

不同营养素水平与儿童生长发育相关性的研究进展

巩娟娟^{1,2}, 李兴珍^{2*}

¹延安大学延安医学院, 陕西 延安

²延安大学附属医院儿科二病区, 陕西 延安

收稿日期: 2025年7月26日; 录用日期: 2025年8月19日; 发布日期: 2025年8月28日

摘要

儿童生长发育作为儿童健康发展的基石, 是一个连续、动态且高度复杂的生理过程, 涉及体格生长、神经认知、心理行为等多维度的协同发展。这一过程不仅受遗传因素的调控, 还与营养状况、环境暴露、社会心理因素等密切相关。近年来, 大量循证医学证据表明, 通过定期监测儿童关键营养素水平, 早期识别潜在缺乏或失衡并及时干预, 对优化生长发育轨迹、降低相关疾病的风险具有重要意义。基于此, 本综述系统梳理了不同营养素的生理功能及其与儿童生长发育的关联性, 整合国内相关研究进展, 深入探讨营养素在儿童生长调控中的作用机制, 以期为临床实践和公共卫生策略提供科学依据, 助力儿童生长发育障碍的精准预防和个体化干预。为提升综述的科学严谨性与可重复性, 特增设方法学部分: 文献检索涵盖中国知网(CNKI)、万方数据等中文数据库, 检索关键词包括“儿童生长发育”、“维生素D”、“钙”、“锌”、“铁”、“硒”、“营养素”等, 同时结合主题词进行检索; 检索时间跨度为2016年1月至2025年6月; 纳入标准为探讨儿童(0~18岁)上述营养元素水平与生长发育关联的原创性研究、综述类文献, 且研究设计科学、数据完整; 排除标准包括重复发表文献、动物实验、研究对象为特殊疾病患儿的文献及质量较低的会议摘要等, 以此减少选择偏倚, 确保纳入文献的可靠性。

关键词

营养素, 生长发育, 儿童

Research Advances in the Association between Different Nutrient Levels and Child Growth and Development

Juanjuan Gong^{1,2}, Xingzhen Li^{2*}

¹Yan'an Medical College, Yan'an University, Yan'an Shaanxi

²Pediatric Ward 2, Yan'an University Affiliated Hospital, Yan'an Shaanxi

*通讯作者。

文章引用: 巩娟娟, 李兴珍. 不同营养素水平与儿童生长发育相关性的研究进展[J]. 临床医学进展, 2025, 15(8): 1875-1882. DOI: 10.12677/acm.2025.1582438

Abstract

Child growth and development, as the cornerstone of children's health, is a continuous, dynamic, and highly complex physiological process involving the coordinated progression of multiple dimensions, including physical growth, neurocognition, and psychological behavior. This process is not only regulated by genetic factors but also closely associated with nutritional status, environmental exposures, and psychosocial influences. In recent years, extensive evidence-based medical research has demonstrated that regular monitoring of key nutrient levels in children, along with early identification and timely intervention for potential deficiencies or imbalances, plays a crucial role in optimizing growth trajectories and reducing the risk of related diseases. Based on this, this review systematically examines the physiological functions of various nutrients and their associations with child growth and development. By integrating domestic research advancements, it delves into the mechanisms by which nutrients regulate growth, aiming to provide a scientific foundation for clinical practice and public health strategies, thereby facilitating precise prevention and personalized intervention for growth and developmental disorders in children. To enhance the scientific rigor and reproducibility of the review, a methodology section is specifically added: Literature retrieval covers Chinese databases such as China National Knowledge Infrastructure (CNKI) and Wanfang Data. The search keywords include "children's growth and development", "vitamin D", "calcium", "zinc", "iron", "selenium", "nutrients", etc., with simultaneous retrieval combining subject terms. The time span of the retrieval is from January 2016 to June 2025. The inclusion criteria are original studies and review articles that explore the association between the above nutrient levels and growth and development in children (0~18 years old), with scientific research design and complete data. The exclusion criteria include duplicate publications, animal experiments, articles with research subjects being children with special diseases, and low-quality conference abstracts, etc., so as to reduce selection bias and ensure the reliability of the included literature.

Keywords

Nutrients, Growth and Development, Children

Copyright © 2025 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

根据 2023 年世界卫生组织和联合国儿童基金会联合发布的报告, 2019 年全球 0~19 岁的儿童和青少年中患有发育障碍的总人数约为 3.17 亿例。其中, 5 岁以下儿童的发生率约为 7.5%, 15~19 岁青少年的发生率达到 13.9%。中华医学会儿科学分会公布的数据显示, 我国儿童性早熟的发病率约为 0.3%~0.5%, 且呈现出逐年上升的趋势, 女孩发病率显著高于男孩(约 10:1)。2025 年 1 月发布的新版《体重管理指导原则(2024 年版)》显示, 我国 6~17 岁的儿童青少年超重率和肥胖率分别为 11.1%和 7.9%, 6 岁以下儿童的超重率和肥胖率分别为 6.8%和 3.6%, 且呈逐年递增趋势。此外, 不同地区经济发展水平、医疗条件等因素也会影响儿童生长发育障碍的发生率[1], 如西藏地区儿童营养不良的发生率较同期山西、云南昆明及中山地区偏高等[2]。

随着社会经济的发展及人们生活方式的改变,儿童生长发育相关疾病谱呈现出复杂化、低龄化趋势,多种生长发育问题发生率持续攀升,儿童生长发育问题已经成为亟需解决的问题[3]。有研究表明,儿童生长发育虽具有个体差异,但遵循一定的规律和标准[4],定期进行生长发育监测[5],有助于及时发现异常并干预,保障儿童健康成长。营养素是儿童生长发育的“燃料”与“建材”,其均衡摄入与协同作用直接影响体格、智力及免疫功能的发展[3],需要通过科学饮食[6]与医学监测实现精准供给。本综述系统梳理了不同营养素的生理功能及其与儿童生长发育的关联性,整合国内相关研究进展,深入探讨营养素在儿童生长调控中的作用机制,以期为临床实践和公共卫生策略提供科学依据,助力儿童生长发育障碍的精准预防和个体化干预。

2. 维生素 A (Vitamin A)与儿童生长发育

维生素 A 是人体必需的微量营养素,在儿童生长发育过程中发挥着关键作用[7]。其生理功能主要体现在以下几个方面:维生素 A 是视网膜感光物质(视紫红质)的重要成分,维持暗视觉功能,预防夜盲症;缺乏时可能导致角膜干燥(干眼症),严重时可引发角膜溃疡甚至失明[8]。同时,它也可以维持呼吸道、消化道等黏膜上皮细胞的完整性,形成天然屏障以阻挡病原体入侵;促进免疫细胞(如 T 细胞、B 细胞)的分化,增强机体的抗感染能力,从而降低呼吸道感染、腹泻等疾病的发生风险[9][10]。维生素 A 还能参与软骨细胞和骨细胞的生长代谢,促进长骨发育,缺乏可能导致儿童身高增长迟缓[11]。总之,维生素 A 缺乏与儿童生长发育滞后、免疫力低下等问题密切相关。为改善维生素 A 营养状况,建议通过膳食补充富含维生素 A 的食物(如动物肝脏、深绿色蔬菜等),或在医生指导下合理使用营养素补充剂,以避免缺乏或过量摄入带来的健康风险。

张君等人[12]在研究中指出,儿童维生素 A 水平与身高、体重等生长指标呈正相关,缺乏容易导致生长发育滞后。Correia 等人[13]的研究表明:补充维生素 A 对生长发育迟缓儿童具有保护作用,但该作用具有选择性,只对没有慢性营养不良的患儿有益。庄鑫赞等人[14]指出,血清维生素 A 缺乏率随年龄增长升高,学龄前儿童尤其明显,需通过饮食干预改善,他还进一步指出,过量摄入(如长期大剂量服用补充剂)可能导致中毒(恶心、呕吐、骨骼疼痛等),必需严格遵循医嘱服用。谢国栋等人[10]发现,血清维生素 A 水平低下的儿童更易感染肺炎支原体,且病情更严重,揭示了维生素 A 对呼吸道免疫的保护作用。王青等人[8]的研究发现,微量营养素缺乏是导致生长迟缓、营养不良的重要因素,需从饮食多样性入手改善,与张文彬等人[15]的研究结果一致。综上所述,维生素 A 的合理补充和饮食多样性是促进儿童生长发育、增强免疫的关键,需结合医学指导与营养干预。

3. 维生素 D (Vitamin D)与儿童生长发育

维生素 D 作为儿童生长发育的关键营养素,其生理功能主要体现在以下方面:首先,它能促进肠道对钙、磷的吸收,维持血清钙磷浓度在适宜水平,从而为骨骼和牙齿的矿化提供必需原料[16];其次,通过调节骨钙沉积,有效预防佝偻病相关畸形(如鸡胸、O 型腿等),保障骨骼的正常形态发育[17][18];此外,维生素 D 还具有广泛的生理调节作用,包括调控细胞增殖分化、参与免疫调节等机制,间接促进多器官系统的发育[17][18]。临床研究显示,维生素 D 缺乏可引发显著的发育障碍:婴儿期表现为睡眠障碍(夜惊、易怒)、神经兴奋性增高;持续缺乏则可能导致生长迟缓、营养吸收不良及免疫功能受损等系统性影响[18][19]。为满足生长发育需求,建议通过三种途径获取维生素 D:① 日光照射(皮肤合成是主要途径);② 膳食摄入(深海鱼类、蛋黄等天然富含维生素 D 的食物);③ 药物治疗(在医生指导下进行规范化补充)[20]。

截至目前,大量研究聚焦于维生素 D 与儿童生长发育,从不同角度展开研究:张彩虹[17]及王宇茹

等人[21]在研究中阐述了维生素 D 缺乏的影响, 并提出应积极监测, 及时补充, 以免缺乏, 张彩虹[17]还进一步指出缺乏时应适量补充, 防止过量引发的不良影响; 王宇茹等人[21]则进一步研究了维生素 D 缺乏与儿童肥胖的关系, 为临床诊治及研究提供了新思路。Corsello 等人[22]调查了维生素 D 补充对超重、肥胖儿童及青少年的影响。徐修远等人[23]在研究中探讨了维生素 D 与胰岛素样生长因子 1 在儿童体格发育中的相关性, 揭示了其对生长的调节机制。纪霞[24]在研究中分析了维生素 D 联合人生长激素对特发性矮身材儿童的作用及其机制, 为相关治疗提供了思路。吕晓丽[19]则研究了早期补充维生素 D 对生长发育及肠道菌群的作用, 提出早期补充能够有效改善儿童肠道菌群, 使新生儿的身高有明显增长, 还可以降低新生儿消化系统疾病的发生率, 避免新生儿出现缺钙以及佝偻病的问题, 保障新生儿的健康成长, 强调了早期补充维生素 D 的重要性。

维生素 D 对儿童生长发育意义重大, 儿童可通过以下科学途径获取充足的维生素 D。皮肤是人体合成维生素 D 的重要“工厂”。当皮肤中的 7-脱氢胆固醇经紫外线照射后, 能够转化为维生素 D₃。在阳光温和的春秋季节, 建议让孩子多晒太阳。但需避免正午长时间暴晒, 以防皮肤灼伤。此外, 在冬季、高纬度地区或空气污染严重时, 紫外线强度减弱, 皮肤合成维生素 D 的效率降低, 需要适当增加晒太阳的时间。天然食物是补充维生素 D 的安全来源。日常饮食中, 家长需合理安排富含维生素 D 的食物, 同时搭配维生素 D 强化的乳制品, 帮助孩子从食物中摄取足够的维生素 D。若儿童因日照不足、挑食或患有影响吸收的疾病导致维生素 D 缺乏, 需在医生指导下使用维生素 D 制剂。根据孩子的年龄、饮食状况及血液维生素 D 水平, 制定个性化补充方案, 补充期间需定期复查, 避免因过量补充引发不良反应。这三种方式各有优势, 相互影响, 结合使用能帮助孩子更有效地获取充足的维生素 D, 为健康成长奠定坚实基础[18] [25]。

4. 钙(Ca)与儿童生长发育

钙是人体含量最丰富的矿物质[26], 虽是常量元素, 但一般作为微量元素研究[27], 在维持机体正常生理功能中发挥着多重关键作用。首先, 钙是构成骨骼和牙齿的主要无机成分[26], 直接参与其结构形成与硬度维持; 其次, 钙离子参与肌肉收缩的调控机制, 对心肌节律性收缩、骨骼肌运动及平滑肌舒缩功能具有重要调节作用[28]-[30]; 再者, 钙通过调节神经细胞膜电位影响神经兴奋性和冲动传导[28]-[30], 对大脑发育及神经系统的稳定性有重要意义; 此外, 钙还是凝血级联反应中多个凝血因子活化所必需的辅因子[27]; 最后, 钙作为重要的第二信使, 参与调控细胞代谢、增殖分化等基本生命活动[27] [28]。儿童期钙缺乏可能导致生长迟缓, 严重者可引发佝偻病, 表现为囟门闭合延迟、方颅、鸡胸等特征性骨骼畸形[31]。

张鹏[32]及薛红霞[33]的研究指出, 钙缺乏与儿童生长发育迟缓密切相关。钙是骨骼发育的关键, 缺乏可能导致身高、体重增长滞后, 甚至出现发育指标异常。朱琳等人[34]、潘明慧[35]及陈福兰[36]的研究中都提到, 补充钙可显著促进儿童生长发育, 维生素 D 能提升钙吸收效率。潘明慧[35]进一步指出, 儿童保健门诊需根据年龄、饮食结构制定钙剂与维生素 D 的补充方案, 避免盲目补充。杨婷等人[37]、毛静媛等人[38]的研究表明, 强化钙摄入结合个体化饮食建议(如增加乳制品、绿叶菜), 能有效提升儿童骨密度, 改善生长指标。这些研究为儿童营养干预提供了依据, 提示家长和医护人员需重视钙的科学补充, 以促进儿童正常生长发育。

5. 铁(Fe)与儿童生长发育

铁作为人体含量最丰富的必需微量元素[27], 在生长发育过程中发挥着不可替代的生理作用。其主要功能体现在以下方面: 首先, 铁是血红蛋白的核心组分, 通过介导氧气的运输满足生长发育期的高氧需求。铁缺乏会导致血红蛋白合成障碍, 进而引发组织缺氧, 最终影响机体生长发育和认知功能[26]。其次,

铁直接参与神经系统的发育调控, 不仅作为酪氨酸羟化酶等关键酶的辅因子影响神经递质合成, 还会通过干扰大脑能量代谢、阻碍神经髓鞘化进程等方式损害认知功能。研究表明, 缺铁可显著抑制树突状细胞的突触形成能力[39]。此外, 铁作为细胞色素氧化酶、过氧化氢酶等多种代谢酶的核心组分[27], 广泛参与细胞能量代谢活动。铁缺乏时, 这些铁依赖性酶的活性受损, 导致能量供应不足。值得注意的是, 铁缺乏还会削弱免疫功能, 增加儿童感染风险[40], 而反复感染又会进一步加剧铁缺乏, 形成“缺铁-感染-发育迟缓”的恶性循环。

于野[31]在研究中指出, 铁作为营养元素之一, 在儿童生长发育中不可或缺, 缺乏会产生不良影响。苗慧等人[39]的研究表明, 铁营养状况会影响儿童的身体和神经心理发展。张玲华等人[26]及李凯春等人[41]均通过对生长发育迟缓儿童的多种营养元素检测, 发现包含铁在内的多种元素缺乏与儿童生长发育迟缓相关。王银华等人[42]的研究表明, 使用连续补铁法与间断补铁法均能够达到有效治疗的目的, 但间断补铁法治疗效率更高, 效果更明显, 有助于促进儿童发育及血液指标改善, 有利于儿童免疫力提高, 具有临床推广价值。该研究结果与吕卫华[43]的结果恰好相反。吕卫华[43]在研究指出, 每日铁补充优于间隔铁补充, 可促进儿童生长发育, 改善营养状况, 减少营养不良的发生率, 值得推广和应用。他还进一步阐述了预防铁缺乏的具体措施, 对指导铁缺乏的治疗及健康教育有重要意义。

6. 锌(Zn)与儿童生长发育

锌是儿童生长发育的重要元素, 其生理作用主要体现在以下方面: 首先, 锌作为多种酶的活性中心或结构组分, 直接参与蛋白质合成和核酸代谢过程, 为细胞增殖和组织生长提供基础保障[44][45]。其次, 锌可以通过调节生长激素受体表达及信号转导过程发挥作用[28], 维持正常的生长发育节律。在骨骼发育方面, 锌通过调控成骨细胞活性, 促进钙磷结晶在骨基质中的有序沉积, 对维持骨密度和骨骼强度具有重要作用[27]。值得注意的是, 锌还参与神经突触可塑性调节和神经递质合成, 对大脑发育特别是海马区功能形成至关重要[46], 能显著影响学习记忆等认知功能发育。此外, 锌通过维持免疫细胞的功能和分化[47], 构建完善的免疫防御体系, 为生长发育提供健康保障。临床研究表明, 锌缺乏可导致生长迟缓、性腺发育障碍、认知功能障碍等典型症状, 建议通过膳食补充牛肉、核桃等富锌食物以满足生理需求[47][48]。

白玲等人[49]及薛红霞[33]的研究指出, 锌水平与儿童生长发育息息相关, 锌缺乏是导致发育迟缓的重要因素之一。周慧芬等人[50]及陈建标等人[46]在研究中指出, 补充锌可提升免疫功能、改善食欲, 间接促进发育, 对智力发育(如认知评分)也有积极影响。李步梅[51]及关敏霞、吴启荣[52]的研究表明: 葡萄糖酸锌治疗儿童营养不良效果显著, 可改善营养指标, 促进生长发育。梁翠群等人[53]的研究表明: 微量元素的联合补充对生长发育的促进作用优于单一元素补充, 且需结合饮食调整以提升吸收效果。大量研究表明, 需加强对儿童锌元素水平的监测, 对指导儿童生长发育性疾病有重要意义, 对于锌缺乏的儿童, 应积极予以干预治疗, 以促进其生长发育。

7. 其他营养素与儿童生长发育

维生素 E 作为一种强效抗氧化剂, 能够有效保护儿童细胞免受自由基损伤, 对维持神经系统正常发育和免疫功能具有重要作用[11]。铜作为必需微量元素, 在儿童生长发育过程中参与多种生理功能, 包括调控胶原蛋白合成、促进铁代谢以及调节多种酶活性, 其对骨骼发育、造血功能和神经系统的完善也具有重要作用[54][55]。镁元素在儿童体内的多种酶促代谢反应中扮演重要角色, 其缺乏症状通常与膳食摄入不足或消化吸收功能障碍相关[54]。硒作为人体重要的微量元素, 不仅通过其抗氧化特性保护细胞膜结构完整性、增强儿童免疫功能, 还能有效拮抗多种毒性元素的生物学效应[30][56]。这些必需营养素共同构成了支持儿童正常生长发育的微营养保障体系。

目前国内的临床研究主要聚焦于维生素 A、D 以及钙、铁、锌等营养素, 对其他营养素研究相对较少。吴其森[11]分析了维生素 E 对儿童生长发育的作用, 涉及免疫、骨骼及视觉发育等多方面。郝秀卫[54]探讨了铜和镁等微量元素在儿童生长发育及保健中的机制, 强调其对代谢和免疫的调节作用。郝淑贤[56]则探讨了硒缺乏对儿童生长发育的危害, 可能涉及生长迟缓、免疫功能下降等。刘凤凤等人[30]结合维生素 D、血钙、硒水平, 分析其对学龄儿童生长发育的影响及潜在机制, 体现营养素间的相互关联。这些研究为我们提供了新思路, 其研究成果仍需后续进一步验证。

在儿童生长发育过程中, 不同营养素相互影响, 形成复杂的协同或拮抗关系。维生素 D 促进钙、磷吸收[34], 但需镁参与活化; 维生素 A 依赖锌代谢, 并影响铁转运; 铁和锌因共享吸收通道而相互竞争, 钙可促进两者吸收; 铜辅助铁利用[54], 而锌过量会抑制铜吸收; 维生素 E 与硒协同抗氧化, 保护细胞免受铁介导的氧化损伤。这些相互作用要求营养素摄入需平衡, 以确保儿童骨骼、免疫、神经和代谢系统的健康发育。学者吴其林[11]的研究表明, 维生素 A、D、E 在儿童生长发育过程中发挥着不可替代的调节作用, 其缺乏将显著影响儿童的正常发育。张愉愉团队[28]与马金苹课题组[29]通过系统研究证实, 维生素 D、钙、锌等关键营养素在儿童成长过程中呈现显著的协同效应, 而非孤立作用。梁翠群等人[53]及郝秀卫[54]的研究进一步揭示, 不同营养素通过复杂的生理机制相互影响, 共同构成儿童健康发育的营养网络, 其指出, 多种营养素联合补充对儿童生长发育的效果优于单一营养素的补充, 对生长发育迟缓儿童营养素的补充有重要意义。这些研究成果为深入理解营养素间的相互作用机制及其对儿童生长发育的影响提供了重要的理论基础。

国外学者在营养素对儿童生长发育影响方面的研究也已取得显著进展。Savarino 等人[57]系统研究了儿童成长所需的常量及微量营养素, 不仅阐明了各类营养素对儿童生长发育的关键作用, 还提供了科学依据的补充剂量建议。Matonti 等人[58]特别强调, 从受孕第 18 天至 2 岁期间的营养均衡至关重要, 指出营养不足会显著影响儿童的线性生长和大脑发育。Georgieff 等人[59]的研究进一步证实, 胎儿期和产后早期的营养状况评估具有特殊意义, 此阶段的营养优化是改善个体全生命周期神经发育和大脑功能的黄金窗口期。此外, Farias 等人[60]及 Oh 等人[61]的研究聚焦妊娠期矿物质营养, 揭示了矿物质在儿童生长发育异常过程中的重要作用。

越来越多研究证实, 多种营养素水平与儿童生长发育过程存在密切关联。科学证据表明, 在儿童成长关键期实施适时、适量且均衡的营养素补充, 能够显著促进其生长发育进程。值得注意的是, 这些营养素并非孤立作用, 而是通过复杂的协同机制相互影响, 共同调控儿童的生长轨迹。基于此, 建立规范的营养素水平监测体系并实施精准的营养干预, 对促进儿童健康成长具有重要价值。这一举措对于存在生长发育迟缓或障碍的患儿群体尤为关键, 其积极影响不仅体现在个体健康层面, 更将惠及家庭福祉与社会发展。

基金项目

2023 年中华国际科学交流基金会检验检测科技专项基金, 《血清维生素水平与 ADHD、ASD 的相关性研究》, 项目编号: Z2023LSXB001。

参考文献

- [1] 崔春霞, 宋壮志, 曹宁. 内蒙古自治区 3 岁以下儿童生长发育情况及影响因素分析[J]. 中国妇幼保健, 2024, 39(20): 4025-4028.
- [2] 琼卓玛, 土旦扎西, 德吉卓玛, 等. 西藏自治区 1-5 岁藏族儿童营养不良流行现状及相关因素研究[J]. 现代预防医学, 2023, 50(18): 3316-3320+3328.
- [3] 中华医学会行为医学分会中国生长发育行为医学研究中心, 中国妇幼保健研究会生长发育与代谢专业委员会. 基于主动健康的标准化生长发育诊疗中心建设及工作共识(2025) [J]. 协和医学杂志, 2025, 16(3): 567-576.

- [4] 邓亚林. 儿童发育迟缓早期干预是关键[N]. 甘肃科技报, 2024-11-29(005).
- [5] 马宁, 曹珍珍, 吴晓玉. 青春期儿童生长发育迟缓临床特征及独立影响因素分析[J]. 陕西医学杂志, 2021, 50(7): 818-820+824.
- [6] 张聪. 中国营养学会发布《中国居民膳食指南(2022)》[J]. 食品安全导刊, 2022(14): 4.
- [7] 崔超颖, 王淑华, 孙卫红, 等. 儿童维生素 A 水平与身高增长速率相关性研究[J]. 中国继续医学教育, 2018, 10(34): 48-50.
- [8] 王青, 吴振茹. 1-12 岁儿童营养状况及其生长发育的关系[J]. 公共卫生与预防医学, 2021, 32(6): 157-160.
- [9] 杨火燃, 何必子. 早产小于与适于胎龄儿出生时血钙、磷、碱性磷酸酶和维生素 AD 水平比较[J]. 海峡预防医学杂志, 2018, 24(6): 96-97.
- [10] 谢国栋, 杨晓旭, 邓倩晔. 儿童血清维生素 A 水平分布情况及对肺炎支原体肺炎的影响[J]. 现代医学与健康研究电子杂志, 2020, 4(22): 89-91.
- [11] 吴其森. 儿童维生素 ADE 营养现状对生长发育的影响[J]. 中国实用乡村医生杂志, 2024, 31(11): 1-4.
- [12] 张君, 曹廷容, 陈俊, 等. 璧山区儿童维生素 A、D 水平与生长发育相关性研究[J]. 医学理论与实践, 2023, 36(7): 1235-1237.
- [13] Correia, L.L., Rocha, H.A.L., Campos, J.S., e Silva, A.C., da Silveira, D.M.I., Machado, M.M.T., *et al.* (2019) Interaction between Vitamin A Supplementation and Chronic Malnutrition on Child Development. *Ciência & Saúde Coletiva*, **24**, 3037-3046. <https://doi.org/10.1590/1413-81232018248.22242017>
- [14] 庄鑫赞, 王育红, 郑敏燕, 等. 泉州地区 0-14 岁儿童血清维生素 A、D 水平测定结果分析[J]. 海峡预防医学杂志, 2021, 27(5): 108-110.
- [15] 张文彬, 张妍, 宫伟彦, 等. 云南两县儿童生长发育及营养状况研究[J]. 中国食物与营养, 2024, 30(6): 76-80.
- [16] 谢春华, 邹倩倩, 何林玲, 等. 0-6 岁儿童维生素 D 营养状况与生长发育相关性研究[J]. 中国医药科学, 2025, 15(8): 146-149.
- [17] 张彩虹. 维生素 D 缺乏对儿童生长发育情况的影响[J]. 婚育与健康, 2023, 29(5): 121-123.
- [18] 曾美锋. 维生素 D 在儿童生长发育中的应用分析[J]. 中国卫生标准管理, 2022, 13(9): 5-7.
- [19] 吕晓丽. 早期维生素 D 补充对儿童生长发育及肠道菌群的影响[J]. 中国处方药, 2022, 20(9): 108-110.
- [20] 黄伟. 维生素 D 联合饮食营养干预在儿童保健身高促进治疗中的临床效果分析[J]. 中国现代药物应用, 2024, 18(21): 125-127.
- [21] 王宇茹, 冀芮, 邹静雯, 等. 铁及维生素 D 在儿童生长发育中作用的研究进展[J]. 医学研究与教育, 2023, 40(6): 21-27.
- [22] Corsello, A., Macchi, M., D'Oria, V., Pigazzi, C., Alberti, I., Treglia, G., *et al.* (2023) Effects of Vitamin D Supplementation in Obese and Overweight Children and Adolescents: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Pharmacological Research*, **192**, Article ID: 106793. <https://doi.org/10.1016/j.phrs.2023.106793>
- [23] 徐修远, 王雨晴, 李晓丽, 等. 维生素 D 与胰岛素样生长因子 1 在儿童体格发育中的相关性研究[J]. 同济大学学报(医学版), 2025, 46(2): 235-242.
- [24] 纪霞. 维生素 D 联合人生长激素对特发性矮身材儿童生长发育的影响[J]. 中外医学研究, 2024, 22(27): 136-139.
- [25] 房振楠. 维生素 D 在儿童保健中促进身高增长的效果[J]. 中国医药指南, 2024, 22(22): 29-31.
- [26] 张玲华, 陈展钦, 吴佳凯, 等. 生长发育迟缓儿童钙、铁、锌元素检测结果分析[J]. 现代诊断与治疗, 2019, 30(7): 1088-1089.
- [27] 陈国萍. 罗定市儿童血锌血铁血钙水平及与生长发育的关系分析[J]. 基层医学论坛, 2021, 25(17): 2422-2423.
- [28] 张愉愉, 卢游, 刘宇. 血清 25-羟基维生素 D、钙、锌水平与儿童生长发育的关系[J]. 昆明医科大学学报, 2024, 45(7): 126-131.
- [29] 马金苹, 袁慧明, 何王君. 维生素 D 血钙及锌水平对学龄儿童生长发育的影响[J]. 中国妇幼保健, 2023, 38(15): 2775-2778.
- [30] 刘凤凤, 陈防群, 梁颖. 维生素 D 血钙硒水平对学龄儿童生长发育的影响及可能机制分析[J]. 中国妇幼保健, 2023, 38(14): 2632-2635.
- [31] 于野. 儿童钙、铁和锌缺乏对儿童生长发育的影响[J]. 世界最新医学信息文摘, 2016, 16(1): 67+69.
- [32] 张鹏. 北京地区儿童血液 4 种微量元素水平与生长发育的相关性研究[J]. 国际检验医学杂志, 2020, 41(14): 1748-

1750+1758.

- [33] 薛红霞. 65 例 3-6 岁生长发育迟缓儿童钙、铁、锌元素检测结果分析[J]. 山西职工医学院学报, 2016, 26(4): 41-43.
- [34] 朱琳, 魏琳. 儿童补充钙、锌、维生素 A 促进其生长发育的研究[J]. 临床医学研究与实践, 2019, 4(36): 106-108.
- [35] 潘明慧. 儿童保健门诊钙剂与维生素 D 补充策略研究[J]. 中国妇幼健康研究, 2017, 28(S3): 157.
- [36] 陈福兰. 强化钙、维生素 D 饮品用于儿童骨组织生长发育的作用研究[J]. 当代医学, 2018, 24(13): 102-103.
- [37] 杨婷, 梁希, 张功. 个体化营养联合强化钙指导与儿童生长发育情况及骨密度水平的关系研究[J]. 武警后勤学院学报(医学版), 2021, 30(8): 31-33.
- [38] 毛静媛, 潘聪, 李明, 等. 强化钙联合个体化营养指导对儿童生长发育情况及骨密度水平的影响[J]. 中国处方药, 2021, 19(2): 139-141.
- [39] 苗慧, 吴玉铃, 张素芬, 等. 儿童铁蛋白与体格指标和神经心理发育的关系[J]. 中国妇幼保健, 2023, 38(10): 1813-1816.
- [40] 李桂贤. 小儿反复呼吸道感染与微量元素相关性探讨[J]. 微量元素与健康研究, 2012, 29(6): 20-21.
- [41] 李凯春, 肖崇平. 3-6 岁生长发育迟缓儿童钙、铁、锌元素检测结果分析[J]. 广东微量元素科学, 2017, 24(7): 16-19.
- [42] 王银华, 杨丽蓉, 汪丽萍. 不同补铁方案对学龄期儿童生长发育和营养状况的影响[J]. 江西医药, 2019, 54(12): 1624-1626.
- [43] 吕卫华. 每日铁补充与间隔铁补充对学龄前儿童生长发育和铁营养状况的影响[J]. 名医, 2021(5): 106-107.
- [44] 姚泰, 吴博威. 生理学[M]. 北京: 人民卫生出版社, 2003: 255.
- [45] Gera, T., Shah, D. and Sachdev, H.S. (2019) Zinc Supplementation for Promoting Growth in Children under 5 Years of Age in Low- and Middle-Income Countries: A Systematic Review. *Indian Pediatrics*, **56**, 391-406. <https://doi.org/10.1007/s13312-019-1537-z>
- [46] 陈建标, 杨秀芳, 罗洁, 等. 微量营养素及锌补充促进儿童生长发育及智力发育的意义[J]. 中国现代药物应用, 2016, 10(11): 192-194.
- [47] 杨冬华. 微量元素锌与儿童生长发育关系的研究[J]. 中国医药指南, 2017, 15(16): 164-165.
- [48] 范锦辉, 刘民, 邱兵, 等. 北京市 730 例 0-6 岁生长发育正常儿童发锌含量分析[J]. 首都公共卫生, 2018, 12(6): 310-312.
- [49] 白玲, 金龙涛, 唐华, 等. 不同程度生长发育不良儿童体内锌水平的研究[J]. 微量元素与健康研究, 2024, 41(6): 19-20.
- [50] 周慧芬, 梁丽华, 曾玫玫. 微量元素锌与儿童生长发育的相关性分析[J]. 医药前沿, 2021, 11(14): 195-196.
- [51] 李步梅. 葡萄糖酸锌治疗儿童营养不良的效果分析[J]. 婚育与健康, 2023, 29(24): 112-114.
- [52] 关敏霞, 吴启荣. 葡萄糖酸锌治疗儿童营养不良的临床疗效[J]. 现代诊断与治疗, 2019, 30(23): 4126-4127.
- [53] 梁翠群, 霍洁玲, 苏少楚. 儿童补充微量元素对生长发育的促进作用[J]. 中国城乡企业卫生, 2017, 32(2): 92-93.
- [54] 郝秀卫. 微量元素在儿童生长发育及保健中的作用探析[J]. 临床医药文献电子杂志, 2017, 4(32): 6177-6178.
- [55] 司徒坚塘, 周晓华, 刘紫菱. 毒性元素铅和营养元素钙、铁、锌、铜对学龄前儿童生长发育的影响[J]. 临床医学, 2016, 36(11): 12-14.
- [56] 郝淑贤. 硒缺乏对儿童生长发育的影响[J]. 中国伤残医学, 2012, 20(3): 63-64.
- [57] Savarino, G., Corsello, A. and Corsello, G. (2021) Macronutrient Balance and Micronutrient Amounts through Growth and Development. *Italian Journal of Pediatrics*, **47**, Article No. 109. <https://doi.org/10.1186/s13052-021-01061-0>
- [58] Matonti, I., Blasetti, A. and Chiarelli, F. (2021) Nutrition and Growth in Children. *Minerva Pediatrica*, **72**, 462-471. <https://doi.org/10.23736/s0026-4946.20.05981-2>
- [59] Georgieff, M.K., Ramel, S.E. and Cusick, S.E. (2018) Nutritional Influences on Brain Development. *Acta Paediatrica*, **107**, 1310-1321. <https://doi.org/10.1111/apa.14287>
- [60] Farias, P.M., Marcelino, G., Santana, L.F., de Almeida, E.B., Guimarães, R.d.C.A., Pott, A., et al. (2020) Minerals in Pregnancy and Their Impact on Child Growth and Development. *Molecules*, **25**, Article 5630. <https://doi.org/10.3390/molecules25235630>
- [61] Oh, C., Keats, E. and Bhutta, Z. (2020) Vitamin and Mineral Supplementation during Pregnancy on Maternal, Birth, Child Health and Development Outcomes in Low- and Middle-Income Countries: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Nutrients*, **12**, Article 491. <https://doi.org/10.3390/nu12020491>