

Teoretyczne spojrzenie na neuropatologiczne aspekty zachowawczego leczenia skolioz

Neuropathological Aspects of Conservative Treatment of Scoliosis. A Theoretical View Point

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

¹ Zakład Fizjoterapii, Wyższa Szkoła Administracji w Bielsku-Białej

² Zakład Podstaw Fizjoterapii, Wyższa Szkoła Administracji w Bielsku-Białej

¹ Division of Physiotherapy, Higher School of Administration in Bielsko-Biala, Poland

² Division of Foundations of Physiotherapy, Higher School of Administration in Bielsko-Biala, Poland

STRESZCZENIE

Bierne utrzymywanie pionowej postawy nie jest możliwe, m.in. z powodu wysokiego umiejscowienia środka ciężkości ciała oraz małej płaszczyzny podparcia. Właściwy układ ciała jest utrzymywany automatycznie i zmierza do wzorca, jaki jest zakodowany w ośrodkowym układzie nerwowym (o.u.n.). W regulacji postawy szczególną rolę odgrywają krótkie mięśnie grzbietu, reagujące skurczem na ich rozciągnięcie.

Na początku rozwoju skoliozy o.u.n. automatycznie koryguje nieprawidłowość, lecz z czasem przyzwyczajają się do tego i traktuje ją jak coś normalnego. Każda próba przywrócenia właściwego układu ciała jest traktowana jako błąd i o.u.n. automatycznie sprowadza układ do nieprawidłowego wzorca. Jeśli nieprawidłowy układ ciała utrzymuje się długo, o.u.n. traktuje to jako defekt i uruchamia mechanizmy kompensacyjne zmierzające do zrównoważenia całego ciała. Jest wyrównanie posturalne zapewniające zrównoważenie, ale układ ciała pozostaje nieprawidłowy.

W leczeniu skolioz ważne jest spowolnienie progresji oraz zapobieganie rozwojowi nawyku nieprawidłowej postawy, który stanowi część błędnego koła, nawet przy braku progresji. Konieczna jest więc profilaktyka drugorzędowa, a bierna obserwacja ogranicza możliwości prewencji i jest sprzeczna z zasadą wczesności rehabilitacji.

W leczeniu, w zależności od wielkości kąta skrzywienia, zalecana jest obserwacja, gorsetowanie i leczenie operacyjne. Fizjoterapia traktowana jest nieraz jako leczenie niekonwencjonalne i nieefektywne. Największym problemem jest często przełożenie uzyskanej wcześniej korekcji na automatyczne utrzymywanie prawidłowej postawy w pozycji pionowej.

Celem pracy było przedstawienie problematyki zachowawczego leczenia skolioz w kontekście towarzyszących skoliozom zaburzeń sterowania utrzymywaniem pionowego układu ciała.

Słowa kluczowe: skolioza, układ ciała, kompensacja, nawyk postawy, leczenie zachowawcze

SUMMARY

An upright body posture cannot be maintained passively for reasons including a high location of the centre of gravity (COG) and a small support area. Proper alignment of body parts is maintained automatically, tending towards a pattern encoded in the CNS. A particularly important role in posture regulation is played by the short muscles of the back, which respond to being stretched with a contraction.

During the early phase of scoliosis, the CNS automatically corrects abnormalities, but over time habituation occurs and the CNS treats them as something normal. Any attempt to restore proper body alignment is treated as an error and CNS automatically restores this abnormal pattern. With a prolonged deviation in body part alignment, CNS treats it as a defect and runs compensatory mechanisms to restore the balance of the body as a whole. Balance is ensured by postural compensation, but this does not restore proper body part alignment.

In the treatment of scoliosis, it is important both to slow down progression and to prevent the development of abnormal postural habits, which are part of a vicious circle even without progression. Secondary prevention is therefore needed in all patients. Passive observation limits the possibilities for prevention and contradicts the principle of early implementation of rehabilitation.

Depending on the size of the angle of curvature, recommended treatments of scoliosis comprise observation, corset bracing, and surgery. Physiotherapy is often treated as an unconventional and ineffective treatment. Often, the biggest problem is transferring the resulting correction to automatic maintenance of a correct posture in the vertical position.

The aim of this paper was to discuss the conservative treatment of scoliosis with regard to difficulties maintaining the correct alignment of the body parts in the vertical position that accompany scoliosis.

Key words: scoliosis, body part alignment, compensation, postural habits, conservative treatment

WSTĘP

Wiele doniesień podnosi obecnie problem nieprawidłowej postawy ciała dzieci i młodzieży. Licznemu występowaniu różnych wad postawy sprzyja rozwój współczesnej cywilizacji z dominującym obecnie siedzącym trybem życia. Nieprawidłowa postawa ciała nie jest jednak tylko defektem kosmetycznym. Znane są bowiem odległe skutki zdrowotne wynikające z dłużej utrzymującego się nieprawidłowego układu ciała – m.in. pod postacią zaburzeń oddychania i krążenia oraz obniżenia poziomu wydolności fizycznej i częstego występowania dolegliwości bólowych kręgosłupa. Skutki te są jednak widoczne dopiero po czasie, u osób dorosłych [1-8].

Wśród nieprawidłowości postawy szczególne miejsce zajmują skoliozy. Nie opisując powszechnie znanych i dyskutowanych zagadnień dotyczących etiologii i patogenezy skoliozy warto zwrócić uwagę na to, że dysfunkcję tę również charakteryzuje nieprawidłowy przestrzenny układ segmentów ciała, czyli postawa odbiegająca od fizjologicznego wzorca. Wobec tego wszelkie działania terapeutyczne zmierzają do skorygowania tej nieprawidłowości.

W leczeniu skolioz dominuje podejście ortopedyczne, a fizjoterapii przypisuje się zwykle rolę leczenia niekonwencjonalnego, a wielu autorów kwestionuje nawet zasadność takiego postępowania [9-12]. W samej fizjoterapii spotyka się natomiast swego rodzaju chaos. Znane są publikacje dotyczące stosowania niesprawdzonych metod. Nie dziwi więc brak ich skuteczności i sceptyczne podejście ortopedów do tego typu leczenia. Ale nie można wszystkiego „wrzucać do jednego worka”.

Skolioza traktowana jest zwykle jako problem statyczny, dotyczący samego kręgosłupa. Do rzadzych należą natomiast publikacje widzące u osoby ze skoliozą nie tylko nieprawidłowy układ ciała, ale i wynikający z tego odmienny sposób trzymania się w pionowej pozycji stojącej oraz nieprawidłowości i skutki takiego stanu rzeczy. Skutki te mają bowiem podłoże neuropatologiczne, gdyż utrzymujący się dłużej układ ciała odmienny od normalnego stwarza dla ośrodkowego układu nerwowego (o.u.n.) odmiennie warunki do sterowania tym układem, nie pozwalające na czynne utrzymywanie prawidłowego układu ciała, w tym także kręgosłupa. Wydaje się więc, że dostrzeganie tych aspektów powinno stanowić podstawę zachowawczego leczenia skolioz, zwłaszcza na samym początku ich rozwoju.

Celem pracy było przedstawienie problematyki dotyczącej zachowawczego leczenia skolioz, zwłaszcza na samym początku ich rozwoju, w kontekście towarzyszących skoliozom zaburzeń sterowania

BACKGROUND

Many reports now raise the problem of incorrect postures in children and adolescents. The development of modern civilization with a dominant sedentary lifestyle contributes to the increased incidence of various postural defects. An incorrect body posture is not only a cosmetic defect. The long-term health effects resulting from prolonged maintenance of an incorrect body alignment are known to include disordered breathing and blood circulation, decreased physical capacity, and frequent episodes of back pain. However, the health consequences are remote in time, usually manifesting in adults [1-8].

Scoliosis occupies a special place among postural defects. Issues concerning the etiology and pathogenesis of scoliosis are commonly known and discussed, but it is worth noting that this dysfunction is also characterized by an abnormal spatial alignment of body parts, which means that the body posture deviates from the physiological pattern. Therefore, all therapeutic procedures aim at correcting these abnormalities.

The treatment of scoliosis is dominated by the orthopedic approach, whereas physiotherapy is usually viewed as an unconventional treatment, with many authors actually questioning the validity of such interventions [9-12]. The physiotherapeutic approach itself is characterized by a kind of chaos. There are publications describing unproven methods. It is not surprising then that they are not effective and surgeons show a skeptical attitude toward this type of treatment. However, one should not lump everything together.

Scoliosis is usually seen as a static problem concerning only the spine. Few publications look not only at an abnormal body alignment but also at the resultant altered posture in a vertical standing position and the abnormalities and consequences caused by this. That is because these effects have a neuropathological basis as prolonged maintenance of an abnormal body alignment alters the conditions the central nervous system (CNS) has for controlling body alignment, which does not allow the correct alignment of the body, including the spine, to be actively maintained. Thus, it seems that appreciating these aspects should form the basis of conservative treatment of scoliosis especially at an early stage of development.

The aim was to discuss the conservative treatment of scoliosis, especially shortly after onset, in the context of accompanying disorders of maintaining the correct alignment of the body in the vertical position as well as the needs and possibilities of using physiotherapy to ameliorate these disorders.

utrzymywaniem pionowego układu ciała oraz potrzeb i możliwości fizjoterapii w ich łagodzeniu.

ZAŁOŻENIA OGÓLNE

Budowa układu kostno-stawowego człowieka, wysokie usytuowanie ogólnego środka ciężkości ciała i mała płaszczyzna podparcia nie pozwalają na bierne utrzymywanie pionowego układu ciała wbrew grawitacji oraz nie zapewniają stabilności tego układu w warunkach równowagi chwiejnej. Ponieważ człowiek funkcjonuje w warunkach równowagi chwiejnej, to jakiegokolwiek przemieszczenie masy ciała powoduje zmianę warunków zrównoważenia ciała. Pomimo tego, właściwy układ ciała utrzymywany jest automatycznie w zmieniających się sytuacjach życia codziennego. Układ ten sprowadzany jest zawsze do zakodowanego w o.u.n. wzorca – częściowo uwarunkowanego genetycznie, a częściowo wypracowanego w trakcie rozwoju dziecka. Dzięki temu postawa wszystkich ludzi jest podobna, ale nie identyczna, gdyż zawiera pewne cechy indywidualne nabyte w trakcie rozwoju osobniczego. Ważny jest też nawyk sposobu trzymania się, jednakże stałym elementem prawidłowej postawy jest prosty układ kręgosłupa w płaszczyźnie czołowej.

Sterowanie układem ciała (regulacja postawy) ma charakter sterowania ciągłego i oparte jest o nieustanny dopływ informacji o aktualnym przestrzennym układzie ciała. Każde odchylenie od zakodowanego wzorca uruchamia reakcję zmierzającą do przywrócenia prawidłowego układu ciała. Reakcja taka jest zawsze zbyt obszerna (przeusterowanie), co wywołuje reakcję w kierunku przeciwnym, czego wyrazem są tzw. wychwiania posturalne. Dlatego mówi się, że sterowanie postawą pracuje w tzw. układzie nadążnym (serwomechanizm), co oznacza, że system dąży do pełnego zrównoważenia, lecz nigdy nie osiąga go na dłuższy czas [13-30].

Informacje o aktualnym układzie ciała płyną jednocześnie z ogromnej liczby proprioceptorów – stawowych, torebkowych i mięśniowych oraz błędniowych, a nawet wzrokowych [17-25,30]. Z pewnym uproszczeniem można powiedzieć, że pierwsze z nich informują o wzajemnym układzie sąsiadujących ze sobą segmentów ciała, błędnikowe o zrównoważeniu ciała jako całości, a wzrokowe ułatwiają orientację względem przestrzennych punktów odniesienia [25,26]. Ze względu na ogromną liczbę jednoczesnych informacji muszą one zostać zintegrowane i jako całość porównane z wzorcem. Różnica pomiędzy stanem aktualnym a zakodowanym (funkcjonującym aktualnie) wzorcem uruchamia zintegrowaną reakcję zmierzającą do przywrócenia właściwego

GENERAL ASSUMPTIONS

The structure of the human osteoarticular system, the high position of the body's center of gravity (COG) and a small support area do not allow for passive maintenance of a vertical alignment of the body against gravity and do not provide for stability of this alignment when the balance is unstable. Since humans operate under conditions of unstable balance, any shifts of the body weight alter the conditions of body balance. Despite this, the correct alignment of the body is maintained automatically in the changing situations of everyday life. This alignment always tends to approximate a pattern encoded in the CNS that is partly genetically conditioned and partly acquired in the course of development of the child. Thanks to that the posture of all people is similar but not identical because it includes certain individual features acquired in the course of ontogenesis. Postural habits are also important. However, a constant element of a good posture is always a straight orientation of the spine in the frontal plane.

Body alignment control (posture adjustment) is achieved on a continuous basis via a constant inflow of information about actual spatial body alignment. Every deviation from the encoded pattern initiates a response aiming at restoring the correct body alignment. This response is always excessive (overcompensation), which triggers a response in the opposite direction, resulting in what is known as postural sways. Therefore, this system is said to work as a servo follow-up system, which means that the system aims at full compensation but never achieves that for longer periods [13-30].

The information about the current body alignment flows simultaneously from a large number of proprioceptors: articular, capsular, muscular, as well as labyrinthine or even visual receptors [17-25,30]. With some simplification, it can be said that the first three types provide information about the mutual alignment of adjacent body segments, while labyrinthine receptors provide data on the balance of the body as a whole and visual ones facilitate orientation towards spatial reference points [25,26]. The large amount of simultaneous information must be integrated and compared as a whole to the pattern (model). The difference between the current state and the encoded pattern currently in use launches an integrated response aimed at restoring proper body alignment, i.e. the contraction of appropriate muscles. The muscle response is also integrated for two

układ ciała, czyli skurcz odpowiednich mięśni. Reakcja mięśni jest również zintegrowana i to z dwóch powodów. Po pierwsze mózg „nie widzi” pojedynczych mięśni, lecz wzorce ruchowe jako całość, a po drugie – czas reakcji jest zbyt krótki (rzędu 70 – 120 ms), by mogły być analizowane odrębnie informacje z poszczególnych receptorów i czynność każdego mięśnia z osobna [21-24].

W regulacji postawy ciała szczególną rolę odgrywają krótkie (głębokie) mięśnie grzbietu, które nie podlegają wprost naszej woli, lecz reagują skurczem na ich rozciągnięcie, związane ze zmianą układu kręgosłupa, lub działają synergistycznie wraz z długimi mięśniami grzbietu [28-30]. Działanie tych mięśni nie tylko odpowiada za wzajemne usytuowanie poszczególnych członów biokinematycznych kręgosłupa, ale stanowi też ważne ogniwo w kontroli i regulacji ich ustawienia.

ZMIANY TOWARZYSZĄCE SKOLIOZOM WAŻNE DLA REGULACJI UKŁADU CIAŁA

Regulacja postawy bazuje zawsze na tych samych prawach neurofizjologicznych i skolioza nie stanowi tu żadnego wyjątku. Każda skolioza nabyta (czyli poza wrodzonymi) ma swój początek rozwoju, ale w przypadku skolioz o nieustalonej przyczynie początek ten bywa zwykle trudno uchwytany. Na początku ośrodkowy układ nerwowy (o.u.n.) reaguje na każde odchylenie od prawidłowego układu ciała (błąd w stosunku do osobniczego wzorca), starając się automatycznie skorygować to odchylenie. Jeśli nieprawidłowy układ ciała powtarza się często i trwa długo, to z czasem o.u.n. przyzwyczaja się do tego i traktuje to nieprawidłowe ustawienie jako „coś normalnego”. Oznacza to, że rozwinął się już nawyk nieprawidłowej postawy i od tego momentu regulacja postawy przebiega na bazie takiego nawyku. Oznacza to także, że w o.u.n. zaczyna funkcjonować nowy (nieprawidłowy) wzorzec postawy, do którego automatycznie sprowadzany jest układ ciała. To jest już nowa strategia regulacji postawy [31-37]. W tej sytuacji każda próba przywrócenia prawidłowego układu ciała traktowana jest jako błąd, który o.u.n. stara się automatycznie skorygować. Jeśli w trakcie rozwoju skoliozy odchylenie od prawidłowego układu ciała staje się zbyt duże i zagraża utratą równowagi ciała, o.u.n. zaczyna traktować to jako „defekt”. Stosownie do przedstawionych przez Anochina praw, defekt taki uruchamia samoistnie mechanizmy kompensacyjne.

reasons. Firstly, the brain cannot see individual muscles but patterns of movement as a whole. Secondly, the response time is too short (about 70-120ms) so that information from different receptors and the function of each muscle cannot be analyzed separately [21-24].

The short (deep) muscles of the back play a significant role in the regulation of body posture. They are not subject to direct voluntary control, but react by contraction to stretching connected with a change in the alignment of the spine or act synergistically with the long back muscles [28-30]. The action of these muscles is not only responsible for the mutual positioning of the individual biokinematic links of the spine, but is also an important element in the control and regulation of their alignment.

CHANGES ACCOMPANYING SCOLIOSIS OF IMPORTANCE FOR THE REGULATION OF BODY ALIGNMENT

Postural adjustment is always based on the same neurophysiological laws and scoliosis is no exception. Each acquired (i.e. non-congenital) scoliosis has its onset, but in the case of scoliosis of unknown origin, the onset is usually difficult to observe. At the beginning, the CNS responds to every deviation from the proper alignment of the body (an error in relation to the ontogenetic pattern), trying to automatically correct this deviation. If the incorrect body alignment often recurs and lasts a long time, the CNS gets accustomed to it in time and treats this incorrect alignment as normal. This means that a bad postural habit has already developed and since that moment postural adjustment is tuned to this habit. This also means that a new (incorrect) pattern begins to operate in the CNS to which the body alignment is automatically matched. It is a new strategy of body alignment regulation [31-37]. In this situation, every attempt to restore the correct body alignment is treated as a mistake which the CNS automatically tries to correct. If in the course of scoliosis development, the deviation from the correct body alignment becomes too large and threatens the loss of body balance, CNS starts treating it as “a defect”. According to the laws presented by Anochin [42], such a defect automatically launches compensatory mechanisms.

Surgical treatment of scoliosis also changes biomechanical conditions of the spine. They become different from the ones to which CNS is accustomed.

Operacyjne leczenie skoliozy również zmienia warunki biomechaniczne kręgosłupa. Stają się one inne niż te, do których przyzwyczał się o.u.n., który traktuje to także jako defekt i stara się go jakoś skompensować.

W przypadku skoliozy kompensacja zmierza do przywrócenia zrównoważonego układu ciała jako całości. Problem kompensacji skolioz nie jest nowy [38,39], ale nie zawsze w pełni postrzegany. Przejawem kompensacji są przede wszystkim zmiany przestrzennego układu segmentów tułowia. Liniowe przesunięcia tych segmentów (wyrównania posturalne) powodują, że głowa, środki obręczy ramiennej i biodrowej znajdują się w jednej pionowej linii i pion spuszczone z guzowatości potylicznej zewnętrznej (lub z kręgu C₇) pada blisko środka płaszczyzny podparcia (pomiędzy piętami). Innym przejawem kompensacji jest rozwój wtórnych (kompensacyjnych) wygięć kręgosłupa, dzięki czemu przebieg pionu może być podobny do poprzedniego. Trzecim przejawem kompensacji jest tendencja do zrównoważonego obciążania obu stóp [19,20,32,33].

W ogólnym rozrachunku kompensacja zapewnia równowagę ciała, lecz nie przywraca prawidłowego układu ciała, bo w kompensacji jest zawsze „coś za coś”, czyli zamiana jednej nieprawidłowości na inną. Kompensacja zachodzi poza naszą świadomością, wobec czego spontaniczna kompensacja jest osobniczo różna i trudna do przewidzenia, wobec czego często obserwuje się swego rodzaju „chaos” objawów [40]. Wynika to m.in. z tego, że w samoistnej kompensacji w sposób niekontrolowany wykorzystywane bywają w różnym stopniu (ale jednocześnie) elementy kompensacji liniowej, kątowej i ciężarowej. Podłożem zróżnicowanego obrazu zmian kompensacyjnych jest też to, że przemieszczenia kompensacyjne dotyczą układu o dużej liczbie stopni swobody, co stwarza prawie że niekończącą liczbę wzajemnych kombinacji.

W kompensacji szczególną rolę odgrywa miednica. Zmiany jej przestrzennego (3-D) ustawienia mogą bowiem być reakcją sterowaną „oddolnie” (z powodu zmian zrównoważenia obciążenia stóp), bądź „odgórnie” (z powodu przestrzennych zmian układu kręgosłupa).

W utrzymywaniu prawidłowego układu kręgosłupa oraz kompensowaniu ewentualnych nieprawidłowości istotną rolę odgrywają też głębokie mięśnie grzbietu. Wobec bocznego wygięcia kręgosłupa mięśnie te po stronie wypukłej ulegają rozciągnięciu, a po wklęsłej mogą ulec przykurczowi, co znacząco zmienia warunki ich funkcjonowania [28-30].

Rozciągnięte mięśnie z czasem stają się słabsze (rozwija się tzw. niedowład z rozciągnięcia). Towa-

Therefore, CNS treats this also as a defect and tries to compensate for it somehow.

In scoliosis, the compensation aims at restoring a balanced alignment of the body as a whole. The problem of compensation in scoliosis is not new [38, 39] but it is rarely fully perceived. Compensation manifests itself primarily as spatial realignment of trunk segments. Linear displacement of these segments (postural alignment) caused the head and centers of the shoulder and pelvic girdles form one vertical line, and a plumb line from the external occipital protuberance or C₇ vertebra falls near the middle of the plane of support (between the heels). Another sign of the compensation is the development of secondary (compensatory) spinal curvatures. Thanks to that, the vertical projection of a plumb line may be similar to the previous one. A tendency to equal loading of both feet is the third sign of the compensation.

Overall, compensation ensures balance of the body but it does not restore the correct alignment of the body, since compensation consists in substituting one thing for another, i.e. replacing an abnormality with a different one. The compensation occurs beyond our consciousness and spontaneous compensation is therefore different in each person and difficult to predict. Accordingly, the symptomatology is often chaotic [40]. This results, among others, from the fact that with spontaneous compensation, elements of linear, angular and load-carrying compensation are used in an uncontrolled manner and to a different degree (but simultaneously). The different presentations of compensatory changes are also influenced by the fact that compensatory shifts of body parts occur within a system with a large number of degrees of freedom, which gives rise to an almost infinite number of mutual combinations.

The pelvic girdle plays a special role in compensatory mechanisms. Changes in its spatial alignment can represent a “bottom-up” response (because of changes in foot load distribution) or a “top-down” reaction (because of spatial changes in the alignment of the spine).

The deep back muscles play an important role in maintaining proper spinal alignment and in compensating for any abnormalities. With a lateral spinal curvature, these muscles become stretched on the convex side while on the concave side they can become permanently contracted, which considerably changes their working conditions [33-35].

The stretched muscles become weaker with time (“stretch paresis”). This is accompanied by altered reactivity of the shortened muscles, which contract during an attempt to straighten the spine. This makes it impossible to bring the spine back to a normal

rzyszy temu zmiana reaktywności mięśni przykurczonych, które reagują skurczem już podczas próby wyprostowania kręgosłupa. Uniemożliwia to automatyczne sprowadzanie układu kręgosłupa do normy. Uniemożliwiają to również rozwijające się z czasem deformacje, do których łatwo dochodzi w okresach szybkiego wzrostu (zgodnie z prawem Wolffa i Delpeche'a). Utrwalony nawyk nieprawidłowej postawy oraz zmieniona reaktywność krótkich mięśni grzbietu stanowią zasadnicze ogniwo błędnego koła przyczyn i skutków, co pogłębia się w przypadku progresji skrzywienia.

W rozwoju skoliozy powinno się też zwrócić uwagę na możliwości skorygowania skrzywienia. Na początku dziecko tylko „zapomina” o prawidłowym układzie kręgosłupa, ale po przypomnieniu może go czynnie skorygować (I°). Gdy o.u.n. przyzwyczai się do nieprawidłowego układu kręgosłupa i traktuje go jako normę, czynna korekcja bez dodatkowych informacji staje się niemożliwa, ale nadal możliwa jest korekcja bierna (II°). Później rozwijają się przykurcze i nawet bierna korekcja jest niemożliwa (III°), aż w końcu pojawiają się deformacje (IV°), znacznie ograniczające możliwości leczenia. Warto więc pamiętać, że w zachowawczym leczeniu skolioz najwięcej jest do zrobienia i osiągnięcia w dwóch pierwszych stopniach korektywności skoliozy.

PODSTAWY ZACHOWAWCZEGO LECZENIA SKOLIOZ

Praktycznie nie ma możliwości zupełnego wyleczenia rozwiniętej skoliozy, czyli przywrócenia prawidłowej osi kręgosłupa, a podstawowym problemem w leczeniu skolioz jest tendencja do progresji skrzywienia [41]. Zahamowanie lub spowolnienie progresji jest najważniejszym celem leczenia skoliozy począwszy od najwcześniejszego okresu jej rozwoju. Celem postępowania w tym okresie jest również zapobieganie tworzeniu się nierównowagi działania mięśni oraz rozwojowi nawyku nieprawidłowej postawy, a później innym skutkom skrzywienia pod postacią np. zaburzeń wentylacji płuc, obniżenia wydolności i występowania zespołów bólowych kręgosłupa [1-9].

Stąd też zapobieganie powyższym skutkom funkcjonalnym lub spowolnienie ich rozwoju jest równie ważnym celem wczesnego leczenia skolioz. Postępowanie takie nosi znamiona profilaktyki drugorzędowej, a bierna obserwacja ogranicza możliwości tego rodzaju prewencji. Prewencja taka jest niezbędna niezależnie od tego, czy z niskostopniowej skoliozy w przyszłości rozwinie się skolioza progresująca, czy też nie [42]. Na dodatek w wielu przypadkach

alignment automatically. It is also made impossible due to deformities forming over time which easily develop during growth spurts (in accordance with the Wolff-Delpeche law). An established bad postural habit and altered reactivity of the short back muscles are fundamental links of the vicious circle of causes and effects that becomes aggravated if scoliosis progresses.

The possibilities for correcting the curvature should be also considered during the development of scoliosis. Early on, a child only “forgets” about the proper position of the spine but can actively correct it when reminded to do so (I°). Once the CNS becomes accustomed to the incorrect alignment of the spine and finds it normal, active correction without additional information becomes impossible, but passive correction is still probable (II°). Later, contractures develop and even passive correction is impossible (III°). Finally, deformations appear (IV°), considerably limiting treatment possibilities. It is worth noting that the conservative treatment of scoliosis has the most to do and achieve during the first two stages of scoliosis.

FOUNDATIONS OF CONSERVATIVE TREATMENT OF SCOLIOSIS

Curing an established scoliosis completely (restoration of a normal spinal axis) is practically impossible and a tendency to progression is an essential problem in treating scoliosis [41]. Stopping or slowing down the progression of scoliosis is the most important treatment goal starting from the earliest period of its development. Another objective during that period is to prevent the development of muscle imbalances and the bad postural habit and, later, other consequences such as disorders of lung ventilation, lower physical capacity, and low back pain [1-8].

Thus, preventing the above consequences or slowing down their development is an equally important goal of early treatment of scoliosis. Such interventions are secondary prevention and passive observation limits possibilities of that kind of prevention. Such preventative interventions are essential irrespective of whether or not a low-degree scoliosis will progress in the future [42]. In addition, in many cases the development of scoliosis ends below 30° but the effects remain. It cannot be stated with certainty that stopping or slowing the progression is the result of exercises, but neither is it possible to say that pro-

rozwój skoliozy kończy się poniżej 30°, a skutki pozostają. Nie da się jednak jednoznacznie stwierdzić, że zahamowanie bądź spowolnienie progresji jest spowodowane ćwiczeniami, ale tak samo nie można stwierdzić, że progresja jest zawsze pomimo ćwiczeń, gdyż oba te fakty są nie do zbadania. Być może w niektórych przypadkach mamy do czynienia z niewłaściwie dobranymi ćwiczeniami, może rozpoczęto je zbyt późno lub wykonywano nieregularnie?

Nie ma innego sposobu zapobiegania powyższym skutkom funkcjonalnym, jak metody fizjoterapeutyczne, określane zwykle mianem ćwiczeń korekcyjnych [np. 43-48]. Dla potrzeb samego leczenia skolioz wypracowano wiele mniej lub bardziej skutecznych metod. Przedstawiono też ogólne zasady postępowania [49]. Skuteczność zachowawczego leczenia skolioz jest mała. Dlatego obserwuje się niepokojące zjawisko, polegające na próbach wdrażania do terapii metod nie sprawdzonych i nieraz nie mających merytorycznego uzasadnienia – wdrażanych zwykle w oparciu o doświadczenia nabyte w terapii innych dysfunkcji, ale bez uwzględnienia specyfiki skolioz i postawy ciała jako całości.

Sama korekcja skoliozy na początku (zanim dojdzie do deformacji układu kostnego) jest stosunkowo łatwa i jest możliwa w dwojaki sposób – albo poprzez elongację, albo też poprzez działanie reklinujące (działanie na trzy punkty). W działaniu reklinującym, wobec konieczności ustabilizowania dwóch punktów, większość tzw. ćwiczeń korekcyjnych przeprowadza się w pozycjach innych niż pionowa (np. w klęku podpartym, przez co stabilizuje się obie obręcze), działając na trzeci punkt siłą zewnętrzną. Tego typu działania prowadzą z reguły do skorygowania układu kręgosłupa, czyli do tzw. korekcji lokalnej, raczej niezbyt trwałej.

Człowiek funkcjonuje w pozycji pionowej, wbrew grawitacji, stąd potrzeba przywrócenia właściwego układu ciała w tej pozycji, czyli uzyskania tzw. korekcji globalnej. Największym problemem bywa przełożenie uzyskanej korekcji na automatyczne utrzymywanie skorygowanej postawy pionowej. Stąd też sama korekcja nie może być jedynym celem terapii. Warto pamiętać, że czynne korygowanie nieprawidłowości jest możliwe dzięki zaangażowaniu świadomości, natomiast kompensacja i automatyczne utrzymywanie układu ciała zachodzą poza nią.

W przełożeniu uzyskanej korekcji na automatyczne i długotrwałe (ciągle) utrzymywanie skorygowanej postawy pionowej przeszkadza głównie utrwalony nawyk nieprawidłowej postawy. Zmiana takiego nawyku w nawyk prawidłowej postawy jest niezwykle trudna i to z dwóch powodów. Po pierwsze, wzorce posturalne należą do grupy tzw.

gression always occurs despite exercises as both statements cannot be backed by scientific evidence. Maybe in some cases, the exercises administered were inadequate, began too late, or were not performed systematically?

There is no other possibility for preventing these functional sequelae than physiotherapy techniques usually described as corrective exercises [e.g. 43-48]. A number of more or less effective methods have been developed in response to a need to correct scoliosis. General rules of patient management have been presented as well [49]. The effectiveness of conservative treatment of scoliosis is low. Accordingly, there is an alarming trend towards implementing unproven methods of treatment that are often not evidence-based. These methods are applied mostly on the basis of experience acquired from the treatment of other dysfunctions but without taking into account the specifics of scoliosis and body posture as a whole.

At the beginning (before bony deformities develop), the correction of scoliosis is relatively simple and can be effected in two ways: by elongation or by a re-wedging action (on three points). In re-wedging action, stabilization of two points is needed and so most corrective exercises are performed in non-vertical positions (e.g. supported kneeling). When both girdles are stabilized an external force acts on a third point. Action of this type usually leads to correction of the alignment of the spine. That is so-called local correction, which is typically not permanent.

The man functions in the upright position, against the force of gravity, and therefore needs to restore the appropriate alignment of the body in this position, i.e. to obtain so-called global correction. The biggest problem is transferring the resulting correction to automatic maintenance of a correct posture in the vertical position. That is why the correction cannot be the only aim of the therapy. It is worth remembering that active correction of the abnormality is possible thanks to conscious action, but the compensation and automatic maintenance of a body alignment are not conscious acts.

What disturbs the transfer of the acquired correction into automatic and long-term (constant) maintenance of the corrected vertical posture is a fixed bad postural habit. The transformation of such a habit into a habit of proper body posture is unusually difficult for two reasons. Firstly, postural patterns belong to the group of so-called coordinating abilities and changing a coordinating pattern requires an enormous number of repetitions [4]. Another obstacle is the fact that people cannot see the alignment of their spines (in the rear view) and so must sense it.

Tab. 1.. Zachowawcze leczenie skolioz w ujęciu neurofizjologicznym – zestawienie własne

Tab. 1. Conservative treatment of scoliosis in neurophysiological context – original presentation

CZYNNIKI/ FACTORS	STAN AKTUALNY/ CURRENT STATUS	RODZAJ OPIEKI/ TYPE OF CARE (MAIN OBJECTIVE)
Uwarunkowany genetycznie wzorec postawy/ Genetically determined pattern of body posture	Charakterystyczny dla człowieka pionowy układ ciała/ Vertical alignment of body characteristic of humans	
Wzorec postawy nabyty w trakcie rozwoju osobniczego/ Pattern of body posture acquired during individual development	Charakterystyczny dla danej osoby (indywidualny) wzorec postawy Postawa jest osobniczo dobra, ale w płaszczyźnie czołowej Kręgosłup jest zawsze prosty / Alignment of the body characteristic of the individual Body posture is individually good But the spine is always straight in the frontal plane	Profilaktyka pierwszorzędowa/ Primary prophylaxis
???	ROZWÓJ SKOLIOZY na początku skrzywienie jest niskostopniowe / DEVELOPMENT OF SCOLIOSIS Initially, the curvature is low-degree	Profilaktyka drugorzędowa Korygowanie skrzywienia: (ćwiczenia korekcyjne). Podtrzymywanie nawyku prawidłowej postawy: (feedback)/ Secondary prophylaxis Correction of curvature: corrective exercise. Supporting good postural habits: feedback
Pierwszy stopień korektywności Jeszcze jest właściwy wzorec postawy. Jeszcze jest właściwy nawyk postawy./ First degree of correction possibilities Proper pattern of body posture and habit of proper body posture are still present	Pełne możliwości czynnej korekcji / Active correction is wholly possible	Właściwe leczenie Korygowanie skrzywienia: (ćwiczenia korekcyjne). Odtwarzanie nawyku prawidłowej postawy: (feedback, gorset)
Drugi stopień korektywności Spontaniczna kompensacja/ Początek rozwoju nowego wzorca postawy. Nawyk nieprawidłowej postawy./ Second degree of correction possibilities Spontaneous compensation Beginning of development of new pattern of body posture Habit of improper body posture	Osobniczo różne wartości kąta skrzywienia Całkowita korekcja jest możliwa tylko biernie/ Individually different values of values of curvature Complete correction is possible only passively	Właściwe leczenie Korygowanie skrzywienia: (ćwiczenia korekcyjne z siłą zewnętrzną, mobilizacje, gorset). Przygotowanie do zabiegu. Zapobieganie ogólnym skutkom skoliozy. Operacja (?)/ Main treatment Correction of curvature: corrective treatment with external force, mobilizations. Restoration of habit of proper body posture: feedback, bracing
Trzeci stopień korektywności Przykurcze, dysbalans mięśniowy Utrwalony nawyk nieprawidłowej postawy./ Third degree of correction possibilities Contractures, muscular imbalance The habit of improper body posture is fixed	Brak możliwości pełnej korekcji – nawet biernej/ There are no possibilities for full correction – even passively	Właściwe leczenie Zabieg operacyjny. Fizjoterapia pooperacyjna: (łagodzenie zaburzeń oddychania i krążenia, poprawa wydolności fizycznej)./ Main treatment Surgery. Postoperative physiotherapy: amelioration of respiratory and circulatory effects, support of physical capacity
Czwarty stopień korektywności Przykurcze, dysbalans mięśniowy, deformacje Utrwalony wzorec nieprawidłowej postawy./ Fourth degree of correction possibilities Contractures, muscular imbalance, deformities. The pattern of improper body posture is fixed	Brak możliwości biernej korekcji/ There are no possibilities for passive correction	Właściwe leczenie Zabieg operacyjny. Fizjoterapia pooperacyjna: (łagodzenie zaburzeń oddychania i krążenia, poprawa wydolności fizycznej)./ Main treatment Surgery. Postoperative physiotherapy: amelioration of respiratory and circulatory effects, support of physical capacity

zdolności koordynacyjnych, a zmiana wzorców koordynacyjnych wymaga ogromnej liczby powtórzeń. Drugą przeszkodą jest to, że człowiek nie widzi układu swego kręgosłupa (w projekcji tylnej), wobec czego musi wyczuwać ten układ. Leczenie przestannego układu kręgosłupa zostało już zmienione

However, sensing the spatial alignment of the spine has already been “fixed in position” by the prolonged maintenance of an improper body alignment through the fixed bad postural habit [35].

Because the proprioceptive control of body alignment in long-lasting scoliosis is ineffective, attempts

w trakcie długotrwałego utrzymywania nieprawidłowego układu ciała poprzez utrwalony nawyk [35].

Ponieważ proprioceptywna kontrola układu ciała w dłuższej trwających skoliozach nie jest skuteczna, próbuje się złagodzić te niedostatki stosując ćwiczenia wspomagane zastępczym sprzężeniem zwrotnym (feedback). Najlepsze było by kontrolowanie ciągle, ale utrudniają to względy natury technicznej [50].

Wyrobienie umiejętności automatycznego utrzymywania skorygowanej uprzednio postawy nosi znamiona tzw. reedukacji posturalnej. Problem ten jest raczej niedostrzegany.

PROBLEMY DYSKUSYJNE

W leczeniu skolioz różni się trzy zasadnicze elementy – postępowanie fizjoterapeutyczne, góseowanie i leczenie operacyjne, zalecane stosownie do wielkości kąta skrzywienia [9,12].

SRS koncentruje się głównie na leczeniu operacyjnym, które de facto stanowi tylko zamiar jednego kalectwa na inne. Fizjoterapii przypisuje się na ogół rangę leczenia niekonwencjonalnego, a SRS kwestionuje nawet skuteczność tego typu leczenia [12].

Dla żadnego z powyższych sposobów leczenia nie ma dowodów opartych o paradygmat EBM świadczących o ich rzeczywistej skuteczności co do zupełnego wyleczenia skoliozy.

Nie ma też jednak żadnych dowodów opartych o ten paradygmat, iż fizjoterapia nie stanowi dobrego i jedyne go środka profilaktyki drugorzędowej, o ile racjonalnie stosuje się środki fizjoterapii.

Z pewnością nie jest też obojętne to, czy z mniejszym bądź większym stopniem skrzywienia oraz z mniejszymi bądź większymi deformacjami osoba ze skoliozą trafi do ewentualnego leczenia operacyjnego w przyszłości. Na dodatek zalecanie biernej obserwacji klóci się z zasadą wczesności rehabilitacji i wyklucza możliwość wczesnego sterowania kompensacją [42].

Postrzeganie błędnego koła jedynie w kontekście progresji skoliozy wydaje się być niewystarczające, gdyż skutki funkcjonalne skoliozy istnieją nawet pomimo braku progresji.

Jak już wspomniano, w terapii skolioz dominuje podejście ortopedyczne, natomiast aspekty kinetyczno-logiczne i neuropatologiczne są na ogół pomijane lub traktowane marginesowo [9-12]. Być może stanowi to jedną z przyczyn niepowodzeń terapeutycznych i osiągnięcia efektów odległych od oczekiwanych.

SUGESTIE ZAMIAST WNOSKÓW

W przypadku skoliozy trzeba widzieć nie tylko zmiany patologiczne w układzie kostnym, ale do-

at ameliorating these deficiencies are made by applying exercises supported by surrogate feedback. Continuous monitoring would be the best solution but is difficult for technical reasons [50].

Developing the ability of automatic maintenance of a previously corrected posture is a form of postural re-education. However, this problem largely passes unnoticed.

CONTROVERSIES

Three fundamental elements are distinguished in therapy of scoliosis: physiotherapy, bracing, and surgery, depending on the curvature angle [9,12].

The SRS concentrates mainly on surgery, which actually consists in replacing a disability with another one. In general, physiotherapy is placed among unconventional treatments, and the SRS actually questions the effectiveness of this type of treatment [12].

There is no evidence-based proof for the effectiveness of any of these treatments in ensuring a cure from scoliosis. However, there is also no evidence showing that physiotherapy is not an efficient and only method of secondary prevention if applied rationally.

It is certainly important whether a scoliotic person with a less or more marked curvature and smaller or larger deformities will be qualified for surgery in the future. In addition, recommending passive observation is not in accordance with the principle of early rehabilitation and excludes the possibility of early compensation control [42].

Perceiving a vicious circle only with regard to the progression of scoliosis seems to be insufficient because functional sequelae of scoliosis exist even in the absence of progression.

As has been said above, the therapy of scoliosis is dominated by the orthopedic approach and kinesiological and neuropathological aspects are generally ignored or treated marginally [9-12]. Perhaps this is a cause of therapeutic failure and the achievement of effects different from those expected.

SUGGESTIONS (INSTEAD OF CONCLUSIONS)

In scoliosis, it is necessary to see not only pathological changes in the skeletal system, but also to

strzegać też zjawiska natury neuropatologicznej towarzyszące rozwijającej się skoliozie.

Bierna obserwacja dziecka i czekanie aż skolioza rozwinię się do wartości ok. 25°, czyli aż „dojrzeje ono” do leczenia gorsetem jest błędem, gdyż wyklucza możliwość sterowania kompensacją i daje czas na rozwój nieodwracalnych zmian strukturalnych, przez co taka taktyka pozostaje w sprzeczności z zasadą wczesności rehabilitacji.

We wczesnym okresie rozwoju skoliozy pomocne mogą być jedynie metody fizjoterapeutyczne oraz działania profilaktyczne ukierunkowane na wykonywanie czynności życia codziennego z zachowaniem możliwie poprawnej postawy.

W fizjoterapii nie chodzi jednak o stosowanie jakichkolwiek ćwiczeń, lecz o wykonywanie indywidualnie dobranych sprawdzonych ćwiczeń oraz kształtowanie umiejętności automatycznego utrzymywania skorygowanej postawy.

Fizjoterapia nie stanowi konkurencji dla leczenia gorsetami i leczenia operacyjnego, lecz może być dobrym przygotowaniem do tego leczenia, zapewniając możliwie długie utrzymywanie skorygowanej postawy. Jest ona szczególnie ważna w skoliozach, których progresja zatrzymała się poniżej 25-30°, a więc zanim osiągnęły one wartość kwalifikującą je do leczenia gorsetem.

Cenne było by zapewne ustalenie przez SOSORT konkretnych standardów postępowania w niskostopniowych skoliozach, w tym także zasad weryfikacji i wdrażania nowych metod fizjoterapeutycznych.

PIŚMIENNICTWO / REFERENCES

1. Czaprowski D, Kotwicki T, Kowalski IM. Wydolność fizyczna i adaptacja wysiłkowa dziewcząt z bocznym idiopatycznym skrzywieniem kręgosłupa. *Postępy Rehabilitacji* 2009;1:29-33.
2. Hawes MC. Health and function of patients with untreated idiopathic scoliosis. *JAMA* 2003; 289(20):2644-2645.
3. Kowalczyk A, Brzęk A, Nowotny-Czupryna O, Gęgotek I. Niektóre odległe skutki skolioz rozpoznanych w wieku szkolnym. *Fizjoterapia Polska* 2008;8(4):418-424.
4. Nowotny J, Nowotny-Czupryna O, Brzęk A, Kowalczyk A, Czupryna K. Postawa ciała a zespoły bólowe kręgosłupa. *Ortopedia Traumatologia Rehabilitacja* 2011;13,1(6):59-71.
5. Ramizes N, Johnston CR, Browne RH. The prevalence of back pain in children who have idiopathic scoliosis. *The Journal of Bone and Joint Surgery* 1997;79: 364-368.
6. Stuart L, Weinstein MD, Lori A et al. Health and function of patients with untreated idiopathic scoliosis. *JAMA* 2003; 289(5):559-567.
7. Sipko T, Durzyńska A, Demczuk-Włodarczyk E, Bieć E. Występowanie bólu w bocznych skrzywieniach kręgosłupa. *Fizjoterapia Polska* 2006;6(1):37-44.
8. Weiss HR, Werkmann M. Unspecific chronic low back pain – a simple functional classification tested in a case series of patients with spinal deformities. *Scoliosis* 2009;4:4-11.
9. Kotwicki T, Durmała J, Czaprowski D, Głowacki M, Kołban M, Snela S, Śliwiński Z, Kowalski IM. Zasady leczenia nieoperacyjnego skolioz idiopatycznych. Wskazówki oparte o zalecenia SOSORT 2006. *Ortopedia Traumatologia Rehabilitacja* 2009;11(5):379-395.
10. Cassella MC, Hall JE. Current treatment approaches in the nonoperative and operative management of adolescent idiopathic scoliosis. *Physical Therapy* 1991;71(12):897-909.
11. Nowotny J, Nowotny-Czupryna O, Czupryna K. Problem zróżnicowanego podejścia do ćwiczeń korekcyjnych stosowanych w zachowawczym leczeniu skolioz. *Ortopedia Teumatologia Rehabilitacja* 2010;1(6),12: 1-11.
12. Zarzycka M, Rożek K, Zarzycki M. Alternative Methods of Conservaytive Treatment of Idiopathic Scoliosis. *Ortopedia Traumatologia Rehabilitacja* 2009; 11, 5(6): 396-412.
13. Dyszkiewicz AJ, Kucharz EJ, Rumanowski M. Biomechanical aspects of axial function of the spine In the human body. *Fizjoterapia* 2006;14,4:79-92.
14. Shemmell J, Matthew A, Krutky A, Perreault EJ. Stretch sensitive reflexes as an adaptive mechanism for maintaining limb stability. *Clin Neurophysiol.* 2010;121(10):1680-1689.

notice neuropathological phenomena which accompany the development of scoliosis.

Passive observation of the child and waiting for the scoliosis to reach an angle of about 25°, at which point bracing becomes appropriate, is a mistake because it excludes the possibility of compensation control and gives time for the development of irreversible structural changes. What is more, such tactics are in conflict with the principle of early rehabilitation.

In the early period of scoliosis development, the only helpful modalities are physiotherapy and preventive action focused on performing everyday activities while preserving the possibly most correct posture.

The essence of physiotherapy is not the application of any exercises but using those which are individually selected and tested as well as developing the skill of automatic maintenance of a corrected posture.

Physiotherapy is not a rival method to surgery or bracing but it can be a good preparation for these modalities by giving the possibility of long-term maintenance of the corrected posture. It is particularly important in scoliosis that has not progressed beyond 25-30°, i.e. before the patient can be qualified for bracing.

It would probably be appreciated if SOSORT set specific standards of management of low-degree scoliosis including principles of the verification and implementation of new physiotherapeutic methods.

15. Edwards J. The importance of postural habits in perpetuating myofascial trigger pain. *Acupuncture in Medicine* 2005; 23(2):77-82.
16. Graziano M. How the brain represents the body: insights from neurophysiology and psychology. W: Prinz W, Homme B, editors. *Common Mechanisms in Perception and Action*. Oxford University Press; 2002. str. 136-157.
17. Kuczyński M. Regulacja pozycji pionowej człowieka: od metod oceny do mechanizmów. *Human Movement* 2000;2(2):34-41.
18. Cieśla W, Cieśla T, Nowotny J. Sprawność mechanizmów regulujących postawę ciała u dzieci i młodzieży ze skoliozami niskostopniowymi. *Fizjoterapia Polska* 2011;11,4(4):317-326.
19. 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.
20. 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.
21. 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 of segment rotations during unperturbed stance. *Journal of Neurophysiology* 2008;100:3197-3208.
22. Jeka J, Ole S, Kiemel T. Multisensory information for human postural control: integrating touch and vision. *Exp Brain Res* 2000;134(1):110-114.
23. Smart LJ, Smith DS. Postural Dynamics: Clinical and Empirical Implication. *Journal of Manipulative and Physiological Therapeutics* 2001;24(5):340-349.
24. 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.
25. 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.
26. 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.
27. Chwała W, Białek M, Płaszewski M. Zróżnicowanie napięcia bioelektrycznego prostowników tułowia podczas obciążania symetrycznymi momentami sił ciężkości u dzieci ze skoliozami idiopatycznymi. *Fizjoterapia Polska* 2008;8, 4(4):393-400.
28. 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.
29. Zoabi G, Mathieu PA, Aubin CE. Back muscles biometry in adolescent idiopathic scoliosis. *The Spine Journal* 2007;7(3):338-344.
30. Hyun WL, Granata KP. Process stationarity and reliability of trunk postural stability. *Clinical Biomechanics* 2008;23:735-742.
31. Bruyneel AV, Chavet P, Bollini G, Allard P, Mesurea S. The influence of adolescent idiopathic scoliosis on the dynamic adaptive behaviour. *Neuroscience Letters* 2008;447:158-163.
32. Ostrowska B, Rożek-Piechura K, Skolimowski T. Odzyskiwanie dynamicznej równowagi po zewnętrznych zaburzeniach postawy u dzieci z idiopatyczną skoliozą. *Ortopedia Traumatologia Rehabilitacja* 2006;8(3):300-307.
33. Wiernicka M, Kaczmarek D, Kamińska E, Ciechanowicz-Kowalczyk I. Kontrola postawy ciała w zależności od wydolności stóp u dzieci z boczny skrzywieniem kręgosłupa. *Doniesienie wstępne. Fizjoterapia Polska* 2008,8,3:299-309.
34. Silferi V, Rougier P, Labelle H, Allard P. Postural control in idiopathic scoliosis comparison between health and scoliotic subject. *Rev Cir Orthop Reparatrice Appar Mor* 2004;90:215-225.
35. Wood W, Neal DT. A new look at habits and the habit-goal interface. *Psychological Review* 2007;114:843-863.
36. Schleip R. Scoliosis and proprioception. *Rolf Lines* 2000;28,(4):16-20.
37. Smania N, Picelli A, Romano M, Negrini S. Neurophysiological basis of rehabilitation of adolescent idiopathic scoliosis. *Disabil Rehab* 2008;30(10):763-771.
38. Steindler A. The compensation treatment of scoliosis. *J Bone Joint Surg Am* 1929;11:820-830.
39. Steindler A, Ruhlin W. The conservative compensation-derotation treatment of scoliosis. *J Bone Joint Surg Am* 1941;23:67-80.
40. de Mauroy JC. Idiopathic scoliosis and chaos. W: Grivas TB, editor. *The Conservative Scoliosis Treatment*. Amsterdam-Berlin-Oxford-Tokyo-Washington-DC: IOS Press; 2008. str. 53-60.
41. Kotwicki T, Szulc A, Dobosiewicz K, Rapała A. Patomechanizm progresji skolioz idiopatycznych – znaczenie fizjologicznej kifozy piersiowej. *Ortopedia Traumatologia Rehabilitacja* 2002;4(6):756-765.
42. Nowotny-Czupryna O. Profilaktyczne aspekty diagnostyki i terapii wad postawy ciała. W: Nowotny J, red. *Wady postawy ciała u dzieci i młodzieży*. Bielsko-Biała: Wyd. PAN-WSA; 2009. str. 91-106.
43. Dobosiewicz K, Durmała J, Kotwicki T. Dobosiewicz method physiotherapy for idiopathic scoliosis. *Stud Health Technol Inform* 2008;135:228-236.
44. Fusco C, Zaina F, Atanasio S, Romano M, Negrini A, Negrini S. Physical exercises in the treatment of adolescent idiopathic scoliosis. An updated systematic review. *Physiotherapy Theory and Practice* 2011;27(1):80-114.
45. Romano M, Negrini A, Parzini S, Negrini S. Scientific Exercises Approach to Scoliosis (SEAS): efficacy, efficiency and innovation. *Stud Health Technol Inform* 2008;135:191-207.
46. Sastre SF. Treatment of scoliosis – FED method. *Fizjoterapia Polska* 2007;7(3):223-231.
47. Weiss HR. The Schroth scoliosis-specific back school – initial results of a prospective follow-up study. *Z Orthop Ihre Grenzgeb*. 1995;133:114-117.
48. Weiss HR, Maier-Hennes A. Specific exercises in the treatment of scoliosis – differential indication. *Stud Health Technol Inform*. 2008;135:173-190.
49. Rudzińska A, Nowotny-Czupryna O, Nowotny J, Czupryna K. Przegląd metod o znaczeniu historycznym i współcześnie wykorzystywanych w terapii wad postawy ciała. W: Nowotny J, red. *Wady postawy ciała u dzieci i młodzieży*. Bielsko-Biała: Wyd. PAN-WSA; 2009. str. 173-184.
50. Nowotny J. Feedback w reedukacji posturalnej. *Fizjoterapia Polska* 2001;1(1):51-58.

Liczba słów/Word count: 6999

Tabele/Tables: 1

Ryciny/Figures: 0

Piśmiennictwo/References: 50

Adres do korespondencji / Address for correspondence

Dr Krzysztof Czupryna

Zakład Fizjoterapii, Wyższa Szkoła Administracji, 43-300 Bielsko-Biała,
ul. A. Frycza Modrzewskiego 12, tel.: 600882310, e-mail: czupryna.krzysztof@gmail.com

Otrzymano / Received

10.01.2012 r.

Zaakceptowano / Accepted

19.04.2012 r.