

## Kierunek zmian w rozwoju somatycznym u dzieci i młodzieży z cukrzycą typu 1 Direction of change in the somatic development in children and adolescents with type 1 diabetes

<sup>1</sup>Honorata Kołodziejczyk, <sup>2</sup>Małgorzata Wajda-Cuszlag, <sup>2</sup>Anna Świercz, <sup>2,3</sup>Mieczysław Szalecki

<sup>1</sup>Pracownia Antropologii, Instytut „Pomnik–Centrum Zdrowia Dziecka”, Warszawa <sup>2</sup>Klinika Endokrynologii i Diabetologii, Instytut „Pomnik–Centrum Zdrowia Dziecka”, Warszawa <sup>3</sup>Wydział Lekarski i Nauk o Zdrowiu, Uniwersytet Jana Kochanowskiego, Kielce

<sup>1</sup>Anthropology Laboratory, The Children’s Memorial Health Institute, Warsaw, Poland <sup>2</sup>Department of Endocrinology and Diabetology, The Children’s Memorial Health Institute, Warsaw, Poland <sup>3</sup>Department of Medicine and Health Sciences, Jan Kochanowski University, Kielce, Poland

### Streszczenie

**Wstęp.** Zaburzenia w rozwoju somatycznym u dzieci i młodzieży z cukrzycą typu 1 mogą prowadzić do chwiejnego przebiegu choroby oraz trudności w uzyskaniu dobrego wyrównania metabolicznego. **Cel.** Ocena rozwoju somatycznego u dzieci i młodzieży z cukrzycą typu 1, w różnych kategoriach wiekowych. **Materiał i metody.** Badaniami objęto 97 dziewcząt oraz 90 chłopców z cukrzycą typu 1 podzielonych na trzy grupy wiekowe: dziewczęta ze średnią wieku 9,1; 12,9; 16,2 lat oraz chłopcy ze średnią wieku 7,6; 11,8; 16,2 lat. U wszystkich badanych wykonano dokładne pomiary antropometryczne oraz ocenę stanu odżywienia i wyrażono w jednostkach odchylenia standardowego (*standard deviation score*, SDS) z uwzględnieniem płci i wieku badanych w stosunku do norm populacyjnych. **Wyniki.** Wymiary ciała u dziewcząt 9,1 lat i chłopców 7,6 lat nie różniły się istotnie od zdrowej populacji. Dziewczęta w wieku 12,9 lat miały istotnie zwiększoną szerokość barków ( $p=0,003$ ) oraz obwody: pasa ( $p=0,001$ ), ramienia ( $p=0,0008$ ) i bioder ( $p=0,01$ ). Chłopcy w wieku 11,8 uzyskali istotnie większe wymiary w długości tułowia ( $p=0,04$ ) i kończynach górnych ( $p=0,01$ ). Dziewczęta najstarsze 16,2 lat miały nadmierną masę ciała ( $p=0,00001$ ) oraz istotnie zwiększone obwody pasa i bioder ( $p=0,000001$ ). U chłopców w wieku 16,2 lat wykazano istotnie zwiększone obwody ciała ( $p=0,0001$ ) przy nieistotnie wyższej wysokości ciała. Wskaźnik masy ciała BMI u dziewcząt wskazywał na nadwagę, zaś u chłopców był w normie. U dziewcząt najmłodszych czas trwania choroby wynosił  $2,9 \pm 0,6$  lat, w grupie starszej  $5,2 \pm 0,6$  lat, a najstarszej  $6,9 \pm 0,6$  lat. Z kolei u chłopców czas trwania choroby wynosił odpowiednio  $1,9 \pm 0,6$  lat;  $2,6 \pm 0,5$  lat;  $4,8 \pm 0,7$  lat. Średnie HbA1c u dziewcząt było równe odpowiednio 7,1; 7,7; i 8,4%, a u chłopców 7,4; 7,4 i 7,6%. **Wnioski.** Zmiany w budowie ciała u chorych z cukrzycą 1 są związane z wiekiem kalendarzowym, czasem trwania choroby oraz wyrównaniem metabolicznym. Zaobserwowano, że większe przyrosty masy ciała i obwodu pasa dotyczą dziewcząt. Pacjenci z nadwagą i otyłością stanowią grupę ryzyka wcześniejszego rozwoju powikłań i wymagają szczególnej opieki wielospecjalistycznej.

### Słowa kluczowe

dzieci i młodzież, rozwój somatyczny, pomiary antropometryczne, cukrzyca 1 typu

### Abstract

**Introduction.** Disorders of somatic development in children and adolescents with type 1 diabetes can lead to unstable course of the disease and the difficulties in obtaining good metabolic control. **Aim.** Evaluation of somatic development in children and adolescents with type 1 diabetes in different age categories. **Material and methods.** A group of 97 girls and 90 boys with type 1 diabetes was examined. Children were divided into three age groups: girls with mean age of 9.1; 12.9; 16.2 years and boys with mean age of 7.6; 11.8; 16.2 years. In all subjects accurate anthropometric measurements and nutritional status assessment were conducted. Somatic traits and indices were expressed in terms of standard deviations of age and sex-specific Polish growth references. **Results.** Body measurements in girls at the age of 9.1 years and boys at the age of 7.6 years did not differ significantly from the healthy population. Girls aged 12.9 years had significantly increased widths shoulder ( $p=0,003$ ) and greater body circumferences: waist ( $p=0,001$ ), arm ( $p=0,0008$ ) and hips ( $p=0,001$ ). The boys aged 11.8 years have significantly larger greater trunk length ( $p=0,04$ ) and upper

limbs length ( $p=0,01$ ). The oldest girls, at the age of 16.2 years excessive body weight ( $p=0,00001$ ) also significantly increased circumferences of waist and hips ( $p=0,000001$ ) were observed. Boys aged 16.2 years also showed significantly increased body circumferences ( $p=0,0001$ ) which was particularly evident for boys with greater body height. Body mass index BMI in girls pointed to the overweight (1.50 SDS) while in boys it was normal (-0.05 SDS). The youngest girls, the duration of the disease was 2.9 +/- 0.6 years, in the older group 5.2 +/- 0.6 years and the oldest 6.9 +/- 0.6 years. The boys, the duration of illness was 1.9 +/- 0.6 years; 2.6 +/- 0.5 years; 4.8 +/- 0.7 years. The mean HbA 1c in girls was 7.1; 7.7; and 8.4%, while boys 7.4; 7.4 and 7.6%. **Conclusions.** Changes in body build in patients with diabetes type 1 are associated with chronological age, duration of disease and metabolic control. It has been observed that the increase of weight and waist circumference concern girls. Patients with overweight and obesity represent a risk of early development of complications and require special care.

#### Key words

children and adolescents, somatic development, anthropometric parameters, diabetes type1

## Wstęp

Cukrzyca jest grupą chorób metabolicznych charakteryzującą się występowaniem przewlekle podwyższonego stężenia glukozy we krwi, wynikającego z nieprawidłowego wydzielania insuliny, nieprawidłowego działania insuliny lub obu tych zaburzeń razem [1–3]. W roku 1999 Światowa Organizacja Zdrowia (WHO), a w roku 2005 ISPAD przyjęły podział cukrzycy uwzględniający etiopatogenezę choroby [4,5]. Cukrzyca typu 1 jest najczęstszą postacią cukrzycy występującą u dzieci. Rozwija się u osób predysponowanych genetycznie przy udziale czynników środowiskowych. Istotną chorobą jest deficyt insuliny wynikający z autodestrukcji komórek  $\beta$  trzustki odpowiedzialnych za jej biosyntezę i wydzielanie. Rozpoznanie cukrzycy typu 1 wymaga natychmiastowego rozpoczęcia leczenia insuliną, wówczas zaleca się funkcjonalną intensywną insulinoterapię (FIT), która może być realizowana za pomocą wielokrotnych w ciągu doby wstrzyknięć insuliny z zastosowaniem penów lub jako ciągle podskórny jej wlew przy użyciu osobistej pompy insulinowej. Z danych statystycznych wynika, że w Polsce średnio 80% dzieci i młodzieży z cukrzycą typu 1 jest leczone przy użyciu OPI. Cukrzyca typu 1 jest obok astmy oskrzelowej najczęstszą chorobą przewlekłą wieku rozwojowego. Ponad 80% zachorowań występuje poniżej 15 roku życia. Dzieci i młodzież cechuje szybki i intensywny rozwój somatyczny, co w połączeniu z równoległym występującym procesem pokwitania może być przyczyną chwiejnego przebiegu choroby oraz trudności w uzyskaniu dobrego wyrównania metabolicznego. Łatwiej też o występowanie ostrych powikłań cukrzycy, takich jak hipoglikemia czy cukrzycowa kwasica ketonowa [6]. Jednocześnie nieprawidłowe wyrównanie metaboliczne i deficyt insuliny prowadzą w konsekwencji do zaburzeń rozwoju somatycznego, stąd też tak istotna jest jego regularna ocena u dzieci i młodzieży z cukrzycą typu 1 [7]. Obecnie mówi się o epidemii otyłości wśród dzieci i młodzieży w wielu krajach na całym świecie. Polska znajduje się w czołówce krajów dotkniętych tym problemem, dotyczy to również dzieci i młodzieży z cukrzycą typu 1 [8].

Jak podaje Światowa Organizacja Zdrowia (WHO), największy wzrost zapadalności na cukrzycę typu 1 występuje w grupie młodszych dzieci. Na świecie żyje ponad 440 tysięcy dzieci, u których wykryto chorobę, a statystyki pokazują, że

zapadalność na cukrzycę typu 1 w okresie rozwojowym ciągle wzrasta. W Polsce, według danych Ministerstwa Zdrowia, choruje około 15 tysięcy dzieci i młodzieży, a przewiduje się, że w latach 2005–2025 liczba ta może wzrosnąć nawet czterokrotnie. Polska obecnie jeszcze należy do krajów o średniej zapadalności na cukrzycę typu 1 (współczynnik zapadalności wynosi 17,3/100 000/rok), jednak według danych Polskiej Federacji Edukacji w Diabetologii dynamika wzrostu zapadalności w kilku ostatnich latach jest jedną z najwyższych w Europie (100% w przeciągu 8 lat) [9,10].

W przebiegu cukrzycy typu 1 u pacjentów ze złym wyrównaniem metabolicznym, u których dodatkowo istnieje predyspozycja genetyczna, mogą wystąpić powikłania przewlekłe. Zaliczamy do nich mikrangiopatię, związaną ze zmianami morfologicznymi i czynnościowymi w obrębie naczyń włosowatych oraz drobnych tętnic i żył (nefropatia, retinopatia i neuropatia cukrzycowa), oraz makroangiopatię, związaną ze zmianami w obrębie większych naczyń, które z kolei są przyczyną rozwoju miażdżycy tętnic, zwłaszcza serca, mózgu i kończyn dolnych [3].

Zapobieganie rozwojowi tych powikłań jest jednym z głównych celów współczesnej diabetologii.

Wszelkie powikłania to również wysokie koszty leczenia pacjentów z cukrzycą. W krajach wysoko rozwiniętych jest to co najmniej 50% nakładów przeznaczonych na opiekę diabetologiczną. Dobra współpraca lekarza prowadzącego z pacjentem, właściwa samokontrola, systematyczna i dokładna ocena wyrównania metabolicznego, rozwoju fizycznego w różnych grupach wiekowych mogą zmniejszyć częstość występowania powikłań w cukrzycy [11–13]. Leczenie to nie tylko insulinoterapia, ale również prawidłowo zbilansowana dieta, kontrolowany wysiłek fizyczny oraz odpowiednia edukacja i reedukacja pacjentów na każdym etapie choroby.

## Cel

Celem pracy była ocena zmian zachodzących w rozwoju somatycznym u dzieci i młodzieży z cukrzycą typu 1 na podstawie pomiarów antropometrycznych w różnych grupach wiekowych na tle zdrowej populacji.

## Materiał i metody

Badaniami objęto 187 pacjentów z cukrzycą typu 1 (97 dziewcząt – 51,9% i 90 chłopców – 48,1%), będących pod opieką Kliniki Endokrynologii i Diabetologii Instytutu „Pomnik – Centrum Zdrowia Dziecka” w Warszawie. Wyodrębniono trzy grupy wiekowe z uwzględnieniem płci, u których szczegółowo oceniono rozwój somatyczny. Dziewczęta miały średnią wieku kalendarzowego  $9,1 \pm 0,3$  lat (od 6,5 do 10,5);  $12,9 \pm 0,2$  lat (od 10,7 do 14,5) oraz  $16,2 \pm 0,2$  lat (od 14,6 do 17,9). Z kolei chłopcy byli w wieku średnio  $7,7 \pm 0,3$  lat (od 6,2 do 9,4);  $11,8 \pm 0,2$  lat (od 9,9 do 13,5) i  $16,2 \pm 0,2$  lat (od 13,7 do 17,9). W latach 2011–2014 u wszystkich badanych oceniono wiek zachorowania, czas trwania choroby oraz średnie wyrównanie metaboliczne na podstawie stężenia hemoglobiny glikowanej (HbA1c), wyliczane z ostatnich dwóch lat. Wszyscy pacjenci byli leczeni intensywną funkcjonalną insulinoterapią z użyciem penów (10% badanych) lub istotnie częściej indywidualnych pomp insulinowych (90% badanych). U pacjentów wykonano pełne pomiary antropometryczne ciała zgodnie z obowiązującą techniką pomiarową. Pacjenci badani byli w Pracowni Antropologii IP-CZD w godzinach przedpołudniowych, pozostając w trakcie badania w samej bieliźnie. Wysokość ciała (B-v) zmierzono od punktu vertex do podstawy w pozycji frankfurckiej stadiometrem firmy Holtain Limited z dokładnością 0,1 cm. Masę ciała oceniano z użyciem wagi elektronicznej z dokładnością 0,1 kg. Długość kończyn górnych (a-da) zmierzono od wyrostka barkowego do opuszki trzeciego palca, kończyn dolnych (B-sy) od górnej krawędzi spojenia łonowego do podstawy, zaś długość tułowia (sst-sy) wyliczono z różnicy między wcięciem jarzmowym rękodzięci mostka w płaszczyźnie środkowej a krawędzią spojenia łonowego. Wszystkie pomiary wykonano antropometrem typu Harpenden z dokładnością 0,1 cm. Wymiary szerokości barków (a-a) zmierzono w miejscu znajdującym się najbardziej bocznie i ku górze na krawędzi zewnętrznej wyrostka barkowego, szerokości klatki piersiowej (thl-thl) przez punkty na wysokości brodawek sutkowych w linii środkowej pachowej bocznej, szerokości bioder (ic-ic) przez punkty najbardziej bocznie wysunięte na grzebieniu biodrowym, zaś głębokość klatki piersiowej (xi-ths) w punkcie położonym na linii połączenia trzonu mostka z wyrostkiem mieczykowatym. Wszystkie wymiary szerokości ciała wykonano cyrklem kabłąkowym dużym z dokładnością do 0,1 cm [13]. Następnie mierzono obwód klatki piersiowej spoczynkowy przez punkt xiphoidale w bezdechu, obwód ramienia w połowie długości ramienia oraz obwód uda tuż pod fałdem pośladkowym. Obwody ciała oceniano taśmą metryczną z dokładnością do 0,5 cm [15]. U wszystkich zmierzono również obwód pasa przez najwyższe miejsce w talii, czyli pomiędzy dolnym brzegiem łuku zębowego a górnym brzegiem grzebienia kości biodrowej, i obwód bioder na wysokości krętarza większego kości udowej [15]. Obydwa pomiary wykonano taśmą metryczną z dokładnością do 0,5 cm.

Ponadto u pacjentów oceniono stan odżywienia, wykorzystując wartość wskaźnika masy ciała BMI (*body mass index*), który wylicza się zgodnie ze wzorem  $BMI = \text{masa (kg)} / \text{wysokość ciała (m}^2\text{)}$ .

Dane z analizowanych parametrów antropometrycznych ciała przedstawiono w tabelach I i II.

Uzyskane wymiary zostały porównane z biologicznym układem odniesienia opracowanym przez Instytut Matki i Dziecka dla dzieci zdrowych [16]. Dane badanej grupy poddano standaryzacji i przedstawiono w postaci unormowanych wartości SDS (*standard deviation score*) oddzielnie dla chłopców i dziewcząt, zgodnie ze wzorem:  $SDS = (X \text{ badanego} - X \text{ populacji}) / SD \text{ populacji}$ . Dane standaryzowane z poszczególnych grup badanych przedstawiono na rycinach 1, 2. U pacjentów oceniano rozwój somatyczny w odniesieniu do wieku kalendarzowego oraz wieku wzrostowego. Ocena ta jest dość istotna ze względu na często występujące rozbieżności pomiędzy wiekiem metrykalnym a rozwojowym. Wiek kalendarzowy (metrykalny) to liczba lat oraz dni od urodzenia do dnia badania, natomiast wiek rozwojowy (wzrostowy) to wiek, w którym mediana wzrostu dzieci w populacji (50 centyl) odpowiada aktualnemu wzrostowi badanego dziecka. W praktyce często dochodzi do rozbieżności pomiędzy wiekiem a rozwojem, stąd też parametry antropometryczne, jak: masa ciała; długości kończyn górnych, dolnych, tułowia; pomiary szerokości ciała oraz obwody ciała, warto odnosić do wieku wzrostowego. Przyjmuje się, że jeżeli zmierzona cecha znajduje się w zakresie  $\pm 1SD$ , to jest to tzw. wąska norma, natomiast jeżeli wartość cechy odpowiada  $\pm 2SD$ , to jest to z kolei zakres tzw. szerokiej normy [17,18].

Analizę statystyczną przeprowadzono z wykorzystaniem programu Statistica 7.0. oraz arkusza kalkulacyjnego Excel. Otrzymane wyniki zostały przedstawione jako średnia wartość  $\pm$  błąd standardowy średniej (SE) lub odchylenie standardowe oraz 95% przedział ufności. Normalność rozkładów sprawdzono testem Shapiro-Wilka. Przy ocenie parametrów antropometrycznych wykorzystano test t-Studenta, zaś do obliczenia różnicy pomiędzy średnią danej cechy pacjenta a średnią z populacji zastosowano dwustronny test różnic między dwiema średnimi. Przy porównywaniu badanych grup zastosowano test nieparametryczny Kruskala-Walisa. Jako poziom istotności statystycznej przyjęto  $p \leq 0,05$ . Na wykonywanie badań uzyskano zgodę Komisji Bioetycznej przy IP-CZD. Badania przeprowadzono w ramach badań własnych.

## Wyniki

Analizą objęto 187 pacjentów z cukrzycą typu 1 (97 dziewcząt i 90 chłopców), w trzech różnych klasach wiekowych z uwzględnieniem płci. Pierwsza analizowana grupa objęła dziewczęta ( $n=19$ ), które osiągnęły średni wiek kalendarzowy  $9,1 \pm 0,3$  lat (95% CI: 8,5–9,7). W tej grupie wiek kalendarzowy był zgodny z wiekiem wzrostowym i wynosił  $9,18 \pm 0,33$  lat (95% CI: 8,5–9,8). Wiek zachorowania przypadłał średnio na  $5,6 \pm 0,6$  lat (95% CI: 4,3–7,8), czas trwania choroby wynosił  $2,9 \pm 0,6$  lat (95% CI: 1,4–4,3), zaś średnie wyrównanie metaboliczne (HbA1c) to  $7,1 \pm 0,2\%$  (95% CI: 6,7–7,5). Z kolei w grupie chłopców najmłodszych ( $n=13$ ) średni wiek kalendarzowy był równy  $7,5 \pm 0,31$  lat (95% CI: 7,0–8,4), a średni wiek wzrostowy to  $8,2 \pm 0,5$  lat (95% CI: 7,1–9,3). Wiek zachorowania

w tej grupie wynosił  $5,6 \pm 0,6$  lat (95% CI: 4,2–7,1), czas trwania choroby to  $1,9 \pm 0,6$  lat (95% CI: 0,7–3,3), natomiast średnie wyrównanie metaboliczne ( $HbA_{1c}$ ) było równe  $7,4 \pm 0,7\%$  (95% CI: 6,6–8,2).

W drugiej analizowanej grupie, dziewczęta ( $n=40$ ) osiągnęły średni wiek kalendarzowy  $12,9 \pm 0,2$  lat (95% CI: 12,6–13,3) i średni wiek wzrostowy  $13,4 \pm 0,3$  lat (95% CI: 12,7–14,1). Wiek zachorowania przypadła na  $7,7 \pm 0,6$  lat (95% CI: 6,4–8,6), czas

trwania choroby to  $5,2 \pm 0,6$  lat (95% CI: 3,9–6,5), natomiast średnie wyrównanie metaboliczne ( $HbA_{1c}$ ) wynosiło  $7,7 \pm 0,2\%$  (95% CI: 7,3–8,2). U chłopców ( $n=30$ ) średni wiek kalendarzowy wynosił  $11,8 \pm 0,2$  lat (95% CI: 11,3–12,3), a średni wiek wzrostowy  $12,2 \pm 0,4$  lat (95% CI: 11,4–13,0). Wiek zachorowania to średnio  $9,1 \pm 0,5$  lat (95% CI: 7,0–10,6), czas trwania choroby  $2,6 \pm 0,5$  lat (95% CI: 0,5–4,1), a średnie wyrównanie metaboliczne ( $HbA_{1c}$ )  $7,4 \pm 0,2\%$  (95% CI: 6,7–8,2).

**Tabela I.** Charakterystyka antropometryczna dziewcząt z cukrzycą typu 1 w różnych grupach wiekowych (wartość średnia  $\pm$  błąd standardowy)

**Table I.** Characteristics of anthropometric parameters of girls with type 1 diabetes in different age groups (mean  $\pm$  standard error)

Cechy somatyczne Parameters	Dziewczęta/Girls		
	Wiek kalendarzowy/Age 9,1 $\pm$ 0,3 lat n = 19	Wiek kalendarzowy/Age 12,9 $\pm$ 0,2 lat n = 40	Wiek kalendarzowy/Age 16,2 $\pm$ 0,2 lat n = 38
	X $\pm$ SE (95 % CI)	X $\pm$ SE (95 % CI)	X $\pm$ SE (95 % CI)
Wysokość ciała (cm) / Body height (cm)	136,5 $\pm$ 2,0 (132,5–140,6)	157,6 $\pm$ 1,0 (155,6–159,6)	163,2 $\pm$ 0,9 (161,4–164,9)
Masa ciała (kg) / Body weight (kg)	30,6 $\pm$ 1,4 (27,5–33,6)	50,6 $\pm$ 2,02 (46,5–54,7)	65,8 $\pm$ 2,1 (61,6–70,1)
Długość kończyny górnej (cm) / Upper extremities length (cm)	58,1 $\pm$ 0,9 (56,2–59,9)	68,1 $\pm$ 0,6 (66,9–69,2)	69,8 $\pm$ 0,9 (68,0–71,5)
Długość tułowia (cm) / Trunk length (cm)	40,3 $\pm$ 0,47 (39,3–41,2)	46,4 $\pm$ 0,5 (45,3–47,4)	49,1 $\pm$ 0,5 (48,0–50,1)
Długość kończyny dolnej (cm) / Lower extremities length (cm)	69,3 $\pm$ 1,3 (66,4–72,0)	81,6 $\pm$ 0,6 (80,2–82,8)	83,4 $\pm$ 0,6 (82,2–84,5)
Szerokość barków (cm) / Shoulders width (cm)	29,3 $\pm$ 0,4 (28,5–30,1)	34,5 $\pm$ 0,3 (33,7–35,1)	36,7 $\pm$ 0,3 (36,0–37,4)
Szerokość klatki piersiowej (cm) / Chest width (cm)	20,2 $\pm$ 0,3 (19,6–20,8)	23,3 $\pm$ 0,3 (22,5–23,9)	25,3 $\pm$ 0,4 (24,4–26,1)
Głębokość klatki piersiowej (cm) / Chest depth (cm)	14,1 $\pm$ 0,3 (13,4–14,7)	17,1 $\pm$ 0,5 (16,0–18,0)	18,8 $\pm$ 0,5 (17,8–19,8)
Szerokość bioder (cm) / Hip width (cm)	21,1 $\pm$ 0,3 (20,4–21,7)	24,9 $\pm$ 0,4 (24,0–25,7)	28,2 $\pm$ 0,5 (27,2–29,2)
Obwód klatki piersiowej (cm) / Chest circumference (cm)	60,7 $\pm$ 1,0 (58,6–62,7)	71,9 $\pm$ 1,3 (69,1–74,6)	80,4 $\pm$ 1,5 (77,4–83,3)
Obwód ramienia (cm) / Upper circumference (cm)	20,2 $\pm$ 0,6 (18,8–21,6)	25,0 $\pm$ 0,6 (23,7–26,2)	28,5 $\pm$ 0,6 (27,3–29,6)
Obwód uda (cm) / Thigh circumference (cm)	41,6 $\pm$ 1,2 (39,0–44,1)	51,5 $\pm$ 0,9 (49,6–53,4)	59,9 $\pm$ 0,9 (58,0–61,7)
Obwód pasa (cm) / Waist circumference (cm)	57,8 $\pm$ 4,6 (55,5–60,0)	68,0 $\pm$ 1,4 (65,1–70,9)	76,9 $\pm$ 1,7 (73,3–80,4)
Obwód bioder (cm) / Hip circumference (cm)	70,1 $\pm$ 6,9 (66,7–73,6)	85,9 $\pm$ 2,2 (81,4–90,2)	99,8 $\pm$ 1,2 (97,3–102,2)

**Tabela II.** Charakterystyka antropometryczna chłopców z cukrzycą typu 1 w różnych grupach wiekowych (wartość średnia ± błąd standardowy)

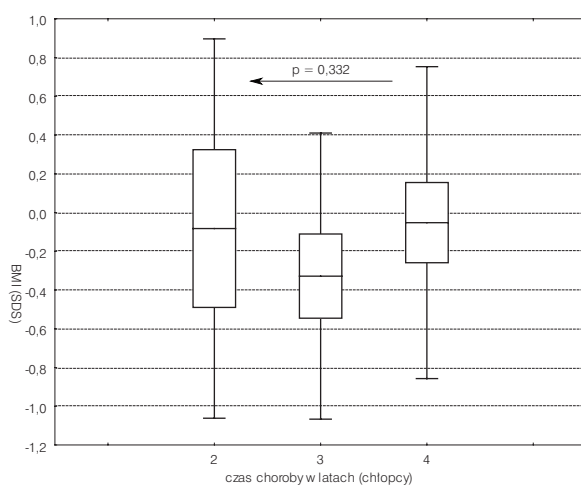
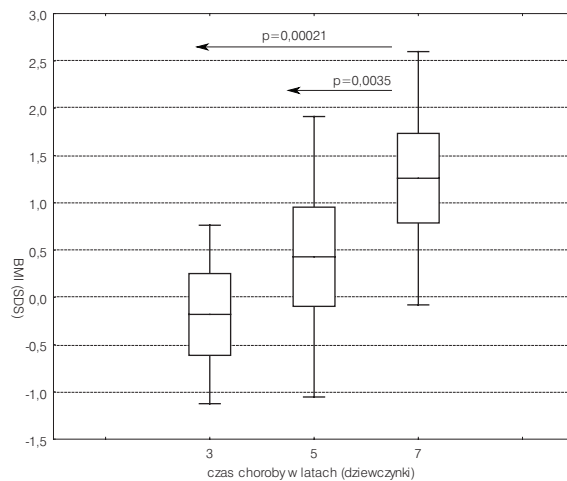
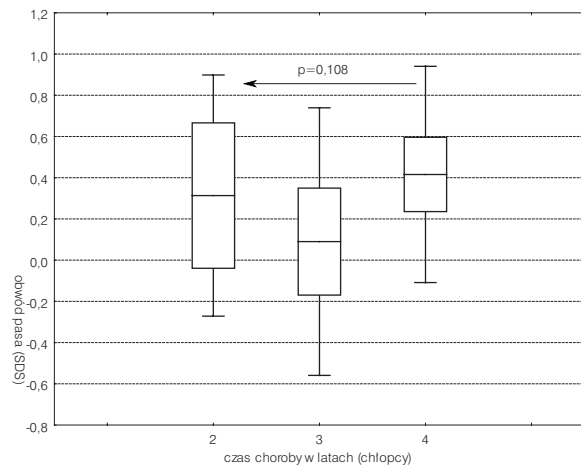
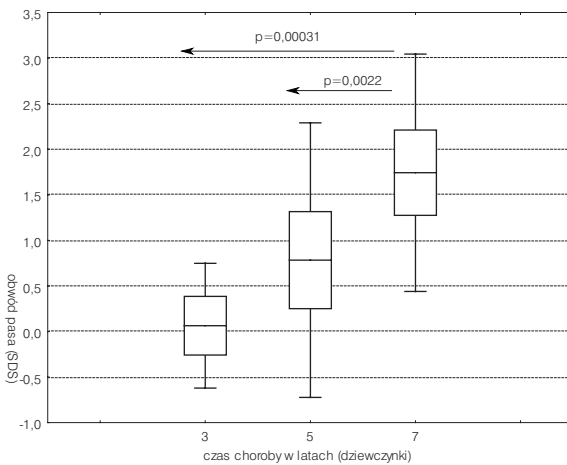
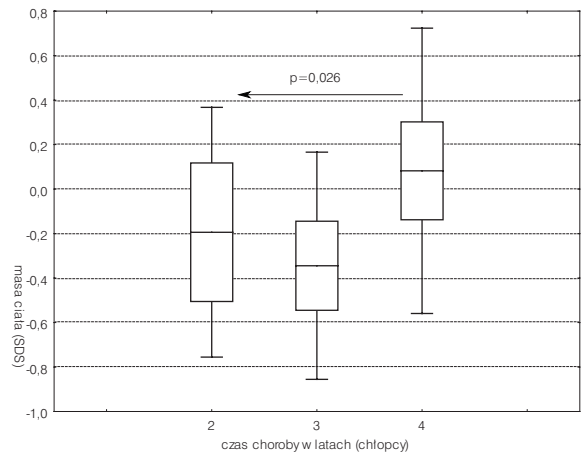
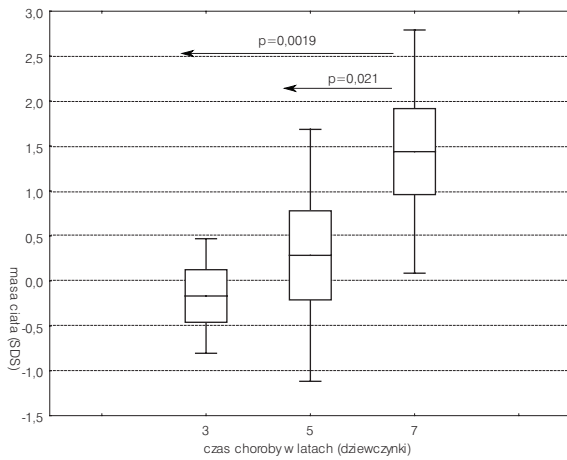
**Table II.** Characteristics of anthropometric parameters of boys with type 1 diabetes in different age groups (mean ± standard error)

Cechy somatyczne Parameters	Chłopcy/boys		
	Wiek kalendarzowy/Age 7,6 ± 0,3 lat n = 13	Wiek kalendarzowy/Age 11,8 ± 0,2 lat n = 30	Wiek kalendarzowy/Age 16,2 ± 0,2 lat n = 47
	X ± SE (95 % CI)	X ± SE (95 % CI)	X ± SE (95 % CI)
Wysokość ciała (cm) / Body height (cm)	128,8 ± 2,0 (124,3–133,3)	154,1 ± 2,2 (149,6–158,6)	176,9 ± 1,0 (174,8–179,0)
Masa ciała (kg) / Body weight (kg)	26,0 ± 1,3 (23,1–29,0)	43,4 ± 2,1 (39,0–47,7)	65,4 ± 1,2 (62,9–67,9)
Długość kończyny górnej (cm) / Upper extremities length (cm)	55,8 ± 1,1 (53,4–58,3)	66,7 ± 1,0 (64,6–68,7)	77,6 ± 0,6 (76,4–78,7)
Długość tułowia (cm) / Trunk length (cm)	37,9 ± 0,8 (36,0–39,7)	44,4 ± 0,8 (42,7–46,0)	52,1 ± 0,5 (51,0–53,0)
Długość kończyny dolnej (cm) / Lower extremities length (cm)	61,9 ± 2,9 (55,5–68,3)	78,9 ± 1,3 (76,1–81,6)	92,4 ± 0,7 (90,9–93,8)
Szerokość barków (cm) / Shoulders width (cm)	28,0 ± 0,5 (26,9–29,1)	33,0 ± 0,57 (31,8–34,1)	39,5 ± 0,3 (38,9–40,1)
Szerokość klatki piersiowej (cm) / Chest width (cm)	19,9 ± 0,4 (19,0–20,7)	22,5 ± 0,4 (21,7–23,3)	26,8 ± 0,4 (26,0–27,6)
Głębokość klatki piersiowej (cm) / Chest depth (cm)	14,4 ± 0,3 (13,8–14,9)	15,9 ± 0,3 (15,2–16,5)	18,9 ± 0,3 (18,4–19,4)
Szerokość bioder (cm) / Hip width (cm)	20,3 ± 0,5 (19,3–21,2)	23,4 ± 0,4 (22,6–24,2)	27,4 ± 0,3 (26,9–27,9)
Obwód klatki piersiowej (cm) / Chest circumference (cm)	59,8 ± 0,7 (57,9–61,7)	68,9 ± 1,3 (66,3–71,5)	82,2 ± 0,7 (80,7–83,6)
Obwód ramienia (cm) / Upper circumference (cm)	18,5 ± 0,6 (17,2–19,9)	22,4 ± 0,5 (21,3–23,5)	27,02 ± 0,5 (26,1–27,9)
Obwód uda (cm) / Thigh circumference (cm)	37,7 ± 1,1 (35,1–40,4)	46,3 ± 1,1 (44,0–48,5)	54,1 ± 0,5 (53,0–55,2)
Obwód pasa (cm) / Waist circumference (cm)	58,2 ± 1,2 (55,3–61,0)	65,7 ± 1,2 (63,1–68,2)	74,3 ± 0,6 (73,0–75,6)
Obwód bioder (cm) / Hip circumference (cm)	64,8 ± 1,4 (61,6–67,9)	77,9 ± 1,7 (74,4–81,4)	91,3 ± 0,8 (89,5–92,9)

Najstarsza grupa dziewcząt (n=38) to średni wiek kalendarzowy 16,2 ± 0,2 lat (95% CI: 15,8–16,5) i 15,0 ± 0,3 lat wiek wzrostowy (95% CI: 14,2–15,6). Wiek zachorowania w rozpatrywanej grupie przypadła na 9,2 ± 0,6 lat (95% CI: 7,8–10,5), czas trwania choroby 6,9 ± 0,6 lat (95% CI: 5,6–8,1), zaś wyrównanie metaboliczne (HbA1c) było równe 8,4 ± 0,2% (95% CI: 7,9–8,8). Chłopcy z kolei (n=47) uzyskali wiek kalendarzo-

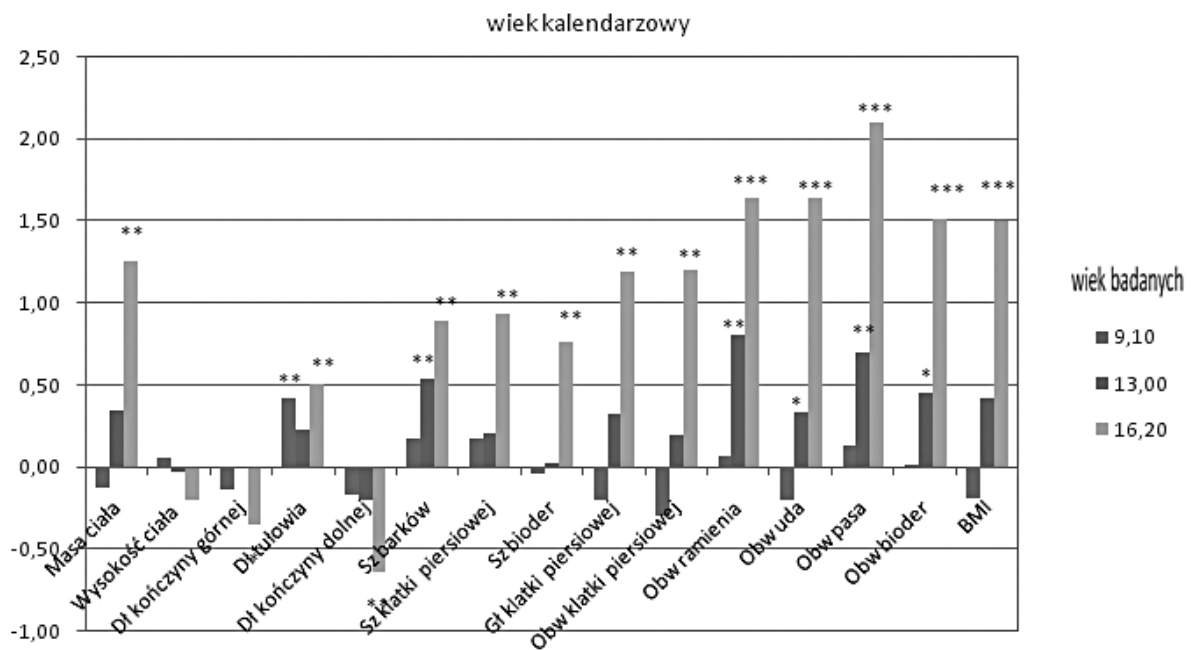
wy 16,1 ± 0,2 lat (95% CI: 15,7–16,5), a wiek wzrostowy 16,4 ± 0,2 lat (95% CI: 15,9–16,8). Wiek zachorowania to 11,3 ± 0,7 lat (95% CI: 8,7–14,4), czas trwania choroby 4,8 ± 0,7 lat (95% CI: 1,5–6,8), a wyrównanie metaboliczne (HbA1c) 7,6 ± 0,2 (95% CI: 6,6–8,6).

Dziewczęta najmłodsze uzyskały prawidłową wysokość ciała, o czym świadczy zgodność wieku metrykalnego z wie-

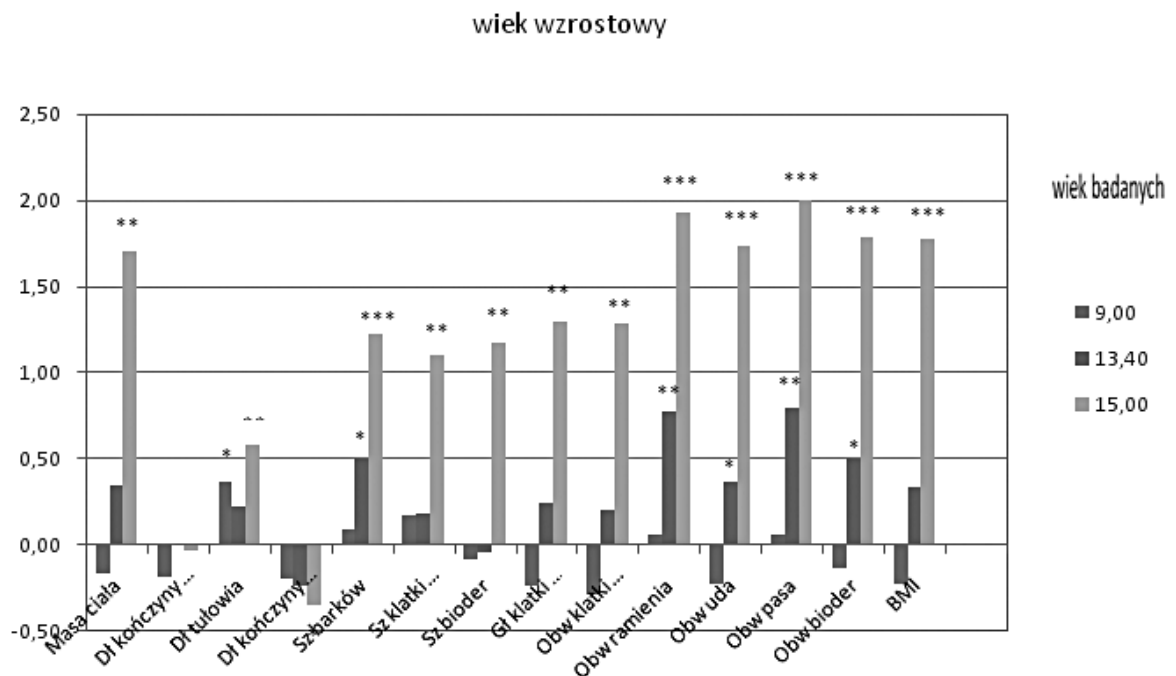


Ryc. 1. Różnice w masie ciała, obwodzie pasa oraz wskaźniku BMI u pacjentów z cukrzycą typu 1 w zależności od poci i czasu trwania choroby

Fig. 1. Differences in body weight, waist circumference and BMI in patients with type 1 diabetes mellitus depending on gender and diabetes duration



\*p < 0,05; \*\*p < 0,005; \*\*\*p < 0,0001



\*p < 0,05; \*\*p < 0,005; \*\*\*p < 0,0001

**Ryc. 2.** Wartości unormowane cech antropometrycznych u dziewcząt z cukrzycą typu 1 w zależności od wieku kalendarzowego i wzrostowego  
**Fig. 2.** Normalised values of features anthropometric girls with type 1 diabetes depending on calendar and growth age

kiem wzrostowym. Pozostałe wymiary ciała, jak: masa ciała, długość kończyn górnych i dolnych, wymiary szerokościowe oraz obwody ciała, także nie różniły się od zdrowej populacji (ryc. 2). Jedynie różnice istotne statystycznie zauważono w wymiarze długości tułowia (0,42 SDS,  $p=0,01$ ) (ryc. 2) przy prawidłowej długości kończyn dolnych (ryc. 2). Stan odżywienia (BMI) w tej grupie badanych był prawidłowy (ryc. 2).

W grupie chłopców najmłodszych wymiary ciała, jak: masa ciała, wysokość ciała oraz długości kończyn górnych, dolnych i tułowia, były porównywalne ze zdrową populacją (ryc. 3). Niewielkie różnice, które zauważono w wymiarach szerokości ciała oraz obwodzie pasa, nie wykazały istotności statystycznej (ryc. 3).

W odniesieniu do wieku wzrostowego chłopcy mieli prawidłowe wymiary ciała, poza niewielkimi różnicami w wymiarach szerokości ciała oraz w obwodach ciała, które nie odbiegały istotnie od normy (ryc. 3).

Analizując dziewczęta z cukrzycą typu 1 ze średnią wieku kalendarzowego  $12,9 \pm 0,1$  lat, stwierdzono prawidłową wysokość ciała, długość kończyn górnych i dolnych oraz szerokość bioder i obwód klatki piersiowej. Niewielkie zmiany zaobserwowano w masie, w długości tułowia, w szerokości klatki piersiowej oraz w głębokości klatki piersiowej, jednak nie były to zmiany istotne statystycznie (ryc. 2). Ponadto zauważono, że dziewczęta mają istotnie zwiększone wymiary w szerokości barków (0,54 SDS,  $p=0,003$ ), w obwodzie ramienia (0,8 SDS,  $p=0,0008$ ), uda (0,34 SDS,  $p=0,04$ ), pasa (0,68 SDS,  $p=0,001$ ) oraz bioder (0,45 SDS,  $p=0,01$ ) (ryc. 2). Wskaźnik odżywienia BMI był nieistotnie podwyższony (0,43 SDS,  $p=0,07$ ) (ryc. 2).

Oceniając dane u dziewcząt do wieku wzrostowego zauważono istotnie zwiększone wymiary w szerokości barków (0,51 SDS,  $p=0,0003$ ) (ryc. 2), a także istotnie większe wymiary w obwodach ramienia (0,78 SDS,  $p=0,001$ ), uda (0,37 SDS,  $p=0,02$ ), pasa (0,81 SDS,  $p=0,0009$ ) i bioder (0,51 SDS,  $p=0,005$ ) (ryc. 2). Pozostałe wymiary, jak: masa ciała, długość kończyn dolnych, długość tułowia oraz wymiar głębokości klatki piersiowej i obwód klatki piersiowej, były nieco zwiększone, ale bez istotności statystycznej (ryc. 2).

Z kolei w grupie chłopców z cukrzycą typu 1 ze średnią wieku kalendarzowego  $11,8 \pm 0,2$  lat wykazano istotnie zwiększony wymiar długości tułowia (0,37 SDS,  $p=0,04$ ) w stosunku do prawidłowej długości kończyn dolnych, dłuższe kończyny górne (0,39 SDS,  $p=0,01$ ) oraz mniejszy obwód w klatce piersiowej (-0,3 SDS,  $p=0,04$ ) (ryc. 3). Pozostałe cechy, jak masa ciała, wymiary szerokościowe ciała (szerokość barków, klatki piersiowej i bioder oraz głębokość klatki), a także obwody ramienia, uda, pasa i bioder, nie różniły się istotnie od zdrowej populacji (ryc. 3).

Analizując dane chłopców z cukrzycą typu 1 do wieku wzrostowego, zauważono istotnie mniejszą masę ciała (-0,29 SDS,  $p=0,04$ ) i obwód klatki piersiowej (-0,49 SDS,  $p=0,01$ ) oraz nieznaczne różnice w długości kończyn dolnych (-0,27 SDS,  $p=0,05$ ) i głębokości klatki piersiowej (-0,37 SDS,  $p=0,01$ ) (ryc. 2). Pozostałe wymiary ciała nie różniły się istotnie od zdrowej populacji.

W ostatniej grupie badane dziewczęta z cukrzycą typu 1 ze średnią wieku kalendarzowego  $16,2 \pm 0,2$  lat charakteryzowały się znacznie zwiększoną masą ciała (1,25 SDS,  $p=0,0003$ ), istotnie zwiększonym obwodem: klatki piersiowej (1,20 SDS,  $p=0,0002$ ), ramienia (1,64 SDS,  $p=0,00001$ ), uda (1,64 SDS,  $p=0,00001$ ) pasa (2,09 SDS,  $p=0,000001$ ) i bioder (1,51 SDS,  $p=0,000005$ ) (ryc. 2). Stan odżywienia oceniany na podstawie wartości wskaźnika BMI (1,50 SDS,  $p=0,0005$ ) w grupie badanych dziewcząt wskazywał na tendencję do otyłości. Ponadto zauważono większy wymiar długości tułowia (0,50 SDS,  $p=0,003$ ) w stosunku do zmniejszonej długości kończyn dolnych (-0,64 SDS,  $p=0,0002$ ) oraz krótsze kończyny górne (-0,36 SDS,  $p=0,02$ ) (ryc. 2). Dziewczęta osiągnęły również znacznie większe wymiary szerokościowe: barków (0,89 SDS,  $p=0,0001$ ), klatki piersiowej (0,93 SDS,  $p=0,002$ ), bioder (0,76 SDS,  $p=0,01$ ) oraz głębokości klatki piersiowej (1,19 SDS,  $p=0,0007$ ) (ryc. 2). Analizując dane do wieku wzrostowego, stwierdzono istotnie zwiększoną masę ciała (1,70 SDS,  $p=0,00001$ ), a także znacznie zwiększone wymiary w obwodach klatki piersiowej (1,3 SDS,  $p=0,00006$ ), ramienia (1,93 SDS,  $p=0,000001$ ), uda (1,73 SDS,  $p=0,00002$ ), pasa (2,0 SDS,  $p=0,000001$ ) i bioder (1,79 SDS,  $p=0,000008$ ) (ryc. 2). Zauważono także, że dziewczęta charakteryzują się istotnie zwiększoną długością tułowia (0,58 SDS,  $p=0,00012$ ) w stosunku do krótszych kończyn dolnych (-0,35 SDS,  $p=0,004$ ) oraz istotnie zwiększonymi wymiarami szerokości barków (1,22 SDS,  $p=0,0001$ ), klatki piersiowej (1,10 SDS,  $p=0,0002$ ) i bioder (1,17 SDS,  $p=0,0003$ ) (ryc. 2).

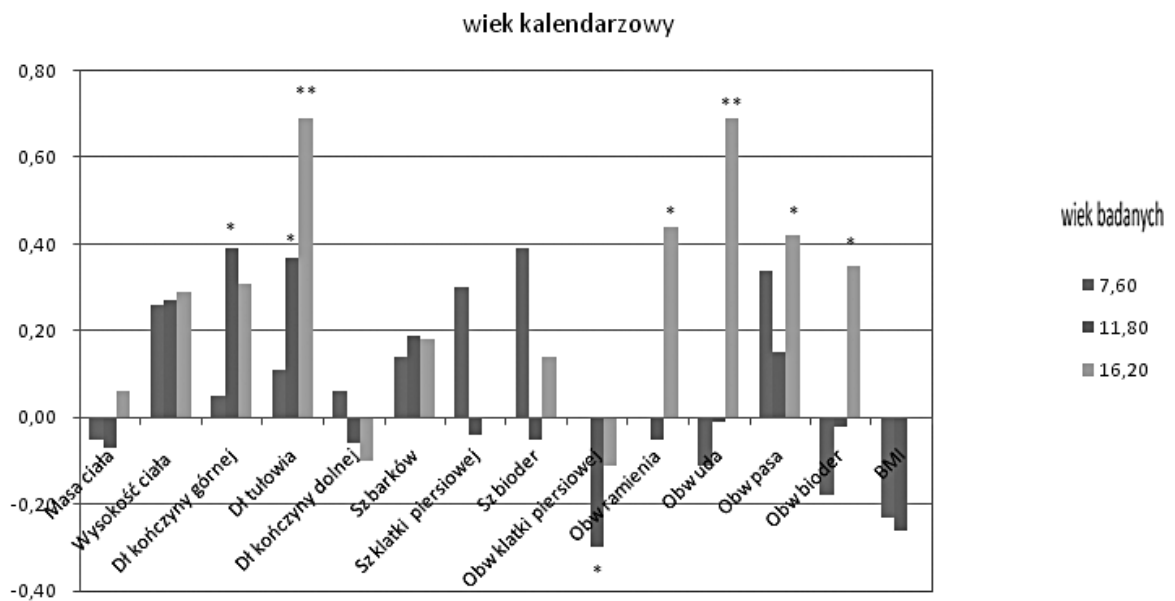
W przypadku grupy chłopców ze średnią wieku kalendarzowego  $16,2 \pm 0,2$  lat zaobserwowano nieistotnie wyższą wysokość ciała oraz istotnie zwiększony wymiar długości tułowia (0,69 SDS,  $p=0,003$ ) i kończyn górnych (0,31 SDS,  $p=0,04$ ) (ryc. 2). Chłopcy mieli także istotnie zwiększone wymiary w obwodach ramienia (0,44 SDS,  $p=0,006$ ), uda (0,69 SDS,  $p=0,0001$ ), pasa (0,41 SDS,  $p=0,0001$ ) i bioder (0,35 SDS,  $p=0,005$ ) (ryc. 3). Pozostałe cechy, tj.: masa ciała, wymiary szerokościowe, a także obwód klatki piersiowej, nie różniły się istotnie od zdrowej populacji. Stan odżywienia u badanych również był w normie.

Analizując dane cechy do wieku wzrostowego, zauważono, podobnie jak do wieku kalendarzowego, istotnie zwiększone wymiary w długości tułowia (0,72 SDS,  $p=0,0004$ ), długości kończyn górnych (0,35 SDS,  $p=0,005$ ) oraz większe obwody ciała (ryc. 3). Pozostałe wymiary ciała u badanych były w normie. Warto nadmienić, że przy różnicy pomiędzy wiekiem kalendarzowym i rozwojowym, wynoszącej zaledwie 2/12 u badanych chłopców, zmiany w budowie ciała właściwie się niewiele różnią.

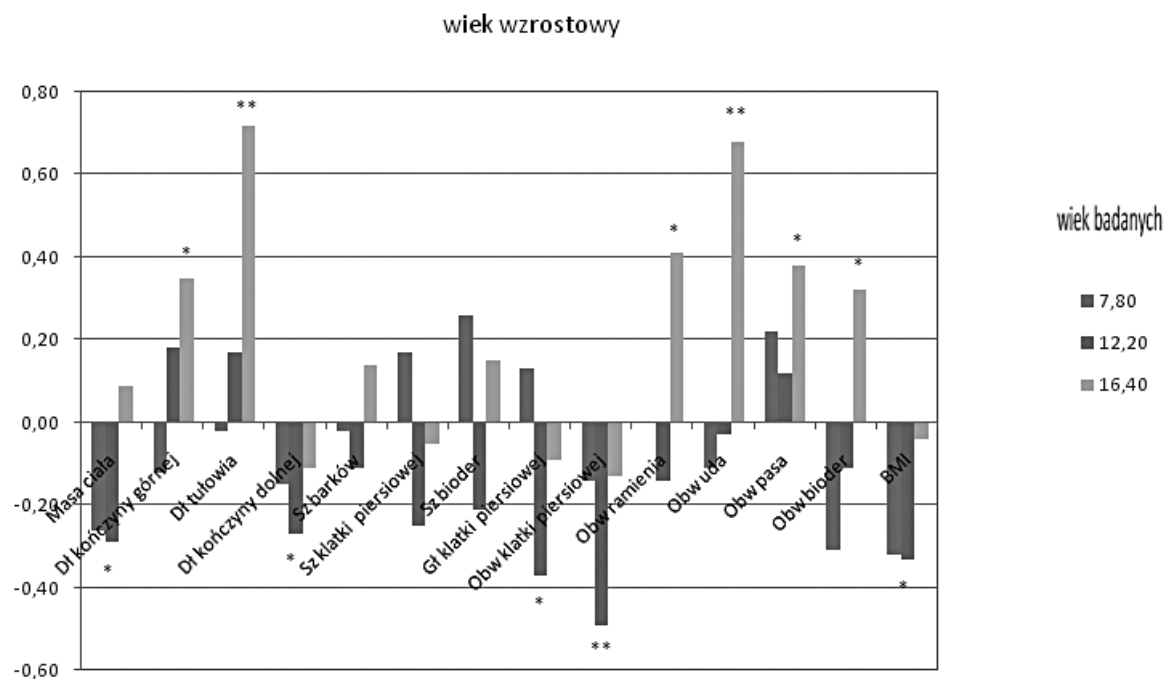
Powyższa analiza danych dowodzi, że rozwój fizyczny u pacjentów z cukrzycą typu 1 we wszystkich ocenianych kategoriach wiekowych różnił się u większości z nich istotnie od obserwowanego w zdrowej populacji.

Wykazano, że wraz z czasem trwania choroby, zwłaszcza u dziewcząt, wartości cech związanych ze stanem odżywienia ulegają zwiększeniu (ryc. 1).





\*p < 0,05; \*\*p < 0,005



\*p < 0,05; \*\*p < 0,005

Ryc. 3. Wartości unormowane cech antropometrycznych u chłopców z cukrzycą typu 1 w odniesieniu do wieku kalendarzowego i wzrostowego

Fig. 3. Normalised values of features anthropometric boys with type 1 diabetes depending on calendar and growth age

## Dyskusja

Zainteresowanie rozwojem fizycznym dzieci w Polsce sięga XIX wieku. Wówczas to zaczęto oceniać zarówno zdrowe, jak i chore dzieci, a do oceny rozwoju fizycznego zastosowano mierniki, inaczej normy rozwojowe. Rozwój to proces ciągły z szeregiem ukierunkowanych i nieodwracalnych zmian, których istotą jest doskonalenie budowy, a także osiągnięcie dojrzałości biologicznej i zdolności reprodukcyjnej organizmu [16,19,20]. Prawidłowy rozwój człowieka uzależniony jest od czynników endogennych i egzogennych. Te pierwsze, zwane determinantami rozwoju (nieodwracalne), to zespół genów przekazywanych przez rodziców, które odpowiadają za przebieg rozwoju w danych warunkach. Natomiast czynniki egzogenne, inaczej środowiskowe, to modyfikatory rozwoju, ostatecznie kształtujące fenotyp człowieka [17,19]. Choroby przewlekłe, do których zalicza się również cukrzycę typu 1, to jeden z wielu czynników, który może zaburzać rozwój dziecka. Przez prawidłowy rozwój fizyczny rozumie się m.in. osiągnięcie odpowiedniej wysokości ciała i wymiarów długościowo-szerokościowych, ale także prawidłowy stan odżywienia. Zahamowanie wzrastania lub zaburzenia stanu odżywiania może być wynikiem procesu chorobowego [20]. Stąd niezbędna jest systematyczna kontrola rozwoju fizycznego z wykorzystaniem obiektywnych mierników somatycznych. Według deklaracji St. Vincent i z Kos jednym z celów leczenia dziecka z cukrzycą 1 jest zapewnienie mu prawidłowego rozwoju fizycznego, tj. wartości wagowo-wzrostowych [21]. W praktyce przyjęło się stosowanie podstawowych pomiarów, jak masa ciała oraz wysokość ciała, służące ogólnej ocenie rozwoju osobnika. Jednak gdy zachodzi podejrzenie wystąpienia choroby przewlekłej, wówczas warto wykonać pomiary szczegółowe, które znacznie dokładniej przybliżą rozwój fizyczny. Stąd też u wszystkich badanych z cukrzycą typu 1 wykonano szczegółowe pomiary antropometryczne, które były kontynuacją badań prowadzonych w Klinice Endokrynologii i Diabetologii od 2012 r. Badania antropometryczne przeprowadzone u większej liczby pacjentów i w różnym wieku umożliwiły obserwację zmian w poszczególnych fazach rozwoju u dzieci i młodzieży z cukrzycą 1. Wczesniejsze wyniki badań własnych wykazały, że rozwój dziewcząt w średnim wieku  $14,6 \pm 0,3$  oraz chłopców w średnim wieku  $15,6 \pm 0,4$  lat z cukrzycą 1 różnił się istotnie od zdrowej populacji [22]. Dziewczęta osiągnęły nieistotnie niższą wysokość ciała, zaś chłopcy okazali się istotnie wyżsi od zdrowych rówieśników ( $p < 0,05$ ). Również wartości w obwodach ciała u obydwu płci znacznie odbiegały od zdrowej populacji i wskazywały na nadwagę i otyłość [22]. W obecnej pracy zaobserwowano, że rozwój fizyczny u dzieci najmłodszych bez względu na płeć przebiega harmonijnie i bez zakłóceń. Jedynie u dziewcząt stwierdzono istotnie zwiększony wymiar długości tułowia. Można zatem przypuszczać, że średnie wyrównanie metaboliczne (HbA1c) 7,17% u dziewcząt i 7,39% u chłopców oraz krótki czas trwania choroby, tj. 3,54 lat u dziewcząt i 1,99 u chłopców, w znacznym stopniu wpłynęły na prawidłowy rozwój somatyczny. W wielu badaniach obserwuje się, że u dzieci z cukrzycą 1 w chwili rozpoznania choroby podstawowe parametry antro-

metryczne, jak masa i wysokość ciała, które mogą być obniżone, są często prawidłowe, jednak zwykle przekraczają wartości średnie dla wieku i płci [23–27]. Badania wskazują także na korelację pomiędzy podwyższonym odsetkiem hemoglobiny glikowanej a niższą wysokością ciała w trakcie trwania choroby [24,28–30]. W kolejnej grupie dzieci z cukrzycą 1 (10–14 lat) zauważono zmiany parametrów antropometrycznych zarówno u dziewcząt, jak i u chłopców. Średni czas trwania choroby w tej grupie wynosił  $5,21 \pm 0,64$  lat u dziewcząt i  $2,66 \pm 0,54$  lat u chłopców, zaś średnia wartość HbA1c odpowiednio 7,75% i 7,43%. Dziewczęta miały istotnie zwiększone wartości obwodów ciała, zwłaszcza obwód tali i ramienia oraz wyższy wskaźnik BMI, lecz bez istotności statystycznej. U chłopców parametry dotyczące stanu odżywienia były w normie, natomiast zauważono nieistotnie zwiększoną wysokość ciała, co mogło być spowodowane istotnie większym wymiarem długości tułowia. Zmiany istotne statystycznie zauważono także w wymiarach długości kończyn górnych oraz klatki piersiowej. Z badań własnych wynika, że istotnie zwiększone wymiary obwodów ciała, zwłaszcza obwodu pasa u dziewcząt w okresie okołopokwitaniowym, są początkiem nadwagi i otyłości w kolejnych latach. Z badań wielu autorów wynika, że jest to podyktowane działaniem hormonów płciowych oraz nadmiernym stężeniem insuliny egzogennej, a przede wszystkim zmianą stylu życia [31–35]. Hiperinsulinemia egzogenna to jeden z czynników mogących prowadzić do otyłości, ponieważ stymuluje wzrost stężenia leptyny, nasilając uczucie łaknienia. Stężenie leptyny zwiększa się pod wpływem insuliny, zwłaszcza u osób z nadmiarem tkanki trzewnej [33]. Z badań Kiessa i wsp. wynika, że u dzieci z cukrzycą poziom leptyny przekraczał normę zdrowych rówieśników [34]. Leptyna jako hormon tkanki tłuszczowej jest istotnym negatywnie regulatorem poboru pokarmu i stymuluje proces lipolizy – rozkładu tłuszczu. U osób z nadmierną ilością tkanki tłuszczowej występuje leptynooporność, czyli osłabienie działania leptyny. Wzrasta wówczas poziom NPY (hamowany przez leptynę) i nasila się uczucie głodu, które prowadzi do nadmiernego spożywania pokarmów – hiperfagii [36].

Ocena rozwoju fizycznego w najstarszej grupie dzieci z cukrzycą typu 1 wykazała istotnie większe różnice w stosunku do normy aniżeli w młodszym wieku. Czas trwania choroby był w grupie chłopców najdłuższy i wynosił 4,85 lat, zaś wyrównanie metaboliczne (HbA1c) było równe 7,66%. Wykazano, że chłopcy mieli istotnie zwiększony wymiar długości tułowia oraz długości kończyn górnych, ale przede wszystkim większe wymiary w obwodach ramienia, uda, pasa oraz bioder. Istotnie zwiększone wymiary ciała były widoczne zarówno w stosunku do wieku metrykalnego, jak i wzrostowego. Wysokość ciała była zwiększona bez istotności statystycznej. W badaniach prezentowanych przez Pileckiego i wsp. wykazano, że w procesie wzrastania u chłopców następuje stopniowe obniżanie się pozycji centylowej wysokości ciała [37]. Z kolei w obserwacjach Luny i wsp. powolne tempo wzrastania występowało u obu płci, jednak nie miało to wpływu na wzrost końcowy [38]. W badanej grupie chłopców pozostałe wymiary oraz stan odżywienia były w normie. Chociaż zwiększone wymiary w obwodach nie wskazywały jeszcze na nadwagę, to obserwując

wcześniejszy rozwój w poszczególnych grupach wiekowych, nie można wykluczyć, że taka tendencja zmierza w kierunku nadwagi. Wielu autorów obserwowało podobne zjawisko u dzieci z cukrzycą typu 1 w okresie dojrzewania i później. Według jednych taka sytuacja dotyczy częściej dziewcząt, a inni uważają, że to chłopcy są znacznie bardziej otyli [39–44]. Z badań własnych wynika, że dziewczęta charakteryzował istotnie zwiększony wymiar tułowia w stosunku do skróconych kończyn dolnych. Ponadto u badanych wykazano istotnie zwiększoną masę ciała, zwiększone obwody ciała, wymiary szerokościowe oraz wskaźnik BMI. Osiągnięte wymiary masy ciała oraz wskaźnik BMI wskazywały na nadwagę mierzącą w kierunku otyłości. Istotnie zwiększony wymiar w obwodzie pasa to już otyłość centralna. A zatem obserwując przebieg rozwoju u dziewcząt z cukrzycą typu 1, widzimy, że wymiary długościowo-szerokościowe ciała oraz nadmiar masy ciała i stan otłuszczenia zwiększa się istotnie wraz z wiekiem kalendarzowym. Wykazano też, że wraz ze wzrostem czasu trwania choroby w poszczególnych grupach badanych zwiększają się istotnie wartości masy ciała ( $p=0,0019$ ), obwód pasa ( $p=0,00031$ ) oraz wskaźnik BMI ( $p=0,0002$ ). Warto zwrócić uwagę, że w tej grupie badanych czas trwania choroby był najdłuższy i wynosił 6,91 lat, zaś średnie wyrównanie metaboliczne (HbA1c) aż 8,39%. Stwierdzono istotną statystycznie zależność i dodatnią korelację między wartościami obwodu pasa oraz wskaźnika BMI a HbA1c (odpowiednio  $r=0,40$ ,  $p<0,05$  i  $r=0,36$ ,  $p<0,05$ ). Podobne analizy przeprowadzono także w badaniach Szadkowskiej i wsp., wykazujących, że zwiększona masa ciała dotyczy zwłaszcza dziewcząt starszych, a także w badaniach Sandhu i wsp., gdzie z kolei stwierdzono, że nadmiar masy ciała dwukrotnie częściej występował u chorych na cukrzycę niż u ich zdrowych rówieśniczek [43,45]. W badaniu własnym, podobnie jak w pracy z 2013, która jest kontynuacją badań, oraz w pracach Gregory i wsp. oraz Holl i wsp., wykazano, że nadmierna masa ciała w okresie pokwitaniowym znacznie częściej występowała u dziewcząt – 56,4% niż u chłopców – 12,8% [22,35,46]. U większości dziewcząt stwierdzono także otyłość brzuszna – 71,8%, natomiast u chłopców odsetek otyłości brzusznej był znacznie mniejszy i wynosił 14,9%. Obserwowana tendencja nasila się wraz z wiekiem badanych, kiedy różnica w masie ciała pomiędzy grupą średnią (12,9 lat) a grupą najstarszą (16,2 lat) wynosi ponad 15 kg / 3,5 lat przy zwiększeniu wysokości ciała zaledwie średnio o 5,6 cm. Warto zatem zwrócić uwagę, że okres pomiędzy 13 a 16 rokiem życia jest strategiczny dla rozwoju nadwagi i otyłości u dziewcząt z cukrzycą typu 1. Z badań Szadkowskiej i wsp. wynika, że nadmierna masa ciała, którą obserwuje się u młodzieży z cukrzycą typu 1 w okresie pokwitaniowym, występuje później we wczesnej dorosłości [45]. Zjawisko to dotyczy nie tylko Polski, ale i innych krajów, w których częstość występowania nadmiernej masy ciała rośnie wraz z wiekiem [46]. Potwierdzają to również badania ze Stanów Zjednoczonych, gdzie u około 600-osobowej grupy

pacjentów z cukrzycą typu 1 zaobserwowano rosnący trend występowania nadmiernej masy ciała. Na początku badania nadwagę wykazano u 28,6%, a otyłość u 3,4% badanych, a po 18 latach obserwacji częstość występowania nadwagi wzrosła do 47%, a otyłość do 22,7%. Zjawisko to dotyczyło głównie kobiet [32]. Odnotowano także podobną tendencję w Szwecji, gdzie u 18-letnich dziewcząt z cukrzycą typu 1 wykazano zwiększoną masę ciała i wyższy wskaźnik odżywienia BMI niż w grupie kontrolnej [47]. Według badań innych autorów przyrosty w masie ciała wynikające z dowolności przyjmowania posiłków korelują ze wzrostem dawek insuliny na dobę, co także niekorzystnie wpływa na poprawę kontroli glikemii [32,40,48]. Z innych czynników przyczyniających się do występowania nadwagi i otyłości możemy wyróżnić nieprawidłowe odżywianie się z nadmierną ilością kalorii, w tym tłuszczów i produktów o wysokim indeksie glikemicznym, a także niską aktywność fizyczną. Warto zwrócić uwagę, że obydwa te czynniki prowadzą do zwiększenia oporności na insulinę, a to z kolei do rozwoju cukrzycy „podwójnej” – typu 1 i typu 2 [49,50]. Według zaleceń klinicznych Polskiego Towarzystwa Diabetologicznego w celu uzyskania zadowalających efektów terapeutycznych wysiłek fizyczny powinien być wykonywany regularnie, najlepiej codziennie lub co najmniej 2–3 dni w tygodniu [50]. Nieregularna i krótkotrwała, ale jednocześnie intensywna aktywność fizyczna jest niekorzystna dla zdrowia, ponieważ powoduje hipoglikemię, która z kolei ma wpływ na wyrównanie metaboliczne (HbA1c) [51]. Systematyczna i kontrolowana aktywność fizyczna prowadzi do mniejszego zapotrzebowania na insulinę oraz do lepszego samopoczucia i dobrej kondycji pacjenta. Ponadto przyczynia się do zmniejszenia wystąpienia chorób sercowo-naczyniowych [52]. A zatem właściwa reedukacja z promowaniem zdrowego stylu życia z pewnością przyczynia się do uzyskania prawidłowego rozwoju fizycznego i prawidłowego wyrównania w cukrzycy typu 1. Pomiar antropometryczny, które są bezpieczną i nieinwazyjną metodą, dostarczają niezwykle istotnych informacji w ocenie rozwoju fizycznego, zwłaszcza jeżeli ta ocena dotyczy kilku grup wiekowych.

## Wnioski

1. Wykazano, że rozwój fizyczny dzieci i młodzieży z cukrzycą typu 1 w poszczególnych kategoriach wiekowych istotnie odbiegał od zdrowej populacji.
2. Istotne różnice w budowie ciała, zwłaszcza w cechach dotyczących stanu odżywienia, były widoczne w większym stopniu u dziewcząt aniżeli u chłopców.
3. Nadwaga i otyłość brzuszna zwiększa się wraz z wiekiem badanych i czasem trwania choroby, zwłaszcza u dziewcząt z cukrzycą typu 1.
4. Pomiar antropometryczny są skuteczną i nieinwazyjną metodą przy ocenie rozwoju somatycznego.

## Piśmiennictwo

- Noczyńska A. *Endokrynologia i diabetologia wieku rozwojowego*. Wyd. MedPharm Polska, Wrocław 2013.
- Sieradzki J, Czupryniak L, Malecki MT. *Cukrzyca t. 1*. Wyd. 2 Via Medica, Gdańsk 2015.
- Noczyńska A. *Edukacja w cukrzycy typu 1. Poradnik dla dzieci i rodziców*. Wyd. 3 Via Medica, Gdańsk 2015.
- Report of a WHO Consultation: *Definition, diagnosis and classification of diabetes mellitus and its complications*. Geneva 1999.
- Position Statement by American Diabetes Association: *Diagnosis and classification of diabetes mellitus*. *Diabetes Care*. 2005; 28:837-842.
- Maciejewska B, Stankiewicz W. *Analiza epizodów hipoglikemii u dzieci i młodzieży z cukrzycą typu 1*. *Nowiny lekarskie*. 2006; 75, 5:429-432.
- Zalecenia kliniczne dotyczące postępowania u chorych na cukrzycę Polskiego Towarzystwa Diabetologicznego*. *Clinical Diabetology*. 2016; 5, Supl. A, 1-84.
- Kędzior A, Kipa-Jakubek K, Brzuszek M et al. *Trendy występowania nadwagi i otyłości u dzieci na świecie, w Europie i w Polsce*. *Endokrynol Ped*. 2017; 1, 58:41-48.
- Szadkowska A, Pietrzak I, Bodalska-Lipińska J et al. *Wskaźnik masy ciała (BMI) a zapadalność na cukrzycę typu 1 u dzieci w regionie łódzkim*. *Przegl Pediatr*. 2006; 36, 3:187-192.
- Szewczyk A, Kalkun-Tobiasz N, Stefanowicz N. *Zalecenia Polskiej Federacji Edukacji w Diabetologii, konsultantów krajowych w dziedzinach: pielęgniarstwa, pielęgniarstwa diabetologicznego i pielęgniarstwa epidemiologicznego poprawą jakości opieki diabetologicznej*. *Endokrynol Ped*. 2016; 15, Supl. 1:18-19.
- Górska A. *Dziecko z cukrzycą w szkole i przedszkolu*. Centrum Metodyczne Pomocy Psychologiczno-Pedagogicznej, Warszawa 2009.
- ISPAD Declaration of Kos in Consensus Guidelines 2000*. ISPAD, Published by Medical Forum International, 121-122.
- Chiarelli F, Giannini C, Mohn A et al. *Growth factors and diabetes*. *Eur J Endocrinol*. 2004; 151:109-117.
- Malinowski A. *Pomiary somatometryczne*. W: Malinowski A, Bożilow W (red.) *Podstawy antropometrii*. Wyd. Naukowe PWN Warszawa-Łódź; 1997:158-179.
- Chrzanowska M, Gołąb S, Żarow R et al. *Dziecko Krakowskie 2000. Poziom rozwoju biologicznego dzieci i młodzieży miasta Krakowa*. Studia i Monografie, AWF, Kraków 2002.
- Palczewska I, Niedźwiedzka Z. *Wskaźniki rozwoju somatycznego dzieci i młodzieży warszawskiej*. *Med Wieku Rozwoj*. 2001; 5, 1:17-118.
- Palczewska I. *Metody oceny rozwoju somatycznego*. W: Mięśowicz I. *Auksologia*. Wyd. APS im. M. Grzegorzewskiej Warszawa; 2001:165-203.
- Mięśowicz I. *Wprowadzenie do auksologii*. W: Mięśowicz I. *Auksologia*. Wyd. APS im. M. Grzegorzewskiej Warszawa; 2001:9-17.
- Wolański N. *Rozwój Biologiczny Człowieka. Podstawy auksologii, gerontologii i promocji zdrowia*. Wyd. Naukowe PWN Warszawa. 2012:1-30.
- Hermanussen M. *Auxology*. Schweizerbart Science Publishers, Stuttgart 2013.
- Kołodziejczyk H, Wierzbicka E, Szalecki M. *Ocena rozwoju somatycznego młodzieży z cukrzycą typu 1 na podstawie parametrów antropometrycznych w odniesieniu do populacji rówieśniczej*. *Endokrynol Ped*. 2013; 4,45:19-28.
- Brown M, Ahmed ML, Clayton KL et al. *Growth during childhood and final height in type 1 diabetes mellitus*. *Diabet Med*. 1994; 11:182-187.
- Myers SE, Albert SG, Haas MJ et al. *Pubertal changes in serum leptin levels in adolescents with type 1 diabetes mellitus: A controlled longitudinal study*. *J Pediatr Endocrinol*. 2004; 17:1653-1662.
- Salardi S, Tonioli S, Tassoni M et al. *Growth and growth factors in diabetes mellitus*. *Arch Dis Child*. 1987; 62:57-62.
- Penfold J, Chase HP, Marshall G et al. *Final adult height and its relationship to blood glucose control and microvascular complications in IDDM*. *Diabet Med*. 1995; 12:129-133.
- Knerr I, Wolf J, Reinehr T, Stachow R et al. *The 'accelerator hypothesis': relationship between weight, height, body mass index and age at diagnosis in a larger cohort of 9,248 German and Austrian children with type 1 diabetes mellitus*. *Diabetologia*. 2005; 48:2501-2504.
- Bonfig W, Kapellen T, Dost A et al. *Growth in children and adolescents with type 1 diabetes*. *J Pediatr*. 2012; 160, 6:900-903.
- Bognetti E, Macellaro P, Novelli D et al. *Prevalence and correlates of obesity in insulin dependent diabetic patients*. *Arch Dis Child*. 1995; 3:239-242.
- Carlson MG, Camgell PJ. *Intensive insulin therapy and weight gain in IDDM*. *Diabetes*. 1993; 42:1700-1707.
- Gregory JW, Wilson AC, Greene SA. *Body fat and overweight among children and adolescents with diabetes mellitus*. *Diabet Med*. 1992; 9:344-348.
- Wing RR, Klein R, Moss SE. *Weight gain associated with improved glycemic control in population-based sample of subject with type 1 diabetes*. *Diabetes Care*. 1990; 13,11:1106-1109.
- Fisher JS, Hickner RC, Racette SB et al. *Leptin response to insulin in humans is related to the lipolytic state of abdominal subcutaneous fat*. *J Clin Endocrinol Metab*. 1999; 84:3726-3731.
- Kiess W, Anil M, Blum WF et al. *Serum leptin levels in children and adolescents with insulin-dependent diabetes mellitus in relation to metabolic control and body mass index*. *Eur J Endocrinol*. 1998; 138:501-509.
- Holl RW, Grabert M, Sorgo W et al. *Contributions of age, gender and insulin administration to weight gain in subjects with IDDM*. *Diabetologia*. 1998; 41:542-547.
- Stachowicz M, Kozik-Janias M, Glinianowicz-Olszanecka M et al. *Rola leptyny w zaburzeniach odżywiania się – współczesne poglądy*. *Psychiatr Pol*. 2013, 47:897-907.
- Pilecki O, Nawrocka-Kalkstein E, Bojko-Żbikowska M et al. *Wzrost u dzieci z cukrzycą typu 1*. *Endokrynol Ped*. 2016; 15:9-22.
- Luna R, Alvarez-Vazquez P, Hervás E et al. *The role of diabetes duration, pubertal development and metabolic control in growth in children with type 1 diabetes mellitus*. *J Pediatr Endocrinol Metab*. 2005; 18:1425-1431.

38. Łuczyński A, Szypowska A, Bossowski A et al. *Nadwaga, otyłość i cechy zespołu metabolicznego u dzieci z cukrzycą typu 1*. *Pediatr Endocrinol Diabetes Metab*. 2010; 16:83-88.
39. Noczyńska A, Filipowski H, Wąsikowa R. *Czy nadwaga u pacjentów z cukrzycą typu 1 w okresie dojrzewania jest problemem?* *Pediatr Endocrinol Diabetes Metab*. 2003; 9, 2:89-92.
40. Betts P, Mulligan J, Ward P et al. *Increasing body weight predicts the earlier onset of insulin-dependent diabetes in childhood: testing the 'accelerator hypothesis'*. *Diabet Med*. 2004; 22:144-151.
41. Szadkowska A, Ostrowska-Nawarycz L, Madej A et al. *Częstość występowania otyłości i otyłości brzusznej u nastolatków z cukrzycą typu 1 w aspekcie różnych kryteriów ich rozpoznania*. *Przegl Pediatr*. 2011; 4:159-164.
42. Sandhu N, Witmans MB, Lemay JF, Crawford S, Jadavji N, Pacaud D. *Prevalence of overweight and obesity in children and adolescents with type 1 diabetes mellitus*. *J Pediatr Endocrinol Metab*. 2008; 21:631-640.
43. Kułaga Z, Litwin M, Tkaczyk M et al. *Polish 2010 growth references for school-aged children and adolescents*. *Eur J Pediatr*. 2011; 170:599-609.
44. Szadkowska A, Madej A, Ziółkowska A et al. *Gender and age-dependent effect of type 1 diabetes on obesity and altered body composition in young adults*. *Annals of Agricultural and Environmental Medicine*. 2015; 22,1:124-128.
45. Conway B, Miller RG, Costacou T et al. *Temporal patterns in overweight and obesity in Type 1 diabetes*. *Diabet Med*. 2010; 27,4:398-404.
46. Domargard A, Sarnblad S, Kroon M et al. *Increased prevalence of overweight in adolescent girls with type 1 diabetes mellitus*. *Acta Paediatr*. 1999; 88,11:1223-1228.
47. Chobot-Jarosz P, Buczkowska-Otto E. *Epidemiologia cukrzycy typu 1*. *Przegl Pediatr*. 2009; 39, 4:229-233.
48. Kapturska-Rybarczyk K, Zorena K, Malinowska E et al. *Proangiogenic factors in obese patients with type 1 diabetes*. *Centr Eur J Immunol*. 2009; 34, 2:118-123.
49. *Zalecenia kliniczne dotyczące postępowania u chorych na cukrzycę*. Polskie Towarzystwo Diabetologiczne 2015.
50. *American Academy of Pediatrics. Children, Adolescents and television*. *Pediatrics*. 2001; 107:423-426.
51. D'hooge R, Hellinix T, Van Laethem C et al. *Influence of combined aerobic and resistance training on metabolic control, cardiovascular fitness and quality of life in adolescents with type 1 diabetes: a randomized controlled trial*. *Clin Rehabil*. 2011; 25, 4:349-239.