

## 某地区儿童 25-羟维生素 D 水平分析

张洪静 郭金杰 杨锐

作者单位: 024005 内蒙古自治区赤峰, 赤峰松山医院检验科

通信作者: 杨锐, Email: 335770351@163.com

DOI: 10.3969/j.issn.1674-7151.2025.04.018

**【摘要】目的** 分析内蒙古自治区赤峰地区儿童 25-羟维生素 D [25(OH)D] 水平并探讨其与血清钙 (Ca)、磷 (P) 及碱性磷酸酶 (ALP) 的相关性, 为该地区儿童营养健康状况提供参考。**方法** 收集 2024 年 6—12 月在赤峰松山医院体检的 806 名 0~13 岁儿童的生化指标检测结果, 包括血清 25(OH)D、Ca、P、ALP。根据年龄将体检儿童分为 1~3 岁组 (145 例)、4~6 岁组 (219 例)、7~13 岁组 (442 例), 根据 25(OH)D 水平分为 25(OH)D 缺乏组 (136 例)、25(OH)D 不足组 (200 例)、25(OH)D 充足组 (470 例)。分析各组基线资料和影响儿童 25(OH)D 的因素, 采用 Pearson 相关性分析方法考察 25(OH)D 水平与血清 Ca、P、ALP 的相关性。**结果** 1~3 岁组、4~6 岁组、7~13 岁组男童的 25(OH)D 缺乏占比分别为 3.5%、10.5%、23.1%, 25(OH)D 充足占比分别为 74.7%、61.7%、52.7%; 1~3 岁组、4~6 岁组、7~13 岁组女童的 25(OH)D 缺乏中占比分别为 3.4%、15.1%、24.2%, 25(OH)D 不足占比分别为 12.1%、22.1%、30.3%, 25(OH)D 充足占比分别为 84.5%、62.8%、45.5%, 差异均有统计学意义 (均  $P < 0.05$ )。与 1~3 岁组比较, 4~6 岁和 7~13 岁组的 25(OH)D 水平显著降低 ( $\mu\text{g/L}$ :  $34.94 \pm 12.83$  比  $24.93 \pm 7.51$ 、 $21.94 \pm 6.78$ , 均  $P < 0.001$ ), 且 7~13 岁组的 25(OH)D 水平显著低于 4~6 岁组 ( $P < 0.05$ ); 与 1~3 岁组比较, 4~6 岁和 7~13 岁组的血清 Ca 水平均显著降低 ( $\text{mmol/L}$ :  $2.53 \pm 0.12$  比  $2.45 \pm 1.04$ 、 $2.45 \pm 0.12$ , 均  $P < 0.001$ )。25(OH)D 充足组的血清 Ca 水平显著高于 25(OH)D 缺乏组及 25(OH)D 不足组 ( $\text{mmol/L}$ :  $2.53 \pm 0.21$  比  $2.25 \pm 0.16$ 、 $2.10 \pm 0.22$ , 均  $P < 0.05$ ), 血清 ALP 水平显著低于 25(OH)D 缺乏组及 25(OH)D 不足组 ( $\text{mmol/L}$ :  $207.00 \pm 63.89$  比  $225.30 \pm 91.23$ 、 $218.00 \pm 65.62$ , 均  $P < 0.05$ )。Pearson 相关性分析结果显示, 血清 25(OH)D 与 Ca 呈正相关, 与血清 ALP 呈负相关 ( $r$  值分别为 0.61、-0.49,  $P$  值分别为 0.031、0.028)。**结论** 赤峰地区不同年龄段儿童存在不同程度的维生素 D 缺乏, 且 25(OH)D 水平与血清 Ca 和 ALP 有相关性。

**【关键词】** 25-羟维生素 D; 钙; 磷; 碱性磷酸酶

### Analysis on level of 25-hydroxyvitamin D in children in a certain region

Zhang Hongjing, Guo Jinjie, Yang Rui. Department of Clinical Laboratory, Chifeng Songshan Hospital, Chifeng 024005, Inner Mongolia Autonomous Region, China

Corresponding author: Yang Rui, Email: 335770351@163.com

**【Abstract】Objective** To analyze the level of 25-hydroxyvitamin D [25(OH)D] in children in Chifeng area, Inner Mongolia Autonomous Region, explore its correlation with serum calcium (Ca), phosphorus (P) and alkaline phosphatase (ALP), and provide a reference for the nutritional and health status of children in this area. **Methods** The biochemical index test results of 806 children aged 0-13 who underwent physical examination at Chifeng Songshan Hospital from June to December 2024 were collected, including serum 25(OH)D, Ca, P and ALP. According to age, the children were divided into 1-3 years old group (145 cases), 4-6 years old group (219 cases) and 7-13 years old group (442 cases). They were also divided into 25(OH)D deficiency group (136 cases), 25(OH)D insufficiency group (200 cases) and 25(OH)D sufficiency group (470 cases) based on 25(OH)D levels. The baseline data from each group and factors affecting 25(OH)D in children were analyzed, and the correlations between 25(OH)D levels and serum Ca, P and ALP levels were investigated using Pearson correlation analysis. **Results** Among boys of 1-3 years old group, 4-6 years old group and 7-13 years old group, the proportions of 25(OH)D deficiency were 3.5%, 10.5% and 23.1%, respectively, while the proportions of 25(OH)D sufficiency were 74.7%, 61.7% and 52.7%, respectively. Among girls of 1-3 years old group, 4-6 years old group and 7-13 years old group, the proportions of 25(OH)D deficiency were 3.4%, 15.1% and 24.2%, respectively, the proportions of 25(OH)D insufficiency were 12.1%, 22.1% and 30.3%, respectively, the proportions of 25(OH)D sufficiency were 84.5%, 62.8% and 45.5%, respectively, and the differences were statistically significant (all  $P < 0.05$ ). Compared with

children in 1–3 years old group, the 25(OH)D levels in children of 4–6 years old group and 7–13 years old group decreased significantly ( $\mu\text{g/L}$ :  $34.94 \pm 12.83$  vs.  $24.93 \pm 7.51$ ,  $21.94 \pm 6.78$ , both  $P < 0.001$ ), and the level of 25(OH)D in 7–13 years old group was significantly lower than that in 4–6 years old group ( $P < 0.05$ ). Compared with 1–3 years old group, the serum levels of Ca in 4–6 years old group and 7–13 years old group were significantly reduced ( $\text{mmol/L}$ :  $2.53 \pm 0.12$  vs.  $2.45 \pm 1.04$ ,  $2.45 \pm 0.12$ , both  $P < 0.001$ ). The serum levels of Ca in 25(OH)D sufficiency group were significantly higher than those in 25(OH)D deficiency group and 25(OH)D insufficiency group ( $\text{mmol/L}$ :  $2.53 \pm 0.21$  vs.  $2.25 \pm 0.16$ ,  $2.10 \pm 0.22$ , both  $P < 0.05$ ), while the serum levels of ALP were significantly lower than those in 25(OH)D deficiency group and 25(OH)D insufficiency group ( $\text{mmol/L}$ :  $207.00 \pm 63.89$  vs.  $225.30 \pm 91.23$ ,  $218.00 \pm 65.62$ , both  $P < 0.05$ ). The Pearson correlation analysis results showed that serum 25(OH)D was positively correlated with Ca, and negatively correlated with serum ALP ( $r$  values were 0.61 and  $-0.49$ ,  $P$  values were 0.031 and 0.028, respectively). **Conclusion** Children in different age groups in Chifeng area have varying degrees of vitamin D deficiency, which is related to the season and serum Ca and ALP.

**[Key words]** 25-hydroxyvitamin D; Calcium; Phosphorus; Alkaline phosphatase

维生素 D 类属于脂溶性维生素,经机体代谢途径最后生成 25-羟维生素 D [25(OH)D],是维生素 D 在体内主要存在形式。在体内多种生命活动中发挥重要作用,如通过调节钙、磷代谢来维持钙、磷稳态,参与机体骨骼发育<sup>[1-2]</sup>。此外,有研究表明,维生素 D 缺乏还与代谢性疾病、心脑血管疾病等有关<sup>[3-4]</sup>。相关报道指出,全球约 10 亿人存在维生素 D 缺乏问题,且不同年龄段的患病率均呈逐年上升趋势<sup>[5]</sup>,其中尤以儿童群体人数增加最显著。据统计,儿童维生素 D 缺乏的患病率已超过 50%<sup>[6]</sup>。近年来,随着人们健康意识的增强,越来越多的家长意识到维生素 D 对孩子成长的重要性。因此,及时掌握维生素 D 水平对儿童的健康成长具有重要意义。本研究收集来在赤峰松山医院就诊的 806 名健康体检儿童的临床资料,分析维生素 D 及血清钙(Ca)、磷(P)及碱性磷酸酶(alkaline phosphatase, ALP)水平,并探讨 25(OH)D 的影响因素,旨在为临床指导儿童维生素 D 的合理摄入提供理论参考,现将结果报告如下。

## 1 资料与方法

**1.1 资料收集** 收集 2024 年 6—12 月在赤峰松山医院健康体检的 806 名儿童的临床资料,其中男性 484 例,女性 322 例。根据年龄将儿童分为 1~3 岁组(145 例)、4~6 岁组(219 例)、7~13 岁组(442 例)。

**1.1.1 纳入标准** ① 年龄 1~13 岁;② 身体健康。

**1.1.2 排除标准** ① 患有遗传疾病;② 患有甲状腺功能亢进或甲状腺功能减退等内分泌疾病;③ 服用其他激素类药物。

**1.1.3 伦理学** 本研究符合医学伦理学标准,并已获本院伦理审批(审批号:20250413),所有检测均获得过患儿监护人知情同意。

**1.2 仪器与试剂** c16000 全自动化学发光免疫分析仪和 Alinity i 全自动生化分析仪均购自雅培医疗用品(上海)有限公司;25(OH)D 检测试剂盒购自雅培爱尔兰诊断公司,Ca 测定试剂盒、P 测定试剂盒、ALP 测定试剂盒均购自深圳迈瑞生物医疗有限公司。

**1.3 研究方法** 采集体检儿童静脉血 2 mL,静置 15 min 后以 3 000 r/min 离心 15 min。使用全自动生化分析仪和 25(OH)D 检测试剂盒,采用化学发光微粒子免疫法检测血清 25(OH)D 水平。使用全自动化学发光免疫分析仪和相应检测试剂盒,采用偶氮胂 III 法检测 Ca,磷钼酸法检测 P,AMP 缓冲液法检测 ALP。上述生化指标检测均在实验室质量控制(质控)正常范围内进行。

**1.4 评价标准** <14 岁:血清 25(OH)D  $\leq 5.0 \mu\text{g/L}$  为严重缺乏; $5.1 \mu\text{g/L} \leq 25(\text{OH})\text{D} \leq 15.0 \mu\text{g/L}$  为缺乏; $15.1 \mu\text{g/L} \leq 25(\text{OH})\text{D} \leq 20.0 \mu\text{g/L}$  为不足; $20.1 \mu\text{g/L} \leq 25(\text{OH})\text{D} \leq 100 \mu\text{g/L}$  为充足。各指标正常参考值范围:血清 Ca 为 2.50~3.00 mmol/L,血清 P 为 1.45~2.10 mmol/L,ALP 为 <500 U/L。

**1.5 统计学处理** 采用 SPSS 27.0 统计学软件录入数据并进行分析。计量资料符合正态分布以均数  $\pm$  标准差( $\bar{x} \pm s$ )表示,采用独立样本  $t$  检验;计数资料以例(%)表示,采用  $\chi^2$  检验,多组间比较采用方差分析。相关性分析采用 Spearman 秩相关分析方法。 $P < 0.05$  为差异有统计学意义。

## 2 结果

**2.1 不同性别和年龄组儿童 25(OH)D 水平分析** 不同年龄组男童的 25(OH)D 缺乏、25(OH)D 充足占比差异均有统计学意义,随年龄增长,25(OH)D 缺乏比例逐渐升高,25(OH)D 充足比例逐渐降低

(均  $P < 0.05$ )。不同年龄组女童 25(OH)D 缺乏、25(OH)D 不足和 25(OH)D 充足的占比差异均有统计学意义,随年龄增长,25(OH)D 缺乏和不足的比例均逐渐升高,25(OH)D 充足比例逐渐降低(均  $P < 0.05$ )。见表 1~2。

表 1 不同年龄组男童 25(OH)D 水平分布

年龄	例数 (例)	25(OH)D 水平 [例(%)]		
		缺乏	不足	充足
1~3 岁	87	3 (3.5)	19 (21.8)	65 (74.7)
4~6 岁	133	14 (10.5)	37 (27.8)	82 (61.7)
7~13 岁	264	61 (23.1)	64 (24.2)	139 (52.7)
$\chi^2$ 值		502.510	120.450	544.280
P 值		0.032	0.542	0.036

注:25(OH)D 为 25-羟维生素 D,  $5.1 \mu\text{g/L} \leq 25(\text{OH})\text{D} \leq 15.0 \mu\text{g/L}$  为缺乏;  $15.1 \mu\text{g/L} \leq 25(\text{OH})\text{D} \leq 20.0 \mu\text{g/L}$  为不足;  $20.1 \mu\text{g/L} \leq 25(\text{OH})\text{D} \leq 100 \mu\text{g/L}$  为充足

表 2 不同年龄组女童 25(OH)D 水平分布

年龄	例数 (例)	25(OH)D 水平 [例(%)]		
		缺乏	不足	充足
1~3 岁	58	2 (3.4)	7 (12.1)	49 (84.5)
4~6 岁	86	13 (15.1)	19 (22.1)	54 (62.8)
7~13 岁	178	43 (24.2)	54 (30.3)	81 (45.5)
$\chi^2$ 值		542.630	186.320	532.800
P 值		0.037	0.022	0.035

注:25(OH)D 为 25-羟维生素 D,  $5.1 \mu\text{g/L} \leq 25(\text{OH})\text{D} \leq 15.0 \mu\text{g/L}$  为缺乏;  $15.1 \mu\text{g/L} \leq 25(\text{OH})\text{D} \leq 20.0 \mu\text{g/L}$  为不足;  $20.1 \mu\text{g/L} \leq 25(\text{OH})\text{D} \leq 100 \mu\text{g/L}$  为充足

**2.2 不同年龄组儿童血清 25(OH)D、Ca、P 和 ALP 水平比较** 4~6 岁组和 7~13 岁组的 25(OH)D 水平显著低于 1~3 岁组,且 7~13 岁组的 25(OH)D 水平显著低于 4~6 岁组,差异均有统计学意义(均  $P < 0.05$ );与 1~3 岁组比较,4~6 岁组和 7~13 岁组儿童的 Ca 水平均显著降低( $P < 0.05$ );不同年龄组儿童血清 P 和 ALP 水平差异均无统计学意义(均  $P > 0.05$ )。见表 3。

**2.3 不同 25(OH)D 水平儿童的 Ca、P、ALP 水平比较** 25(OH)D 充足组的血清 Ca 水平显著高于 25(OH)D 缺乏组及 25(OH)D 不足组,血清 ALP 水平显著低于 25(OH)D 缺乏组和 25(OH)D 不足组,差异均有统计学意义(均  $P < 0.05$ )。见表 4。

**2.4 儿童血清 25(OH)D 水平与 Ca、P 及 ALP 的相关性** Pearson 相关性分析结果表明,25(OH)D 水平与血清 Ca 呈正相关,与 ALP 呈负相关,与 P 无相关性( $r$  值分别为 0.61、-0.49、0.23,  $P$  值分别为 0.031、0.028、0.318)。

表 3 不同年龄组儿童血清 25(OH)D、Ca、P 和 ALP 水平比较( $\bar{x} \pm s$ )

年龄	例数(例)	25(OH)D ( $\mu\text{g/L}$ )	Ca (mmol/L)
1~3 岁	145	34.94 $\pm$ 12.83	2.53 $\pm$ 0.12
4~6 岁	219	24.93 $\pm$ 7.51 <sup>a</sup>	2.45 $\pm$ 1.04 <sup>a</sup>
7~13 岁	442	21.94 $\pm$ 6.78 <sup>ab</sup>	2.45 $\pm$ 0.12 <sup>a</sup>
F 值		65.527	24.291
P 值		< 0.001	< 0.001

  

年龄	例数(例)	P (mmol/L)	ALP (U/L)
1~3 岁	145	1.81 $\pm$ 0.26	222.68 $\pm$ 143.19
4~6 岁	219	1.81 $\pm$ 0.27	219.84 $\pm$ 51.48
7~13 岁	442	1.76 $\pm$ 0.24	221.89 $\pm$ 82.21
F 值		0.559	1.617
P 值		0.573	0.199

注:25(OH)D 为 25-羟维生素 D, Ca 为钙, P 为磷, ALP 为碱性磷酸酶;与 1~3 岁组比较,<sup>a</sup> $P < 0.05$ ;与 4~6 岁组比较,<sup>b</sup> $P < 0.05$

表 4 不同 25(OH)D 水平儿童 Ca、P 及 ALP 水平比较( $\bar{x} \pm s$ )

组别	例数 (例)	Ca (mmol/L)	P (mmol/L)	ALP (mmol/L)
25(OH)D 缺乏	136	2.25 $\pm$ 0.16	1.77 $\pm$ 0.13	225.30 $\pm$ 91.23
25(OH)D 不足	200	2.10 $\pm$ 0.22	1.75 $\pm$ 0.12	218.00 $\pm$ 65.62
25(OH)D 充足	470	2.53 $\pm$ 0.21 <sup>ab</sup>	1.75 $\pm$ 0.13	207.00 $\pm$ 63.89 <sup>ab</sup>
F 值		998.210	1.620	114.980
P 值		0.032	0.351	0.030

注:25(OH)D 为 25-羟维生素 D, Ca 为钙, P 为磷, ALP 为碱性磷酸酶;  $5.1 \mu\text{g/L} \leq 25(\text{OH})\text{D} \leq 15.0 \mu\text{g/L}$  为缺乏;  $15.1 \mu\text{g/L} \leq 25(\text{OH})\text{D} \leq 20.0 \mu\text{g/L}$  为不足;  $20.1 \mu\text{g/L} \leq 25(\text{OH})\text{D} \leq 100 \mu\text{g/L}$  为充足;与 25(OH)D 缺乏组比较,<sup>a</sup> $P < 0.05$ ;与 25(OH)D 不足组比较,<sup>b</sup> $P < 0.05$

### 3 讨论

随着环境和生活方式的改变,儿童健康问题,特别是儿童身体发育情况已受到大众广泛关注,其中佝偻病是儿童最常见的疾病之一,2021 年统计数据表明,我国 3 岁儿童佝偻病发病率为 20.3%<sup>[7]</sup>,且近年来呈逐渐上升趋势,这一现象已引起医疗界的关注。佝偻病主要是由于体内维生素 D 长期缺乏,引起体内钙磷代谢紊乱导致的儿童骨骼发育畸形和身体发育缓慢,进而形成佝偻病。ALP 参与骨代谢过程,与血清 25(OH)D、Ca、P 共同维持儿童生长发育,因此及时检测儿童体内 25(OH)D 水平对儿童健康成长至关重要。

25(OH)D 是体内维生素 D 的主要存在形式,在血液中稳定存在,可作为诊断体内维生素 D 缺乏或不足的标准<sup>[8]</sup>。本研究分析了 806 名健康儿童体内维生素 D 水平,结果显示 25(OH)D 缺乏与性别无关,但与年龄有一定相关性。随着儿童年龄的增长,25(OH)D 缺乏比例增高,充足比例降低,且各年龄组比较差异有统计学意义,这一结果与我国

北方地区既往研究结果一致<sup>[9]</sup>。

维生素 D 的吸收与日照时间有较大关系<sup>[10]</sup>,本研究这一趋势可能与不同年龄组儿童户外活动时间不同有关。本研究中血清 25(OH)D、Ca、P 及 ALP 检测结果显示,随着儿童年龄增长,25(OH)D 与 Ca 水平均降低,分析原因可能是随着儿童生长发育,身体对维生素 D 及 Ca 的需求增加,但并未及时得到补充;而 ALP 水平未检测到明显变化可能是因为 ALP 水平在体内波动较大<sup>[11]</sup>。在人体骨骼发育中,ALP 参与成骨细胞的合成,其主要来源是骨骼,体内维生素 D 缺乏会引起 ALP 水平升高,同时造成体内 Ca 和 P 代谢紊乱<sup>[12]</sup>,联合监测血清 25(OH)D、Ca、P 及 ALP 水平变化能更好地反映儿童生长发育情况。因此本研究又分析了不同 25(OH)D 水平儿童的血清 Ca、P 及 ALP 水平,结果显示 25(OH)D 充足组的血清 Ca 和 ALP 水平与 25(OH)D 不足组和 25(OH)D 缺乏组比较差异均有统计学意义。此外,Pearson 相关性分析结果表明,25(OH)D 水平与血清 Ca 呈正相关,与 ALP 呈负相关,差异均有统计学意义。

综上所述,内蒙古自治区赤峰地区儿童存在不同程度维生素 D 缺乏,并与 Ca、P 相关,建议家长密切关注孩子生长发育情况,并及时补充维生素 D。

**利益冲突** 所有作者均声明不存在利益冲突

## 参考文献

1 李小妹,潘慧敏,陈畅,等.维生素 D、甲状腺激素及微量元素与儿童单纯性肥胖程度的相关性分析[J].检验医学与临床,2024,21(24):3653-3656. DOI: 10.3969/j.issn.1672-9455.2024.24.014.

- 2 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. DOI: 10.3969/j.issn.1673-4130.2025.04.017.
- 3 冯艳伟,袁同勤,潘静静,等.25-羟维生素 D 对初诊 2 型糖尿病患者酮症的影响[J].安徽医学,2025,46(1):34-39. DOI: 10.3969/j.issn.1000-0399.2025.01.006.
- 4 任佳丽.血清 25-羟维生素 D 水平与慢性脑缺血相关性及其中医证候分布特点[D].天津:天津中医药大学,2020.
- 5 HOLICK M F. The vitamin D deficiency pandemic: approaches for diagnosis, treatment and prevention [J]. Rev Endocr Metab Disord, 2017, 18 (2): 153-165. DOI: 10.1007/s11154-017-9424-1.
- 6 WANG S, SHEN G, JIANG S, et al. Nutrient status of vitamin D among Chinese children [J]. Nutrients, 2017, 9 (4): 319. DOI: 10.3390/nu9040319.
- 7 曹艳梅,刘华清,冯亚红,等.2005-2012 年我国 27 省市 3 岁以内儿童佝偻病流行病学特征分析[J].中国儿童保健杂志,2012,20(11):1008-1010,1049. DOI: CNKI:SUN:ERTO.0.2012-11-014.
- 8 王汝君.维生素 D 在儿童保健身高促进治疗中的应用研究[J].中国医药指南,2025,23(3):115-117. DOI: 10.15912/j.issn.1671-8194.2025.03.033.
- 9 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. DOI: 10.12056/j.issn.1006-2785.2022.44.11.2021-2738.
- 10 孙晶晶,卢文雅,牛彩云,等.兰州地区 22 161 例人群维生素 D 水平与性别、年龄、季节、日照时数和平均气温关系的回顾性研究[J].中国骨质疏松杂志,2023,29(6):840-846. DOI: 10.3969/j.issn.1006-7108.2023.06.011.
- 11 陈益勤.碱性磷酸酶和骨碱性磷酸酶检测在小儿缺钙筛查中的运用分析[J].现代诊断与治疗,2023,34(23):3580-3582.
- 12 宋建刚,庞随军,赵力芳.血清 25-羟维生素 D 与儿童免疫功能、钙磷代谢及呼吸道感染的关系[J].检验医学与临床,2022,19(10):1323-1325,1329. DOI: 10.3969/j.issn.1672-9455.2022.10.007.

(收稿日期:2025-05-25)

(本文编辑:邵文)