

GDAŃSKI UNIWERSYTET MEDYCZNY

WYDZIAŁ NAUK O ZDROWIU

Z INSTYTUTEM MEDYCyny MORSKIEJ I TROPIKALNEJ



## **Ciśnienie tętnicze u dzieci z nadmiarem masy ciała**

**Aleksandra Gac**

---

**Praca na stopień doktora nauk o zdrowiu  
wykonana w Zakładzie Pielęgniarstwa Internistyczno-Pediatrycznego**

**PROMOTORZY PRACY:**

prof. dr hab. n. med. Przemysław Rutkowski

dr n. med. Michał Brzeziński – promotor pomocniczy

**GDAŃSK 2021**

# SPIS TREŚCI

WYKAZ SKRÓTÓW .....	4
WSTĘP .....	6
1. WPROWADZENIE.....	9
1.1. Zarys historyczny pomiaru ciśnienia tętniczego .....	9
1.2. Wytyczne w zakresie diagnostyki nadciśnienia tętniczego u dorosłych .....	10
1.3. Wytyczne w zakresie diagnostyki nadciśnienia tętniczego u dzieci i młodzieży. .....	12
1.4. Technika pomiaru ciśnienia tętniczego krwi u dzieci i młodzieży.....	16
1.5. Epidemiologia nadciśnienia tętniczego .....	19
1.6. Korelaty nadciśnienia tętniczego a pomiary antropometryczne.....	20
1.7. Nadciśnienie tętnicze u dzieci i młodzieży z nadmiarem masy ciała.....	21
1.7.1. Definiowanie nadmiaru masy ciała u dzieci i młodzieży .....	21
1.7.2. Korelacje między nadciśnieniem a otyłością .....	23
1.8. Niefarmakologiczne metody leczenia nadciśnienia tętniczego u dzieci i młodzieży .....	26
1.9. Kontekstowe założenia programu redukcji nadmiaru masy ciała u dzieci i młodzieży .....	30
2. CZĘŚĆ BADAWCZA.....	32
2.1. Cel pracy, hipoteza i problemy badawcze .....	32
2.2. Materiał i metody badawcze.....	32
2.2.1. Charakterystyka grupy.....	32
2.2.2. Kryteria włączenia .....	37
2.2.3. Metody badawcze .....	38
2.3. Wyniki .....	40
2.3.1. Korelacje wstępne.....	40
2.3.2. Wpływ udziału w programie interwencyjnym na zmianę stanu zdrowia uczestnika .....	44

2.3.3.	Związek między zmianą BMI i zmianą obwodu talii a zmianą wartości ciśnienia tętniczego.....	51
2.3.4.	Podsumowanie wyników .....	57
2.4.	Dyskusja .....	59
2.4.1.	Ciepłota tętnicza w grupie badanej. ....	59
2.4.2.	BMI i obwód talii jako kluczowe korelaty ciśnienia tętniczego .....	61
2.4.3.	Redukcja ciśnienia tętniczego w odpowiedzi na redukcję BMI i obwodu talii .....	63
2.4.4.	Relacja między wiekiem uczestnika a wpływem zmiany BMI i obwodu talii na ciśnienie tętnicze krwi .....	66
2.4.5.	Wpływ udziału w Programie interwencyjnym na korzystne zmiany w parametrach ciśnienia tętniczego krwi.....	66
2.5.	Ograniczenia badania i projekcja kolejnych analiz .....	69
2.6.	Wnioski.....	70
	STRESZCZENIE / SUMMARY .....	71
	PIŚMIENNICTWO .....	75
	SPIS TABEL.....	90
	SPIS WYKRESÓW.....	92
	SPIS SCHEMATÓW.....	93
	SPIS RYSUNKÓW .....	94

## WYKAZ SKRÓTÓW

AAP	American Academy of Pediatrics; Amerykańskie Towarzystwo Pediatriczne
AAP 2017	wytyczne Amerykańskiego Towarzystwa Pediatricznego z 2017 r. w zakresie diagnostyki i leczenia dzieci i młodzieży
ABPM	ambulatory blood pressure monitoring; automatyczna / 24-godzinna rejestracja ciśnienia tętniczego
AHA	American Heart Association; Amerykańskie Towarzystwo Kardiologiczne
AHA/ACC 2017	wytyczne Amerykańskiego Towarzystwa Kardiologicznego i Amerykańskiego Kolegium Kardiologicznego z 2017 r. w zakresie diagnostyki i leczenia dorosłych
ACC	American College of Cardiology; Amerykańskie Kolegium Kardiologiczne
BAI	body adiposity index; wskaźnik otłuszczenia ciała
BMI	body mass index; indeks masy ciała
cc	centyle
CT	ciśnienie tętnicze
ESC	European Society of Cardiology; Europejskie Towarzystwo Kardiologiczne
ESH	European Society of Hypertension; Europejskie Towarzystwo Nadciśnienia Tętniczego
ESH 2016	wytyczne Europejskie Towarzystwo Nadciśnienia Tętniczego z 2016 r. w zakresie diagnostyki i leczenia dzieci i młodzieży
ESC/ESH 2018	wytyczne Europejskiego Towarzystwa Kardiologicznego i Europejskiego Towarzystwa Nadciśnienia Tętniczego z 2018 r. w zakresie diagnostyki i leczenia dorosłych
HBPM	home blood pressure monitoring; domowe pomiary ciśnienia tętniczego
ISH	International Society of Hypertension; Międzynarodowe Towarzystwo Nadciśnienia Tętniczego

ISH 2020	wytyczne Międzynarodowego Towarzystwa Nadciśnienia Tętniczego z 2020 r. w zakresie diagnostyki i leczenia dorosłych
mmHg	milimetry słupa rtęci
NT	nadciśnienie tętnicze krwi
OT	obwód talii
p	prawdopodobieństwo
program	program zdrowotny w zakresie prewencji i wczesnego wykrywania chorób cywilizacyjnych u dzieci i młodzieży „6-10-14 dla Zdrowia”
PTNT	Polskie Towarzystwo Nadciśnienia Tętniczego
PTNT 2019	wytyczne Polskiego Towarzystwa Nadciśnienia Tętniczego – zasady postępowania w nadciśnieniu tętniczym
r lub R	współczynnik korelacji Pearsona
r.ż.	rok życia
SCT	skurczowe ciśnienie tętnicze
RCT	rozkurczowe ciśnienie tętnicze
TOD	target organ damage; uszkodzenie narządowe
vs	kontra
WCH	white coat hypertension; nadciśnienie białego fartucha
WHO	World Health Organization; Światowa Organizacja Zdrowia
WHR	waist-hip ratio; wskaźnik obwodu talii do obwodu bioder
WHtR	waist-to-height ratio; wskaźnik obwodu talii do wysokości ciała
z-score	liczba standardowych odchyień

## WSTĘP

Ryzyko kardiometaboliczne u dzieci i młodzieży ocenia się w badaniach przesiewowych m.in. za pomocą parametrów antropometrycznych. Najbardziej powszechne w literaturze parametry antropometryczne służące do opisywania ryzyka kardiometabolicznego to: wysokość ciała, masa ciała i obwód ciała (w przypadku dzieci i młodzieży najczęściej wyrażane w centylach lub z-score). Na ich podstawie wyliczane są wskaźniki. Do najczęściej stosowanych należą:

$$\text{BMI} \text{ (} BMI = \frac{\text{masa ciała (kg)}}{\text{wysokość ciała (m)}^2} \text{),}$$

$$\text{WHR (waist-hip ratio; } WHR = \frac{\text{obwód talii (cm)}}{\text{obwód bioder (cm)}} \text{),}$$

$$\text{WHtR (waist-to-height ratio; } WHtR = \frac{\text{obwód talii (cm)}}{\text{wysokość ciała (cm)}} \text{).}$$

Każdy z powyższych wskaźników posiada wady i zalety. Wadą indeksu masy ciała (ang. *body mass index*, BMI) jest brak możliwości różnicowania między masą tłuszczową a beztłuszczową, co jest szczególnie istotne w przypadku oceny obciążenia kardiometabolicznego. Przydatność zastosowania BMI jest wątpliwa zwłaszcza w przypadku dzieci i młodzieży. Największą zaletą BMI jest łatwość obliczania oraz pozyskania danych wyjściowych [2]. W przypadku wskaźników opisujących proporcje między obwodem talii a obwodem bioder (ang. *waist-hip ratio*; WHR) oraz między obwodem talii a wysokością ciała (waist-to-height ratio; WHtR), uważanych za predyktory zaburzeń sercowo-naczyniowych, wskazuje się na większą adekwatność WHtR. Podstawowy zarzut w kwestii użyteczności tych wskaźników odnosi się do niewystarczającej precyzji oraz braku rozróżnienia między objętością tkanki tłuszczowej podskórnej a objętością tkanki tłuszczowej wisceralnej. Wskaźniki WHR i WHtR, podobnie jak obwód talii (ang. *waist circumference*), silnie korelują z objętością brzusznej tkanki tłuszczowej (ang. *adipose tissue*), której poziom wykazuje istotną korelację z poziomem ciśnienia tętniczego krwi [3].

Z badań przeprowadzonych wśród młodzieży w Stanach Zjednoczonych Ameryki wynika, że BMI, obwód talii oraz WHtR ze zbliżoną skutecznością określają najczęstsze czynniki ryzyka zaburzeń sercowo-naczyniowych, a ich redukcja powiązana jest z redukcją poziomu ciśnienia tętniczego krwi [4]. W niektórych badaniach wskazuje się jednak na przewagę jednego z tych parametrów, tj. WHtR, obwodu talii lub BMI [5, 6, 7].

W ostatnich latach coraz powszechniejsze w ocenie ryzyka kardiometabolicznego stają się bardziej rozbudowane wskaźniki. Są to m.in. wskaźnik wisceralnej tkanki tłuszczowej (ang. *visceral adiposity index*; VAI) oraz wskaźnik otłuszczenia ciała (ang. *body adiposity index*; BAI) [8]. W porównaniu z BMI i innymi wyżej wymienionymi wskaźnikami są one stosowane rzadko ze względu na poziom skomplikowania i trudność w pozyskaniu danych wejściowych. W celu obliczenia wskaźnika VAI należy do równania wprowadzić dane antropometryczne (BMI i obwód talii) oraz dane biochemiczne (poziom cholesterolu HDL i stężenie trójglicerydów). Inne równanie stosuje się w odniesieniu do mężczyzn, inne w odniesieniu do kobiet. Wskaźnik posiada ponadto ograniczoną dokładność w zastosowaniu u dzieci i młodzieży poniżej 16 r.ż. Innym, wciąż dość skomplikowanym, jednak wymagającym mniej zróżnicowanych danych wejściowych oraz zalecanym do stosowania u dzieci i młodzieży, wskaźnikiem jest BAI:

$$BAI \ (BAI = \frac{\text{obwód bioder (cm)}}{\text{wysokość ciała (m)}^{1,5}}) - 18).$$

Występuje także wersja bardziej adekwatna dla dzieci i młodzieży:

$$BAI_p \ (BAI_p = \frac{\text{obwód bioder (cm)}}{\text{wysokość ciała (m)}^{0,8}}).$$

Wskaźnik ten jest najbliższy wynikom uzyskanym przy użyciu specjalistycznych metod służących ocenie składu ciała, takich jak: ocena gęstości mineralnej kości i zawartości procentowej tkanki tłuszczowej (ang. *Dual-energy X-ray Absorptiometry*, DEXA) czy bioimpedancja elektryczna (ang. *Bioelectrical Impedance Analysis*; BIA).

Brak powszechnie akceptowanych standardów i klarowności systemu klasyfikacji na poziomie międzynarodowym i krajowym utrudniają globalne monitorowanie rozwoju epidemii otyłości dzieci i młodzieży. Stratyfikacja oceny tych parametrów niezbędna jest ze względów poznawczych (porównanie wyników badań) oraz na potrzeby doboru selektywnych, kierunkowych interwencji w zakresie zdrowia publicznego, w tym badań przesiewowych i programów profilaktycznych [1].

W oparciu o przegląd dostępnej literatury, w niniejszej pracy za podstawę do dalszych analiz przyjęto BMI i obwód talii. Poruszane zagadnienia związane z wpływem nefarmakologicznych programów interwencyjnych na zmiany w ciśnieniu tętniczym krwi w literaturze tematu pojawiają się wciąż sporadycznie. Z uwagi na to w doborze danych i metod analitycznych kierowano się przede wszystkim

możliwością skonfrontowania uzyskanych wyników z wynikami badań prowadzonych w oparciu o analogiczne programy.

Kategorie masy ciała zastosowane w badaniu ustalono w oparciu o centyle BMI i standardy Międzynarodowego Zespołu Roboczego ds. Otyłości (ang. *International Obesity Task Force*; IOTF), zwane też metodą Cole'a. Metoda ta uwzględnia następujące kategorie masy ciała: prawidłowa masa ciała, nadwaga, otyłość. Choć jej zastosowanie ma ograniczenia (opisane szerzej w dyskusji), to stosowana była w większości dostępnych badań o zbliżonej tematyce.

Klasyfikację masy ciała określa się na podstawie pojedynczego pomiaru. W przypadku oceny ciśnienia tętniczego proces ten jest bardziej złożony. Nadciśnienie tętnicze diagnozowane jest, zgodnie z aktualnymi zaleceniami Polskiego Towarzystwa Nadciśnienia Tętniczego (PTNT), na podstawie trzech pomiarów wykonywanych podczas każdej z trzech osobnych wizyt w poradni. Ciśnienie tętnicze wskazujące na nadciśnienie, ale oznaczone podczas jednej lub dwóch wizyt, nazywane było niegdyś podwyższonym ciśnieniem tętniczym. Po opublikowaniu w 2017 r. wytycznych Amerykańskiej Akademii Pediatrycznej termin ten stał się mylący. Wartości określane wcześniej jako „stan przednadcisnieniowy” nazwano „podwyższonym ciśnieniem tętniczym”. Z kolei w polskich wytycznych nazwano je „wysokim prawidłowym ciśnieniem tętniczym” lub „stanem przednadcisnieniowym”). Ekspert PTNT nie wskazali, jakiego terminu należy używać w miejsce „podwyższonego ciśnienia tętniczego”. W niniejszej pracy analiza i klasyfikacja pomiarów ciśnienia tętniczego oparta została na polskich wytycznych. Na potrzeby rozróżnienia ciśnienia tętniczego w zakresie nadciśnienia oznaczonego podczas jednej lub dwóch wizyt od nadciśnienia tętniczego oznaczonego na podstawie trzech niezależnych wizyt wprowadzono poniższe terminy:

- **ciśnienie tętnicze krwi o charakterze nadciśnienia** – dla ciśnienia tętniczego równego bądź powyżej 95. centyla, oznaczonego na podstawie pomiarów wykonanych podczas jednej lub dwóch niezależnych wizyt;

- **nadcisnienie tętnicze** – dla ciśnienia tętniczego równego bądź powyżej 95. centyla, utrzymującego się podczas co najmniej trzech niezależnych wizyt.

Wartości bezwzględne ciśnienia tętniczego, BMI i obwodu talii zostały w niniejszej pracy sprowadzone do wartości centylowych, a następnie do jednostki z-score  $\{-3; 3\}$ , co miało na celu ich unifikację.



# 1. WPROWADZENIE

## 1.1. Zarys historyczny pomiaru ciśnienia tętniczego

Ciężnienie tętnicze krwi jest jednym z markerów stanu zdrowia, istotnym predyktorem zaburzeń układu sercowo-naczyniowego [9, 10, 11, 12]. Dostępność narzędzi pomiarowych, względnie nieskomplikowana technika badania i porównywalność wyników uczyniły z ciśnienia tętniczego główne narzędzie przesiewowe w ocenie funkcjonowania układu krążenia. Wzmianki o pierwszych współczesnych badaniach, stanowiących podwaliny dzisiejszej wiedzy nt. ciśnienia tętniczego, sięgają początków XVII w. W tym czasie badacz W. Harvey ogłosił, że istnieje ograniczona ilość krwi, która krąży w organizmie w jednym kierunku. w połowie XVIII w. S. Hales wykonał pierwszy inwazyjny pomiar ciśnienia tętniczego u zwierzęcia. Na początku XIX w. J. L. Poiseuille przedstawił światu hydrodynamometr rtęciowy i jednostkę milimetr słupa rtęci, w skrócie mmHg. Natomiast w połowie XIX w. K. von Vierordt zbudował sfigmograf – nieinwazyjny rejestrator tętna. W 1881 roku K. S. R. von Basch skonstruował ciśnieniomierz i wykonał pierwszy nieinwazyjny pomiar ciśnienia tętniczego krwi. Pierwszy model mankietu uciskowego opracowany został jednak dopiero w 1895 r. przez włoskiego lekarza S. Riva-Rocci (RR to międzynarodowy skrót ciśnienia tętniczego, upamiętniający wynalazcę) [13]. Umożliwiał on oznaczenie jedynie skurczowego ciśnienia tętniczego, tj. najwyższej wartości ciśnienia, manifestującej szczytowy moment wyrzutu krwi w czasie skurczu lewej komory serca. Dziesięć lat później N. S. Korotkoff dodał do wynalazku metodę osłuchową (Riva-Rocci stosował metodę palpacyjną), umożliwiając również pomiar ciśnienia rozkurczowego, określającego najniższą wartość ciśnienia tętniczego krwi w czasie rozkurczu lewej komory. W kolejnych dziesięcioleciach metody pomiaru ciśnienia tętniczego były udoskonalane. Do dziś jednak w powszechnym użyciu sprowadzają się one do zastosowania mankietu oraz pomiaru dwóch kluczowych parametrów – skurczowego i rozkurczowego ciśnienia tętniczego krwi, podawanych w milimetrach słupa rtęci. Ze względu na europejski zakaz używania urządzeń rtęciowych (wydany na mocy rozporządzenia nr 1907 Parlamentu Europejskiego i Rady z 2006 r. z późn. zm.) do pomiaru ciśnienia tętniczego używa się obecnie

certyfikowanych aparatów półautomatycznych i automatycznych, składających się z mankietu oraz układu pomiarowego [14].

Interpretacja wyników poziomu ciśnienia tętniczego stanowi wyzwanie i wymaga uwzględnienia szeregu zmiennych. Zależy ono bowiem od czynników genetycznych, biologicznych, środowiskowych, stylu życia czy nawet sezonowości. Ma też inne normy w poszczególnych okresach życia, np. średnie ciśnienie skurczowe wynosi u noworodka poniżej 100/50 mmHg i rośnie wraz z wiekiem [15]. Pomiar w warunkach domowych będzie różnił się od pomiaru w warunkach gabinetowych czy szpitalnych ze względu na tzw. maskowane nadciśnienie tętnicze (ang. *masked hypertension*) lub nadciśnienie białego fartucha (ang. *white coat hypertension*) [16].

Proces tworzenia pierwszych w historii współczesnej medycyny wytycznych w zakresie diagnostyki i leczenia nadciśnienia tętniczego krwi zainicjowany został w 1977 r. w Stanach Zjednoczonych Ameryki przez Narodowy Instytut Serca, Płuc i Krwi przy Narodowym Instytucie Zdrowia (ang. *National Heart, Lung, and Blood Institute, National Institute of Health*), rok po ogłoszeniu Narodowego Programu Edukacyjnego Wysokiego Ciśnienia Tętniczego (ang. *National High Blood Pressure Education Program*) [17]. Wraz z rozwojem wiedzy na temat mechanizmów nadciśnienia tętniczego wiele grup eksperckich na różnych kontynentach dopracowywało i uaktualniało wytyczne, wywierając istotny wpływ na proces diagnostyki i leczenia.

## **1.2. Wytyczne w zakresie diagnostyki nadciśnienia tętniczego u dorosłych**

Obecnie obowiązujące w Europie wytyczne w zakresie diagnostyki i leczenia dzieci i młodzieży opublikowane zostały przez Europejskie Towarzystwo Nadciśnienia Tętniczego w 2016 r. (ang. *European Society of Hypertension; ESH 2016*) [18], a wytyczne w zakresie diagnostyki i leczenia dorosłych opublikowało Europejskie Towarzystwo Kardiologiczne (ang. *European Society of Cardiology*) i Europejskie Towarzystwo Nadciśnienia Tętniczego w 2018 r. (ESC/ESH 2018) [19]. W Stanach Zjednoczonych Ameryki najnowsze wytyczne dla dorosłych wydane zostały przez Amerykańskie Towarzystwo Kardiologiczne i Amerykańskie Kolegium Kardiologiczne w 2017 r. (ang. *American Heart Association i American College of Cardiology; AHA/ACC 2017*) [20]. Wytyczne dla dzieci i młodzieży opublikowało zaś Amerykańskie Towarzystwo Pediatryczne w 2017 r. (ang. *American Academy*

od *Pediatrics*; AAP 2017). Poza wymienionymi wytycznymi funkcjonują również m.in. wytyczne kanadyjskie, japońskie i chińskie. W 2020 r. powstały również światowe wytyczne diagnostyki i leczenia dorosłych, przygotowane przez Międzynarodowe Towarzystwo Nadciśnienia Tętniczego (ang. *International Society of Hypertension*; ISH 2020). Najnowsze polskie wytyczne wydane zostały przez Polskie Towarzystwo Nadciśnienia Tętniczego w 2019 roku pn. „Zasady postępowania w nadciśnieniu tętniczym – 2019 rok” (dalej: PTNT 2019) i zawierają zalecenia w zakresie diagnostyki i leczenia zarówno dorosłych, jak i dzieci. Uogólniając, są one zbieżne z wytycznymi ESH 2016 i ESC/ESH 2018.

Wiedza z zakresu ciśnienia tętniczego krwi uznawana jest za stosunkowo młodą, przez co szereg dylematów naukowych pozostaje wciąż nierozstrzygniętych, a eksperci spierają się o wartości brzegowe w diagnostyce nieprawidłowości ciśnienia tętniczego i metod leczenia. Sprzyja to postępowi, jednak powoduje również powstawanie dylematów diagnostycznych. Dotyczą one w szczególności: momentu, w którym pacjent z nieprawidłowym poziomem ciśnienia tętniczego krwi staje się osobą chorą, momentu, w którym leczenie nefarmakologiczne powinno zostać zastąpione bądź uzupełnione leczeniem farmakologicznym lub momentu, w którym leczenie zachowawcze zastąpione powinno być leczeniem inwazyjnym.

Nauki o zdrowiu i nauki medyczne rozwijają się bardzo dynamicznie. Zaś wytyczne towarzystw naukowych aktualizowane są okresowo, średnio co 4-5 lat. Choć nie są obowiązującym prawem (nie mają charakteru aktu normatywnego), są aktualnymi i obowiązującymi standardami postępowania [21]. Przy tak intensywnie aktualizowanej wiedzy nie wydaje się być błędem różnica poglądów czy brak jednolitego stanowiska towarzystw europejskich i amerykańskich, choć różnice w zalecanej diagnostyce sięgają nawet 10 mmHg. Różnica w górnej granicy normy ciśnienia tętniczego między wytycznymi ESC/ESH 2018 a AHA/ACC 2017 wynosi 130/85 mmHg vs 120/80 mmHg. Wspólnym mianownikiem wszystkich aktualnie obowiązujących wytycznych (stan na 1.03.2021 r.) jest łączące ekspertów przekonanie, że podstawową formą profilaktyki i leczeniem pierwszego wyboru dla nadciśnienia tętniczego jest wprowadzenie u pacjenta zmian w stylu życia (z wyjątkiem osób po 65 r.ż., gdzie zaleca się włączenie terapii hipotensyjnej niezależnie od stopnia nadciśnienia tętniczego) [22].

### **1.3. Wytyczne w zakresie diagnostyki nadciśnienia tętniczego u dzieci i młodzieży**

Ocena ciśnienia tętniczego u osób dorosłych opiera się na przyporządkowaniu wyniku pomiaru w mmHg do zakresów wskazanych w wytycznych. W przypadku dzieci i młodzieży kategoryzacja stosowana u osób dorosłych nie ma zastosowania ze względu na wpływ wieku, płci i wysokości ciała na poziom ciśnienia tętniczego. U dzieci i młodzieży ciśnienie tętnicze wzrasta wraz z wiekiem oraz związanym z nim zwiększaniem masy i wysokości ciała. W celu określenia adekwatnej normy dla danego dziecka stosowane są tzw. siatki centylowe. Są to wykresy, na których w formie osi przedstawia się zmienne takie jak: masa ciała, wysokość ciała, BMI, obwód talii, skurczowe i rozkurczowe ciśnienie tętnicze. Przez siatki przechodzą linie wyznaczające kanały centylowe. Polskie siatki centylowe opracowane zostały dla dzieci i młodzieży w wieku 3-18 lat [23]. Aby dane były reprezentatywne, konieczne jest wykonanie pomiarów u prawidłowo dobranej grupy w danej populacji. W przypadku polskich siatek centylowych grupa badawcza liczyła 21 467 osób. Badania wykonano w ramach projektów OLAF i OLA, których wyniki publikowane były w latach 2010, 2013 i 2015 [23, 24, 25].

Zalecenia odnośnie zastosowania siatek centylowych zawarto w wytycznych AAP 2017, ESH 2016 i PTNT 2019. Różnią się one jednak pod względem wieku dzieci i młodzieży, wobec których zaleca się stosowanie siatek oraz pod względem punktów odcięcia w poszczególnych kategoriach ciśnienia tętniczego. Porównanie wytycznych zaprezentowano w tabeli 1.

Tab. 1. Porównanie wytycznych pod kątem zakresów ciśnienia tętniczego w poszczególnych kategoriach diagnostycznych

AAP 2017		ESH 2016		PTNT 2019		
SCT i/lub RCT						
wiek	< 13 r.ż.	≥ 13 r.ż.	< 16 r.ż.	≥ 16 r.ż.	< 16 r.ż.	≥ 16 r.ż.
<b>CT w normie</b>	< 90 cc	< 120 / < 80 mmHg	< 90 cc	< 130 < 85 mmHg	< 90 cc	< 130 < 85 mmHg
<b>CT wysokie prawidłowe*</b>	≥ 90 cc < 95 cc Lub 120-129 / < 80 mmHg	120-129 / < 80 mmHg	≥ 90 cc < 95 cc	130 -139 / wiek85-95 mmHg	≥ 90 cc < 95 cc	130–139 / 85–89 mmHg
<b>NT 1 stopnia</b>	≥ 95 cc < 95 cc + 12 mmHg lub 130-139 / 80-89 mmHg	130-139 / 80-89 mmHg	≥ 95 cc < 99 cc + 5 mmHg	140-159 / 90-99 mmHg	≥ 95 cc < 99 cc + 5 mmHg	140-159 / 90-99 mmHg
<b>NT 2 stopnia</b>	≥ 95 cc + 12 mmHg lub ≥ 140 / 90 mmHg	≥ 140/90 mmHg	≥ 99 cc + 5 mmHg	160-179 / 100-109 mmHg	≥ 99 cc + 5 mmHg	160-179 / 100-109 mmHg
<b>NT 3 stopnia</b>	-	-	-	≥ 180/110 mmHg	-	≥ 180/110 mmHg
<b>NT izolowane</b>	-	-	≥ 95 cc i < 90 cc	≥ 140 / < 90 mmHg	≥ 95 cc i < 90 cc	≥ 140 i < 90 mmHg
<b>NT białego fartucha</b>	≥ 95cc	≥ 130 / 80 mmHg			≥ 95 cc	≥ 140 / 90 mmHg

\*zwane również stanem przedciśnieniowym

Zastosowane skróty: SCT – skurczowe ciśnienie tętnicze; RCT – rozkurczowe ciśnienie tętnicze; CT – ciśnienie tętnicze; NT – nadciśnienie tętnicze; cc – centyle; AAP 2016 – wytyczne American Academy of Pediatrics z 2017 r.; ESH 2016 – wytyczne European Society of Hypertension z 2016 r.; PTNT 2019 – wytyczne Polskiego Towarzystwa Nadciśnienia Tętniczego z 2019 r. (źródło: opracowanie własne, na podstawie AAP 2017, ESH 2016 i PTNT 2019)

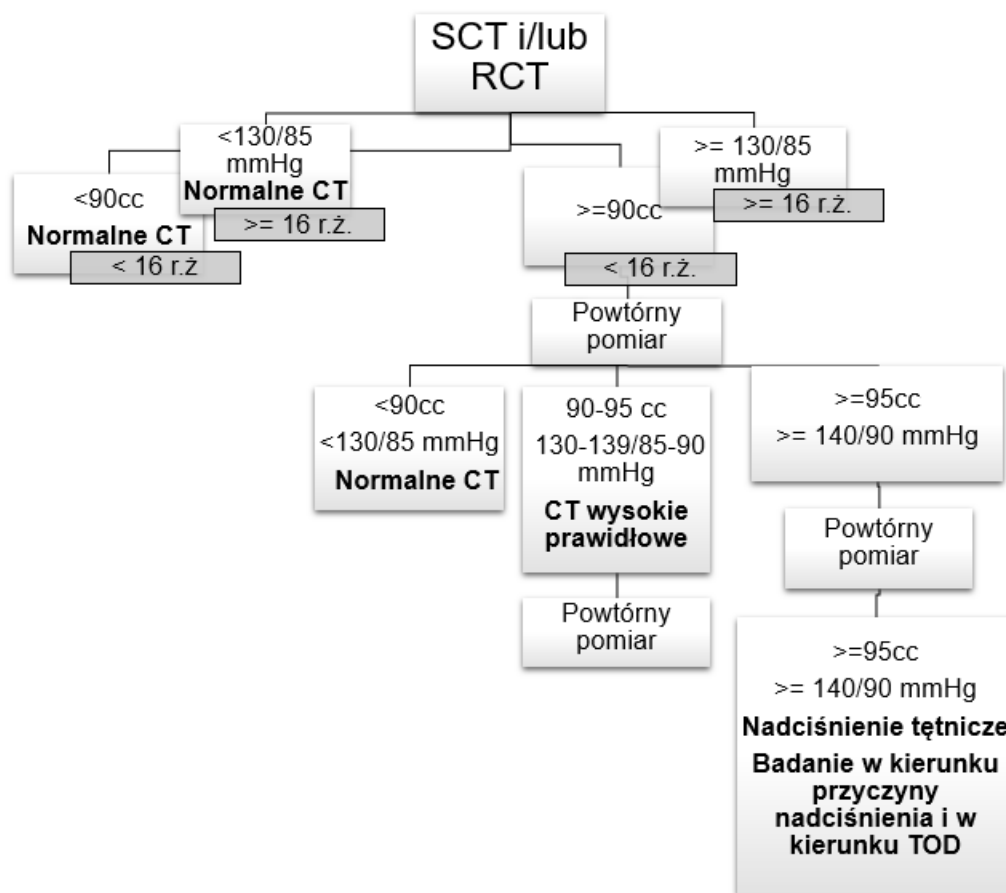
Nieuwzględnione w tabeli kategorie ciśnienia tętniczego (zgodnie z PTNT 2019) to: nadciśnienie tętnicze ciężkie, nadciśnieniowe stany pilne i nagłe, nadciśnienie złośliwe, nadciśnienie oporne na leczenie oraz nadciśnienie maskowane.

Widoczne w tabeli 1 różnice między wytycznymi AAP 2017 i ESH 2016 w zakresie diagnostyki nadciśnienia tętniczego u dzieci i młodzieży stanowią przedmiot dyskusji i krytyki ekspertów. W opublikowanym w 2019 r. przeglądzie implikacji wytycznych AAP z 2017 r. dla praktyki klinicznej w leczeniu nadciśnienia tętniczego u dzieci i młodzieży podjęto próbę uzasadnienia słuszności amerykańskich wytycznych [26]. Próg w postaci 13 r.ż. miał za zadanie uproszczenie diagnostyki u starszej młodzieży (powyżej 13 r.ż.), a tym samym poprawienie rozpoznawalności nieprawidłowości ciśnienia tętniczego w tej grupie wiekowej. Przedmiotem dyskusji było również zawężenie górnej granicy normy do 120/80 mmHg dla osób powyżej 13 r.ż. (norma dla dzieci i młodzieży do 13 r.ż., t.j. < 90. cc, pozostała bez zmian) oraz zalecenie diagnozowania nadciśnienia od poziomu 130/80 mmHg (dolna granica nadciśnienia dla dzieci i młodzieży do 13 r.ż., t.j.  $\geq 95$ . cc, pozostała bez zmian). Zawężenie tzw. normy w poziomie ciśnienia tętniczego miało na celu poprawę jakości diagnostyki w zakresie nieprawidłowości, a tym samym przyspieszenie momentu rozpoczęcia leczenia. Działanie to znajduje uzasadnienie w badaniach wskazujących, że uszkodzenia narządowe (ang. *target organ damage*; TOD) u dzieci i młodzieży powstają już od poziomu 90. centyla ciśnienia tętniczego lub 130/80 mmHg (zgodnie z normami ESH 2016 i PTNT 2019 na poziomie wysokiego prawidłowego ciśnienia tętniczego). Należy zatem podejmować leczenie ukierunkowane na uzyskanie wyników mieszczących się w nowej, amerykańskiej normie ciśnienia tętniczego.

Wartości przypisane do poszczególnych kategorii ciśnienia tętniczego przedstawione w tabeli 1 właściwe są dla pomiarów gabinetowych. Odmienne wartości przewidziano dla pomiarów z automatycznej rejestracji ciśnienia tętniczego, zwanej też 24-godzinną (ang. *ambulatory blood pressure monitoring*; ABPM) oraz dla pomiarów domowych (ang. *home blood pressure monitoring*; HBPM). Warto w tym miejscu wspomnieć o rosnącej roli ABPM i HBPM w diagnostyce nieprawidłowych wartości ciśnienia tętniczego krwi. Metody te istotnie wpływają na zwiększenie wiarygodności diagnozy poprzez zmniejszenie ryzyka nadwykrywalności nadciśnienia tętniczego, a przez to podejmowanie procesów terapeutycznych u osób tego niewymagających, np. u osób ze wspomnianym nadciśnieniem białego fartucha [26]. Szczególny nacisk

na stosowanie metody ABPM kładą przede wszystkim autorzy wytycznych AAP 2017, gdzie zaleca się ją u wszystkich dzieci w początkowej fazie diagnostyki nadciśnienia tętniczego. W wytycznych ESH 2016 zaleca się ją u dzieci jedynie przed rozpoczęciem leczenia farmaceutycznego [27].

W celu uzyskania wiarygodnego wyniku pomiaru ciśnienia tętniczego, zarówno u dorosłych, jak i u dzieci, zaleca się wykonanie 3. pomiarów ciśnienia tętniczego podczas jednej wizyty [28]. Ostateczny wynik pomiaru stanowić powinien natomiast średnią z 2. i 3. pomiaru. Jeżeli poszczególne pomiary różnią się od siebie o więcej niż 10 mmHg, należy powtórnie wykonać wszystkie 3 pomiary. Przypisanie właściwej kategorii ciśnienia tętniczego krwi, np. w formie diagnozy nadciśnienia tętniczego, na podstawie wytycznych ESH 2016 dla dzieci i młodzieży zostało przedstawione na schemacie 1.

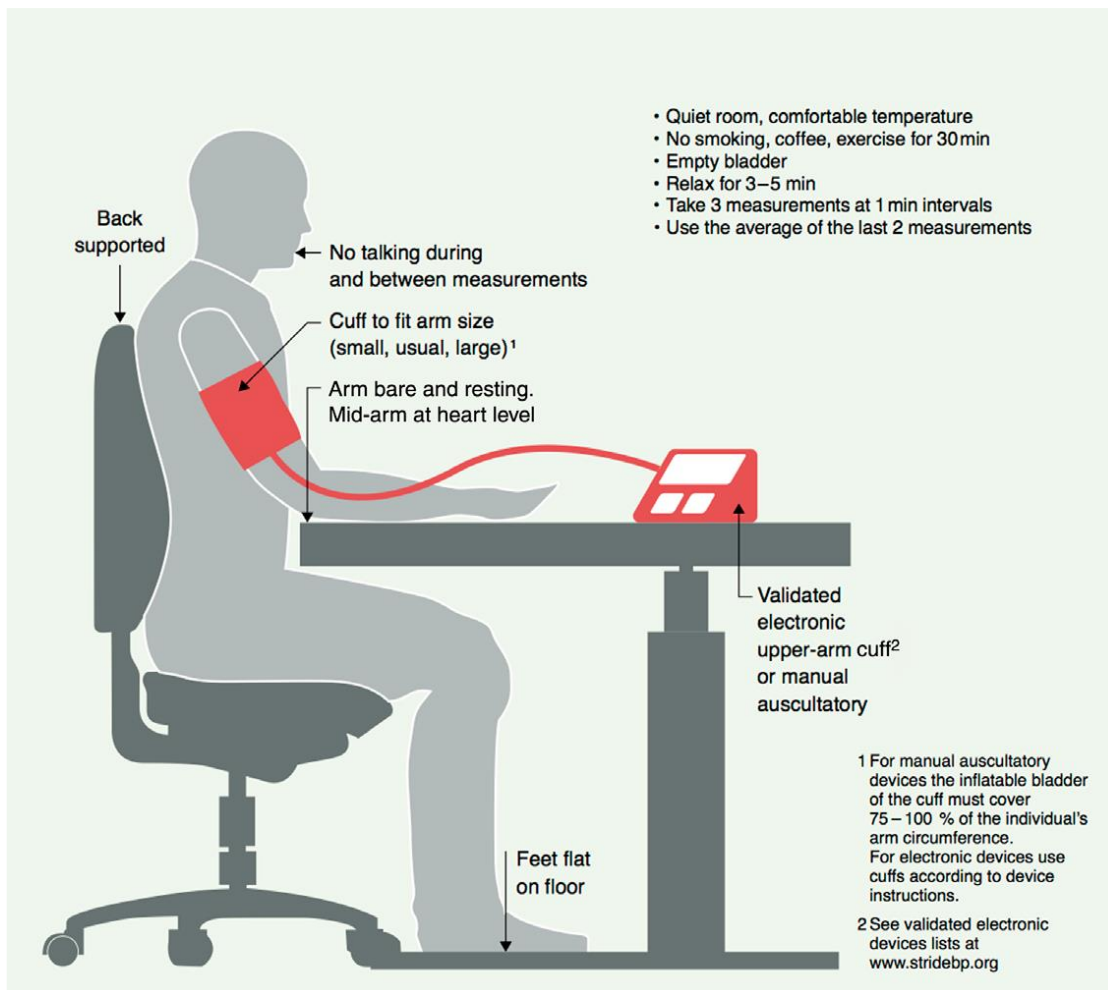


Schemat 1. Diagnostyka w zakresie ciśnienia tętniczego w warunkach gabinetowych  
 Zastosowane skróty: SCT – skurczowe ciśnienie tętnicze; RCT – rozkurczowe ciśnienie tętnicze; CT – ciśnienie tętnicze; mmHg – milimetry słupa rtęci; cc – centyle; r.ż. – rok życia; TOD – uszkodzenie narządowe (źródło: opracowanie własne, na podstawie wytycznych Europejskiego Towarzystwa Nadciśnienia Tętniczego z 2016 r.)

#### 1.4. Technika pomiaru ciśnienia tętniczego krwi u dzieci i młodzieży

Kluczowa dla zapewnienia wiarygodności uzyskanego wyniku jest technika pomiaru ciśnienia tętniczego, uwzględniająca sprzęt (skalibrowane, certyfikowane urządzenie, właściwie dobrany mankiety naramienny lub nadgarstkowy), położenie ręki względem ciała, przygotowanie pacjenta (zapewniony poziom komfortu, aktywności podjęte przed badaniem), powtórzenie pomiaru i inne. Przywołane wyżej zmienne ukazują, jak bardzo złożonym procesem jest pomiar ciśnienia tętniczego. Z tego powodu towarzystwa naukowe przygotowują i regularnie aktualizują wytyczne w tym właśnie zakresie. Zostały one w sposób przejrzysty i schematyczny przedstawione na str. 4 wytycznych ISH 2020 (rysunek 1).





Rys. 1. Grafika Międzynarodowego Towarzystwa Nadciśnienia Technicznego „Jak mierzyć ciśnienie tętnicze?” (źródło: 2020 International Society of Hypertension Global Hypertension Practice Guidelines, s. 4)

Powyższe zalecenia ISH 2020, rozszerzone o wytyczne PTNT 2019, zostały przedstawione w formie opisowej na rysunku 2 [29, 30].



#### WARUNKI PRZED ROZPOCZĘCIEM POMIARU

- cichy pokój
- komfortowa temperatura
- unikanie palenia papierosów, spożycia napojów z kofeiną, ćwiczeń fizycznych na 30 min. przed badaniem
- opróżniony pęcherz
- odpoczynek w pozycji siedzącej przez 3-5 minut
- badający nie rozmawia z badanym przed w trakcie i pomiędzy pomiarami

#### POZYCJA CIAŁA

- pozycja siedząca
- rozluźnione przedramię spoczywa na stole, na wysokości serca, łokieć oparty
- plecy oparte
- nogi nieskrzyżowane, stopy leżą płasko na podłodze



#### URZĄDZENIE

- zwalidowany automatyczny oscylometr lub urządzenie do metody osłuchowej
- odpowiednio dobrany mankiety

#### METODA POMIARU

- wykonać 3 pomiary z 1-minutową przerwą pomiędzy
- zmieniać kończyny podczas cyklu pomiarów
- w przypadku różnic pomiędzy wartościami CT między poszczególnymi pomiarami (> 10 mm Hg) –  
– przeprowadzić dodatkowe pomiary
- wyliczyć średnią z 2 i 3 pomiaru



Rys. 2. Ogólne zalecenia dotyczące wykonania prawidłowego pomiaru ciśnienia tętniczego, ze szczególnym uwzględnieniem pomiaru u dzieci i młodzieży (źródło: opracowanie własne, na podstawie zaleceń PTNT 2019 i ISH 2020; tło: <https://pixabay.com/pl>)

Warto pamiętać, że inne zasady pomiaru i oceny ciśnienia tętniczego zaleca się noworodkom i małym dzieciom, co opisano szerzej w wytycznych PTNT 2019 [32].

Wspomniany na rysunkach 1 i 2 dobór właściwego mankiety odgrywa istotną rolę w uzyskaniu wiarygodnego wyniku. Zbyt wąski mankiety powoduje uzyskanie wartości ciśnienia tętniczego wyższych nawet o 30% od wartości rzeczywistych, natomiast zbyt szeroki – uzyskanie wartości istotnie niższych [31]. Na rynku produktów medycznych mankiety dostępne są zwykle w trzech rozmiarach – S, M i L.

## 1.5. Epidemiologia nadciśnienia tętniczego

Nadciśnienie tętnicze (NT) dotyczy 1 na 3 dorosłych na świecie. W Polsce, w oparciu o badanie WOBASZ II (lata 2013-2014), oszacowano, że nadciśnienie tętnicze dotyczy ponad 12,5 mln Polaków po 19 r.ż., co stanowi 42,7% populacji we wskazanej grupie wiekowej. Odsetek ten wzrósł o 12% w ciągu dekady, tj. w stosunku do wyników otrzymanych w pierwszym badaniu WOBASZ [33]. Ponadto w kontekście zwiększającej się średniej wieku Polaków, średnie ciśnienie tętnicze wzrasta wraz z wiekiem i w grupie osób 60+ osiąga wartości nadciśnienia aż u 60% osób [38]. Łączny odsetek chorych w Polsce, z uwzględnieniem dzieci, młodzieży i dorosłych, wynosi 46%, czyli powyżej średniej europejskiej [34]. Z tego względu zmniejszenie częstości występowania nadciśnienia tętniczego uznano za istotny cel działań w obszarze zdrowia publicznego i medycyny klinicznej [35].

Częstość występowania nadciśnienia tętniczego u dzieci i młodzieży waha się między 2% a 4% w populacji amerykańskiej (w zależności od badań) i między 2% a 5% w Europie [42]. Warto w tym miejscu wspomnieć, że odsetek dzieci z nadciśnieniem tętniczym ocenianym przy pomocy siatek centylowych, dla danej populacji powinien wynosić 5%. Wynika to z rozkładu normalnego, zgodnie z którym siatki są ustalane. Oznacza to, że w przedziale średniego odchylenia standardowego  $\pm 2$  odchylenia mieści się 90% badanych. Bywa jednak, że naukowcy używają siatek centylowych nieprzystających do danej populacji bądź używają technik mieszanych, tj. centyli i mmHg. W celu obiektywizacji rozkładu ciśnienia tętniczego krwi u dzieci i młodzieży w różnych krajach należałoby przyjąć jedną metodę unifikacyjną lub wartości bezpośrednio podane w mmHg.

Nadciśnienie dotyczy głównie populacji osób dorosłych, jednak to nawyki kształtowane w dzieciństwie mają kluczowy wpływ na jego rozwój [36, 37]. Dzieci i młodzież, podobnie jak i dorośli, diagnozowani mogą być pod kątem dwóch typów nadciśnienia tętniczego, tj. pierwotnego i wtórnego. Pierwotne nadciśnienie tętnicze (ang. *primary/essential hypertension*) występuje u ok. 2% dzieci i młodzieży w wieku 6-17 lat, głównie u dzieci i młodzieży po 12 r.ż. [39]. Towarzyszy mu zaburzenie masy ciała wraz z otyłością trzewną oraz zaburzeniami charakterystycznymi dla zespołu metabolicznego [40]. W literaturze przyczynę pierwotnego nadciśnienia tętniczego wciąż uważa się za niewystarczająco zdefiniowaną. W celu określenia etiologii i czynników

ryzyka choroby bada się wpływ narażenia genetycznego i środowiskowego [41]. Drugim typem nadciśnienia jest wtórne nadciśnienie tętnicze (ang. *secondary hypertension*). Podstawową przyczyną jego występowania jest zaburzenie funkcji nerek. Według danych PTNT 2019 występowanie nadciśnienia tętniczego pierwotnego i wtórnego w populacji dzieci i młodzieży rozkłada się mniej więcej po połowie, natomiast w wytycznych ESH 2016 oraz w wytycznych AAP 2017 wskazywano pierwotne nadciśnienie tętnicze jako diagnozę dominującą. Rozróżnienie tych dwóch typów nadciśnienia wymaga pogłębionych badań diagnostycznych, z którymi zapoznać można się we wspomnianych wytycznych.

### **1.6. Korelaty nadciśnienia tętniczego a pomiary antropometryczne**

U osób dorosłych poziom ciśnienia tętniczego ściśle koreluje z wartościami podstawowych pomiarów antropometrycznych, jakimi są masa i wysokość ciała. Badanie opublikowane na łamach „The Lancet”, obejmujące blisko 900 000 osób w wieku 15-89 lat z Europy Zachodniej i Północnej Ameryki, wykazało niemal linearną dodatnią korelację indeksu masy ciała (ang. *body mass index*; BMI) ze skurczowym i rozkurczowym ciśnieniem tętniczym (dalej: SCT i RCT). Każde dodatkowe 5 kg/m<sup>2</sup> związane było z poziomem SCT wyższym o ok. 5,5 mmHg (5,8 mmHg u mężczyzn i 5,2 mmHg u kobiet) oraz z wyższym poziomem RCT o ok. 4 mmHg (4,9 mmHg u mężczyzn, 3,3 mmHg u kobiet). W przytoczonym badaniu wykazano również, że śmiertelność u osób z nadciśnieniem tętniczym była najniższa wśród tych, u których BMI utrzymywało się na poziomie 22,5-25 kg/m<sup>2</sup> (wartość prawidłowa BMI wynosi 18,5-24,99) [44].

W badaniach wskazuje się również na istotną korelację ciśnienia tętniczego z obwodem talii (ang. *waist circumference*; OT/WC) [43]. Chociaż optymalny poziom masy ciała jest wciąż przedmiotem dyskusji naukowych, utrzymanie prawidłowej masy ciała (BMI ok. 20-25 kg/m<sup>2</sup> u osób < 60 lat; wyżej u starszych pacjentów) i obwodu talii (< 94 cm dla mężczyzn i < 80 cm dla kobiet) zalecane jest w celu obniżenia ryzyka nadciśnienia tętniczego. Utrata masy ciała, osiągnięta poprzez zmiany w sposobie odżywiania i zwiększenie aktywności fizycznej, może wpłynąć na lepszą jakość leczenia u osób dorosłych z nadciśnieniem tętniczym bądź na zmniejszenie ryzyka chorób sercowo-naczyniowych u osób bez nadciśnienia [45].

## 1.7. Nadciśnienie tętnicze u dzieci i młodzieży z nadmiarem masy ciała

### 1.7.1. Definiowanie nadmiaru masy ciała u dzieci i młodzieży

Światowa Organizacja Zdrowia (ang. *World Health Organization*; WHO) definiuje otyłość jako „stan nieprawidłowego lub nadmiernego gromadzenia się tkanki tłuszczowej w stopniu, w jakim może dojść do pogorszenia stanu zdrowia”. Jest to jednocześnie ogólna i kompletna definicja [46]. Średni odsetek otyłości wśród dzieci i młodzieży w Europie wynosi ok. 5% i nie zmienił się znacząco przez ostatnie 5 lat. Analizując dane z całego świata, zauważyć można jednak, że choć średnia nie ulega zmianie, to zmieniają się wartości w poszczególnych krajach, niejednokrotnie na niekorzyść krajów uboższych i słabiej rozwiniętych [47, 48]. Między 1980 r. a 2015 r. w 70 krajach odsetek osób z otyłością podwoił się. W niektórych z nich wzrost diagnozowanej otyłości wśród dzieci i młodzieży był nawet większy niż u osób dorosłych [49]. Statystyki wyraźnie wskazują na pilną potrzebę interwencji. Przyrost masy ciała obserwowany w dziecięcej populacji światowej i europejskiej wciąż postępuje. Tendencję tę obserwuje się również wśród polskich dzieci, jednak badania w tej populacji są niejednoznaczne (brak aktualnych, szeroko zakrojonych badań populacyjnych).

W badaniach europejskich wskaźnikiem najczęściej stosowanym do określania prawidłowości masy ciała u dzieci i młodzieży oraz diagnozowania odstępstw od normy jest indeks masy ciała BMI, tj. stosunek masy do wysokości ciała dziecka. U dzieci i młodzieży BMI podaje się w centylach. Do oceny prawidłowości ciśnienia tętniczego stosuje się analogicznie centyle ciśnienia tętniczego, ukazujące relację między poziomem ciśnienia tętniczego krwi dziecka a wysokością ciała, wiekiem i płcią. Z perspektywy uzyskania wiarygodnych wyników zasadne jest, aby wyliczane centyle BMI i ciśnienia tętniczego wystandaryzowane były do konkretnej populacji. To bowiem właśnie pozytywna korelacja BMI ciśnieniem tętniczym wykazywana jest najczęściej w badaniach nad ciśnieniem tętniczym prowadzonych w grupie dzieci i młodzieży.

Kategorie masy ciała (zwane też punktami odcięcia) oparte są na standardach WHO, standardach Międzynarodowego Zespołu Roboczego ds. Otyłości (ang. *International Obesity Task Force*; IOTF), zwanych też metodą Cole'a, lub standardach Centrum Kontroli i Zapobiegania Chorób (ang. *Center for Disease Control and Prevention*; CDC) [50, 51, 52]. Przytoczone standardy powstawały

w kolejności wymieniania, tj. w latach 1995 (WHO), 2000 (CDC) i 2002 (IOTF). Najczęściej stosowanymi w populacji europejskiej są standardy CDC i IOTF. Występuje między nimi niewielka różnica w odsetku diagnozowanej otyłości (na poziomie 1%, w zależności od populacji). Większa różnica obserwowana jest w przypadku dzieci do 5 r.ż., mniejsza u dzieci starszych i nastolatków [53, 54]. W Polsce powszechnie stosowana metoda oceny masy ciała jest oparta na standardach IOTF. Na ich podstawie skonstruowano też siatki centylowe dla populacji polskiej [55].

Choć odsetek dzieci i młodzieży w danej populacji różni się w zależności od przyjętych standardów, istnieją badania, w których podjęto zadanie unifikacji tych wartości [56]. Uzyskano wyniki wskazujące na istotne różnice w liczebności dzieci w poszczególnych kategoriach BMI w zależności od regionu zamieszkania. Wykazano, że rozpowszechnienie nadwagi i otyłości wśród dzieci do 10 r.ż. w krajach południowej Europy wynosi ponad 40%, zaś w krajach północnej Europy – 10%. Ponadto populacje dzieci z krajów o niskim dochodzie lub niskim poziomie edukacji charakteryzował najwyższy odsetek otyłości. Zaobserwowano również, że zmiana metody kategoryzacji w oparciu o centyle BMI w niektórych przypadkach odwracała uzyskany wynik, np. w kwestii przewagi nadwagi u chłopców w stosunku do nadwagi u dziewcząt i odwrotnie. W związku z tym istotne jest uwzględnienie różnic w przyjętych standardach kwalifikacji podczas porównywania badań przeprowadzonych w różnych populacjach. Warto mieć na uwadze, że wskaźnik, jakim jest indeks masy ciała ma swoje ograniczenia. Niektóre publikacje sugerują wręcz, że powinien być traktowany jako pośredni wyznacznik otyłości [57]. Nie uwzględnia on bowiem składu ciała, przede wszystkim proporcji między poziomem tkanki mięśniowej a tkanki tłuszczowej oraz rozkładu tkanki tłuszczowej w organizmie. Choć w oczywisty sposób koreluje z tkanką tłuszczową, zdarza się, że pacjenci, u których BMI wskazuje na otyłość nie wykazują charakterystycznego nadmiaru tkanki tłuszczowej oraz cech zaburzeń metabolicznych. Z tego powodu Europejskie Towarzystwo Badań nad Otyłością (ang. *European Association for the Study of Obesity*; EASO) przestrzega przed bezkrytycznym stosowaniem BMI w diagnostyce otyłości oraz zaleca wykonywanie dodatkowych pomiarów i badań uzupełniających [57].

Innym powszechnie stosowanym wskaźnikiem masy ciała, przede wszystkim w kontekście otyłości brzusznej, jest obwód talii. Obok BMI to jeden z istotniejszych czynników ryzyka wystąpienia nieprawidłowych wartości ciśnienia tętniczego u dzieci

[58, 59]. Określa on rozkład tkanki tłuszczowej i jest istotnym parametrem służącym ocenie stanu zdrowia. BMI jest ogólnym wskaźnikiem nadmiaru masy ciała, ale to obwód talii wskazuje na otyłość trzewną, która wg. badań koreluje i determinuje regresję uszkodzenia narządowego [60, 61]. Znaczenie i wpływ dystrybucji tkanki tłuszczowej u dzieci i młodzieży wciąż są badane. Dla obwodu talii opracowane zostały ponadto polskie siatki centylowe w oparciu o badanie OLAF [25].

### 1.7.2. Korelacje między nadciśnieniem a otyłością

W przypadku dzieci i młodzieży wysokie wartości ciśnienia tętniczego korelują przede wszystkim z nadmiarem masy ciała. Podwyższone ryzyko wczesnej niewydolności serca obserwuje się już przy górnej granicy prawidłowej masy ciała, a zwiększa się ono niemal 10-krotnie w najwyższych kategoriach [62]. W badaniu G. Twig i wsp. BMI osób w okresie dojrzewania, mieszczące się w przedziale 50.-74. centyla (w granicach prawidłowej masy ciała), wiązało się ze zwiększoną śmiertelnością z przyczyn sercowo-naczyniowych i innych w przeciągu 40 lat obserwacji [63]. Biorąc pod uwagę trwającą tzw. epidemię otyłości na świecie, niewydolność układu sercowo-naczyniowego u młodych osób staje się istotnym problemem zdrowotnym. Szybki przyrost BMI w wieku 8-13 lat wiąże się ze zwiększonym ryzykiem zgonu z powodu chorób sercowo-naczyniowych w dorosłości. Dzieci i młodzież z nadmiernym przyrostem masy ciała wymagają dlatego szczególnej opieki i obserwacji oraz podjęcia systematycznych działań o udowodnionej skuteczności, ukierunkowanych na redukcję masy ciała, aby zapewnić im lepsze zdrowie w wieku dorosłym [64]. Redukcja masy ciała prowadzi bowiem do redukcji ciśnienia tętniczego krwi. Redukcja ciśnienia tętniczego prowadzi natomiast bezpośrednio do obniżenia ryzyka sercowo-naczyniowego [65]. Dlatego dążenie do przywrócenia prawidłowej masy ciała poprzez wprowadzenie zmian w stylu życia wskazywane jest jako podstawowy cel w leczeniu nadciśnienia tętniczego krwi u dzieci i młodzieży. W przypadku konieczności włączenia leczenia farmakologicznego zmiana stylu życia wciąż odgrywa kluczową rolę w osiągnięciu sukcesu terapeutycznego, rozumianego jako redukcja czynników ryzyka chorób sercowo-naczyniowych [66]. Nawyki zdrowotne kształtowane w dzieciństwie i okresie adolescencji mają istotny wpływ na stan zdrowia w późniejszym etapie życia [36, 37]. Podwyższone wartości czynników ryzyka chorób sercowo-naczyniowych u osób otyłych

w młodości przekładają się na stan zdrowia w wieku dorosłym [67]. Metaanaliza C. B. Turer i wsp. oparta na licznych badaniach kohortowych wykazała pozytywną korelację między występowaniem nadciśnienia, chorób sercowo-naczyniowych i cukrzycy typu 2. w dorosłości a nadwagą i otyłością w dzieciństwie [68, 69]. Ponadto im wcześniej na etapie rozwojowym dziecka pojawi się nadwaga lub otyłość, tym prawdopodobieństwo wystąpienia nadciśnienia po osiągnięciu przez nie dorosłości wzrasta. Przykładowo nadwaga lub otyłość w wieku 7-11 lat wiąże się z wyższym ryzykiem nadciśnienia, niż w sytuacji, gdy pojawi się w wieku 12 lat i więcej (OR = 1,76 i OR = 1,29) [70, 71].

Wśród młodzieży w różnych kategoriach masy ciała występują istotne różnice w odnotowywanym odsetku diagnozowanego nadciśnienia. Różnica między młodzieżą z prawidłową masą ciała a młodzieżą z nadwagą może być nawet pięciokrotna, a między młodzieżą z prawidłową masą ciała a młodzieżą z otyłością – dwudziestokrotna [72]. Zaobserwowano również, że w populacji ogólnej młodzieży częstość występowania nadciśnienia tętniczego zwiększa się o 0,4-0,6/100 osób (w zależności od badania) z każdym kolejnym rokiem życia, a w przypadku młodzieży z wysokim prawidłowym ciśnieniem tętniczym – nawet o 1,1/100 osób [73, 74].

U dzieci o podobnym BMI i różnych poziomach obwodu talii średnie ciśnienie tętnicze jest wyższe u tych z wyższym OT [75, 76]. Ostatnie badania wskazują, że u dzieci z BMI w normie, a o podwyższonym OT istnieje wyższe o ponad 50% prawdopodobieństwo wystąpienia nieprawidłowych wartości ciśnienia tętniczego krwi [75, 77, 78]. Zasadne wydaje się więc pytanie, który z parametrów – BMI czy obwód talii – ma większy wpływ na poziom ciśnienia tętniczego krwi u dzieci i młodzieży z nadmiarem masy ciała.

W przypadku dzieci rasy białej, zwanej też kaukaską (ang. *non-Hispanic White*), obserwuje się mniejszą częstość występowania nadciśnienia tętniczego w porównaniu do dzieci rasy czarnej (ang. *non-Hispanic Black*). Obserwacja ta dotyczy przede wszystkim chłopców i nie jest powiązana z wyższym odsetkiem osób z niską masą urodzeniową i otyłością wśród dzieci rasy czarnej [79]. Inne badania wskazują natomiast, że dzieci rasy czarnej z pierwotnym nadciśnieniem tętniczym są częściej narażone na choroby sercowo-naczyniowe w porównaniu z dziećmi z pozostałych grup etnicznych [80, 81]. Otyłość u dzieci i młodzieży wiąże się z rozwojem czynników ryzyka sercowo-naczyniowego, w tym cukrzycy typu 2., nadciśnienia tętniczego, dyslipidemii i zespołu



metabolicznego. Dorośli i młodzież z cukrzycą typu 2. istotnie predysponują do wysokich wartości ciśnienia tętniczego, szczególnie przy słabej kontroli glikemii. Zależność ta dotyczy w większym stopniu mężczyzn niż kobiet [82]. Wysoki poziom ciśnienia tętniczego obserwowany jest u 2 na 3 chorych i koreluje z nieprawidłowymi wynikami glikemii. U osób z kontrolowaną cukrzycą ryzyko sercowo-naczyniowe zbliżone jest do osób z nadciśnieniem [83]. Cukrzyca wskazywana jest jako istotny predyktor nadciśnienia tętniczego krwi. U osób z nadciśnieniem tętniczym i cukrzycą (niezależnie) obserwowany jest wspólny fenotyp zespołu metabolicznego, tj. hiperinsulinemia, dyslipidemia, wysokie BMI, obwód talii, ciśnienie tętnicze i tętno. Nadciśnienie tętnicze i cukrzyca wpływają na siebie wzajemnie, a insulinooporność obserwuje się w obu jednostkach chorobowych [84]. Powyższe twierdzenia wciąż jednak są przedmiotem badań.

Do 29% dzieci i młodzieży z cukrzycą typu 1. oraz do 15% z cukrzycą typu 2. ma zbyt wysokie wartości ciśnienia tętniczego [85]. BMI w górnej granicy normy w okresie dojrzewania stanowi istotny czynnik ryzyka wystąpienia zaburzeń związanych z otyłością w wieku dorosłym. Chociaż ryzyko cukrzycy wiąże się głównie z jednorazową diagnozą w zakresie nieprawidłowej, wysokiej masy ciała, to ryzyko choroby niedokrwiennej serca związane jest z podwyższonym, ale niekoniecznie nieprawidłowym BMI. Ma to miejsce zarówno w wieku młodzieńczym, jak i dorosłym. Procesy powodujące incydent choroby wieńcowej rozwijają się bowiem w czasie [86]. Na wystąpienie cukrzycy typu 2. i, w mniejszym stopniu, choroby wieńcowej może wpływać nadwaga pojawiająca się na wszystkich etapach życia. Ryzyko nadciśnienia tętniczego jest natomiast silnie związane z nadmiarem masy ciała w wieku dorosłym [87]. Pierwotne nadciśnienie tętnicze, będące powikłaniem otyłości, niesie za sobą wymierne konsekwencje zdrowotne, w tym obniżenie potencjału rozwojowego. U dzieci i młodzieży z nadciśnieniem obserwuje się gorszą pamięć, koncentrację oraz osłabione funkcje wykonawcze (umiejętności niezbędne do kontrolowania zachowania oraz tworzenia, podtrzymywania, ewaluacji i realizowania działań) niż u dzieci i młodzieży z prawidłowym poziomem ciśnienia tętniczego [88, 89].

W przypadku otyłości dzieci i młodzieży preferowaną i zwykle wystarczającą metodą leczenia jest metoda niefarmakologiczna. Podobnie metody stosowane są w przypadku podwyższonego poziomu ciśnienia tętniczego krwi.

## **1.8. Niefarmakologiczne metody leczenia nadciśnienia tętniczego u dzieci i młodzieży**

Celem leczenia nadciśnienia tętniczego u dzieci i młodzieży jest obniżenie ryzyka wystąpienia powikłań sercowo-naczyniowych w dorosłości. Leczenie obejmuje metody farmakologiczne i niefarmakologiczne oraz ich połączenie. Niefarmakologiczne metody leczenia nadciśnienia tętniczego stosowane są zarówno w nadciśnieniu pierwotnym, jak i wtórnym, a także powinny być elementem towarzyszącym leczeniu farmakologicznemu.

Uważa się, że to nie redukcja ciśnienia tętniczego krwi, a redukcja objętości tkanki tłuszczowej przyczynia się do zmniejszenia ryzyka sercowo-naczyniowego u dzieci i młodzieży z pierwotnym nadciśnieniem tętniczym. Zgodnie z rekomendacjami PTNT 2019 postępowanie w przypadku nadciśnienia pierwotnego u dzieci powinno opierać się na zmianie sposobu żywienia i zwiększeniu poziomu aktywności fizycznej. Zalecany wysiłek powinien charakteryzować się umiarkowaną lub wysoką intensywnością i być podejmowany codziennie przez 60-90 min. Zmiana sposobu żywienia powinna opierać się na zaleceniach dietetycznych stosowanych u dzieci i młodzieży z nadmiarem masy ciała [90]. Efekty leczenia ocenia się na podstawie pomiaru ciśnienia tętniczego oraz pomiarów antropometrycznych – obwodu talii oraz stosunku masy do wysokości ciała. Rekomendacje dotyczące leczenia podwyższonego (wysokiego prawidłowego) ciśnienia tętniczego są zasadniczo tożsame z zaleceniami dotyczącymi leczenia dzieci z nadmiarem masy ciała. Leczenie farmakologiczne nadciśnienia tętniczego 1. stopnia należy zaś rozpocząć dopiero przy bezskutecznym leczeniu behawioralnym podejmowanym przez 3-6 miesięcy. W przypadku nadciśnienia 2. stopnia lub uszkodzenia narządowego zaleca się natychmiastowe włączenie farmakoterapii [90].

Praktyczne uzupełnienie do polskich wytycznych w zakresie leczenia niefarmakologicznego odnaleźć można w wytycznych ESH 2016, gdzie w rekomendacjach ogólnych wskazano na konieczność dostosowania zmian w diecie i aktywności fizycznej do potrzeb i możliwości rodziny dziecka z nadwagą lub otyłością oraz inicjowania działań mobilizujących całą rodzinę do podjęcia wspólnego wysiłku we wprowadzeniu zaleceń do codziennego życia. Eksperti ESH wskazali również na potrzebę przekazania rodzinie materiałów edukacyjnych oraz wprowadzenia prozdrowotnego systemu nagród. W wytycznych podjęto również kwestię typu

i częstotliwości aktywności fizycznej oraz priorytetów w modyfikacji diety (redukcja spożycia cukrów prostych i napojów słodzonych, nasyconych kwasów tłuszczowych i soli oraz wprowadzenie w ich miejsce większej ilości warzyw, owoców i produktów zbożowych) [91].

Tematyka związana z wpływem niewłaściwej diety oraz niewystarczającej aktywności fizycznej na podwyższenie wartości ciśnienia tętniczego i leczenie niefarmakologiczne stanowią również istotny element wytycznych AAP 2017 [92]. Szeroko opisano w nich potrzebę włączenia oceny zachowań żywieniowych, aktywności fizycznej, a także kondycji psychospołecznej dziecka w proces diagnostyczny. Szczególną uwagę poświęcono diecie stosowanej w leczeniu i zapobieganiu nadciśnienia (ang. *Dietary Approaches to Stop Hypertension*; DASH). Skuteczność tej diety wykazano w licznych badaniach [93, 94]. W zaleceniach AAP, poza dowodami efektywności diety, opisano również podstawowe zasady jej wdrażania.

Zarówno polskie, europejskie, jak i amerykańskie wytyczne są zgodne w kwestii korzyści płynących ze zmiany stylu życia oraz uwzględniają rolę zwiększenia aktywności fizycznej. Zaznaczają również, że warto rozszerzać i aktualizować wiedzę w tym zakresie. Przystępne i bieżące zalecenia zamieścili również eksperci WHO w wytycznych z 2020 r. w zakresie aktywności fizycznej i siedzącego trybu życia dla dzieci i młodzieży w wieku 5-17 lat. Według nich aktywność fizyczna o charakterze umiarkowanym lub intensywnym (skala wysiłku 3/5, głównie ćwiczenia aerobowe) powinna być podejmowana przez średnio 60 minut dziennie, codziennie. Ćwiczenia o wysokiej intensywności (skala wysiłku 4-5/5, głównie aerobowe i wzmacniające siłę mięśni i układu szkieletowego) powinny być wykonywane 3 razy w tygodniu. Ponieważ optymalna tygodniowa ilość wysiłku może wydawać się nieosiągalnym celem, zaleca się podejmowanie jakiegokolwiek aktywności fizycznej i stopniowe zwiększanie jest częstości i intensywności [95, 96]. Powyższe zalecenia przedstawia grafika przygotowana przez ekspertów WHO (rysunek 4).



Rys. 3. Zalecenia Światowej Organizacji Zdrowia dotyczące częstotliwości i intensywności aktywności fizycznej u dzieci i młodzieży (źródło: *World Health Organization: WHO guidelines on physical activity and sedentary behaviour: at a glance, 2020*, <https://www.who.int/publications/i/item/9789240014886>)

W długofalowym badaniu mieszkańców Szwecji, obejmującym ponad 1 mln uczestników, wykazano wpływ nadmiaru masy ciała (przede wszystkim otyłości brzusznej) oraz niskiej siły mięśniowej w dzieciństwie na rozwój chorób sercowo-naczyniowych [97]. Uczestnicy badania o zbliżonym BMI, ale większej sile mięśniowej, wykazywali niższe ryzyko rozwoju chorób w stosunku do uczestników o mniejszej sile mięśniowej. Ponadto niska wydolność tlenowa oraz niska siła mięśni, będące bezpośrednią konsekwencją niewystarczającej aktywności fizycznej, mają synergistyczny wpływ na ryzyko rozwoju chorób sercowo-naczyniowych [98]. Nawet niewielka, ale regularna aktywność fizyczna powoduje obniżenie ciśnienia tętniczego krwi [99]. Podobnie już nawet niewielkie zmiany żywieniowe mają wymierny korzystny wpływ na poziom ciśnienia tętniczego. Dzienny wzrost spożycia soli o 1 g wiązał się w jednym z badań ze wzrostem ciśnienia tętniczego u młodzieży o 0,2 mmHg. W innym badaniu zmniejszenie spożycia soli o 42% (ok. 3 g dziennie) prowadziło do obniżenia poziomu skurczowego ciśnienia tętniczego o 1,2 mmHg [100].

Przedmiotem osobnych badań są miejsce, źródło, forma i częstotliwość przekazywania informacji prozdrowotnych pacjentowi i jego rodzinie. Według badań jednokrotna porada w zakresie diety i aktywności fizycznej jest zwykle niewystarczająca i nie przynosi oczekiwanych długofalowych efektów [101]. Interesującym przykładem są wyniki badania pn. „TODAY”, gdzie częstość występowania nadciśnienia tętniczego u młodzieży z cukrzycą typu 2. wzrastała wraz z czasem trwania choroby (obserwacja na przestrzeni 4 lat), pomimo leczenia przeciwcukrzycowego i standaryzowanego jednokrotnego poradnictwa w zakresie zmian dietetycznych, zapewnianego w momencie

rozpoczęcia programu. Program obejmował młodzież w wieku 10-17 lat obojga płci, chorujących na cukrzycę typu 2. przez okres krótszy niż 2 lata, z BMI  $\geq$  85. cc [82]. Na początku badania częstość diagnozowanego nadciśnienia w grupie wynosiła 11,6%, na końcu zaś – 33,8%. W innym badaniu, uwzględniającym efekty jednokrotnej 20-minutowej porady dietetycznej w klinice leczenia otyłości dziecięcej, udzielonej młodzieży z otyłością i ich opiekunom, ciśnienie tętnicze nie uległo znaczącym zmianom w pomiarze gabinetowym wykonanym po okresie roku, natomiast w pomiarze 24-godzinnym odnotowano niewielki spadek z-score CT [102]. Za przyczynę niepowodzeń w tego typu programach uznaje się brak lub niewielki wpływ na najbliższe otoczenie dziecka (dom, szkoła, placówka podstawowej opieki zdrowotnej) [103, 104, 105]. W badaniach potwierdza się również teoria zmiany nawyków, których utrwalenie wymaga angażowania powtarzalnych, różnorodnych bodźców dostarczanych regularnie przez dłuższy czas, do momentu zautomatyzowania [106, 107]. Największy wpływ na sukces w redukcji nadmiaru masy ciała wydaje się mieć trwałe połączenie programów ukierunkowanych na zmianę sposobu żywienia i zwiększenie aktywności fizycznej, uwzględniające rolę środowiska szkolnego, rodzinnego i lokalnych społeczności. Metodę tę w praktyce stosuje się rzadko, a programy koncentrują się zwykle na wybranym aspekcie/grupie oddziaływania.

Interesującej analizy rezultatów programu zdrowotnego pod kątem farmakoekonomicznym dokonał zespół E. Bandurskiej. Wskazano, że koszt przywrócenia prawidłowej masy ciała u jednego dziecka z nadwagą wynosi niecałe 27 758 zł. Jednak jako sukces można również przyjąć utrzymanie uczestnika programu w kategorii nadwagi, powstrzymując jej rozwój w otyłość [108]. Szacowany roczny koszt leczenia chorego na otyłość wynosi natomiast 17 890 zł, co w skali dziesięcioletniego okresu leczenia daje kwotę niemal 180 000 zł. Realizacja programów zdrowotnych ukierunkowanych na redukcję masy ciała niesie za sobą więc nie tylko korzyści zdrowotne, ale i ekonomiczne.

## **1.9. Kontekstowe założenia programu redukcji nadmiaru masy ciała u dzieci i młodzieży**

Program „6-10-14 dla Zdrowia” jest programem polityki zdrowotnej, którego podstawowym zadaniem jest zidentyfikowanie zaburzeń zdrowotnych u dzieci i młodzieży, a następnie podjęcie kierunkowych interwencji nefarmakologicznych. Program posiada część przesiewową, realizowaną w ośrodkach promocji zdrowia, szkołach podstawowych i gimnazjalnych, w grupach dzieci w wieku 6, 9-11 i 14 lat, a od 2021 r. również wśród 18-latków. Badania ukierunkowane są na identyfikację nadmiaru masy ciała, nieprawidłowego ciśnienia tętniczego, wad postawy, wad wzroku, niskiej wydolności fizycznej. Drugą część programu stanowi część specjalistyczna realizowana w warunkach gabinetowych. Opiekunowie, poza wyrażeniem zgody na udział w części przesiewowej, mają również możliwość samodzielnego zgłoszenia dziecka do części specjalistycznej w dowolnym momencie, o ile wiek dziecka mieści się w przedziale 6-14 lat. Podstawowym kryterium zdrowotnym włączenia do części specjalistycznej od 2014 r. jest BMI na poziomie  $\geq 90$ . cc. W latach 2011-2013 kryterium określone było na poziomie BMI  $\geq 85$ . cc. Wszystkim uczestnikom programu i ich opiekunom zaoferowano 12-miesięczny cykl zintegrowanych interwencji, obejmujących poradnictwo medyczne, dietetyczne i psychologiczne oraz poradnictwo w zakresie aktywności fizycznej. Pierwsza interwencja oraz kolejne, odbywające się 3, 6 i 12 miesięcy po niej, miały każdorazowo formę indywidualnych konsultacji z 4 specjalistami. Całość uzupełniały warsztaty edukacyjne dla rodziców i dzieci.

Pierwsza interwencja obejmowała kompleksowe badanie lekarskie, omówienie stanu zdrowia dziecka oraz konsultacje z dietetykiem, psychologiem i specjalistą aktywności fizycznej. Na podstawie konsultacji ze wszystkimi specjalistami zaangażowanymi w program opracowywano indywidualny plan postępowania prozdrowotnego

dla każdego uczestnika. Celem interwencji była modyfikacja diety, zwiększenie poziomu aktywności oraz poprawa zachowań prozdrowotnych uczestnika oraz członków jego rodziny. Przestrzeganie planu i osiągnięte wyniki były oceniane podczas spotkań kontrolnych ze specjalistami i stanowiły podstawę do opracowania i ewaluacji zindywidualizowanych planów na kolejnych spotkaniach. Szczegóły dotyczące protokołu badania można znaleźć w publikacji A. Szlagatys-Sidorkiewicz i wsp. [109].

Uczestnicy w ramach programu nie otrzymywali gotowych diet ani planów treningowych. Program nie oferował również zajęć sportowych. Zapewnione było wyłącznie nefarmakologiczne leczenie nadmiaru masy ciała. Uczestnicy, u których na podstawie wykonanych badań laboratoryjnych stwierdzono istotne zaburzenia metaboliczne, konsultowani byli przez diabetologa i/lub endokrynologa oraz w razie konieczności kierowani byli na diagnostykę pogłębianą i leczenie w ramach świadczeń gwarantowanych.

## **2. CZĘŚĆ BADAWCZA**

### **2.1. Cel pracy, hipoteza i problemy badawcze**

**Celem pracy** jest ocena wpływu zmian BMI i obwodu talii na zmiany ciśnienia tętniczego krwi u dzieci i młodzieży z nadmiarem masy ciała, biorących udział w interwencyjnym programie zdrowotnym.

**Hipoteza badawcza** przyjęta w niniejszej pracy zakłada istnienie różnic między wpływem zmiany BMI a wpływem zmiany obwodu talii na zmianę wartości ciśnienia tętniczego krwi u dzieci i młodzieży z nadmiarem masy ciała.

W pracy podjęto następujące **pytania badawcze**:

1. Jaka korelacja zachodzi między ciśnieniem tętniczym krwi a BMI i obwodem talii?
2. Redukcja którego z czynników – BMI czy obwodu talii – odgrywa większą rolę w redukcji poziomu ciśnienia tętniczego krwi?
3. Czy wpływ zmiany BMI i obwodu talii na zmianę ciśnienia tętniczego krwi zależy od płci i wieku?
4. Czy wpływ zmiany BMI i obwodu talii na zmianę ciśnienia tętniczego krwi zależy od czasu, przez jaki uczestnik brał udział w programie interwencyjnym?

### **2.2. Materiał i metody badawcze**

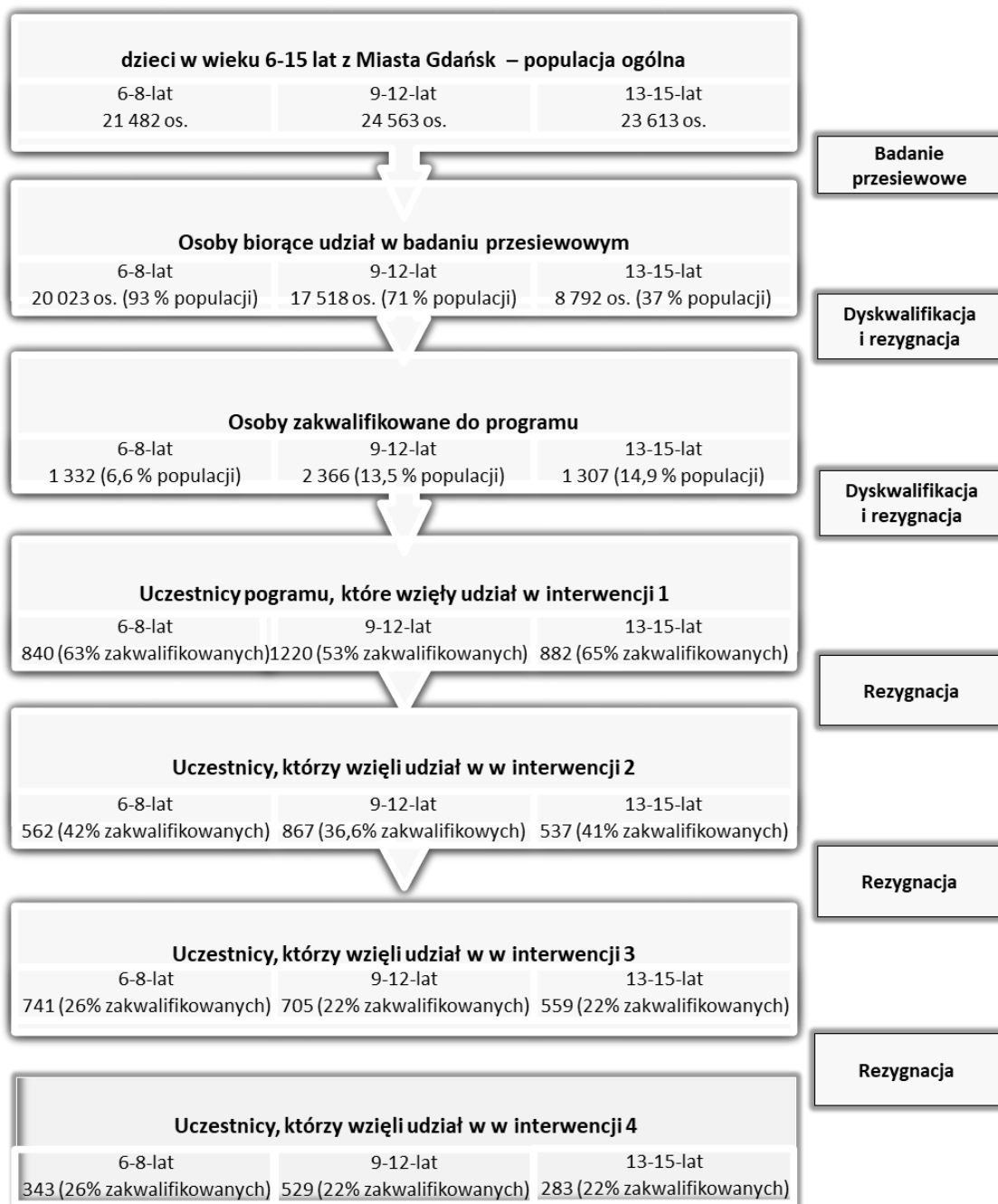
#### **2.2.1. Charakterystyka grupy**

Do badania włączeni zostali pacjenci biorący udział w programie zdrowotnym w zakresie prewencji i wczesnego wykrywania chorób cywilizacyjnych u dzieci i młodzieży „6-10-14 dla Zdrowia” (zwanego dalej Programem). Program ukierunkowany był na redukcję masy ciała u dzieci z nadwagą i otyłością, będących mieszkańcami Miasta Gdańsk lub uczęszczających do jednej ze szkół na terenie Miasta Gdańsk.



W badaniu przesiewowym, prowadzonym na terenie szkół od września 2011 r. do grudnia 2017 r., wzięło udział łącznie 46 333 osób w wieku 6-15 lat. U 5005 spośród nich (7,2%) stwierdzono BMI na poziomie  $\geq$  85. centyla w latach 2011-2013 i na poziomie  $\geq$  90. centyla w latach 2014-2017. Dzieci te wraz z opiekunami zostały zaproszone do części interwencyjnej Programu, prowadzonej w Uniwersyteckim Centrum Klinicznym, na którą składały się wizyty specjalistyczne, dalej zwane interwencjami. Podczas każdej interwencji uczestnik wraz z opiekunem konsultowany był w 4 gabinetach: lekarza pediatry, specjalisty aktywności fizycznej, dietetyka i psychologa. W ramach Programu stosowano wyłącznie nefarmakologiczne metody leczenia, ukierunkowane na redukcję nadmiaru masy ciała.

W pierwszej interwencji udział wzięło 2 958 osób (59% zakwalifikowanych, zwanych dalej uczestnikami). U 2 942 badanych (58,8% zakwalifikowanych), w tym 1412 dziewcząt i 1530 chłopców, dane metryczkowe i pomiary antropometryczne były prawidłowo wprowadzone do bazy. Uczestnicy ci zostali włączeni do dalszej analizy. W co najmniej 2. z 4. interwencji udział wzięło 1 965 uczestników, w tym 987 dziewcząt i 978 chłopców. W co najmniej 3. interwencjach udział wzięło 1751 uczestników, w tym 826 dziewcząt i 925 chłopców. Ostatecznie w całym programie (4. interwencje) udział wzięło 1155 osób, w tym 567 dziewcząt i 588 chłopców. Udział uczestnika w każdym etapie programu odbywał się za pisemną zgodą opiekuna prawnego, a w części specjalistycznej (interwencje) również w jego obecności. Powyższe informacje przedstawione zostały na schemacie 2.



Schemat 2. Liczebność poszczególnych grup wiekowych dzieci i młodzieży w populacji ogólnej Miasta Gdańsk w latach 2011-2017 oraz w poszczególnych etapach programu  
 Objasnienia: rezygnacja – rezygnacja z dalszego udziału w programie, przekazana przez opiekuna prawnego; dyskwalifikacja – dyskwalifikacja z dalszego etapu programu dokonana przez lekarza, w oparciu o ocenę BMI < 85. centyla masy ciała (źródło: opracowanie własne, na podstawie bazy danych programu)

Rozkład liczby uczestników podczas pierwszej interwencji z uwzględnieniem ich wieku i płci przedstawia tabela 2.

Tab. 2. Rozkład liczby uczestników podczas pierwszej interwencji;  
podział ze względu na wiek i płeć

<b>Podział wiekowy podczas interwencji 1</b>				
<b>Grupa wiekowa (lata)</b>	<b>6-8</b>	<b>9-12</b>	<b>13-16</b>	<b>łącznie</b>
<b>Chłopcy</b>	421	655	454	1530
<b>Dziewczęta</b>	419	565	428	1412
<b>Łącznie chłopcy i dziewczęta</b>	840	1220	882	2942

(źródło: opracowanie własne; na podstawie danych programu)

Dzieci i młodzież, u których w badaniu przesiewowym wykazano BMI poniżej 85. centyla nie były kwalifikowane do etapu specjalistycznego Programu. Podczas pierwszej interwencji w Programie u wszystkich uczestników wykonano m.in. pomiar masy ciała i wzrostu. Zgodnie z kategoriami masy ciała, oznaczonymi w oparciu o obliczony centyl BMI, prawidłową masę ciała stwierdzono u 527 uczestników, nadwagę – u 975, otyłość – u 1410, we wszystkich grupach wiekowych. Średnia wartość BMI w badanej grupie plasowała się na poziomie 93. centyla.

Pojawienie się podczas pierwszej interwencji uczestników o prawidłowej masie ciała, pomimo kwalifikacji do Programu od poziomu 85. centyla, wynika z błędów pomiarowych podczas badania przesiewowego lub ze zmiany masy ciała między badaniem przesiewowym a pierwszą interwencją. W przypadku stwierdzenia BMI poniżej 85. centyla podczas 1. interwencji uczestnicy co do zasady byli dyskwalifikowani z udziału w etapie specjalistycznym programu. Oznaczone kategorie masy ciała z podziałem na wiek i płeć uczestników przedstawia tabela 3.

Tab. 3. Kategorie masy ciała uczestników podczas pierwszej interwencji w Programie (w oparciu o BMI); podział ze względu na wiek i płeć

Kategoria masy ciała wg. BMI; interwencji 1									
	Prawidłowa m.c. (<85 cc)			Nadwaga (≥85;<95 cc)			Otyłość (>95 cc)		
	6-8	9-12	13-16	6-8	9-12	13-16	6-8	9-12	13-16
<b>Grupa wiekowa (lata)</b>	6-8	9-12	13-16	6-8	9-12	13-16	6-8	9-12	13-16
<b>Chłopcy</b>	69	145	80	119	275	139	233	235	235
<b>Dziewczęta</b>	46	104	83	123	222	127	250	269	188
<b>Łącznie chłopcy i dziewczęta</b>	115	249	163	242	497	266	483	504	423

Zastosowane skróty: m.c. – masa ciała; cc – centyle; BMI – body mass index (źródło: opracowanie własne, na podstawie danych programu)

Podczas pierwszej interwencji uczestników kategoryzowano również według obwodu talii, w oparciu o który prawidłową masę ciała miało 527 uczestników, nadwagę – 978, a otyłość – 1437. Średni obwód talii w badanej grupie plasował się na poziomie 95. centyla. Liczba uczestników, mieszczących się w poszczególnych kategoriach masy ciała określanych na podstawie obwodu talii, wskazana została w tabeli 4.

Tab. 4. Kategorie masy ciała uczestników podczas pierwszej interwencji w Programie; w oparciu o obwód talii; podział ze względu na wiek i płeć

Kategoria masy ciała wg. Obwodu talii; interwencja 1									
	Prawidłowy obwód (<85 cc)			Nadwaga (≥85;<95 cc)			Otyłość (>90cc)		
	6-8	9-12	13-15	6-8	9-12	13-1	6-8	9-12	13-15
<b>Grupa wiekowa (lat)</b>	6-8	9-12	13-15	6-8	9-12	13-1	6-8	9-12	13-15
<b>Chłopcy</b>	17	27	12	108	174	81	295	444	383
<b>Dziewczęta</b>	72	150	146	200	257	158	147	169	103
<b>Łącznie chłopcy i dziewczęta</b>	89	177	157	308	431	239	442	613	486

Zastosowane skróty: cc – centyle (źródło: opracowanie własne, na podstawie danych programu)

Podczas pierwszej interwencji dokonano u uczestników kategoryzacji ciśnienia tętniczego krwi. 1373 z nich (47%) miało nieprawidłowe wartości ciśnienia tętniczego krwi, w tym 549 (19%) wysokie prawidłowe, a 824 (28%) ciśnienie tętnicze o charakterze nadciśnienia tętniczego. Średnie ciśnienie tętnicze dla całej grupy plasowało się na poziomie 66,5. centyla. Podział uczestników ze względu na kategorię ciśnienia tętniczego przedstawia tabela 5.

Tab. 5. Kategorie ciśnienia tętniczego krwi u uczestników podczas pierwszej interwencji w programie; podział ze względu na wiek i płeć

Kategoria ciśnienia tętniczego; interwencja 1									
Grupa wiekowa	Prawidłowe CT (< 90 cc)			Podwyższone prawidłowe CT (≥90;<95 cc)			CT o charakterze nadciśnienia (>95 cc)		
	6-8	9-12	13-15	6-8	9-12	13-15	6-8	9-12	13-15
Chłopcy	253	358	193	65	79	43	103	208	218
Dziewczęta	248	321	163	57	52	57	114	202	178
Łącznie chłopcy i dziewczęta	501	679	371	122	131	97	217	410	414

Zastosowane skróty: CT – ciśnienie tętnicze krwi; cc – centyle (źródło: opracowanie własne, na podstawie danych programu)

### 2.2.2. Kryteria włączenia

Do analizy włączono dane uczestników, którzy wzięli udział w 1.-4. interwencjach oraz mieli wykonany i prawidłowo zapisany w dokumentacji pomiar ciśnienia tętniczego, BMI i obwodu talii oraz prawidłowo podany wiek i płeć (z wyjątkiem oczywistych błędów). Wskazane parametry antropometryczne oznaczane były podczas każdej interwencji. Wysokość ciała mierzona była certyfikowanym stadiometrem (dokładność – 0,5 mm). Masę ciała mierzono skalibrowanym aparatem do bioimpedancji Tanita BC 420 MA (precyzja – 0,1 kg). Obwód talii mierzono taśmą krawiecką (dokładność – 1 mm). Uczestnicy podczas wykonywania pomiarów antropometrycznych byli w białym i boso. Ciśnienie tętnicze krwi mierzono za pomocą zwalidowanego urządzenia oscylometrycznego (automatyczny ciśnieniomierz naramienny) OMRON M3 (precyzja – 0,5 mmHg), przy użyciu dedykowanego mankietu w jednym z trzech dostępnych rozmiarów (dobieranego do potrzeb uczestnika). Pomiar

ciśnienia tętniczego przebiegał zgodnie z aktualnymi wytycznymi Europejskiego Towarzystwa Nadciśnienia Tętniczego oraz aktualnymi polskimi wartościami referencyjnymi (wypracowanymi w ramach projektu OLAF 2010). W celu określenia kategorii ciśnienia tętniczego obliczano średnią z 2. i 3. pomiaru, a następnie wynik zamieniano na centyle ciśnienia tętniczego obliczane dla płci i wieku. Kategorie ciśnienia tętniczego krwi, masy ciała oraz obwodu talii obliczono zgodnie z aktualnymi polskimi wartościami referencyjnymi.

Przyjęto następujące kategorie ciśnienia tętniczego krwi:

- prawidłowe ciśnienie tętnicze, kiedy SCT i RCT < 90. centyla;
- wysokie prawidłowe ciśnienie tętnicze, kiedy SCT i/lub RCT  $\geq$  90. i < 95. centyla;
- nadciśnienie tętnicze, kiedy SCT i/lub RCT  $\geq$  95. centyla;

oraz następujące kategorie masy ciała dla BMI (zgodnie ze standardami IOTF):

- prawidłowa masa ciała, kiedy BMI < 85. centyla;
- nadwaga, kiedy BMI  $\geq$  85 i < 95. centyla;
- otyłość, kiedy BMI  $\geq$  95. centyla;

i następujące kategorie masy ciała dla obwodu talii:

- prawidłowa masa ciała, kiedy OT < 85. centyla;
- nadwaga, kiedy OT  $\geq$  85 i < 95. centyla;
- otyłość, kiedy OT  $\geq$  95. centyla.

Wszystkie pomiary zostały wykonane w gabinecie pediatrii podczas planowych interwencji w ramach Programu, w oparciu o standardowe procedury.

### 2.2.3. Metody badawcze

Niniejsze badanie ukierunkowane było na ocenę korelacji między zmianą parametrów antropometrycznych a zmianą ciśnienia tętniczego krwi i miało charakter epidemiologiczny, a nie kliniczny. Do analizy wykorzystano dane wtórne, pozyskane z bazy danych uczestników Programu.

Zmienne ciągłe (wiek, waga, wzrost, BMI, SCT i RCT, OT) wykorzystano do opisu ogólnych cech uczestników. BMI, obwód talii i ciśnienie tętnicze przedstawiono jako z-score obliczany w odniesieniu do średniej wartości parametru w populacji i odchylenia standardowego, zgodnie z algorytmem.

$$z - score\ BMI\ (SCT, DCT) = \frac{BMI\ (lub\ SCT\ lub\ RCT\ lub\ OT) - \text{średnie BMI (lub SCT lub RCT lub OT)}}{\text{odchylenie standardowe}}$$

gdzie:

z-score  $\{-3;3\}$

a:

z-score = 0 oznacza średni wynik BMI lub ciśnienia tętniczego krwi w populacji referencyjnej.

Zmienne kategoryjne ciśnienia tętniczego jako liczby i wartości procentowe porównano za pomocą testu chi-kwadrat. Analiza kowariancji (ANCOVA) została wykorzystana do porównania średniej różnicy SCT i RCT dla prawidłowej masy ciała, nadwagi i otyłości, sklasyfikowanych według BMI i czasu. Do zbadania związku między poziomem ciśnienia tętniczego, jako zmienną zależną, a poziomem masy ciała, sklasyfikowanym według BMI i obwodu talii, zastosowano regresję logistyczną. Określono iloraz szans i 95-procentowe przedziały ufności.

Niezależnej analizy wpływu zmian BMI i obwodu talii na zmianę rozkurczowego i skurczowego ciśnienia tętniczego przeprowadzono za pomocą oprogramowania SAS University Edition. Metodą statystyczną zastosowaną w analizach był Ogólny Model Liniowy (General Linear Model) z funkcją zmienności wewnątrzsobniczej (w programie SAS), wykorzystujący dane w wartościach bezwzględnych (kg/m<sup>2</sup> dla BMI, cm dla obwodu talii, mmHg dla ciśnienia tętniczego) oraz dane ujednolicone do z-score. Korelacje zmiany wartości z-score między interwencjami wykonano testem korelacji Pearosna (wartość współczynnika korelacji Pearsona  $r \{-1;1\}$ ). Dla zmiennych wykazujących rozkład normalny (z-score obwodu talii, SCT i RCT) przeprowadzono sparowany test t-Studenta. Dla zmiennej bez cech rozkładu normalnego (z-score BMI) wykonano nieparametryczny test Wilcoxona. W celu oceny wpływu zaawansowania nadmiaru masy ciała na redukcję ciśnienia tętniczego zastosowano metodę regresji wielokrotnej, gdzie zmienną objaśnianą jest zmiana z-score SCT i z-score RCT między interwencjami 1. a 4., natomiast zmiennymi objaśniającymi są z-score BMI oraz z-score obwodu talii oznaczone podczas interwencji 1. Do oceny zależności między płcią i wiekiem uczestnika a redukcją ciśnienia tętniczego krwi użyto metody regresji wielokrotnej dla zmiennych zależnych (objaśnianych). Zastosowano model uwzględniający wpływ kontrolowany płci i wieku. W celu zweryfikowania, czy wzrost poziomu ciśnienia tętniczego między 1. a 4. interwencją odzwierciedlał analogiczny

przyrost BMI i obwodu talii, zastosowano test t-Studenta. Różnice przy wartościach prawdopodobieństwa na poziomie  $p \leq 0,05$  uznano za istotne statystycznie.

## 2.3. Wyniki

### 2.3.1. Korelacje wstępne

Do analizy włączono pomiary wykonane u dzieci i młodzieży w wieku 6-15 lat. We wszystkich 4. interwencjach udział wzięło 1155 uczestników. Średni wiek uczestnika podczas pierwszej interwencji wynosił 10,7 lat (+/- 3,1). Różnica wieku między uczestnikami, którzy wzięli udział w jednej interwencji a uczestnikami, którzy wzięli udział we wszystkich 4. interwencjach, oznaczona podczas pierwszej interwencji, wyniosła 0,9 lat. Proporcja pomiędzy liczebnością chłopców i dziewcząt na poszczególnych interwencjach została zachowana (z dokładnością do 3%). Liczbę i odsetek uczestników, którzy wzięli udział w poszczególnych interwencjach przedstawia tabela 6.

Tab. 6. Liczba oraz odsetek uczestników biorących udział w poszczególnych interwencjach; podział ze względu na płeć

Liczba uczestników; interwencje 1 - 4				
Interwencja	Chłopcy	%	Dziewczęta	%
1	1530	52	1412	48
2	978	49	987	51
3	753	50	749	50
4	588	51	567	49

(źródło: opracowanie własne, na podstawie danych programu)

Podczas pierwszej interwencji w analizowanej grupie uczestników, którzy wzięli udział we wszystkich czterech interwencjach, 3% z nich miało prawidłową masę ciała,



43% – nadwagę, a 54% – otyłość. Nadwaga dotyczyła w większym stopniu chłopców niż dziewcząt, szczególnie w grupie wiekowej 9-12 lat, a otyłość – w większym stopniu dziewcząt, szczególnie w grupie 6-8 lat. Szczegółową liczbę uczestników w poszczególnych kategoriach masy ciała, w podziale na płeć i grupy wiekowe, zawarto w tabeli 7.

Tab. 7. Liczba uczestników biorących udział w 4. interwencjach w poszczególnych kategoriach masy ciała; podział ze względu na płeć i wiek; kategoria oznaczona podczas pierwszej interwencji

	Kategoria masy ciała wg. BMI								
	Prawidłowa m.c. (<85 cc)			Nadwaga (≥85;<95 cc)			Otyłość (>95 cc)		
Grupa wiekowa (lata)	6-8	9-12	13-16	6-8	9-12	13-16	6-8	9-12	13-16
<b>Chłopcy</b>	4	12	3	57	158	50	103	109	91
<b>Dziewczęta</b>	2	11	3	56	112	62	121	126	74
<b>Łącznie chłopcy i dziewczęta</b>	6	23	6	113	272	112	224	235	165

Zastosowane skróty: m.c. – masa ciała; cc – centyle; BMI – body mass index (*źródło: opracowanie własne, na podstawie danych programu*)

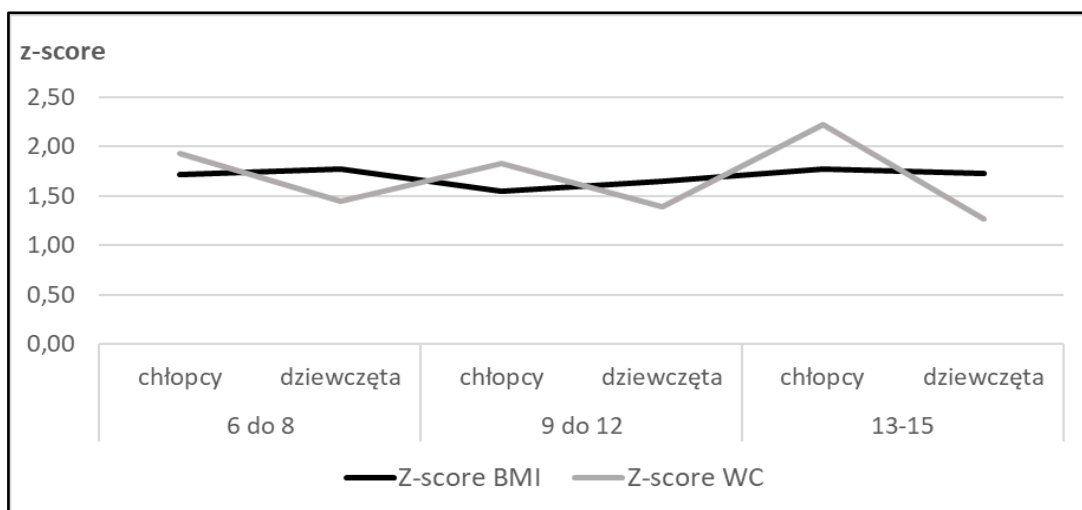
Podczas pierwszej interwencji różnica między nadwagą zdiagnozowaną przy użyciu parametrów obwód talii i BMI wynosiła kolejno 978 vs 975 uczestników, a w przypadku otyłości kolejno 1542 vs 1410 uczestników. Tym samym można przyjąć, że kategoryzacja wartości masy ciała przy użyciu BMI i obwodu talii jest w badanej grupie zbieżna, z niewielkim niedoszacowaniem po stronie obwodu talii (do 0,6%, w zależności od kategorii wiekowej). Średni z-score BMI i obwodu talii różnił się natomiast istotnie w poszczególnych grupach wiekowych oraz ze względu na płeć. Różnice te wraz z odchyleniami standardowymi, minimalnymi i maksymalnymi wartościami z-score przedstawiono w tabeli 8.

Tab. 8. Średni z-score BMI i obwodu talii wraz z odchyleniem standardowym podczas pierwszej interwencji; podział ze względu na wiek i płeć

<b>Z-score BMI i z-score obwodu talii; interwencja 1</b>				
<b>Grupa wiekowa (lata)</b>	<b>Średnia wartość</b>	<b>Odchylenie standardowe</b>	<b>Minimum</b>	<b>Maksimum</b>
<b>BMI z-score</b>				
<b>Chłopcy</b>				
6-8	1.72	0.42	0.71	2.91
9-12	1.55	0.37	0.02	2.81
13-15	1.77	0.45	0.37	3.44
<b>Dziewczęta</b>				
6-8	1.77	0.39	0.94	3.19
9-12	1.66	0.40	0.47	3.33
13-15	1.73	0.47	0.30	2.86
<b>Obwód talii z-score</b>				
<b>Chłopcy</b>				
6-8	1.93	0.49	0.21	3.30
9-12	1.83	0.41	0.15	3.01
13-15	2.22	0.45	0.64	3.42
<b>Dziewczęta</b>				
6-8	1.45	0.51	-0.31	2.91
9-12	1.39	0.49	-0.16	2.85
13-15	1.27	0.62	-0.89	2.90

Zastosowane skróty: BMI – body mass index (*źródło: opracowanie własne, na podstawie danych programu*)

W celu lepszego zobrazowania różnic, średnie wartości BMI i obwodu talii u uczestników przedstawiono na wykresie 1.



Wykres 1. Średni z-score BMI i obwodu talii podczas pierwszej interwencji; podział ze względu na wiek i płeć (źródło: opracowanie własne, na podstawie danych programu)

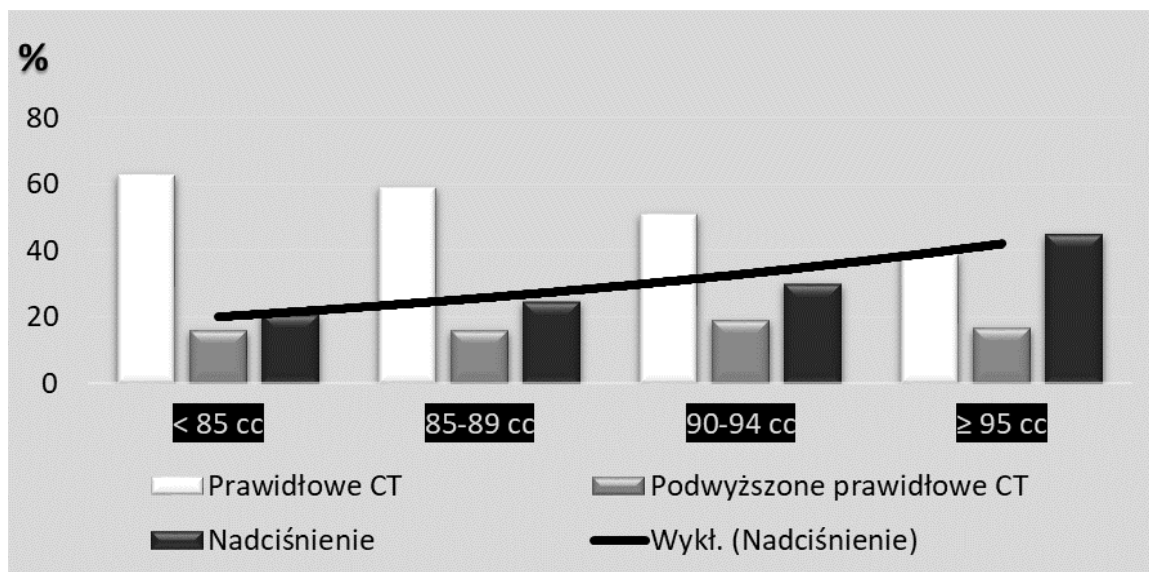
W niniejszej analizie podczas pierwszej interwencji u 36,7% uczestników poziom ciśnienia tętniczego miał charakter nadciśnienia. Wartości ciśnienia tętniczego oznaczone podczas pierwszej interwencji istotnie korelowały z BMI. Kategorie ciśnienia tętniczego w zależności od zakresu BMI przedstawione zostały w tabeli 9.

Tab. 9. Liczba oraz odsetek uczestników w poszczególnych kategoriach ciśnienia tętniczego w zależności od zakresu BMI podczas pierwszej interwencji

Kategoria ciśnienia tętniczego; interwencja 1						
BMI	Prawidłowe CT (<90 cc)		Podwyższone prawidłowe CT (≥90;<95 cc)		Nadciśnienie (>95 cc)	
		%		%		%
< 85 cc	97	63	24	16	33	21
85-89 cc	196	59	53	16	82	25
90-94 cc	462	51	170	19	273	30
≥ 95 cc	599	39	264	17	692	45

Zastosowane skróty: CT – ciśnienie tętnicze krwi; cc – centyle; BMI – body mass index (źródło: opracowanie własne, na podstawie danych programu)

Powyższe dane przedstawione zostały również w formie wykresu z linią trendu dla kategorii nadciśnienia tętniczego (wykres 2).



Wykres 2. Odsetek uczestników w poszczególnych kategoriach ciśnienia tętniczego w zależności od zakresu BMI podczas pierwszej interwencji

Zastosowane skróty: CT – ciśnienie tętnicze krwi; cc – centyle; nadciśnienie – ciśnienie tętnicze o charakterze nadciśnienia (źródło: opracowanie własne, na podstawie danych programu)

### 2.3.2. Wpływ udziału w programie interwencyjnym na zmianę stanu zdrowia uczestnika

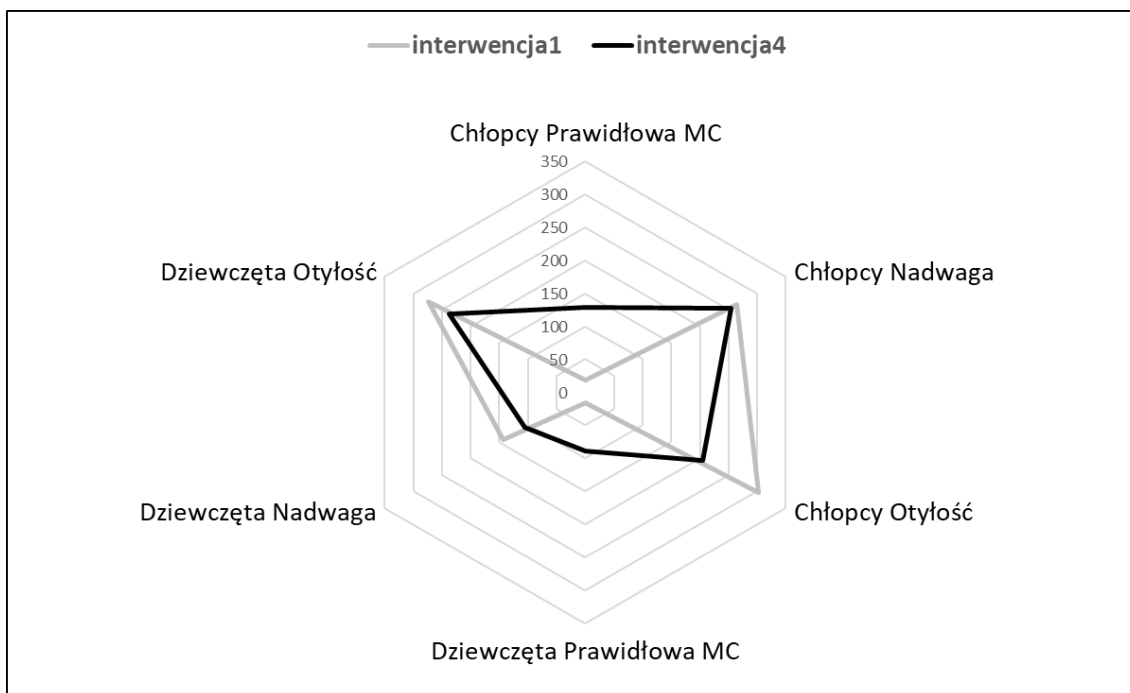
Średni czas pobytu w Programie uczestników, którzy wzięli udział we wszystkich 4. interwencjach wynosił 1 rok (interwencje w średnich odstępach czasu 0-3-6-12 miesięcy). U 119 spośród 1541 uczestników, biorących udział w co najmniej 3. interwencjach, stwierdzono nadciśnienie tętnicze (SCT i/lub RCT  $\geq$  95. centyla podczas 3. kolejnych interwencji), co stanowi 7,8% grupy. U 1155 uczestników, którzy wzięli udział we wszystkich 4. interwencjach, wartości BMI uległy obniżeniu średnio o 0,22 z-score ( $p < 0,05$ , zmiana istotna statystycznie). Spośród 576 otyłych uczestników 356 pozostało otyłymi, u 146 uczestników BMI uległo obniżeniu do poziomu nadwagi, a u 74 uczestników BMI uległo obniżeniu do wartości prawidłowych. U 208 z 408 uczestników z nadwagą BMI uległo obniżeniu do wartości prawidłowych, u 153 uczestników kategoria masy ciała nie uległa zmianie, natomiast u 47 uczestników BMI uległo podwyższeniu do kategorii otyłości. Powyższe obserwacje przedstawiono w tabeli 10.

Tab. 10. Liczba uczestników w poszczególnych kategoriach masy ciała, oznaczonych podczas interwencji 1. i 4.; podział ze względu na płeć

Kategoria masy ciała wg. BMI; interwencja 1 i 4						
	Chłopcy			Dziewczęta		
	Prawidłowa m.c. (<85 cc)	Nadwaga	Otyłość	Prawidłowa m.c.	Nadwaga	Otyłość
interwencja 1	19	265	303	16	143	273
interwencja 4	128	254	205	89	106	237
Różnica 4 a 1	109	-11	-98	73	-37	-36

Zastosowane skróty: Różnica 4 a 1 – różnica w liczebności uczestników w danej kategorii masy ciała między interwencją 1. a 4.; cc – centyle; m.c. – masa ciała; BMI – body mass index (*źródło: opracowanie własne, na podstawie danych programu*)

Sukces w redukcji otyłości, w postaci przejścia do niższych kategorii masy ciała, odnotowano u 38,2% uczestników, przede wszystkim u chłopców. W przypadku uczestników z nadwagą powrót do prawidłowej masy ciała odnotowano u 50,1% z nich. W celu lepszego zobrazowania zmian w kategoriach masy ciała między 1. a 4. interwencją przedstawiono je za pomocą wykresu radarowego (wykres 3).



Wykres 3. Różnica w liczbie uczestników mieszczących się w poszczególnych kategoriach masy ciała, oznaczonych podczas interwencji 1. i 4.; podział ze względu na płeć  
 Zastosowane skróty: MC – masa ciała (źródło: *opracowanie własne – wykres radarowy w programie Excel, na podstawie danych programu*)

W wynikach zaobserwowano również obniżenie obwodu talii między interwencją 1. a interwencją 4. o 0,24 z-score. Zmiana obwodu talii istotnie korelowała ze zmianą BMI ( $p < 0,0001$ ; współczynnik korelacji Pearsona  $r = 0,64$ ).

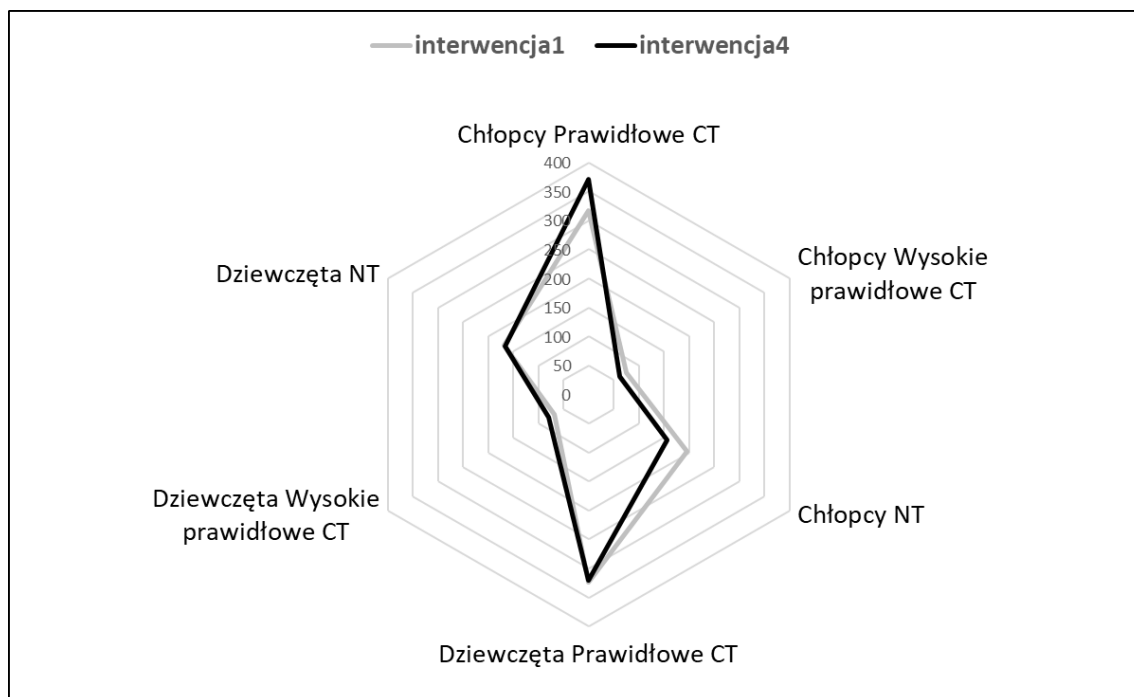
Podczas pierwszej interwencji u 640 uczestników (323 dziewcząt i 317 chłopców) zaobserwowano ciśnienie tętnicze w normie, u 143 uczestników (68 dziewcząt i 75 chłopców) zaobserwowano wysokie prawidłowe ciśnienie tętnicze, natomiast u 372 uczestników (169 dziewcząt i 196 chłopców) ciśnienie tętnicze o charakterze nadciśnienia. Podczas 4. interwencji u 691 uczestników (321 dziewcząt i 370 chłopców) zaobserwowano ciśnienie tętnicze w normie, u 140 uczestników (79 dziewcząt i 61 chłopców) wysokie prawidłowe ciśnienie tętnicze, natomiast u 324 uczestników (167 dziewcząt i 157 chłopców) ciśnienie tętnicze o charakterze nadciśnienia. Powyższe dane zestawione zostały w tabeli 11.

Tab. 11. Liczba uczestników w poszczególnych kategoriach ciśnienia tętniczego, oznaczonych podczas interwencji 1. i 4.; podział ze względu na płeć

Ciśnienie tętnicze; interwencja 1 i 4						
	Chłopcy			Dziewczęta		
	Prawidłowe CT (<90 cc)	Wysokie prawidłowe CT (≥90;<95 cc)	CT o charakterze nadciśnienie (>95 cc)	Prawidłowe CT (<90 cc)	Wysokie prawidłowe CT (≥90;<95 cc)	CT o charakterze nadciśnienie (>95 cc)
<b>interwencja 1</b>	317	75	196	323	68	169
<b>interwencja 4</b>	370	61	157	321	79	167

Zastosowane skróty: CT – ciśnienie tętnicze krwi; cc – centyle; nadciśnienie – ciśnienie tętnicze o charakterze nadciśnienia (*źródło: opracowanie własne, na podstawie danych programu*)

Łączna liczba uczestników, u których stwierdzono ciśnienie tętnicze o charakterze nadciśnienia podczas interwencji 4. była istotnie niższa niż podczas interwencji 1. Różnica ta wynosiła 19% w przypadku chłopców i 1% w przypadku dziewcząt. W celu lepszego zobrazowania zmian w kategorii ciśnienia tętniczego między interwencją 1. a interwencją 4. przedstawiono je przy pomocy wykresu radarowego (wykres 4).



Wykres 4. Różnica w liczebności uczestników mieszczących się w poszczególnych kategoriach ciśnienia tętniczego, oznaczonych podczas interwencji 1. i 4.; podział ze względu na płeć  
Zastosowane skróty: CT – ciśnienie tętnicze krwi; NT – ciśnienie tętnicze o charakterze nadciśnienia (źródło: opracowanie własne – wykres radarowy w programie Excel, na podstawie danych programu)

Na wykresie wyraźnie odznacza się większa dynamika zmian w kategorii ciśnienia tętniczego krwi w przypadku chłopców.

Uczestników, u których skurczowe ciśnienie tętnicze między interwencją 1. a 4. wzrosło o 0,25 z-score lub więcej (co odpowiada wzrostowi o ok. 5 centyli lub więcej) było 426 (36,9%). Uczestników, u których rozkurczowe ciśnienie tętnicze między interwencją 1. a 4. wzrosło o 0,25 z-score lub więcej było 455 (39,4%).

Między interwencją 1. a interwencją 4. skurczowe i rozkurczowe wartości ciśnienia tętniczego uległy obniżeniu o średnio 0,13 i 0,10 z-score (przedziały ufności 95% CL), a zmiany te były istotne statystyczne ( $p < 0,05$ ). Spośród 379 uczestników, u których podczas pierwszej interwencji stwierdzono ciśnienie tętnicze o charakterze nadciśnienia, u 48 uczestników ciśnienie tętnicze uległo obniżeniu do wysokiego prawidłowego ciśnienia tętniczego, u 162 uczestników do prawidłowego ciśnienia tętniczego, natomiast u 169 uczestników kategoria ciśnienia tętniczego nie uległa zmianie.

Spośród 145 uczestników z wysokim prawidłowym ciśnieniem tętniczym u 81 osób ciśnienie tętnicze uległo obniżeniu do prawidłowego poziomu,



u 24 – kategoria ciśnienia tętniczego nie uległa zmianie, natomiast u 40 – ciśnienie tętnicze między interwencją 1. a 4. uległo podwyższeniu do poziomu ciśnienia tętniczego o charakterze nadciśnienia. Tym samym sukces w redukcji ciśnienia tętniczego, w postaci przejścia do niższych kategorii ciśnienia tętniczego, odnotowano u 55,4% uczestników.

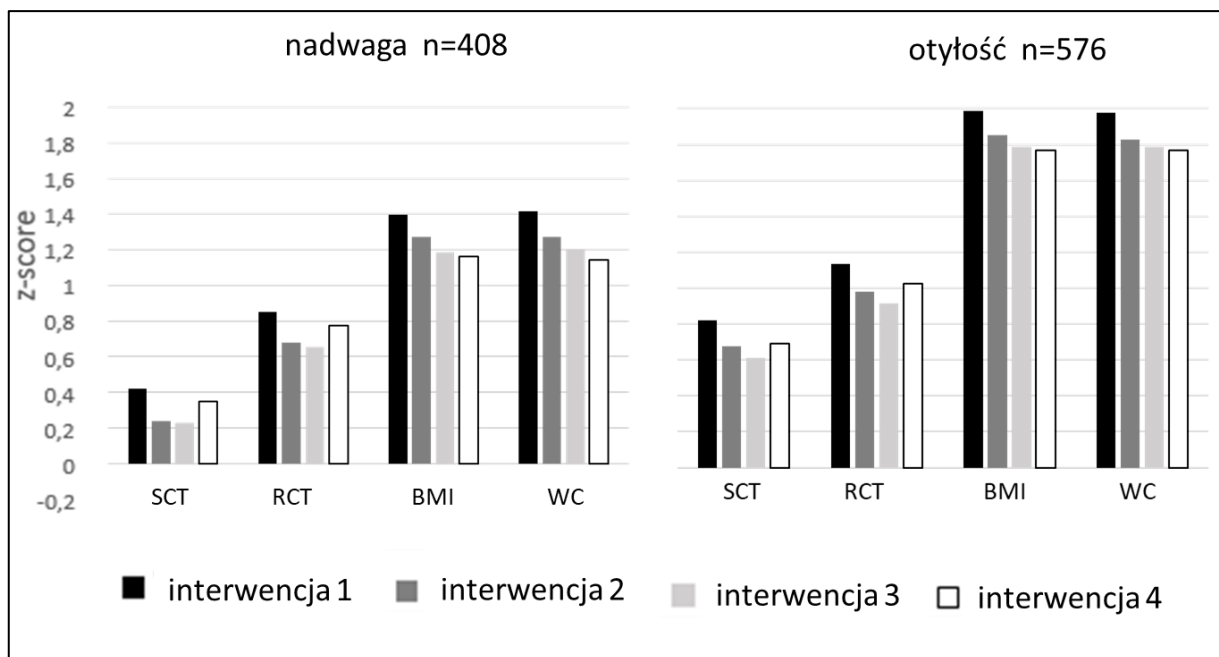
Powyższe obserwacje w zakresie zmiany z-score SCT, RCT, BMI i obwodu talii między interwencją 1. a 4. zestawiono w tabeli 12. Wszystkie zmiany były istotne statystycznie ( $p < 0,05$ ).

Tab. 12. Zmiany z-score SCT, RCT, BMI i obwodu talii między interwencją 1. a 4.

<b>Z-score SCT, RCT, BMI, OT; interwencja 1 i 4</b>			
<b>Zmienna (z-score)</b>	<b>Interwencja 1</b>	<b>Interwencja 4</b>	<b>p</b>
<b>SCT</b>	0.60	0.46	0.0003
<b>RCT</b>	0.98	0.88	0.0117
<b>BMI</b>	1.68	1.44	<.0001
<b>Obwód talii</b>	1.67	1.43	<.0001

Zastosowane skróty: SCT – skurczowe ciśnienie tętnicze krwi; RCT – rozkurczowe ciśnienie tętnicze krwi; BMI – body mass index; OT – obwód talii, p – prawdopodobieństwo (*źródło: opracowanie własne, na podstawie danych programu*)

Korelacja między zmianą BMI a zmianą ciśnienia tętniczego obserwowana była podczas każdej interwencji. Największy sukces w redukcji ciśnienia tętniczego odnotowano między interwencjami 1. a 3. Pomimo sukcesywnego spadku poziomu ciśnienia tętniczego u uczestników między interwencjami 1. a 3., między interwencjami 3. a 4. dochodziło do ponownego podwyższenia ciśnienia tętniczego. Niemniej między interwencją 1. a interwencją 4. zaobserwowano obniżenie średniego poziomu ciśnienia tętniczego u uczestników. Zmiana dotyczyła zarówno ciśnienia skurczowego, jak i rozkurczowego. Wszystkie zmiany były istotne statystycznie ( $p < 0,05$ ). Powyższe obserwacje przedstawiono na wykresie 5.



Wykres 5. Zmiana z-score SCT, RCT, BMI i WC na poszczególnych interwencjach; podział na uczestników z nadwagą i otyłością na 1. interwencji

Zastosowane skróty: n – liczba uczestników (źródło: *opracowanie własne, na podstawie danych programu*)

Zmiany SCT i RCT na poszczególnych interwencjach oraz różnice w redukcji ciśnienia tętniczego między interwencjami 1. a 3. i 1. a 4. przedstawiono w tabeli 13.

Tab. 13. Z-score SCT i RCT podczas poszczególnych interwencji oraz różnica z-score SCT i RCT między interwencjami 1. a 3. i 1. a 4.; podział na uczestników z nadwagą i otyłością

Zmiana z-score ciśnienia tętniczego, interwencje 1-4								
	średni z-score ciśnienia – kolejne interwencje				Różnica interwencja 1 a 3		Różnica interwencja 1 a 4	
	SCT 1	SCT 2	SCT 3	SCT 4	SCT 1-SCT 3	p	SCT1-SCT4	p
nadwaga N=408	0.418	0.238	0.227	0.349	0.191	0.0003	0.07	0.20
otyłość N=576	0.821	0.674	0.611	0.690	0.210	0.0002	0.13	0.02
różnica w obniżeniu CT dla kategorii otyłość vs nadwaga					0.019	0.25	0.06	0.40
	RCT 1	RCT 2	RCT 3	RCT 4	RCT 1-RCT 3	p	RCT 1-RCT 4	p
	nadwaga N=408	0.852	0.680	0.654	0.775	0.197	0.0003	0.07
otyłość N=576	1.136	0.978	0.915	1.023	0.221	<0.0001	0.11	0.05
różnica w obniżeniu CT dla kategorii otyłość vs nadwaga					0.024	0.75	0.04	0.67

Zastosowane skróty: SCT – skurczowe ciśnienie tętnicze krwi; RCT – rozkurczowe ciśnienie tętnicze krwi; CT – ciśnienie tętnicze; N – liczba uczestników (*źródło: opracowanie własne, na podstawie danych programu*)

U uczestników, u których BMI między interwencjami 1. a 4. nie uległo redukcji, średnie skurczowe ciśnienie tętnicze uległo obniżeniu, a zmiana ta była istotna statystycznie.

### 2.3.3. Związek między zmianą BMI i zmianą obwodu talii a zmianą wartości ciśnienia tętniczego

Jak wskazano w poprzednim podrozdziale, z-score BMI i z-score obwodu talii w badanej grupie były ze sobą zbieżne podczas pierwszej interwencji (z-score 1,68 i 1,67). Zbieżna okazała się również liczebność uczestników w poszczególnych kategoriach masy ciała, wyznaczonych przez poziom BMI i obwód talii. Ponadto redukcja BMI między interwencjami 1. a 4. wiązała się z analogiczną redukcją w obwodzie talii. Z-score BMI między interwencjami 1. a 4. uległ obniżeniu z 1,68 na 1,44. Z-score obwodu talii uległ natomiast obniżeniu z 1,67 na 1,43. Przedmiotem kolejnych analiz było zbadanie, czy zmiana obwodu talii i zmiana BMI w podobnym stopniu wpływały na zmianę poziomu ciśnienia tętniczego krwi.

Wśród uczestników, którzy wzięli udział w co najmniej dwóch interwencjach, zmiana BMI o jedną jednostkę (w wartościach bezwzględnych  $\text{kg/m}^2$ ) związana była ze zmianą skurczowego ciśnienia tętniczego (SCT) o 1,01 mmHg ( $p < 0,0001$ ) oraz ze zmianą rozkurczowego ciśnienia tętniczego (RCT) o 0,95 mmHg ( $p < 0,0001$ ). W tym samym modelu zmiana obwodu talii o 1 cm związana była ze zmianą SCT o 0,17 mmHg ( $p = 0,0002$ ) oraz ze zmianą RCT o 0,10 mmHg ( $p = 0,004$ ). Porównując obserwacje z 1. i 4. interwencji, zależność ta wygląda następująco: zmiana BMI o jedną jednostkę związana była ze zmianą SCT o 1,14 mmHg ( $p < 0,0001$ ) oraz ze zmianą RCT o 1,01 mmHg ( $p < 0,0001$ ). Zmiana obwodu talii o 1 cm związana była natomiast ze zmianą SCT o 0,15 mmHg ( $p = 0,003$ ) oraz ze zmianą RCT o 0,07 mmHg ( $p = 0,075$ ). Wszystkie korelacje, poza korelacją między wartościami bezpośrednimi obwodu talii i rozkurczowego ciśnienia tętniczego między interwencjami 1. i 4., były istotne statystycznie ( $p < 0,05$ ).

W odniesieniu do wartości z-score zarówno zmiana BMI, jak i zmiana obwodu talii były związane ze zmianą w poziomie skurczowego i rozkurczowego ciśnienia tętniczego krwi. Zmiana o 1 z-score BMI miała jednak znacznie większy wpływ na zmianę z-score ciśnienia tętniczego niż analogiczna zmiana o 1 z-score w obwodzie talii. Między interwencjami 1. a 4. zmiana BMI o 1 z-score spowodowała zmianę SCT o średnio 0,55 z-score, natomiast RCT o 0,53 z-score ( $p < 0,0001$ , w obu przypadkach). Zmiana w obwodzie talii o 1 z-score wpływała zaś na zmianę SCT o 0,14 z-score ( $p = 0,0331$ ) oraz na zmianę RCT o 0,15 z-score ( $p = 0,0321$ ). Wszystkie zmiany były istotne statystycznie, choć korelacja między zmianą z-score BMI a zmianą z-score ciśnienia tętniczego była istotnie silniejsza niż między zmianą z-score obwodu talii a zmianą z-score ciśnienia tętniczego. Korelacje zmiany wartości z-score między interwencją 1. a 4. przedstawiono w tabeli 14.

Tab. 14. Zmiana z-score skurczowego i rozkurczowego ciśnienia tętniczego krwi między interwencjami 1. a 4. w zależności od zmiany z-score BMI i z-score obwodu talii

Zmiana z-score ciśnienia tętniczego; interwencja 1-4				
Zmienna	zmiana z-score SCT (R)	p	zmiana z-score RCT (R)	p
zmiana BMI o 1 z-score	0.5482	<0.0001	0.5278	<0.0001
Zmiana obwodu talii o 1 z-score	0.1359	0.0331	0.1472	0.0321

Zastosowane skróty: interwencja 1.-4. – różnica w sile redukcji ciśnienia tętniczego (SCT i RCT) między wynikami uzyskanymi między interwencjami 1. a 4.; SCT – skurczowe ciśnienie tętnicze; RCT – rozkurczowe ciśnienie tętnicze; R – wskaźnik korelacji Pearsona; BMI – body mass index (źródło: opracowanie własne, na podstawie danych programu)

W celu zbadania, czy do uzyskania analogicznego sukcesu w redukcji ciśnienia tętniczego wystarczą 2. interwencje w 3-miesięcznym odstępie czasu, wykonano analogiczną analizę dla tej samej grupy 1155 uczestników, uwzględniającą zmianę z-score SCT i RCT między interwencjami 1. i 2. w odniesieniu do zmiany z-score BMI i z-score obwodu talii. W analizie wykazano, że zmiana BMI o 1 z-score niesie za sobą redukcję większą o 0,02 z-score SCT i RCT ( $p < 0,0001$ ), jeżeli nastąpiła na przestrzeni 4. interwencji (roczny udział w programie), niż gdyby nastąpiła na przestrzeni 2. interwencji (3-miesięczny udział w programie). W przypadku obwodu talii zmiana o 1 z-score niesie za sobą redukcję większą o 0,005 z-score SCT i mniejszą o 0,03 z-score RCT ( $p < 0,05$ ), jeżeli nastąpiła na przestrzeni 4. interwencji, niż gdyby nastąpiła na przestrzeni 2. interwencji (3-miesięczny udział w programie). Zauważyć można, że większa liczba interwencji, w których uczestnik wziął udział sprzyja większemu wpływowi redukcji BMI na redukcję poziomu ciśnienia tętniczego krwi. W przypadku obwodu talii zaobserwowano analogiczne, ale istotnie słabsze powiązanie w przypadku skurczowego ciśnienia tętniczego. W przypadku rozkurczowego ciśnienia tętniczego korelacja ta była odwrotna do zaobserwowanej przy zmianie BMI, tj. dłuższy pobyt uczestnika w Programie zmniejszał wpływ redukcji obwodu talii na redukcję poziomu rozkurczowego ciśnienia tętniczego krwi. Powyższe obserwacje przedstawia tabela 15.

Tab. 15. Zmiana z-score SCT i RCT między interwencjami 1. a 2. w zależności od zmiany z-score BMI i z-score obwodu talii

Zmiana z-score ciśnienia tętniczego; interwencja 1-2				
Zmienna	zmiana z-score SCT (R)	p	zmiana z-score RCT (R)	p
zmiana BMI o 1 z-score	0.5305	<0.001	0.5149	<0.0001
Zmiana obwodu talii o 1 z-score	0.1308	0.0177	0.1777	0.0026

Zastosowane skróty: interwencja 1-2 – różnica w sile redukcji ciśnienia tętniczego (SCT i RCT) między wynikami uzyskanymi między interwencjami 1. a 2.; SCT – skurczowe ciśnienie tętnicze; RCT – rozkurczowe ciśnienie tętnicze; R – wskaźnik korelacji Pearsona; BMI – body mass index (źródło: opracowanie własne, na podstawie danych programu)

W badaniu wykonano analizę w kierunku potencjalnego wpływu wieku i płci uczestników na docelowy sukces redukcji poziomu ciśnienia tętniczego krwi. Wiek uczestnika podczas pierwszej interwencji w programie okazał się znaczącym czynnikiem. Każdy dodatkowy rok życia (począwszy od 6 r.ż.) powodował zmniejszenie wpływu redukcji masy ciała na redukcję poziomu ciśnienia tętniczego skurczowego i rozkurczowego. Innymi słowy im starszy był uczestnik podczas pierwszej interwencji, tym słabszy był obserwowany wpływ redukcji BMI i obwodu talii na zmianę ciśnienia tętniczego krwi. Każdy kolejny rok w wieku uczestnika podczas pierwszej interwencji powodował, że obserwowana zmiana ciśnienia tętniczego krwi była mniejsza o 0,04 z-score w porównaniu z o rok młodszym uczestnikiem z analogicznymi rezultatami redukcji masy ciała ( $\Delta$ SBP  $p < 0,0001$ ;  $\Delta$ DBP  $p = 0,0001$ ). Płeć nie miała wpływu na różnice w redukcji poziomu ciśnienia tętniczego krwi ( $p > 0,05$ ). Powyższe obserwacje przedstawiono w tabeli 16.

Tab. 16. Zmiana SCT i RCT w zależności od wieku i płci uczestników programu

zmiana z-score ciśnienia tętniczego				
Zmienna	zmiana z-score SCT	p	zmiana z-score RCT	p
Wiek interwencja 1	-0.04182	<0.0001	-0.04277	0.0001
Płeć (chłopcy vs dziewczęta)	0.05450	0.3306	0.03747	0.5600

Zastosowane skróty: SCT – skurczowe ciśnienie tętnicze; RCT – rozkurczowe ciśnienie tętnicze; p – prawdopodobieństwo (źródło: opracowanie własne, na podstawie danych programu)

W kolejnej analizie podjęto próbę udzielenia odpowiedzi na pytanie, czy redukcja poziomu ciśnienia tętniczego krwi zależna jest od zaawansowania nadmiaru masy ciała uczestnika podczas 1. interwencji, tj. czy zmiana BMI u otyłych uczestników wpływała w podobnym stopniu na zmianę ciśnienia tętniczego krwi, jak analogiczna zmiana obserwowana u uczestników z mniejszym nadmiarem masy ciała. W wyniku analiz zaobserwowano różnicę w redukcji skurczowego i rozkurczowego ciśnienia tętniczego między uczestnikami z otyłością a uczestnikami z nadwagą. W przypadku uczestników z otyłością wpływ zmiany BMI na zmianę poziomu ciśnienia tętniczego krwi był większy. Różnica ta, choć znaczna, nie była istotna statystycznie ( $p > 0,05$ ).

Analizie poddano również wpływ wysokiego poziomu nadmiaru masy ciała podczas pierwszej interwencji, oznaczonego w oparciu o z-score obwodu talii, na zwiększenie redukcji ciśnienia tętniczego między interwencją 1. a interwencją 4. Zaobserwowano różnicę w redukcji skurczowego i rozkurczowego ciśnienia tętniczego między uczestnikami z otyłością a uczestnikami z nadwagą. Dotyczyła ona zwłaszcza rozkurczowego ciśnienia tętniczego krwi u uczestników z otyłością, gdzie każdy 1 z-score więcej w obwodzie talii podczas pierwszej interwencji wpływał na zmniejszenie redukcji RCT o 0,25 z-score ( $p = 0,0059$ ). Podobnie każdy 1 z-score więcej w obwodzie talii podczas pierwszej interwencji wpływał na zmniejszenie redukcji SCT o 0,16 z-score ( $p = 0,0459$ ).

Podsumowując, wysoki poziom z-score obwodu talii u uczestników podczas pierwszej interwencji wpływał na mniejszą redukcję ciśnienia tętniczego w porównaniu z redukcją obserwowaną u uczestników z niższym poziomem z-score obwodu talii. Powyższe wyniki zestawiono w tabeli 17.

Tab. 17. Wpływ poziomu BMI i poziomu obwodu talii podczas pierwszej interwencji na wielkość redukcji skurczowego i rozkurczowego ciśnienia tętniczego podczas interwencji 4.

<b>Zmiana z-score ciśnienia tętniczego</b>			
<b>Zmienna objaśniająca</b>	<b>Zmienna objaśniana</b>	<b>Odchylenie standardowe</b>	<b>p</b>
<b>SCT z-score</b>			
<b>z-score BMI int. 1</b>	-0.16	0.12	0.1552
<b>z-score talia int.1</b>	0.16	0.08	0.0459
<b>RCT z-score</b>			
<b>z-core BMI int.1</b>	-0.19	0.13	0.1384
<b>z-score talia int.1</b>	0.25	0.09	0.0059

Zastosowane skróty: int. 1 – interwencja 1.; SCT – skurczowe ciśnienie tętnicze; RCT – rozkurczowe ciśnienie tętnicze; BMI – body mass index; p – prawdopodobieństwo (*źródło: opracowanie własne, na podstawie danych programu*)

W celu uzupełnienia powyższych wyników zweryfikowano również, czy wzrost ciśnienia tętniczego między interwencjami 1. a 4. był widoczny w postaci przyrostu BMI i obwodu talii. Zarówno w przypadku z-score BMI, jak i z-score OT zmiana (zmniejszenie) z-score była niższa w porównaniu z uczestnikami, u których ciśnienie tętnicze (SCT i RCT) uległo obniżeniu lub wzrost ciśnienia był mniejszy niż 0,25 z-score (< 5 centyli). Różnica ta była istotna statystycznie w obu przypadkach (p < 0,0001). Powyższe obserwacje przedstawia tabela 18.



Tab. 18. Zmiana z-score BMI i z-score obwodu talii w zależności od zmiany SCT i RCT między interwencjami 1. a 4.

<b>Zmian z-score BMI i z-score obwodu talii</b>			
<b>Zmienna objaśniająca</b>	<b>Zmienna objaśniana</b>	<b>Odchylenie standardowe</b>	<b>p</b>
<b>zmiana z-score BMI</b>			
<b>Wzrost SCT</b>			
<b>NIE</b>	0.25	0.35	<0.0001
<b>TAK</b>	0.17	0.33	<0.0001
<b>Wzrost RCT</b>			
<b>NIE</b>	0.26	0.35	0.1384
<b>TAK</b>	0.16	0.32	0.0059
<b>zmiana z-score WC</b>			
<b>Wzrost SCT</b>			
<b>NIE</b>	0.28	0.48	<0.0001
<b>TAK</b>	0.16	0.44	<0.0001
<b>Wzrost RCT</b>			
<b>NIE</b>	0.29	0.48	<0.0001
<b>TAK</b>	0.16	0.44	<0.0001

Zastosowane skróty: TAK – SCT/RCT wzrosło o 0.25 z-score lub więcej; NIE – SCT/RCT zmalało lub wzrost ciśnienia był mniejszy niż 0,25 z-score; BMI – body mass index; p – prawdopodobieństwo (źródło: *opracowanie własne, na podstawie danych programu*)

#### 2.3.4. Podsumowanie wyników

1. Prawidłowe ciśnienie tętnicze stwierdzono u 55% uczestników, wysokie prawidłowe ciśnienie tętnicze – u 12%, ciśnienie tętnicze o charakterze nadciśnienia – u 33%, w podobnych proporcjach u chłopców i dziewcząt.
2. Kategoryzacja masy ciała przy użyciu BMI i obwodu talii była zbieżna. Maksymalna różnica wyniosła do 0,6% uczestników w poszczególnych kategoriach masy ciała, w zależności od grupy wiekowej. Średni z-score BMI i obwodu talii różniły się istotnie w poszczególnych grupach wiekowych oraz ze względu na płeć. Znacząco wyższy z-score obwodu talii zaobserwowano u chłopców, bez względu na grupę wiekową.
3. Wartości ciśnienia tętniczego oznaczone podczas pierwszej interwencji istotnie korelowały z BMI i obwodem talii uczestników. Współczynnik korelacji Pearsona

między BMI a SCT wyniósł  $r = 0,26$  ( $p < 0,0001$ ), natomiast między BMI a RCT  $r = 0,24$  ( $p < 0,0001$ ). Między obwodem talii a SCT współczynnik  $r = 0,24$  ( $p < 0,0001$ ), natomiast między OT a RCT  $r = 0,16$  ( $p < 0,0001$ ).

4. Podczas czwartej interwencji liczba uczestników z ciśnieniem tętniczym o charakterze nadciśnienia była niższa niż podczas pierwszej interwencji o 19% w przypadku chłopców i o 1% w przypadku dziewcząt. W kategorii prawidłowego ciśnienia tętniczego była zaś wyższa o 9% w przypadku chłopców, a w przypadku dziewcząt nie uległa zmianie.
5. Zmiana z-score skurczowego i rozkurczowego ciśnienia tętniczego między interwencją 1. a 4. wyniosła kolejno 0,14 ( $p = 0,0003$ ) i 0,1 ( $p = 0,0117$ ) z-score, w przypadku BMI – 0,22 z-score ( $p < 0,0001$ ), w przypadku obwodu talii – 0,24 z-score ( $p < 0,0001$ ).
6. Największy sukces w redukcji ciśnienia tętniczego odnotowano między interwencjami 1. i 3. Między interwencją 3. a 4. dochodziło do ponownego podwyższenia ciśnienia tętniczego. Sumarycznie jednak również między interwencją 1. a 4. obserwowano uśrednioną poprawę ciśnienia tętniczego u uczestników. Zmiana dotyczyła zarówno ciśnienia skurczowego, jak i rozkurczowego. Wszystkie zmiany były istotne statystycznie ( $p < 0,05$ ).
7. Różnica w sukcesie redukcji skurczowego i rozkurczowego ciśnienia tętniczego w odpowiedzi na redukcję BMI między uczestnikami z otyłością a uczestnikami z nadwagą była znaczna (na korzyść uczestników z otyłością), nie była jednak istotna statystycznie ( $p > 0,05$ ). Wysoka wartość z-score talii na pierwszej interwencji istotnie wpływała natomiast na zwiększenie redukcji ciśnienia tętniczego między interwencją 1. a interwencją 4., zwłaszcza w przypadku rozkurczowego ciśnienia tętniczego krwi, gdzie każdy 1 z-score więcej w obwodzie talii podczas interwencji 1. wpływał na zwiększenie redukcji RCT o 0,25 z-score ( $p = 0,0059$ ).
8. Zarówno zmiana z-score BMI, jak i zmiana z-score obwodu talii były związane ze zmianą z-score SCT i RCT, jednak zmiana o 1 z-score BMI miała znacznie większy wpływ na zmianę ciśnienia niż analogiczna zmiana o 1 z-score obwodu talii. Zmiana BMI o 1 z-score spowodowała średnio zmianę SCT o 0,55 z-score i RCT o 0,53 z-score ( $p < 0,0001$ , w obu przypadkach). Zmiana o 1 z-score

w obwodzie talii spowodowała zaś zmianę SCT o 0,14 z-score ( $p = 0,0331$ ), natomiast RCT o 0,15 z-score ( $p = 0,0321$ ).

9. Im dłuższy czas spędzony przez uczestnika w programie, tym silniejszy wpływ redukcji BMI na redukcję poziomu ciśnienia tętniczego krwi. Zmiana BMI o 1 z-score niosła za sobą redukcję większą o 0,02 z-score SCT i RCT ( $p < 0,0001$ ), jeżeli nastąpiła na przestrzeni 4. interwencji (roczny udział w programie), niż gdyby nastąpiła na przestrzeni 2. interwencji (3-miesięczny udział w programie). W przypadku obwodu talii zmiana o 1 z-score niosła za sobą większą redukcję o 0,005 z-score SCT i mniejszą redukcję o 0,03 z-score RCT ( $p < 0,05$ ), jeżeli nastąpiła na przestrzeni 4. interwencji, niż gdyby nastąpiła na przestrzeni 2. interwencji (3-miesięczny udział w programie).
10. Im starszy był uczestnik, tym słabszy był wpływ redukcji masy ciała na zmianę ciśnienia tętniczego krwi. Każdy kolejny rok w wieku uczestnika podczas pierwszej interwencji powodował, że zmiana ciśnienia krwi była słabsza o 0,04 z-score w porównaniu z o rok młodszym uczestnikiem z analogicznymi rezultatami redukcji masy ciała ( $\Delta$ SBP  $p < 0,0001$ ;  $\Delta$ DBP  $p = 0,0001$ ).
11. Płeć nie miała wpływu na różnice w redukcji poziomu ciśnienia tętniczego krwi ( $p > 0,05$ ).

## **2.4. Dyskusja**

### **2.4.1. Ciśnienie tętnicze w grupie badanej.**

Niniejsza praca porusza problematykę pierwotnego nadciśnienia tętniczego jako modyfikowalnego czynnika ryzyka chorób sercowo-naczyniowych. Program, pod którego opieką znaleźli się uczestnicy włączeni do analizy, ukierunkowany był na prewencję i wczesne wykrywanie chorób cywilizacyjnych u dzieci i młodzieży. Kwalifikacja do programu oparta była na poziomie BMI  $\geq 85$ . centyla w latach 2011-2013 i BMI  $\geq 90$ . centyla w latach 2014-2017. Ograniczenie w kwalifikacji uczestników wprowadzone w 2014 r. wynikało z zapisów konkursu na realizację programu, ustalonych przez podmiot finansujący.

Liczne badania wskazują na wzrost poziomu ciśnienia tętniczego krwi oraz ryzyka zaburzeń kardiometabolicznych w odpowiedzi na zwiększającą się masę ciała u dzieci i młodzieży. Częstość występowania nadciśnienia tętniczego u dzieci i młodzieży wynosi obecnie w krajach europejskich między 2 a 5% [42]. W przeglądzie systematycznym C. Friedemann i wsp., uwzględniającym badania z 42 krajów, w grupie dzieci i młodzieży z nadwagą wartości ciśnienia tętniczego były średnio o 4,54 mmHg wyższe w porównaniu do tych z prawidłową masą ciała. W przypadku dzieci i młodzieży z otyłością były wyższe średnio o 7,49 mm Hg [110]. Również w omawianej grupie dzieci i młodzieży u 7,8% uczestników Programu stwierdzono nadciśnienie tętnicze (SCT i/lub RCT na poziomie  $\geq$  95. centyla utrzymujące się podczas trzech kolejnych interwencji). Wynik ten jest zbieżny w wynikami innych badań prowadzonych w grupie dzieci z nadmiarem masy ciała.

W niniejszej pracy od pierwszej interwencji klasyfikowano ciśnienie tętnicze jako prawidłowe, wysokie prawidłowe oraz ciśnienie tętnicze o charakterze nadciśnienia tętniczego. Była to klasyfikacja pomocnicza i nie oznaczała diagnozy nadciśnienia tętniczego. Dokonać jej bowiem można, zgodnie z aktualnymi wytycznymi Polskiego Towarzystwa Nadciśnienia Tętniczego, na podstawie pomiarów wykonanych podczas 3 niezależnych okazji. W literaturze tematu problem fałszywie dodatniej diagnozy nadciśnienia tętniczego (ang. *overdiagnosis*), sięgający nawet 30% ocen, poruszany był wielokrotnie [111]. Prawidłowo wykonany pomiar ciśnienia tętniczego jest jednym z kluczowych elementów wpływających na wynik badania. W analizie przeprowadzonej przez A. Wirixa i wsp. wykazano, że opierając się na pojedynczym pomiarze ciśnienia tętniczego, 33% dzieci z nadmiarem masy ciała ( $\geq$  85. centyla BMI) i 21% dzieci z prawidłową masą ciała miałyby nadciśnienie [111]. Uwzględniając średnią z pierwszych dwóch pomiarów, nadciśnienie miałyby 28% dzieci z nadmiarem masy ciała i 16% dzieci z prawidłową masą ciała. Opierając się natomiast na najniższym z trzech kolejno wykonanych pomiarów, częstość występowania nadciśnienia zmniejszyłaby się do 12% wśród dzieci z nadmiarem masy ciała i 5% wśród dzieci z prawidłową masą ciała. Opierając się na najniższym wyniku z 3 pomiarów, uzyskanym podczas dwóch niezależnych interwencji, już jedynie 4% dzieci z nadwagą miałyby nadciśnienie.

W niniejszej analizie u 36,7% uczestników podczas pierwszej interwencji poziom ciśnienia tętniczego miał charakter nadciśnienia, natomiast jak wspomniano wyżej,

jedynie u 7,8% ciśnienie tętnicze na poziomie  $\geq 95$ . centyla utrzymywało się przez trzy kolejne interwencje.

W przypadku uczestników, u których BMI i obwód talii nie uległy obniżeniu między interwencjami 1. a 4., średnie ciśnienie skurczowe mimo wszystko uległo obniżeniu. W badaniu przeprowadzonym przez A. Wirixa i wsp. jako przyczynę takiego zjawiska wskazuje się okazjonalnie podwyższone wartości ciśnienia tętniczego, obserwowane w nadciśnieniu tętniczym białego fartucha (WCH, opisane szerzej we wprowadzeniu) [112]. Zastanawiająca jest jednak regularność tego zjawiska w analizowanej grupie (prawdopodobieństwo na poziomie  $p < 0,001$ ). Ze względu na ograniczoną wiarygodność pomiarów gabinetowych na potrzeby ostatecznej diagnostyki nadciśnienia tętniczego u dzieci i młodzieży zaleca się wykonanie pomiaru przy wykorzystaniu automatycznej / 24-godzinnej rejestracji ciśnienia tętniczego (ABPM) oraz pomiarów domowych (HBPM). Szczególny nacisk na zasadność wykorzystania ABPM kładą amerykańscy eksperci z American Academy of Pediatrics (AAP), w wytycznych w zakresie diagnostyki i leczenia nadciśnienia tętniczego dzieci i młodzieży, opublikowanych w 2017 r.

#### 2.4.2. BMI i obwód talii jako kluczowe korelaty ciśnienia tętniczego

Liczne badania wskazują, że podwyższone wartości BMI i obwodu talii korelują z wysokimi wartościami ciśnienia tętniczego krwi u dzieci i młodzieży, co wykazano również w niniejszej pracy. W polskim badaniu P. Derezińskiego i wsp. z 2015 r. wykazało większe znaczenie obwodu talii jako predyktora wysokich wartości ciśnienia tętniczego u otyłych nastolatków, w porównaniu do BMI (czułość i swoistość OT – 0,57 i 0,95 vs czułość i swoistość BMI – 0,25 i 0,96) [113]. Choć badanie dotyczyło jedynie grupy 416 14-latków z populacji ogólnej, jego wyniki wydają się interesujące w kontekście dalszej dyskusji na temat znaczenia BMI i obwodu talii w diagnostyce nadciśnienia tętniczego u dzieci i młodzieży. G. N. Dwivedi i wsp. sugerują, że obwód talii jest łatwiejszy w pomiarze i równie wiarygodny, co pomiar BMI, dlatego powinien być stosowany jako narzędzie przesiewowe do wczesnej diagnostyki nadciśnienia tętniczego [77]. W jednym z badań przekrojowych w populacji litwińskiej młodzieży w wieku 12-15 lat zestawiono korelacje ciśnienia tętniczego z obwodem talii i BMI [114]. Współczynnik korelacji Pearsona między BMI a SCT wyniósł  $r = 0,40$  dla

chłopców i  $r = 0,37$  dla dziewcząt, natomiast między BMI i RCT  $r = 0,21$  dla chłopców i dziewcząt. W przypadku obwodu talii współczynnik korelacji z SCT wyniósł dla chłopców  $r = 0,39$  i dla dziewcząt  $r = 0,30$ , natomiast między OT a RCT – dla chłopców  $r = 0,22$  i dla dziewcząt  $0,18$ . Wszystkie korelacje były istotne statystycznie ( $p < 0,01$ ). Porównując wyniki uzyskane w powyższym badaniu do wyników niniejszej pracy, wartości ciśnienia tętniczego oznaczone u uczestników podczas pierwszej interwencji w Programie istotnie korelowały z BMI i obwodem talii uczestnika. Współczynnik korelacji Pearsona między BMI a SCT wyniósł  $r = 0,26$ , natomiast między BMI a RCT  $r = 0,24$ . W przypadku obwodu talii współczynnik korelacji z ciśnieniem tętniczym wyniósł dla SCT  $r = 0,24$ , natomiast dla RCT  $r = 0,16$ . Wszystkie korelacje były istotne statystycznie ( $p < 0,05$ ). Wysokie wartości BMI i obwodu talii są tym samym istotnymi czynnikami zwiększającymi prawdopodobieństwo wystąpienia wysokich wartości ciśnienia tętniczego krwi [115, 75]. Podczas obliczania współczynnika korelacji Pearsona nie dokonano podziału na płeć. Choć różnice między chłopcami a dziewczętami w przytoczonym litwińskim badaniu nie przekraczają poziomu współczynnika korelacji Pearsona o więcej niż 0,09 jednostki, to w kontekście dalszych analiz różnice te mogą okazać się istotne.

Wskaźnikami nieuwjętymi w niniejszej pracy, ale pojawiającymi się w niektórych publikacjach, są wskaźnik talia-biodra, opisujący proporcję między obwodem talii a obwodem bioder oraz wskaźnik talia-wysokość ciała, opisujący proporcję między obwodem talii a wysokością ciała. Mimo że oba wskaźniki wykazują korelację z ciśnieniem tętniczym, to w licznych badaniach wykazano, że jest ona słabsza niż korelacja ciśnienia tętniczego z BMI i obwodem talii [114, 116]. W badaniu R. Kuciene i V. Dulskiene dokonano analizy korelacji między ciśnieniem tętniczym a wskaźnikiem WHtR. Była ona jednak istotnie słabsza w porównaniu z korelacją CT z BMI i obwodem talii (z SCT kolejno dla chłopców i dziewcząt  $r = 0,13$  i  $r = 0,20$ , z RCT kolejno  $r = 0,12$  i  $0,11$ ). W związku z powyższym wskaźniki te zostały pominięte w niniejszym badaniu. Ponadto wszystkie analizy prowadzone były z pominięciem wartości bezwzględnych. Pomiary unifikowano do wartości centylowych i z-score, uwzględniających płeć, wiek i wysokość ciała. Niektóre badania nad wpływem BMI i obwodu talii na ciśnienie krwi u dzieci z nadwagą i otyłością wskazywały jednak na wysoką zasadność dołączenia wskaźnika WHtR do analiz [117, 118]. Wysoki wzrost czy wręcz przyspieszone wzrastanie wpływają bowiem na poziom ciśnienia tętniczego i zwiększone ryzyko

sercowo-naczyniowe [64]. Ponadto w rozległej analizie wpływu czynników antropometrycznych na ciśnienie tętnicze krwi u dzieci i młodzieży, przeprowadzone przez grupę badawczą NCD Risk Factor Collaboration, wskazano, że chłopcy w Europie Środkowej i Zachodniej (w tym Polsce) mieli najkorzystniejsze zmiany w statusie antropometrycznym w ciągu ostatnich 35 lat, ponieważ w porównaniu z dziećmi i młodzieżą w innych krajach odnotowano u nich istotnie większy wzrost wysokości ciała w porównaniu do wzrostu BMI [48]. Włączenie dodatkowych wskaźników uwzględniających parametry wysokości ciała wydaje się więc zasadne z perspektywy kolejnych analiz w omawianej tematyce.

#### 2.4.3. Redukcja ciśnienia tętniczego w odpowiedzi na redukcję BMI i obwodu talii

Korelacje opisane w poprzednim podrozdziale stanowią punkt wyjścia do oceny wpływu zmiany obwodu talii i BMI na zmianę ciśnienia tętniczego krwi w badanej grupie. Podstawowym celem niniejszej analizy było określenie związku między zmianą obwodu talii i zmianą BMI a zmianą ciśnienia tętniczego u dzieci i młodzieży z nadmiarem masy ciała w wieku 6-15 lat, uczestniczących w programie zdrowotnym ukierunkowanym na redukcję masy ciała.

W retrospektywnym badaniu kohortowym, analizującym dane ponad 100 000 osób (dzieci i młodzież) w Stanach Zjednoczonych Ameryki, zbadano wpływ zmian w poziomie BMI na zmianę poziomu ciśnienia tętniczego krwi [119]. Zaobserwowano, że obniżenie BMI do niższej kategorii masy ciała (z otyłości do nadwagi lub z nadwagi do prawidłowej masy ciała) poprawia wyniki ciśnienia tętniczego. E. D. Parker i wsp. analizując badania wykonane wśród amerykańskich dzieci i młodzieży w wieku 3-17 lat wykazali, że zmiana BMI istotnie koreluje ze zmianą skurczowego i rozkurczowego ciśnienia tętniczego krwi [119]. SCT i RCT u otyłych dzieci i młodzieży, którzy zredukowali masę ciała do nadwagi, uległy znacznemu obniżeniu (o 8,1 i 6,6 centyli u dzieci w wieku 3-11 lat oraz o 13 centyli i 7,5 centyla u młodzieży w wieku 12-17 lat). Podobne efekty obserwowano u dzieci, które zmniejszyły masę ciała z nadwagi lub otyłości do normalnej masy ciała.

W ostatnich latach powstało zaledwie kilka publikacji ukazujących rzeczywisty wpływ zmian BMI i obwodu talii na zmiany ciśnienia tętniczego u młodych osób uczestniczących w programie redukcji masy ciała. Prospektywne badanie kohortowe

opisane przez J. Araujo i wsp. z 2019 r. jest aktualną i kompleksową analizą przeprowadzoną w analogicznym obszarze tematycznym [120]. Nie obejmuje ona badań uczestników interwencji zdrowotnych, ale pokazuje zmiany BMI, obwodu talii i ciśnienia tętniczego u młodzieży badanej w dwóch punktach pomiarowych: początkowym i po 4 latach. Badanie wykazało, że wpływ procentowych zmian BMI (BMI%) i obwodu talii (OT%) na ciśnienie tętnicze (mmHg) jest podobny. Uczestnicy badania wykazujący najwyższą redukcję BMI% między 13. a 17. r.ż. mieli niższe ciśnienie krwi w pomiarze follow-up ( $\beta = -2,864$  mmHg, 95% CI -4,478; -1,250). U uczestników, u których BMI% uległo zwiększeniu, SCT wzrosło średnio o 2,3 mmHg (95% CI 0,806; 3,868). Podobne wyniki uzyskano dla zmian OT%.

W niniejszym badaniu wykazano, że u uczestników Programu zmiana BMI i obwodu talii wpływała na zmiany skurczowego i rozkurczowego ciśnienia tętniczego. Przed przystąpieniem do analizy zmienne doprowadzono do wystandaryzowanych wartości z-score, co pozwoliło na ich rzeczywiste porównanie. Wpływ zmiany obu parametrów na zmianę ciśnienia był istotny statystycznie ( $p < 0,05$ ). Analiza porównawcza wykazała istotnie większy wpływ zmian BMI w porównaniu z wpływem zmian obwodu talii. Zmiana BMI o 1 z-score między interwencją 1. a 4. spowodowała średnią zmianę SCT o 0,55 z-score i RCT o 0,53 z-score, natomiast zmiana o 1 z-score w obwodzie talii spowodowała zmianę SCT o 0,14 z-score i RCT o 0,15 z-score.

W badaniu D. S. Freedman i wsp. zasugerowano, że z-score BMI wykazuje słabszą korelację u osób z wysokimi wartościami BMI, co ogranicza możliwość dokładnego scharakteryzowania zmiany BMI jako wyznacznika sukcesu w redukcji masy ciała [121]. W niniejszej pracy nie weryfikowano korelacji między BMI a ciśnieniem tętniczym w zależności od wyjściowego poziomu BMI uczestnika. Zbadano natomiast wpływ wysokiego poziomu BMI i obwodu talii podczas pierwszej interwencji na redukcję ciśnienia tętniczego krwi w odpowiedzi na redukcję BMI i obwodu talii. Uzyskane wyniki wskazywały na zmniejszenie korelacji między redukcją z-score BMI a redukcją z-score ciśnienia tętniczego u osób z wysokimi wartościami BMI oznaczonymi podczas pierwszej interwencji, jednak różnica ta nie była istotna statystycznie ( $p > 0,05$ ). W przypadku korelacji między redukcją z-score obwodu talii a z-score ciśnienia tętniczego wysoki wyjściowy obwód talii wpływał na istotne statystycznie zmniejszenie redukcji skurczowego ciśnienia tętniczego krwi. Każdy 1 z-score więcej w obwodzie talii podczas pierwszej interwencji wpływał



na zmniejszenie redukcji RCT o 0,25 z-score ( $p = 0,0059$ ). Podobnie każdy 1 z-score więcej w obwodzie talii podczas pierwszej interwencji wpływał na zmniejszenie redukcji SCT o 0,16 z-score ( $p = 0,0459$ ). W literaturze pojawia się pojęcie tzw. otyłości olbrzymiej (zwanej ciężką), definiowanej u dzieci z  $BMI \geq 120\%$  95. centyla [122]. Jednostki tej nie uwzględniono w niniejszej analizie. Jest ona związana z wyższymi kardiometabolicznymi czynnikami ryzyka w stosunku do dzieci z nadwagą (85.-94. centyl BMI) lub otyłością łagodną ( $\geq 95.$  centyla, ale  $< 120\%$  z 95. centyla BMI) [123]. Ponadto pomiar obwodu talii u osób z otyłością olbrzymią ma niewielką moc prognostyczną w zakresie ryzyka kardiologicznych powikłań otyłości [124]. W niniejszej analizie zastosowano centyle oraz z-score jako metodę standaryzacji zmiennych. Zmianę masy ciała, obwodu talii czy ciśnienia tętniczego krwi u dziecka można przedstawić również za pomocą m.in. zmiany procentowej, procent 95. centyla lub zmiany w odchyleniu standardowym (ang. *standard deviation score*; SDS BMI/OT/CT). Kwestię tę w jednej z publikacji poruszyli T. J. Cole i wsp. [125]. Z-score to często wybierana metoda prezentacji zmian masy ciała i obwodu talii w czasie i, zdaniem autorów publikacji, jedna z najlepszych. Jednak nadal jest to metoda niedoskonała. Jak wskazują autorzy, zmienność wskaźników z-score BMI i z-score obwodu talii jest związana ze stopniem otyłości, a skośność rozkładu BMI oznacza, że ta sama zmiana BMI w najwyższych centylach rozkładu skutkuje mniejszą zmianą wartości z-score.

Zarówno ujęcie procentowe nadwagi, jak i procent 95. centyla BMI, obliczone odpowiednio jako procent 50. i 95. centyla BMI na siatkach centylowych, uznawane są za bardziej wiarygodne i specjalistyczne wskaźniki dla dzieci i młodzieży z ciężką otyłością [126]. W związku z tym w kontynuacji badań zasadne wydaje się porównanie różnych metod analitycznych w badanej grupie dzieci z nadwagą i otyłością.

Innym czynnikiem mogącym wpływać na nieprawidłowo wysokie ciśnienie tętnicze oraz na docelową redukcję poziomu ciśnienia tętniczego u dzieci i młodzieży jest niska masa urodzeniowa. Zdania ekspertów są w tej kwestii podzielone [127, 128]. Rozszerzenie analiz o wpływ niskiej masy urodzeniowej na poziom i redukcję ciśnienia tętniczego wydaje się interesującą przestrzenią do dalszych badań.

#### 2.4.4. Relacja między wiekiem uczestnika a wpływem zmiany BMI i obwodu talii na ciśnienie tętnicze krwi

W przytoczonym we wprowadzeniu badaniu „TODAY study” wskazano na istotną korelację między nadciśnieniem tętniczym a BMI i wiekiem uczestników [82]. Im wyższy wiek i im wyższe BMI uczestnika, tym wyższe ryzyko wystąpienia nieprawidłowo wysokich wartości ciśnienia tętniczego krwi. Każdy dodatkowy rok w odniesieniu do wieku uczestników wpływał na zwiększenie ryzyka nadciśnienia o średnio 14% ( $p = 0,0038$ ), a każdy dodatkowy 1  $\text{kg/m}^2$  BMI – o 6% ( $p < 0,0001$ ). Wzrost ciśnienia tętniczego dotyczył w większym stopniu chłopców ( $p = 0,0001$ ), co docelowo przekładało się na wyższe o 81% ryzyko nadciśnienia niż w przypadku dziewcząt.

Wykonane w niniejszym badaniu obliczenia również wskazywały, że im starszy był uczestnik Programu, tym słabszy był wpływ redukcji masy ciała na zmianę ciśnienia tętniczego krwi. Każdy kolejny rok w wieku uczestnika podczas pierwszej interwencji powodował, że zmiana ciśnienia tętniczego krwi była mniejsza o 0,04 z-score w porównaniu z o rok młodszym uczestnikiem z analogicznymi rezultatami redukcji masy ciała ( $\Delta\text{SBP } p < 0,0001$ ;  $\Delta\text{DBP } p = 0,0001$ ). Tym samym wiek rozpoczęcia interwencji miał istotne znaczenie w poprawie parametrów ciśnienia tętniczego krwi. W przypadku płci wpływ zmiany BMI i obwodu talii na zmianę poziomu ciśnienia tętniczego nie miał znaczenia.

#### 2.4.5. Wpływ udziału w Programie interwencyjnym na korzystne zmiany w parametrach ciśnienia tętniczego krwi

Podczas 3-letniego okresu obserwacji 100 000 osób (dzieci i młodzież) w Stanach Zjednoczonych Ameryki tylko 5% otyłych dzieci, które nie wzięły udziału żadnej interwencji behawioralnej, powróciło do prawidłowej masy ciała [119]. Tym samym autorzy badania wskazali na potrzebę aktywnego wspierania redukcji masy ciała u dzieci i młodzieży. Systematyczny przegląd opublikowany w Pediatrics w 2012 r. obejmował publikacje na temat badań przesiewowych ciśnienia tętniczego krwi u dzieci i młodzieży [129]. Nie wykazano w nim bezpośrednich dowodów na to, że badania przesiewowe w kierunku nadciśnienia zmniejszają ryzyko chorób

sercowo-naczyniowych w wieku dorosłym, co oznacza, że sama świadomość nieprawidłowego wyniku ciśnienia tętniczego krwi nie zmniejsza ryzyka rozwoju choroby. Zgodnie z wytycznymi ESH 2016 oraz na podstawie badań ujętych w przeglądzie systematycznym bazy Cochrane w zakresie leczenia podwyższonego ciśnienia tętniczego krwi u dzieci i młodzieży z 2019 r. interwencje nefarmakologiczne, zarówno profilaktyczne, jak i u dzieci i młodzieży z nadwagą i otyłością, mogą prowadzić do poprawy masy ciała i parametrów kardiologicznych, w tym ciśnienia tętniczego krwi [130, 18]. Niniejsza praca miała na celu uzupełnienie badań w tej dziedzinie.

Wpływ leczenia nefarmakologicznego na edukację nadmiaru masy ciała oraz pośrednio na redukcję ciśnienia tętniczego jest obszarem wciąż niewystarczająco zbadanym. Nie istnieje jedna, uniwersalna metoda leczenia ani jeden, preferowany przez pacjentów zakres opieki i wsparcia. Dostosowanie ich do indywidualnych potrzeb pacjentów to istotny czynnik warunkujący sukces interwencji oferowanych w ramach programu interwencyjnego.

Metodę utrwalania zachowań zdrowotnych zastosowano w badaniu przeprowadzonym przy udziale duńskich dzieci z otyłością w wieku 8-15 lat (średnio 12,1 lat) i ich opiekunów, którym przez 3 miesiące (12 tygodni) zapewniono precyzyjnie zaplanowaną i regularnie ewaluowaną interwencję w zakresie zmiany stylu życia [112]. Badanej grupie przygotowano niskotłuszczową dietę redukcyjną połączoną z obowiązkową aktywnością fizyczną. Pomiary parametrów antropometrycznych i ciśnienia tętniczego krwi oraz aktualizacja zaleceń dokonywane były na początku badania (dzień „0”) oraz po 14, 33 i 82 dniach od dnia „0”. Następnie dokonano ewaluacji interwencji po 10, 16 i 28 miesiącach od zakończeniu cyklu spotkań. Wykazano, że w momencie zakończenia cyklu interwencji BMI uległo obniżeniu o 20% w przypadku chłopców i 19% w przypadku dziewcząt w stosunku do poziomu wyjściowego (dzień „0”). Spadek BMI znajdował odzwierciedlenie zarówno w redukcji skurczowego, jak i rozkurczowego ciśnienia tętniczego krwi, które ulegało obniżeniu proporcjonalnie do obniżenia BMI. Po 28 miesiącach od zakończenia programu średnie wartości BMI w badanej grupie istotnie przekroczyły poziom oznaczony zarówno na początku jak i na końcu cyklu interwencji (dzień „0”), osiągając u chłopców poziom o 31% wyższy w stosunku do oznaczonego podczas ostatniej wizyty oraz o 32% – u dziewcząt. Wskutek ponownego zwiększenia poziomu BMI zaobserwowano zwiększony poziom skurczowego ciśnienia tętniczego, jednak dopiero

w ostatnim pomiarze (po 28 miesiącach). Po 10 i 16 miesiącach od zakończenia badania poziom ciśnienia tętniczego pozostawał niewrażliwy na zwiększający się poziom BMI. Wyniki uzyskane w opisanym badaniu wskazywać mogą na potrzebę wdrożenia długofalowych programów interwencyjnych skierowanych do dzieci z nadmiarem masy ciała i ich opiekunów oraz na potrzebę wykonywania badań kontrolnych oraz działań motywacyjnych w określonych odstępach czasu od zakończenia cyklu interwencji.

Za kluczowy dla sukcesu programu uznaje się udział uczestnika w pełnym cyklu interwencji. Obserwację taką odnaleźć można w wynikach uzyskanych w badaniu uczestników wielośrodkowego programu zwalczania otyłości i promowania zdrowego stylu życia u dzieci i młodzieży, realizowanego w Polsce pn. program „Pozdro!”, gdzie średni długofalowy spadek BMI u uczestników, którzy wzięli udział we wszystkich interwencjach wynosił 3,04 centyla. Wśród uczestników, którzy zrezygnowali z udziału w programie po części interwencji odnotowano w badaniu follow-up jedynie nieznaczny, nieistotny statystycznie spadek BMI [131].

W przeglądzie systematycznym J. Zolotarjova i wsp. wskazano, że aktywność fizyczna, edukacja żywieniowa, korekta zachowań zdrowotnych oraz zaangażowanie rodziny uczestnika programu zdrowotnego to kluczowe elementy leczenia niefarmakologicznego, wpływające na redukcję masy ciała i poprawę ogólnego stanu zdrowia dziecka [132]. Zaznaczono również, że redukcja masy ciała uzyskana na początku udziału w programie często nie jest trwała, pomimo długofalowego korzystnego wpływu na poprawę niektórych wskaźników ryzyka kardiometabolicznego. Większość analiz w zakresie skuteczności programów zdrowotnych ukierunkowanych na redukcję masy ciała uwzględnia jedynie redukcję pomiarów antropometrycznych: masy ciała, obwodu talii oraz wskaźników BMI, WHtR, WHR. W przeglądzie J. Zolotarjova i wsp. parametry ryzyka sercowo-naczyniowego zostały zbadane jedynie w 3 z 16 badań, dlatego autorzy przeglądu apelują o nieograniczanie w analizach efektów programów zdrowotnych wyłącznie do czynników antropometrycznych.

Wyniki uzyskane w niniejszym badaniu wskazują, że redukcja masy ciała u dzieci z nadwagą i otyłością wpływa na poprawę ciśnienia tętniczego. Utrzymanie prawidłowej masy ciała bądź redukcję nadmiernej masy ciała należy uznać za główny element profilaktyki chorób układu krążenia u dzieci i młodzieży. Programy zdrowotne skierowane do dzieci i młodzieży z nadwagą i otyłością wpływają pozytywnie na ciśnienie tętnicze poprzez obniżenie BMI i obwodu talii. Im niższy wiek, w którym

wykryto nadwagę lub otyłość i podjęto działania interwencyjne w celu zmniejszenia masy ciała, tym większy oczekiwany korzystny wpływ na ciśnienie krwi.

Obecnie stwierdzić można, że zmiany ciśnienia tętniczego w odpowiedzi na zmianę parametrów i wskaźników antropometrycznych u dzieci i młodzieży z nadwagą i otyłością wymagają dalszych badań.

Nawiązując do bieżącej sytuacji epidemicznej, związanej z rozprzestrzenianiem się wirusa Sars-Cov-2, Europejskie Towarzystwo Badań nad otyłością (EASO) wskazało, że otyłość powinna być postrzegana jako kluczowy czynnik ryzyka ciężkiego przebiegu oraz powikłań COVID-19. Świadczeniodawcy zdrowotni powinni kontynuować leczenie osób z otyłością. Leczenie takie powinno mieć, zgodnie z zaleceniami EASO, charakter multidyscyplinarny oraz powinno uwzględniać diagnostykę w kierunku chorób sercowo-naczyniowych oraz cukrzycy typu 2. [133].

## **2.5. Ograniczenia badania i projekcja kolejnych analiz**

Jednym z ograniczeń badania było przyjęte kryterium włączenia do części interwencyjnej Programu, które określone było od 2014 r. poziomem BMI  $\geq 90$ . centyla, natomiast w latach 2011-2013 poziomem  $\geq 85$ . centyla. Choć zmiana kryterium w trakcie trwania Programu powodowała wyłączenie części uczestników z nadwagą z etapu specjalistycznego, to z perspektywy celu pracy i wiarygodności osiągniętych wyników, jest to ograniczenie możliwe do zaakceptowania. Na czynnik ten, podobnie jak na drop-out w trakcie badania, realizatorzy Programu nie mieli wpływu bądź wpływ ten był niewielki.

W niniejszym badaniu ograniczono się do zakresu analiz zaplanowanych na etapie projekcyjnym. Potencjalne rozszerzenie badań o kolejne obszary, które wyłoniły się w trakcie prac nad rozprawą obejmuje m.in.:

- korelację między płcią a ciśnieniem tętniczym, w tym ustalenie, czy i w jakim stopniu płeć zwiększa ryzyko rozwoju nadciśnienia tętniczego;
- uwzględnienie zamieszkania w aglomeracji miejskiej jako czynnika wpływającego na zachowania zdrowotne dzieci i młodzieży oraz ich rodzin;
- zweryfikowanie przy użyciu różnych narzędzi statystycznych, w jakim stopniu otyłość ołbrzymia oraz niska masa urodzeniowa wpływają na sukces w redukcji ciśnienia tętniczego krwi;

- uwzględnienie ponownej oceny pomiarów antropometrycznych i ciśnienia tętniczego krwi uczestników po określonym czasie od zakończenia udziału w Programie, w celu oceny długofalowego wpływu zmian BMI i obwodu talii na poziom ciśnienia tętniczego krwi (tzw. *follow-up*);
- uwzględnienie w analizach wskaźników WHtR oraz WHR, a włączenie bardziej złożonych wskaźników, takich jak wskaźnik otłuszczenia ciała (BAI);
- rozszerzenie badań o ambulatoryjny i domowy pomiar ciśnienia tętniczego krwi (ABPM i HBPM) wraz z próbą ustalenia częstości występowania nadciśnienia maskowanego oraz nadciśnienia białego fartucha.

## 2.6. Wnioski

1. Wysokość ciśnienia tętniczego krwi u uczestników Programu istotnie i dodatnio koreluje z BMI i obwodem talii.
2. Redukcja BMI w porównaniu z redukcją obwodu talii odgrywa większą rolę w redukcji wysokości ciśnienia tętniczego krwi.
3. Wpływ zmiany BMI i obwodu talii na zmianę ciśnienie tętniczego krwi nie jest zależny od płci.
4. Wpływ zmiany BMI i obwodu talii na zmianę ciśnienie tętniczego krwi jest zależny od wieku – im wyższy wiek, tym słabszy wpływ.
5. Wpływ zmiany BMI i obwodu talii na zmianę ciśnienia tętniczego krwi zależny jest od czasu, jaki uczestnik spędził w Programie. Im dłuższy udział w programie, tym większy wpływ.

Powyższe wnioski nie dają podstaw do odrzucenia hipotezy badawczej, zakładającej istnienie różnic między wpływem zmiany BMI a wpływem zmiany obwodu talii na zmianę wartości ciśnienia tętniczego krwi u dzieci i młodzieży z nadmiarem masy ciała.

## STRESZCZENIE / SUMMARY

Nadciśnienie tętnicze jest coraz powszechniejszym problemem zdrowotnym u dzieci i młodzieży. Za przyczynę takiego stanu uważa się niekorzystne zmiany w stylu życia, obserwowane na przestrzeni ostatnich dziesięcioleci. Nieprawidłowa dieta, siedzący tryb życia i niewystarczająca aktywność fizyczna przyczyniają się do gromadzenia nadmiernej ilości tkanki tłuszczowej, a następnie do rozwoju nadwagi i otyłości. To właśnie otyłość, poprzez zwiększenie obciążenia układu sercowo-naczyniowego, wpływa na wzrost poziomu ciśnienia tętniczego i ryzyka wystąpienia chorób sercowo-naczyniowych.

Jedną z metod leczenia nadciśnienia tętniczego u dzieci i młodzieży z nadmiarem masy ciała jest leczenie nefarmakologiczne, uwzględniające zmianę zasad odżywiania oraz zapewnienie aktywności fizycznej o odpowiedniej częstotliwości i intensywności. Przywrócenie prawidłowej masy ciała wpływa natomiast na stabilizację ciśnienia tętniczego. Do oceny zmian w masie ciała służą parametry i wskaźniki antropometryczne, w tym BMI i obwód talii. Niniejsza praca stanowi próbę odpowiedzi na pytanie, redukcja którego z nich ma kluczowe znaczenie w procesie redukcji ciśnienia tętniczego krwi.

Celem pracy było wykazanie wpływu zmiany BMI i obwodu talii na zmianę poziomu ciśnienia tętniczego krwi u dzieci i młodzieży z nadmiarem masy ciała, biorących udział w interwencyjnym programie zdrowotnym. Cele szczegółowe dotyczą bardziej precyzyjnych obszarów badań, do których należy ustalenie korelacji zachodzącej między ciśnieniem tętniczym a BMI i obwodem talii. Stawiają pytania o to, redukcja którego z tych czynników odgrywa większą rolę w redukcji poziomu ciśnienia tętniczego krwi oraz czy ta redukcja jest zależna od czasu udziału dziecka w programie interwencyjnym, płci oraz wieku.

Grupę badaną stanowili uczestnicy programu zdrowotnego w zakresie prewencji i wczesnego wykrywania chorób cywilizacyjnych u dzieci i młodzieży. Do analizy włączono 2 942 osób w wieku 6-15 lat (średnio 10,7 +/- 3,1 lat). Uczestnicy wzięli udział w co najmniej 1. z 4. interwencji w programie, obejmujących konsultację z lekarzem, specjalistą ds. aktywności fizycznej, dietetykiem i psychologiem. W ramach programu stosowano jedynie leczenie nefarmakologiczne. Podczas każdej interwencji u uczestników wykonano pomiar masy ciała, wzrostu, obwodu talii i ciśnienia tętniczego

krwi. Dane przeliczono na centyle, zgodnie z aktualnymi polskimi siatkami centylowymi, następnie na wskaźnik z-score BMI w celu ich unifikacji.

Wyniki, jakie uzyskano na podstawie wykonanych analiz dotyczyły korelacji między BMI a skurczowym ciśnieniem tętniczym (SCT), gdzie współczynnik korelacji Pearsona wyniósł  $r = 0,26$  ( $p < 0,0001$ ), natomiast między BMI a ciśnieniem rozkurczowym (RCT)  $r = 0,24$  ( $p < 0,0001$ ). Zaobserwowałam również korelację między obwodem talii a SCT  $r = 0,24$  ( $p < 0,0001$ ) i RCT  $r = 0,16$  ( $p < 0,0001$ ). Zmiana BMI o 1 z-score spowodowała zmianę SCT o średnio 0,55 z-score i zmianę RCT o 0,53 z-score ( $p < 0,0001$ , w obu przypadkach). W przypadku obwodu talii zmiana o 1 z-score spowodowała zaś zmianę SCT o 0,14 z-score ( $p = 0,0331$ ), RCT o 0,15 z-score ( $p = 0,0321$ ). Wykazano też, że zmiana BMI o 1 z-score powoduje redukcję SCT i RCT większą o 0,02 z-score, jeżeli nastąpiła ona na przestrzeni 4. interwencji, niż gdyby nastąpiła na przestrzeni 2. interwencji ( $p < 0,0001$ ). W przypadku obwodu talii zmiana o 1 z-score na przestrzeni 4. interwencji powoduje redukcję większą o 0,01 z-score SCT i 0,09 z-score RCT ( $p < 0,05$ ). Każdy kolejny rok w wieku uczestnika podczas 1. interwencji powodował ponadto, że zmiana ciśnienia krwi była mniejsza o 0,04 z-score w porównaniu z o rok młodszym uczestnikiem z analogicznymi rezultatami redukcji masy ciała ( $p < 0,0001$ ). Różnica w sukcesie redukcji ciśnienia tętniczego między chłopcami a dziewczętami nie była istotna statystycznie ( $p > 0,05$ ).

Wnioski, jakie sformułowałam w odniesieniu do celów badania potwierdziły, że zarówno zmiana BMI, jak i zmiana obwodu talii były związane ze zmianą skurczowego i rozkurczowego ciśnienia tętniczego krwi, jednak zmiana o 1 z-score BMI miała znacznie większy wpływ na zmianę ciśnienia tętniczego niż analogiczna zmiana w obwodzie talii. Im dłużej uczestnik przebywał w programie, tym wpływ redukcji BMI i obwodu talii na ciśnienie tętnicze był silniejszy. Wpływ redukcji masy ciała na zmianę ciśnienia tętniczego słabnął wraz z wiekiem uczestników programu. Płeć nie miała wpływu na różnice w redukcji wartości ciśnienia tętniczego.



## **Title: Blood pressure in children with excess body weight**

Hypertension is an increasingly common health problem in children and adolescents. The detrimental lifestyle changes observed over the past decades account for this situation. Improper diet, sedentary lifestyle and insufficient physical activity contribute to the accumulation of excessive amounts of body fat, and then to the development of overweight and obesity. The obesity triggers hypertension, resulting in higher risk of cardiovascular disease, by increasing the cardiovascular load.

Non-pharmacological treatment is one of the methods of treating arterial hypertension in children and adolescents with excess body weight. This approach involves changes in dietary rules and incorporates appropriate frequency and intensity of the physical activity. Consequently, restored normal body weight stabilizes blood pressure. The anthropometric parameters and indicators, including BMI or waist circumference are used to assess changes in body weight. The objective of this research was to establish which of these factors are of the key importance in reducing blood pressure.

The aim of the study was to examine the effect of changes in BMI and waist circumference on the change in blood pressure in children and adolescents with excess body weight, participating in an interventional health programme. To determine more precise area of research, the detailed objectives were formulated, which included: establishing the correlation between blood pressure and BMI and waist circumference; discovering which of these factors and its reduction plays a key role in reducing blood pressure, and whether gender, age or time spent in the intervention programme are important variables.

The study cohort consisted of participants in a health programme in the field of prevention and early detection of lifestyle diseases in children and adolescents. 2 942 participants aged 6-15 years (mean 10,7 +/- 3,1 years) were included in the analysis. Participants took part in at least 1 of 4 interventions in the program, including consultation with a physician, physical activity specialist, dietitian, and psychologist. Only non-pharmacological treatment was used. Participant's weight, height, waist circumference, and blood pressure were assessed on each intervention. The data were first converted into percentiles, in accordance with the current Polish percentile charts, then into the BMI z-score, waist circumference and arterial pressure index in order to unify them.

The results were obtained based on the analyses carried out and concerned the correlation between BMI and systolic blood pressure (SBP), where the person correlation coefficient was  $r = 0,26$  ( $p < 0,0001$ ), while between BMI and diastolic blood pressure (DBP)  $r = 0,24$  ( $p < 0,0001$ ). Also a correlation between waist circumference and SBP  $r = 0,24$  ( $p < 0,0001$ ), and DBP,  $r = 0,16$  ( $p < 0,0001$ ) was observed. It was also noticed that change in BMI by 1 z-score resulted in a change in SBP by an average of 0,55 z-score and a change in DBP by 0,53 z-score ( $p < 0,0001$ , in both cases). In case of waist circumference, a change by 1 z-score resulted in a change in SBP by 0,14 z-score ( $p = 0,0331$ ), DBP by 0,15 z-score ( $p = 0,0321$ ). When BMI was considered a change by 1 z-score caused a reduction in SBP and DBP by 0,02 z-score, which was greater when occurred within 4 interventions, than if it occurred within 2 interventions ( $p < 0,0001$ ). For waist circumference, a change by 1 z-score over 4 interventions resulted in a greater reduction of 0,01 z-score in SBP and 0,09 z-score in DBP ( $p < 0,05$ ). Each subsequent year of age of the participants during intervention 1 also resulted in a weaker change in blood pressure by 0,04 z-score, compared to a subject one year younger with similar weight loss results ( $p < 0,0001$ ). Success rate of the blood pressure reduction between sexes was not statistically significant ( $p > 0,05$ ).

Concluding, we were able to answer to the objectives of the study. It has been found that both, the reduction in BMI and the waist circumference resulted in reduction in systolic and diastolic blood pressure, however, decrease by 1 z-score in BMI had a much greater impact on the reduction of blood pressure than the same change in waist circumference. The longer the participant stayed in the programme, the stronger was the impact of the reduction in BMI and waist circumference on blood pressure. The older the participant was, the weaker was the effect of weight loss on blood pressure changes. Gender did not influence the differences in blood pressure reduction.

## PIŚMIENNICTWO

- [1] Neovius M., Linne Y., Barkeling B. i Rossner S., „Discrepancies between classification systems of childhood obesity”, *Obesity Reviews*, t. 5, nr 2, ss. 105–114, 2004, doi: 10.1111/j.1467-789X.2004.00136.x.
- [2] El Aarbaoui T. i in., „Does the body adiposity index (BAI) apply to paediatric populations?”, *Annals of Human Biology*, t. 40, nr 5, ss. 451–458, 2013, doi: 10.3109/03014460.2013.802011.
- [3] Browning L. M., Hsieh S. D. i Ashwell M., „A systematic review of waist-to-height ratio as a screening tool for the prediction of cardiovascular disease and diabetes: 0.5 could be a suitable global boundary value”, *Nutrition Research Reviews*, t. 23, nr 2, ss. 247–269, 2010, doi: 10.1017/S0954422410000144.
- [4] Zhao M., Bovet P., Ma C. i Xi B., „Performance of different adiposity measures for predicting cardiovascular risk in adolescents”, *Scientific Reports*, t. 7, nr 1, s. 43686, 2017, doi: 10.1038/srep43686.
- [5] Mokha J. S. i in., „Utility of waist-to-height ratio in assessing the status of central obesity and related cardiometabolic risk profile among normal weight and overweight/obese children: The Bogalusa Heart Study”, *BMC Pediatrics*, t. 10, nr 1, s. 73, 2010, doi: 10.1186/1471-2431-10-73.
- [6] Savva S. i in., „Waist circumference and waist-to-height ratio are better predictors of cardiovascular disease risk factors in children than body mass index”, *International Journal of Obesity*, t. 24, nr 11, ss. 1453–1458, 2000, doi: 10.1038/sj.ijo.0801401.
- [7] Khoury M., Manlhiot C. i McCrindle B. W., „Role of the Waist/Height Ratio in the Cardiometabolic Risk Assessment of Children Classified by Body Mass Index”, *Journal of the American College of Cardiology*, t. 62, nr 8, ss. 742–751, 2013, doi: 10.1016/j.jacc.2013.01.026.
- [8] Brończyk-Puzoń A., Koszowska A., Bieniek J., „Podstawowe pomiary antropometryczne i pochodne wskaźniki w poradnictwie dietetycznym”.
- [9] Modesti P. A. i in., „Seasonal Blood Pressure Changes”, *Hypertension*, t. 61, nr 4, ss. 908–914, 2013, doi: 10.1161/HYPERTENSIONAHA.111.00315.

- [10] Dionne J. M., Abitbol C. L. i Flynn J. T., „Hypertension in infancy: diagnosis, management and outcome”, *Pediatric Nephrology*, t. 27, nr 1, ss. 17–32, 2012, doi: 10.1007/s00467-010-1755-z.
- [11] Li X. i in., „Higher blood pressure predicts diabetes and enhances long-term risk of cardiovascular disease events in individuals with impaired glucose tolerance: Twenty-three-year follow-up of the Daqing diabetes prevention study”, *Journal of Diabetes*, t. 11, nr 7, ss. 593–598, 2019, doi: 10.1111/1753-0407.12887.
- [12] Koshimizu H., Kojima R., Kario K. i Okuno Y., „Prediction of blood pressure variability using deep neural networks”, *International Journal of Medical Informatics*, t. 136, s. 104067, 2020, doi: 10.1016/j.ijmedinf.2019.104067.
- [13] Roguin A., „Scipione Riva-Rocci and the men behind the mercury sphygmomanometer”, *International Journal of Clinical Practice*, t. 60, nr 1, ss. 73–79, 2005, doi: 10.1111/j.1742-1241.2005.00548.x.
- [14] Unia Europejska, „Dziennik Urzędowy”, nr 66, s. 2009, 2013.
- [15] Bakris G., Ali W. i Parati G., „ACC/AHA Versus ESC/ESH on Hypertension Guidelines”, *Journal of the American College of Cardiology*, t. 73, nr 23, ss. 3018–3026, cze. 2019, doi: 10.1016/j.jacc.2019.03.507.
- [16] Ohkubo T. i in., „Home blood pressure measurement has a stronger predictive power for mortality than does screening blood pressure measurement”, *Journal of Hypertension*, t. 16, nr 7, ss. 971–975, 1998, doi: 10.1097/00004872-199816070-00010.
- [17] „Report of the Joint National Committee on Detection, Evaluation, and Treatment of High Blood Pressure”, *JAMA: The Journal of the American Medical Association*, t. 237, nr 3, s. 255, 1977, doi: 10.1001/jama.1977.03270300059008.
- [18] Lurbe E. i in., „2016 European Society of Hypertension guidelines for the management of high blood pressure in children and adolescents.”, *Journal of hypertension*, t. 34, nr 10, ss. 1887–920, 2016, doi: 10.1097/HJH.0000000000001039.
- [19] Williams B. i in., „2018 ESC/ESH Guidelines for the management of arterial hypertension”, *European Heart Journal*, t. 39, nr 33, ss. 3021–3104, 2018, doi: 10.1093/eurheartj/ehy339.
- [20] Whelton P. K. i in., „2017 ACC/AHA/AAPA/ABC/ACPM/AGS/APhA/ASH/ASPC/NMA/PCNA Guideline

- for the Prevention, Detection, Evaluation, and Management of High Blood Pressure in Adults: a Report of the American College of Cardiology/American Heart Association Task Force on Clinical Practice Guidelines”, *Hypertension*, t. 71, nr 6, 2018, doi: 10.1161/HYP.0000000000000065.
- [21] Zajdel J., „Moc prawna standardów medycznych i wytycznych praktyki klinicznej”, *Medycyna Praktyczna*, 2010. [Online]. Dostępne na: <https://prawo.mp.pl/publikacje/prawomedyczne/52342,moc-prawna-standardow-medycznych-i-wytycznych-praktyki-klinicznej#1>.
- [22] Muntner P. i in., „Potential US Population Impact of the 2017 ACC/AHA High Blood Pressure Guideline”, *Circulation*, t. 137, nr 2, ss. 109–118, 2018, doi: 10.1161/CIRCULATIONAHA.117.032582.
- [23] Kułaga Z. i in., „Rozkłady wartości ciśnienia krwi w populacji referencyjnej dzieci i młodzieży w wieku szkolnym Distribution of blood pressure in school-aged children and adolescents reference population”. [Online]. Dostępne na: [www.standardy.pl/pediatrics](http://www.standardy.pl/pediatrics).
- [24] Kułaga Z., Grajda A. i in., „Siatki centylowe do oceny ciśnienia tętniczego dzieci i młodzieży w wieku 3-18 lat”, *Standardy Medyczne/Pediatrics*, t. 1, ss. 22–30, 2013.
- [25] Świąder-Leśniak A., Kułaga Z. i in., „Wartości referencyjne obwodu talii i bioder polskich dzieci i młodzieży w wieku 3-18 lat”, *Standardy Medyczne/Pediatrics*, t. 12, ss. 137–150, 2015.
- [26] Blanchette E. i Flynn J. T., „Implications of the 2017 AAP Clinical Practice Guidelines for Management of Hypertension in Children and Adolescents: a Review”, *Current Hypertension Reports*, t. 21, nr 5, s. 35, 2019, doi: 10.1007/s11906-019-0943-x.
- [27] Brady T. M., Stefani-Glücksberg A. i Simonetti G. D., „Management of high blood pressure in children: similarities and differences between US and European guidelines”, *Pediatric Nephrology*, t. 34, nr 3, ss. 405–412, 2019, doi: 10.1007/s00467-018-3946-y.
- [28] Daniels S. R., „What Is the Prevalence of Childhood Hypertension?”, *JAMA Pediatrics*, t. 172, nr 6, s. 519, 2018, doi: 10.1001/jamapediatrics.2018.0375.

- [29] Tykarski A., Filipiak K. J. i in., „Zasady postępowania w nadciśnieniu tętniczym — 2019 rok. Wytyczne Polskiego Towarzystwa Nadciśnienia Tętniczego”, *Nadciśnienie Tętnicze w Praktyce*, t. 5, nr 1, s. 4, 2019.
- [30] Unger T. i in., „2020 International Society of Hypertension Global Hypertension Practice Guidelines”, *Hypertension*, t. 75, nr 6, ss. 1334–1357, 2020, doi: 10.1161/HYPERTENSIONAHA.120.15026.
- [31] Tykarski A., Filipiak K. J. i in., „Zasady postępowania w nadciśnieniu tętniczym — 2019 rok. Wytyczne Polskiego Towarzystwa Nadciśnienia Tętniczego”, *Nadciśnienie Tętnicze w Praktyce*, t. 5, nr 1, s. 63, 2019.
- [32] , „Zasady postępowania w nadciśnieniu tętniczym — 2019 rok. Wytyczne Polskiego Towarzystwa Nadciśnienia Tętniczego”, *Nadciśnienie Tętnicze w Praktyce*, t. 5, nr 1, s. 65, 2019.
- [33] Niklas A. i in., „Prevalence of cardiometabolic risk factors and selected cardiovascular diseases in hypertensive and normotensive participants in the adult Polish population”, *Medicine*, t. 99, nr 28, s. e21149, 2020, doi: 10.1097/MD.00000000000021149.
- [34] Wilkins E., Wilson L., Wickramasinghe K., Bhatnagar P., Leal J., Luengo-Fernandez R., Burns R., Rayner M., Townsend N., „European Cardiovascular Disease Statistics 2017”, 2017. [Online]. Dostępne na: <https://researchportal.bath.ac.uk/en/publications/european-cardiovascular-disease-statistics-2017>.
- [35] Go A. S. i in., „Heart disease and stroke statistics-2013 update: a Report from the American Heart Association”, *Circulation*, t. 127, nr 1, 2013, doi: 10.1161/CIR.0b013e31828124ad.
- [36] Dua S., Bhuker M., Sharma P., Dhall M. i Kapoor S., „Body mass index relates to blood pressure among adults”, *North American Journal of Medical Sciences*, t. 6, nr 2, s. 89, 2014, doi: 10.4103/1947-2714.127751.
- [37] Abarca-Gómez L. i in., „Worldwide trends in body-mass index, underweight, overweight, and obesity from 1975 to 2016: a pooled analysis of 2416 population-based measurement studies in 128·9 million children, adolescents, and adults”, *The Lancet*, t. 390, nr 10113, ss. 2627–2642, 2017, doi: 10.1016/S0140-6736(17)32129-3.

- [38] Chow C. K., „Prevalence, Awareness, Treatment, and Control of Hypertension in Rural and Urban Communities in High-, Middle-, and Low-Income Countries”, *JAMA*, t. 310, nr 9, s. 959, 013, doi: 10.1001/jama.2013.184182.
- [39] Koebnick C. i in., „The Prevalence of Primary Pediatric Prehypertension and Hypertension in a Real-World Managed Care System”, *The Journal of Clinical Hypertension*, t. 15, nr 11, ss. 784–792, 2013, doi: 10.1111/jch.12173.
- [40] Tykarski A., Filipiak K. J. i in., „Zasady postępowania w nadciśnieniu tętniczym — 2019 rok. Wytyczne Polskiego Towarzystwa Nadciśnienia Tętniczego”, *Nadciśnienie Tętnicze w Praktyce*, t. 5, nr 1, s. 74, 2019.
- [41] Gupta-Malhotra M., Shete S., Barratt M. S., Milewicz D. i Hashmi S. S., „Epidemiology of Childhood Onset Essential Hypertension”, *Journal of Human Hypertension*, t. 32, nr 12, ss. 808–813, 2018, doi: 10.1038/s41371-018-0110-x.
- [42] Dionne J. M., „Updated Guideline May Improve the Recognition and Diagnosis of Hypertension in Children and Adolescents; Review of the 2017 AAP Blood Pressure Clinical Practice Guideline”, *Current Hypertension Reports*, t. 19, nr 10, s. 84, 2017, doi: 10.1007/s11906-017-0780-8.
- [43] Prospective Studies Collaboration, „Body-mass index and cause-specific mortality in 900 000 adults: collaborative analyses of 57 prospective studies”, *The Lancet*, t. 373, nr 9669, ss. 1083–1096, 2009, doi: 10.1016/S0140-6736(09)60318-4.
- [44] WHO, „Kategorie BMI dla osób powyżej 20 r.ż, dane World Human Organization”. [Online]. Dostępne na: <https://www.euro.who.int/en/health-topics/disease-prevention/nutrition/a-healthy-lifestyle/body-mass-index-bmi>.
- [45] Flegal K. M., Kit B. K., Orpana H. i Graubard B. I., „Association of All-Cause Mortality With Overweight and Obesity Using Standard Body Mass Index Categories”, *JAMA*, t. 309, nr 1, s. 71, 2013, doi: 10.1001/jama.2012.113905.
- [46] Hebebrand J. i in., „A Proposal of the European Association for the Study of Obesity to Improve the ICD-11 Diagnostic Criteria for Obesity Based on the Three Dimensions Etiology, Degree of Adiposity and Health Risk”, *Obesity Facts*, t. 10, nr 4, ss. 284–307, 2017, doi: 10.1159/000479208.
- [47] „Health Effects of Overweight and Obesity in 195 Countries over 25 Years”, *New England Journal of Medicine*, t. 377, nr 1, ss. 13–27, 2017, doi: 10.1056/NEJMoa1614362.

- [48] Rodriguez-Martinez A. i in., „Height and body-mass index trajectories of school-aged children and adolescents from 1985 to 2019 in 200 countries and territories: a pooled analysis of 2181 population-based studies with 65 million participants”, *The Lancet*, t. 396, nr 10261, ss. 1511–1524, 2020, doi: 10.1016/S0140-6736(20)31859-6.
- [49] Forouzanfar M. H. i in., „Global, regional, and national comparative risk assessment of 79 behavioural, environmental and occupational, and metabolic risks or clusters of risks, 1990–2015: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2015”, *The Lancet*, t. 388, nr 10053, ss. 1659–1724, 2016, doi: 10.1016/S0140-6736(16)31679-8.
- [50] „Physical status: the use and interpretation of anthropometry. Report of a WHO Expert Committee”, *World Health Organization technical report series*, t. 854, ss. 1–452, 1995. [Online]. Dostępne na: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/8594834>.
- [51] N. C. for H. S. Centers for Disease Control and Prevention, „CDC clinical growth charts”. [Online]. Dostępne na: <https://www.cdc.gov/growthcharts/>.
- [52] Cole T. J., „Establishing a standard definition for child overweight and obesity worldwide: international survey”, *BMJ*, t. 320, nr 7244, ss. 1240–1240, 2000, doi: 10.1136/bmj.320.7244.1240.
- [53] Hajian-Tilaki K. i Heidari B., „A Comparison between International Obesity Task Force and Center for Disease Control References in Assessment of Overweight and Obesity Among Adolescents in Babol, Northern Iran.”, *International journal of preventive medicine*, t. 4, nr 2, ss. 226–32, 2013. [Online]. Dostępne na: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/23543826>.
- [54] Lang I. A., Kipping R. R., Jago R. i Lawlor D. A., „Variation in childhood and adolescent obesity prevalence defined by international and country-specific criteria in England and the United States”, *European Journal of Clinical Nutrition*, t. 65, nr 2, ss. 143–150, 2011, doi: 10.1038/ejcn.2010.260.
- [55] Kułaga Z. i in., „Polish 2010 growth references for school-aged children and adolescents”, *European Journal of Pediatrics*, t. 170, nr 5, ss. 599–609, 2011, doi: 10.1007/s00431-010-1329-x.



- [56] Ahrens W. i in., „Prevalence of overweight and obesity in European children below the age of 10”, *International Journal of Obesity*, t. 38, nr S2, ss. S99–S107, 2014, doi: 10.1038/ijo.2014.140.
- [57] Blundell J. E., Dulloo A. G., Salvador J. i Frühbeck G., „Beyond BMI–Phenotyping the Obesities”, *Obesity Facts*, t. 7, nr 5, ss. 322–328, 2014, doi: 10.1159/000368783.
- [58] Blüher S. i in., „Body Mass Index, Waist Circumference, and Waist-to-Height Ratio as Predictors of Cardiometabolic Risk in Childhood Obesity Depending on Pubertal Development”, *The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism*, t. 98, nr 8, ss. 3384–3393, 2013, doi: 10.1210/jc.2013-1389.
- [59] Sardinha L. B., Santos D. A., Silva A. M., Grøntved A., Andersen L. B. i Ekelund U., „A comparison between BMI, waist circumference, and waist-to-height ratio for identifying cardio-metabolic risk in children and adolescents”, *PLoS ONE*, t. 11, nr 2, 2016, doi: 10.1371/journal.pone.0149351.
- [60] Litwin M. i in., „Regression of target organ damage in children and adolescents with primary hypertension”, *Pediatric Nephrology*, t. 25, nr 12, ss. 2489–2499, 2010, doi: 10.1007/s00467-010-1626-7.
- [61] Daniels S. R., Morrison J. A., Sprecher D. L., Khoury P. i Kimball T. R., „Association of Body Fat Distribution and Cardiovascular Risk Factors in Children and Adolescents”, *Circulation*, t. 99, nr 4, ss. 541–545, 1999, doi: 10.1161/01.CIR.99.4.541.
- [62] Rosengren A. i in., „Body weight in adolescence and long-term risk of early heart failure in adulthood among men in Sweden”, *European Heart Journal*, s. ehw221, 2016, doi: 10.1093/eurheartj/ehw221.
- [63] Twig G. i in., „Body-Mass Index in 2.3 Million Adolescents and Cardiovascular Death in Adulthood”, *New England Journal of Medicine*, t. 374, nr 25, ss. 2430–2440, 2016, doi: 10.1056/NEJMoa1503840.
- [64] Imai C. M. i in., „Faster increase in body mass index between ages 8 and 13 is associated with risk factors for cardiovascular morbidity and mortality”, *Nutrition, Metabolism and Cardiovascular Diseases*, t. 24, nr 7, ss. 730–736, 2014, doi: 10.1016/j.numecd.2014.01.001.

- [65] Daniels S. R., Pratt C. A. i Hayman L. L., „Reduction of Risk for Cardiovascular Disease in Children and Adolescents”, *Circulation*, t. 124, nr 15, ss. 1673–1686, 2011, doi: 10.1161/CIRCULATIONAHA.110.016170.
- [66] Tykarski A., Filipiak K. J. i in. „Zasady postępowania w nadciśnieniu tętniczym — 2019 rok. Wytyczne Polskiego Towarzystwa Nadciśnienia Tętniczego”, 2019.
- [67] Jolliffe C. J. i Janssen I., „Vascular risks and management of obesity in children and adolescents”, *Vascular Health and Risk Management*, t. 2, nr 2, ss. 171–187, 2006, doi: 10.2147/vhrm.2006.2.2.171.
- [68] Turer C. B., Brady T. M. i de Ferranti S. D., „Obesity, Hypertension, and Dyslipidemia in Childhood Are Key Modifiable Antecedents of Adult Cardiovascular Disease”, *Circulation*, t. 137, nr 12, ss. 1256–1259, 2018, doi: 10.1161/CIRCULATIONAHA.118.032531.
- [69] Wright C. M., Parker L., Lamont D. i Craft A. W., „Implications of childhood obesity for adult health: findings from thousand families cohort study”, *BMJ*, t. 323, nr 7324, ss. 1280–1284, 2001, doi: 10.1136/bmj.323.7324.1280.
- [70] Llewellyn A., Simmonds M., Owen C. G. i Woolacott N., „Childhood obesity as a predictor of morbidity in adulthood: a systematic review and meta-analysis”, *Obesity Reviews*, t. 17, nr 1, ss. 56–67, 2016, doi: 10.1111/obr.12316.
- [71] Shrivastava S. R. B. L., Shrivastava P. S. i Ramasamy J., „Childhood obesity: a determinant of adolescent and adult hypertension.”, *International journal of preventive medicine*, t. 5, nr Suppl 1, ss. S71-2, mar. 2014, Udostępniono: wrz. 20, 2018. [Online]. Dostępne na: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/24791195>.
- [72] Genovesi S. i in., „Usefulness of waist circumference for the identification of childhood hypertension”, *Journal of Hypertension*, t. 26, nr 8, ss. 1563–1570, 2008, doi: 10.1097/HJH.0b013e328302842b.
- [73] Redwine K. M., Acosta A. A., Poffenbarger T., Portman R. J. i Samuels J., „Development of Hypertension in Adolescents with Pre-Hypertension”, *The Journal of Pediatrics*, t. 160, nr 1, ss. 98–103, 2012, doi: 10.1016/j.jpeds.2011.07.010.
- [74] Lurbe E., Thijs L., Torro M. I., Alvarez J., Staessen J. A. i Redon J., „Sexual Dimorphism in the Transition From Masked to Sustained Hypertension in Healthy Youths”, *Hypertension*, t. 62, nr 2, ss. 410–414, 2013, doi: 10.1161/HYPERTENSIONAHA.113.01549.

- [75] Pazin D. C. i in., „Waist Circumference is Associated with Blood Pressure in Children with Normal Body Mass Index: a Cross-Sectional Analysis of 3,417 School Children”, *Arquivos Brasileiros de Cardiologia*, ss. 509–515, 2017, doi: 10.5935/abc.20170162.
- [76] Kovacs V. A., Gabor A., Fajcsak Z. i Martos E., „Role of waist circumference in predicting the risk of high blood pressure in children”, *International Journal of Pediatric Obesity*, t. 5, nr 2, ss. 143–150, 2010, doi: 10.3109/17477160903111771.
- [77] Dwivedi G. N., Sethi S., Singh R. i Singh S., „Association of blood pressure with body mass index and waist circumference in adolescents”, *International Journal of Contemporary Pediatrics Dwivedi GN et al. Int J Contemp Pediatr*, t. 3, nr 3, ss. 971–976, doi: 10.18203/2349-3291.ijcp20162375.
- [78] Choy C.-S., Chan W.-Y., Chen T.-L., Shih C.-C., Wu L.-C. i Liao C.-C., „Waist circumference and risk of elevated blood pressure in children: a cross-sectional study”, *BMC Public Health*, t. 11, nr 1, s. 613, 2011, doi: 10.1186/1471-2458-11-613.
- [79] Chen L., Simonsen N. i Liu L., „Racial Differences of Pediatric Hypertension in Relation to Birth Weight and Body Size in the United States”, *PLOS ONE*, t. 10, nr 7, s. e0132606, 2015, doi: 10.1371/journal.pone.0132606.
- [80] Brady T. M., Fivush B., Parekh R. S. i Flynn J. T., „Racial Differences Among Children With Primary Hypertension”, *PEDIATRICS*, t. 126, nr 5, ss. 931–937, 2010, doi: 10.1542/peds.2009-2972.
- [81] Shen W. i in., „Race and Sex Differences of Long-Term Blood Pressure Profiles From Childhood and Adult Hypertension”, *Hypertension*, t. 70, nr 1, ss. 66–74, 2017, doi: 10.1161/HYPERTENSIONAHA.117.09537.
- [82] „Rapid Rise in Hypertension and Nephropathy in Youth With Type 2 Diabetes: The TODAY clinical trial”, *Diabetes Care*, t. 36, nr 6, ss. 1735–1741, 2013, doi: 10.2337/dc12-2420.
- [83] Ferrannini E. i Cushman W. C., „Diabetes and hypertension: the bad companions”, *The Lancet*, t. 380, nr 9841, ss. 601–610, 2012, doi: 10.1016/S0140-6736(12)60987-8.
- [84] Tsimihodimos V., Gonzalez-Villalpando C., Meigs J. B. i Ferrannini E., „Hypertension and Diabetes Mellitus”, *Hypertension*, t. 71, nr 3, ss. 422–428, 2018, doi: 10.1161/HYPERTENSIONAHA.117.10546.

- [85] Macumber I., „Ambulatory Blood Pressure Monitoring in Children and Adolescents: a Review of Recent Literature and New Guidelines”, *Current Hypertension Reports*, t. 19, nr 12, s. 96, 2017, doi: 10.1007/s11906-017-0791-5.
- [86] Tirosh A. i in., „Adolescent BMI Trajectory and Risk of Diabetes versus Coronary Disease”, *New England Journal of Medicine*, t. 364, nr 14, ss. 1315–1325, 2011, doi: 10.1056/NEJMoa1006992.
- [87] Park M. H., Sovio U., Viner R. M., Hardy R. J. i Kinra S., „Overweight in Childhood, Adolescence and Adulthood and Cardiovascular Risk in Later Life: Pooled Analysis of Three British Birth Cohorts”, *PLoS ONE*, t. 8, nr 7, s. e70684, 2013, doi: 10.1371/journal.pone.0070684.
- [88] Adams H. R., Szilagyi P. G., Gebhardt L. i Lande M. B., „Learning and Attention Problems Among Children With Pediatric Primary Hypertension”, *PEDIATRICS*, t. 126, nr 6, ss. e1425–e1429, 2010, doi: 10.1542/peds.2010-1899.
- [89] Martin A., Booth J. N., Laird Y., Sproule J., Reilly J. J. i Saunders D. H., „Physical activity, diet and other behavioural interventions for improving cognition and school achievement in children and adolescents with obesity or overweight”, *Cochrane Database of Systematic Reviews*, 2018, doi: 10.1002/14651858.CD009728.pub3.
- [90] Tykarski A., Filipiak K. J., Januszewski A. i in., „Zasady postępowania w nadciśnieniu tętniczym — 2019 rok. Wytyczne Polskiego Towarzystwa Nadciśnienia Tętniczego”, 2019.
- [91] Lurbe E. i in., „2016 European Society of Hypertension guidelines for the management of high blood pressure in children and adolescents”, *Journal of Hypertension*, t. 34, nr 10, s. 16, 2016, doi: 10.1097/HJH.0000000000001039.
- [92] Flynn J. T. i in., „Clinical Practice Guideline for Screening and Management of High Blood Pressure in Children and Adolescents”, *Pediatrics*, t. 140, nr 3, s. 16, 2017, doi: 10.1542/peds.2017-1904.
- [93] Asghari G., Yuzbashian E., Mirmiran P., Hooshmand F., Najafi R. i Azizi F., „Dietary Approaches to Stop Hypertension (DASH) Dietary Pattern Is Associated with Reduced Incidence of Metabolic Syndrome in Children and Adolescents”, *The Journal of Pediatrics*, t. 174, ss. 178-184.e1, 2016, doi: 10.1016/j.jpeds.2016.03.077.

- [94] Saneei P., Hashemipour M., R. Kelishadi, S. Rajaei i A. Esmailzadeh, „Effects of recommendations to follow the Dietary Approaches to Stop Hypertension (DASH) diet v. usual dietary advice on childhood metabolic syndrome: a randomised cross-over clinical trial”, *British Journal of Nutrition*, t. 110, nr 12, ss. 2250–2259, 2013, doi: 10.1017/S0007114513001724.
- [95] Wszyńska J. i in., „Physical Activity in the Prevention of Childhood Obesity: The Position of the European Childhood Obesity Group and the European Academy of Pediatrics”, *Frontiers in Pediatrics*, t. 8, 2020, doi: 10.3389/fped.2020.535705.
- [96] World Health Organization, „WHO guidelines on physical activity and sedentary behaviour: at a glance. 2020”, 2020. [Online]. Dostępne na: <https://www.who.int/publications/i/item/9789240014886>.
- [97] Silventoinen K., Magnusson P. K. E., Tynelius P., Batty G. D. i Rasmussen F., „Association of body size and muscle strength with incidence of coronary heart disease and cerebrovascular diseases: a population-based cohort study of one million Swedish men”, *International Journal of Epidemiology*, t. 38, nr 1, ss. 110–118, 2009, doi: 10.1093/ije/dyn231.
- [98] Crump C., Sundquist J., Winkleby M. A. i Sundquist K., „Interactive effects of physical fitness and body mass index on risk of stroke: a national cohort study”, *International Journal of Stroke*, t. 11, nr 6, ss. 683–694, 2016, doi: 10.1177/1747493016641961.
- [99] Kelley G. A., Kelley K. S. i Tran Z. V., „The Effects of Exercise on Resting Blood Pressure in Children and Adolescents: a Meta-Analysis of Randomized Controlled Trials”, *Preventive Cardiology*, t. 6, nr 1, ss. 8–16, 2003, doi: 10.1111/j.1520-037X.2003.01224.x.
- [100] Shi L., Krupp D. i Remer T., „Salt, fruit and vegetable consumption and blood pressure development: a longitudinal investigation in healthy children”, *British Journal of Nutrition*, t. 111, nr 4, ss. 662–671, 2014, doi: 10.1017/S0007114513002961.
- [101] Al-Khudairy L. i in., „Diet, physical activity and behavioural interventions for the treatment of overweight or obese adolescents aged 12 to 17 years”, *Cochrane Database of Systematic Reviews*, 2017, doi: 10.1002/14651858.CD012691.
- [102] Hvidt K. N., Olsen M. H., Ibsen H. i Holm J.-C., „Effect of changes in BMI and waist circumference on ambulatory blood pressure in obese children and

- adolescents”, *Journal of Hypertension*, t. 32, nr 7, ss. 1470–1477, 2014, doi: 10.1097/HJH.000000000000188.
- [103] Okely A. D. i Hammersley M. L., „School–home partnerships: the missing piece in obesity prevention?”, *The Lancet Child & Adolescent Health*, t. 2, nr 1, ss. 5–6, 2018, doi: 10.1016/S2352-4642(17)30154-2.
- [104] Morgan E. H., Schoonees A., Sriram U., M. Faure i Seguin-Fowler R. A., „Caregiver involvement in interventions for improving children’s dietary intake and physical activity behaviors”, *Cochrane Database of Systematic Reviews*, 2020, doi: 10.1002/14651858.CD012547.pub2.
- [105] Bleich S. N., Segal J., Wu Y., Wilson R. i Wang Y., „Systematic Review of Community-Based Childhood Obesity Prevention Studies”, *PEDIATRICS*, t. 132, nr 1, ss. e201–e210, 2013, doi: 10.1542/peds.2013-0886.
- [106] Rhodes R. E. i in., „Development of a consensus statement on the role of the family in the physical activity, sedentary, and sleep behaviours of children and youth”, *International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity*, t. 17, nr 1, s. 74, 2020, doi: 10.1186/s12966-020-00973-0.
- [107] Wang Y. i in., „What childhood obesity prevention programmes work? a systematic review and meta-analysis”, *Obesity Reviews*, t. 16, nr 7, ss. 547–565, 2015, doi: 10.1111/obr.12277.
- [108] Bandurska E., Brzeziński M., Metelska P. i Zarzeczna-Baran M., „Cost-Effectiveness of an Obesity Management Program for 6- to 15-Year-Old Children in Poland: Data from Over Three Thousand Participants”, *Obesity Facts*, t. 13, nr 5, ss. 487–498, 2020, doi: 10.1159/000509130.
- [109] Brzeziński M. , Jankowski M., Niedzielska A. , Danielewicz A. i Czarnecka P. , „Health program “6-10-14 for Health” as an example of comprehensive environmental activities in the field of children obesity. Study protocol and primary results”, *Appetite*, t. 76, s. 202, 2014, doi: 10.1016/j.appet.2014.01.029.
- [110] Friedemann C., Heneghan C., Mahtani K., Thompson M., Perera R. i Ward A. M., „Cardiovascular disease risk in healthy children and its association with body mass index: systematic review and meta-analysis”, *BMJ*, t. 345, nr sep25 2, ss. e4759–e4759, 2012, doi: 10.1136/bmj.e4759.

- [111] Wirix A. i in., „Is the prevalence of hypertension in overweight children overestimated?“, *Archives of Disease in Childhood*, t. 101, nr 11, ss. 998–1003, 2016, doi: 10.1136/archdischild-2015-309969.
- [112] Holm J.-C. i in., „Longitudinal changes in blood pressure during weight loss and regain of weight in obese boys and girls“, *Journal of Hypertension*, t. 30, nr 2, ss. 368–374, 2012, doi: 10.1097/HJH.0b013e32834e4a87.
- [113] Dereziński T., Kułaga Z. i Litwin M., „Prevalence of arterial hypertension and anthropometrical predictors of elevated blood pressure in 14 years old adolescents“, *Postępy Nauk Medycznych*, t. 28, nr 11, ss. 756–759, 2015, doi: 10.5604/08606196.1190898.
- [114] Kuciene R. i Dulskiene V., „Associations between body mass index, waist circumference, waist-to-height ratio, and high blood pressure among adolescents: a cross-sectional study“, *Scientific Reports*, t. 9, nr 1, s. 9493, 2019, doi: 10.1038/s41598-019-45956-9.
- [115] Marcus M. D. i in., „Shifts in BMI Category and Associated Cardiometabolic Risk: Prospective Results From HEALTHY Study“, *Pediatrics*, t. 129, nr 4, ss. e983–e991, 2012, doi: 10.1542/peds.2011-2696.
- [116] Amamilo I. B., Sadoh W. E. i Iregbu F. U., „The Evaluation of Waist Circumference and Waist-Hip Ratio as Predictors of Hypertension in Children“, *Journal of Advances in Medicine and Medical Research*, ss. 80–89, 2020, doi: 10.9734/jammr/2020/v32i1630633.
- [117] Arellano-Ruiz P., García-Hermoso A., García-Prieto J. C., Sánchez-López M., Vizcaíno V. M. i Solera-Martínez M., „Predictive Ability of Waist Circumference and Waist-to-Height Ratio for Cardiometabolic Risk Screening among Spanish Children“, *Nutrients*, t. 12, nr 2, 2020, doi: 10.3390/nu12020415.
- [118] Tee J. Y. H., Gan W. Y. i Lim P. Y., „Comparisons of body mass index, waist circumference, waist-to-height ratio and a body shape index (ABSI) in predicting high blood pressure among Malaysian adolescents: a cross-sectional study“, *BMJ Open*, t. 10, nr 1, s. e032874, 2020, doi: 10.1136/bmjopen-2019-032874.
- [119] Parker E. D. i in., „Change in Weight Status and Development of Hypertension“, *Pediatrics*, t. 137, nr 3, ss. e20151662–e20151662, 2016, doi: 10.1542/peds.2015-1662.

- [120] Araújo J., Ramos E. i Barros H., „Decreases in adiposity reduce the risk of hypertension: Results from a prospective cohort of adolescents”, *Preventive Medicine*, t. 120, ss. 1–7, 2019, doi: 10.1016/j.ypmed.2018.12.017.
- [121] Freedman D. S. i in., „BMI z -Scores are a poor indicator of adiposity among 2- to 19-year-olds with very high BMIs, NHANES 1999-2000 to 2013-2014”, *Obesity*, t. 25, nr 4, ss. 739–746, 2017, doi: 10.1002/oby.21782.
- [122] Droń I., Wrzosek K. i Klatka M., „Morbid obesity in the 2.7 years old boy – is it really an endocrine problem? – case report”, *Pediatric Endocrinology*, t. 13, nr 3, ss. 71–80, 2014, doi: 10.18544/EP-01.13.03.1497.
- [123] Kelly A. S., Marcus M. D., Yanovski J. A., Yanovski S. Z. i Osganian S. K., „Working toward precision medicine approaches to treat severe obesity in adolescents: report of an NIH workshop”, *International Journal of Obesity*, t. 42, nr 11, ss. 1834–1844, 2018, doi: 10.1038/s41366-018-0231-x.
- [124] NHLBI Obesity Education Initiative, „The practical guide: Identification, evaluation and treatment of overweight and obesity in adults”, 2000. [Online]. Dostępne na: [https://www.nhlbi.nih.gov/files/docs/guidelines/prctgd\\_c.pdf](https://www.nhlbi.nih.gov/files/docs/guidelines/prctgd_c.pdf).
- [125] Cole T. J., Faith M. S., Pietrobelli A. i Heo M., „What is the best measure of adiposity change in growing children: BMI, BMI %, BMI z-score or BMI centile?”, *European Journal of Clinical Nutrition*, t. 59, nr 3, ss. 419–425, 2005, doi: 10.1038/sj.ejcn.1602090.
- [126] Freedman D. S. i Berenson G. S., „Tracking of BMI z Scores for Severe Obesity”, *Pediatrics*, t. 140, nr 3, s. e20171072, 2017, doi: 10.1542/peds.2017-1072.
- [127] Andersen L. G. i in., „Birth Weight, Childhood Body Mass Index and Risk of Coronary Heart Disease in Adults: Combined Historical Cohort Studies”, *PLoS ONE*, t. 5, nr 11, s. e14126, 2010, doi: 10.1371/journal.pone.0014126.
- [128] Leunissen R. W. J., Kerkhof G. F., Stijnen T. i Hokken-Koelega A. C. S., „Effect of Birth Size and Catch-Up Growth on Adult Blood Pressure and Carotid Intima-Media Thickness”, *Hormone Research in Paediatrics*, t. 77, nr 6, ss. 394–401, 2012, doi: 10.1159/000338791.
- [129] Freedman D. S., Goodman A., Contreras O. A., Das Mahapatra P., Srinivasan S. R. i Berenson G. S., „Secular Trends in BMI and Blood Pressure Among Children and Adolescents: The Bogalusa Heart Study”, *Pediatrics*, t. 130, nr 1, ss. e159–e166, 2012, doi: 10.1542/peds.2011-3302.



- [130] Brown T. i in., „Interventions for preventing obesity in children”, *Cochrane Database of Systematic Reviews*, 2019, doi: 10.1002/14651858.CD001871.pub4.
- [131] Brzeziński M. i in., „“PoZdro!” as an example of a successful multicenter programme for obesity management and healthy lifestyle promotion in children and adolescents – programme protocol and preliminary results from the first intervention site”, *Pediatric Endocrinology Diabetes and Metabolism*, t. 26, nr 1, ss. 22–26, 2020, doi: 10.5114/pedm.2020.94393.
- [132] Zolotarjova J., ten Velde G. i Vreugdenhil A. C. E., „Effects of multidisciplinary interventions on weight loss and health outcomes in children and adolescents with morbid obesity”, *Obesity Reviews*, t. 19, nr 7, ss. 931–946, 2018, doi: 10.1111/obr.12680.
- [133] The European Association for the Study of Obesity, „EASO Policy Position Statement Obesity in Europe in the context of Covid-19: strategies for the “new reality” and resilient health systems”, 2020.

## SPIS TABEL

Tabela 1	Porównanie wytycznych pod kątem zakresów ciśnienia tętniczego w poszczególnych kategoriach diagnostycznych
Tabela 2	Rozkład liczby uczestników podczas pierwszej interwencji; podział ze względu na wiek i płeć
Tabela 3	Kategorie masy ciała uczestników podczas 1. interwencji w Programie w oparciu o BMI; podział ze względu na wiek i płeć
Tabela 4	Kategorie masy ciała uczestników podczas 1. interwencji w Programie; w oparciu o obwód talii; podział ze względu na wiek i płeć
Tabela 5	Kategorie ciśnienia tętniczego krwi u uczestników podczas pierwszej interwencji w programie; podział ze względu na wiek i płeć
Tabela 6	Liczba oraz odsetek uczestników biorących udział w poszczególnych interwencjach; podział ze względu na płeć
Tabela 7	Liczba uczestników biorących udział w 4. interwencjach w poszczególnych kategoriach masy ciała; podział ze względu na płeć i wiek; kategoria oznaczona podczas 1. interwencji
Tabela 8	Średni z-score BMI i obwodu talii wraz z odchyleniem standardowym podczas pierwszej interwencji; podział ze względu na wiek i płeć
Tabela 9	Liczba oraz odsetek uczestników w poszczególnych kategoriach ciśnienia tętniczego w zależności od zakresu BMI podczas pierwszej interwencji
Tabela 10	Liczba uczestników w poszczególnych kategoriach masy ciała, oznaczonych podczas interwencji 1. i 4.; podział ze względu na płeć
Tabela 11	Liczba uczestników w poszczególnych kategoriach ciśnienia tętniczego, oznaczonych podczas interwencji 1. i 4.; podział ze względu na płeć
Tabela 12	Zmiany z-score SCT, RCT, BMI i obwodu talii między interwencją 1. a 4.
Tabela 13	Z-score SCT i RCT podczas poszczególnych interwencji oraz różnica z-score SCT i RCT między interwencjami 1. a 3. i 1. a 4.; podział na uczestników z nadwagą i otyłością
Tabela 14	Zmiana z-score skurczowego i rozkurczowego ciśnienia tętniczego krwi między interwencjami 1. a 4. w zależności od zmiany z-score BMI i z-score obwodu talii

- Tabela 15      Zmiana z-score SCT i RCT między interwencjami 1. a 2. w zależności od zmiany z-score BMI i z-score obwodu talii
- Tabela 16      Zmiana SCT i RCT w zależności od wieku i płci uczestników programu
- Tabela 17      Wpływ poziomu BMI i poziomu obwodu talii podczas pierwszej interwencji  
na wielkość redukcji skurczowego i rozkurczowego ciśnienia tętniczego podczas interwencji 4.
- Tabela 18      Zmiana z-score BMI i z-score obwodu talii w zależności od zmiany SCT i RCT między interwencjami 1. a 4.

## SPIS WYKRESÓW

- Wykres 1 Średni z-score BMI i obwodu talii podczas pierwszej interwencji; podział ze względu na wiek i płeć
- Wykres 2 Odsetek uczestników w poszczególnych kategoriach ciśnienia tętniczego w zależności od zakresu BMI podczas pierwszej interwencji
- Wykres 3 Różnica w liczbie uczestników mieszczących się w poszczególnych kategoriach masy ciała, oznaczonych podczas interwencji 1. i 4.; podział ze względu na płeć
- Wykres 4 Różnica w liczebności uczestników mieszczących się w poszczególnych kategoriach ciśnienia tętniczego, oznaczonych podczas interwencji 1. i 4.; podział ze względu na płeć
- Wykres 5 Zmiana z-score SCT, RCT, BMI i obwodu talii na poszczególnych interwencjach; podział na uczestników z nadwagą i otyłością na pierwszej interwencji

## **SPIS SCHEMATÓW**

- Schemat 1 Diagnostyka w zakresie ciśnienia tętniczego w warunkach gabinetowych
- Schemat 2 Liczebność poszczególnych grup wiekowych dzieci i młodzieży w populacji ogólnej Miasta Gdańsk w latach 2011-2017 oraz w poszczególnych etapach programu

## **SPIS RYSUNKÓW**

- Rysunek 1 Grafika Międzynarodowego Towarzystwa Nadciśnienia Technicznego „Jak mierzyć ciśnienie tętnicze?”
- Rysunek 2 Ogólne zalecenia dotyczące wykonania prawidłowego pomiaru ciśnienia tętniczego, ze szczególnym uwzględnieniem pomiaru u dzieci i młodzieży
- Rysunek 3 Zalecenia Światowej Organizacji Zdrowia dotyczące częstotliwości i intensywności