

• 科研论著 •

不同月龄婴儿血清 25-羟维生素 D 与智力发育的相关性

杨茜, 张婧洁, 石影, 刘艳敏, 张永花

兰州市妇幼保健院, 甘肃 兰州 730000

摘要: **目的** 分析血清 25-羟维生素 D [25-(OH)D] 水平与婴儿智力发育的关联性, 以评估维生素 D 对婴儿智力发育的潜在影响。**方法** 选取 2023 年 11 月—2024 年 9 月期间在兰州市妇幼保健院进行体检的 205 例婴幼儿作为研究对象, 回顾性描述其一般情况, 并记录 3、6、12 月龄时的 25-(OH)D 水平与发育商。通过 Spearman 相关系数分析二者之间的相关性, 运用多元线性逐步回归分析探讨 25-(OH)D 水平与发育商的独立相关及其与其他因素的共同作用。采用限制性立方样条曲线拟合方法来分析 25-(OH)D 水平与发育商之间的剂量-反应关系。**结果** 婴儿在 3、6、12 月龄时的 25-(OH)D 水平分别为 (29.35 ± 10.21) 、 (29.97 ± 8.21) 、 (33.04 ± 6.11) ng/mL, 发育商分别为 (89.72 ± 7.03) 、 (90.16 ± 6.38) 、 (91.08 ± 6.47) 分。婴儿在不同月龄阶段的 25-(OH)D 水平与其发育商均呈显著正相关 ($r = 0.496, 0.474, 0.437, P < 0.05$)。多元线性逐步回归分析进一步证实, 血清 25-(OH)D 是婴儿智力发育的正向影响因素。限制性立方样条拟合曲线分析显示 25-(OH)D 水平与智力发育商之间存在非线性关系 ($P_{\text{for overall}} < 0.05, P_{\text{non-linear}} < 0.05$), 提示维生素 D 对智力发育的影响在一定范围内更为显著。**结论** 兰州市婴儿在不同月龄段的 25-(OH)D 水平和智力发育水平状况均较为理想, 且二者之间存在密切联系。因此, 在临床实践中应定期监测血清 25-(OH)D 水平变化, 对于预测和促进儿童智力发育具有重要意义。

关键词: 血清 25-羟维生素 D; 婴儿; 智力发育; 相关性**中图分类号:** R179 **文献标识码:** A **文章编号:** 1008-6579(2025)08-0817-06 **doi:** 10.11852/zgetbjzz2024-1318

Correlation between serum 25-hydroxyvitamin D and intellectual development in infants of different months

YANG Qian, ZHANG Jingjie, SHI Ying, LIU Yanmin, ZHANG Yonghua

Lanzhou Maternal and Child Health Care Hospital, Lanzhou, Gansu 730000, China

Corresponding author: ZHANG Yonghua, E-mail: 1824872028@qq.com

Abstract: **Objective** To analyze the association between serum 25-hydroxyvitamin D [25-(OH)D] levels and intellectual development in infants, and to evaluate the potential influence of vitamin D on their intellectual development.

Methods A total of 205 infants who underwent physical examination at the Lanzhou Maternal and Child Health Care Hospital from November 2023 to September 2024 were selected as the study subjects. Their general information was retrospectively described, and the 25-(OH)D levels and developmental quotients (DQ) were recorded at 3, 6, and 12 months of age. The Spearman correlation coefficient was used to analyze the correlation between 25-(OH)D levels and DQ. Multiple linear stepwise regression analysis was employed to explore the independent correlation of 25-(OH)D levels with DQ and the interaction with other factors. Restricted cubic spline curve fitting was used to analyze the dose-response relationship between 25-(OH)D levels and DQ. **Results** The 25-(OH)D levels of the infants at 3, 6, and 12 months of age were (29.35 ± 10.21) ng/mL, (29.97 ± 8.21) ng/mL, and (33.04 ± 6.11) ng/mL, respectively. Their DQ scores were (89.72 ± 7.03) , (90.16 ± 6.38) , and (91.08 ± 6.47) , respectively. The 25-(OH)D levels at different ages showed a significant positive correlation with DQ ($r = 0.496, 0.474, 0.437, P < 0.05$). Multiple linear stepwise regression analysis further confirmed that serum 25-(OH)D is a positive influencing factor for intellectual development. The restricted cubic spline curve fitting revealed a non-linear relationship between 25-(OH)D levels and DQ ($P_{\text{for overall}} < 0.05, P_{\text{non-linear}} < 0.05$), suggesting that the impact of vitamin D on intellectual development was more pronounced within a certain range.

Conclusions The 25-(OH)D levels and intellectual development levels of infants in Lanzhou at different months of age are favorable, and there is a close relationship between the two. Therefore, changes in serum 25-(OH)D levels should be regularly

基金项目: 兰州市卫生健康行业科研项目 (A2023024)**作者简介:** 杨茜 (1985—), 女, 副主任医师, 本科学历, 主要研究方向为儿童生长发育。**通信作者:** 张永花, E-mail: 1824872028@qq.com

monitored in clinical practice, which is important for predicting and promoting intellectual development in children.

Keywords: serum 25-hydroxyvitamin D; infants; intellectual development; correlation

维生素 D 作为一种脂溶性维生素,对于人体健康至关重要,其在骨骼健康和免疫功能促进方面的重要性已被广泛认可^[1-2]。此外,维生素 D 还被视为一种神经类固醇,自胎儿和新生儿期开始就在神经发育中发挥着关键作用^[3]。血清 25-羟维生素 D [25-hydroxyvitamin D, 25-(OH)D] 作为维生素 D 代谢的主要标志物,能够有效反映个体的维生素 D 水平。现有研究发现 25-(OH)D 水平低与认知功能低下、社交情感发育受损和孤独症谱系障碍相关^[4-5]。国内研究同样证实,维生素 D 缺乏会对婴幼儿的智力发育产生负面影响,从而强调及时补充适宜剂量维生素 D 的必要性^[6]。鉴于婴幼儿对母亲维生素 D 状况的依赖、母乳中的维生素 D 含量的局限性,以及因安全考虑或文化习俗可能限制其日晒暴露的现实,婴幼儿更易出现维生素 D 缺乏症^[7]。因此,深入探讨婴幼儿维生素 D 与智力发育之间的关联具有极其重要的意义。由于婴幼儿在不同月龄阶段具有不同的生理特征和发育需求,维生素 D 对智力发育的影响可能呈现出阶段性差异。然而,目前关于婴儿不同月龄段的 25-(OH)D 水平与其智力发育关系的研究较为有限。本研究旨在对兰州市不同月龄阶段婴儿血清 25-(OH)D 水平与智力发育状况进行调查,以期对维生素 D 的合理临床干预与促进婴幼儿健康及智力发育提供科学依据。

1 对象和方法

1.1 对象 研究回顾性收集 2023 年 11 月—2024 年 9 月期间在兰州市妇幼保健院进行体检的 205 例婴儿的基本特征资料,并同时收集其 3、6、12 月龄的临床资料。纳入标准:1) 孕期母亲无甲状腺相关疾病或其他影响维生素 D 代谢的疾病;2) 未合并相关肾脏、肝脏功能障碍,或内分泌代谢、免疫功能异常等疾病;3) 未存在明显的智力发育迟缓、发育不全、畸形性骨炎或其他相关骨骼疾病;4) 家庭成员和/或监护人签署知情同意书;5) 无缺失问卷、临床资料或血液检测结果者。本研究已通过兰州市妇幼保健院伦理审查委员会批准(审批号:2024007)。所有数据均按照《赫尔辛基宣言》道德标准进行处理。

1.2 方法

1.2.1 血清 25-(OH)D 水平 通过采集婴幼儿指尖末梢血样,运用量子点荧光免疫层析技术测定 25-(OH)D 含量,使用的检测设备为 Mokosensor-Q240 量子点荧光免疫分析仪(南京美宁康诚生物科技有

限公司)。根据内分泌学会提出的有关维生素 D 缺乏症的评估、治疗和预防的临床实践指南^[8],将维生素 D 缺乏、不足和正常的临界值分别定义为血清 25-(OH)D 水平 $<20\text{ng/mL}$ 、 $20\sim<30\text{ng/mL}$ 和 $\geq 30\text{ng/mL}$ 。

1.2.2 智力发育水平 选用首都儿科研究所研制的《0~6 岁儿童发育行为评估量表》(WS/T580-2017)^[9],对大运动、精细动作、语言、适应能力和社会行为 5 个能区进行测评,并据此计算出发育商来评估婴幼儿的智力水平。发育商 ≥ 80 视为智力水平正常, <80 则视为智力水平异常。该量表的 Cronbach's α 系数为 0.926,表明其具有良好的内部一致性。

1.2.3 问卷内容及质量控制 通过体格检查、神经心理发育评估和自拟问卷来收集婴幼儿的基本信息,问卷内容涉及婴幼儿的性别、民族、常住地、父母亲文化程度、母亲生育年龄、胎数、分娩方式、分娩孕周、喂养方式、出生体重和身长、添加辅食月龄,以及 3、6、12 月龄时的补钙情况、户外活动、体重和身长、血红蛋白、铁蛋白等相关信息。调查前,所有参与的医务人员均接受了统一的标准培训并经过考核,确保调查的规范性和准确性。调查所收集的数据使用 EpiData 3.1 软件进行双人独立录入,以保障数据的质量。

1.3 统计学方法 数据统计分析采用 SPSS 24.0、R4.2 和 GraphPad Prism 8.0 软件进行。分类变量采用例数(%)进行描述,组间比较则采用 χ^2 检验;连续变量则用 $\bar{x} \pm s$ 表示,组间比较采用独立样本 t 检验或单因素方差分析;通过计算 Spearman 相关系数进行相关性分析。应用多元线性逐步回归分析评估 25-(OH)D 和发育商之间的独立关系,以及 25-(OH)D 和其他因素共同对发育商的影响。此外,通过绘制限制性立方样条拟合曲线,分析 25-(OH)D 与发育商之间的剂量-反应关系。所有 P 值均为双尾检验, $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 研究对象基本特征 本研究共纳入 205 例婴幼儿,男女比例 1.44:1。母亲生育年龄为 (31.94 ± 4.86) 岁,婴儿出生胎龄为 (39.08 ± 1.25) 周。男童和女童在年龄、民族、居住地、父母亲文化程度、母亲生育年龄、胎次、分娩方式、出生体重和身长、体质量指数(body mass index, BMI)、喂养方式和辅食添加

月龄方面差异均无统计学意义($P>0.05$)。见表 1。白和铁蛋白含量差异有统计学意义($P<0.05$)。不同月龄间 25-(OH)D 含量和发育商分布差异有统计学意义($P<0.05$)。见表 2。

婴幼儿户外活动时间随月龄增加,12 月龄户外活动时间最长,平均达到(61.73±30.70)min/d;12 月龄补钙人数占 76.59%;不同月龄婴儿的 BMI、血红蛋白

表 1 婴儿一般资料调查情况(例,%)
Tab. 1 General characteristics of the infants in this study (n, %)

变量	总计 (n=205)	男童 (n=121)	女童 (n=84)	t/ χ^2 值	P 值
年龄(月, $\bar{x}\pm s$)	21.72±9.88	21.28±9.58	22.35±10.32	0.758 ^a	0.456
汉族	197(96.10)	117(96.69)	80(95.24)	0.280 ^b	0.719
常住城市	192(93.66)	116(95.87)	76(90.48)	2.427 ^b	0.205
父亲文化程度				0.106 ^b	0.860
本科及以上	71(34.63)	43(35.54)	28(33.33)		
本科以下	134(65.37)	78(64.46)	56(66.67)		
母亲文化程度				0.001 ^b	1.000
本科及以上	78(38.05)	46(38.02)	32(38.10)		
本科及以下	127(61.95)	75(61.98)	52(61.90)		
母亲生育年龄(岁, $\bar{x}\pm s$)	31.94±4.86	32.16±4.67	31.63±5.12	0.762 ^a	0.454
单胎	198(96.59)	116(95.87)	82(97.62)	0.461 ^b	0.703
分娩方式				0.702 ^b	0.497
顺产	148(72.20)	90(74.38)	58(69.0)		
剖腹产	57(27.80)	31(25.62)	26(31.0)		
孕周	39.08±1.25	38.94±1.29	39.29±1.18	1.946 ^a	0.049
体重(g, $\bar{x}\pm s$)	3 160.93±436.83	3 172.73±454.44	3 143.93±412.23	0.463 ^a	0.638
身长(cm, $\bar{x}\pm s$)	49.62±1.63	49.52±1.79	49.76±1.36	1.060 ^a	0.267
BMI(kg/m ² , $\bar{x}\pm s$)	12.81±1.49	12.91±1.53	12.68±1.45	1.083 ^a	0.276
喂养方式				1.576 ^b	0.455
母乳	106(51.71)	59(48.76)	47(56.0)		
人工	46(22.44)	27(22.31)	19(22.6)		
混合	53(25.83)	35(28.93)	18(21.4)		
辅食添加月龄	6.34±0.60	6.33±0.66	6.36±0.51	0.310 ^a	0.746

注:^at 值,^b χ^2 值。

表 2 不同月龄婴儿的基本特征分布情况(例,%)
Tab. 2 Distribution of basic characteristics of infants in different month age groups (n, %)

项目	3 月龄	6 月龄	12 月龄	F/ χ^2 值	P 值
户外活动(min/d, $\bar{x}\pm s$)	12.70±19.29	30.83±19.44	61.73±30.70	223.254 ^a	<0.001
补钙情况(例,%)				35.839 ^b	<0.001
是	104(50.73)	149(72.68)	157(76.59)		
否	101(49.27)	56(27.32)	48(23.41)		
BMI(kg/m ² , $\bar{x}\pm s$)	16.54±1.38	17.23±1.26	16.80±1.29	14.388 ^a	<0.001
血红蛋白(g/L, $\bar{x}\pm s$)	124.44±12.05	128.28±11.59	128.29±11.48	7.376 ^a	0.001
铁蛋白(ng/mL, $\bar{x}\pm s$)	33.70±18.84	29.16±15.67	30.32±15.96	3.993 ^a	0.019
25-(OH)D(ng/mL, $\bar{x}\pm s$)	29.35±10.21	29.97±8.21	33.04±6.11	11.431 ^a	<0.001
缺乏(<20 ng/mL)	34(16.59)	19(9.27)	14(6.83)	47.950 ^b	<0.001
不足(20~30 ng/mL)	91(44.39)	96(46.83)	49(23.90)		
正常(>30ng/mL)	80(39.02)	90(43.90)	142(69.27)		
发育商($\bar{x}\pm s$)	89.72±7.03	90.16±6.38	91.08±6.47	2.243 ^a	0.107
≥80	183(89.27)	199(97.07)	201(98.05)	19.252 ^b	<0.001
<80	22(10.73)	6(2.93)	4(1.95)		

注:^aF 值,^b χ^2 值。

2.2 25-(OH)D 与发育商的相关性分析 不同月龄婴幼儿 25-(OH)D 水平与其发育商之间存在显著正相关($r=0.496、0.474、0.437, P<0.001$),在大运动、精细动作、语言、适应能力和社交行为 5 个能区中,3 月龄和 6 月龄 25-(OH)D 水平与各个能区呈明显正相关($P<0.05$),12 月龄中仅发现

25-(OH)D水平与适应能力呈正相关($P<0.05$)。见表3。

表3 不同月龄婴儿 25-(OH)D 水平与发育商的相关性

Tab. 3 Correlation between 25-(OH)D levels and developmental quotient of infants at different months of age

变量	3 月龄		6 月龄		12 月龄	
	r 值	P 值	r 值	P 值	r 值	P 值
发育商	0.496	<0.001	0.474	<0.001	0.437	<0.001
大运动	0.362	<0.001	0.321	<0.001	-0.026	0.709
精细动作	0.318	<0.001	0.382	<0.001	0.107	0.127
适应能力	0.250	<0.001	0.201	0.004	0.144	0.039
语言	0.216	0.002	0.213	0.002	0.021	0.762
社交行为	0.202	0.004	0.340	<0.001	0.11	0.870

2.3 不同月龄发育商影响因素的多元线性逐步回归分析 本研究以各月龄发育商为因变量,纳入基线和各月龄变量为自变量进行多元线性逐步回归分析。结果发现,3 月龄拟合回归方程模型纳入的变量有 25-(OH)D、孕周、补钙情况、户外活动和血红蛋白,标准回归系数分别为 0.339、0.190、0.164、0.143、0.132;25-(OH)D、户外活动、孕周和民族是影响 6 月龄婴儿发育商的主要因素,标准回归系数分别为 0.391、0.189、0.148、-0.122;12 月龄分析显示,25-(OH)D、铁蛋白和血红蛋白被纳入多元线性逐步回归方程,标准回归系数分别为 0.534、0.228、0.184。不同月龄中,25-(OH)D 水平均为发育商的保护性因素($\beta>0, P<0.05$)。见表4。

表4 不同月龄发育商影响因素的多元线性逐步回归分析

Tab. 4 Multiple linear stepwise regression analysis of the influencing factors of developmental quotient at different months of age

影响因素	标准回归系数	偏回归系数	标准误差	t 值	P 值
3 月龄					
25-(OH)D	0.339	0.233	0.043	5.387	<0.001
孕周	0.190	1.066	0.345	3.088	0.002
补钙情况	0.164	2.307	0.877	2.630	0.009
户外活动	0.143	0.052	0.022	2.315	0.022
血红蛋白	0.132	0.077	0.036	2.133	0.034
6 月龄					
25-(OH)D	0.391	0.304	0.049	6.169	<0.001
户外活动	0.189	0.062	0.021	3.002	0.003
孕周	0.148	0.754	0.316	2.387	0.018
民族	-0.122	-4.016	2.018	-1.990	0.048
12 月龄					
25-(OH)D	0.534	0.565	0.062	9.151	<0.001
铁蛋白	0.228	0.092	0.024	3.910	<0.001
血红蛋白	0.184	0.104	0.033	3.149	0.002

2.4 不同月龄婴儿 25-(OH)D 水平与发育商的剂量-反应关系 限制性立方样条分析结果显示不同月龄婴儿 25-(OH)D 水平与发育商存在剂量-反应关系,在调整多元线性逐步回归分析中有意义变量后,婴儿 3、6、12 月龄 25-(OH)D 水平对发育商的影响有统计学意义($P_{\text{for overall}}<0.001$),但随着 25-(OH)D 水平的变化,发育商的变化趋势存在非线性关系($P_{\text{non-linear}}<0.05$),其临界值分别为 29.20、29.61、33.60 ng/mL。见图1。

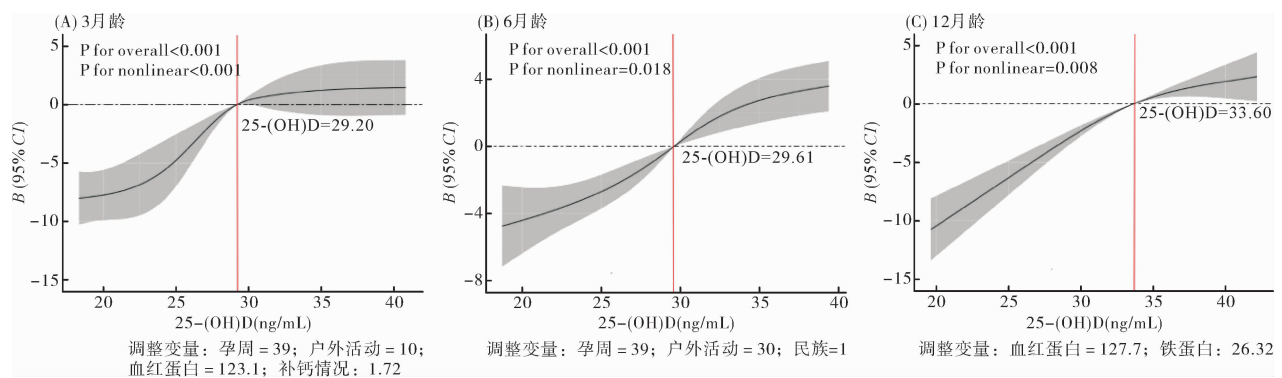


图1 3、6、12 月龄婴儿 25-(OH)D 水平与发育商的剂量-反应关系曲线

Fig. 1 Dose-response curves of 25-(OH)D levels and developmental quotient in infants at 3, 6 and 12 months of age

3 讨论

本研究旨在探讨婴儿血清 25-(OH)D 水平与智力发育之间的关系,结果发现,婴儿 3、6 和 12 月龄的 25-(OH)D 水平及发育商差异有统计学意义($P<0.05$);此外,随着月龄增长,25-(OH)D 水平和发育商均呈逐渐上升趋势。同时在不同月龄段中,

25-(OH)D 缺乏和不足的人数以及发育商异常的婴儿数量,均随着月龄的增加呈现出减少的趋势。这一发现与部分研究认为 25-(OH)D 水平随着年龄的增加而升高的结果相一致^[10-11]。但同时也有研究指出,随着月龄的增加,25-(OH)D 异常人数也在增加^[12]。究其原因可能在于区域差异的影响,包括不同地区的光照条件、饮食结构、环境因素等方面的多

样性^[13]。

维生素 D 在机体内的主要功能是促进钙和磷的吸收,维持骨骼健康^[14]。然而,近年来的研究表明,维生素 D 还参与神经系统的发育过程,其受体在大脑中广泛表达,并可能通过调节神经生长因子、神经元分化及突触形成等途径,促进神经系统的正常发育^[15-16]。本研究表明在 3、6、12 月龄婴儿中,25-(OH)D 水平与智力发育商之间存在显著正相关。此外,多元线性逐步回归分析结果表明,随着婴儿在 3、6、12 月龄时的血清 25-(OH)D 水平的增加,其智力发育商也相应提高,这进一步支持了维生素 D 对大脑发育的潜在影响。同时研究还发现孕周、户外活动时间、补钙情况、血红蛋白和铁蛋白与智力发展之间呈正相关。这与既往研究结果一致,刘明霞等^[17]研究指出,胎龄是影响神经行为发育水平的一个重要独立因素。紫外线照射皮肤产生的维生素 D 是人体主要的维生素 D 来源,因此,保证充足的户外活动时间有助于维生素 D 的合成,从而促进认知能力的发展^[18]。但同时考虑婴儿皮肤屏障功能不够完善,对紫外线敏感,且其在快速生长阶段,对钙的需求量相对较大,单纯依靠户外活动生成的维生素 D 来促进钙的吸收,可能无法满足其生长发育的需要;并且婴儿消化系统尚未完全成熟,无法从食物中高效吸收钙质,需要额外补充维生素 D 和钙,以确保其营养需求得到满足。研究显示,早产儿由于血红蛋白和 25-(OH)D 等营养素的缺乏,易导致营养不良,进而发生佝偻病,严重影响患儿的智力发育^[19]。另有研究显示,铁缺乏可能导致智能行为发育不良,并造成精神运动的不可逆性损伤^[20]。由此可见,铁蛋白、血红蛋白与 25-(OH)D 之间存在密切联系^[21]。

限制性立方样条拟合曲线结果显示,25-(OH)D 与智力发育商之间表现出显著的非线性关系,这提示维生素 D 对智力发育的影响可能在某一特定范围内更加明显。这种现象可能与婴幼儿不同发育阶段对维生素 D 的需求和利用效率不同有关,进一步的研究应关注维生素 D 补充的最佳时机和剂量^[22]。

本研究发现,兰州市不同月龄婴儿的血清 25-(OH)D 水平与智力发育之间存在显著相关性,这表明维生素 D 在婴儿智力发育中可能发挥重要作用。因此,建议在临床实践中定期监测和评估婴儿的维生素 D 水平,并在必要时进行补充,以促进其健康成长和智力发展。作为一项小样本的回顾性研究,本研究样本中 25-(OH)D 和发育商异常人数较少,并未能考虑季节性变化对维生素 D 水平的影响,加

之样本的区域性限制也可能影响结果的普适性。后续本研究将考虑更大规模、长期跟踪的设计,以便更全面地探讨维生素 D 与婴儿智力发育之间的复杂关系。

参考文献

- [1] Antonucci R, Locci C, Clemente MG, et al. Vitamin D deficiency in childhood: Old lessons and current challenges [J]. J Pediatr Endocrinol Metab, 2018, 31(3): 247-260.
- [2] Charoenngam N, Holick MF. Immunologic effects of vitamin D on human health and disease [J]. Nutrients, 2020, 12(7).
- [3] Wang H, Yu XD, Huang LS, et al. Fetal vitamin D concentration and growth, adiposity and neurodevelopment during infancy [J]. Eur J Clin Nutr, 2018, 72(10): 1396-1403.
- [4] Ali A, Cui X, Eyles D. Developmental vitamin D deficiency and autism: Putative pathogenic mechanisms [J]. J Steroid Biochem Mol Biol, 2018, 175: 108-118.
- [5] Gáll Z, Székely O. Role of vitamin D in cognitive dysfunction: New molecular concepts and discrepancies between animal and human findings [J]. Nutrients, 2021, 13(11).
- [6] 叶如霞, 黄燕. 早产儿血清维生素 D 水平与智能发育的相关性研究 [J]. 标记免疫分析与临床, 2020, 27(1): 78-81. Ye RX, Huang Y. The correlation between serum vitamin d level and intelligence development in premature infants [J]. Marker Immunoassay and Clinic, 2020, 27(1): 78-81. (in Chinese)
- [7] Stoica AB, Mărginean C. The impact of vitamin D deficiency on infants' health [J]. Nutrients, 2023, 15(20).
- [8] Holick MF, Binkley NC, Bischoff-Ferrari HA, et al. Evaluation, treatment, and prevention of vitamin D deficiency: An Endocrine Society clinical practice guideline [J]. J Clin Endocrinol Metab, 2011, 96(7): 1911-1130.
- [9] 崔佳音, 李瑞莉, 王利红, 等. 我国 2~6 岁儿童适应能力发育的影响因素 [J]. 中国儿童保健杂志, 2024, 32(3): 280-285, 306. Cui JY, Li RL, Wang LH, et al. Influencing factors of adaptive ability development of children aged 2-6 in China [J]. Chin J Child Health Care, 2024, 32(3): 280-285, 306. (in Chinese)
- [10] 叶侃, 宋媛, 陆艳红, 等. 苏州地区儿童维生素 D 受体基因多态性与 25-羟维生素 D 水平的关系 [J]. 江苏医药, 2017, 43(8): 552-554. Ye K, Song Y, Lu YH, et al. Association between gene polymorphism of vitamin D receptor and 25-hydroxyvitamin D level in children living in Suzhou district [J]. Jiangsu Medicine, 2017, 43(8): 552-554. (in Chinese)
- [11] 李源斌, 陆妹. 早产儿血清 25 羟基维生素 D3 水平与超声骨密度的相关性研究 [J]. 中国当代医药, 2017, 24(13): 106-108, 126. Li YB, Lu M. Research on the correlation between serum 25-hydroxy vitamin D3 and ultrasound bone mineral density in premature infants [J]. Chin Mod Med, 2017, 24(13): 106-108, 126. (in Chinese)

- [12] 林小芹, 魏明香. 婴幼儿血清 25-羟维生素 D 与骨密度的相关性分析 [J]. 中国医学创新, 2019, 16(3): 45-48.
Lin XQ, Wei MX. Correlation analysis between serum 25-hydroxyvitamin D and bone mineral density in infants and young children [J]. Medical Innovation of China, 2019, 16(3): 45-48. (in Chinese)
- [13] 刘丹丹, 常虹, 谈敏. 男性 2 型糖尿病患者 25 羟维生素 D₃ 及骨代谢指标的变化分析 [J]. 安徽医药, 2015, 19(2): 288-291.
Liu DD, Chang H, Tan M. Relation of 25-hydroxy vitamin D₃, bone metabolism index in male Patients with type 2 diabetes [J]. Anhui Medicine, 2015, 19(02): 288-291. (in Chinese)
- [14] Guo H, Xie J, Yu X, et al. Effects of vitamin D supplementation on serum 25(OH)D₃ levels and neurobehavioral development in premature infants after birth [J]. Sci Rep, 2024, 14(1): 23972.
- [15] Wrzosek M, Łukaszkiwicz J, Wrzosek M, et al. Vitamin D and the central nervous system [J]. Pharmacol Rep, 2013, 65(2): 271-278.
- [16] Eyles DW, Feron F, Cui X, et al. Developmental vitamin D deficiency causes abnormal brain development [J]. Psychoneuroendocrinology, 2009, 34(Suppl 1): 247-257.
- [17] 刘明霞, 戴霄天, 花静. 中国三城市 25254 例不同出生胎龄儿童神经行为发育水平研究 [J]. 中国当代儿科杂志, 2020, 22(9): 931-935.
Liu MX, Dai XT, Hua J. Neurobehavioral development of 25254 children with different gestational ages at birth in three cities of China [J]. Chin J Contemp Paediatr, 2020, 22(9): 931-935. (in Chinese)
- [18] 中华预防医学会儿童保健专业委员会. 中国儿童维生素 A、维生素 D 临床应用专家共识 [J]. 中国儿童保健杂志, 2021, 29(1): 110-116.
Child Health Care Professional Committee, Chinese Preventive Medicine Association. Expert consensus on clinical application of vitamin A and vitamin D in Chinese children [J]. Chin J Child Health Care, 2021, 29(1): 110-116. (in Chinese)
- [19] 李欢欢, 张佳, 李春杰, 等. 监测早产儿血红蛋白、25 羟维生素 D 水平及其临床意义 [J]. 解放军预防医学杂志, 2019, 37(10): 28-29.
Li HH, Zhang J, Li CJ, et al. Monitoring haemoglobin and 25 hydroxyvitamin D levels in preterm infants and their clinical significance [J]. J Prev Med Chin People Liber Armg, 2019, 37(10): 28-29. (in Chinese)
- [20] 熊静. 黄冈市黄州区 6~24 月龄婴幼儿缺铁性贫血的现状及其神经运动发育及性格类型的影响 [J]. 中国妇幼保健, 2017, 32(14): 3322-3324.
Xiong J. Current status of iron-deficiency anaemia in infants and young children aged 6 to 24 months and its effect on their neuromotor development and personality type in Huangzhou District, Huanggang City, China [J]. Maternal and Child Health Care of China, 2017, 32(14): 3322-3324. (in Chinese)
- [21] 李喜玲, 席卫平. 缺铁性贫血与骨源性碱性磷酸酶相关性分析 [J]. 中国妇幼保健, 2004, (16): 112-113.
Li XL, Xi WP. Analysis of the correlation between iron deficiency anaemia and bone-derived alkaline phosphatase [J]. Maternal and Child Health Care of China, 2004, (16): 112-113. (in Chinese)
- [22] 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(02): 157-162.
Ding CC, Liu YQ, Su HP, et al. Research on serum 25-hydroxy Vitamin D level in healthy children aged 0~12 years for physical examination in Xi'an area [J]. J Mod Lab Med, 2024, 39(02): 157-162. (in Chinese)

收稿日期:2024-11-22 修回日期:2025-03-17 本文编辑:王悦

声 明

为适应我国信息化建设,扩大本刊及作者知识信息交流渠道,本刊已被 CNKI 中国期刊全文数据库收录,其作者文章著作权使用费与本刊稿酬一次性给付(已经抵扣稿件处理费),不再另付。如作者不同意文章被收录,请在来稿时向本刊声明,本刊将做适当处理。

《中国儿童保健杂志》编辑部