

# Ocena stanu odżywienia dzieci i młodzieży ze skoliozą idiopatyczną – badanie pilotażowe

## Evaluation of Nutritional Status of Children and Adolescents with Idiopathic Scoliosis – a Pilot Study

Edyta Matusik<sup>1(A,B,D,E,F)</sup>, Jacek Durmała<sup>1(A,D,E,F)</sup>, Paweł Matusik<sup>2(A,C,D,E,F)</sup>,  
Jerzy Piotrowski<sup>1(B,D)</sup>

<sup>1</sup> Katedra i Klinika Rehabilitacji, Śląski Uniwersytet Medyczny, Katowice

<sup>2</sup> Katedra i Klinika Pediatrii, Endokrynologii i Diabetologii Dziecięcej, Śląski Uniwersytet Medyczny, Katowice

<sup>1</sup> Department of Rehabilitation, Medical University of Silesia, Katowice, Poland

<sup>2</sup> Department of Pediatrics, Pediatric Endocrinology and Diabetology, Medical University of Silesia, Katowice, Poland

### STRESZCZENIE

**Wstęp.** Skład masy ciała zmienia się w okresie rozwojowym i jest znacząco różny u dzieci ze skoliozą idiopatyczną (SI). Celem badania była ocena stopnia odżywienia pacjentów z SI w oparciu o standardowe pomiary antropometryczne oraz metodę bioimpedancji (BIA).

**Material i metody.** Grupę badaną stanowiło 59 chorych z SI (45 dziewcząt/14 chłopców) – średni wiek 13,4 ± 2,67 roku. Ocena radiologiczna krzywizny polegała na wyznaczeniu kąta Cobba i kąta rotacji osiowej kręgu szczytowego skrzywienia (AVR). W grupie badanej wykonano pomiary: wzrostu, masy ciała, obwodu talii i bioder. Obliczono wskaźnik masy ciała (BMI), BMI Z-score, wskaźnik talia/wzrost (WHtR) i wskaźnik talia/biodra (WHR). Skład masy ciała oceniono za pomocą analizatora bioimpedancji.

**Wyniki.** 64,4% dzieci miało prawidłową masę ciała, 23,7% z nich miało niedowagę a 11,9% nadwagę lub otyłość. Pacjenci z typem dziecięcym SI mieli częściej niedowagę, a rzadziej nadwagę i otyłość niż grupa z młodzieńczą postacią choroby. Prawidłowy stopień odżywienia był stwierdzany znamienne częściej w grupie dziewcząt. Skład masy ciała korelował znamienne z nasileniem skoliozy w grupie badanej. Wyższe wskaźniki korelacji stwierdzono w grupie z nadwagą i otyłością, lecz znamienność statystyczną stwierdzono tylko dla masy mięśniowej. Wartość WHtR korelowała znamienne z wielkością krzywizny w całej grupie, jak i młodzieńczej SI oraz u dziewcząt. Kąt Cobba i AVR korelowały znamienne zarówno ze stopniem (BMI Z-score) nadwagi (dodatnio), jak i niedowagi (ujemnie).

**Wnioski.** 1. Częstość występowania otyłości i nadwagi wydaje się być podobna u dzieci z młodzieńczą postacią skoliozy idiopatycznej jak w populacji ogólnej. 2. Wielkość skrzywienia kręgosłupa u pacjentów z SI wydaje się być zależna od składu masy ciała zwłaszcza u osób z nadwagą i otyłością. 3. Rozmieszczenie tkanki tłuszczowej (WHtR) wydaje się mieć istotny związek z wielkością skoliozy. 4. Wskazane są dalsze badania stanu odżywienia dzieci i młodzieży ze skoliozą idiopatyczną.

**Słowa kluczowe:** skolioza idiopatyczna, skład masy ciała, pomiary antropometryczne

### SUMMARY

**Background.** Body composition changes during childhood and adolescence. It is markedly different in children with idiopathic scoliosis (IS). This study was carried out to assess the nutritional status of patients with IS based on standard anthropometric indices and bioimpedance measurements (BIA).

**Material and methods.** 59 patients with IS (45 girls/ 14 boys) at a mean age of 13.37 ± 2.67 years were qualified into the study. Scoliotic curves were assessed radiographically by measuring Cobb's angle and apical vertebral rotation (AVR, standing A-P view). Height, weight, waist and hip circumferences were measured and the body mass index (BMI), BMI Z-score, waist/height ratio (WHtR) and waist/hip ratio (WHR) were calculated for each participant. A bioelectrical impedance analyzer was used to assess body composition in every child.

**Results.** 64.4% of the children in the study had normal weight, while 23.7% of them were underweight and 11.9% overweight or obese. More patients in the juvenile IS group were underweight and fewer were overweight compared with the adolescent IS (AIS) group. Normal nutritional status was found significantly more frequently in girls. Body composition correlated significantly with scoliotic curve severity in the study group. Higher correlation coefficients were seen in overweight and obese patients, but significance was reached only for predicted muscle mass. WHtR correlated significantly with curve severity in the entire group, in AIS patients and in girls. Scoliotic curve severity also correlated significantly with the degree, as measured by the BMI Z-score, of both overweight (positively) and underweight (negatively).

**Conclusions.** 1. Overweight and obesity appear to have a similar prevalence in scoliotic adolescents and in the general pediatric population. 2. Scoliotic curve severity appears to be related to body composition parameters, especially in overweight and obese patients. 3. Adipose tissue distribution measured by WHtR seems to be significantly related to the clinical grade of IS. 4. Further investigations concerning the nutritional status of children and adolescents with IS are recommended.

**Key words:** idiopathic scoliosis, body composition, anthropometric measurements,

## WSTĘP

Skolioza idiopatyczna (SI) jest najczęstszą postacią bocznego skrzywienia kręgosłupa w wieku rozwojowym. Podstawowym problemem osób dotkniętych tym schorzeniem jest ryzyko progresji stwierdzonego zniekształcenia. Obecnie w patogenezie i rozwoju tej choroby rozważany jest udział wielu czynników [1-6]. Właściwy skład masy ciała, na którą składa się tkanka tłuszczowa i tzw. tkanka beztłuszczowa, której główną składową są mięśnie szkieletowe, jest kluczowy w prawidłowym wzrastaniu i stabilizacji układu kostnego, w tym kręgosłupa. Klasyczna ocena stanu odżywienia dzieci oparta jest na pomiarach wzrostu, masy ciała i wyznaczeniu wskaźnika masy ciała (BMI) oraz interpretacji uzyskanych wyników przy pomocy centylowych układów odniesienia. Przeprowadzone w ten sposób pomiary nie dają jednak żadnych informacji na temat składu masy ciała oraz rozmieszczenia jej poszczególnych składowych (np. tkanki tłuszczowej). Większość wyników badań wskazuje na fakt, że dzieci z SI mają niższy wskaźnik masy ciała niż populacja zdrowa [7-9]. Obecnie jednak, jednym z głównych problemów zdrowotnych urastających do miana epidemii jest otyłość wieku rozwojowego [10-15]. Pojawiły się więc pierwsze doniesienia, które wykazały związek nadmiernej masy ciała z nasileniem skrzywienia u dzieci z SI [16, 17]. Uprzednio prowadzone badania mające na celu ocenę stanu odżywienia u dzieci i młodzieży z SI opierały się na klasycznych parametrach antropometrycznych (wzrost, masa ciała, BMI) lub ocenie składu masy ciała opartej na trudnych technicznie pomiarach fałdów skórno-tłuszczowych [7,18-22]. Parametrami obecnie wykorzystywanymi do oceny rozmieszczenia tkanki tłuszczowej w organizmie są pomiary obwodów w talii i biodrach oraz wyznaczanie współczynnika talia/biodra (WHR – waist/hip ratio), który jest zależny od płci i wieku, oraz wskaźnika talia/wzrost (WHtR – waist/height ratio), którego wartość powyżej 0,5 wskazuje na otyłość brzuszną. Przydatność praktyczna WHtR jest obecnie mocno akcentowana w literaturze [23,24]. W chwili obecnej dysponujemy także nieinwazyjną techniką pomiaru składu ciała opartą na ocenie tzw. bioimpedancji (oporności biologicznej) tkanek (BIA – bioimpedance analysis). Metodologicznie pomiar opiera się na założeniu, że tkanki lepiej uwodnione z większą zawartością elektrolitów stawiają mniejszy opór niż tkanka o mniejszym uwodnieniu, jaką jest tkanka tłuszczowa. Wynik pomiaru zawiera, więc dane dotyczące zawartości tkanki tłuszczowej, beztłuszczowej, w tym tkanki mięśniowej oraz całkowitą zawartość wody w organizmie. Przeprowadzone badania porównawcze wyka-

## BACKGROUND

Idiopathic scoliosis (SI) is the most common form of spinal deformity in childhood and adolescence. The essential problem in this group of patients is the possibility of deformity progression. At present, a number of factors are being investigated as important for the pathogenesis and development of scoliosis [1-6]. Proper body composition, consisting of adipose tissue and fat free mass (of which the main component is skeletal muscles), is essential for normal growth and stabilization of the skeletal system, including the vertebral column. Standard procedures used for nutritional status assessment in children are height and weight measurements and body mass index (BMI) calculation. The results are interpreted by being plotted against appropriate reference percentile charts for each parameter. However, this approach to anthropometric analysis does not yield any information about body composition components and adipose tissue distribution. Most studies of scoliotic children indicate that their body mass index is lower than in the healthy population [7-9]. Nowadays, the most important health problem, reaching epidemic proportions, is obesity in children and adolescents [10-15]. The first reports showing correlation between overweight and scoliotic curve severity in children with IS have recently been published [16,17]. Previous studies conducted in IS children and adolescents were based on standard anthropometric parameters (height, weight, BMI) or body composition analysis evaluated by skin fold measurements, which are technically difficult [7,18-22]. Parameters which are currently widely used to assess adipose tissue distribution are waist and hip circumferences, the waist to hip ratio (WHR), and the waist to height ratio (WHtR). WHtR values over 0.5 indicate visceral (abdominal) obesity. The practical utility of WHtR has recently been emphasized in the literature [23,24]. Currently a new noninvasive body composition assessment technique is available, based on bioimpedance (biological impedance, BIA) of different tissues. Methodologically this measurement is based on the assumption that more hydrated tissues that are richer in electrolytes have lower impedance than adipose tissue, which is less hydrated. Thus the results of BIA measurement provide data about fatty tissue, fat free mass (with predicted muscle mass), and total body water percentage. Comparative studies have demonstrated a significant correlation between BIA data and body composition measured by densitometry (DXA) [25,26], which is the golden standard for that kind of analysis. Unfortunately, DXA is associated with exposure to X-ray radiation, making it a method of limited use in chil-

zały znamiennej korelację uzyskiwanych wyników w badaniu BIA w odniesieniu do badania densytometrycznego (DXA) [25,26], które w tego typu badaniach uznawane jest za złoty standard, lecz wiąże się z wykorzystaniem promieniowania rentgenowskiego, co powoduje, że jego szerokie stosowanie u dzieci jest ograniczone. Proces walidacji BIA w grupie rozwojowej zaowocował opracowaniem norm i siatek centylowych dla zdrowej populacji dziecięcej [27]. Celem pracy była ocena stopnia odżywienia dzieci i młodzieży ze skoliozą idiopatyczną, za pomocą klasycznych metod antropometrycznych (wzrost, masa ciała, BMI), parametrów rozmieszczenia tkanki tłuszczowej (WHR, WHtR) oraz analizy składu ciała z wykorzystaniem metody bioimpedancji tkankowej (BIA), w odniesieniu do parametrów zaawansowania skoliozy.

## MATERIAŁ I METODY

Grupę badaną stanowiło 60 pacjentów włączonych do badania na podstawie dwóch głównych kryteriów: 1) rozpoznanie skoliozy idiopatycznej; 2) uzyskanie zgody pacjenta (w wieku powyżej 16 lat) i/lub jego prawnego opiekuna na wykonanie badania. Na przeprowadzenie badań uzyskano zgodę Komisji Bioetycznej Śląskiego Uniwersytetu Medycznego w Katowicach.

Kryteria wyłączenia pacjenta z analizy to:

- Choroby nerwowo-mięśniowe
- Schorzenia endokrynologiczne,
- Dysplazje układu szkieletowego,
- Choroby tkanki łącznej,
- Upośledzenie umysłowe,
- Zaburzenia metaboliczne i gospodarki wapniowo – fosforanowej mające wpływ na mineralizację tkanki kostnej,
- Inne wrodzone zniekształcenia narządu ruchu,
- Sterydoterapia i złamania w wywiadzie,
- Uprzednie leczenie operacyjne skoliozy.

W czasie dwóch miesięcy analizę stanu odżywienia wykonano u wszystkich 60 pacjentów z rozpoznaną skoliozą idiopatyczną (SI) przyjętych celem leczenia zachowawczego do Kliniki Rehabilitacji Śląskiego Uniwersytetu Medycznego w Katowicach. Z dalszych analiz wykluczono jedną osobę. Ostatecznie grupę badaną stanowiło 59 pacjentów (45 dziewcząt / 14 chłopców). Średni wiek badanej grupy wynosił 13,4±2,67 roku. U wszystkich pacjentów objętych badaniem dokonano pomiaru kąta skrzywienia metodą Cobba oraz kąta rotacji osiowej trzonu kręgu szczytowego skrzywienia (AVR) na zdjęciu radiologicznym kręgosłupa wykonanym w projekcji A-P i w pozycji stojącej. W przypadku skoliozy dwu- lub trójłukowej do analizy statystycznej wykorzystano wartość kąta Cob-

dren. BIA validation work among children and adolescents has resulted in the development of development standards and centile charts for the healthy pediatric population [27]. The objective of the present study was to assess the nutritional status of children and adolescents with IS based on standard anthropometrical analysis (height, weight, BMI), fat tissue distribution parameters (WHR, WHtR) and body composition based on bioimpedance analysis (BIA) in relation to parameters reflecting scoliosis severity.

## MATERIAL AND METHODS

A group of 60 patients was included into the study according to two major criteria: 1) diagnosis of idiopathic scoliosis (IS); 2) informed consent obtained from the patient (older than 16 yrs.) and/or his/her legal caregivers. The Ethical Committee of the Medical University of Silesia in Katowice approved the study.

The exclusion criteria were:

- Neuromuscular diseases,
- Endocrinopathies,
- Skeletal dysplasia or chondrodysplasia,
- Connective tissue diseases (collagenoses),
- Mental retardation,
- Metabolic disturbances and calcium-phosphorus imbalance impairing bone mineralization,
- Other congenital musculoskeletal deformities,
- A history of steroid therapy and fractures,
- Prior surgical treatment of scoliosis.

Nutritional status was assessed in all of 60 patients with idiopathic scoliosis (IS) admitted for conservative treatment in the Department of Rehabilitation, Medical University of Silesia in Katowice, over a period of two months. One person was excluded from the further analysis. The final group consisted of 59 patients (45 girls / 14 boys). Mean ( $\pm$  SD) age in the study group was 13.4±2.67 years. The scoliotic curve was assessed in all patients by determining Cobb's angle and apical vertebra rotation (AVR) on standing A-P radiographs. In the case of a double or triple scoliosis curve, the maximum Cobb angle was included in the statistical analysis. Patients were also classified according to the type of IS (juvenile vs. adolescent).

Standard anthropometric parameters were measured in every patient from the study group. Height was measured with 0.1 cm precision, and the results

ba odcinka o największym skrzywieniu. Pacjentów zróżnicowano także pod względem typu skoliozy na dziecięcą i młodzieńczą postać SI.

U wszystkich pacjentów dokonano oceny standardowych parametrów antropometrycznych. Pomiar wzrostu wykonano z dokładnością do 0,1 cm, uzyskany wynik skorygowano zgodnie z formułą Bjure'a i Nachemson'a [28]. Masę ciała oceniono z dokładnością do 0,1 kg w bieliznie, boso, równolegle z badaniem pozostałych parametrów składu masy ciała z wykorzystaniem analizatora składu ciała metodą BIA firmy TANITA™ BC-420 MA. Analiza składu ciała metodą BIA pozwoliła na uzyskanie następujących parametrów:

- FAT% – procentowa zawartość tkanki tłuszczowej
- FFM% – procentowa zawartość tkanki beztłuszczowej
- PPM% – przewidywana zawartość procentowa tkanki mięśniowej
- TBW% – procentowa zawartość wody w organizmie
- IMP [Ohm] – poziom impedancji (oporności) tkanek.

U wszystkich badanych wyznaczono wskaźnik masy ciała (BMI) obliczony na podstawie wzoru: masa ciała [kg] dzielona przez wzrost [m] do kwadratu. Na podstawie siatek centylowych BMI dla dzieci polskich zakwalifikowano badanych do poszczególnych stopni odżywienia (< 3 pc. – niedowaga, 3-90 pc. prawidłowa masa ciała, 90-97 pc. – nadwaga, > 97 pc. – otyłość) [29]. W celu uniezależnienia BMI od wieku i płci obliczono współczynnik Z-score BMI określony jako ilość odchyleń standardowych (SD) od wartości odpowiadającej 50 percentylowi w oparciu o tabele zawarte w publikacji Nawarycz i wsp. [30]. W celu uzyskania wartości wskaźnika talia/biodra (WHR) oraz wskaźnika talia/wzrost (WHtR) dokonano u każdego badanego pomiaru obwodu talii i obwodu bioder.

Uzyskane wyniki poddano analizie statystycznej przy pomocy pakietu Statistica™ 10 PL. Porównanie parametrów w analizowanych podgrupach przeprowadzono przy wykorzystaniu testu t-studenta dla zmiennych niezależnych o nierównych wariancjach. Różnice częstości występowania poszczególnych cech oceniono za pomocą testu  $\chi^2$ . Ponadto przeprowadzono analizę korelacji z wyznaczeniem współczynnika korelacji liniowej Pearsona ( $r$ ). We wszystkich analizach poziom istotności  $p < 0,05$  uznano za znamienne statystycznie.

## WYNIKI

Na potrzeby dalszych analiz grupę badaną podzielono ze względu na typ skoliozy (25 osób – typ dzie-

were adjusted according to the Bjure and Nachemson's formula [28]. Weight was assessed in lightly dressed children without shoes with 0.1 kg precision simultaneously with the other parameters of body composition with a TANITA™ BC-420 MA bioimpedance (BIA) analyzer. Body composition assessed by BIA served to obtain the following data:

- FAT% – percentage of adipose tissue
- FFM% – percentage of fat free mass
- PPM% – percentage of predicted muscle mass
- TBW% – percentage of total body water
- IMP [Ohm] – degree of tissue impedance

The body mass index (BMI) was calculated in all patients as body weight [kg] divided by the square of height [m]. The grading of nutritional status was done according to the percentile chart of BMI for the Polish pediatric population (underweight <3rd pc., normal body weight 3rd-90th pc., overweight 90th-97th pc., obesity > 97th pc.) [29]. To adjust nutritional status for sex and age, a BMI Z-score, expressed as the number of standard deviations from the value of the 50th percentile, was calculated according to the formula published by Nawarycz et al. [30]. The calculation of fat tissue distribution parameters, i.e. the waist/hip ratio (WHR) and the waist/height ratio (WHtR), was based on previous measurements of waist and hip circumferences in every patient.

Statistica software™ (version 10.0 PL) was used for all analyses. Subgroup comparison was based on the t-test for independent variables with non-equal variances. Differences between frequencies of each parameter were assessed by  $\chi^2$ -test. Analysis of correlation with the determination of Pearson's linear correlation coefficient ( $r$ ) was also performed. P values less than 0.05 were considered statistically significant.

## RESULTS

For further analysis, the study group was divided according to the type of scoliosis (25 patients with

cięcy, 34 osoby – typ młodzieńczy) oraz stopień odżywienia (14 osób – niedowaga, 38 osób – norma, 7 osób – nadwaga/otyłość). Prawidłowy stopień odżywienia stwierdzono u 38 (64,4%) badanych dzieci. Znamienne częściej prawidłowy stopień odżywienia stwierdzono w grupie dziewcząt, natomiast tylko połowa chłopców miała prawidłową masę ciała. Ponadto, znaczny odsetek badanych dzieci z SI prezentował niedobór masy ciała (23,7%). W grupie pacjentów z typem dziecięcym SI niedowaga była stwierdzana znamienne częściej niż w grupie z młodzieńczą postacią SI. Nadmierna masa ciała (nadwaga i otyłość) dotyczyła prawie co ósmego dziecka z SI, a w grupie dzieci z jej postacią młodzieńczą była stwierdzana częściej (14,8 %) (Tab. 1).

Średnia wartość kąta Cobba w grupie badanej wyniosła  $26,4^{\circ} \pm 15,67^{\circ}$ , a AVR odpowiednio  $12,3^{\circ} \pm 8,5^{\circ}$ . Największe wartości kąta Cobba i AVR stwierdzono w grupie dzieci z nadmierną masą ciała, jednakże różnice te nie osiągnęły poziomu istotności statystycznej. Podobnie większe wartości średnich parametrów oceny radiologicznej skoliozy były wyższe w grupie osób ze skoliozą młodzieńczą. Parametry radiologiczne i antropometryczne w grupie badanej oraz jej poszczególnych podgrupach przedstawiono w Tabeli 2.

Analizując całą grupę badaną stwierdzono znamienne dodatnią korelację pomiędzy parametrami radiologicznymi (kąta Cobba i AVR) a wskaźnikiem talia/wzrost (WHtR) opisującym rozmieszczenie tkanki tłuszczowej. Natomiast stwierdzana dodatnia korelacja wskaźnika Z-score BMI z wykładnikami nasilenia skoliozy była w obu przypadkach na granicy znamienności statystycznej. Wartość kąta Cobba korelowała także znamienne z parametrami składu masy ciała, uzyskanymi w badaniu BIA, takimi jak procentowa zawartość tkanki tłuszczowej (FAT%), przewidywana procentowa zawartość tkanki mię-

juvenile type, 34 patients with adolescent type) and nutritional status (14 patients with underweight, 38 patients with normal body weight, 7 patients with overweight/obesity). 38 (64.4%) of the children had normal body weight (nutritional status). Normal nutritional status was significantly more frequent in the group of girls. Among boys, only a half had normal body weight. A considerable percentage of the IS children were underweight (23.7%). In the juvenile IS subgroup, underweight was diagnosed significantly much commonly than in the adolescent IS subgroup. Overweight and obesity were seen in nearly one in eight IS children and were more frequent in the adolescent type (14.8 %) (Tab. 1).

The mean value of Cobb's angle in the study group was  $26.4^{\circ} \pm 15.67^{\circ}$ , and mean AVR was  $12.3^{\circ} \pm 8.5^{\circ}$ . The highest values of Cobb's angle and AVR were noted in the group of overweight and obese children, but these differences were not statistically significant. Similarly, higher mean values of the radiographic indices of scoliosis were found in the patients with the adolescent type of IS. The radiographic and anthropometric parameters in the study group and in the subgroups are shown in Table 2.

Analysis of the whole study group found a significant correlation between the radiographic parameters (Cobb's angle and AVR) and waist to height ratio (WHtR), an index of fatty tissue distribution. However, a positive correlation between the BMI Z-score and the parameters of scoliosis severity was nearly significant. There was a significant correlation between Cobb's angle and the body composition parameters assessed by BIA, such as adipose tissue percentage (FAT%), predicted muscle mass (PMM%) and percentage of total body water (TBW%) (Table 3).

Subgroup analysis revealed a significant correlation between WHtR and AVR in the adolescent IS subgroup. In the same subgroup, the correlation be-

Tab. 1. Stan odżywienia w grupie badanej w zależności od typu skoliozy i płci

Tab. 1. Nutritional status in the study group according to scoliosis type and sex

Stan odżywienia/ Nutritional status %(N)	Typ skoliozy idiopatycznej/ Type of idiopathic scoliosis %(N)		Płeć/ Sex %(N)		Razem/ Total
	Dziecięca/ Juvenile 42.4% (25)	Młodzieńcza/ Adolescent 57.6% (34)	Dziewczynki/ Girls 76.3% (45)	Chłopcy/ Boys 23.9% (14)	
Prawidłowy/ Normal	60% (15)	67.6% (23)	68.9% (31) **	50% (7)	64.4% (38)
Niedowaga/ Overweight	32% (8)*	17.6% (6)	20% (9)	35.7% (5)	23.7% (14)
Nadwaga/ Underweight	4% (1)	8.8% (3)	4.4% (2)	14.3% (2)	6.8% (4)
Otyłość/ Obesity	4% (1)	6% (2)	6.7% (3)	-	5.1% (3)

\*p<0.05 SI dziecięca vs SI młodzieńcza/juvenile IS vs. adolescent IS (test chi<sup>2</sup>)

\*\*p<0.05 dziewczynki vs chłopcy/girls vs. boys (test chi<sup>2</sup>)

Tab. 2. Parametry radiologiczne i antropometryczne w grupie badanej w zależności od typu skoliozy i stopnia odżywienia

Tab. 2. Radiographic and anthropometric parameters in the study group according to the type of scoliosis and nutritional status

Parametr/ Parameter Średnia ± SD/ Mean ± SD	Typ skoliozy idiopatycznej/ Type of idiopathic scoliosis		Stopień odżywienia/ Nutritional status			Razem/Total
	Dziecięca/ Juvenile	Młodzieńcza/ Adolescent	Norma/ Normal	Niedowaga/ Underweight	Nadwaga+Otyłość/ Overweight+Obesity	
Kąt Cobba/ Cobb's angle (stopień/grade)	21.8 ± 12.2	29.6 ± 17.2	27.9 ± 16.1	20.36 ± 10.04	30.8 ± 21.2	26.4 ± 15.7
AVR	11.4 ± 7.8	12.9 ± 9.0	12.7 ± 7.8	10.55 ± 5.85	14.0 ± 14.6	12.3 ± 8.5
Masa ciała/ Body weight (kg)	42.9 ± 10.3	54.9 ± 12.0	49.0 ± 11.3	43.4 ± 6.0	67.3 ± 15.7	49.9 ± 12.7
Wzrost/ Height (cm)	155.2 ± 14.3	164.4 ± 7.7	158.6 ± 12.8	165.6 ± 7.0	160.6 ± 12.4	160.5 ± 11.8
BMI (kg/m <sup>2</sup> )	17.7 ± 3.5	20.2 ± 3.5	19.2 ± 2.3	15.8 ± 1.3	25.9 ± 4.1	19.2 ± 3.7
BMI Z-score (SDS)	-0.01 ± 2.17	0.38 ± 2.17	0.22 ± 1.02	-1.99 ± 0.67	4.61 ± 1.96	0.22 ± 2.16
Obwód talia/ Waist circumference (cm)	68.3 ± 9.3	75.4 ± 9.2	72.1 ± 8.4	65.3 ± 4.6	85.6 ± 11.0	72.3 ± 9.8
Obwód biodra/ Hip circumference (cm)	81.1 ± 8.5	92.9 ± 7.9	87.3 ± 9.3	82.7 ± 6.0	98.7 ± 11.7	87.7 ± 10
WHR	0.84 ± 0.1	0.81 ± 0.1	0.83 ± 0.1	0.79 ± 0.03	0.87 ± 0.0	0.82 ± 0.06
W/HtR	0.44 ± 0.1	0.46 ± 0.1	0.45 ± 0.0	0.39 ± 0.0	0.53 ± 0.1	0.45 ± 0.1
FAT (%)	18.9 ± 9.1	21.4 ± 7.6	21.5 ± 5.2	11.3 ± 4.8	32.0 ± 9.4	20.3 ± 8.3
FFM (%)	81.1 ± 9.1	75.2 ± 15.9	75.3 ± 14.1	88.7 ± 4.8	68.7 ± 10.6	77.7 ± 13.6
PMM (%)	77.2 ± 8.7	74.6 ± 7.2	74.4 ± 4.9	84.5 ± 5.0	65.1 ± 9.1	75.7 ± 7.9
TBW (%)	59.3 ± 6.6	57.5 ± 5.6	57.4 ± 3.8	64.9 ± 3.5	49.8 ± 6.9	58.3 ± 6.1
IMP (Ohm)	633 ± 88.8	594.6 ± 85.3	616.0 ± 73.9	657.5 ± 77.2	489.5 ± 78.2	610.8 ± 88.2

Tab. 3. Wybrane korelacje parametrów antropometrycznych z klinicznymi wykładnikami nasilenia skoliozy w grupie badanej. Na szaro wyróżniono korelacje znamienne statystycznie

Tab. 3. Selected correlations between anthropometric parameters and clinical markers of scoliosis severity in the study group. Gray color marks statistically significant correlations

Korelacja/ Correlation	Współczynnik korelacji liniowej/ Linear correlation coefficient	p
WHtR vs. Kąt Cobba/ Cobb's angle	r = 0.370	0.015
WHtR vs. AVR	r = 0.402	0.009
BMI Z-score vs. Kąt Cobba/ Cobb's angle	r = 0.283	0.062
BMI Z-score vs. AVR	r = 0.294	0.059
FAT% vs. Kąt Cobba/ Cobb's angle	r = 0.312	0.042
PMM% vs. Kąt Cobba/ Cobb's angle	r = - 0.323	0.035
TBW% vs. Kąt Cobba/ Cobb's angle	r = - 0.314	0.041

śniowej (PMM%) oraz procentowa zawartość wody (TBW%) (Tabela 3).

Analizując poszczególne podgrupy stwierdzono znamienne korelację WHtR vs. AVR w grupie osób z postacią młodzieńczą SI. W tej samej podgrupie korelacja WHtR vs. kąt Cobba była na granicy znamienności statystycznej. W grupie pacjentów z dziecięcą postacią SI wykazano podobne współczynniki korelacji pomiędzy parametrami oceny radiologicznej a składem masy ciała jak w całej grupie badanej, jednakże nie uzyskały one znamienności statystycznej. W grupie dziewcząt znamienne korelację stwierdzono pomiędzy WHtR a każdym z parametrów oceny radiologicznej nasilenia skoliozy. Mała liczebność grupy dzieci z nadmierną masą ciała ograniczyły możliwość analizy, tym niemniej stwierdzono wysokie wartości współczynników korelacji (wszystkie

tween WHtR and Cobb's angle was nearly significant. In the juvenile IS subgroup, similar correlation coefficients between radiographic parameters and body composition were found as those obtained for the entire study group, but this correlation did not reach statistical significance. In the subgroup of girls, a significant correlation was found between WHtR and each radiographic parameter of scoliosis severity. The small number of overweight/obese children considerably limited the possibility of statistical analysis in these subgroups; however, high correlation coefficients (over 0.7 each) were found between body composition parameters and Cobb's angle. Statistical significance was reached only for the correlation between PMM% and Cobb's angle. Furthermore, Cobb's angle and AVR were significantly and positively correlated with the BMI Z-score in the same subgroup.

Tab. 4. Wybrane korelacje parametrów antropometrycznych z klinicznymi wykładnikami nasilenia skoliozy w poszczególnych podgrupach. Na szaro wyróżniono korelacje znamienne statystycznie

Tab. 4. Selected correlations between anthropometric parameters and clinical markers of scoliosis severity in individual subgroups. Gray color marks statistically significant correlations

Korelacja/ Correlation	Współczynnik korelacji liniowej/ Linear correlation coefficient	P
SKOLIOZA MŁODZIEŃCZA/ ADOLESCENT IDIOPATHIC SCOLIOSIS		
WHtR vs. Kąt Cobba/ Cobb's angle	$r = 0.387$	0.056
WHtR vs. AVR	$r = 0.433$	0.035
DZIEWCZYNKI/ GIRLS		
WHtR vs. Kąt Cobba/ Cobb's angle	$r = 0.433$	0.011
WHtR vs. AVR	$r = 0.439$	0.011
NADWAGA+OTYŁOŚĆ/ OVERWEIGHT+OBESITY		
BMI Z-score vs. Kąt Cobba/ Cobb's angle	$r = 0.900$	0.014
BMI Z-score vs. AVR	$r = 0.961$	0.002
FAT% vs. Kąt Cobba/ Cobb's angle	$r = 0.784$	0.065
FMM% vs. Kąt Cobba/ Cobb's angle	$r = -0.743$	0.091
PMM% vs. Kąt Cobba/ Cobb's angle	$r = -0.819$	0.046
TBW% vs. Kąt Cobba/ Cobb's angle	$r = -0.785$	0.064
NIEDOWAGA/ UNDERWEIGHT		
BMI Z-score vs. Kąt Cobba/ Cobb's angle	$r = -0.521$	0.101
BMI Z-score vs. AVR	$r = -0.627$	0.039

powyżej 0,7) pomiędzy wykładnikami składu ciała a wartością kąta Cobba. Jedynie w przypadku korelacji PMM% vs. kąt Cobba, wartość współczynnika korelacji uzyskała znamienność statystyczną. Ponadto w tej samej grupie dzieci wielkość skrzywienia i kąt rotacji korelowały dodatnio i znamienne ze wskaźnikami Z-score BMI. Natomiast w grupie dzieci z niedowagą parametry oceny wielkości skrzywienia korelowały ujemnie ze współczynnikiem Z-score BMI, przy czym wielkość AVR znamienne a korelacja z wielkością kąta Cobba nie uzyskała zmienności statystycznej (Tab. 4).

## DYSKUSJA

W analizowanej grupie dzieci ze skoliozą idiopatyczną stwierdziliśmy znaczące zaburzenia stanu odżywienia. Było to szczególnie widoczne w grupie chłopców gdzie tylko, co drugi pacjent miał prawidłową masę ciała. Dziewczynek z prawidłowym stopniem odżywienia było znamienne więcej niż chłopców. W badanej przez nas grupie dzieci niedowaga u chłopców znacząco przekracza dane literaturowe, które podają odsetek chłopców z SI z niedowagą na poziomie 8,6% [7]. Jedna z analiz przeprowadzona na grupie 3631 dzieci wykazała znacząco większy odsetek chłopców z niedowagą w stosunku do dziewcząt, jednakże w badaniu tym przyjęto za punkty odcięcia dla BMI wartości normatywne dla osób dorosłych, co spowodowało znamienne niedoszacowa-

In the group of underweight children, clinical parameters of scoliosis severity correlated negatively with the BMI Z-score, the correlation with AVR being statistically significant and that with Cobb's angle not reaching statistical significance (Tab. 4).

## DISCUSSION

Significant disturbances of nutritional status were found in this study in the group of children with idiopathic scoliosis. These were particularly manifest among boys, where only a half of the participants had normal body weight. There were significantly more girls with normal nutritional status than boys. The percentage of underweight boys was much higher than the figures cited in the literature, where the percentage of underweight scoliotic boys has been estimated at 8.6% [7]. One recent analysis of 3631 children revealed a significantly higher percentage of underweight boys in comparison to girls, but this analysis BMI ranges for adults as cut-off points, leading to a significant underestimation of the prevalence of overweight and obesity and overestimation



nie nadwagi i otyłości oraz przeszacowanie problemu niedowagi w badanej populacji [2]. W naszym badaniu niedobór masy ciała był dominującym problemem w całej grupie badanej, gdyż stwierdzony był u prawie jednej czwartej wszystkich dzieci. Podobny odsetek (21,2%) dziewcząt z niedoborem masy ciała, w grupie z SI stwierdzono w pracy Barrios i wsp. [18]. Uzyskane przez nas dane są zbliżone do wyników przedstawionych w publikacjach większości autorów, którzy stwierdzili znamienne niższy wskaźnik masy ciała u dzieci ze SI niż w populacji ogólnej [7-9,18,19,21]. W prezentowanej pracy, stwierdziliśmy ponadto, że niedowaga dotyczyła znamienne częściej pacjentów z podgrupy z dziecięcą postacią SI. Dane te nie mają jednak odzwierciedlenia literaturowego, ponieważ prace opisujące stan odżywienia dzieci z SI wskazują raczej na fakt, że dysproporcja w zakresie BMI pomiędzy pacjentami z SI a populacją ogólną pogłębia się wraz z wiekiem [18,19].

Za jedną z przyczyn etiologicznie związanych z SI uważa się nieprawidłowy wzorzec wzrastania, zwłaszcza w okresie dojrzewania. W pracy opartej na grupie 598 dziewcząt z SI, Cheung i wsp. stwierdzili, że dziewczynki w okresie przedpokwitaniowym (Tanner I) miały znamienne niższy wzrost, wysokość siedzeniową oraz rozstaw ramion, w porównaniu do grupy kontrolnej, tymczasem wraz z postępem dojrzewania (od Tanner II do IV) wzrost, wysokość siedzeniowa i rozstaw ramion były znamienne większe u dziewcząt z SI. Ponadto, badacze stwierdzili znamienne niższe BMI w badanej grupie dziewcząt ze skoliozą [19]. Podobnie Nicolopoulos i wsp. w swojej pracy wykazali, że dziewczęta z młodzieńczą SI mają znamienne różną sylwetkę i jej składowe niż grupa kontrolna, a różnice wyrażały się poprzez większy wzrost, długość siedzeniową oraz długość kończyn dolnych [5]. Nieprawidłowy wzorzec wzrastania wydaje się być także powiązany ze stwierdzaną często u dzieci z SI osteopenią. Czynnikiem humoralnym mającym wpływ zarówno na wzrastanie, jak i mineralizację tkanki kostnej jest leptyna, hormon produkowany przez tkankę tłuszczową. W pracy Qiu i wsp. wykazali, że stężenie leptyny było znamienne niższe w grupie dziewcząt z młodzieńczą postacią SI w porównaniu do grupy kontrolnej i korelowało z gęstością mineralną kości [3]. Natomiast autorzy kolejnych opracowań podkreślają, że udział leptyny (w przypadku jej niedoboru) w patogenezie skoliozy może być związany z widoczną różnicą w tempie wydłużania się kręgosłupa w stosunku do kończyn [1,4,6,31].

Analiza bioimpedancyjna składu ciała nie była do tej pory wykorzystywana w ocenie stopnia odżywienia dzieci ze skoliozą idiopatyczną. W badanej przez

of the problem of underweight in the study population [2]. Underweight was the dominant problem in our study group, seen in almost a fourth of the children. A similar percentage (21.2%) of underweight among girls was found by Barrios et al. in their group of IS patients [18]. Our data are similar to the results published by most other authors, who found that the body mass index in IS children was significantly lower than in the general population [7-9,18,19,21]. We also found that overweight was significantly more frequent in patients from the juvenile IS subgroup. These findings are not corroborated in the literature, because papers already published tend to highlight that the disproportion in nutritional status between IS children and the general population increases with age [18,19].

An abnormal growth pattern, especially in the pubertal period, is considered to be etiologically associated with IS development. In a study of 598 girls with IS, Cheung et al. found that girls in the prepubertal period (Tanner I) were significantly shorter and had shorter sedentary height and between-arms distance compared to controls, whereas as puberty progressed from Tanner II to IV, height, sedentary height and between-arms distance were significantly longer in girls with IS. Furthermore, the study showed significantly lower BMI in the girls with idiopathic scoliosis [19]. Similarly, Nicolopoulos et al. showed that girls with the adolescent type of IS had a significantly different silhouette and its components than the control group, the differences including taller height and sedentary height and longer lower extremities [5]. An abnormal pattern of growth also seems to be associated with osteopenia, which is a common finding in children with IS. Leptin is a humoral factor which influences both growth and bone mineralization. This hormone is produced by adipose tissue. In a study by Qiu et al., leptin levels were significantly lower in girls with adolescent IS compared to a control group and were correlated with bone mineral density [3]. Other authors underline that the role of leptin (in hypoleptinemia) in the pathogenesis of scoliosis may be associated with the important difference between the growth rate of the spine versus the extremities [1,4,6,31].

Body composition analysis by bioimpedance has not been used for nutritional status evaluation in children with idiopathic scoliosis before. In our study, body composition parameters correlated significantly with curve severity expressed as Cobb's angle. Barrios et al., who analyzed body composition in girls with IS based on skin fold measurement and somatotype assessment (endomorph – adipose tissue, mesomorph – muscular tissue, and ectomorph –



nas grupie pacjentów parametry składu ciała korelowały znacząco z wielkością skrzywienia wyrażoną za pomocą kąta Cobba. Barrios i wsp. którzy analizowali skład masy ciała u dziewcząt z SI za pomocą pomiaru fałdów skórno-tłuszczowych i oceny tzw. somatotypu (endomorficzny – tkanka tłuszczowa, mezomorficzny – tkanka mięśniowa, i ektomorficzny – tkanka kostna), stwierdzili niższą procentową zawartość tkanki tłuszczowej u dziewcząt z SI, lecz różnica ta była na granicy znaczącości statystycznej ( $p < 0,06$ ) w porównaniu do grupy kontrolnej [18]. W pracy tej nie przeprowadzono jednak oceny wpływu poszczególnych składników masy ciała na stopień nasilenia skoliozy.

Otyłość u dzieci i młodzieży przybiera obecnie rozmiary epidemii nie tylko w Stanach Zjednoczonych, ale także w krajach europejskich [11-13]. Analiza polskich danych epidemiologicznych także wskazuje na znaczący wzrost występowania tego schorzenia w coraz młodszych grupach wiekowych [14,15]. Na podstawie dostępnych danych można obecnie szacować, że otyłość i nadwaga dotyczy obecnie około 15% polskiej młodzieży w wieku 13-15 lat [10]. Można więc stwierdzić, że zaobserwowany w naszej pracy odsetek dzieci z nadwagą i otyłością w grupie z młodzieńczym typem SI (14,8%) nie odbiega od częstości populacyjnej. Wydaje się więc, że stereotypowe myślenie o dziecku z SI jak o osobie szczupłej jest obecnie coraz mniej uprawnione. Ponadto średnia wartość kąta Cobba w podgrupie dzieci z nadwagą i otyłością była większa niż w pozostałych podgrupach. Różnice te jednak nie osiągnęły znaczącości statystycznej. Cechą charakteryzującą podgrupę dzieci z nadmierną masą ciała, była znacząca korelacja stopnia nadwagi (wyrażona poprzez Z-score BMI) ze stopniem nasilenia deformacji (wyrażonym poprzez wartość kąta Cobba i AVR). Ponadto parametry składu ciała w sposób graniczny bądź znacząco (PMM%) korelowały z wartością kąta Cobba. Głównym ograniczeniem przeprowadzonych analiz była mała liczebność tej podgrupy. Nadwaga i otyłość u osób ze skoliozą idiopatyczną była oceniana dotychczas głównie w aspekcie wpływu na wyniki odległe leczenia operacyjnego skrzywienia kręgosłupa. W swojej pracy Chen i wsp. stwierdzili, że u osób dorosłych z SI nadwaga i otyłość wiązała się z bardziej wyrażoną kifozą piersiową i piersiowo-lędźwiową, oraz większą częstością współistniejącego nadciśnienia tętniczego, oraz gorszymi wynikami w testach oceniających stopień niepełnosprawności i dolegliwości bólowych zarówno przed, jak i po zabiegu chirurgicznym. Natomiast autorzy nie stwierdzili gorszych wyników samego zabiegu chirurgicznego (oceny stopniem nasilenia skoliozy) w po-

bone tissue) showed that girls with IS had a lower percentage content of adipose tissue, but the difference in respect to the control group was nearly statistically significant ( $p < 0,06$ ) [18]. However, their study did not evaluate the influence of body components on the grade of scoliosis severity.

Obesity in children and young people has reached epidemic proportions not only in the United States but also in European countries [11-13]. Polish epidemiological data also indicate a significant increase of the prevalence of this condition, especially among younger children [14,15]. Based on available data, it can be estimated that 15% of Polish adolescents aged 13-15 years are obese or overweight [10]. It can be stated then that the percentage of overweight and obese patients with adolescent IS in our study (14.8%) is similar to the prevalence of these conditions in the general population. Accordingly, the thin scoliotic child stereotype seems to be increasingly detached from reality. Furthermore, the mean value of Cobb's angle in the subgroup of obese/overweight children was higher than in the other nutritional status subgroups. However, these differences did not reach statistical significance. A significant correlation between overweight grade (BMI Z-score) and the severity of scoliosis (expressed as Cobb's angle and AVR) was a characteristic finding in the subgroup of overweight/obese children. Furthermore, body composition parameters correlated with Cobb's angle in a borderline significant or significant (PMM%) manner. The small abundance of this subgroup was the main limitation of the analysis. To date, overweight and obesity in persons with idiopathic scoliosis have been considered chiefly in regard to long-term outcomes of scoliosis surgery. Larger thoracic and thoracolumbar kyphosis curves in overweight or obese adult persons with IS were described by Chen et al. These patients also had a higher prevalence of hypertension and poorer scores in tests assessing disability and pain intensity both pre- and postoperatively. However, the authors did not find inferior surgical outcomes (measured by curve severity) in this group of patients vs. patients with normal weight [32]. A similar study of a group of adolescents in IS was conducted by Upasani et al. In a relatively small sample of 241 patients (including 48 overweight persons), they found no relationship between nutritional status (expressed as BMI) and surgical outcomes [33]. A study of a group of 427 patients with IS showed that girls with greater curve severity (Cobb's angle  $> 50^\circ$ ) were older and had a higher body mass index (BMI) than patients with milder deformities [17]. The BMI Z-score in underweight children correlated negatively with radiographic parameters of scoliotic curve. It

równaniu do osób z prawidłową masą ciała [32]. Podobne badanie w grupie młodzieży z SI przeprowadzili Upasani i wsp., którzy na stosunkowo niedużym materiale 241 osób (nadwaga – 48 osób) stwierdzili brak zależności między stanem odżywienia (wyrażonym poprzez wskaźnik BMI) a uzyskanymi wynikami leczenia operacyjnego skoliozy [33]. Doniesienie oparte na grupie 427 pacjentów ze SI wykazało, że dziewczęta z większym nasileniem krzywizny skoliozy (kąt Cobba  $> 50^\circ$ ) były starsze i miały większy wskaźnik masy ciała (BMI) niż pacjentki z mniejszym nasileniem deformacji [17]. W naszej pracy w grupie dzieci z niedoborem masy ciała, wartość wskaźnika Z-score BMI korelowała ujemnie z parametrami oceny radiologicznej skrzywienia. Być może mamy więc obecnie do czynienia z różnymi fenotypami antropometrycznymi skoliozy idiopatycznej.

Parametrem, który w świetle naszego badania wydaje się być przydatny w ocenie antropometrycznej dzieci z SI w odniesieniu do wielkości nasilenia deformacji jest wskaźnik talia/wzrost (WHtR), który korelował znamienne z wartością kąta Cobba i kąta rotacji osiowej (AVR) w całej badanej grupie dzieci oraz w podgrupie ze skoliozą młodzieńczą i podgrupie dziewcząt. Wskaźnik talia/wzrost (WHtR) jest obecnie przedmiotem licznych opracowań, mających na celu wyznaczenie stosunkowo prostych parametrów rozmieszczenia tkanki tłuszczowej w aspekcie ryzyka otyłości brzusznej i jej powikłań. Obecne analizy wskazują na fakt, że WHtR lepiej niż wskaźnik talia/biodra (WHR) prognozuje otyłość brzuszna i wystąpienie jej powikłań [23,24]. Należy jednak zwrócić uwagę na fakt, że pomiar obwodu talii u dzieci ze SI może być trudny technicznie, zwłaszcza w przypadku występowania znacznego skrzywienia w odcinku lędźwiowym kręgosłupa. Dlatego też przydatność wskaźnika WHtR jako parametru prognostycznego w skoliozie idiopatycznej wymaga dalszych badań. Podsumowując można stwierdzić, że uzyskane wstępne wyniki naszych badań na stosunkowo niedużym materiale są na tyle ciekawe i obiecujące, iż wymagają kontynuacji, przede wszystkim w oparciu o większą grupę dzieci ze SI.

## WNIOSKI

1. Częstość występowania otyłości i nadwagi wydaje się być podobna u dzieci z młodzieńczą postacią skoliozy idiopatycznej, jak i w populacji ogólnej w tym samym przedziale wiekowym.
2. Wielkość skrzywienia kręgosłupa u pacjentów z SI wydaje się być zależna od parametrów składu masy ciała mierzonych metodą bioimpedancji szczególnie w podgrupie osób z nadwagą i otyłością.

is therefore possible that different anthropometric phenotypes of idiopathic scoliosis exist at present.

The parameter which, in the light of our study, seems to be useful for the anthropometric evaluation of children with IS with respect to the severity of deformity, is the waist/height ratio (WHtR), which correlated significantly with Cobb's angle and apical vertebra rotation (AVR) in the entire study group of children, in adolescent idiopathic scoliosis subgroups and in girls. The waist to height ratio (WHtR) is now the focus of a number of publications aiming to find some relatively simple parameters of adipose tissue distribution in regard to visceral obesity and its sequelae. Recent analyses show WHtR has a higher predictive value than the waist/hip ratio (WHR) in regard to visceral obesity and its complications [23, 24]. However, it needs to be remembered that waist circumference measurement in IS children may be technically difficult, especially in children with very severe scoliosis in the lumbar spine. Therefore, the usefulness of WHtR as a prognostic parameter in idiopathic scoliosis needs to be evaluated in further investigations. In summary, our preliminary results are interesting and promising despite being based on a relatively small group of patients. Accordingly, further investigations of that aspect of idiopathic scoliosis are recommended.

## CONCLUSIONS

1. Overweight and obesity seem to have similar prevalence rates among scoliotic adolescents and in the general pediatric population.
2. Body composition parameters measured by bioimpedance method seem to be associated with the degree of severity of the scoliotic curve, mainly in overweight and obese patients.

3. Rozmieszczenie tkanki tłuszczowej wyrażone za pomocą wskaźnika talia/wzrost (WHtR) wydaje się mieć istotny związek ze stopniem nasilenia skoliozy wyrażonym poprzez wielkość kąta Cobb'a i kąta rotacji osiowej trzonu kręgu szczytowego skrzywienia.
4. Wskazane są dalsze badania stanu odżywienia dzieci i młodzieży ze skoliozą idiopatyczną.
3. Adipose tissue distribution measured by the waist to height ratio (WHtR) seems to be significantly related to the clinical grade of IS expressed as Cobb's angle and AVR.
4. Further investigations concerning the nutritional status of children and adolescents with IS are recommended.

## PIŚMIENNICTWO/REFERENCES

1. Burwell RG, Aujla RK, Grevitt MP, i wsp. Pathogenesis of adolescent idiopathic scoliosis in girls – a double neuro-osseous theory-involving disharmony between two nervous systems, somatic and autonomic expressed in the spine and hormones with implications for medical therapy. *Scoliosis* 2009; 4: 24.
2. Mao S, Jiang J, Sun X, i wsp. Timing of menarche in Chinese girls with and without adolescent idiopathic scoliosis: current results and review of the literature. *Eur Spine J.* 2011; 20: 260-265.
3. Qiu Y, Sun X, Qiu X, i wsp. Decreased circulating leptin level and its association with body and bone mass In girls with adolescent idiopathic scoliosis. *Spine* 2007; 24: 2703-10.
4. Burwell RG, Aujla RK, Kirby AS, i wsp. Body mass index of girls in health influences menarche and skeletal maturation: a leptin-sympathetic nervous system focuses on the trunk with hypothalamic asymmetric dysfunction in the pathogenesis of adolescent idiopathic scoliosis? *Stud Health Technol Inform.* 2008; 140: 9-21.
5. Nicolopoulos KS, Buwell RG, Webb JK. Stature and its components in adolescent idiopathic scoliosis. Cephalo-caudal disproportion in the trunk in girls. *J Bone Joint Surg Br.* 1985; 67: 594-601.
6. Burwell RG, Dangerfield PH, Moulton A, Anderson SI. Etiologic theories of idiopathic scoliosis: autonomic nervous system and the leptin-sympathetic nervous system concept for the pathogenesis of adolescent idiopathic scoliosis. *Stud Health Technol Inform.* 2008; 140: 197-207.
7. Wei-jun W, Xu S, Zhi-wei W, Xu-sheng Q, Zhen L, Yong Q. Abnormal anthropometric measurements and growth pattern in male adolescent idiopathic scoliosis. *Eur Spine J.* 2012; 21: 77-83.
8. Davey RC, Cochrane T, Dangerfield PH, Chockalingam N, Dorgan JC. Anthropometry and body composition in females with adolescent idiopathic scoliosis. In *International Research Society of Spinal Deformities Symposium 2004* Edited by: Sawatzky BJ. University of British Columbia 2004: 323-326.
9. Dangerfield PH, Davey RC, Chockalingam N, Cochrane T, Dorgan JC: Body composition in females with adolescent idiopathic scoliosis (AIS) [Abstract]. *J Bone Joint Surg Br* 2005, 88-B (Suppl II): 230.
10. Oblacińska A, Jodkowska M. (red.) Otyłość u polskich nastolatków. *Epidemiologia, styl życia, samopoczucie.* Instytut Matki i Dziecka, Warszawa 2007.
11. James PT, Leach R, Kalamara E., The worldwide obesity epidemic. *Obes Res.* 2001; 9 Suppl 4: 228-233.
12. Wang Y, Beydoun MA. The obesity epidemic in the United States-gender, age, socioeconomic, racial/ethnic, and geographic characteristics: a systematic review and meta-regression analysis. *Epidemiol Rev* 2007; 29: 6–28.
13. Lobstein T, Frelut ML. Prevalence of overweight among children in Europe. *Obes Rev.* 2003; 4: 195–200.
14. Małecka-Tendera E, Klimek K, Matusik P, Oszańicka-Glinianowicz M, Lehingue Y; Polish Obesity Study Group. Obesity and overweight prevalence in Polish 7- to 9-year-old children. *Obes Res.* 2005; 13: 964-8.
15. Caroli M, Małecka-Tendera E, Epifani S, Rollo R, Sansolios S, Matusik P, Mikkelsen BE. Physical activity and play in kindergarten age children. *Int J Pediatr Obes.* 2011; 6 (Suppl 2): 47-53.
16. Yamada K, Miyamoto K, Hosoe H, Mizutani M, Shimizu K. Scoliosis associated with Prader-Willi syndrome. *Spine J.* 2007; 3: 345-8.
17. Bruce BT, Talwalkar V, Iwinski H, Walker J, Milbrandt T. Does obesity hide adolescent idiopathic scoliosis? *Scoliosis Research Society 43<sup>rd</sup> Annual Meeting and Course*, Salt Lake City, Utah, USA, September 10-13 2008: 196.
18. Barrios C, Cortes S, Perez-Encinas C, i wsp. Anthropometry and body composition profile of girls with nonsurgically treated adolescent idiopathic scoliosis. *Spine* 2011; 36: 1470-7.
19. Cheung CSK, Lee WTK, Tse YK, i wsp. Abnormal peri-pubertal anthropometric measurements and growth pattern in adolescent idiopathic scoliosis: a study of 598 patients. *Spine* 2003; 28: 2152-7.
20. Grivas TB, Arvaniti A, Mazioutou C, Manesiotti MM, Ferqadi A. Comparison of body weight and height between normal and scoliotic children. *Stud Health Technol Inform.* 2002; 91: 47-53.
21. Barrios C. Analysis of anthropometric findings and body composition in girls with mild or moderate scoliosis treated orthopedically [Abstract]. *Eur Spine J.* 2009; 18: 139.
22. Goldberg CJ, Moore DP, Fogarty EE, Dowling FE. Interrelationship between Cobb angle progression, BMI and growth rate in girls with adolescent idiopathic scoliosis [Abstract]. *Proceedings of British Scoliosis Society 33<sup>rd</sup> Annual Meeting 23<sup>rd</sup>-24<sup>th</sup> April 2009*, in *The Curve*, Rutland Street, Leicester, LE1 ISB UK *J Bone Joint Surg Br.* Suppl in press 2009.
23. Mokha JS, Srinivasan SR, DasMahapatra P, Fernandez C, Chen W, Xu J, Berenson GS. Utility of waist-to-height ratio in assessing the status of central obesity and related cardiometabolic risk profile among normal weight and overweight/obese children: The Bogalusa Heart Study. *BMC Pediatrics* 2010; 10: 73-79.

24. Browning LM, Hsieh SD, Ashwell M. A systematic review of waist-to-height ratio as a screening tool for the prediction of cardiovascular disease and diabetes: 0-5 could be a suitable global boundary value. *Nutr Res Rev.* 2010; 23: 247-269.
25. de Lorenzo A, Sorge SP, Iacopino L, Andreoli A, de Luca PP, Stasso GF. Fat-free mass by bioelectrical impedance vs. dual-energy X-ray absorptiometry (DXA). *Appl Radiat Isot.* 1998; 49: 739-741.
26. Thomson R, Brinkworth GD, Buckley JD, Noakes M, Clifton PM. Good agreement between bioelectrical impedance and dual-energy X-ray absorptiometry for estimating changes in body composition during weight loss in overweight young women. *Clin Nutr.* 2007; 26: 771-777.
27. McCarthy HD, Cole TJ, Fry T, Jebb SA, Prentice AM. Body fat reference curves for children. *Int J Obes.* 2006; 30: 598-602.
28. Bjure J, Nachemson A. Non-treated scoliosis. *Clin Orthop Rel Res.* 1973; 93: 44-52.
29. Palczewska I, Niedźwiecka Z. Wskaźniki rozwoju somatycznego dzieci i młodzieży warszawskiej. *Med Wieku Rozw.* 2002; 2 (supl 1).
30. Nawarycz T, Pytel K, Ostrowska-Nawarycz L. Kalkulator wartości percentylowych cech medycznych. *Some Aspects of Computer Science by EXIT Publishing House, Warsaw, 2007*
31. Hamrick MW, Pennington C, Newton D, Xie D, Isaacs C. Leptin deficiency produces contrasting phenotypes in bones of the limb and spine. *Bone* 2004; 34: 376-83.
32. Chen Z, Yi H, Li M, i wsp. Associations between body mass and the outcome of surgery for scoliosis in Chinese adults. *PLoS One* 2011; 6: e21601.
33. Upasani VV, Caltoun C, Petcharaporn M, i wsp. Does obesity affect surgical outcomes in adolescent idiopathic scoliosis? *Spine* 2008; 33: 295-300.

---

**Liczba słów/Word count:** 7093

**Tabele/Tables:** 4

**Ryciny/Figures:** 0

**Piśmiennictwo/References:** 33

*Adres do korespondencji / Address for correspondence*

*Dr n. med. Edyta Matusik*

*Katedra i Klinika Rehabilitacji SUM*

*40-065 Katowice, ul. Ziołowa 45/47, tel./fax: (32) 359-82-41, e-mail: ematusik@wp.pl*

*Otrzymano / Received*

*23.03.2012 r.*

*Zaakceptowano / Accepted*

*26.06.2012 r.*