·实验技术及其应用·

贵州省 2020—2025 年急性弛缓性麻痹病例肠道病毒病原学分析

苏飞，张富敏，王寅寅，唐小敏
贵州省疾病预防控制中心，贵州 贵阳 550004

摘要：目的　分析贵州省 2020—2025 年急性弛缓性麻痹（acute flaccid paralysis, AFP）病例相关肠道病毒的病原学特征，了解非脊髓灰质炎肠道病毒（non-polio enteroviruses, NPEV）的血清型构成与流行规律，为巩固无脊髓灰质炎（简称脊灰）防控成果及优化 NPEV 防控策略提供数据支撑。**方法**　采集贵州省 2020—2025 年 15 岁以下 AFP 病例粪便标本，开展肠道病毒分离培养，对人脊灰病毒受体基因的鼠肺细胞（mouse L cells expressing the human poliovirus receptor, L20B）阳性分离物采用实时荧光定量逆转录聚合酶链式反应（real time fluorescent quantitative reverse transcription polymerase chain reaction, rRT-PCR)进行脊髓灰质炎病毒（poliovirus,PV）型内鉴定及 *VP*1 编码区核苷酸序列测定，对 NPEV 分离物进行 *VP*1 基因序列测定和血清型鉴定。**结果**　2020—2025 年 1 099 例 AFP 病例中，肠道病毒总分离率为 3.82%（42/1 099），其中 PV 分离率为 0.18%（2/1 099），此外，2 株 PV 鉴定为Ⅰ型疫苗类似株。NPEV 分离率为 3.64%（40/1 099）。NPEV 感染呈明显夏秋季高峰（5—10 月）；1～4 岁年龄组 NPEV 分离率最高，为 4.91%，女性分离率为 4.21%，略高于男性的 3.28%；全省 9 个市（州）均能分离到 NPEV，以黔东南州占比最高，为 22.50%。分离到 37 株 NPEV 病毒株，涉及 15 个血清型，分别属于 EV-A 组（4 个血清型，7 例，17.50%）和 EV-B 组（11 个血清型，30 例，75.00%）。优势血清型别为埃可病毒（Echovirus，E）21 型（15.00%）、柯萨奇病毒（Coxsackievirus，CV）B4（12.50%）和 E3（10.00%）。*VP*1 区系统进化树分析显示，贵州省 NPEV 毒株存在多个独立分支，呈现多血清型共存、优势型别多传播链并行的特征。**结论**　贵州省 2020—2025 年 AFP 病例中未发现脊灰野病毒（wild poliovirus, WPV）和疫苗衍生脊灰病毒（vaccine-derived poliovirus, VDPV），持续维持无脊灰状态，NPEV 为主要病原，感染人群以 1～4 岁年龄组为主，夏秋季高发，血清型多样且以 EV-B 组占优，E21、CVB4、E3 为贵州省优势流行血清型。系统进化树分析提示，本地毒株与国内流行株亲缘关系密切，部分型别存在跨区域传播关联。

关键词：急性弛缓性麻痹；肠道病毒；脊髓灰质炎病毒；非脊髓灰质炎肠道病毒；血清型
中图分类号：R373.2　　**文献标志码：**A　　**文章编号：**1003-8507（2026）19-3594-07
DOI：10.20043/j.cnki.MPM.202605074

Etiological analysis of enteroviruses in acute flaccid paralysis cases in Guizhou Province from 2020 to 2025

SU Fei, ZHANG Fu-min, WANG Yin-yin, TANG Xiao-min
Guizhou Provincial Center for Disease Control and Prevention, Guiyang, Guizhou 550004, China

Abstract: Objective To analyze the etiological characteristics of enteroviruses (EVs) associated with acute flaccid paralysis (AFP) cases in Guizhou Province from 2020 to 2025, determine the serotype composition and epidemiological patterns of non-polio enteroviruses (NPEVs), and provide data support for consolidating the achievements in polio eradication and prevention and optimizing NPEV control strategies. **Methods** Fecal specimens were collected from AFP cases aged 15 years or younger in Guizhou Province between 2020 and 2025. EV isolation and culture were performed. For Mouse L cells expressing the human poliovirus receptor (L20B)-positive isolates, real-time fluorescent quantitative reverse transcription-polymerase chain reaction (rRT-PCR) was used for poliovirus (PV) intratypic differentiation and nucleotide sequencing of the *VP*1 coding region. *VP*1 gene sequencing and serotype identification were performed on NPEV isolates. **Results** Among 1 099 AFP cases from 2020 to 2025, the overall EV isolation rate was 3.82% (42/1 099), with a PV isolation rate of 0.18% (2/1 099). The two PV isolates were identified as type 1 vaccine-like strains. The NPEV isolation rate was 3.64% (40/1 099). NPEV isolation showed a distinct seasonal peak during summer and autumn (May-October). The highest NPEV isolation rate was observed in the 1-4-year age group (4.91%), with females (4.21%) showing a slightly higher rate than males (3.28%).

基金项目：国家自然科学基金项目（81860594）；贵州省科技计划项目（黔科合基础 MS [2026] 333）
作者简介：苏飞（1975—），女，本科，副主任医师，研究方向：肠道病毒病原检测及研究
通信作者：唐小敏，E-mail：419431096@qq.com

NPEVs were isolated in all nine prefectures across the province, with the highest proportion in Qiandongnan Prefecture (22.50%). A total of 37 NPEV isolates were identified, representing 15 serotypes, belonging to the EV-A group (4 serotypes, 7 isolates, 17.50%) and the EV-B group (11 serotypes, 30 isolates, 75.00%). The predominant serotypes were Echovirus 21 (E21, 15.00%), Coxsackievirus B4 (CVB4, 12.50%), and Echovirus 3 (E3, 10.00%). Phylogenetic analysis of the *VP*1 region revealed that NPEV strains from Guizhou Province exhibited multiple independent branches, characterized by coexistence of multiple serotypes and parallel transmission chains dominated by different predominant types. **Conclusion** No wild poliovirus (WPV) or vaccine-derived poliovirus (VDPV) was detected in AFP cases in Guizhou Province from 2020 to 2025, indicating a maintained polio-free status. NPEVs were the primary pathogens, with infections predominantly occurring in the 1-4-year age group. NPEV infections peaked in summer and autumn, and serotypes were diverse, with the EV-B group being predominant. E21, CVB4, and E3 were the predominant serotypes circulating in Guizhou Province. Phylogenetic tree analysis indicated that local strains were closely related to circulating domestic strains, with some subtypes showing associations with cross-regional transmission.

Keywords: Acute flaccid paralysis; Enteroviruses; Poliovirus; Non-polio enteroviruses; Serotype

急性弛缓性麻痹（acute flaccid paralysis，AFP）是一组以急性起病、肌张力减退及肌力下降为特征的神经系统症候群，其病因复杂多样，其中肠道病毒感染是最主要的致病因素[1]。肠道病毒人群普遍易感，血清型超过百余种，分别属于 EV-A、EV-B、EV-C、EV-D 四个组，主要包括脊髓灰质炎（简称脊灰）病毒（poliovirus，PV）、柯萨奇病毒（coxsackievirus，CV）、埃可病毒（echovirus，E）及新型肠道病毒，除了引起 AFP 外，还可引起手足口病、疱疹性咽峡炎、心肌炎等多种疾病，是危害儿童健康的重要病原体。在全球脊灰根除行动推进下，脊灰野病毒（wild poliovirus，WPV）传播得到有效控制[2]，中国长期保持无脊灰状态，贵州省自 1994 年以来无本土 WPV 病例报告。然而，境外野毒株输入与疫苗衍生脊灰病毒（vaccine-derived poliovirus，VDPV）传播的风险仍存在[3-4]。因此，脊灰防控工作仍需保持高度警惕。

按全球消灭脊灰行动要求，2020 年 1 月 1 日中国脊灰免疫策略第二次调整为脊灰灭活疫苗（inactivated poliovirus vaccine，IPV）2 剂次 + 二价口服脊灰减毒活疫苗（bivalent oral polio attenuated live vaccine, bOPV）2 剂次[5]。此免疫策略的实施，使得 AFP 病例病原谱发生明显改变，PV 检出率持续降低，非脊灰肠道病毒（non-polio enteroviruses，NPEV）已成为导致 AFP 的主要病原体[6]。NPEV 具有血清型多、变异快、地域流行差异显著等特点，开展区域性的 NPEV 病原学监测，是完善和补充 AFP 监测体系，提升防控相关疾病的重要环节。

贵州省历年 AFP 病例病原监测中持续检出 NPEV，前期研究已揭示了部分年份的病原特征[7-8]。但近年来贵州省 NPEV 血清型分布与流行趋势仍缺乏系统性分析。本研究对贵州省 2020—2025 年 AFP 病例中 NPEV 的病原特征及流行规律进行分析，为进一步完善贵州省无脊灰维持策略、实施 NPEV 精准防控措施提供科学依据。

1　材料与方法

1.1　资料来源　AFP 病例信息来源于国家 AFP 病例监测报告管理系统，相关实验室检测数据由贵州省疾病预防控制中心（Center for Disease Control and Prevention，CDC）脊灰实验室及中国 CDC 病毒病预防控制所国家脊灰实验室分别提供。

1.2　标本采集与运输　贵州省 AFP 病例监测系统报告的 15 岁以下 AFP 病例，由各病例所辖市（区、县）CDC 按照《全国 AFP 病例监测方案》要求，在该病例麻痹后 14 d 内采集双份粪便标本（两份间隔≥24 h，每份≥5 g），冷藏转运至贵州省 CDC 脊灰实验室，-20 ℃保存待检。

1.3　实验材料　人横纹肌肉瘤细胞（human rhabdomyosarcoma cells, RD）与人脊灰病毒受体基因的鼠肺细胞（mouse L cells expressing the human poliovirus receptor, L20B)来自国家 CDC 脊灰实验室。肠道病毒通用型荧光定量聚合酶链式反应（polymerase chain reaction,PCR）检测试剂盒购自江苏和创生物科技有限公司。QIAamp Viral RNA Mini Kit 试剂购于德国 Qiagen 公司。PV 型内鉴定（intratypic differentiation, ITD)和 VDPV 筛查试剂由美国 CDC 提供。

1.4　实验方法

1.4.1　病毒分离培养　按照世界卫生组织《脊髓灰质炎实验室手册》（2004 年第四版）处理粪便标本[9]，加入 10 ml 杜氏磷酸盐缓冲液（Dulbecco's phosphate-buffered saline, DPBS）+1 ml 氯仿处理液，离心吸取上清，分别接种于 RD 和 L20B 单层细胞，放置于 37 ℃、5% CO_2 培养箱中连续培养 2 代，每代观察 5 d，每天观察细胞病变效应（cytopathic effects, CPE），如出现 CPE，两种细胞之间须交叉接种及传代，交叉接种后两种细胞均出现 CPE 判为 L20B 阳性分离物，RD 细胞阳性且转种 L20B 细胞阴性判为 NPEV 阳性

分离物，阳性分离物 -20 ℃保存。

1.4.2　病毒鉴定　对 L20B 阳性分离物，采用实时荧光定量逆转录 PCR (real time fluorescent quantitative reverse transcription-PCR, rRT-PCR)进行 ITD 和 VD-PV 筛查。经 rRT-PCR 确定 PV 血清型及是否为疫苗类似株、衍生株[10]；国家脊灰实验室完成 PV 毒株的 *VP*1 序列测定和分析。对 NPEV 病毒株采用特异引物扩增 *VP*1 基因序列并测序，用 DNAStar 与 Enterovirus Genotyping Tool 0.1 软件完成序列编辑与血清型判定。

1.4.3　序列分析　利用 MEGA 11.0 软件对 NPEV *VP*1 序列进行比对，采用邻接法和 Kimura 2-parameter 模型进行 1 000 次自举检验(bootstrap)，以评估进化树分支的可靠性，并构建 *VP*1 系统进化树。

1.5　统计分析　运用 SPSS 26.0 软件对肠道病毒分离率、血清型构成比等指标进行描述性分析。

2　结　果

2.1　肠道病毒分离情况　贵州省 2020—2025 年共报告 15 岁以下 AFP 病例 1 099 例，从 42 例 AFP 病例样本中分离到肠道病毒，总分离率为 3.82%(42/1 099)，其中分离到 PV 2 例、NPEV 40 例，分离率分别为 0.18%(2/1 099)和3.64%(40/1 099)。2023 年分离率最高为 5.68%(13/229)，2025 年最低为 1.84%(6/168)。见表 1。

表 1　贵州省 2020—2025 年 AFP 病例粪便标本肠道病毒分离情况

Table 1　EV isolation results of fecal specimens from AFP cases in Guizhou Province, 2020—2025

年份(年)	AFP 病例数	PV		NPEV		肠道病毒	
		阳性病例	分离率(%)	阳性病例	分离率(%)	阳性病例	总分离率(%)
2020	143	2	1.40	2	1.40	4	2.80
2021	175	0	0.00	8	4.57	8	4.57
2022	168	0	0.00	6	3.57	6	3.57
2023	229	0	0.00	13	5.68	13	5.68
2024	221	0	0.00	8	3.62	8	3.62
2025	163	0	0.00	3	1.84	3	1.84
合计	1 099	2	0.18	40	3.39	42	3.82

2.2　时间分布　2020—2025 年，春季(3—5 月)、夏季(6—8 月)、秋季(9—11 月)、冬季(12—2 月)肠道病毒总分离率分别为 0.73%(8/1 099)、2.09%(23/1 099)、0.91%(10/1 099)、0.09%(1/1 099)，呈现较为明显的夏秋季高峰。NPEV 分离高峰期与肠道病毒相同，集中在 5—10 月，7 月达峰值。PV 仅在 2020 年 8 和 9 月各分离到 1 例，分离率为 0.18%(2/1 099)，其余年份未分离到。见图 1。

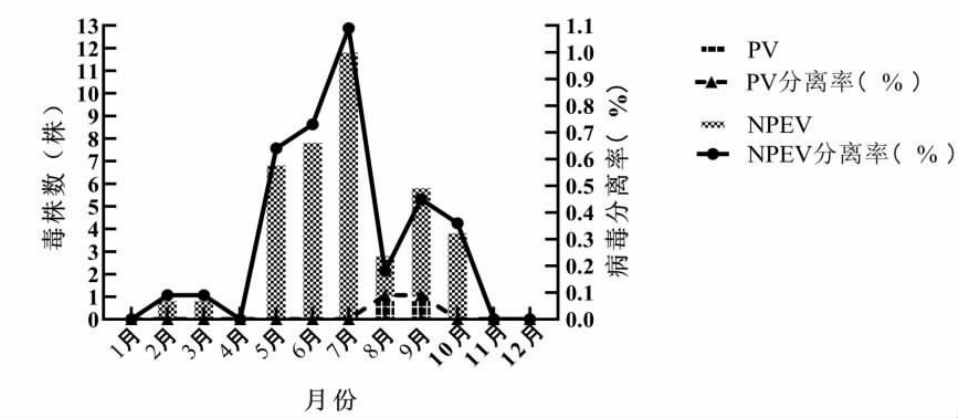


图 1　贵州省 2020—2025 年 AFP 病例肠道病毒病毒株时间分布

Figure 1　Temporal distribution of EV strains isolated from AFP cases in Guizhou Province, 2020—2025

2.3　地区分布　40 株 NPEV 分布于全省 9 个市(州)，覆盖 35 个(39.77%，35/88)区(县)，其中黔东南州占比最高，为 22.50%(9/40)，遵义市和铜仁市次之，均为 15.00%(6/40)，安顺市最低，为 2.50%(1/40)；PV 仅在贵阳市分离到。见图 2。

2.4　人群分布　肠道病毒总分离率分别为<1 岁组 0.00%、1～4 岁组 5.52%、5～8 岁组 3.62%、9～14 岁组 2.87%，其中 PV 仅在 2020 年 1～4 岁组检出，分离率为 0.61%，其他年龄组未检出；NPEV 在 1～4 岁组分离率最高，为 4.91%。肠道病毒总分离率，男性为

3.43%、女性为 4.44%;NPEV 分离率,男性 3.28%、女性 4.21%。见表 2。

2.5　PV ITD 与 *VP*1 序列测定　2020 年从 2 例 AFP 病例中分离到 4 株 L20B 阳性分离物，通过 PV ITD 和 *VP*1 区核苷酸序列测定,4 株 L20B 阳性分离物均为 I 型 PV 疫苗类似株,未检出 WPV 和 VDPV。除了 2020 年分离到 PV,其余年份未分离到 PV。

2.6　NPEV 血清型分布　40 株 NPEV 中,37 株有序列结果，共鉴定出 15 个血清型，分属于 EV-A 和 EV-B 组,其中 A 组包含 CVA2、CVA4、CVA5、CVA16 4 个血清型共 7 株（17.50%,7/40）、B 组包含 CVB3、CVB4、CVB5、E3、E7、E11、E13、E20、E21、E25、E30 11 个血清型共 30 株（75.00%,30/40）、待分型 3 株（7.50%,3/40),未检出 EV-C 和 D 组基因型。主要优势血清型别为 E21,CVB4、E3, 构成比分别是 15.00%（6/40）、12.50%（5/40）、10.00（4/40）。见图 3。

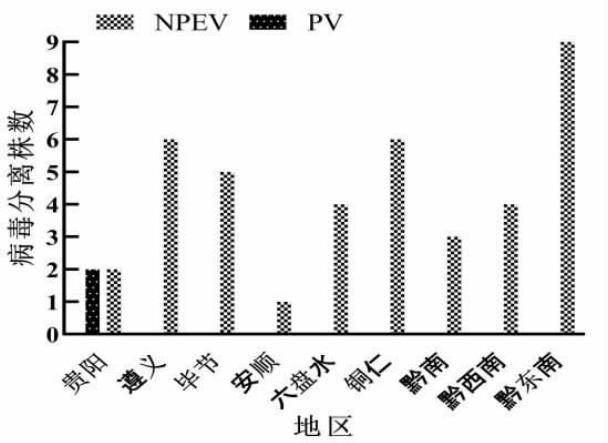


图 2　贵州省 2020—2025 年 AFP 病例肠道病毒地区分布

Figure 2　Geographic distribution of EV strains isolated from AFP cases in Guizhou Province, 2020—2025

表 2　贵州省 2020—2025 年 AFP 病例肠道病毒分离情况

Table 2　EV isolation results of AFP cases in Guizhou Province, 2020—2025

变量	AFP 病例数	PV		NPEV		肠道病毒	
		病例数	分离率(%)	病例数	分离率(%)	病例数	分离率(%)
年龄(岁)							
<1	38	0	0.00	0	0.00	0	0.00
1~4	326	2	0.61	16	4.91	18	5.52
5~8	387	0	0.00	14	3.62	14	3.62
9~14	348	0	0.00	10	2.87	10	2.87
性别							
男	671	1	0.15	22	3.28	23	3.43
女	428	1	0.23	18	4.21	19	4.44

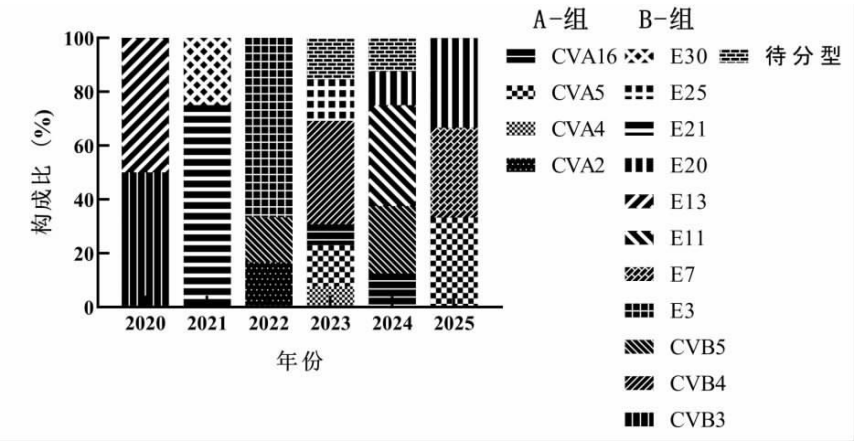
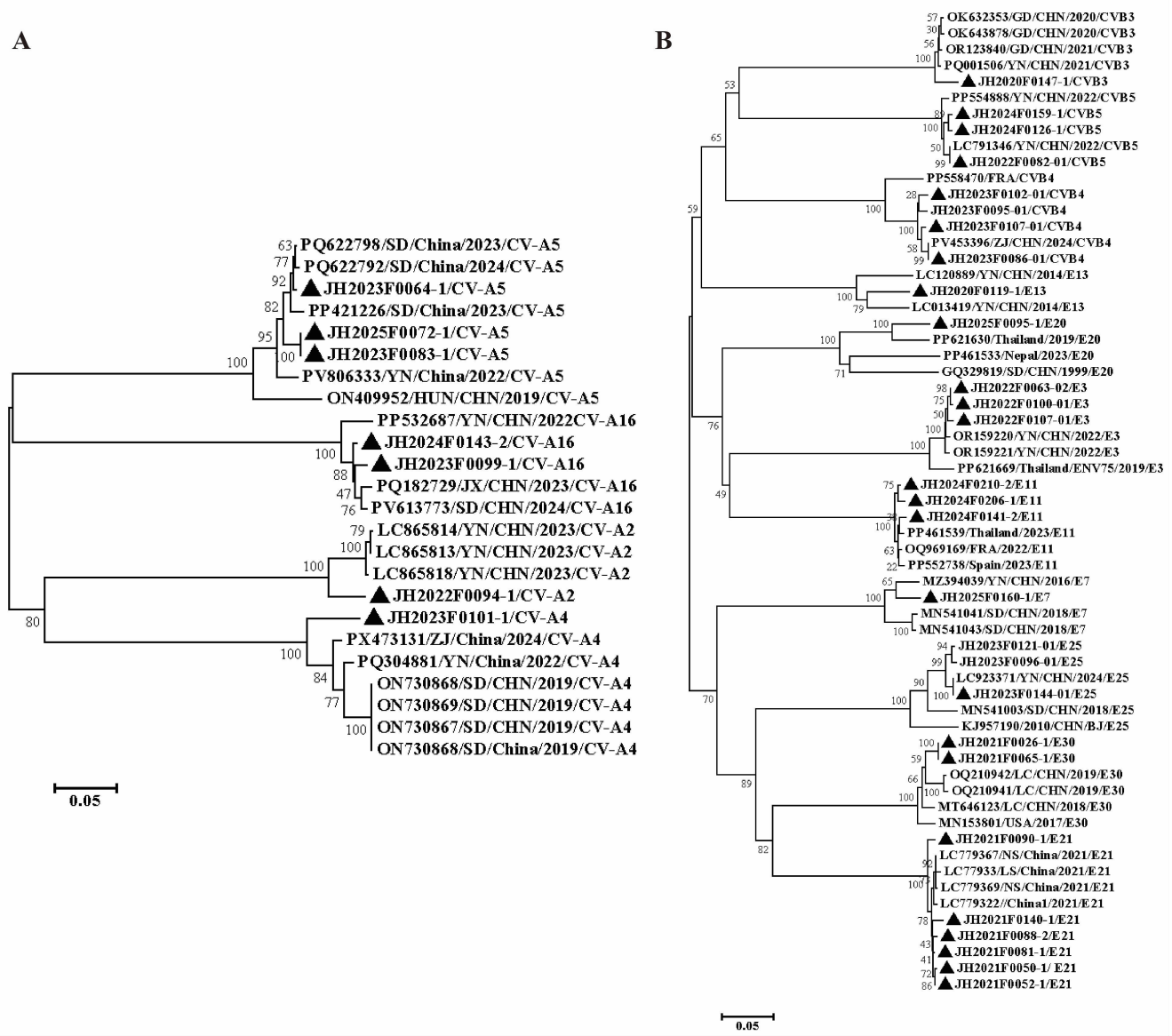


图 3　贵州省 2020—2025 年 AFP 病例 NPEV 血清型构成

Figure 3　Serotype composition of NPEVs in AFP cases in Guizhou Province, 2020—2025

2.7　系统进化树分析　本研究成功构建进化树的有效毒株为 32 株,其中 EV-A 组 7 株,EV-B 组 25 株。NPEV *VP*1 区系统进化树显示:EV-A 组毒株分布于多个独立分支，其中 CV-A5、CV-A16、CV-A2、CV-A4 等不同血清型各自聚集成簇，形成多个进化分支,各分支间遗传距离相对较远,见图 4A。EV-B 组毒株整体形成多个独立分支,不同血清型间界限清晰,各自成簇。其中,CV-B 组毒株与国内近年流行株亲缘关系较近，进化关系稳定;E21 毒株形成单一优势分支,且内部存在多个传播链;部分 E3、E11、E20

毒株与国际流行株聚集成簇，提示存在跨区域传播关联，见图 4B。



注：▲为贵州分离株；图 A 为 HEV-A 组；图 B 为 HEV-B 组。

图 4　贵州省 2020—2025 年 AFP 病例 NPEV 分离株与流行株的 *VP*1 系统进化树

Figure 4　*VP*1 phylogenetic tree of NPEV isolates from AFP cases and circulating strains in Guizhou Province, 2020—2025

3　讨　论

AFP 病例监测是及时发现 WPV 与 VDPV 传播风险、巩固和维持无脊灰状态的重要手段。贵州省 AFP 病例监测系统长期以来运转良好，各项监测指标（如 15 岁以下儿童 AFP 报告发病率、粪便标本合格采集率、及时送检率等）均持续保持在国家要求的较高水平。自 1994 年以来，贵州省已连续 32 年未检出 WPV，持续维持无脊灰状态。本研究结果显示，NPEV 在 AFP 病例中持续检出，且呈现血清型多样、季节流行特征显著等特点，提示在巩固无脊灰成果的同时，应高度重视 NPEV 相关 AFP 病例的监测与防控工作。

本研究显示，EV 总分离率为 3.82%，其中 PV 分离率仅为 0.18%，NPEV 分离率达 3.39%，说明 NPEV 已成为贵州省 AFP 病例中分离到的主要病原体。从年度分布来看，各年份肠道病毒分离率存在一定差异，2023 年分离率达到峰值，2025 年有所回落，整体分离率处于相对平稳的水平，反映出贵州省 AFP 病例中肠道病毒感染呈现间歇性流行特征。

研究中 PV 监测数据显示，仅在 2020 年分离到 4 株 I 型 PV，2021 年后未再分离到 PV，该结果可能与国家实施了两轮脊灰免疫策略的调整相关。2016 年 5 月，中国按照全球消灭脊灰行动要求，停用 OPV 中的 II 型组分，实行“1 剂 IPV+3 剂 bOPV”序贯免疫，2020 年 1 月，免疫程序再次调整为“2 剂 IPV+2 剂 bOPV”[5]，这次调整减少了 bOPV 使用剂次，降低了脊灰减毒活病毒在人群中循环、发生基因变异的概率，抑制了疫苗株病毒的检出，同时减少了因 OPV 接种

后发生疫苗相关麻痹型脊灰及疫苗衍生麻痹型脊灰的风险[11]。既往研究显示，在免疫策略调整前，贵州省 PV 优势血清型为 II 型[12-13]，经过两轮免疫程序转换后，省内未再检出 II 型 PV，该结果与山东、黑龙江两省研究结果相符[14-15]，充分证实了贵州省实施脊灰疫苗序贯免疫的有效性。值得注意的是，贵州省地处西南地区，人员交流频繁，且仍有部分国家存在 WPV 流行，病毒输入风险始终存在，同时省内部分偏远地区可能存在免疫空白点，因此，后续需常态化开展 AFP 病例主动监测，规范病例报告与粪便样本采集工作，保持高水平实验室监测敏感性和及时性，严防 WPV 和 VDPV 的输入与传播。

本次研究对分离到的 40 株 NPEV 开展血清型鉴定，其中 37 株分型成功，共鉴定出 15 种血清型，分属 EV-A 和 EV-B 组，未检出 EV-C 与 EV-D 组基因型。基因型中 EV-B 组占比 75.00%，为绝对优势基因组群，这一结论与贵州省既往研究及广东省研究结果[8，16]相符。EV-B 组中占比最高的是 E21 型（15.00%），其次是 CVB4（12.50%）和 E3（10.00%），EV-A 组中占比最高的是 CVA5（7.50%），其次是 CVA16（5.00%），与贵州省 2018—2019 年历史监测数据相比，既往占比最高的 E11 型（19.35%）和 CVA4（16.13%）[8]，占比已显著下降，提示近年来贵州省 NPEV 流行血清型构成已发生明显变迁。分析其原因可能是多种因素共同作用的结果：一是 EV71 疫苗广泛接种后，改变了肠道病毒流行趋势，间接影响了其他血清型的竞争优势；二是人群的免疫水平不断变化，部分血清型在形成免疫屏障后，原本的优势血清型被其他型别替代；三是近年来实验室检测技术不断优化，大幅提升了低流行血清型的检出率。

研究显示，NPEV 的分布具有明显的流行病学特点。时间分布上，感染主要集中在 5—10 月，呈现典型的夏秋季流行高峰，与重庆、河南等地流行规律一致[17-18]，推测夏秋季温暖潮湿的环境更适宜肠道病毒存活与传播。人群分布上，各年龄组 NPEV 分离率存在差异，其中 1～4 岁年龄组分离率达 4.91%，明显高于其他年龄组，可能与该年龄段儿童免疫系统与肠道屏障不完善，易发生感染有关。女性分离率略高于男性，与贵州省既往监测中男性分离率较高存在差异[10]，推测和不同性别儿童的活动范围、病毒暴露风险不同有关，后续需扩大样本量进一步验证。地区分布上，NPEV 病例分散于贵州省 9 个市（州）35 个区（县），无明显地域聚集性，其中黔东南州分离率最高（21.43%），安顺市最低（2.38%），区域间的分布差异可能与当地人口密度、医疗卫生条件、疫苗接种覆盖率等因素相关。黔东南州地处山区，部分区域交通不便，卫生资源相对薄弱，病毒传播风险较高，需持续加强该区域 AFP 监测和肠道病毒综合防控。

基于 *VP1* 编码区序列开展的系统进化树分析，清晰揭示了贵州省 NPEV 毒株的遗传进化特征。EV-A 组不同血清型毒株各自成簇，分支间遗传距离较远，反映出贵州省 EV-A 组存在多种血清型共同流行的态势。EV-B 组则呈现更为复杂的谱系结构，CV-B3、CV-B4、CV-B5 和 E7 等血清型独立成簇。其中，CV-B 组毒株与国内近年流行株亲缘关系紧密，提示本地毒株与国内流行谱系具有同源性；E21 毒株形成单一优势分支，且内部存在多个传播链，提示该型别已在本地形成持续传播并演化出多个流行谱系。部分 E3、E11、E20 毒株与国际流行株聚集成簇，提示存在跨区域输入传播的可能。综合来看，贵州省 NPEV 整体表现为多血清型共存、优势型别多传播链并行、部分毒株存在跨区域传播的流行特点，这也与国内其他地区 NPEV 流行的多样性特征相吻合[18-19]。

本研究尚有 7.50%的 NPEV 分离物未获得明确血清型，后续需进一步优化测序与分型技术，逐步完善贵州省 *NPEV* 基因数据库。未来应持续开展 AFP 病原监测，动态追踪 NPEV 病原谱变迁规律，针对重点人群、高发季节及高风险区域实施精准防控，切实保障辖区内儿童身体健康。

利益冲突声明　本研究不存在任何利益冲突

参考文献

[1] Setia A, Bhatia J, Bhattacharya S. An overview of acute flaccid myelitis[J]. CNS & Neurological Disorders Drug Targets, 2022, 21(9): 774-794.

[2] Lee SE, Greene SA, Burns CC, et al. Progress toward poliomyelitis eradication-worldwide, January 2021-March 2023 [J]. Morb Mortal Wkly Rep, 2023, 72(19): 517-522.

[3] 黄文琪，刘丹，邱聪龄，等. 全球消灭脊髓灰质炎进展[J]. 中国疫苗和免疫，2024，30(3)：363-369.
Huang WQ, Liu D, Qiu CL, et al. Progress towards global poliomyelitis eradication [J]. Chinese Journal of Vaccines and Immunization, 2024, 30(3): 363-369.(In Chinese)

[4] Global Polio Eradication Initiative. Global cVDPV AFP cases and environmental samples 2021-2025[EB/OL]. [2026-08-10]. https://polioeradication.org/circulating-vaccine-derived-poliovirus-count/.

[5] 疾病预防控制局. 中国响应世卫组织决议实施脊灰疫苗免疫新策略 [EB/OL]. [2026-08-09]. http://www.nhc.gov.cn/jkj/s3582/201604/8c760a934d5b4d41a81752915c58d304.shtml.
Bureau of Disease Prevention and Control. China implements new poliovirus vaccination immunization strategy in response to WHO resolutions [EB/OL]. [2026-08-09]. http://www.nhc.gov.cn/jkj/s3582/201604/8c760a934d5b4d41a81752915c58d304.shtml. (In Chinese)

[6] Vlok M, Majer A. Global prevalence of Non-Polio enteroviruses Pre- and post COVID-19 pandemic [J]. Microorganisms, 2025, 13(8):

1801.

[7] 王宇,任刚,苏飞,等. 贵州省 2015 年急性弛缓性麻痹病例中人类肠道病毒的鉴定及 VP1 区基因特征分析[J]. 中国病毒病杂志,2020,10(5):337-341.
Wang Y, Ren G, Su F, et al. Identification and genetic characteristics in VP1gene of enteroviruses isolated from acute flaccid paralysis cases at Guizhou province of China,2015[J]. Chinese Journal of Viral Diseases, 2020, 10(5): 337-341.(In Chinese)

[8] 王寅寅,唐小敏,万永虎,等. 2018-2019 年贵州省急性弛缓性麻痹病例病原谱分子生物学特征[J]. 热带医学杂志,2023,23(3):396-400.
Wang YY, Tang XM, Wan YH, et al. The analysis of surveillance results of acute flaccid paralysis cases in Guizhou province, China from 2018 to 2019 [J]. Journal of Tropical Medicine, 2023, 23 (3): 396-400.(In Chinese)

[9] WHO. Polio laboratory manual[M]. 4th ed. Geneva: WHO, 2004.

[10] 严冬梅,朱晖,安军静,等. 实时荧光定量逆转录 - 聚合酶链反应鉴定脊髓灰质炎病毒方法的评估 [J]. 中国疫苗和免疫,2010,16(2):105-109.
Yan DM, Zhu H, An JJ, et al. Evaluation of real time fluorescent quantitative reverse transcription polymerase chain reaction for detection of poliovirus [J]. Chinese Journal of Vaccines and Immunization, 2010, 16(2): 105-109.(In Chinese)

[11] Yu-Ping Z, Jing L, Teng H, et al. Evaluation of the immunization effectiveness of bOPV booster immunization and IPV revaccination[J]. NPJ Vaccines, 2023, 8(1): 44.

[12] 苏飞,任刚,李胜,等. 贵州省 2006-2010 年脊髓灰质炎实验室监测与评价[J]. 疾病监测与控制,2012,6(9):513-515.
Su F, Ren G, Li S, et al. Laboratory surveillance and evaluation of poliomyelitis in Guizhou Province, 2006-2010[J]. Journal of Disease Monitoring and Control, 2012, 6(9): 513-515.(In Chinese)

[13] 王涛,戴丽芳,叶新贵,等. 贵州省 2012-2019 年急性弛缓性麻痹病例监测分析[J]. 现代预防医学,2022,49(16):3063-3067,3072.
Wang T, Dai LF, Ye XG, et al. Surveillance analysis of acute flaccid paralysis in Guizhou Province from 2012 to 2019 [J]. Modern Preventive Medicine, 2022, 49(16): 3063-3067, 3072.(In Chinese)

[14] 赵晨旭. 脊髓灰质炎疫苗免疫策略转换前后肠道病毒的本地循环和遗传进化[D]. 济南:山东大学,2021.
Zhao CX. Local circulation and genetic evolution of enteroviruses before and after the switch of poliovirus vaccination immunization strategy[D]. Jinan: Shandong University, 2021.(In Chinese)

[15] 宋婧,吕珀,王晗,等. 2016-2023 年黑龙江省急性弛缓性麻痹病例和环境污水脊髓灰质炎病毒监测 [J]. 中国疫苗和免疫,2024,30(4):409-414.
Song J, Lv P, Wang H, et al. Monitoring poliovirus among acute flaccid paralysis cases and in environmental sewage during 2016-2023 in Heilongjiang province[J]. Chinese Journal of Vaccines and Immunization, 2024, 30(4): 409-414.(In Chinese)

[16] 张薇,李彩霞,曾汉日,等. 2018-2021 年广东省急性弛缓性麻痹病例肠道病毒病原学监测 [J]. 中国疫苗和免疫,2022,28(4):385-389.
Zhang W, Li CX, Zeng HR, et al. Pathogenic enterovirus surveillance in acute flaccid paralysis cases in Guangdong province during 2018-2021 [J]. Chinese Journal of Vaccines and Immunization, 2022, 28(4): 385-389.(In Chinese)

[17] 彭靖尧,黄为,谢武娟,等. 2013-2020 年重庆市急性弛缓性麻痹病例非脊灰肠道病毒分离株分型鉴定分析[J]. 公共卫生与预防医学,2022,33(4):11-15.
Peng JY, Huang W, Xie WJ, et al. Serotyping and identification analysis of non-polio enterovirus isolates from acute flaccid paralysis cases in Chongqing, 2013-2020 [J]. Journal of Public Health and Preventive Medicine, 2022, 33(4): 11-15.(In Chinese)

[18] 杨建辉,张明瑜,张璐,等. 2023 年河南省急性弛缓性麻痹病例中非脊髓灰质炎肠道病毒病原学及流行病学分析[J]. 病毒学报,2025,41(3):634-644.
Yang JH, Zhang MY, Zhang L, et al. Etiological and epidemiological analysis of non-polio enteroviruses in acute flaccid paralysis cases in Henan province, China,in 2023 [J]. Chinese Journal of Virology, 2025, 41(3): 634-644.(In Chinese)

[19] 袁芳,曹懋,马学平,等. 2017-2021 年宁夏急性弛缓性麻痹病例监测系统非脊灰肠道病毒病原鉴定分析 [J]. 病毒学报,2023,39(2):460-467.
Yuan F, Cao M, Ma XP, et al. Typing and identification of non-polio enterovirus from acute flaccid paralysis cases in Ningxia during 2017-2021,China [J]. Chinese Journal of Virology, 2023, 39 (2): 460-467.(In Chinese)

收稿日期:2026-05-07

读者·作者·编者

声　明

《现代预防医学》的官方网站为 http://xdyfyxzz.paperopen.com，本刊的办刊地址为成都市人民南路三段 17 号，四川大学华西公共卫生学院，电话为 028-85503354。本刊没有委托任何网站或中介代为征稿审稿编辑等，敬请广大作者谨防上当，否则后果自负。对于冒充本刊编辑部从事征稿等行为的网站，本刊将通过法律程序追究其责任。

《现代预防医学》编辑部