

• 临床研究 •

3 024 名 1~6 岁儿童骨密度与骨代谢 相关因素的临床研究

徐燕芬, 董文红, 卢韦, 沈盈

浙江大学医学院附属儿童医院儿保科/国家儿童健康与疾病临床医学研究中心, 浙江 杭州 310003

摘要: **目的** 分析儿童骨密度与性别、年龄、体质指数(BMI)、血钙、血磷、血清碱性磷酸酶(ALP)和血清 25-羟维生素 D[25-(OH)D]的关系,为促进儿童骨骼健康提供科学依据。**方法** 选取 2018 年 6 月—2022 年 9 月在浙江大学附属儿童医院儿童保健科健康管理中心体检的 3 024 名 1~6 岁儿童为研究对象,检测儿童的 BMI、血清 ALP、钙、磷与 25-(OH)D 水平,并采用超声骨密度仪检测骨密度指标。**结果** 纳入 3 024 例儿童中骨密度偏低 578 例,检出率为 19.11%;男童骨密度 Z 值高于女童($t=3.132, P<0.01$);不同年龄组儿童间骨密度 Z 值比较差异均有统计学意义($F=54.493, P<0.001$);骨密度正常组 BMI 低于骨密度偏低组($t=7.083, P<0.001$);骨密度偏低组血清钙、磷和 25-(OH)D 水平均低于骨密度正常组($t=8.659, 3.479, 16.440, P<0.01$)。相关分析显示,骨密度 Z 值与血清钙、磷、25-(OH)D 水平呈正相关($r=0.146, 0.051, 0.240, P<0.05$);与 BMI 呈负相关($r=-0.128, P<0.05$);与 ALP 无相关性($P=0.684$)。Logistic 多元回归分析显示 BMI($OR=1.259$)、血清钙($OR=0.025$)、磷($OR=0.426$)和 25-(OH)D($OR=0.954$)水平均为儿童骨密度的影响因素($P<0.05$)。**结论** 儿童骨密度与性别、年龄、血清钙、磷、BMI 和 25-(OH)D 有关,与血清 ALP 无关。维持相对较高的血清钙、磷和 25-(OH)D 对维持正常骨密度有重要意义。

关键词: 骨密度; 骨代谢; 25-羟维生素 D; 儿童

中图分类号: R179

文献标识码: A

文章编号: 1008-6579(2025)12-1372-04

doi:10.11852/zgetbjzz2024-1103

Clinical study of bone mineral density and related factors of bone metabolism in 3 024 children aged 1 to 6 years

XU Yanfen, DONG Wenhong, LU Wei, SHEN Ying

Department of Child Care, Children's Hospital Affiliated to Zhejiang University School of Medicine/National
Clinical Research Center of Child Health and Disease, Hangzhou, Zhejiang 310003, China

Corresponding author: SHEN Ying, E-mail: 93234451@qq.com

Abstract: **Objective** To analyze the relationship between bone mineral density (BMD) in children and factors including sex, age, body mass index (BMI), blood calcium, blood phosphorus, serum alkaline phosphatase (ALP), and serum 25-hydroxyvitamin D[25-(OH)D], in order to provide a scientific basis for promoting pediatric bone health.

Methods A total of 3 024 children aged 1 - 6 years who underwent health examinations at the Child Health Care Center of the Children's Hospital Affiliated to Zhejiang University School of Medicine from June 2018 to September 2022 were included. BMI, serum ALP, calcium, phosphorus, and 25-(OH)D levels were measured, and BMD was assessed using ultrasound bone densitometry.

Results Among the 3 024 participants, 578 children (19.11%) had low BMD. Male children exhibited higher BMD Z-scores than females ($t=3.132, P<0.01$). Significant differences in BMD Z-scores were observed across age groups ($F=54.493, P<0.001$). The normal BMD group had lower BMI than the low BMD group ($t=7.083, P<0.001$). Children with low BMD showed lower serum calcium, phosphorus, and 25-(OH)D levels compared to those with normal BMD ($t=8.659, 3.479, 16.440, P<0.01$). Correlation analysis revealed that BMD Z-scores were positively associated with serum calcium, phosphorus, and 25-(OH)D levels ($r=0.146, 0.051, 0.240, P<0.05$), negatively correlated with BMI ($r=-0.128, P<0.05$), and not correlated with ALP ($P=0.684$). Multivariate logistic regression identified BMI ($OR=1.259$), calcium ($OR=0.025$), phosphorus ($OR=0.426$), and 25-(OH)D ($OR=0.954$) levels as significant influencing factors of BMD ($P<0.05$). **Conclusions** Pediatric BMD is associated with sex, age, serum calcium, phosphorus, BMI, and 25-(OH)D, but not with serum ALP. Maintaining relatively high levels of serum calcium, phosphorus, and 25-(OH)D is crucial for sustaining normal BMD in children.

Keywords: bone mineral density; bone metabolism; 25-(OH)D; preschool children

基金项目:浙江省教育厅一般科研项目(自然科学类)(Y202249557)

作者简介:徐燕芬(1981—),本科学历,主管护师,主要研究方向为儿童健康管理,婴幼儿营养。

通信作者:沈盈, E-mail: 93234451@qq.com

骨密度是儿童骨骼健康的主要指标之一,主要反映单位组织器官内骨矿物质的含量,是评估骨钙含量、骨钙丢失率和疗效的重要客观指标。在学龄前儿童骨骼发育评价中,超声定量通过超声波测定儿童骨密度是目前最舒适和安全的测量方法。超声定量通过获得儿童骨密度值并与标准数据比较,反应机体骨的弹性结构与性能、骨的质量,可评价发育与骨质情况,同时可检测儿童骨骼健康。超声定量还可以反应机体钙营养情况,尤其适用于婴幼儿,可检测与预防骨量的降低。儿童时期是骨量累积的关键时期,累积不足可造成老年阶段骨质疏松与骨折的风险增加,因此,评估儿童期的骨健康十分重要^[1]。本研究分析 1~6 岁儿童骨密度与性别、年龄、体质量指数(body mass index, BMI)、钙、磷、血清碱性磷酸酶(alkaline phosphatase, ALP)、25-羟维生素 D[25-hydroxyvitamin D, 25-(OH)D]的相关性,探讨骨密度的影响因素,为促进儿童骨骼健康提供科学依据。

1 对象和方法

1.1 对象 采用回顾性病历资料分析的方法选取 2018 年 6 月—2022 年 9 月在浙江大学附属儿童医院儿童保健科健康管理中心体检的 1~6 岁儿童。纳入标准:1)年龄 1~6 周岁;2)近期无急性感染性疾病。排除标准:1)心肺肾甲状腺腺功能异常;2)遗传性骨骼疾病;3)长期服用激素、抗癫痫药物等影响骨代谢药物。最终纳入 3 024 名儿童为研究对象。其中男童 1 778 人,女童 1 246 人,平均年龄 5.79 岁。体检及相关研究获得儿童及监护人知情同意。本研究经浙江大学医学院附属儿童医院医学伦理委员会批准[(伦)审编号:2021IRB0185-Y-01]并获得豁免知情同意。

1.2 方法

1.2.1 体格测量 由专人进行体格测量,主要包括身高(长)和体重。1)体重测量标准为儿童着单衣,排空尿便,婴儿换干净尿布湿,电子秤精准到 0.01kg。2)身高(长)测量标准为 2 岁以上儿童采用身高测量板测量身高,站立身高时,肩膀、臀部及脚后跟三点垂直接触支架进行测量;2 岁以下儿童采用身长板测量身长,将患儿头部贴近测量板顶部并固定,压直患儿膝盖并将可移动足端部量板抵住足底读取数据,精准到 0.1cm。计算每个儿童的 BMI。 $BMI = \text{体重(kg)} / [\text{身高}^2(\text{m}^2)]$ 。

1.2.2 骨密度测定 由专人进行骨密度测量,应用定量超声骨密度仪[FB-100 孚诸科技(大连)有限公

司]。测量儿童右侧跟骨的骨密度,以超声在右跟骨的传播速度,即骨超声传播速度(speed of sound, SOS)值作为骨密度评估指标,根据 WHO 发布的儿童数据库为参考标准,具体诊断标准: $Z \geq -1.0$ 为骨密度正常, $Z < -1.0$ 为骨密度偏低^[2]。

1.2.3 血清钙、磷、ALP 测定 采集空腹静脉血,于 30min 内离心,离心半径 15cm,3 500r/min,离心 5~10min,静置后分离血清,采用全自动生化分析仪(美国 Beckman Coulter 公司, AU5800)测定血清钙、磷、ALP 水平,所用试剂批号分别为:钙(0699)、磷(0375)、ALP(0474)。

1.2.4 25-(OH)D 水平测定 采用全自动电化学发光免疫分析仪(北京联众泰克公司, UD90DT),试剂批号为 20230327,由同一技师严格按照试剂盒和仪器操作说明书进行。根据《儿童保健与发育行为诊疗规范》2015 版,25-(OH)D $< 50\text{nmol/L}$ 诊断为维生素 D(VitD)不足, $< 37.5\text{nmol/L}$ 为 VitD 缺乏^[3]。

1.3 统计学方法 数据采用 SPSS 25.0 软件进行统计分析,符合正态分布的计量资料用 $\bar{x} \pm s$ 表示,两组间比较采用 t 检验;计数资料用例数(%)表示,两组间比较采用 χ^2 检验。采用 logistic 回归分析儿童骨密度的影响因素,采用 Pearson 相关分析对儿童骨密度影响因素进行相关性分析。 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 儿童骨密度水平与分布情况 3 024 名儿童中,骨密度正常 2 446 例(80.89%),骨密度偏低 578 例(19.11%)。男童骨密度 Z 值和骨密度正常率高于女童,差异有统计学意义($P < 0.05$);2 岁~组儿童的骨密度 Z 值均低于其余各年龄组,且骨密度正常率显著低于其余各组,差异均有统计学意义($P < 0.05$)。见表 1。

2.2 儿童骨密度与 BMI 的关系 骨密度正常组儿童 BMI 低于骨密度偏低组,差异有统计学意义($P < 0.05$)。见表 2。

2.3 儿童骨密度与骨代谢相关因素的关系 骨密度偏低组儿童血清钙、磷和 25-(OH)D 水平均低于骨密度正常组,差异有统计学意义($P < 0.05$);两组间 ALP 水平比较,差异无统计学意义($P > 0.05$)。见表 2。

2.4 儿童骨密度影响因素的相关性分析 儿童骨密度 Z 值与血清钙、磷、25-(OH)D 水平呈正相关($r = 0.146, 0.051, 0.240, P < 0.05$);与 BMI 呈负相关($r = -0.128, P < 0.05$);与 ALP 无相关性($r = 0.007, P = 0.684$)。

表 1 儿童骨密度测定情况比较
Tab. 1 Comparison of bone mineral density measurement in children

分组		例数	骨密度 Z 值($\bar{x} \pm s$)	骨密度水平[例(%)]	
				骨密度正常	骨密度偏低
年龄(岁)	1~	480	-0.597±1.046	305(63.5)	175(36.5)
	2~	396	-0.636±1.056	250(63.1)	146(36.9)
	3~	603	-0.227±1.016	495(82.1)	108(17.9)
	4~	708	0.127±1.019	650(91.8)	58(8.2)
	5~	636	0.011±0.786	590(92.8)	46(7.2)
	6~	201	-0.368±0.914	156(77.6)	45(22.4)
	F/ χ^2 值		54.493 ^a	288.797 ^b	
性别	P 值		<0.001	<0.001	
	男童	1 778	-0.166±0.995	1 483(83.4)	295(16.6)
	女童	1 246	-0.285±1.049	963(77.3)	283(22.7)
	t/ χ^2 值		3.132 ^c	17.754 ^b	
	P 值		0.002	<0.001	

注:^aF 值,^b χ^2 值,^ct 值。

表 2 骨密度与 BMI 及骨代谢因素的关系($\bar{x} \pm s$)
Tab. 2 Relationship between BMD, BMI and bone metabolism factors($\bar{x} \pm s$)

项目	骨密度正常组($n=2\ 446$)	骨密度偏低组($n=578$)	t 值	P 值
BMI(kg/m ²)	15.289±1.556	15.809±1.709	7.083	<0.001
钙(mmol/L)	2.450±0.095	2.415±0.086	8.659	<0.001
磷(mmol/L)	1.695±0.185	1.672±0.129	3.479	0.004
ALP(U/L)	269.970±68.954	268.645±76.360	0.407	0.684
25-(OH)D(nmol/L)	61.603±17.342	51.205±12.655	16.440	<0.001

2.5 儿童骨密度的影响因素分析 以儿童骨密度是否正常为因变量(骨密度正常=0,骨密度不足=1),以表 2 中存在差异的 BMI、钙、磷和 25-(OH)D 作为自变量,进行 logistic 多元回归分析显示,BMI 值增加是骨密度不足的危险因素($OR=1.259, P<0.05$),血清钙、磷和 25-(OH)D 水平增加是骨密度不足的保护因素($OR=0.025、0.426、0.954, P<0.05$)。见表 3。

表 3 儿童骨密度的影响因素分析
Tab. 3 Influencing factors of bone mineral density in children

指标	B 值	S _e 值	Wald χ^2 值	P 值	OR 值	95%CI
BMI	0.230	0.290	62.926	0.001	1.259	1.189~1.333
钙	-3.682	0.566	42.248	0.001	0.025	0.008~0.076
磷	-0.853	0.359	5.644	0.018	0.426	0.211~0.861
25-(OH)D	-0.048	0.004	168.774	0.001	0.954	0.947~0.960

3 讨 论

骨密度是一种能反映儿童体内骨矿成分的有效指标,骨骼中的钙质占 99%,骨骼的矿物质可以直接测定,是一种较好的评价指标。儿童期是骨骼积累的重要阶段,所以儿童骨质疏松与其近期和长期的骨骼健康有着密切的关系^[4]。通过对 1~6 岁儿童进行超声骨密度测量可以监测其是否存在骨密度不足,并根据其状况制定有针对性的营养摄取及运动锻炼计划,对于预防儿童期佝偻病和成年期骨质疏松、骨折有重要的保健意义^[5-6]。本研究采用骨密度测定仪对 3 024 名 1~6 岁儿童进行骨密度测定,

并分析与 1~6 岁儿童骨密度的相关性及其影响因素。为儿童后期的正常发育以及部分骨代谢疾病的早发现、早治疗提供理论基础与参考借鉴。

3.1 儿童骨密度随着年龄增长而增高、且存在显著的性别差异 本研究显示女童骨密度低于男童,这与马金凤等^[7]报道一致。这可能与男女童在生长发育过程中生长激素和性激素的分泌水平不同有关,雌激素与青春期生长突增、骨骼闭合和骨量增长密切相关,而雄激素可以通过促进蛋白质合成增加骨基质,从而使矿物质的沉积增加。我国相关的研究显示,儿童随着年龄的增加,活动量和运动量也逐渐增加,身体承重逐渐加大,从而骨矿物质储蓄增加,

骨密度也随之增高^[8]。本研究发现随着年龄增长特别是 2 岁以后骨密度偏低检出率逐渐降低,但在 6 岁时骨密度偏低检出率开始升高,可能与该阶段学业压力增大,户外活动时间减少以及生长加快有关。

3.2 儿童骨密度水平与 BMI 呈负相关 有研究显示肥胖程度较高的儿童其骨密度反而更低^[9]。这与本研究结果一致,可能是因为体重由脂肪和瘦体重组成,脂肪细胞和成骨细胞都来源于骨髓的间充质干细胞,因而脂肪细胞的形成对于成骨细胞的分化有一定影响,当脂肪组织累积到一定程度时将影响骨骼的发育。近年来越来越多的研究指出脂肪堆积是骨密度和骨形成的危险因素^[10]。同时,儿童生长发育速度过快,很容易发生缺钙现象。所以需要定期对儿童骨密度和 BMI 进行检测,及时发现儿童是否存在肥胖、超重或者缺钙现象,同时改变生活方式,增加运动,减少久坐等相应的干预措施,促进儿童的正常健康发育^[11]。

3.3 血清 25-(OH)D 浓度与骨密度呈正相关 血清 25-(OH)D 浓度与骨密度之间呈正相关,且骨密度正常组血清 25-(OH)D 浓度高于骨密度偏低组。VitD 是一种脂溶性维生素,在体内参与骨代谢调节,其主要生理功能是促进钙吸收,调节钙、磷水平,对维持儿童的生长发育和骨骼健康具有重要作用。人体 VitD 主要来源于皮肤和食物,经过肝脏及肾外组织代谢生成 25-(OH)D,25-(OH)D 是人体内 VitD 的主要储存形式,也是反映体内 VitD 营养状况的金标准。但关于儿童 25-(OH)D 水平与骨密度关系的研究结果并不一致。如在丹麦欧登塞儿童中开展的一项队列研究结果显示 25-(OH)D 与骨密度及其变化无关^[12]。而李海波等^[13]对 15 391 例 6~16 岁儿童的研究显示 VitD 营养状况与骨密度密切相关,VitD 充足的儿童更容易获得高骨密度水平。Pan 等^[14]的研究也显示 25-(OH)D 水平与骨密度呈正相关。这可能与 VitD 缺乏导致甲状旁腺素水平升高有关,甲状旁腺素可以通过激活成骨细胞和促进破骨细胞分化从而导致骨量和骨密度减少^[15]。这些研究结果的不同可能是由于受到研究对象地区、年龄、种族、性别和不同骨骼部位等因素影响。因此需要更多的研究来探究 VitD 与骨密度之间的关系。

3.4 骨密度与血清 ALP、钙、磷的关系 骨骼的生长是钙、磷等矿物质在骨组织中的沉淀过程。儿童时期骨骼生长与重塑受体内代谢酶、钙、磷和激素等多种因素的调节。有研究显示补钙是保证儿童期骨密度能够持续健康增长,保证成年后骨量达到峰值

的重要措施^[16]。本研究发现骨密度正常组的血清钙浓度高于骨密度偏低组,且骨密度与血钙浓度呈正相关。有研究显示血磷浓度与骨密度无相关性^[3],但本研究中骨密度正常组的血磷浓度高于骨密度偏低组,且骨密度与血磷浓度呈正相关。ALP 是参与骨代谢的关键酶,主要存在于肝脏和骨骼中。然而 ALP 与骨密度的相关性存在争议,有研究表明 ALP 与骨密度相关,也有研究显示骨密度与 ALP 无相关性^[3],本研究结果也显示两者无相关性。这可能与 ALP 产生部位较多,并受到年龄、营养疾病、感染等多因素影响有关。

综上所述,本研究分析了儿童骨密度的影响因素,提示对于儿童骨密度的监测和干预工作仍不可忽视,并为儿童骨骼的健康发展提供一定的临床依据及健康宣教。

参考文献

- [1] 费燕.学龄前儿童超声骨密度检测的研究进展[J]. 医疗装备, 2020, 44(8):200-201.
Fei Y. Research progress of ultrasound bone mineral density detection in preschool children [J]. Medical Equipment, 2020, 44(8):200-201. (in Chinese)
- [2] Kanis JA. Assessment of fracture risk and its application to screening for postmenopausal osteoporosis: Synopsis of a WHO report. WHO Study Group[J]. Osteoporos Int, 1994, 4(6):368-381.
- [3] 沈朝霞,潘圆圆,黄荣,等.儿童骨密度与骨代谢相关因素的临床研究[J]. 中国儿童保健杂志, 2020, 28(2):144-147.
Shen ZX, Pan YY, Huang R, et al. Clinical study of bone mineral density and bone metabolism in children[J]. Chin J Child Health Care, 2020, 28(2):144-147. (in Chinese)
- [4] 陈小娜,陈玉翠,房飞晓.骨密度与婴幼儿生长发育速度关系的队列研究[J]. 中国卫生标准管理, 2022, 13(21):30-34.
Chen XN, Chen YC, Fang FX. Cohort study on the relationship between bone mineral density and infant growth and development rate [J]. Chinese Journal of Health Standards Management, 2022, 13(21):30-34. (in Chinese)
- [5] Proia P, Amato A, Drisd P, et al. The impact of diet and physical activity on bone health in children and adolescents [J]. Front Endocrinol (Lausanne), 2021, 12(1080):1-12.
- [6] Hofmann C, Girschick H, Lapa C, et al. Frakturen und knochendichte im kindesalter fractures and bone mineral density in childhood [J]. Z Rheumatol, 2019, 78(7):636-644.
- [7] 马金凤,张翻弟,邱振涛,等.银川市 0~6 岁儿童骨密度检测及其影响因素分析[J]. 宁夏医学杂志, 2022, 44(11):1020-1023.
Ma JF, Zhang FD, Qiu ZT, et al. Analysis of bone mineral density and its influencing factors in children aged 0-6 years in Yinchuan City [J]. Ningxia Medical Journal, 2022, 44(11):1020-1023. (in Chinese)

(下转第 1385 页)

- 1994, 2(3): 148-192. (in Chinese)
- [7] Wei X, Hu J, Yang L, et al. Bidirectional association of neurodevelopment with growth: A prospective cohort study[J]. BMC Pediatr, 2021, 21(1): 203.
- [8] Konno H, Murakoshi T, Miura K, et al. The incidence of dichorionic diamniotic twin pregnancy after single blastocyst embryo transfer and zygosity: 8 years of single-center experience[J]. Twin Research and Human Genetics, 2020, 23(1): 51-54.
- [9] Banica AM, Popescu SD, Vladareanu S. Obstetric and perinatal complications associated with assisted reproductive techniques-review[J]. Maedica (Bucur), 2021, 16(3): 493-498.
- [10] Singh N, Malhotra N, Mahey R, et al. Comparing maternal outcomes in spontaneous singleton pregnancies versus in vitro fertilization conception: Single-center 10-year cohort study[J]. JBRA Assist Reprod, 2022, 26(4): 583-588.
- [11] 中华人民共和国卫生部. 中国出生缺陷防治报告(2012)白皮书[EB/OL]. https://www.gov.cn/gzdt/2012-09/12/content_2223371.htm.
- [12] Giorgione V, Parazzini F, Fesslova V, et al. Congenital heart defects in IVF/ICSI pregnancy: Systematic review and Meta-analysis[J]. Ultrasound Obstet Gynecol, 2018, 51(1): 33-42.
- [13] Balasubramanian R, Vuppalapati S, Avanthika C, et al. Epidemiology, genetics and epigenetics of congenital heart diseases in twins[J]. Cureus, 2021, 13(8): e17253.
- [14] Galdini A, Fesslova VME, Gaeta G, et al. Prevalence of congenital heart defects in pregnancies conceived by assisted reproductive technology: A cohort study[J]. J Clin Med, 2021, 10(22): 5363.
- [15] 朱云琴. 先天性心脏病危险因素及产前超声诊断价值 Meta 分析[D]. 广州: 南方医科大学, 2020.
- Zhu YQ. Meta-analysis of risk factors for congenital heart disease and the diagnostic value of prenatal ultrasound[D]. Guangzhou: Southern Medical University, 2020. (in Chinese)
- [16] Middelburg KJ, Heineman MJ, Bos AF, et al. Neuromotor, cognitive, language and behavioural outcome in children born following IVF or ICSI-a systematic review[J]. Hum Reprod Update, 2008, 14(3): 219-231.
- [17] Gnanendran L, Bajuk B, Oei J, et al. NICUS Network. Neurodevelopmental outcomes of preterm singletons, twins and higher-order gestations: A population-based cohort study[J]. Arch Dis Child Fetal Neonatal Ed, 2015, 100(2): F106-F114.
- 收稿日期: 2024-12-09 修回日期: 2025-04-25 本文编辑: 李少闻

(上接第 1375 页)

- [8] 覃蔓瑛, 洪梅. 婴幼儿骨密度影响因素的临床研究进展[J/OL]. 世界最新医学信息文摘(连续型电子期刊), 2020, 20(2): 39-40.
- Qin MY, Hong M. Progress of clinical research on influencing factors of infant bone mineral density[J/OL]. World Latest Medical Information Digest (Continuous Electronic Journal), 2020, 20(2): 39-40. (in Chinese)
- [9] Ferrer FS, Castell EC, Marco FC, et al. Influence of weight status on bone mineral content measured by DXA in children[J]. BMC Pediatr, 2021, 21(1): 1-8.
- [10] 王倩, 赵莉, 武艳梅, 等. 盘锦市 0~6 岁儿童骨密度调查及其与血清维生素 K 的关系研究[J]. 中国实用医药, 2020, 15(25): 164-165.
- Wang Q, Zhao L, Wu YM, et al. Investigation of bone mineral density and its relationship with serum vitamin K in children aged 0~6 years in Panjin City[J]. Chinese Journal of Practical Medicine, 2020, 15(25): 164-165. (in Chinese)
- [11] 卢婷婷. 定期监测学龄前儿童的体质指数和骨密度在儿童保健中的应用价值[J]. 保健文汇, 2022, 23(10): 179-181.
- Lu TT. Application value of regular monitoring of body mass index and bone mineral density of preschool children in children's health care[J]. Journal of Health Sciences, 2022, 23(10): 179-181. (in Chinese)
- [12] 郑琦玮. 儿童血清 25 羟基维生素 D 与骨密度关系的研究[D]. 石家庄: 河北医科大学, 2022.
- Zheng QW. Study on the relationship between serum 25-hydroxyvitamin D and bone mineral density in children[D]. Shijiazhuang: Hebei Medical University, 2022. (in Chinese)
- [13] 李海波, 赵小元, 洪伟, 等. 学龄儿童维生素 D 营养状况与跟骨骨密度关系的前瞻性队列研究[J]. 中华流行病学杂志, 2021, 42(3): 462-468.
- Li HB, Zhao XY, Hong W, et al. A prospective cohort study on the relationship between vitamin D nutritional status and calcaneal bone mineral density in school-age children[J]. Chin J Epidemiol, 2021, 42(3): 462-468. (in Chinese)
- [14] Pan K, Tu R, Yao X, et al. Associations between serum calcium, 25(OH)D level and bone mineral density in adolescents[J]. Adv Rheumatol, 2021, 61(1): 1-9.
- [15] 孙慧, 郭俊霞, 留佩宁, 等. 儿童维生素 D 营养状况与骨密度关系的研究[J]. 浙江预防医学, 2015, 27(7): 682-685.
- Sun H, Guo JX, Liu PN, et al. Study on the relationship between vitamin D nutrition and bone mineral density in children[J]. Zhejiang Preventive Medicine, 2015, 27(7): 682-685. (in Chinese)
- [16] 王旭辉, 陈江林, 杨庆贤, 等. 517 例 6~12 岁儿童血钙浓度及超声骨密度水平影响因素分析[J]. 我和宝贝, 2020, 10(4): 89-92.
- Wang XH, Chen JL, Yang QX, et al. Analysis of influencing factors of blood calcium concentration and ultrasound bone mineral density in 517 children aged 6 to 12 years[J]. Me and Baby, 2020, 10(4): 89-92. (in Chinese)
- 收稿日期: 2024-09-11 修回日期: 2025-03-18 本文编辑: 李少闻