DOI: 10.16835/j.cnki.1000-9817.2025258

· 生长发育与健康监测 ·

青少年血清丙氨酸氨基转移酶水平与左心室肥厚的关联

贾鹏[1,2],赵敏[3],孙嘉鸿[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.山东大学齐鲁医学院公共卫生学院营养与食品卫生学系;4.广东医科大学公共卫生学院预防医学系

【摘要】 目的 探讨青少年血清丙氨酸氨基转移酶(ALT)与左心室肥厚(LVH)的关联,为心脏结构损害的早期筛查及干预提供科学依据。**方法** 数据来源于"桓台儿童心血管健康随访队列"的 2023 年 10 月第 3 次随访调查数据,共纳入 1 156 名 12~17 岁具有完整信息的青少年。将样本人群同性别、同年龄别 ALT 水平按照三分位数进行低水平(*Q*1 组)、中水平(*Q*2 组)、高水平(*Q*3 组)分组,组间比较采用方差分析和趋势检验,采用多元 Logistic 回归模型分析青少年 ALT 水平与 LVH 的关联,并按性别和年龄组进行分层分析。**结果** 随着 ALT 分位水平的增加,青少年 LVH 检出率(*Q*1:3.7%;*Q*2:10.6%;*Q*3:16.7%)呈现增加趋势($Z=5.89$,$P<0.01$)。调整潜在协变量后,多元 Logistic 回归模型分析结果显示,与 ALT *Q*1 组相比,*Q*3 组增加青少年 LVH 发生风险(*OR*=2.09,95%*CI*=1.21~4.12);性别和年龄亚组分析结果显示,ALT *Q*3 组与青少年 LVH 仅在男生和 12~14 岁年龄组中存在关联[*OR* 值(95%*CI*)分别为 2.64(1.04~7.67),3.24(1.35~9.06)](*P* 值均<0.05)。**结论** 青少年血清 ALT 升高增加 LVH 发生风险,及早发现并控制异常的血清 ALT 有助于减少青少年早期心脏结构损害,进而预防不良心血管事件的发生。

【关键词】 丙氨酸氨基转移酶;肥大,左心室;生长和发育;回归分析;青少年

【中图分类号】 R 179 R 714.252 R 446.11^{+2} **【文献标识码】** A **【文章编号】** 1000-9817(2025)08-1180-05

Association of serum alanine aminotransferase level with left ventricular hypertrophy in adolescents

JIA Peng*, ZHAO Min, SUN Jiahong, XI Bo

* *Department of Epidemiology/Maternal and Child Health, School of Public Health, Cheeloo College of Medicine, Shandong University, Ji'nan* 250012, *Shandong Province, China*

【Abstract】 Objective To investigate the association of serum alanine aminotransferase (ALT) with left ventricular hypertrophy (LVH) in adolescents, and to provide scientific evidence for the early screening and intervention strategy of cardiac structure damage. **Methods** Data were obtained from the third follow-up survey (October 2023) of the "Huantai Childhood Cardiovascular Health Cohort Study", including 1 156 healthy adolescents aged 12-17 with complete information. The sample population was stratified into low (*Q*1 group), medium (*Q*2 group), and high (*Q*3 group) ALT levels based on tertiles within the same gender and age groups. Inter-group comparisons were conducted using analysis of variance and trend test. A multivariate Logistic regression model was used to analyze the association between ALT levels and LVH, and stratified analyses were performed by gender and age groups. **Results** With the increase of ALT quantile level, the detection rate of LVH showed an increasing trend (*Q*1: 3.7%; *Q*2: 10.6%; *Q*3: 16.7%, $Z=5.89$, $P<0.01$). After adjusting for potential covariates, compared with the ALT group (*Q*1), the group (*Q*3) increased the risk of developing LVH in adolescents (*OR*=2.09, 95%*CI*=1.21-4.12). Stratified analyses by age and sex showed a significant association only in boys and younger individuals aged 12 to 14 years [*OR* (95%*CI*) were 2.64(1.04-7.67) and 3.24 (1.35-9.06), both $P<0.05$)]. **Conclusion** Elevated serum ALT levels are associated with an increased risk of LVH in adolescents, and early detection and control of abnormal liver enzyme levels can help reduce early vascular structural damage and prevent adverse cardiovascular events.

【Keywords】 Alanine aminotransferase; Hypertrophy, left ventricular; Growth and development; Regression analysis; Adolescent

左心室肥厚(left ventricular hypertrophy, LVH)是指心室壁增厚、心肌重量增加和心肌结构发生重塑的现象[1],被视为心功能不全、心律失常、脑卒中乃至猝死等不良心脑血管事件的独立危险因素[2]。研究表明,LVH 逆转能够显著降低心血管事件和死亡风险[3]。因此,早期识别并干预 LVH 的发生发展,对于促进青少年的心脏健康至关重要。肝脏代谢异常可导致动脉粥样硬化及相关心血管疾病的发生发展[4]。

【基金项目】 国家自然科学基金项目(81673195)

【作者简介】 贾鹏(1998-),男,山东日照人,在读硕士,主要研究方向为儿童心血管健康。

【通信作者】 席波,E-mail:xibo2010@sdu.edu.cn;孙嘉鸿,E-mail:jiahongsun1990@126.com

丙氨酸氨基转移酶(alanine aminotransferase, ALT)作为肝脏功能的常用生化指标,其水平异常与多种代谢性疾病及心血管疾病密切相关[5]。目前,已有研究探讨了青少年 ALT 升高与空腹血糖受损、代谢综合征的发生均呈正相关[6]。本研究旨在探讨 ALT 水平与青少年 LVH 的关联,揭示肝脏健康在心脏损害预防中的潜在重要性,为预防心血管疾病的发生提供依据。

1　对象与方法

1.1　对象　研究数据来源于山东省淄博市桓台县开展的"桓台儿童心血管健康随访队列"2023 年 10 月第 3 次随访数据,在最初调查的 1 200 名青少年中,排除体格测量、超声测量和血生化检测数据缺失者 44 名,最终共纳入 1 156 名 12~17 岁具有完整信息的青少年。其中男生 604 名,女生 552 名;平均年龄(14.13±1.51)岁。该研究已获得山东大学公共卫生学院伦理委员会的审批(批号:20160308),所有研究对象及其家长/监护人均签署书面知情同意书。

1.2　方法

1.2.1　超声检测　采用 PHILIPS CX30 彩色多普勒超声诊断仪(配备 S4-2 型凸阵探头,频率为 2~4 MHz)进行测量。依据美国超声心动图协会(American Society of Echocardiography, ASE)2010 年儿科心脏测量指南[7],测量学生左心室内径(left ventricular internal diameter, LVID)、间隔厚度(inter ventricular septal thickness, IVST)和左心室后壁厚度(left ventricular posterior wall thickness, LVPWT)。采用 ASE 法 Devereux 校正公式计算左心室质量(leftventricularmass, LVM)[8],$LVM(g) = 0.8 \times 1.04 \times [(IVST + LVID + LVPWT)^3 - LVID^3] + 0.6$;据 deSimone 公式[9]计算左心室质量指数(left ventricular mass index, LVMI):$LVMI(g/m^{2.7}) = LVM/身高^{2.7}$。

1.2.2　体格检查　测量研究对象身高、体重、收缩压(systolic blood pressure, SBP)和舒张压(diastolic blood pressure, DBP)。(1)身高、体重测量使用 HGM-300 型超声身高体重仪。测量时,要求受试者脱去鞋子、帽子及外套,身体直立并目视前方。待仪器显示稳定后读数,身高和体重分别精确到 0.1 cm 和 0.1 kg。连续测量 2 次,分别取平均值用于本次分析。体质量指数(body mass index, BMI)= 体重(kg)/[身高(m)]^2。根据《学龄儿童青少年超重与肥胖筛查》(WS/T 586—2018)标准[10],将 BMI 分为正常、超重和肥胖。(2)测量血压时,要求调查对象至少休息 10 min 后取坐位,双脚平放于地面,充分暴露右上臂,右臂自然放于桌面上。根据臂围选择合适的袖带,保证袖带中心和心脏中心在同一高度。每名受试者至少测量 3 次,且任意两次之间的血压差值不超过 10 mmHg(1 mmHg=0.133 kPa),取后两次测量值的平均值作为最终血压值。

1.2.3　实验室检测　受试者隔夜空腹至少 10 h,次日清晨由专业护士采集 5 mL 静脉血。常温静置 30 min 后,进行离心处理(离心半径 13.5 cm,转速 3 000 r/min),离心分装并存于-80 ℃冰箱。采用丙氨酸底物法测量 ALT 水平。采用 AU480 全自动生化分析仪(美国)测量空腹血糖(fasting plasma glucose, FPG)、高密度脂蛋白胆固醇(high-density lipoprotein cholesterol, HDL-C)、低密度脂蛋白胆固醇(low-density lipoprotein cholesterol, LDL-C)、甘油三酯(triglyceride, TG)。

1.2.4　分类标准　采用自行设计的问卷,随机抽取 13 名调查对象进行复填,结果显示一致性较好(*Kappa* 值均>0.8)[11]。调查内容主要包括年龄、性别、睡眠时间、视屏时间、身体活动水平和蔬菜水果及饮料摄入等。蔬菜水果摄入分为适宜(≥5 份/d)和不足(<5 份/d)[12],身体活动水平分为适宜(≥1 h/d)和不足(<1 h/d)[13],视屏时间分为适宜(≤2 h/d)和过多(>2 h/d)[14],碳酸饮料摄入频率分为适宜(<1 次/周)和过多(≥1 次/周)[15]。由于目前国内尚无青少年 LVH 的判别标准,参考既往研究[16],本研究将 LVMI≥本人群同性别、同年龄别 P_{90} 界值的个体定义为 LVH。参考既往研究[17],将本人群同性别、同年龄别 ALT 水平按照三分位数分为低水平($Q1$ 组)、中水平($Q2$ 组)、高水平($Q3$ 组)。

1.3　质量控制　调查前,对工作人员进行规范化培训和考核,所有仪器均进行测试和校正,测量过程由质控员进行现场监督。由一名具有专业资质的超声科医生进行全程测量,同时安排一名工作人员进行数据的同步核对。为避免"白大衣效应",要求测量血压的工作人员身着便衣。

采用 EpiData 3.1 软件建立数据库,由调查员进行双人双录入,以确保数据录入的准确性和可靠性。并对两次录入数据进行核对,同时运用逻辑校验机制识别潜在错误和异常值。如发现数据不一致,追溯原始调查问卷进行审核校对,及时予以纠正。

1.4　统计学分析　采用 R 4.4.1 软件进行统计学分析。连续型变量使用 Quantile-Quantile plot 进行正态性判定,近似符合正态分布的数据采用($\bar{x}\pm s$)描述,不符合正态分布的数据采用 $M(P_{25}, P_{75})$ 描述,不同性别间的差异分析采用 t 检验;分类变量采用频数(百分比)进行描述,不同性别间的差异分析采用 χ^2 检验。采用单因素方差分析比较不同 ALT 水平组间青少年 LVMI 水平,并采用 Cochran-Armitage 趋势检验法分析 LVH 检出率。采用多因素 Logistic 回归模型分析血清 ALT 水平与 LVH 的关联,并按性别和年龄组进行分层分析。双侧检验水准 $\alpha=0.05$。

2　结果

2.1　研究对象基本特征　调查的 1 156 名青少年中，总体身体活动水平和蔬菜水果摄入适宜的比例分别为 45.5%（319 名）、19.1%（295 名）；男、女生身体活动水平适宜[36.1%（218 名），18.3%（101 名）]和不足[63.9%（386 名），81.7%（451 名）]构成比差异有统计学意义（χ^2 = 44.82，P < 0.05），蔬菜水果摄入适宜[27.8%（168 名），23.0%（127 名）]和不足[72.2%（436 名），77.0%（425 名）]构成比差异无统计学意义（χ^2 = 3.26，P = 0.07）。总体碳酸饮料摄入水平和视屏时间适宜的比例分别是 79.0%（913 名），85.8%（992 名）；男、女碳酸饮料摄入每周>1 次[25.7%（155 名），15.9%（88 名）]和每周≤1 次[74.3%（449 名），84.1%（464 名）]构成比差异有统计学意义（χ^2 = 15.71，P < 0.01），视屏时间>2 h/d[16.2%（98 名），12.0%（66 名）]和≤2 h/d[83.8%（506 名），88.0%（486 名）]构成比差异无统计学意义（χ^2 = 3.92，P = 0.05）。ALT 的 $Q1$、$Q2$、$Q3$ 组比例分别为 32.8%（379 名）、33.5%（387 名）、33.7%（390 名），男生[32.8%（198 名）、33.5%（185 名）、33.7%（186 名）]与女生[32.8%（181 名）、33.5%（185 名）、33.7%（186 名）]各组构成比差异无统计学意义（χ^2 = 0.01，P = 1.00）；正常和 LVH 者比例分别为 89.6%（1 036 名）、10.4%（120 名），男生[89.6%（541 名）、10.4%（63 名）]与女生[89.7%（495 名）、10.3%（57 名）]构成比差异无统计学意义（χ^2 = 0.00，P = 1.00）。由表 1 可见，男生 BMI、SBP、视屏时间、空腹血糖、ALT、LVMI 均高于女生（P 值均<0.05）。

表 1　不同性别青少年基本指标比较（$\bar{x}\pm s$）

Table 1　Comparison of basic characteristics among adolescents by sex（$\bar{x}\pm s$）

性别	人数	BMI/（kg·m^{-2}）	SBP/mmHg	DBP/mmHg	睡眠时间/（h·d^{-1}）	视屏时间/（h·d^{-1}）*	FPG/（mmol·L^{-1}）	HDL-C/（mmol·L^{-1}）	LDL-C/（mmol·L^{-1}）	TG/（mmol·L^{-1}）	ALT/（U·L^{-1}）*	LVMI/（g·m$^{-2.7}$）
男生	604	22.90±4.95	121.40±12.10	61.60±7.47	7.40±1.30	0.86(0.29,1.52)	4.73±0.48	1.46±0.28	2.15±0.72	0.89±0.45	16.10(12.70,20.63)	32.47±5.20
女生	552	21.94±4.41	110.80±10.32	61.55±7.07	7.35±0.89	0.64(0.29,1.29)	4.66±0.43	1.55±0.29	2.22±0.68	0.96±0.39	11.80(9.70,15.00)	30.76±4.86
总体	1 156	22.44±4.72	116.34±12.46	61.57±7.28	7.38±1.12	0.64(0.29,1.43)	4.70±0.46	1.50±0.29	2.18±0.70	0.92±0.42	13.80(10.80,18.10)	31.66±5.11
t 值		3.47	16.08	0.08	0.83	3.03	2.38	5.27	1.65	2.64	8.83	5.77
P 值		<0.01	<0.01	0.94	0.41	<0.01	0.02	<0.01	0.10	0.01	<0.01	<0.01

注：* 为 $M(P_{25}, P_{75})$。

2.2　不同 ALT 分组青少年 LVMI 水平和 LVH 检出率比较　在总体中，随着 ALT 水平增加，LVMI 水平差异有统计学意义（F = 23.81，P<0.01），LVH 检出率同样呈现增加趋势（Z = 5.89，P<0.01）；按照性别和年龄分层后的结果与总体类似（P 值均<0.01）。见表 2。

表 2　不同 ALT 水平青少年 LVMI 水平和 LVH 检出率比较

Table 2　Comparison of LVMI levels and detection rates of LVH in different ALT level groups of adolescents

组别	选项	$Q1$			$Q2$			$Q3$			F_{LVMI}值	Z_{LVH}值
		人数	LVMI/（g·m$^{-2.7}$）	LVH 检出人数	人数	LVMI/（g·m$^{-2.7}$）	LVH 检出人数	人数	LVMI/（g·m$^{-2.7}$）	LVH 检出人数		
性别	男	198	31.20±4.42	6(3.0)	202	31.97±4.85	17(8.4)	204	34.20±5.77	40(19.6)	19.32	5.82
	女	181	29.75±4.53	8(4.4)	185	30.89±4.86	24(13.0)	186	31.62±5.00	25(13.4)	7.08	2.83
年龄/岁	12~14	209	30.72±4.10	6(2.9)	214	32.00±5.04	24(11.2)	215	32.93±5.64	36(16.7)	10.44	4.69
	15~17	170	30.23±5.00	8(4.7)	173	30.77±4.60	17(9.8)	175	33.03±5.49	29(16.6)	15.09	3.61
总体		379	30.51±4.53	14(3.7)	387	31.45±4.88	41(10.6)	390	32.98±5.56	65(16.7)	23.81	5.89

注：（）内数字为检出率/%；P 值均<0.01。

2.3　青少年 ALT 水平与 LVH 的关联　因变量分为 LVH（赋值为 1）与正常（赋值为 0），调整性别、年龄、BMI、身体活动水平、视屏时间、睡眠时间、蔬菜水果摄入、碳酸饮料摄入、SBP 和 DBP 等协变量后，Logistic 回归模型分析结果显示，与 ALT 低水平组相比，中水平组 $Q2$（OR = 2.35，95%CI = 1.23~4.71）和高水平组 $Q3$（OR = 2.09，95%CI = 1.21~4.12）青少年的 LVH 发生可能性增加（P 值均<0.05）。在男生和 12~14 岁组中，分析结果与总体类似（P 值均<0.05）；而在女生和 15~17 岁中，调整超重肥胖、SBP 和 DBP 后，高 ALT 水平与 LVH 关联无统计学意义（P 值均>0.05）。见表 3。

3　讨论

本研究结果显示，青少年人群血清高 ALT 水平与 LVH 存在关联，且在男生和 12~14 岁年龄组中关联更为显著。丹麦一项调查研究显示，青少年血清 ALT 水平升高可增加超重肥胖的风险[18]。另外一项对安徽 3 114 名青少年的研究结果显示，ALT 水平与血压水平之间存在正相关，提示 ALT 水平增加可能与心血管风险增加有关[19]。多项既往研究数据表明，ALT 升高与代谢综合征及其相关组分、糖尿病、动脉粥样硬化血栓形成、心血管疾病的风险增加相关[20-21]。提示通过早期识别和干预高 ALT 水平青少年，可能有助于预

防早期心脏损害和未来心血管疾病的发生和发展。

表 3　不同 ALT 水平与青少年 LVH 关联的 Logistic 回归分析

Table 3　Logistic regression analysis of the association between different ALT levels and LVH among adolescents

自变量	选项	ALT 水平	人数	模型 1		模型 2		模型 3	
				OR 值(95%*CI*)	*P* 值	*OR* 值(95%*CI*)	*P* 值	*OR* 值(95%*CI*)	*P* 值
年龄/岁	12~14	*Q*1	209	1.00		1.00		1.00	
		*Q*2	214	4.28(1.82~11.75)	<0.01	4.58(1.93~12.68)	<0.01	3.31(1.35~9.38)	0.01
		*Q*3	215	6.80(3.00~18.30)	<0.01	7.11(3.12~19.24)	<0.01	3.24(1.35~9.06)	0.02
	15~17	*Q*1	170	1.00		1.00		1.00	
		*Q*2	173	2.20(0.95~5.53)	0.08	2.25(0.97~5.68)	0.07	1.55(0.58~4.39)	0.39
		*Q*3	175	4.02(1.86~9.68)	<0.01	4.07(1.88~9.84)	<0.01	1.13(0.44~3.06)	0.81
性别	男生	*Q*1	198	1.00		1.00		1.00	
		*Q*2	202	2.94(1.19~8.30)	0.03	3.24(1.30~9.20)	0.02	2.20(0.83~6.52)	0.13
		*Q*3	204	7.81(3.47~20.92)	<0.01	8.36(3.69~22.5)	<0.01	2.64(1.04~7.67)	0.03
	女生	*Q*1	181	1.00		1.00		1.00	
		*Q*2	185	3.22(1.47~7.85)	0.01	3.24(1.47~7.90)	0.01	2.66(1.12~6.88)	0.03
		*Q*3	186	3.36(1.53~8.16)	<0.01	3.40(1.33~8.28)	<0.01	1.45(0.60~3.78)	0.42
总体		*Q*1	379	1.00		1.00		1.00	
		*Q*2	387	3.09(1.70~5.96)	<0.01	3.19(1.75~6.18)	<0.01	2.35(1.23~4.71)	0.01
		*Q*3	390	5.21(2.96~9.84)	<0.01	5.34(3.03~10.10)	<0.01	2.09(1.21~4.12)	0.03

注：模型 1 调整性别和年龄，模型 2 在模型 1 基础上调整睡眠时间、视屏时间、身体活动水平、碳酸饮料摄入频率、蔬菜水果摄入、FPG、HDL-C、LDL-C、TG，模型 3 在模型 2 基础上调整超重肥胖、SBP 和 DBP。

本研究亚组分析发现，男生和低年龄组青少年 ALT 水平升高与 LVH 相关，然而在女生和高年龄组青少年控制超重肥胖和血压偏高后关联无统计学意义，其中性别差异的原因可能是心脏代谢存在性别差异。美国的研究显示，较高的 BMI 被确定为女性 LVH 最重要的混杂因素[22]。与以上研究同一队列的另外一项研究显示，BMI 与男性 LVH 相关性较低[23]，其中年龄的差别可能与青春期心脏发育特点有关。一项基于山东临沂 622 名 6~17 岁儿童青少年的研究发现，儿童青少年心脏发育随年龄而增大，到 15 岁以后基本接近成人水平[24]，其中 LVMI 水平升高与肥胖和血压偏高有更显著的关联[25-26]。一项基于 2 071 名 10~18 岁青少年的研究发现，其 BMI 和血压增加均与 LVMI 水平升高呈正相关，且超重、肥胖与青少年的 LVM 增加具有相关性[27]。

综上所述，青少年血清 ALT 水平升高与 LVH 相关，及早发现并控制血清异常肝酶水平有助于降低早期心脏结构损害，从而预防不良心血管事件的发生。本研究存在以下不足：(1)本研究为一次横断面调查，尚不能进行因果推断；(2)本研究的数据仅来源于一所学校，限制了结果的外推性；(3)在 Logistic 回归分析模型中，体重状态只分为体重正常和超重肥胖两个水平，并未详细分类；(4)研究对象为健康青少年，尽管将 ALT 水平进行三分位数分组，但各组的 ALT 水平绝大多数处于正常范围内，因此上述关联结果仅供参考。在今后的研究中，需要扩大样本量，并采用前瞻性队列研究设计，进一步探讨和验证青少年血清肝酶水平对近期心脏结构损害的影响。

利益冲突声明　所有作者声明无利益冲突。

参考文献

[1] 孙宁玲，JAW W C，王继光，等.亚洲高血压合并左心室肥厚诊治专家共识[J].中华高血压杂志，2016，24(7)：600，619-627.
SUN N L，JAW W C，WANG J G，et al.Expert consensus on diagnosis and treatment of hypertension complicated with left ventricular hypertrophy in Asia[J].Chin J Hypertens，2016，24(7)：600，619-627.(in Chinese)

[2] MICELI F，PRESTA V，CITONI B，et al.Conventional and new electrocardiographic criteria for hypertension-mediated cardiac organ damage：a narrative review[J].J Clin Hypertens (Greenwich)，2019，21(12)：1863-1871.

[3] GOTTDIENER J S，KOP W J.Body and heart：effects of weight gain and loss on left ventricular size and function[J].Circ Cardiov Imaging，2017，10(3)：e006084.

[4] ESLAM M，SANYAL A J，GEORGE J，et al. MAFLD：a consensus-driven proposed nomenclature for metabolic associated fatty liver disease[J].Gastroenterology，2020，158(7)：1999-2014.e1.

[5] LEE C O，LI H L，TSOI M F，et al.Association between the liver fat score (LFS) and cardiovascular diseases in the National Health and Nutrition Examination Survey 1999-2016[J].Ann Med，2021，53(1)：1065-1073.

[6] ZHAO Y，YU Y，LI H，et al.The association between metabolic syndrome and biochemical markers in Beijing adolescents[J].Int J Environ Res Public Health，2019，16(22)：4557.

[7] 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 of Echocardiogr，2005，18(12)：1440-1463.

[8] 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.

[9] 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.

[10] 中华人民共和国国家卫生健康委员会.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 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)
[11] BUJANG M A,BAHARUM N.A simplified guide to determination of sample size requirements for estimating the value of intraclass correlation coefficient:a review[J].Arch Orofac Sci,2017,12(1):1-11.
[12] WANG D D,LI Y,BHUPATHIRAJU S N,et al.Fruit and vegetable intake and mortality:results from 2 prospective cohort studies of US men and women and a Meta-analysis of 26 cohort studies[J].Circulation,2021,143(17):1642-1654.
[13] WHO.Global recommendations on physical activity for health[EB/OL].(2024-06-26)[2024-07-22].https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/physical/activity.
[14] STRASBURGER V C.Preface,children,adolescents,and the media[J].Pediatr Clin North Am,2012,59(3):XI.
[15] YANG L,BOVET P,LIU Y,et al.Consumption of carbonated soft drinks among young adolescents aged 12 to 15 years in 53 low- and middle-income countries[J].Am J Public Health,2017,107(7):1095-1100.
[16] 王明明,张艳青,张云飞,等.儿童期视屏时间与左心室肥厚的关系[J].中国儿童保健杂志,2019,27(11):1167-1170.
WANG M M,ZHANG Y Q,ZHANG Y F,et al.Association between screen time and left ventricular hypertrophy in childhood[J].Chin J Child Health Care,2019,27(11):1167-1170.(in Chinese)
[17] SAITO Y,OKUMURA Y,NAGASHIMA K,et al.Low alanine aminotransferase levels are independently associated with mortality risk in patients with atrial fibrillation[J].Sci Rep,2022,12(1):12183.
[18] JOHANSEN M J,GADE J,STENDER S,et al.The effect of overweight and obesity on liver biochemical markers in children and adolescents[J].J Clin Endocrinol Metab,2020,105(2):dgz010.
[19] ZHU L,FANG Z,JIN Y,et al.Association between serum alanine and aspartate aminotransferase and blood pressure:a cross-sectional study of Chinese freshmen[J].BMC Cardiovasc Disord,2021,21(1):472.
[20] LINGYU M,HONGGUANG L,MINGDONG Z,et al.Aminotransferases as causal factors for metabolic syndrome:a bidirectional Mendelian randomization study[J].PLoS One,2024,19(4):e0302209.
[21] HEISKANEN J S,ROUHONEN S,ROVIO S P,et al.Determinants of left ventricular diastolic function:the cardiovascular risk in young Finns study[J].Echocardiography,2019,36(5):854-861.
[22] SIMONE G D,DEVEREUX R B,IZZO R,et al.Lack of reduction of left ventricular mass in treated hypertension:the strong heart study[J].J Am Heart Assoc,2013,2(3):e000144.
[23] SIMONE G D,DEVEREUX R B,CHINAIL M,et al.Sex differences in obesity-related changes in left ventricular morphology:the strong heart study[J].J Hypertens,2011,29(7):1431-1438.
[24] 朱曙光,王连奎,周福家,等.少年儿童心脏发育及功能指标的研究[J].中国学校卫生,1995,26(4):259-260.
ZHU S G,WANG L K,ZHOU F J,et al.Study on the indexes of heart development and function in children[J].Chin J Sch Health,1995,26(4):259-260.(in Chinese)
[25] FAN J,WANG H,ZHANG Y,et al.Myocardial work alterations with progressive left ventricular hypertrophy in patients with hypertension[J].J Clin Hypertens (Greenwich),2024,26(9):1045-1053.
[26] CAI A,LIU L,ZHOU D,et al.Obesity and risk of incident left ventricular hypertrophy in community-dwelling populations with hypertension:an observational study[J].J Am Heart Assoc,2024,13(12):e033521.
[27] KHAROD A M,RAMLOGAN S R,KUMAR S,et al.Childhood obesity increases left-ventricular mass irrespective of blood pressure status[J].Pediatr Cardiol,2014,35(2):353-360.

收稿日期:2025-02-24 **修回日期**:2025-04-15 **本文编辑**:顾璇

(上接第 1179 页)

[14] LYONS A, HILL A O, MCNAIR R, et al. Demographic and psychosocial factors associated with recent suicidal ideation and suicide attempts among lesbian, gay, bisexual, pansexual, queer, and asexual (LGBQ) people in Australia:correlates of suicidality among LGBQ Australians[J]. J Affect Disord, 2022,296:522-531.
[15] PARK C H K, LEE J W, LEE S Y, et al. Suicide risk factors across suicidal ideators, single suicide attempters, and multiple suicide attempters[J]. J Psychiatr Res, 2020,131:1-8.
[16] FELLMETH G, ROSE-CLARKE K, ZHAO C, et al. Health impacts of parental migration on left-behind children and adolescents:a systematic review and Meta-analysis[J]. Lancet (London, England), 2018,392(10164):2567-2582.
[17] 杨青, 宋薇, 粟芳. 有自杀意念的医学生儿童时期留守记忆的质性研究[J]. 心理月刊, 2023,18(9):69-71,86.
YANG Q, SONG W, SU F. A qualitative study on the left-behind memories of medical students with suicidal ideation in childhood[J]. Psychol Mon, 2023,18(9):69-71,86.(in Chinese)
[18] YANG Q, HU Y Q, ZENG Z H, et al. The relationship of family functioning and suicidal ideation among adolescents:the mediating role of defeat and the moderating role of meaning in life[J]. Int J Environ Res Public Health, 2022,19(23):15895.
[19] 王存同, 韩婷婷, 张杰. 大学生自杀意念的外在保护因素分析[J]. 中国心理卫生杂志, 2022,36(3):243-247.
WANG C T, HAN T T, ZHANG J. External protective factors of suicidal ideation in college students[J]. Chin Ment Health J, 2022,36(3):243-247.(in Chinese)
[20] 罗逸浩,黄艳苹,苏斌原.高校研究生抑郁、焦虑、孤独感和自杀意念的关系[J].中国健康心理学杂志,2021,29(9):1412-1415.
LUO Y H, HUANG Y P, SU B Y. Relationship among depression, anxiety, loneliness, and suicidal ideation of graduate students in colleges and universities[J]. China J Health Psychol, 2021, 29(9):1412-1415.(in Chinese)
[21] 徐莹, 廖若男, 邱霜, 等. 中学生昼夜节律情绪调节与抑郁症状的相关性[J]. 中国学校卫生, 2022,43(5):722-726.
XU Y, LIAO R N, QIU S, et al. Correlation between circadian rhythm, emotion regulation and depressive symptoms among adolescents[J]. Chin J Sch Health, 2022,43(5):722-726.(in Chinese)
[22] 郭策, 段晓楠, 来亚平, 等. 青少年抑郁症状与清晨觉醒唾液皮质醇水平的相关性[J]. 中国学校卫生, 2018,39(4):540-542,545.
GUO C, DUAN X N, LAI Y P, et al. Relationship between depressive symptoms and salivary awakening cortisol concentration in adolescents[J]. Chin J Sch Health, 2018,39(4):540-542,545.(in Chinese)
[23] DONG G, POTENZA M N. A cognitive-behavioral model of Internet gaming disorder:theoretical underpinnings and clinical implications[J]. J Psychiatr Res, 2014,58:7-11.

收稿日期:2025-01-06 **修回日期**:2025-03-31 **本文编辑**:顾璇