

苏州市 0-6 岁儿童骨密度调查及其与 25 羟维生素 D 关系研究

孔锐 宋媛 叶侃* 孟玉梅 周琴

苏州市立医院儿童保健科,江苏 苏州 215002

中图分类号: R68 文献标识码: A 文章编号: 1006-7108(2018) 09-1219-06

摘要: **目的** 探究苏州市 0-6 岁儿童骨密度状况和影响因素及其与 25 羟维生素 D 关系,为预防儿童骨密度不足提供科学依据。**方法** 选择苏州地区 0-6 岁儿童 481 名作为研究对象进行体格测量和相关问卷调查,并采用免疫层析法测定血清 25 羟维生素 D 水平和应用定量超声仪检测骨密度。**结果** (1)定量超声骨密度 Z 值平均水平为 -0.03 ± 0.87 ,骨密度不足者 57 名(11.90%)。(2)单因素分析结果显示年龄($\chi^2 = 10.38, P < 0.001$)、肉类($t = 3.01, P = 0.003$)摄入和蛋类摄入($t = 2.15, P = 0.036$)、睡眠时间($\chi^2 = 8.63, P = 0.013$)、BMI($\chi^2 = 11.89, P = 0.003$)、维生素 D 营养状况($\chi^2 = 18.37, P < 0.001$)与儿童骨密度水平有关。(3)二元 logistic 回归分析显示肥胖(BMI > 18)是影响儿童骨密度危险因素(OR = 4.730, $P = 0.003$),维生素 D 充足是其保护因素(OR = 0.133, $P < 0.001$)。(4)血清 25 羟维生素 D 水平和骨密度值之间存在正性直线相关关系($P < 0.001$)。**结论** 1 岁内婴儿是防治儿童骨强度不足主要人群,且学龄前儿童骨密度监测工作不可忽视。防治肥胖和合理维生素 D 补充有利于提高儿童骨密度,促进骨骼健康发展。

关键词: 骨密度;25 羟维生素 D;儿童;影响因素

Analysis of bone mineral density and its relationship with 25-hydroxyvitamin D in children of 0-6 years old in Suzhou

KONG Rui, SONG Yuan, YE Kan*, MENG Yumei, ZHOU Qin

Department of Child Health, Suzhou Municipal Hospital, Suzhou 215002, China

* Corresponding author; YE Kan, Email: yekan001@163.com

Abstract: **Objective** To investigate the status of bone mineral density (BMD) among 0-6 years old children in Suzhou, and its influencing factors and the relationship with 25-hydroxyvitamin D, which could provide scientific evidence for preventing BMD deficiency in children. **Methods** A total of 481 healthy 0-6 years old children were recruited from Suzhou. Anthropometric indices and the related questionnaire investigation were conducted among all the participants. Serum 25-hydroxyvitamin D level was measured using colloidal gold immunochromatography and BMD was measured using quantitative ultrasound. **Results** (1) The means and standard deviations of Z-scores were -0.03 ± 0.87 . Fifty-seven children (11.9%) had BMD deficiency. (2) Univariate analysis revealed that age ($\chi^2 = 10.38, P < 0.001$), meat ($t = 3.01, P = 0.003$), egg ($t = 2.15, P = 0.036$) consumption per week, sleeping time ($\chi^2 = 8.63, P = 0.013$), BMI ($\chi^2 = 11.89, P = 0.003$), and vitamin D status ($\chi^2 = 18.37, P < 0.001$) were associated with BMD. (3) The result of bivariate regression analysis showed that obesity (BMI > 18) was the risk factor of BMD (OR = 4.730, $P = 0.003$). Meanwhile, the protective factor of BMD was vitamin D status (OR = 0.133, $P < 0.001$). (4) There was a positive linear correlation between 25-hydroxyvitamin D and BMD ($P < 0.001$). **Conclusion** The infants aged 0-1 years old are the most important population of BMD deficiency. It could not to be ignored to monitor BMD deficiency among preschoolers. Prevention and treatment of obesity and appropriate vitamin D supplementation may be beneficial to improve BMD and to promote bone health.

Key words: BMD; 25-hydroxyvitamin D; children; influencing factors

基金项目: 苏州市科技局项目(SYSD2017104)

* 通信作者: 叶侃, Email: yekan001@163.com

骨密度即骨矿密度(bone mineral density, BMD)是指单位面积骨矿物质的含量,其是评估骨钙含量、缺乏状况及其治疗效果等重要客观指标^[1]。定量

超声检测技术因其安全、快捷、无痛苦等优势,是目前在临床中作为评估婴幼儿骨矿物质水平的最主要手段。儿童期骨密度增长情况,是影响成年期获得骨峰值关键因素。成年期骨峰值高会降低成年后骨质疏松性骨折发病风险。且儿童期生长发育速率快,是发生骨强度不足的高危人群^[2,3]。然而关于目前苏州市儿童骨密度水平状况和重要影响因素研究较少见。此外,目前国内外针对儿童肥胖^[4]、25-(OH)D₃(25 羟维生素 D)水平^[5]与骨密度之间关系仍存在较大的争议。故本研究对苏州地区 481 名 0-6 岁儿童进行骨密度调查分析并对 25-(OH)D₃与骨密度的关系进行探究,以期了解该地区儿童骨密度状况和相关影响因素及探讨 25-(OH)D 和骨密度的相关性在评价儿童骨代谢状况中的应用,为预防儿童骨强度不足提供参考依据。

1 对象与方法

1.1 对象

选取 2016 年 7 月-2017 年 1 月在苏州市立医院儿童保健科进行健康检查的 0-6 岁儿童 481 名为研究对象。所有受检儿童均无近期感染、胃肠/肝肾功能异常、代谢疾病、骨骼疾病等。所有参与本研究的儿童家长对研究内容知情,并签署知情同意书。

1.2 方法

1.2.1 骨密度检测:通过以色列 Sunlight 公司生产的 Ominisense7000 超声骨强度仪检测儿童骨密度。测量部位为儿童左侧胫骨远端 1/3 处。以同年龄、同性别亚洲儿童 SOS 的 Z 值评分作为判定标准:Z > -1.0 为骨密度正常, -1.5 < Z ≤ -1 为骨密度轻度不足, -2 < Z ≤ -1.5 为骨密度中度不足, Z < -2 为骨密度重度不足。

1.2.2 血清 25-(OH)D 检测:采集末梢手指血保存于 4°C 冰箱,分离血清。使用胶体金免疫层析法检测血清 25-(OH)D₃ 浓度。检测试剂盒由普迈德(北京)科技有限公司提供。所有标本均在一周之内完成检测。检测人员经过专门培训并严格按照仪器和试剂说明书进行检测。维生素 D (VitD) 营养状况判定标准:血清 25-(OH)D₃ 水平 < 50 nmol/L 为维生素 D 缺乏; 50-75 nmol/L 为维生素 D 不足; 75-250 nmol/L 为维生素 D 充足; 250-375 nmol/L 为维生素 D 过量, > 375 nmol/L 过量为维生素 D 中毒。

1.2.3 问卷调查和体格测量:参加本研究的医务人员均经统一培训,对儿童基本情况和骨健康相关因素如膳食摄入情况、睡眠情况等进行调查,并严格按照规范标准测量儿童身高/高和体重。

1.3 统计方法

计量资料以均值 ± 标准差 ($\bar{x} \pm s$) 描述,两组或多组间计量资料比较应用 *t* 检验或单因素方差分析。计数资料组间分布比较采用 χ^2 检验。运用二元 logistic 回归分析骨密度的重要影响因素。变量间相关性分析采用直线回归分析。所有统计分析均采用 SPSS17.0 软件包实现且采用双侧检验,检验水准 $\alpha = 0.05$ 。

2 结果

2.1 苏州市 0-6 岁儿童骨密度状况

本研究共纳入研究对象 481 名儿童,其中男性 239 名和女性 242 名。定量超声骨密度 SOS 平均水平为 3343.24 ± 197.94, Z 值平均水平为 -0.03 ± 0.87。骨密度正常 424 名 (88.10%), 骨密度不足者 57 名 (11.90%), 其中轻度不足者 36 名 (7.50%), 中度不足者 17 名 (3.50%), 重度不足者 4 名 (0.80%)。因骨密度中度不足和严重不足的检出率低,故进行统计分析时将这两组与骨密度轻度不足组进行合并,统称为骨密度异常组。0-1 岁和 3-6 岁组儿童骨密度异常检出率较高,组间差异具有统计学意义 ($\chi^2 = 10.38, P < 0.001$)。不同性别间儿童骨密度差异无统计学意义 ($\chi^2 = 0.90, P = 0.349$),见表 1。

2.2 儿童骨密度状况影响因素分析

单因素分析结果显示肉类和蛋类每周摄入次数、睡眠时间、体质指数 BMI、血清维生素 D 水平与儿童骨密度水平有关 ($P > 0.05$)。骨密度正常组儿童每周肉类、蛋类食用次数多于骨密度异常组 (P 均大于 0.05)。BMI > 18 儿童骨密度异常检出率 (23%) 高于其他两组,差异具有统计学意义 ($P = 0.003$)。随着维生素 D 水平增加,骨密度异常检出率呈下降趋势 ($P < 0.001$)。

多元回归结果显示,肥胖 (BMI > 18) 是影响儿童骨密度危险因素 (OR = 4.730, $P = 0.003$),而充足维生素 D 水平是其保护因素 (OR = 0.133, $P < 0.001$)。见表 3。

表 1 不同年龄和性别儿童骨密度比较

Table 1 Comparison of BMD among different age and sex groups

变量	骨密度异常组	骨密度正常组	χ^2 值	P 值
年龄				
0-1 岁	12(16.0)	63(84.0)	10.38	<0.001
1-3 岁	8(5.1)	150(94.9)		
3-6 岁	37(14.9)	211(85.1)		
性别				
男	25(10.5)	214(89.5)	0.90	0.349
女	32(13.2)	210(86.8)		

表 2 影响儿童骨密度单因素分析

Table 2 Univariate analysis of BMD in children

变量		骨密度异常组	骨密度正常组	χ^2 值	P 值
肉类次/周		3.5 ± 1.7	4.4 ± 2.2	3.01	0.003
蛋类次/周		4.3 ± 1.9	5.0 ± 2.2	2.15	0.036
年龄分组	睡眠时间				
<2 岁	<10 h	2(15.4)	11(84.6)	0.95	0.621
	10-12 h	4(7.7)	48(92.3)		
	>12 h	11(12.1)	80(87.9)		
>2 岁	<10 h	28(18.1)	127(81.9)	8.63	0.013
	10-12 h	10(7.2)	128(92.8)		
	>12 h	2(7.1)	26(92.9)		
BMI(kg/cm ²)	<15	7(6.5)	101(93.5)	11.89	0.003
	15-18	33(11.1)	265(88.9)		
	>18	17(23.0)	57(77.0)		
维生素 D 水平	缺乏	11(34.4)	21(65.6)	18.37	<0.001
	不足	36(11.6)	275(88.4)		
	充足	10(7.2)	128(92.8)		

表 3 儿童骨密度影响因素二元 logistic 回归分析

Table 3 Bivariate regression analysis of risk factors of BMD in children

变量		β	SE	Wald	P	OR(95% CI)
常量		-1.195	0.525	5.193	0.023	-
年龄	3-6 岁	-	-	5.570	0.062	-
	0-1 岁	0.230	0.434	0.281	0.596	1.259(0.537-2.950)
	1-3 岁	-0.865	0.425	4.145	0.042	0.421(0.183-0.968)
BMI	<15	-	-	10.546	0.005	-
	15-18	0.625	0.447	1.954	0.162	1.868(0.778-4.486)
	>18	1.554	0.515	9.106	0.003	4.730(1.724-12.977)
维生素 D 水平	缺乏	-	-	13.321	0.001	-
	不足	-1.347	0.435	9.611	0.002	0.260(0.111-0.609)
	充足	-2.017	0.571	12.457	<0.001	0.133(0.043-0.408)

2.3 儿童血清 25-(OH)D₃ 水平与骨密度的关系

维生素 D 缺乏组和不足组的骨密度 Z 值明显低于维生素 D 充足组,差异具有统计学意义($F = 23.09, P < 0.001$)。维生素 D 缺乏组和不足组的骨密度异常检出率高于维生素 D 充足组,差异亦具有统计学意义($\chi^2 = 18.37, P < 0.001$)。具体见表 4。线性回归分析发现血清 25-(OH)D₃ 水平和骨密度值之间存在直线回归关系($F = 26.09, P < 0.001$),且直线回归方程为:骨密度 Z 值 = -0.802

+0.035 × VitD₃。

3 讨论

骨密度是反映骨健康和钙营养状况的重要指标。定期开展儿童骨密度监测可为指导维生素 D 和钙剂补充和监测干预效果提供依据,且对于预防儿童期佝偻病、骨质软化症、成年期骨质疏松骨折有着重要的保健意义。

表 4 不同血清 25-(OH)D₃ 水平儿童的骨密度情况

Table 4 BMD status in children with different 25-hydroxyvitamin D levels

组别	SOS 值	Z 值	骨密度正常组	骨密度不足组
VitD 缺乏组	3335.09 ± 193.46	-0.85 ± 0.77 ^{cd}	21 (65.6)	11 (34.4)
VitD 不足组	3384.26 ± 183.57	-0.03 ± 0.88	275 (88.4)	36 (11.6)
VitD 充足组	3252.70 ± 201.16	0.14 ± 0.75	128 (92.8)	10 (7.2)
e ² /F 值	23.09	18.25	18.37	
P 值	<0.001	<0.001	<0.001	

注: VitD: 维生素 D; e 示与 VitD 充足组比较, $P < 0.05$; d 示与 VitD 不足组比较, $P < 0.05$ 。

3.1 苏州市 0-6 岁儿童骨密度状况

本研究结果显示苏州地区 0-6 岁儿童骨密度不足检出率为 11.90%。其与成都地区儿童骨密度调查结果相似^[5], 低于广州^[6]、西安^[7] 地区文献报道。考虑其可能与不同地域特点、季节气候等因素有关。本地区 0-1 岁儿童骨密度不足检出率为 16.0%, 高于 1-3 岁 (5.1%) 和 3-6 岁 (14.9%) 组。该结果提示 1 岁以内是婴儿骨密度不足发病高峰期, 与相关研究相一致^[8, 9]。原因可能有此阶段儿童正是生长速度最为迅速的阶段; 母体内钙类骨积累不足; 婴儿维生素 D 和钙补充不足; 婴儿期室内时间多, 日照时间少以及运动少等^[6]。随年龄增长, 骨密度不足检出率逐渐降低, 而至学龄前阶段 (即 3-6 岁) 骨强度不足检出率又呈上升趋势, 其可能与儿童入园后户外活动相对减少, 维生素 D 和钙未得到及时补充等有关, 故骨密度表现不足^[9]。因而 1 岁内的婴儿是防治儿童骨强度不足主要人群, 同时也需要加强学龄前儿童骨密度的监测和干预。

3.2 膳食和睡眠对儿童骨密度的影响

本研究结果发现骨密度不足儿童每周摄入肉类、蛋类次数低于正常儿童。膳食营养状况作为影响儿童生长发育重要的环境因素, 也是提供儿童骨量增加和储备所必备的物质基础^[10]。肉类、蛋类作为食物中的优质蛋白, 易于人体吸收和利用。因此适量摄入肉类、蛋类是儿童骨骼生长发育的基本保证。另外, 本研究中儿童睡眠时间短, 其骨密度不足检出率较高。研究已证实睡眠与儿童生长激素分泌密切相关, 后者可促进骨骼生长。且儿童每日分泌的生长激素大多数是在深夜熟睡后的 1-2 小时后呈潮式释放分泌的^[11]。此外, 研究者发现有关学龄前儿童睡眠的前瞻性随访研究中校正肥胖高危因素如遗传因素、运动情况等后, 发现儿童睡眠不足是其肥胖的高危因素。且随着睡眠时间减少, 其肥胖发病率呈逐渐上升趋势^[12]。而肥胖又是影响儿童骨密度和骨生长的重要危险因素^[13]。因而加强膳食

营养和保证充足睡眠对于儿童骨骼健康发育不可或缺。

3.3 儿童 BMI 对骨密度的影响

本研究结果显示肥胖是儿童骨密度的不利因素。近年越来越多研究也指出脂肪堆积是骨密度和骨形成的危险因素。最新一项 meta 分析纳入近年来 16 项相关研究, 研究结果表明在不同程度的肥胖人群中肥胖与骨密度水平呈负相关^[4], 即本研究与上述研究结果较为一致。究其原因可能是: 脂肪细胞累计会抑制成骨细胞分化和骨形成; 脂肪细胞可通过影响瘦素和脂联素分泌或者上调促炎细胞因子水平进而影响 RANK/RANKL/OPG 通路以促进骨吸收; 另外, 肥胖者高脂食物过多摄入会影响肠道钙和维生素 D 吸收利用^[14]。然而既往众多研究认为肥胖有利于骨代谢且可降低骨质疏松症发生风险。如张海燕等^[15]发现同性别肥胖儿童肌肉含量以及局部和全身骨密度均分别明显高于正常对照组儿童。Leonard 等^[16]发现肥胖青少年胫骨骨骼成熟度、肌肉面积和肌肉力量显著高于正常组。学者们多认为体脂可通过增加骨的机械负荷、脂肪细胞分泌的瘦素, 或者增强芳香化酶活性和雌激素水平从而促进骨的形成^[17]。故其两者的相关性和确切的机制和有待于日后研究加以证实。

3.4 血清 25 羟维生素 D 与骨密度的关系

近年来研究显示临床上血清 25-(OH)D 适用于早期筛查儿童佝偻病^[18], 且维生素 D 水平结合骨密度等多种指标, 其诊断营养缺乏性佝偻病的灵敏度和特异度可上升至 75%~90%^[19]。然而目前对于血清 25-(OH)D 水平与骨密度有无直接关系尚无一致结论。一方面, 如美国第三次健康和营养调查 (NHANES III) 结果表明: 随着血清 25 羟维生素 D 水平升高 (在 22.5-94 nmol/L 范围内), 骨密度水平呈上升趋势, 即呈显著的正相关关系^[20]。在熊菲等^[5]6 838 名 0-7 岁儿童 25 羟维生素 D 和骨密度的关系研究结果显示: 仅当维生素 D 不足时其和骨密度值存在正性直线关系, 而当其充足时, 两者并

不存在上述关系。本研究结果与上述研究较为一致。但熊菲等^[4]的研究对象主要为有生长发育缓慢、多汗多汗、夜惊、烦躁不安等临床症状的儿童,本文的研究人群为健康无此临床症状的儿童。故本研究为探究不同年龄段健康儿童血清 25-(OH)D 水平与骨密度之间相关性提供依据,从而为进一步准确判断儿童维生素 D 和钙缺乏提供参考。维生素 D 缺乏可继发甲状旁腺素(PTH)水平升高。PTH 可通过激活成骨细胞,促进破骨细胞分化而导致骨量和骨密度减少^[21]。研究还发现作为骨骼代谢的主要调节基因维生素 D 受体基因(VDR),其等位基因多态性可调控维生素 D 对钙、磷代谢,进而影响骨密度和骨质疏松症发生^[22]。另一方面,在不同种族研究中发现黑人中总体维生素 D 和维生素 D 结合蛋白水平低于白人,但其骨密度水平却高于白人^[23]。在上海^[21]和岳阳^[24]地区健康成年人中尚未发现维生素 D 水平与骨密度存在相关性。目前国内关于学龄前儿童血清 25-(OH)D 水平与骨密度关系研究仍较少见,因而日后有必要进一步扩大样本量以验证本次研究结果。

综上,1 岁内是防治儿童骨强度不足的重要阶段,学龄前阶段儿童骨密度的监测和干预工作仍不可忽视。防治肥胖和合理补充维生素 D,有利于预防儿童骨密度缺乏,促进骨骼生长。

【参 考 文 献】

- [1] 古桂雄,陈艳,花静,等. 八市 15 岁以下儿童 2008 年超声骨密度调查. 中国儿童保健杂志, 2011,19(4):313-317.
Gu GX, CHEN Y, Hua J, et al. Survey on the ultrasonic bone mineral density of children under 15 years in the eight cities of China, 2008. Chin J Child Heal Care, 2011, 19(4):313-317. (in Chinese)
- [2] Liu J, Wang L, Sun J, et al. Bone mineral density reference standards for Chinese children aged 3-18: cross-sectional results of the 2013-2015 China Child and Adolescent Cardiovascular Health (CCACH) Study. BMJ Open, 2017, 7(5):e14542.
- [3] 崔坤华,李琪. 儿童骨代谢标志物. 中国骨质疏松杂志, 2017(11):1523-1529.
Cui KH, Li Q. Bone metabolism markers in children. Chin J Osteopor, 2017(11):1523-1529. (in Chinese)
- [4] Dolan E, Swinton P A, Sale C, et al. Influence of adipose tissue mass on bone mass in an overweight or obese population: systematic review and meta-analysis. Nutr Rev, 2017, 75(10):858.
- [5] 熊菲,杨凡,杨速飞,等. 0~7 岁儿童 25 羟维生素 D 和骨密度的关系研究. 中国当代儿科杂志, 2014,16(9):883-886.
Xiong F, Yang F, Yang SF, et al. Relationship between serum 25-hydroxyvitamin D and bone mineral density in children under 7 years old. Chin J Contemp Pediatr, 2014, 16(9):883-886. (in Chinese)
- [6] 张萍萍,杨丽芬,李晓峰,等. 广州地区 2450 例儿童超声骨密度测定与分析. 中国热带医学, 2015,15(9):1098-1101.
Zhang PP, Yang LF, Li XF, et al. Analysis of bone mineral density of 2450 children in Guangzhou city. Chin Trop Med, 2015, 15(9):1098-1101. (in Chinese)
- [7] 张华丽,杨丽芳,何红茹,等. 西安市 0~3 岁婴幼儿超声骨密度 7207 例分析. 中国儿童保健杂志, 2017,25(1):81-84.
Zhang HL, Yang LF, He HR, et al. Analysis of bone mineral density measured by ultrasonic in 7207 children aged 0-3 years old in Xian city. Chin J Child Heal Care, 2015, 15(9):1098-1101. (in Chinese)
- [8] 黄佳,刘文兵,徐小晶,等. 218 例 2 岁以下儿童维生素 D 及骨密度营养状况分析. 中国妇幼健康研究, 2015,26(6):1116-1118.
Huang J, Liu WB, Xu XJ, et al. Analysis of nutritional status for vitamin D and bone mineral density of 218 children under 2 years old. Chinese Journal of Woman and Child Health Research, 2015, 26(6):1116-1118. (in Chinese)
- [9] 范甜. 武汉市 0~6 岁儿童骨密度现状及相关影响因素调查. 中国妇幼保健, 2017,32(6):1290-1292.
Fan T. Current situation of bone mineral density and investigation of related influencing factors in 0-6-year-old children in Wuhan city. China's Maternity and Child Care, 2017, 32(6):1290-1292. (in Chinese)
- [10] Baxter-Jones A D, Faulkner R A, Forwood M R, et al. Bone mineral accrual from 8 to 30 years of age: an estimation of peak bone mass. J Bone Miner Res, 2011,26(8):1729.
- [11] 唐咏梅,杨猛,黄晓辉,等. 影响学龄儿童骨密度水平的环境因素分析. 中国学校卫生, 2012,33(5):567-568.
Tang YM, Yang M, Huang XH, et al. Environmental factors to bone mineral density level of school children. Chin J Sch Health, 2012, 33(5):567-568. (in Chinese)
- [12] Kumar S, Kelly A S. Review of Childhood Obesity: From Epidemiology, Etiology, and Comorbidities to Clinical Assessment and Treatment. Mayo Clin Proc, 2017, 92(2):251.
- [13] Mengel E, Tillmann V, Rimmel L, et al. Extensive BMI Gain in Puberty is Associated with Lower Increments in Bone Mineral Density in Estonian Boys with Overweight and Obesity: A 3-Year Longitudinal Study. Calcif Tissue Int, 2017(2):1-8.
- [14] 鲍晓雪,王娜,李玉坤. 肥胖与骨质疏松症关系的研究进展. 中华临床医师杂志:电子版, 2015(14):115-119.
Bao XX, Wang N, Li YK. Advances in the relationship between obesity and osteoporosis. Chin J Clinicians (Electronic Edition), 2015(14):115-119. (in Chinese)
- [15] 张海燕,周群英. 低体重和肥胖儿童身体成分特点及脂肪肌肉含量与骨密度相关性研究. 中国妇幼健康研究, 2017,28(7):758-760.
Zhang HY, Zhou QY. Characteristics of body composition and relativity of fat and lean masses with bone mineral density in low

- weight and obese children. Chinese Journal of Woman and Child Health Research, 2017, 28(7). (in Chinese)
- [16] Leonard M B, Zemel B S, Wrotniak B H, et al. Tibia and radius bone geometry and volumetric density in obese compared to non-obese adolescents. Bone, 2014, 73: 69-76.
- [17] Shapses S A, Cifuentes M, Holick M F, et al. Body weight/composition and weight change: effects on bone health. Springer New York, 2015.
- [18] 王晓燕, 金春华, 吴建新, 等. 血清 25-羟维生素 D 在佝偻病诊断中的应用价值. 中国当代儿科杂志, 2012, 14(10): 767-770.
- Wang XY, Jin CH, Wu JX, et al. Role of serum 25-hydroxyvitamin D in the diagnosis of vitamin D deficiency rickets. Chin J Contemp Pediatr, 2012, 14(10): 767-770.
- [19] 霍亨竹, 陈静, 杨尧, 等. 维生素 D 缺乏性佝偻病实验室指标的诊断价值探讨. 中国儿童保健杂志, 2013, 21(8): 802-805.
- Huo TZ, Chen J, Yang Y, et al. Discussion of clinical diagnostic value of vitamin D deficiency rickets. Chin J Child Heal Care, 2013, 21(8): 802-805.
- [20] Bischoff-Ferrari H A, Dietrich T, Orav E J, et al. Positive association between 25-hydroxy vitamin d levels and bone mineral density: a population-based study of younger and older adults. Am J Med, 2004, 116(9): 634-639.
- [21] 汪纯, 刘玉娟, 肖文金, 等. 上海地区健康成年人 25 羟维生素 D 水平及其与骨密度的关系. 上海医学, 2011, 34(3): 166-170.
- Wang C, Liu YJ, Xiao WJ, et al. Serum 25-hydroxy vitamin D and its correlation with bone mineral density in Shanghai healthy adults. Shanghai Med J, 2011, 34(3): 166-170. (in Chinese)
- [22] Wu J, Shang D P, Yang S, et al. Association between the vitamin D receptor gene polymorphism and osteoporosis. Biomed Rep, 2016, 5(2): 233.
- [23] Powe C E, Evans M K, Wenger J, et al. Vitamin D-binding protein and vitamin D status of black Americans and white Americans. N Engl J Med, 2013, 369(21): 1991.
- [24] 彭岳文, 刘芳, 古振, 等. 岳阳地区 50 岁以上人群 25 羟维生素 D 水平及其与骨密度的关系. 中国骨质疏松杂志, 2013, 19(7): 686-690.
- Peng YW, Liu F, Gu Z, et al. Serum level of 25-hydroxyvitamin D and its correlation with bone mineral density in population above 50 years old in Yueyang. Chin J Osteopor, 2013, 19(7): 686-690.

(收稿日期: 2017-12-19; 修回日期: 2018-03-24)