

惠州地区儿童血清维生素A、维生素D水平及与近视的相关性分析

王小亭¹, 刘梁娜², 彭 韬², 吕锦锋³, 郑 瑜⁴, 吕桂容¹, 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儿童保健科, 广东 惠州

³广东省惠州市第二妇幼保健院信息科, 广东 惠州

⁴广东省惠州市第二妇幼保健院检验科, 广东 惠州

收稿日期: 2026年4月15日; 录用日期: 2026年5月9日; 发布日期: 2026年5月20日

摘 要

目的: 探讨儿童血清维生素A、维生素D水平与近视的关联性。方法: 选取2022年9月至2025年12月在惠州市第二妇幼保健院检测血清维生素A、维生素D的0~15岁儿童, 分析其营养状况及与近视的相关性。结果3307名儿童血清维生素A水平为 0.43 ± 0.15 mg/L, 0~1岁组儿童最低。维生素A缺乏占2.4%, 边缘缺乏占12.9%, 0~1岁组缺乏和边缘缺乏最为严重(23.2%)。维生素A水平最高的为秋季, 最低的为春季。维生素A缺乏最为严重的为春季(17.0%), 与春季缺乏相比有统计学差异的为夏季($\chi^2 = 14.363, P = 0.001$)。不同体重分级、是否近视儿童维生素A水平及营养状况均无统计学差异。4599名儿童血清维生素D水平为 72.13 ± 33.88 nmol/L。随着年龄的增加呈明显下降趋势($b = -0.376, t = 130.475, P < 0.001$)。维生素D缺乏和不足率为25.5%, 随着年龄的增长有加剧趋势($b = 0.006, t = 5.604, P < 0.001$)。春季维生素D营养状况最差, 缺乏和不足为29.5%, 与春季维生素D营养状况相比, 有统计学差异为夏季($\chi^2 = 31.649, P < 0.001$)。与正常体重儿童相比, 超重或肥胖儿童25(OH)D水平与营养状况均有统计学差异($t = 3.166, P = 0.002; \chi^2 = 10.966, P = 0.004$)。正常视力儿童维生素D缺乏和不足率高于近视儿童(35.0% vs. 31.1%, $P = 0.016$)。结论: 惠州地区0~15岁儿童普遍存在维生素A与维生素D缺乏或不足的现象。其中, 0~1岁婴幼儿维生素A不足问题较为突出, 而维生素D不足与缺乏则更为普遍, 且其发生率呈现随年龄增长而上升的趋势。两种维生素的营养状况春季最差, 夏季相对较好。尽管维生素D缺乏和不足率在正常视力与近视儿童之间存在一定差异, 但该差异缺乏临床意义。因此, 本研究未能提供维生素A和维生素D水平与近视之间存在具有临床意义关联的证据。

关键词

儿童, 维生素A, 维生素D, 近视

Analysis of Serum Vitamin A and Vitamin D Levels and Their Correlation with Myopia in Children from Huizhou

Xiaoting Wang¹, Liangna Liu², Tao Peng², Jinfeng Lv³, Yu Zheng⁴, Guirong Lv¹, Zhiqiang Zhang¹

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

²Child Health Department of Huizhou Second Maternal and Child Healthcare Hospital, Huizhou Guangdong

³Information Department of Huizhou Second Maternal and Child Healthcare Hospital, Huizhou Guangdong

⁴Laboratory Department of Huizhou Second Maternal and Child Healthcare Hospital, Huizhou Guangdong

Received: April 15, 2026; accepted: May 9, 2026; published: May 20, 2026

Abstract

Objective: To investigate the association between serum vitamin A and vitamin D levels and myopia in children from Huizhou. **Methods:** Children aged 0~15 years who underwent serum vitamin A and vitamin D testing at Huizhou Second Maternal and Child Healthcare Hospital from September 2022 to December 2025 were enrolled. Their nutritional status and its correlation with myopia were analyzed. **Results:** A total of 3,307 children had a serum vitamin A level of 0.43 ± 0.15 mg/L, with the lowest level observed in the 0~1 year age group. The prevalence of vitamin A deficiency and marginal deficiency was 2.4% and 12.9%, respectively, with the highest rates (23.2%) in the 0~1 year group. Vitamin A levels peaked in autumn and were lowest in spring. The most severe vitamin A deficiency occurred in spring (17.0%), which showed a statistical difference compared to summer ($\chi^2 = 14.363$, $P = 0.001$). No statistically significant differences were found in vitamin A levels or nutritional status across different weight categories or between children with and without myopia. Among 4599 children, the serum vitamin D level was 72.13 ± 33.88 nmol/L, demonstrating a significant decreasing trend with age ($b = -0.376$, $t = 130.475$, $P < 0.001$). The prevalence of vitamin D deficiency and insufficiency was 25.5%, showing an increasing trend with age ($b = 0.006$, $t = 5.604$, $P < 0.001$). Vitamin D nutritional status was poorest in spring (deficiency and insufficiency rate: 29.5%), which was significantly different from that in summer ($\chi^2 = 31.649$, $P < 0.001$). Overweight or obese children had significantly lower 25(OH)D levels and poorer nutritional status compared to normal-weight children ($t = 3.166$, $P = 0.002$; $\chi^2 = 10.966$, $P = 0.004$). The proportion of vitamin D deficiency and insufficiency was higher in the normal vision group than in the myopic group (35.0% vs. 31.1%, $P = 0.016$). **Conclusion:** Vitamin A and vitamin D deficiency or insufficiency are common among children aged 0~15 years in Huizhou. Vitamin A insufficiency is particularly prominent in infants aged 0~1 year, while vitamin D deficiency and insufficiency are more prevalent and show an increasing trend with age. The nutritional status of the two vitamins is poorest in spring and relatively better in summer. Although there is a certain difference in the rate of vitamin D deficiency and insufficiency between children with normal vision and those with myopia, this difference lacks clinical significance. Therefore, this study does not support the presence of a clinically meaningful association between vitamin A and vitamin D levels and myopia.

Keywords

Children, Vitamin A, Vitamin D, Myopia



1. 引言

维生素 A 和维生素 D 缺乏或不足仍是全球性的公共卫生问题[1]。这两种维生素在维持机体免疫功能、促进骨骼健康、调节细胞生长与分化等方面发挥着重要作用，其缺乏与多种健康问题密切相关，尤其在儿童生长发育关键期影响更为突出[2] [3]。2024 年发布的《中国儿童维生素 A、维生素 D 临床应用专家共识》指出，我国 0~12 岁儿童中，维生素 A 以边缘性缺乏为主(30%)；而在 0~18 岁健康儿童中，维生素 D 缺乏和不足现象亦较为普遍[4]。因此，维生素缺乏的早期预防至关重要，主要防治措施包括合理膳食、户外活动以及维生素制剂的补充等[4]。近视是影响我国儿童青少年眼健康的重大公共卫生问题，亟需开展科学、规范的管理[5]。本研究通过收集 0~15 岁儿童的维生素 A、维生素 D 水平数据，分析其与近视的相关性，旨在为维生素 A、维生素 D 缺乏与不足的儿童以及近视儿童的早期干预提供科学依据。

2. 对象与方法

2.1. 对象

2022 年 9 月~2025 年 12 月在惠州市第二妇幼保健院就诊并进行维生素 A (3307 名)、维生素 D (4599 名)水平检测的儿童作为研究对象。

2.2. 检测方法

2.2.1. 液相色谱 - 串联质谱法

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。

2.2.2. 化学发光技术

采用深圳市亚辉龙生物科技股份有限公司直接化学发光技术的竞争免疫储存测试法检测 25-(OH)D (其中 985 例样本采用该方法)。

2.3. 判断标准

维生素 A 的营养状况判定指标通常采用血清维生素 A (视黄醇)浓度，以美国、中国儿科学教材中推荐的标准及《中国居民膳食营养素参考摄入量(2023 版)》中推荐值[1]，即 $<0.70 \mu\text{mol/L}$ ($<0.20 \text{ mg/L}$)为缺乏， $0.70\sim 1.05 \mu\text{mol/L}$ ($0.20\sim 0.30 \text{ mg/L}$)为边缘缺乏， $\geq 1.05 \mu\text{mol/L}$ ($>0.30 \text{ mg/L}$)为正常。维生素 D 营养状况判定采用 25-(OH)D 水平[4]。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 $< 30 \text{ nmol/L}$ 为维生素 D 缺乏， $30\sim 50 \text{ nmol/L}$ 为维生素 D 不足， $\geq 50 \text{ nmol/L}$ 则为适宜。参照国家卫生健康委员会发布《7 岁以下儿童生长标准》(WS/T 423-2022) [7]、6~17 岁儿童依据《学龄儿童青少年超重与肥胖筛查》(WS/T586-2018) [8]和《学龄儿童青少年营养不良筛查》(WS/T456-2014) [9]分别判定营养不足和超重/肥胖。近视及近视程度参照等效球镜度 = 球镜度 + 1/2 柱镜度，即低度近视： $-3.00\text{D} < \text{SE} \leq -0.50\text{D}$ ；中度近视： $-6.00\text{D} < \text{SE} \leq -3.00\text{D}$ ；高度近视： $\text{SE} \leq -6.00\text{D}$ [10]。

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符合正态分布, 方差齐采用 F 检验, 以 $\bar{x} \pm s$ 表示, 两组间的比较采用 Bonferroni 校正法检验; 方差不齐时采用韦尔奇方差分析, 两组间的比较采用 Games-Howell 检验; 正态性检验发现数据不符合正态分布, 采用非参数进行比较, 用 $M(P25, P75)$ 表示。 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义(组内两两比较, $P < 0.05$ /组数有统计学差异)。

3. 结果

3.1. 不同因素维生素 A 水平及营养状况

3307 名儿童血清维生素 A 平均水平为 0.43 ± 0.15 mg/L (见表 1)。年龄分组中, 浓度从高至低依次是 >12 岁组、>1~3 岁组、>3~6 岁组、>6~12 岁组, 0~1 岁组儿童最低。与 0~1 岁组儿童血清维生素 A 水平相比, 有统计学差异的为 >1~3 岁组、>3~6 岁组和 >12 岁组 ($t = -5.530, P < 0.001$; $t = -2.880, P = 0.004$; $t = -3.845, P < 0.001$)。维生素 A 缺乏占 2.4%, 边缘缺乏占 12.9%, 0~1 岁组缺乏和边缘缺乏最为严重, 占 23.2%。其余四组缺乏和边缘缺乏均与 0~1 岁组有统计学差异 ($\chi^2 = 41.227, P < 0.001$; $\chi^2 = 24.286, P < 0.001$; $\chi^2 = 17.013, P < 0.001$; $\chi^2 = 13.062, P = 0.001$)。不同性别维生素 A 水平及营养状况无统计学差异(均 $P > 0.05$)。四季中, 维生素 A 水平最高的为秋季, 最低的为春季; 与春季相比, 有统计学差异的为夏季和秋季 ($t = -3.657, P < 0.001$; $t = -5.845, P < 0.001$)。四季中维生素 A 缺乏最为严重的为春季, 与春季缺乏相比有统计学差异的季节为夏季 ($\chi^2 = 14.363, P = 0.001$)。不同体重分级、是否近视儿童维生素 A 水平及营养状况均无统计学差异。

Table 1. Vitamin A levels and nutritional status of children aged 0~15 years

表 1. 0~15 岁儿童维生素 A 水平及营养状况

因素	n	维生素 A ($\bar{x} \pm s$, mg/L)	F/t 值	P 值	维生素 A 营养状况[n(%)]			χ^2	P 值
					边缘缺乏	缺乏	正常		
年龄									
0~1 岁组	634	0.40 ± 0.19	12.5	<0.001	118 (18.6)	29 (4.6)	487 (76.8)	57.363	<0.001
>1~3 岁组	791	$0.45 \pm 0.14^*$			70 (8.8)	14 (1.8)	707 (89.4)*		
>3~6 岁组	794	$0.43 \pm 0.14^*$			90 (11.3)	16 (2.0)	688 (86.6)*		
>6~12 岁组	1006	0.42 ± 0.14			142 (14.1)	19 (1.9)	845 (84.0)*		
>12 岁组	82	$0.49 \pm 0.16^*$			5 (6.1)	0 (0)	77 (93.9)*		
性别									
男	2030	0.43 ± 0.14	-1.611	0.107	269 (13.3)	49 (2.4)	1712 (84.3)	0.850	0.654
女	1277	0.43 ± 0.16			156 (12.2)	29 (2.3)	1092 (85.5)		
季节									
春季	810	0.41 ± 0.12	11.861	<0.001	124 (15.3)	14 (1.7)	672 (83.0)	20.538	0.002
夏季	963	$0.43 \pm 0.16^{\#}$			102 (10.6)	36 (3.7)	825 (85.7) ^{&}		
秋季	1049	$0.44 \pm 0.15^{\#}$			134 (12.8)	16 (1.5)	899 (85.7)		
冬季	485	0.43 ± 0.17			65 (13.4)	12 (2.5)	408 (84.1)		
合计	3307	0.43 ± 0.15			425 (12.9)	78 (2.4)	2804 (84.8)		

续表

体重分级									
超重或肥胖	60	0.44 ± 0.12	0.902	0.407	2 (3.3)	2 (3.3)	56 (93.3)	9.788	0.030
消瘦	24	0.39 ± 0.09			4 (16.7)	1 (4.2)	19 (79.2)		
正常体重	239	0.43 ± 0.14			36 (15.1)	3 (1.3)	200 (83.7)		
近视与否									
否	308	0.43 ± 0.14	-0.285	0.776	38 (12.3)	7 (2.3)	263 (85.4)	0.068	0.954
是	77	0.43 ± 0.13			9 (11.4)	2 (2.5)	68 (86.1)		

注：与 0~1 岁组比，*代表 $P < 0.01$ ；与春季组比，#代表 $P < 0.01$ ；与春季维生素 A 缺乏组比，&代表 $P < 0.01$ 。

3.2. 不同因素 25(OH)D 水平及维生素 D 营养状况

4599 名儿童血清 25(OH)D 水平为 72.13 ± 33.88 nmol/L (见表 2)。年龄分组中，0~1 岁组最高为 98.87 nmol/L，>12 岁组血清 25(OH)D 水平最低为 48.00 nmol/L，随着年龄的增加，血清 25(OH)D 水平呈明显下降趋势，年龄对维生素 D 水平的影响存在统计学差异 ($b = -0.376, t = 130.475, P < 0.001$)。维生素 D 缺乏和不足率为 25.5%，5 组维生素 D 缺乏和不足率分别占同组的 9.3%、9.9%、26.1%、41.2% 和 59.7%，>12 岁组维生素 D 缺乏和不足最为严重，且随着年龄的增加有加刷趋势，具有统计学差异 ($b = 0.006, t = 5.604, P < 0.001$)。不同性别儿童血清 25(OH)D 水平及维生素 D 营养状况均无统计学差异 (均 $P > 0.05$)。四季 25(OH)D 水平从低到高依次为冬、春、秋、夏，与冬季 25(OH)D 水平相比，有统计学差异的为夏季和秋季 ($t = 5.656, P < 0.001; t = 3.569, P < 0.001$)。春季维生素 D 营养状况最差，缺乏和不足为 29.5%，其次是冬季、秋季，与春季维生素 D 营养状况相比，有统计学差异为夏季 ($\chi^2 = 31.649, P < 0.001$)，秋冬季均无统计学差异 ($\chi^2 = 7.372, P = 0.025; \chi^2 = 0.651, P = 0.722$)。不同体重分级儿童中，超重或肥胖儿童 25(OH)D 水平最低且营养状况最差。与正常体重儿童相比，超重或肥胖儿童 25(OH)D 水平与营养状况均有统计学差异 ($t = 3.166, P = 0.002; \chi^2 = 10.966, P = 0.004$)。近视儿童与正常视力儿童 25(OH)D 水平无差异 ($Z = 0.840, P = 0.359$)；正常视力儿童维生素 D 缺乏和不足占 35.0%，近视儿童维生素 D 缺乏和不足占 31.1%，两组维生素 D 缺乏和不足率有统计学差异 ($\chi^2 = 8.295, P = 0.016$)。

Table 2. Vitamin D levels and nutritional status of children aged 0~15 years

表 2. 0~15 岁儿童 25(OH)D 水平及维生素 D 营养状况

变量	n	25(OH)D ($\bar{x} \pm s, \text{nmol/L}$)/ [M(P25, P75) nmol/L]	F/t/Z 值	P 值	维生素 D 营养状况[n(%)]			χ^2 值	P 值
					不足	缺乏	正常		
年龄									
0~1 岁组	828	98.87 ± 38.15	414.065	<0.001	69 (8.3)	8 (1.0)	751 (90.7)	57.028	<0.001
>1~3 岁组	1048	86.53 ± 32.92*			97 (9.3)	7 (0.7)	944 (90.1)		
>3~6 岁组	1081	65.71 ± 26.80*			264 (24.4)	18 (1.7)	799 (73.9)#		
>6~12 岁组	1461	54.32 ± 21.76*			538 (36.8)	64 (4.4)	859 (58.8)#		
>12 岁组	181	48.00 ± 16.02*			99 (54.7)	9 (5.0)	73 (40.3)#		
性别									
男	2823	71.95 ± 32.78	-0.451	0.652	658 (23.3)	53 (1.9)	2112 (74.8)	5.931	0.052
女	1776	72.41 ± 35.56			409 (23.0)	53 (3.0)	1314 (74.0)		

续表

季节										
春季	1118	68.88 ± 32.42	16.120	<0.001	296 (26.5)	34 (3.0)	788 (70.5)	40.898	<0.001	
夏季	1230	76.36 ± 30.93 [#]			229 (18.6)	16 (1.3)	985 (80.1) [@]			
秋季	1427	73.48 ± 36.36 [#]			334 (23.4)	27 (1.9)	1066 (74.7)			
冬季	824	67.89 ± 34.72			208 (25.2)	29 (3.5)	587 (71.2)			
合计	4599	72.13 ± 33.88			1067 (23.2)	106 (2.3)	3426 (74.5)			
体重分级										
超重或肥胖	65	57.61 ± 30.82 ^{&}	5.629	0.004	27 (41.5)	4 (6.2)	34 (52.3) ^{&}	12.102	0.017	
消瘦	28	63.85 ± 18.77			8 (28.6)	0 (0)	20 (71.4)			
正常体重	291	71.79 ± 33.03			69 (23.7)	9 (3.1)	213 (73.2)			
近视与否										
否	414	57.92 (46.25, 74.05)	0.840	0.359	127 (30.7)	18 (4.3)	269 (65.0)	8.295	0.016	
是	135	59.25 (P44.30, P87.26)			29 (21.5)	13 (9.6)	93 (68.9)			

注：与 0~1 岁组比，*代表 $P < 0.01$ ；与冬季组比，[#]代表 $P < 0.001$ ；与春季维生素 D 缺乏和不足组比，[@]代表 $P < 0.001$ ；与正常体重相比，[&]代表 $P < 0.01$ 。

3.3. 20 余万中小學生視力情況調查

在未散瞳的情況下，隨機對 20 多萬中小學生視力進行篩查，總體篩查性近視率為 39.1% (詳見表 3)，從小學一年級至初中三年級，近視率依次為：7.6%、14.27%、23.31%、34.77%、44.61%、52.77%、57.39%、60.16%、64.52%，近視率隨年級的增長而增加。

Table 3. Survey on vision status of over 200,000 primary and secondary school students [n(%)]

表 3. 20 余萬中小學生視力情況調查[n(%)]

年級	n	近視程度			
		低度近視	中度近視	高度近視	正常
小學一年級	22,456	1636 (7.29)	68 (0.30)	3 (0.01)	20,749 (92.40)
小學二年級	23,175	3157 (13.62)	143 (0.62)	7 (0.03)	19,868 (85.73)
小學三年級	26,934	5940 (22.05)	328 (1.22)	10 (0.04)	20,656 (76.69)
小學四年級	22,803	7244 (31.77)	668 (2.93)	16 (0.07)	14,875 (65.23)
小學五年級	23,791	9422 (39.60)	1180 (4.96)	11 (0.05)	13,178 (55.39)
小學六年級	21,951	9764 (44.48)	1783 (8.12)	36 (0.16)	10,368 (47.23)
初中一年級	23,729	11,065 (46.63)	2491 (10.50)	61 (0.26)	10,112 (42.61)
初中二年級	22,294	10,432 (46.79)	2894 (12.98)	87 (0.39)	8881 (39.84)
初中三年級	18,937	9100 (48.05)	3005 (15.87)	113 (0.60)	6719 (35.48)

3.4. 維生素 D 缺乏和不足多因素 Logistic 回歸分析

為進一步探討維生素 D 缺乏和不足的影響因素，納入年齡、季節構建 Logistic 回歸方程。結果如表 4 所示，年齡對維生素 D 缺乏和不足發生的影響具有統計學差異($OR = 1.018$, 95% CI 1.017~1.020)；與春季相比，夏季、秋季維生素 D 缺乏和不足具有統計學差異($OR = 0.54$, 95% CI 0.44~0.66; $OR = 0.76$, 95% CI 0.63~0.91)。

Table 4. Multivariate logistic regression analysis of vitamin D deficiency and insufficiency
表 4. 维生素 D 缺乏和不足多因素 Logistic 回归分析

变量	分组	β	SE	Wald 值	P 值	OR 值	95% CI
年龄		0.18	0.001	493.080	<0.001	1.018	1.017~1.020
季节	春季*						
	夏季	-0.611	0.103	35.272	<0.001	0.543	0.443~0.664
	秋季	-0.281	0.096	8.555	0.003	0.755	0.625~0.911
	冬季	-0.035	0.108	0.104	0.747	0.966	0.781~1.194

注：*为对照组。

4. 讨论

维生素 A、维生素 D 是生命早期“大脑构建营养素”，若供给不足即可影响脑和神经系统的发育，即使在 2 周岁后足量补充也无法完全逆转。儿童期维持充足的维生素 A、D 营养水平，不仅是满足现阶段营养保障，更为重要的是为成年后潜能的发展奠定物质基础[4]。

本研究分析了 3307 名儿童的维生素 A 水平及营养状况和 4599 名儿童的维生素 D 水平及营养状况，并进一步探讨了这两种维生素与近视的相关性。3307 名儿童血清维生素 A 水平为 0.43 ± 0.15 mg/L (见表 1)，高于中国 20 个城市 2~7 岁儿童血清维生素 A 水平 ($1.17 \mu\text{mol/L}$) [11]。年龄分组中，浓度从高至低依次是 >12 岁组、>1~3 岁组、>3~6 岁组、>6~12 岁组，0~1 岁组儿童最低。与 0~1 岁组儿童血清维生素 A 水平相比，有统计学差异的为 >1~3 岁组、>3~6 岁组和 >12 岁组 ($t = -5.530, P < 0.001$; $t = -2.880, P = 0.004$; $t = -3.845, P < 0.001$)。维生素 A 缺乏占 2.4%，边缘缺乏占 12.9%，0~1 岁组缺乏和边缘缺乏最为严重，占 23.2%。其余四组缺乏和边缘缺乏均与 0~1 岁组有统计学差异 ($\chi^2 = 41.227, P < 0.001$; $\chi^2 = 24.286, P < 0.001$; $\chi^2 = 17.013, P < 0.001$; $\chi^2 = 13.062, P = 0.001$)。不同性别维生素 A 水平及营养状况无统计学差异 (均 $P > 0.05$)。四季中，维生素 A 水平最高的为秋季，最低的为春季；与春季相比，有统计学差异的为夏季和秋季 ($t = -3.657, P < 0.001$; $t = -5.845, P < 0.001$)。维生素 A 缺乏最为严重的为春季，与春季缺乏相比有统计学差异的季节为夏季 ($\chi^2 = 14.363, P = 0.001$)。不同体重分级、是否近视儿童维生素 A 水平及营养状况均无统计学差异。本研究儿童维生素 A 缺乏率及边缘缺乏率均低于北京大学公共卫生学院 2017 年系统评价所报告的 0~12 岁儿童水平 (缺乏率 5.16%，边缘缺乏率 24.29%) [12]。此外，一项覆盖 40 个中低收入国家、涉及约 30 万名儿童及青少年的研究显示，维生素 A 缺乏与边缘缺乏的总体患病率分别为 14.73% 和 24.54%，其中以 5 岁以下儿童最高，并随年龄增长呈下降趋势，这一年龄分布趋势与本研究基本一致。该研究同时指出，城市发展水平是影响维生素 A 缺乏患病率的重要因素[13]。本研究中维生素 A 缺乏及边缘缺乏率均低于此前多项报道，可能与本地区经济发展水平相对较高 (惠州市 GDP 稳居广东省前五) 有关，此外，不同研究在人群构成、抽样方法及诊断标准等方面的差异也可能导致结果的可比性受限。由于多因素 Logistic 回归模型的拟合优度不佳 (Hosmer-Lemeshow 检验: $\chi^2(8) = 23.489, P = 0.003$)，因此未进一步分析维生素 A 缺乏及边缘缺乏的影响因素。

4599 名儿童血清维生素 D 水平为 72.13 ± 33.88 nmol/L (见表 2)。结果显示，随着年龄的增加，血清 25(OH)D 水平呈明显下降趋势：年龄每增长一个月，25(OH)D 水平将下降 0.376 nmol/L ($b = -0.376, t = 130.475, P < 0.001$)。维生素 D 缺乏和不足率为 25.5%，各年龄组 (按顺序) 的缺乏和不足率分别为 9.3%、9.9%、26.1%、41.2% 和 59.7%，随着年龄的增加有增加趋势，具体而言，年龄每增长一个月，维生素 D 缺乏或不足概率增加 0.6 个百分点 ($b = 0.006, t = 5.604, P < 0.001$)。不同性别儿童血清 25(OH)D 水平及维生素 D 营养状况均无统计学差异 (均 $P > 0.05$)。冬季 25(OH)D 水平最低，其中，夏季与秋季与冬季相比

有统计学差异($t = 5.656, P < 0.001; t = 3.569, P < 0.001$)。春季维生素 D 营养状况最差, 缺乏和不足为 29.5%, 与春季维生素 D 营养状况相比, 有统计学差异为夏季($\chi^2 = 31.649, P < 0.001$)。超重或肥胖儿童 25(OH)D 水平最低且营养状况最差, 与正常体重儿童相比均有统计学差异($t = 3.166, P = 0.002; \chi^2 = 10.966, P = 0.004$)。近视儿童与正常视力儿童 25(OH)D 水平无差异($Z = 0.840, P = 0.359$); 正常视力儿童维生素 D 缺乏和不足占 35.0%, 近视儿童维生素 D 缺乏和不足占 31.1%。为进一步探讨维生素 D 缺乏和不足的影响因素, 纳入年龄、季节构建 Logistic 回归方程。结果如表 4 所示, 年龄越大, 患维生素 D 缺乏和不足的风险越高, 具有统计学差异($OR = 1.018, 95\% CI 1.017 \sim 1.020$); 与春季相比, 夏季、秋季患维生素 D 缺乏和不足的风险降低, 具有统计学差异($OR = 0.543, 95\% CI 0.443 \sim 0.664; OR = 0.755, 95\% CI 0.625 \sim 0.911$)。本研究与前期研究结果基本一致: 血清 25(OH)D 水平为 69.0 nmol/L, 缺乏和不足率为 22.5%, 年龄对 25(OH)D 水平的影响存在统计学差异, 维生素 D 缺乏和不足可能与年龄呈正相关, 夏季维生素 D 营养状况最佳[14]。本研究维生素 D 缺乏和不足率低于文献[1]报道的 0~18 岁健康儿童水平(严重缺乏率 2.46%、缺乏率 21.57%、不足率 28.71%), 亦低于一项覆盖 2011~2021 年、涵盖中国大陆 90% 以上省份的荟萃分析所报告的 48% 的总缺乏和不足率[15]。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, 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。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[14] [16]~[18]。随着年龄的增加, 血清 25(OH)D 水平呈明显下降趋势且随着年龄的增加缺乏和不足率有增加趋势, 该趋势与大多数研究一致[1] [4] [14] [15] [19] [20]。造成这一趋势的原因可能是多方面的: 生长发育期对维生素 D 的需求量增加, 而随着年龄增长、课业负担加重, 户外活动时间减少; 此外, 家长对定期儿童保健的重视不足也可能是一个重要影响因素。本研究发现的肥胖与维生素 D 缺乏或不足的关联, 与既往研究结论一致。然而, 两者之间的具体作用机制目前尚不明确[21] [22]。

近视是由多种因素引发的全球性公共卫生问题, 已造成巨大的社会经济负担[23] [24]。本研究对 20 余万名中小學生视力情况进行筛查, 结果显示总体筛查性近视率为 39.1% (详见表 3)。从小学一年级至初中三年级, 各年级近视率依次为: 7.6%、14.27%、23.31%、34.77%、44.61%、52.77%、57.39%、60.16%、64.52%, 呈现随年级升高而显著上升的趋势。有学者对全国 9 个省 51 个城市 4027 所学校共计 455.6 万名学生的视力状况进行调查, 结果显示中小學人群整体筛查性近视患病率为 64.85%, 其中小学阶段为 54.00%, 初中阶段为 78.18%, 高中阶段达 87.05%, 均高于本研究的筛查结果[25]。近期流行病学研究提示, 维生素(尤其是维生素 D 和维生素 A)可能对近视等屈光不正产生一定影响, 但目前尚缺乏足够证据支持常规补充可用于近视的预防或控制[26]。在本研究中正常视力儿童维生素 D 缺乏和不足占 35.0%, 近视儿童维生素 D 缺乏和不足占 31.1%, 两组维生素 D 缺乏和不足率有统计学差异($\chi^2 = 8.295, P = 0.016$), 正常视力儿童维生素 D 缺乏和不足率高于近视儿童, 该统计学差异缺乏临床意义, 因此, 本研究未能提供维生素 A 和维生素 D 水平与近视之间存在具有临床意义关联的证据。这一阴性结果与现有部分文献存在差异。具体而言, 一项双样本孟德尔随机化研究及其荟萃分析未发现补充维生素 A 与近视风险存在直接关联的有效证据[26]。澳大利亚一项长期前瞻性队列研究也显示, 青春期膳食维生素 A 摄入充足与成年早期近视风险降低之间并无显著关联; 但值得注意的是, 该研究证实眼轴长度与血清视黄醇浓度呈负相关, 结合动物实验证据, 作者推测二者在理论上可能存在潜在联系, 并进一步提出阈值效应假说一即维生素 A 缺乏可能增加近视风险, 但仅当水平低于某一临界值时才显现, 二者并非简单的线性关系[27]; 与之相反, 一项基于全国队列的随机森林模型筛选研究发现, 高水平血清维生素 A 与高度近视患病率呈边缘相关($P = 0.045$) [28]。而韩国一项成人研究则提示二者存在性别特异性关联, 表现为女性呈中度相关, 男性则与高度近视显著相关[29]。上述研究结论的不一致性提示, 维生素 A 与近视的关系可能受多种因素调节。本研究结果与上述研究之间的差异, 可能主要归因于研究对象年龄构成的不同(上述研究纳

入人群均为 12 岁以上),同时,本研究中近视数据的局限性(样本量较少且为筛查数据),也可能是导致该结果的原因之一。总体而言,目前关于维生素 A 与近视关联的研究结论仍存在较大争议[26]。近年来,维生素 D 与近视的关联也日益受到学者关注,但现有流行病学调查尚未得出一致结论[23] [24]。这一现状可能与各研究在对象选取、方案设计及数据采集等环节存在差异有关。更重要的是,现有研究多为横断面设计,难以完全排除户外活动时长、膳食维生素 D 摄入等混杂因素的干扰,后续仍需更高质量的研究设计以阐明二者之间的真实关联[23] [24]。

综上所述,本研究揭示了惠州地区 0~15 岁儿童普遍存在维生素 A 与维生素 D 缺乏或不足的现象。其中,0~1 岁婴幼儿维生素 A 不足问题较为突出,而维生素 D 不足与缺乏则更为普遍,且其发生率呈现随年龄增长而上升的趋势。从季节分布来看,维生素 A 和维生素 D 的营养水平在春季最低,夏季则相对较好。当然,这种季节变化也可能与不同季节的调查对象存在差异有关。建议家长重视并科学合理地指导儿童补充维生素 A 和维生素 D。本研究未能提供儿童血清维生素 A、维生素 D 水平及营养状况与近视之间存在明确关联的证据。本研究存在以下局限性:第一,体重数据存在大量缺失。本研究仅获取了 384 名儿童的体重数据,在维生素 D 缺乏与不足的多因素 Logistic 回归分析中未能纳入体重这一潜在影响因素;考虑到体重与维生素 D 代谢及儿童生长发育的密切关系,这一缺失可能导致选择偏倚。具体而言,有体重数据的 384 名儿童与未检测体重的儿童可能在营养状况、生活方式或就医行为等方面存在系统性差异,从而影响维生素 D 与近视之间关联效应的无偏估计。因此,对本研究关于体重与维生素 D 关系的分析结论应持谨慎态度。未来研究需在更大样本中完整收集体重等人体测量学指标,以进一步验证本研究发现的稳定性。第二,本研究为单中心研究,样本代表性有限;第三,尽管对 20 余万名中小学生的视力状况进行了调查,但开展维生素 A、维生素 D 水平检测及收集儿童基本信息(身高、体重等)的样本量较小,信息掌握不够充分。未来研究拟纳入多中心样本,并结合临床多因素进行深入分析,以进一步探讨维生素 A、维生素 D 与近视之间的潜在机制,从而为惠州地区儿童合理补充维生素 A、维生素 D 及有效预防近视提供更加科学、系统的理论依据。

声 明

本研究经惠州市第二妇幼保健院医学伦理委员会批准(伦理号: HZEFY-LL-2023092-KS202306-001)。

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] 蒯士安, 杨振宇. 我国儿童维生素 A 和维生素 D 营养现状及缺乏共病问题[J]. 中国儿童保健杂志, 2024, 32(3): 301-306.
- [2] Herdea, A., Marie, H., Ionescu, A., Sandu, D., Pribeagu, S. and Ulici, A. (2024) Vitamin D Deficiency—A Public Health Issue in Children. *Children*, **11**, Article 1061. <https://doi.org/10.3390/children11091061>
- [3] Imdad, A., Mayo-Wilson, E., Haykal, M.R., Regan, A., Sidhu, J., Smith, A., *et al.* (2022) Vitamin a Supplementation for Preventing Morbidity and Mortality in Children from Six Months to Five Years of Age. *Cochrane Database of Systematic Reviews*, No. 3, CD008524. <https://doi.org/10.1002/14651858.cd008524.pub4>
- [4] 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. <https://d.wanfangdata.com.cn/periodical/zgetbjzz202404001>
- [5] 中华医学会眼科学分会眼视光学组, 中国医师协会眼科医师分会眼视光专业委员会, 中国非公立医疗机构协会眼科专业委员会视光学组, 等. 近视管理白皮书(2025) [J]. 中华眼视光学与视觉科学杂志, 2025, 27(7): 481-489.
- [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. *Hormone Research in Paediatrics*, **85**, 83-106.

- <https://doi.org/10.1159/000443136>
- [7] 中华人民共和国国家卫生健康委员会. 7岁以下儿童生长标准: WS/T 423-2022 [S/OL]. https://www.nhc.gov.cn/fzs/c100048/202211/5001d7cf57774770a1d49c1df46a291f/files/1733125082501_81468.pdf, 2026-02-01.
- [8] 中华人民共和国国家卫生和计划生育委员会. 学龄儿童青少年超重与肥胖筛查: WS/T 586-2018 [S/OL]. https://www.nhc.gov.cn/wjw/pqt/201803/a7962d1ac01647b9837110bfd2d69b26/files/1739781209962_63132.pdf, 2026-02-01.
- [9] 中华人民共和国国家卫生和计划生育委员会. 学龄儿童青少年营养不良筛查: WS/T 456-2014 [S/OL]. https://www.nhc.gov.cn/wjw/pqt/201407/38b15c0a1ed444e8908e12752decaffa/files/1739781146755_22583.pdf, 2026-02-01.
- [10] 国家卫生健康委办公厅. 近视防治指南(2024年版) [J]. 眼科新进展, 2024, 44(8): 589-591.
- [11] 吴琼辉, 陈倩, 杨亭, 等. 中国20个城市2~<7岁儿童血清维生素A和维生素D水平现况调查[J]. 中华儿科杂志, 2024, 62(3):231-238.
- [12] Song, P., Wang, J., Wei, W., Chang, X., Wang, M. and An, L. (2017) The Prevalence of Vitamin a Deficiency in Chinese Children: A Systematic Review and Bayesian Meta-Analysis. *Nutrients*, **9**, Article 1285. <https://doi.org/10.3390/nu9121285>
- [13] Song, P., Adeloje, D., Li, S., Zhao, D., Ye, X., Pan, Q., et al. (2023) The Prevalence of Vitamin a Deficiency and Its Public Health Significance in Children in Low- and Middle-Income Countries: A Systematic Review and Modelling Analysis. *Journal of Global Health*, **13**, Article 04084. <https://doi.org/10.7189/jogh.13.04084>
- [14] 王小亭, 吕桂容, 吕锦锋, 等. 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.
- [15] Ji, P., Li, Z., Qin, W., She, Y. and Chen, B. (2025) Vitamin D Levels and Its Influencing Factors in Children and Adolescents in Mainland China: A Systematic Review and Meta-Analysis. *BMJ Open*, **15**, e094693. <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC12207136/>
- [16] 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>
- [17] 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>
- [18] 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.
- [19] Zou, Y., Huang, L., Zhao, D., He, M., Han, D., Su, D., et al. (2025) Vitamin D Nutritional Status and the Influencing Factors among Children and Adolescents. *Frontiers in Public Health*, **13**, Article ID: 1553077. <https://doi.org/10.3389/fpubh.2025.1553077>
- [20] Isa, H., Almaliki, M., Alsabea, A. and Mohamed, A. (2020) Vitamin D Deficiency in Healthy Children in Bahrain: Do Gender and Age Matter? *Eastern Mediterranean Health Journal*, **26**, 260-267. <https://doi.org/10.26719/emhj.19.084>
- [21] Bouillon, R., Marcocci, C., Carmeliet, G., Bikle, D., White, J.H., Dawson-Hughes, B., et al. (2019) Skeletal and Extraskelatal Actions of Vitamin D: Current Evidence and Outstanding Questions. *Endocrine Reviews*, **40**, 1109-1151. <https://doi.org/10.1210/er.2018-00126>
- [22] 宋燕苹, 单新月, 周志益. 肥胖症与维生素D缺乏或不足相关性的研究进展[J]. 中国现代医生, 2024, 62(2): 112-115.
- [23] 李逸凡, 董力, 魏文斌. 维生素D与近视眼的关系及其机制的研究进展[J]. 中华眼科杂志, 2021, 57(6): 470-476.
- [24] Yu, C., Dong, L., Li, Y. and Wei, W. (2024) Vitamin D and Myopia: A Review. *International Ophthalmology*, **44**, Article No. 95. <https://doi.org/10.1007/s10792-024-03009-9>
- [25] 胡钦瑞, 王依, 王海燕, 等. 2019-2021年中小学生学习眼健康筛查数据分析报告[J]. 中华实验眼科杂志(中英文), 2023, 41(1): 69-77.
- [26] Xu, X., Liu, N. and Yu, W. (2024) No Evidence of an Association between Genetic Factors Affecting Response to Vitamin a Supplementation and Myopia: A Mendelian Randomization Study and Meta-Analysis. *Nutrients*, **16**, Article 1933. <https://doi.org/10.3390/nu16121933>
- [27] Ng, F.J., Mackey, D.A., O'Sullivan, T.A., Oddy, W.H. and Yazar, S. (2020) Is Dietary Vitamin a Associated with Myopia from Adolescence to Young Adulthood? *Translational Vision Science & Technology*, **9**, Article 29.

- <https://doi.org/10.1167/tvst.9.6.29>
- [28] Zhang, R., Dong, L., Yang, Q., Zhou, W., Wu, H., Li, Y., *et al.* (2022) Screening for Novel Risk Factors Related to High Myopia Using Machine Learning. *BMC Ophthalmology*, **22**, Article No. 405. <https://doi.org/10.1186/s12886-022-02627-0>
- [29] Lee, Y.J. and Jee, D. (2025) The Relationship between Vitamin A and Myopia: A Population-Based Study. *PLOS ONE*, **20**, e0316438. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0316438>