

Zaangażowanie Autorów

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

Author's Contribution

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

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

¹ Zakład Kinezylogii, ŚLAM, Katowice² Katedra i Zakład Fizjoterapii, ŚLAM, Katowice

Asymetria funkcjonalna chodu u dzieci i młodzieży z niskostopniowymi skoliozami *Functional asymmetry of gait in children and youth with low-grade scoliosis*

Słowa kluczowe: ocena fotogrametryczna, postawa ciała, miednica**Key words:** photogrammetric evaluation, posture, pelvis

STRESZCZENIE

Wstęp. W przypadku skoliozy, kompensacja nieprawidłowego układu ciała może zachodzić powyżej miednicy lub poniżej niej, jako przemieszczenia segmentów ciała, bądź zmiana ustawień kątowych w obrębie kończyn dolnych. Kompensowanie niezrównoważonego układu ciała poprzez zmiany ustawień miednicy oraz w stawach kończyn dolnych powinno znaleźć też swoje odbicie we wzorcu chodu osoby z bocznym skrzywieniem kręgosłupa. Celem pracy była próba uzyskania odpowiedzi na pytanie: czy i w jaki sposób nieprawidłowy układ ciała w płaszczyźnie czołowej znajduje swoje odzwierciedlenie we wzorcu lokomocyjnym dzieci i młodzieży z niskostopniowymi skoliozami.

Materiał i metody. Badania dotyczyły dzieci i młodzieży z różnie zaawansowanymi skoliozami. Poza fotogrametryczną oceną postawy ciała, u osób tych przeprowadzono badanie chodu z wykorzystaniem systemu pozwalającego na jego trójplaszczynową analizę w poszczególnych fragmentach cyklu chodu. Wyniki tej analizy skonfrontowano z parametrami postawy poszczególnych badanych.

Wyniki. U wszystkich badanych z bocznym skrzywieniem kręgosłupa występowały różnie nasilone objawy asymetrii chodu. Objawy te dotyczyły zarówno ogólnych cech chodu (pod postacią anizometrii i anizochronii), jak i kolejnych wyznaczników chodu. Najwyraźniejsze zmiany odnotowano w zakresie rotacji miednicy w fazie wyroku oraz nadmiernego unoszenia miednicy podczas pełnego podporu. Odchylenia te były tylko nieznacznie powiązane z wynikami badania statycznego.

Wnioski. Asymetrie chodu stwierdzane u dzieci i młodzieży z niskostopniowymi skoliozami są niecharakterystyczne i zależą prawdopodobnie od indywidualnych możliwości kompensacyjnych każdego osobnika.

SUMMARY

Background. Compensation for abnormal alignment of body parts in scoliosis may occur above or below the pelvis. This manifests as dislocation of body parts or changes in the angular composition of the lower limbs. Compensation for unbalanced body arrangement through changes in pelvic tilt and lower limb joints are typically reflected in the gait pattern of the person with scoliosis. The aim of our research was to determine whether and how improper body arrangement in the frontal plane is reflected in the gait pattern of children and youth with lower degree scolioses.

Material and method. Children and youth with scolioses of varying grade were examined. In addition to photogrammetric body posture examination, three-dimensional gait analysis was performed during particular gait phases. For each examined child the results of this analysis were compared to the posture parameters.

Results. Varying signs of gait asymmetry were observed in the whole group of children and youth with scoliosis. The symptoms were connected with both general gait attributes (unisommetry and unisochrony) and further gait markers. The most obvious changes were observed in pelvis rotation during the swing phase and excessive pelvis elevation during the mid-stance phase. These deviations did not correlate significantly with the results of the static examination.

Conclusions. The gait asymmetries observed in children and youth with low-grade scoliosis are non-specific, and probably depend on the individual capabilities of each person to compensate for deficiencies.

Liczba słów/Word count: 3700

Tabele/Tables: 0

Ryciny/Figures: 6

Piśmiennictwo/References: 15

Adres do korespondencji / Address for correspondence

dr Olga Nowotny-Czupryna

Zakład Kinezylogii ŚLAM

40-752 Katowice, ul. Medyków 12, tel./fax: (0-32) 208-87-12, e-mail: onc@slam.katowice.pl

Otrzymano / Received

15.07.2005 r.

Zaakceptowano / Accepted

20.09.2005 r.

WSTĘP

Wszelkie odchylenia od prawidłowej postawy ciała niejako zwyczajowo traktowane są jako zaburzenia statyki ciała, pomimo że statyka ciała jest tu pojęciem w pewnym sensie umownym. Wynika to przede wszystkim z faktu, iż w życiu codziennym rzadko mamy do czynienia z dłuższym utrzymywaniem nieruchomej pozycji, natomiast ciągle utrzymywanie określonego układu ciała przy stosunkowo małej płaszczyźnie podparcia i wbrew sile ciężkości i tak wymaga specyficznych mikroruchów. W takim ujęciu jest to akt dynamiczny, sterowany „in facto”, w tzw. systemie nadeżnym, opartym o sprzężenia zwrotne [1,2]. Wszelkie odchylenia podlegają też samoistnej kompensacji, prowadzącej w efekcie do zrównoważenia układu ciała, aczkolwiek kompensacja taka nie zawsze jest w pełni wystarczająca. Jak gdyby kluczowym elementem jest w tym przypadku miednica. Stopy stanowią tu wprowadzenie tzw. „punctum fixum”, ale kompensacja może zachodzić powyżej miednicy lub poniżej niej, jako przemieszczenia segmentów ciała, bądź zmiana ustawień kątowych w obrębie kończyn dolnych. Wiele publikacji traktuje o funkcjonalnej asymetrii miednicy obserwowanej u osób z bocznymi skrzywieniami kręgosłupa. W wielu przypadkach nie wiadomo jednak, czy jest ona przyczyną, czy też skutkiem skoliozy [3].

Niewielkie zmiany anatomiczne są dość łatwo kompensowane funkcjonalnie w statyce, przez co są nieraz mniej widoczne, natomiast wyraźniej uwidaczniają się one w badaniu dynamicznym [4,5]. Zmiany ustawienia miednicy oraz kompensowanie niezrównoważonego układu ciała poprzez zmiany ustawień w stawach kończyn dolnych znajduje też swoje odbicie we wzorcach chodu osób z zaawansowaną skoliozą [5,6,7]. Interesujące jest przy tym, jak wygląda to u osób z tworzącym się bocznym skrzywieniem kręgosłupa oraz czy ewentualne zaburzenia wzorca chodu tych osób są charakterystycznie powiązane z nieprawidłowościami dotyczącymi ich postawy czy też stanowią one element trudnego do przewidzenia wzorca kompensującego omawiane zaburzenie statyki ciała.

CEL PRACY

Celem pracy była próba uzyskania odpowiedzi na pytanie: czy i w jaki sposób nieprawidłowy układ ciała w płaszczyźnie czołowej znajduje swoje odzwierciedlenie we wzorcu lokomocyjnym dzieci i młodzieży z niskostopniowymi skoliozami (I° wg podziału Cobba).

MATERIAŁ I METODY

Badaniami objęto 20-osobową grupę dzieci i młodzieży w wieku 7-16 lat ($x = 13,15 \pm 3,0$). Wśród badanych było 7 dziewcząt (35 %) i 13 chłopców (65 %). W równych częściach były to osoby, u których badaniem klinicznym stwierdzono jednołukowe skrzywienie piersiowo-lędźwiowe lub dwułukowe skrzywienie – pierwotnie lędźwiowe. U żadnego z badanych nie stwierdzono kostno-, nerwowo- bądź mięśniopochodnej przyczyny skrzywienia.

U wszystkich tych osób badaniem fotogrametrycznym potwierdzono lokalizację skrzywienia oraz określono jego wartość kątową [8]. Dla potrzeb dalszych opracowań badaniem tym oszacowano też przestrzenny układ obręczy barkowej, rotację i boczne pochylenie miednicy, a także stopień tzw. kompensacji liniowej (przesunięcie rzutu pionu względem szpary międzypośladowkowej) [2,8].

Badanie chodu przeprowadzono na bieżni ruchomej typu Alfa XL firmy KETTLER. Do trójpłaszczyznowej analizy chodu wykorzystano ultradźwiękowy system pomiarowy CMS-HS (3D Real Time Gait Analysis) firmy ZEBRIS®, bazujący na czujnikach aktywnych i współpracujący z oprogramowaniem WinGait. Do badań wykorzystano system 15-czujnikowy. Badani chodzili boso, z prędkością 4 km/godz., a samo badanie przeprowadzono stosownie do przyjętej procedury tego typu badań [9].

Z uzyskanego zapisu do dalszej oceny wybierano fragment 5-8 cykli chodu, bez artefaktów. Ze wskazanych cykli program komputerowy automatycznie wyliczał średnie odpowiednich parametrów, które zapisywane były w rutynowych raportach. Wyniki poddawano dalszej szczegółowej analizie, z uwzględnieniem wzorców i norm parametrów chodu fizjologicznego [9]. Poszczególnych wyznaczników chodu nie analizowano jednak w odniesieniu do zakresu normy, ograniczonej w całym cyklu chodu podwójnym odchyleniem standardowym, lecz skoncentrowano się na symetrii wyników obustronnych pomiarów. Z uwagi na znaczną liczbę możliwych do przeanalizowania parametrów, aby nie zaciemniać obrazu, w dalszych rozważaniach wzięto pod uwagę tylko kilka istotnych dla podjętego tematu elementów. Przeanalizowano najpierw zasadnicze odstępstwa od ogólnych cech chodu, czyli wielkość ewentualnej anizochronii i anizometrii (procentowy rozkład faz chodu oraz długość kroków po jednej i drugiej stronie ciała). W dalszej części analizowano obustronne zachowanie się miednicy (rotację) na początku fazy podporu (w okresie initial contact) oraz miednicy i nogi podporowej w momencie pełnego obciążenia tej nogi (w okresie midstance). W analizie tej nie rozpatrywa-

no jednak układu prawa i lewa strona ciała, lecz analizowane parametry odnoszono do kierunku skrzywienia pierwotnego. Całość uzyskanych wyników skonfrontowano też z wynikami grupy kontrolnej, którą stanowiły dzieci i młodzież bez bocznego skrzywienia kręgosłupa, w analogicznym przedziale wiekowym i o zbliżonej średniej wieku.

Uzyskane w powyższy sposób wyniki indywidualne umieszczono w bazie danych i poddano je opracowaniu statystycznemu z wykorzystaniem programu Statistica. Z uwagi na znaczną ilość danych liczbowych, dotyczących ocenianych parametrów, czytelne zaprezentowanie uzyskanych wyników jest nieźmiernie trudne. W związku z tym, przedstawiono je w niezbędnym skrócie. Z tego też względu odstąpiono od wnikliwej analizy istotności statystycznej uzyskanych różnic, koncentrując się raczej na analizie jakościowej i ukazując jedynie pewne tendencje.

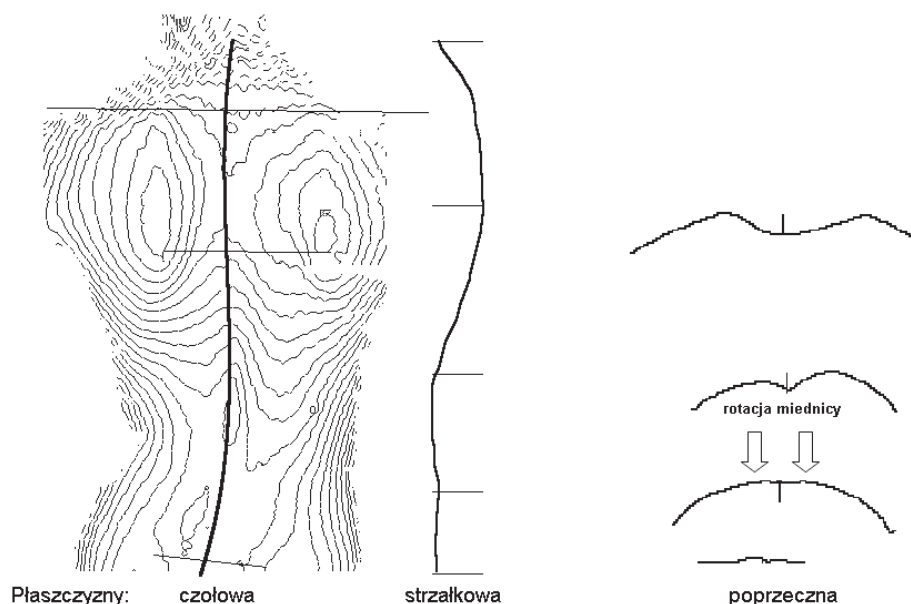
WYNIKI

Na podstawie badania ogólnego i fotogrametrycznego w zasadniczej grupie odnotowano równą liczbę osób ze skrzywieniem lewostronnym bądź prawostronnym, o kącie zawartym w przedziale $10\text{--}31^\circ$ ($x = 14,3 \pm 5,0^\circ$). U połowy badanych skrzywienia pierwotnie lędźwiowe były częściowo skompensowane przeciwstronnym skrzywieniem piersiowym, o średniej kąta skrzywienia wtórnego $7,11^\circ$. U ok. 50% badanych stwierdzono przy tym nieznaczną asymetrię usytuowania barków, natomiast u wszystkich osób odnotowano asymetrię ustawienia miednicy,

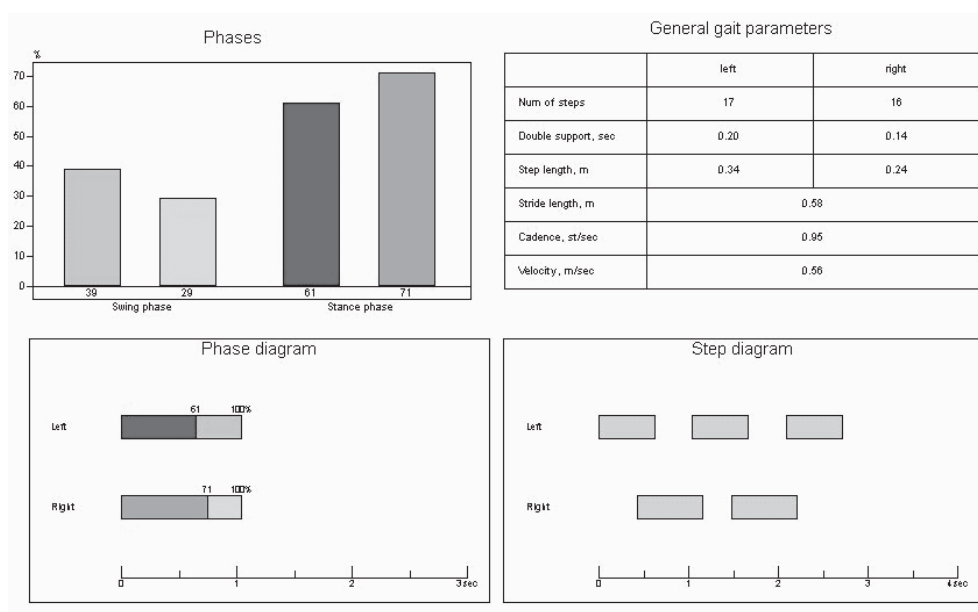
a u prawie wszystkich (u 90%) przesunięcie rzutu pionu względem szpary międzypośladowej, średnio o 11,4 mm. Wspomniane asymetrie ustawienia miednicy były niewielkie (rzędu kilku milimetrów lub 2-3 stopni) i nie wykazały żadnego związku ze stopniem skrzywienia. Również ich związek z kierunkiem skrzywienia nie był w pełni jednoznaczny. U 85% badanych zmiany ustawienia miednicy w obu płaszczyznach występowały łącznie, przy czym u ogółu badanych dominowało uniesienie miednicy po stronie przeciwnej do kierunku skrzywienia, czemu przeważnie towarzyszyła jej rotacja w tym właśnie kierunku.

Konfrontacja powyższych wyników z rezultatami uzyskanymi podczas badania grupy kontrolnej ujawniła, że wśród dzieci i młodzieży bez bocznego skrzywienia kręgosłupa też można zaobserwować pewne asymetrie ustawienia miednicy, co odnotowano u nieco ponad połowy badanych z tej grupy. Asymetrie te były jednak nieznaczne i występowały jako pojedyncze.

Przedstawione powyżej zmiany, stwierdzone w badaniu statycznym dzieci i młodzieży ze skoliozami, choć niewielkie, znalazły odzwierciedlenie również w badaniu dynamicznym. Już pierwszy przegląd indywidualnych raportów badań chodu ujawnił, że u wszystkich badanych (100%) z bocznym skrzywieniem kręgosłupa występowały różnie nasilone objawy asymetrii chodu. Były one widoczne już podczas oceny ogólnych parametrów chodu. U większości badanych ze skoliozami podczas wyroku nogą po stronie skrzywienia odnotowano bowiem nieznaczne wydłużenie fazy podporu do wartości 61,55 % czasu



Ryc. 1. Przykładowy wydruk raportu badania fotogrametrycznego
Fig. 1. An example of a photogrammetric examination report



Ryc. 2. Przykładowy wydruk fragmentu raportu badania chodu u dziecka ze skoliozą lędźwiową o wartości katowej 21°
 Fig. 2. An example of part of a report from a gait examination in a child with lumbar scoliosis, angle 21°

cyklu chodu, podczas gdy w czasie wykroku nogą przeciwną faza ta zajmowała średnio 59,55 % cyklu. Indywidualnie przeważały różnice kilkuprocentowe i zgodne z powyższą tendencją, ale zdarzało się też wydłużenie fazy podporu po stronie przeciwnej (u blisko 1/3 badanych) oraz liczne występowanie różnic rzędu kilkunastu procent (maksymalnie 29%). Towarzyszyła temu niewielka asymetria dotycząca czasu podwójnego podporu (rzędu kilkunastu milisekund). Tylko w dwóch przypadkach odnotowano pełną symetrię pod tym względem, natomiast zarejestrowane u pozostałych osób różnice były niewielkie, rzędu setnych części sekundy. Poza powyższą anizochronią chodu w grupie tej odnotowano też jego anizometrię. Zarejestrowano tu bowiem pewną tendencję do skracania kroku po stronie skrzywienia i jego wydłużania po stronie przeciwnej (odpowiednie średnie = 32,45 oraz 34,25 cm). Wykazane powyżej zróżnicowanie wyników oraz ich różnokierunkowość spowodowały jednak, że nie stwierdzono istotności różnic dotyczących tych parametrów po obu stronach ciała.

I w tym przypadku, konfrontacja powyższych wyników z rezultatami uzyskanymi podczas badania grupy kontrolnej nie przyniosła spodziewanych różnic. Spowodowane to było tym, że wśród dzieci i młodzieży bez bocznego skrzywienia kręgosłupa też odnotowano pewne asymetrie dotyczące ogólnych parametrów chodu. Podobnie jak w badaniu statycznym były one minimalne.

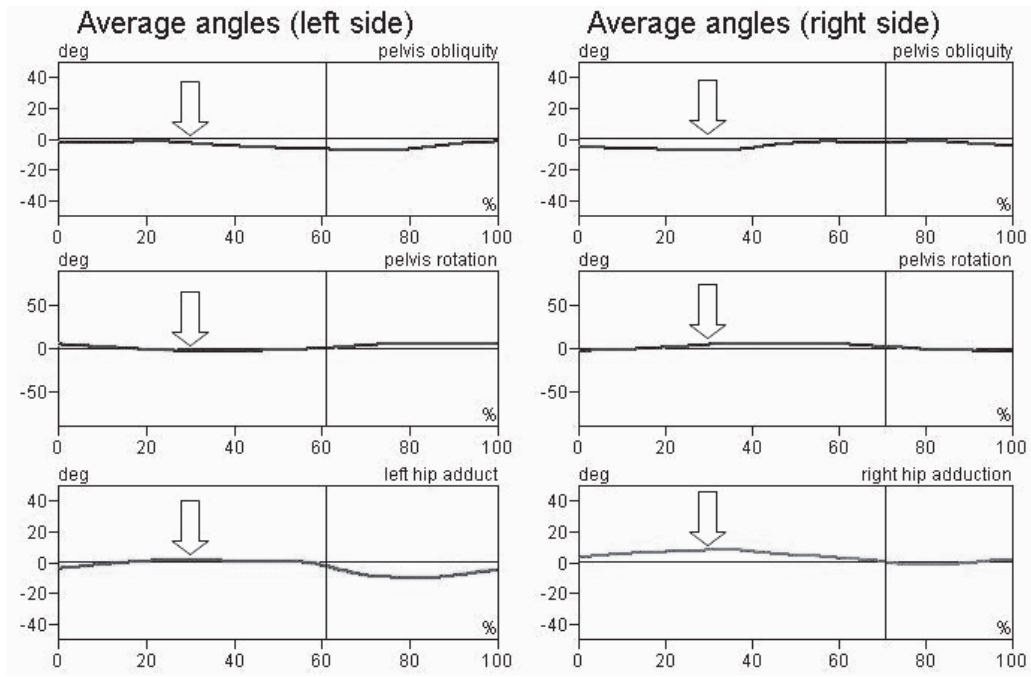
Jeszcze ciekawszych spostrzeżeń dostarczyły dane dotyczące wyznaczników chodu. I tutaj u wszyst-

kich badanych z bocznym skrzywieniem kręgosłupa odnotowano różnie nasiloną asymetrię. Dla porządku trzeba jednak dodać, że większość uzyskanych różnic była na granicy istotności statystycznej, a tylko niektóre z nich były ewidentne. Najbardziej charakterystyczne było ograniczanie rotacji miednicy podczas wykroku nogą po stronie skrzywienia. Miednica w większości przypadków (u 60 % badanych) nie dochodziła nawet do linii prostopadłej do kierunku ruchu (ujemne wartości kąta rotacji), podczas gdy po stronie przeciwnej sytuację taką odnotowano zaledwie w jednym przypadku. Wobec tego średnia kąta rotacji miednicy po stronie skrzywienia była bardzo niska ($x = 0,08 \pm 4,38^\circ$), a po stronie przeciwnej była zbliżona do normy ($x = 3,24 \pm 2,75^\circ$), w związku z czym różnica pomiędzy tymi średnimi była istotna ($t = 2,379$; $p < 0,05$). Na Ryc. 3 pokazano, jak układały się indywidualne wyniki. Jak widać, obraz jest dość złożony. Tam, gdzie w statyce miednica była usytuowana prawidłowo lub nieznacznie tylko zrotowana, upośledzenie jej rotacji w dynamice było wyjątkowe i nieznaczne. W przypadku wyjściowej rotacji miednicy, jej prawidłowa rotacja należała z kolei do rzadkości, co zaznaczyło się wyraźniej w przypadku statycznej rotacji miednicy w kierunku skrzywienia kręgosłupa. Pomimo zaobserwowanej tendencji, wyniki dotyczące tego wyznacznika chodu nie były statystycznie powiązane z wynikami dotyczącymi rotacji miednicy w statyce (odpowiednio: $r = 0,205$ i $0,052$).

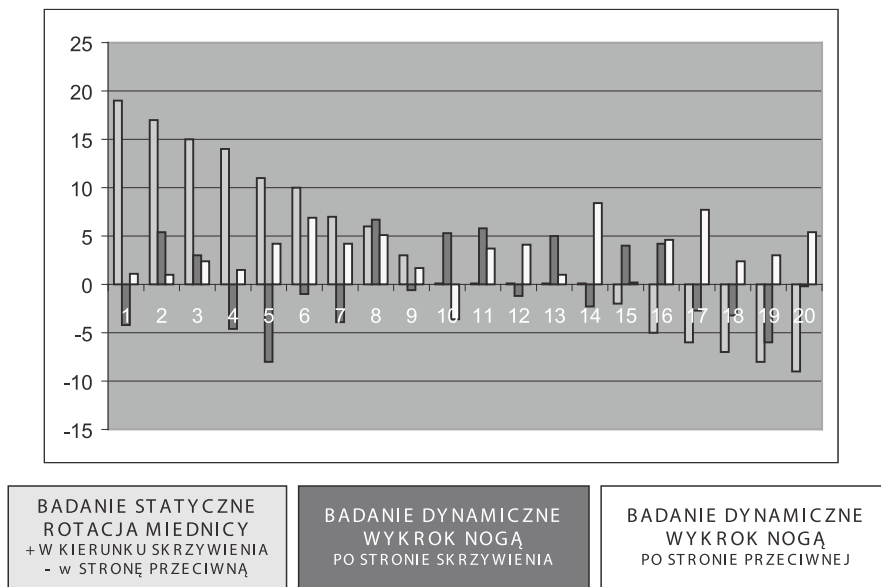
Równie ciekawe zjawisko odnotowano odnośnie pionowych ruchów miednicy w płaszczyźnie czołowej

(pelvis obliquity). Poza jednym wyjątkiem, u wszystkich badanych stwierdzono odchylenia od normy w zakresie II wyznacznika chodu (wartości ujemne na Ryc. 6) – u 40% badanych obustronnie, a u pozostających jednostronnie, w równych częściach po stronie skrzywienia i przeciwnej. Bez względu na rozkład i kierunek tych zmian, w żadnym jednak przypadku nie odnotowano pełnej symetrii pod tym względem.

stałych jednostronnie, w równych częściach po stronie skrzywienia i przeciwnej. Bez względu na rozkład i kierunek tych zmian, w żadnym jednak przypadku nie odnotowano pełnej symetrii pod tym względem.

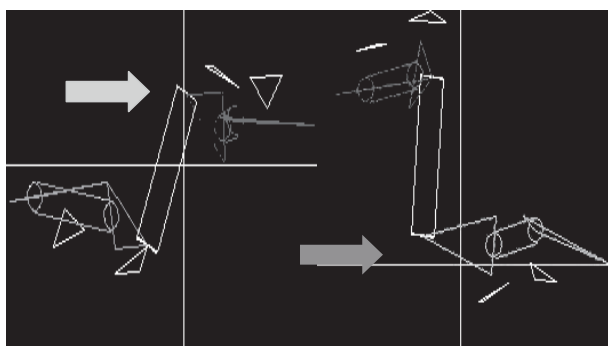


Ryc. 3. Przykładowy wydruk fragmentów raportu badania chodu (wyznaczniki dotyczące miednicy) u dziecka ze skoliozą lędźwiową o wartości kątowej 21° (strzałki wskazują wartości kątowe po obu stronach ciała w okresie pełnego podporu)
 Fig. 3. An example of parts of a report from a gait examination (pelvic markers) in a child with lumbar scoliosis, angle 21° (the arrows indicate the angle values on both sides of the body during the mid-stance period)



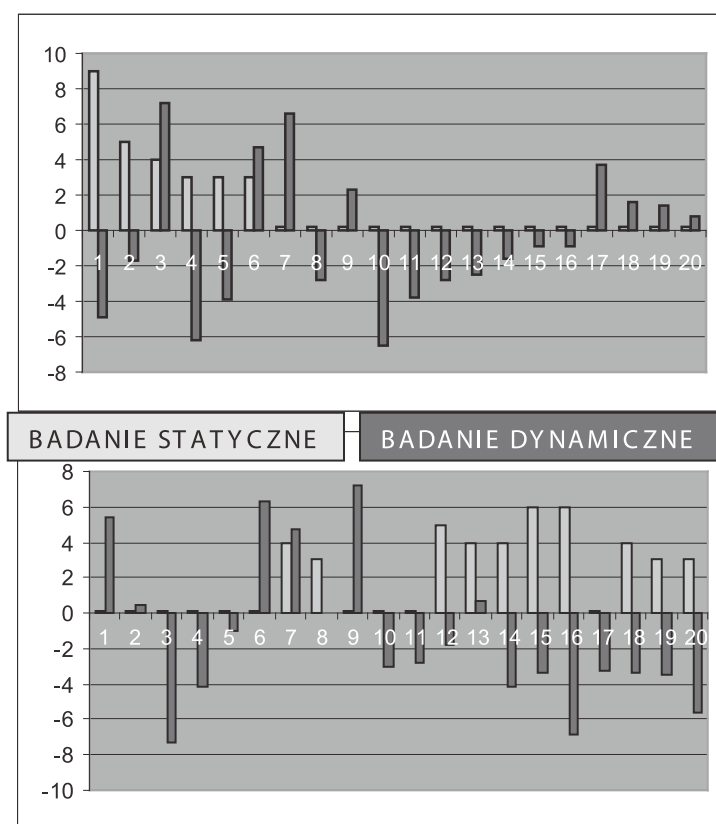
Ryc. 4. Rotacja miednicy w powiązaniu z kierunkiem skrzywienia poszczególnych badanych – w badaniu statycznym oraz podczas chodu (wartości ujemne w badaniu statycznym wskazują na zrotowanie miednicy w kierunku przeciwnym do kierunku skrzywienia)

Fig. 4. Pelvic rotation together with the direction of curvature in particular subjects, in static examination and while walking (negative values in the static examination indicate pelvic rotation in the direction opposite the direction of the curvature)



Ryc. 5. Po lewej normalna rotacja miednicy podczas wykroku nogą lewą, a po prawej jej nie dociąganie podczas wykroku prawą (ujemne wartości kąta rotacji)

Fig. 5. Left: normal pelvic rotation during a step forward with the left leg; right: failure to close during a step forward with the right leg (negative rotation angle)



Ryc. 6. Ustawienie miednicy u poszczególnych badanych – w statyce i podczas pełnego podporu jedno nogi – u góry po stronie skrzywienia, a u dołu po stronie przeciwnej (wartości ujemne wskazują na brak opadania miednicy)

Fig. 6. Placement of the pelvis in particular subjects, in standing position and during the mid-stance phase on one leg. Top: on the side of the curvature; bottom: on the opposite side (negative values indicate lack of pelvic drop)

dem, a obustronne wyniki nie różniły się statystycznie. Pewne zróżnicowanie wyników i wyraźną, aczkolwiek niejednoznaczną, pod względem kierunku asymetrię odnotowano także w zakresie przywodzenia uda po stronie podporowej (co pośrednio świadczy też o pewnych zmianach dotyczących poziomego przesuwania miednicy w kierunku nogi podporowej) oraz zgięcia kolana po tej stronie. Wyniki nie były jednak charakterystyczne.

Nieznaczne asymetrie wyników w zakresie wyznaczników dotyczących miednicy i kolana odnotowano też w grupie kontrolnej. Nie były one jednak ani charakterystyczne, ani na tyle duże, by obustronne wyniki różniły się istotnie (wszystkie $p > 0,9$). Dla podjętego tematu ważne jest natomiast stwierdzenie, że – poza subtelnymi wyjątkami – u dzieci i młodzieży z bocznym skrzywieniem kręgosłupa wyniki dotyczące wszystkich ocenianych wyznaczników chodu

mieściły się w zakresie normy, ograniczonej podwójnym odchyleniem standardowym od średniej grupy kontrolnej. Stwierdzone asymetrie wynikały natomiast z faktu, że uzyskane w grupie zasadniczej obustronne wyniki indywidualne układały się raz bliżej górnej, a raz dolnej granicy tej normy.

DYSKUSJA

Problem bocznych skrzywień kręgosłupa jest ciągle otwarty. Pomimo licznych badań i równie licznych teorii na ten temat, przyczyna w wielu przypadkach pozostaje nieustalona. Na dodatek, poza nielicznymi wyjątkami, właściwy początek skrzywienia jest trudno uchwytne, a kiedy mamy już z nim do czynienia, trudno jest z kolei jednoznacznie określić, które z obserwowanych zmian są pierwotne, a które wtórne. Niekiedy też obserwowane zmiany rozpatrywane są w ujęciu zbyt statycznym, w oderwaniu od powiązań funkcjonalnych zarówno w statyce, jak i podczas normalnych dla aktywności człowieka przemieszczeń ciała [4]. Zapomina się niejako, że w każdej z tych sytuacji konieczne jest dostosowanie układu ciała do zmieniających się warunków biomechanicznych [2,10].

Zainteresowanie ewentualnymi zaburzeniami chodu u osób ze skoliozami nie jest nowe. Opisywane są raczej zmiany obserwowane w zaawansowanych skoliozach, rozpatrywane w rozmaitym ujęciu. Wynika to nie tylko z możliwości badawczych danego ośrodka, ale przede wszystkim ze znacznej liczby parametrów, które mogą zmieniać się w czasie. Skoliozy umownie tylko rozpatrywane są jako zaburzenie układu ciała w płaszczyźnie czołowej. W rzeczywistości natomiast wszelkie zmiany w łańcuchach biokinematycznych zachodzą zawsze trójpłaszczyznowo [2,11]. Stąd też mamy do czynienia nie tylko z przemieszczaniem się segmentów ciała w powyższej płaszczyźnie, ale towarzyszą temu też, mniej nieraz uchwytne, zmiany w pozostałych i to nie koniecznie w obrębie tułowia, w postaci np. nieznacznej ugięcia jednej z kończyn dolnych czy nawet jej rotacji [9,12]. Szeroki zakres i różnorodność parametrów branych pod uwagę i prezentowanych w różnych publikacjach oraz spora gama wykorzystywanych w tym celu metod badawczych i określone zainteresowania badaczy konkretnymi wskaźnikami niestety utrudniają bezpośrednie porównania uzyskanych wyników. Podkreśla się jednak, że nieraz niemożliwe jest rozstrzygnięcie, czy pierwotnie były zaburzenia chodu a wtórnie skolioza, czy też odwrotnie. [3,6,7,13]

Uzyskane wyniki w pełni potwierdziły tezę, iż charakterystyczne dla skolioz zmiany w obrębie tułowia oraz kompensowanie nie zrównoważonego z tego powodu układu ciała poprzez zmiany ustawień w obrębie miednicy oraz w stawach kończyn dolnych po-

winno znaleźć też swoje odbicie we wzorcu chodu osoby z bocznym skrzywieniem kręgosłupa. Jak się okazało, nie wszystkie elementy zaburzonego w ten sposób wzorca chodu były charakterystyczne. Ich powiązane z nieprawidłowościami dotyczącymi postawy ciała poszczególnych badanych wykazało wprawdzie pewne prawidłowości, ale nie w każdym przypadku było to jednoznaczne. Sugeruje to, że stwierdzane odchylenia od prawidłowego wzorca chodu dzieci i młodzieży z niskostopniowymi skoliozami, pod postacią różnie nasilonych asymetrii elementów składających się na ten wzorec, stanowią składową trudnego raczej do przewidzenia wzorca kompensującego zaburzenie statyki ciała tych osób. Wytlumaczenie tego zjawiska jest stosunkowo proste. Poza pewnymi wyjątkami, początek rozwoju skoliozy bywa zwykle trudno uchwytne, rozwijają się one stopniowo, a dynamika tego rozwoju bywa osobniczo zróżnicowana. Obserwowany u wielu dzieci wadliwy sposób trzymania się świadczy o niedostatecznej informacji o defekcie, która to informacja jest niezbędna dla uruchomienia mechanizmów kompensacyjnych. Stąd też mechanizmy samostnej kompensacji u poszczególnych osób mogą pojawiać się w różnych momentach rozwoju skoliozy, a wzorce kompensacyjne mogą być zróżnicowane. Sprzyja temu zarówno osobniczy charakter możliwości kompensacyjnych, jak i znaczna liczba stopni swobody w stawach, w których mogą zachodzić kompensacyjne przemieszczenia segmentów ciała. Na dodatek, wszystko przypada na okres rozwoju, w którym zmieniają się warunki biomechaniczne rosnącego organizmu, wobec czego kształtowanie zdolności koordynacyjnych napotyka wciąż na nowe przestrzenne układy ciała [2,15].

Badania wykorzystujące urządzenia do analizy trójpłaszczyznowej ukazują wyraźną różnicę w parametrach chodu u osób ze skoliozami. Najbardziej widoczne jest to w analizie odchylen rotacji uda oraz zaburzeń rotacji miednicy. To sugerować może bezpośredni wpływ tych elementów na powstawanie skoliozy idiopatycznej. Autorzy tych badań uważają, że asymetria chodu może być podstawowym elementem wpływającym na zaburzenia równowagi i koordynacji powodujących w konsekwencji skrzywienie kręgosłupa. Sugeruje się, że pacjenci ze skoliozami wykazują zaburzenia równowagi w fazie podporu i wyraźną asymetrię parametrów chodu [14]. W. Dega zdefiniował kiedyś chód jako naprzemienne tracenie i odzyskiwanie równowagi w zmieniających się na przemian fazach podporu i przenoszenia [15]. Trudności z utrzymaniem równowagi w fazie podporu, zwłaszcza asymetryczne, mogą więc wskazywać na pewne zaburzenia w sferze zdolności koordynacyjnych. Być może dlatego, wspomniani autorzy sugerują, że obserwowane zaburzenia mogą być podstawo-

wą przyczyną bocznego skrzywienia kręgosłupa i dalszej jego progresji, aczkolwiek prawdopodobna jest też sekwencja odwrotna. W związku z tym istotnym elementem diagnozowania dzieci ze skoliozami jest zwrócenie uwagi na koordynację, a w terapii – stosowanie elementów łagodzących ewentualne zaburzenia dotyczące tej zdolności. W tym z kolei zakresie pewną rolę może odegrać też tzw. trening chodu.

W niskostopniowych skoliozach, na początku rozwoju nieprawidłowości, nie ma żadnego powodu po temu, by nieprawidłowy układ ciała charakteryzujący osoby z bocznym skrzywieniem kręgosłupa, znalazł bezpośrednie przeniesienie na ich sposób przemieszczania się w przestrzeni – chyba, że ewentualne zaburzenia chodu leżą w jakimś przypadku u podłoża rozwoju skoliozy. W rozwiniętych (wysokostopniowych) skoliozach, kiedy zmiany są już utrwalone, możliwości przemieszczeń sąsiadnych segmentów ciała w ramach łańcucha biokinematycznego stają się ograniczone. Ograniczenie to rzadziej dotyczy ogólnej liczby stopni swobody, a zawsze raczej zakresu ruchu w poszczególnych stawach. Wtedy też należy się spodziewać bardziej wyraźnych zmian wzorca chodu i wbudowania zmian postawno-lokomocyjnych w rozwinięty już nieprawidłowy nawyk ruchowy. W każdym jednak przypadku można się spodziewać indywidualnych wzorców kompensacyjnych, którym sprzyjają wspomniane już: znaczna liczba stopni swobody oraz indywidualne możliwości kompensacyjne rosnącego dziecka. Te indywidualne i trudne do przewidzenia możliwości samoistnej kompensacji stanowią natomiast swego rodzaju zagrożenie, gdyż u rozwijającego się i rosnącego osobnika stosunkowo łatwo o rozwój i utrwalenie się nieprawidłowych wzorców ruchowych. W ten sposób zaburzenie pozornie statyczne może też niekorzystnie odbić się na przyszłej sprawności danej osoby. W związku z tym, być może warto do programu szeroko rozumianego postępowania korekcyjnego wdrożyć też pewne elementy kształtujące właściwe wzorce chodu tych dzieci. Jeśli zaś nieprawidłowe wzorce lokomocyjne, związane z inną, choć równie nieuchwytną przyczyną leżą u podłoża rozwoju bocznego skrzywienia kręgosłupa, to takie postępowanie staje się już w pełni uzasadnione. Problem tylko w tym, jak obiektywnie ocenić lokomocję, skoro tego typu badania nie są jeszcze w pełni powszechne, aczkolwiek niektóre elementy asymetrii chodu są do wykrycia prostszymi metodami, nawet na podstawie zwykłej obserwacji.

WNIOSKI

1. Nieprawidłowości chodu u dzieci i młodzieży ze skoliozami I° na ogół nie noszą znamion patologii chodu w odniesieniu do norm dotyczących jego wyznaczników.
2. Skoliozom tym towarzyszy jednak asymetria wzorców lokomocyjnych, dotycząca przede wszystkim wyznaczników chodu związanych z miednicą.
3. Asymetrii chodu stwierdzanej u dzieci i młodzieży z niskostopniowymi skoliozami są niecharakterystyczne i zależą prawdopodobnie od indywidualnych możliwości kompensacyjnych każdego osobnika.

PIŚMIENNICTWO

1. Nowotny J. Feedback w reedukacji posturalnej. *Fizjoterapia Polska* 2001;1(1):51-58.
2. Nowotny J. Podstawy fizjoterapii. Kraków: Wyd. KASPER; 2004.
3. Saulicz E. Zaburzenia przestrzennego ustawienia miednicy w niskostopniowych skoliozach oraz możliwości ich korekcji. Katowice: Wyd. AWF; 2003.
4. Kaufman K. Gait asymmetry in patients with limb length inequality. *Pediatr Orthop* 1996;16(2):44-150.
5. Kramers-de Quervain. Gait analysis in patients with idiopathic scoliosis. *Eur Spine J* 2004;13(5):457.
6. Chockalingam N. Kinematic differences in lower gait analysis of scoliotic subjects. *Health Technol Inform* 2002; 19:173-177.
7. Mahaudens P. Influences of structural pelvic discords during standing and walking in adolescents with idiopathic scoliosis. *Spine J* 2005; 5 (4):427-433.
8. Nowotny J. Fototopografia z wykorzystaniem rastra optycznego i komputera jako sposób oceny postawy ciała. *Post Rehab* 1992;6(1):15-23.
9. Perry J. Gait analysis: normal and pathological function. Thorfare, Slack Inc; 1992.
10. Nowotny J. Edukacja i reedukacja ruchowa. Kraków: Wyd. KASPER; 2003.
11. Burwell R. Pathogenesis of idiopathic scoliosis. The Nottingham concept. *Acta Ortop Belg* 1992; 58(Suppl 1): 33-58.
12. Giakas G. Comparison of gait patterns between healthy and scoliotic patients using time and frequency domain analysis of ground reaction forces. *Spine* 1996; 21: 2235-2242.
13. Goldberg C. Adolescent idiopathic scoliosis and cerebral asymmetry. An examination of a nonspinal perceptual system. *Spine* 1995; 20(15):1685-1691.
14. Christensen K. Children and scoliosis. *Dynamic Chiropractic* 2001;19:4.
15. Dega W, Senger A. Ortopedia i rehabilitacja. Warszawa: PZWL; 1996.