problems – research into the aetiology of idiopathic scoliosis, possibilities of halting progression and a search for effective ways of treatment. Considerations regarding posture regulation in the altered conditions caused by scoliosis are usually ignored or treated as marginal; for example, as one of the factors of the pathomechanism of progression [14, 15,21]. This approach is not conducive to activities in the field of secondary prevention, and waiting until the CNS establishes a pattern of abnormal body alignment is probably the cause of failures or substandard outcomes in conservative treatment of scoliosis.

In this context it is advisable to view scoliosis not only as a local problem of the spine alone but also to see its effects on the regulation of body posture [1]. Abnormal proprioceptive inputs and compensatory changes cannot be considered separately because compensatory changes in body alignment alter the working conditions for proprioceptors and proprioceptive information about deviations from the ideal body alignment activates spontaneous compensation. This then might be the „main force driving the vicious circle,„ [20,22].

In as yet unfixed low degree scoliosis, local correction of the spine is relatively easy but it is much harder to automatically maintain the resulting correction in upright stance. In these cases of scoliosis, the ease of correction results from the above mentioned absence of morphological obstacles, but this correction is usually achieved by elongation. Usually, this also results in shallowing of the anterior-posterior curvatures of the spine, which is not always beneficial.

It is accepted that scoliosis should not be corrected sequentially, separately for each plane, but that the correction should be applied simultaneously in the three planes. This principle should also apply to that part of treatment whose aim is to influence compensatory changes, i.e. the therapy should apply simultaneously to all forms of spontaneous compensation in order to break the vicious circle and to immediately create a pattern of correct posture or optimal posture in a particular case. This is even more necessary as body posture is maintained automatically and in the changing situations of everyday life [2,4,8,9,12].

CONCLUSIONS

1. In subjects with low degree scoliosis compensatory changes in spatial alignment of the body are

- ciała towarzyszy zwykle asymetryczny rozkład obciążenia obu stóp.
2. Próba czynnego skorygowania skrzywienia przynosi zwykle niewielką redukcję tej asymetrii.
 3. Próba doprowadzenia do symetrycznego rozkładu nacisku stóp skutkuje natomiast znaczącym pogorszeniem parametrów posturometrycznych – nawet u osób których kręgosłup jest prosty.
- usually accompanied by asymmetric loading of both feet.
2. Active attempts to correct the curvature reduce this asymmetry only slightly.
 3. However, attempts to bring about symmetrical distribution of foot pressure result in significant deterioration of postural parameters – even in people whose spine is straight.

PIŚMIENICTWO /REFERENCES

1. Dyszkiewicz AJ, Kucharz EJ, Rumanowski M. Biomechanical aspects of axial function of the spine in the human body. *Fizjoterapia* 2006; 14, 4: 79-92.
2. Mizrahi J. Biomechanics of unperturbed Standing balance. In: *Clinical Biomechanics*. New York: Churchill Livingstone 2000, pp. viii, 275.
3. Nowotny J, Nowotny-Czupryna O, Czupryna K. Various attitudes to the use of corrective exercises in conservative treatment of scoliosis. *Ortop Traumatol Rehabil* 2010; 1: 1-11.
4. Smart LJ, Smith DS. Postural Dynamics: Clinical and Empirical Implication. *Journal of Manipulative and Physiological Therapeutic* 2001; (24) 5: 340-349.
5. Brzęk A, Nowotny-Czupryna O, Famuła A, Kowalczyk A. Postrzeganie przebiegu pionu i poziomu u dzieci z nieprawidłową postawą ciała. *Fizjoterapia Polska* 2008; 8 (4): 445-453.
6. Cieśla W, Cieśla T, Nowotny J. Sprawność mechanizmów regulujących postawę ciała u dzieci i młodzieży ze skoliozami niskostopniowymi. *Fizjoterapia Polska* 2011; 11(4): 317-326.
7. Čakrt O, Slabý K, Viktorinová L, Kolář P, Jeřábek J. Subjective visual vertical in patients with idiopathic scoliosis. *Journal of Vestibular Research: Equilibrium & Orientation* 2011; 21(3): 161-165.
8. Hyun WL, Granata KP. Process stationarity and reliability of trunk postural stability. *Clinical Biomechanics* 2008, 23:735-742.
9. Jeka J, Ole S, Kiemel T. Multisensory information for human postural control: integrating touch and vision. *Exp Brain Res* 2000; 134 (1): 110-114.
10. Kavounoudias A, Roll R, Roll JP. Foot sole and ankle muscle inputs contribute jointly to human erect posture regulation. *The Journal of Physiology* 2001; 532: 869-878.
11. Kim K, Kim YH. Role of trunk muscles in generating follower load in the lumbar spine of neutral standing posture. *J Biomech Eng* 2008; 130(4): 041005.
12. Kuczyński M. Regulacja pozycji pionowej człowieka: od metod oceny do mechanizmów. *Human Movement* 2000; 2 (2): 34-41.
13. Kuszewski M, Saulicz E, Myśliwiec A, Knapik A, Wolny T. The role of passive stiffness of the hamstring muscles of body stability processes. *Fizjoterapia Polska* 2009; 9(3): 195-201.
14. Maurer C, Peterka RJ. A new interpretation of spontaneous sway measures based on a simple model of human postural control. *J Neurophysiol* 2005; 93 (6): 20-21.
15. Pinter IJ, van Swigchem R, Knoek van Soest AJ, Rozendaal LA. The dynamics of postural sway cannot be captured using a one-segment inverted pendulum model: a PCA a segment rotations during unperturbed stance. *Journal of Neurophysiology* 2008; 100: 3197-3208.
16. van der Kooij H, Jakobs R, Koopman B, Grootenboer H. A multisensory integration model of human stance control. *Biological Cybernetics* 1999; 80 (5): 299-308.
17. Bruyneel AV, Chavet P, Bollini G, Allardc P, Mesurea S. The influence of adolescent idiopathic scoliosis on the dynamic adaptive behaviour. *Neuroscience Letters* 2008; 447: 158-163.
18. Winter DA, Patla AE, Prince F, Ishac M, Gielo-Perczak K. Stiffness control of balance in quiet standing. *J Neurophysiol* 1998; 80: 1211-1221.
19. Edwards J. The importance of postural habits in perpetuating myofascial trigger pain. *Acupuncture in Medicine* 2005; 23 (2): 77-82.
20. Schleip R. Scoliosis and proprioception. *Rolf Lines* 2000; 28: 4.
21. Wood W, Neal DT. A new look at habits and the habit-goal interface. *Psychological Review* 2007; 114: 843-863.
22. Nowotny J, Zawieska D, Saulicz E. Fototopografia z wykorzystaniem rastra optycznego i komputera jako sposób oceny postawy ciała. *Postępy Rehabilitacji* 1992; 6 (1): 15 – 23.
23. Stokes IAF, Burwell RG, Dangerfield PH. Biomechanical spinal growth modulation and progressive adolescent scoliosis – a test of the ‘vicious cycle’ pathogenetic hypothesis: Summary of an electronic focus group debate of the IBSE. *Scoliosis* 2006; 16 (1): doi:10.1186/1748-7161-1-16.

Liczba słów/Word count: 6742

Tabele/Tables: 2

Ryciny/Figures: 3

Piśmiennictwo/References: 23

Dr Olga Nowotny-Czupryna
Zakład Podstaw Fizjoterapii, Wyższa Szkoła Administracji
43-300 Bielsko-Biała, ul. A. Frycza Modrzewskiego 12
tel.: 604-992-310, e-mail: olga.nc@interia.pl

Otrzymano / Received 19.06.2012 r.
Zaakceptowano / Accepted 13.12.2012 r.