













## Profil klasy a występowanie nadwagi i otyłości w grupie adolescentów – badanie pilotażowe w ramach projektu „Schody Zdrowia”

### Class profile and prevalence of overweight and obesity in adolescents – pilot study on the “Health Steps” project

Agnieszka Białek-Dratwa<sup>1</sup> , Elżbieta Szczepańska<sup>1</sup> , Małgorzata Słoma-Krześlak<sup>1</sup> ,  
Wiktoria Staśkiewicz-Bartecka<sup>2</sup> , Sylwia Jaruga-Sękowska<sup>3</sup> , Justyna Nowak<sup>4</sup> ,  
Joanna Nieć-Leśniak<sup>1</sup> , Olga Sobek<sup>1</sup>, Agata Kiciak<sup>2</sup> , Agnieszka Bielaszka<sup>2</sup> , Oskar Kowalski<sup>1</sup> 

<sup>1</sup>Zakład Żywienia Człowieka, Wydział Zdrowia Publicznego w Bytomiu, Śląski Uniwersytet Medyczny w Katowicach /  
Department of Human Nutrition, Faculty of Public Health in Bytom, Medical University of Silesia, Katowice, Poland

<sup>2</sup>Zakład Technologii i Oceny Jakości Żywności, Wydział Zdrowia Publicznego w Bytomiu, Śląski Uniwersytet Medyczny  
w Katowicach / Department of Food Technology and Quality Evaluation, Faculty of Public Health in Bytom,  
Medical University of Silesia, Katowice, Poland

<sup>3</sup>Zakład Promocji Zdrowia, Wydział Zdrowia Publicznego w Bytomiu, Śląski Uniwersytet Medyczny w Katowicach /  
Department of Health Promotion, Faculty of Public Health in Bytom, Medical University of Silesia, Katowice, Poland

<sup>4</sup>Zakład Profilaktyki Chorób Sercowo-Naczyniowych, Wydział Zdrowia Publicznego w Bytomiu, Śląski Uniwersytet Medyczny  
w Katowicach / Department of Cardiovascular Disease Prevention, Faculty of Public Health in Bytom,  
Medical University of Silesia, Katowice, Poland

#### STRESZCZENIE

**WSTĘP:** Celem badania była ocena częstości występowania nadwagi i otyłości u młodzieży w wieku 11–13 lat oraz porównanie masy ciała i zawartości tkanki tłuszczowej uczniów klas o profilu ogólnym i sportowym.

**MATERIAŁ I METODY:** W badaniu pilotażowym uczestniczyło 352 uczniów z klas 6 i 7 szkół podstawowych w Bytomiu, biorących udział w projekcie „Schody Zdrowia – edukacja i nauka wyznacznikiem zdrowego i otwartego społeczeństwa”. W badaniu uwzględniono profil klasy. W klasie sportowej realizowano 10 godzin zajęć z wychowania fizycznego tygodniowo, w klasie ogólnej 4 godziny. Skład ciała oceniano za pomocą analizy impedancji bioelektrycznej (*bioelectrical impedance analysis* – BIA). Do oceny wskaźnika masy ciała (*body mass index* – BMI) zastosowano polskie siatki centylowe. Do oceny prawidłowej zawartości tkanki tłuszczowej wykorzystano normy z uwzględnieniem wieku i płci adolescentów.

**WYNIKI:** W klasach o profilu ogólnym nadwaga występowała u 77 (25,58%) uczniów, w tym u 36 (22,78%) dziewcząt oraz 41 (28,67%) chłopców. W klasach o profilu sportowym dotyczyła 8 (15,69%) uczniów, w tym 2 (10,53%) dziewcząt i 6 (18,75%) chłopców. Otyłość w klasach sportowych nie występowała, a w klasach o profilu ogólnym dotyczyła 13 (4,32%) uczniów, w tym 6 (3,80%) dziewcząt oraz 7 (4,90%) chłopców. Biorąc pod uwagę procentową zawartość tkanki tłuszczowej, nadwaga występowała u 56 (15,91%) uczniów.

Received: 23.04.2024

Revised: 16.05.2024

Accepted: 26.06.2024

Published online: 14.08.2024

**Address for correspondence:** dr n. med. Agnieszka Białek-Dratwa, Zakład Żywienia Człowieka, Wydział Zdrowia Publicznego w Bytomiu, Śląski Uniwersytet Medyczny w Katowicach, ul. Jordana 19, 40-808 Zabrze, tel. +48 32 275 51 97, e-mail: abialek@sum.edu.pl



This is an open access article made available under the terms of the Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International (CC BY-SA 4.0) license, which defines the rules for its use. It is allowed to copy, alter, distribute and present the work for any purpose, even commercially, provided that appropriate credit is given to the author and that the user indicates whether the publication has been modified, and when processing or creating based on the work, you must share your work under the same license as the original. The full terms of this license are available at <https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/legalcode>.

Publisher: Medical University of Silesia, Katowice, Poland



**WNIOSKI:** Nadmierna masa ciała dotyczy ponad 25% adolescentów. Nadwaga i otyłość rzadziej występowała u uczniów klas o profilu sportowym. Ponad 30% dzieci ma za dużo tkanki tłuszczowej. Według tego kryterium u dziewcząt w klasach sportowych rzadziej występowała nadwaga i otyłość niż u dziewcząt z klas o profilu ogólnym. Różnice w zawartości tkanki tłuszczowej u chłopców z klasy sportowej i ogólnej były nieistotne statystycznie.

#### SŁOWA KLUCZOWE

nadwaga, otyłość, analiza składu ciała, tkanka tłuszczowa, młodzież

### ABSTRACT

**INTRODUCTION:** The study aimed to assess the prevalence of overweight and obesity in adolescents aged 11–13 and compare the body weight and body fat content of students in general and sports classes.

**MATERIAL AND METHODS:** The pilot study involved 352 pupils in grades 6 and 7 from primary schools in Bytom, participating in the project “Health Steps – education and learning as a determinant of a healthy and open society”. The study was meticulously conducted, with careful attention to detail and consideration of the class profile. A sports class, implementing 10 hours of physical education per week, was compared to a general class with 4 hours. To ensure the accuracy of the results, body composition was assessed using bioelectrical impedance analysis (BIA), a widely accepted method. Polish centile grids, a reliable tool, were used to assess body mass index (BMI). Age and gender-specific norms for adolescents were also employed to assess normal body fat, further enhancing the study’s validity.

**RESULTS:** In the general profile classes, 77 (25.58%) pupils were overweight, including 36 (22.78%) girls and 41 (28.67%) boys. In sports profile classes, it affected 8 (15.69%) pupils, including 2 (10.53%) girls and 6 (18.75%) boys. In the sports classes, obesity did not occur, while in the general profile classes it affected 13 (4.32%) pupils, including 6 (3.80%) girls and 7 (4.90%) boys. Regarding body fat percentage, 56 (15.91%) students were overweight.

**CONCLUSIONS:** The study’s key findings reveal that over 25% of adolescents have excessive body weight, with overweight and obesity being less common among pupils in sports classes. Furthermore, over 30% of children have excessive body fat. Notably, girls in sports classes were less likely to be overweight and obese than girls in general profile classes. However, the differences in body fat among boys in the sports and general classes were not statistically significant.

#### KEYWORDS

overweight, obesity, body composition analysis, body fat, adolescents

### WSTĘP

Światowa Organizacja Zdrowia (World Health Organization – WHO) uznała otyłość za chorobę, która charakteryzuje się nieprawidłowym lub nadmiernym nagromadzeniem tkanki tłuszczowej i wpływa niekorzystnie na stan zdrowia. Rozpoznanie nadwagi i otyłości opiera się na pomiarze wysokości i masy ciała. Dla dzieci poniżej 5 roku życia oblicza się stosunek masy ciała do długości ciała, natomiast u dzieci starszych oblicza się wskaźnik masy ciała (*body mass index* – BMI), odnosząc go do siatek centylowych [1]. W Polsce zgodnie z przyjętymi standardami u dzieci i młodzieży w wieku 3–18 lat do oceny BMI należy stosować polskie percentyle BMI, gdzie nadwagę definiuje się jako BMI powyżej 85 percentyla ( $> 1SD$ ), a otyłość powyżej 97 percentyla ( $> 2SD$ ) [2].

Masa ciała dzieci jest ściśle powiązana ze stylem życia, czyli takimi zachowaniami, jak aktywność fizyczna, sen i zachowania żywieniowe. W ponad 90% przypadków otyłość ma charakter idiopatyczny, a mniej niż 10% ma podłoże genetyczne lub hormonalne [3,4]. Podstawową przyczyną nadwagi i otyłości wśród adolescentów jest brak równowagi energetycznej pomiędzy energią dostarczaną do organizmu i energią wydatkowaną [1].

### INTRODUCTION

The World Health Organization (WHO) has recognised obesity as a disease characterised by abnormal or excessive accumulation of body fat that adversely affects health. The diagnosis of overweight and obesity is based on the measurement of height and weight. For children under 5 years of age, the ratio of body weight to body length is calculated, while in older children, the body mass index (BMI) is calculated and related to centile grids [1]. According to accepted standards in Poland, in children and adolescents aged 3–18 years, Polish BMI percentiles should be used to assess BMI, where overweight is defined as BMI above the 85th percentile ( $> 1SD$ ) and obesity above the 97th percentile ( $> 2SD$ ) [2].

Children’s body weight is closely linked to lifestyle, i.e., behaviours such as physical activity, sleep, and eating behaviour. In more than 90% of cases, obesity is idiopathic, and less than 10% has a genetic or hormonal basis [3,4]. The primary cause of overweight and obesity among adolescents is an energy imbalance between energy supplied to the body and energy expended [1].

A study conducted in 49 countries in 2018 among more than 1.5 million children indicated that 80% of



Badania przeprowadzone w 49 krajach w 2018 r. wśród ponad 1,5 miliona dzieci wskazały, że 80% polskich dzieci prowadzi siedzący tryb życia; polskie dzieci zajęły przedostatnie miejsce wśród swoich rówieśników z Europy [5]. Należy wziąć pod uwagę, iż brak aktywności fizycznej i przebywanie w pozycji siedzącej dłużej niż cztery godziny dziennie znacząco zwiększają ryzyko chorób układu krążenia, cukrzycy i otyłości, skracają czas snu, a także pogarszają zachowania prospołeczne i behawioralne [3,6].

Niezwykle istotne jest zwrócenie uwagi na modyfikację stylu życia u dzieci i młodzieży, gdyż zwiększenie masy ciała może być spowodowane siedzącym trybem życia i zwiększonym spożyciem przekąsek i słodczy. Według aktualnych polskich rekomendacji dotyczących otyłości dziecięcej u dzieci i młodzieży z nadmierną masą ciała należy ograniczyć siedzący tryb życia do maksymalnie dwóch godzin dziennie [3].

W związku ze wspomnianymi rekomendacjami i działaniami prewencyjnymi w badaniu wzięto pod uwagę profil klasy (ogólny i sportowy), aktywność fizyczną uczniów realizowaną w szkole oraz częstość występowania nadwagi i otyłości. Celem badania była ocena częstości występowania nadwagi i otyłości u młodzieży w klasach 6 i 7 szkół podstawowych (11–13 lat) oraz porównanie masy ciała i zawartości tkanki tłuszczowej uczniów klas o profilu ogólnym i sportowym.

## MATERIAŁ I METODY

W badaniu pilotażowym wzięło udział 352 uczniów klas 6 i 7 szkół podstawowych w Bytomiu, którzy uczestniczyli w projekcie „Schody Zdrowia – edukacja i nauka wyznacznikiem zdrowego i otwartego społeczeństwa” realizowanym w ramach programu „Społecznej Odpowiedzialności Nauki”, finansowanym ze środków Ministerstwa Edukacji i Nauki. Projekt był realizowany przez Śląski Uniwersytet Medyczny w Katowicach (SUM) oraz Regionalny Ośrodek Metodyczno-Edukacyjny „Metis”. Badanie przeprowadzono zgodnie z Deklaracją Helsińską oraz Ustawą o zawodzie lekarza i lekarza dentystry. Na przeprowadzenie badania uzyskano zgodę Komisji Bioetycznej SUM (BNW/NWN/0052/KBI/69/I/23). Kryterium włączenia do badania była pisemna zgoda rodzica na udział w badaniu jego oraz jego dziecka, przeprowadzenie analizy składu ciała dziecka, uczęszczanie adolescenta do 6 lub 7 klasy szkoły podstawowej.

Grupę badaną podzielono ze względu na profil klasy. W klasie sportowej realizowano 10 godzin dydaktycznych z wychowania fizycznego w tygodniu (1 godzina = 45 min), w tym 6 godzin zajęć profilowanych, np. karate, siatkówka, lekkatletyka, oraz 4 godziny zajęć ogólnorozwojowych; w klasie ogólnej realizowano 4 godziny zajęć ogólnorozwojowych.

Badanie przesiewowe w zakresie pomiarów antropometrycznych (wysokość i masa ciała) oraz analizę

Polish children lead sedentary lifestyles; Polish children ranked penultimate among their European peers [5]. It is essential to consider that physical inactivity and being in a sitting position for more than four hours a day significantly increase the risk of cardiovascular disease, diabetes and obesity, reduce sleep duration, and worsen prosocial and behavioural behaviours [3,6].

It is essential to pay attention to lifestyle modification in children and adolescents, as increased body weight may be caused by a sedentary lifestyle and increased intake of snacks and sweets. According to current Polish recommendations on childhood obesity, in children and adolescents with excessive body weight, a sedentary lifestyle should be limited to a maximum of two hours per day [3].

Given these recommendations and preventive measures, the study took into account the class profile (general and sports), the physical activity of the pupils at school and the prevalence of overweight and obesity. The study aimed to assess the prevalence of overweight and obesity in primary school students in grades 6 and 7 (11–13 years old) and compare body weight and body fat content among pupils in classes with a general and sports profile.

## MATERIAL AND METHODS

The pilot study involved 352 pupils in grades 6 and 7 from primary schools in Bytom, who participated in the project “Health Steps – education and science as a determinant of a healthy and open society”, implemented as part of the “Social Responsibility of Science” programme, funded by the Ministry of Education and Science. The project was implemented by the Medical University of Silesia in Katowice (SUM) and the Regional In-Service Teacher Training Centre “Metis” in Katowice. The study was conducted according to the Declaration of Helsinki and the Act on the Profession of Physicians and Dentists. It was approved by the Bioethics Committee of SUM (BNW/NWN/0052/KBI/69/I/23). The study’s inclusion criteria were a parent’s written consent to participate for him/her and his/her child, the child’s body composition analysis, and the adolescent’s attendance at grade 6 or 7 of primary school.

The study group was divided according to the class profile. In the sports class, 10 didactic hours of physical education were realised per week (1 hour = 45 min), including 6 hours of profile classes, e.g. karate, volleyball, athletics, and 4 hours of general development classes; in the general class 4 hours of general development classes were realised.

Screening for anthropometric measurements (height and weight) and body composition analysis among adolescents was performed according to standards for this type of study. Body composition was assessed by bioelectrical impedance analysis (BIA), and the research instrument was a TANITA MC-780 S MA



składu ciała wśród adolescentów wykonano zgodnie ze standardami tego typu badań. Oceniano skład ciała za pomocą analizy impedancji bioelektrycznej (*bio-electrical impedance analysis* – BIA), a narzędziem badawczym był analizator składu ciała TANITA MC-780 S MA (Tanita Corporation, Tokio, Japonia). Sprzęt wykorzystany w badaniu jest dopuszczony do użytku medycznego i spełnia standardy NAWI CLASS III dla wag stosowanych w pomiarach medycznych. Analizator posiada certyfikat UE CE0122 oraz spełnia wymagania dyrektywy MDD 93/42/EEC w zakresie wyrobów medycznych. Ocenianymi podczas badania parametrami były masa ciała, wzrost, BMI, podstawowa przemiana materii (*basal metabolic rate* – BMR), całkowita ilość wody w organizmie (*total body water* – TBW), zmineralizowana masa kostna i procentowa zawartość tkanki tłuszczowej (*fat mass* – FM) i masa mięśniowa (*muscle mass* – MM). W badaniu dokonano również analizy segmentowej tkanki tłuszczowej oraz masy mięśniowej z podziałem na segmenty ciała: prawa i lewa ręka, prawa i lewa noga oraz korpus. Masę ciała dzieci oceniono na podstawie uzyskanego wskaźnika masy ciała oraz procentowej zawartości tkanki tłuszczowej. Oceny BMI dokonano na podstawie polskich siatek centylowych BMI, gdzie nadwagę definiuje się powyżej 85 percentyla (> 1SD), a otyłość powyżej 97 percentyla (> 2SD) [2]. Do oceny prawidłowej zawartości tkanki tłuszczowej zgodnie z zaleceniami producenta analizatora składu ciała wykorzystano normy z uwzględnieniem wieku i płci adolescentów [7,8]. Zgodnie z przyjętymi przez producenta kryteriami normy dla poziomu tkanki tłuszczowej w grupie dzieci w wieku 10–15 lat ilustruje rycina 1.

body composition analyser (Tanita Corporation, Tokyo, Japan). The equipment used in the study is approved for medical use and meets NAWI CLASS III standards for scales used in medical measurements. The analyser is EU-certified CE0122 and meets the requirements of the MDD 93/42/EEC medical devices directive. The parameters assessed during the study were body weight, height, BMI, basal metabolic rate (BMR), total body water (TBW), mineralised bone mass and percentage body fat mass (FM) and muscle mass (MM). The study also analysed segmental body fat and muscle mass by body segment: right and left arm, right and left leg and body. The children’s body mass was assessed based on the obtained body mass index and body fat percentage. BMI was assessed using the Polish BMI centile grids, where overweight is defined above the 85th percentile (> 1SD) and obesity above the 97th percentile (> 2SD) [2]. To assess adiposity according to the manufacturer’s recommendations of the body composition analyser, adolescents’ age and gender-specific norms were used [7,8]. According to the criteria adopted by the manufacturer the norms for the level of body fat in the group of children aged 11–15 are presented in Figure 1.

The Mann-Whitney U test was used to compare mean percentages of body fat when the distribution was abnormal. The Shapiro-Wilk test was used to assess the distribution of the data. On the other hand, the chi-square test was used to compare the interpretation of BMI and the interpretation of body fat by class profile and gender. The level of statistical significance was taken as  $p = 0.05$ .



Ryc. 1. Normy procentowej zawartości tkanki tłuszczowej w grupie dzieci w wieku 10–15 lat według kryteriów producenta.  
 Fig. 1. Norms for percentage body fat in a group of children aged 10–15 according to the manufacturer’s criteria.

Do porównania średnich wartości procentowych zawartości tkanki tłuszczowej wykorzystano test U Manna i Whitneya, gdy rozkład nie był normalny. Do oceny rozkładu danych wykorzystano test Shapiro i Wilka. Do porównania interpretacji BMI oraz interpretacji procentowej zawartości tkanki tłuszczowej z uwzględnieniem profilu klasy i płci wykorzystano test chi-kwadrat. Za poziom istotności statystycznej przyjęto  $p = 0,05$ .

## RESULTS

A total of 352 pupils participated in the study, including 177 girls and 175 boys aged 11–13. 51 pupils (19 girls and 32 boys) attended sports-specific classes, and 301 (158 girls and 143 boys) attended general-purpose classes.



## WYNIKI

W badaniu brało udział 352 uczniów, w tym 177 dziewcząt i 175 chłopców w wieku 11–13 lat. Do klas o profilu sportowym uczęszczało 51 uczniów (19 dziewcząt i 32 chłopców), do klas o profilu ogólnym 301 uczniów (158 dziewcząt i 143 chłopców).

Uwzględniając uzyskane wyniki BMI i odnosząc je do siatek centylowych BMI OLA i OLAF, w całej badanej grupie nadwagę miało 85 (24,15%) adolescentów, w tym 38 (21,47%) dziewcząt i 47 (26,86%) chłopców, natomiast otyłość występowała u 13 (3,69%) uczniów, w tym u 6 (3,39%) dziewcząt i 7 (4,00%) chłopców (tab. I).

W klasach o profilu ogólnym nadwagę stwierdzono u 77 (25,58%) uczniów, w tym u 36 (22,78%) dziewcząt oraz 41 (28,67%) chłopców, natomiast w klasach o profilu sportowym u 8 (15,69%) uczniów, w tym u 2 (10,53%) dziewcząt i 6 (18,75%) chłopców. Otyłość w klasach sportowych nie występowała, a w klasach o profilu ogólnym dotyczyła 13 uczniów (4,32%), w tym 6 (3,80%) dziewcząt oraz 7 (4,90%) chłopców. Chłopcy stanowili większy odsetek badanych z nadwagą i otyłością, dziewczęta zaś z niedowagą oraz z prawidłową masą ciała (tab. II).

Różnice pomiędzy wartością BMI zarówno u dziewcząt, jak i u chłopców w klasach ogólnych i sportowych były istotne statystycznie, odpowiednio  $p < 0,00001$  i  $p < 0,0001$ .

Biorąc pod uwagę procentową zawartość tkanki tłuszczowej u badanej młodzieży, nadwaga występowała u mniejszej liczby uczniów, tj. u 56 (15,91%), niż wskazywały normy BMI, natomiast otyłość miało więcej uczniów, tj. 55 (15,63%), niż wskazywały normy (tab. I). Uwzględniając profil klasy, w klasach sportowych otyłość stwierdzono u 7 (13,73%) uczniów, w tym u 1 (5,26%) dziewczynki i 6 chłopców (18,75%). W klasach o profilu ogólnym otyłość stwierdzono u 23 (14,56%) dziewczynek i 25 (17,48%) chłopców. Nadwaga również występowała częściej w klasach o profilu ogólnym niż sportowym (odpowiednio u 18,35% i 5,26% dziewczynek oraz u 15,38% i 12,50% chłopców; tab. III). Biorąc pod uwagę różnice pomiędzy procentową zawartością tkanki tłuszczowej u dziewcząt z klas ogólnych i sportowych, były one istotne statystycznie ( $p < 0,00001$ ), u chłopców nie stwierdzono takich różnic.

Średnia zawartość procentowa tkanki tłuszczowej u dziewcząt w klasie sportowej wynosiła 24,86% ( $\pm 3,18$ ), natomiast w klasie ogólnej 27,28% ( $\pm 5,87$ ). Różnica między obiema grupami była istotna statystycznie ( $p = 0,0001$ ). U chłopców wartości te wynosiły odpowiednio 20,23% ( $\pm 6,27$ ) w klasie sportowej i 21,02% ( $\pm 7,65$ ) w klasie ogólnej; różnice pomiędzy średnią procentową zawartością tkanki tłuszczowej nie były istotne statystycznie ( $p = 0,185$ ).

Średnia masa tkanki beztłuszczowej (*fat-free mass* – FFM) w kilogramach w badanej grupie chłopców

Taking into account the BMI results obtained and relating them to the OLAF and OLAF BMI centile grids, 85 (24.15%) adolescents in the entire study group were overweight, including 38 (21.47%) girls and 47 (26.86%) boys, while 13 (3.69%) students were obese, including 6 (3.39%) girls and 7 (4.00%) boys (Table I).

In the general profile classes, 77 (25.58%) pupils, including 36 (22.78%) girls and 41 (28.67%) boys, were found to be overweight, while in the sports profile classes 8 (15.69%) pupils, including 2 (10.53%) girls and 6 (18.75%) boys. Obesity was not present in the sports classes, while in the general profile classes it affected 13 students (4.32%), including 6 (3.80%) girls and 7 (4.90%) boys. Boys accounted for a higher proportion of overweight and obese respondents, while girls were underweight and normal weight (Table II).

The differences between BMI values of both girls and boys in the general and sports classes were statistically significant, respectively  $p < 0.00001$  and  $p < 0.0001$ .

Considering the body fat percentage among the adolescents studied, fewer students were overweight, i.e. 56 (15.91%), than those assessed according to BMI norms; in comparison, more students were obese, i.e. 55 (15.63%), than according to the indicated norms (Table I). Considering the class profile in sports classes, obesity was found in 7 (13.73%) students, including 1 (5.26%) girl and 6 boys (18.75%). In general profile classes, obesity was found in 23 (14.56%) girls and 25 (17.48%) boys. Overweight was also more common in the general profile classes than in the sports profile classes (18.35% and 5.26% of girls and 15.38% and 12.50% of boys, respectively; Table III).

Considering the differences between the percentage body fat of girls from general and sports classes were statistically significant ( $p < 0.00001$ ), no such differences were found among boys.

The mean body fat percentage among girls in the sports class was 24.86% ( $\pm 3.18$ ), and in the general class 27.28% ( $\pm 5.87$ ). The difference between the two groups was statistically significant ( $p = 0.0001$ ). For boys, the values were 20.23% ( $\pm 6.27$ ) in the sports class and 21.02% ( $\pm 7.65$ ) in the general class; the difference between the mean percentage of body fat was not statistically significant ( $p = 0.185$ ).

The mean fat-free mass (FFM) in kilograms in the study group of boys in the sports class was 40.14 kg ( $\pm 6.7$ ), and in the general class 40.85 kg ( $\pm 6.7$ ). In the girls' group, FFM in the sports class was 37.42 kg ( $\pm 5.1$ ), while in the general class it was 36.5 kg ( $\pm 5.8$ ). The differences were not statistically significant. Considering TBW content among boys in the sports class, the mean value was 29.39 kg ( $\pm 4.9$ ) and in the general class 29.9 kg ( $\pm 6.6$ ), while among girls in the sports class 27.39 kg ( $\pm 3.7$ ) and in the general class 26.77 kg ( $\pm 4.2$ ). The differences were not statistically significant.

**Tabela I.** Rozkład masy ciała według interpretacji wskaźnika masy ciała (BMI) w siatkach centylowych OLA i OLAF oraz rozkład tkanki tłuszczowej badanych dzieci**Table I.** Distribution of body weight according to interpretation of body mass index (BMI) in OLA and OLAF centile grids and distribution of body fat of studied children

Parametry zdrowotne / Health parameters	Niedowaga / Underweight		Prawidłowa masa ciała / Normal weight		Nadwaga / Overweight		Otyłość / Obesity	
	N	%	N	%	N	%	N	%
BMI ogółem / Total BMI	18	5,11%	236	67,05%	85	24,15%	13	3,69%
BMI u dziewcząt / BMI in girls	13	7,34%	120	67,80%	38	21,47%	6	3,39%
BMI u chłopców / BMI in boys	5	2,86%	116	66,29%	47	26,86%	7	4,00%
Zawartość tkanki tłuszczowej ogółem / Tissue content total fat	4	1,14%	237	67,33%	56	15,91%	55	15,63%
Zawartość tkanki tłuszczowej u dziewcząt / Tissue content fat in girls	0	0,00%	123	69,49%	30	16,95%	24	13,56%
Zawartość tkanki tłuszczowej u chłopców / Tissue content fat in boys	4	2,29%	114	82,29%	26	14,86%	31	17,71%

**Tabela II.** Rozkład masy ciała według interpretacji wskaźnika masy ciała (BMI) w siatkach centylowych OLA i OLAF a profil klasy badanych adolescentów**Table II.** Distribution of body weight according to interpretation of body mass index (BMI) in OLA and OLAF centile grids and class profile of studied adolescents

Interpretacja BMI / Interpretation of BMI	Niedowaga / Underweight		Prawidłowa masa ciała / Normal weight		Nadwaga* / Overweight*		Otyłość** / Obesity**	
	N	%	N	%	N	%	N	%
Klasa ogólna / General class								
Ogółem / Total	18	5,98%	193	64,12%	77	25,58%	13	4,32%
Dziewczęta / Girls	13	8,23%	103	65,19%	36	22,78%	6	3,80%
Chłopcy / Boys	5	3,50%	90	62,94%	41	28,67%	7	4,90%
Klasa sportowa / Sports class								
Ogółem / Total	0	0,00%	43	84,31%	8	15,69%	0	0,00%
Dziewczęta / Girls	0	0,00%	17	89,47%	2	10,53%	0	0,00%
Chłopcy / Boys	0	0,00%	26	81,25%	6	18,75%	0	0,00%

\* Nadwagę definiuje się jako BMI powyżej 85 percentyla (&gt; 1SD), \*\* otyłość powyżej 97 percentyla (&gt; 2SD).

\* Overweight is defined as BMI above 85th percentile (&gt; 1SD), \*\* obesity above 97th percentile (&gt; 2SD).

**Tabela III.** Rozkład tkanki tłuszczowej badanych dzieci a profil klasy\***Table III.** Body fat distribution of studied children and class profile\*

Procentowa zawartość tkanki tłuszczowej / Percentage body fat	Niedowaga / Underweight		Prawidłowa masa ciała / Normal weight		Nadwaga / Overweight		Otyłość / Obesity	
	N	%	N	%	N	%	N	%
Klasa ogólna / General class								
Ogółem / Total	4	1,33%	198	65,78%	51	16,94%	48	15,95%
Dziewczęta / Girls	0	0,00%	106	67,09%	29	18,35%	23	14,56%
Chłopcy / Boys	4	2,80%	92	64,34%	22	15,38%	25	17,48%
Klasa sportowa / Sports class								
Ogółem / Total	0	0,00%	39	76,47%	5	9,80%	7	13,73%
Dziewczęta / Girls	0	0,00%	17	89,47%	1	5,26%	1	5,26%
Chłopcy / Boys	0	0,00%	22	68,75%	4	12,50%	6	18,75%

\* Do oceny zawartości tkanki tłuszczowej zgodnie z zaleceniami producenta analizatora składu ciała wykorzystano normy z uwzględnieniem wieku i płci adolescentów.

\* Assessment of body fat content as recommended by the manufacturer of the body composition analyser, age and gender-specific norms of adolescents were used.



w klasie sportowej wynosiła 40,14 kg ( $\pm$  6,7), w klasie ogólnej 40,85 kg ( $\pm$  6,7). W grupie dziewcząt FFM w klasie sportowej wynosiła 37,42 kg ( $\pm$  5,1), w klasie ogólnej 36,5 kg ( $\pm$  5,8). Różnice nie były istotne statystycznie. Biorąc pod uwagę TBW, u chłopców z klasy sportowej średnia wartość wynosiła 29,39 kg ( $\pm$  4,9), a w klasie ogólnej 29,9 kg ( $\pm$  6,6), natomiast u dziewcząt z klasy sportowej 27,39 kg ( $\pm$  3,7), a w klasie ogólnej 26,77 kg ( $\pm$  4,2). Różnice nie były istotne statystycznie.

## DYSKUSJA

Regularna aktywność fizyczna jest konieczna dla prawidłowego wzrostu i rozwoju dzieci i młodzieży, pełni istotną rolę w zapobieganiu nadmiernemu przyrostowi masy ciała i otyłości w okresie dorastania, co z kolei zmniejsza ryzyko związane z problemami zdrowotnymi [9]. Problemy te mogą obejmować choroby układu krążenia, zaburzenia metaboliczne, żołądkowo-jelitowe, płucne, ortopedyczne, neurologiczne, psychiczne i społeczne [10,11,12].

Nadwaga i otyłość są rezultatem niewłaściwej równowagi energetycznej, polegającej na dysproporcji między energią przyjmowaną z jedzenia i napojów i energią zużywaną podczas aktywności fizycznej i ćwiczeń. Wzrost liczby dzieci z nadwagą i otyłością w ostatnich dziesięcioleciach może być spowodowany zwiększeniem dostarczanej energii, zmniejszeniem aktywności fizycznej, ale może być również wynikiem obu czynników jednocześnie [9].

Zapobieganie otyłości i jej leczenie opiera się na łączeniu aktywności fizycznej i odpowiedniej diety. Prawidłowe odżywianie wraz z regularnymi ćwiczeniami fizycznymi w okresie dorastania zwiększa szanse na osiągnięcie zdrowego wzrostu i rozwoju fizycznego, zgodnego z indywidualnym potencjałem genetycznym danego dziecka. Aktywność fizyczna przynosi korzyści na każdym etapie rozwoju, a aktywne zabawy są istotne dla fizycznego, umysłowego i społecznego rozwoju dziecka. Pomagają również w kształtowaniu nawyków związanych z aktywnością fizyczną na przestrzeni całego życia [12,13,14].

Brak aktywności fizycznej w dzieciństwie połączony z nadmierną masą ciała prowadzi do obniżonej sprawności fizycznej oraz zaniżonej pewności siebie w tym zakresie. Poprawa umiejętności motorycznych może zwiększyć motywację dziecka do podejmowania aktywności fizycznej poprzez wzrost poczucia własnej wartości i doświadczenie większej radości z wykonywanych ćwiczeń [9,15].

W ogólnym ujęciu dzieci cierpiące na otyłość często napotykały trudności w wykonywaniu ćwiczeń i czynności motorycznych, co prowadzi do obniżenia umiejętności kondycyjnych, takich jak koordynacja, równowaga, szybkość biegu, zwinność, sprawność manualna i motoryka ogólna oraz koordynacja ręka–oko. Z kolei słabe umiejętności motoryczne mogą obniżać motywację do uczestnictwa w aktywności fizycznej

## DISCUSSION

Regular physical activity is necessary for average growth and development in children and adolescents. It is essential in preventing excessive weight gain and obesity during adolescence, reducing the risk associated with health problems [9]. These problems may include cardiovascular disease, metabolic, gastrointestinal, pulmonary, orthopaedic, neurological, psychological and social disorders [10,11,12].

Overweight and obesity result from an inappropriate energy balance, where there is an imbalance between the energy taken in from food and drink and the energy consumed during physical activity and exercise. The increase in the number of overweight and obese children in recent decades may be due to an increase in energy provision or a decrease in physical activity, but it may also be the result of both factors simultaneously [9].

The prevention and treatment of obesity is based on a combination of physical activity and an appropriate diet. Proper nutrition combined with regular physical exercise during adolescence increases the chances of achieving healthy growth and physical development, which aligns with the individual child's genetic potential. Physical activity is beneficial at every stage of development, and active play is essential for physical, mental, and social development. They also help to form physical activity habits throughout life [12,13,14].

Lack of physical activity in childhood, combined with the prevalence of excess body weight leads to reduced physical fitness and low self-confidence in this area. Improved motor skills can increase a child's motivation to be physically active by increasing self-esteem and experiencing greater enjoyment of exercise [9,15].

Children suffering from obesity often encounter difficulties in exercise and motor activities, leading to lower fitness skills such as coordination, balance, running speed, agility, manual dexterity, gross motor skills, and hand–eye coordination. In turn, poor motor skills may reduce motivation to participate in physical activity with peers, which partly explains the tendency towards a more sedentary lifestyle and creates a negative cycle [16,17,18,19,20].

According to the most recent WHO physical activity recommendations, children and adolescents aged 5–17 should perform at least 60 minutes of moderate to vigorous intensity physical activity each day. Of particular importance is that the recommendation implies that the indicated exercise time should be an additional activity outside of daily activities [16].

A study by Drenowatz et al. [21] showed that regular participation in organised sports, even once or twice a week, reduced the risk of being overweight by almost 50%. Another study observed that regular participation in sports for at least 3 hours per week, in addition to compulsory physical education classes,



z rówieśnikami, co częściowo tłumaczy skłonność do bardziej siedzącego trybu życia i tworzy negatywny cykl [16,17,18,19,20].

Według najnowszych zaleceń WHO aktywność fizyczna o umiarkowanym lub intensywnym natężeniu u dzieci i młodzieży w wieku 5–17 lat powinna wynosić co najmniej 60 minut każdego dnia. Szczególnie ważne jest to, iż wskazany czas ćwiczeń powinien stanowić dodatkową aktywność poza codziennymi zajęciami [16].

W badaniu Drenowatza i wsp. [21] wykazano, że regularne uczestnictwo w zorganizowanych zajęciach sportowych, nawet tylko raz lub dwa razy w tygodniu, zmniejszyło ryzyko nadwagi o prawie 50%. W kolejnym badaniu zaobserwowano, iż regularne uczestnictwo w zajęciach sportowych przez co najmniej 3 godziny tygodniowo, oprócz obowiązkowych zajęć z wychowania fizycznego, wiąże się ze zwiększoną sprawnością fizyczną oraz niższą zawartością tkanki tłuszczowej całego ciała i tułowia u chłopców przed okresem dojrzewania [22]. W badaniu Malicevica i wsp. [23] stwierdzono mniejszą częstość występowania nadwagi i otyłości u dzieci aktywnych w porównaniu z dziećmi nieaktywnymi fizycznie.

Uczniowie w polskich szkołach podstawowych zgodnie z programem nauczania mają 4 razy po 45 minut (łącznie 3 godziny zajęć) wychowania fizycznego tygodniowo, czyli poniżej zalecanego poziomu 60 minut aktywności fizycznej dziennie. W klasach o profilu sportowym poza 4 zajęciami po 45 minut dzieci mają dodatkowo 6 zajęć po 45 minut, co daje łącznie 7,5 godziny zajęć tygodniowo, czyli zgodnie z zaleceniami WHO [24]. Nasze wyniki potwierdziły hipotezę, że u dzieci uczestniczących w zorganizowanych zajęciach sportowych nadwaga występuje rzadziej niż u dzieci nieaktywnych. Jednak wśród uczniów z klas sportowych pomimo dużej aktywności fizycznej występowała nadmierna masa ciała i nadmierna zawartość tkanki tłuszczowej. Potwierdza to konieczność łączenia działań prewencyjnych w zakresie propagowania zarówno aktywności fizycznej, jak i odpowiedniego sposobu żywienia. Ważne jest to tym bardziej, że – jak pokazują liczne badania – ocena aktywności fizycznej uczniów oraz ich diety, jak również działania prewencyjne w tym zakresie minimalizują ryzyko powstawania otyłości w późniejszym okresie życia [25,26,27].

W niniejszym badaniu przekrojowym brakuje analizy dodatkowej aktywności fizycznej podejmowanej poza zajęciami w szkole. Dlatego będziemy nadal badać związek między różnymi rodzajami i intensywnością aktywności sportowej a składem masy ciała.

Analizując wyniki niniejszego badania, należy wziąć pod uwagę następujące ograniczenia. Wymóg uzyskania pisemnej zgody rodziców może wprowadzać bias selekcyjny, ponieważ do badania zakwalifikowano jedynie dzieci, których rodzice wykazali zainteresowanie kontrolą masy ciała swoich dzieci. Jest to jednak powszechne ograniczenie w tego typu badaniach, których nie można całkowicie wyeliminować. Prze-

was associated with increased physical fitness and lower whole-body and trunk body fat in pre-adolescent boys [22]. A study by Malicevic et al. [23] found a lower prevalence of overweight and obesity in physically active children compared to physically inactive children.

According to the curriculum, pupils in Polish primary schools have 4 classes of 45 minutes each (a total of 3 hours of classes) of physical education per week, which is below the recommended level of 60 minutes of physical activity per day. In classes with a sports profile, in addition to 4 classes of 45 minutes each, children have an additional 6 classes of 45 minutes each, which gives a total of 7.5 hours occupied per week, i.e. following WHO recommendations [24]. Our results confirmed the hypothesis that children involved in organised sports are less likely to be overweight than inactive children. However, among pupils in sports classes, excessive body weight and excess body fat were present despite high physical activity levels. This confirms the need for a combination of preventive measures to promote physical activity and appropriate diets. This is all the more important because – as numerous studies have shown – assessment of pupils' physical activity and diet and preventive measures in this area minimise the risk of obesity developing later in life [25,26,27].

This cross-sectional study needs to analyze additional physical activity outside of school. For this reason, we will continue to investigate the relationship between different types and intensities of sports activities and body mass composition.

When analysing the results of this study, the following limitations of the study should be taken into account. The requirement for written parental consent may introduce a selection bias, as only children whose parents showed interest in controlling their children's weight were eligible for the study. However, this is a standard limitation in this type of study that cannot be eliminated. Conducting the survey only in Bytom may limit the possibility of generalising the results to the entire population of children in Poland. Differences in lifestyle, eating habits, and home environment of the children studied were not considered, which may have affected the results. However, the authors focused on the analysis of the implementation of physical activity hours, which is the core curriculum in both types of classes and does not require additional parental involvement and financial costs of extra activities for children.

At the same time, it is also essential to consider the strengths of the study, such as the use of the TANITA MC-780 S MA body composition analyser, which meets NAWI CLASS III medical standards and is EU-certified CE0122, ensuring accuracy and reliability of measurements. The study included several body composition parameters such as weight, height, BMI, BMR, TBW, bone mass, body fat percentage and FFM. The study also included a breakdown of sports and general classes, which





prorowadzenie badania wyłącznie w Bytomiu może ograniczać możliwość uogólnienia wyników na całą populację dzieci w Polsce. Nie uwzględniono różnic w trybie życia, nawykach żywieniowych i środowisku domowym badanych dzieci, co może wpływać na wyniki. Autorzy skupili się jednak na analizie realizacji godzin aktywności fizycznej, która jest podstawą programową w obu typach klas i nie wymaga dodatkowego zaangażowania rodziców oraz kosztów finansowych związanych z zajęciami dodatkowymi dla dzieci.

Jednocześnie należy uwzględnić mocne strony badania, takie jak użycie analizatora składu ciała TANITA MC-780 S MA, który spełnia medyczne standardy NAWI CLASS III i posiada certyfikat UE CE0122, zapewnia dokładność i wiarygodność pomiarów. Badanie obejmowało wiele parametrów składu ciała, takich jak masa ciała, wzrost, BMI, BMR, TBW, masa kostna, procentowa zawartość tkanki tłuszczowej i FFM. W badaniu uwzględniono również podział na klasy sportowe i ogólne, co umożliwia analizę wpływu intensywności zajęć fizycznych w szkole na skład ciała dzieci. W Polsce brakuje przekrojowych badań analizy składu ciała dzieci, a przedstawione badanie jest jednym z pierwszych tego typu, co podkreśla jego wartość i unikalność.

## WNIOSKI

W badanej grupie u ponad 25% adolescentów występowała nadmierna masa ciała. Nadwaga i otyłość rzadziej dotyczyła uczniów klas o profilu sportowym niż ogólnym. Analizując zawartość tkanki tłuszczowej, ponad 30% dzieci ma jej za dużo. U dziewcząt w klasach sportowych rzadziej występowała nadwaga i otyłość niż u dziewcząt z klas o profilu ogólnym. Różnice w zawartości tkanki tłuszczowej u chłopców z klasy sportowej i ogólnej były nieistotne statystycznie.

Podsumowując, badanie stanowi uzupełnienie materiału dowodowego, który wskazuje, że regularna aktywność fizyczna jest jednym z głównych czynników trwałego zapobiegania nadwadze lub otyłości u adolescentów.

makes it possible to analyse the impact of physical activity intensity at school on children's body composition. More cross-sectional studies of children's body composition analysis in Poland need to be conducted, and the study presented here is one of the first of its kind, emphasising its value and uniqueness.

## CONCLUSIONS

Over 25% of adolescents in the study group are characterised by excessive body weight. Overweight and obesity were less common among pupils in sports classes than in general classes. When analysing body fat content, over 30% of children have too much body fat. Girls in sports classes were less likely to be overweight and obese than girls in general profile classes. The differences in adipose tissue content among boys in sports and general classes were not statistically significant.

In conclusion, study contributes to the growing body of evidence supporting the role of regular physical activity in preventing overweight or obesity in adolescents.

---

### Author's contribution

Study design – A. Bialek-Dratwa, E. Szczepańska, O. Kowalski

Data collection – A. Bialek-Dratwa, E. Szczepańska, M. Słoma-Krześlak, W. Staśkiewicz-Bartecka, S. Jaruga-Sękowska, J. Nowak, J. Nieć-Leśniak, A. Kiciak, A. Bielaszka

Data interpretation – A. Bialek-Dratwa, O. Sobek, J. Nieć-Leśniak

Statistical analysis – A. Bialek-Dratwa, O. Sobek

Manuscript preparation – A. Bialek-Dratwa, E. Szczepańska

Literature research – A. Bialek-Dratwa, O. Sobek, E. Szczepańska

Final approval of the version to be published – A. Bialek-Dratwa, E. Szczepańska, O. Kowalski

---



## REFERENCES

1. Obesity and overweight. World Health Organization, 1 March 2024 [online] <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/obesity-and-overweight> [accessed on 8 April 2024].
2. Kułaga Z., Litwin M., Tkaczyk M., Palczewska I., Zajczkowska M., Zwolińska D. et al. Polish 2010 growth references for school-aged children and adolescents. *Eur. J. Pediatr.* 2011; 170(5): 599–609, doi: 10.1007/s00431-010-1329-x.
3. Mazur A., Zachurzok A., Baran J., Dereń K., Łuszczki E., Weres A. et al. Childhood obesity: position statement of Polish Society of Pediatrics, Polish Society for Pediatric Obesity, Polish Society of Pediatric Endocrinology and Diabetes, the College of Family Physicians in Poland and Polish Association for Study on Obesity. *Nutrients* 2022; 14(18): 3806, doi: 10.3390/nu14183806.
4. Xu S., Xue Y. Pediatric obesity: causes, symptoms, prevention and treatment. *Exp. Ther. Med.* 2016; 11(1): 15–20, doi: 10.3892/etm.2015.2853.
5. Guthold R., Stevens G.A., Riley L.M., Bull F.C. Global trends in insufficient physical activity among adolescents: a pooled analysis of 298 population-based surveys with 1.6 million participants. *Lancet Child Adolesc. Health* 2020; 4(1): 23–35, doi: 10.1016/S2352-4642(19)30323-2.
6. Owen N., Healy G.N., Matthews C.E., Dunstan D.W. Too much sitting: the population health science of sedentary behavior. *Exerc. Sport Sci. Rev.* 2010; 38(3): 105–113, doi: 10.1097/JES.0b013e3181e373a2.
7. Analizatory składu ciała (Tanita MC-780 P MA BK). Tanita [online] <http://www.tanitapolska.pl/analizatory-skladu-ciala-tanita/profesjonalne-analizatory/tanita-medyczna-waga-i-segmentowy-analizator-skladu-ciala-mc-780p-ma-kolor-czarny.html> [accessed on 8 April 2024].
8. Verney J., Schwartz C., Amiche S., Pereira B., Thivel D. Comparisons of a multi-frequency bioelectrical impedance analysis to the dual-energy X-ray absorptiometry scan in healthy young adults depending on their physical activity level. *J. Hum. Kinet.* 2015; 47: 73–80, doi: 10.1515/hukin-2015-0063.
9. Hills A.P., Andersen L.B., Byrne N.M. Physical activity and obesity in children. *Br. J. Sports Med.* 2011; 45(11): 866–870, doi: 10.1136/bjsports-2011-090199.
10. Lloyd L.J., Langley-Evans S.C., McMullen S. Childhood obesity and adult cardiovascular disease risk: a systematic review. *Int. J. Obes.* 2010; 34(1): 18–28, doi: 10.1038/ijo.2009.61.
11. Steene-Johannessen J., Kolle E., Reseland J.E., Anderssen S.A., Andersen L.B. Waist circumference is related to low-grade inflammation in youth. *Int. J. Pediatr. Obes.* 2010; 5(4): 313–319, doi: 10.3109/17477160903497035.
12. Hills A.P., King N.A., Armstrong T.P. The contribution of physical activity and sedentary behaviours to the growth and development of children and adolescents: implications for overweight and obesity. *Sports Med.* 2007; 37(6): 533–545, doi: 10.2165/00007256-200737060-00006.
13. Hills A.P., Okely A.D., Baur L.A. Addressing childhood obesity through increased physical activity. *Nat. Rev. Endocrinol.* 2010; 6(10): 543–549, doi: 10.1038/nrendo.2010.133.
14. Sallis J.F., Glanz K. Physical activity and food environments: solutions to the obesity epidemic. *Milbank Q.* 2009; 87(1): 123–154, doi: 10.1111/j.1468-0009.2009.00550.x.
15. Biddle S.J., Gorely T., Stensel D.J. Health-enhancing physical activity and sedentary behaviour in children and adolescents. *J. Sports Sci.* 2004; 22(8): 679–701, doi: 10.1080/02640410410001712412.
16. Global recommendations on physical activity for health. Geneva. World Health Organization 2010.
17. Calcaterra V., Marin L., Vandoni M., Rossi V., Pirazzi A., Grazi R. et al. Childhood obesity and incorrect body posture: impact on physical activity and the therapeutic role of exercise. *Int. J. Environ. Res. Public Health* 2022; 19(24): 16728, doi: 10.3390/ijerph192416728.
18. Tsiros M.D., Tian E.J., Shultz S.P., Olds T., Hills A.P., Duff J. et al. Obesity, the new childhood disability? An umbrella review on the association between adiposity and physical function. *Obes. Rev.* 2020; 21(12): e13121, doi: 10.1111/obr.13121.
19. Cattuzzo M.T., Dos Santos Henrique R., Ré A.H., de Oliveira I.S., Melo B.M., de Sousa Moura M. et al. Motor competence and health related physical fitness in youth: A systematic review. *J. Sci. Med. Sport* 2016; 19(2): 123–129, doi: 10.1016/j.jsams.2014.12.004.
20. O'Malley G., Keating R., Elmes M., Killeen S., Sheridan N., Murphy S. et al. Standing balance and health-related quality of life in children who are obese. *Appetite* 2015; 89: 309, doi: 10.1016/j.appet.2014.12.030.
21. Drenowatz C., Steiner R.P., Brandstetter S., Klenk J., Wabitsch M., Steinacker J.M. Organized sports, overweight, and physical fitness in primary school children in Germany. *J. Obes.* 2013; 2013: 935245, doi: 10.1155/2013/935245.
22. Ara I., Vicente-Rodríguez G., Jimenez-Ramirez J., Dorado C., Serrano-Sanchez J.A., Calbet J.A. Regular participation in sports is associated with enhanced physical fitness and lower fat mass in prepubertal boys. *Int. J. Obes. Relat. Metab. Disord.* 2004; 28(12): 1585–1593, doi: 10.1038/sj.ijo.0802754.
23. Malicevic S., Mirkov D., Milanovic I., Radisavljevic-Janic S., Batez M., Mazic S. Is the physical fitness of schoolchildren dependent on their physical activity levels and nutritional status? The experience from Serbia. *Nutr. Hosp.* 2022; 39(3): 506–512, doi: 10.20960/nh.03861.
24. Chaput J.P., Willumsen J., Bull F., Chou R., Ekelund U., Firth J. et al. 2020 WHO guidelines on physical activity and sedentary behaviour for children and adolescents aged 5–17 years: summary of the evidence. *Int. J. Behav. Nutr. Phys. Act.* 2020; 17(1): 141, doi: 10.1186/s12966-020-01037-z.
25. Suza D.E., Miristia V., Hariati H. Physical activities and incidence of obesity among adolescent in Medan, Indonesia. *Open Access Maced. J. Med. Sci.* 2020; 8(E): 198–203, doi: 10.3889/oamjms.2020.4225.
26. Martin A., Booth J.N., Laird Y., Sproule J., Reilly J.J., Saunders D.H. Physical activity, diet and other behavioural interventions for improving cognition and school achievement in children and adolescents with obesity or overweight. *Cochrane Database Syst. Rev.* 2018; 1: CD009728, doi: 10.1002/14651858.CD009728.pub3.
27. Wyszynska J., Ring-Dimitriou S., Thivel D., Weghuber D., Hadjipanayis A., Grossman Z. et al. Physical activity in the prevention of childhood obesity: the position of the European Childhood Obesity Group and the European Academy of Pediatrics. *Front. Pediatr.* 2020; 8: 535705, doi: 10.3389/fped.2020.535705.