DOI: 10.16835/j.cnki.1000-9817.2025204

· 疾病控制 ·

贵州喀斯特地貌地区儿童青少年脊柱弯曲异常流行特征

卢秀娟,李忻,彭西英,王转,黄小丽,张晓琴

贵州省疾病预防控制中心学校卫生科,贵阳 550004

【摘要】 目的 了解贵州省不同喀斯特地貌地区 6~18 岁儿童青少年脊柱弯曲异常流行特征,为针对性开展综合干预提供科学依据。**方法** 于 2023 年 9—12 月,采用分层随机整群抽样的方法,根据贵州省喀斯特地貌面积比例,在贵州省 9 个市(州)所有县(区)抽取 6~18 岁儿童青少年 194 875 名开展脊柱弯曲异常筛查,并抽取小学四年级及以上共 139 449 名学生开展问卷调查,采用二元 Logistic 回归进行相关因素的多因素分析。**结果** 贵州省儿童青少年脊柱弯曲异常检出率为1.13%,喀斯特地貌高比例地区、低比例地区、间插区、非喀斯特地貌区儿童青少年脊柱弯曲异常检出率分别为 1.10%,2.00%,0.90%,0.60%;其中喀斯特地貌低比例地区、间插区及非喀斯特地貌区女生脊柱弯曲异常检出率(2.40%,1.60%,0.90%)均高于男生(1.60%,0.10%,0.30%)(χ^2 值分别为 12.66,112.69,30.22),喀斯特地貌高比例地区、低比例地区、间插区和非喀斯特地貌区高中生脊柱弯曲异常检出率(2.00%,4.30%,1.40%,1.30%)均高于初中生(1.40%,3.20%,1.00%,0.60%)及小学生(0.70%,0.80%,0.60%,0.30%)(χ^2 值分别为 306.11,175.80,14.24,39.57)(P 值均<0.05)。多因素 Logistic 回归分析结果显示,喀斯特地貌高比例地区及低比例地区儿童青少年脊柱弯曲异常风险均高于非喀斯特地貌区[OR 值(95%CI)分别为 1.84(1.05~2.25),1.60(1.23~2.09),P 值均<0.05]。**结论** 贵州省儿童青少年脊柱弯曲异常检出率与喀斯特地貌分布有关,要加强筛查及积极采取适宜的综合干预措施。

【关键词】 脊柱弯曲;流行病学研究;回归分析;儿童;青少年

【中图分类号】 R 179 R 682.3 R 726.8 **【文献标识码】** A **【文章编号】** 1000-9817(2025)07-1046-05

Epidemiological characteristics of spinal curvature abnormalities in children and adolescents in Karst landform in Guizhou Province

LU Xiujuan, LI Xin, PENG Xiying, WANG Zhuan, HUANG Xiaoli, ZHANG Xiaoqin

Department of School Health, Guizhou Center for Disease Control and Prevention, Guiyang 550004, *Guizhou Province, China*

【Abstract】 Objective To understand the epidemiological characteristics of abnormalities spinal curvature among children and adolescents in Karst landform in Guizhou Province, so as to provide a scientific basis for targeted comprehensive intervention. **Methods** From September to December 2023, 194 875 children and adolescents aged 6-18 were selected from all countieldistricts of 9 cities (prefectures) in Guizhou Province by stratified random cluster sampling method according to the proportion of Karst landform area in Guizhou Province for carrying out spinal curvature abnormality screening, and a questionnaire survey was conducted on 139 449 students in the fourth grade and above of primary school. Binary Logistic regression was used for multivariate analysis. **Results** The detection rate of abnormal spinal curvature among children and adolescents aged 6-18 in Guizhou Province was 1.13%. The detection rates of abnormal spinal curvature in areas with a high proportion of Karst landform, areas with a low proportion of Karst landform, intercalation areas, and non-Karst landform areas were 1.10%, 2.00%, 0.90%, and 0.60%, respectively. Among them, the detection rates of abnormal spinal curvature in female students (2.40%, 1.60%, 0.90%) in areas with a low proportion of Karst landform, intercalation areas and non-Karst landform were higher than those in male students (1.60%, 0.10%, 0.30) (χ^2 = 12.66, 112.69, 30.22, all P < 0.05). The detection rates of abnormal spinal curvature among senior high school students (2.00%, 4.30%, 1.40%, 1.30%) in different Karst landform distributions were successively higher than those among junior high school students (1.40%, 3.20%, 1.00%, 0.60%) and primary school students (0.70%, 0.80%, 0.60%, 0.30%) (χ^2 = 306.11, 175.80, 14.24, 39.57, all P<0.05). The results of multivariate Logistic regression analysis showed that the detection rates of abnormal spinal curvature in both high-proportion and low-proportion Karst landform areas were higher than those in non-Karst landform areas [OR(95%CI) = 1.84(1.05-2.25), 1.60(1.23-2.09), both P<0.05]. **Conclusion** The detection rate of abnormal spinal curvature in children and adolescents aged 6-18 in Guizhou Province is related to the distribution of Karst landform, so it is necessary to strengthen screening and appropriate comprehensive interventions.

【Keywords】 Spinal curvatures; Epidemiologic studies; Regression analysis; Child; Adolescent

【基金项目】 贵州省卫生健康委科学技术基金项目(gzwkj2021-418)

【作者简介】 卢秀娟(1986-),女,广西柳州人,硕士,副主任医师,主要从事学校卫生与健康影响因素监测工作。

【通信作者】 张晓琴,E-mail:505211267@qq.com

健康与环境息息相关,喀斯特地貌作为中国四大生态环境敏感区之一,其复杂的地质结构、多变的地貌类型以及特殊的气候条件[1],对人体健康有着不可忽视的影响。近年来,儿童青少年脊柱弯曲异常患病率呈现出逐渐上升趋势,已与近视、肥胖并列为三大学生常见病[2]。目前有众多学者针对不同地区[3-6]、不同人群[7]开展了大量的研究,表明脊柱弯曲异常的发生与多种因素有关,包括遗传因素、生长发育因素、生活方式等。本次研究对贵州省喀斯特地貌地区 6~18 岁儿童青少年脊柱弯曲异常流行特征开展分析,拟从医学地理学研究角度,为制定适合该地区的针对性预防和干预措施提供科学依据,从而有效保障儿童青少年的脊柱健康。

1　对象与方法

1.1　对象　根据贵州省喀斯特地貌面积比例分布[8],将全省各县(区)分别划分为喀斯特高比例地区(>60%)、低比例地区(<50%~60%)、喀斯特与非喀斯特地貌间插区(以下简称"间插区")(25%~50%)、非喀斯特地貌区(<25%)。采用分层随机整群抽样方法,于 2023 年 9—12 月在贵州省 9 个市(州)所有县(区)开展调查,其中每个市(州)城区随机抽取 6 所学校(2 所小学、2 所初中、2 所普通高中),每个郊县随机抽取 5 所学校(2 所小学、2 所初中、1 所普通高中)。每所学校各年级随机抽取 2 个及以上班级,确保每个年级至少 80 人,被抽取班级全体学生作为调查对象,共调查 194 875 名学生,其中男生 101 357 名,女生 93 518 名;并从中抽取小学四年级以上学生开展问卷调查,共发放问卷 140 662 份,收回有效问卷 139 449 份,有效回收率为 99.1%。本次调查已取得贵州省疾病预防控制中心医学研究伦理委员会批准(Q2024—04),所有调查对象均签署知情同意书。

1.2　方法

1.2.1　体格检查　由经过统一培训并考核合格的专业骨科或社区全科医生,按照《儿童青少年脊柱弯曲异常防控技术指南》[2]开展脊柱弯曲异常筛查,包括脊柱侧弯和脊柱前后弯曲异常检查,其中脊柱侧弯异常检查包括一般检查前屈试验(Adam's 试验)、躯干旋转测量仪(健升 ATR-2)检查及脊柱运动试验;脊柱前后弯曲异常检查包括一般检查、俯卧试验。脊柱侧弯异常结果评定:一般检查异常或前屈试验阳性或脊柱运动试验后进行躯干旋转测量仪检查躯干旋转角度(angle of trunk rotation, ATR)≥5°;脊柱前后弯曲异常结果评定:脊柱侧面检查有脊柱前凸或后凸体征,且俯卧试验为阳性者,视为脊柱前凸或后凸异常。按照《学生健康检查技术规范》(GB/T 26343—2010)[9]方法测量儿童青少年身高、体重,并计算体质量指数(body mass index, BMI)= 体重(kg)/[身高(m)]^2。按照《学龄儿童青少年超重与肥胖筛查》(WS/T 586—2018)[10]将 BMI < 18.5 kg/m^2 判定为消瘦,18.5 ~ 23.9 kg/m^{2}判定为正常,≥24.0 kg/m^2 判定为超重。

1.2.2　问卷调查　由学校教师组织学生利用计算机课,指导学生登录"贵州省学生近视防控与常见病检查系统"自行填写《全国学生常见病和健康影响因素监测与干预工作手册》[11]中的《学生健康状况及影响因素调查表》及《学生视力不良、脊柱弯曲异常及影响因素专项调查表》,调查内容包括人口学特征、平时背书包习惯及书包重量、班级座位左右轮换情况、床垫(床)柔软度、平时对坐姿及站姿的自我要求、每天户外运动时长、每周进行≥1 h 高强度运动的天数、每天室内静坐时长等。问卷的 Cronbach α 系数为 0.90,*KMO* 值为 0.86。

1.3　质量控制　所有检测人员均需经过严格的培训及考核,统一检测方法,按照统一的标准流程开展。调查当天,随机抽取 5%的比例开展核查,重点对体检及问卷数据逻辑、异常值等数据进行核查,确保数据质量。

1.4　统计学分析　由"贵州省学生近视防控与常见病检查系统"自动生成数据库,采用 SPSS 23.0 软件对数据进行分析,两组间比较采用χ^2 检验,有序多分类资料的组间比较采用趋势χ^2 检验,儿童青少年脊柱弯曲异常的相关因素采用二元 Logistic 回归模型分析,检验水准 α=0.05。

2　结果

2.1　儿童青少年脊柱弯曲异常检出情况　调查共筛查出脊柱弯曲异常 2 196 人,检出率为 1.13%,其中脊柱侧弯异常 2 083 人,检出率 1.07%;脊柱前后弯曲异常 113 人(脊柱前凸 6 人,脊柱后凸 107 人),检出率为 5.1%。女生脊柱弯曲异常检出率(1.30%,1 183/93 518)高于男生(1.00%,1 013/101 357);高中生(2.10%, 675/32 001)高于初中生(1.40%, 761/52 510)和小学生(0.70%, 760/110 364),城区学生(1.40%, 456/31 907)高于郊县学生(1.10%, 1 740/162 968),差异均有统计学意义(χ^2 值分别为 30.79, 515.65, 31.29, P 值均<0.01)。

2.2　不同喀斯特地貌地区儿童青少年脊柱弯曲异常检出情况　喀斯特地貌高比例地区儿童青少年脊柱弯曲异常检出 1 607 人,检出率为 1.10%;低比例地区检出 326 人,检出率为 2.00%;间插区检出 144 人,检出率 0.90%;非喀斯特地貌区检出 119 人,检出率为 0.60%,各组间比较差异有统计学意义(χ^2 = 39.68, P< 0.01)。且喀斯特地貌低比例地区、间插区及非喀斯特地貌女生脊柱弯曲异常检出率均高于男生,差异均有

统计学意义（P 值均<0.01）；不同喀斯特地貌及非喀斯特地貌的高中生脊柱弯曲异常率均高于初中生及小学生，差异均有统计学意义（P 值均<0.01）。见表 1。

表 1 不同人口学特征各喀斯特地貌地区儿童青少年脊柱弯曲异常检出率比较

Table 1 Comparison of the detection rates of abnormal spinal curvature in children and adolescents with different demographic characteristics in karst landform

组别	选项	统计值	高比例地区		低比例地区		间插区		非喀斯特地貌区	
			筛查人数	检出人数	筛查人数	检出人数	筛查人数	检出人数	筛查人数	检出人数
性别	男		72 791	827(1.10)	8 823	142(1.60)	8 684	11(0.10)	11 059	33(0.30)
	女		67 778	780(1.20)	7 733	184(2.40)	8 127	133(1.60)	9 880	86(0.90)
		χ^2 值		0.07		12.66		112.69		30.22
		P 值		0.80		<0.01		<0.01		<0.01
学段	小学		78 831	582(0.70)	9 528	72(0.80)	9 847	64(0.60)	12 158	42(0.30)
	初中		37 678	538(1.40)	4 305	137(3.20)	4 656	48(1.00)	5 871	38(0.60)
	高中		24 060	487(2.00)	2 723	117(4.30)	2 308	32(1.40)	2 910	39(1.30)
		χ^2 值		306.11		175.80		14.24		39.57
		P 值		<0.01		<0.01		<0.01		<0.01

注：（）内数字为检出率/%。

2.3 儿童青少年脊柱弯曲异常相关因素的单因素分析 见表 2。

表 2 贵州省 6~18 岁儿童青少年脊柱弯曲异常的单因素分析

Table 2 Univariate analysis of abnormal spinal curvature in children and adolescents aged 6-18 years in Guizhou Province

变量	人数	脊柱弯曲异常	χ^2 值	P 值
平时背书包习惯 *				
双肩包背胸前	11 204	116(1.03)	1.79	0.77
双肩包背背后	116 273	1 198(1.03)		
双肩包背一侧	4 609	43(0.93)		
单肩背包	3 732	45(1.20)		
使用带轮书包	1 009	12(1.19)		
书包重量 *				
轻	11 054	111(1.00)	1.74	0.88
较轻	26 524	283(1.07)		
中等	69 977	710(1.01)		
较重	19 948	218(1.09)		
很重	5 900	56(0.95)		
没感觉	3 424	36(1.05)		
班级座位左右轮换情况 *				
是	102 034	1 073(1.05)	1.30	0.27
否	34 793	341(0.98)		
床垫(床)柔软度 *				
偏软	13 493	122(0.90)	13.13	<0.01
适中	106 974	1 160(1.08)		
偏硬	16 360	132(0.81)		
平时对坐姿、站姿的自我要求 *				
无所谓	37 919	368(0.97)	5.48	0.14
有时会监督自己	53 403	557(1.04)		
时常会提醒自己	23 981	277(1.16)		
时刻保持良好的姿势	21 524	212(0.98)		
每天户外运动时长/h *				
<2	95 133	998(1.05)	0.01	0.91
≥2	44 316	462(1.04)		
每周进行≥1 h 高强度运动/d				
0	20 172	196(0.97)	1.20	0.27
≥1	119 756	1 265(1.06)		
每天室内静坐时长/h *				
<10	119 080	1 257(1.06)	4.41	0.04
≥10	17 747	157(0.88)		
BMI/(kg·m^{-2})				
<18.5	108 365	1 103(1.02)	52.30	<0.01
18.5~23.9	68 054	925(1.36)		
≥24.0	18 456	168(0.91)		
地貌分布				
喀斯特高比例地区	140 569	1 607(1.14)	39.68	<0.01
喀斯特低比例地区	16 556	326(1.97)		
间插区	16 811	144(0.86)		
非喀斯特地貌区	20 939	119(0.57)		

注： * 表示变量有缺失值；（）内数字为检出率/%。

结果显示，床垫(床)柔软度、每天室内静坐时长、BMI 及地貌分布均是儿童青少年脊柱弯曲异常检出率的相关因素，组间差异均有统计学意义（P 值均<0.05）。

2.4 喀斯特地貌分布与儿童青少年脊柱弯曲异常的关系 以学生是否检出脊柱弯曲异常为因变量（否=0，是=1），在控制性别、学段、地区、床垫(床)柔软度、每天室内静坐时长及 BMI 后，Logistic 回归分析结果显示，与非喀斯特地貌区比较，喀斯特高比例地区、喀斯特低比例地区儿童青少年脊柱弯曲异常检出率均较高[OR 值(95%CI)分别为 1.84(1.05~2.25)，1.60(1.23~2.09)，P 值均<0.05]。

3 讨论

本次调查结果显示，贵州省儿童青少年脊柱弯曲异常检出率为 1.13%，低于 2019 年全国平均水平[2](2.80%)及四川[5](2022 年检出率 3.42%)、内蒙古[12](2021 年检出率 2.14%)等地，且主要表现为脊柱弯曲异常，与许馨文等[4]的研究结果一致。提示要加强贵州省 6~18 岁儿童青少年脊柱弯曲异常筛查，重点关注脊柱弯曲的筛查和健康管理，做到早发现、早干预、早治疗。女生脊柱弯曲异常检出率高于男生，高中生高于初中生和小学生，城区学生高于郊县学生，与曾婕等[5]的研究结果一致。

调查发现，喀斯特地貌高比例地区、低比例地区儿童青少年脊柱弯曲异常检出率均高于非喀斯特地貌区，可能与喀斯特地区饮用水及食物中氟含量相关。有研究发现，喀斯特地貌区水中氟化物[13]及食物中如大米、玉米、马铃薯等氟含量[14]均高于非喀斯特地貌区。适量的氟在人体生长和发育过程中起到积极作用，氟过量则会引发氟中毒[15]。有研究表明，低浓度过量氟化物诱导骨髓间充质干细胞凋亡的作用不明显；中浓度过量氟化物可抑制骨髓间充质干细胞

凋亡;而长期摄入高浓度过量氟可诱导骨髓间充质干细胞凋亡[16],导致骨吸收增强伴骨密度下降,引起骨相损害[17],而脊柱弯曲与骨吸收率增高和骨密度降低有关[18-19]。此外,也有可能与不同地貌形成的气候条件有关。充足的日照可使皮肤中 7-脱氢醛固醇转化为维生素 D,从而促进儿童青少年体内钙和磷的吸收,促使骨骼生长。人体所需的维生素 D,90%来源于日照,有学者在研究贵州省不同地貌类型春季气候的时空变化特征时发现,非喀斯特地貌区日照时数的上升速率总体高于喀斯特地貌区[20]。提示要关注喀斯特地貌分布对儿童青少年脊柱弯曲异常的影响,加强喀斯特地貌高比例及低比例地区儿童青少年脊柱弯曲异常,特别是脊柱侧弯的早期筛查,因地制宜地采取综合干预措施。

本次研究还发现喀斯特低比例地区、间插区及非喀斯特地貌女生脊柱弯曲异常检出率均高于男生。可能与女性的激素分泌水平有关,有研究表明,多种激素包括雌激素、褪黑素、生长激素、瘦素、脂联素等异常水平与脊柱弯曲的发生、发展有关[21]。提示儿童青少年阶段女生是脊柱弯曲异常的重点关注人群。其次还发现,不同喀斯特地貌分布中高中生脊柱弯曲异常率均高于初中生及小学生。可能由于儿童青少年生长发育阶段身体增长速度较快,脊柱周围的肌肉韧带发育不成熟,容易造成腰背部肌肉受损[22]。提示脊柱弯曲异常的筛查及干预重点人群为高中生和初中生,且必须要从小学抓起,及早采取适宜干预措施,降低脊柱弯曲异常发生风险。

本研究也存在一定的局限性:缺乏儿童青少年饮食等相关因素调查;缺乏不同喀斯特地貌区与脊柱弯曲异常相关的内外暴露物质的检测分析,无法排除其他因素的混杂干扰,需要在今后的研究中进一步明确。

利益冲突声明　所有作者声明无利益冲突。

参考文献

[1] 徐勇, 黄雯婷, 卢梦缘, 等. 气候变化和人类活动对西南喀斯特地貌区植被 NDVI 变化相对作用[J]. 水土保持研究, 2022, 29(3):292-299.
XU Y, HUANG W T, LU M Y, et al. Vegetation cover change and the relative role of climate change and human activities in Southwest Karst Areas[J]. Res Soil Conservat, 2022, 29(3):292-299.(in Chinese)

[2] 儿童青少年脊柱弯曲异常防控技术指南编写组, 马军.《儿童青少年脊柱弯曲异常防控技术指南》解读[J]. 中国学校卫生, 2022, 43(2):165-170, 175.
Compilation Group of Technical Guidelines for Prevention and Control of Abnormal Spinal Curvature in Children and Adolescents, MA J. Interpretation of Technical Guidelines for Prevention and Control of Abnormal Spinal Curvature in Children and Adolescents[J]. Chin J Sch Health, 2022, 43(2):165-170, 175.(in Chinese)

[3] 林少凯, 陈亮, 苏玲, 等. 福建省中小学生脊柱弯曲异常流行特征[J]. 海峡预防医学杂志, 2024, 30(3):15-17.
LIN S K, CHEN L, SU L, et al. Prevalence of abnormal spinal curvature among primary and secondary school students in Fujian Province[J]. Straits J Prev Med, 2024, 30(3):15-17.(in Chinese)

[4] 许馨文, 周巧玲, 樊玉芳, 等. 甘肃省中小学生脊柱弯曲异常情况分析[J]. 中国初级卫生保健, 2022, 36(6):93-94, 98.
XU X W, ZHOU Q L, FAN Y F, et al. Analysis of abnormal spinal curvature among primary and secondary school students in Gansu Province[J]. Chin Prim Health Care, 2022, 36(6):93-94, 98.(in Chinese)

[5] 曾婕, 周亮, 任悄悄, 等. 四川省中小学生脊柱弯曲异常现状及影响因素分析[J]. 中国学校卫生, 2023, 44(8):1130-1133, 1139.
ZENG J, ZHOU L, REN Q Q, et al. Abnormal spinal curvature and associated factors among primary and secondary school students in Sichuan Province[J]. Chin J Sch Health, 2023, 44(8):1130-1133, 1139.(in Chinese)

[6] 张依航, 李佳欣, 黄天彧, 等. 天津市 2023 年中小学生脊柱弯曲异常和营养不良共患现况[J]. 中国学校卫生, 2024, 45(8):1171-1175.
ZHANG Y H, LI J X, HUANG T Y, et al. Prevalence of comorbidity of spinal curvature abnormality and malnutrition among primary and middle school students in Tianjin in 2023[J]. Chin J Sch Health, 2024, 45(8):1171-1175.(in Chinese)

[7] YONG Q, XU S, XUSHENG Q, et al. Decreased circulating leptin level and its association with body and bone mass in girls with adolescent idiopathic scoliosis.[J]. Spine, 2007, 32(24):2703-2710.

[8] 林俊清. 贵州喀斯特与非喀斯特地貌分布面积及其特征分析[J]. 贵州教育学院学报(自然科学), 2001(4):43-46.
LIN J Q. The distribution area and the features analysis of Karst and non-Karst landscape in Guizhou[J]. J Guizhou Inst Educ (Nat Sci), 2001(4):43-46.(in Chinese)

[9] 中华人民共和国卫生部. 学生健康检查技术规范:GB/T 26343—2010[S]. 北京:中国标准出版社, 2010.
Ministry of Health of the PRC. Technical standard for physical examination for students:GB/T 26343-2010[S]. Beijing:China Standards Press, 2010.(in Chinese)

[10] 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]. 2018-08-01.
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]. 2018-08-01.(in Chinese)

[11] 中华人民共和国国家卫生健康委员会办公厅关于印发 2019 年全国学生常见病和健康影响因素监测与干预工作方案的通知[EB/OL]. [2024-09-02]. http://www.nhc.gov.cn/jkj/s5898bm/201903/1bcbac21e1864377ad24984fac014c7d.shtml.

[12] 李国峰, 张秀红, 杨田, 等. 2021 年内蒙古自治区中小学生脊柱弯曲现况及影响因素分析[J]. 中国健康教育, 2023, 39(7):591-595.
LI G F, ZHANG X H, YANG T, et al. Status and influencing factors of spinal curvature among primary and middle school students in Inner Mongolia Autonomous Region in 2021[J]. Chin J Health Educ, 2023, 39(7):591-595.(in Chinese)

[13] 向红, 陈刚, 蒋励, 等. 贵州喀斯特地貌农村饮用水水质特征[J]. 环境与健康杂志, 2016, 33(9):827-830.

XIANG H, CHEN G, JIANG L, et al. Characteristics of drinking water quality in Karst rural areas of Guizhou Province[J]. J Envion Health, 2016,33(9):827-830.(in Chinese)

[14] 杨朝莲, 张清海, 卢勤辉, 等. 贵州喀斯特高地质背景区农产品 Cd、Cu、Zn、Se、F 含量特征及膳食暴露风险[J]. 食品安全质量检测学报, 2022,13(15):5008-5016.
YANG C L, ZHANG Q H, LU Q H, et al. Characteristics and dietary exposure risk of Cd, Cu, Zn, Se and F content in agricultural products from Karst high geological background areas in Guizhou Province[J]. J Food Safety Qual, 2022,13(15):5008-5016.(in Chinese)

[15] 何令令, 何守阳, 陈琢玉, 等. 环境中氟污染与人体氟效应[J]. 地球与环境, 2020,48(1):87-95.
HE L L, HE S Y, CHEN Z Y, et al. Fluorine pollution in the environment and human fluoride effect[J]. Earth Environ, 2020,48(1):87-95.(in Chinese)

[16] 李红. 骨髓间充质干细胞诱导分化模型的建立及其在环境化学物骨质损伤机制研究中的应用[D]. 成都:四川大学, 2006.
LI H. Establishment of the induced differentiation model of bone marrow mesenchymal stem cells and its application in the study of the mechanism of bone injury by environmental chemicals[D]. Chengdu: Sichuan University, 2006.(in Chinese)

[17] 龚艺, 舒莉萍, 陈芳萍, 等. 氟对斑马鱼骨骼发育的影响及与 OPG/RANKL 通路的相关性研究[J]. 中华地方病学杂志, 2022,41(2):93-99.
GONG Y, SHU L P, CHEN F P, et al. Effects of fluoride on skeletal development of Zebrafish and its correlation with OPG/RANKL pathway[J]. Chin J Endemiol, 2022,41(2):93-99.(in Chinese)

[18] ALUOMEN F A, ALTAWEEL A M, ABUNADI A K, et al. Determining the correlation between Cobb angle severity and bone mineral density in women with adolescent idiopathic scoliosis[J]. J Taibah Univ Med Sci, 2021,16(3):365-368.

[19] 李静, 李娜, 庄乾宇, 等. miR-181b 抑制骨髓间充质干细胞成骨分化可能参与青少年特发性脊柱侧弯骨密度降低[J]. 基础医学与临床, 2019,39(6):832-839.
LI J, LI N, ZHUANG Q Y, et al. miR-181b inhibits osteogenic differentiation of bone marrow-derived mesenchymal stem cells and might be responsible for decreased bone mineral density of adolescents idiopathic scoliosis[J]. Basic Clin Med, 2019,39(6):832-839.(in Chinese)

[20] 莫跃爽. 贵州省不同地貌类型春季气候的时空变化特征研究[D]. 贵阳:贵州师范大学, 2021.
MO Y S. Study on temporal and spatial variation chareteristics of spring climete change in different geomorphological types in Guizhou Province[D]. Guiyang: Guizhou Normal University, 2021.(in Chinese)

[21] ZHUO T L, CHAO F G, JIONG L, et al. The role of endocrine hormones in the pathogenesis of adolescent idiopathic scoliosis[J]. FASEB J, 2021,35(9):e21839.

[22] 韩雁, 胡玉环, 温晓飒, 等. 上海市闵行区中小学生脊柱弯曲异常现状分析[J]. 上海预防医学, 2024,36(6):574-578.
HAN Y, HU Y H, WEN X S, et al. Analysis of the current situation of spinal curvature abnormalities among primary, middle, and high school students in Minhang District, Shanghai[J]. Shanghai J Prev Med, 2024,36(6):574-578.(in Chinese)

收稿日期:2025-02-20 **修回日期**:2025-05-27 **本文编辑**:王苗苗

(上接第 1045 页)

[20] 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 Q, MA C W, XI B. The effects of overweight and obesity on left ventricular hypertrophy among hypertensive school-aged children[J]. Chin J Sch Health, 2019,40(6):815-817.(in Chinese)

[21] 马淑婧, 杨丽丽, 席波. 高血压儿童青少年肥胖与颈动脉内中膜厚度的关系[J]. 中国学校卫生, 2019,40(6):818-819,823.
MA S J, YANG L L, XI B. Association between obesity and carotid intima-media thickness in hypertensive children and adolescents[J]. Chin J Sch Health, 2019,40(6):818-819,823.(in Chinese)

[22] FRASER A, LONGNECKER M P, LAWLOR D A. Prevalence of elevated alanine-aminotransferase (ALT) among US adolescents and associated factors:NHANES 1999-2004[J]. Gastroenterology, 2008,133(6):1814-1820.

[23] RUTIGLIANO I, VINCI R, DE FILIPPO G, et al. Metabolic syndrome, hepatic steatosis, and cardiovascular risk in children[J]. Nutrition, 2017,36:1-7.

[24] MARÍA M, IDOIA L, JONATAN R R. Cardiorespiratory fitness, waist circumference and liver enzyme levels in European adolescents: the HELENA cross-sectional study[J]. J Sci Med Sport, 2017, 20(10):932-936.

[25] CHEN S. Association between elevated serum alanine aminotransferase and cardiometabolic risk factors in rural Chinese population:a cross-sectional study[J]. BMC Cardiovasc Disord, 2015,15:65-73.

[26] 刘权仪, 吴新华, 陈章荣. 雌激素对血管、心肌保护性作用的分子机制[J]. 国际心血管病杂志, 2018,45(4):204-207.
LIU Q Y, WU X H, CHEN Z R. Molecular mechanisms of estrogen's protective effects on blood vessels and myocardium[J]. Int J Cardiovasc Dis, 2018,45(4):204-207.(in Chinese)

[27] CHO E J, HAN K, LEE S P, et al. Liver enzyme variability and risk of heart disease and mortality:a nationwide population-based study[J]. Liver Int, 2020,40(6):1292-1302.

[28] CAI J, ZHANG X J, JI Y X, et al. Nonalcoholic fatty liver disease pandemic fuels the upsurge in cardiovascular diseases[J]. Circ Res, 2020,126(5):679-704.

[29] BADMUS O O, HINDS T D, STEC D E. Mechanisms linking metabolic-associated fatty liver disease (MAFLD) to cardiovascular disease[J]. Curr Hypertens Rep, 2023,25(8):151-162.

[30] DORNAS W, SCHUPPAN D. Mitochondrial oxidative injury:a key player in nonalcoholic fatty liver disease[J]. Am J Physiol Gastrointest Liver Physiol, 2020,319(3):G400-G411.

[31] FU S, LIN Y, LUO L, et al. The relationship of serum alanine aminotransferase normal-range levels to arterial stiffness and metabolic syndrome in non-drinkers and drinkers:a Chinese community-based analysis[J]. BMC Gastroenterol, 2017,17(1):49-55.

[32] AFARIDEH M, ARYAN Z, GHAJAR A, et al. Complex association of serum alanine aminotransferase with the risk of future cardiovascular disease in type 2 diabetes[J]. Atherosclerosis, 2016,254:42-51.

收稿日期:2025-05-07 **修回日期**:2025-06-17 **本文编辑**:王苗苗