

# PODAŻ WAPNIA W DIECIE A STAN ODŻYWIENIA NASTOLATKÓW ZE SZCZEGÓLNYM UWZGLĘDNIENIEM ZAWARTOŚCI TKANKI TŁUSZCZOWEJ

6

## The dietary calcium intake and nutritional status of teenagers, with special consideration given to body fat content

AGNIESZKA OSTACHOWSKA-GĄSIOR<sup>1</sup>, TOMASZ BOCHENEK<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Zakład Badań nad Żywieniem i Lekami Instytutu Zdrowia Publicznego,

<sup>2</sup>Wydział Nauk o Zdrowiu Collegium Medicum, Uniwersytet Jagielloński

### Streszczenie/Abstract

Wapń jest składnikiem mineralnym niezbędnym dla prawidłowego rozwoju oraz funkcjonowaniu organizmu w każdym wieku. Tym niemniej, na niedostateczne spożycie wapnia szczególnie narażone są dzieci i młodzież. Zbyt niskie spożycie wapnia w okresie intensywnego wzrostu i rozwoju budzi niepokój z wielu względów. Celem badania było określenie związku pomiędzy ilością wapnia dostarczanego z dietą a tłuszczową masą ciała nastoletnich dziewcząt i chłopców. W badaniu uczestniczyło 180 uczniów jednej z krakowskich szkół (102 chłopców i 78 dziewcząt) w wieku 13–15 lat. Podaż wapnia w diecie zwyczajowej określono metodą 24-godzinnego wywiadu żywieniowego. Antropometryczną ocenę stanu odżywienia przeprowadzono na podstawie pomiaru masy i wysokości ciała oraz analizy składowych masy ciała. Średnia podaż wapnia w diecie dobowej wynosiła 740,71 mg/dobę. Poziom zalecanego spożycia na ten składnik był realizowany przez 1,1% badanych. Spożycie wapnia w ilościach przekraczających 700 mg/dobę wiązało się z niższą procentową zawartością tkanki tłuszczowej (15,62 vs 18,81% u ogółu badanych). Wykazano istnienie ujemnej korelacji między zawartością tkanki tłuszczowej a ilością dostarczanego z dietą wapnia – podaż wapnia nieprzekraczająca 700 mg/dobę to wyższa procentowa zawartość tkanki tłuszczowej u ogółu badanych ( $p=0,0000$ ), dziewcząt ( $p=0,0055$ ) oraz w grupie chłopców ( $p=0,0032$ ). Wyniki przeprowadzonych obserwacji skłaniają do zwrócenia uwagi na wapń jako na jeden z wielu czynników mających wpływ na utrzymanie prawidłowej zawartości tkanki tłuszczowej.

**Słowa kluczowe:** wapń w diecie, tłuszczowa masa ciała, stan odżywienia, młodzież.

Calcium is a mineral component essential for the proper development and functioning of the body at every age. However, insufficient calcium intake is particularly concerning for children and adolescents. Inadequate calcium consumption during periods of rapid growth and development raises concerns for various reasons. The aim of this study was to determine the relationship between the amount of calcium provided through the diet and the body fat mass of teenage girls and boys. The study involved 180 students from one of the schools in Krakow (102 boys and 78 girls) aged 13–15. Calcium intake in the regular diet was determined through a 24-hour dietary recall method. Anthropometric assessment of nutritional status was conducted based on measurements of body weight and height as well as the analysis of body composition components. The average daily calcium intake was 740.71 mg/day. The recommended daily intake level for this nutrient was met by 1.1% of the participants. Calcium consumption in amounts exceeding 700 mg/day was associated with a lower percentage of body fat (15.62% vs. 18.81% in the overall study group). A negative correlation was demonstrated between body fat content and the amount of dietary calcium - calcium intake below 700 mg/day resulted in higher percentage body fat content in the overall study group ( $p=0.0000$ ), in girls ( $p=0.0055$ ), and in the boys' group ( $p=0.0032$ ). The results of the observations conducted emphasize the importance of calcium as one of the factors influencing the maintenance of proper body fat mass.

**Key words:** dietary calcium, body fat mass, nutritional status, adolescents.

## Wstęp

Właściwy sposób żywienia, a co z tym związane, odpowiednia podaż składników odżywczych jest jednym z kluczowych czynników prawidłowego rozwoju, wzrastania oraz dobrej kondycji psychofizycznej dzieci i młodzieży [36, 51]. To kształtujące się w tym okresie życia nawyki żywieniowe będą miały istotny wpływ na stan zdrowia i stan odżywienia w życiu dorosłym [21]. Nadmierna podaż energii oraz niska gęstość odżywcza diety przekładająca się na niedobory niektórych witamin i składników mineralnych to najczęstsze błędy żywieniowe. Skutkować one będą zachwianiem równowagi organizmu i tym samym predysponować do wystąpienia szeregu chorób, m.in. otyłości, chorób układu sercowo-naczyniowego, cukrzycy typu 2, osteoporozy, chorób przewodu pokarmowego, a także niektórych nowotworów [1, 15, 25, 43, 50]. Otyłość jest coraz częściej występującą nieprawidłowością w stanie odżywienia, dotyczącą wszystkich grup wiekowych. Zgodnie z ostatnimi danymi publikowanymi przez z NCD (Non Communicable Diseases) Risk Factor Collaboration, w Polsce otyłych jest 23% dorosłych kobiet oraz 25% dorosłych mężczyzn. Natomiast w grupie Polaków pomiędzy 5 a 20 rokiem życia jest 5% otyłych dziewcząt oraz 13% otyłych chłopców. Wg tych samych danych, nadwaga dotyczy 53% kobiet oraz 68% mężczyzn w wieku co najmniej 20 lat oraz 23% kobiet oraz 25% mężczyzn w wieku poniżej 20 lat [35]. Z kolei dane Polskiego Towarzystwa Leczenia Otyłości [4] informują, że wśród dzieci w wieku szkolnym w Polsce 18,5% chłopców i 14,3% dziewcząt ma nadwagę lub choruje na otyłość. Największy odsetek dzieci z nadmiarem tkanki tłuszczowej odnotowuje się w województwach: mazowieckim, lubuskim, dolnośląskim oraz kujawsko-pomorskim. W Małopolsce problem ten dotyczy 16,2 % nastolatków [5].

Wartości energetycznej przewyższającej dobowy wydatek energetyczny, będącej pierwotną przyczyną otyłości [43], bardzo często towarzyszy niska gęstość odżywcza diety zwyczajowej i co z tym związane niedobory wielu składników odżywczych [26, 34]. Wapń jest jednym z tych składników na którego niskie spożycie zwraca się szczególną uwagę [13, 42]. Występowanie niedoborowego spożycia wapnia w okresie intensywnego wzrostu i rozwoju organizmu budzi niepokój z wielu względów. Wapń to bardzo ważny budulec kości, zębów oraz tkanek, spełniający kluczową rolę w prawidłowym funkcjonowaniu całego organizmu, a jego deficyt nie sprzyja budowaniu masy kostnej, co z kolei zwiększa ryzyko wystąpienia osteoporozy w wieku późniejszym, próchnicy zębów a także innych chorób będących skutkiem niedoboru wapnia w diecie [41, 45, 46]. Wapń także odgrywa ważną rolę w przemianach metabolicznych, bierze udział w przewodnictwie nerwowym, krzepnięciu krwi, zapewnia prawidłową kurczliwość mięśni. Oprócz tego wapń wchodzi w skład hormonów i enzymów, uczestnicząc w utrzymaniu homeostazy. Badania dowodzą także, że odpowiednia podaż wapnia z dietą ma duże znaczenie zarówno w profilaktyce, jak i terapii nadciśnienia tętniczego krwi, nowotworów oraz cukrzycy typu 2 [9, 59]. Mocno należy tu także podkreślić rolę wapnia w utrzymaniu prawidłowego stanu odżywienia, co na tle niepokojącego wzrostu zjawiska nadwagi i otyłości nabiera szczególnego znaczenia. W przykładowym badaniu Framingham Children's Study wskazano na istotny związek pomiędzy spożyciem produktów mlecznych, cennego źródła łatwo przyswajalnego wapnia, a przyrostem tkanki tłuszczowej. Wyniki te jasno informują, że u dzieci, których dieta w okresie przedszkolnym była bogata w produkty mleczne przyrost tkanki tłuszczowej w okresie dojrzewania był dużo mniejszy niż u pozostałych [27, 31]. Wewnątrzkomórkowe stężenie

wapnia stanowi istotny czynnik, który reguluje metabolizm adipocytów, wpływa na procesy magazynowania w komórkach tłuszczowych trójglicerydów [58]. Stężenie wapnia wewnątrzkomórkowego jest pod ścisłą kontrolą parathormonu – PTH oraz aktywnej formy witaminy D (kalcytriolu). Niektóre prace dowodzą, że to właśnie zmiany w stężeniu witaminy D spowodowane różnym poziomem wapnia dostarczanego wraz z produktami mlecznymi mają kluczowe znaczenie w regulowaniu metabolizmu tkanki tłuszczowej. W błonie komórkowej komórek tłuszczowych zlokalizowane są receptory witaminy D, za których pośrednictwem dochodzi do wzrostu stężenia wapnia wewnątrz komórki, co w efekcie prowadzi do wzmożonej syntezy kwasów tłuszczowych i gromadzenia się tłuszczu w komórkach [54]. Wysoka podaż wapnia z dietą powoduje zmniejszenie stężenia kalcytriolu, prowadząc w ten sposób do znaczącej przewagi procesów odwrotnych, tj. zatrzymania syntezy kwasów tłuszczowych oraz nasilenia lipolizy, co powoduje obniżenie masy ciała, poprzez redukcję tkanki tłuszczowej. Dodatkowo, wysoka podaż wapnia może zwiększać wydatek energetyczny poprzez nasilenie procesu termogenezy indukowanej dietą [42]. Spożycie produktów mlecznych może być pomocne w osiągnięciu ujemnego poziomu bilansu energetycznego także w inny sposób, tj. z wykorzystaniem korelacji dodatniej pomiędzy ilością wapnia dostarczanego wraz z dietą a ilością tłuszczu wydalanego z kałem, przez co wraz ze wzrostem ilości wapnia w diecie zmniejsza się ilość energii dostępnej dla organizmu [40]. Ciekawym zagadnieniem jest także bardzo korzystny wpływ diety bogatej w przetwory mleczne na redukcję tkanki tłuszczowej trzewnej. W tym przypadku dużą rolę odgrywa równowaga aktywności 11 $\beta$  – dehydrogenazy hydroksysteroidowej typu 1 (11 $\beta$ -HSD-1). 11 $\beta$  – HSD-1 jest enzymem, który warunkuje przekształcanie

kortyzonu w kortyzol. Wysoką ekspresję 11 $\beta$ -HSD - 1 obserwuje się w trzewnej tkance tłuszczowej. Wykazano, że wysoki poziom kalcytriolu, który jest wynikiem niskiej podaży wapnia, nasila ekspresję tego enzymu i prowadzi do wzrostu produkcji kortyzolu, co w konsekwencji skutkuje przyrostem tkanki tłuszczowej trzewnej [42]. Dieta obfitująca w wapń wykazuje działanie odwrotne – zmniejsza stężenie 1,25 (OH) $_2$  - D $_3$ , a co za tym idzie, zmniejsza także aktywność 11 $\beta$  - HSD-1 i hamuje odkładanie tkanki tłuszczowej w jamie brzusznej [20, 33]. Ważne jest tu podkreślić, że przyjmowanie suplementów wapnia nie dawało tak korzystnych rezultatów, jak wysokie spożycie przetworów mlecznych [19, 53]. Jednakże tego korzystnego działania mleka i jego przetworów, nie można tłumaczyć wyłącznie wysoką zawartością łatwo przyswajalnego wapnia. Ważne są także inne składniki zawarte w produktach mlecznych, które korzystnie wpływają na metabolizm. Dużą rolę przypisuje się białkom serwatkowym, bogatym w aminokwasy rozgałęzione. Białka obecne w mleku odznaczają się wysoką zawartością tych aminokwasów, ok. 26% - leucyna, izoleucyna i walina [56]. Aminokwasy te, zwłaszcza leucyna biorą udział w syntezie białek mięśniowych dla których utrzymania w dobrej kondycji organizm potrzebuje energii [30, 38]. Należy wspomnieć, że mleko i jego przetwory korzystnie oddziałują na masę ciała, nawet wtedy, kiedy ich zwiększony udział w diecie nie wiąże się z ograniczeniem kalorii. Potwierdzają to badania prowadzone przez Zemel i wsp., w których wykazano, że wprowadzenie do codziennej diety trzech porcji przetworów mlecznych, bez zmian wartości energetycznej oraz składu makroelementów, doprowadziło do znamiennej statystycznego spadku ilości tkanki tłuszczowej bez zmian całkowitej masy ciała [57]. Mleko, jogurty oraz inne produkty mleczne powinny być nieodzownym elementem codziennej

diety dzieci, młodzieży oraz dorosłych. Według polskich zaleceń żywieniowych należy spożywać co najmniej 2 szklanki mleka, tyle samo jogurtu lub kefiru oraz 1–2 plasterki sera podpuszczkowego. Duża zawartość i biodostępność wapnia z tych produktów chroni przed rozwojem nadwagi i otyłości oraz innych schorzeń.

### Cel pracy

Mając na uwadze fakt, że niedobory wapnia i innych składników pokarmowych będące wynikiem nieprawidłowych zachowań żywieniowych często obserwowane są wśród nastolatków, u których również coraz częściej są nadmiary tkanki tłuszczowej, celem badania było określenie związku pomiędzy ilością wapnia dostarczanego z dietą a tłuszczową masą ciała nastoletnich dziewcząt i chłopców.

### Materiał i metody

W badaniu uczestniczyło 180 osób (102 chłopców i 78 dziewcząt) w wieku 13–15 lat. Byli to uczniowie i uczennice jednej z losowo wybranych szkół podstawowych z terenu Krakowa. Wartość energetyczną i odżywczą diety dobowej określono z zastosowaniem 24-godzinnego wywiadu żywieniowego, wyliczając dobowe wartości średnie z trzech dni (2 dni powszednie, 1 dzień świąteczny). Przy ocenie dobowego spożycia poszczególnych składników odżywczych uwzględniono także podaż w formie suplementów. Do ilościowej analizy danych żywieniowych zastosowano program komputerowy Dieta 6.0., a interpretację uzyskanych wyników przeprowadzono poprzez porównanie z wartościami referencyjnymi stosownie do płci, wieku i poziomu aktywności fizycznej [23]. Dla określenia dobowego wydatku energetycznego zastosowano kwestionariusz GPAQ (Global Physical Activity Questionnaire), który składał się z 16 pytań i oceniał aktywność fizyczną badanych.

Interpretacje stanu odżywienia przeprowadzono w oparciu o pomiary masy ciała, wysokości ciała oraz składowych masy ciała (tłuszczowa i beztłuszczowa masa ciała). Pomiary masy ciała wykonano na wadze lekarskiej Seca-799, a wysokość ciała z zastosowaniem wzrostomierza Seca-220. Podczas pomiarów osoby badane były w lekkiej bieliźnie, bez obuwia i minimum 60 minut po spożyciu ostatniego posiłku. Wartości podstawowych pomiarów antropometrycznych (masy ciała i wysokości ciała) oraz wyliczonego na ich podstawie wskaźnika BMI porównano z siatkami centylowymi badania Ola i Olaf [28]. Wartości pomiędzy 10–90 centylem uznano jako te wskazujące na prawidłowe proporcje wagowo-wzrostowe [11]. Niedowagę rozpoznawano poniżej 3 centyla, ryzyko niedowagi między 3–10 centylem, nadwagę między 90–97 centylem, a otyłość powyżej 97 centyla [24]. Zawartość tkanki tłuszczowej i beztłuszczowej masy ciała sprawdzono z zastosowaniem analizatora składowych masy ciała InBody-120.

Analizę statystyczną przeprowadzono z wykorzystaniem programu Statistica 13.3 (StatSoft Polska). Dla zmiennych ilościowych wyliczono podstawowe miary statystyki opisowej: średnią arytmetyczną, medianę, minimum, maksimum, kwartylnie i odchylenie standardowe. W analizach dla porównań między wyodrębnionymi grupami użyto testów parametrycznych (Test t-Studenta) oraz nieparametrycznych (Test U Manna-Whitneya) - dobór testu był uzależniony od rozkładu zmiennych badanych. Analizę współzależności zmiennych reprezentowanych na skalach jakościowych wykonano testem chi-kwadrat. W przypadku porównań dla zmiennych na skalach ilościowych, w sytuacji, gdy test na normalność rozkładu (Shapiro-Wilka) dawał wynik istotny, wykorzystano test U Manna-Whitneya. Gdy zmienne nie odbiegały od normalności a wariancje były jednorodnie (sprawdzono testem Levene'a) zastosowano test t

Studenta dla zmiennych niezależnych. Założono poziom istotności  $\alpha=0,05$ . Za istotne statystycznie uznawano wyniki, gdy wyliczone prawdopodobieństwo testowe p spełniało nierówność  $p<0,05$ .

### Wyniki i dyskusja

W badaniu uczestniczyło 78 dziewcząt (43,3%) oraz 102 chłopców (56,7%). Średni wiek badanych to 13,8 lat ( $SD=0,47$ ). Największy odsetek badanych osób stanowili uczniowie w wieku 14 lat (74,7%), następnie uczniowie w wieku 13 lat (22,2%) a najmniejszy odsetek badanych stanowili 15-to latkowie (3,3%). Wartość energetyczna diety dobowej była zgodna z zapotrzebowaniem u 39,4 % (32 dziewcząt i 39 chłopców) badanych. Niedobory energetyczne stwierdzono u 58,4% (50 chłopców i 55 dziewcząt), a nadmierną podażą energii charakteryzowała się dieta 8,1% badanych, tj. 13 chłopców i 2 dziewcząt. Choć przeważająca większość badań informuje o nadmiernej podaży energii [37], nie brak też opracowań wskazujących na zbyt niską w stosunku do indywidualnego zapotrzebowania wartość energetyczną diety zwyczajowej zarówno w grupie dziewcząt jak i chłopców, w tym badania Szymelfeinig i in. [48]. Z kolei Czarnocińska i Wądołowska donoszą, że niedobory energii głównie występują w diecie nastoletnich dziewcząt [16], a Babicz-Zielińska [3] dodatkowo zwraca uwagę na to, że przyczyną takiego zachowania dziewcząt jest przesadna dbałość o zachowanie szczupłej sylwetki. Podobna sytuacja opisywana jest wśród nastolatków z innych krajów europejskich, jak np. w badaniach Budek [7], czy Nadulskiej i in. [34].

Wartość energetyczną diety oraz średnie spożycie wybranych składników odżywczych dla ogółu osób uczestniczących w badaniu oraz z podziałem na płeć przedstawiono w formie tabeli (Tab. 1). Średnia ilość białka w przeliczeniu na kg masy ciała była u chłopców o 0,2 g

powyżej zalecanej (RDA), a u dziewcząt osiągnęła wartość zgodną ze średnim zapotrzebowaniem (EAR). Określony normami zalecany poziom spożycia białka dla dziewcząt i chłopców w wieku 13–15 lat to 1,1 g/kg m.c./dobę. Wartości te były realizowane przez 15,6 % ogółu badanych, tj. 10 dziewcząt (12,8% populacji badanych dziewcząt) oraz 18 chłopców (17,6% populacji badanych chłopców). Zawartość węglowodanów przyswajalnych dostarczanych w codziennej diecie badanych dziewcząt i chłopców była wystarczająca i zgodna z zalecanymi w normach wartościami, tj. nie mniejsza od 130 g/dobę. Natomiast ilość błonnika zgodna z obowiązującymi w Polsce normami została stwierdzona w diecie 46,7% ogółu badanych, a u pozostałych znajdowała się poniżej zalecanych 19 gramów na dobę. Średnia podaż wapnia w diecie dobowej badanej grupy wynosiła 740,71 mg/dobę. Na pytanie o stosowanie suplementów uzupełniających dietę w wapń żaden z chłopców nie odpowiedział twierdząco. Z badanej grupy uczniów osiem dziewcząt uzupełniało swoją dietę w wapń, co stanowiło 4,4% ogółu badanych. Mimo stosowania w grupie dziewcząt suplementów wapnia nie było wśród nich osoby, u której średnia dobową podaż wapnia byłaby zgodna z wartością zalecaną, tj. 1300 mg/dobę. Żadna z dziewcząt nie realizowała zalecanej normy spożycia wapnia. W grupie chłopców były dwie osoby, u których wapń dostarczany był w optymalnych dla zdrowia ilościach, co stanowiło 1,1% ogółu badanych, podczas gdy u pozostałych wapnia w diecie było zbyt mało w stosunku do określonego normami zapotrzebowania. Szereg badań prowadzonych wśród polskich nastolatków oraz w innych krajach potwierdza utrzymujące się od szeregu lat niedobory wapnia w diecie nastolatków, podkreślając wynikające z tego negatywne skutki zdrowotne [13, 22, 39, 42]. Zbyt niskie w porównaniu do norm spożycie wapnia wykazano u niemal 99% badanych

uczniów. Wśród przyczyn, oprócz zbyt niskiej podaży wapnia, nie można wykluczyć prawdopodobieństwa niedoszacowania spożycia tego składnika. W przypadku magnezu także stwierdzono zbyt niskie jego spożycie. Zgodnie z normami, zalecane dzienne spożycie (RDA) magnezu dla dziewcząt w wieku 10–15 lat wynosi 360 mg/d, a dla chłopców 410 mg/d. Jak wynika z danych zamieszczonych w tabeli 1, średnie spożycie magnezu było zbyt niskie zarówno w grupie badanych dziewcząt (228,15 mg/d) jak i chłopców (281,96 mg/d). Spożycie magnezu niższe niż poziom określony normami stwierdzono u 93,3% badanych uczniów, a wśród realizujących normę na ten składnik mineralny były 4 uczennice (5,1% populacji badanych dziewcząt) oraz 8 uczniów (7,8% populacji badanych chłopców). Na niedostateczne spożycie magnezu oraz wapnia przez młodzież wskazują także wyniki innych badań prowadzonych w różnych rejonach Polski w podobnej grupie wiekowej, jak np. badania Harton i in. [12, 22] lub prowadzone wśród nastolatków z Krakowa i Skawiny badania Wielgos z zespołem [52]. W przypadku fosforu niedostatecznego spożycia nie zanotowano. Zalecane dzienne spożycie fosforu dla badanej grupy bez względu na płeć to 1250 mg/d, a średnie dzienne spożycie u wszystkich uczestników badania wynosiło ponad 90% tej wartości. Fosfor jest składnikiem obecnym w wielu produktach spożywczych i wnioskując z wyników licznych badań częściej dostarczany jest w ilościach przewyższających poziom zalecanego spożycia. Dodatkowo, nadmiernej podaży fosforu zwykle towarzyszy jego nieprawidłowy, zawyżony stosunek do wapnia [10, 17, 44, 47].

Średnia masa i wysokość ciała ogółu badanych to odpowiednio 49,9 kg ( $SD=5,52$ ) oraz 152,5 cm ( $SD= 5,16$ ). Wyliczona średnia wartość wskaźnika BMI wyniosła 21,4 kg/m<sup>2</sup> ( $SD=1,92$ ), a średnia dla całej grupy zawartość tkanki tłuszczowej to 8,7 kg ( $SD=2,41$ ), co sta-

**Tab. 1. Wartość energetyczna oraz podaż makroskładników i wybranych składników mineralnych w diecie dobowej ogółu badanych oraz względem płci**

| parametr                            | Ogół badanych (n=180)       |        | płeć                        |        |                              |        |
|-------------------------------------|-----------------------------|--------|-----------------------------|--------|------------------------------|--------|
|                                     | Średnia (min-max)           | SD     | Dziewczęta (n=78)           |        | Chłopcy (n=102)              |        |
|                                     |                             |        | Średnia (min-max)           | SD     | Średnia (min-max)            | SD     |
| Wartość energ. (kcal/dobę)          | 1766,36<br>(990,0-3180,0)   | 454,68 | 1469,38<br>(990,00-2535,00) | 301,47 | 1993,57<br>(1140,00-3188,00) | 420,47 |
| Białko (g/dobę)                     | 66,20<br>(40,00-132,02)     | 15,67  | 61,05<br>(40,00-82,00)      | 11,40  | 70,14<br>(44,00-132,00)      | 17,32  |
| Białko (g/kg mc.)                   | 1,34<br>(0,68-2,54)         | 0,32   | 0,80<br>(0,51-1,46)         | 0,22   | 1,35<br>(0,79-2,54)          | 0,34   |
| Węglowodany przyswajalne (g/dobę)   | 249,97<br>(141,00-521,00)   | 71,72  | 210,41<br>(141,00-391,00)   | 47,11  | 280,22<br>(170,00-521,00)    | 72,71  |
| Węglowodany przyswajalne (g/kg mc.) | 5,01<br>(2,73- 9,82)        | 1,33   | 4,51<br>(2,73-7,82)         | 0,99   | 5,40<br>(2,98-9,83)          | 1,43   |
| Błonnik (g/dobę)                    | 19,01<br>(7,00-37,00)       | 5,34   | 18,00<br>(7,00-30,00)       | 4,78   | 19,78<br>(9,00-37,00)        | 5,63   |
| Tłuszcze (g/dobę)                   | 62,36<br>(23,00-126,00)     | 21,38  | 48,90<br>(23,00-89,00)      | 16,55  | 72,65<br>(32,00-126,00)      | 18,83  |
| Wapń (mg/dobę)                      | 740,71<br>(256,00-1378,00)  | 257,70 | 836,38<br>(256,00-1250,00)  | 232,27 | 667,55<br>(253,16-1378,00)   | 253,16 |
| Fosfor (mg/dobę)                    | 1117,34<br>(399,00-2051,00) | 276,58 | 1081,79<br>(605,00-1881,00) | 248,52 | 1144,51<br>(399,00-2051,00)  | 294,55 |
| Magnez (mg/dobę)                    | 258,64<br>(130,00-1255,00)  | 127,26 | 228,15<br>(130,00-378,00)   | 58,30  | 281,96<br>(143,00-1255,00)   | 157,63 |

nowi 17,8% (SD=3,31) całkowitej masy ciała. Nadwagę wynikającą z nadmiaru tkanki tłuszczowej stwierdzono u 22,2% badanych (6 dziewcząt i 34 chłopców). U pozostałych uczestniczących w badaniu nastolatków zawartość tkanki tłuszczowej była odpowiednia i ich stan odżywienia był prawidłowy. Uwzględniając doniesienia, wskazujące na pozytywny wpływ wapnia w utrzymaniu prawidłowej masy ciała przeprowadzono analizy mające na celu określenie zależności między dobową podażą wapnia a masą ciała oraz podażą wapnia i zawartością tkanki tłuszczowej.

Masa ciała nastolatków, których dieta była uboższa w wapń (nie więcej jak 700 mg wapnia/dobę) była istotnie wyższa od masy ciała pozostałych uczestników badania (Tab. 2).

Średnia zawartość tkanki tłuszczowej w badanej grupie uczniów to 17,80% całkowitej masy ciała. W grupie chłopców były to wartości wyższe (17,86%) w porównaniu do grupy dziewcząt (16,28%) i były to różnice istotne statystycznie ( $p=0,0201$ ). Znamienne statystycznie różnice w tłuszczowej masie ciała zaobserwowano także zależnie od podaży wapnia

w diecie dobowej. Młodzież spożywająca wapń w ilości nie większej niż 700 mg/d charakteryzowała się wyższą procentową zawartością tkanki tłuszczowej. Podobną zależność uzyskano z uwzględnieniem płci (Tab. 3). W każdej z przeprowadzonych analiz wykazano istnienie ujemnej korelacji pomiędzy zawartością tkanki tłuszczowej a ilością dostarczanego z dietą wapnia – podaż wapnia nieprzekraczająca 700 mg na dobę to wyższa procentowa zawartość tkanki tłuszczowej u ogółu badanych ( $p=0,0000$ ), dziewcząt ( $p=0,0055$ ) oraz w grupie chłopców ( $p=0,0032$ ).

**Tab. 2. Podaż wapnia w diecie a całkowita masa ciała**

| Wapń (podaż/<br>dobę) | Całkowita masa ciała (kg) |         |         |          |                  |                  |        |
|-----------------------|---------------------------|---------|---------|----------|------------------|------------------|--------|
|                       | Średnia ±<br>SD           | Mediana | Minimum | Maksimum | Kwartył<br>dolny | Kwartył<br>górny | P      |
| Powyżej 700 mg/d      | 48,1 ± 5,1                | 48      | 41      | 61       | 43               | 51               | 0,0014 |
| do 700 mg/d           | 51,8 ± 5,4                | 51      | 41      | 65       | 48,5             | 56,5             |        |

**Tab. 3. Podaż wapnia w diecie a procentowa zawartość tkanki tłuszczowej**

| Grupa              | Spożycie<br>wapnia | Tłuszczowa masa ciała (%) |         |       |       |                  |                  |        |
|--------------------|--------------------|---------------------------|---------|-------|-------|------------------|------------------|--------|
|                    |                    | Średnia ±<br>SD           | Mediana | Min.  | Maks. | Kwartył<br>dolny | Kwartył<br>górny | P      |
| Ogół<br>badanych   | powyżej<br>700mg/d | 15,62 ±<br>2,69           | 15,03   | 12,04 | 24,50 | 13,92            | 17,51            | 0,0000 |
|                    | do 700mg/d         | 18,81 ±<br>3,07           | 18,90   | 12,81 | 24,14 | 16,50            | 20,85            |        |
| Grupa<br>dziewcząt | powyżej<br>700mg/d | 15,03 ±<br>2,27           | 14,62   | 12,13 | 20,63 | 13,10            | 15,82            | 0,0055 |
|                    | do 700mg/d         | 18,51 ±<br>3,42           | 18,80   | 12,81 | 24,11 | 15,72            | 21,24            |        |
| Grupa<br>chłopców  | powyżej<br>700mg/d | 16,31 ±<br>3,01           | 16,02   | 12,01 | 24,52 | 14,20            | 17,80            | 0,0032 |
|                    | do<br>700mg/d      | 18,95 ±<br>2,95           | 18,90   | 14,20 | 23,91 | 16,73            | 20,52            |        |

O pozytywnym wpływie wapnia pochodzącego z produktów mlecznych na masę ciała oraz zawartość tkanki tłuszczowej informują wyniki badań prowadzonych wśród polskiej młodzieży oraz wśród nastolatków z innych krajów. Przykładowo, badania Czerwonogrodzkiej-Senczyni i in. jednoznacznie wskazują na malejący trend występowania nadwagi wraz ze zwiększeniem spożycia wapnia z codzienną dietą [18]. Te same badania informują o korzystnym wpływie wapnia na stężenie insuliny na czczo oraz o tym, że pacjenci, którzy spożywają więcej produktów bogatych w wapń mają mniejszą procentową zawartość tkanki tłuszczowej w ciele, a także cechują się niższym stężeniem cholesterolu całkowitego i lipoproteiny LDL we krwi. Podobne wnioski płyną z badań Azadbakht i zespołu [2]. Badacze wykazali, że osoby, które spożywają więcej produktów mlecznych cechuje

niższe BMI, niższa całkowita i tłuszczowa masa ciała i co z tym związane mniejsze ryzyko wystąpienia otyłości, cukrzycy typu 2 oraz nadciśnienia tętniczego. O tym, że zwiększone spożycie wapnia, zwłaszcza pochodzącego z produktów mlecznych, wpływa na zmniejszenie zawartości tkanki tłuszczowej w ciele badanych osób informują też przykładowe badania Zemel [56]. Badacz w innych swych obserwacjach wykazał również, że spożycie produktów mlecznych, które są głównym źródłem wapnia pokarmowego ma większy wpływ na redukcję masy ciała niż tylko sama zawartość tego pierwiastka w diecie [53]. Podobne wnioski płyną z innych obserwacji, jak np. badania Castro Burbano, Correa-Rodríguez, Moraes i in. [8, 14, 32]. Z kolei Teegarden z zespołem [49] w swoich obserwacjach, które prowadzone były wśród kobiet bez cech nadwagi i otyłości, wykazali, że osoby,

które spożywały więcej niż 1876 kcal/d oraz 1000 mg wapnia/d utraciły w okresie 2 lat masę ciała równą 2,6 kg. Natomiast osoby dostarczające tyle samo kalorii i o 500 mg wapnia/d mniej w tym samym czasie utraciły jedynie 1,8 kg. Autorzy mają na uwadze fakt, iż wyniki ich badań jak również badań innych autorów odnośnie pozytywnego wpływu diety bogatej w wapń, mogą wskazywać na znaczenie tego składnika mineralnego w zapobieganiu nadwadze i otyłości [6, 29].

Podsumowując, jednym z warunków prawidłowego rozwoju dzieci i młodzieży jest zbilansowany sposób żywienia zarówno pod względem ilości dostarczanej energii, jak i składników odżywczych. Różnice w tempie wzrastania pomiędzy dziewczętami i chłopcami powodują zróżnicowanie w zapotrzebowaniu na energię i składniki odżywcze. Mimo akcji profilaktycznych oraz kampanii mających na celu promocję zdro-

wego żywienia i zapobieganie niedoborom pokarmowym nadal obserwuje się wysokie wskaźniki niedoborów składników mineralnych w dietach dzieci i młodzieży. Wapń jest tym składnikiem, który oprócz szeregu ważnych funkcji jakie pełni w organizmie, dodatkowo ma swój udział w utrzymaniu prawidłowego stanu odżywienia. Przeprowadzone obserwacje sugerują istnienie zależności między ilością dostarczanego wraz z pożywieniem wapnia a tłuszczową masą ciała – wyższe spożycie wapnia (powyżej

700 mg/dobę) to niższa zawartość tkanki tłuszczowej zarówno u dziewcząt jak i chłopców w wieku 13–15 lat. Zgodnie z wynikami prezentowanych badań w tej grupie wiekowej ilość spożywanego wapnia ujemnie korelowała z całkowitą oraz tłuszczową masą ciała. Jednakże uwzględniając współistnienie wielu innych czynników mających wpływ na stan odżywienia, w tym wysoce prawdopodobny różny poziom trocki respondentów o prawidłowe żywienie, przeprowadzone obserwacje są niewystar-

czające dla sformułowania jednoznacznych wniosków. Spożywanie produktów mlecznych, charakteryzujących się wysoką zawartością łatwo przyswajalnego wapnia jest korzystnym dla zdrowia, lecz chcąc rozważyć wapń jako jeden z czynników protekcyjnych nadwagi i otyłości koniecznym jest przeprowadzenie dalszych badań.

Adres do korespondencji

*Address for correspondence:*

agnieszka.ostachowska-gasior@uj.edu.pl

### Piśmiennictwo:

1. Avgerinos K. I., Spyrou N., Mantzoros C. S., Dalamaga M.: Obesity and cancer risk: Emerging biological mechanisms and perspectives. *Metabolism* 2019, nr 92, s. 121–135. doi: 10.1016/j.metabol.2018.11.001.
2. Azadbakht L., Mirmiairan P., Esmailzaden A.: Dairy consumption in inversely associated with the prevalence of the metabolic syndrome in Teheranian adults. *The American Journal of Clinical Nutrition* 2005, nr 82: s. 522–530. doi: 10.1093/ajcn.82.3.523.
3. Babicz-Zielińska E., Komorowska-Szczepeńska W., Bardo Z.: Postawy i poglądy dziewcząt w stosunku do diety o działaniu prozdrowotnym. *Problemy Higieny i Epidemiologii* 2011, t. 92, nr 3, s. 451–454.
4. Bąk-Sosnowska M., Białkowska M., Bogdański P., Chomiuk T., Gałązka-Sobotka M. et al.: Zalecenia kliniczne dotyczące postępowania u chorych na otyłość 2022 – stanowisko Polskiego Towarzystwa Leczenia Otyłości *Medycyna Praktyczna* 2022, wyd. specjalne; maj 2022, s. 1–87.
5. Błaszczuk-Bębenek E., Schlegel-Zawadzka M., Żwirski J. (2017) Ocena stanu odżywienia dzieci z regionu Małopolski. *Problemy Higieny Epidemiologii* 2017, nr 98(4), s. 381–386
6. Bredariol A. N. M., Rossato L. T., de Branco F.M. S., Nahas P. C., Orsatti F. L. et al.: Calcium intake is inversely associated with body fat in postmenopausal women. *Clinical Nutrition ESPEN* 2020, vol. 39, s. 206–209. doi: 10.1016/j.clnesp.2020.06.012.
7. Budek A. Z., Hoppe C., Ingstrup H., Michalisen K. F., Bügel S.: (2007) Dietary protein intake and bone mineral content in adolescents – The Copenhagen Cohort Study, *Osteoporosis International With other metabolic bone diseases* 2007, nr 18(12), s. 1661–1667. doi: 10.1007/s00198-007-0422-0.
8. Castro Burbano J., Fajardo Vanegas P., Robles Rodríguez J., Pazmiño Estévez K.: Relationship between dietary calcium intake and adiposity in female adolescents. *Endocrinología y nutrición* 2016, vol. 63(2), s. 58–63. doi: 10.1016/j.endonu.2015.10.010.
9. Charzewska J.: Wapń - praktyczne aspekty postępowania nefarmakologicznego w redukcji czynników ryzyka chorób układu kostnego. *Żywność dla zdrowia* 2011, nr 2, s. 4–7.
10. Charzewska J., Chojnowska Z., Wąjszczyk B i in.: Ryzyko występowania niedoborów wybranych składników mineralnych i witamin w dietach uczniów w wieku okołopokwitaniowym. *Zdrowie Publiczne. Niedozżywanie a zdrowie publiczne.* red. Januszewicz P., Mazur A., Socha J. Wyd. Uniwersytetu Rzeszowskiego, Rzeszów 2011.
11. Chrzanowska M., Gołąb S., Żarów R., Sobiecki J., Brudecki J.: Dziecko krakowskie 2000. Poziom rozwoju biologicznego dzieci i młodzieży miasta Krakowa. *Studia i Monografie* 2002, nr 19, AWF Kraków.
12. Chwojnowska Z., Charzewska J., Chabros E., Wąjszczyk B., Rogalska-Niedźwiedz M. i in.: Zawartość wapnia oraz fosforu w dietach młodzieży warszawskich szkół podstawowych. *Rocznik Państwowego Zakładu Higieny* 2002, nr 53(2), s. 157–165.
13. Chwojnowska Z., Charzewska J., Wąjszczyk B., Chabros E.: Trendy w spożyciu wapnia i witaminy D w dietach młodzieży szkolnej. *Problemy Higieny i Epidemiologii* 2010, nr 91 (4), s. 544–548.
14. Correa-Rodríguez M., Schmidt-RioValle J., Ramírez-Vélez R., Correa-Bautista JE., González-Jiménez E., et al.: Influence of Calcium and Vitamin D Intakes on Body Composition in Children and Adolescents. *Clinical Nursing Research* 2020, nr 29(4), s. 243–248. doi: 10.1177/1054773818797878.
15. Csige I., Ujvárosy D., Szabó Z., Lőrincz I., Paragh G. et al. (2018) The Impact of Obesity on the Cardiovascular System. *Journal of Diabetes Research*, nr 4, 3407306. doi: 10.1155/2018/3407306.
16. Czarnocińska J., Wądołowska L.: Preferencje pokarmowe dziewcząt a zagrożenia zdrowotne. *Bromatologia i Chemia Toksykologiczna* 2004, supl., s. 87–92.
17. Czeczulewski J., Raczynka B.: Zawartość wapnia i fosforu w całodziennych racjach pokarmowych dzieci i młodzieży z powiatu bielskiego. *Rocznik Państwowego Zakładu Higieny* 2005, nr 56(3), s. 237–243.
18. Czerwonogrodzka-Senczyzna A., Rymkiewicz-Kluczyńska B.: Wpływ wapnia pokarmowego na wskaźniki antropometryczne, wskaźniki gospodarki lipidowej węglowodanowej u dzieci i młodzieży z otyłością prostą. *Wydział Lekarski, Warszawski Uniwersytet Medyczny, Warszawa* 2008.
19. Czerwonogrodzka-Senczyzna A., Rymkiewicz-Kluczyńska B.: Wpływ suplementacji diety wapniem na zmiany masy ciała oraz czynniki zespołu metabolicznego. *Endokrynologia Pediatria* 2009, nr 1(30), s. 87–92.
20. Ganmaa D., Bromage S., Khudyakov P., Erdenenbaatar S., Delgererekh B et al. (2023) Influence of Vitamin D Supplementation on Growth, Body Composition, and Pubertal Development Among School-aged Children in an Area With a High Prevalence of Vitamin D Deficiency: A Randomized Clinical Trial. *JAMA Pediatrics* 2023, nr 177(1), s. 32–41. doi: 10.1001/jamapediatrics.2022.4581.
21. Hargreaves D., Mates E., Menon P., Alderman H., Devakumar D. et al.: Strategies and interventions for healthy adolescent growth, nutrition, and development. *The Lancet* 2022, nr 399, s. 198–210. doi: 10.1016/S0140-6736(21)01593-2.
22. Harton A., Gałązka A., Gajewska D., Bawa S., Myszowska-Ryciak J.: Ocena spożycia wybranych składników mineralnych przez młodzież w wieku licealnym *Bromatologia i Chemia Toksykologiczna* 2012, nr XIV (3), s. 949–955.
23. Jarosz M., Rychlik E., Stoś K., Charzewska J. (red.): *Normy żywienia dla populacji Polski i ich zastosowanie NIZP-PZH, Warszawa* 2020.
24. Kolarzyk E., Helbin J., Kwiatkowski J., Lang-Młynarska D., Potocki A. i in.: Ocena wskaźników wagowo-wzrostowych dzieci krakowskich w wieku 6-14 lat. *Problemy Higieny i Epidemiologii* 2007, nr 88(3): 336-342.

25. Koliaki C., Liatis S., Kokkinos A.: Obesity and cardiovascular disease: revisiting an old relationship. *Metabolism: clinical and experimental* 2019, nr 92, s. 98–107. doi: 10.1016/j.metabol.2018.10.011.
26. Kubasik M., Bogdański P., Suliburska J.: Składniki mineralne w patogenezie otyłości i jej powikłaniach. *Forum Zaburzeń Metabolicznych* 2018, nr 9(4), s. 141–151.
27. Kucharska A., Sińska B.: Obecność mleka i produktów mlecznych w diecie a ryzyko wystąpienia chorób cywilizacyjnych – przegląd meta analiz. *Żywność dla zdrowia* 2012, nr 15, s. 10–15.
28. Kułaga Z., Rózdżyńska-Świątkowska A., Grajda A., Gurzowska B., Wojtyło M. i in.: Siatki centylowe dla oceny wzrastania i stanu odżywienia polskich dzieci i młodzieży od urodzenia do 18 roku życia. *Standardy Medyczne. Pediatria* 2015, nr 12, s. 119–135.
29. Lappe J. M., McMahon D. J., Laughlin A., Corrine Hanson C., Jean Claude Desmangles J. C. et al.: (2017) The effect of increasing dairy calcium intake of adolescent girls on changes in body fat and weight. *The American Journal of Clinical Nutrition*, nr 105(5), s. 1046–1053. doi: 10.3945/ajcn.116.138941.
30. Layman D. K.: The role leucine in weight loss diets and glucose homeostasis. *The Journal of nutrition* 2003, nr 133 (1), s. 261–267. doi: 10.1093/jn/133.1.261S.
31. Moore L. L., Bradlee M. L., Gao D., Singer M. R.: Low dairy intake in early childhood predicts excess body fat gain. *Obesity* 2006, 14(6), s. 1010–1018. doi: 10.1038/oby.2006.116.
32. Moraes A. B. V., Veiga G. V., Azeredo V. B., Sichiari R., Pereira R. A.: High dietary calcium intake and low adiposity: findings from a longitudinal study in Brazilian adolescents. *Cadernos de Saude Publica* 2022, nr 38(6): e00144521. doi: 10.1590/0102-3111XEN144521.
33. Morris K.L., Zemel M. B.: 1,25-dihydroxyvitamin D3 modulation of adipocyte glucocorticoid function. *Obesity Research & Clinical Practice* 2005, nr 13, s. 670–677, doi: 10.1038/oby.2005.75.
34. Nadulska A.M., Florec-Łuszczki M.: Malnutrition in obesity. *Environmental Medicine* 2022, t. 25, nr 3–4, s. 35–39.
35. NCD Risk Factor Collaboration (NCD-RisC): Heterogeneous contributions of change in population distribution of body mass index to change in obesity and underweight *eLife* 2021, 10:e60060, <https://doi.org/10.7554/eLife.60060>.
36. Norris S. A., Frongillo E. A., Black M. M., Dong Y., Fall C. et al.: Nutrition in adolescent growth and development, *The Lancet* 2022, nr 399, s. 172–184 doi: 10.1016/S0140-6736(21)01590-7.
37. Panasiuk D., Szponarowicz P., Panek E., Jasłowski D., Rzeszutko M. i in.: Obesity of children and adults – pandemic of the 21st century. *Obesity of children and adults – pandemic of the 21st century. Journal of Education, Health and Sport* 2023, nr 22(1), s. 36–45.
38. Pasiakos S. M., Cao J. J., Margolis L. M., Sauter E. R., Whigham L. D. et al.: Effects of high-protein diets on fat-free mass and muscle protein synthesis following weight loss: a randomized controlled trial. *The FASEB Journal* 2013, nr 27(9), s. 3837–3847. doi: 10.1096/fj.13-230227.
39. Rana Z. H., Bourassa M. W., Gomes F., Khadilkar A., Mandlik R. et al.: (2022) Calcium status assessment at the population level: Candidate approaches and challenges. *Annals of the New York Academy of Sciences* 2022, nr 1517(1), s. 93–106. doi: 10.1111/nyas.14886.
40. Respondek W.: Pozytywny wpływ produktów mlecznych, w tym jogurtów na masę ciała. *Żywność dla zdrowia* 2012, nr 8, s. 4–9.
41. Romanelli R., Cecchi N., Carbone MG., Dinardo M., Gaudino G. et al.: Pediatric obesity: prevention is better than care. *Italian Journal of Pediatrics* 2020, nr 46(1), s. 103. doi: 10.1186/s13052-020-00868-7.
42. Shlisky J., Mandlik R., Askari S., Abrams S., Belizan J. M. et al.: Calcium deficiency worldwide: prevalence of inadequate intakes and associated health outcomes. *Annals of the New York Academy of Sciences* 2022, nr 1512(1), s. 10–28. doi: 10.1111/nyas.14758.
43. Singh RK., Kumar P., Mahalingam K.: Molecular genetics of human obesity: A comprehensive review. *Comptes rendus biologies* 2017, nr 340(2), s. 87–108. doi: 10.1016/j.crvi.2016.11.007.
44. Sochacka-Tatara E., Pac A., Majewska R. (2010) Ocena żywienia za pomocą wywiadu żywieniowego przez Internet Elżbieta Sochacka-Tatara, Agnieszka Pac, Renata Majewska. *Problemy Higieny i Epidemiologii* 2010, nr 91(1), s. 77–82.
45. Stefańska E., Falkowska A., Ostrowska L.: Ocena zawartości wapnia i fosforu w całodziennych racjach pokarmowych dzieci ze szkół podstawowych i gimnazjalnych miast Białegostoku. *Problemy Higieny i Epidemiologii* 2011, nr 92(3), s. 590–593.
46. Szczepańska B., Malczewska-Lenczowska J., Wajszczyk B.: Ocena spożycia witamin i składników mineralnych przez dziewczęta z warszawskiego gimnazjum sportowego. *Problemy Higieny i Epidemiologii* 2011, 92 (3), s. 644–647.
47. Szczepańska E., Bielaszka A., Mikoda M., Kiciak A.: Ocena zawartości wapnia i żelaza w jadłospisach licealistek zamieszkałych na wsi i w mieście na terenie województwa śląskiego. *Hygeia Public Health* 2011, nr 46(2), s. 266–272.
48. Szymelfejnik E.J., Wądołowska L., Cichoń R.: Dairy products a frequency questionnaire (ADOS-Ca) Calibrator of calcium intake evaluation. *Polish Journal of Food and Nutrition Sciences* 2006, nr 15/56, 51, s. 229–236.
49. Teegarden D., Zemel M.B.: Dairy product components and weight Regulation Symposium Overview. *Journal of nutritional science* 2003, nr 133, s. 243–244.
50. Wang T., He C.: Pro-inflammatory cytokines: The link between obesity and osteoarthritis. *Cytokine & Growth Factor Reviews* 2018, nr 44, s. 38–50. doi: 10.1016/j.cytogfr.2018.10.002.
51. Weker H. (red.): O żywieniu i aktywności fizycznej dzieci. Prosto, nowocześnie, praktycznie. Wyd. Instytutu Matki i Dziecka, Warszawa 2015.
52. Wielgos B., Leszczyńska T., Kopeć A. i in.: Ocena pokrycia zapotrzebowania na składniki mineralne przez dzieci w wieku 10–12 lat z regionu. *Małopolski Rocznik Państwowego Zakładu Higieny* 2012, nr 63(3), s. 329–337.
53. Yanovski J. A., Parikh S. J., Yanoff L. B., Denkinger B. I., Calis K. A. et al.: Effects of calcium supplementation on body weight and adiposity in overweight and obese adults: a randomized trial. *Annals of Internal Medicine* 2009, nr 150(12), s. 821–829, doi: 10.7326/0003-4819-150-12-200906160-00005.
54. Zemel M. B., Richards J., Milstead A., Campbel P.: Effects of calcium and dairy on body composition and weight loss in African-American adults. *Obesity Research & Clinical Practice* 2005, nr 13, s. 1218–1225. doi: 10.1038/oby.2005.144.
55. Zemel M. B.: Mechanisms of dairy modulation of adiposity. *The Journal of Nutrition* 2003, nr 133, s. 252–256. doi: 10.1093/jn/133.1.252S.
56. Zemel M. B.: The role dairy food In weight management. *Journal of the American Nutrition Association* 2005, nr 24(6), s. 5375–5465, doi: 10.1080/07315724.2005.10719502.
57. Zemel M. B., Richards J., Mathis S., Milstead A., Gebhardt L. et al.: Dairy augmentation of total and central fat loss in obese subjects. *International Journal of Obesity* 2005, nr 13, s. 670–77. doi: 10.1038/sj.ijo.0802880.
58. Zemel M. B., Shi H., Greer B., Drenzio D.: Regulation of adiposity by dietary calcium. *The FASEB Journal* 2000, nr 14, s. 1132–1138. doi: 10.1096/fasebj.14.9.1132.
59. Zemel M. B., Thompson W., Milstead A. et al.: Calcium and dairy products acceleration of weight and fat loss during energy restrictions in obese adults. *Obesity Research & Clinical Practice* 2004, nr 12, s. 582–590. doi: 10.1038/oby.2004.67.