

· 临床研究 ·

4~16 岁儿童体质量指数对骨龄的影响

刘冰雪, 龙也, 姜新萍

娄底市中心医院儿童保健康复中心, 湖南 娄底 417000

摘要: **目的** 调查分析娄底市 4~16 岁儿童骨龄的发育特点, 探讨体质量指数(BMI)与骨龄状态的关系, 研究营养状态对儿童生长发育的影响。 **方法** 选取 2020 年 3 月至 2022 年 3 月期间于娄底市中心医院完成骨龄检查的共计 7 222 名 4~16 岁儿童的相关资料进行回顾性分析, 比较在各年龄段、不同性别分组下 BMI 对骨龄的影响。 **结果** 不同 BMI 分组下儿童的骨龄与实际年龄差值(BAD)比较差异有统计学意义($P<0.05$), 超重肥胖儿童中, 女童的 BAD 水平有高于同年龄段男童趋势, 但仅在 7~11 岁年龄段男女童之间差异有统计学意义($P<0.01$); 在消瘦儿童中, 男童 BAD 水平有低于同年龄段女童的趋势, 但仅在 12 岁~年龄段男女童之间差异有统计学意义($P<0.01$)。 **结论** 在某些年龄段, 超重和肥胖对女童的骨龄超前的影响更大, 消瘦引起男童骨龄落后的程度高于女童。

关键词: 骨龄; 体质量指数; 儿童; 消瘦; 超重; 实际年龄; 性别

中图分类号: R179 **文献标识码:** B **文章编号:** 1674-8182(2023)06-0904-04

Body mass index on bone age in children aged 4-16

LIU Bingxue, LONG Ye, JIANG Xinping

Department of Children's Health Care, Loudi Central Hospital, Loudi, Hunan 417000, China

Corresponding author: JIANG Xinping, E-mail: 37787542@qq.com

Abstract: Objective By analyzing the developmental characteristics of bone age in children aged 4-16 in Loudi City, to explore the relationship between body mass index(BMI) and bone age to study the impact of nutritional status on children's growth and development. **Methods** A retrospective analysis was conducted on the relevant data of a total of 7 222 children aged 4-16 who underwent bone age examinations at Loudi Central Hospital from March 2020 to March 2022 to compare the impact of BMI on bone age in different age-gender groups. **Results** There was a statistical difference in BAD [difference between bone age and chronological age] among different BMI groups($P<0.01$). Among overweight and obese children, the BAD level of girls tended to be higher than that of boys of the same age group, but the difference was statistically significant only between boys and girls aged 7-11 years ($P<0.01$). Among emaciated children, the BAD level of boys tended to be lower than that of girls of the same age group, but the difference was statistically significant only between boys and girls aged 12 years old ($P<0.01$). **Conclusion** In some age groups, overweight and obesity have a greater impact on the advanced bone age of girls, and weight loss is more likely to causes delayed BA in boys.

Keywords: Bone age; Body mass index; Children; Wasting; Overweight; Chronological age; Gender

Fund program: Hospital Level Scientific Research Project of Loudi Central Hospital(Y2020-25)

在体格发育监测中,骨龄和匀称度是两个主要的评估内容。骨龄能反映个体所处的生长发育阶段和营养及疾病状况,故常用于儿童生长发育状况的评估和成年身高的预测^[1]。体质量指数(BMI)反映了体

型匀称度,多用于人群的营养评价^[2]。多项研究表明,肥胖儿童的 BMI 与骨龄发育状态呈正相关^[3-4],但对正常体型及消瘦儿童的骨龄发育研究较少。本研究以娄底市 4~16 岁儿童为对象,探讨 BMI 与骨龄

DOI: 10.13429/j.cnki.cjcr.2023.06.020

基金项目: 娄底市中心医院院级科研项目(Y2020-25)

通信作者: 姜新萍, E-mail: 37787542@qq.com

出版日期: 2023-06-20

在不同年龄、性别下的关系。

1 对象与方法

1.1 对象来源 选取2020年3月至2022年3月就诊于娄底市中心医院并完成骨龄评估的7 222例4~16岁儿童为研究对象。其中男3 851例,女3 371例,年龄(9.72±2.55)岁。排除标准:(1)骨骺已完全闭合;(2)参与者资料不齐全。

1.2 方法

1.2.1 体格指标 采用标准化测量工具测量身高和体重,身高精确到0.1 cm,体重精确度为0.1 kg。BMI=体重(kg)/身高(m)²,为避免性别和年龄因素的影响,参照2009年版中国0~18岁儿童体块指数的生长曲线计算研究对象的BMI百分位^[5],并进行分组。

1.2.2 骨龄评价 采用TW3计分法评价。骨龄评估由两名医生进行交叉、盲法读片和随机复读。如同一种方法两人评估结果相差≤0.3时取均值,>0.3时两人协商复评,以复评结果为最终结果。骨龄与实际年龄差值(BAD)=骨龄-实际年龄。BAD在±1岁以内为正常发育,BAD>1为发育提前,BAD<-1为发育落后。

1.2.3 分组 根据BMI百分位数进行分组:肥胖组(BMI≥95%,n=1 081),超重组(85%≤BMI<95%,n=844),正常体型组(5%≤BMI<85%,n=5 029),消瘦组(BMI<5%,n=268)^[6-7]。

1.3 统计学方法 采用SPSS 25.0软件进行统计分析。对符合正态分布的计量资料连续变量用 $\bar{x}\pm s$ 表示,两组间比较采用*t*检验,多组间比较采用方差分析。*P*<0.05为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 不同性别儿童BAD比较 不同BMI组儿童BAD比较差异有统计学意义(*P*<0.01)。不同BMI组男性与女性儿童BAD比较差异有统计学意义(*P*<

0.05)。见表1。

2.2 不同年龄超重肥胖儿童BAD 超重肥胖儿童BAD在7~11岁年龄段的女童骨龄超前的水平明显高于男童(*P*<0.05)。见表2。

2.3 不同年龄组消瘦儿童BAD 不同性别的消瘦儿童BAD比较,男童骨龄落后程度大于女童,其中12岁~组差异有统计学意义(*P*<0.01)。见表3。

3 讨论

人的生长发育具有一定的规律性,骨骼系统也是如此,其规律体现在骨化速度、骨骼形态、骨化中心与骨骺的关系上。骨龄评估利用左手的X线来观察骨骼的成熟程度,在了解儿童青少年的生长发育阶段、疾病诊断与治疗监测以及成年身高的生长趋势判断等方面具有较大意义^[8]。多项研究表明,骨骼发育除了受遗传因素的影响以外,同时还受到内分泌、疾病、运动、营养等多方面因素的影响^[9-10]。由于营养的影响贯穿了儿童生长发育的全程,且营养干预相对更容易实施,因此了解营养状态与骨发育成熟度的关系从科学养育的角度来看意义重大。体格发育可以最直接反映儿童的营养状况^[11]。本研究以BMI作为营养状态的评价标准,参照全国性标准化的数据对调查对象进行BMI分组,着重探讨各年龄段、不同性别分组下BMI对骨龄的影响。

3.1 BMI对BAD的影响 本研究发现BAD与BMI百分位水平整体呈正相关趋势,BAD均数随着BMI水平增加而增加。这与叶静萍等^[12]研究结果相符。为了解BMI对正常体型儿童的影响,本研究将BMI正常组进行中位数以上和中位数以下做区分对照,结果显示两组别儿童的BAD均数变化与BMI水平亦符合正相关趋势。BMI水平越高,脂肪组织在体成分中的占比越大,而脂肪组织的快速增加是导致骨龄快速进展的相关因素^[13]。因此,需注意监测儿童的体重变化,避免过快的体重增长导致骨龄提前成熟。

表1 不同BMI组不同性别儿童BAD比较 (岁, $\bar{x}\pm s$)
Tab. 1 Comparison of the BAD between different gender and BMI group (year, $\bar{x}\pm s$)

BMI百分位	男性				女性				<i>t</i> 值 ^a	<i>P</i> 值 ^a	
	例数	骨龄	年龄	BAD	例数	骨龄	年龄	BAD			
≥95%	480	10.36±3.05	9.84±2.55	0.52±1.34	601	10.29±2.39	9.13±1.76	1.16±1.31	7.891	<0.001	
85%≤BMI<95%	384	10.76±3.25	10.62±2.63	0.14±1.35	460	10.38±2.57	9.52±1.97	0.86±1.27	7.998	<0.001	
50%≤BMI<85%	1 099	9.91±3.44	10.19±2.93	0.28±1.28	1 152	9.42±2.70	9.17±2.16	0.25±1.26	9.891	<0.001	
5%≤BMI<50%	1 711	9.27±2.94	10.20±2.76	-0.93±1.21	1 067	8.56±2.67	9.01±2.30	-0.44±1.22	10.292	<0.001	
<5%	177	8.79±2.49	10.30±2.75	-1.51±1.09	91	8.47±2.86	9.45±2.73	-0.97±1.19	3.731	<0.001	
<i>F</i> 值									191.429	209.464	
<i>P</i> 值									<0.001	<0.001	

注:^a为男性与女性BAD比较结果。

表2 不同年龄组超重肥胖儿童 BAD 比较 (岁)

Tab. 2 Comparison of the overweight and obese childrens BAD between different age groups (year)

组别	男性 BAD				女性 BAD				t 值	P 值
	例数	$\bar{x}\pm s$	最大	最小	例数	$\bar{x}\pm s$	最大	最小		
4岁~	37	0.49±1.44	4.86	-2.27	16	0.45±1.04	2.16	-1.40	-0.086	0.932
5岁~	40	-0.04±0.86	1.53	-1.72	46	-0.24±1.19	2.77	-1.97	-0.896	0.373
6岁~	43	-0.11±1.02	4.70	-1.52	54	0.34±1.41	3.38	-1.99	1.828	0.071
7岁~	62	-0.25±1.33	4.16	-2.78	124	0.64±1.44	3.14	-3.25	4.072	<0.001
8岁~	79	0.05±1.55	3.93	-3.05	210	1.23±1.38	4.14	-2.56	5.968	<0.001
9岁~	109	0.17±1.38	4.09	-2.56	226	1.19±1.35	3.84	-3.46	6.448	<0.001
10岁~	118	0.42±1.39	4.47	-3.94	194	1.42±0.98	3.56	-1.82	6.772	<0.001
11岁~	140	0.47±1.31	3.68	-2.63	128	1.20±0.91	3.22	-1.41	5.279	<0.001
12岁~	116	0.80±1.44	4.00	-3.70	52	0.84±1.12	2.72	-2.99	0.153	0.879
13岁~	80	0.74±1.23	2.97	-3.09	6	0.52±0.84	1.51	-0.67	-0.438	0.663
14岁~	36	0.45±1.02	2.17	-2.13	3	0.21±1.00	0.82	-0.94	-0.339	0.692
15岁~	4	0.09±0.46	0.48	-0.59	2				-2.461	0.070
总计	864	0.35±1.36	4.86	-3.94	1 061	1.03±1.30	4.14	-3.46	11.179	<0.001

表3 不同年龄组消瘦儿童 BAD 比较

Tab. 3 Comparison of the thinner's BAD between different age groups

组别	男性 BAD				女性 BAD				t 值	P 值
	例数	$\bar{x}\pm s$	最大	最小	例数	$\bar{x}\pm s$	最大	最小		
4岁~	17	-0.27±0.82	2.58	-1.02	13	-0.69±0.70	0.43	-1.69	-1.489	0.148
5岁~	0				1					
6岁~	8	-1.82±0.82	-0.33	-2.83	8	-1.00±1.09	0.35	-2.69	1.710	0.109
7岁~	13	0.94±1.12	0.73	-2.47	7	0.10±1.83	3.01	-1.32	1.580	0.131
8岁~	21	-1.31±0.75	-0.01	-2.40	9	-0.84±1.85	2.55	-2.98	0.746	0.474
9岁~	15	-1.83±0.80	-0.34	-3.69	13	-1.52±1.12	-0.39	-3.86	0.854	0.401
10岁~	28	-1.28±1.03	0.39	-4.12	11	-1.47±0.89	-0.06	-3.18	-0.542	0.591
11岁~	21	-1.55±1.09	-0.22	-3.48	9	-1.03±0.84	0.44	-2.24	1.347	0.189
12岁~	22	-1.95±0.84	0.27	-3.29	13	-0.95±0.90	0.30	-2.89	3.323	0.002
13岁~	20	-2.34±1.22	0.61	-4.41	2				1.431	0.168
14岁~	8	-2.00±1.09	-0.89	-4.13	5	-0.88±1.66	0.82	-2.69	1.484	0.166
15岁~	4	-1.76±0.91	-0.96	-3.04	0					
总计	177	-1.51±1.09	2.58	-4.41	91	-0.97±1.19	3.01	-3.86	3.731	<0.001

3.2 超重和肥胖对 BAD 的影响及性别差异 结果显示超重和肥胖儿童除男童 5~7 岁组和女童 5~ 组外,其他组别的儿童 BAD 均值均>0,这可能是由于超重和肥胖儿童体内的胰岛素、硫酸脱氢表雄酮等激素水平与正常儿童存在不同,从而更容易导致骨龄提前^[14]。本研究结果显示在 7~11 岁阶段超重肥胖男童 BAD 小于女童,且 8~11 岁组女童 BAD 均值>1,说明超重和肥胖因素对女童骨龄超前所产生的影响大于男童,这个结果与高海涛等^[15]的结论相似。国内外众多研究表明女性的青春期发育较男性提前 1~2 年,女童 BMI 与较早的青春期启动呈正相关关系,而肥胖男童常有青春期发育滞后现象^[15-16]。因此本研究中~11 岁阶段超重肥胖女童骨龄超前明显高于男童的结果可能与青春期内分泌激素水平变化有关。由于本研究未能将性发育状态进行记录,该结论还有待进一步研究。

3.3 消瘦对 BAD 影响及性别差异 本研究结果中各年龄组消瘦儿童的 BAD 均值均<0,提示各年龄段的骨龄均值均落后于实际年龄。消瘦儿童的性别比较中,男童骨龄落后程度明显大于女童,其中男童平均骨龄较实际年龄落后 1.5 年,女童落后约 1 年,这与 Kumar 等^[17]研究显示消瘦女童平均骨龄落后 1.6 岁、消瘦男童骨龄落后约 1.0 岁的结论不完全一致,这可能与采取的骨龄评估方法及人群差异、评价标准不同有关。国内外研究均表明消瘦儿童整体存在骨龄落后的风险^[17-18]。分析其可能原因是消瘦儿童长期存在较低水平的能量摄入而导致骨骼生长迟缓或受限,提示对消瘦儿童进行营养干预时除了常规的体格测量外,还需监测骨龄变化。

综上所述,营养状态对儿童的骨骼发育及成熟度有较大的影响,尤其需要关注肥胖和超重女童及消瘦男童的骨龄发展趋势。本研究为横断面调查,对临床

工作具有一定指导意义,营养状态对成年终身高的影响有待进一步纵向追踪观察。

利益冲突 无

参考文献

- [1] 龙也,刘冰雪,周慧明,等.2 387例儿童青少年骨龄调查分析[J].中国实用医药,2022,17(18):169-172.
Long Y, Liu BX, Zhou HM, et al. Investigation and analysis of bone age of 2 387 children and adolescents [J]. China Pract Med, 2022, 17(18): 169-172.
- [2] 中华医学会儿科学分会内分泌遗传代谢学组,中华医学会儿科学分会儿童保健学组,中华儿科杂志编辑委员会.儿童体格发育评估与管理临床实践专家共识[J].中华儿科杂志,2021,59(3):169-174.
Endocrinology, Genetics and Metabolism Group of Pediatrics Branch of Chinese Medical Society, Child Health Care Group of Pediatrics Branch of Chinese Medical Society, Editorial Committee of Chinese Journal of Pediatrics. Expert consensus on clinical practice of assessment and management of childhood physical development [J]. Chin J Pediatr, 2021, 59(3): 169-174.
- [3] de Groot CJ, van den Berg A, Ballieux BEPB, et al. Determinants of advanced bone age in childhood obesity [J]. Horm Res Paediatr, 2017, 87(4): 254-263.
- [4] 陈永花,王春林.肥胖儿童骨龄提前相关因素分析[J].医学信息,2022,35(7):73-78.
Chen YH, Wang CL. Analysis of related factors of early bone age in obese children [J]. J Med Inf, 2022, 35(7): 73-78.
- [5] 李辉,季成叶,宗心南,等.中国0~18岁儿童、青少年体格指数的生长曲线[J].中华儿科杂志,2009,47(7):493-498.
Li H, Ji CY, Zong XN, et al. Body mass index growth curves for Chinese children and adolescents aged 0 to 18 years [J]. Chin J Pediatr, 2009, 47(7): 493-498.
- [6] 国家卫生和计划生育委员会.学龄儿童青少年营养不良筛查:WS/T456-2014[S].北京:中国标准出版社,2014.
National Health and Family Planning Commission. Screening standard for malnutrition of school-age children and adolescents: WS/T 456-2014 [S]. Beijing: Standards Press of China, 2014.
- [7] Grossman DC, Bibbins-Domingo K, Curry SJ, et al. Behavioral counseling to promote a healthful diet and physical activity for cardiovascular disease prevention in adults without cardiovascular risk factors: us preventive services task force recommendation statement [J]. JAMA, 2017, 318(2): 167-174.
- [8] 刘宗才,吴锦华,王荣品,等.深度学习骨龄评测系统对贵州省儿童及青少年骨龄测评的准确性[J].中国医学影像技术,2019,35(12):1799-1803.
Liu ZC, Wu JH, Wang RP, et al. Accuracy of deep learning based bone age assessment system of children and adolescents in Guizhou [J]. Chin J Med Imaging Technol, 2019, 35(12): 1799-1803.
- [9] 张忠,郭淳,赵越,等.儿童青少年的骨密度与骨龄发育的关系[J].中国骨质疏松杂志,2021,27(9):1303-1307,1328.
Zhang Z, Guo C, Zhao Y, et al. Exploration of the relationship between bone mineral density and bone age development in children and adolescents [J]. Chin J Osteoporos, 2021, 27(9): 1303-1307, 1328.
- [10] 陈杰生,秦瑛,李思瑶,等.儿童身高促进中骨龄评价—环境干预的价值探析[J].中国实用医药,2021,16(2):104-105.
Chen JS, Qin Y, Li SY, et al. Evaluation of bone age in children's height promotion—analysis of the value of environmental intervention [J]. China Pract Med, 2021, 16(2): 104-105.
- [11] 许晓琴,章建伟,陈瑞敏,等.中国儿童体质指数与性发育水平的关系[J].中华儿科杂志,2022,60(4):311-316.
Xu XQ, Zhang JW, Chen RM, et al. Relationship between body mass index and sexual development in Chinese children [J]. Chin J Pediatr, 2022, 60(4): 311-316.
- [12] 叶静萍,刘芳,唐曹丽,等.儿童骨龄与体重指数的相关分析研究[J].医学研究杂志,2021,50(4):105-109.
Ye JP, Liu F, Tang CL, et al. Association between bone age and body mass index in children [J]. J Med Res, 2021, 50(4): 105-109.
- [13] 刘华.3~10岁儿童体成分增速对骨龄发育的前瞻性研究[J].中华实用儿科临床杂志,2017,32(23):1806-1809.
Liu H. Prospective study on effect of body composition increase on bone age development in children aged 3 to 10 years [J]. Chin J Appl Clin Pediatr, 2017, 32(23): 1806-1809.
- [14] Lee H, Shim Y, Jeong H, et al. The association between bone age advancement and insulin resistance in prepubertal obese children [J]. Exp Clin Endocrinol Diabetes, 2015, 123(10): 604-607.
- [15] 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]. Chin J Child Health Care, 2021, 29(7): 767-771.
- [16] 包玉欣,杨明喆,段若男,等.超重肥胖、体成分与女生青春期发育的关系[J].卫生研究,2016,45(2):288-292.
Bao YX, Yang MZ, Duan RN, et al. Relationship between overweight and obesity, body composition and adolescent development of female students [J]. J Hyg Res, 2016, 45(2): 288-292.
- [17] Kumar V, Venkataraghavan K, Krishnan R, et al. The relationship between dental age, bone age and chronological age in underweight children [J]. J Pharm Bioallied Sci, 2013, 5(Suppl 1): S73-S79.
- [18] 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]. Chin J Evid Based Pediatr, 2020, 15(2): 114-117.

收稿日期:2022-12-13 修回日期:2023-01-10 编辑:王宇