

**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

**Aleksander Krawczyński<sup>1(B,D,E,F)</sup>, Tomasz Kotwicki<sup>2(A,B,C,D,E,F)</sup>,  
Andrzej Szulc<sup>2(D,G)</sup>, Włodzimierz Samborski<sup>1(D)</sup>**

<sup>1</sup> *Klinika Fizjoterapii, Reumatologii i Rehabilitacji AM, Poznań*

<sup>2</sup> *Katedra i Klinika Ortopedii Dziecięcej AM, Poznań*

## Kliniczny i radiologiczny pomiar rotacji kręgów u chorych ze skoliozą idiopatyczną

*Clinical and radiological assessment of vertebral rotation in idiopathic scoliosis*

**Słowa kluczowe:** skoliometr, kąt rotacji tułowia (KRT), kąt Cobba, kąt rotacji osiowej Perdriolle'a (KROP)

**Key words:** scoliometer, angle of trunk rotation (ATR), Cobb angle, Perdriolle angle of axial rotation

### STRESZCZENIE

**Wstęp.** Skolioza idiopatyczna jest zniekształceniem kręgosłupa w trzech płaszczyznach przestrzeni. Jednym ze sposobów oceny klinicznej deformacji rotacyjnej zachodzącej w płaszczyźnie poprzecznej jest pomiar kąta rotacji tułowia przy użyciu skoliometru. Celem pracy było zbadanie zależności pomiędzy kątem rotacji tułowia a parametrami radiologicznymi, opisującymi stopień rotacji kręgów (kąt Perdriolle'a) oraz wielkość skrzywienia (kąt Cobba).

**Material i metody.** Zbadano 50 dzieci ze skoliozą strukturalną jedno- lub dwułukową, łącznie 65 wygięć skoliozycznych. Wykonano pomiar kąta rotacji tułowia skoliometrem oraz pomiar kąta rotacji osiowej kręgu szczytowego sposobem Perdriolle'a i pomiar kąta skrzywienia sposobem Cobba.

**Wyniki.** W skoliozach piersiowych stwierdzono silną dodatnią korelację liniową pomiędzy badanymi parametrami. Siła korelacji w wygięciach lędźwiowych była mniejsza. Skoliozy piersiowe wykazywały mniejsze wartości kąta rotacji osiowej kręgu szczytowego oraz większe wartości kąta rotacji tułowia niż skoliozy lędźwiowe o podobnych wartościach kąta Cobba.

**Wnioski.** Pomiar kąta rotacji tułowia skoliometrem pozwala na przybliżone określenie wartości katowej skrzywienia piersiowego a stosowanie skoliometru może ograniczyć liczbę wykonywanych zdjęć rentgenowskich.

### SUMMARY

**Background.** Idiopathic scoliosis is a three-dimensional deformity of the spine and the trunk. The principal clinical method of estimating the rotational deformity in the transverse plane of the body is the measurement of the angle of trunk rotation with a scoliometer. The aim of our study was to investigate the relationship between the angle of trunk rotation and two radiological parameters: the Perdriolle angle of axial rotation and the Cobb angle of spinal curvature.

**Material and methods.** 50 children with single or double scoliosis (total of 65 curves) were examined clinically and radiologically. For each patient the angle of trunk rotation was measured with a Bunnell scoliometer, while the Cobb angle and the Perdriolle angle were calculated in an A-P standing radiograph.

**Results.** A strong positive linear correlation was found among the three parameters in thoracic curves. The correlation was less significant in lumbar curves. Thoracic curves revealed higher values of the angle of trunk rotation and lower values of the Perdriolle angle than the lumbar curves matched for Cobb angle.

**Conclusions.** Clinical measurement of the angle of trunk rotation using a scoliometer can predict the value of the angle of the curve in thoracic scoliosis. This might replace a certain amount of radiological examination and reduce patient radiation exposure.

Liczba słów/Word count: 2202

Tabele/Tables: 2

Ryciny/Figures: 4

Piśmiennictwo/References: 12

Adres do korespondencji / Address for correspondence

dr Aleksander Krawczyński

Klinika Fizjoterapii, Reumatologii i Rehabilitacji, e-mail: olor1@tlen.pl, kotwicki@amp.edu.pl  
61-545 Poznań, ul. 28 czerwca 1956 r. 135/147, tel./fax: (0-61) 831-02-44

Otrzymano / Received

03.04.2006 r.

Zaakceptowano / Accepted

21.09.2006 r.

## WSTĘP

Skolioza, w tym również idiopatyczna, jest trój- płaszczyznowym skrzywieniem kręgosłupa (obejmującym trzy płaszczyzny: strzałkową, czołową i poprzeczną). W płaszczyźnie strzałkowej występuje zmniejszenie kifozy piersiowej lub lordozy lędźwiowej. W płaszczyźnie czołowej stwierdza się wygięcie kręgosłupa w bok. Rotację i torsję kręgow obserwuje się w płaszczyźnie poprzecznej [1].

Badanie symetrii tułowia w skłonie do przodu nazywane jest w piśmiennictwie anglosaskim testem Adamsa. Test Adamsa jest najczulszym sposobem wykrywania rotacji kręgosłupa i skoliozy. Obiektywna ocena asymetrii tułowia jest możliwa dzięki użyciu skoliometru Bunnella, który mierzy kąt rotacji tułowia (KRT). Skoliometr to rodzaj poziomicy z tworzywa sztucznego, w której zatopiona jest łukowato wygięta rurka wypełniona cieczą, a poruszająca się kropla rtęci wskazuje wartość kąta rotacji tułowia. Skoliometr jest popularnym w Stanach Zjednoczonych przyrządem służącym do badania przesiewowego w szkole [2]. Ma zastosowanie w badaniach klinicznych dzieci ze skoliozą [3], do oceny wpływu wiotkości stawów na rotację kręgosłupa w skoliozach [4], do analizy wyników leczenia operacyjnego skolioz [5].

Zasadniczym badaniem dodatkowym w skoliozie jest zdjęcie rentgenowskie kręgosłupa wykonane w projekcji przednio-tylnej, w pozycji stojącej, umożliwiające pomiar kąta skrzywienia sposobem Cobba [6] oraz kąta rotacji osiowej kręgow metodą Perdriolle'a [7].

Celem pracy było zbadanie zależności pomiędzy klinicznymi i radiologicznymi parametrami opisującymi zniekształcenie kręgosłupa i tułowia w płaszczyźnie poprzecznej ciała (rotację kręgow) u dzieci ze skoliozą. Dla zrealizowania tego celu oceniono zależność między kątem rotacji tułowia zmierzonym przy pomocy skoliometru a kątem rotacji osiowej

kręgu wg Perdriolle'a (KROP) i kątem skrzywienia wg Cobba.

## MATERIAŁ I METODY

Badaniem prospektywnym objęto 50 dzieci (42 dziewcząt i 8 chłopców) leczonych w Katedrze i Klinice Ortopedii i Traumatologii Dziecięcej AM w Poznaniu oraz w Poradni Ortopedycznej przy ORSK nr 4 AM w Poznaniu. Badania wykonano dla każdego strukturalnego skrzywienia, to znaczy u dzieci ze skoliozą dwułukową analizowano osobno skrzywienie piersiowe i osobno lędźwiowe. Łączna liczba analizowanych wygięć kręgosłupa wynosiła 65 (15 dzieci ze skoliozą dwułukową i 35 dzieci ze skoliozą jednołukową). 21 chorych było prowadzonych fizjoterapią obejmującą codzienne wykonywanie ćwiczeń w warunkach domowych, 15 chorych było przyjętych do Kliniki celem leczenia operacyjnego, a 14 dzieci było skierowanych do leczenia gorsetem Cheneau.

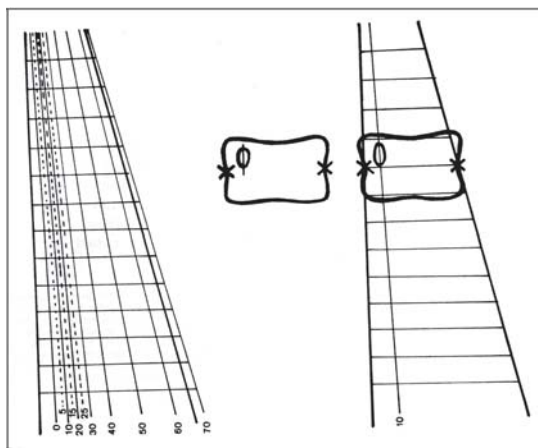
Pomiar kąta rotacji tułowia przy użyciu skoliometru wykonano w pozycji stojącej w skłonie do przodu. Badający obserwował tułów dziecka w celu wyznaczenia pozycji, w której najbardziej uwidaczniał się garb żebrowy lub wał lędźwiowy. W przypadku oceny rotacji w odcinku lędźwiowym badany wykonywał głębszy skłon niż przy badaniu kręgosłupa piersiowego. U chorych ze skoliozą jednołukową wykonano jeden pomiar, a u chorych ze skoliozą dwułukową wykonano jeden pomiar dla kręgosłupa piersiowego i jeden dla lędźwiowego. Skoliometr przykładano do pleców chorego prostopadle do długiej osi kręgosłupa, tak, aby „0” znajdowało się nad wyrostkami kolczystymi (Ryc. 1).

Kąt skoliozy wyznaczono sposobem Cobba na radiogramie kręgosłupa wykonanym w pozycji stojącej, w projekcji przednio-tylnej. Zdjęcie rentgenowskie obejmowało cały kręgosłup wraz z miednicą. Zlokaliz-



Ryc. 1. Pomiar KRT przy pomocy skoliometru w skłonie do przodu (test Adamsa)

Fig. 1. Measurement of the angle of trunk rotation (ATR) with a scoliometer in the Adams test (bending forward)



Ryc. 2. Torsjometr Perdriolle'a i sposób jego użycia  
Fig. 2. A Perdriolle torsionmeter and its use

zowano kręgi graniczne (KG) skoliozy, wykreślono linię styczną do górnej krawędzi górnego KG i linię styczną do dolnej krawędzi dolnego KG. W miejscu przecięcia prostopadłych do tych linii odczytano kąt skrzywienia przy użyciu kątomierza (goniometru).

Pomiar kąta rotacji osiowej (KROP) kręgu szczytowego wykonano metodą Perdriolle'a. Do wyznaczenia KROP służył ten sam radiogram, co do wyznaczenia kąta Cobba. Kąt rotacji osiowej mierzono w obrębie kręgu szczytowego, to znaczy kręgu najbardziej oddalonego od linii pośrodkowej ciała, ustawionego poziomo, o największej rotacji osiowej i sklinowaceni trzonu. Do wyznaczenia kąta rotacji osiowej posłużono się torsjometrem Perdriolle'a (Ryc. 2). Wyznaczono boczne krawędzie trzonu w miejscach najbardziej wklęsłych oraz środek nasady łuku znajdującej się po wypukłej stronie skoliozy (środek elipsy). Po przyłożeniu torsjometru w taki sposób, aby jego skrajne linie znajdowały się ponad bocznymi krawędziami trzonu, odczytano kąt na podstawie linii przebiegającej przez środek nasady łuku.

Dla każdego parametru (KRT, kąt Cobba, KROP) wyznaczono wartość minimalną, maksymalną, śred-

nią i odchylenie standardowe. Sprawdzono normalność rozkładu cechy przy pomocy testu Kołmogorowa-Smirnova. Z uwagi na istnienie normalności rozkładu do badania zależności pomiędzy parametrami, zastosowano współczynnik korelacji liniowej Pearsona. Poziom istotności przyjęto  $p = 0,05$ . Obliczenia przeprowadzono dla wszystkich badanych skrzywień ( $n=65$ ). Następnie obliczenia przeprowadzono osobno dla podgrupy skrzywień piersiowych (podgrupa A,  $n=27$ ) i dla skrzywień lędźwiowych (podgrupa B,  $n=24$ ). Przy kwalifikacji do podgrup A i B wykluczono skoliozy o wartości kąta Cobba większej niż 70, gdyż oczekiwano, że w dużych skoliozach zaburzenia rośnięcia elementów kostnych na skutek asymetrii pociągania przez mięśnie i więzadła (torsja kręgów i żeber) mogą w istotny sposób wpłynąć na wartość rotacji.

## WYNIKI

Wartości średnie, maksymalne i minimalne oraz odchylenie standardowe dla trzech mierzonych parametrów podano w Tabeli 1. Wartości współczynni-

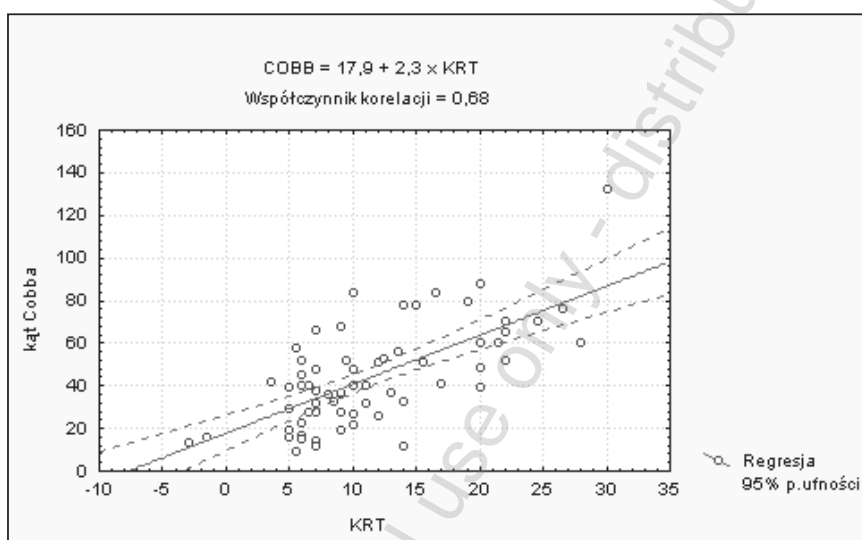
Tab. 1. Wartości średnie, maksymalne i minimalne oraz odchylenie standardowe dla mierzonych parametrów

Tab. 1. Mean, maximum, minimum, and standard deviation for the measured parameters (KRT = angle of trunk rotation, KROP = Perdriolle angle)

	KRT	Cobb	KROP
Wszystkie badane skrzywienia $n=65$	$11,6^\circ \pm 6,8^\circ$ ( $-3^\circ \div 30^\circ$ )	$44,2^\circ \pm 23,4^\circ$ ( $10^\circ \div 132^\circ$ )	$21,4^\circ \pm 12,3^\circ$ ( $2^\circ \div 55^\circ$ )
Podgrupa A $n=27$	$12,2^\circ \pm 6,2^\circ$ ( $5^\circ \div 28^\circ$ )	$38,5^\circ \pm 16,9^\circ$ ( $12^\circ \div 70^\circ$ )	$16,4^\circ \pm 11^\circ$ ( $2^\circ \div 40^\circ$ )
Podgrupa B $n=24$	$7,4^\circ \pm 4,7^\circ$ ( $-3^\circ \div 20^\circ$ )	$35,7^\circ \pm 15,8^\circ$ ( $12^\circ \div 66^\circ$ )	$20,9^\circ \pm 11^\circ$ ( $5^\circ \div 43^\circ$ )

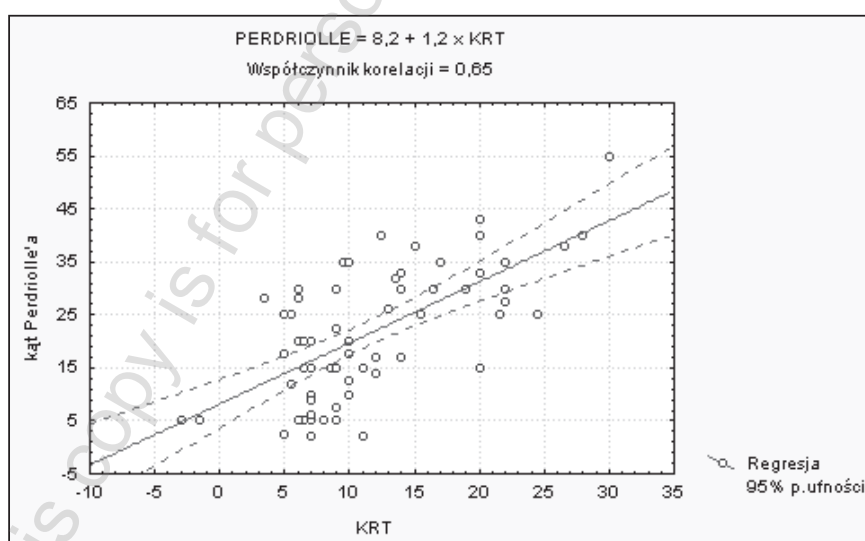
Tab. 2. Wartość współczynnika korelacji liniowej Pearsona wyznaczona dla zależności pomiędzy badanymi parametrami  
 Tab. 2. Pearson correlation coefficients for the analyzed parameters. (KRT = angle of trunk rotation, KROP = Perdriolle angle)

	N	Współczynnik Pearsona		
		Zależność pomiędzy KRT i kątem Cobba	Zależność pomiędzy KRT i KROP	Zależność pomiędzy KROP i kątem Cobba
Wszystkie badane skrzywienia	65	0,68	0,65	0,74
Podgrupa A	27	0,72	0,71	0,72
Podgrupa B	24	0,36	0,60	0,56



Ryc. 3. Zależność KRT i kąta Cobba dla wszystkich badanych skrzywień (n=65)

Fig. 3. Correlation of ATR and Cobb angle for all examined curvatures (n=65)



Ryc. 4. Zależność KRT i KROP dla wszystkich badanych skrzywień (n=65)

Fig. 4. Correlation of ATR and Perdriolle angle for all examined curvatures (n=65)

ków korelacji liniowej Pearsona dla badanych zależności przedstawiono w Tabeli 2, a wykresy korelacji ilustrują Ryciny 3 i 4.

Podgrupa A i podgrupa B wykazywały jednakowe wartości kąta Cobba:  $38,5 \pm 16,9$  oraz  $35,7 \pm 15,8$  stopni; różnica między średnimi była nieistotna statystycznie ( $p = 0,2727$ ). W zakresie kąta rotacji tułowia wystąpiła istotna statystycznie różnica ( $p < 0,01$ ) pomiędzy średnimi, przy czym wartości KRT były większe w podgrupie A (wygięcia piersiowe) niż w podgrupie B (wygięcia lędźwiowe). W zakresie kąta rotacji osiowej kręgu szczytowego Perdriolle'a różnica pomiędzy średnimi dla obu podgrup była bliska znamiennej ( $p = 0,0756$ ), przy czym wartości KROP były większe w podgrupie B (wygięcia lędźwiowe) niż w podgrupie A (wygięcia piersiowe).

## DYSKUSJA

Po przeprowadzeniu pomiarów przy użyciu skoliometru stwierdzono, że jest to urządzenie proste w budowie i praktyczne w użyciu. Sposób przeprowadzania pomiaru nie jest skomplikowany dla badającego ani uciążliwy dla osoby badanej. Podczas badania powinno się przestrzegać pozycji wyjściowej. Szczególnie należy zwrócić uwagę na dokładne złączenie dłoni (jak przy skoku do wody) oraz prawidłowe ustawienie kończyn dolnych (stopy w niewielkim rozkroku, kolana wyprostowane). Dzieci ze skróceniem mięśni kulszowo-goleniowych mogą mieć trudności z wykonaniem pełnego skłonu tułowia. Pomiar kąta rotacji tułowia można wówczas wykonać w pozycji siedzącej [8], względnie posłużyć się nieinwazyjnymi metodami topografii powierzchniowej [9]. W dostępnym piśmiennictwie nie znaleźliśmy prac o podobnej konstrukcji metodologicznej, gdyż zazwyczaj autorzy koncentrują się na badaniu radiologicznym [10,11].

Uzyskane różnice w wynikach pomiędzy podgrupami A i B można, naszym zdaniem, wyjaśnić budową anatomiczną grzbietu. Obecność żeber w kręgosłupie piersiowym powoduje efekt wzmocnienia rotacji kręgów, podczas gdy w kręgosłupie lędźwiowym wypukła się jedynie warstwa mięśni grzbietu leżąca na wyrostkach poprzecznych kręgów lędźwiowych.

Analiza przeprowadzona dla jednorodnego materiału skrzywień piersiowych (podgrupa A) wykazała istnienie silnej dodatniej korelacji liniowej pomiędzy KRT i kątem Cobba (współczynnik Pearsona = 0,72) oraz pomiędzy KRT i kątem Perdriolle'a (współczynnik Pearsona = 0,71). Na tej podstawie można sądzić, że skoliometr jest wiarygodnym przyrządem do oceny skolioz piersiowych.

Analiza przeprowadzona dla skrzywień lędźwiowych (podgrupa B) wykazała słabszą korelację po-

między badanymi parametrami, w szczególności pomiędzy KRT i kątem Cobba ( $r=0,36$ ). Fakt, że dla 10 chorych o zbliżonych wartościach KRT wynoszących 6 lub 7 stopni, odnotowano kąt Cobba w zakresie od 16 do 65 stopni, świadczy, że przewidywanie wartości kąta skrzywienia w oparciu o odczyt ze skoliometru jest dla wygięć lędźwiowych problematyczne. Stawia to pod znakiem zapytania zalecenie Bunnella, aby w trakcie badań przesiewowych do specjalisty kierować dzieci z KRT wynoszącym co najmniej 7 stopni [2].

Korovessis i Stamatakis przebadali przy użyciu skoliometru 10.109 dzieci szkolnych, z których 442 poddano szczegółowej analizie, kierując się następującymi kryteriami: zgoda rodziców i dzieci, wiek 8-16 lat, wartość KRT minimum 7°, równa długość kończyn dolnych w badaniu klinicznym, skrzywienie idiopatyczne [12]. Autorzy stwierdzili wysoką zgodność wewnątrzgrupową i międzygrupową przy badaniu skoliometrem. Czulość badania wynosiła 1,0, a specyficzność 0,95. Stwierdzili dodatnią korelację liniową pomiędzy kątem rotacji tułowia a kątem Cobba dla skrzywień piersiowych i lędźwiowych, przy czym, w odróżnieniu od wyników niniejszej pracy, istotność korelacji była większa dla wygięć lędźwiowych. Zależność pomiędzy KRT i kątem Perdriolle'a była znamienna w kręgosłupie lędźwiowym, ale nie w piersiowym, co jest wynikiem odmiennym od uzyskanego w niniejszych badaniach.

## WNIOSKI

1. W idiopatycznych skoliozach piersiowych istnieje silna dodatnia korelacja liniowa pomiędzy wartościami kąta rotacji tułowia mierzonymi przy pomocy skoliometru Bunnella a kątem skrzywienia wg Cobba i kątem rotacji osiowej kręgu szczytowego skoliozy wg Perdriolle'a.
2. Pomiar zniekształcenia tułowia skoliometrem pozwala na przybliżone określenie wartości katowej skoliozy piersiowej, a jego stosowanie może przyczynić się do ograniczenia liczby zdjęć rentgenowskich.

## PIŚMIENNICTWO

1. Weinstein SL. The pediatric spine. Principles and practice. New York: Raven Press; 1994
2. Bunnell WP. An objective criterion for scoliosis screening. J Bone Joint Surg 1984; 66A: 1381-1387
3. Korovessis P, Koureas G, Zacharatos S, Papazisis Z. Backpacks, back pain, sagittal spinal curves and trunk alignment in adolescents: a logistic and multinomial logistic analysis. Spine 2005; 30: 247-255
4. Erkula G, Kiter AE, Kilic BA, Er E, Demirkan F, Sponsel-

- ler PD. The relation of joint laxity and trunk rotation. *J Pediatr Orthop B* 2005; 14: 38-41
5. Schulte TL, Liljenqvist U, Hierholzer E, Bullmann V, Halm HF, Lauber S, Hackenberg L. Spontaneous correction and derotation of secondary curves after selective anterior fusion of idiopathic scoliosis. *Spine* 2006; 31: 315-321
  6. Cobb JR. Outline for the study of scoliosis. Course lectures. *Amer Acad Orthop* 1948: 261
  7. Perdriolle R. La scoliose. Son etude tridimensionelle. Paris: Maloine Editeur; 1979
  8. Lorkowska M. Zmienność asymetrii tułowia ocenianej skoliometrem u dzieci ze skoliozą idiopatyczną w zależności od sposobu badania. Praca magisterska. Wydział Nauk o Zdrowiu, Akademia Medyczna w Poznaniu, 2003
  9. Hackenberg L, Hierholzer E, Bullmann V, Liljenqvist U, Gotze C. Rasterstereographic analysis of axial back surface rotation in standing versus forward bending posture in idiopathic scoliosis. *Eur Spine J* 2006; 1: 1-6
  10. Pucher A, Nowicki J, Kaczmarek W, Ceglarski P, Kucharski J. Odległe wyniki leczenia operacyjnego skolioz idiopatycznych metodą Cotrela-Dubousseta. *Ortop Traumat Rehab* 2005; 7: 243-250
  11. Dumala J, Dobosiewicz K, Kotwicki T, Jendrzek H. Wpływ asymetrycznej mobilizacji tułowia na wartość kąta Cobba i rotacji w przypadkach skolioz idiopatycznych u dzieci i młodzieży. *Ortop Traumat Rehab* 2003; 5: 80-85
  12. Korovessis PG, Stamatakis MV. Prediction of scoliotic Cobb angle with the use of the scoliometer. *Spine* 1996; 21 (14): 1661-1666.