DOI: 10.16835/j.cnki.1000-9817.2025110

· 儿童青少年肥胖防控专栏 ·

儿童超重肥胖和血脂异常联合作用与左心室肥厚的关联

安思莲[1,2],刘姿琪[1,2],张茜[3],赵敏[4],席波[1,2]

1.山东大学齐鲁医学院公共卫生学院流行病学系/儿少卫生与妇幼保健学系,济南 250012;2.山东大学儿童心血管研究中心;3.淄博市疾病预防控制中心食品营养与学生保健所;4.山东大学齐鲁医学院公共卫生学院营养与食品卫生学系

【摘要】 目的 探讨儿童超重肥胖和血脂异常联合作用与左心室肥厚(LVH)的关联,为预防儿童早期心血管损害提供科学依据。**方法** 研究对象来自"桓台儿童心血管健康随访队列"2021 年第 2 次随访横断面调查数据,共纳入 1 047 名信息完整的 10~15 岁儿童。根据超重肥胖和血脂异常状态,将研究对象分为正常体重且血脂正常组、正常体重且血脂异常组、超重肥胖且血脂正常组、超重肥胖且血脂异常组 4 组,比较 4 组左心室质量指数(LVMI)水平及 LVH 检出率的差异,采用多因素 Logistic 回归模型探讨超重肥胖和血脂异常的联合效应对 LVH 的影响。**结果** 4 组儿童 LVMI 水平[(28.66±7.10,29.63±4.71,31.49±5.86,32.65±4.80)g/m$^{2.7}$]及 LVH 检出率(4.28%,12.50%,22.74%,31.30%)差异均有统计学意义(F/χ^2 值分别为 50.76,90.92,P 值均<0.05)。调整性别、年龄、视屏时间、睡眠时间、果蔬摄入、碳酸饮料摄入、体力活动以及血压偏高等协变量后,相较于正常体重且血脂正常组,正常体重且血脂异常组、超重肥胖且血脂正常组的 LVH 风险均增加(OR=3.27,95%CI=1.57~6.82;OR=6.33,95%CI=3.76~10.66),超重肥胖且血脂异常组的 LVH 风险达到最高(OR=9.66,95%CI=5.35~17.43)(P 值均<0.05)。**结论** 儿童期超重肥胖与血脂异常的联合效应与 LVH 呈正相关。预防儿童 LVH 应该同时关注儿童超重肥胖和血脂异常。

【关键词】 超重;肥胖症;血脂异常;心肌病;肥厚性;回归分析;儿童

【中图分类号】 R 179 R 723.14 R 714.252 **【文献标识码】** A **【文章编号】** 1000-9817(2025)04-0474-05

Association of joint effect of overweight and obesity with dyslipidemia on left ventricular hypertrophy in children/*AN Silian**, *LIU Ziqi*, *ZHANG Qian*, *ZHAO Min*, *XI Bo*. **Department of Epidemiology/Department of Maternal, Child and Adolescent Health, School of Public Health, Cheeloo College of Medicine, Shandong University, Ji'nan* (250012), *Shandong Province, China*

【Abstract】 Objective To examine the association of joint effect of overweight and obesity with dyslipidemia on left ventricular hypertrophy (LVH) in children, so as to provide scientific evidence for the prevention of early cardiovascular damage in children. **Methods** Data were obtained from the second follow-up cross-sectional survey of Huantai Childhood Cardiovascular Health Cohort study in 2021, comprising 1 047 children aged 10-15 years with complete information. Based on overweight and obesity status and dyslipidemia status, all participants were divided into four groups: normal weight with normal lipid levels, normal weight with dyslipidemia, overweight and obesity with normal lipid levels, and overweight and obesity with dyslipidemia. Left ventricular mass index (LVMI) levels and prevalence of LVH across four groups were compared. Multivariate Logistic regression model was used to examine the association of joint effect of overweight and obesity with dyslipidemia on LVH in children. **Results** There were significant differences in LVMI levels [(28.66±7.10, 29.63±4.71, 31.49±5.86, 32.65±4.80) g/m$^{2.7}$] and prevalence of LVH (4.28%, 12.50%, 22.74%, 31.30%) across four groups (F/χ^2=50.76, 90.92, P<0.05). After adjustment for confounding variables such as gender, age, screen time, sleep duration, fruit and vegetable intake, carbonated beverage consumption, physical activity and elevated blood pressure, compared to children with both normal weight and normal lipid levels, the risk of LVH in children with dyslipidemia alone increased (OR=3.27, 95%CI=1.57-6.82, P<0.05). Children with overweight and obesity alone also had a significantly increased risk of LVH (OR=6.33, 95%CI=3.76-10.66), and the highest risk was observed in those with both overweight and obesity with dyslipidemia (OR=9.66, 95%CI=5.35-17.43) (P<0.05). **Conclusions** The joint effect of overweight and obesity with dyslipidemia is positively correlated with LVH in children. To prevent LVH in children, both overweight and obesity with dyslipidemia should be paid attention to.

【Keywords】 Overweight; Obesity; Dyslipidemias; Cardiomyopathy, hypertrophic; Regression analysis; Child

【基金项目】 国家自然科学基金项目(81673195,82173538)

【作者简介】 安思莲(1998-),女,山西晋中人,在读硕士,主要研究方向为儿童心血管流行病学。

【通信作者】 席波,E-mail:xibo2010@sdu.edu.cn

近年来,我国儿童青少年的肥胖问题迅速加剧[1-2]。1985—2019 年,中国 7~18 岁儿童青少年的超重肥胖检出率从 1.2%上升至 23.4%,其中肥胖检出率从 0.1%上升至 9.6%[2]。同时,血脂异常作为心血管疾病(cardiovascular diseases, CVD)的重要危险因素之一[3],在我国儿童青少年中的检出率也呈上升趋势[4]。左心室肥厚(left ventricular hypertrophy, LVH)是心脏结构异常的早期表现,已被证实会增加远期 CVD 事件和相关死亡的风险[5-6]。儿童青少年时期的 LVH 通常只是轻度损害,早期识别和干预可能有助于恢复至正常状态,对预防远期 CVD 的发生具有重要意义。

已有研究表明,儿童肥胖是导致 LVH 最重要的独立危险因素[7-8],然而关于血脂异常与 LVH 的关联研究相对较少且结论不一致[9-10]。本研究依托"桓台儿童心血管健康随访队列"数据,旨在探讨儿童超重肥胖和血脂异常的联合效应对 LVH 的影响,从而为预防儿童早期心血管损害提供科学依据。

1　对象与方法

1.1　对象　基于"桓台儿童心血管健康随访队列"。基线调查采用方便整群抽样方法,于 2017 年 11 月至 2018 年 1 月在山东淄博桓台县的 1 所九年一贯制公立学校进行,研究对象为该校 6~11 岁的小学阶段学龄儿童。调查内容涵盖问卷调查、体格检查、超声检查及实验室检测。此后每 2 年进行一次随访,随访内容与基线保持一致,至今已于 2019,2021,2023 年成功完成 3 轮随访。本研究使用 2021 年第 2 次随访横断面调查数据,共随访到 1 357 名儿童,剔除信息不完整数据后最终纳入 1 047 名儿童作为研究对象,其中男生 554 名,女生 493 名;年龄 10~15 岁,平均年龄(12.14±1.54)岁。所有参与儿童及其家长均签署书面知情同意书,研究获得了山东大学齐鲁医学院公共卫生学院伦理委员会批准(批号:20160308)。

1.2　调查方法

1.2.1　问卷调查　使用自行设计的调查问卷,通过自我报告的方式获取受试对象的一般人口学特征(年龄、性别等)和生活行为方式(包括视屏时间、睡眠时间、果蔬摄入、碳酸饮料摄入和体力活动等)。

1.2.2　体格检查　身高和体重测量使用 HGM 300 型电子身高体重计。测量前要求受试对象脱去鞋帽和厚重外套,仅穿轻便衣物站立于仪器踏板中央,保持身体直立、平视前方进行测量。待仪器显示数值稳定后,由测量人员读取、记录数据,并计算体质量指数(body mass index, BMI),BMI = 体重(kg)/[身高(m)]^2[11]。使用欧姆龙 HBP-1300 型电子血压计进行血压测量[12],测量人员根据受试对象的上臂尺寸选择合适的袖带,并确保受试对象的心脏与肘关节、血压计处于同一水平面。每位受试者进行 3 次血压测量,要求任意两次测量值之间的差异不超过 4 mmHg(1 mmHg=0.133 kPa),若超过则增加测量次数,并取最后两次测量的平均值用于分析。

1.2.3　超声检查　由专业人员使用彩色多普勒超声诊断仪,严格遵循儿科心脏测量指南[13],对左心室结构指标进行测量。这些指标包括左心室舒张末期内径(left ventricular enddiastolic dimension, LVDD)、室间隔厚度(interventricular septal thickness, IVST)、左心室后壁厚度(left ventricular posterior wall thickness, LVPWT)等,基于以上测量数据,进一步计算左心室质量(left ventricular mass, LVM)[14]和左室质量指数(left ventricular mass index, LVMI)[15]。计算公式:

$$LVM(\mathrm{g}) = 0.8 \times 1.04 \times [(LVDD + IVST + LVPWT)^3 - LVDD^3] + 0.6$$

$$LVMI(\mathrm{g/m^{2.7}}) = LVM/\text{身高}^{2.7}$$

1.2.4　实验室检测　测量前日受试者保持空腹10 h以上,第二天清晨由专业护士抽取 5 mL 静脉血样。利用罗氏 cobas c702 全自动生化分析仪(美国)对血样进行生化检测。分别采用胆固醇氧化酶法测量总胆固醇(total cholesterol, TC)、酶比色法测量甘油三酯(triglycerides, TG)、均相酶比色法测量高密度脂蛋白胆固醇(high-density lipoprotein cholesterol, HDL-C)和低密度脂蛋白胆固醇(low-density lipoprotein cholesterol, LDL-C)。

1.3　研究指标和判定标准　(1)超重肥胖。本研究参照《学龄儿童青少年超重与肥胖筛查》(WS/T 586—2018)[11],将 BMI≥性别、年龄别的超重界值定义为超重肥胖。(2)血脂异常。根据《儿童青少年血脂异常防治专家共识》[16],血脂异常为 4 项血脂指标中至少有一项出现异常。具体为 TC≥5.18 mmol/L, TG≥1.70 mmol/L, HDL-C≤1.04 mmol/L,或 LDL-C≥3.37 mmol/L。(3)LVH。参照先前的研究[17],本研究将 LVMI≥本人群性别、年龄别的 P_{90} 定义为 LVH。(4)血压偏高。参照"中国 3~17 岁儿童性别、年龄别和身高别血压参照标准"[18],将收缩压和/或舒张压≥性别、年龄别和身高别的 P_{95} 定义为血压偏高。(5)体力活动充足。平均每日中等强度、高强度体力活动和步行时间总时长合计≥1 h[19]。(6)果蔬摄入充足。平均果蔬摄入总量≥5 份/d[20]。(7)碳酸饮料摄入过多。平均碳酸饮料摄入次数≥1 次/周。

1.4　质量控制　在开始现场调查之前,所有调查人员均接受标准化的统一培训。问卷填写过程中由专人负责解答疑问,受试对象独立完成问卷后,由专人核查问卷的完整性和逻辑性。所有测量仪器包括电子身高体重计、电子血压计和超声仪器等均在测量前经过测试和校准。所有受试对象的心脏超声检查均由 1

名专业超声医生完成,质控人员与该超声医生在正式测量之前分别进行测量,测量结果相关系数为 0.94。血样采集由专业医护人员执行,调查人员遵循严格的标准进行现场操作,包括血样的离心、分装以及冷冻保存,并及时送往专业机构进行血生化检测。

1.5 统计学分析 使用 SAS 9.4 统计软件进行数据分析。对连续变量进行正态性检验,服从正态分布用($\bar{x}\pm s$)表示,不服从正态分布采用 $M(P_{25},P_{75})$ 表示,分别采用 t 检验和 Wilcoxon 秩和检验进行组间比较。分类变量用频数(百分比)表示,组间比较采用 χ^2 检验。根据超重肥胖状态(是或否)和血脂异常状态(是或否),将所有研究对象分为 4 组:正常体重且血脂正常、正常体重且血脂异常、超重肥胖且血脂正常以及超重肥胖且血脂异常组,对 4 组儿童 LVMI 水平进行协方差分析比较。采用多因素 Logistic 回归模型分析超重肥胖和血脂异常的联合作用与儿童 LVH 的关联,模型 1 调整性别和年龄;模型 2 在模型 1 基础上调整视屏时间、睡眠时间、果蔬摄入、碳酸饮料摄入、体力活动以及血压偏高。采用双侧检验,检验水准 $\alpha=0.05$。

2 结果

2.1 正常组与 LVH 组儿童基本情况比较 LVH 组儿童 BMI[(24.67±5.09) kg/m^2]高于正常组[(20.60±3.98) kg/m^2],差异有统计学意义($t=11.05$, $P<0.01$),正常组和 LVH 组儿童年龄[(12.14±1.54, 12.14±1.55)岁]、视屏时间[0.57(0.29, 0.93), 0.57(0.29, 0.93) h/d]、睡眠时间[(8.51±0.98, 8.54±1.00) h/d]差异均无统计学意义(t/Z 值分别为 −0.05, 0.51, −0.34, P 值均>0.05)。LVH 组儿童的超重肥胖、血压偏高、高 TG、低 HDL-C 和血脂异常检出率均高于正常组,差异均有统计学意义(P 值均<0.05),LVH 组与正常组儿童的果蔬摄入、碳酸饮料摄入、体力活动充足、高 TC、高 LDL-C 检出率差异均无统计学意义(P 值均>0.05)。见表 1。

表 1 正常组与 LVH 组儿童基本情况比较

Table 1 Comparison of basic characteristics between LVH group and normal group children

组别	人数	果蔬摄入充足	碳酸饮料摄入过多	体力活动充足	血压偏高	超重肥胖	高 TC	高 TG	低 HDL-C	高 LDL-C	血脂异常
正常组	899	126(14.02)	149(16.57)	803(89.32)	155(17.24)	338(37.60)	109(12.12)	52(5.78)	52(5.78)	45(5.01)	181(20.13)
LVH 组	148	21(14.19)	26(17.57)	133(89.86)	49(33.11)	114(77.03)	26(17.57)	17(11.49)	20(13.51)	12(8.11)	54(36.49)
χ^2 值		0.00	0.09	0.04	20.39	80.53	3.35	6.71	11.86	2.38	19.52
P 值		0.96	0.76	0.84	<0.01	<0.01	0.07	0.01	<0.01	0.12	<0.01

注:( )内数字为检出率/%。

2.2 不同组别儿童 LVMI 水平及 LVH 检出率比较 调整所有潜在协变量后,协方差分析结果表明,正常体重且血脂正常、正常体重且血脂异常、超重肥胖且血脂正常、超重肥胖且血脂异常组的 LVMI 水平[(28.66±7.10, 29.63±4.71, 31.49±5.86, 32.65±4.80) g/m$^{2.7}$]及 LVH 检出率(4.28%, 12.50%, 22.74%, 31.30%)差异均有统计学意义(F/χ^2 值分别为 50.76, 90.92, P 值均<0.01)。按性别分层后,4 组 LVMI 水平和检出率差异均有统计学意义(男:F/χ^2 值分别为 31.85, 48.28;女:F/χ^2 值分别为 20.40, 47.24, P 值均<0.01);按年龄分层后,差异均有统计学意义(10~12 岁:F/χ^2 值分别为 13.41, 35.85;13~15 岁:F/χ^2 值分别为 46.55, 65.93, P 值均<0.01)。见表 2, 3。

表 2 不同超重肥胖和血脂异常联合组别 LVMI 水平[($\bar{x}\pm s$), g/m$^{2.7}$]

Table 2 LVMI levels in different combination groups of overweight and obesity with dyslipidemia[($\bar{x}\pm s$), g/m$^{2.7}$]

组别	人数	性别		年龄/岁	
		男生	女生	10~12	13~15
正常体重且血脂正常	491	28.78±7.47	28.67±7.02	28.86±5.97	28.59±7.77
正常体重且血脂异常	104	29.35±4.61	29.93±4.90	29.73±4.10	28.62±5.00
超重肥胖且血脂正常	321	31.80±6.27	31.31±5.59	30.03±5.09	33.37±6.25
超重肥胖且血脂异常	131	33.13±5.04	32.27±4.65	31.42±4.07	34.59±5.25

表 3 不同超重肥胖和血脂异常联合组别 LVH 检出率

Table 3 LVH detection rates in different combination groups of overweight and obesity with dyslipidemia

组别	人数	性别		年龄/岁	
		男生	女生	10~12	13~15
正常体重且血脂正常	491	10(3.95)	11(4.62)	13(5.31)	8(3.25)
正常体重且血脂异常	104	4(10.26)	9(13.85)	10(14.93)	3(8.11)
超重肥胖且血脂正常	321	34(18.89)	39(27.66)	32(17.30)	41(30.15)
超重肥胖且血脂异常	131	26(31.71)	15(30.61)	24(30.77)	17(32.08)

注:( )内数字为检出率/%。4 组人数男生分别为 253, 39, 180, 82;女生分别为 238, 65, 141, 49;10~12 岁分别为 245, 67, 185, 78;13~15 岁分别为 246, 37, 136, 53。

2.3 超重肥胖和血脂异常联合作用与儿童 LVH 的关联 以超重肥胖和血脂异常联合作用的 4 个分组为自变量(以正常体重且血脂正常为参照),以是否检出 LVH 为因变量(以否为参照),调整所有潜在协变量后,多因素 Logistic 回归分析结果显示,相较于正常体重且血脂正常组,正常体重且血脂异常组、超重肥胖且血脂正常组 LVH 检出风险均有所增加($OR=3.27$, 95%$CI=1.57\sim6.82$; $OR=6.33$, 95%$CI=3.76\sim10.66$);超重肥胖且血脂异常组 LVH 检出风险最高($OR=9.66$, 95%$CI=5.35\sim17.43$)(P 值均<0.01)。按照性别和年龄进行分层分析,除男生和年龄 13~15 岁儿童的正常体重且血脂异常组 LVH 检出的风险未见增加外

（*P* 值均>0.05），其余组别 LVH 检出风险均增加（*P* 值　　均<0.05）。见表 4，5。

表 4　超重肥胖和血脂异常联合效应与男女童 LVH 的关联

Table 4　Association of combined effects of overweight and obesity with dyslipidemia with LVH in boys and girls

性别	自变量	模型 1		模型 2	
		OR 值(95%*CI*)	*P* 值	*OR* 值(95%*CI*)	*P* 值
男生（*n*=554）	正常体重且血脂正常	1.00		1.00	
	正常体重且血脂异常	2.91(0.86~9.85)	0.09	2.89(0.85~9.85)	0.09
	超重肥胖且血脂正常	5.77(2.76~12.06)	<0.01	5.59(2.63~11.86)	<0.01
	超重肥胖且血脂异常	11.38(5.19~24.97)	<0.01	10.65(4.71~24.08)	<0.01
女生（*n*=493）	正常体重且血脂正常	1.00		1.00	
	正常体重且血脂异常	3.34(1.32~8.48)	0.01	3.93(1.52~10.14)	<0.01
	超重肥胖且血脂正常	7.93(3.90~16.13)	<0.01	7.22(3.51~14.88)	<0.01
	超重肥胖且血脂异常	9.15(3.88~21.60)	<0.01	8.50(3.53~20.45)	<0.01

表 5　超重肥胖和血脂异常联合效应与不同年龄组儿童 LVH 的关联

Table 5　Association of combined effects of overweight and obesity with dyslipidemia with LVH in children of different age groups

年龄/岁	自变量	模型 1		模型 2	
		OR 值(95%*CI*)	*P* 值	*OR* 值(95%*CI*)	*P* 值
10~12（*n*=575）	正常体重且血脂正常	1.00		1.00	
	正常体重且血脂异常	3.10(1.29~7.43)	0.01	3.15(1.31~7.56)	0.01
	超重肥胖且血脂正常	3.81(1.93~7.50)	<0.01	3.92(1.97~7.80)	<0.01
	超重肥胖且血脂异常	8.17(3.89~17.12)	<0.01	8.32(3.90~17.76)	<0.01
13~15（*n*=472）	正常体重且血脂正常	1.00		1.00	
	正常体重且血脂异常	2.37(0.60~9.46)	0.22	2.67(0.66~10.81)	0.17
	超重肥胖且血脂正常	13.09(5.91~29.02)	<0.01	12.28(5.38~28.07)	<0.01
	超重肥胖且血脂异常	15.05(6.00~37.76)	<0.01	12.76(4.85~33.54)	<0.01

3　讨论

本研究结果显示，单纯超重肥胖或单纯血脂异常都会增加儿童青少年 LVH 的风险，但超重肥胖的关联强度高于血脂异常。对于同时存在超重肥胖和血脂异常的儿童，LVH 的风险最高。

目前，国内外已有多项研究探讨了儿童超重肥胖对 LVH 的影响。一项基于美国 68 名 8~17 岁儿童的研究发现，BMI-*Z* 评分与 LVMI 水平存在正向关联[7]；美国另一项针对 343 名平均 14 岁的非裔青少年进行的研究结果显示，肥胖组的 LVMI 水平高于正常体重组[21]。多项研究证实，肥胖可增加儿童 LVH 的风险[22]，并与左心室重构密切相关[23-24]。本课题组前期的研究也表明，相较于正常体重组，超重肥胖儿童的 LVH 风险均增加[25]。以上研究结果与本研究结论一致。关于儿童血脂异常与 LVH 的关联研究，一项基于 70 名 9~17 岁肥胖儿童的研究发现，TG 与 LVMI 呈正相关，而 TC、HDL-C 和 LDL-C 水平与 LVMI 无显著相关性，然而在多元线性回归分析中 TG 与 LVMI 的关联消失[9]。Tang 等[10]学者对平均年龄 10 岁的 188 名儿童进行的研究显示，HDL-C 与 LVMI 呈负相关，但 TC、TG、LDL-C 水平与 LVMI 关联无统计学意义。另一项纳入 166 名 6~14 岁儿童的研究发现，TG 偏高、LDL-C 偏高、HDL-C 偏低与 LVH 存在关联[26]。

目前儿童超重肥胖和血脂异常导致 LVH 的具体机制尚不清楚。超重肥胖引起的心脏结构变化是多种因素综合作用的结果，不仅受到血流动力学的影响，还涉及多种代谢指标紊乱的参与[27]。LVH 是肥胖儿童亚临床靶器官结构性损害的一个常见指标。研究表明，左心室内脂肪堆积是 LVH 的直接危险因素[28]，在肥胖儿童中主要表现为脂质代谢异常[9]。另外，高脂血症可能通过各种机制诱发 LVH 的发生，例如心肌细胞内或周围的脂质聚积、局部和全身组织炎症、胰岛素抵抗以及氧化应激等[29]。

本项研究存在以下不足：(1) 研究采用方便整群抽样方法，故结论外推性需谨慎；(2) 横断面研究无法确定儿童超重肥胖和血脂异常的联合效应与 LVH 的因果关联，有待队列随访数据加以证实；(3) 分层分析中部分亚组样本量不足，可能影响统计效能。

综上所述，本研究结果表明儿童青少年超重肥胖、血脂异常与 LVH 之间存在正向关联，同时合并血脂异常的超重肥胖儿童 LVH 的风险最高。因此，有必要重点关注超重肥胖和血脂异常儿童，从而预防心血管靶器官的损害。

利益冲突声明　所有作者声明无利益冲突。

参考文献

[1] 张娜，马冠生.《中国儿童肥胖报告》解读[J]. 营养学报，2017，39(6)：530-534.
ZHANG N, MA G S. Interpretation of report on childhood obesity in China[J]. Acta Nutr Sinca, 2017, 39(6): 530-534. (in Chinese)

[2] 董彦会，陈力，刘婕妤，等. 1985—2019 年中国 7~18 岁儿童青少年超重与肥胖的流行趋势及预测研究[J]. 中华预防医学杂志，2023，57(4)：461-469.
DONG Y H, CHEN L, LIU J Y, et al. Epidemiology and prediction of overweight and obesity among children and adolescents aged 7-18 years in China from 1985 to 2019[J]. Chin J Prev Med, 2023, 57(4): 461-469. (in Chinese)

[3] PIOTROWICZ K, GASOWSKI J. Risk factors for frailty and cardiovascular diseases: are they the same? [J]. Adv Exp Med Biol, 2020,

1216:39-50.

[4] 王增武, 刘静, 李建军, 等. 中国血脂管理指南(2023 年)[J]. 中国循环杂志, 2023,38(3):237-271.
WANG Z W, LIU J, LI J J, et al. Chinese guidelines for lipid management (2023)[J]. Chin Circul J, 2023,38(3):237-271.(in Chinese)

[5] LAVIE C J, PATEL D A, MILANI R V, et al. Impact of echocardiographic left ventricular geometry on clinical prognosis[J]. Progress Cardiovas Dis, 2014,57(1):3-9.

[6] ANTIKAINEN R L, PETERS R, BECKETT N S, et al. Left ventricular hypertrophy is a predictor of cardiovascular events in elderly hypertensive patients:hypertension in the Very Elderly Trial[J]. J Hypertens, 2016,34(11):2280-2286.

[7] JING L, NEVIUS C D, FRIDAY C M, et al. Ambulatory systolic blood pressure and obesity are independently associated with left ventricular hypertrophic remodeling in children[J]. J Cardiovas Magnetic Reson, 2017,19(1):86.

[8] BRADY T M. The role of obesity in the development of left ventricular hypertrophy among children and adolescents[J]. Curr Hypertens Rep, 2016,18(1):3.

[9] BJELAKOVIC B, STEFANUTTI C, VUKOVIC V, et al. Lipid profile and left ventricular geometry pattern in obese children[J]. Lipids Health Dis, 2020,19(1):109.

[10] TANG Y, YANG G B, CHEN J, et al. Association between left ventricular remodeling and lipid profiles in obese children: an observational study[J]. Front Pediatr, 2024,12:1308887.

[11] 中华人民共和国国家卫生和计划生育委员会.学龄儿童青少年超重与肥胖筛查:WS/T 586—2018[S].北京:中国标准出版社, 2018.
National Health and Family Planning Commission of the PRC. Screening for overweight and obesity among school-age children and adolescents:WS/T 586-2018[S].Beijing:Standards Press of China, 2018.(in Chinese)

[12] MENG L, ZHAO D, PAN Y, et al. Validation of Omron HBP-1300 professional blood pressure monitor based on auscultation in children and adults[J]. BMC Cardiovasc Disord, 2016,16:9.

[13] LANG R M, BIERIG M, DEVEREUX R B, et al. Recommendations for chamber quantification: a report from the American Society of Echocardiography's Guidelines and Standards Committee and the Chamber Quantification Writing Group, developed in conjunction with the European Association of Echocardiography, a branch of the European Society of Cardiology[J]. J Am Soc Echocard, 2005,18(12):1440-1463.

[14] DEVEREUX R B, ALONSO D R, LUTAS E M, et al. Echocardiographic assessment of left ventricular hypertrophy:comparison to necropsy findings[J]. Am J Cardiol, 1986,57(6):450-458.

[15] DE SIMONE G, DANIELS S R, DEVEREUX R B, et al. Left ventricular mass and body size in normotensive children and adults: assessment of allometric relations and impact of overweight[J]. J Am Coll Cardiol, 1992,20(5):1251-1260.

[16] 《中华儿科杂志》编辑委员会,中华医学会儿科学分会儿童保健学组,中华医学会儿科学分会心血管学组,等.儿童青少年血脂异常防治专家共识[J].中华儿科杂志,2009,47(6):426-428.
The Editorial Board of Chinese Journal of Pediatrics, the Subspecialty Group of Child Health Care, the Society of Pediatrics, Chinese Medical Association, the Subspecialty Group of Cardiovascular Disease, the Society of Pediatrics, Chinese Medical Association, et al.Experts consensus for prevention and treatment of dyslipidemia in children and adolescents[J]. Chin J Pediatr, 2009,47(6):426-428.(in Chinese)

[17] 郭腾, 羊柳, 张茜, 等. 儿童超重肥胖和血压偏高联合作用与左心室肥厚的关联研究[J]. 中华预防医学杂志, 2019,53(7):686-691.
GUO T, YANG L, ZHANG Q, et al. Association of joint effect of overweight/obesity and elevated blood pressure with left ventricular hypertrophy in children[J]. Chin J Prev Med, 2019,53(7):686-691.(in Chinese)

[18] 范晖, 闫银坤, 米杰. 中国 3~17 岁儿童性别、年龄别和身高别血压参照标准[J]. 中华高血压杂志, 2017,25(5):428-435.
FAN H, YAN Y K, MI J. Updating blood pressure references for Chinese children aged 3-17 years[J]. Chin J Hypertens, 2017,25(5):428-435.(in Chinese)

[19] WHO Guidelines Approved by the Guidelines Review Committee. Global recommendations on physical activity for health[M]. Geneva: World Health Organization, 2010.

[20] LOCK K, POMERLEAU J, KNAI C, et al. Effectiveness of interventions and programmes promoting fruit and vegetable intake[J]. Eur J Public Health, 2004,14(4):93.

[21] DHUPER S, ABDULLAH R A, WEICHBROD L, et al. Association of obesity and hypertension with left ventricular geometry and function in children and adolescents[J]. Obesity (Silver Spring), 2011,19(1):128-133.

[22] FALKNER B, DELOACH S, KEITH S W, et al. High risk blood pressure and obesity increase the risk for left ventricular hypertrophy in African-American adolescents[J]. J Pediatr, 2013,162(1):94-100.

[23] ALP H, KARAARSLAN S, EKLIOGLU B S, et al. The effect of hypertension and obesity on left ventricular geometry and cardiac functions in children and adolescents[J]. J Hypertens, 2014,32(6):1283-1292.

[24] PIERUZZI F, ANTOLINI L, SALERNO F R, et al. The role of blood pressure, body weight and fat distribution on left ventricular mass, diastolic function and cardiac geometry in children[J]. J Hypertens, 2015,33(6):1182-1192.

[25] 张茜,马传伟,席波.超重肥胖对高血压学龄儿童左心室肥厚的影响[J].中国学校卫生,2019,40(6):815-817.
ZHANG X, MA C W, XI B. Effects of overweight and obesity on left ventricular hypertrophy in school-aged children with hypertension[J]. Chin J Sch Health, 2019,40(6):815-817.(in Chinese)

[26] 曹亚船, 豆吉娟, 马亚萍, 等. 肥胖儿童脂质代谢与左心室肥厚及左心室重构的相关性[J]. 中国儿童保健杂志, 2023, 31(7):809-812.
CAO Y C, DOU J J, MA Y P, et al. Correlation of lipid metabolism with left ventricular hypertrophy and leftventricular remodeling in obese children[J]. Chin J Child Health Care, 2023,31(7):809-812.(in Chinese)

[27] ALPERT M A, LAVIE C J, AGRAWAL H, et al. Obesity and heart failure:epidemiology, pathophysiology, clinical manifestations, and management[J]. Transl Res, 2014,164(4):345-356.

[28] DROZDZ M, MOCZULSKA A, RUDZINSKI A, et al. Metabolic syndrome as risk factor for left ventricular hypertrophy in children with chronic kidney disease[J]. Front Endocrinol (Lausanne), 2023,14:1215527.

[29] YAO Y S, LI T D, ZENG Z H. Mechanisms underlying direct actions of hyperlipidemia on myocardium: an updated review[J]. Lipids Health Dis, 2020,19(1):23.

收稿日期:2024-08-07 **修回日期**:2024-09-19 **本文编辑**:孙曼莉