

Anna Obuchowicz<sup>1</sup>, Beata Kaźmierczak-Pilch<sup>1</sup>, Joanna Żmudzińska-Kitczak<sup>1</sup>,  
Katarzyna Urban<sup>2</sup>, Beata Jarecka<sup>1</sup>, Jolanta Pietrzak<sup>1</sup>

Received: 23.06.2016  
Accepted: 25.08.2016  
Published: 30.12.2016

## Stan odżywienia a parametry całodobowego automatycznego pomiaru ciśnienia tętniczego u hospitalizowanych nastolatków z nadciśnieniem tętniczym pierwotnym

Nutrition status and 24-hour blood pressure parameters in hospitalised adolescents with primary hypertension

<sup>1</sup> Oddział Kliniczny Pediatrii Katedry Pediatrii w Bytomiu, Wydział Nauk o Zdrowiu w Katowicach Śląskiego Uniwersytetu Medycznego w Katowicach, Bytom, Polska

<sup>2</sup> Oddział Kliniczny Pediatrii, Szpital Specjalistyczny nr 2 w Bytomiu, Bytom, Polska

Adres do korespondencji: Prof. dr hab. n. med. Anna Obuchowicz, Oddział Kliniczny Pediatrii Katedry Pediatrii, Szpital Specjalistyczny nr 2, ul. Batorego 15, 41-902 Bytom, tel.: +48 32 786 14 98, e-mail: pedbyt@sum.edu.pl

<sup>1</sup> Clinical Department of Paediatrics, Paediatrics Clinic in Bytom, Faculty of Medical Sciences of the Medical University of Silesia in Katowice, Bytom, Poland

<sup>2</sup> Clinical Department of Paediatrics, Specialist Hospital No. 2 in Bytom, Bytom, Poland

Correspondence: Professor Anna Obuchowicz, MD, PhD, Clinical Department of Paediatrics, Specialist Hospital No. 2, Batorego 15, 41-902 Bytom, Poland, tel.: +48 32 786 14 98, e-mail: pedbyt@sum.edu.pl

### Streszczenie

Częstość występowania nadwagi i otyłości u dzieci i młodzieży może mieć związek ze wzrostem występowania nadciśnienia tętniczego w tej populacji. **Cel pracy:** Ocena zależności parametrów całodobowego automatycznego pomiaru ciśnienia tętniczego u hospitalizowanych nastolatków z nadciśnieniem tętniczym pierwotnym od ich stanu odżywienia, na etapie ustalenia rozpoznania. **Materiał i metoda:** Grupa badana składała się ze 112 osób w wieku 11–17 lat (42 dziewczynki i 70 chłopców) z rozpoznaniem nadciśnieniem tętniczym pierwotnym. Uwzględniono wskaźniki stanu odżywienia. Wydzielono grupę I – o prawidłowym stanie odżywienia (40 osób) oraz grupę II – z nadwagą/otyłością (72 osoby). Dokonano analizy porównawczej grup testem *t* z oddzielnym oszacowaniem wariancji lub testem *U* Manna–Whitneya. Zależność parametrów opisujących ciśnienie tętnicze od wskaźników stanu odżywienia oceniono na podstawie korelacji rang Spearmana. **Wyniki:** Badane grupy różniły się znamienne pod względem wskaźników odżywienia, natomiast nie różniły się w istotny sposób pod względem ocenianych parametrów automatycznego pomiaru ciśnienia tętniczego. Wskaźniki odżywienia w grupie I nie korelowały znamienne z parametrami określającymi ciśnienie tętnicze. Znamienne korelacje stwierdzono z kolei w grupie II. Ze wskaźnikami odżywienia korelowały dodatnio ładunek skurczowego ciśnienia tętniczego w godzinach nocnych i średnia wartość tego ładunku w godzinach nocnych, wskaźniki masy ciała korelowały znamienne ujemnie ze spadkiem nocnym ładunku skurczowego. **Wnioski:** 1) Do parametrów określających ciśnienie tętnicze mierzone metodą całodobowego automatycznego pomiaru u hospitalizowanych nastoletnich pacjentów z nadciśnieniem tętniczym pierwotnym, wykazujących zależność od stanu odżywienia, należą cechy skurczowego ciśnienia krwi w nocy (ładunek nocny, wartość średnia, spadek nocny). 2) Związek wymienionych parametrów ze stanem odżywienia występuje wyłącznie w grupie nastolatków z nadwagą/otyłością.

**Słowa kluczowe:** nastolatki, nadciśnienie tętnicze, stan odżywienia, całodobowy automatyczny pomiar ciśnienia tętniczego, hospitalizacja

### Abstract

The occurrence of overweight and obesity in children and adolescents can be associated with increased incidence of hypertension in this population. **Aim of the study:** Assessment of the relationship between 24-hour blood pressure parameters in hospitalised teenagers with primary hypertension and their nutrition status at the stage of diagnosis. **Material and methods:** The study group consisted of 112 patients aged 11–17 years (42 girls and 70 boys) with diagnosed primary hypertension. Nutrition indicators were taken into account. The study group was divided into group I – persons with normal nutrition status (40 patients) and group II – persons with overweight/obesity (72 patients). The groups were compared using the *t*-test with a separate variance estimation or with the Mann–Whitney *U* test. The relationship between blood pressure parameters and nutrition status indicators was assessed based on Spearman's rank correlation. **Results:** The study groups were significantly different in terms of the nutrition status indicators, but no significant differences were observed in the

evaluated blood pressure parameters. The nutrition status indicators in group I were not significantly correlated with the blood pressure parameters. Significant correlations were found in group II. Positive correlation with the nutrition indicators were observed for nocturnal systolic blood pressure load and average nighttime value of this load. Body mass index exhibited a negative correlation with nocturnal systolic load decline. **Conclusions:** 1) 24-hour blood pressure parameters in hospitalised adolescents with primary hypertension that correlated with the nutrition status include nighttime systolic blood pressure parameters (nocturnal load, mean measure, nocturnal fall). 2) The relationship of these parameters with the nutrition status was observed only in patients with overweight/obesity.

**Key words:** adolescents, hypertension, nutrition status, 24-hour blood pressure monitoring, hospitalisation

## WSTĘP

Nadciśnienie tętnicze (NT) u dzieci występuje rzadziej niż u dorosłych. Dotyczy ono około 1–3% populacji w wieku do 18 lat<sup>(1)</sup>. W tym wieku ma często charakter wtórny, ale wiele opracowań wskazuje na występowanie NT również o charakterze pierwotnym<sup>(2)</sup>, zwłaszcza u dzieci powyżej 12. roku życia<sup>(3,4)</sup>. Liczba dzieci z podwyższonym ciśnieniem tętniczym wzrasta, co między innymi może mieć związek z częstością występowania nadwagi i otyłości w tej grupie wiekowej w krajach, w których ludność ma zapewniony dobry dostęp do żywności<sup>(5)</sup>. W przeciwieństwie do otyłości, którą łatwo rozpoznać, nieprawidłowe ciśnienie tętnicze przez długi czas może pozostawać niewykryte<sup>(6)</sup>.

Zarówno otyłość, jak i NT rozpoczynające się w dzieciństwie mogą trwać do wieku dorosłego i są ściśle związane z uszkodzeniami narządowymi stwierdzanymi nawet w chwili rozpoznania choroby lub mogącymi wystąpić w późniejszym okresie życia oraz z przedwczesnymi zgonami<sup>(7,8)</sup>. NT jest wiodącym czynnikiem ryzyka zgonu w populacji osób dorosłych na świecie. Światowa Organizacja Zdrowia szacuje, iż efektywne strategie prewencyjne w stosunku do łatwo modyfikowalnych czynników ryzyka, takich jak: palenie tytoniu, otyłość, dyslipidemia, cukrzyca, NT, mogą przyczynić się do zmniejszenia śmiertelności z przyczyn sercowo-naczyniowych nawet o 80%<sup>(9)</sup>.

Badania Bogalusa Heart Study wskazują, że u dzieci z nadwagą ryzyko wystąpienia wysokiego ciśnienia skurczowego (*systolic blood pressure*, SBP) i rozkurczowego (*diastolic blood pressure*, DBP) jest większe<sup>(10)</sup>. Podobnie Sorof i Daniels na podstawie badań otyłej młodzieży wskazali na trzykrotnie większe ryzyko NT w tej grupie w porównaniu z populacją o prawidłowej masie ciała<sup>(11)</sup>.

Uwzględniając znaczenie profilaktyki chorób układu sercowo-naczyniowego już we wczesnych latach rozwoju człowieka, obecne rekomendacje zalecają pomiar ciśnienia tętniczego powyżej 3. roku życia<sup>(3)</sup>.

Dwudziestoczterogodzinny ambulatoryjny pomiar ciśnienia tętniczego (*ambulatory blood pressure monitoring*, ABPM) jest badaniem, które pozwala ocenić dobową zmienność ciśnienia tętniczego w powiązaniu ze zmianami aktywności fizycznej badanego<sup>(12)</sup>. Umożliwia oddzielną ocenę ciśnienia rejestrowanego w okresie aktywności i w trakcie nocy, a także ocenę ładunku ciśnienia krwi, który

## INTRODUCTION

Hypertension (HT) in children is rarer than in adults. It develops in approximately 1–3% of the population under 18 years of age<sup>(1)</sup>. At this age, hypertension is usually secondary. However, numerous reports indicate that primary HT can also develop<sup>(2)</sup>, particularly in children over 12 years of age<sup>(3,4)</sup>. The number of children with arterial hypertension increases, which can be associated with the occurrence of overweight and obesity in these patients in countries where people have good access to food<sup>(5)</sup>. By contrast with obesity, which is easily identified, abnormal blood pressure can remain undiagnosed for a long time<sup>(6)</sup>.

Both obesity and HT with onset in childhood can continue to adulthood and are strictly associated with organ damage, detected even at diagnosis or developing in later life, as well as with premature mortality<sup>(7,8)</sup>. HT is a leading risk factor for mortality among adults all around the world. The World Health Organization estimates that effective preventive strategies concerning easily modifiable risk factors, such as smoking, obesity, dyslipidaemia, diabetes mellitus and HT, can contribute to a reduction in cardiovascular mortality by even 80%<sup>(9)</sup>.

The research of Bogalusa Heart Study indicates that overweight children are at a higher risk of elevated systolic (SBP) and diastolic blood pressure (DBP)<sup>(10)</sup>. Also, Sorof and Daniels, having investigated obese adolescents, indicate a three-fold higher HT risk compared with the population with normal body weight<sup>(11)</sup>.

Taking into account the relevance of cardiovascular prophylaxis from the early age, current guidelines recommend blood pressure measurements in children above the age of 3 years<sup>(3)</sup>.

24-hour ambulatory blood pressure monitoring (ABPM) is an examination that enables assessment of daily blood pressure changeability in connection with changes in the patient's physical activity<sup>(12)</sup>. Moreover, it allows separate assessment of pressure registered during activity and at night as well as evaluation of blood pressure load, which can be used to determine the grade of HT when combined with the assessment of individual blood pressure measurements<sup>(13)</sup>.

A number of studies indicate that there is a relationship between ABPM parameters and increased body mass index (BMI) in children. In obese children, the phenomenon

łącznie z oceną poszczególnych pomiarów ciśnień może być użyty do określenia stopnia zaawansowania NT<sup>(13)</sup>.

Wiele badań wskazuje na istnienie związku pomiędzy parametrami określanymi metodą ABPM a zwiększonym wskaźnikiem masy ciała (*body mass index*, BMI) u dzieci. U otyłych dzieci wyraźniej zaznacza się zjawisko braku fizjologicznego nocnego obniżenia ciśnienia tętniczego (*non-dipping blood pressure*) w porównaniu z dziećmi szczupłymi. Świadczy to o zaburzeniach rytmu dobowego, co zwiększa ryzyko powikłań sercowo-naczyniowych<sup>(14,15)</sup>. Ponadto stwierdzono, że 33% dzieci i młodzieży otyłych ma podwyższone SBP w nocy<sup>(16)</sup>.

## CEL BADANIA

Celem badania jest ocena zależności parametrów całodobowego automatycznego pomiaru ciśnienia tętniczego u hospitalizowanych nastolatków z nadciśnieniem tętniczym pierwotnym od ich stanu odżywienia, na etapie ustalenia rozpoznania.

## MATERIAŁ I METODA

Grupę badaną stanowiło 112 osób w wieku 11–17 lat (42 dziewczęta i 70 chłopców) (średnia wieku 14,9 roku) skierowanych do diagnostyki z podejrzeniem NT. W czasie hospitalizacji rozpoznano u nich, zgodnie z obowiązującymi standardami, NT pierwotne. Wiek, powyższe rozpoznanie oraz zgoda pacjenta i/lub rodziców na udział w badaniu (przy uwzględnieniu kryteriów wyłączenia) stanowiły kryteria włączenia do grupy badanej. Kryteria wyłączenia stanowiły: wiek poniżej 10 i powyżej 17 lat, rozpoznanie wtórnego NT, niskorosłość, niedobór masy ciała, rozpoznanie NT w przeszłości z lub bez włączenia terapii, objawy jakiegokolwiek chorób ostrych lub przewlekłych, zażywanie suplementów diety lub odżywek dla sportowców, brak zgody pacjenta i/lub rodziców na udział w badaniach.

Podstawę niniejszej pracy stanowią wyniki antropometrycznej oceny stanu odżywienia badanych oraz wyniki ABPM. Ocena antropometryczna obejmowała pomiar masy ciała (z dokładnością do  $\pm 100$  g) oraz wysokości ciała badanych (z dokładnością do  $\pm 0,5$  cm). Obliczono BMI oraz BMI z-score. Pomiar i wartość BMI odniesiono do odpowiednich siatek centylowych dla dziewcząt i chłopców<sup>(17)</sup>.

Biorąc pod uwagę wskaźniki antropometryczne, badanych podzielono na dwie grupy: z prawidłowym stanem odżywienia (BMI 10.–90. centyl; z-score BMI  $-1,0$  do  $+1,0$  SD) – grupa I oraz z nadwagą lub otyłością (BMI 90.–97. centyl, z-score BMI  $+1,0$  do  $+2,0$  SD lub BMI  $>97$ . centyla, z-score BMI  $>2,0$  SD) – grupa II. Do grupy I zaliczono 40 osób, w tym 13 dziewcząt i 27 chłopców, a do grupy II – 72 badanych, w tym 29 dziewcząt i 43 chłopców.

ABPM dokonano u każdego badanego w trakcie hospitalizacji (*clinical blood pressure monitoring*), metodą oscylometryczną, przy użyciu urządzenia Oscar 2 (firmy SunTech Medical), posiadającego walidację dla dzieci i młodzieży. Pomiaru ciśnienia tętniczego dokonywano co 20 minut w godzinach od 7.00 do 22.00 oraz co 30 minut

of non-dipping blood pressure is more marked than in their slim peers. This represents circadian disorders which increase the risk of cardiovascular complications<sup>(14,15)</sup>. Furthermore, it has been found that 33% of obese children and adolescents have elevated SBP at night<sup>(16)</sup>.

## AIM OF THE STUDY

The aim of the study was to assess the relationship between 24-hour blood pressure parameters in hospitalised teenagers with primary hypertension and their nutrition status at the stage of diagnosis.

## MATERIAL AND METHODS

The study group included 112 patients aged 11–17 years (42 girls and 70 boys; mean age 14.9 years) undergoing diagnosis for HT. During hospitalisation, primary HT was identified, in accordance with the current standards. The inclusion criteria were: age, hypertension and patient's and/or parent's consent to the participation in the study. Children below 10 and above 17 years old, diagnosis of secondary HT, short stature, underweight, HT diagnosed in the past with or without treatment, symptoms of any acute and chronic diseases, using dietary supplements or nutritional supplements for athletes or the lack of patient's and/or parent's consent to the participation in the study were exclusion criteria.

This study is based on anthropometric assessment of the nutrition status and ABPM results. The anthropometric assessment involved measurement of the body weight (exact to  $\pm 100$  g) and height (exact to  $\pm 0.5$  cm). BMI and BMI z-score were calculated. The measurements and BMI values were compared with appropriate percentile charts for girls and boys<sup>(17)</sup>.

Considering the anthropometric parameters, the patients were divided into two groups: those with normal nutrition status (BMI 10–90<sup>th</sup> percentile; BMI z-score  $-1.0$  to  $+1.0$  SD) – group I, and those with overweight or obesity (BMI 90–97<sup>th</sup> percentile, z-score BMI  $+1.0$  to  $+2.0$  SD or BMI  $>97$ <sup>th</sup> percentile, z-score BMI  $>2.0$  SD) – group II. Group I included 40 patients (13 girls and 27 boys), and group II – 72 patients (29 girls and 43 boys).

ABPM was conducted in each patient during hospitalisation (clinical blood pressure monitoring) using the oscillometric method with an Oscar 2 device (SunTech Medical), which has been validated for children and adolescents. Blood pressure was measured every 20 minutes from 7 am to 10 pm and every 30 minutes from 10 pm to 7 am. The data obtained were analysed using the AccuWin Pro v3. HT was diagnosed when the mean SBP and/or DBP were above the 95<sup>th</sup> percentile for gender, age and height and when load values exceeded 30%. Abnormal nocturnal blood pressure fall was compared with daytime blood pressure values ( $<10\%$ ). The following formula was used: [average daytime blood pressure

Parametry całodobowego automatycznego pomiaru ciśnienia tętniczego 24-hour blood pressure parameters	Grupa I, n = 40 Group I, n = 40					Grupa II, n = 72 Group II, n = 72					p
	$\bar{x}$	SD	Mediana Median	Min.	Maks. Max.	$\bar{x}$	SD	Mediana Median	Min.	Maks. Max.	
<b>SBP</b>											
Średnie w dzień (mm Hg) Daytime mean (mm Hg)	135,18	8,40	136	113	152	136,57	11,25	137	89	172	0,459*
Średnie w nocy (mm Hg) Nighttime mean (mm Hg)	121,83	8,74	121,5	106	139	122,51	13,61	122	74	149	0,748*
Spadek w nocy (%) Nighttime decline (%)	9,79	5,20	10,52	-7,08	19,72	10,52	6,997	11,64	-4,30	44,78	0,528*
Ładunek w dzień (%) Daytime load (%)	51,93	23,58	49	5	100	58,96	22,86	60,5	2	98	0,130*
Ładunek w nocy (%) Nighttime load (%)	53,03	34,72	45,5	0	157	60,06	30,05	56	10	132	0,285*
Ładunek (%) Load (%)	52,95	23,20	49	4	98	60,29	21,40	60,5	4	96	0,103*
<b>DBP</b>											
Średnie w dzień (mm Hg) Daytime mean (mm Hg)	75,85	7,04	75	64	93	75,07	6,48	74	63	93	0,564*
Średnie w nocy (mm Hg) Nighttime mean (mm Hg)	65,68	8,33	65	53	87	63,63	7,56	64	51	88	0,201*
Spadek w nocy (%) Nighttime decline (%)	13,36	7,98	14,67	-2,59	31,25	15,13	8,05	16,58	-3,03	38,64	0,263*
Ładunek w dzień (%) Daytime load (%)	23,80	20,55	18,5	0	94	23,13	19,24	18	0	84	0,876**
Ładunek w nocy (%) Nighttime load (%)	28,38	32,58	17,5	0	122	19,64	22,46	12	0	85	0,224**
Ładunek (%) Load (%)	26,65	23,09	21	0	96	21,76	17,55	18	0	77	0,877**

\* Test t z oddzielnym oszacowaniem wariancji. \*\* Test U Manna-Whitneya. **SBP** – skurczowe ciśnienie krwi. **DBP** – rozkurczowe ciśnienie krwi.  
\* t-test with separate variance estimation. \*\* Mann-Whitney U test. **SBP** – systolic blood pressure. **DBP** – diastolic blood pressure.

Tab. 1. Porównanie parametrów automatycznego pomiaru ciśnienia tętniczego w grupach hospitalizowanych nastolatków z nadciśnieniem tętniczym, różniących się stanem odżywienia

Tab. 1. 24-hour blood pressure parameters in hospitalised teenagers with primary hypertension and different nutrition statuses

w godzinach od 22.00 do 7.00. Analizy danych dokonano przy użyciu programu komputerowego AccuWin Pro v3. Podstawę rozpoznania NT stanowiły: średnie wartości SBP i/lub DBP powyżej 95. centyla dla płci, wieku i wzrostu oraz wartość ładunku ciśnienia powyżej 30%. Sprawdzono częstość nieprawidłowego obniżania się wartości ciśnienia tętniczego w nocy w porównaniu z jego wartościami w dzień (<10%). Posłużono się wzorem: [średnie ciśnienie tętnicze w dzień – średnie ciśnienie tętnicze w nocy] / średnie ciśnienie tętnicze w dzień × 100<sup>(13)</sup>.

Analizie statystycznej poddano średnie wartości SBP i DBP w czasie czuwania i w nocy; nocny spadek SBP i DBP (%); ładunek SBP i DBP (%) w dzień, w nocy i w ciągu całej doby. Porównano częstość występowania osób określonych jako *non-dippers* w obu grupach.

Normalność rozkładu danych w obu grupach sprawdzono testem Kołmogorowa-Smirnowa. Analizy porównawczej zmiennych w grupach I i II dokonano testem t z odrębnym oszacowaniem wariancji (przy zachowanej normalności rozkładu i braku jednorodności wariancji) lub testem U Manna-Whitneya (przy braku zgodności z rozkładem normalnym). Zależność wymienionych parametrów określających ciśnienie tętnicze od wskaźników

– average nighttime blood pressure] / average daytime blood pressure × 100<sup>(13)</sup>.

Average wake-time and nocturnal SBP and DBP, nocturnal SBP and DBP fall (%) as well as daytime, nighttime and daily SBP and DBP loads (%) were analysed statistically. The occurrence of non-dippers in both groups was compared.

The normality of distribution was tested using the Kolmogorov-Smirnov test in both groups. The comparative analysis of variables in groups I and II was performed using the t-test with separate variance estimation (with retained normality of distribution and the lack of uniform variance) or Mann-Whitney U test (with the lack of conformity with normal distribution). The relationship between blood pressure parameters and nutrition status indicators (body weight, BMI, BMI z-score) was assessed based on Spearman's rank correlation.

## RESULTS

The comparative analysis has shown significantly higher body weight, BMI and BMI z-score in group II ( $p < 0.0001$ ), which is consistent with the assumptions of this study.

stanu odżywienia (masa ciała, BMI, BMI z-score) oceniono na podstawie analizy korelacji rang Spearmana.

## WYNIKI

Analiza porównawcza grup pod względem wskaźników stanu odżywienia wykazała, zgodnie z założeniami pracy, znamienne wyższe wartości masy ciała, BMI i BMI z-score w grupie II ( $p < 0,0001$ ). Nie stwierdzono znamiennej różnicy wieku badanych dziewcząt i chłopców w obu grupach ( $p > 0,05$ ).

Wartości bezwzględne parametrów automatycznego pomiaru ciśnienia tętniczego i wyniki analizy porównawczej obu grup zestawiono w tab. 1. Badane grupy nie różniły się znamienne pod względem ocenianych parametrów.

Na podstawie analizy korelacji porządku rang Spearmana nie stwierdzono żadnych istotnych związków między branymi pod uwagę wskaźnikami stanu odżywienia a parametrami określającymi ciśnienie tętnicze w grupie I ( $p > 0,05$ ). Związki takie, chociaż o niskich wartościach  $R$ , stwierdzono w grupie II (tab. 2). Ze wszystkimi wskaźnikami stanu odżywienia (masą ciała, BMI, BMI z-score) korelowały znamienne dodatnio wartości ładunku SBP w godzinach nocnych.

Średnia wartość SBP w godzinach nocnych korelowała dodatnio z masą ciała i BMI badanych. Na uwagę zasługuje istotna ujemna korelacja nocnego spadku SBP z wartością BMI i BMI z-score. Analiza korelacji wymienionych wyżej parametrów przeprowadzona odrębnie dla dziewcząt i chłopców z grupy II potwierdziła istotny związek ładunku SBP i średniej wartości SBP w nocy z masą ciała w grupie dziewcząt oraz średniej wartości SBP w nocy z BMI w grupie chłopców. Większość korelacji utraciła istotność, co najpewniej należy wiązać z mniejszą liczebnością badanych.

There were no significant differences in the age of girls and boys in both groups ( $p > 0.05$ ).

Absolute values of blood pressure parameters and the results of the comparative analysis of both groups are presented in Tab. 1. The study groups were not significantly different in terms of the evaluated blood pressure parameters.

Based on Spearman's rank correlation, no significant relationships were found between the investigated nutrition status indicators and blood pressure parameters in group I ( $p > 0.05$ ). Such relationships were noted in group II, although their  $R$  values were low (Tab. 2).

All the nutrition status indicators (body weight, BMI, BMI z-score) exhibited a significant positive correlation with nocturnal SBP load values.

The mean nocturnal SBP value had a positive correlation with body weight and BMI. A significant negative correlation of nocturnal SBP fall with BMI and BMI z-score must be emphasised. The analyses of correlations between the above-mentioned parameters were conducted separately for girls and boys from group II and confirmed a significant relationship of SBP load and mean nocturnal SBP with body weight in girls and mean nocturnal SBP with BMI in boys. Most correlations lose significance, which is probably due to small sample size.

The percentage of non-dippers was high in both groups and amounted to 42.3% in group I and 48.3% in group II. The difference in frequency is not statistically significant.

## DISCUSSION

Increased incidence of obesity in children is significantly correlated with increased incidence of HT in these

Grupa II, n = 72 Group II, n = 72		R Spearmana Spearman's R	p*	Dziewczęta, n = 29 Girls, n = 29		Chłopcy, n = 43 Boys, n = 43	
Wskaźnik stanu odżywienia Nutrition indicators	Parametr całodobowego automatycznego pomiaru ciśnienia tętniczego 24-hour blood pressure parameters			R Spearmana Spearman's R	p*	R Spearmana Spearman's R	p*
Masa ciała (kg) Body weight (kg)	SBP – ładunek w nocy SBP – nighttime load	0,238	0,044	0,515	0,004	0,166	0,288
	SBP – średnie w nocy SBP – nighttime mean	0,300	0,011	0,483	0,008	0,219	0,163
BMI (kg/m <sup>2</sup> ) BMI (kg/m <sup>2</sup> )	SBP – ładunek w nocy SBP – nighttime load	0,306	0,008	0,326	0,083	0,258	0,095
	SBP – średnie w nocy SBP – nighttime mean	0,274	0,021	0,285	0,133	0,346	0,024
	SBP – spadek w nocy SBP – nighttime decline	-0,294	0,012	-0,376	0,044	-0,213	0,169
BMI z-score BMI z-score	SBP – ładunek w nocy SBP – nighttime load	0,274	0,021	0,327	0,083	0,245	0,113
	SBP – spadek w nocy SBP – nighttime decline	-0,272	0,021	-0,329	0,071	-0,248	0,109

\* Korelacja porządku rang Spearmana. **SBP** – skurczowe ciśnienie krwi.  
\* Spearman's rank correlation. **SBP** – systolic blood pressure.

Tab. 2. Wyniki analizy korelacji wskaźników stanu odżywienia i parametrów automatycznego pomiaru ciśnienia tętniczego w grupie badanych z nadwagą/otyłością i nadciśnieniem tętniczym (grupa II)

Tab. 2. Correlation of nutrition status indicators and 24-hour blood pressure parameters in patients with obesity/overweight and hypertension (group II)

Odsetek badanych określanych jako *non-dippers* był wysoki w obu grupach i wynosił 42,3% w grupie I i 48,3% w grupie II. Stwierdzona różnica częstości nie jest znamienne statystycznie.

## OMÓWIENIE

Wzrost częstości występowania otyłości u dzieci ma istotny związek ze zwiększaniem się częstości występowania NT w tej grupie wiekowej<sup>(18)</sup>. Metodą, która pozwala na dokładną ocenę wysokości i rytmu dobowego ciśnienia tętniczego w warunkach codziennego życia, jest ambulatoryjne monitorowanie ciśnienia tętniczego<sup>(13)</sup>. Metoda ta jest częściej stosowana u dorosłych niż u dzieci<sup>(18)</sup>. Zostały jednak określone wskazania diagnostyczne, w których zastosowanie metody ABPM jest niezbędne<sup>(19)</sup>. Również w warunkach hospitalizacji możliwość całodobowego automatycznego pomiaru ciśnienia tętniczego uniezależnia wysokość pomiarów od kontaktu z personelem medycznym i przyczynia się do obiektywizacji tych pomiarów. Tę metodę zastosowaliśmy w prezentowanej pracy.

U wszystkich badanych zdiagnozowano w czasie hospitalizacji, zgodnie z obowiązującymi standardami, pierwotne NT. Podstawą podziału na dwie grupy był stan odżywienia badanych – prawidłowy lub nadmierny (nadwaga lub otyłość). Związek otyłości z chorobami układu krążenia, w tym z występowaniem NT, został bowiem udowodniony<sup>(20,21)</sup>. Interesujące było zatem sprawdzenie, czy na etapie rozpoznania pierwotnego NT u nastolatków parametry możliwe do określenia w czasie całodobowego automatycznego pomiaru ciśnienia tętniczego w warunkach klinicznych mają związek ze stanem odżywienia badanych. Jak wspomniano we wstępie, wzrost częstości występowania NT może być spowodowany – przynajmniej częściowo – wzrostem BMI i obwodu talii<sup>(2)</sup>.

Znaczenie w tym względzie płci wymaga dalszych badań, gdyż przy uwzględnieniu różnych czynników, łącznie z BMI, opisano wzrost częstości występowania NT wśród nastoletnich dziewcząt, a zmniejszenie wśród chłopców w tym wieku<sup>(22)</sup>. Grupy objęte przez nas badaniem nie różniły się znamienne pod względem płci i wieku. Również brane pod uwagę parametry określone metodą automatycznego pomiaru ciśnienia tętniczego w warunkach klinicznych nie różniły się znamienne w obu grupach. Głównym czynnikiem różnicującym grupy był zatem stan odżywienia – masa ciała oraz BMI (wartość bezwzględna, wartość centylowa oraz BMI z-score), a wymienione wskaźniki korelowały z cechami ciśnienia tętniczego określonymi metodą pomiaru automatycznego wyłącznie w grupie pacjentów nadmiernie odżywionych. Hvidt<sup>(23)</sup>, który badał dzieci otyłe oraz normotensyjne o prawidłowej masie ciała z grupy wiekowej odpowiadającej naszym pacjentom (10–18. rok życia), nie stwierdził metodą ABPM zależności między BMI z-score a SBP i DBP w ciągu dnia. Odnotował natomiast znamienne zależność między BMI z-score nastolatków otyłych a SBP i DBP w nocy. Tekin i wsp.<sup>(24)</sup> oceniali ciśnienie

pacjentów<sup>(18)</sup>. The method that allows accurate assessment of the value and circadian rhythm of blood pressure during daily activities is ambulatory blood pressure monitoring<sup>(13)</sup>. This method is used more frequently in adults than in children<sup>(18)</sup>. Nevertheless, there are diagnostic indications for which ABPM is essential<sup>(19)</sup>. Also in inpatient settings, 24-hour blood pressure monitoring makes measurements independent of the contact with health care personnel and contributes to their objectivity. This method was employed in the present study.

All patients were diagnosed with primary HT in inpatient settings in accordance with the current standards. The nutrition status, either normal or abnormal (obesity or overweight), was the basis for dividing patients into two groups. The relationship of obesity with cardiovascular diseases, including HT, has been documented<sup>(20,21)</sup>. It was of interest then to verify whether the parameters that can be determined during 24-hour blood pressure monitoring in clinical settings correlate with the nutrition status of adolescents at the stage of primary HT diagnosis. As has already been mentioned, increased incidence of HT can be, at least partially, caused by an increase in BMI and abdominal circumference<sup>(2)</sup>.

The role of gender in this aspect requires further investigation since to date, upon inclusion of various factors, including BMI, it has been reported that HT incidence in adolescent girls rises, whereas decreases in adolescent boys<sup>(22)</sup>. The study groups were not significantly different in terms of sex and age. Also, the parameters determined using ambulatory blood pressure monitoring in inpatient settings were not significantly different between the two groups. The main differentiating factor was nutrition status: body weight and BMI (absolute value, percentile and BMI z-score). These indicators correlated with features of blood pressure determined with 24-hour blood pressure monitoring only in overweight or obese patients. Hvidt<sup>(23)</sup>, who investigated obese children and normotensive ones with normal body weight of similar age to our patients (10–18 years) did not find correlations between BMI z-score and daytime SBP and DBP using ABPM. However, he noted a significant relationship between BMI z-score in obese adolescents and nocturnal SBP and DBP. Tekin *et al.*<sup>(24)</sup> assessed blood pressure measured with ABPM in normotensive obese and non-obese adolescents. They noted significantly higher mean daily, daytime and nighttime SBP and DBP values as well as a positive correlation of these values with BMI in the former group.

Adolescents examined in our study were also classified into two groups: with excessive body weight or normal body weight, but all of them were diagnosed with primary HT. As has been noted, SBP values measured with 24-hour blood pressure monitoring (nocturnal load, mean nighttime SBP) correlated with the nutrition status indicators only in patients with overweight/obesity. Also, nocturnal SBP fall exhibited a negative correlation with BMI and BMI

tętnicze metodą ABPM u normotensyjnych otyłych i nieotyłych nastolatków, stwierdzając u tych pierwszych znacznie wyższe wartości średnie SBP i DBP w ciągu całej doby, a także w dziennym i nocnym okresie pomiarów oraz dodatnią korelację tych wartości z BMI.

Nastolatki objęte badaniem w ramach prezentowanej pracy należały również do jednej z dwóch grup – z nadmierną masą ciała lub prawidłowo odżywionych, ale u wszystkich rozpoznano pierwotne NT. Jak wykazaliśmy, cechy SBP mierzone metodą automatyczną (ładunek nocny SBP, średnia SBP w nocy) korelowały z uwzględnionymi wskaźnikami stanu odżywienia wyłącznie w grupie nastolatków z nadwagą/otyłością. Również wyłącznie w tej grupie nocny spadek SBP korelował ujemnie z BMI i BMI z-score. Wszystkie zależności dotyczyły zatem pomiarów nocnych. Warunki ich dokonywania w porze nocnej w czasie hospitalizacji nie odbiegały od nocnych pomiarów w warunkach ambulatoryjnych i – naszym zdaniem – mogą być porównywane z opisywanymi w piśmiennictwie nocnymi pomiarami ABPM.

Sharma i wsp.<sup>(25)</sup>, badając dzieci z NT pierwotnym w wieku 5–18 lat, stwierdzili, że ładunek nocny SBP wykazywał najsilniejszy związek ze wskaźnikami masy lewej komory serca. Na istotny problem kliniczny zwracają uwagę Redon i wsp.<sup>(26)</sup>, wskazując, że wysokie ciśnienie tętnicze w czasie snu naraża narządy na większe uszkodzenie niż wysokie ciśnienie w ciągu dnia. Ma to związek z fizjologicznie osiąganą perfuzją narządów w czasie snu przy niższym ciśnieniu tętniczym. Stwierdzona przez nas korelacja dodatnia wskaźników stanu odżywienia z ładunkiem nocnym SBP i średnim SBP w nocy oraz ujemna z nocnym spadkiem SBP jest zatem niekorzystna prognostycznie dla dzieci z nadwagą lub otyłością.

Na wpływ występowania NT w godzinach nocnych na atrogenezę u dzieci z cukrzycą typu 1 wskazują Lee i wsp.<sup>(27)</sup> Zdaniem Aguilar i wsp.<sup>(16)</sup> wiele otyłych dzieci wykazuje izolowane nocne NT. Z kolei Babinska i wsp.<sup>(28)</sup> metodą ABPM stwierdzili znamienny związek BMI u pacjentów otyłych w wieku 7–18 lat z ciśnieniem tętniczym w ciągu dnia i utrzymywanie się podwyższonych wartości ciśnienia w nocy, niezależnie od stopnia otyłości. Autorzy zakwalifikowali 38% badanych do *non-dippers*. Wśród badanych przez nas dzieci, u których po raz pierwszy rozpoznano NT, odsetek *non-dippers* był wyższy, zarówno w grupie z prawidłową masą ciała, jak i tych z nadwagą/otyłością.

Na uwagę zasługuje w tym względzie szczególnie grupa dzieci z prawidłową masą ciała. W grupie dzieci prawidłowo odżywionych i wykazujących NT należy, być może, wziąć pod uwagę inne cechy niż wysokość, spadek i ładunek SBP i DBP, możliwe do określenia metodą całodobowego pomiaru automatycznego w warunkach ambulatoryjnych lub szpitalnych. Obrycki i wsp.<sup>(19)</sup> wskazują na możliwość zastosowania analizy fourierowskiej zapisu ABPM celem pośredniej oceny aktywności współczulnej, co mogłoby poszerzyć zakres diagnostyczny tej metody. Znaczenie kliniczne i korzystny aspekt ekonomiczny

z-score only in this group. All correlations concerned nighttime measurements. The conditions of acquiring nighttime measurements during hospitalisation were not different from those obtained in outpatient settings and, in our opinion, they can be compared with nocturnal ABPM values reported in the literature.

Sharma *et al.*<sup>(25)</sup>, who evaluated children aged 5–18 years with primary HT, noted that nighttime SBP load showed the strongest correlation with the left ventricular mass index. Redon *et al.*<sup>(26)</sup> address a significant clinical problem of high nighttime blood pressure leading to greater organ damage than high daytime pressure. This is associated with physiological organ perfusion during sleep with lower blood pressure. The positive correlation between nutrition status and nighttime SBP load and mean nocturnal SBP as well as a negative correlation with nighttime SBP fall found in our study are then unfavourable for obese and overweight children in terms of prognosis.

Moreover, Lee *et al.*<sup>(27)</sup> suggest that nighttime HT affects atherogenesis in children with type 1 diabetes mellitus. According to Aguilar *et al.*<sup>(16)</sup> a number of obese children present with isolated nighttime HT. Babinska *et al.*<sup>(28)</sup>, in turn, noted a significant relationship between BMI in obese patients aged 7–18 years with daytime blood pressure in ABPM and found persisting elevated pressure values at night irrespective of the grade of obesity. The authors classified 38% of patients as non-dippers. Among our patients with newly diagnosed HT, the percentage of non-dippers was higher, both in patients with normal body weight and those with overweight/obesity.

The group with normal body weight and HT deserves particular attention. Perhaps in this case other parameters possible to specify using 24-hour blood pressure monitoring in either outpatient or inpatient settings should be taken into account (i.e. other than the value, fall and load of SBP and DBP). Obrycki *et al.*<sup>(19)</sup> indicate the possibility of using Fourier analysis of ABPM reading in order to indirectly assess the sympathetic activity, which could broaden the diagnostic scope of this method. Moreover, clinical relevance and the beneficial economic aspect of ABPM are emphasised by Davis *et al.*<sup>(29)</sup> This study confirms that 24-hour blood pressure monitoring in children and adolescents is a useful tool also in inpatient settings.

## CONCLUSIONS

1. 24-hour blood pressure parameters in hospitalised adolescents with primary hypertension that were correlated with the nutrition status include nighttime systolic blood pressure parameters (nocturnal load, mean measure, nocturnal fall).
2. The relationship of these parameters with the nutrition status was observed only in patients with overweight/obesity.

ABPM podkreślają Davis i wsp.<sup>(29)</sup> Przeprowadzone badania potwierdzają przydatność automatycznego pomiaru ciśnienia tętniczego u dzieci i młodzieży również w warunkach szpitalnych.

## WNIOSKI

1. Do parametrów określających ciśnienie tętnicze mierzone metodą całodobowego automatycznego pomiaru u hospitalizowanych nastoletnich pacjentów z nadciśnieniem tętniczym pierwotnym, wykazujących zależność od stanu odżywienia, należą cechy skurczowego ciśnienia krwi w nocy (ładunek nocny, wartość średnia, spadek nocny).
2. Związek wymienionych parametrów ze stanem odżywienia występuje wyłącznie w grupie nastolatków z nadwagą/otyłością.

### Konflikt interesów

Autorki nie zgłaszają żadnych finansowych ani osobistych powiązań z innymi osobami lub organizacjami, które mogłyby negatywnie wpłynąć na treść publikacji oraz rościć sobie prawo do tej publikacji.

### Piśmiennictwo / References

1. Kowalewski W, Waśkow M, Lesińska-Sawicka M: Rozpowszechnienie podwyższonego ciśnienia tętniczego u 11-letnich dzieci powiatu słupskiego. *Nadciśnienie Tętnicze* 2010; 14: 55–65.
2. Din-Dzietham R, Liu Y, Bielo MV *et al.*: High blood pressure trends in children and adolescents in national surveys, 1963 to 2002. *Circulation* 2007; 116: 1488–1496.
3. Lurbe E, Cifkova R, Cruickshank JK *et al.*: Management of high blood pressure in children and adolescents: recommendations of the European Society of Hypertension. *J Hypertens* 2009; 27: 1719–1742.
4. Stergiou GS, Vazou A, Stefanidis CJ *et al.*: Practical recommendations for the diagnosis, investigation and management of hypertension in children and adolescents: Hellenic Society of Hypertension consensus document. *Hellenic J Cardiol* 2013; 54: 199–211.
5. Rosner B, Cook NR, Daniels S *et al.*: Childhood blood pressure trends and risk factors for high blood pressure: the NHANES experience 1988–2008. *Hypertension* 2013; 62: 247–254.
6. Hayman LL: The cardiovascular impact of the pediatric obesity epidemic: is the worst yet to come? *J Pediatr* 2011; 158: 695–696.
7. Brady TM, Solomon BS, Neu AM *et al.*: Patient-, provider-, and clinic-level predictors of unrecognized elevated blood pressure in children. *Pediatrics* 2010; 125: e1286–1293.
8. Ingelfinger JR: Pediatric antecedents of adult cardiovascular disease – awareness and intervention. *N Engl J Med* 2004; 350: 2123–2126.
9. Lipińska A, Koczej-Bremer M, Jankowski K *et al.*: Does family history of metabolic syndrome affect the metabolic profile phenotype in young healthy individuals? *Diabetol Metab Syndr* 2014; 6: 75.
10. Freedman DS, Dietz WH, Srinivasan SR *et al.*: The relation of overweight to cardiovascular risk factors among children and adolescents: the Bogalusa Heart Study. *Pediatrics* 1999; 103: 1175–1182.
11. Sorof J, Daniels S: Obesity hypertension in children: a problem of epidemic proportions. *Hypertension* 2002; 40: 441–447.
12. Cherneva RV, Georgiev OB, Petrova DS *et al.*: Clinical factors and biomarkers associated with the non-dipping profile in obstructive sleep apnea patients with metabolic syndrome. *J Pulm Respir Med* 2014; 4: 181.

### Conflict of interest

Authors of this publication do not report any financial or personal connections with other people or organizations which would have had influence on the content of the publication or which would claim the rights to this publication.

13. Urbina E, Alpert B, Flynn J *et al.*: American Heart Association Atherosclerosis, Hypertension, and Obesity in Youth Committee: Ambulatory blood pressure monitoring in children and adolescents: recommendations for standard assessment: a scientific statement from the American Heart Association Atherosclerosis, Hypertension, and Obesity in Youth Committee of the council on cardiovascular disease in the young and the council for high blood pressure research. *Hypertension* 2008; 52: 433–451.
14. Ben-Dov IZ, Bursztyn M: Ambulatory blood pressure monitoring in childhood and adult obesity. *Curr Hypertens Rep* 2009; 11: 133–142.
15. Shatat IF, Flynn JT: Relationships between renin, aldosterone, and 24-hour ambulatory blood pressure in obese adolescents. *Pediatr Res* 2011; 69: 336–340.
16. Aguilar A, Ostrow V, De Luca F *et al.*: Elevated ambulatory blood pressure in a multi-ethnic population of obese children and adolescents. *J Pediatr* 2010; 156: 930–935.
17. Palczewska I, Niedźwiecka Z: Wskaźniki rozwoju somatycznego dzieci i młodzieży warszawskiej. *Med Wieku Rozwoj* 2001; 5 (2 suppl 1) 17–118.
18. Flynn JT: Ambulatory blood pressure monitoring in children: imperfect yet essential. *Pediatr Nephrol* 2011; 26: 2089–2094.
19. Obrycki L, Niemirska A, Litwin M: Ambulatoryjny całodobowy pomiar ciśnienia tętniczego u dzieci. *Nadciśnienie Tętnicze* 2013; 17: 343–350.
20. Ho TF: Cardiovascular risks associated with obesity in children and adolescents. *Ann Acad Med Singapore* 2009; 38: 48–49.
21. Urrutia-Rojas X, Egbuchunam CU, Bae S *et al.*: High blood pressure in school children: prevalence and risk factors. *BMC Pediatr* 2006; 6: 32.
22. Ostchega Y, Carroll M, Prineas RJ *et al.*: Trends of elevated blood pressure among children and adolescents: data from the National Health and Nutrition Examination Survey 1988–2006. *Am J Hypertens* 2009; 22: 59–67.
23. Hvidt KN: Blood pressure and arterial stiffness in obese children and adolescents. *Dan Med J* 2015; 62: pii: B5043.
24. Tekin N, Ersoy B, Coskun S *et al.*: Ambulatory blood pressure parameters in office normotensive obese and non-obese children: relationship with insulin resistance and atherosclerotic markers. *Med Princ Pract* 2014; 23: 154–159.
25. Sharma AP, Mohammed J, Thomas B *et al.*: Nighttime blood pressure, systolic blood pressure variability, and left ventricular mass index in children with hypertension. *Pediatr Nephrol* 2013; 28: 1275–1282.
26. Redon J, Plancha E, Swift PA *et al.*: Nocturnal blood pressure and progression to end-stage renal disease or death in nondiabetic chronic kidney disease stages 3 and 4. *J Hypertens* 2010; 28: 602–607.
27. Lee SH, Kim JH, Kang MJ *et al.*: Implications of nocturnal hypertension in children and adolescents with type 1 diabetes. *Diabetes Care* 2011; 34: 2180–2185.
28. Babinska K, Kovacs L, Janko V *et al.*: Association between obesity and the severity of ambulatory hypertension in children and adolescents. *J Am Soc Hypertens* 2012; 6: 356–363.
29. Davis ML, Ferguson MA, Zachariah JP: Clinical predictors and impact of ambulatory blood pressure monitoring in pediatric hypertension referrals. *J Am Soc Hypertens* 2014; 8: 660–667.