

• 论 著 •

杭州市 0~14 岁儿童血清 25-羟维生素 D 营养状况分析

江再菊,何世波[△],柳 强,胡道波,杨丽红,刘慧玲
杭州迪安医学检验中心,浙江杭州 310030

摘要:目的 分析杭州市 0~14 岁儿童血清 25-羟维生素 D[25(OH)D]水平、维生素 D 营养状况,为预防维生素 D 缺乏提供科学依据。方法 选取 2021 年 1 月 1 日至 2023 年 12 月 31 日在杭州迪安医学检验中心进行检测的 26 225 例 0~14 岁体检健康儿童作为研究对象。采用直接化学发光法检测 25(OH)D 水平,并分析比较不同性别、年龄段、季节儿童 25(OH)D 水平和维生素 D 营养状况。结果 女童 25(OH)D 水平略高于男童,差异有统计学意义($P<0.05$)。研究对象随着年龄的增长,25(OH)D 水平不断下降,维生素 D 缺乏和维生素 D 不足占比逐渐上升。 <3 岁儿童 25(OH)D 水平最高,10~14 岁儿童 25(OH)D 水平最低。10~14 岁男、女童维生素 D 营养状况占比比较,差异有统计学意义($P<0.05$)。四季中春季儿童 25(OH)D 水平最高、夏季儿童 25(OH)D 水平最低。不同季节的 25(OH)D 水平和维生素 D 营养状况占比比较,差异有统计学意义($P<0.05$)。冬季维生素 D 缺乏、维生素 D 不足占比高于其他季节,差异有统计学意义($P<0.05$)。结论 杭州市 0~14 岁儿童维生素 D 营养状况较好,但对于儿童补充维生素 D 的重要性仍不可忽视,应积极宣传教育,以预防维生素 D 缺乏的发生。

关键词:儿童; 25-羟维生素 D; 营养状况; 维生素 D 缺乏

DOI:10.3969/j.issn.1673-4130.2025.04.017

中图法分类号:R725.6

文章编号:1673-4130(2025)04-0471-04

文献标志码:A

Analysis of serum 25-hydroxy vitamin D nutritional status in
0—14 year old children in HangzhouJIANG Zaiju, HE Shibo[△], LIU Qiang, HU Daobo, YANG Lihong, LIU Huiling
Hangzhou Dian Medical Diagnosis Center, Hangzhou, Zhejiang 310030, China

Abstract: Objective To analyze the serum 25-hydroxy vitamin D[25(OH)D] levels and vitamin D nutritional status of 0—14 years old children in Hangzhou, and to provide scientific basis for the prevention of vitamin D deficiency. **Methods** A total of 26 225 healthy children aged 0 to 14 who were tested in Hangzhou Dian Medical Diagnosis Center from January 1, 2021 to December 31, 2023 were selected as the study objects. The 25(OH)D levels were detected by direct chemiluminescence method, and the 25(OH)D levels and vitamin D nutritional status of children with different genders, ages and seasons were analyzed and compared. **Results** The level of 25(OH)D in girls was slightly higher than that in boys, and the difference was statistically significant ($P<0.05$). With the increase of age, the level of 25(OH)D continued to decline, and the proportion of vitamin D deficiency and vitamin D insufficiency gradually increased. The level of 25(OH)D was the highest in children <3 years old and the lowest in children 10—14 years old. There was statistical significance in the proportion of vitamin D nutritional status between boys and girls aged 10 to 14 ($P<0.05$). In the four seasons, children's 25(OH)D level is the highest in spring and the lowest in summer. The difference of 25(OH)D level and vitamin D nutritional status in different seasons was statistically significant ($P<0.05$). The proportion of vitamin D deficiency and vitamin D insufficiency in winter was higher than that in other seasons, and the difference was statistically significant ($P<0.05$). **Conclusion** The nutritional status of vitamin D in 0—14 year old children in Hangzhou is good, but the importance of vitamin D supplementation for children should not be ignored, and active publicity and education should be carried out to prevent vitamin D deficiency.

Key words: children; 25-hydroxy vitamin D; nutritional status; vitamin D deficiency

维生素 D 在自然界中广泛存在,人体来源主要为食物摄入和阳光照射^[1]。维生素 D 本身无生物活性,必须在肝脏和肾脏中经过两步连续的羟基化过程形

成有生物活性的 1,25-二羟基维生素 D₃^[2]。活性维生素 D 在维持体内钙、磷稳态及骨骼完整性方面起重要作用^[3]。同时,维生素 D 还参与许多疾病的调节,

作者简介:江再菊,女,主管技师,主要从事生化免疫方面研究。△ 通信作者,E-mail:hesb@dazd.cn。

网络首发 <http://kns.cnki.net/kcms/detail/50.1176.r.20241205.0934.002.html>(2024-12-05)

维生素 D 水平还可以影响心理健康、行为及睡眠^[4-9]。目前维生素 D 缺乏已成为全世界范围内的公共健康问题,其与心血管、炎症、自身免疫疾病和癌症有关,在婴幼儿期维生素 D 缺乏多发展为小儿佝偻病,严重影响患儿身心健康成长^[10-11]。所以及时了解人体维生素 D 的状态,尤其是儿童时期维生素 D 水平监测,对实现维生素 D 的个体化补充具有重要的意义^[12]。本研究回顾性分析了杭州市 26 225 例体检健康儿童 25-羟维生素 D[25(OH)D]水平,旨在探讨不同性别、年龄段、季节儿童 25(OH)D 水平分布,并进一步分析维生素 D 营养状况,为儿童摄入、补充维生素 D 提供理论依据,预防维生素 D 缺乏的发生。现报道如下。

1 资料与方法

1.1 一般资料 选取 2021 年 1 月 1 日至 2023 年 12 月 31 日在杭州迪安医学检验中心进行检测的 26 225 例 0~14 岁体检健康儿童作为研究对象,研究对象主要来源于杭州市各级医院及体检中心的体检健康儿童。其中男童 14 439 例,女童 11 786 例。纳入标准:(1)0~14 岁儿童;(2)本地区常住人口;(3)既往身心健康;(4)体检健康。排除标准:(1)近两周患有消化性疾病和其他感染性疾病;(2)遗传代谢性疾病、自身免疫性疾病等影响维生素 D 吸收的疾病及口服影响维生素 D 吸收的一些药物;(3)矮小症、佝偻病、营养不良;(4)排除干扰实验检测的标本,如溶血、脂血、黄疸等。

1.2 仪器与试剂 所有标本均采用深圳市亚辉龙生物科技股份有限公司生产的 iFlash3000 全自动化学发光免疫分析仪及 25(OH)D 测定试剂盒检测,同时使用该厂家配套校准品及多项免疫复合非定值双水平质控品。

1.3 方法 常规禁食 10 h,第 2 天清晨抽取研究对象静脉血 3~5 mL,1 760×g 离心 10 min 分离血清,按照仪器及项目标准操作规程进行项目校准和质控检测,双水平质控均在控后再通过双向通讯仪器扫码获取项目并进行标本检测,采用直接化学发光技术的竞争免疫测试法原理。

1.4 划分标准及维生素 D 营养状况判断

1.4.1 年龄段划分 研究对象按照年龄区间分为<

3 岁 9 387 例、3~<6 岁 11 593 例、6~<10 岁 3 442 例、10~14 岁 1 803 例。

1.4.2 季节划分 按照研究对象检测 25(OH)D 的时间分为春季(3—5 月)、夏季(6—8 月)、秋季(9—11 月)、冬季(12 月至次年 2 月)。

1.4.3 维生素 D 营养状况判断 以 25(OH)D 水平判断机体维生素 D 营养状况^[13]:25(OH)D<12 ng/mL 为维生素 D 缺乏;25(OH)D 12~<20 ng/mL 为维生素 D 不足;25(OH)D≥20 ng/mL 为维生素 D 正常。

1.5 统计学处理 采用 SPSS26.0 统计软件进行数据处理。计量资料经 Kolmogorov-Smirnov 正态性检验发现数据均不符合正态分布,故采用非参数检验,以 $M(P_{25}, P_{75})$ 表示,其中两组间的比较采用 Mann-Whitney U 检验,多组间用 Kruskal-Wallis 检验。计数资料以例数和百分率表示,行 χ^2 检验。 $P<0.05$ 表示差异有统计学意义。

2 结果

2.1 男、女童 25(OH)D 水平及维生素 D 营养状况比较 0~14 岁儿童 25(OH)D 水平为 32.2(26.2, 40.4)ng/mL,其中有 52 例(0.20%)为维生素 D 缺乏,1 495 例(5.70%)为维生素 D 不足,24 678 例(94.10%)为维生素 D 正常。女童 25(OH)D 水平略高于男童,差异有统计学意义($P<0.05$)。见表 1。

2.2 不同年龄段男、女童 25(OH)D 水平及维生素 D 营养状况比较 研究对象随着年龄的增长,25(OH)D 水平不断下降,维生素 D 缺乏和维生素 D 不足占比逐渐上升。<3 岁儿童 25(OH)D 水平最高,10~14 岁儿童 25(OH)D 水平最低。不同年龄段儿童 25(OH)D 水平和维生素 D 营养状况占比比较,差异有统计学意义($P<0.05$)。<3 岁、3~<6 岁女童 25(OH)D 水平略高于男童,6~<10 岁、10~14 岁男童 25(OH)D 水平高于女童,差异有统计学意义($P<0.05$)。10~14 岁男、女童维生素 D 营养状况占比比较,差异有统计学意义($P<0.05$),其余年龄段男、女童维生素 D 营养状况占比比较,差异无统计学意义($P>0.05$)。见表 2。

表 1 男、女童 25(OH)D 水平及维生素 D 营养状况比较

项目	n	25(OH)D[M(P_{25} , P_{75}), ng/mL]	维生素 D 营养状况[n(%)]		
			维生素 D 缺乏	维生素 D 不足	维生素 D 正常
男	14 439	32.0(26.1, 40.2)	29(0.20)	811(5.62)	13 599(94.18)
女	11 786	32.4(26.4, 40.6)	23(0.20)	684(5.80)	11 079(94.00)
合计	26 225	32.2(26.2, 40.4)	52(0.20)	1 495(5.70)	24 678(94.10)
P		0.007		0.806	

2.3 不同季节儿童 25(OH)D 水平及维生素 D 营养状况比较 四季中春季儿童 25(OH)D 水平最高、夏

季儿童 25(OH)D 水平最低。不同季节的 25(OH)D 水平和维生素 D 营养状况占比比较,差异有统计学意

义($P < 0.05$)。冬季维生素 D 缺乏、维生素 D 不足占比高于其他季节,差异有统计学意义($P < 0.05$)。夏季、冬季儿童 25(OH)D 水平、维生素 D 营养状况占比与春季比较差异有统计学意义($P < 0.05$)。冬季 25(OH)D 水平、维生素 D 营养状况占比与秋季比较

差异有统计学意义($P < 0.05$)。秋季 25(OH)D 水平与春季比较,冬季 25(OH)D 水平与夏季比较,夏季维生素 D 营养状况占比与秋季比较,差异无统计学意义($P > 0.05$)。见表 3。

表 2 不同年龄段男、女童 25(OH)D 水平及维生素 D 营养状况比较

年龄(岁)	项目	n	25(OH)D [M(P_{25} , P_{75}), ng/mL]	维生素 D 营养状况[n(%)]			P
				维生素 D 缺乏	维生素 D 不足	维生素 D 正常	
<3	男	5 122	38.8(32.8, 47.2)	4(0.08)	35(0.68)	5 083(99.24)	0.636
	女	4 265	39.0(32.6, 48.3)	5(0.12)	34(0.80)	4 226(99.09)	
	合计	9 387	38.9(32.7, 47.6)	9(0.10)	69(0.74)	9 309(99.17)	
3~<6	男	6 162	30.9(26.4, 37.4)	4(0.06)	214(3.47)	5 944(96.46)	0.233
	女	5 431	31.1(26.5, 37.3)	6(0.11)	217(4.00)	5 208(95.89)	
	合计	11 593	31.0(26.4, 37.4)	10(0.09)	431(3.72)	11 152(96.20)	
6~<10	男	1 867	25.9(22.1, 30.3)	8(0.43)	264(14.14)	1 595(85.43)	0.060
	女	1 575	25.0(21.4, 29.4)	5(0.32)	268(17.02)	1 302(82.67)	
	合计	3 442	25.5(21.8, 29.9)	13(0.38)	532(15.46)	2 897(84.17)	
10~14	男	1 288	23.6(20.1, 27.8)	13(1.01)	298(23.14)	977(75.85)	<0.001
	女	515	22.4(18.7, 26.5)	7(1.36)	165(32.04)	343(66.60)	
	合计	1 803	23.3(19.7, 27.4)	20(1.11)	463(25.68)	1 320(73.21)	

表 3 不同季节儿童 25(OH)D 水平及维生素 D 营养状况比较

季节	n	25(OH)D[M(P_{25} , P_{75}), ng/mL]	维生素 D 营养状况[n(%)]		
			维生素 D 缺乏	维生素 D 不足	维生素 D 正常
春季	5 951	33.2(25.9, 31.8)	11(0.18)	475(7.98)	5 465(91.83)
夏季	11 743	31.6(26.5, 39.0)	12(0.10) ^{&}	449(3.82) ^{&}	11 282(96.07) ^{&}
秋季	4 312	32.8(26.7, 41.4) [*]	6(0.14)	158(3.66)	4 148(96.20)
冬季	4 219	32.0(25.0, 41.3) [#]	23(0.55)	413(9.79)	3 783(89.67)
P		<0.001		<0.001	

注:与春季比较, * $P > 0.05$;与夏季比较, # $P > 0.05$;与秋季比较, & $P > 0.05$ 。

3 讨 论

我国目前局部地区报道的佝偻病发病率约 10%,对出生 1 周内的婴幼儿补充维生素 D 是预防和治疗营养性佝偻病的最有效的方法^[12-16]。本研究发现,女童 25(OH)D 水平略高于男童,差异有统计学意义($P < 0.05$)。这与文献[17]报道结果相符。本研究结果显示, <3 岁、3~<6 岁女童 25(OH)D 水平略高于男童,6~<10 岁、10~14 岁男童 25(OH)D 水平高于女童,这可能与家长对女童养育方式侧重于室内,而男童侧重于户外活动有关;10~14 岁男、女童维生素 D 营养状况占比比较,差异有统计学意义($P < 0.05$),其余年龄段男、女童维生素 D 营养状况占比比较,差异无统计学意义($P > 0.05$)。这可能与 10~14 岁女孩进入青春期,随着第二性征的出现,对维生素 D 的需求量大幅度增加,而又没能得到及时的补充相关。相比之下,男童第二特征发育较晚,对维生素 D 的需求量低于女童。同时也可能与女童较男童户外活动时间短,没有得到足够的阳光照射有关。

本研究结果显示,研究对象随着年龄的增长,25(OH)D 水平不断下降,维生素 D 缺乏和维生素 D 不足占比逐渐上升。 <3 岁儿童 25(OH)D 水平最高,10~14 岁儿童 25(OH)D 水平最低。这与刘瑞萍等^[18]报道结果大致相同。原因可能是杭州市小于 3 岁儿童父母均已经了解维生素 D 的科普知识,充分意识到了其在婴幼儿生长发育中的关键作用,因此都及时为孩子们补充了所需的维生素 D。3 岁以上的儿童可能忽视维生素 D 的补充,该年龄段儿童已步入幼儿园的学习生活,与小于 3 岁儿童相比,该年龄段儿童大多时间都在室内度过,因而可能无法充分享受阳光的照射,所以导致 3 岁以上儿童的维生素 D 水平低于小于 3 岁的儿童。随着年龄增加导致维生素 D 水平下降的原因可能是学业任务逐渐加重、沉迷于电子游戏和防晒霜的使用及大气污染等,室外接受阳光照射的时间越来越短,对维生素 D 的需求量增加而没有得到合理补充所致;也有可能因肥胖、饮食及肠道消化吸收方面的差异,肝脏、骨骼、肾脏等多因素共同作用

的结果。

本研究夏季儿童 25(OH)D 水平最低,这与文献[19-20]研究结果相反,该研究报道夏季儿童 25(OH)D 水平最高,明显高于春、秋、冬季。之所以出现不一样的研究结果,可能与杭州地区夏季气候炎热,室外温度过高,白天户外活动时间短、阳光照射不足有关。本研究 0~14 岁儿童 25(OH)D 水平为 32.2(26.2,40.4) ng/mL,其中有 52 例(0.20%)为维生素 D 缺乏,1 495 例(5.70%)为维生素 D 不足,24 678 例(94.10%)为维生素 D 正常,高于文献[18,21]报道结果。本研究儿童维生素 D 营养状况比文献[22]的结果较为乐观,但对于儿童补充维生素 D 的重要性仍不可忽视,应积极宣传教育,以预防维生素 D 缺乏的发生。

有研究报道,维生素 D 缺乏及维生素 D 缺乏性佝偻病的预防应从围生期开始,以婴幼儿作为重点,并持续到青春期^[23]。此外,该建议还提出维生素 D 的补充应根据不同时间、地点和个体差异进行适应性调整。所以,儿童保健者应当广泛地深入开展宣传教育活动,并积极推进各年龄段维生素 D 补充剂量的科学知识普及工作,以提高公众对相关健康知识的认知和理解。同时,家长及监护人应合理、科学地补充维生素 D 制剂及钙剂,并增加牛奶及奶制品等含钙丰富的食物摄入,增加户外活动时间与阳光照射^[24]。达到有效预防和治疗儿童维生素 D 缺乏,从而进一步促进儿童健康、均衡的生长发育。

参考文献

- [1] KIFT R C, WEBB A R. Globally estimated UVB exposure times required to maintain sufficiency in vitamin D levels[J]. *Nutrients*, 2024, 16(10): 1489.
- [2] UGA M, KANEKO I, SHIOZAKI Y, et al. The role of intestinal cytochrome P450s in vitamin D metabolism[J]. *Biomolecules*, 2024, 14(6): 717.
- [3] ALONSO M A, MANTECÓN L, SANTOS F. Vitamin D deficiency in children: a challenging diagnosis[J]. *Pediatr Res*, 2019, 85(5): 596-601.
- [4] DALEY T, HUGHAN K, RAYAS M, et al. Vitamin D deficiency and its treatment in cystic fibrosis[J]. *J Cyst Fibros*, 2019, 18(2): 66-73.
- [5] LIKASITTHANANON N, NABANGCHANG C, SIMASATHIEN T, et al. Hypovitaminosis D and risk factors in pediatric epilepsy children[J]. *BMC Pediatr*, 2021, 21(1): 432.
- [6] ABASHEVA D, DOLCET-NEGRE M M, FERNÁNDEZ-SEARA M A, et al. Association between circulating levels of 25-hydroxyvitamin D3 and matrix metalloproteinase-10 (MMP-10) in patients with type 2 diabetes[J]. *Nutrients*, 2022, 14(17): 3484.
- [7] SÍRBE C, REDNIC S, GRAMA A, et al. An update on the effects of vitamin D on the immune system and autoimmune diseases[J]. *Int J Mol Sci*, 2022, 23(17): 9784.
- [8] SCHMIDT R J, NIU Q, EYLES D W, et al. Neonatal vitamin D status in relation to autism spectrum disorder and developmental delay in the charge case-control study[J]. *Autism Res*, 2019, 12(6): 976-988.
- [9] AL-SHAWWA B, EHSAN Z, INGRAM D G. Vitamin D and sleep in children[J]. *J Clin Sleep Med*, 2020, 16(7): 1119-1123.
- [10] KORSGREN O. The role of vitamin D in the aetiology of type 1 diabetes[J]. *Diabetologia*, 2020, 63(6): 1279-1280.
- [11] HOLICK M F. Vitamin D and bone health: what vitamin D can and cannot do[J]. *Adv Food Nutr Res*, 2024, 109(1): 43-66.
- [12] 丁聪聪, 刘瑛琦, 苏海鹏, 等. 西安地区 0~12 岁健康体检儿童血清 25 羟维生素 D 水平调查研究[J]. *现代检验医学杂志*, 2024, 39(2): 157-162.
- [13] 中华人民共和国国家卫生健康委员会. 人群维生素 D 缺乏筛查办法: WS/T677-2020[S]. 北京: 中国标准出版社, 2020.
- [14] DE LA GUÍA-GALIPIENSO F, MARTÍNEZ-FERRAN M, VALLECILLO N, et al. Vitamin D and cardiovascular health[J]. *Clin Nutr*, 2021, 40(5): 2946-2957.
- [15] GIUSTINA A, ADLER R A, BINKLEY N, et al. Controversies in vitamin D: summary statement from an international conference[J]. *J Clin Endocrinol Metab*, 2019, 104(2): 234-240.
- [16] BOUILLON R, MARCOCCI C, CARMELIET G, et al. Skeletal and extraskeletal actions of vitamin D: current evidence and outstanding questions [J]. *Endocr Rev*, 2019, 40(4): 1109-1151.
- [17] 刘颖, 宋文琪. 10 925 例儿童 25-羟基维生素 D₃ 不足及缺乏情况分析[J]. *遵义医学院报*, 2019, 42(1): 89-92.
- [18] 刘瑞萍, 熊凤梅, 武海滨. 西安地区 3 607 例儿童青少年维生素 D 营养状况分析[J]. *中国妇幼健康研究*, 2020, 31(12): 1677-1681.
- [19] 陈静, 蒋华科, 龚燕飞. 岳阳地区 3 071 名 0~14 岁儿童血清维生素 D 水平调查[J]. *中国民康医学*, 2022, 34(22): 4-6.
- [20] 任家谋, 张春梅, 刘娜, 等. 贵州 14 486 例儿童血清 25-羟基维生素 D 水平分析[J]. *赣南医学院学报*, 2023, 43(11): 1102-1106.
- [21] 余红, 程洪, 陈晓霞. 绍兴地区 0~14 岁儿童维生素 D 营养状况评价[J]. *中国优生与遗传杂志*, 2021, 29(7): 1024-1026.
- [22] 苏晶莹, 陈先睿, 林刚曦. 中国大陆儿童维生素 D 营养状况的 Meta 分析[J]. *中国全科医学*, 2021, 24(32): 4126-4136.
- [23] 仰曙芬, 吴光驰. 维生素 D 缺乏及维生素 D 缺乏性佝偻病防治建议解读[J]. *中国儿童保健杂志*, 2015, 23(7): 680-683.
- [24] 中华预防医学会儿童保健分会. 中国儿童维生素 A、维生素 D 临床应用专家共识(2024)[J]. *中国儿童保健杂志*, 2024, 32(4): 349-358.