

Nadhodnotenie vplyvu telesnej výšky pri klasifikácii krvného tlaku podľa Národného vzdelávacieho programu pre hypertenziu (NHBPEP)

Regecová V¹, Šimurka P², Kellerová E¹, Jurko A jr.³

Ústav normálnej a patologickej fyziológie SAV, Bratislava, Slovenská republika

Regecova V, Simurka P, Kellerova E, Jurko A jr. **Overestimated effect of body height on blood pressure in National Blood Pressure Education Program (NHBPEP) classification.** Cardiology Lett. 2011;20(3):207–214

Abstract. Aim: The aim was to analyze the percentile distribution of blood pressure (BP) values according in order to body height and age in representative groups of 11 and 17 years (y) old boys (B) and girls (G) in Slovakia to point out some pitfalls in the routine application of the National High Blood Pressure Education Program on High Blood Pressure in Children and Adolescents (NHBPEP) standards. The work is also focused on the questions to what extent can the percentile distribution of BP and thus the classification into prehypertension and hypertension category be influenced by varying proportions of obese individuals with evidently higher BP.

Patients and Methods: The analysis of data includes 15448 children and adolescents aged 11 and 17 y examined in out-patient units for children and adolescents. BP was measured by mercury sphygmomanometry 3 times in a session (the average of the 2nd and 3rd measurement was evaluated). BP values were compared in subgroups stratified with regard to percentiles (P) of height, weight and body mass index (BMI) according to WHO 2001 standards, by a two-way ANOVA and regression analysis. In each age group the median value, 90th and 95th P separately for boys and girls were calculated and compared with the corresponding NHBPEP data. **Results:** At the age of 11 y the regression analysis showed a significant ($p < 0.001$) relationship of BP to body height, $R^2 = 3.76$ in B and $R^2 = 3.5$ in G. The tightness of this correlation decreased at the age of 17 y to $R^2 = 1.3$ (B) and to $R^2 = 0.9$ (G). Multifactor regression analysis confirmed a dominant influence of body weight on BP values $R^2 = 9$ (B), $R^2 = 7.2$ (G) in 11 y old children and $R^2 = 5.2$ (B), $R^2 = 4.2$ (G) in adolescents aged 17 y. Significantly ($p < 0.001$) higher BP values in obese children shifted the percentile distribution to the right. Therefore we reanalyzed the distribution of BP in subjects with normal BMI within its 5th–95th P range according to WHO criteria. The mean differences of BP in 11-year-old children with the body height at the margins of distribution (>10 P and <90 .P of height) were 6 mmHg (B) and 5 mmHg (G) and diminished in 17-year-old adolescents to 2 and 3 mmHg respectively. Stratification of BP by body height did not show such a steady and steep rise in BP with body height, as presented in NHBPEP, where the reference BP values for short and tall individuals of the same age differed up to 8–9 mmHg. When compared to NHBPEP, in our sample the median BP values were somewhat higher, but in tall subjects the 90th and 95th P values were by 2 resp. 7 mmHg lower. At the age of 17 y 52% of B and 30% of G exceeded the ESH limit of optimal systolic blood pressure for the adults. **Conclusion:** From the analysis of BP in a large sample of juveniles it follows i) that the maximal dispersion of BP values according to body height in the same age group has not to exceed 6 mm Hg; ii) varying proportions of obese children in the population involve important issues for estimation of the normal blood pressure ranges in healthy children and adolescents. Tab. 4, Graphs 4, Ref. 31, Online full text (Free, PDF) www.cardiology.sk

Key words: blood pressure – body height – percentile values – NHBPEP classification

Regecová V, Šimurka P, Kellerová E, Jurko A jr. **Nadhodnotenie vplyvu telesnej výšky pri klasifikácii krvného tlaku podľa Národného vzdelávacieho programu pre hypertenziu (NHBPEP).** Cardiology Lett. 2011;20(3):207–214

¹Z Ústavu normálnej a patologickej fyziológie SAV v Bratislave, ²Pediatrickej kliniky FN v Trenčíne a ³Detskej kliniky JLF UK v Martine, Slovenská republika
Do redakcie došlo dňa 26. novembra 2010; prijaté dňa 19. januára 2011

Adresa pre korešpondenciu: RNDr. Valéria Regecová, Ústav normálnej a patologickej fyziológie SAV, Sienkiewiczova 1, 813 71 Bratislava, Slovenská republika, e-mail: valeria.regecova@savba.sk

Abstrakt. *Cieľ:* Cieľom práce bolo analyzovať percentilovú distribúciu hodnôt krvného tlaku (TK) podľa telesnej výšky a veku osobitne u chlapcov a dievčat, ako aj poukázať na niektoré úskalia, ktoré vzhľadom na odlišnosti v dynamike rastu a vývinu detí prináša aplikácia kritérií 4. správy pracovnej skupiny pre hypertenziu u detí a adolescentov pri Národnom ústave zdravia v USA (NHBPEP). Zamerali sme sa aj na otázku, do akej miery môže byť distribúcia percentilových hodnôt TK a tým aj celá klasifikácia do kategórií prehypertenzie, respektíve hypertenzie ovplyvnená rôznym podielom zastúpenia obéznych jedincov, ktorých TK je v porovnaní s ostatnými významne vyšší.

Súbor a metodika: Analýza zahŕňa údaje 15 448 detí a adolescentov vo veku 11 a 17 rokov, ktoré boli vyšetrené v ambulanciách pre deti a dorast. Krvný tlak bol meraný ortuťovým tlakomerom trikrát pri jednej príležitosti, hodnotili sme priemer z 2. a 3. merania. Priemerné hodnoty TK sme porovnali v súboroch stratifikovaných vzhľadom na percentily (P) telesnej výšky, hmotnosti a P a indexu telesnej hmotnosti (BMI) podľa WHO 2001 pomocou dvojcestného testu ANOVA a regresnej analýzy. V každej vekovej skupine sme vypočítali hodnoty mediánov, 90. a 95. P pre podskupiny chlapcov (Ch) a dievčat (D), ktoré sme následne porovnali aj s príslušnými údajmi NHBPEP.

Výsledky: Regresná analýza u 11-ročných detí ukázala významný vzťah hodnôt TK k telesnej výške, $R^2 = 3,76$ (Ch), $R^2 = 3,5$ (D). U adolescentov sa tesnosť korelácie s výškou znížila na $R^2 = 1,3$ (Ch), $R^2 = 0,9$ (D). Multifaktorová regresná analýza potvrdila, že na hodnoty TK má dominantný vplyv telesná hmotnosť $R^2 = 9,0$ (Ch), $R^2 = 7,2$ (D) u 11-ročných a $R^2 = 5,2$ (Ch), $R^2 = 4,2$ (D) u 17-ročných adolescentov. Významne ($p < 0,001$) vyšší TK u obéznych jedincov posúval celú distribúciu hodnôt TK doprava. Preto sme pri stanovení P hodnôt TK vybrali do súboru stratifikovanom podľa telesnej výšky len probandov, ktorých BMI bolo v rozmedzí 5. – 95. P podľa kritérií WHO. Priemerné rozdiely medzi 11-ročnými deťmi na okrajoch distribúcie telesnej výšky (> 10 P a < 90 . P) boli 6 mmHg (Ch) a 5 mmHg (D), u 17-ročných adolescentov len 3 mmHg (Ch) a 2 mmHg (D). Stratifikácia hodnôt TK podľa telesnej výšky nepreukázala taký rovnomerný a strmý vzostup TK s telesnou výškou, aký sa prezentuje v tabuľkách NHBPEP, kde sa referenčné hodnoty pre nízkych a vysokých jedincov odlišujú v rámci tej istej vekovej skupiny až o 8 – 9 mmHg. Hodnoty TK na úrovni 50. P boli v našom súbore o niečo vyššie ako v tabuľkách NHBPEP, ale vysokí jedinci mali hodnoty 90. a 95. P o 2 mmHg, respektíve o 7 mmHg nižšie. Hranicu optimálneho systolického TK pre dospelých podľa ESH prekračovalo celkovo 52% Ch a 30% D vo veku 17 rokov.

Záver: Na základe analýzy rozsiahleho súboru SR sa ukázalo, že i) rozptyl hodnôt TK podľa telesnej výšky v rámci rovnakej vekovej skupiny nepresahuje 6 mmHg a v tomto rozmedzí by sa mali pohybovať aj hranice pre hypertenziu v príslušnom veku. ii) Limity pre normálne hodnoty TK by sa mali definovať podľa údajov detí s primeranou hmotnosťou, s individuálnym prihliadnutím na akceleráciu, respektíve oneskorenie rastu.

Tab. 4, Grafy 4, Lit. 31, Online full text (Free, PDF) www.cardiology.sk

Kľúčové slová: krvný tlak – telesná výška – percentilové hodnoty – klasifikácia podľa NHBPEP

Telesná výška je dôležitým ukazovateľom dynamiky vývinu dieťaťa a je zohľadnená aj v klasifikácii hypertenzie u detí v 4. správe pracovnej skupiny pre hypertenziu u detí a adolescentov pri Národnom ústave zdravia v USA (NHBPEP) (1). V týchto odporúčaníach sú hranice normálneho tlaku krvi (TK) stanovené v jednotlivých vekových skupinách podľa percentilových (P) hodnôt telesnej výšky, pričom šírka rozmedzia limitov normálneho TK od 5. P do 95. P telesnej výšky dosahuje v každej vekovej skupine až 8 – 9 mmHg. Napriek tomu, že aktualizované odporúčania (2) už vzali do úvahy, že optimálny TK pre dospelých bol stanovený na $\leq 120/80$ mmHg a teda deti, ktoré prekročia tieto hodnoty, bez zreteľa na vek a telesnú výšku zaraďujú do kategórie „prehypertenzie“, hranica pre hypertenziu nie je upravená a je ešte stále stanovená na základe 95. P pre príslušný vek a telesnú výšku.

Hodnoty TK narastajú v tabuľkách NHBPEP rovnomerne s telesnou výškou v každej vekovej skupine a takmer rovnako u chlapcov aj u dievčat. Hranice normálnych hodnôt (90.

P) v rámci rovnakej vekovej skupiny sa neúmerne posúvajú nahor (+ 8 mmHg) pri vysokých deťoch, kým vekový nárast TK predpokladá len 1 – 3 mmHg ročne. Napriek tomu, že rozdiely v telesnej výške medzi rovnako starými deťmi môžu dosiahnuť až 20 – 30 cm (3 – 7), rozmedzie limitov hodnôt TK sa javí ako príliš široké a pravdepodobne nadhodnocuje vplyv rastovej akcelerácie. Napríklad pre deväťročných chlapcov s telesnou výškou 147 cm (95. P), je hranica prehypertenzie 118 mmHg systolického TK, ale pre rovnako vysokých 13-ročných chlapcov (5. P) len 117 mmHg a podobne sa klasifikuje aj hypertenzia. V týchto tabuľkách je dokonca hranica TKs = 109 mmHg (prehypertenzia), a 113 mmHg (hypertenzia) tá istá pre trojročných chlapcov s výškou 106 cm (95. P), ale aj pre deväťročných vysokých 126 cm (5. P). Z toho vyplýva, že kritériá na zaradenie do rizikovej skupiny predpokladajú pre vysoké deti oveľa vyššie hodnoty TK než pre priemerné (25. – 75. P) a veľmi nízke deti (5. – 10. P). V dôsledku toho sa neidentifikuje časť detí, ktoré sú ohrozené hypertenziou, ak výrazne predbiehajú

svojich vrstovníkov v raste do výšky. Na druhej strane je možné, že deti, ktoré rastú pomalšie, sa budú považovať za hypertenzné, pretože v porovnaní s ostatnými majú kritériá normálnych hodnôt TK postavené nízko/„prísnejšie“. Okrem toho sa nedá predpokladať, že „fyziológický“ nárast TK presne kopíruje rast do výšky a bude stúpať priamo úmerne s telesným rastom rovnako v každom vývinovom období. Distribúciu hodnôt TK významne ovplyvňuje aj zastúpenie obéznych jedincov, ktoré sa mení nielen vekom, ale podľa telesnej výšky i v rámci tej istej vekovej skupiny. Deti s akcelerovaným rastom sú celkovo vyspelejšie a častejšie sa medzi nimi vyskytujú jedinci s vyššou telesnou hmotnosťou (8), a teda vyššie percentilové hodnoty TK v tabuľkách NHBPEP pre tieto vysoké deti (90. 95. P) môžu byť dôsledkom asociácie s nadhmotnosťou, respektíve obezitou, ktorou sú pravdepodobne viac zaťažené aj súbory americkej populácie, na základe ktorých odporúčania NHBPEP vznikli.

Cieľom tejto práce bolo poukázať na príklade vybraných vekových skupín detí v SR, ktoré boli zvolené tak, aby zachytili kritické obdobie v živote jedinca (začiatok a záver puberty), na niektoré úskalia (problémy), ktoré prináša mechanická aplikácia kritérií NHBPEP. Porovnaním distribúcie hodnôt TK súčasne vo vzťahu k telesnej výške a BMI sme sa pokúsili odhadnúť mieru, do akej môže nerovnomerný výskyt obezity v rámci tej istej vekovej skupiny ovplyvniť príslušné hranice percentilových hodnôt TK a tým aj celú klasifikáciu do kategórií prehypertenzie, respektíve hypertenzie.

Súbor a metodika

V ambulanciách pre deti a dorast bolo celkovo vyšetrených 15 448 detí vo veku 11 a 17 rokov. Krvný tlak sa meral ortuťovým tlakomerom trikrát, hodnotili sme priemer z 2. a 3. merania. Priemerné hodnoty TK sme porovnali v súboroch stratifikovaných vzhľadom na percentily (P) telesnej výšky, hmotnosti (7) a indexu telesnej hmotnosti (BMI) podľa

WHO 2001 (5) pomocou dvojcestného testu ANOVA. Na analýzu vzťahov hodnôt TK k veku a k telesným parametrom sme využili mnohorozmernú regresnú analýzu. Výskyt prehypertenzie a hypertenzie (90., respektíve 95. P NHBPEP) sme zisťovali osobitne v každej podskupine chlapcov a dievčat pomocou Chí kvadrátu. Pre veľký rozsah dokumentácie ilustrujeme vplyvy nadhmotnosti a obezity v grafoch len na systolickom TK.

Výsledky

Základné údaje telesnej výšky hmotnosti, BMI a krvného tlaku sú uvedené v **tabuľke 1**. Reprezentatívne súbory ukazujú, že ešte aj vo veku 11 rokov sú antropometrické parametre a hodnoty TK u chlapcov a dievčat prakticky identické. V skupine 17-ročných boli všetky ukazovatele významne vyššie u chlapcov. V oboch vekových skupinách sa na variabilite systolického tlaku krvi (TKs) aj diastolického tlaku krvi (TKd) významne podieľali všetky antropometrické ukazovatele (**tabuľka 2**), pričom podiel telesnej výšky bol najmenší a vekom sa ešte znižoval najmä u dievčat. Mnohorozmerná regresná analýza potvrdila, že na hodnoty TK má dominantný vplyv hmotnosť, respektíve BMI (**tabuľka 3**), hoci aj podiel telesnej výšky zostáva pri veľkom počte jedincov štatisticky významný ($p < 0,001$).

Okrem toho sa ukázalo, že zastúpenie obéznych nie je vzhľadom na telesnú výšku rovnomerné, deti s akcelerovaným rastom boli dva až trikrát častejšie obézne (33 % chlapcov, 25 % dievčat) v porovnaní s priemerne vysokými vrstovníkmi (11 %) a u detí s oneskoreným rastom bola obezita (4,9 % chlapcov, 2,6 % dievčat) vyslovene zriedkavá (**tabuľka 4**). V skupine 17-ročných zasa významne ($p < 0,05$) častejšie (5 %) trpeli obezitou dievčatá s nízkym vzrastom, u chlapcov sa rozdiely nezistili.

Výskyt pre hypertenzie (PH) a hypertenzie (HY) bol u obéznych v porovnaní s jedincami s primeranou hmotnosťou signifikantne ($p < 0,001$) vyšší (**grafy 1, 2**). Preto sme do sú-

Tabuľka 1 Priemerné hodnoty telesnej výšky, hmotnosti, indexu telesnej hmotnosti (BMI) a krvného tlaku $\pm$ smerodajné odchýlky

Table 1 Mean values of body height, weight, body mass index (BMI) and blood pressure $\pm$ standard deviations

Vek (Age)	Chlapci (Boys)	Dievčatá (Girls)	P	Chlapci (Boys)	Dievčatá (Girls)	P
	11 rokov (years)			17 rokov (years)		
Počet (Number)	5 011	5 017		2 816	2 604	
Výška (Height) cm	147,0 $\pm$ 7,0	147,6 $\pm$ 7,5	NS	178,6 $\pm$ 7,2	166,5 $\pm$ 6,4	0,001
Hmotnosť (Weight) kg	38,7 $\pm$ 8,7	38,5 $\pm$ 8,6	NS	67,8 $\pm$ 10,9	57,1 $\pm$ 9,1	0,001
BMI	17,8 $\pm$ 3,1	17,5 $\pm$ 3,0	NS	21,2 $\pm$ 2,9	20,6 $\pm$ 3,0	0,001
Systolický TK (Systolic BP) mmHg	106,7 $\pm$ 10,0	106,1 $\pm$ 10,2	NS	117,8 $\pm$ 11,6	112,7 $\pm$ 9,3	0,001
Diastolický TK (Diastolic BP) mmHg	65,8 $\pm$ 7,9	65,4 $\pm$ 7,8	NS	73,2 $\pm$ 8,0	70,7 $\pm$ 8,1	0,001

TK – tlak krvi (BP – blood pressure), BMI – body mass index

boru stratifikovaného podľa výšky vybrali deti s BMI v rozpätí 5. – 95. P podľa WHO. Na porovnanie sme použili hodnoty mediánov, 90. a 95. percentilu TK z okrajov distribúcie telesnej výšky, ktoré zodpovedali 10. a 90. P v tabuľkách NHBPEP.

Najväčšie odlišnosti súborov SR vzhľadom k tabuľkovým percentilom TK sa zistili u 11-ročných detí s telesnou výškou na úrovni 10. P, ktoré mali mediány TK vyššie o 5 mmHg, pri 90. a 95. P bol rozdiel do 3 mmHg (graf 3). Naproti

Tabuľka 2 Jednoduchá lineárna regresia, regresné koeficienty β , vzťahy závislých premenných (systolický a diastolický tlak krvi) k parametrom telesnej výšky, hmotnosti a indexu telesnej hmotnosti (BMI)

Table 2 Simple linear regression, regression coefficients β relation of systolic and diastolic blood pressure to body height, weight and body mass index (BMI)

		Nezávislá premenná (Explanatory variable)	Závislá premenná (Dependent variable)			
	Vek (roky) (Age in years)		Systolický TK (Systolic BP)		Diastolický TK (Diastolic BP)	
Chlapci (Boys)	11		β	p	β	p
		Výška (Height)	0,29	< 0,001	0,19	< 0,001
		Hmotnosť (Weight)	0,38	< 0,001	0,25	< 0,001
		BMI	0,96	< 0,001	0,64	< 0,001
	17					
		Výška (Height)	0,17	< 0,001	0,11	< 0,001
		Hmotnosť (Weight)	0,23	< 0,001	0,15	< 0,001
BMI		0,74	< 0,001	0,49	< 0,001	
Dievčatá (Girls)	11					
		Výška (Height)	0,28	< 0,001	0,18	< 0,001
		Hmotnosť (Weight)	0,35	< 0,001	0,24	< 0,001
		BMI	0,88	< 0,001	0,63	< 0,001
	17					
		Výška (Height)	0,15	< 0,001	0,10	< 0,001
		Hmotnosť (Weight)	0,23	< 0,001	0,15	< 0,001
BMI		0,57	< 0,001	0,37	< 0,001	

TK – tlak krvi (BP – blood pressure), BMI – body mass index

Tabuľka 3 Mnohorozmerná regresná analýza, regresné koeficienty β , vzťahy závislých premenných (systolický a diastolický tlak krvi) k parametrom telesnej výšky hmotnosti a indexu telesnej hmotnosti (BMI)

Table 3 Multiple regression analysis, regression coefficients β , relation of systolic and diastolic blood pressure to body height, weight and body mass index (BMI)

		Nezávislá premenná (Explanatory variable)		Závislá premenná (Dependent variable)		
	Vek (roky) (Age in years)	Systolický TK (Systolic BP)		Diastolický TK (Diastolic BP)		
Chlapci (Boys)	11		β	p	β	p
		Výška (Height)	0,09	< 0,001	0,07	< 0,001
		Hmotnosť (Weight)	0,13	< 0,001	0,11	< 0,001
		BMI	0,12	< 0,001	0,10	< 0,001
	17					
		Výška (Height)	0,06	< 0,001	0,06	< 0,001
Hmotnosť (Weight)		0,11	< 0,001	0,10	< 0,001	
BMI		0,10	< 0,001	0,09	< 0,001	
Dievčatá (Girls)	11					
		Výška (Height)	0,08	< 0,001	0,14	< 0,001
		Hmotnosť (Weight)	0,11	< 0,001	0,23	< 0,001
		BMI	0,12	< 0,001	0,61	< 0,001
	17					
		Výška (Height)	0,05	< 0,001	0,04	< 0,001
Hmotnosť (Weight)		0,11	< 0,001	0,08	< 0,001	
BMI		0,09	< 0,001	0,07	< 0,001	

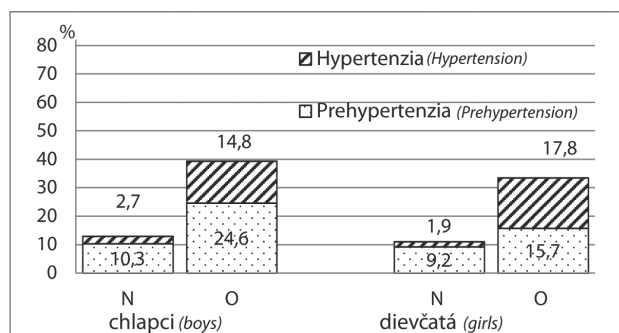
TK – tlak krvi (BP – blood pressure), BMI – body mass index

Tabuľka 4 Prevalencia obezity podľa veku, pohlavia a telesnej výšky

Table 4 Prevalence of obesity according to age, sex and body height

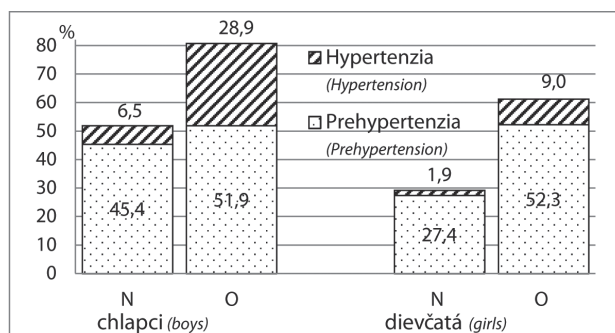
Vek (roky) (Age in years)	Percentil telesnej výšky (Percentile of body height)	Podiel obéznych v percentách (Percentual rate of obesity)			
		Chlapci (Boys)		Dievčatá (Girls)	
		%	p	%	p
11	10. P	4,92	< 0,001	2,56	< 0,001
	11. 89. P	11,49		11,13	
	90. P	33,33		25,35	
	U všetkých (In all)	11,77	< 0,001#	10,48	< 0,001#
17	10. P	5,6	NS	5,43	< 0,02
	11. 89. P	5,32		3,0	
	90. P	5,13		2,9	
	U všetkých (In all)	5,35	NS#	3,13	< 0,05#

p – významnosť rozdielov vo výskyte obezity medzi susednými podskupinami vzhľadom na percentily telesnej výšky, # – rozdiel voči 10. P (p – significance of differences in the obesity incidence between neighbouring subgroups with respect to body height percentile, # – significance vs 10.P)


Graf 1 Percentuálny výskyt prehypertenzie a hypertenzie u 11-ročných detí vo vzťahu k obezite

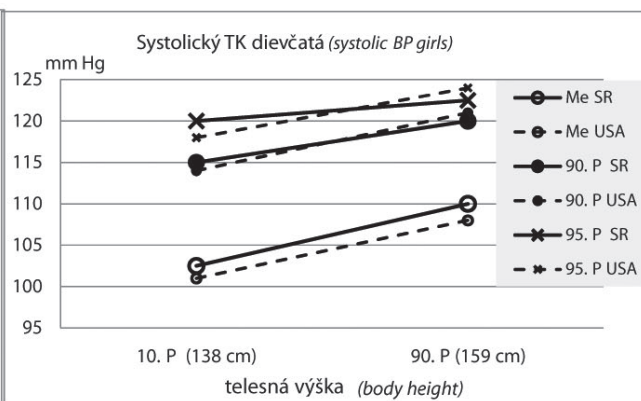
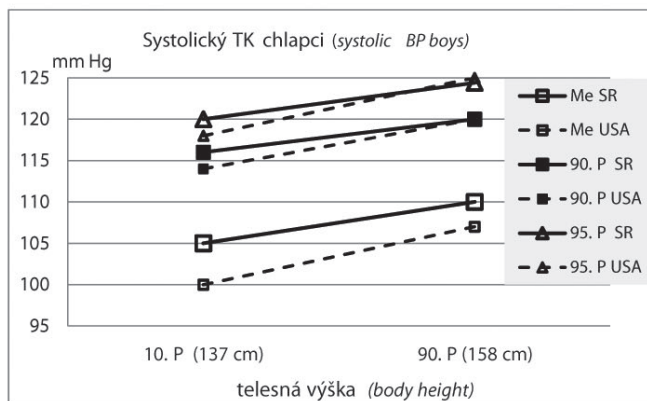
Graph 1 Percentual incidence of prehypertension and hypertension in 11-year-old children related to obesity

N – normálne (normal), BMI, O – obézne (obese)


Graf 2 Percentuálny výskyt prehypertenzie a hypertenzie u 17-ročných adolescentov vo vzťahu k obezite

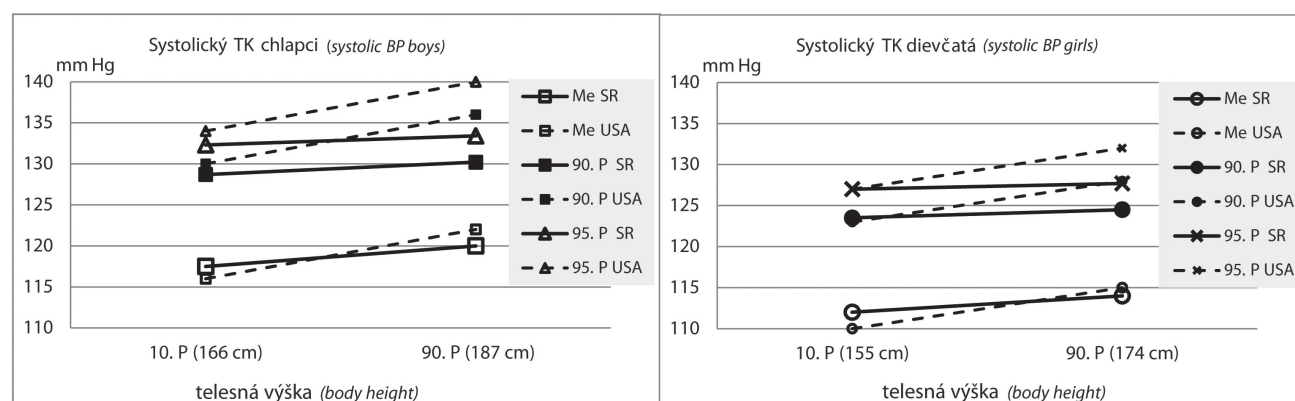
Graph 2 Percentual incidence of prehypertension and hypertension in 17-year-old adolescents related to obesity

N – normálne (normal), BMI, O – obézne (obese)


Graf 3 Percentilové hodnoty TK u 11-ročných detí (mediány – Me, 90. a 95. P) u nízkych (10. P telesnej výšky) a vysokých (90. P telesnej výšky) jedincov, porovnanie údajov SR (plné čiary) s NHBPEP – USA (prerušované čiary), vľavo: chlapci, vpravo: dievčatá

Graph 3 Percentile values of BP in children aged 11 years (Me – medians, 90., 95. P) in short (10. P of body height), and tall (90. P of body height) subjects: comparison of Slovak data (solid lines) with NHBPEP – USA (broken lines), left: boys, right: girls

TK – tlak krvi (BP – blood pressure)



Graf 4 Percentilové hodnoty TK u 17-ročných adolescentov (mediány – Me, 90. a 95. P) u nízkych (10. P telesnej výšky) a vysokých (90. P telesnej výšky) jedincov, porovnanie údajov SR (plné čiary) s NHBPEP – USA (prerušované čiary), vľavo: chlapci, vpravo: dievčatá
Graph 4 Percentile values of BP in adolescents aged 17 years (Me – medians, 90., 95. P) in short (10. P of body height), and tall (90. P of body height) subjects: comparison of Slovak data (solid lines) with NHBPEP – USA (broken lines), left: boys, right: girls
 TK – tlak krvi (BP – blood pressure)

tomu hodnoty vysokých detí sa odlišovali len o 0,8 (90. a 95. P) až 2 mmHg (mediány). Vzdialenosť 95. P od mediánov predstavuje v údajoch NHBPEP až 18 mmHg, kým v súbore SR sa pohybuje v rozmedzí 12 – 15 mmHg v závislosti od telesnej výšky. Nepreukázali sa rozdiely v hodnotách TK medzi chlapcami a dievčatami.

V skupine 17-ročných mali chlapci signifikantne vyššie priemerné aj horné percentilové hodnoty TK v porovnaní s dievčatmi, ale rozdiely v TK medzi vysokými a nízkymi jedincami rovnakého pohlavia boli minimálne (2 mmHg) (graf 4). Vzhľadom na tabuľky NHBPEP boli mediány približne na rovnakej úrovni (vysokí jedinci o 2 mmHg nižšie, nízki o 2 mmHg vyššie). Naproti tomu hranice 90. a 95. P sa vzhľadom na telesnú výšku v súbore SR vôbec nemenili a tak boli v porovnaní s NHBPEP pri vysokých jedincoch dokonca o 3,5 – 6,6 mmHg nižšie. Celkovo predstavuje rozmedzie hodnôt TK (vzdialenosť mediánov od 95. P) v tabuľkách NHBPEP 16 – 18 mmHg, kým v súbore SR nepresiahlo 15 mmHg.

Diskusia

Priemerné a mediánové hodnoty TK boli u 11-ročných detí v SR podobne ako v mnohých ďalších európskych populáciách (9 – 15) vyššie než referenčné údaje NHBPEP. Avšak percentilové hodnoty TK v našom súbore stratifikovanom podľa výšky nenarastali tak rovnomerne a strmo ako v tabuľkách NHBPEP. Nárast mediánových hodnôt s telesnou výškou mal síce podobnú tendenciu, ale len u 11-ročných detí, u 17-ročných boli rozdiely medzi vysokými a nízkymi jedincami minimálne. Tento nález je v súlade s výskytom obezity, ktorý bol vo veku 11 rokov významne vyšší práve u vysokých detí a mohol tak viac ovplyvniť aj percentilové hodnoty TK. To nasvedčuje tomu, že hmotnosť (respektíve BMI) sa oveľa viac podieľa na variabilite

TK než telesná výška, čo vyplynulo aj z výsledkov regresnej analýzy nielen v našom súbore, ale i zo záverov prác ďalších autorov (16, 17).

U dievčat je okrem antropometrických parametrov dôležitým ukazovateľom stupňa vývinu aj vek nástupu menarché, po ktorom sa rastový špurt výrazne spomalí. Podľa dostupných údajov zo SR je priemerný vek začiatku menarché 12,5 až 13,2 rokov (18, 19). Z uvedených rozptylov možno odhadnúť, že vyše 90 % 11-ročných dievčat v čase vyšetrenia nemalo ešte prvú menštruáciu. Predčasný začiatok menarché nie je podľa prospektívnych ani retrospektívnych štúdií (20 – 22) nezávislým kardiovaskulárnym rizikovým faktorom, pretože sa spája s vyšším podielom tuku a zvýšenou relatívnou hmotnosťou (23, 24), ktorej úloha je rozhodujúca aj vo vzťahu k TK, a to nezávisle od chronologického veku a stupňa pohlavnej zrelosti (25). Obézne dievčatá aj chlapci v našom súbore mali trikrát častejšie zvýšené hodnoty TK a až štyrikrát vyšší výskyt hypertenzie v porovnaní s deťmi primeranej hmotnosti. Vo veku 17 rokov bolo viac obéznych dievčat v podskupine s telesnou výškou do 10. P. To nasvedčuje tomu, že sa u nich rast pravdepodobne v dôsledku skoršieho začiatku menarché spomalil, alebo zastavil skôr než u ostatných.

Dominantný vplyv hmotnosti na hodnoty TK pretrváva aj v neskoršom období, keď sa vplyv telesnej výšky najmä u dievčat výrazne oslabuje. Pri celkovo nízkej a vzhľadom na telesnú výšku rovnomernej frekvencii obezity u 17-ročných mladistvých sa pri distribúcii hodnôt TK samotný faktor telesnej výšky takmer vôbec neuplatnil (mediánové hodnoty s telesnou výškou narastali len mierne a 90. a 95. P sa nemenil). Vzniká tak otázka, či zvyšovanie hodnôt 90. a 95. P v tabuľkách NHBPEP nemôže spôsobovať vyšší výskyt obezity v populácii detí a dospievajúcich v USA (26).

Z tohto dôvodu by nemali byť hranice normálnych hodnôt TK a hranice hypertenzie stanovené na základe percentilov vypočítaných z populácie, do ktorej sú zahrnutí aj obézni jedinci. U obéznych detí je v porovnaní s ostatnými štvornásobne častejší výskyt prehypertenzie alebo hypertenzie (27 – 31), a to nezávisle od telesnej výšky, čím sa posúva distribúcia hodnôt TK podobne ako distribúcia hmotnosti smerom doprava. Následkom toho percentilové hodnoty TK narastajú v závislosti od podielu obéznych detí v rámci konkrétnej vekovej skupiny a danej telesnej výšky. Preto by sa mali limity pre normálne hodnoty TK definovať podľa údajov detí s normálnou hmotnosťou s toleranciou maximálne 4 – 5 mmHg pre deti pod 10. P referenčných hodnôt telesnej výšky – znížiť hranicu o 2 mmHg a naopak pre akcelerované deti s výškou nad 90. P by mali byť „prípustné“ hodnoty normálneho TK aj hranice pre hypertenziu najvyššie o +2 mmHg vyššie oproti tým, ktorých telesná výška je v rozmedzí 10. – 90. P). Nárast percentilových hodnôt TK s telesnou výškou nie je ani rovnomerný, ani rovnako prudký v každom vekovom období a treba zvážiť, do akého veku je vôbec opodstatnené prihliadať pri stanovení hraníc normálnych hodnôt TK na telesnú výšku.

Záver

Na základe analýzy rozsiahleho súboru SR sa ukázalo, že:

- rozhodujúci podiel na variabilite hodnôt TK má telesná hmotnosť,
- hodnoty TK významne súvisia aj s telesnou výškou, ale tento vzťah je výrazne modifikovaný zastúpením obéznych detí v podskupinách podľa telesnej výšky,
- rozptyl hodnôt TK podľa telesnej výšky v rámci rovnakej vekovej skupiny nepresahuje 6 mmHg a v tomto rozmedzí by sa mali pohybovať aj hranice pre hypertenziu v príslušnom veku,
- horná hranica pre prehypertenziu u dospievajúcich je obmedzená hodnotou optimálneho TK u dospelých podľa ESH.

Limity pre normálne hodnoty TK by sa mali definovať podľa údajov detí s primeranou hmotnosťou a pri individuálnom hodnotení s prihliadnutím na akceleráciu, respektíve oneskorenie rastu.

Literatúra

1. The fourth report on the diagnosis, evaluation and treatment of high blood pressure in children and adolescents. National High Blood Pressure Education Program. *Pediatrics* 2004;114:555–576.
2. Blood Pressure Measurement in Children From the National High Blood Pressure Education Program Working Group on High Blood Pressure in Children and Adolescents. From the National

- High Blood Pressure Education Program Working Group on High Blood Pressure in Children and Adolescents. NIH Publication 2007;07-5268:4.
3. Kuczmarski R, Ogden C, Guo S. 2000 CDC growth charts for the United States: methods and development. *Vital Health Stat* 2002;11(246):1–190.
4. <http://www.cdc.gov/growthcharts>.
5. <http://www.who.int/growthref/en/>
6. de Onis M, Onyango AW, Borghi E, Siyam A, Nishida Ch, Siekmann J. Development of a WHO growth reference for school-aged children and adolescents. *Bulletin of the World Health Organization* 2007;85:660–667.
7. Nováková J, Hamade J, Ševčíková L. VI. celoštátny prieskum telesného vývoja detí a mládeže v SR. Bratislava: Úrad verejného zdravotníctva SR; 2004:184.
8. Vignerová J, Bláha P. Sledování růstu českých dětí a dospívajících. Norma, vyhublost, obezita. Praha: Státní zdravotní ústav; 2001:173.
9. de Man SA, André JL, Bachmann H, Grobbee DE, Ibsen KK, Laaser U, Lippert P, Hofman A. Blood pressure in childhood: pooled findings of six European studies. *J Hypertens* 1991;9:109–114.
10. Menghetti E, Virdis R, Strambi M, Patriarca V, Riccioni MA, Fossali E, Spagnolo A. Blood pressure in childhood and adolescence: the Italian normal standards. Study Group on Hypertension of the Italian Society of Pediatrics. *J Hypertens* 1999;17:1363–1372.
11. Velemínský M, Janda J, Adámková V, et al. Normální hodnoty krevního tlaku u dětí a dorostu v ČR. Praha: Triton; 2003:187.
12. 2003 European Society of Hypertension – European Society of Cardiology guidelines for the management of arterial hypertension. *J Hypertens* 2003;21:1011–1053.
13. Jackson LV, Nandu K, Thalange S, Cole TJ. Blood pressure centiles for Great Britain. *Arch Dis Child* 2007;92:298–303.
14. Neuhauser H, Thamm M. Blood pressure measurement in the German Health Interview and Examination Survey for Children and Adolescents (KiGGS). Methodology and initial results. *Bundesgesundheitsblatt Gesundheitsforschung Gesundheitschutz* 2007;50:728–735.
15. Túri S, Baráth Á, Boda K, Tichy M, Károly É. Blood pressure reference tables for Hungarian adolescents aged 11–16-years. *Kidney Blood Press Res* 2008;31:63–69.
16. Voors AW, Webber LS, Frerichs RR, Berenson GS. Body height and body mass as determinants of basal blood pressure in children – The Bogalusa Heart Study. *American Journal of Epidemiology* 1977;106:01–108.
17. Fujita Y, Kouda K, Nakamura H, Nishio N, Takeuchi H, Iki M. Relationship between height and blood pressure in Japanese schoolchildren. *Pediatrics International* 2010;52:689–693.
18. Košťálová L. Fyziológia puberty. *Pediatr prax* 2007;3:135–140.
19. Gerová M, Nižňanská M, Korběl M, et al. Nástup menarché, vývoj sekundárnych pohlavných znakov a sekulárny trend u dievčat Bratislavského kraja. *Prakt Gyn* 2008;12:22–26.
20. Halfon ST, Tamir D, Bronner S. Determinants of blood pressure in 7th grade Jerusalem school children. *Eur J Epidemiol* 1987;3:39–43.
21. Remsberg KE, Demerath EW, Schubert CM, et al. Early menarche and the development of cardiovascular disease risk factors in adolescent girls: the Fels Longitudinal Study. *J Clin Endocrinol Metab* 2005;90:2718–2724.

22. Kivimäki M, Lawlor DA, Smith GD, et al. Association of age at menarche with cardiovascular risk factors, vascular structure, and function in adulthood: the Cardiovascular Risk in Young Finns study. *Am J Clin Nutr* 2008;87:1876–1882.
 23. Malina RM. Regional body composition: Age, sex and ethnic variation. In: Roche AF, Heymsfield SB, Lohman TG (eds), *Human Body Composition*. Human Kinetics 1996;217–255.
 24. Anderson SE, Gerard MS, Dallal E, et al. Relative Weight and Race Influence Average Age at Menarche: Results From Two Nationally Representative Surveys of US Girls Studied 25 Years Apart. *Pediatrics* 2003;111:844–850.
 25. Kozielec S, Kołodziej H, Uliaszek S. Body size, fat distribution, menarcheal age and blood pressure in 14-year-old girls. *European Journal of Epidemiology* 2011;17:1111–1115.
 26. Ogden CL, Cheryll D, Fryar MSPH, Margaret D, Carroll MSPH, Flegal KM. Mean Body Weight, Height and Body Mass Index, United States 1960–2002 by, Division of Health and Nutrition Examination Surveys, Advance Data from Vital and health Statistics 2004;347:1–18.
 27. Freedman DS, Dietz WH, Srinivasan SR, Berenson GS. The relation of overweight to cardiovascular risk factors among children and adolescents: the Bogalusa Heart Study. *Pediatrics* 1999;103:1175–1182.
 28. Sorof J, Daniels S. Obesity hypertension in children: a problem of epidemic proportions. *Hypertension* 2002;40:441–447.
 29. Graf C, Rost SV, Koch B, et al. Data from the STEP TWO programme showing the effect on blood pressure and different parameters for obesity in overweight and obese primary school children. *Cardiol Young* 2005;15:291–298.
 30. Zarbock S. New Recommendations for Treatment of Hypertension in Children. The American Academy of Physician Assistants (AAPA) Conference May 28 – June 2, 2005; Orlando, Florida. <http://www.medscape.com/viewarticle/510523>
 31. International comparison of blood pressure and BMI values in School children aged 11–16 years. *Acta Pædiatrica/Acta Pædiatrica* 2010;99:251–255.
- Autori ďakujú MUDr. M. Ďateľovej, MPH (RÚVZ Banská Bystrica) a MUDr. Š. Rosípalovi, CSc., (NsP Poprad) za spoluprácu pri zbere údajov.
- Finančná podpora: Slovenská kardiologická spoločnosť a VEGA 2/0084/10*