

*Anna Czczuk, Elżbieta Huk-Wieliczuk, Agnieszka Dmitruk, Helena Popławska*

**AN ANALYSIS OF SELECTED RISK FACTORS OF OSTEOPOROSIS  
- DIETARY PATTERNS AND PHYSICAL ACTIVITY  
- IN PUBESCENT GIRLS FROM THE LUBELSKIE PROVINCE**

**ANALIZA WYBRANYCH CZYNNIKÓW RYZYKA OSTEOPOROZY  
- SPOSOBU ŻYWIENIA I AKTYWNOŚCI FIZYCZNEJ  
- U DZIEWCZĄT W OKRESIE DOJRZEWANIA Z WOJEWÓDZTWA LUBELSKIEGO**

Józef Piłsudski University of Physical Education in Warsaw  
Faculty of Physical Education and Sport in Biała Podlaska

Akademia Wychowania Fizycznego Józefa Piłsudskiego w Warszawie  
Wydział Wychowania Fizycznego i Sportu w Białej Podlaskiej

ABSTRACT

**INTRODUCTION.** Peak bone mass is modulated by intrinsic (genetic) and extrinsic factors, such as diet, physical activity, stimulants and medications. Approximately 80-85% of peak bone mass is achieved during puberty.

**OBJECTIVE.** The aim of the study was to analyze selected risk factors for osteoporosis, specifically diet and physical activity, in 10- to 15-year-old girls.

**MATERIAL AND METHODS.** The study included 461 girls from Eastern Poland (Lublin Province). Diet of the study subjects was determined with a 24-h dietary recall survey. Dietary intake of energy and selected nutrients was calculated using Dieta 5.0 software. The analysis included intake of energy, protein, fat, calcium, phosphorus, magnesium, sodium, vitamins A, D and C. Physical activity of the study subjects was assessed by means of a diagnostic survey. Statistical analysis included determining mean dietary intakes of analyzed nutrients, as well as their deviations from the intakes recommended for a given age group (10-12 and 13-15 years of age). Associations between diet and physical activity levels were tested with multivariate models of logistic regression, and their statistical significance was verified with Wald test.

**RESULTS.** The study documented insufficient intake of energy, excessive intake of protein and sodium, as well as calcium, phosphorus and vitamin D deficiency. Most surveyed girls declared moderate level of physical activity.

**CONCLUSIONS.** Dietary inadequacies observed in the studied girls may lead to inappropriate bone mineralization and as a result, contribute to development of osteoporosis in future. No evident relationships were found between diet and physical activity level.

**Key words:** *osteoporosis, diet, physical activity, girls*

STRESZCZENIE

Na wartość szczytowej masy kostnej mają wpływ czynniki wewnątrzpochodne (genetyczne) oraz zewnątrzpochodne takie jak dieta, aktywność fizyczna, używki, leki. Około 80-85% szczytowej masy kostnej organizm osiąga w okresie dojrzewania.

**CEL PRACY.** Celem pracy była analiza wybranych czynników ryzyka osteoporozy tj. sposobu odżywiania i aktywności fizycznej u dziewcząt w wieku 10-15 lat.

**MATERIAŁ I METODY.** Badaniami objęto 461 dziewcząt mieszkających na terenie wschodniej Polski (województwo lubelskie). Do oceny sposobu odżywiania posłużono się wywiadem żywieniowym o spożyciu z ostatnich 24 godzin poprzedzających badanie. Zawartość energii i wybranych składników odżywczych w racjach pokarmowych obliczono korzystając z programu komputerowego Dieta 5.0. W pracy analizowano spożycie energii, białka, tłuszczu, wapnia, fosforu, magnezu, sodu oraz witamin A, D i C. Aktywność fizyczną badanych oceniono metodą sondażu diagnostycznego. Metody statystyczne obejmowały obliczenie średnich wartości spożycia analizowanych składników odżywczych oraz odchylenia od normy dla danej grupy wieku (10-12 oraz 13-15 lat). W celu zbadania związków pomiędzy sposobem odżywiania a poziomem aktywności fizycznej zastosowano wieloczynnikowy model regresji logistycznej, a istotność statystyczną różnic oceniono testem Walda.

**WYNIKI.** Zaobserwowano zbyt niską wartość energetyczną diety, nadmierną podaż białka i sodu, niedobór wapnia, fosforu i witaminy D. Większość badanych dziewcząt deklarowała umiarkowaną aktywność fizyczną. **WNIOSKI.** Zaobserwowane nieprawidłowości w sposobie odżywiania badanych dziewcząt mogą doprowadzić do nieprawidłowej mineralizacji kośćca i w konsekwencji przyczynić się do wystąpienia w przyszłości osteoporozy. Nie stwierdzono wyraźnych zależności pomiędzy sposobem odżywiania a poziomem aktywności fizycznej.

**Słowa kluczowe:** osteoporoza, odżywianie, aktywność fizyczna, dziewczęta

## INTRODUCTION

The period of pubescence is one of the key stages in man's life, when ca. 80-85% of the peak bone mass (PBM) is being reached (1, 2). Afterwards, the growth of bone mass is considerably slower until the maximum value is reached at the age of ca. 30, although some works indicate this period to be between 17 and 18 years of age (3). Discrepancies regarding the age at which PBM is reached that are seen in scientific literature are due to the fact that it differs in each individual person. Until the age of 40, the peak bone mass is maintaining at a stable level, but afterwards its physiological loss begins. Noteworthy is that women lose 35% of the compact bone mass and 50% of the spongy bone mass through their lifespan. In men, due to a higher skeleton mass, the loss is fewer by 1/3 compared to women (4). For this reason, it is believed that reaching a high value of PBM in the pubescence period allows preventing – to a significant extent – the risk of osteoporosis development in the advanced age or at least enables delaying its onset (5).

Extensive scientific studies have been conducted for years in search for factors that could exert beneficial effects on the bone mass. Their results indicate that the peak bone mass value is determined by endogenous factors (genetic ones like race, sex) and exogenous ones (diet, physical activity, nutritional status, drugs used, stimulants, chronic diseases) (6,7,8). Women are at a higher risk of osteoporosis development, because the decreasing concentration of estrogen in the menopausal period is accompanied by the bone mass loss (9).

Hence, the early prophylaxis of osteoporosis should primarily be aimed at developing appropriate eating habits, reducing or eliminating stimulants, and at introducing moderate physical activity since the earliest childhood (10).

**STUDY AIM.** Taking into account the above recommendations, this study was aimed at analyzing dietary patterns and physical activity as risk factors of osteoporosis in girls aged 10-15 years.

## MATERIAL AND METHODS

The study was conducted between September 2008 and December 2009 and covered 461 girls at the age

## WSTĘP

Okres dojrzewania to jeden z ważniejszych etapów w życiu człowieka, w którym osiąga się około 80-85% szczytowej masy kostnej (PBM) (1, 2). Po tym okresie przyrost masy kostnej przebiega już znacznie wolniej aż do osiągnięcia wartości maksymalnej około 30 roku życia, chociaż w niektórych opracowaniach naukowych ogranicza się ten okres do 17-18 rok życia (3). Rozbieżności w świecie nauki dotyczące wieku osiągnięcia PBM wynikają z faktu, że jest on osobniczo zróżnicowany. Do 40 roku życia szczytowa masa kostna utrzymuje się na stałym poziomie. Po tym okresie rozpoczyna się jej fizjologiczna utrata. Należy podkreślić, że w ciągu życia kobiety tracą 35% masy kostnej korowej i 50% masy gąbczastej. U mężczyzn, z uwagi na większą masę szkieletu, utrata jest mniejsza o 1/3 w porównaniu do kobiet (4). W związku z tym, uważa się, że uzyskanie wysokiej wartości PMB w okresie dojrzewania w znacznym stopniu zabezpiecza przed wystąpieniem osteoporozy w wieku starszym lub przynajmniej opóźnia czas jej wystąpienia (5).

Od wielu lat prowadzone są badania mające na celu poszukiwanie czynników, które by korzystnie wpływały na masę kostną. Z badań tych wynika, że na wartość szczytowej masy kostnej mają wpływ czynniki wewnątrzpochodne (genetyczne np. rasa, płeć) oraz zewnątrzpochodne (dieta, aktywność fizyczna, stan odżywienia, stosowane leki, używki, przewlekłe choroby) (6,7,8). Kobiety są częściej narażone na występowanie osteoporozy, ponieważ w okresie menopauzy spadkowi stężenia estrogenów towarzyszy ubytek masy kostnej (9).

Dlatego też wczesna profilaktyka osteoporozy powinna uwzględniać w głównej mierze kształtowanie prawidłowych nawyków żywieniowych, ograniczenie lub całkowite wyeliminowanie używek, a także umiarkowaną aktywność fizyczną od najmłodszych lat (10).

**CEL PRACY.** Biorąc pod uwagę powyższe zalecenia, celem pracy była analiza sposobu odżywiania oraz aktywności fizycznej jako czynników ryzyka osteoporozy u dziewcząt w wieku 10-15 lat.

## MATERIAŁ I METODY

Badania przeprowadzono w okresie od września 2008 roku do grudnia 2009 roku. Badaniami objęto

of 10-15 living in eastern Poland (Bialski District, Lubelskie Province). This study is a part of an extensive survey carried out at this area in the framework of statutory investigations DS.116. Schools the girls attended to were selected for the study at random from the list of primary schools and gymnasiums of the Bialski District. In total, 7 urban and 6 rural schools were selected for the study. Surveyed were all the children whose parents agreed to their participation in the study, i.e., ca. 75% in the rural environment and ca. 60% in the urban environment. This work presents results obtained only for girls at the age of 10 to 15. This group was selected due to the fact that women are at greater risk of osteoporosis development and that the most intensive bone mass growth, which protects against this disease development, is observed in the pubescence period.

Research methods applied in the study served to evaluate the dietary patterns and physical activity of the girls. In order to estimate the mean intake of selected nutrients by the girls, use was made of the 24-h dietary recall based on the "Photoalbum of Products and Dishes" (11). Three interviews were conducted with each girl: two in the school days and one in the day free of school. The content of energy and selected nutrients in food rations were computed using "Dieta 5.0" software (IŻŻ). Results obtained were referred to the current Polish nutritional guidelines developed by the National Institute of Food and Nutrition in Warsaw (IŻŻ) (12). Study results were compared with the guidelines considering the age, body mass, and physical activity of the girls. Following the nutritional guidelines, the girls were divided into two age categories: the first included girls aged 10-12 years (n=253) and the second girls aged 13-15 years (n= 208). Analyses were carried out for the intake of selected components, like: energy, proteins, fats, calcium, phosphorus, magnesium, sodium, and vitamins A, D and C, as factors whose deficiency or excess have a significant effect on the increased risk of osteoporosis development.

The method of diagnostic survey was applied to evaluate the physical activity of the girls. The number of hours spent weekly on physical activity apart from the physical education classes was established. The level of physical activity was evaluated according to a 3-point scale: low activity – up to 3 hours per week, moderate activity – from 4 to 5 hours per week, and high activity – 6 and more hours per week. Considering that there were very few girls with a high physical activity compared to the girls from groups with moderate and low activity, only two groups were distinguished in further analyses: the first one including girls with a low activity, and the second including girls with a moderate and high activity. In both groups,

461 dziewcząt w wieku 10-15 lat mieszkających na terenie wschodniej Polski (powiat bialski, województwo lubelskie). Uzyskane wyniki stanowią część badań prowadzonych na wymienionym wcześniej obszarze w ramach badań statutowych DS.116. Szkoły do badań wybrano w sposób losowy na podstawie listy szkół podstawowych i gimnazjalnych powiatu bialskiego. Wylosowano 7 szkół wiejskich i 6 szkół miejskich. W szkołach przebadano wszystkie dzieci, których rodzice wyrazili zgodę na udział dziecka w badaniu (w środowisku wiejskim zgodę wyraziło około 75% rodziców, a w miejskim – około 60%). W tym opracowaniu wykorzystano jedynie wyniki dziewcząt w wieku od 10 do 15 lat. Wybór badanej grupy podyktowany był tym, że płeć żeńska jest w większym stopniu narażona na wystąpienie osteoporozy, a najintensywniejszy przyrost masy kostnej, który chroni przed wystąpieniem tego schorzenia obserwowany jest w okresie dojrzewania.

Zastosowane w pracy metody badawcze posłużyły do oceny sposobu odżywiania się dziewcząt oraz ich aktywności fizycznej. W celu oszacowania średniego spożycia u dziewcząt wybranych składników odżywczych posłużono się wywiadem żywieniowym o spożyciu z ostatnich 24 godzin poprzedzających badanie, wykorzystując „Album fotografii produktów i potraw” (11). Z każdą badaną osobą przeprowadzono trzy wywiady, które obejmowały dwa dni nauki i jeden dzień wolny od zajęć. Zawartość energii i wybranych składników odżywczych w racjach pokarmowych obliczono korzystając z programu komputerowego „Dieta 5.0”(IŻŻ). Uzyskane wyniki odniesiono do aktualnie obowiązujących w Polsce norm żywieniowych opracowanych przez Instytut Żywności i Żywienia w Warszawie (12). Przy porównaniu wyników z normami brano pod uwagę wiek, masę ciała i aktywność fizyczną. Zgodnie z normami żywieniowymi dziewczęta podzielono na dwie grupy wieku. Pierwszą grupę stanowiły uczennice w wieku 10-12 lat (n=253), grupę drugą dziewczęta w wieku 13-15 lat (n= 208). W pracy analizowano spożycie wybranych składników takich jak: energia, białko, tłuszcze, wapń, fosfor, magnez, sód i witamin: A, D i C, jako czynników, których niedobór lub nadmiar ma istotny wpływ na zwiększenie ryzyka wystąpienia osteoporozy.

Przy ocenie aktywności fizycznej osób badanych posłużono się metodą sondażu diagnostycznego. Określono liczbę godzin przeznaczanych na aktywność fizyczną w tygodniu poza zajęciami wychowania fizycznego. Poziom aktywności fizycznej oceniano według 3-stopniowej skali: mała aktywność - do 3 godzin tygodniowo, umiarkowana - od 4 do 5 godzin i duża - 6 godzin i więcej. W związku z małą liczebnością dziewcząt w grupie o dużej aktywności fizycznej w stosunku do grup o aktywności umiarkowanej i małej, w dal-

the number and percentage of girls were determined who were characterized by the intake of the analyzed nutrients above or below the recommended level and those whose intake fitted the recommended level.

Statistical analysis included calculations of: mean values of intake of the analyzed nutrients and deviations from the standard for the given age category. The multi-factor logistic regression model was applied to study correlations between dietary patterns and physical activity level (13). In this model, differences between groups with too high or too low percentages of meeting the recommended intakes of selected nutrients were calculated as the odds ratio of the co-occurrence of a low level of physical activity with dietary deficiency. The  $OR=1$  indicates no correlations between the analyzed factor and event,  $OR>1$  means that in the non-reference group (low or high intake of a specified dietary component) the chances for event occurrence are greater than in the reference group (intake meeting the recommended level), whereas  $OR<1$  indicates that chances for event occurrence in the non-reference sample are lesser than in the reference group. In order to determine variability of the analyzed trait within a group, the confidence interval (CI) was established at the level of 95%. The statistical significance of the computed OR values was assessed with the Wald's test. All above calculations were made using Statistica 10 software (StatSoft, Tulsa OK, USA).

## RESULTS

The analysis of the percentage distribution of the surveyed girls in terms of the physical activity level demonstrated that most of the girls declared moderate physical activity. Over 30% of the girls were included into the group with a low physical activity, whereas the least numerous group was represented by the girls with a high physical activity (Tab. I.).

Table I. Distribution of the surveyed girls in groups identified on the basis of physical activity level (number/percentage)

Tabela I. Udział badanych w grupach wydzielonych na podstawie aktywności fizycznej (liczba/procent)

Physical activity	Girls aged 10-12 years		Girls aged 13-15 years	
	n	%	n	%
low	80	31.6	78	37.5
moderate	169	66.8	122	58.7
high	4	1.6	8	3.8

Results related to the mean intake of selected nutrients being risk factors of osteoporosis development were presented in Tables II and III. They indicate that energy intake was too low in both age categories of girls compared to the recommended level, however in the group of the younger girls the intake of energy was higher than in the group of older girls. The mean intake

szczych analizach wydzielono tylko dwie grupy (jedną - o małej aktywności, drugą - o umiarkowanej i dużej aktywności). W wydzielonych grupach obliczono liczbę i odsetek osób, które charakteryzowały się spożyciem analizowanych składników spożywczych powyżej lub poniżej normy oraz których spożycie mieściło się w ustalonej normie.

Metody statystyczne obejmowały obliczanie: średnich wartości spożycia analizowanych składników odżywczych oraz odchylenia od normy dla danej grupy wieku. W celu zbadania związków pomiędzy sposobem odżywiania a poziomem aktywności fizycznej zastosowano wieloczynnikowy model regresji logistycznej (13). W modelu tym różnice pomiędzy grupami o zbyt wysokich lub zbyt niskich odsetkach realizacji normy na wybrane składniki odżywcze oceniono poprzez zastosowanie współczynnika nadwyżek obliczanego jako iloraz szans (ang. OR, *odds ratio*) współistnienia niskiego poziomu aktywności fizycznej z niedoborem pokarmowym. Współczynnik nadwyżek  $OR=1$  oznacza brak zależności między badanym czynnikiem a zdarzeniem,  $OR>1$  oznacza, że w grupie niereferencyjnej (niskie lub wysokie spożycie danego składnika pokarmowego) szanse wystąpienia zdarzenia są większe niż w grupie referencyjnej (spożycie w normie),  $OR<1$  oznacza, że szanse wystąpienia zdarzenia w grupie niereferencyjnej są mniejsze niż w grupie referencyjnej. W celu określenia zmienności analizowanej cechy wewnątrz grupy określono przedział ufności CI (ang. *confidence interval*) na poziomie 95%. Istotność statystyczną obliczonych ilorazów szans oceniono testem Walda. Powyższe obliczenia wykonano wykorzystując program komputerowy Statistica 10 (StatSoft, Tulsa OK, USA).

## WYNIKI BADAŃ

Analizując procentowy rozkład badanych osób w zależności od poziomu aktywności fizycznej wykazano, że większość dziewcząt deklarowała umiarkowaną aktywność fizyczną. Ponad 30% badanych zaliczono do grupy o małej aktywności fizycznej, natomiast najmniej liczną grupę stanowiły dziewczęta o dużej aktywności fizycznej (Tab. I.).

Wyniki dotyczące średniego spożycia wybranych składników odżywczych stanowiących czynniki ryzyka wystąpienia osteoporozy przedstawiono w tabelach II i III. Uzyskane wartości wskazują, że spożycie energii w obu grupach dziewcząt było zbyt niskie w stosunku do ustalonych norm, przy czym w grupie młodszych dziewcząt pobór energii był wyższy niż w grupie starszej. Średnie spożycie białka w obu grupach przekraczało poziom średniego zapotrzebowania, przy czym większą podaż zanotowano w grupie dziewcząt młodszych. W przypadku tłuszczów wykazano znaczą-

of protein in both groups exceeded the EAR value, with a higher intake noted in the younger girls. In the case of fats, their significant deficiency – exceeding 54% – was demonstrated in the group of the older girls.

The analysis of the mean intakes of selected minerals demonstrated that the recommended AI for sodium was exceeded almost twofold in both groups of girls. Opposite observations were made for calcium and phosphorus. Especially alarming was a significant deficiency of calcium – oscillating around 60% and an inappropriate calcium to phosphorus ratio (almost twofold higher intake of phosphorus compared to the intake of calcium). In turn, the intake of magnesium in the group of younger girls was approximating the EAR value, whereas it was deficient in the group of older girls.

A significant role in the prevention of osteoporosis is also ascribed to the appropriate intake of vitamins, A, C and D in particular. The excess of vitamin A was found only in diets of girls aged 10-12 years, whereas in the girls aged 13-15 year the intake of this vitamin with diet met the EAR value. Similar was the case with vitamin C – its insignificantly higher intake was found in the younger girls and only in this group was the intake of vitamin C exceeding the recommended value. In turn, diets of both groups of girls were deficient in vitamin D – which plays the key role in osteoporosis prevention (Tab. II and III).

ny niedobór tego składnika odżywczego, w grupie starszych dziewcząt przekraczający 54%.

Analizując średnie spożycie wybranych składników mineralnych w obu grupach stwierdzono ponad dwukrotne przekroczenie norm w zakresie spożycia sodu. W spożyciu wapnia i fosforu zaobserwowano odwrotną sytuację, czyli niedobór tych pierwiastków. Szczególnie niepokojący był znaczny niedobór wapnia - oscylujący w granicach 60% oraz nieprawidłowy stosunek wapnia do fosforu (prawie dwukrotnie wyższe spożycie fosforu w stosunku do spożycia wapnia). Natomiast spożycie magnezu w grupie młodszej było zbliżone do wartości normy, a w grupie starszej wykazano niedobór tego pierwiastka.

Istotną rolę w zapobieganiu osteoporozie ma również odpowiednie spożycie witamin, głównie A, C i D. Nadmiar witaminy A stwierdzono tylko w grupie dziewcząt 10-12-letnich, natomiast u dziewcząt w wieku 13-15 lat pobór tej witaminy wraz z pożywieniem mieścił się w granicach normy. Podobna sytuacja dotyczyła spożycia witaminy C - nieznacznie wyższe spożycie stwierdzono u dziewcząt młodszych i tylko w tej grupie zaobserwowano przekroczenie wartości normy. Natomiast w poborze witaminy D, która odgrywa najważniejszą rolę w zapobieganiu osteoporozie, w obu grupach stwierdzono znaczne niedobory tej witaminy (Tab. II i III).

Table II. Dietary intake of selected nutrients, constituting risk factors of osteoporosis, among 10-12-year-old girls

Tabela II. Spożycie przez dziewczęta w wieku 10-12 lat wybranych składników odżywczych stanowiących czynniki ryzyka wystąpienia osteoporozy

Nutrient	Mean ± SD	Min. - Max.	Recommended level	% of meeting recommended level	
				EAR level	AI level
Energy (kcal)	1740.62 ± 620.98	420.75 - 4053.28	2100	83.94	-
Total protein (g)	58.04 ± 22.38	12.06 - 133.42	31	186.28	-
Total fats (g)	48.21 ± 28.84	8.19 - 317.02	82	59.58	-
Sodium (mg)	3415.19 ± 1420.13	922.95 - 14467.03	1300	-	262.04
Calcium (mg)	551.46 ± 395.45	43.70 - 2688.54	1300	-	42.7
Phosphorus (mg)	941.72 ± 381.97	173.17 - 2409.46	1050	90.52	-
Magnesium (mg)	225.51 ± 84.15	50.81 - 589.06	200	112.22	-
Vitamin A (µg)	610.37 ± 416.03	59.99 - 3053.25	430	141.84	-
Vitamin C (mg)	61.07 ± 55.65	0.51 - 455.90	40	151.25	-
Vitamin D (µg)	2.20 ± 2.77	0.16 - 32.91	5	-	44.01

Correlations between dietary patterns and physical activity level were evaluated using the multi-factor logistic regression model. In the case of energy intake, both in the younger and older girls the OR value approximated 1, which means no differences in meeting the recommended level of intake of energy between the groups with various levels of physical activity. Most of the surveyed girls, both from the

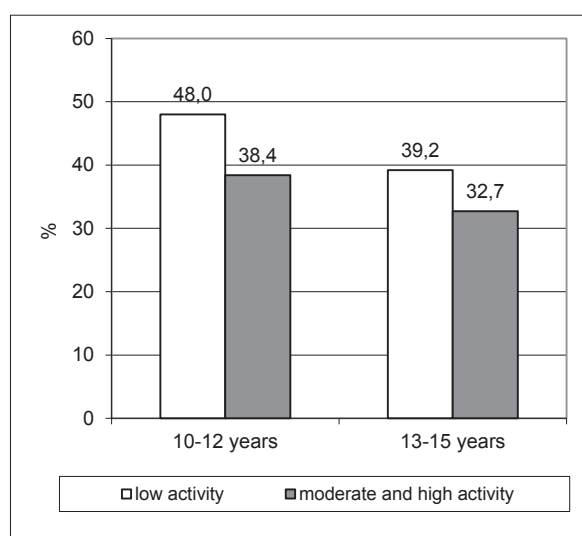
Związki pomiędzy sposobem odżywiania a poziomem aktywności fizycznej oceniono poprzez zastosowanie wieloczynnikowego modelu regresji logistycznej. W przypadku spożycia energii zarówno u dziewcząt młodszych jak i u starszych wartość OR była zbliżona do 1, co oznacza, że nie stwierdzono różnic w realizacji norm na energię pomiędzy grupami o zróżnicowanym poziomie aktywności fizycznej.

group with low activity as well as with moderate and high physical activity, showed energy deficit and a too high intake of protein. No correlation was either found between the intake of sodium and the level of physical activity. In the case of calcium, diets of over 90% of the surveyed girls were deficient in this macroelement. A higher percentage of girls with dietary deficiency of this element occurred in the groups with a moderate and high physical activity, and in the group of 10-12-year-old girls the observed differences were statistically significant. Milk should be the main source of calcium in diets of children and adolescents, while study results demonstrated that most of the girls did not drink milk every day. A higher intake of this product was found in the group with a low physical activity, and lesser one in the group of girls with moderate and high physical activity (Fig. 1).

Większość badanych osób, zarówno w grupie o małej, jak i w grupie o umiarkowanej i dużej aktywności fizycznej wykazywała niedobór energii, natomiast spożycie białka przekraczało normę. Nie stwierdzono również zależności pomiędzy spożyciem sodu a poziomem aktywności fizycznej. W przypadku wapnia ponad 90% badanych wykazuje niedobór tego makroelementu. Większy odsetek badanych wykazujących niedobór tego pierwiastka wystąpił w grupie o umiarkowanej i dużej aktywności fizycznej, a u 10-12 letnich dziewcząt różnice były istotne statystycznie. Podstawowym produktem spożywczym będącym głównym źródłem wapnia w diecie dzieci i młodzieży powinno być mleko. Uzyskane wyniki wskazują, że większość dziewcząt nie spożywa codziennie mleka. Większe spożycie tego produktu stwierdzono w grupie o małej aktywności fizycznej, a mniejsze w grupie o umiarkowanej i dużej aktywności (Ryc. 1).

Table III. Dietary intake of selected nutrients, constituting risk factors of osteoporosis, among 13- to 15-year-old girls  
Tabela III. Spożycie przez dziewczęta w wieku 13-15 lat wybranych składników odżywczych stanowiących czynniki ryzyka wystąpienia osteoporozy

Nutrient	Mean $\pm$ SD	Min. - Max.	Recommended level	% of meeting recommended level	
				EAR level	
Energy (kcal)	1577.67 $\pm$ 595.23	178.50 - 4277.56	2400	66.56	-
Total protein (g)	54.64 $\pm$ 22.43	9.60 - 142.21	43	129.57	-
Total fats (g)	43.12 $\pm$ 29.71	1.75 - 288.54	95	45.93	-
Sodium (mg)	3062.75 $\pm$ 1247.39	243.62 - 8539.89	1500	-	206.33
Calcium (mg)	497.56 $\pm$ 323.84	49.54 - 2419.44	1300	-	38.36
Phosphorus (mg)	878.94 $\pm$ 365.65	186.96 - 2501.71	1050	84.09	-
Magnesium (mg)	215.17 $\pm$ 90.81	28.50 - 797.98	300	73.56	-
Vitamin A ( $\mu$ g)	511.65 $\pm$ 365.33	30.00 - 2347.17	490	104.89	-
Vitamin C (mg)	56.59 $\pm$ 44.30	0.57 - 218.48	55	104.70	-
Vitamin D ( $\mu$ g)	1.94 $\pm$ 2.05	0.00 - 21.63	5	-	38.81



Ryc. 1. Odsetek badanych dziewcząt spożywających codziennie mleko z uwzględnieniem ich aktywności fizycznej  
Fig. 1. Percentage of surveyed girls who consumed milk

Table IV. Numbers and percentages of 10-12-year-old girls who provided selected nutrients with their diets at recommended, too low or excessive amounts, stratified according to physical activity level

Tabela IV. Liczebność i procent dziewcząt w wieku 10-12 lat realizujących spożycie wybranych składników odżywczych zgodnie z zaleceniami, poniżej lub powyżej normy żywieniowej w grupach wydzielonych w zależności od poziomu aktywności fizycznej

Nutrient	Meeting the recommended level	Low activity		Moderate and high activity		OR	95%CI	p
		n	%	n	%			
Energy (kcal)	correct	14	17.5	34	19.7	1.00		
	below	50	62.5	110	63.6	1.10	0.54-2.26	0.784
	above	16	20.0	29	16.8	1.34	0.56-3.22	0.511
Protein (g)	correct	4	5	17	9.8	1.00		
	below	3	3.8	7	4.0	1.82	0.32-10.43	0.499
	above	73	91.3	149	86.1	2.08	0.67-6.45	0.201
Sodium (mg)	correct	0	0	6	3.5			
	below	1	1.3	3	1.7			
	above	79	98.8	164	94.8			
Calcium (mg)	correct	5	6.3	2	1.2	1.00		
	below	73	91.3	164	94.8	0.18	0.03-0.95	<b>0.042*</b>
	above	2	2.5	7	4.0	0.11	0.01-1.12	0.061
Phosphorus (mg)	correct	24	30.0	28	16.2	1.00		
	below	38	47.5	102	59.0	0.43	0.22-0.84	<b>0.013*</b>
	above	18	22.5	43	24.9	0.49	0.22-1.06	0.070
Magnesium (mg)	correct	17	21.3	36	20.8	1.00		
	below	24	30.0	59	34.1	0.86	0.41-1.82	0.695
	above	39	48.8	78	45.1	1.06	0.53-2.12	0.872
Vitamin A (µg)	correct	6	7.7	25	15.1	1.00		
	below	27	34.6	58	34.9	1.94	0.71-5.31	0.195
	above	45	57.7	83	50.0	2.26	0.86-5.94	0.097
Vitamin C (mg)	correct	13	16.3	21	12.4	1.00		
	below	27	33.8	53	31.2	0.82	0.36-1.90	0.646
	above	40	50.0	96	56.5	0.67	0.31-1.48	0.322
Vitamin D (µg)	correct	1	1.3	3	1.7	1.00		
	below	77	96.3	161	93.1	1.43	0.15-14.17	0.756
	above	2	2.5	9	5.2	0.67	0.04-10.39	0.771

\* statistically significant difference at  $p < 0.05$ 

Statistically significant differences were observed in phosphorus intake in the group of girls aged 10-12 years as affected by the level of their physical activity. In this age category, a higher percentage of girls with phosphorus deficiency occurred in the group with moderate and high physical activity, whereas an opposite observation was made in the age category of 13-15 years, however the differences were not statistically significant, likewise in the case of magnesium intake.

The analysis of correlations between intakes of vitamin A, C and D and the level of physical activity showed no statistically significant differences between results obtained in the study (Tab. IV and V).

W spożyciu fosforu w wieku 10-12 lat zaobserwowano istotne statystycznie zróżnicowanie wyników w zależności od aktywności fizycznej badanych dziewcząt. W tej kategorii wieku większy odsetek osób z niedoborem fosforu wystąpił w grupie o umiarkowanej i dużej aktywności, natomiast w wieku 13-15 lat wystąpiła odwrotna sytuacja, ale uzyskane różnice nie były istotne statystycznie, podobnie jak w przypadku spożycia magnezu.

Analizując zależności pomiędzy spożyciem witamin A, C i D a poziomem aktywności fizycznej nie zaobserwowano istotnych statystycznie różnic w uzyskanych wynikach (Tab. IV i V).

Table V. Numbers and percentages of 13- to 15-year-old girls who provided selected nutrients with their diets at recommended, too low or excessive amounts, stratified according to physical activity level

Tabela V. Liczebność i procent dziewcząt w wieku 13-15 lat realizujących spożycie wybranych składników odżywczych zgodnie z zaleceniami, poniżej lub powyżej normy żywieniowej w grupach wydzielonych w zależności od poziomu aktywności fizycznej

Nutrient	Meeting the recommended level	Low activity		Moderate and high activity		OR	95%CI	p
		n	%	n	%			
Energy (kcal)	correct	8	10.3	14	10.8	1.00		
	below	65	83.3	109	83.8	1.04	0.41-2.64	0.928
	above	5	6.4	7	5.4	1.25	0.29-5.32	0.761
Protein (g)	correct	11	14.1	17	13.1	1.00		
	below	20	25.6	32	24.6	0.97	0.37-2.49	0.942
	above	47	60.3	81	62.3	0.90	0.39-2.09	0.799
Sodium (mg)	correct	5	6.4	9	6.9	1.00		
	below	3	3.8	7	5.4	0.77	0.13-4.44	0.770
	above	70	89.7	114	87.7	1.11	0.35-3.45	0.863
Calcium (mg)	correct	1	1.3	1	0.8	1.00		
	below	74	94.9	127	97.7	0.58	0.04-9.61	0.704
	above	3	3.8	2	1.5	1.50	0.05-41.4	0.810
Phosphorus (mg)	correct	9	11.5	20	15.4	1.00		
	below	51	65.4	77	59.2	1.47	0.62-3.51	0.380
	above	18	23.1	33	25.4	1.21	0.45-3.23	0.699
Magnesium (mg)	correct	8	10.3	17	13.1	1.00		
	below	62	79.5	102	78.5	1.29	0.52-3.19	0.576
	above	8	10.3	11	8.5	1.55	0.44-5.38	0.491
Vitamin A (µg)	correct	8	10.5	16	12.4	1.00		
	below	42	55.3	66	51.2	1.27	0.50-3.25	0.612
	above	26	34.2	47	36.4	1.11	0.42-2.95	0.839
Vitamin C (mg)	correct	6	7.8	12	9.3	1.00		
	below	46	59.7	71	55.0	1.30	0.45-3.72	0.628
	above	25	32.5	46	35.7	1.09	0.36-3.27	0.881
Vitamin D (µg)	correct	0	0.0	0	0.0			
	below	75	96.2	125	96.2			
	above	3	3.8	5	3.8			

## DISCUSSION

Osteoporosis appearing in the advanced aged is a consequence of, among other things, insufficient mineralization of bones in the first two decades of life. The rate of bone mineralization and growth is the highest in the first year of life and in the pubescence period (5). Hence, the period of pubescence was the subject of analysis in terms of risk factors of osteoporosis.

Among nutrients, a key role in osteoporosis prevention is ascribed to calcium and vitamin D. Current Polish dietary guidelines concerning the intake of calcium and vitamin D by adolescents aged 10-15 years recommend their intake at 1300 mg/day and 5 µg/day, respectively (12). Our study

## DYSKUSJA

Osteoporoza w podeszłym wieku jest konsekwencją między innymi niedostatecznej mineralizacji kości w dwóch pierwszych dekadach życia. Tempo mineralizacji i wzrostu kości jest największe w pierwszym roku życia oraz w okresie dojrzewania (5). Dlatego okres dojrzewania był przedmiotem analiz pod kątem czynników ryzyka osteoporozy.

Wśród czynników żywieniowych w zapobieganiu osteoporozie szczególną rolę odgrywa wapń i witamina D. Aktualne polskie zalecenia dotyczące spożycia wapnia przez nastolatków w wieku 10-15 lat wynoszą 1300 mg/dzień, a witaminy D - 5 µg/dzień (12). W naszych badaniach stwierdzono znaczne niedobory obu składników (realizacja normy na poziomie około



demonstrated significant deficiencies of both these dietary components (their intakes met ca. 40% of the recommended level). The percentage of deficient diets among Warsaw girls aged 11-15 years reached 91% (14). In turn, a survey conducted by Stefańska et al. (15) among girls from Białystok demonstrated that calcium content in the everyday food rations provided ca. 53% and 56% of the recommended level of intake in the group of younger girls (10 years) and older girls (13 years), respectively. Calcium deficiencies in diet were also found in surveys conducted at schools from the city of Szczecin (16) and at schools from the Wielkopolska region (17). Results obtained by Chwojnowska et al. (18) demonstrated a significant growing trend in calcium intake (by ca. 30%) within the period of 24 years (1982-2006). Despite that, its intake is still too low compared to the recommended level. A comparison of calcium intake by the girls surveyed in our study with that reported in other environment allowed concluding about a significantly lower intake of this element compared to peers from Warsaw, Szczecin, and Białystok (14, 15, 16).

Around 75% of demand for calcium is covered in children's diet through the consumption of milk and dairy products, whereas the other 25% are provided with other food products. In our study, respective results were quite alarming, because over 50% of the surveyed girls did not drink milk every day. Investigations conducted by Perek et al. (19) demonstrated that only 33.6% of pubescent girls were drinking milk every day, and as many as 46.7% - a few times a week. In turn, the survey carried out by Stefańska et al. (15) showed that over 34% of girls aged 10 years and 46% of girls aged 13 years were consuming dairy products less frequently than 2-3 times a week.

Vitamin D maintains the calcium-phosphate homeostasis as well as affects calcium absorption from foods and bone mineralization. Its deficiency is one of the key causes of osteoporosis. The mean intake of vitamin D in the surveyed group reached 2.20  $\mu\text{g}$  in girls aged 10-12 years and 1.94  $\mu\text{g}$  in girls aged 13-15 years, which corresponded to 44.1% and 38.8% of the recommended level, respectively. These values were similar to results reported by Charzewska et al. (20) for 11-12-year-old girls from Warsaw and from Łódź (23). Investigations conducted by Wolnicka and Taraszewska (21) demonstrated that vitamin D content reached 1.9  $\mu\text{g}$  in diets of boys and 1.5  $\mu\text{g}$  in diets of girls, which was less than in our study. It needs to be remembered, however, that food products are not the only source of this vitamin. 80-90% of demand for this vitamin may be provided through exposure to sun.

The insufficient intake of calcium is often accompanied by a high intake of phosphorus (18,22). Błaszczyk et al. (23) demonstrated that in the group

40%). Odsetek diet niedoborowych wśród dziewcząt warszawskich w wieku 11-15 lat wynosił 91% (14). Natomiast z badań dziewcząt z Białegostoku przeprowadzonych przez Stefańską i wsp. (15) wynika, że zawartość wapnia w całodziennych racjach pokarmowych pozwoliła na realizację dziennego zapotrzebowania na ten makroelement w około 53% w grupie dziewcząt młodszych (10 lat) i 56% w grupie dziewcząt starszych (13 lat). Niedobory wapnia w diecie stwierdzono również w badaniach przeprowadzonych w szkołach szczecińskich (16) oraz z terenu Wielkopolski (17). Z badań Chwojnowskiej i wsp. (18) wynika, że w okresie 24 lat (1982-2006) stwierdzono występowanie istotnego trendu wzrostowego w spożyciu wapnia (o około 30%). Pomimo tego, spożycie tego pierwiastka jest nadal zbyt niskie w stosunku do zalecanych norm. Przedstawiając spożycie wapnia dziewcząt z naszych badań na tle innych środowisk stwierdzono znacznie niższe spożycie tego pierwiastka w stosunku do rówieśniczek z Warszawy, Szczecina i Białegostoku (14, 15, 16).

Około 75% zapotrzebowania na wapń w diecie dzieci pokrywa spożycie mleka i jego przetworów, a pozostała ilość jest dostarczana z innymi produktami. W naszych badaniach wyniki były dość niepokojące, ponieważ ponad 50% badanych dziewcząt nie spożywa mleka codziennie. Z badań Perek i wsp. (19) wynika, że tylko 33,6% dziewcząt w wieku dojrzewania spożywało mleko codziennie, a aż 46,7% - kilka razy w tygodniu. Badania Stefańskiej i wsp. (15) wskazują, że ponad 34% dziewcząt 10-letnich oraz 46% dziewcząt 13-letnich spożywało produkty mleczne rzadziej niż 2-3 razy w tygodniu.

Witamina D utrzymuje homeostazę wapniowo-fosforanową, ma również wpływ na wchłanianie wapnia z pożywienia oraz na mineralizację kości. Niedobór tej witaminy stanowi jedną z kluczowych przyczyn osteoporozy. Średnie spożycie witaminy D w badanej grupie wyniosło 2,20  $\mu\text{g}$  u dziewcząt w wieku 10-12 lat oraz 1,94  $\mu\text{g}$  u dziewcząt 13-15-letnich, co stanowiło odpowiednio: 44,1% i 38,8% normy. Uzyskane wartości były zbliżone do wyników badań przeprowadzonych przez Charzewską i wsp. (20) wśród dziewcząt warszawskich w wieku 11-12 lat oraz u dziewcząt z Łodzi (23). W badaniach Wolnickiej i Taraszewskiej (21) stwierdzono, że zawartość witaminy D w diecie wyniosła 1,9  $\mu\text{g}$  u chłopców i 1,5  $\mu\text{g}$  u dziewcząt, czyli była niższa niż w naszych badaniach. Należy jednak pamiętać, że żywność nie jest jedynym źródłem tej witaminy. 80-90% zapotrzebowania na witaminę D powinna pokrywać ekspozycja na słońce.

Niedostatecznemu spożyciu wapnia często towarzyszy wysokie spożycie fosforu (18,22). Błaszczyk i wsp. (23) w grupie dzieci łódzkich w wieku 10-13 lat stwierdzili, że średnie dzienne spożycie fosforu sta-

of 10-13-year-old children from Łódź, the mean daily intake of phosphorus met 130.8% of the recommended level in girls and 145.1% in boys. Our study showed no excess of phosphorus in diet, but inappropriate calcium to phosphorus ratio of 1:2 compared to the recommended value of 1:1. Maintaining the proper ratio of these dietary components is, however, extremely difficult, which was also underpinned by other authors (15,16,17).

Magnesium is a constituent of bones, teeth, and muscles. In addition, it takes part in carbohydrate metabolism and in many other biochemical reactions. Its deficit increases the risk of osteoporosis development. In our study, magnesium deficiency was found mainly in diets of older girls (13-15 years). Lower intakes of this element, compared to our study, were reported in the case of girls from Warsaw (21), Szczecin (16), and from Wielkopolska region (17).

A diet rich in sodium and protein, especially that of animal origin, leads to calcium excretion from the body. Our survey demonstrated that the mean intakes of sodium and protein were almost twofold higher than the recommended levels both in the group of younger and older girls. It is, unfortunately, a common phenomenon widely described in other works (21,24).

The risk factors of osteoporosis include also deficiencies of vitamins C and A. Sahni et al. (25) as well as Hall and Greendale (26) demonstrated a positive correlation between administration of vitamin C and bone mineral density. Intakes of vitamins A and C usually meet the recommended levels of intake, which was also confirmed in our study. Some works, however, point to deficiencies of these vitamins in diets of adolescents in the pubescence period (14,21,24).

One of the many factors preventing osteoporosis development is physical activity. Some authors suggest that it is the most effective form of osteoporosis prophylaxis (27). Unfortunately, over 50% of children in the age from 6 to 11 years and over 90% of adolescents (12-19 years) fail to meet the recommended level of physical activity, i.e. 60 minutes a day for at least 3 days a week as recommended by the United States Department of Health and Human Services (USDHHS) (28). It is highly alarming because the impact of physical activity on the development and mineralization of bones is the most intensive in this period of life (29).

Bone mineralization is efficient when the appropriate dose of physical activity is accompanied by a well-balanced diet, rich most of all in calcium and vitamin D (30). Our study demonstrated that the increased risk of osteoporosis development linked with low intakes of calcium and phosphorus occurred in the group with moderate or high physical activity, whereas no correlation was demonstrated between the intake of vitamin D and other analyzed nutrients and vitamins and the level of physical activity.

nowiło 130,8% wartości normy u dziewcząt i 145,1% u chłopców. W naszych badaniach nie zaobserwowano nadmiaru fosforu w diecie, ale wystąpił nieprawidłowy stosunek wapnia do fosforu, który powinien wynosić 1:1, a wynosił prawie 1:2. Utrzymanie prawidłowej proporcji tych składników na właściwym poziomie jest jednak niezmiernie trudne, o czym świadczą wyniki badań innych autorów (15,16,17).

Magnez wchodzi w skład kości, zębów oraz mięśni. Bierze też udział w przemianie węglowodanów i wielu innych reakcjach biochemicznych. Deficyt magnezu zwiększa ryzyko wystąpienia osteoporozy. W naszych badaniach niedobór magnezu stwierdzono głównie u dziewcząt starszych (13-15 lat). Niższe spożycie tego pierwiastka w stosunku do badań własnych stwierdzono u dziewcząt z Warszawy (21), Szczecina (16) i Wielkopolski (17).

Dieta bogata w sód i białko, zwłaszcza zwierzęce, prowadzi do wydalania wapnia z organizmu. W naszych badaniach stwierdzono, że średnie spożycie sodu i białka było ponad dwukrotnie wyższe niż zalecają normy, zarówno w grupie dziewcząt młodszych, jak i starszych. Jest to niestety zjawisko powszechne, opisane w innych publikacjach (21,24).

Czynnikami ryzyka osteoporozy jest również niedobór witaminy C i A. Sahni i wsp. (25) oraz Hall i Greendale (26) wykazali pozytywny związek pomiędzy przyjmowaniem witaminy C a gęstością mineralną kości. Spożycie witaminy A i C na ogół jest zgodne z zaleceniami lub wyższe niż przewiduje norma, co potwierdziły również wyniki naszych badań. Są również doniesienia wskazujące na niedobór tych witamin w diecie młodzieży w okresie dojrzewania (14,21,24).

Jednym z wielu czynników zapobiegających powstawaniu osteoporozy jest aktywność fizyczna. Niektórzy sugerują, że jest to najskuteczniejsza forma profilaktyki osteoporozy (27). Jednak ponad 50% dzieci w wieku od 6 do 11 lat i ponad 90% młodzieży (12-19 lat) nie osiąga rekomendowanego poziomu aktywności fizycznej (60 minut dziennie przynajmniej 3 dni w tygodniu według zaleceń *United States Department of Health and Human Services* (USDHHS)(28). Jest to bardzo niepokojące, ponieważ właśnie w tym okresie wpływ aktywności fizycznej na rozwój i mineralizację kości jest najintensywniejszy (29).

Mineralizacja kości przebiega prawidłowo, jeśli odpowiedniej dawce ruchu towarzyszy właściwa dieta, bogata przede wszystkim w wapń i witaminę D (30). Nasze badania wskazują, że zwiększone ryzyko wystąpienia osteoporozy związane z niskim spożyciem wapnia i fosforu wystąpiło w grupie o umiarkowanej lub dużej aktywności fizycznej, natomiast nie wykazano zależności pomiędzy spożyciem witaminy D oraz pozostałych analizowanych składników odżywczych i witamin a poziomem aktywności fizycznej.

## CONCLUSIONS

1. The observed too low energy value of diet of the surveyed girls accompanied by excessive intakes of protein and sodium, by deficiencies of calcium, phosphorus and vitamin D, and by inappropriate calcium to phosphorus ratio may lead to the incorrect mineralization of the skeleton and, resultantly, contribute to the development of osteoporosis in the future.
2. The surveyed girls were characterized by lower intakes of calcium and phosphorus compared to the girls from Warsaw, Szczecin, Łódź and Białystok in turn no differences were observed in vitamin D intake compared to the peers from Warsaw and Łódź.
3. No significant correlations were found between dietary patterns of the girls and the level of their physical activity.

## REFERENCES

1. Haapasalo HH. Physical activity and growing bone: development of peak bone mass with special reference to the effects of unilateral physical activity. *Ann Chir Gynaecol* 1998;87:250-2.
2. Ishikawa S, Kim Y, Kang M, Morgan W. Effects of weight-bearing exercise on bone health in girls: a meta-analysis. *Sports Med* 2013;43:875-92.
3. Theinz G, Buchs B, Rizzoli R, et al. Longitudinal monitoring of bone mass accumulation in healthy adolescents: evidence for a marked reduction after in 16 years of age at the levels of lumbar spine and femoral neck in female subjects. *J Clin Endocrinol Metab* 1992;75(4):1060-5.
4. Riggs BL, Melton LJ. The worldwide problem of osteoporosis insights afforded epidemiology. *Bone* 1995;5:505-11.
5. Hernandez CJ, Beaupre GS, Carter DR. A theoretical analysis of the relative influences of BMD, age related bone loss and menopause on the development of osteoporosis. *Osteoporos Int* 2003;14:843-7.
6. Iwańczak B, Krzesiek E, Iwańczak F. Osteoporoza i osteopenia u dzieci i młodzieży - przyczyny, diagnostyka i leczenie. *Adv Clin Exp Med* 2004;13(1):177-84.
7. Nieradko-Iwanicka B, Borzęcki A. Osteoporoza jako problem pediatryczny. *Probl Hig i Epidemiol* 2009;90(1):27-31.
8. Tan VP, MacDonald HM, Kim S, et al. Influence of physical activity on bone strength in children and adolescents: A systematic review and narrative synthesis. *J Bone Miner Res* 2014;29:2161-81.

## WNIOSKI

1. Zaobserwowana zbyt niska wartość energetyczna diety badanych dziewcząt przy jednoczesnej nadmiernej podaży białka i sodu, niedoborze wapnia, fosforu, witaminy D oraz nieprawidłowej proporcji wapnia do fosforu może doprowadzić do nieprawidłowej mineralizacji kośćca i w konsekwencji przyczynić się do wystąpienia w przyszłości osteoporozy.
2. Badane dziewczęta charakteryzowały się niższym spożyciem wapnia i fosforu w stosunku do badanych z Warszawy, Szczecina, Łodzi i Białegostoku, nie zaobserwowano natomiast różnic w spożyciu witaminy D w stosunku do rówieśniczek z Warszawy i Łodzi.
3. Nie stwierdzono wyraźnych zależności pomiędzy sposobem odżywiania a poziomem aktywności fizycznej badanych dziewcząt.

9. Sewerynek E. Czynniki wpływające na przestrzeganie zasad terapii i efektywność leczenia osteoporozy, rola współpracy lekarz - pacjent. *Medycyna po Dyplomie* 2008;Supl.3:39-41.
10. Heaney R.P. Calcium, dairy products and osteoporosis. *J Am Coll Nutr* 2000;19(2):83-99.
11. Szponar L, Wolnicka K, Rychlik E. Album fotografii produktów i potraw. *IŻiŻ*, Warszawa 2000;15-82.
12. Jarosz M. (red.) Normy żywienia dla populacji polskiej - nowelizacja. *IŻiŻ*, Warszawa 2012,193-219.
13. Hosmer DW, Lemeshow S. *Applied logistic regression*. John Wiley & Sons, New York 1989, 25-7.
14. Charzewska J, Chwojnowska Z, Chabros E, i in. Niedobory składników odżywczych po roku 2000 w dietach młodzieży w wieku pokwitania. *Warszawskie badania młodzieży*. *Postępy Nauk Med* 2012;12:932-9.
15. Stefańska E, Falkowska A, Ostrowska L. Ocena zawartości wapnia i fosforu w całodziennych racjach pokarmowych dzieci ze szkół podstawowych i gimnazjalnych Białegostoku. *Probl Hig Epidemiol* 2011;92(3):590-3.
16. Gołuch-Koniuszy Z, Friedrich M, Radziszewska M. Ocena sposobu żywienia i stanu odżywienia oraz prozdrowotna edukacja żywieniowa dzieci w okresie skoku pokwitaniowego z terenu miasta Szczecin. *Roczn Panstw Zakł Hig* 2009;60(2):143-9.
17. Figurska-Ciura D, Wencel D, Łoźna K, i in. Sposób żywienia 13-letniej młodzieży z małego miasta. *Roczn Panstw Zakł Hig* 2009;60(3):235-9.
18. Chwojnowska Z, Charzewska J, Wajszczyk B, i in. Trendy w spożyciu wapnia i witaminy D w dietach młodzieży szkolnej. *Probl Hig Epidemiol* 2010;9(4):544-8.

19. Perek M, Krzeszowska B, Twarduś K. Zachowania młodzieży w okresie dojrzewania. *Ann UMCS* 2003;Supl.XIII:452-7.
20. Charzewska J, Chabros E, Rogalska-Niedźwiedz M, i in. Trendy w żywieniu i stanie odżywienia młodzieży z Warszawy z ostatnich trzech dekad. *Żyw Człow Metab* 2004;31,Supl.2:124-35.
21. Wolnicka K, Taraszewska A. Ocena zawartości witamin i składników mineralnych w całodziennej racji pokarmowej uczniów V i VI klas wybranych warszawskich szkół podstawowych. *Probl Hig Epidemiol* 2012;93(2):408-13.
22. Flynn A, Hirvonen I, Mensik GB, et al. Intake of selected nutrients from foods, from fortification and from supplements in various European countries. *Food Nutr Res* 2009;53(Supl):1-51.
23. Błaszczuk A, Chlebna-Sokół D, Frasunkiewicz J. Ocena spożycia wybranych witamin i składników mineralnych w grupie dzieci łódzkich w wieku 10-13 lat. *Pediatrics Współczesna, Gastroenterologia, Hepatologia i Żywnienie Dziecka* 2005;7(4):275-9.
24. Bączyk I, Sawicka N, Gutaj P, i in. Analiza nawyków żywieniowych dzieci miejskich w wieku 10-12 lat z województwa wielkopolskiego. *Pediatrics Współczesna, Gastroenterologia, Hepatologia i Żywnienie Dziecka* 2010;12(3):113-116.
25. Sahni S, Hannan MT, Babnon D, et al. High vitamin C intake is associated with lower 4-year bone loss in elderly men. *J Nutr* 2008;138:1931-8.
26. Hall SL, Greendale GA. The relation of dietary vitamin C intake to bone mineral density: results from the PEPI study. *Calcif Tissue Int* 1998;63:183-9.
27. Heaney RP, Abrams S, Dawson-Hughes B, et al. Peak bone mass. *Osteoporosis International* 2000;11:985-1009.
28. U.S. Department of Health and Human Services. Physical Activity Guidelines Advisory Committee Report. Washington D.C. 2008,1-8.
29. Baptista F, Janz KF. Handbook of growth and growth monitoring in health and disease. In: VR Preedy (ed.), *Habitual physical activity, bone growth and development in children and adolescents: A public health perspective* (pp.2395-2411). New York: Springer;2012.
30. Bass SL, Naughton G, Saxon L, et al. Exercise and calcium combined results in a greater osteogenic effect than either factor alone: A blinded randomized placebo-controlled trial in boys. *J Bone Miner Res* 2007;22:458-64.

Received: 23.03.2016

Accepted for publication: 2.02.2017

Otrzymano: 23.03.2016.

Zaakceptowano do publikacji: 2.02.2017

**Adres do korespondencji:**

**Address for correspondence:**

Dr Anna Czeczuk

Józef Piłsudski's Academy of Physical Education in Warsaw

Faculty of Physical Education and Sport in Biała Podlaska

Akademia Str. 2, 21-500 Biała Podlaska, Poland

tel. 502538405,

e-mail: [anna.czeczuk@awf-bp.edu.pl](mailto:anna.czeczuk@awf-bp.edu.pl)