

• 论 著 • DOI:10.3969/j.issn.1672-9455.2025.15.017

# 铁代谢指标及维生素 A、D 水平与早产儿校正 12 个月龄 神经系统发育水平的关系\*

李维维<sup>1</sup>, 毛羽<sup>1△</sup>, 熊菲<sup>2</sup>, 龚瑶<sup>1</sup>, 赖燕<sup>1</sup>

1. 成都医学院第三附属医院/成都市郫都区人民医院儿童保健科, 四川成都 611730; 2. 四川大学  
华西第二医院儿童保健科, 四川成都 610041

**摘要:**目的 分析铁代谢指标及维生素 A、D 水平与早产儿校正 12 个月龄神经系统发育水平的关系。  
方法 选取 2023 年 1—6 月成都医学院第三附属医院/成都市郫都区人民医院收治的 120 例早产儿为早产组,  
另选取同期在成都医学院第三附属医院/成都市郫都区人民医院出生的 120 例足产儿为足月组。比较 2 组基  
线资料、铁代谢指标、维生素 A、维生素 D 水平及神经系统发育指标。采用 Pearson 相关分析早产儿铁代谢指  
标及维生素 A、D 水平与早产儿校正 12 个月龄神经系统发育指标相关性。**结果** 早产组胎龄、出生体质量、出  
生头围、5 min Apgar 评分 $\geq 4$  分占比均小于足月组, 年龄/身长 Z 值(LAZ)参数高于足月组, 差异均有统计学  
意义( $P < 0.05$ )。早产组维生素 A、25-羟维生素 D[25-(OH)D]、血清铁(SI)、血清铁蛋白(SFer)水平均低于足  
月组, 总铁结合力(TIBC)水平高于足月组, 差异均有统计学意义( $P < 0.05$ )。早产组校正 12 个月龄神经系统  
发育指标中大动作、精细动作、适应能力、语言能力、社交能力评分及发育商均低于足月组, 差异均有统计学意  
义( $P < 0.05$ )。Pearson 相关分析结果显示, 早产儿校正 12 个月龄维生素 A 水平与神经系统发育指标中大动  
作、精细动作、适应能力评分均呈正相关( $P < 0.05$ ), 25-(OH)D、SI、SFer 水平与大动作、精细动作、适应能力、  
语言能力、社交能力评分均呈正相关( $P < 0.05$ ), TIBC 水平则与精细动作、适应能力、语言能力、社交能力评分  
均呈负相关( $P < 0.05$ )。**结论** 铁代谢指标及维生素 A、D 水平与早产儿校正 12 个月龄神经系统发育状况关  
系密切, 可作为评估早产儿神经系统发育异常的潜在指标。

**关键词:** 早产儿; 铁代谢指标; 维生素 A; 维生素 D; 神经系统; 发育

**中图法分类号:** R722.6; R723.2 **文献标志码:** A **文章编号:** 1672-9455(2025)15-2105-05

## Relationship between iron metabolism indicators and the levels of vitamins A and D and the corrected neurological development level of preterm infants at 12 months of age\*

LI Weiwei<sup>1</sup>, MAO Yu<sup>1△</sup>, XIONG Fei<sup>2</sup>, GONG Yao<sup>1</sup>, LAI Yan<sup>1</sup>

1. Department of Child Health Care, the Third Affiliated Hospital of Chengdu Medical College/Chengdu  
Pidu District People's Hospital, Chengdu, Sichuan 611730, China; 2. Department of Child Health  
Care, West China Second University Hospital, Sichuan University, Chengdu, Sichuan 610041, China

**Abstract:** **Objective** To analyze the relationship between iron metabolism indicators and the levels of vita-  
mins A and D and the corrected neurological development level of preterm infants at 12 months of age.  
**Methods** One hundred and twenty preterm infants admitted to the Third Affiliated Hospital of Chengdu  
Medical College/Chengdu Pidu District People's Hospital from January to June 2023 were selected as the pre-  
term group, and another 120 full-term infants born in the Third Affiliated Hospital of Chengdu Medical Col-  
lege/Chengdu Pidu District People's Hospital during the same period were selected as the full-term group.  
The baseline data, iron metabolism indicators, levels of vitamin A and vitamin D and neurological development  
indicators of the two groups were compared. Pearson correlation analysis was used to analyze the correlations  
between iron metabolism indicators and the levels of vitamins A and D in preterm infants and the corrected  
neurological development indicators of preterm infants at 12 months of age. **Results** The gestational age, birth  
weight, birth head circumference and the proportion of 5 min Apgar score  $\geq 4$  points in the preterm group  
were all lower than those in the full-term group, and the age/body length Z value (LAZ) parameter was high-  
er than that in the full-term group, and the differences were statistically significant ( $P < 0.05$ ). The levels of  
vitamin A, 25-hydroxyvitamin D[25-(OH)D], serum iron (SI) and serum ferritin (SFer) in the preterm group

\* 基金项目: 四川省营养学会妇幼营养研究基金(SCNC-MCNR2023-01)。

作者简介: 李维维, 女, 副主任医师, 主要从事微量元素对儿童生长发育的影响方向的研究。△ 通信作者, E-mail: 355876100@qq.com。

were lower than those in the full-term group, while the level of total iron binding capacity (TIBC) was higher than that in the full-term group, and the differences were statistically significant ( $P < 0.05$ ). The scores of gross motor skills, fine motor skills, adaptability, language ability, social ability and the developmental quotient of the 12-month-old neurological development indicators in the preterm group were lower than those in the full-term group, and the differences were statistically significant ( $P < 0.05$ ). The results of Pearson correlation analysis showed that the corrected vitamin A level of preterm infants at 12 months of age was positively correlated with the scores of gross motor skills, fine motor skills, and adaptability in neurological development indicators ( $P < 0.05$ ). The levels of 25-(OH)D, SI and SFer were positively correlated with the scores of gross motor skills, fine motor skills, adaptability, language ability and social ability ( $P < 0.05$ ), while the level of TIBC was negatively correlated with the scores of fine motor skills, adaptability, language ability and social ability ( $P < 0.05$ ). **Conclusion** Iron metabolism indicators and the levels of vitamins A and D are closely related to the corrected neurological development status of preterm infants at 12 months of age and can be used as potential indicators for evaluating abnormal neurological development in preterm infants.

**Key words:** premature infant; iron metabolism indicator; vitamin A; vitamin D; nervous system; development

早产儿是指妊娠满 28 周但不足 37 周间分娩的新生儿,我国早产发生率为 6%~7%<sup>[1]</sup>。随着围产医学及新生儿重症监护医学的迅速发展,早产儿的存活率呈逐年上升趋势,但存活的早产儿远期并发症的发生率并未降低,由于早产儿出生时各系统尚未成熟,在促进生长发育的同时还要面临着疾病的威胁<sup>[2]</sup>。存活的早产儿多存在体格生长发育迟缓、神经系统障碍,如听力及视力障碍、精神发育障碍、运动功能发育延迟、社交与适应能力低下等,与足月儿比较,校正 12 个月龄的早产儿神经发育仍存在部分异常<sup>[3]</sup>。因此,如何改善存活早产儿神经发育情况,提高生活质量,是临床亟待解决的医学课题。微量元素及维生素是人体生长发育重要营养素,如铁可直接参与血红蛋白和 DNA 合成及能量代谢等重要生理过程,维生素 A、D 可维持视觉、人体内钙的代谢平衡,调节糖蛋白合成和细胞分化及促进骨骼的形成,能够促进免疫系统正常发育,是维持人体正常生理机能的必要元素<sup>[4-5]</sup>。赵帅燕<sup>[6]</sup>研究指出,微量元素、维生素缺乏会影响儿童生长发育。目前关于早产儿铁代谢指标及维生素 A、D 水平与神经系统发育关系的报道较少,因此,本研究分析了早产儿校正 12 个月龄体内铁代谢指标及维生素 A、D 水平与神经系统发育的相关性,以期为临床指导早产儿出院后实施规范化管理、改善神经系统发育水平提供参考依据。现报道如下。

## 1 资料与方法

**1.1 一般资料** 选取 2023 年 1—6 月成都医学院第三附属医院/成都市郫都区人民医院收治的 120 例早产儿为早产组,另选取同期在成都医学院第三附属医院/成都市郫都区人民医院出生的 120 例足产儿为足月组。早产组男 66 例,女 54 例。足月组男 55 例,女 65 例。2 组性别比较,差异无统计学意义( $P > 0.05$ ),具有可比性。纳入标准:(1)早产儿胎龄 $<37$  周,校正

12 个月龄;(2)足产儿胎龄 $\geq 37$  周;(3)具有完整的神经发育评估资料。排除标准:(1)患有先天性畸形或先天性中枢神经发育异常;(2)各种原因引起的颅内出血;(3)合并先天性遗传代谢性疾病或先天性白血病;(4)接受过重大外科手术。本研究经成都医学院第三附属医院/成都市郫都区人民医院伦理委员会批准(2023-325),所有参与者的监护人均签署知情同意书。

## 1.2 方法

**1.2.1 体格检查** 校正胎龄 12 个月时 2 组分别进行儿童体格检查,采用无伸缩性软尺测量头围,坐卧式电子秤测量体质量;将校正 12 个月龄时 2 组头围、身长、体质量输入世界卫生组织(WHO)的 Anthro 软件(2009 年 4 月,第 3 版)进行计算,并参考 2006 年 WHO 曲线<sup>[7]</sup>作为儿童生长发育标准,计算出年龄/身长 Z 值(LAZ)、年龄/体质量 Z 值(WAZ)和年龄/头围 Z 值(HCZ)。Z 值=(儿童体格测量值-参考标准均数)/参考标准的标准差。

**1.2.2 铁及维生素 A、D 水平检测** 采集 2 组校正胎龄 12 个月时空腹静脉血 3 mL,加入 1 mL 肝素抗凝血,使用离心机以 3 500 r/min 离心 10 min 分离血清。铁代谢指标[血清铁(SI)、血清铁蛋白(SFer)、总铁结合力(TIBC)]采用全血 5 元素基础型分析仪(北京博晖创新光电技术股份有限公司,型号:bh5100t)及配套的试剂应用原子吸收光谱分析法进行检测。维生素 A(货号:XK-E2346)及 25-羟维生素 D[25-(OH)D,货号:XK-E2340]水平采用酶联免疫吸附试验进行检测,试剂盒由上海晖科生物科技有限公司提供。

**1.2.3 神经系统发育评估** 早产组及足月组在校正胎龄 12 个月时采用 Gesell 量表<sup>[8]</sup>评价新生儿神经发育情况,该量表包括大动作、精细动作、适应能力、语

言能力、社交能力等方面的评估,并根据上述 5 个方面的测试结果计算发育商(DQ)=5 个方面测试分数总和/(5×实际月龄)×100。DQ>75 分为正常,55~75 分为轻度发育迟缓,40~<55 分为中度发育迟缓,25~<40 分重度发育迟缓,<25 分为极重度发育迟缓。以上测试及结果均由具有 5 年以上经验的康复医生检测。

**1.2.4 资料收集** 收集患者基线资料,包括胎龄、出生体质量、5 min Apgari 评分<sup>[9]</sup>、出生方式、出生头围、校正 12 个月龄体格参数。

**1.3 统计学处理** 采用 SPSS20.0 统计软件分析数据。符合正态分布的计量资料以  $\bar{x} \pm s$  表示,2 组间比较采用独立样本 *t* 检验;计数资料以例数或百分率表示,组间比较采用  $\chi^2$  检验;采用 Pearson 相关分析早产儿铁代谢指标及维生素 A、D 水平与早产儿校正 12 个月龄神经系统发育指标的相关性。以  $P < 0.05$

为差异有统计学意义。

2 结 果

**2.1 2 组基线资料比较** 2 组在出生方式及 WAZ、HCZ、低体质量及生长迟缓参数比较,差异均无统计学意义( $P > 0.05$ );早产组胎龄、出生体质量、出生头围、5 min Apgari 评分≥4 分占比均小于足月组,LAZ 参数高于足月组,差异均有统计学意义( $P < 0.05$ )。见表 1。

**2.2 2 组铁代谢指标及维生素 A、D 水平比较** 早产组维生素 A、25-(OH)D、SI、SFer 水平均低于足月组,TIBC 水平高于足月组,差异均有统计学意义( $P < 0.05$ )。见表 2。

**2.3 2 组神经系统发育指标比较** 早产组神经系统发育指标中大动作、精细动作、适应能力、语言能力、社交能力评分及 DQ 低于足月组,差异均有统计学意义( $P < 0.05$ )。见表 3。

表 1 2 组基线资料比较[n(%)或  $\bar{x} \pm s$ ]

| 组别                  | <i>n</i> | 胎龄(周)      | 5 min Apgari 评分(分) |           | 出生方式       |           |
|---------------------|----------|------------|--------------------|-----------|------------|-----------|
|                     |          |            | <4                 | ≥4        | 阴道分娩       | 剖宫产       |
| 早产组                 | 120      | 33.21±1.15 | 110(91.67)         | 10(8.33)  | 98(81.67)  | 22(18.33) |
| 足月组                 | 120      | 39.48±0.59 | 83(69.17)          | 37(30.83) | 101(84.17) | 19(15.83) |
| <i>t</i> / $\chi^2$ |          | -36.106    | 19.288             |           | 0.265      |           |
| <i>P</i>            |          | <0.001     | <0.001             |           | 0.607      |           |

| 组别                  | <i>n</i> | 出生体质量(kg) | 出生头围(cm)   | 校正 12 个月龄体格参数 |           |           |          |          |
|---------------------|----------|-----------|------------|---------------|-----------|-----------|----------|----------|
|                     |          |           |            | WAZ           | LAZ       | HCZ       | 低质量      | 生长迟缓     |
| 早产组                 | 120      | 1.65±0.31 | 30.45±1.13 | 0.58±0.41     | 0.61±0.51 | 0.21±0.19 | 11(9.17) | 10(8.33) |
| 足月组                 | 120      | 3.01±0.55 | 34.11±1.09 | 0.59±0.32     | 0.41±0.35 | 0.25±0.18 | 6(5.00)  | 4(3.33)  |
| <i>t</i> / $\chi^2$ |          | -30.387   | -25.537    | -1.431        | 3.542     | -1.674    | 1.583    | 2.731    |
| <i>P</i>            |          | <0.001    | <0.001     | 0.154         | <0.001    | 0.095     | 0.208    | 0.098    |

表 2 2 组铁代谢指标及维生素 A、D 水平比较( $\bar{x} \pm s$ )

| 组别       | <i>n</i> | 维生素 A(ng/mL) | 25-(OH)D(ng/mL) | SI(μmol/L) | SFer(μg/L)  | TIBC(μmol/L) |
|----------|----------|--------------|-----------------|------------|-------------|--------------|
| 早产组      | 120      | 224.98±36.59 | 39.32±13.71     | 11.68±2.39 | 48.95±19.82 | 57.02±5.31   |
| 足月组      | 120      | 335.87±82.16 | 47.89±14.86     | 14.85±2.99 | 82.53±35.29 | 54.31±4.65   |
| <i>t</i> |          | -13.506      | -4.643          | -9.072     | -9.088      | 4.206        |
| <i>P</i> |          | <0.001       | <0.001          | <0.001     | <0.001      | <0.001       |

表 3 2 组神经系统发育指标比较( $\bar{x} \pm s$ ,分)

| 组别       | <i>n</i> | 大动作评分      | 精细动作评分     | 适应能力评分      | 语言能力评分      | 社交能力评分     | DQ         |
|----------|----------|------------|------------|-------------|-------------|------------|------------|
| 早产组      | 120      | 48.87±8.02 | 52.12±9.82 | 50.81±10.61 | 50.23±10.02 | 51.21±9.56 | 50.65±9.64 |
| 足月组      | 120      | 90.65±5.61 | 92.85±5.48 | 93.01±5.61  | 91.11±6.01  | 91.56±5.41 | 91.84±5.63 |
| <i>t</i> |          | -46.762    | -39.676    | -38.517     | -38.327     | -40.239    | -40.418    |
| <i>P</i> |          | <0.001     | <0.001     | <0.001      | <0.001      | <0.001     | <0.001     |

2.4 铁代谢指标及维生素 A、D 水平与早产儿校正 12 个月龄神经系统发育指标的相关性分析 Pearson

相关分析结果显示,早产儿校正 12 个月龄维生素 A 水平与神经系统发育指标中大动作、精细动作、适应能力评分均呈正相关( $P<0.05$ ),25-(OH)D、SI、SFer 水平与大动作、精细动作、适应能力、语言能力、

社交能力评分均呈正相关( $P<0.05$ ),TIBC 水平则与精细动作、适应能力、语言能力、社交能力评分均呈负相关( $P<0.05$ )。见表 4。

表 4 铁代谢指标及维生素 A、D 水平与早产儿校正 12 个月龄神经系统发育指标的相关性分析

| 指标     | 维生素 A    |          | 25-(OH)D |          | SI       |          | SFer     |          | TIBC     |          |
|--------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
|        | <i>r</i> | <i>P</i> | <i>r</i> | <i>P</i> | <i>r</i> | <i>P</i> | <i>r</i> | <i>P</i> | <i>r</i> | <i>P</i> |
| 大动作评分  | 0.484    | <0.001   | 0.482    | <0.001   | 0.372    | 0.012    | 0.452    | <0.001   | -0.221   | 0.057    |
| 精细动作评分 | 0.381    | 0.010    | 0.483    | <0.001   | 0.442    | <0.001   | 0.323    | 0.015    | -0.457   | <0.001   |
| 适应能力评分 | 0.582    | <0.001   | 0.493    | <0.001   | 0.331    | 0.015    | 0.488    | <0.001   | -0.588   | <0.001   |
| 语言能力评分 | 0.220    | 0.061    | 0.382    | 0.011    | 0.485    | <0.001   | 0.369    | 0.012    | -0.386   | 0.009    |
| 社交能力评分 | 0.201    | 0.065    | 0.403    | <0.001   | 0.301    | 0.020    | 0.401    | <0.001   | -0.421   | <0.001   |

3 讨 论

铁及维生素 A、D 是机体神经系统的发育和激活至关重要的微量营养素,若摄入不足或过量均可引起机体生理异常、生化紊乱及结构发生改变<sup>[10]</sup>。血液中的铁及维生素 A、D 在新生儿的神经元增殖、髓鞘形成等神经发育过程中起重要作用,是评估早产儿营养状态和生长发育的重要指标<sup>[11]</sup>。有研究表明,早产儿神经发育更易受到环境的影响,是神经行为发育异常的高危群体,与足月儿相比,早产儿出现认知、运动、语言、社会、情感等领域发育迟缓的风险增加<sup>[12]</sup>。因此,探讨早产儿追赶生长期神经系统发育是否受铁代谢指标及维生素 A、D 水平的影响,对于提早采取针对性措施,减少早产儿神经发育异常风险,维持早产儿健康有重要意义。

本研究结果显示,早产组维生素 A、25-(OH)D、SI、SFer 水平及大动作、精细动作、适应能力、语言能力、社交能力评分均低于足月组,TIBC 水平高于足月组,提示校正 12 个月龄早产儿仍易缺乏微量元素及维生素,神经发育异常风险较高。分析原因为 SI、SFer、TIBC 是评估铁代谢的常用指标,25-(OH)D 用于反映机体维生素 D 水平。由于机体自身不能合成铁及维生素 A、D,需要从外界获取。胎儿微量元素(铁)主要在妊娠后期从母体获得,在妊娠后 3 个月储存量较多,相较于足月儿,早产儿在母体体内的时间较短,摄取的铁元素水平低于足月儿<sup>[13]</sup>。在妊娠期间母体体内维生素 A、D 水平呈上升趋势,早产儿相较于足月儿较早脱离母体,从母体摄取维生素 A、D 相对较少,处于不足或缺乏状态。胎龄越小的早产儿,越容易受到营养、环境的影响,大脑的可塑性较强,可导致早产儿脑容量减少、髓鞘发育异常<sup>[14-15]</sup>。从妊娠 3 个月至出生 2 年后是大脑发育的关键时期,若早产儿在校正 12 个月龄的追赶下生长不足,也可影响神经功能系统发育。吴银弟等<sup>[16]</sup>研究指出,与足月儿相同月龄比较,校正的早产儿在脑的发育与形态上仍存

在显著的差距。本研究也发现,校正 12 个月龄早产儿大动作、精细动作、适应能力、语言能力、社交能力发育水平落后于同龄足月儿。近年来有报道指出,早产儿出生后存在生长发育落后现象,虽会予以营养、治疗加强等干预措施,但早产儿过快的追赶生长会增加成年后慢性病风险,因此目前最佳追赶生长模式仍处于探索阶段<sup>[17]</sup>。国内外报道的早产儿追赶生长的趋势存在较大差别,不同体格指标也出现追赶高峰时间的不同,追赶生长一般出现在矫正 24 个月龄前<sup>[18]</sup>。存在追赶不均衡的原因多与出生后去除相应病理因素(疾病、营养不良)的方法有关,如出生后给予肠外营养的早产儿可能由于过早的肠道内补充、长时间静脉营养会造成肠管壁的黏附,导致微量元素及维生素肠道利用度较低,追赶速度减慢;另外,由于早产儿的肠胃功能不完善,会发生喂养不耐受问题,对于营养的吸收较差,因此即使早产儿在校正 12 个月龄追赶下相关发育指标仍低于足月儿。

本研究 Pearson 相关分析结果显示,早产儿校正 12 个月龄维生素 A 水平与神经系统发育指标中大动作、精细动作、适应能力评分均呈正相关( $P<0.05$ ),25-(OH)D、SI、SFer 水平与大动作、精细动作、适应能力、语言能力、社交能力评分均呈正相关( $P<0.05$ ),TIBC 水平则与精细动作、适应能力、语言能力、社交能力评分均呈负相关( $P<0.05$ ),说明铁代谢指标及维生素 A、D 水平与早产儿校正 12 个月龄神经发育系统水平存在一定关联性,具有作为早产儿神经发育系统评估指标的价值。SI、TIBC 是反映血浆中铁含量的指标,SFer 是反映全身铁储存量,铁是胎儿及新生儿大脑发育的所必需的微量营养素<sup>[19]</sup>。婴幼儿发生缺铁时,SI、SFer 水平下降,TIBC 水平升高,可增加脑细胞外多巴胺和去甲肾上腺素的摄取,导致多巴胺转运蛋白水平降低,阻碍多巴胺神经递质信号的传递,进而影响高级认知活动、运动、情感等多种行

为<sup>[20]</sup>。另外铁对机体神经系统的传导与兴奋起着重要作用,婴幼儿缺铁时可减少脑内髓磷脂和相关蛋白的合成,抑制脑源性神经营养因子的表达,影响少突胶质细胞分化与成熟,延缓神经通路髓鞘化的发生,减慢神经冲动传递,导致神经系统发育异常<sup>[21]</sup>。维生素 A 主要通过衍生物视黄酸发挥作用,当维生素 A 缺乏时,视黄酸水平降低,可引起胚胎后脑缺失、脊索背腹轴(D-V 轴)轴向异常,导致大脑结构发生改变,神经系统畸形发育<sup>[22]</sup>。维生素 D 缺乏时可改变大脑中多种及基因和蛋白质的表达,改变大脑结构和功能,影响神经系统发育。另外维生素 D 缺乏可改变 T 淋巴细胞活化特性,影响适应性免疫,导致神经发育障碍<sup>[23]</sup>。因此,铁代谢指标及维生素 A、D 营养水平与早产儿校正 12 个月龄神经系统发育指标存在密切联系。

综上所述,早产儿校正 12 个月龄铁代谢指标及维生素 A、D 营养水平低于足月儿,且与早产儿校正 12 个月龄神经系统发育水平密切相关,可通检测早产儿的铁代谢指标及维生素 A、D 水平评估早产儿校正 12 个月龄神经系统发育程度,具有较好的临床价值。

## 参考文献

- [1] THABET A M, SAYED Z A. Effectiveness of the premature infant oral motor intervention on feeding performance, duration of hospital stay, and weight of preterm neonates in neonatal intensive care unit: results from a randomized controlled trial [J]. *Dimens Crit Care Nurs*, 2021, 40(4): 257-265.
- [2] WILLIAMS E E, GREENOUGH A. Lung protection during mechanical ventilation in the premature infant [J]. *Clin Perinatol*, 2021, 48(4): 869-880.
- [3] BLOOMFIELD F H, JIANG Y N, HARDING J E, et al. Early amino acids in extremely preterm infants and neurodisability at 2 years [J]. *N Engl J Med*, 2022, 387(18): 1661-1672.
- [4] BUENDÍA J A, GUERRERO P D, LINDARTE E F. Vitamin a supplementation for the prevention of chronic lung disease in premature infants: a cost-utility analysis [J]. *Pediatr Pulmonol*, 2022, 57(10): 2511-2517.
- [5] CHENG H, CHI P, ZHUANG Y, et al. Association of 25-hydroxyvitamin D with preterm birth and premature rupture of membranes: a mendelian randomization study [J]. *Nutrients*, 2023, 15(16): 3593.
- [6] 赵帅燕. 特发性矮小症儿童血清微量元素及维生素 A、D 水平与体格发育的关系 [J]. *内蒙古医学杂志*, 2023, 55(9): 1126-1128.
- [7] WHO Multicentre Growth Reference Study Group. WHO child growth standards based on length/height, weight and age [J]. *Acta Paediatr Suppl*, 2006, 450: 76-85.
- [8] BALL R S. The gesell developmental schedules; arnold gesell (1880—1961) [J]. *J Abnorm Child Psychol*, 1977, 5(3): 233-239.
- [9] BOVBJERG M L, DISSANAYAKE M V, CHEYNEY M, et al. Utility of the 5-minute Apgar score as a research endpoint [J]. *Am J Epidemiol*, 2019, 188(9): 1695-1704.
- [10] 李园园, 何方园. 学龄期消瘦儿童血清微量元素和维生素 A、D、E 水平及其影响因素的相关性分析 [J]. *贵州医药*, 2024, 48(4): 569-571.
- [11] 王艳丽, 颜慧恒, 王俊平, 等. 广东省新生儿重症监护室早产儿微量元素及维生素使用情况调查 [J]. *广东医学*, 2022, 43(5): 584-587.
- [12] 卜兆丽, 程艳丽, 王苗. 早产儿神经行为发育差异的影响因素分析 [J]. *贵州医药*, 2022, 46(12): 1863-1864.
- [13] 王兆坤, 张文楼, 曾晓雯, 等. 脐带血元素水平对早产和足月婴幼儿神经行为发育影响的队列研究 [J]. *环境与职业医学*, 2022, 39(7): 723-729.
- [14] DEGER I, ERTUGRUL S, YILMAZ S T, et al. The relationship between vitamin A and vitamin E levels and neonatal morbidities [J]. *Eur Rev Med Pharmacol Sci*, 2022, 26(6): 1963-1969.
- [15] ZHANG H, WANG S M, TUO L J, et al. Relationship between maternal vitamin D levels and adverse outcomes [J]. *Nutrients*, 2022, 14(20): 4230.
- [16] 吴银弟, 昌兰, 李朝友. 胎龄小于 32 周早产儿纠正月龄 6 个月神经发育随访情况及相关影响因素分析 [J]. *安徽医学*, 2022, 43(9): 1045-1050.
- [17] HOCHMAYR C, NDAYISABA J P, GANDE N N, et al. Cardiovascular health profiles in adolescents being born term or preterm—results from the EVA-Tyrol study [J]. *BMC Cardiovasc Disord*, 2023, 23(1): 371.
- [18] 秦巧稚, 赵雪琴. 极早产儿 3 岁内体格指标追赶生长的特征性研究 [J]. *中国全科医学*, 2022, 25(8): 913-917.
- [19] 朱悦欣, 蔡姣, 熊伟, 等. 红细胞输注对 6 月龄早产儿体内铁代谢的影响 [J]. *贵州医科大学学报*, 2023, 48(4): 430-434.
- [20] 张勇, 邓慧玲, 王朝晖, 等. 早产儿缺铁性贫血的发生现况及影响因素研究 [J]. *中国妇幼保健研究*, 2022, 33(2): 5-10.
- [21] GERMAN K R, JUUL S E. Iron and neurodevelopment in preterm infants: a narrative review [J]. *Nutrients*, 2021, 13(11): 3737.
- [22] 张霄, 王立凤, 王洪娟, 等. 出生时血清维生素 A 水平与极低出生体质量早产儿预后的相关性分析 [J]. *中国妇幼保健*, 2023, 38(2): 266-269.
- [23] KUMAR M, SHAIKH S, SINHA B, et al. Enteral vitamin D supplementation in preterm or low birth weight infants: a systematic review and Meta-analysis [J]. *Pediatrics*, 2022, 150(Suppl 1): e2022057092K.