

徐州市 8 岁儿童体质指数、体脂与骨龄发育的关联分析

刘阳¹, 王波², 戚娟¹, 姜懿轩², 刘继杰¹, 杨丽³, 宫相君¹, 彭磊¹

1. 徐州市妇幼保健计划生育服务中心, 江苏 徐州 221009; 2. 铜山妇幼保健计划生育服务中心; 3. 徐州市妇幼保健院

摘要:目的 了解徐州市学龄期儿童体质指数(body mass index, BMI)、体脂百分比(percentage of body fat, PBF)和骨龄发育情况,探讨 BMI、PBF 与骨龄发育的关联,为促进儿童健康提供参考依据。方法 采用整群抽样方法,于 2023 年 7~8 月抽取徐州 3 所学校 3 年级 601 名学龄期学生,进行问卷调查和体格检查,运用无序多分类 logistic 回归分析不同 BMI 和 PBF 对儿童骨龄发育的影响。结果 本次研究中,男童消瘦、超重和肥胖率分别为 14.2%、11.1%、19.2%,女童消瘦、超重和肥胖率分别为 17.6%、9.3%、14.0%;无序多分类 logistic 回归分析显示,调整协变量性别、第二性征发育、人均月收入、出生体重、父亲身高、母亲身高后,BMI 肥胖组和超重组较 BMI 正常组,骨龄发育提前风险均明显增加($OR = 10.10, 95\% CI: 4.83 \sim 21.12$; $OR = 3.78, 95\% CI: 1.53 \sim 9.33$);PBF 高体脂组较 PBF 正常组,骨龄发育提前风险亦明显增加($OR = 3.79, 95\% CI: 2.01 \sim 7.13$)。BMI 肥胖、PBF 高体脂是骨龄发育落后的保护因素($OR = 0.40, 95\% CI: 0.20 \sim 0.78$; $OR = 0.52, 95\% CI: 0.31 \sim 0.87$)。结论 超重、肥胖儿童会增加骨龄发育提前的风险。建议预防控制儿童超重、肥胖的同时,定期监测体重、骨龄及体成分情况。

关键词:体质指数;体质百分比;骨龄;超重;肥胖

中图分类号:R179 文献标志码:A 文章编号:1003-8507(2024)20-3725-05

DOI:10.20043/j.cnki.MPM.202404316

Association between body mass index, body fat and bone age development of 8-year-old children, Xuzhou

LIU Yang*, WANG Bo, QI Juan, JIANG Yi-xuan, LIU Ji-jie, YANG Li, GONG Xiang-jun, PENG Lei

* Xuzhou Maternal and Child Health Family Planning Service Center, Xuzhou, Jiangsu 221009, China

Abstract: Objective To assess the body mass index (BMI), percentage of body fat (PBF), and bone age of school-age children in Xuzhou city, and to explore the relationship between BMI, PBF, and bone age, so as to provide reference for promoting the health of children. **Methods** A cluster sampling method was used to select 601 students of grade three from three schools in Xuzhou from July to August 2023, questionnaire surveys and physical examinations were used to collect children's data, and disordered multi-classification logistic regression analysis was used to explore the association between different types of BMI or PBF and bone age development. **Results** The rates for thinness, overweight, and obesity in boys were 14.2%, 11.1%, and 19.2% respectively, in girls were 17.6%, 9.3%, and 14.0%, respectively; Multivariate logistic regression showed that after adjusting for covariates such as gender, development of secondary sexual characteristics, average monthly household income, birth weight, father's height, and mother's height, the risk of early bone age development was significantly increased in both the BMI obese and overweight groups compared to the BMI normal group ($OR = 10.10, 95\% CI: 4.83 - 21.12$; $OR = 3.78, 95\% CI: 1.53 - 9.33$); The PBF high body fat group had a significantly increased risk of early bone age development compared to the PBF normal group ($OR = 3.79, 95\% CI: 2.01 - 7.13$); BMI obese and PBF high body fat groups are protective factors for delayed bone age development ($OR = 0.40, 95\% CI: 0.20 - 0.78$; $OR = 0.52, 95\% CI: 0.31 - 0.87$). **Conclusion** Overweight and obese children are prone to premature bone age. It is recommended to regularly monitor weight, bone age and body composition while preventing and controlling overweight and obesity in children.

Keywords: Body mass index; Body fat percentage; Bone age; Overweight; Obesity

随着人类生活方式的改变和生活水平的不断提高,超重及肥胖快速增长,已成为影响我国儿童身心

健康的重要问题^[1-2]。近年来超重肥胖与骨龄发育的关联日益受到关注,有研究表明儿童超重肥胖将导致骨龄发育提前,影响成年身高^[3-5]。体质指数(body mass index, BMI)是当前较为常见用于评价儿童超重肥胖的指标,但有研究显示 BMI 无法区分多余

基金项目:徐州市科技创新项目重点研发计划(社会发展)(KC21272)

作者简介:刘阳(1990—),女,硕士,主治医师,研究方向:儿童保健

通信作者:彭磊, E-mail: xzfypl@163.com

脂肪组织和肌肉增加所造成的儿童超重肥胖^[6]。体脂百分比(percentage of body fat, PBF)是指人体脂肪含量占全身质量的比重,可以更好地反映脂肪对人体的影响,因此有学者认为用 PBF 衡量肥胖更为科学^[7]。国内虽有部分文献报道儿童 BMI、体成分对骨龄发育的影响,但鲜有研究分析 PBF 对骨龄发育的影响,本研究同时探讨 BMI 和 PBF 对儿童骨龄发育的影响。

1 对象与方法

1.1 对象 2023 年 7~8 月采用整群抽样方法抽取徐州 3 所小学 3 年级 621 名儿童作为调查对象。剔除当前接受生长激素或促性腺激素释放激素治疗 2 人;患有甲状腺功能减退、先天性心脏病 3 人;未检测体成分或骨龄 15 人。共纳入 601 名研究对象,其中男生 322 名,女生 279 名。本研究经伦理委员会批准,所有研究对象均签署知情同意书。

1.2 方法

1.2.1 体格检查 身高、体重测量参照《学生健康检查技术规范》^[8],身高精确到 0.1 cm,体重精确到 0.1 kg,所有测量工具在调查前均经过统一校正,并由经过培训的医护人员操作。使用身高、体重数据计算 $BMI = \text{体重}(\text{kg}) / [\text{身高}(\text{m})]^2$ 。

1.2.2 体成分 采用 Biospace 公司 InBody230 人体成分分析仪(生物电阻抗法, BIA 法)测定体重、体脂含量,体重精确到 0.1 kg。 $PBF = \text{体脂}(\text{kg}) / \text{体重}(\text{kg}) * 100\%$ 。

1.2.3 体格评价 根据《学龄儿童青少年超重与肥胖筛查》(WS/T 586-2018)^[9]和《学龄儿童青少年营养不良筛查》(WS/T 458-2014)^[10]标准,将 BMI 分为消瘦、正常、超重、肥胖 4 组。PBF 为非正态分布数据, $M(P_{25} \sim P_{75})$ 为 17.9(13.6~26.0),利用四分位法分为低体脂、正常、高体脂 3 组。

1.2.4 骨龄评价 受试者全部利用直接数字化 X 射线摄影系统(DR)拍摄左手腕部后前位 X 光片。利用《中国青少年儿童手腕骨成熟度及评价方法》判定骨

龄。骨龄发育情况,以骨龄年龄差(bone age difference, BAD)进行分组, $BAD(\text{岁}) = \text{骨龄}(\text{bone age, BA}) - \text{年龄}(\text{chronological age, CA})$ 。 $-1 \text{岁} \leq BAD \leq 1 \text{岁}$ 为骨龄发育正常, $BAD > 1 \text{岁}$ 为骨龄发育提前, $BAD < -1 \text{岁}$ 为骨龄发育落后^[11]。

1.2.5 第二性征发育评估 由经过专业培训的医生,通过视诊和触诊相结合的方式评估女童乳房发育 Tanner 分期,利用睾丸测量仪比对测量男童睾丸容积大小。女性乳房 B1 期和男性睾丸体积 $< 4 \text{ml}$ 为无第二性征发育^[12]。

1.2.6 问卷调查 本研究采用自制调查表,由调查对象监护人线上完成问卷,调查内容包括儿童基本情况(出生日期、性别、家庭人均收入)、出生信息(出生孕周、体重、身长)、父母信息(双方目前身高、体重、学历)等。

1.3 统计学处理 采用 EpiData 3.1 录入数据,使用 SPSS 23.0 进行数据处理和统计分析。定量资料统计描述采用 $\bar{x} \pm s$,定性资料采用频数和构成比/率。组间率的比较采用 χ^2 检验,均值比较采用单因素方差分析。使用 Spearman 相关分析 BMI、PBF 和骨龄年龄差的相关性。利用无序多分类 logistic 回归模型分析儿童 BMI 和 PBF 对骨龄发育的影响。检验水准 $\alpha = 0.05$ 。

2 结果

2.1 研究对象一般特征 调查的 601 名儿童中,男童消瘦、超重和肥胖检出率分别为 14.2%、11.1%、19.2%,女童消瘦、超重和肥胖检出率分别为 17.6%、9.3%、14.0%;第二性征发育儿童的超重、肥胖或高体脂检出率明显高于无第二性征发育儿童,组间差异有统计学意义(χ^2 分别为 55.39、47.11, P 值均 < 0.01);出生体重 $\geq 4000 \text{g}$ 组儿童肥胖和高体脂率明显高于出生体重 $2500 \sim 3999 \text{g}$ 组,各组间差异有统计学意义(χ^2 分别为 17.00、12.69, P 值均 ≤ 0.01)。人均月收入、父亲身高、母亲身高在不同 BMI 和 PBF 组间无显著差异(P 值均 > 0.05)。见表 1。

表 1 研究对象一般情况分析

Table 1 Analysis of the general situation of the research object

测量指标	BMI 分组				χ^2/t	P 值
	消瘦	正常	超重	肥胖		
性别[$n(\%)$]					4.06	0.255
男	46(14.2)	179(55.5)	36(11.1)	62(19.2)		
女	49(17.6)	165(59.1)	26(9.3)	39(14.0)		
第二性征发育[$n(\%)$]					55.39	< 0.001
无	91(17.2)	321(60.8)	45(8.5)	71(13.5)		
有	4(5.5)	23(31.5)	17(23.3)	29(39.7)		

(续表)

测量指标	BMI 分组				χ^2/t	P 值
	消瘦	正常	超重	肥胖		
人均月收入(元)[n(%)]					4.80	0.852
<4 000	18(17.0)	63(59.4)	12(11.3)	13(12.3)		
4 000~6 000	26(18.6)	77(55.0)	15(10.7)	22(15.7)		
6 001~8 000	26(15.9)	96(58.5)	15(9.1)	27(16.5)		
>8 000	25(13.1)	108(56.5)	20(10.5)	38(19.9)		
出生体重(g)[n(%)]					17.00	0.009
<2 500	1(11.2)	4(44.4)	0	4(44.4)		
2 500~3999	85(16.7)	302(59.2)	49(9.6)	74(14.5)		
≥4 000	9(11.0)	38(46.3)	13(15.9)	22(26.8)		
父亲身高(cm) $\bar{x} \pm s$	175.1 ± 4.5	174.9 ± 4.4	174.9 ± 5.1	175.6 ± 4.3	0.76	0.519
母亲身高(cm) $\bar{x} \pm s$	162.8 ± 4.4	162.7 ± 4.7	162.7 ± 4.6	162.4 ± 4.9	0.17	0.919

测量指标	PBF 分组			χ^2/t	P 值
	低体脂	正常	高体脂		
性别[n(%)]				2.49	0.287
男	87(27.0)	150(46.6)	85(26.4)		
女	66(23.7)	148(53.0)	65(23.3)		
第二性征发育[n(%)]				47.11	<0.001
无	143(27.1)	277(52.5)	108(20.4)		
有	10(13.7)	21(28.8)	42(57.5)		
人均月收入(元)[n(%)]				5.77	0.449
<4 000	32(30.2)	51(48.1)	23(21.7)		
4 000~6 000	42(30.0)	64(45.7)	34(24.3)		
6 001~8 000	40(24.4)	81(49.4)	43(26.2)		
>8 000	39(20.4)	102(53.4)	50(26.2)		
出生体重(g)[n(%)]				12.69	0.013
<2 500	1(11.2)	4(44.4)	4(44.4)		
2 500~3 999	132(25.9)	264(51.8)	114(22.3)		
≥4 000	20(24.4)	30(36.6)	32(39.0)		
父亲身高(cm) $\bar{x} \pm s$	175.0 ± 4.6	175.1 ± 4.3	175.0 ± 4.7	0.03	0.973
母亲身高(cm) $\bar{x} \pm s$	162.9 ± 4.7	162.7 ± 4.6	162.4 ± 4.7	0.57	0.567

2.2 儿童 BMI、PBF 与 BAD 相关关系 Spearman 相关分析结果显示, BMI 与 PBF ($r = 0.88, P < 0.01$)、BMI 与 BAD ($r = 0.40, P < 0.01$)、PBF 与 BAD ($r = 0.36, P < 0.01$) 均成正相关。见表 2。

表 2 BMI、PBF 与 BAD 的 Spearman 相关分析

Table 2 The Spearman correlation analysis between BMI, PBF and BAD

变量	BMI	PBF	BAD
MI	1.00	0.88 ^a	0.40 ^a
PBF	0.88 ^a	1.00	0.36 ^a
BAD	0.40 ^a	0.36 ^a	1.00

注: a $P < 0.01$ 。

2.3 儿童 BMI、PBF 与骨龄发育的无序多分类 logistic 回归分析 以骨龄发育(骨龄发育正常 = 0, 骨龄发育提前 = 1, 骨龄发育落后 = 2) 为因变量进行无序多分类 logistic 回归分析, 结果显示, 调整协变量前, BMI 超重、肥胖, PBF 高体脂是骨龄发育提前的危险因素 ($OR = 8.34, 95\% CI: 4.29 \sim 16.22; OR = 3.28, 95\% CI: 1.38 \sim 7.81; OR = 3.65, 95\% CI: 2.02 \sim$

6.62), BMI 肥胖、PBF 低体脂是骨龄发育落后的保护因素 ($OR = 0.35, 95\% CI: 0.18 \sim 0.66; OR = 0.45, 95\% CI: 0.27 \sim 0.74$)。调整协变量性别、第二性征发育、人均月收入、出生体重、父亲身高、母亲身高后, BMI 肥胖、超重, PBF 高体脂增加了骨龄发育提前发生风险 ($OR = 10.10, 95\% CI: 4.83 \sim 21.12; OR = 3.78, 95\% CI: 1.53 \sim 9.33; OR = 3.79, 95\% CI: 2.01 \sim 7.13$), BMI 肥胖、PBF 高体脂是骨龄发育落后的保护因素 ($OR = 0.40, 95\% CI: 0.20 \sim 0.78; OR = 0.52, 95\% CI: 0.31 \sim 0.87$)。见表 3。

3 讨论

本研究中男童超重率 11.1%、女童超重率 9.3%, 男童肥胖 19.2%、女童肥胖率 14.0%, 男、女童超重率均低于 2019 年全国学生体质健康调研结果, 肥胖率均高于 2019 年全国学生体质健康调研结果^[13], 男童肥胖和超重率高于女童, 与国内其他研究一致^[14-16], 造成肥胖偏高检出率的原因可能是生活方式的改变, 运动减少以及抽样的不同等, 也说明我们在儿童肥胖方面的防控面临着巨大的挑战。本研

表 3 儿童 BMI、PBF 与骨龄发育的多分类 logistic 回归分析[OR 值(95% CI)]

Table 3 Multinomial logistic regression analysis of association between BMI, PBF and bone age[OR(95% CI)]

测量指标	骨龄发育提前		骨龄发育落后	
	调整前	调整后 ^a	调整前	调整后 ^a
BMI 分组				
正常	1.00	1.00	1.00	1.00
消瘦	-	-	1.33(0.84~2.11)	1.37(0.85~2.19)
超重	8.34(4.29~16.22) ^c	3.78(1.53~9.33) ^c	0.60(0.32~1.13)	0.66(0.34~1.27)
肥胖	3.28(1.38~7.81) ^c	10.10(4.83~21.12) ^c	0.35(0.18~0.66) ^c	0.40(0.20~0.78) ^c
PBF 分组				
正常	1.00	1.00	1.00	1.00
低体脂	0.10(0.01~0.72) ^b	0.10(0.01~0.71) ^b	1.19(0.79~1.78)	1.16(0.77~1.75)
高体脂	3.65(2.02~6.62) ^c	3.79(2.01~7.13) ^c	0.45(0.27~0.74) ^c	0.52(0.31~0.87) ^c

注:a 调整变量包括分类变量:性别、第二性征发育、人均月收入、出生体重;连续变量:父亲身高、母亲身高;b P<0.05, c P<0.01。“-”表示分组后儿童消瘦检出频率极低,数据未进行分析。

究结果显示儿童 PBF $M(P_{25}, P_{75})$ 为 17.9(13.6, 26.0), 低于广东 6~9 岁女童 PBF 中位数 18.4%^[17], 高于深圳 6~8 岁儿童 PBF 水平(男童 PBF 均值 15.89±7.48, 女童 PBF 均值为 16.75±6.91)^[16]。既往研究发现儿童超重肥胖与青春期发育提前明显相关^[18-19], 本研究中亦发现第二性征发育儿童超重、肥胖和高体脂率明显高于无第二性征发育儿童, 同时本研究发现出生体重>4 000 g 组儿童超重、肥胖和高体脂发生率明显高于正常出生体重组儿童, 提示应尽早进行营养干预。

BMI 和 PBF 是评价儿童超重肥胖的重要指标。本研究结果显示 BMI、PBF 均与 BAD 呈正相关; BMI 超重或肥胖骨龄发育提前风险显著高于 BMI 正常组。谢秋梅等^[20]采用病例对照研究发现肥胖组儿童骨龄发育提前的比例明显高于正常组儿童。王婷等^[21]研究发现, 青春期前单纯性肥胖儿童骨龄较实际年龄明显提前, 肥胖儿童骨龄年龄差与 BMI 呈正相关。高海涛等^[22]研究发现 6~12 岁儿童骨龄年龄差大于 13~15 岁儿童, 超重或肥胖儿童骨龄年龄差明显大于正常儿童, 与本研究结果基本一致。目前有关 PBF 对骨龄发育影响的研究较少, 刘慧然等^[23]研究发现 3~6 岁肥胖儿童体脂肪含量与骨龄发育显著相关, 骨龄越大, 脂肪量越高。程双喜等^[12]研究发现 7~8 岁青春期前儿童 PBF 与骨龄呈正相关, 肥胖组儿童骨龄和 PBF 均明显高于正常组儿童。本研究利用无序多分类 logistic 回归分析发现高体脂组儿童骨龄发育提前风险是正常体脂组儿童的 3.79 倍, 与上述研究结果相符。超重、肥胖和高 PBF 对骨龄发育提前的影响不容忽视, 临床需结合相关评估指标, 提前对儿童给予干预。

综上所述, BMI、PBF 与骨龄发育密切相关, BMI 越大, PBF 越高, 骨龄发育提前风险就越大。针对超重肥胖或高 PBF 儿童, 应及早进行营养干预, 同时密

切监测体重、体成分变化和骨龄发育情况。同时, 本研究存在一定局限性, 纳入研究对象仅选择城区 3 所学校的 3 年级儿童, 样本代表性受限; 其次, 本次研究为横断面研究, 无法判断各因素与骨龄发育的因果关联; 有关儿童 BMI 和 PBF 对骨龄发育的影响, 有待进一步纵向观察研究。

利益冲突声明 本研究不存在任何利益冲突

参考文献

[1] 国家卫生健康委疾病预防控制局. 中国居民营养与慢性病状况报告:2020 年[M]. 北京:人民卫生出版社,2021. The Bureau of Disease Control and Prevention of the National Health Commission. The nutrition and chronic diseases report for Chinese residents: 2020 [M]. Beijing: People's Medical Publishing House, 2021. (In Chinese)

[2] Anderson LN, Yoshida - Montezuma Y, Dewart N, et al. Obesity and weight change during the COVID - 19 pandemic in children and adults: A systematic review and meta - analysis[J]. Obesity Reviews, 2023, 24(5): e13550.

[3] 高海涛, 李阳, 李辉. 不同营养状况下儿童青少年骨龄发育提前或落后的风险分析[J]. 中国循证儿科杂志, 2020, 15(2): 114 - 117. Gao HT, Li Y, Li H. Risk analysis of early or late bone age development of children and adolescents with different nutritional status[J]. Chinese Journal of Evidence Based Pediatrics, 2020, 15(2): 114 - 117. (In Chinese)

[4] 刘冰雪, 龙也, 姜新萍. 4~16 岁儿童体质量指数对骨龄的影响[J]. 中国临床研究, 2023, 36(6): 904 - 907. Liu BX, Long Y, Jiang XP. Body mass index on bone age in children aged 4 - 16 [J]. Chinese Journal of Clinical Research, 2023, 36(6): 904 - 907. (In Chinese)

[5] De groot CJ, Van den berg A, Ballieux BEPB, et al. Determinants of advanced bone age in childhood obesity[J]. Hormone Research in Paediatrics, 2017, 87(4): 254 - 263.

[6] 王凌霄, 程若倩, 章淼滢, 等. 女童全身体脂比率与性早熟的关系[J]. 中国当代儿科杂志, 2020, 22(7): 762 - 767. Wang LX, Cheng RQ, Zhang MY, et al. Association of body fat ratio with precocious puberty in girls [J]. Chinese Journal of

- Contemporary Pediatrics, 2020, 22(7): 762-767. (In Chinese)
- [7] Haldar S, Chia SC, Henry CJ. Body composition in Asians and Caucasians; comparative analyses and influences on cardiometabolic outcomes[J]. *Advances in Food and Nutrition Research*, 2015, 75: 97-154.
- [8] 中华人民共和国卫生部. GB/T 26343-2010 学生健康检查技术规范[S]. 北京:中国标准出版社,2010.
Ministry of Health of the PRC. GB/T 26343-2010 Technical standard for physical examination for students [S]. Beijing: Standards Press of China, 2010. (In Chinese)
- [9] 中华人民共和国国家卫生和计划生育委员会. WS/T 586-2018 学龄儿童青少年超重与肥胖筛查[S]. 北京:中国标准出版社, 2018.
The National Health and Family Planning Commission of the People's Republic of China. WS/T 586-2018 Screening for overweight and obesity in school-age children and adolescents [S]. Beijing: Standards Press of China, 2018. (In Chinese)
- [10] 中华人民共和国国家卫生和计划生育委员会. WS/T 456-2014 学龄儿童青少年营养不良筛查[S]. 北京:中国标准出版社, 2014.
The National Health and Family Planning Commission of the People's Republic of China. WS/T 456-2014 Screening for malnutrition in school-age children and adolescents[S]. Beijing: Standards Press of China, 2014. (In Chinese)
- [11] 中华医学会儿科学分会内分泌遗传代谢学组,中华儿科杂志编辑委员会. 中枢性性早熟诊断与治疗专家共识(2022)[J]. *中华儿科杂志*,2023,61(1):16-22.
Endocrine Genetics and Metabolism Group, Pediatrics Branch of Chinese Medical Association, Editorial Committee of Chinese Journal of Pediatrics. Expert consensus on the diagnosis and treatment of central precocious puberty (2022) [J]. *Chinese Journal of Pediatrics*, 2023, 61(1): 16-22. (In Chinese)
- [12] 程双喜,钟秀玲,江转南,等. 7~8岁青春期前儿童体重和体成分与骨龄的关系[J]. *中国妇幼卫生杂志*,2021,12(3):72-74, 79.
Cheng SX, Zhong XL, Jiang ZN, et al. The relationship between weight, body composition and bone age of prepubertal children aged 7-8 years[J]. *Chinese Journal of Women and Children Health*, 2021, 12(3): 72-74, 79. (In Chinese)
- [13] 王洋,阿力木江·依米提·塔尔肯. 2000—2019年中国汉族7~18岁儿童青少年超重与肥胖变化趋势[J]. *卫生研究*,2023, 52(4):519-527.
Wang Y, Alimujiang · Yimiti · Taerken. Secular trend in overweight and obesity among Chinese children and adolescents of 7-18 years old during 2000-2019 [J]. *Journal of Hygiene Research*, 2023, 52(4): 519-527. (In Chinese)
- [14] 吕慧玲,王希,胡佳乐,等. 苏州市中小学生不同类型肥胖与青春发动时相的关联[J]. *中国学校卫生*,2023,44(12):1848-1852.
Lv HL, Wang X, Hu JL, et al. Association between different types of obesity and puberty timing in primary and secondary school students in Suzhou City [J]. *Chinese Journal of School Health*, 2023, 44(12): 1848-1852. (In Chinese)
- [15] 王艳,孙冰洁,赵海,等. 北京市中小学生学习营养状况及相关因素分析[J]. *中国学校卫生*,2024,45(2):188-192.
Wang Y, Sun BJ, Zhao H, et al. Nutritional status and its related factors among primary and secondary school students in Beijing City [J]. *Chinese Journal of School Health*, 2024, 45(2): 188-192. (In Chinese)
- [16] 张双霞. 深圳市儿童青少年肥胖及体脂分布与高尿酸血症的相关性研究[D]. 石河子:石河子大学,2023.
Zhang SX. Correlation study between obesity and body fat distribution and hyperuricemia in children and adolescents in Shenzhen [D]. Shihezi: Shihezi University, 2023. (In Chinese)
- [17] 赖欣. 广东中山6~9岁女孩体脂率和青春早期发育之间的关系[D]. 广州:南方医科大学,2022.
Lai X. Association between body fat rate and early pubertal development in girls aged 6-9 years in Zhongshan, Guangdong [D]. Guangzhou: Southern Medical University, 2022. (In Chinese)
- [18] Mamun AA, Hayatbakhsh MR, O'Callaghan M, et al. Early overweight and pubertal maturation - pathways of association with young adults' overweight: a longitudinal study [J]. *International Journal of Obesity*, 2009, 33(1): 14-20.
- [19] 管佩钰,王宏,郭靖,等. 重庆市儿童青少年青春发动时相与肥胖及体成分的关系[J]. *卫生研究*,2016,45(4):568-573.
Guan PY, Wang H, Guo J, et al. Correlation of pubertal timing, obesity, and body composition of children and adolescents in Chongqing City [J]. *Journal of Hygiene Research*, 2016, 45(4): 568-573. (In Chinese)
- [20] 谢秋梅,陈艳琳,余婉燕,等. 某院儿童保健门诊肥胖儿童骨龄发育状况分析[J]. *中国妇幼卫生杂志*,2022,13(5):30-33.
Xie QM, Chen YL, Yu WY, et al. Bone age development among obese children from a child health care clinic [J]. *Chinese Journal of Women and Children Health*, 2022, 13(5): 30-33. (In Chinese)
- [21] 王婷,潘嘉严,夏维. 青春期前单纯性肥胖儿童骨龄、血清胰岛素生长因子-1水平与BMI的关系[J]. *川北医学院学报*, 2021,36(10):1302-1304, 1318.
Wang T, Pan JY, Xia W. Relationship between bone age, serum insulin growth factor-1 level and BMI in simple obese children before puberty [J]. *Journal of North Sichuan Medical College*, 2021, 36(10): 1302-1304, 1318. (In Chinese)
- [22] 高海涛,王曦,许琪,等. 儿童超重和肥胖与骨龄发育的相关性研究[J]. *中国儿童保健杂志*,2021,29(7):767-771.
Gao HT, Wang X, Xu Q, et al. Correlation of bone age with overweight and obesity in children [J]. *Chinese Journal of Child Health Care*, 2021, 29(7): 767-771. (In Chinese)
- [23] 刘慧然,陆大江. 3~6岁肥胖儿童身体素质体成分与骨龄发育的关系[J]. *中国学校卫生*,2018,39(9):1354-1356.
Liu HR, Lu DJ. Physical fitness, body composition and bone age among 3-6 years old obese children [J]. *Chinese Journal of School Health*, 2018, 39(9): 1354-1356. (In Chinese)