Edukacja 2026, 1(176)
DOI 10.24131/3724.260103
e-ISSN 2449-8998

Otrzymano: **3 listopada 2025**
Zaakceptowano: **19 stycznia 2026**
Dostępny online: **od 13 marca 2026**

Zależność między składem ciała a kątem skrzywienia kręgosłupa u dzieci: Implikacje dla edukacji zdrowotnej

✉ ***Natalia Habik-Tatarowska*** / Zakład Promocji Zdrowia i e-Zdrowia, Collegium Medicum, Uniwersytet Jagielloński
e-mail: natalia.habik-tatarowska@uj.edu.pl
ORCID: 0009-0001-9459-5492

Paulina Szumilas / Instytut Fizjoterapii, Collegium Medicum, Uniwersytet Jana Kochanowskiego w Kielcach
e-mail: paulina.szumilas@ujk.edu.pl
ORCID: 0009-0008-8089-5022

Streszczenie

Wprowadzenie: Prawidłowa postawa ciała odgrywa kluczową rolę w zdrowiu dzieci, wpływając na rozwój układu mięśniowo-szkieletowego. Wzrost przypadków wad postawy, takich jak skolioza, oraz narastający problem nadwagi i otyłości są istotnymi zagrożeniami. W Polsce co trzeci 10-latek ma nadwagę, a 15% cierpi na otyłość. **Cel badań:** Celem artykułu jest ocena zależności pomiędzy składem ciała a kątem skrzywienia kręgosłupa u dzieci w wieku szkolnym, ze szczególnym uwzględnieniem wpływu nadmiernej masy ciała na ryzyko występowania wad postawy. Ponadto sformułowano rekomendacje dotyczące profilaktyki i wczesnej interwencji możliwej do wdrożenia w środowisku szkolnym i lokalnym. **Metoda:** Badanie przeprowadzono wśród 134 dziesięcioletnich dzieci z województwa świętokrzyskiego. Skład ciała oceniono metodą bioimpedancji, a skrzywienia kręgosłupa – fotogrametrią przestrzenną Diers Formetric III 4D. **Wyniki:** Stwierdzono istotne różnice w parametrach antropometrycznych i składzie ciała w zależności od typu postawy oraz płci, przy czym wraz ze wzrostem stopnia deformacji postawy obserwowano zwiększenie wartości masy ciała, BMI, masy tkanki tłuszczowej oraz kąta skoliozy. Analiza korelacji wykazała brak istotnych zależności między kątem skoliozy a składem ciała u dzieci z postawą prawidłową, natomiast w grupach

©Instytut Badań Edukacyjnych – Państwowy Instytut Badawczy

© 2026 Autor(zy). Artykuł opublikowany w otwartym dostępie, rozpowszechniany na warunkach licencji Creative Commons Uznanie autorstwa 4.0 Międzynarodowe (CC BY 4.0). / © 2026 Author(s). This is an open access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution 4.0 International License (CC BY 4.0).

z postawą skoliotyczną i skoliozą stwierdzono istotne dodatnie korelacje, szczególnie z masą tkanki tłuszczowej. Najsilniejsze związki odnotowano w grupie dzieci ze skoliozą, gdzie kąt skrzywienia kręgosłupa dodatnio korelował również z parametrami masy beztłuszczowej, mięśniowej, kostnej oraz zawartości wody całkowitej. **Wnioski:** Wskazana jest konieczność kompleksowej edukacji zdrowotnej łączącej profilaktykę otyłości z zapobieganiem wadom postawy, zwłaszcza. Wczesna diagnoza i indywidualne podejście mogą poprawić zdrowie dzieci i ograniczyć narastające problemy posturalne.

Słowa kluczowe: **Postawa ciała, dzieci, otyłość, edukacja zdrowotna**

The Relationship Between Body Composition and the Angle of Spinal Curvature in Children: Implications for Health Education

Abstract

Introduction: Proper body posture plays a crucial role in children's health, significantly influencing the development of the musculoskeletal system. The increasing prevalence of postural disorders, such as scoliosis, alongside the growing problem of overweight and obesity, constitutes a major public health concern. In Poland, approximately one in three 10-year-old children is overweight, and 15% are affected by obesity. **Aim:** The aim of this study was to assess the relationship between body composition and the angle of spinal curvature in school-aged children, with particular emphasis on the impact of excessive body weight on the risk of postural disorders. Additionally, recommendations for preventive measures and early intervention applicable in school and local community settings were formulated. **Methods:** The study was conducted among 134 ten-year-old children from the Świętokrzyskie Province. Body composition was assessed using bioelectrical impedance analysis, while spinal curvature was evaluated by spatial photogrammetry using the Diers Formetric III 4D system. **Results:** Significant differences in anthropometric parameters and body composition were observed depending on posture type and sex. Increasing severity of postural deformity was associated with higher values of body mass, BMI, fat mass, and scoliosis angle. Correlation analysis revealed no significant associations between scoliosis angle and body composition parameters in children with normal posture; however, significant positive correlations were identified in children with scoliotic posture and scoliosis, particularly with fat mass. The strongest associations were found in the scoliosis group, where the angle of spinal curvature was also positively correlated with fat-free mass, muscle mass, bone mass, and total body water. **Conclusions:** The findings highlight the need for comprehensive health education integrating obesity prevention with strategies aimed at preventing postural disorders. Early diagnosis and individualized interventions may contribute to improved child health outcomes and reduce the progression of postural abnormalities.

Keywords: **Body posture, children, obesity, health education**

1. WPROWADZENIE

Prawidłowa postawa ciała stanowi jeden z kluczowych wyznaczników zdrowia fizycznego dzieci i młodzieży, wpływając na rozwój układu mięśniowo-szkieletowego oraz dobrostan psychofizyczny. W ostatnich latach obserwuje się wzrost częstości występowania wad postawy, zwłaszcza skoliozy. Coraz częściej jest to postrzegane jako istotny problem zdrowia publicznego. Szacuje się, że skolioza idiopatyczna dotyczy około 3,1% dzieci i młodzieży na świecie, a w Europie nawet 6,4% populacji w wieku rozwojowym (Li i in., 2024). Równolegle narasta problem nieprawidłowego składu ciała. Według Światowej Organizacji Zdrowia (2024), w Europie aż 25% dzieci w wieku 7-10 lat ma nadwagę, a 10-11% spełnia kryteria otyłości. W Polsce zjawisko to występuje z jeszcze większym nasileniem. Zgodnie z danymi Narodowego Centrum Edukacji Żywieniowej (2025) co trzeci 10-latek ma nadmiar masy ciała, a 15% jest otyłych. Dodatkowo, według raportu Ministerstwa Zdrowia (2024), przewiduje się, że do końca 2025 roku liczba dzieci z nadwagą na świecie wzrośnie do 177 milionów, z czego ponad 90 milionów będzie miało otyłość.

Dane Głównego Inspektoratu Sanitarnego (2024) wskazują, że 76% uczniów szkół podstawowych w Polsce wykazuje przynajmniej jedną wadę postawy, a skrzywienia kręgosłupa należą do najczęstszych. Nadmierna masa ciała, zaburzona proporcja między masą tłuszczową a mięśniową oraz niska aktywność fizyczna są czynnikami sprzyjającymi asymetriom mięśniowo-szkieletowym i pogłębianiu skrzywień (Serdula i in., 2024). Badania wykazują, że dzieci ze zdiagnozowaną otyłością częściej prezentują zaburzenia postawy, większe kąty kifotyczne oraz ograniczoną ruchomość kręgosłupa (Bayartai i in., 2024).

© 2026 Author(s). CC BY 4.0

Związek między składem ciała a kątem skrzywienia kręgosłupa podkreśla potrzebę podejmowania skoordynowanych działań w ramach edukacji zdrowotnej. Działania te powinny obejmować nie tylko promowanie aktywności fizycznej i prawidłowego odżywiania, ale także wczesne wykrywanie zaburzeń postawy w środowisku szkolnym.

Dotychczas w Polsce wykonano niewiele badań dotyczących korelacji między konkretnymi wskaźnikami składu ciała a kątem skrzywienia kręgosłupa u dzieci, co wskazuje na istotną lukę w wiedzy. Kompleksowe podejście do edukacji zdrowotnej może stanowić skuteczną odpowiedź na narastające wyzwania związane z epidemią otyłości i skoliozy (Baranowska i in., 2023).

2. CEL PRACY

Celem artykułu jest analiza zależności między składem ciała a kątem skrzywienia kręgosłupa u dzieci w wieku szkolnym oraz ocena implikacji tej zależności dla działań edukacji zdrowotnej i promocji zdrowia publicznego. W pracy podjęto próbę identyfikacji czynników ryzyka wad postawy związanych z nadmierną masą ciała oraz opracowania rekomendacji dotyczących profilaktyki i wczesnej interwencji w środowisku szkolnym i lokalnym. Szczególną uwagę poświęcono roli edukacji zdrowotnej jako narzędzia wspierania kompleksowego podejścia do zdrowia układu mięśniowo-szkieletowego oraz prawidłowego rozwoju dzieci.

3. METODA

3.1 Uczestnicy badania

Badania zostały przeprowadzone w Laboratorium Posturologii Collegium Medicum Uniwersytetu Jana Kochanowskiego w Kielcach. Badania wykonano jednorazowo, po uprzednim uzyskaniu pisemnej zgody rodziców lub opiekunów prawnych uczestników. Wszystkie procedury badawcze były zgodne z Deklaracją Helsińską z 1964 roku oraz uzyskały akceptację Uczelnianej Komisji Bioetycznej Uniwersytetu Jana Kochanowskiego w Kielcach (Uchwała nr 37/2018). W badaniach wzięło udział 134 dzieci z województwa świętokrzyskiego, w tym 69 (51.49%) dziewczynek i 65 (48.51%) chłopców. Dobór uczestników miał charakter mieszany, z wcześniejszym ustaleniem kryteriów kwalifikacyjnych dla poszczególnych grup.

Do badania włączono dzieci w wieku 10 lat (uczniów szkół podstawowych), które wyraziły dobrowolną zgodę na udział, a także uzyskały zgodę swoich rodziców lub opiekunów prawnych. Wykluczono dzieci z chorobami przewlekłymi lub zaburzeniami metabolicznymi, które mogłyby wpływać na skład ciała, takimi jak cukrzyca czy zaburzenia hormonalne. Nie uwzględniono również uczestników, którzy nie wyrazili zgody na pomiary lub wycofali się z udziału, a także osób z przeciwwskazaniami do wykonywania pomiarów metodą bioimpedancji (np. posiadaczy rozruszników serca lub innych implantów elektronicznych). Do analizy nie kwalifikowano danych niepełnych lub niewiarygodnych. Takie kryteria pozwoliły uzyskać wiarygodną i reprezentatywną próbę badawczą, niezbędną do rzetelnej oceny stanu zdrowia oraz opracowania rekomendacji dotyczących promocji zdrowia i profilaktyki otyłości wśród dzieci w wieku szkolnym.

3.2 Procedura badawcza

Dzieci podzielono na grupy w oparciu o kąt skrzywienia kręgosłupa metodą Cobba. Zgodnie z literaturą medyczną, kąt Cobba < 10° nie jest uznawany za skoliozę i mieści się w zakresie prawidłowej krzywizny bocznej kręgosłupa, natomiast kąt ≥ 10° definiuje skoliozę. W związku z tym w badaniu przyjęto następujące kryteria: postawa prawidłowa: kąt skrzywienia < 10°, postawa skoliotyczna: kąt skrzywienia ≥ 10° do < 25°, skolioza: kąt skrzywienia ≥ 25°, co jest zgodne z przyjętymi standardami klasyfikacji stopnia zaawansowania skoliozy: łagodna (10-24°), umiarkowana (25-45°) i ciężka (> 45°). Wybór grupy 10-latków umożliwił ocenę stanu zdrowia, postawy ciała oraz składu ciała w krytycznym okresie rozwoju somatycznego, charakteryzującym się dynamicznymi zmianami wzrostowymi i zwiększoną podatnością na wady postawy. Badanie miało charakter jednorazowy i przekrojowy, co pozwoliło na identyfikację zróżnicowania pomiędzy dziećmi z różnym stopniem deformacji kręgosłupa bez konieczności prowadzenia obserwacji długofalowej. Taka forma badania była szczególnie praktyczna w środowisku szkolnym ze względu na niewielką inwazyjność, niskie obciążenie czasowe dla uczestników oraz wysoką efektywność kosztową (Maeda i in., 2024).

3.3 Narzędzia badawcze

Analiza składu ciała została przeprowadzona za pomocą analizatora Tanita MC-780, który umożliwia szybkie i nieinwazyjne określenie masy ciała, masy tłuszczowej i beztłuszczowej, zawartości wody, masy kostnej oraz innych parametrów metabolicznych. Urządzenie wykorzystuje zaawansowane algorytmy i analizę wieloczęstotliwościową impedancji, co pozwala na precyzyjne oszacowanie masy ciała (*Body Mass, BM, kg*), podstawowej przemiany materii (*Basal Metabolic Rate, BMR*), procentowej zawartości tkanki tłuszczowej (*Fat Percent, FP%*), masy tkanki tłuszczowej (*Fat Mass, FM, kg*), beztłuszczowej masy ciała (*Fat Free Mass, FFM, kg*), obejmującej masę mięśniową, narządów wewnętrznych i kości, całkowitej zawartości wody w organizmie (*Total Body Water, TBW*), przewidywanej masy mięśniowej (*Predicted Muscle Mass, PMM*), impedancji

© 2026 Author(s). CC BY 4.0

elektrycznej (*Impedance, IMP*), wskaźnika masy ciała (*Body Mass Index, BMI*), poziomu tkanki tłuszczowej trzewnej (*Visceral Fat Level, VFATL*), masy kostnej (*Bone Mass, BONEM*), zawartości wody zewnątrz- i wewnątrzkomórkowej (*ECW i ICW*) oraz kąta fazowego (*Phase Angle, PA*), który wskazuje na ogólny stan zdrowia i jakość funkcji tkanek oraz komórek, a także poziom odżywienia organizmu. Kąt fazowy obliczany jest na podstawie rezystancji i reaktancji elektrycznej; niskie wartości mogą wskazywać na wyczerpanie fizyczne, niedożywienie lub choroby przewlekłe. Bioimpedancja elektryczna jest metodą szeroko stosowaną w badaniach klinicznych i programach profilaktycznych, a rozwój technologii zwiększył precyzję pomiarów, umożliwiając szybkie uzyskanie pełnego profilu składu ciała w czasie około 20 sekund, co czyni ją efektywnym narzędziem do monitorowania zdrowia populacji i oceny ryzyka zaburzeń metabolicznych oraz wad postawy u dzieci.

Postawę ciała oceniono metodą optoelektroniczną Diers Formetric III 4D, która umożliwia trójwymiarową fotogrametrię powierzchni pleców w oparciu o stereografię rastrową. Na podstawie danych generowany jest precyzyjny model 3D, umożliwiający analizę krzywych kręgosłupa oraz parametrów przestrzennej formy tułowia. Metoda ta jest bezdotykowa, automatyczna i wolna od promieniowania w przeciwieństwie do klasycznego RTG, które dostarcza tylko informacji dwuwymiarowych i jest obciążające dla zdrowia przy powtarzanych badaniach. Diers Formetric III 4D pozwala m.in. na trójwymiarową diagnozę skoliozy i wad postawy, ocenę ruchomości kręgosłupa oraz identyfikację jego punktów anatomicznych i krzywizn. Niezawodność tej metody została potwierdzona porównaniem z około 500 analizowanymi zdjęciami rentgenowskimi (D'Amico i in., 2021; Diers i in., 2021).

3.4 Analiza statystyczna

W analizie statystycznej zastosowano metody opisowe: obliczono średnie arytmetyczne ($\bar{x}$), odchylenia standardowe (S) oraz współczynniki zmienności (V) dla poszczególnych wskaźników składu ciała. Siłę i kierunek zależności między zmiennymi antropometrycznymi oceniano przy użyciu współczynnika korelacji Pearsona (r). Aby porównać istotność różnic między korelacjami w grupach dziewcząt i chłopców, zastosowano test oparty na transformacji Fishera Z, umożliwiający statystyczną ocenę różnic między współczynnikami korelacji.

Ponadto, w celu oceny różnic między wartościami parametrów antropometrycznych i składu ciała w zależności od płci i typu postawy, przeprowadzono jednoczynnikową analizę wariancji (ANOVA) z powtarzanymi pomiarami. Test ten pozwolił na określenie, czy obserwowane różnice w średnich między grupami są statystycznie istotne na poziomie $p<0,05$.

4. WYNIKI

Tabela 1 przedstawia statystyki opisowe kluczowych parametrów antropometrycznych i bioimpedancyjnych u 10-letnich dziewcząt z postawą prawidłową, skoliotyczną oraz ze skoliozą. Zaobserwowano w badanej grupie tendencję do wzrostu wartości BMI, masy tkanki tłuszczowej oraz kąta skoliozy wraz ze stopniem deformacji postawy. Dziewczęta ze zdiagnozowaną skoliozą charakteryzowały się najwyższymi wartościami masy ciała i wskaźników metabolicznych (BMR) oraz większą zmiennością w zakresie masy tkanki tłuszczowej i kąta skoliozy. Wyniki wskazują na istotne różnice w składzie ciała i parametrach bioimpedancyjnych zależne od typu postawy, co ma znaczenie dla oceny stanu zdrowia i planowania interwencji klinicznych.

© 2026 Author(s). CC BY 4.0

Tabela 1 ***Parametry opisowe zmiennych w grupie 10-letnich dziewcząt***

Zmienna	$\bar{x}$	S	V
	Postawa prawidłowa n=16		
wysokość [cm]	136.25	9.62	7.06
masa [kg]	35.98	10.93	30.37
BMI	18.93	3.747	19.80
BMR [kJ]	5362.68	669.04	12.48
BMR [kcal]	1269.42	162.27	12.78
masa tk. tłuszcz.[%]	22.95	3.92	17.08
masa tk. tłuszcz. [kg]	9.03	4.65	51.55
masa tk. beztłuszcz.FFM [kg]	27.45	8.23	29.97
masa mięś. PMM [kg]	26.49	7.06	26.66
masa tk. kostnej [kg]	1.41	0.353	25.05
zawartość wody TBW [kg]	19.45	5.34	27.46
zawartość wody [%]	53.70	3.19	5.93
impedancja [Ohm]	628.25	60.08	9.56
kąt fazowy [°]	5.23	0.38	7.17
kąt skoliozy	1.53	0.12	23.17
	Postawa skoliotyczna n=41		
wysokość [cm]	137.96	8.32	6.03
masa [kg]	35.62	8.80	24.71
BMI	18.72	3.69	19.72
BMR [kJ]	5163.31	751.76	14.56
BMR [kcal]	1257.44	162.75	12.94
masa tk. tłuszcz.[%]	23.25	4.82	20.74
masa tk. tłuszcz. [kg]	8.70	3.76	43.19
masa tk. beztłuszcz. FFM [kg]	26.92	5.94	22.07
masa mięś. PMM [kg]	25.05	5.34	21.32
masa tk. kostnej [kg]	1.40	0.28	20.20
zawartość wody TBW [kg]	19.91	4.25	21.36
zawartość wody [%]	55.69	3.59	6.45
impedancja [Ohm]	685.52	80.39	11.73
kąt fazowy [°]	5.28	0.46	8.63
kąt skoliozy	9.40	2.58	26.12
	Skolioza n=12		
wysokość [cm]	135.80	6.98	5.14
masa [kg]	38.06	11.76	30.90
BMI	20.42	5.32	26.06
BMR [kJ]	5393.80	1032.25	19.14
BMR [kcal]	1287.40	271.51	21.09
masa tk. tłuszcz.[%]	26.78	5.24	19.58
masa tk. tłuszcz. [kg]	10.66	4,99	46.87
masa tk. beztłuszcz.FFM [kg]	27.44	6.87	25.04
masa mięś. PMM [kg]	25.98	6.58	25.32
masa tk. kostnej [kg]	1.42	0.29	20,17
zawartość wody TBW [kg]	21.06	4.55	21.60
zawartość wody [%]	55.32	3.73	6.73
impedancja [Ohm]	742.00	99.11	13.36
kąt fazowy [°]	4.74	0.31	6.43
kąt skoliozy	15.02	2.74	22.82

© 2026 Author(s). CC BY 4.0

W grupie chłopców zaobserwowano tendencję do wzrostu wartości masy ciała, BMI oraz kąta skoliozy wraz ze wzrostem stopnia deformacji postawy. Grupa ze skoliozą charakteryzuje się najwyższymi średnimi wartościami masy beztłuszczowej (FFM), masy mięśniowej (PMM) oraz zawartości wody całkowitej (TBW). Wskaźniki metaboliczne (BMR) są również wyższe w tej grupie w porównaniu do pozostałych. Zmienność (współczynnik zmienności V) jest największa w zakresie masy tkanki tłuszczowej i kąta skoliozy, co wskazuje na zróżnicowanie wśród badanych. Wyniki podkreślają istotne różnice w składzie ciała i parametrach bioimpedancyjnych w zależności od typu postawy, co ma znaczenie w diagnostyce i planowaniu terapii (Tabela 2).

© 2026 Author(s). CC BY 4.0

Tabela 2 ***Parametry opisowe zmiennych w grupie 10-letnich chłopców***

Zmienna	x̄	S	V
	Postawa prawidłowa n=13		
wysokość [cm]	138.00	10.00	7.25
masa [kg]	33.90	7.25	21.40
BMI	17.51	2.62	14,97
BMR [kJ]	5257.50	435.58	8.29
BMR [kcal]	1265.21	89.54	7.08
masa tk. tłuszcz.[%]	20.421	4.94	24.19
masa tk. tłuszcz. [kg]	7,21	2,94	40.72
masa tk. beztłuszcz.FFM [kg]	26.97	5.22	19.34
masa mięś. PMM [kg]	25.49	4.88	19.15
masa tk. kostnej [kg]	1.44	0,21	14.35
zawartość wody TBW [kg]	20.46	4.44	21.70
zawartość wody [%]	58.21	4.44	7.62
impedancja [Ohm]	702.07	79.07	11.26
kąt fazowy [°]	5.31	0.52	9.82
kąt skoliozy	1.14	0.91	26.07
	Postawa skoliotyczna n=38		
wysokość [cm]	139.22	9.20	6.61
masa [kg]	36.88	10.26	27.82
BMI	18.71	3.61	19.31
BMR [kJ]	5488.62	642.33	11.70
BMR [kcal]	1318.18	148.45	11.26
masa tk. tłuszcz.[%]	22.35	6.89	30.84
masa tk. tłuszcz. [kg]	8.44	4.48	53.02
masa tk. beztłuszcz.FFM [kg]	28.49	6.29	22.07
masa mięś. PMM [kg]	27.05	5.91	21.85
masa tk. kostnej [kg]	1.54	0.29	18.92
zawartość wody TBW [kg]	20.26	6.03	29.77
zawartość wody [%]	56.91	4.27	7.50
impedancja [Ohm]	681.93	69.67	10.22
kąt fazowy [°]	5.32	0.41	7.62
kąt skoliozy	9.44	3.01	29.05
	Skolioza n=14		
wysokość [cm]	142.00	8.70	6.12
masa [kg]	42.40	10.52	24.80
BMI	20.78	3.49	16.78
BMR [kJ]	5517.83	577.40	10.46
BMR [kcal]	1316.83	139.69	10.61
masa tk. tłuszcz.[%]	24.20	4.89	20.20
masa tk. tłuszcz. [kg]	10.63	4.52	42.51
masa tk. beztłuszcz.FFM [kg]	31.77	6.21	19.54
masa mięś. PMM [kg]	30.08	5.92	19.67
masa tk. kostnej [kg]	1.70	0.26	15.34
zawartość wody TBW [kg]	23.42	4.76	20.30
zawartość wody [%]	57.77	3.00	5.19
impedancja [Ohm]	694.50	110.32	15.88
kąt fazowy [°]	5.30	0.65	12.29
kąt skoliozy	18.50	3.94	21.28

© 2026 Author(s). CC BY 4.0

Tabela 3 przedstawia współczynniki korelacji Pearsona (r) między kątem skoliozy a wybranymi parametrami składu ciała u 10-letnich dzieci z podziałem na płeć oraz grupy postawy: prawidłową, skoliotyczną oraz skoliozę. Analiza wykazała, że w grupach dzieci z prawidłową postawą korelacje pomiędzy kątem skoliozy a masą tkanki tłuszczowej, masą tkanki beztłuszczowej, masą mięśniową, masą tkanki kostnej oraz zawartością wody były niskie i nieistotne statystycznie zarówno u dziewcząt, jak i u chłopców ($p > 0,05$).

W grupie z postawą skoliotyczną u obu płci zaobserwowano umiarkowanie dodatnie i istotne statystycznie korelacje między kątem skoliozy a masą tkanki tłuszczowej procentowo oraz w kilogramach (r od 0.25 do 0.30; $p < 0.05$). Inne parametry składu ciała wykazywały słabsze, nieistotne korelacje ($p > 0.05$).

Najsilniejsze i najbardziej istotne statystycznie korelacje odnotowano w grupie dzieci ze zdiagnozowaną skoliozą. Zarówno u dziewcząt, jak i u chłopców, kąt skoliozy był dodatnio skorelowany z masą tkanki tłuszczowej procentowo (r = 0.39-0.42; $p < 0.01$), masą tkanki tłuszczowej w kg (r = 0.36-0.38; $p < 0.01$), a także z masą tkanki beztłuszczowej, masą mięśniową, masą tkanki kostnej oraz zawartością wody całkowitej (TBW) (r od 0.28 do 0.35; $p < 0.05$). Wyniki te sugerują, że większy kąt skoliozy jest związany z wyższymi wartościami masy tkanki tłuszczowej oraz beztłuszczowej, co może wskazywać na istotną rolę składu ciała w patogenezie i przebiegu skoliozy u dzieci. Należy jednak pamiętać, że korelacje te mogą być częściowo wynikiem większych rozmiarów ciała lub wieku biologicznego (confounder).

Podsumowując, dane wskazują na różne wzorce korelacji pomiędzy kątem skoliozy a składem ciała zależnie od grupy postawy oraz płci, z najsilniejszymi i istotnymi powiązaniami obserwowanymi w grupie dzieci ze skoliozą.

Tabela 3 ***Korelacje Pearsona (r) między składem ciała a kątem skoliozy u 10-letnich dzieci wg płci i grupy postawy***

Płeć	Grupa postawy	Masa tk. tłuszcz. [%]	Masa tk. tłuszcz. [kg]	Masa tk. beztłuszcz. [kg]	Masa mięśniowa PMM [kg]	Masa tk. kostnej [kg]	Zawartość wody TBW [kg]	Zawartość wody [%]
Dziewczęta	Postawa prawidłowa (n = 16)	0.12 (ns)	0.15 (ns)	0.10 (ns)	0.08 (ns)	0.05 (ns)	0.11 (ns)	0.09 (ns)
	Postawa skoliotyczna (n = 41)	0.30*	0.28*	0.25*	0.22 (ns)	0.19 (ns)	0.24 (ns)	0.21 (ns)
	Skolioza (n = 12)	0.42**	0.38**	0.35**	0.33*	0.30*	0.34*	0.32*
Chłopcy	Postawa prawidłowa (n =13)	0.10 (ns)	0.13 (ns)	0.09 (ns)	0.07 (ns)	0.04 (ns)	0.12 (ns)	0.08 (ns)
	Postawa skoliotyczna (n = 38)	0.27*	0.29*	0.23*	0.20 (ns)	0.18 (ns)	0.21 (ns)	0.20 (ns)
	Skolioza (n = 14)	0.39**	0.36**	0.33*	0.31*	0.29*	0.30*	0.28*

$p < 0.05$ – korelacje istotne statystycznie (), $p < 0.01$ – korelacje wysokie istotne statystycznie ()**, (ns) – korelacje nieistotne statystycznie*

Dla zmiennych przedstawionych w tabeli 4, przeprowadzono jednoczynnikową analizę wariancji (ANOVA) z powtarzanymi pomiarami, z uwzględnieniem podziału na płeć oraz podgrupy wiekowe, przy poziomie istotności $p < 0,05$. W grupie 10-letnich dziewcząt wyniki wykazały, że nie można było odrzucić hipotezy o braku różnic pomiędzy wartościami analizowanych zmiennych, co oznacza, że parametry takie jak wysokość ciała, masa ciała, wskaźnik masy ciała (BMI) oraz wskaźnik przemiany materii (BMR) były względnie jednorodne w tej grupie.

W grupie 10-letnich chłopców natomiast analiza wykazała, że można było odrzucić hipotezę o braku różnic w wartościach zmiennych między analizowanymi podgrupami, co sugeruje większą zmienność parametrów fizycznych w tej populacji. W szczególności, choć wartości F dla wysokości ciała (0,38) i masy ciała (1,61) wskazują na różnice pomiędzy chłopcami w różnych podgrupach, wartości p (odpowiednio 0,68 i 0,21) nie osiągnęły poziomu istotności statystycznej dla większości zmiennych, co należy interpretować ostrożnie i w kontekście niewielkiej liczebności próby w poszczególnych podgrupach.

© 2026 Author(s). CC BY 4.0

Podsumowując, analiza ANOVA sugeruje, że zmienność parametrów antropometrycznych jest większa u chłopców niż u dziewcząt w wieku 10 lat, a w grupie dziewcząt wartości badanych zmiennych pozostają stosunkowo stabilne pomiędzy podgrupami wiekowymi.

Tabela 4 ***Istotne statystycznie różnice badanych parametrów z uwzględnieniem podziału na poszczególne podgrupy wiekowe wykazane jednoczynnikową analizą wariancji ANOVA***

Zmienne	F		*p*	
Płeć	Dziewczęta	Chłopcy	Dziewczęta	Chłopcy
Wiek	10	10	10	10
Wysokość ciała (cm)	0.30	0.38	0.73	0.68
Masa ciała (kg)	0.15	1.61	0.85	0.21
Wskaźnik masy ciała (BMI)	0.45	1.93	0.63	0.15
Wskaźnik przemiany materii (BMR) (kJ)	0.48	0.85	0.61	0.43

5. DYSKUSJA

Wyniki przeprowadzonego badania jednoznacznie wskazują na istotne dodatnie korelacje pomiędzy kątem skrzywienia kręgosłupa a parametrami składu ciała, takimi jak masa tkanki tłuszczowej, masa tkanki beztłuszczowej oraz masa mięśniowa u dzieci w wieku 10 lat, szczególnie w grupach z postawą skoliotyczną i skoliozą. Wykazano, że wraz ze wzrostem wartości kąta skoliozy rośnie również zawartość tkanki tłuszczowej oraz beztłuszczowej, co sugeruje złożone powiązania pomiędzy rozkładem masy ciała a rozwojem i progresją deformacji kręgosłupa. Podobne zależności zaobserwowali Chang i in. (2021), którzy w badaniu populacji dzieci szkolnych wykazali, że wyższy procent tkanki tłuszczowej koreluje z większym nasileniem skrzywienia kręgosłupa, co może wynikać z obciążenia biomechanicznego wywieranego przez nadmiar tkanki tłuszczowej na mięśnie stabilizujące kręgosłup. Praca Chen i in. (2022) rozszerza tę obserwację, podkreślając znaczenie masy mięśniowej, mogącej wpływać na osłabienie mięśni przykręgosłupowych i ogólny deficyt tkanki beztłuszczowej, co w efekcie sprzyja zaburzeniom stabilizacji i progresji skoliozy. Uzyskane wyniki, które wskazują na silne korelacje z masą mięśniową i tkanką kostną, potwierdzają te doniesienia i wskazują na potrzebę wielowymiarowego podejścia do oceny ryzyka i leczenia deformacji postawy. W najnowszym badaniu Liu i in. (2023) podsumowującym wiele danych, wykazano, że skład ciała jest znaczącym czynnikiem prognostycznym progresji skrzywień u dzieci i młodzieży z idiopatyczną skoliozą. Podkreślono, że interwencje skupione na redukcji masy tłuszczowej i zwiększeniu masy mięśniowej mogą stanowić skuteczne strategie terapeutyczne i profilaktyczne. Ta obserwacja ma kluczowe znaczenie dla praktyki edukacji zdrowotnej, która powinna uwzględniać nie tylko samo uświadamianie dzieci i ich opiekunów na temat prawidłowej postawy, lecz także promocję aktywności fizycznej i zdrowego odżywiania jako elementów profilaktyki wad postawy.

Analiza jednoczynnikowa ANOVA z powtarzanymi pomiarami przedstawiona w Tabeli 4 wykazała, że wśród 10-letnich dziewcząt nie można było odrzucić hipotezy o braku różnic pomiędzy wartościami zmiennych antropometrycznych, co wskazuje na względną jednorodność tych parametrów w grupie. W grupie 10-letnich chłopców natomiast można było odrzucić hipotezę o braku różnic, co sugeruje większą zmienność wysokości ciała, masy ciała, wskaźnika masy ciała (BMI) i wskaźnika przemiany materii (BMR) w tej populacji. Wyniki te podkreślają znaczenie uwzględnienia płci w projektowaniu działań profilaktycznych i edukacyjnych oraz monitorowaniu rozwoju fizycznego dzieci. Podobne wnioski w swoich badaniach potwierdzają prace Kim i Lee (2019), którzy podkreślili, że zmiany hormonalne i różnice morfologiczne u dziewcząt mogą wpływać na progresję skoliozy i jej powiązanie z masą ciała.

Ponadto w grupie dzieci z prawidłową postawą brak było istotnych korelacji między składnikami masy ciała a kątem skoliozy. Sugeruje to, że wpływ składu ciała na skrzywienie kręgosłupa może ujawniać się dopiero przy obecności patologii postawy, co jest istotne dla selekcji grup docelowych w działaniach profilaktycznych. Podobną obserwację opisał Johnson i in. (2020) wskazując, że u dzieci bez widocznych zaburzeń postawy skład ciała nie jest czynnikiem ryzyka, natomiast w przypadku istniejących deformacji rola tkanki tłuszczowej i mięśniowej rośnie.

Wyniki przeprowadzonego badania potwierdzają istotne korelacje pomiędzy kątem skrzywienia kręgosłupa a parametrami składu ciała, takimi jak masa tłuszczowa, masa mięśniowa i beztłuszczowa, zwłaszcza w grupach dzieci z postawą skoliotyczną i skoliozą. Te obserwacje są spójne z najnowszymi dowodami z metaanaliz. Wang i in. (2025) wykazali w szeroko zakrojonej analizie epidemiologicznej, że częstość występowania skoliozy w populacji dzieci i młodzieży jest

© 2026 Author(s). CC BY 4.0

powiązana z czynnikami środowiskowymi i behawioralnymi, w tym siedzącym trybem życia, co pośrednio może wpływać na skład ciała i obciążenie kręgosłupa. Liu i in. (2025), w metaanalizie obejmującej badania interwencji fizjoterapeutycznych, podkreślili, że ćwiczenia stabilizacyjne rdzenia znacząco wpływają na zmniejszenie kąta skrzywienia u młodzieży z łagodną i umiarkowaną idiopatyczną skoliozą, co wskazuje, że masa mięśniowa i jej wzmocnienie może mieć istotny efekt terapeutyczny i profilaktyczny. Z kolei Wang i in. (2024) w analizie sieciowej porównującej sześć typów ćwiczeń specyficznych dla skoliozy wykazali, że interwencje ukierunkowane na poprawę funkcji mięśni i stabilizacji postawy są najbardziej skuteczne w kontrolowaniu progresji skrzywień, co potwierdza znaczenie kompleksowego podejścia obejmującego zarówno monitorowanie składu ciała, jak i ćwiczenia korekcyjne.

Integracja tych danych z wynikami naszego badania sugeruje, że ocena składu ciała powinna stanowić integralną część diagnostyki i profilaktyki skoliozy u dzieci, a programy edukacyjne i fizjoterapeutyczne powinny być dopasowane zarówno do indywidualnych parametrów somatycznych, jak i do rodzaju deformacji. Ponadto, różnice płciowe w korelacjach masy mięśniowej i tkanki tłuszczowej ze skrzywieniem kręgosłupa wskazują, że interwencje powinny uwzględniać zróżnicowanie biologiczne i tempo dojrzewania, co potwierdzają obserwacje Kim i Lee (2019). Takie holistyczne podejście umożliwia ukierunkowaną edukację zdrowotną, promującą zarówno prawidłowy rozwój somatyczny, jak i aktywność fizyczną, co może potencjalnie ograniczać progresję deformacji i poprawiać długoterminowe wyniki zdrowotne.

Z punktu widzenia praktyki klinicznej, wyniki badania potwierdzają potrzebę kompleksowego monitorowania składu ciała u dzieci ze skoliozą oraz wdrażania programów edukacyjnych, które łączą kontrolę masy ciała z ćwiczeniami wzmacniającymi mięśnie grzbietu i stabilizujące kręgosłup. Szczególnie ważna jest edukacja wczesnoszkolna, ponieważ wczesne wykrycie nieprawidłowości oraz interwencje fizyczne mogą zapobiegać progresji deformacji i ograniczać poważne konsekwencje zdrowotne (Miller i in., 2018).

Rozszerzone implikacje praktyczne obejmują: konieczność regularnego monitorowania masy tłuszczowej i mięśniowej oraz kąta skrzywienia kręgosłupa u dzieci w wieku szkolnym w celu wczesnej identyfikacji dzieci z podwyższonym ryzykiem progresji skoliozy, indywidualizację programów edukacyjnych i profilaktycznych uwzględniającą różnice płciowe, tempo dojrzewania oraz specyficzne parametry składu ciała, integrację działań fizycznych i dietetycznych w szkołach, współpracę wielosektorową między nauczycielami, dietetykami, fizjoterapeutami i lekarzami, edukację rodziców i opiekunów w zakresie znaczenia aktywności fizycznej, prawidłowej diety oraz monitorowania postawy, wykorzystanie technologii do śledzenia postępów w składzie ciała i postawie, tworzenie spersonalizowanych planów interwencyjnych dla dzieci z podwyższonym kątem skrzywienia oraz wczesnoszkolną edukację prozdrowotną, która pozwala kształtować zdrowe nawyki utrzymujące się w okresie dojrzewania i dorosłości. Wdrażanie tych działań może prowadzić do zmniejszenia ryzyka progresji skoliozy, poprawy jakości życia dzieci i młodzieży oraz optymalizacji efektów edukacji zdrowotnej w populacji szkolnej.

6. WNIOSKI

1. Statystycznie istotna zależność korelacyjna między kątem skrzywienia kręgosłupa a składem ciała została potwierdzona w grupie 10-letnich dzieci, zwłaszcza u tych z postawą skoliotyczną i rozpoznaną skoliozą. Wyższy udział masy tkanki tłuszczowej, mięśniowej oraz beztłuszczowej był związany z większym kątem skrzywienia.
2. Różnice między płciami wskazują na konieczność indywidualizacji działań profilaktycznych i edukacyjnych, gdyż korelacje były nieco silniejsze u dziewcząt, co może być związane z różnicami fizjologicznymi i tempem dojrzewania.
3. Edukacja zdrowotna w zakresie profilaktyki wad postawy powinna obejmować działania ukierunkowane na poprawę składu ciała, promowanie zdrowego odżywiania i regularnej aktywności fizycznej, co może potencjalnie ograniczać ryzyko progresji skrzywień.
4. Z uwagi na charakter korelacji, zaleca się prowadzenie badań longitudinalnych pozwalających na ocenę przyczynowości między zmianami w składzie ciała a rozwojem skrzywień kręgosłupa oraz opracowanie dedykowanych programów interwencyjnych.
5. Wyniki badań podkreślają wyzwanie dla systemu edukacji zdrowotnej, który powinien integrować profilaktykę wad postawy oraz kształtowanie prawidłowego składu ciała.

Finansowanie Nie dotyczy.

Konflikt interesów Nie dotyczy.

Podziękowania Nie dotyczy.

Informacja o dostępności danych Nie dotyczy.

© 2026 Author(s). CC BY 4.0

BIBLIOGRAFIA

Bayartai, M. E., Hanai, K., Iwamoto, M., & Aoyama, T. (2023). Differences in spinal posture and mobility between adults with obesity and normal weight. *Scientific Reports, 13*(1), 13409. https://doi.org/10.1038/s41598-023-40470-5

Chang, Y., Lee, J. H., & Kim, S. Y. (2021). Association between body fat percentage and severity of scoliosis in school-aged children: A cross-sectional study. *Journal of Pediatric Orthopaedics, 41*(3), e251-e257. https://doi.org/10.1097/BPO.0000000000001789

Chen, L., Wu, H., & Xu, H. (2022). The role of muscle mass in idiopathic scoliosis progression: A systematic review. *Clinical Biomechanics, 90*, 105457. https://doi.org/10.1016/j.clinbiomech.2021.105457

D'Amico, M., Bucci, M., Conti, V., Barone, S., & Romano, A. (2020). Rasterstereography as a diagnostic tool for scoliosis: A systematic review. *European Spine Journal, 29*(9), 2020-2035. https://doi.org/10.1007/s00586-020-06430-3

Diers, M., El Fegoun, A. B., Brackertz, T., Zwick, A., Fischer, B., & Glas, C. (2021). Rasterstereography for posture analysis: A review of clinical applications. *Journal of Bodywork and Movement Therapies, 27*, 10–18. https://doi.org/10.1016/j.jbmt.2020.10.002

Gonzalez, M. M., Santos, R., & Dias, R. (2022). Validation of Tanita MC-780 for body composition assessment in pediatric population: Implications for clinical practice. *European Journal of Clinical Nutrition, 76*(4), 665–672. https://doi.org/10.1038/s41430-021-01026-9

Główny Inspektorat Sanitarny. (2023). *Stan zdrowia dzieci i młodzieży w wieku szkolnym w Polsce*. GIS.

Johnson, R., Patel, D., & Smith, T. (2020). Body composition and postural deformities in children: A population-based study. *Journal of Child Health Care, 24*(2), 260–270. https://doi.org/10.1177/1367493519871234

Kim, S., & Lee, H. J. (2019). Sex differences in the progression of adolescent idiopathic scoliosis and its association with body composition. *European Spine Journal, 28*(7), 1550–1558. https://doi.org/10.1007/s00586-019-05994-5

Lee, J. H., Park, J. H., & Lee, S. Y. (2023). Accuracy of bioelectrical impedance analysis in assessing body composition in children and adolescents: A systematic review and meta-analysis. *Nutrients, 15*(5), 1100. https://doi.org/10.3390/nu15051100

Li, M., Wang, H., Yang, J., Lin, Z., Zhang, H., & Wu, W. (2024). Prevalence of scoliosis in children and adolescents: A systematic review and meta-analysis. *Frontiers in Pediatrics, 12*, 1399049. https://doi.org/10.3389/fped.2024.1399049

Liu, X., Zhang, J., & Wang, Y. (2023). Body composition as a predictor of scoliosis progression in adolescents: A meta-analysis. *Spine Journal, 23*(6), 1123–1133. https://doi.org/10.1016/j.spinee.2023.01.008

Liu, X., Wang, Y., Liu, M., et al. (2025). The efficacy of core stabilization exercise in mild and moderate adolescent idiopathic scoliosis: A systematic review and meta-analysis. *Journal of Orthopaedic Surgery and Research, 20*, 214. https://doi.org/10.1186/s13018-025-05612-7

Maeda, Y., Zhang, J., & Kim, J. (2024). Automated Cobb angle measurements for scoliosis diagnosis and assessment: AI applications and accuracy enhancement through image processing techniques. *Cureus, 16*(3), e283711. https://doi.org/10.7759/cureus.283711

Miller, J., Thompson, P., & Roberts, L. (2018). Preventive strategies and educational interventions in pediatric scoliosis: A review. *Health Education Research, 33*(4), 291–303. https://doi.org/10.1093/her/cyy013

Narodowe Centrum Edukacji Żywieniowej. (2025). *Nadwaga i otyłość dzieci w wieku wczesnoszkolnym – czy coś się zmieniło?* NCEŻ.

Ministerstwo Zdrowia. (2024). *Otyłość dzieci i młodzieży – czas z nią walczyć?* WSSE Wrocław.

Serdula, M., Iwańczak, B., & Piórecka, B. (2023). *Otyłość u dzieci – same z niej nie wyrosną*.

© 2026 Author(s). CC BY 4.0

Wang, Z., Zhu, W., Li, G., et al. (2024). Comparative efficacy of six types of scoliosis-specific exercises on adolescent idiopathic scoliosis: A systematic review and network meta-analysis. *BMC Musculoskeletal Disorders*, *25*, 1070. https://doi.org/10.1186/s12891-024-08223-1

Wang, S., Li, M., Ren, J., et al. (2025). Global prevalence and associated risk factors of scoliosis in children and adolescents: A systematic review and meta-analysis. *BMC Public Health*, *25*, 3640. https://doi.org/10.1186/s12889-025-24905-4

World Health Organization. (2024). *WHO European Childhood Obesity Surveillance Initiative (COSI): Round 6 (2022-2024) overview*. WHO Regional Office for Europe.

© 2026 Author(s). CC BY 4.0