

陕西省汉中市 1~6 岁儿童血清维生素 D 水平调查及影响因素分析

乔永峰^{1,2}, 胡 健¹, 马燕粉¹, 王晓琴¹

(1. 西安交通大学第一附属医院检验科, 西安 710061; 2. 汉中市中心医院检验科, 陕西汉中 723000)

摘要: **目的** 调查陕西省汉中市儿童血清维生素 D 水平及其分布状态, 为预防儿童维生素 D 缺乏提供依据。**方法** 选取汉中市儿童保健门诊 2019 年 3 月~2021 年 2 月 6 780 例 1~6 岁体检儿童为研究对象, 采用液相色谱串联质谱 (liquid chromatography-tandem mass spectrometry, LC-MS/MS) 法检测血清 25 羟基维生素 D [25-hydroxyvitamin D, 25(OH)D], 25 羟基维生素 D₂ [25-hydroxyvitamin D₂, 25(OH)D₂] 和 25 羟基维生素 D₃ [25-hydroxyvitamin D₃, 25(OH)D₃] 水平, 并分析不同年龄、性别、季节间差异。**结果** 儿童总体血清 25(OH)D、25(OH)D₂、25(OH)D₃ 水平分别为 38.24 ± 9.84 ng/ml, 2.31 ± 3.91 ng/ml 和 35.93 ± 9.93 ng/ml。维生素 D 缺乏率为 2.74% (186/6 780), 不足率为 18.29% (1 240/6 780), 充足率为 78.97% (5 354/6 780)。1~2 岁、2~3 岁和 3~6 岁儿童血清 25(OH)D 和 25(OH)D₃ 水平随年龄增长而逐渐降低, 维生素 D 缺乏率增加, 差异具有统计学意义 ($F=1\ 153.499, 1\ 165.341, 1\ 374.051$, 均 $P < 0.05$)。不同性别儿童血清 25(OH)D, 25(OH)D₂, 25(OH)D₃ 水平和维生素 D 营养分布状态比较, 差异均无统计学意义 ($t/\chi^2=0.727, 1.271, 0.222, 2.659$, 均 $P > 0.05$)。冬季儿童血清 25(OH)D 和 25(OH)D₃ 水平均低于春、夏、秋季, 差异具有统计学意义 ($q=6.853, 7.281, 6.801; 5.341, 6.225, 5.989$, 均 $P < 0.01$); 维生素 D 缺乏率高于春、夏、秋季 (6.60% vs 2.64%, 1.91%, 1.66%), 差异具有统计学意义 ($\chi^2=31.733, 52.252, 57.756$, 均 $P < 0.01$)。**结论** 汉中市 3~6 岁儿童普遍存在维生素 D 缺乏或不足, 应加强冬季户外活动, 鼓励血清维生素 D 水平监测, 必要时补充维生素 D。

关键词: 儿童; 维生素 D; 血清 25 羟基维生素 D; 液相色谱串联质谱; 汉中地区

中图分类号: R446.112 **文献标志码:** A **文章编号:** 1671-7414 (2024) 04-083-05

doi:10.3969/j.issn.1671-7414.2024.04.015

Investigation of Serum Vitamin D Levels and Analysis of Related Factors in Children Aged 1 ~ 6 in Hanzhong City of Shaanxi

QIAO Yongfeng^{1,2}, HU Jian¹, MA Yanfen¹, WANG Xiaoqin¹

(1. Department of Clinical Laboratory, the First Affiliated Hospital of Xi'an Jiaotong University, Xi'an 710061, China;

2. Department of Clinical Laboratory, Hanzhong Central Hospital, Shaanxi Hanzhong 723000, China)

Abstract: **Objective** To survey the levels and distributed status of serum vitamin D in children in Hanzhong city of Shaanxi, and provide a basis for the prevention of children with vitamin D deficiency. **Methods** A total of 6 780 children aged 1 to 6 years from March 2019 to February 2021 in Children's Health Clinic of Hanzhong Center Hospital for physical examination were selected as subjects. The levels of serum 25-hydroxyvitamin D [25(OH)D], serum 25-hydroxyvitamin D₂ [25(OH)D₂] and serum 25-hydroxyvitamin D₃ [25(OH)D₃] were measured by liquid chromatography-tandem mass spectrometry (LC-MS/MS), and the factors of ages and sexes and seasons were analyzed. **Results** The levels of serum 25(OH)D, 25(OH)D₂ and 25(OH)D₃ in all children were 38.24 ± 9.84 ng/ml, 2.31 ± 3.91 ng/ml and 35.93 ± 9.93 ng/ml, respectively. The vitamin D deficiency rate, insufficiency rate and adequacy rate were 2.75% (186/6 780), 18.29% (1 240/6 780) and 78.96% (5 354/6 780), respectively. The levels of serum 25(OH)D and 25(OH)D₃ in children aged 1~2, 2~3 and 3~6 years were gradually decreased with the growth of age, while the rate of vitamin D deficiency was increased, with significant differences ($F=1\ 153.499, 1\ 165.341, 1\ 374.051$, all $P < 0.05$). There were no significant differences in distributed status of serum of vitamin D and the levels of serum 25(OH)D, 25(OH)D₂ and 25(OH)D₃ levels among different genders ($t/\chi^2=0.727, 1.271, 0.222, 2.659$, all $P > 0.05$). The levels of serum 25(OH)D and 25(OH)D₃ in winter were lower than those in spring, summer and autumn, and the differences were statistically significant ($q=6.853, 7.281, 6.801; 5.341, 6.225, 5.989$, all $P < 0.01$). The vitamin D deficiency rate in winter was higher than that in spring, summer and autumn (6.60%, 2.64%, 1.91%, 1.66%). and the differences were statistically

作者简介: 乔永峰 (1983-), 男, 硕士在读, 副主任技师, 研究方向: 临床检验诊断指标研究, E-mail: qiao411081@163.com。

通讯作者: 王晓琴, 女, 主任技师, E-mail: 1493722680@qq.com。

significant($\chi^2=31.733, 52.252, 57.756$, all $P < 0.01$). **Conclusion** A high incidence of vitamin D deficiency or insufficiency was found in children aged 3 to 6 in Hanzhong city. It was necessary to strengthen outdoor activities in winter, encourage monitoring of serum vitamin D levels, and supplement vitamin D if necessary.

Keywords: children; vitamin D; serum 25-hydroxyvitamin D; liquid chromatography-tandem mass spectrometry (LC-MS/MS); Hanzhong area

维生素 D (vitamin D) 是儿童骨骼生长的必要营养物质, 严重缺乏时可导致儿童龋齿、佝偻病等^[1], 其作为类固醇激素, 与罹患 2 型糖尿病^[2]、心脑血管疾病^[3] 等常见病密切相关。不同国家和地区的维生素 D 调查显示, 儿童普遍存在维生素 D 不足或缺乏^[4], 北方城市哈尔滨 0 ~ 12 岁儿童维生素 D 缺乏率高达 55%^[5], 西南地区昆明市 0 ~ 14 岁儿童维生素 D 缺乏及不足率亦达 67%^[6], 评价维生素 D 营养状态的公认指标是血清 25 羟基维生素 D[25-hydroxyvitamin D, 25(OH)D] 水平。相较于酶联免疫吸附试验、化学发光法等血清 25(OH)D 检测方法, 液相色谱-串联质谱 (liquid chromatography-tandem mass spectrometry, LC-MS/MS) 法有精密度好、特异度强等优点^[7]。目前罕有陕西省汉中市儿童维生素 D 状况的研究, 因此本研究采用 LC-MS/MS 法对汉中市 1 ~ 6 岁儿童血清 25(OH)D, 25(OH)D₂ 和 25(OH)D₃ 水平进行调查, 旨在了解该地区儿童维生素 D 状况, 为该地区科学防治儿童维生素 D 缺乏提供依据。

1 材料与方法

1.1 研究对象 选取汉中市中心医院儿童保健门诊 2019 年 3 月 ~ 2021 年 2 月 6 780 例体检儿童为研究对象。纳入标准: 1 ~ 6 岁, 常住汉中市, 身体健康。排除标准: 近期有呼吸道或胃肠道感染、肝肾及内分泌系统疾病、遗传代谢性疾病及先天缺陷性疾病。其中男性 3 583 例, 女性 3 197 例; 1 ~ 2 岁 3 580 例, 2 ~ 3 岁 1 565 例, 3 ~ 6 岁 1 635 例。将来院体检的月份按季节划分: 3 ~ 5 月为春季, 6 ~ 8 月为夏季, 9 ~ 11 月为秋季, 12 月 ~ 次年 2 月为冬季, 其中春季 1 628 例, 夏季 2 360 例, 秋季 1 746 例, 冬季 1 046 例。

1.2 仪器与试剂 液相色谱仪 (日本岛津公司), 串联质谱仪 (美国 AB SCIEX 公司, 型号 API 3200MD), 25 羟基维生素 D 检测 (液相色谱-串联质谱法) 试剂盒 (浙江迪赛思诊断技术有限公司)。

1.3 方法 收集所有研究对象一般资料, 体检当天抽取静脉血 3 ~ 4ml, 3 000r/min 离心 10min 分离血清, 采用 LC-MS/MS 法检测血清 25(OH)D₂, 25(OH)D₃ 水平, 两者相加等于 25(OH)D 水平, 操作严格按照仪器和试剂盒说明书进行。判断标准^[8]: 维生素 D 缺乏: 血清 25(OH)D < 20 ng/ml; 维生素 D 不足: 20 ng/ml ≤ 血清 25(OH)D < 30 ng/ml; 维生素 D 充足: 30 ng/ml ≤ 血清 25(OH)D < 150

ng/ml。

1.4 统计学分析 数据分析采用 SPSS 22.0 统计软件。计量资料符合正态分布, 以均数 ± 标准差 ($\bar{x} \pm s$) 表示, 两组间比较采用独立样本 t 检验, 多组间比较用单因素方差分析。计数资料用率表示, 采用 χ^2 检验分析。 $P < 0.05$ 为差异具有统计学意义。

2 结果

2.1 儿童总体维生素 D 水平及营养分布状态 见表 1。维生素 D 缺乏率为 2.75% (186/6 780), 不足率为 18.29% (1 240/6 780), 充足率为 78.96% (5 354/6 780)。

表 1 儿童总体维生素 D 水平及营养分布状态 ($\bar{x} \pm s$, ng/ml)

项目	所有儿童 ($n=6\ 780$)	缺乏组 ($n=1\ 86$)	不足组 ($n=1\ 240$)	充足组 ($n=5\ 354$)
25(OH)D	38.24 ± 9.84	17.36 ± 2.30	26.26 ± 2.66	41.74 ± 7.76
25(OH)D ₂	2.31 ± 3.91	1.24 ± 1.68	1.77 ± 2.53	2.48 ± 4.22
25(OH)D ₃	35.93 ± 9.93	16.12 ± 2.63	24.49 ± 3.62	39.27 ± 8.15

2.2 不同年龄儿童维生素 D 水平及营养分布状态比较 见表 2。2 ~ 3 岁和 3 ~ 6 岁组儿童血清 25(OH)D 及 25(OH)D₃ 水平低于 1 ~ 2 岁组 ($q=19.244, 48.908; 20.376, 49.147$, 均 $P < 0.05$), 维生素 D 缺乏率及不足率高于 1 ~ 2 岁组 ($\chi^2=159.223, 1\ 307.176$, 均 $P < 0.01$); 3 ~ 6 岁儿童血清 25(OH)D 和 25(OH)D₃ 水平低于 2 ~ 3 岁 ($q=25.144, 24.716$, 均 $P < 0.05$), 维生素 D 缺乏率及不足率高于 2 ~ 3 岁 ($\chi^2=379.872, P < 0.01$), 差异具有统计学意义。不同年龄儿童血清 25(OH)D₂ 水平比较, 差异无统计学意义 ($F=2.922, P > 0.05$)。

2.3 不同性别儿童维生素 D 水平及营养分布状态比较 见表 3。不同性别儿童血清 25(OH)D, 25(OH)D₂, 25(OH)D₃ 水平和维生素 D 营养分布状态比较, 差异均无统计学意义 (均 $P > 0.05$)。

2.4 不同季节儿童维生素 D 水平及营养分布状态比较 见表 4。冬季儿童血清 25(OH)D, 25(OH)D₃ 水平低于春、夏、秋季 ($q=6.853, 7.281, 6.801; 5.341, 6.225, 5.989$, 均 $P < 0.05$); 维生素 D 缺乏率及不足率高于春、夏、秋季, 差异具有统计学意义 ($\chi^2=8.996, 31.733; 5.053, 52.252; 16.327, 57.756$, 均 $P < 0.01$); 冬季儿童血清 25(OH)D₂ 水平低于春、夏季, 差异具有统计学意义 ($q=3.703$,

2.720, 均 $P < 0.05$)。

表 2 不同年龄儿童维生素 D 水平及营养分布状态比较 [($\bar{x} \pm s$) ng/ml, $n(\%)$]					
项目	1 ~ 2 岁 ($n=3580$)	2 ~ 3 岁 ($n=1565$)	3 ~ 6 岁 ($n=1635$)	χ^2/F 值	P 值
25(OH)D (ng/ml)	42.30 \pm 8.81	37.40 \pm 8.21	30.16 \pm 8.08	1 153.499	<0.001
25(OH)D ₂ (ng/ml)	2.22 \pm 3.89	2.50 \pm 4.28	2.34 \pm 3.58	2.922	0.054
25(OH)D ₃ (ng/ml)	40.08 \pm 8.96	34.90 \pm 8.13	27.82 \pm 8.07	1 165.341	<0.001
Vit D 缺乏率	1 (0.03)	23 (1.47)	162 (9.91)		
不足率	284 (7.93)	277 (17.70)	679 (41.53)	1 374.051	<0.001
充足率	3295 (92.04)	1265 (80.83)	794 (48.56)		

表 3 不同性别儿童维生素 D 水平及营养分布状态比较 [($\bar{x} \pm s$) ng/ml, $n(\%)$]				
项目	男 ($n=3\ 583$)	女 ($n=3\ 197$)	χ^2/t 值	P 值
25(OH)D	38.32 \pm 9.59	38.15 \pm 10.12	0.727	0.467
25(OH)D ₂	2.37 \pm 3.98	2.25 \pm 3.84	1.271	0.204
25(OH)D ₃	35.96 \pm 9.86	35.90 \pm 10.01	0.222	0.825
Vit D 缺乏率	90 (2.51)	96 (3.00)		
不足率	640 (17.86)	600 (18.77)	2.659	0.265
充足率	2853 (79.63)	2501 (78.23)		

表 4	不同季节儿童维生素 D 水平及营养分布状态比较 [($\bar{x} \pm s$) ng/ml, n (%)]					
项 目	春 ($n=1\ 628$)	夏 ($n=2\ 360$)	秋 ($n=1\ 746$)	冬 ($n=1\ 046$)	χ^2/F 值	P 值
25(OH)D	38.71 \pm 10.08	38.69 \pm 10.01	38.55 \pm 9.24	36.00 \pm 9.79	21.677	<0.001
25(OH)D ₂	2.54 \pm 4.38	2.35 \pm 3.78	2.24 \pm 3.86	1.98 \pm 3.50	4.740	0.003
25(OH)D ₃	36.16 \pm 10.19	36.34 \pm 10.04	36.31 \pm 9.37	34.02 \pm 9.96	15.424	<0.001
Vit D 缺乏率	43 (2.64)	45 (1.91)	29 (1.66)	69 (6.60)		
不足率	283 (17.38)	450 (19.07)	291 (16.67)	216 (20.65)	84.306	<0.001
充足率	1302 (79.98)	1865 (79.02)	1426 (81.67)	761 (72.75)		

2.5 汉中地区与国内其他地区儿童维生素 D 水平比较 见表 5。本地区儿童维生素 D 水平低于东南地区，高于华北、东北、西南、本省其他地区。维生素 D 缺乏率高于东南地区，低于华北、东北、西南、本省其他地区。

表 5 汉中地区与国内其他地区儿童维生素 D 水平比较						
作者	发表时间 (年)	研究地区	研究对象 [年龄 (n)]	检测方法	总体水平 [($\bar{x} \pm s$) ng/ml]	缺乏率 (%)
高凤英, 等 ^[11]	2020	华北三河市	0 ~ 6 岁 (600)	酶联免疫法	35.8 \pm 13.2	11.6
刘欣, 等 ^[12]	2018	东北大庆市	0 ~ 6 岁 (7 429)	电化学发光法	30.73 \pm 14.43	7.3
唐菁娟, 等 ^[15]	2019	东南湛江市	0 ~ 6 岁 (3 164)	电化学发光法	42.75 \pm 12.20	1.9
李贤见, 等 ^[13]	2019	西南重庆市	0 ~ 6 岁 (14 68)	化学发光法	30.84 \pm 8.24	21.6
王伟, 等 ^[14]	2018	省内西安市	0 ~ 12 岁 (1 333)	化学发光法	31.69 \pm 17.02	19.2

3 讨论

维生素 D 是一种类固醇类激素，在生长发育、调节免疫等方面均发挥重要作用。维生素 D 血液循环中主要形式包括来源于食物摄取并转化的 25(OH)D₂，25(OH)D₃ 以及日照作用下由皮肤合成的 25(OH)D₃^[9]，可进一步羟化为其活性形式 1，25

(OH)₂D，通过与维生素 D 受体相互作用来发挥其功能。评估机体维生素 D 营养状态是检测血清 25(OH)D 水平，酶联免疫吸附试验、化学发光法等检测方法应用抗原抗体反应原理，因抗原位点不同存在一定的非特异反应以及不同免疫学方法量值溯源差异引起结果不一致，且不能区分 25(OH)D₂

和25(OH)D₃, 而LC-MS/MS方法能同时测定血清25(OH)D₂与25(OH)D₃水平^[10], 且精密度好、特异性强^[16]。儿童维生素D缺乏是全球关注的健康问题, 长期不足及缺乏可引起骨软化症、佝偻病。因此, 本研究采用LC-MS/MS方法调查汉中市儿童维生素D水平及分布状态, 对科学防治儿童维生素D缺乏提供依据。

我国儿童维生素D水平存在地区差异^[16], 本研究结果进一步验证了该结论。对陕西省汉中市6 780例1~6岁儿童调查发现, 该地区儿童维生素D水平低于东南地区^[15], 高于华北^[11]、东北^[12]、西南^[13]、本省其他地区^[14], 维生素D缺乏率高于东南地区, 低于华北、东北、西南、本省其他地区。该结果说明, 本地区维生素D水平可能与本市所处纬度(33.07°)、日照时间、空气与环境污染、维生素D制剂补充情况、儿童户外活动时间等因素有关。

儿童血清维生素D水平受年龄、性别、季节等因素影响, 但各项研究结果不完全一致^[16]。本研究发现1~2, 2~3和3~6岁儿童血清25(OH)D和25(OH)D₃水平随年龄增长而逐渐降低, 维生素D缺乏率增加, 不同年龄间差异均有统计学意义, 与王伟等^[6, 13-14]报道较一致。但不同性别儿童维生素D水平及缺乏率与李贤见等^[13]的研究结果相似, 未发现男女间差异有统计学意义。维生素D水平呈现的年龄差异, 推测可能与我国儿童保健指南有关^[17]: 指南要求3岁以下儿童常规需每日补充维生素D, 因此大部分3岁以下儿童会依照指南进行维生素D的日常补充直至3岁, 此后将逐渐减少或停止补充。然而3岁以上儿童由于生长发育依旧较快, 其所需的维生素D并未显著减少; 同时3岁以上儿童还因教育和学习需要, 待在室内时间较长, 日光暴露减少, 自身合成维生素D减少, 进一步加剧其维生素D缺乏的程度。本研究中3~6岁儿童维生素D缺乏率和不足率达51.44%, 因此, 应重视3岁以上儿童的维生素D状况, 除加强户外活动外, 应鼓励监测血清维生素D水平, 必要时补充维生素D, 避免引起维生素D缺乏相关疾病。

本研究还发现, 儿童在冬季的血清25(OH)D和25(OH)D₃水平低于春、夏、秋三个季节, 且维生素D缺乏率高于其他季节, 与李贤见等^[13]报道的结果较类似, 考虑与体内维生素D主要来源于日照作用下皮肤合成有关, 其合成量主要受日照强度、日照时间、皮肤暴露面积等影响^[9], 汉中地区冬季气候与李贤见等^[13]研究的重庆地区相似, 以多云和阴雨天气为主, 日照时间短, 光照强度弱, 加之儿童冬季户外活动时间减少, 衣着较厚而皮肤暴露少, 从而导致自身维生素D合成减少。因此, 应关

注儿童冬季维生素D缺乏状况, 必要时给予维生素D补充。

25(OH)D₂与25(OH)D₃体内的效应强度是否一致仍存在争议, 营养性佝偻病防治全球共识中指出维生素D₂和维生素D₃作用等效^[18], 维生素D₂也用于2型糖尿病^[19]等疾病治疗, 但有研究结果表明同等剂量下25(OH)D₃效应是25(OH)D₂的2倍^[20]。因此, 本研究特调查儿童血清25(OH)D₂水平, 分析其在年龄、性别、季节间差异, 结果显示血清25(OH)D₂水平仅占总25(OH)D水平的5.3%; 季节间差异有统计学意义, 而不同年龄、性别间差异均无统计学意义。25(OH)D₂水平较低的原因可能与人体无法自身合成维生素D₂, 体内维生素D₂主要来源于某些儿童不常摄入的食物(如蘑菇), 且儿童日常仅补充维生素D₃制剂有关。25(OH)D₂在体内是否发挥与25(OH)D₃同效的作用仍需要进一步研究。

综上所述, 汉中市1~6岁儿童血清25(OH)D, 25(OH)D₂和25(OH)D₃水平在不同年龄、季节间存在显著差异。汉中市3~6岁儿童普遍存在维生素D缺乏或不足, 应加强冬季户外活动, 鼓励血清维生素D水平监测, 必要时补充维生素D。

参考文献:

- [1] LIU Zhu, HUANG Shiming, YUAN Xiaoli, et al. The role of vitamin D deficiency in the development of paediatric diseases[J]. *Annals of Medicine*, 2023, 55(1): 127-135.
- [2] WANG Mengying, ZHOU Tao, LI Xiang, et al. Baseline vitamin D status, sleep patterns, and the risk of incident type 2 diabetes in data from the UK biobank study[J]. *Diabetes Care*, 2020, 43(11): 2776-2784.
- [3] BOUILLON R, MARCOCCI C, CARMELIET G, et al. Skeletal and extraskeletal actions of vitamin D: current evidence and outstanding questions[J]. *Endocrine Reviews*, 2019, 40(4): 1109-1151.
- [4] AUTIER P, MULLIE P, MACACU A, et al. Effect of vitamin D supplementation on non-skeletal disorders: a systematic review of meta-analyses and randomised trials[J]. *Lancet Diabetes & Endocrinology*, 2017, 5(12): 986-1004.
- [5] WEI Feng, WANG Zheng, WANG Jiajian, et al. Serum vitamin D levels among children aged 0-12 years in the First Affiliated Hospital of Harbin Medical University, China[J]. *Journal of Public Health (Oxford, England)*, 2018, 40(4): 721-726.
- [6] 潘永圣, 蒲丹, 汪佳婕, 等. 昆明地区儿童血清25羟基维生素D水平检测及维生素D营养状态分析[J]. *现代检验医学杂志*, 2021, 36(1): 116-119.
PAN Yongsheng, PU Dan, WANG Jiajie, et al.

- Detection of serum 25-hydroxyvitamin D level and analysis of vitamin D status in children in Kunming[J]. Journal of Modern Laboratory Medicine, 2021, 36(1): 116-119.
- [7] 禹松林, 方慧玲, 程歆琦, 等. 五种自动化免疫学方法和液相色谱串联质谱方法测定 25 羟维生素 D 的比较 [J]. 中华检验医学杂志, 2015, 38(7): 475-479. YU Songlin, FANG Huiling, CHENG Xinqi, et al. Comparison of five automated 25(OH)D immunoassays and liquid chromatography tandem mass spectrometry method[J]. Chinese Journal of Laboratory Medicine, 2015, 38(7): 475-479.
- [8] 陈荣华, 赵正言, 刘湘云. 儿童保健学 [M]. 5 版. 南京: 江苏凤凰科学技术出版社有限公司, 2017. CHEN Ronghua, ZHAO Zhengyan, LIU Xiangyun. Child Health Care[M]. 5th Ed. Nanjing: Phoenix Science Press Ltd, 2017.
- [9] WILSON L R, TRIPKOVIC L, HART K H, et al. Vitamin D deficiency as a public health issue: using vitamin D₂ or vitamin D₃ in future fortification strategies[J]. Proceedings of the Nutrition Society, 2017, 76(3): 392-399.
- [10] SEMPOS C T, HEIJBOER A C, BIKLE D D, et al. Vitamin D assays and the definition of hypovitaminosis D: results from the First International Conference on Controversies in Vitamin D[J]. British Journal of Clinical Pharmacology, 2018, 84(10): 2194-2207.
- [11] 高凤英, 李立新, 赵淑静, 等. 三河市 0 ~ 6 岁儿童维生素 D 营养状况调查 [J]. 检验医学与临床, 2020, 17(1): 97-99. GAO Fengying, LI Lixin, ZHAO Shujing, et al. Relationship between vitamin D nutritional status and seasons in children aged 0~6 years in Sanhe city[J]. Laboratory Medicine and Clinic, 2020, 17(1): 97-99.
- [12] 刘欣, 刘远英, 黄洋洋, 等. 大庆市 7 429 名儿童血清总维生素 D 测定结果分析 [J]. 国外医学 (医学地理杂志), 2018, 39(1): 13-15. LIU Xin, LIU Yuanying, HUANG Yangyang, et al. Analysis of the result of total serum vitamin D in 7 429 children in Daqing city[J]. Foreign Medical Sciences(Section of Medgeography), 2018, 39(1): 13-15.
- [13] 李贤见, 黄裕林, 易宏, 等. 重庆市开州地区 0 ~ 6 岁儿童 25-羟维生素 D 水平调查及相关危险因素分析 [J]. 现代检验医学杂志, 2019, 34(6): 130-134. LI Xianjian, HUANG Yulin, YI Hong, et al. Investigation of 25-hydroxyvitamin D level and analysis of related risk factors in children aged 0 ~ 6 years in Kaizhou district of Chongqing [J]. Journal of Modern Laboratory Medicine, 2019, 34(6): 130-134.
- [14] 王伟, 杨丽芳, 董莉, 等. 年龄、性别及季节与西安市 0 ~ 12 岁儿童维生素 D 状态的相关性研究 [J]. 成都医学院学报, 2018, 13(1): 32-36. WANG Wei, YANG Lifang, DONG Li, et al. The correlation of vitamin D status of children aged 0 to 12 with age, gender and season in Xi'an city[J]. Journal of Chengdu Medical College, 2018, 13(1): 32-36.
- [15] 唐菁娟, 赖镜华. 湛江市区学龄前儿童 25-羟维生素 D 水平研究 [J]. 医学信息, 2019, 32(7): 137-139. TANG Jingjuan, LAI Jinghua. Study on 25-hydroxyvitamin D levels in preschool children in Zhanjiang City[J]. Journal of Medical Information, 2019, 32(7): 137-139.
- [16] 郑双双, 詹建英, 朱冰泉, 等. 中国儿童维生素 D 营养状况流行病学研究进展 [J]. 中华儿科杂志, 2019, 57(3): 232-234. ZHENG Shuangshuang, ZHAN Jianying, ZHU Bingquan, et al. Vitamin D status in Chinese children: review of epidemiological studies[J]. Chinese Journal of Pediatrics, 2019, 57(3): 232-234.
- [17] 《中华儿科杂志》编辑委员会, 中华医学会儿科学分会儿童保健学组, 全国佝偻病防治科研协作组, 等. 维生素 D 缺乏性佝偻病防治建议专家讨论会纪要 [J]. 中华儿科杂志, 2008, 46(3): 192-194. Editorial Board of *Chinese Journal of Pediatrics*, Subspecialty Group of Child Health Care, Chinese Pediatric Society, Chinese Medical Association, Cooperation Group of Prevention and Treatment of Rickets of Vitamin D Deficiency in Childhood, et al. Summary of the symposium on recommendation for prevention and treatment of vitamin D deficient rickets in childhood [J]. Chinese Journal of Pediatrics, 2008, 46(3): 192-194.
- [18] MUNNS C F, SHAW N, KIELY M, et al. Global consensus recommendations on prevention and management of nutritional rickets[J]. Journal of Clinical Endocrinology and Metabolism, 2016, 101(2): 394-415.
- [19] 崔建蕾, 陈统, 王翼华. 维生素 D₂ 注射液联合硫酸注射液治疗 2 型糖尿病合并周围神经病变的效果 [J]. 临床医学, 2023, 43(11): 104-106. CUI Jianlei, CHEN Tong, WANG Yihua. Effect of vitamin D₂ injection combined with lipoic acid injection in treatment of type 2 diabetes mellitus complicated with peripheral neuropathy[J]. Clinical Medicine, 2023, 43(11): 104-106.
- [20] TRIPKOVIC L, WILSON L R, HART K, et al. Daily supplementation with 15 μ g vitamin D₂ compared with vitamin D₃ to increase wintertime 25-hydroxyvitamin D status in healthy south Asian and white European women: a 12-wk randomized, placebo-controlled food-fortification trial[J]. American Journal of Clinical Nutrition, 2017, 106(2): 481-490.

收稿日期: 2023-12-06

修回日期: 2024-02-19