DOI: 10.16835/j.cnki.1000-9817.2025201

· 生长发育与健康监测 ·

儿童青少年身体不同部位脂肪分布与全身骨密度的关联

陈璟然[1], 陈曼曼[2,3], 何辉明[4], 李梦龙[4], 孙梦洋[4], 胡翼飞[4]

1.首都医科大学燕京医学院, 北京 101300; 2.中国医学科学院/北京协和医学院群医学及公共卫生学院;
3.北京大学公共卫生学院儿童青少年卫生研究所; 4.首都医科大学公共卫生学院儿少卫生与妇幼保健学系

【摘要】 目的 分析北京市 7~17 岁儿童青少年身体各部位脂肪量与全身骨密度的关联, 为实施干预提供理论依据和实践指导。**方法** 2020 年 9—12 月, 采用分层整群随机抽样方法选取 1 423 名北京市通州区 7~17 岁儿童青少年为研究对象, 使用双能 X 线吸收法测量评估各部位体成分及全身骨密度, 采用多元线性回归分析各部位脂肪量与全身骨密度的关联。**结果** 儿童青少年全身脂肪量、上肢脂肪量、腹部脂肪量、臀部脂肪量、大腿脂肪量分别为 13.51(8.84, 19.21), 1.59(1.08, 2.23), 0.73(0.39, 1.29), 2.32(1.46, 3.26), 5.29(3.59, 7.21) kg。多元线性回归分析结果显示, 调整协变量后, 儿童青少年全身、腹部、臀部脂肪量与全身骨密度之间具有一定相关性(β 值分别为 0.010, −0.100, 0.104, P 值均<0.01)。分性别分析, 男生全身脂肪量(β=0.008)和臀部脂肪量(β=0.058)与全身骨密度均呈正相关, 大腿脂肪量(β=−0.038)与全身骨密度呈负相关(P 值均<0.05); 女生全身脂肪量(β=0.013)、臀部脂肪量(β=0.163)、大腿脂肪量(β=0.023)与全身骨密度均呈正相关, 腹部脂肪量(β=−0.196)与全身骨密度呈负相关(P 值均<0.05)。体脂率低于标准范围、标准范围、高于标准范围儿童青少年的全身脂肪量与全身骨密度均呈正相关(β 值分别为 0.021, 0.016, 0.015), 在体脂率标准范围内的儿童青少年的上肢、腹部、大腿脂肪量与全身骨密度均呈负相关(β 值分别为−0.042, −0.067, −0.018), 臀部脂肪量与全身骨密度呈正相关(β=0.082)(P 值均<0.05)。**结论** 儿童青少年身体不同部位脂肪量与全身骨密度相关, 且关联受性别、体脂率影响。

【关键词】 脂肪组织; 骨密度; 回归分析; 儿童; 青少年

【中图分类号】 R 179　R 336　Q 954.65[+5]　**【文献标识码】** A　**【文章编号】** 1000-9817(2025)07-1005-05

Association between different regional fat distribution and total body bone mineral density in children and adolescents

CHEN Jingran*, CHEN Manman, HE Huiming, LI Menglong, SUN Mengyang, HU Yifei

** Yanjing Medical College, Capital Medical University, Beijing* 101300, *China*

【Abstract】 Objective To analyze the association between each regional fat mass and total body bone mineral density (BMD) in children and adolescents aged 7−17 years in Beijing, so as to provide theoretical basis and practical guidance for implementing interventions. **Methods** From September to December 2020, a stratified cluster random sampling method was used to select 1 423 children and adolescents aged 7−17 years in Tongzhou District, Beijing. Dual-energy X-ray absorptiometry (DXA) was employed to measure regional body composition and total body BMD. Multiple linear regression was used to analyze the association between regional fat mass and total body BMD. **Results** The median (interquartile range) fat mass values for total body, upper limbs, abdomen, hips, and thighs were 13.51(8.84, 19.21), 1.59(1.08, 2.23), 0.73(0.39, 1.29), 2.32(1.46, 3.26), 5.29(3.59, 7.21) kg, respectively. After adjusting for covariates, the results of multiple linear regression analysis showed that total body fat mass (β=0.010), abdominal fat mass (β=−0.100), and hip fat mass (β=0.104) were significant associations with total body BMD (all P<0.01). Sex-stratified analysis revealed that in boys, total body fat mass (β=0.008) and hip fat mass (β=0.058) were positively associated with BMD, while thigh fat mass (β=−0.038) showed a negative association with total body BMD (all P<0.05). In girls, total body fat mass (β=0.013), hip fat mass (β=0.163), and thigh fat mass (β=0.023) were positively associated with total body BMD, whereas abdominal fat mass (β=−0.196) showed a negative association with total body BMD (all P<0.05). Among children and adolescents with body fat percentage below the standard range, within the standard range and above the standard range, total body fat masses were positively associated with total body BMD (β=0.021, 0.016, 0.015); among children and adolescents with body fat percentage within the standard range while upper limb (β=−0.042), abdominal (β=−0.067), and thigh fat mass (β=−0.018) showed negative associations with total body BMD, and hip fat mass demonstrated a positive association with total body BMD (β=0.082) (all P<0.05). **Conclusion** Regional fat distribution is associated with total body BMD in children and adolescents, with the nature of these associations varying by sex and body fat percentage.

【Keywords】 Adipose tissue; Bone density; Regression analysis; Child; Adolescent

【基金项目】 首都医科大学 2025 年基础科研创新项目(XSKY2025094)

【作者简介】 陈璟然(2002−), 女, 山东新汶人, 在读本科生。

【通信作者】 胡翼飞, E-mail: huyifei@ yahoo.com

随着我国居民生活方式的改变,肥胖等慢性病造成的疾病负担越来越大,骨质疏松等疾病影响着人们的生活质量[1-2]。骨密度是评估骨健康状况和预防骨骼疾病的主要参考指标[3]。儿童期和青春期是骨骼生长的关键时期,在此期间促进骨量增长可以有效降低成年和老年期骨质疏松的发病风险[4]。1985—2019 年,我国儿童青少年超重和肥胖合并检出率增长至 23.4%[5]。有研究指出,骨密度与脂肪分布存在密切相关性[6],身体不同部位脂肪分布对于身体代谢有一定作用,从而对骨密度产生影响[7]。本研究旨在探讨儿童青少年不同身体部位的脂肪分布与全身骨密度的关联,并通过对不同性别、体脂率的儿童青少年进行比较,更深入理解脂肪与骨骼健康之间的相关性,为实施干预提供理论依据和实践指导。

1 对象与方法

1.1 对象 采用分层整群随机抽样方法,2020 年 9—12 月采用直接抽选法抽取北京市通州区 4 所中小学(1 所小学,1 所初中和 2 所高中),从每个年级中采用直接抽选法抽取 2~3 个班级,以班级为整体纳入研究;根据性别、年龄、身高、体重、营养状况等分布进行预调查,并剔除各种重要脏器病史者(重度肝肾衰竭、肿瘤等),排除近期手术、体发育缺陷、体内安置金属医疗器械者(如心脏起搏器、金属钢钉等)和学生本人及监护人不同意参与本研究者,最终纳入 7~17 岁儿童青少年共 1 423 名。其中男生 715 名,女生708 名;平均年龄(12.51±3.10)岁。本研究已获得北京大学医学伦理委员会审查批准(批准号:IRB00001052-20024),所有研究对象均已签署知情同意书。

1.2 方法

1.2.1 问卷调查 调查研究对象的基本情况,包括年龄、性别、过去 1 个月平均睡眠时间等;收集过去 7 d 内,每天蔬菜、水果、肉制品等的摄入量。

采用国际体力活动问卷(International Physical Activity Questionnaire, IPAQ)短卷评估儿童青少年过去一周身体活动情况[8],包括研究对象在过去 7 d 内的高强度体力活动、中等强度体力活动等时长,以及过去一周平均每天的户外活动时间。该问卷由 7 个问题组成,主要涵盖步行、中等强度体力活动、高强度体力活动和静坐行为 4 个方面的信息,信、效度良好[9]。采用匹兹堡睡眠国际量表(Pittsburgh Sleep Quality Index, PSQI)评估研究对象过去 1 个月的睡眠情况[10],该量表包括 7 个维度,包括睡眠质量、入睡时间、睡眠时间、睡眠效率、睡眠障碍、药物使用和日间功能障碍。每个维度根据不同的标准评分,总分为 0~21 分,总分越高代表睡眠质量越差,问卷信、效度良好[11]。

1.2.2 体格检查 (1)身高体重:参照 2014 年中国学生体质与健康调研报告[12],使用统一且经过校准的机械式身高坐高计(TZG,中国)进行身高测量,精确到 0.1 cm;使用统一且经过校准的电子秤(RGT-140,中国)进行体重测量,精确到 0.1 kg。(2)体成分测量:由专业医务人员采用双能 X 线骨密度仪(Dual-energy X-ray absorptiometry, DXA)按照仪器标准使用流程和方案要求进行测量,受试者需空腹、衣物轻便,无金属物品或配饰,扫描全身并采集图像,使用 enCORE 软件 16 版本分析,获得受试者全身及局部体成分数据,包括全身、上肢、腹部、臀部、大腿脂肪量(kg)、全身骨密度(g/cm^3)等。

1.3 分组及指标计算 根据全身体脂率分年龄、性别的均值和标准差分为 3 组,分别是低于标准范围[$<(\bar{x}-s)$]、在标准范围内[$(\bar{x}-s)\sim(\bar{x}+s)$]以及高于标准范围[$>(\bar{x}+s)$][13]。平均每天摄入量(份)=(每天摄入量×摄入天数)/7,其中每日蔬菜量、每日水果量一份按一个普通成年人拳头大小计算,每日含糖饮料量一份按 250 mL 计算,每日肉量一份按一个普通成年人掌心大小计算。平均每天中高强度体力活动时间(h)=(每天中高强度体力活动时间×运动天数)/7。

1.4 质量控制 研究开始前制定好规范的研究方案,所有工作人员均按照研究方案和操作手册进行统一严格培训并考核合格。调查过程中身高测量 2 人一组,一人测量,一人记录,互相核对,保证数据准确。问卷回收后,调查员立即核查,发现问题及时反馈,确保应答质量。所有仪器和器材每日使用前均经过校准,测量时严格按操作规范执行,确保测量数据真实准确。

1.5 统计学分析 采用 EpiData 3.1 软件通过双录入的方式统一录入数据,并进行逻辑核查。录入完成后清理数据,删除极端值和异常值等,形成最终数据文件。使用 SPSS 27.0 软件对数据进行统计学分析。描述研究对象定量资料的基本特征,符合正态分布用($\bar{x}\pm s$)表示,组间比较用独立样本 t 检验;不符合正态分布以 $M(P_{25}, P_{75})$ 表示,组间比较用 Mann-Whitney U 检验。采用多因素线性回归模型分析儿童青少年不同部位脂肪分布和全身骨密度的关联。双侧检验水准 $\alpha=0.05$。

2 结果

2.1 被试基本信息 儿童青少年上肢、腹部、臀部、大腿、全身脂肪量在性别间差异均有统计学意义(P 值均<0.01)。儿童青少年全身骨密度总体为(0.94±0.17)g/cm^3,性别间差异无统计学意义($P=0.36$)。见表 1。

表 1　不同性别儿童青少年体成分及健康行为特征比较[$M(P_{25}, P_{75})$]

Table 1　Comparison of body composition and health behavior characteristics among children and adolescents by genders[$M(P_{25}, P_{75})$]

性别	人数	全身脂肪量/kg	上肢脂肪量/kg	腹部脂肪量/kg	臀部脂肪量/kg	大腿脂肪量/kg	全身骨密度/(g·cm^{-3})[a]
男	715	12.09(8.18,18.29)	1.43(1.01,2.09)	0.67(0.34,1.27)	2.00(1.32,2.98)	4.63(3.33,6.83)	0.93±0.17
女	708	14.50(9.98,20.01)	1.70(1.21,2.35)	0.79(0.46,1.29)	2.63(1.76,3.52)	5.73(4.11,7.60)	0.94±0.17
总体	1 423	13.51(8.84,19.21)	1.59(1.08,2.23)	0.73(0.39,1.29)	2.32(1.46,3.26)	5.29(3.59,7.21)	0.94±0.17
t/Z 值		−4.78	−5.28	−2.89	−7.38	−5.98	−0.91
P 值		<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	0.36

性别	人数	体质量指数/(kg·m^{-2})[a]	睡眠时间/(h·d^{-1})[a]	每日中高强度体力活动时间/h	每日蔬菜摄入量/份	每周含糖饮料摄入量/份	每周肉类摄入量/份	每日水果摄入量/份
男	715	20.65±4.76	7.68±1.20	0.64(0.38,1.29)	1.71(1.00,2.00)	1.00(0.00,3.00)	7.00(6.00,14.00)	1.00(0.57,1.71)
女	708	20.25±4.64	7.59±1.29	0.57(0.29,0.95)	2.00(1.00,2.00)	1.00(0.00,3.00)	7.00(6.00,10.50)	1.00(0.71,2.00)
总体	1 423	20.45±4.70	7.64±1.25	0.62(0.36,1.13)	2.00(1.00,2.00)	1.00(0.00,3.00)	7.00(6.00,14.00)	1.00(0.57,1.71)
t/Z 值		1.88	1.36	−3.95	−1.83	−2.52	−3.18	−2.88
P 值		0.06	0.17	<0.01	0.07	0.01	<0.01	<0.01

注：[a] 数据符合正态分布，采用($\bar{x}\pm s$)描述。

2.2　儿童青少年各部位脂肪量与全身骨密度的关联　调整睡眠时间、每日中高强度体力活动时间、每日蔬菜摄入量、每周含糖饮料摄入量、每周肉类摄入量、每日水果摄入量，采用多因素线性回归模型分析全身脂肪量与全身骨密度关联；调整以上 6 个变量以及全身脂肪量分析其余部位脂肪量与全身骨密度关联。结果显示，儿童青少年全身($\beta=0.010$)和臀部脂肪量($\beta=0.104$)与全身骨密度间均呈正相关，腹部脂肪量($\beta=-0.100$)与全身骨密度呈负相关(P 值均<0.01)。男生全身脂肪量和臀部脂肪量与全身骨密度之间均呈正相关(β 值分别为 0.008，0.058)，大腿脂肪量与全身骨密度之间呈负相关($\beta=-0.038$)(P 值均<0.01)。女生全身脂肪量、臀部脂肪量和大腿脂肪量与全身骨密度之间均呈正相关(β 值分别为 0.013，0.163，0.023)，腹部脂肪量与全身骨密度之间呈负相关($\beta=-0.196$)(P 值均<0.01)。见表 2。

表 2　分性别儿童青少年各部位脂肪量与全身骨密度的关联[β 值(95%CI)]

Table 2　Association between regional fat mass and total body BMD among children and adolescents of different genders[β(95%CI)]

脂肪量部位	男(n=715)	女(n=708)	总体(n=1 423)
全身	0.008(0.006~0.009) **	0.013(0.012~0.014) **	0.010(0.009~0.011) **
上肢	−0.036(−0.078~0.006)	0.009(−0.024~0.041)	−0.005(−0.032~0.021)
腹部	−0.006(−0.064~0.052)	−0.196(−0.247~−0.145) **	−0.100(−0.136~−0.064) **
臀部	0.058(0.014~0.102) **	0.163(0.135~0.191) **	0.104(0.081~0.127) **
大腿	−0.038(−0.054~−0.022) **	0.023(0.009~0.038) **	−0.009(−0.020~−0.002)

注：** P<0.01。

2.3　不同体脂率儿童青少年各部位脂肪量与全身骨密度的关联　将儿童青少年按体脂率分为低于标准范围、在标准范围内和高于标准范围 3 组，分别分析全身及局部脂肪量与全身骨密度的关系。结果表明，不同体脂率组儿童青少年全身脂肪量均与全身骨密度呈正相关(P 值均<0.01)。体脂率在标准范围时，上肢、腹部、大腿脂肪量与全身骨密度呈负相关(P 值均<0.05)；体脂率标准范围及高于标准范围时，臀部脂肪量与全身骨密度呈正相关(P 值均<0.01)；而体脂率低于标准范围的儿童青少年中，臀部、大腿脂肪量与全身骨密度呈负相关(P 值均<0.05)。见表 3。

表 3　不同体脂率儿童青少年各部位脂肪量与骨密度的关联[β 值(95%CI)]

Table 3　Association between regional fat mass and total body BMD in children and adolescents grouped by body fat percentage[β(95%CI)]

脂肪量部位	低于标准范围(n=233)	标准范围(n=927)	高于标准范围(n=263)
全身	0.021(0.015~0.027) **	0.016(0.014~0.017) **	0.015(0.014~0.017) **
上肢	0.092(−0.006~0.190)	−0.042(−0.076~−0.007) *	0.028(−0.010~0.066)
腹部	−0.115(−0.267~0.038)	−0.067(−0.119~−0.016) *	−0.041(−0.092~0.010)
臀部	−0.119(−0.221~−0.017) *	0.082(0.052~0.113) **	0.071(0.037~0.105) **
大腿	−0.046(−0.085~−0.006) *	−0.018(−0.031~−0.004) *	0.006(−0.011~0.023) *

注：* P<0.05，** P<0.01。

3　讨论

本研究发现儿童青少年总体全身脂肪量及臀部脂肪量与全身骨密度均呈正相关，与程轲等[14]研究结果一致。可能与儿童青少年时期正常的脂肪组织分泌多种生物活性物质有关，这些物质对骨骼的生长和发育具有一定的促进作用[7]。脂肪量的增加与骨骼的生长发育密切相关，应早期监测身体成分并促进骨骼健康发育[15]。本研究结果与一项 5 岁儿童骨密度调查不一致[16]。提示不同年龄段、性别儿童青少年，其身体成分和骨骼发育的特点可能不同，脂肪量对骨密度的影响也存在差异。本研究与一项银川市 12~18 岁青少年横断面研究结果基本一致，该研究表明脂肪量与骨代谢的关系受性别影响，不同脂肪量表型的骨矿物质含量在男生中的相关性大于女生[17]。在儿童青少年时期，保持适量的脂肪储存可能有助于骨骼的健康发育。

本研究结果显示，总体儿童青少年腹部脂肪量、大腿脂肪量与全身骨密度均呈负相关。可能与脂肪细胞分泌瘦素水平升高而脂联素水平降低，从而促进破骨细胞的活性有关[18]。与一项美国 8～19 岁儿童青少年脂肪量与骨密度研究结果部分一致，该研究显示躯干脂肪堆积与低骨密度相关，且这种关联在超重肥胖儿童中更为明显[19]。一项关于美国中年人的研究显示，腹部脂肪与全身骨密度呈负相关，这种关联在腹部的内脏脂肪、皮下脂肪组织上均得到证实[20]。秦皇岛市一项关于 21～65 岁健康成年人的研究显示[21]，大腿脂肪量与股骨颈骨密度和腰椎总骨密度呈正相关，结果的不同可能与测量骨部位或性别差异有关。本研究在女生中发现大腿脂肪量与全身骨密度呈正相关。此外，本研究还发现不同体脂率儿童青少年脂肪量对全身骨密度影响存在差异，体脂率在正常范围时，腹部、大腿脂肪量与全身骨密度呈负相关。一项广州儿童青少年的研究也表明了体脂率影响着骨密度[22]。目前中国实行“体重管理年”活动，强化慢性病防治关口前移，本研究从儿童青少年脂肪量与骨密度角度出发，提供了通过管理身体脂肪量促进儿童青少年骨骼发育和健康的参考依据。

本研究使用 DXA 法分别测量儿童青少年身体各部位骨密度，按身体部位分析时可以看到不同部位脂肪量与全身骨密度相关的差异性。本研究存在一定局限性：(1)研究设计为横断面调查，结果仅反映变量间的统计相关，无法确定各部位脂肪量与全身骨密度变化的时间先后顺序，未来需纵向或实验研究验证因果关联。(2)研究仅选取北京 1 个区，结果外推性不足。(3)研究仅收集了个人行为相关影响因素，未能排除骨密度相关家族遗传情况，遗传因素对骨密度有一定影响[23]。但是本研究样本量较大，在统计分析时控制多个变量，减少了混杂因素的影响，且 DXA 是体成分检测的金标准，故研究对于儿童青少年慢病防控依然有很高价值。

志谢 感谢北京大学儿童青少年卫生研究所马军教授团队对本研究设计、实施等方面给予的支持和帮助。

利益冲突声明 所有作者声明无利益冲突。

参考文献

[1] WANG Y, ZHAO L, GAO L, et al. Health policy and public health implications of obesity in China[J]. Lancet Diabetes Endocrinol, 2021, 9(7): 446-461.

[2] REID I R. A broader strategy for osteoporosis interventions[J]. Nat Rev Endocrinol, 2020, 16(6): 333-339.

[3] 中华医学会骨质疏松和骨矿盐疾病分会，章振林. 原发性骨质疏松症诊疗指南(2022)[J]. 中国全科医学, 2023, 26(14): 1671-1691.
Chinese Society of Osteoporosis and Bone Mineral Research, ZHANG Z L. Guidelines for the diagnosis and treatment of primary osteoporosis (2022)[J]. Chin Gen Pract, 2023, 26(14): 1671-1691. (in Chinese)

[4] VASANWALA R F, GANI L, ANG S B. It starts from the womb: maximizing bone health[J]. Climacteric, 2022, 25(1): 11-21.

[5] 席波. 综合防控儿童肥胖遏制潜在健康危害[J]. 中国学校卫生, 2024, 45(10): 1369-1371, 1377.
XI B. Comprehensive prevention and management of childhood obesity to reduce potential adverse health outcome[J]. Chin J Sch Health, 2024, 45(10): 1369-1371, 1377. (in Chinese)

[6] ZHANG X, ZHANG J, SHANG Z, et al. Linear and non-linear relationships between body fat mass distribution and bone mineral density in adults: the NHANES, 2011-2018[J]. Prev Med, 2024, 186: 108092.

[7] VILACA T, EVANS A, GOSSIEL F, et al. Fat, adipokines, bone structure and bone regulatory factors associations in obesity[J]. Eur J Endocrinol, 2022, 187(6): 743-750.

[8] CRAIG C L, MARSHALL A L, SJÖSTRÖM M, et al. International Physical Activity Questionnaire: 12-country reliability and validity[J]. Med Sci Sports Exerc, 2003, 35(8): 1381-1395.

[9] GAO H, LI X, ZI Y, et al. Reliability and validity of common subjective instruments in assessing physical activity and sedentary behaviour in Chinese college students[J]. Int J Environ Res Public Health, 2022, 19(14): 8379.

[10] BUYSSE D J, REYNOLDS C F, MONK T H, et al. The Pittsburgh Sleep Quality Index: a new instrument for psychiatric practice and research[J]. Psychiatry Res, 1989, 28(2): 193-213.

[11] FABBRI M, BERACCI A, MARTONI M, et al. Measuring subjective sleep quality: a review[J]. Int J Environ Res Public Health, 2021, 18(3): 1082.

[12] 中国学生体质健康研究组. 2014 年中国学生体质与健康调研报告[M]. 北京: 高等教育出版社, 2016: 7-9.
Group of Chinese School Students Physical Health Research. Report on the physical fitness and health research of Chinese school students 2014[M]. Beijing: Higher Education Press, 2016: 7-9. (in Chinese)

[13] 李红娟，杨柳，张楠，等. 北京市 6～18 岁儿童青少年 LMS 法体脂百分位数参考值分析[J]. 中国学校卫生, 2015, 36(6): 815-817.
LI H J, YANG L, ZHANG N, et al. Body fat percentile curves among 6-18 years old children and adolescents of Beijing using the LMS method[J]. Chin J Sch Health, 2015, 36(6): 815-817. (in Chinese)

[14] 程轲，王宝西，王春晖，等. 5～14 岁儿童青少年体成分与骨密度的关联[J]. 中国儿童保健杂志, 2024, 32(8): 844-849.
CHENG K, WANG B X, WANG C H, et al. Correlation between body composition and bone mineral density in children and adolescents aged 5-14 years[J]. Chin J Child Health Care, 2024, 32(8): 844-849. (in Chinese)

[15] SHU W, LI M, VERMUND S H, et al. Body composition trajectories during childhood predict skeletal maturation at puberty: a longitudinal study[J]. Heliyon, 2024, 10(16): e36381.

[16] MCVEY M K, GERAGHTY A A, O'BRIEN E C, et al. The impact of diet, body composition, and physical activity on child bone mineral density at five years of age-findings from the ROLO Kids Study[J]. Eur J Pediatr, 2020, 179(1): 121-131.

(下转第 1013 页)

(7):653-657.
PENG H, YUAN H, ZHU Y H, et al. Comparison of mental health status among senior pupils between public primary school and school with migrant children in Jiading District, Shanghai[J]. Chin J Health Educ, 2022, 38(7):653-657. (in Chinese)

[10] 王爱芬,魏楠.中小学生心理健康状况调查研究[J].教育理论与实践, 2023,43(34):51-57.
WANG A F, WEI N. A study on the psychological health status of primary and middle school students[J]. Theory Pract Educ, 2023, 43(34):51-57. (in Chinese)

[11] 李文,高飞,耿姗姗,等.中小学生心理健康状况的 MHT 调查与分析:以胶州市为例[J].山东青年政治学院学报, 2022,38(6):22-29.
LI W, GAO F, GENG S S, et al. Investigation and analysis of mental health status of primary and secondary school students by MHT: a case study of Jiaozhou City[J]. J Shandong Youth Univ Polit Sci, 2022, 38(6):22-29. (in Chinese)

[12] 谢虹.国际非政府组织参与云南民族地区教育发展实证研究[M].昆明:云南人民出版社,2019:100-120.
XIE H. An empirical study on the participation of international non-governmental organizations in education development in ethnic areas of Yunnan[M]. Kunming: Yunnan People's Publishing House, 2019: 100-120. (in Chinese)

[13] 胡庆菊,梁炜明,张彦琳,等.东莞地区小学生心理健康状况调查报告[J].中国健康心理学杂志, 2019,27(6):923-928.
HU Q J, LIANG W M, ZHANG Y L, et al. Mental health condition of primary school students in Dongguan[J]. Chin J Health Psychol, 2019, 27(6):923-928. (in Chinese)

[14] 傅小兰,张侃,陈雪峰.心理健康蓝皮书:中国国民心理健康发展报告(2019—2020)[M].北京:社会科学文献出版社,2021.
FU X L, ZHANG K, CHEN X F. Mental Health Blue Book: report on national mental health development in China(2019-2020)[M]. Beijing: Social Sciences Academic Press, 2021. (in Chinese)

[15] 王晴,师保国,王晓艺,等. 当前中小学生的心理健康状况及其与作业、睡眠状况的关系[J]. 人民教育, 2021(23):25-32.
WANG Q, SHI B G, WANG X Y, et al. Current mental health status of primary and secondary school students and its relationship with homework and sleep status[J]. People Educ, 2021(23):25-32. (in Chinese)

[16] 任建平.家庭环境因素对城郊结合部中小学生心理健康状况的影响分析[J].教师, 2023(8):12-14.
REN J P. Analysis of the influence of family environmental factors on the mental health status of primary and secondary school students in urban-rural fringe areas[J]. Teacher, 2023(8):12-14. (in Chinese)

[17] 张文娟,姚茹,张丽娟,等. 西部地区中小学生积极心理品质与心理健康状况关系调查及培养策略[J].中国特殊教育, 2017(5):56-61.
ZHANG W J, YAO R, ZHANG L J, et al. An Investigation into the relationship between primary and secondary school students' positive psychological characters and their mental health in west China and the strategies for the cultivation of their positive psychological characters[J]. Chin J Spec Educ, 2017(5):56-61. (in Chinese)

[18] 张美珍,黄勇明,彭新林.农村留守初中生同伴关系与监护人教养类型的关系研究[J]. 科学咨询, 2021(20):95-96.
ZHANG M Z, HUANG Y M, PENG X L. Study on the relationship between peer relationship and guardian parenting style of rural left-behind junior high school students[J]. Policy Sci Consult, 2021(20):95-96. (in Chinese)

[19] 林琼芳,韦艳丹,欧阳明昆.农村寄宿制初中生社会支持与主观幸福感:孤独感的中介及其干预[J]. 心理技术与应用, 2023,11(3):172-181.
LIN Q F, WEI Y D, OUYANG M K. The relationship between social support and subjective well-being in junior board students in rural: the mediation effect of loneliness and its intervention[J]. Psychol Tech Appl, 2023, 11(3):172-181. (in Chinese)

[20] 栾晓英,刘旭东,石继超. 不同家庭教养模式的青少年心理健康状况和行为表现调查研究[J]. 心理月刊, 2024,19(20):36-38,43.
LUAN X Y, LIU X D, SHI J C. Investigation of adolescent mental health and behavioral performance in different parenting models[J]. Psychol Mon, 2024, 19(20):36-38,43. (in Chinese)

[21] 张栋栋,吉科一,陈玲,等. 高校非独生子女与独生子女学生社会支持现状及其影响因素比较[J].中国校医, 2024,38(10):755-759.
ZHANG D D, JI K Y, CHEN L, et al. Comparison of social support and influencing factors between non-only-child and only-child students at colleges and universities[J]. Chin J School Doctor, 2024, 38(10):755-759. (in Chinese)

收稿日期:2025-01-24　**修回日期**:2025-06-10　**本文编辑**:王苗苗

(上接第 1008 页)

[17] MA X, TIAN M, LIU J, et al. Impact of high fat and low lean mass phenotype on bone mineral content: a cross-sectional study of Chinese adolescent population[J]. Bone, 2024, 186:117170.

[18] KLINAKU F T, COMI L, GIGLIONE C, et al. An integrated view of the pathophysiological crosstalk between adipose tissue, bone and cardiovascular system in men and women[J]. J Endocrinol Invest, 2025, 48(5):1061-1074.

[19] MA C M, LU N, ZHANG M M, et al. The relationship between obesity and bone mineral density in children and adolescents: analysis of the National Health and Nutrition Examination Survey[J]. Arch Osteoporos, 2023, 18(1):25.

[20] CAO X, HE L, SUN R, et al. Gender-specific associations between abdominal adipose mass and bone mineral density in the middle-aged US population[J]. BMC Musculoskelet Disord, 2023, 24(1):715.

[21] ZHANG Y, JIA X, LIU X, et al. Relationship between different body composition and bone mineral density in Qinhuangdao City[J]. Rev Assoc Med Bras, 2022, 68(4):445-449.

[22] YAO W, LUO J, AO L, et al. Association of total body fat and fat distribution with bone mineral density among children and adolescents aged 6-17 years from Guangzhou, China[J]. Eur J Pediatr, 2023, 182(3):1115-1126.

[23] LIU Y, MENG X H, WU C, et al. Variability in performance of genetic-enhanced DXA-BMD prediction models across diverse ethnic and geographic populations: a risk prediction study[J]. PLoS Med, 2024, 21(8):e1004451.

收稿日期:2025-03-28　**修回日期**:2025-05-06　**本文编辑**:孙曼莉