

· 论著 ·

DOI: 10.12464/j.issn.0253-9802.2025-0064

十堰市农村 7~13 岁儿童握力与血压的相关性研究

阮班银^{1,2}, 李佳乐², 程梦晗², 陈胜依², 潘悦², 张苗²✉

(1. 湖北医药学院附属国药东风总医院 ICU, 湖北 十堰 442000; 2. 湖北医药学院公共卫生与健康学院, 湖北 十堰 442000)

【摘要】 **目的** 研究学龄儿童最大握力现状及握力与血压的相关性, 从而丰富儿童肌肉健康与心血管代谢的关联证据。**方法** 2023年11月采取整群随机抽样的方法, 对湖北省十堰市1242名7~13岁小学生进行身高、体质量(体重)、腰围、握力、血压等指标测量。对儿童最大握力现状进行统计描述, 采用Pearson相关分析握力与血压的相关性, 采用二元Logistic回归分析握力与血压偏高之间的关联。**结果** 7~13岁儿童握力与血压均呈正相关(均 $P < 0.05$)。以体重标准分为超重/肥胖组和非超重/肥胖组, 无论男女超重/肥胖组的握力均大于非超重/肥胖组(均 $P < 0.001$)。Logistic回归分析显示, 调节年龄、体重指数、腰围后, 在男童中握力与血压偏高发生风险呈正相关($P < 0.05$), 女童中无明显关联。**结论** 学龄儿童握力与血压呈正相关, 握力的增加与男童高血压风险的升高相关, 但女童中并未有相同结果, 提示肌肉力量与心血管健康的关联可能存在性别差异。

【关键词】 握力; 血压; 肥胖; 超重; 儿童**A study on the correlation between handgrip strength and blood pressure among rural children aged 7-13 in Shiyan City**RUAN Banyin^{1,2}, LI Jiale², CHENG Menghan², CHEN Shengyi², PAN Yue², ZHANG Miao²✉

(1. Intensive Care Unit, Hubei University of Medicine Affiliated Dongfeng General Hospital, Shiyan 442000, China; 2. School of Public Health, Hubei University of Medicine, Shiyan 442000, China)

Corresponding author: ZHANG Miao, E-mail: zhangmiao@hbmhu.edu.cn

【Abstract】 **Objective** To investigate the current status of maximal handgrip strength in school-aged children and its correlation with blood pressure, thereby enriching the evidence on the relationship between muscular health and cardiometabolic factors in children. **Methods** In November 2023, a cluster random sampling method was used to measure height, body weight, waist circumference, handgrip strength, and blood pressure among 1,242 primary school students aged 7 to 13 in Shiyan City, Hubei Province. Descriptive statistics were used to assess the current status of maximal handgrip strength in children. Pearson correlation analysis was conducted to examine the relationship between handgrip strength and blood pressure, and binary logistic regression was used to analyze the association between handgrip strength and elevated blood pressure. **Results** Handgrip strength was positively correlated with blood pressure among boys and girls aged 7 to 13 years (all $P < 0.05$). The children were categorized into overweight/obese group and non-overweight/obese group based on body weight criteria. In both boys and girls, handgrip strength was significantly higher in the overweight/obese group compared to the non-overweight/obese group ($P < 0.001$). Logistic regression analysis showed a positive correlation between handgrip strength and the risk of elevated blood pressure in boys after adjusting for age, body mass index, and waist circumference ($P < 0.05$), while no significant association was observed in girls. **Conclusion** Handgrip strength was positively correlated with blood pressure in school-age children. Increased handgrip strength was associated with an increased risk of hypertension in boys, whereas no such association was observed in girls, suggesting a potential gender difference in the association between muscular strength and cardiovascular health.

【Key words】 Handgrip strength; Blood pressure; Obesity; Overweight; Children

高血压作为心脑血管疾病的核心危险因素, 已呈现显著年轻化趋势。中国儿童青少年高血压

收稿日期: 2025-02-27

基金项目: 湖北省自然科学基金(2025AFB112); 湖北医药学院人才启动金(2020QDJZR019)

作者简介: 阮班银, 主治医师, 研究方向: 临床营养学, E-mail: 544681637@qq.com; 张苗, 通信作者, 讲师, 研究方向: 流行病学与卫生统计学, E-mail: zhangmiao@hbmhu.edu.cn

患病率从1991年的8.9%攀升至2015年的20.5%，且血压偏高的儿童成年后进展为高血压的风险增加3~5倍^[1]。早期识别高血压危险因素对阻断其“轨迹现象”至关重要。

骨骼肌在整个生命周期的新陈代谢和整体健康中起着重要作用，有证据表明，低肌肉质量是儿童代谢健康的危险因素^[2]。同时也有研究显示肌肉力量可能与心血管疾病的发生风险密切相关^[3]。握力作为评估肌肉力量的无创指标，具有操作简便、重复性高的优势，已被证实与成年人血压、动脉硬化及心血管事件风险相关^[45]。然而，儿童群体中握力与血压的关联尚不明确，且现有研究结论存在分歧：部分研究显示握力与儿童血压呈正相关^[68]，可能与肥胖介导的代谢紊乱有关；另一些研究则认为握力反映肌肉健康，对血压具有保护作用^[911]。这种矛盾可能源于儿童生长发育阶段肌肉-脂肪组织的动态平衡差异，尤其是青春期前的性别分化特征。

本研究基于十堰市农村学龄儿童的横断面数据，旨在明确握力与血压的相关性，探索握力对血压的影响，并分析肥胖等混杂因素的影响。研究结果可丰富儿童肌肉健康与心血管代谢的关联证据。

1 对象与方法

1.1 研究对象

于2023年11月，采用整群随机抽样方法对十堰市郧阳区3所小学7~13岁学生开展横断面调查。纳入标准：①年龄7~13岁；②家长签署知情同意书。排除标准：①严重心肺疾病或肢体功能障碍；②测量当日急性感染或剧烈运动。本研究获湖北医药学院伦理审查委员会批准（批件号：2023-RE-029），所有学生家长均签署知情同意书。

1.2 测量方法

1.2.1 血压测量及血压偏高判断标准

血压测量采用欧姆龙HEM-7124血压计，由经统一培训的医护人员操作。要求受试者在测量前静息15 min，取坐位，放松精神，不要说话，裸露右臂并使右臂与心脏保持同一水平面进行测量，重复测量2次（间隔1~2 min），取2次测量结果的平均值作为个体血压值，保留1位小数进行分析。

参照《中国高血压防治指南（2024年修订

版）》^[12]使用“中国3~17岁儿童及青少年高血压筛查的简化公式标准”判定血压偏高（收缩压或舒张压 \geq 同性别、年龄组第95百分位数）。

1.2.2 握力测量

握力的测量采用CAMRY EH101电子握力计，测量时要求被测者身体直立，双脚与肩同宽，优势手自然下垂握紧握力计，避免接触身体，测试3次取最大值，以kg为单位，保留1位小数进行分析。

1.2.3 其他指标测量方法

身高、体质量（体重）、腰围测量均遵循《2014年全国学生体质与健康检测细则》，身高（精度0.1 cm）、体重（精度0.1 kg）用于计算体重指数（body mass index, BMI）；腰围（精度0.1 cm）取腋中线肋下缘与髂嵴连线中点水平值。

1.2.4 超重/肥胖的判断标准

$BMI = \text{体重}(\text{kg}) / \text{身高}^2(\text{m}^2)$ 。参照2018年发布的中华人民共和国卫生行业标准《学龄儿童青少年超重与肥胖筛查》^[13]中6~18岁学龄儿童青少年性别年龄别BMI筛查超重与肥胖界值表，将筛选出的超重或肥胖者定义为超重/肥胖。

1.3 统计学方法

选用SPSS 23.0进行统计分析。因不同性别儿童握力平均值差别较大，本研究所有数据分析均按照性别分层后进行。计量资料用 $\bar{x} \pm s$ 进行统计描述，2组间比较采用独立样本 t 检验或Welch校正的 t' 检验（方差不齐时）；多组间比较采用单因素方差分析，事后两两比较采用Bonferroni法。计数资料采用 $n(\%)$ 表示。通过Pearson相关系数分析握力与收缩压和舒张压的相关关系。通过二元Logistic回归分析，判断儿童握力和血压异常风险之间的关系。所有分析选择双侧，总体检验水准设定为0.05，两两比较检验水准为0.017。

2 结果

2.1 一般资料分析

研究共纳入1242名儿童，其中男童642名（51.69%），女童600名（48.31%），年龄（ 9.70 ± 1.45 ）岁；血压偏高248例（19.97%），血压正常994例（80.03%）。男童的体重、BMI、腰围、最大握力、收缩压均大于女童，且差异有统计学意义（均 $P < 0.05$ ）。见表1。

表1 1241名7~13岁儿童的人口学特征

Table 1 Demographic characteristics of 1241 children aged 7-13 years old

变量	总体	男童 (n=642)	女童 (n=600)	t/t' 值	P 值
年龄 / 岁	9.70 ± 1.45	9.76 ± 1.37	9.64 ± 1.53	1.520	0.129
身高 / cm	139.68 ± 1.68	139.85 ± 10.13	139.49 ± 11.24	0.583	0.560
体重 / kg	34.94 ± 4.78	36.06 ± 5.01	33.75 ± 4.37	3.797	<0.001
BMI / (kg/m ²)	17.58 ± 3.76	18.12 ± 4.20	17.01 ± 3.13	5.350 ^a	<0.001
腰围 / cm	61.48 ± 9.58	63.82 ± 10.40	58.98 ± 7.82	9.186	<0.001
最大握力 / kg	14.64 ± 4.26	15.36 ± 4.58	13.87 ± 3.41	5.860	<0.001
收缩压 / mmHg	101.26 ± 12.50	102.39 ± 12.67	100.06 ± 12.11	3.319	0.001
舒张压 / mmHg	65.34 ± 9.30	65.78 ± 9.46	64.14 ± 9.13	1.723	0.085

注: ^a表示使用 Welch 校正的 *t'* 检验, 1 mmHg=0.133 kPa。

2.2 最大握力现况

参与调查的儿童的最大握力平均值为 (14.64 ± 4.26) kg, 最小为 7.3 kg, 最大为 38.5 kg。男童中, 12~13 岁最大握力水平最高, 为 (20.81 ± 5.14) kg, 不同年龄组的研究人群最大握力平均值不同, 两两比较差异均具有统计学意义 (均 $P < 0.001$)。女童中, 12~13 岁最大握力水平最高, 为 (19.70 ± 4.99) kg, 不同年龄组两两比较差异均具有统计学意义 (均 $P < 0.001$)。见表 2。

将儿童按照 BMI 分为超重 / 肥胖组和非超重 / 肥胖组, 超重 / 肥胖组最大握力平均值为 (16.41 ± 4.59) kg, 非超重 / 肥胖组最大握力平均值为 (14.06 ± 4.40) kg。超重 / 肥胖组的最大握力高于非超重 / 肥胖组, 且差异具有统计学意义 ($t = -8.050$, $P < 0.001$)。男童中, 超重 / 肥胖组的最大握力高

于非超重 / 肥胖组, 且差异具有统计学意义 ($t = -4.883$, $P < 0.001$), 女童中同样如此 ($t' = -5.656$, $P < 0.001$)。见表 3。

2.3 最大握力现况和血压的相关性

Pearson 相关分析显示: 7~9 岁、10~11 岁年龄组的最大握力值和收缩压、舒张压均呈正相关 (均 $P < 0.05$)。其中男童最大握力和收缩压相关系数分别为 0.342、0.307, 最大握力和舒张压的相关系数分别为 0.337、0.190; 女童最大握力和收缩压相关系数分别为 0.206、0.264, 最大握力和舒张压的相关系数分别为 0.244、0.240。见表 4。

2.4 各年龄组儿童在血压偏高组和血压正常组中的握力分布情况

参考《中国高血压防治指南 (2024 年修订版)》将研究对象以收缩压 / 舒张压分为血压偏高组和血

表2 不同年龄组儿童握力分布情况

Table 2 Maximum hand strength in different age groups of children

年龄分组	n	总体 / kg	男童 / kg	女童 / kg
7~9 岁	499	11.76 ± 3.06	12.60 ± 3.13	10.89 ± 2.74
10~11 岁	651	16.06 ± 4.01 ^a	16.66 ± 4.17 ^a	15.39 ± 3.72 ^a
12~13 岁	92	20.26 ± 5.07 ^{ab}	20.81 ± 5.14 ^{ab}	19.70 ± 4.99 ^{ab}
F 值		296.573	128.303	185.058
P 值		<0.001	<0.001	<0.001

注: ^a与 7~9 岁组比较, $P < 0.001$, ^b与 10~11 岁组比较, $P < 0.001$ 。

表3 不同性别、BMI 分组儿童握力分布情况

Table 3 Maximum hand strength of children among different BMI and gender groups

BMI 分组	n	总体 / kg	男童 / kg	女童 / kg
超重 / 肥胖组	308	16.41 ± 4.59	16.67 ± 4.12	15.95 ± 5.03
非超重 / 肥胖组	934	14.06 ± 4.40	14.70 ± 4.60	13.39 ± 4.01
t/t' 值		-8.050	-4.883	-5.656 ^a
P 值		<0.001	<0.001	<0.001

注: ^a表示使用 Welch 校正的 *t'* 检验。

压正常组,比较各年龄组血压偏高组和血压正常组最大握力平均值的差异。结果显示:无论是男童还是女童,最大握力均随年龄升高而逐渐上升。且男童和女童7~9岁、10~11岁的血压偏高组握力平均值均大于血压正常组,差异具有统计学意义($P < 0.05$)。见表5、6。

2.5 握力与血压偏高的关联

用 Logistic 回归分析评价不同性别人群中最大握力与血压偏高的关联。以血压偏高(否=0,是

=1)为因变量,最大握力为自变量,纳入 Logistic 回归分析模型。在模型1中,未调整变量,结果发现无论是在男童还是女童中,最大握力均为血压值偏高的危险因素($P < 0.001$)。在模型2中,调整了年龄、BMI和腰围后,只有男童握力与血压偏高具有相关性,最大握力每增加1 kg,出现血压偏高的风险为原来的1.100倍(95%CI: 1.028~1.177, $P < 0.05$)。在调整变量后,女童握力与血压偏高无明显关联。见表7。

表4 不同性别、年龄组儿童最大握力和血压的相关性

Table 4 Correlations of maximum hand strength with systolic and diastolic blood pressure among children of different genders and age groups

年 龄	男童					女童				
	n	收缩压		舒张压		n	收缩压		舒张压	
		r	P	r	P		r	P	r	P
7~9岁	252	0.342	<0.001	0.337	<0.001	247	0.206	<0.001	0.244	<0.001
10~11岁	344	0.307	<0.001	0.190	<0.001	307	0.264	<0.001	0.240	0.001
12~13岁	46	0.262	0.078	0.117	0.437	46	0.028	0.853	0.138	0.359

表5 男童血压偏高组与血压正常组握力比较

Table 5 Differences in maximum hand strength between hypertensive and normotensive groups among boys of different age groups

分 组	7~9岁		10~11岁		12~13岁	
	n	最大握力/kg	n	最大握力/kg	n	最大握力/kg
血压偏高组	48	14.51 ± 2.68	66	18.84 ± 5.17	7	22.89 ± 3.90
血压正常组	204	12.15 ± 3.06	278	16.14 ± 3.71	39	20.44 ± 3.91
t/t' 值	-4.904		-4.019 ^a		-1.162	
P 值	<0.001		<0.001		0.251	

注: ^a表示使用 Welch 校正的 t' 检验。

表6 女童血压偏高组与血压正常组握力比较

Table 6 Differences in maximum hand strength between hypertensive and normotensive groups among girls of different age groups

分 组	7~9岁		10~11岁		12~13岁	
	n	最大握力/kg	n	最大握力/kg	n	最大握力/kg
血压偏高组	38	11.82 ± 3.09	82	16.50 ± 4.42	7	19.04 ± 5.72
血压正常组	209	10.72 ± 2.64	225	14.98 ± 3.35	39	19.81 ± 4.92
t/t' 值	-2.302		-2.834 ^a		0.374	
P 值	0.022		0.005		0.711	

注: ^a表示使用 Welch 校正的 t' 检验。

表7 不同性别儿童最大握力与血压偏高的 logistic 回归分析

Table 7 Maximum hand strength and high blood pressure in children of different genders by Logistic regression analysis

模 型	总体		男童		女童	
	OR (95%CI)	P 值	OR (95%CI)	P 值	OR (95%CI)	P 值
模型1	1.097 (1.065, 1.130)	<0.001	1.115 (1.069, 1.164)	<0.001	1.089 (1.043, 1.137)	<0.001
模型2	1.035 (0.988, 1.084)	0.147	1.100 (1.028, 1.177)	0.006	0.999 (0.931, 1.072)	0.983

注: 模型1未调整变量; 模型2调整了年龄、BMI、腰围。

3 讨论

随着时代的发展及人类生活方式的不断变化,儿童青少年高血压患病率正在逐渐升高^[14]。儿童高血压不仅会影响其成年后高血压的发生率,也可能出现并发症,累及心、脑、肾等多个器官^[15-17],严重影响儿童青少年的身心健康。因此,加强儿童高血压的综合防治管理,具有重要的意义。握力具有无创、易被儿童接受的优势,越来越引起关注。本研究以十堰市1242名7~13岁农村儿童为研究对象,根据其体检数据的分析,探究握力与血压的关系。

本研究显示,随年龄升高,握力逐渐升高,且男童的最大握力平均值高于女童。与其他学者的研究结果一致,一项针对2241名儿童和青少年的横断面研究显示^[18],握力从学龄前期开始,随儿童年龄增长而增加,至青春末期达到峰值,并且在4~15岁的所有年龄组中,男孩握力都大于女孩。此外,可以发现按照BMI指标将儿童分组后,无论男女,超重/肥胖组的握力平均值都高于非超重/肥胖组,这与相关研究一致^[19-20]。

学龄期7~13岁农村儿童握力与收缩压和舒张压均呈正相关,且在男童和女童中均表现为此种正相关关系,与其他人的研究结果一致。Zhang等^[21]通过对美国3929名8~19岁儿童青少年的数据分析发现,握力与收缩压和舒张压均呈显著正相关。Demmer等^[7]在对10、14、17岁男孩和女孩的研究中发现在调整BMI混杂因素后握力与收缩压呈正相关,且男孩握力与血压关联性强于女孩。一项纳入东北辽宁地区16892例13~18岁汉族初、高中学生的研究显示,在调节协变量后,男孩和女孩中握力与收缩压和舒张压均呈正相关^[8]。但也有一些研究者认为握力对血压具有保护作用^[9-11],这种差异可能与研究对象的肥胖率相关。本研究中超重/肥胖儿童占比23.7%,肥胖儿童的高握力可能反映脂肪与肌肉的“共沉积”,而非单纯肌肉健康,高BMI或高体脂率抑制了肌肉健康的益处,从而导致超重肥胖者往往有更高的握力水平和高血压风险,使握力与血压表现为正相关。值得注意的是,12~13岁组未表现出相关关系,可能与样本量较小以及青春期激素变化(如男性睾酮水平升高促进肌肉发育,女性脂肪组织增速超过肌肉)有关。

在调整了肥胖相关指标后,握力的增加与男

童高血压风险的升高相关,但女童中并未有相同结果。这可能与以下机制有关:①男性青春期前肌肉质量增长快于女性,睾酮通过增强肾素-血管紧张素系统活性,对血压产生直接影响^[22];②男性更易因肌肉-脂肪失衡(如腹型肥胖)导致胰岛素抵抗,进而升高血压^[23]。本研究中男童腰围大于女童(63.82 cm vs. 58.98 cm),提示腹型肥胖可能是重要中介因素。

握力是反映肌肉强度的指标,运动训练与血压的关系在一定程度上可以反映握力与血压的关系,分析力量训练与血压有助于阐明握力与血压的联系机制。部分研究认为阻力训练、握力训练或有氧运动有降血压的潜力,改善内皮功能,对心血管健康有积极影响^[24-26]。但鉴于儿童青少年肌肉力量与血压的正相关关系和一些研究表明阻力训练对中枢动脉顺应性和动脉硬化的生物标志物脉搏波速度的不良影响^[27-29],肌肉强化运动对降低儿童青少年高血压负担的适用性仍然存在争议^[30]。

本文具有一定的局限性:本研究为横断面设计,无法推断因果关系;未控制饮食、运动等混杂因素;样本量不够大且研究对象局限于十堰农村地区;分组只考虑了年龄未关注性发育的影响。未来需要进一步扩大样本量,纳入城市儿童并开展纵向研究,纳入更多代谢指标。

综上所述,本研究显示7~13岁农村儿童握力与血压呈正相关,且在男童中,握力的增加与血压偏高密切相关。研究丰富了肌肉健康与心血管代谢的关联证据,为儿童高血压的防治工作提供科学依据。

利益冲突声明: 本研究未受到企业、公司等第三方资助,不存在潜在利益冲突。

参 考 文 献

- [1] 马淑婧, 羊柳, 赵敏, 等. 1991—2015年中国儿童青少年血压水平及高血压检出率的变化趋势[J]. 中华流行病学杂志, 2020, 41(2): 178-183. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0254-6450.2020.02.008.
MA S J, YANG L, ZHAO M, et al. Changing trends in the levels of blood pressure and prevalence of hypertension among Chinese children and adolescents from 1991 to 2015[J]. Chin J Epidemiol, 2020, 41(2): 178-183. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0254-6450.2020.02.008.
- [2] ORSSO C E, TIBAES J R B, OLIVEIRA C L P, et al. Low

- muscle mass and strength in pediatrics patients: why should we care [J]. *Clin Nutr*, 2019, 38 (5): 2002-2015. DOI: 10.1016/j.clnu.2019.04.012.
- [3] LOPEZ-JARAMILLO P, LOPEZ-LOPEZ J P, TOLE M C, et al. Muscular strength in risk factors for cardiovascular disease and mortality: a narrative review [J]. *Anatol J Cardiol*, 2022, 26 (8): 598-607. DOI: 10.5152/AnatolJCardiol.2022.1586.
- [4] ZHANG F, LUO B, BAI Y, et al. Association of handgrip strength and risk of cardiovascular disease: a population-based cohort study [J]. *Aging Clin Exp Res*, 2024, 36 (1): 207. DOI: 10.1007/s40520-024-02856-x.
- [5] LAUKKANEN J A, VOUTILAINEN A, KURL S, et al. Handgrip strength is inversely associated with fatal cardiovascular and all-cause mortality events [J]. *Ann Med*, 2020, 52 (3/4): 109-119. DOI: 10.1080/07853890.2020.1748220.
- [6] BUSTOS-BARAHONA R, DELGADO-FLOODY P, MARTÍNEZ-SALAZAR C. Lifestyle associated with physical fitness related to health and cardiometabolic risk factors in Chilean schoolchildren [J]. *Endocrinol Diabetes Nutr (Engl Ed)*, 2020, 67 (9): 586-593. DOI: 10.1016/j.endinu.2020.02.005.
- [7] DEMMER D L, BEILIN L J, HANDS B, et al. Effects of muscle strength and endurance on blood pressure and related cardiometabolic risk factors from childhood to adolescence [J]. *J Hypertens*, 2016, 34 (12): 2365-2375. DOI: 10.1097/HJH.0000000000001116.
- [8] 赵苗苗, 孙英贤, 李觉. 青少年握力与血压的相关性研究 [J]. *中华疾病控制杂志*, 2020, 24 (6): 686-690. DOI: 10.16462/j.cnki.zhjbkz.2020.06.013.
- ZHAO M M, SUN Y X, LI J. The association between handgrip strength and blood pressure among adolescents [J]. *Chin J Dis Control and Prev*, 2020, 24 (6): 686-690. DOI: 10.16462/j.cnki.zhjbkz.2020.06.013.
- [9] LI H, GU H. Association between handgrip strength and hypertension in children and adolescents: an analysis of the National Health and Nutrition Examination Survey 2011-2014 [J]. *Front Pediatr*, 2025, 13: 1559556. DOI: 10.3389/fped.2025.1559556.
- [10] GARCIA-HERMOSO A, VEGAS-HEREDIA E D, FERNÁNDEZ-VERGARA O, et al. Independent and combined effects of handgrip strength and adherence to a Mediterranean diet on blood pressure in Chilean children [J]. *Nutrition*, 2019, 60: 170-174. DOI: 10.1016/j.nut.2018.08.019.
- [11] RIVAS-CAMPO Y, MUÑOZ-LAVERDE E P, AIBAR-ALMAZÁN A, et al. Handgrip strength-related factors in a Colombian hypertensive population: a cross-sectional study [J]. *Int J Environ Res Public Health*, 2022, 19 (6): 3726. DOI: 10.3390/ijerph19063726.
- [12] 中国高血压防治指南修订委员会, 高血压联盟, 中国医疗保健国际交流促进会高血压病学分会, 等. 中国高血压防治指南 (2024年修订版) [J]. *中华高血压杂志 (中英文)*, 2024, 32 (7): 603-700. DOI: 10.16439/j.issn.1673-7245.2024.07.002.
- China Hypertension Guideline Revision Committee, Hypertension League, Hypertension Branch of China International Exchange and Promotion Association for Medical Health, et al. Chinese Guidelines for the Prevention and Treatment of Hypertension (Revised 2024 Edition) [J]. *Chin J Hypertens*, 2024, 32 (7): 603-700. DOI: 10.16439/j.issn.1673-7245.2024.07.002.
- [13] 国家卫生与计划生育委员会. 学龄儿童青少年超重与肥胖筛查 [EB/OL]. (2018-03-29) [2025-02-26]. <https://www.nhc.gov.cn/wjw/pqt/201803/a7962d1ac01647b9837110bfd2d69b26.shtml>.
- [14] 陈力, 张奕, 马涛, 等. 2010—2019年中国7~17岁汉族儿童青少年正常高值血压和血压偏高的流行趋势 [J]. *中华预防医学杂志*, 2023, 57 (4): 499-507. DOI: 10.3760/cma.j.cn112150-20220901-00859.
- CHEN L, ZHANG Y, MA T, et al. Prevalence trend of high normal blood pressure and elevated blood pressure in Chinese Han children and adolescents aged 7-17 years from 2010 to 2019 [J]. *Chin J Prev Med*, 2023, 57 (4): 499-507. DOI: 10.3760/cma.j.cn112150-20220901-00859.
- [15] AL RIYAMI M S, AL SHUAIBI A, AL JARDANI S, et al. Childhood hypertension: a retrospective analysis of causes, treatments, and complications [J]. *Children (Basel)*, 2024, 11 (10): 1234. DOI: 10.3390/children11101234.
- [16] 覃妍. 儿童高血压205例临床分析 [D]. 南宁: 广西医科大学, 2019.
- QIN Y. Clinical analysis of 205 cases of hypertension in children [D]. Nanning: Guangxi Medical University, 2019.
- [17] 张葺葺, 贾敏, 娄豆豆, 等. 合并心血管疾病的高血压患者强化降压治疗研究进展 [J]. *新医学*, 2024, 55 (4): 248-254. DOI: 10.3969/j.issn.0253-9802.2024.04.002.
- ZHANG R Z, JIA M, LOU D D, et al. Advances in intensive antihypertensive treatment in hypertensive patients complicated with cardiovascular disease [J]. *J New Med*, 2024, 55 (4): 248-254. DOI: 10.3969/j.issn.0253-9802.2024.04.002.
- [18] PLOEGMAKERS J J W, HEPPIG A M, GEERTZEN J H B, et al. Grip strength is strongly associated with height, weight and gender in childhood: a cross sectional study of 2241 children and adolescents providing reference values [J]. *J Physiother*, 2013, 59 (4): 255-261. DOI: 10.1016/S1836-9553 (13) 70202-9.
- [19] YIP K M, WONG S W S, CHUA G T, et al. Age- and sex-specific physical fitness reference and association with body mass index in Hong Kong Chinese schoolchildren [J]. *Int J Environ Res Public Health*, 2022, 19 (22): 15346. DOI: 10.3390/ijerph192215346.
- [20] ZEEB H, BRAND T, LISSNER L, et al. Vitamin D status and muscle strength in a pan-European cohort of children and adolescents with normal weight and overweight/obesity [J]. *Eur J Pediatr*, 2025, 184 (2): 190. DOI: 10.1007/s00431-025-06024-9.
- [21] ZHANG R, LI C, LIU T, et al. Handgrip strength and blood pressure in children and adolescents: evidence from NHANES 2011 to 2014 [J]. *Am J Hypertens*, 2018, 31 (7): 792-796. DOI: 10.1093/ajh/hpy032.

- [22] SONG J, KOST C K, MARTIN D S. Androgens augment renal vascular responses to ANG II in New Zealand genetically hypertensive rats [J]. *Am J Physiol Regul Integr Comp Physiol*, 2006, 290 (6): R1608-R1615. DOI: 10.1152/ajpregu.00364.2005.
- [23] 张淑静. 儿童青少年肥胖与NAFLD及心血管疾病危险因素关系的研究 [D]. 银川: 宁夏医科大学, 2023. DOI: 10.27258/d.cnki.gnxy.2023.000161.
- ZHANG S J. Association of obesity with NAFLD and cardiovascular disease risk factors in children and adolescents [D]. Yinchuan: Ningxia Medical University, 2023. DOI: 10.27258/d.cnki.gnxy.2023.000161.
- [24] RAWAT A, VYAS K. Exercise intervention to mitigate the cardiovascular sequence of pregnancy complications [J]. *Cureus*, 2024, 16 (12): e75703. DOI: 10.7759/cureus.75703.
- [25] NAZIR A, HERYAMAN H, JULI C, et al. Resistance training in cardiovascular diseases: a review on its effectiveness in controlling risk factors [J]. *Integr Blood Press Control*, 2024, 17: 21-37. DOI: 10.2147/IBPC.S449086.
- [26] PEDRALLI M L, MARSCHNER R A, KOLLET D P, et al. Different exercise training modalities produce similar endothelial function improvements in individuals with prehypertension or hypertension: a randomized clinical trial exercise, endothelium and blood pressure [J]. *Sci Rep*, 2020, 10 (1): 7628. DOI: 10.1038/s41598-020-64365-x.
- [27] CORTEZ-COOPER M Y, DEVAN A E, ANTON M M, et al. Effects of high intensity resistance training on arterial stiffness and wave reflection in women [J]. *Am J Hypertens*, 2005, 18 (7): 930-934. DOI: 10.1016/j.amjhyper.2005.01.008.
- [28] GUILLEM C M, LOAIZA-BETANCUR A F, REBULLIDO T R, et al. The effects of resistance training on blood pressure in preadolescents and adolescents: a systematic review and meta-analysis [J]. *Int J Environ Res Public Health*, 2020, 17 (21): 7900. DOI: 10.3390/ijerph17217900.
- [29] KIRCHHUEBEL H, OBERHOFFER R, BÖHM B. Primary prevention: no associations of strength and cardiorespiratory fitness status with arterial stiffness in young school children [J]. *Front Pediatr*, 2020, 8: 175. DOI: 10.3389/fped.2020.00175.
- [30] SON W M, SUNG K D, BHARATH L P, et al. Combined exercise training reduces blood pressure, arterial stiffness, and insulin resistance in obese prehypertensive adolescent girls [J]. *Clin Exp Hypertens*, 2017, 39 (6): 546-552. DOI: 10.1080/10641963.2017.1288742.

(责任编辑: 郑巧兰)

