

• 临床研究 •

辅助生殖技术受孕的双胎早产儿出生结局与早期神经行为发育的队列研究

许雨虹^{1*}, 高雪婷^{2*}, 张慧平³, 白枫², 王端³, 何玉莹⁴, 卜婧愉^{5,6}, 张漪¹, 陈艳妮³

1. 西安交通大学医学部, 陕西 西安 710061; 2. 西北妇女儿童医院儿童保健科, 陕西 西安 710061;
3. 西安市儿童医院儿童保健科; 4. 西安市妇幼保健院; 5. 西安交通大学生命科学与技术学院, 生物医学信息
工程教育部重点实验室, 健康与康复科学研究所; 6. 空军军医大学第二附属医院唐都医院儿科

摘要: **目的** 分析辅助生殖技术(ART)受孕与自然受孕双胎早产儿的出生结局差异, 并评估其早期神经行为发育特征, 为 ART 受孕婴儿的健康管理提供合理建议。**方法** 采用回顾性队列研究方法选取 2017 年 1 月—2022 年 1 月在西安市儿童医院儿童保健科门诊定期体检的双胎早产儿, 共 147 对($n=294$ 例)。根据不同受孕方式分为两组: ART 受孕双胎早产儿 78 对为观察组($n=156$ 例)和自然受孕双胎早产儿 69 对为对照组($n=138$ 例)。收集两组孕产妇妊娠期疾病、双胎早产儿生后临床疾病等资料, 两组早产儿均在矫正胎龄生后 6 月龄和 12 月龄时行 Gesell 发育行为评估。**结果** 两组孕产妇妊娠期疾病发生率差异无统计学意义($P>0.05$)。观察组早产儿先天性心脏病发生率高于对照组, 差异有统计学意义($\chi^2=12.05$, $P<0.01$)。两组婴儿矫正胎龄生后 6 月龄、12 月龄时行 Gesell 发育行为评估结果差异均无统计学意义($P>0.05$)。**结论** ART 受孕的双胎早产儿患常见先天性心脏病风险更高, 未发现复杂危重型先天性心脏病。两组双胎早产儿早期神经行为发育无显著差异, ART 并未增加早产儿神经发育异常的风险。

关键词: 辅助生殖技术; 双胎早产儿; 出生结局; 神经行为发育

中图分类号: R179 文献标识码: A 文章编号: 1008-6579(2025)12-1381-05 doi:10.11852/zgetbjzz2024-1446

Cohort study of birth outcomes and early neurobehavioral development in twins conceived via assisted reproductive technology

XU Yuhong^{1*}, GAO Xueting^{2*}, ZHANG Huiping³, BAI Feng², WANG Duan³, HE Yuying⁴,
BU Jingyu^{5,6}, ZHANG Yi¹, CHEN Yanni³

1. Xi'an Jiaotong University Medical Science Center, Xi'an, Shaanxi 710061, China; 2. Department of Child Health Care, Northwest Women's and Children's Hospital, Xi'an, Shaanxi 710061, China; 3. Department of Child Health Care, Xi'an Children's Hospital; 4. Xi'an Maternity and Child Healthcare Hospital;
5. School of Life Science and Technology, Xi'an Jiaotong University, The Key Laboratory of Biomedical Information Engineering of Ministry of Education, Institute of Health and Rehabilitation Science;
6. Department of Pediatrics, Tangdu Hospital of Air Force Medical University

Corresponding author: CHEN Yanni, E-mail: chenyanichil@163.com

Abstract: **Objective** To compare birth outcomes and early neurobehavioral development between preterm twins conceived via assisted reproductive technology (ART) and those conceived naturally, in order to provide evidence-based recommendations for the health management of in vitro fertilization (IVF) infants. **Methods** This retrospective cohort study included 147 twin pairs ($n=294$) of preterm infants who underwent regular health examinations at the Child Health Clinic of Xi'an Children's Hospital between January 2017 and January 2022. Participants were divided into two groups: 78 ART-conceived twin pairs (observation group, $n=156$) and 69 naturally conceived twin pairs (control group, $n=138$). Data on maternal gestational complications and neonatal clinical conditions were collected. Neurodevelopmental outcomes were assessed using the Gesell Developmental Schedules (GDS) at corrected ages of 6 and 12 months. **Results** No

基金项目: 国家自然科学基金(81371900); 陕西省重点研发计划(2020GXLH-Y-013, 2021SF-194); 陕西省科学技术研究发展计划(213ST2-09); 陕西省自然科学基金基础研究计划(2022JQ-979); 西安市科技计划项目[20YXYJ0006(4)]; 陕西中医药大学中西医结合防治脑发育障碍性疾病创新团队(2019-YL07); 上海申康医院发展中心临床三年行动计划资助(SHDC2020CR1047B)

作者简介: 许雨虹(1994—), 女, 硕士研究生, 主要研究方向为试管早产儿发育行为; 高雪婷(1968—), 女, 本科学历, 主要研究方向为儿童保健学。

通信作者: 陈艳妮, E-mail: chenyanichil@163.com

注: * 共同第一作者。

significant differences were observed in the incidence of maternal gestational complications between the two groups ($P > 0.05$). The observation group exhibited a higher prevalence of congenital heart disease (CHD) compared to the control group ($\chi^2 = 12.05$, $P < 0.05$). However, no significant differences were found in GDS scores at 6 or 12 months of corrected age ($P > 0.05$). **Conclusions** ART-conceived preterm twins have an increased risk of common CHD, but no cases of severe or complex CHD are identified. Early neurobehavioral development do not differ significantly between ART and naturally conceived preterm twins, suggesting that ART does not elevate the risk of neurodevelopmental abnormalities in this population.

Keywords: assisted reproductive technology; twin premature infants; birth outcome; neurobehavioral development

随着辅助生殖技术(assisted reproductive technology, ART)的发展,为不孕不育家庭带来更多希望^[1],就诊数量也在稳步攀升^[2]。然而,人们对 ART 受孕婴儿与自然受孕婴儿发育程度是否存在差异以及妊娠期疾病对 ART 受孕婴儿生后的影响非常关注。国外有研究表明,双胎 ART 受孕婴儿可能会面临早产、低出生体重、呼吸系统畸形、循环系统畸形等各种不良出生结局的风险^[3],而国内对于双胎 ART 受孕婴儿生后健康状况、脑神经发育结局以及新生儿呼吸窘迫综合征与母亲妊娠期疾病之间关联的研究却不多^[4-5]。本研究通过对 ART 受孕双胎早产儿在新生儿期的并发症及生后神经发育情况进行回顾性分析,旨在更好地了解 ART 受孕婴儿的健康状况,进一步帮助和改进 ART 的安全性。

1 对象和方法

1.1 对象 选取 2017 年 1 月—2022 年 1 月在西安市儿童医院新生儿随访门诊及儿童保健科门诊定期体检的双胎早产儿 147 对,共 294 例。按照受孕方

式分为 ART 受孕组(观察组)78 对($n=156$ 例)和自然受孕组(对照组)69 对($n=138$ 例)。两组双胎早产儿分娩方式、性别分布、胎龄、出生身长、出生体重、出生头围差异均无统计学意义($P > 0.05$)。见表 1。纳入标准:双胎妊娠;胎龄为 32~36 周(34 ± 2)周。排除标准:先天畸形(包括脊柱裂、多指、并指);常见染色体基因病、遗传代谢性疾病;孕产妇围生期减胎史。孕产妇对研究内容和目的均知情同意,本研究已通过西安市儿童医院伦理委员会审核[医伦(20230092)]。

1.2 围生期资料采集 1)两组孕产妇围生期情况:包括孕周、孕产次、分娩方式、妊娠期高血压、妊娠期糖尿病、妊娠期胆汁淤积症、胎膜早破、胎盘异常、羊水污染、甲状腺功能减退症、甲状腺功能亢进症等;2)两组双胎早产儿出生情况及生后临床疾病:包括 Apgar 评分、性别、出生时身长、头围、体重、高胆红素血症、新生儿肺炎、先天性心脏病(简称先心病)、新生儿呼吸窘迫综合征、新生儿低血糖、新生儿颅内出血、新生儿坏死性小肠结肠炎、新生儿败血症等。

表 1 对照组与观察组早产儿基线资料(例,%)

Tab. 1 Baseline data of preterm infants in control group and observation group(n ,%)

项目	观察组($n=156$)	对照组($n=138$)	t/χ^2 值	P 值
性别(男/女)	77(49.4)/78(50.6)	66(47.8)/72(52.2)	0.069 ^a	0.793
分娩方式(剖宫产/自然分娩)	2(1.3)/154(98.7)	8(5.8)/130(94.2)	3.273 ^a	0.050
胎龄(周, $\bar{x} \pm s$)	34.3 $\pm$ 0.1	34.6 $\pm$ 0.1	1.632 ^b	0.177

注:^a χ^2 值,^b t 值。

1.3 评估方法 两组早产儿均在生后矫正胎龄 6 月龄、12 月龄采用 Gesell 发育量表进行神经行为评估。测试内容包括适应性、大运动、精细动作、语言、个人社交 5 个维度。Gesell 发育量表测试时,所有测试工具及条件均按照指导手册要求。每次测试由 2 名经过 Gesell 发育量表培训的施试者共同测评,得出各个能区的实际能力水平,再根据患儿的矫正年龄换算成各个能区的发育商,该量表的信度为

0.90~0.97,效度为 0.85~0.89^[6],得分越高表示认知水平越高^[7]。本研究中双胎早产儿于矫正胎龄 6 月龄和 12 月龄时行 Gesell 神经行为发育评估。

1.4 统计学方法 采用 SPSS 22.0 对数据进行统计学分析,计量资料以 $\bar{x} \pm s$ 或 $M(P_{25}, P_{75})$ 表示,两组间比较采用 t 检验或秩和检验;计数资料以例数(%)表示,两组间比较采用 χ^2 检验或 Fisher 精确概率法。 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结 果

2.1 观察组与对照组孕产妇妊娠期情况比较 两组孕产妇围生期妊娠期高血压(hypertensive disorders of pregnancy, HDP)、胎位异常(包括横位、臀位)、妊娠期糖尿病(gestational diabetes mellitus, GDM)、先兆早产、妊娠期胆汁淤积症(intrahepatic cholestasis of pregnancy, ICP)、胎膜早破、胎盘异常(球拍状胎盘、帆状胎盘、胎盘边缘血窦破裂、前置胎盘、胎盘早剥、胎盘植入)、胎儿生长受限(fetal growth restriction, FGR)、脐带绕颈、羊水污染、单绒双羊、甲状腺功能减退症、甲状腺功能亢进症、贫血、子痫前期发生率、孕期地塞米松和硫酸镁使用情况比较,差异均无统计学意义($P>0.05$),观察组孕产妇双绒双羊的发生率高于对照组,差异有统计学意义($P<0.05$)。见表 2。

表 2 观察组与对照组孕母妊娠期疾病及用药比较(例,%)
Tab. 2 Comparison of diseases and medication during pregnancy between observation group and control group(n , %)

项目	观察组 ($n=156$)	对照组 ($n=138$)	χ^2 值	P 值
HDP	96(61.54)	80(57.97)	0.39	0.53
双绒双羊	112(71.79)	126(91.30)	18.08	<0.001
胎位异常	134(85.90)	123(89.13)	0.70	0.40
单绒双羊	138(88.46)	116(84.06)	1.21	0.27
GDM	106(67.95)	86(62.32)	1.02	0.31
ICP	132(84.62)	114(82.61)	0.22	0.64
胎膜早破	134(85.90)	120(86.96)	0.07	0.79
胎盘异常	144(92.31)	130(94.20)	0.42	0.52
FGR	144(92.31)	128(92.75)	0.02	0.89
脐带绕颈	149(95.51)	135(97.83)	0.59	0.35 ^a
羊水污染	137(87.82)	118(85.51)	0.34	0.56
甲状腺功能减退症	140(89.74)	124(89.86)	0.00	0.98
先兆早产	146(93.59)	132(95.65)	0.61	0.44
甲状腺功能亢进症	154(98.72)	136(98.55)	0.02	1.00 ^a
贫血	126(80.77)	118(85.51)	1.17	0.28
使用地塞米松	134(85.90)	116(84.06)	0.20	0.66
子痫前期	138(88.46)	128(92.75)	1.57	0.21
使用硫酸镁	150(94.94)	134(97.10)	0.02	0.80 ^a

注:^aFisher 精确概率法。

2.2 观察组与对照组双胎早产儿生后临床疾病比较 观察组双胎早产儿先心病(不包含动脉导管未闭)发病率高于对照组,差异有统计学意义($\chi^2=12.05, P<0.001$);其他并发症,如新生儿贫血、小于胎龄儿(small for gestational age, SGA)、新生儿湿肺、高胆红素血症、新生儿肺炎、新生儿呼吸窘迫综合征、新生儿低血糖、新生儿颅内出血、新生儿坏死性小肠结肠炎、新生儿败血症、先天性畸形(包括尿

道下裂、巨结肠)、睾丸鞘膜积液、新生儿胆汁淤积症、新生儿感染、喂养不耐受、脑软化、脑损伤、支气管肺发育不良(bronchopulmonary dysplasia, BPD)、低蛋白血症、早产儿视网膜病和新生儿红细胞增多症的发生率比较,差异均无统计学意义($P>0.05$)。见表 3。

表 3 不同受孕方式双胎早产儿早期并发症比较(例,%)
Tab. 3 Comparison of early complications of twin preterm infants with different conception methods (n , %)

项目	观察组 ($n=156$)	对照组 ($n=138$)	χ^2 值	P 值
新生儿贫血	23(14.74)	20(14.49)	0.00	0.95
小于胎龄儿	20(12.82)	28(20.29)	2.99	0.08
新生儿湿肺	4(2.56)	3(2.17)	0.00	1.00 ^a
高胆红素血症	14(8.97)	13(9.42)	0.02	0.89
新生儿肺炎	6(3.85)	4(2.90)	0.02	0.75 ^a
新生儿呼吸窘迫综合征	36(23.08)	34(24.64)	0.10	0.75
先天性心脏病	66(42.31)	32(23.19)	12.05	<0.001
新生儿低血糖	1(0.64)	4(2.90)	1.09	0.19 ^a
颅内出血	23(14.74)	20(14.49)	0.00	0.95
新生儿坏死性小肠结肠炎	10(6.41)	9(6.52)	0.00	0.96
新生儿败血症	3(1.92)	5(3.62)	0.29	0.48 ^a
先天性畸形	1(0.64)	1(0.72)	0.00	1.00 ^a
睾丸鞘膜积液	8(5.13)	3(2.17)	1.05	0.23 ^a
新生儿胆汁淤积症	2(1.28)	2(1.45)	0.00	1.00 ^a
新生儿感染	4(2.56)	3(2.17)	0.00	1.00 ^a
喂养不耐受	15(9.62)	7(5.07)	2.18	0.14
脑软化	2(1.28)	2(1.45)	0.00	1.00 ^a
脑损伤	9(5.77)	3(2.17)	1.59	0.15 ^a
支气管肺发育不良	4(2.56)	4(2.90)	0.00	1.00 ^a
低蛋白血症	2(1.28)	3(2.17)	0.02	0.67 ^a
新生儿红细胞增多症	2(1.28)	3(2.17)	0.02	0.67 ^a
早产儿视网膜病	3(1.92)	4(2.90)	0.03	0.71 ^a

注:^aFisher 精确概率法。

2.3 观察组与对照组双胎早产儿生后神经行为发育比较 两组双胎早产儿在生后矫正胎龄 6 月龄和 12 月龄行 Gesell 发育行为评估,差异均无统计学意义($P>0.05$)。见表 4。

3 讨 论

3.1 ART 并未增加孕产妇妊娠期相关并发症的风险 本研究发现观察组孕产妇双绒双羊发生率高于对照组,有研究报道可能与 ART 对透明质膜的显微操作有关^[8]。观察组妊娠期高血压、妊娠期糖尿病等疾病发生率与对照组差异无统计学意义,表明妊娠期疾病可能与受孕方式无关,而 Banica 等^[9]的研究发现,ART 受孕的孕产妇发生妊娠期糖尿病及高血压等疾病的风险显著增加。同时, Singh 等^[10]也提出相似观点,认为对于单胎妊娠且胎龄 ≥ 26 周的活产胎儿,ART 可能增加了孕产妇妊娠期相关并

表 4 对照组与观察组双胎早产儿 6 月龄、12 月龄时 Gesell 发育行为评估结果比较[分, $M(P_{25}, P_{75})$]

Tab. 4 Comparative analysis of Gesell developmental outcomes in preterm twins conceived via ART versus natural conception at 6-month and 12-month follow-ups between observation group and control group[score, $M(P_{25}, P_{75})$]

项目	6 月龄				12 月龄			
	对照组($n=16$)	观察组($n=8$)	Z 值	P 值	对照组($n=12$)	观察组($n=20$)	Z 值	P 值
适应性	76.50(64,93)	78.50(63,101)	0.490	0.624	82.50(70,100)	86.00(76,103)	0.98	0.33
大运动	74.00(61,86)	75.50(71,101)	0.889	0.374	85.50(67,108)	91.50(71,105)	1.17	0.24
精细动作	77.00(61,90)	75.50(66,91)	0.277	0.782	86.50(80,114)	87.00(77,108)	0.10	0.92
语言	83.00(73,93)	80.00(71,92)	1.106	0.269	83.00(68,114)	88.50(70,114)	0.29	0.77
个人社交	80.00(65,100)	79.00(67,97)	0.184	0.854	88.50(78,111)	93.00(79,101)	0.27	0.79

发病的可能性。所以 ART 是否作为孕产妇围生期血压、血糖异常等诱因还需进一步研究。

3.2 ART 受孕婴儿发生先心病的风险相对较高

本研究显示观察组早产儿先心病发生率(42.31%)显著高于对照组(23.19%)。2012 年中国出生缺陷防治报告白皮书中表明先心病在中国出生缺陷发生率为 5.6%,位居出生缺陷首位^[11],但目前为止国内 ART 受孕婴儿先心病方面的流行病学数据较少。Giorgione 等^[12]通过对 25 856 名体外受精/卵胞浆内单精子显微注射方法受孕的儿童和 287 995 名自然受孕的儿童进行研究,发现 ART 受孕婴儿先心病发生率(1.3%)显著高于自然受孕婴儿(0.68%),即使对母亲年龄、胎次等混杂因素进行校正后,ART 受孕婴儿先心病发生风险仍高于自然受孕组。影响先心病发生的因素较为复杂,除 ART 妊娠外,多篇研究表明如双胎、早产儿、胎盘功能、围生期缺氧、单绒双膜、妊娠期高血压、基因等问题都可能是影响先心病的因素^[13]。同时,Galdini 等^[14]对 1 511 名 ART 受孕婴儿(其中包括 269 例双胎及 1 242 例单胎)的研究显示无论受孕模式如何,与单胎相比,多胞胎婴儿的心脏缺陷疾病发生率相对更高。本研究发现观察组早产儿先心病发生率显著高于对照组,可能是由于入组婴儿均是双胎晚期早产儿,且大部分母亲孕期伴有妊娠期糖尿病或妊娠期高血压。有研究显示其他潜在混杂因素如母亲孕期精神刺激、孕期感冒、接触不良化学物质、服用抗生素、羊水穿刺、无创 DNA 筛查异常、父母亲染色体和基因异常等,也可能对研究结果产生影响^[15]。这些因素协调作用可能增加了先心病的风险。本研究下一步拟在扩大样本量的基础上,通过排除父母吸烟、出生地理位置等混杂因素进一步研究 ART 受孕婴儿先心病发生率的影响因素。

3.3 ART 受孕的双胎早产儿与自然受孕婴儿早期认知发育呈平行发展趋势 本研究发现,两组双胎晚期早产儿在矫正胎龄 6 月龄、12 月龄 Gesell 神经发育评估无显著差异,提示受孕方式可能不会影响

婴儿 1 岁前在适应性、认知、精细运动、大运动及语言方面的发育。与本研究结果一致,Middelburg 等^[16]发现 ART 受孕婴儿和自然受孕婴儿在婴幼儿期、学龄前期和学龄期神经发育结局无显著差异,表明 ART 本身可能不会增加神经发育迟滞的风险。但也有研究结果与本研究不同,如 Gnanendran 等^[17]研究显示低出生体重的早产 ART 受孕婴儿可能具有发育迟缓的风险,表现在 12 月龄婴儿的语言、精细动作方面评分低下(Bayley-III, BSID-III)。这种不同研究结果可能与实验对象胎龄、出生体重纳入标准范围、评估方法不同等有关。鉴于本研究部分数据存在失访情况,因此拟通过扩大研究对象样本量、减少数据混杂因素等方法进行下一步研究。本研究存在一定的局限性,研究结果需要进一步扩大样本量并进行长期随访。

利益冲突 所有作者均声明不存在利益冲突

参考文献

- [1] Granam ME, Jelin A, Hoon AH Jr, et al. Assisted reproductive technology: Short- and long-term outcomes[J]. Dev Med Child Neurol, 2023.
- [2] Litienthal D, Cahr M. Genetic counseling and assisted reproductive technologies[J]. Cold Spring Harb Perspect Med, 2020,10(11):a036566.
- [3] Luke B, Brown MB, Wantman E, et al. The risk of birth defects with conception by ART[J]. Hum Reprod, 2021, 36(1): 116-129.
- [4] Briana DD, Malamitsi-Puchner A. Twins and neurodevelopmental outcomes: The effect of IVF, fetal growth restriction, and preterm birth[J]. J Matern Fetal Neonatal Med, 2019,32(13): 2256-2261.
- [5] Ward C, Caughey AB. Late preterm births: Neonatal mortality and morbidity in twins vs. singletons[J]. J Matern Fetal Neonatal Med, 2022, 35(25): 7962-7967.
- [6] 张秀玲, 张寄平, 秦明镜, 等. Gesell 发展诊断量表 3.5 岁~6 岁北京修订本的制定[J]. 中国临床心理学杂志, 1994, 2(3): 148-192.
Zhang XL, Zhang JP, Qin MJ, et al. Development of the Beijing revised version of Gesell Developmental Diagnosis Scale for children aged 3.5 - 6 years[J]. Chin J Clin Psychol,

- 1994, 2(3): 148-192. (in Chinese)
- [7] Wei X, Hu J, Yang L, et al. Bidirectional association of neurodevelopment with growth: A prospective cohort study[J]. BMC Pediatr, 2021, 21(1): 203.
- [8] Konno H, Murakoshi T, Miura K, et al. The incidence of dichorionic diamniotic twin pregnancy after single blastocyst embryo transfer and zygosity: 8 years of single-center experience[J]. Twin Research and Human Genetics, 2020, 23(1): 51-54.
- [9] Banica AM, Popescu SD, Vladareanu S. Obstetric and perinatal complications associated with assisted reproductive techniques-review[J]. Maedica (Bucur), 2021, 16(3): 493-498.
- [10] Singh N, Malhotra N, Mahey R, et al. Comparing maternal outcomes in spontaneous singleton pregnancies versus in vitro fertilization conception: Single-center 10-year cohort study[J]. JBRA Assist Reprod, 2022, 26(4): 583-588.
- [11] 中华人民共和国卫生部. 中国出生缺陷防治报告(2012)白皮书[EB/OL]. https://www.gov.cn/gzdt/2012-09/12/content_2223371.htm.
- [12] Giorgione V, Parazzini F, Fesslova V, et al. Congenital heart defects in IVF/ICSI pregnancy: Systematic review and Meta-analysis[J]. Ultrasound Obstet Gynecol, 2018, 51(1): 33-42.
- [13] Balasubramanian R, Vuppalapati S, Avanthika C, et al. Epidemiology, genetics and epigenetics of congenital heart diseases in twins[J]. Cureus, 2021, 13(8): e17253.
- [14] Galdini A, Fesslova VME, Gaeta G, et al. Prevalence of congenital heart defects in pregnancies conceived by assisted reproductive technology: A cohort study[J]. J Clin Med, 2021, 10(22): 5363.
- [15] 朱云琴. 先天性心脏病危险因素及产前超声诊断价值 Meta 分析[D]. 广州: 南方医科大学, 2020.
- Zhu YQ. Meta-analysis of risk factors for congenital heart disease and the diagnostic value of prenatal ultrasound[D]. Guangzhou: Southern Medical University, 2020. (in Chinese)
- [16] Middelburg KJ, Heineman MJ, Bos AF, et al. Neuromotor, cognitive, language and behavioural outcome in children born following IVF or ICSI-a systematic review[J]. Hum Reprod Update, 2008, 14(3): 219-231.
- [17] Gnanendran L, Bajuk B, Oei J, et al. NICUS Network. Neurodevelopmental outcomes of preterm singletons, twins and higher-order gestations: A population-based cohort study[J]. Arch Dis Child Fetal Neonatal Ed, 2015, 100(2): F106-F114.
- 收稿日期: 2024-12-09 修回日期: 2025-04-25 本文编辑: 李少闻

(上接第 1375 页)

- [8] 覃蔓瑛, 洪梅. 婴幼儿骨密度影响因素的临床研究进展[J/OL]. 世界最新医学信息文摘(连续型电子期刊), 2020, 20(2): 39-40.
- Qin MY, Hong M. Progress of clinical research on influencing factors of infant bone mineral density[J/OL]. World Latest Medical Information Digest (Continuous Electronic Journal), 2020, 20(2): 39-40. (in Chinese)
- [9] Ferrer FS, Castell EC, Marco FC, et al. Influence of weight status on bone mineral content measured by DXA in children[J]. BMC Pediatr, 2021, 21(1): 1-8.
- [10] 王倩, 赵莉, 武艳梅, 等. 盘锦市 0~6 岁儿童骨密度调查及其与血清维生素 K 的关系研究[J]. 中国实用医药, 2020, 15(25): 164-165.
- Wang Q, Zhao L, Wu YM, et al. Investigation of bone mineral density and its relationship with serum vitamin K in children aged 0~6 years in Panjin City[J]. Chinese Journal of Practical Medicine, 2020, 15(25): 164-165. (in Chinese)
- [11] 卢婷婷. 定期监测学龄前儿童的体质指数和骨密度在儿童保健中的应用价值[J]. 保健文汇, 2022, 23(10): 179-181.
- Lu TT. Application value of regular monitoring of body mass index and bone mineral density of preschool children in children's health care[J]. Journal of Health Sciences, 2022, 23(10): 179-181. (in Chinese)
- [12] 郑琦玮. 儿童血清 25 羟基维生素 D 与骨密度关系的研究[D]. 石家庄: 河北医科大学, 2022.
- Zheng QW. Study on the relationship between serum 25-hydroxyvitamin D and bone mineral density in children[D]. Shijiazhuang: Hebei Medical University, 2022. (in Chinese)
- [13] 李海波, 赵小元, 洪伟, 等. 学龄儿童维生素 D 营养状况与跟骨骨密度关系的前瞻性队列研究[J]. 中华流行病学杂志, 2021, 42(3): 462-468.
- Li HB, Zhao XY, Hong W, et al. A prospective cohort study on the relationship between vitamin D nutritional status and calcaneal bone mineral density in school-age children[J]. Chin J Epidemiol, 2021, 42(3): 462-468. (in Chinese)
- [14] Pan K, Tu R, Yao X, et al. Associations between serum calcium, 25(OH)D level and bone mineral density in adolescents[J]. Adv Rheumatol, 2021, 61(1): 1-9.
- [15] 孙慧, 郭俊霞, 留佩宁, 等. 儿童维生素 D 营养状况与骨密度关系的研究[J]. 浙江预防医学, 2015, 27(7): 682-685.
- Sun H, Guo JX, Liu PN, et al. Study on the relationship between vitamin D nutrition and bone mineral density in children[J]. Zhejiang Preventive Medicine, 2015, 27(7): 682-685. (in Chinese)
- [16] 王旭辉, 陈江林, 杨庆贤, 等. 517 例 6~12 岁儿童血钙浓度及超声骨密度水平影响因素分析[J]. 我和宝贝, 2020, 10(4): 89-92.
- Wang XH, Chen JL, Yang QX, et al. Analysis of influencing factors of blood calcium concentration and ultrasound bone mineral density in 517 children aged 6 to 12 years[J]. Me and Baby, 2020, 10(4): 89-92. (in Chinese)
- 收稿日期: 2024-09-11 修回日期: 2025-03-18 本文编辑: 李少闻