

惠州地区儿童血清维生素D水平及与疾病的相关性分析

王小亭¹, 吕桂容¹, 吕锦锋², 郑瑜³, 张志强^{1*}

¹广东省惠州市第二妇幼保健院新生儿疾病筛查中心, 广东 惠州

²广东省惠州市第二妇幼保健院信息科, 广东 惠州

³广东省惠州市第二妇幼保健院检验科, 广东 惠州

收稿日期: 2025年6月30日; 录用日期: 2025年7月25日; 发布日期: 2025年8月1日

摘要

目的: 维生素D缺乏是一个全球性的公共卫生问题, 了解儿童的维生素D水平及营养状况, 对其当下的健康状况以及成年后的健康均有裨益。方法: 采用液相色谱串联质谱(LC-MS/MS)法对2022年9月~2024年12月在惠州市第二妇幼保健院就诊的儿童进行血清维生素D测定, 比较分析不同年龄段、不同性别、不同季节、不同临床诊断(症状)以及未来是否患病住院儿童血清维生素D水平及营养状况。结果: 3719名儿童血清25(OH)D水平为69.0 (51.25, 92.25) nmol/L, 维生素D缺乏和不足率为22.5%, 男女童之间25(OH)D水平及营养状况无统计学差异。夏秋季25(OH)D水平高于春冬季。25(OH)D水平低于对照组(同时段入学体检儿童)且有统计学差异的临床诊断包括矮小症、抽动障碍、活动与注意失调、生长发育迟缓、童年情绪障碍、注意缺陷与多动障碍(ADHD)。维生素D营养状况低于对照组儿童且具有统计学差异的包括活动与注意失调、SMA、性早熟、言语和语言发育障碍、ADHD。疑似患过敏性疾病儿童维生素D水平及营养状况明显低于过敏原特异性IgE检测阴性的儿童。维生素D水平及营养状况与未来是否住院无关。结论: 儿童在不同年龄、不同季节均存在维生素D不足和缺乏情况, 维生素D不足和缺乏与多种疾病相关, 提示家长需密切关注, 合理补充。

关键词

儿童, 维生素D, 疾病预防

Analysis of Serum Vitamin D Levels and Correlation with Diseases in Children in Huizhou Area

Xiaoting Wang¹, Guirong Lv¹, Jinfeng Lv², Yu Zheng³, Zhiqiang Zhang^{1*}

¹Newborn Screening Center of Huizhou Second Maternal and Child Health Hospital, Huizhou Guangdong

*通讯作者。

文章引用: 王小亭, 吕桂容, 吕锦锋, 郑瑜, 张志强. 惠州地区儿童血清维生素D水平及与疾病的相关性分析[J]. 亚洲急诊医学病例研究, 2025, 13(3): 235-243. DOI: 10.12677/acrem.2025.133034

Abstract

Objective: Vitamin D deficiency is a global public health issue. Understanding the Vitamin D levels and nutritional status of children is beneficial for their current health as well as their health in adulthood. **Methods:** Serum vitamin D levels were measured using liquid chromatography-tandem mass spectrometry (LC-MS/MS) in children visiting the Second Maternal and Child Health Hospital of Huizhou City between September 2022 and December 2024. Comparative analyses were conducted to assess vitamin D levels and nutritional status across different age groups, sexes, seasons, clinical diagnoses (symptoms), and future hospitalization status. **Results:** The serum 25(OH)D level in 3719 children was 69.0 (51.25, 92.25) nmol/L, with a vitamin D deficiency and insufficiency rate of 22.5%. There was no statistically significant difference in 25(OH)D levels and nutritional status between boys and girls. The 25(OH)D levels were higher in summer and autumn compared to spring and winter. The 25(OH)D levels were lower than the control group (children undergoing physical examinations during the same period) and showed statistically significant differences in clinical diagnoses including short stature, tic disorder, activity and attention disorders, growth retardation, childhood emotional disorders, and attention deficit hyperactivity disorder (ADHD). The vitamin D nutritional status was lower than that of the control group and showed statistically significant differences in children with activity and attention disorders, SMA, precocious puberty, speech and language developmental disorders, and ADHD. Children with suspected allergic diseases had significantly lower vitamin D levels and poorer nutritional status compared to those with negative allergen-specific IgE test results. Vitamin D levels and nutritional status are unrelated to future hospitalization. **Conclusion:** Children have vitamin D deficiencies and deficiencies at different ages and seasons. Vitamin D deficiencies are related to a variety of diseases, prompting parents to pay close attention and supplement rationally.

Keywords

Children, Vitamin D, Disease Prevention

Copyright © 2025 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

维生素(Vitamin, V)是人体生长、代谢、发育过程中不可或缺的微量营养物质, 人类常见疾病有 135 种, 其中 106 种疾病与维生素摄取不足有关, 婴幼儿及未成年人缺乏对其生长发育的影响则更为明显[1][2]。维生素 D 调节钙磷代谢, 维持骨骼神经肌肉系统的正常功能。近年来大量研究表明, 维生素 D 不足和缺乏与患多种常见疾病的风险增加均有一定的关联, 包括肌肉骨骼疾病、代谢性疾病、心血管疾病、恶性疾病、自身免疫性疾病和传染病等[3]。另外有研究表明, 低维生素 D 水平可能还会影响人的认知能力[4]。2024 版《中国儿童维生素 A、维生素 D 临床应用专家共识》指出, 我国 0~18 岁健康儿童中维生素 D 缺乏和不足现象较为普遍, 维生素缺乏的早期预防尤为关键, 主要防治措施包括膳食摄入、户外活

动、维生素制剂的补充等[5]。本研究采用液相色谱串联质谱(LC-MS/MS)法对惠州市儿童维生素 D 水平进行了分析,为维生素 D 缺乏和不足儿童及时合理补充提供参考。

2. 对象与方法

2.1. 对象

2022 年 9 月~2024 年 12 月在惠州市第二妇幼保健院就诊并进行 25-(OH)D 水平检测的 3719 名儿童作为研究对象。53.4% (1986/3719)为常规体检儿童, 30.5% (1136/3719)为不同临床诊断(症状), 其他诊断占 16.1% (597/3719)。纳入标准: 年龄为 0~15 岁儿童。排除标准: >15 岁检测者。分别对 6 种变量维生素水平和营养情况进行分析(详见图 1)。本研究经院内医学伦理委员会批准(伦理号: HZEFY-LL-2023092-KS202306-001)。

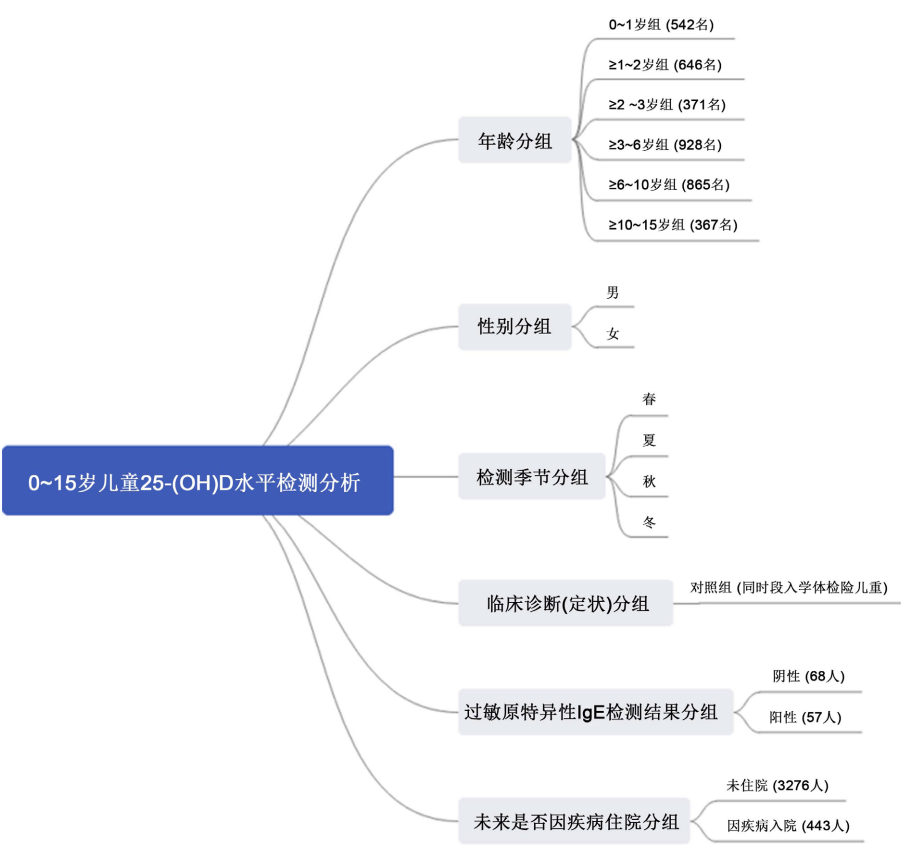


Figure 1. Sample extraction flowchart
图 1. 样本抽取流程图

2.2. 检测方法

1) 采集静脉血 3 ml, 2 h 内分离血清并置-80℃冰箱保存。采用液液萃取方法提取血清中目标维生素分子, 再利用液相色谱串联质谱(API 3200MD, AB Sciex, USA)分离并检测目标维生素分子和内标特异性的离子对, 用维生素和对应同位素内标峰面积比计算血清中脂溶性维生素浓度。

2) 过敏原特异性 IgE 检测采用免疫印迹法进行检测(杭州浙大迪讯生物基因工程有限公司)。检测项目包括吸入性 10 项(户尘螨、屋尘、蟑螂、猫毛皮屑、狗毛皮屑、艾蒿、矮豚草、桑树、霉菌组合、树花

粉组合)、食物性 10 项(鸡蛋白、牛奶、牛肉、羊肉、虾、蟹、鳕鱼、腰果、芒果、菠萝)和食物吸入性 28 项(鸡蛋白、牛奶、牛肉、羊肉、虾、蟹、鳕鱼、腰果、芒果、菠萝、户尘螨、屋尘、蟑螂、猫毛皮屑、狗毛皮屑、艾蒿、矮豚草、桑树、霉菌组合、树花粉组合、屋尘螨/粉尘螨、鲑鱼、贝、龙虾/扇贝、花生、黄豆、混合草、苋、葎草)。

2.3. 判断标准

维生素 D 营养状况判定采用 25-(OH)D 水平[5]。血清 25-(OH)D 适宜浓度的判定按照专家共识推荐参照 2016 年全球营养性佝偻病管理共识[6],即血清 25-(OH)D < 30 nmol/L 为维生素 D 缺乏, 30~50 nmol/L 为维生素 D 不足, ≥50 nmol/L 则为适宜。

2.4. 统计分析

采用 SPSS 25.0 进行数据分析, 计量资料经 Kolmogorov-Smirnov test 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 $M(P25, P75)$ 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, 相关性分析采用 Spearman 相关。计数资料以例数和百分率表示, 采用 χ^2 检验进行比较。采用肯德尔相关系数检验未来是否住院与维生素 D 营养状况的相关性。所有统计分析均已 $P < 0.05$ 作为差异有统计学意义的界限。

3. 结果

3.1. 不同年龄段 25(OH)D 水平及维生素 D 营养状况

3719 名儿童血清 25(OH)D 水平为 69.0 (51.25, 92.25) nmol/L。0~1 岁组儿童血清 25(OH)D 水平最高为 100.25 (78.94, 119.31) nmol/L, ≥10~15 岁组血清 25(OH)D 水平最低为 50.5 (39.5, 65) nmol/L。且随着年龄的增加, 血清 25(OH)D 水平呈下降趋势(见表 1), 进一步统计分析显示, 年龄对 25(OH)D 水平的影响存在统计学差异($b = -0.38, t = 123.748, P < 0.001$)。维生素 D 缺乏和不足率为 22.5%, 6 组维生素 D 缺乏和不足率分别占同组的 5.2%、5.1%、7.5%、24.9%、39.2%和 48.0%, ≥10~15 岁组维生素 D 缺乏和不足最为严重, 且随着年龄的增加有增加趋势, 维生素 D 缺乏和不足可能与年龄呈正相关($r = 0.366, P < 0.001$)。

Table 1. 25(OH)D levels and vitamin D nutritional status in Children aged 0~15 years
表 1. 0~15 岁儿童 25(OH)D 水平及维生素 D 营养状况

年龄	n	25(OH)D [$M(P25, P75)$, nmol/L]	维生素 D 营养状况[n(%)]		
			维生素 D 不足	维生素 D 缺乏	维生素 D 正常
0~1 岁组	542	100.25 (78.94, 119.31)	22 (4.1)	6 (1.1)	514 (94.8)
≥1~2 岁组	646	91.38 (73.69, 110)	30 (4.6)	3 (0.5)	613 (94.9)
≥2~3 岁组	371	78.75 (64.25, 99.75)	25 (6.7)	3 (0.8)	343 (92.5)
≥3~6 岁组	928	62.75 (49.75, 79)	211 (22.7)	20 (2.2)	697 (75.1)
≥6~10 岁组	865	55 (43.5, 67.75)	315 (36.4)	24 (2.8)	526 (60.8)
≥10~15 岁组	367	50.5 (39.5, 65)	154 (42.0)	22 (6.0)	191 (52.0)
Z/χ^2 值		1207.112		540.716	
P 值		<0.001		<0.001	

3.2. 不同性别 25(OH)D 水平及维生素 D 营养状况

3719 名儿童中, 男童占 61.5% (2289/3719), 女童占 38.5% (1430/3719)男女童血清 25(OH)D 水平分别

为 68.25 (51.25, 90.25) nmol/L、70.0 (51.25, 95.25) nmol/L，男女童血清 25(OH)D 水平差异无统计学意义 ($Z = 1.605, P = 0.109$)。男童女童缺乏和不足率分别为 22.6%和 22.2%，两组无统计学差异($\chi^2 = 1.736, P = 0.420$)。

3.3. 不同季节 25(OH)D 水平及维生素 D 营养状况

春夏秋冬季例数、25(OH)D 水平及维生素 D 营养状况详见表 2。不同季节 25(OH)D 水平有显著差异 ($Z = 29.588, P < 0.001$)，具体表现为秋季最高，其次为夏季、冬季，春季最低。与春季 25(OH)D 水平相比，夏季、秋季有统计学差异($Z = -4.309, P < 0.001; Z = -4.923, P < 0.001$)。不同季节维生素 D 营养状况差异有统计学差异($Z = 30.789, P < 0.001$)，维生素 D 营养状况夏季最佳，与夏季相比，春季、冬季维生素 D 营养状况有统计学差异($\chi^2 = 23.268, P < 0.001; \chi^2 = 12.141, P < 0.001$)。

Table 2. Children’s 25(OH)D levels and vitamin D nutritional status in different seasons
表 2. 不同季节儿童 25(OH)D 水平及维生素 D 营养状况

季节	n	25(OH)D [M (P25, P75), nmol/L]	维生素 D 营养状况[n (%)]		
			维生素 D 不足	维生素 D 缺乏	维生素 D 正常
春季	876	64.25 (47.5, 87.0)	219 (25.0) [#]	22 (2.5) [#]	635 (72.5) [#]
夏季	1030	69.75 (55.0, 94.81)*	172 (16.7)	16 (1.6)	842 (81.7)
秋季	1128	71.0 (53.0, 94.5)*	214 (19.0)	19 (1.7)	895 (79.3)
冬季	685	69.5 (48.75, 91.0)	152 (22.2) [#]	21 (3.1) [#]	512 (74.7) [#]
Z/ χ^2 值		29.588		30.789	
P 值		<0.001		<0.001	

注：与春季相比，* $P < 0.001$ ；与夏季相比，[#] $P < 0.001$ 。

3.4. 不同临床诊断(症状)儿童 25(OH)D 水平及维生素 D 营养状况

根据临床诊断(症状)将就诊儿童进行分组，以同时段入学体检的儿童为对照组，分析不同临床诊断(症状)儿童 25(OH)D 水平及维生素 D 营养状况(具体分组及例数见表 3)。对照组儿童 25(OH)D 水平为 68.25 (52.5, 85.63) nmol/L，25(OH)D 水平低于对照组的临床诊断包括矮小症、抽动障碍、活动与注意失调、脊髓性肌萎缩症(Spinal Muscular Atrophy, SMA)、生长发育迟缓、童年情绪障碍、维生素缺乏、下肢疼痛、性早熟、言语和语言发育障碍(Language Development Disorder, LD)、运动障碍、注意缺陷与多动障碍(attention-deficit/hyperactivity disorder, ADHD)和积滞，具有统计学差异的临床诊断包括矮小症、抽动障碍、活动与注意失调、生长发育迟缓、童年情绪障碍、ADHD。对照组儿童 25(OH)D 缺乏和不足率为 22.6%，维生素 D 营养状况低于对照组的临床诊断组别包括矮小症(28.8%)、抽动障碍(33.0%)、活动与注意失调(42.6%)、SMA (40.0%)、痉挛型脑性瘫痪(42.8%)、生长发育迟缓(28.6%)、童年情绪障碍(35.0%)、性早熟(60.0%)、LD (45.0%)、运动障碍(40.0%)、ADHD (35.5%)和积滞(30.7%)，具有统计学差异的包括活动与注意失调、SMA、性早熟、LD、ADHD。

3.5. 疑似患过敏性疾病儿童 25(OH)D 水平及维生素 D 营养状况

3719 名儿童中，125 人进行了过敏原特异性 IgE 检测，其中至少一项过敏原特异性 IgE 阳性的有 57 人，为疑似患过敏性疾病。疑似患过敏性疾病儿童维生素 D 水平为 75.0 (57.0, 100.88) nmol/L，68 名过敏原特异性 IgE 检测阴性的儿童维生素 D 水平为 96.5 (79.57, 119.06) nmol/L，疑似为过敏性疾病儿童维生

素 D 水平明显低于过敏原特异性 IgE 检测阴性的儿童, 两组具有显著统计学差异($Z = -3.743, P < 0.001$)。疑似患过敏性疾病儿童维生素 D 缺乏和不足占 17.5% (10/57), 过敏原特异性 IgE 检测阴性的儿童维生素 D 不足占 4.4% (3/68), 两组具有统计学差异($\chi^2 = 5.739, P = 0.017$)。

Table 3. 25(OH)D levels and vitamin D nutritional status in Children with different clinical diagnoses (symptoms)
表 3. 不同临床诊断(症状)儿童 25(OH)D 水平及维生素 D 营养状况

临床诊断(症状)	n	25(OH)D [M (P25, P75) nmol/L]	Z 值	P 值	维生素 D 营养状况			χ^2	P 值
					维生素 D 不足	维生素 D 缺乏	维生素 D 正常		
入学体检	93	68.25 (52.5, 85.63)			19 (20.4)	2 (2.2)	72 (77.4)		
矮小症	208	59.13 (47.38, 74.38)	-2.63	0.01	55 (26.4)	5 (2.4)	148 (71.2)	1.28	0.26
抽动障碍	100	56.13 (48.31, 69.31)	-3.57	<0.001	33 (33.0)	0	67 (67.0)	2.60	0.11
高危儿	25	101.00 (68.25, 118.25)	-	-	1 (4.0)	0	24 (96.0)	-	-
佝偻病	55	73.25 (54.75, 92.00)	-	-	10 (18.2)	2 (3.6)	43 (78.2)	-	-
活动与注意失调	80	55.50 (43.06, 73.50)	-3.63	<0.001	33 (41.3)	1 (1.3)	46 (57.5)	7.87	0.01
SMA	25	55.00 (46.75, 74.38)	-1.93	0.54	8 (32.0)	2 (8)	15 (60.0)	3.09	0.08
痉挛型脑性瘫痪	14	70.00 (43.31, 86.50)	-	-	5 (35.7)	1 (7.1)	8 (57.1)	1.69	0.19
生长发育迟缓	322	61.5 (47.44, 75.50)	-2.58	0.01	82 (25.5)	10 (3.1)	230 (71.40)	1.31	0.25
童年情绪障碍	20	59.00 (41.88, 70, 88)	-2.12	0.03	6 (30.0)	1 (5.0)	13 (65.0)	0.78	0.38
维生素缺乏	44	63.75 (52.56, 89.13)	-0.26	0.80	6 (13.6)	1 (2.3)	37 (84.1)	-	-
下肢疼痛	22	65.13 (49.69, 93.69)	-0.32	0.75	2 (9.1)	2 (9.1)	18 (81.8)	-	-
性早熟	15	47.75 (40.50, 66.50)	-2.53	0.11	9 (60.0)	0	6 (40.0)	7.25	0.01
LD	20	55.38 (40.38, 79.13)	-1.88	0.06	8 (40.0)	1 (5.0)	11 (55.0)	4.24	0.04
运动障碍	25	60.25 (42.25, 78.25)	-1.67	0.10	8 (32.0)	2 (8.0)	15 (60.0)	3.09	0.08
ADHD	135	54.5 (44.25, 66.50)	-4.51	<0.001	47 (34.8)	1 (0.7)	87 (64.4)	4.39	0.04
积滞	26	62.88 (45.56, 86.19)	-0.71	0.48	7 (26.9)	1 (3.8)	18 (69.2)	0.74	0.39

3.6. 儿童 25(OH)D 水平及维生素 D 营养状况与未来是否住院的相关性分析

3719 名儿童中, 未来因疾病住院的儿童约占 11.9% (443/3719), 维生素 D 水平为 68.25 (51.25, 92.5) nmol/L, 未住院儿童维生素 D 水平为 69.0 (51.25, 92.19) nmol/L, 两组无统计学差异($Z = 0.065, P = 0.948$)。未来因疾病住院儿童维生素 D 缺乏占 20.5% (673/3276), 不足占 2.0% (67/3276), 未住院儿童维生素 D 缺乏占 19.0% (84/443), 不足占 2.5% (11/443), 未来是否住院与维生素 D 营养状况无相关性($r = -0.008, P = 0.630$)。

4. 讨论

维生素 D 作为广泛调节细胞和分子功能的一种类固醇激素, 对肌肉骨骼系统有有益影响, 缺乏可引起佝偻病和骨质疏松症[7]。摄入正常量维生素 D 对免疫系统、心血管系统疾病、抑郁症、多发性硬化症、II 型糖尿病和癌症均有裨益, 同时具有抗病毒、抗感染、协同参与炎症反应等免疫调节作用[7]。维生素 D 缺乏是一个全球性的公共卫生问题, 有研究调查了 81 个国家 7,947,359 人维生素 D 水平, 发现维生素 D 缺乏率为 15.7%, 不足率为 47.9%, 其中中低收入国家的患病率较高[8]。我国 0~18 岁儿童维生素 D 严

重缺乏率为 2.46%，缺乏率为 21.57%，不足率为 28.71%，维生素 D 缺乏不仅会影响儿童当下的健康状况，可能还会对成年后的健康造成长期影响[5]。因此，了解儿童维生素 D 水平及其营养状况，对儿童的健康成长至关重要。

本研究按样本抽取流程图(图 1)对 3719 名儿童维生素 D 水平及营养情况进行了分析。3719 名儿童血清 25(OH)D 水平为 69.0 (51.25, 92.25) nmol/L，高于山东[9]、杭州[10]、福建厦门[11]、陕西西安[12]、黑龙江佳木斯[13]、内蒙古呼伦贝尔[14]等地报道的维生素 D 水平，低于云南[15]、广州[16]等地的报道水平。有研究表明南方地区维生素 D 水平高于北方地区[17]，从以上结果可以看出，高于本研究维生素 D 水平的城市，以南方居多，低于本研究维生素 D 水平的城市以北方城市居多，结果基本相符。0~1 岁组儿童血清 25(OH)D 水平最高为 100.25 (78.94, 119.31) nmol/L，≥10~15 岁组血清 25(OH)D 水平最低为 50.5 (39.5, 65) nmol/L，且随着年龄的增加，血清 25(OH)D 水平呈下降趋势(见表 1)。该趋势与黑龙江佳木斯[13]、福建厦门[11]、陕西西安[12]等地的研究结果相符。≥10~15 岁组维生素 D 缺乏和不足最为严重，且随着年龄的增加有增加趋势，维生素 D 缺乏和不足可能与年龄呈正相关($r=0.366, P<0.001$)。具体而言，年龄每增加 1 个月，25(OH)D 水平将降低 0.385 nmol/L ($b=-0.38, t=123.748, P<0.001$)。3719 名儿童中，男童占 61.5% (2289/3719)，女童占 38.5% (1430/3719)，男女童血清 25(OH)D 水平分别为 68.25 (51.25, 90.25) nmol/L、70 (51.25, 95.25) nmol/L，男女童血清 25(OH)D 水平差异无统计学意义($Z=1.605, P=0.109$)。男童女童缺乏和不足率分别为 22.6% 和 22.2%，两组无统计学差异($\chi^2=1.736, P=0.420$)。目前，关于维生素 D 营养状况的性别差异，现有研究结果尚不一致，需进一步验证[17] [18]。维生素 D 缺乏和不足率为 22.5%，低于黑龙江[13]、山东[9]、内蒙古[19] [20]、西藏[21]等地报道，高于杭州[10]、云南[15]等地的研究报道。另外，25(OH)D 水平和维生素 D 营养状况均存在显著的季节性差异，秋季 25(OH)D 水平最高，夏季维生素 D 营养状况最佳，而春季和冬季的 25(OH)D 水平和维生素 D 营养状况均较差(见表 2)。以上结果可能是因为与强紫外线环境暴露相比，弱紫外线地区儿童的维生素缺乏率较高有关[22]，且空气质量也会影响皮肤对紫外线的吸收，阻碍维生素 D 的合成[23]。中国南方日照时间较北方长，紫外线暴露较多，北方一些地区室外空气污染较重，因此维生素 D 缺乏率北方总体相对较高[24]。但不同季节的研究对象不一样，也可能是因为对象的不同而导致季节的变化。按年龄组分析，6 组维生素 D 缺乏和不足率分别占同组的 6.6%、5.1%、7.5%、24.9%、39.2% 和 48.0%，其中 ≥10~15 岁组不足和缺乏率最高。这可能与随着儿童的成长，儿童及家长更多精力在于应付学业，户外活动时间明显减少，而且此年龄段父母不重视定期进行儿童保健有关[25]。

根据临床诊断(症状)分组分析显示，具体分组及例数见表 3，25(OH)D 水平低于对照组(入学体检儿童)的临床诊断包括矮小症、抽动障碍、活动与注意失调、SMA、生长发育迟缓、童年情绪障碍、维生素缺乏、下肢疼痛、性早熟、LD、运动障碍、ADHD 和积滞，具有统计学差异的临床诊断包括矮小症、抽动障碍、活动与注意失调、生长发育迟缓、童年情绪障碍、ADHD。对照组儿童 25(OH)D 缺乏和不足率为 22.6%，维生素 D 营养状况低于对照组的临床诊断组别包括矮小症、抽动障碍、活动与注意失调、SMA、痉挛型脑性瘫痪、生长发育迟缓、童年情绪障碍、性早熟、LD、运动障碍、ADHD 和积滞，具有统计学差异的包括活动与注意失调、SMA、性早熟、LD、ADHD。有研究表明维生素 D 对健康个体认知功能(如语言记忆和语言工作记忆、学习记忆、注意力、执行功能等)存在一定影响[4]；此外，研究发现，发育行为障碍儿童(包括 LD、抽动障碍、全面发育迟缓、ADHD、孤独症谱系障碍、特定性学习障碍、对立违抗性障碍、睡眠障碍)的维生素 D 水平显著低于典型发育儿童，其中以孤独症谱系障碍(ASD)和 ADHD 患儿的维生素 D 水平降低尤为显著[26]，以上结果与本研究部分结果基本相符。目前，已有研究主要集中于维生素 D 与 ASD 及 ADHD 的相关性，而对其他发育行为障碍的关注相对较少[26]。进一步探讨维生素 D 与发育行为障碍之间的关联性，可能为临床干预策略的制定及营养指导提供重要的理论依据和实

践参考。125 名同时进行过敏原特异性 IgE 检测的儿童中有 57 人为疑似患过敏性疾病, 维生素 D 水平为 75.0 (57.0, 100.88) nmol/L, 68 名过敏原特异性 IgE 检测阴性的儿童维生素 D 水平为 96.5 (79.57, 119.06) nmol/L, 疑似为过敏性疾病儿童维生素 D 水平明显低于过敏原特异性 IgE 检测阴性的儿童, 两组具有显著统计学差异($Z = -3.743, P < 0.001$)。疑似患过敏性疾病儿童维生素 D 缺乏和不足率占 17.5% (10/57), 过敏原特异性 IgE 检测阴性的儿童维生素 D 不足占 4.4% (3/68), 两组具有统计学差异($\chi^2 = 5.739, P = 0.017$)。已有许多研究表明维生素 D 水平与过敏性疾病之间存在相关性, 当体内维生素 D 水平正常时, 有助于维持免疫系统的平衡, 降低过敏性疾病的发生风险, 维生素 D 缺乏则会增加过敏性疾病的发生率[27]。对 3719 名儿童门诊号进行住院号匹配, 发现未来因疾病住院的儿童约占 11.9% (443/3719), 维生素 D 水平为 68.25 (51.25, 92.5) nmol/L, 未住院儿童维生素 D 水平为 69.0 (51.25, 92.19) nmol/L, 两组无统计学差异($Z = 0.065, P = 0.948$)。未来因疾病住院儿童维生素 D 缺乏占 20.5% (673/3276), 不足占 2.0% (67/3276), 未住院儿童维生素 D 缺乏占 19.0% (84/443), 不足占 2.5% (11/443), 未来是否住院与维生素 D 营养状况无相关性($r = -0.008, P = 0.630$)。有研究表明, 保持 100 nmol/L 以上的维生素 D 水平对健康和疾病预防至关重要[28]。但本研究 3719 名儿童中, 仅有 356 名儿童的维生素 D 水平在 100 nmol/L 以上。最新证据表明, 维生素 D 可能存在阈值效应, 需针对不同维生素 D 缺乏或不足人群开展研究, 以更全面评估维持充足维生素 D 水平对预防慢性疾病的影响[29]。

综上所述, 虽本研究数据有限且无法掌握患者院外就医数据, 但在一定程度上提示了惠州地区不同年龄段、不同性别、不同季节均存在维生素 D 缺乏的情况, 尤其以春冬季和 $\geq 10 \sim 15$ 岁儿童维生素 D 不足和缺乏最为普遍, 而且本研究提示维生素 D 缺乏可能与多种疾病相关, 以上结果均提示家长需密切关注, 合理补充。本研究本中心拥有惠州市唯一一台液相色谱串联质谱仪, 该研究采用液相色谱串联质谱法, 使检测结果更加准确可靠。同时, 本研究与全国多地研究报道相符, 后期研究希望纳入临床多因素进一步分析讨论惠州地区儿童的维生素水平和缺乏情况及其相关影响因素, 发现与部分其他研究报道不符的原因。并综合分析惠州地区儿童维生素 D 水平营养状况与疾病之间的关系。为惠州市儿童合理补充维生素 D、预防疾病提供有力的科学依据。

基金项目

广东省惠州市医疗卫生领域科技计划项目(编号 2023CZ010191)。

参考文献

- [1] 文有军. 维生素 D 在儿童生长发育中的作用探析[J]. 健康大视野, 2019(10): 43-44.
- [2] Yang, G., wang, N., Liu, H., Si, L. and Zhao, Y. (2023) The Association between Umbilical Cord Blood Fat-Soluble Vitamin Concentrations and Infant Birth Weight. *Frontiers in Endocrinology*, **14**, Article 1048615. <https://doi.org/10.3389/fendo.2023.1048615>
- [3] Demay, M.B., Pittas, A.G., Bikle, D.D., Diab, D.L., Kiely, M.E., Lazaretti-Castro, M., et al. (2024) Vitamin D for the Prevention of Disease: An Endocrine Society Clinical Practice Guideline. *The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism*, **109**, 1907-1947. <https://doi.org/10.1210/clinem/dgae290>
- [4] Silva, A.B.J.D., Barros, W.M.A., Silva, M.L.D., Silva, J.M.L., Souza, A.P.D.S., Silva, K.G.D., et al. (2022) Impact of Vitamin D on Cognitive Functions in Healthy Individuals: A Systematic Review in Randomized Controlled Clinical Trials. *Frontiers in Psychology*, **13**, Article 987203. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2022.987203>
- [5] 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, 361.
- [6] Munns, C.F., Shaw, N., Kiely, M., Specker, B.L., Thacher, T.D., Ozono, K., et al. (2016) Global Consensus Recommendations on Prevention and Management of Nutritional Rickets. *The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism*, **101**, 394-415. <https://doi.org/10.1210/je.2015-2175>
- [7] Giustina, A., Bilezikian, J.P., Adler, R.A., Banfi, G., Bikle, D.D., Binkley, N.C., et al. (2024) Consensus Statement on

- Vitamin D Status Assessment and Supplementation: Whys, Whens, and Hows. *Endocrine Reviews*, **45**, 625-654. <https://doi.org/10.1210/endrev/bnae009>
- [8] Cui, A., Zhang, T., Xiao, P., Fan, Z., Wang, H. and Zhuang, Y. (2023) Global and Regional Prevalence of Vitamin D Deficiency in Population-Based Studies from 2000 to 2022: A Pooled Analysis of 7.9 Million Participants. *Frontiers in Nutrition*, **10**, Article 1070808. <https://doi.org/10.3389/fnut.2023.1070808>
- [9] 姜迎, 孙青, 梁争艳, 等. 山东省中小学生维生素 D 营养状况及相关因素分析[J]. 中国学校卫生, 2024, 45(10): 1399-1402.
- [10] 江再菊, 何世波, 柳强, 等. 杭州市 0-14 岁儿童血清 25-羟维生素 D 营养状况分析[J]. 国际检验医学杂志, 2025, 46(4): 471-474.
- [11] 陈丽娜, 徐勇军, 苏玉萍. 12957 名 0-18 岁儿童血清 25-羟基维生素 D 水平调查分析[J]. 中国医药科学, 2022, 12(4): 7-10, 24.
- [12] Liu, R., Chen, Y., Wu, H., *et al.* (2021) Serum Vitamin A, D and E Concentrations and Status in Children in Shaanxi Province, Northwest China. *Asia Pacific Journal of Clinical Nutrition*, **30**, 687-695.
- [13] 佚名. 佳木斯地区 6 岁以下儿童血清维生素 A, 25-羟基维生素 D, 维生素 E 水平分析[J]. 检验医学, 2017, 32(4): 276-279.
- [14] 张仕华, 韩悦, 赵彤, 等. 呼伦贝尔地区 0-14 岁儿童血清 25-羟基维生素 D 水平分析[J]. 浙江医学, 2022, 44(11): 1198-1201.
- [15] Wu, Y., Yang, Y., Xiao, X., Wang, L., Yin, Z. and Li, Y. (2021) The Pattern of Vitamin D Levels in Children 0-4 Years of Age in Yunnan Province. *Journal of Tropical Pediatrics*, **67**, fmab093. <https://doi.org/10.1093/tropej/fmab093>
- [16] 范雪莲, 曾梓建, 蔡志梁, 等. 广州地区 0-7 岁儿童血清 25 羟维生素 D 水平检测结果分析[J]. 临床检验杂志, 2021, 39(1): 69-72.
- [17] 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.
- [18] 张浩, 董洋洋, 马萍, 等. 中国儿童青少年维生素 D 营养状况的 Meta 分析[J]. 中国循证医学杂志, 2021, 21(3): 284-289.
- [19] 曲建平, 陈桂梅, 宋玉伟. 内蒙古 0-14 岁儿童维生素 D 营养状况研究[J]. 中国全科医学, 2020, 23(22): 2820-2824.
- [20] 高淑青. 包头地区 0-6 岁儿童 25 羟基维生素 D 水平调查分析[J]. 中国生育健康杂志, 2018, 29(4): 354-357.
- [21] 尼玛顿珠, 秦绪珍, 边珍, 等. 拉萨地区 1196 例藏族儿童维生素 D 营养状态分析[J]. 检验医学与临床, 2022, 19(10): 1337-1339, 1343.
- [22] Das, S., Hasan, M.M., Mohsin, M., Jeorge, D.H., Rasul, M.G., Khan, A., *et al.* (2022) Sunlight, Dietary Habits, Genetic Polymorphisms and Vitamin D Deficiency in Urban and Rural Infants of Bangladesh. *Scientific Reports*, **12**, Article No. 3623. <https://doi.org/10.1038/s41598-022-07661-y>
- [23] Jhamb, J.A., Rampal, S., Jaiman, A., Sinniah, A., Tong, J.B. and Jaiman, A. (2023) Worsening Air Pollution an Unfamiliar Cause of Low Vitamin D Levels: A Systematic Literature Review. *Journal of Clinical Medicine of Kazakhstan*, **20**, 4-8. <https://doi.org/10.23950/jcmk/13760>
- [24] 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.
- [25] 郭艳, 赵晓丽. 佛山市南海区 0-12 岁儿童维生素 D 水平调查与分析[J]. 中国社会医学杂志, 2019, 36(3): 322-324.
- [26] 刘舒, 廖小嫻, 黄秀清, 等. 基于倾向性评分匹配法评估常见发育行为疾病儿童维生素 D 水平[J]. 中国儿童保健杂志, 2025, 33(5): 508-513.
- [27] Zhang, P., Xu, Q. and Zhu, R. (2024) Vitamin D and Allergic Diseases. *Frontiers in Immunology*, **15**, Article 1420883. <https://doi.org/10.3389/fimmu.2024.1420883>
- [28] Wimalawansa, S.J. (2024) Physiology of Vitamin D—Focusing on Disease Prevention. *Nutrients*, **16**, Article 1666. <https://doi.org/10.3390/nu16111666>
- [29] Zhao, S., Qian, F., Wan, Z., Chen, X., Pan, A. and Liu, G. (2024) Vitamin D and Major Chronic Diseases. *Trends in Endocrinology & Metabolism*, **35**, 1050-1061. <https://doi.org/10.1016/j.tem.2024.04.018>