

儿童病毒性胃肠炎主要病原谱演变及临床研究进展

郑晨阳¹, 马 科^{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, 陕西 延安

收稿日期: 2026年6月17日; 录用日期: 2026年7月11日; 发布日期: 2026年7月17日

摘 要

病毒性胃肠炎(viral gastroenteritis, VGE)是儿童急性胃肠炎最常见的病因之一, 也是导致5岁以下儿童腹泻相关发病和住院的重要原因。近年来, 随着轮状病毒疫苗的推广应用、分子诊断技术的发展以及病原监测体系的完善, 儿童病毒性胃肠炎的病原谱和流行特征发生明显变化。轮状病毒(rotavirus, RV)、诺如病毒(norovirus, NV)和肠道腺病毒(adenovirus, AdV)仍为主要致病病原, 但不同病原在流行优势、临床表现及疾病负担方面存在显著差异。本文结合近年来国内外研究进展, 对上述主要病毒的流行病学特点、致病机制、临床表现、实验室诊断及疫苗研发进展进行综述, 并重点分析疫苗时代背景下儿童病毒性胃肠炎病原谱变化趋势及防控面临的新挑战, 以期儿童病毒性胃肠炎的精准诊疗和综合防控提供参考。

关键词

儿童, 病毒性胃肠炎, 轮状病毒, 诺如病毒, 肠道腺病毒, 疫苗

Evolution of the Primary Pathogen Spectrum and Clinical Research Progress in Viral Gastroenteritis in Children

Chenyang Zheng¹, Ke Ma^{2*}

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

²Department of Pediatrics, Affiliated Hospital of Yan'an University, Yan'an Shaanxi

Received: June 17, 2026; accepted: July 11, 2026; published: July 17, 2026

*通讯作者。

文章引用: 郑晨阳, 马科. 儿童病毒性胃肠炎主要病原谱演变及临床研究进展[J]. 临床医学进展, 2026, 16(7): 1469-1475. DOI: 10.12677/acm.2026.1672666

Abstract

Viral gastroenteritis (VGE) is one of the most common causes of acute gastroenteritis in children and a major cause of diarrhea-related morbidity and hospitalization among children under 5 years of age. In recent years, with the widespread use of rotavirus vaccines, advances in molecular diagnostic technologies, and improvements in pathogen surveillance systems, the pathogen spectrum and epidemiological characteristics of viral gastroenteritis in children have undergone significant changes. Rotavirus (RV), norovirus (NV), and enteric adenovirus (AdV) remain the primary causative pathogens, but there are significant differences among these pathogens in terms of epidemiological dominance, clinical manifestations, and disease burden. This article reviews the epidemiological characteristics, pathogenic mechanisms, clinical manifestations, laboratory diagnosis, and vaccine development progress of these major viruses, drawing on recent domestic and international research advancements. It focuses on analyzing trends in the pathogen spectrum of viral gastroenteritis in children and the new challenges facing prevention and control in the era of vaccines, with the aim of providing guidance for the precise diagnosis, treatment, and comprehensive prevention and control of viral gastroenteritis in children.

Keywords

Children, Viral Gastroenteritis, Rotavirus, Norovirus, Enteric Adenovirus, Vaccines

Copyright © 2026 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

急性胃肠炎(acute gastroenteritis, AGE)又称急性腹泻病, 是全球重大公共卫生问题, 严重威胁儿童健康(尤其是发展中国家), 是 5 岁以下儿童发病率和死亡率的重要影响因素。全球范围内, 5 岁以下儿童每年急性胃肠炎(AGE)发病高达数十亿人次, 每年死亡率为 150 至 250 万[1]。根据疾病控制与预防中心(CDC)的数据, 病毒性胃肠炎感染每年可能导致超过 200,000 名儿童死亡, 并且是全球范围内 5 岁以下儿童死亡的第三大原因[2]。

随着轮状病毒疫苗接种率不断提高以及多重核酸检测技术的广泛应用, 儿童病毒性胃肠炎的病原谱正在发生显著变化。部分国家和地区的监测数据显示, 诺如病毒已逐渐取代轮状病毒成为儿童急性胃肠炎的重要病原, 而肠道腺病毒在人群中的持续传播亦受到广泛关注。同时, 新型变异株不断出现、多病原共感染比例增加以及疫苗保护效力差异等问题, 使病毒性胃肠炎的防控面临新的挑战。因此, 系统梳理主要病毒病原的研究进展, 并关注病原谱变化趋势及综合防控策略, 对于提高儿童病毒性胃肠炎防治水平具有重要意义。

2. 儿童病毒性胃肠炎主要病毒病原研究进展

2.1. 轮状病毒

轮状病毒(rotavirus, RV)属于呼肠病毒科, 是导致 5 岁以下儿童重症腹泻最重要的病毒病原[3]。RV 是一种无包膜的双链 RNA 病毒, 其基因组由 11 个 RNA 节段组成, 可编码多种结构蛋白和非结构蛋白[4]。其中 VP4 和 VP7 是诱导机体产生中和抗体的主要抗原, 也是当前疫苗研发的重要靶点[5]。

近年来研究表明, RV 仍是全球儿童重症脱水性腹泻的重要病原。虽然疫苗接种显著降低了疾病负担,但在低收入国家和地区, RV 相关住院及死亡病例仍然较多[6]。典型的流行季呈现明显的季节性,在温带地区多发生于秋冬季,而热带地区全年均可见散发病例。因此, RV 仍是儿童病毒性胃肠炎防控的重要对象。

2.2. 肠道腺病毒

肠道腺病毒(adenovirus, AdV)是儿童急性胃肠炎的重要病原之一[7]-[9],其中 HAdV-F40 和 HAdV-F41 是导致儿童腹泻最常见的型别[10]-[13]。AdV 属于无包膜双链 DNA 病毒[9][10],具有较强环境稳定性,可在外界长期存活,从而增加传播风险。AdV 主要经粪-口途径传播,多见于5岁以下儿童,尤其是6~24月龄婴幼儿[12][14]。流行季节通常表现为全年散发,但在部分地区如夏季或初秋可见感染高峰[1][14]。

AdV 临床表现为持续性水样腹泻,常伴有呕吐和发热,症状持续时间通常较轮状病毒感染略长[1][9]。虽然多为自限性,但在免疫功能低下患儿中可致重症,且与 RV 混合感染时常加重病情表现[1][15]。

2.3. 诺如病毒

诺如病毒(norovirus, NV)是当前全球儿童急性胃肠炎暴发流行最重要的病原之一[9][16][17]。NV 属于杯状病毒科,为无包膜单股正链 RNA 病毒[18][19],具有高度遗传变异性。其中 GII 基因群,尤其是 GII.4 型[18],是全球流行的主要优势株。

NV 感染剂量极低,少量病毒颗粒即可导致感染,并可通过粪-口传播、污染食物或水源传播以及气溶胶传播[20][21]。由于病毒持续发生抗原漂移和基因重组,人群获得性免疫保护时间有限,因此易引起反复流行和暴发。NV 感染呈现明显的季节性,常在冬季高发,故有“冬季呕吐病”之称,但在热带地区也可全年散发[22]。

临床表现方面,潜伏期通常为12~48小时。其典型症状为急性发作的恶心、呕吐(儿童多见)和水样腹泻(成人多见),常伴有腹痛、低热及全身酸痛[18][23]。NV 感染通常具有自限性,病程多在2~3天内恢复,但在5岁以下儿童中,由于脱水和电解质紊乱,可能导致重症甚至死亡[24][25]。

3. 实验室诊断进展

目前儿童病毒性胃肠炎的实验室诊断主要包括抗原检测、核酸检测及高通量病原检测技术[6][13]。ELISA 及胶体金法操作简便,适用于基层医疗机构筛查,但灵敏度相对有限。RT-PCR [18]及实时荧光定量 PCR 因具有较高灵敏度和特异性,已成为 RV、NV 及 AdV 检测的重要方法[12][13]。近年来,多重核酸检测平台(Multiplex PCR)能够一次性检测多种胃肠炎病原体[10][12],显著提高病原学诊断效率。此外,数字 PCR、宏基因组测序(mNGS)等新兴技术正逐渐应用于复杂感染及病原监测领域,为儿童病毒性胃肠炎精准诊断提供新的技术支持[22][24]。

4. 疫苗研究进展

4.1. 轮状病毒疫苗

RV 疫苗是预防儿童重症轮状病毒性胃肠炎最有效的措施,WHO 建议将其纳入所有国家免疫规划,并尽早于6周龄后开始接种[26]。目前全球广泛应用的主要是口服减毒活疫苗,包括单价疫苗(如 Rotarix、Rotavac、中国兰州株 LLR 等)和多价疫苗(如五价 RotaTeq、三价“瑞特威”等)。这些疫苗在全球应用中显著降低了发病率与住院率,但在低收入和发展中国家,受高频病毒传播、肠道微生态、母传抗体及患

儿营养状况等诸多因素干扰, 其保护效力往往偏低, 且部分多价疫苗高昂的费用也限制了其广泛普及[5][23][26]-[29]。

4.2. 肠道腺病毒疫苗

尽管 AdV 对全球儿童健康造成了显著负担, 但目前尚未有专门针对 HAdV-F40/41 型胃肠炎的疫苗获批上市[11]。目前唯一可用的腺病毒疫苗是针对 4 型和 7 型的口服减毒活疫苗, 但该疫苗具有高度的型别特异性, 且仅限军方使用, 并未在普通儿童群体中推广[10][14]。因此, 开发针对 40/41 型的安全有效疫苗仍是未来研究的重要方向。

4.3. 诺如病毒疫苗

目前全球范围内尚无正式获批上市的 NV 疫苗。疫苗研发面临的主要挑战包括: 病毒至今无法实现高效的体外细胞培养、抗原多样性高、免疫保护时间短以及缺乏理想的实验动物模型[19][30]。首先, NV 长期缺乏稳定高效的体外培养体系和理想动物模型, 限制了病毒致病机制和免疫保护机制的深入研究。近年来虽然人肠道类器官培养体系取得突破, 但尚未完全满足疫苗评价需求。其次, NV 具有显著的抗原漂移和基因重组特征, 不同基因型之间交叉保护有限, 导致疫苗设计需要兼顾广泛免疫覆盖能力。再次, NV 感染后产生的免疫保护持续时间相对较短, 免疫逃逸现象普遍存在, 使长期保护效果面临挑战。

目前的研发管线主要集中在病毒样颗粒(VLP)疫苗、P 颗粒疫苗及重组亚单位疫苗。其中, 基于 VLP 技术的二价疫苗(涵盖 GI.1 和 GII.4 基因型)研发进度最快, 已进入临床 III 期试验, 显示出良好的安全性及一定的保护效力[19][24]。此外, 多价组合疫苗(如诺如病毒与轮状病毒二合一疫苗)也成为当前研究的热点, 旨在通过一次接种预防多种导致儿童腹泻的病毒[19][30]。因此, 如何构建兼具广谱性、持久性和安全性的多价疫苗, 仍是未来 NV 疫苗研发亟待解决的核心科学问题。

5. 儿童病毒性胃肠炎病原谱变化趋势

5.1. 轮状病毒疫苗推广后的病原谱变化

RV 曾长期是全球儿童重症急性胃肠炎最主要的病原。近年来, 随着轮状病毒疫苗在多个国家和地区广泛应用, RV 相关住院率及重症病例显著下降[31]。多项监测研究显示, 疫苗接种后 RV 检出率明显降低, 而其他病毒病原所占比例逐渐增加。病原谱变化不仅反映了疫苗防控效果, 也提示病毒性胃肠炎防控重点正在发生转移[26]。

5.2. 肠道腺病毒持续流行特点

与 RV 和 NV 相比, 肠道腺病毒流行变化相对平稳, 但其在婴幼儿腹泻中的检出率持续维持较高水平。近年来分子流行病学研究显示, HAdV-F41 仍为全球及我国儿童腹泻病例中的优势型别。由于目前尚无针对肠道腺病毒的上市疫苗, 其疾病负担仍不容忽视。

5.3. 诺如病毒疾病负担逐渐上升

在轮状病毒疾病负担下降的同时, NV 逐渐成为儿童急性胃肠炎暴发和散发病例的重要病原[24]。在部分国家和地区, NV 已成为导致儿童急性胃肠炎门诊就诊和住院的首位病毒病原。由于其感染剂量低、传播效率高及抗原持续变异等特点[24][32], 诺如病毒相关暴发公共卫生事件频发, 给托幼机构和医疗机构感染控制带来较大挑战。

然而, 对于 NV 检出率持续升高的原因, 目前仍存在不同解释。部分学者认为, 这可能是轮状病毒

疫苗广泛接种后产生的“病原生态位替代效应(replacement effect)”，即 RV 相关病例减少后，NV 在病原谱中的相对占比被动升高；也有研究认为，NV 自身传播能力增强以及 GII.4、GII.17 等新型变异株的持续出现，提高了其在人群中的传播优势。此外，多重 PCR 和高灵敏度核酸检测技术的普及也显著提升了 NV 检出率，因此部分增长可能反映的是监测能力提升带来的“伪增高”现象，而非真实疾病负担增加。

目前尚缺乏充分证据证明上述因素中哪一种发挥主导作用，不同国家和地区的研究结果亦存在差异。例如，在轮状病毒疫苗覆盖率较高的国家，NV 占比上升更支持生态位替代理论；而在部分疫苗覆盖率有限地区，NV 检出率同步升高则提示病毒自身传播优势可能发挥更重要作用。因此，未来需结合长期监测数据、疫苗接种率及病毒基因进化特征开展综合分析，以准确评估 NV 疾病负担上升的真实驱动因素。

5.4. 多病原共感染逐渐受到关注

随着多重核酸检测技术的普及，多病原共感染现象被越来越多地发现。研究表明，RV、NV 及 AdV 均可与细菌、其他病毒或寄生虫同时感染宿主[33]。部分研究提示，共感染可能与病程延长、脱水程度加重及住院风险增加相关，但其具体机制尚未完全明确[15]。

关于其潜在机制，目前主要存在以下几种解释：首先，不同病原体可通过破坏肠道屏障功能产生协同致病效应，导致肠黏膜损伤进一步加重；其次，共感染可能引起更强烈的炎症反应和免疫失衡，从而延长疾病恢复过程；此外，病原体之间还可能通过竞争性抑制或促进复制等方式相互作用。然而，目前关于不同病毒病原间相互作用的研究结果尚不一致，部分研究认为共感染与疾病严重程度增加相关，而另一些研究则未观察到显著差异。这种差异可能与研究对象年龄构成、地区流行病学特征、检测方法灵敏度以及样本量不同有关。因此，未来仍需开展大规模前瞻性研究，以进一步阐明多病原共感染的临床意义及其分子机制。

5.5. 中国儿童病毒性胃肠炎病原谱发展趋势

国内多中心监测结果显示，我国儿童 AGE 病原谱呈动态变化趋势[26]。重庆儿童医院、西藏昌都地区[34]及北京等地的监测研究均显示，NV 检出率呈逐渐升高趋势，而 RV 检出率较疫苗推广前明显下降[35]。与此同时，新型 NV 变异株持续未来需依托全国病原监测网络，持续开展病原谱动态监测及变异株追踪研究，为疫苗策略制定和公共卫生决策提供依据。

6. 未来展望与挑战

近年来，随着病原学检测技术的发展和疫苗应用的不断推进，儿童病毒性胃肠炎的流行病学特征及病原谱构成正在发生变化。轮状病毒疫苗的广泛接种显著降低了相关重症病例和住院率，但轮状病毒仍是儿童重症腹泻的重要病原；诺如病毒则逐渐成为儿童急性胃肠炎散发病例和突发公共卫生事件的重要病原，但其地位变化究竟源于轮状病毒疫苗接种后的病原替代效应、病毒自身传播优势增强，还是诊断技术进步带来的检出率提高，目前尚存在争议；肠道腺病毒持续稳定流行，其疾病负担亦不容忽视。与此同时，多病原共感染现象日益普遍，其对疾病严重程度和预后的影响机制仍未完全阐明，这些问题均是未来需要重点突破的重要科学问题。

当前儿童病毒性胃肠炎防控仍面临诸多挑战。一方面，病毒持续变异、多病原共感染增加以及不同地区病原谱差异，使疾病监测和防控工作更加复杂；另一方面，针对诺如病毒和肠道腺病毒的特异性预防措施仍较为有限，相关疫苗尚未实现广泛临床应用。此外，多重核酸检测技术虽然提高了病原学诊断水平，但在基层医疗机构中的普及程度仍有待进一步提升。

未来研究应重点关注以下几个方面：(1) 加强儿童病毒性胃肠炎病原谱动态监测和病毒变异株追踪

研究, 建立更加完善的分子流行病学监测体系; (2) 推进多重核酸检测、数字 PCR 及宏基因组测序等新技术在临床中的应用, 提高病原学诊断的准确性和可及性; (3) 深入开展病毒-宿主-肠道微生态相互作用机制研究, 为疾病防治提供新的理论依据; (4) 加快新型疫苗研发及临床转化, 重点推动诺如病毒疫苗、多价联合疫苗及新型黏膜免疫疫苗研究; (5) 加强疫苗接种、病原监测和公共卫生干预协同管理, 推动儿童病毒性胃肠炎防控由疾病治疗向主动预防转变。

综上所述, 儿童病毒性胃肠炎仍是全球儿童重要的感染性疾病之一。未来应在持续优化病原监测体系、提升诊断能力和推进疫苗研发的基础上, 构建以精准诊断、精准预防和综合干预为核心的防控体系, 从而进一步降低儿童病毒性胃肠炎相关疾病负担, 提高儿童健康水平。

参考文献

- [1] Khalife, S., Osman, M., Moubayed, S., Kassem, I.I. and El Safadi, D. (2025) Risk Factors and Hospitalizations Associated with Pediatric Adenovirus and Rotavirus Infections in Northern Lebanon. *Medicina*, **61**, Article 296. <https://doi.org/10.3390/medicina61020296>
- [2] Stuenkel, N.D., Tobin, E.H. and Seroy, J. (2025) Viral Gastroenteritis. StatPearls.
- [3] Bishop, R., Davidson, G.P., Holmes, I.H. and Ruck, B.J. (1973) Virus Particles in Epithelial Cells of Duodenal Mucosa from Children with Acute Non-Bacterial Gastroenteritis. *The Lancet*, **302**, 1281-1283. [https://doi.org/10.1016/s0140-6736\(73\)92867-5](https://doi.org/10.1016/s0140-6736(73)92867-5)
- [4] Caddy, S., Papa, G., Borodavka, A. and Desselberger, U. (2021) Rotavirus Research: 2014-2020. *Virus Research*, **304**, Article ID: 198499. <https://doi.org/10.1016/j.virusres.2021.198499>
- [5] Glass, R.I., Parashar, U.D., Bresee, J.S., Turcios, R., Fischer, T.K., Widdowson, M., et al. (2006) Rotavirus Vaccines: Current Prospects and Future Challenges. *The Lancet*, **368**, 323-332. [https://doi.org/10.1016/s0140-6736\(06\)68815-6](https://doi.org/10.1016/s0140-6736(06)68815-6)
- [6] Crawford, S.E., Ramani, S., Tate, J.E., Parashar, U.D., Svensson, L., Hagbom, M., et al. (2017) Rotavirus Infection. *Nature Reviews Disease Primers*, **3**, Article No. 17083. <https://doi.org/10.1038/nrdp.2017.83>
- [7] Rowe, W.P., Huebner, R.J., Gilmore, L.K., Parrott, R.H. and Ward, T.G. (1953) Isolation of a Cytopathogenic Agent from Human Adenoids Undergoing Spontaneous Degeneration in Tissue Culture. *Experimental Biology and Medicine*, **84**, 570-573. <https://doi.org/10.3181/00379727-84-20714>
- [8] 唐越, 金行, 高永宇, 等. 腺病毒载体疫苗的研究进展与应用[J]. 中国兽医科学, 2026, 56(4): 526-538. <https://doi.org/10.16656/j.issn.1673-4696.2026.0045>
- [9] 徐仲卿, 钱方兴, 朱绍琴, 等. 成人病毒性胃肠炎常见病原学及其临床特征的研究进展[J]. 实用临床医药杂志, 2015, 19(24): 245-250.
- [10] Soler Wenglein, J., Scarsella, L., Kotlewski, C., Heim, A. and Aydin, M. (2025) Current Trends of Human Adenovirus Types among Hospitalized Children—A Systematic Review. *Viruses*, **17**, Article 914. <https://doi.org/10.3390/v17070914>
- [11] 胡月, 许红梅. 腺病毒所致儿童腹泻的流行病学研究进展[J]. 儿科药学杂志, 2023, 29(3): 55-59.
- [12] Wikswo, M.E., Kambhampati, A.K., Mattison, C.P., Chhabra, P., Olojo, O., Rana, T., et al. (2025) A Systematic Review and Meta-Analysis of the Global Prevalence of Human Enteric Adenovirus Infections. *Journal of Infection and Public Health*, **18**, Article ID: 102800. <https://doi.org/10.1016/j.jiph.2025.102800>
- [13] 董梦洁, 车如意, 熊光萍, 等. 2023年中国5岁以下儿童肠道腺病毒分子特征分析[J]. 中国人兽共患病学报, 2025, 41(9): 887-892.
- [14] Khaled, P., Razizadeh, M.H., Ghorbani, S., Moattari, A., Sarvari, J., Saadati, H., et al. (2024) Human Adenoviruses in Children with Gastroenteritis: A Systematic Review and Meta-Analysis. *BMC Infectious Diseases*, **24**, Article No. 478. <https://doi.org/10.1186/s12879-024-09386-x>
- [15] Oppong, T.B., Yang, H., Amponsem-Boateng, C., Kyere, E.K.D., Abdulai, T., Duan, G., et al. (2020) Enteric Pathogens Associated with Gastroenteritis among Children under 5 Years in Sub-Saharan Africa: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Epidemiology and Infection*, **148**, e64. <https://doi.org/10.1017/s0950268820000618>
- [16] Adler, J.L. and Zickl, R. (1969) Winter Vomiting Disease. *Journal of Infectious Diseases*, **119**, 668-673. <https://doi.org/10.1093/infdis/119.6.668>
- [17] Kapikian, A.Z., Wyatt, R.G., Dolin, R., Thornhill, T.S., Kalica, A.R. and Chanock, R.M. (1972) Visualization by Immune Electron Microscopy of a 27-NM Particle Associated with Acute Infectious Nonbacterial Gastroenteritis. *Journal of Virology*, **10**, 1075-1081. <https://doi.org/10.1128/jvi.10.5.1075-1081.1972>

- [18] 郑琼梅, 王美芬. 病毒性胃肠炎的研究进展[J]. 分子诊断与治疗杂志, 2024, 16(9): 1609-1612, 1617.
- [19] 郑雯静, 汪萱怡. 轮状病毒和诺如病毒疫苗研发现状与挑战[J]. 中国病毒病杂志, 2025, 15(3): 218-229.
- [20] Matthews, J.E., Dickey, B.W., Miller, R.D., Felzer, J.R., Dawson, B.P., Lee, A.S., *et al.* (2012) The Epidemiology of Published Norovirus Outbreaks: A Review of Risk Factors Associated with Attack Rate and Genogroup. *Epidemiology and Infection*, **140**, 1161-1172. <https://doi.org/10.1017/s0950268812000234>
- [21] Patel, M.M., *et al.* (2008) Systematic Literature Review of Role of Noroviruses in Sporadic Gastroenteritis. *Emerging Infectious Diseases*, **14**, 1224-1231.
- [22] Li, T., Xu, Q., Liu, M., Wang, T., Che, T., Teng, A., *et al.* (2023) Prevalence and Etiological Characteristics of Norovirus Infection in China: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Viruses*, **15**, Article 1336. <https://doi.org/10.3390/v15061336>
- [23] 张彦, 张丹, 苏文冕, 等. 诺如病毒急性胃肠炎流行特征及疫苗研究进展[J]. 中国病原生物学杂志, 2024, 19(9): 1112-1114, 1117.
- [24] 谢迪, 何莲花, 刘晖, 等. 人诺如病毒感染引起的急性胃肠炎流行特征及其影响因素的研究进展[J]. 病毒学报, 2024, 40(1): 140-150.
- [25] Ahmed, S.M., Lopman, B.A. and Levy, K. (2013) A Systematic Review and Meta-Analysis of the Global Seasonality of Norovirus. *PLOS ONE*, **8**, e75922. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0075922>
- [26] 段招军, 李金松, 张静, 等. 儿童轮状病毒胃肠炎免疫预防专家共识(2024年版)[J]. 中国疫苗和免疫, 2024, 30(1): 95-126.
- [27] 刘记伟, 王维剑, 武志昂, 等. 轮状病毒及轮状病毒疫苗研究进展[J]. 药学研究, 2024, 43(11): 1125-1130.
- [28] 吴文欢, 孙颜红. 全球轮状病毒疫苗研究进展[J]. 病毒学报, 2024, 40(4): 907-913.
- [29] 丁春卉. 我国轮状病毒流行特征及相关疫苗研究进展[J]. 中国病原生物学杂志, 2025, 20(7): 952-955.
- [30] Lee, H., Yoon, D., Jung, H., Hong, S., Kim, Y.B. and Oh, J. (2025) Current Perspectives and Future Directions in the Immunogenicity Landscape of Norovirus Vaccines. *Journal of Microbiology and Biotechnology*, **35**, e2509003. <https://doi.org/10.4014/jmb.2509.09003>
- [31] Cohen, R., Raymond, J. and Gendrel, D. (2017) Antimicrobial Treatment of Diarrhea/Acute Gastroenteritis in Children. *Archives de Pédiatrie*, **24**, S26-S29. [https://doi.org/10.1016/s0929-693x\(17\)30515-8](https://doi.org/10.1016/s0929-693x(17)30515-8)
- [32] Jones, M.K., Watanabe, M., Zhu, S., Graves, C.L., Keyes, L.R., Grau, K.R., *et al.* (2014) Enteric Bacteria Promote Human and Mouse Norovirus Infection of B Cells. *Science*, **346**, 755-759. <https://doi.org/10.1126/science.1257147>
- [33] 李娜, 张英杰, 张红, 等. 天津地区儿童急性胃肠炎诺如病毒分子流行病学特征分析[J]. 中国当代儿科杂志, 2020, 22(7): 736-742.
- [34] 毛俊文, 杨亚丽, 石长春, 等. 西藏昌都市儿童急性病毒性腹泻病原分子流行病学特征分析[J]. 中国当代儿科杂志, 2022, 24(3): 266-272.
- [35] Ai, J., Li, Q., Xu, K., Li, Y., Liu, Y., Huang, L., *et al.* (2025) Epidemiology and Genetic Diversity of Norovirus GII Genogroups among Pediatric Patients in Beijing, China, during 2023-2024. *Virology Journal*, **22**, Article No. 310. <https://doi.org/10.1186/s12985-025-02927-z>