

多重PCR毛细管电泳法的应用及包头地区HPV感染亚型分布特征分析

郭慧荣*, 刘紫玲, 杨海霞#

包头市中心医院检验科, 内蒙古 包头

收稿日期: 2025年11月29日; 录用日期: 2025年12月22日; 发布日期: 2025年12月31日

摘要

目的: 分析包头地区女性人乳头瘤病毒(HPV病毒)感染亚型分布特征, 讨论多重PCR毛细管电泳片段分析方法的应用价值。方法: 择选2024年4月~2025年6月期间包头地区868例接受HPV亚型筛查女性作为研究对象(其年龄介于18~75岁, 其中包含就诊患者520例, 查体者348例), 运用多重PCR毛细管电泳片段分析方法开展HPV病毒感染亚型检测分析。以多重荧光定量PCR试剂盒为参考, 通过测算卡方值判断多重PCR毛细管电泳片段分析方法的诊断效能, 测算kappa值判断其检测结果一致性。结果: 入选研究对象的HPV病毒总感染率测算数值为45.85%, 其中高危亚型HPV病毒感染阳性率测算数值为35.48%, 低危亚型HPV病毒感染阳性率测算数值为3.92%; HR-HPV与LR-HPV混合感染检出率测算数值为6.45%; 单一亚型感染检出率测算数值为27.88%; 多亚型感染检出率测算数值为17.97%。较为常见的HPV病毒感染亚型包含HPV52病毒亚型(9.68%)、HPV16病毒亚型(6.91%)和HPV58病毒亚型(6.91%)。查体者阳性率测算数值为45.40%, 与就诊者阳性率测算数值54.76%接近, 组间数据不具备统计学差别($\chi^2 = 0.047$, $P > 0.05$)。以多重荧光定量检测方法作为参考, 多重PCR毛细管电泳片段分析方法的敏感度测算数值为92.96%, 特异度测算数值为94.04%, kappa值为0.854。结论: 多重PCR毛细管电泳片段分析方法在HPV病毒感染亚型检测分析过程中能展现较好效果, 值得普及运用。

关键词

多重PCR毛细管电泳片段分析法, 包头地区女性, HPV感染亚型分布特征, 流行病学分析

Application of Multiplex PCR Capillary Electrophoresis and Analysis of HPV Infection Subtype Distribution Characteristics in Baotou Area

*第一作者。

#通讯作者。

Huirong Guo*, Ziling Liu, Haixia Yang[#]

Department of Clinical Laboratory, Baotou Central Hospital, Baotou Inner Mongolia

Received: November 29, 2025; accepted: December 22, 2025; published: December 31, 2025

Abstract

Objective: To analyze the distribution characteristics of female human papillomavirus (HPV) infection subtypes in Baotou area and discuss the application value of multiplex PCR capillary electrophoresis fragment analysis method. **Methods:** From April 2024 to June 2025, 868 women (aged between 18 and 75, including 520 patients and 348 physical examiners) who were screened for HPV subtypes in Baotou area were selected as the research objects, and the HPV virus infection subtypes were detected and analyzed by multiplex PCR capillary electrophoresis fragment analysis method. Taking multiplex fluorescence quantitative PCR kit as a reference, the diagnostic efficiency of multiplex PCR capillary electrophoresis fragment analysis method was judged by measuring chi-square value, and the consistency of detection results was judged by measuring kappa value. **Results:** The total infection rate of HPV virus was 45.85%, among which the positive rate of high-risk subtype HPV virus infection was 35.48%, and the positive rate of low-risk subtype HPV virus infection was 3.92%. The detection rate of mixed infection of HR-HPV and LR-HPV was 6.45%. The detection rate of single subtype infection was 27.88%. The detection rate of multi-subtype infection was 17.97%. The common subtypes of HPV infection include HPV52 (9.68%), HPV16 (6.91%) and HPV58 (6.91%). The calculated positive rate of physical examination was 45.40%, which was close to the calculated positive rate of patients (54.76%), and there was no statistical difference between the two groups ($\chi^2 = 0.047$, $P > 0.05$). Taking multiplex fluorescence quantitative detection method as reference, the sensitivity, specificity and kappa of multiplex PCR capillary electrophoresis fragment analysis method are 92.96%, 94.04% and 0.854, respectively. **Conclusion:** Multiplex PCR capillary electrophoresis fragment analysis method can show good results in the detection and analysis of HPV infection subtypes, and it is worth popularizing.

Keywords

Multiplex PCR Capillary Electrophoresis Fragment Analysis, Women in Baotou Area, Distribution Characteristics of HPV Infection Subtypes, Epidemiological Analysis

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

人乳头瘤病毒感染是临床中较常见的性传播疾病，其不但能够诱导人体罹患生殖器疣疾病、尖锐湿疣疾病，以及慢性宫颈炎疾病等皮肤组织或者是宫颈组织相关疾病，且还是诱导人体发生宫颈上皮内瘤变或者是宫颈癌疾病的基本临床风险因素[1]。当前历史发展阶段，人类已经发现的 HPV 病毒亚型有 100 余种，其中 HPV 病毒高危亚型主要包含 HPV16 亚型病毒、HPV18 亚型病毒、HPV51 亚型病毒、HPV52 亚型病毒、HPV53 亚型病毒、HPV56 亚型病毒、HPV58 亚型病毒、HPV59 亚型病毒、HPV66 亚型病毒、HPV68 亚型病毒、HPV31 亚型病毒、HPV33 亚型病毒、HPV35 亚型病毒、HPV39 亚型病毒、HPV45 亚

型病毒、HPV26 亚型病毒、HPV73 亚型病毒、HPV82 亚型病毒；HPV 病毒低危亚型主要包含 HPV6 亚型病毒、HPV11 亚型病毒、HPV81 亚型病毒、HPV42 亚型病毒、HPV43 亚型病毒、HPV44 亚型病毒、HPV83 亚型病毒[2]。宫颈癌疾病是严重威胁世界各国女性生命健康状态的恶性肿瘤疾病，接种 HPV 疫苗能有效预防 HPV 感染病情且阻止宫颈相关疾病的发展，早期开展高危亚型 HPV 病毒感染病情筛查，是预防控制宫颈癌疾病的基本方法[3]。文章将包头地区 868 例接受 HPV 亚型筛查女性选做研究对象，运用多重 PCR 毛细管电泳片段分析方法开展 HPV 病毒感染亚型检测分析，测算报道如下。

2. 资料与方法

2.1. 一般资料

择选 2024 年 4 月~2025 年 6 月期间包头地区 868 例接受 HPV 亚型筛查女性作为研究对象，其年龄介于 18~75 岁，平均(45.37 ± 3.48)岁，其中包含就诊患者 520 例，查体者 348 例，所有研究对象均系包头地区常住人口。

本次研究对象包含生殖道炎症疾病患者 74 例，宫颈上皮组织病变患者 70 例，生殖道异常出血患者 68 例，生殖道肿物或者是肿瘤疾病患者 58 例，既往 HPV 感染患者 50 例，其他种类妇科相关疾病患者 80 例，合并存在两种以上疾病患者 70 例，接受术后复查患者 50 例，查体者 348 例(其中 86 例来源于医院门诊科室，262 例来源于体检服务机构)。

研究对象选取过程中遵循的排除标准：① 合并存在心脏器官、肝脏器官、肾脏器官等主要脏器严重疾病患者；② 处在月经期的女性；③ 处在妊娠期的女性；④ 临床病历记录资料不完整患者。

2.2. 检测方法

规范采集研究对象的宫颈细胞脱落物，分别运用多重 PCR 毛细管电泳片段分析方法与多重荧光定量 PCR 方法开展检测处理过程。其相关信息参见表 1：

Table 1. Relevant information of multiplex PCR capillary electrophoresis fragment analysis method and multiplex fluorescence quantitative PCR method

表 1. 多重 PCR 毛细管电泳片段分析方法与多重荧光定量 PCR 方法的相关信息

方法	靶基因	反应程序	检测型别及结果判读(参考 Ct 数值)
多重 PCR	E6/E7	42.00°C 5.00 min; 94.00°C 8.00 min; 95.00°C 10.00 s, 60.00°C 30.00 s, 70.00°C 60.00 s, 35 个循环；70.00°C 1.00 min	HPV16 亚型 ^a , HPV18 亚型 ^a , HPV31 亚型 ^a , HPV59 亚型 ^a , HPV66 亚型 ^a , HPV33 亚型 ^a , HPV58 亚型 ^a , HPV45 亚型 ^a , HPV56 亚型 ^a , HPV52 亚型 ^a , HPV35 亚型 ^a , HPV68 亚型 ^a , HPV51 亚型 ^a , HPV39 亚型 ^a , HPV82 亚型 ^a , HPV26 亚型 ^a , HPV73 亚型 ^a , HPV6 亚型 ^b , HPV11 亚型 ^b , HPV81 亚型 ^b , HPV42 亚型 ^b , HPV43 亚型 ^b , HPV44 亚型 ^b , HPV83 亚型 ^b ；参考基因序列：β-globin pcDNA 基因序列
多重荧光定量 PCR	L1 基因	50.00°C 5.00 min; 95.00°C 10.00 min; 95.00°C 10.00 s, 58.00°C 40.00 s, 45 个循环	A: HPV16 亚型 ^a (36.90), HPV18 亚型 ^a (36.20), HPV31 亚型 ^a (35.50); B: HPV59 亚型 ^a (34.80), HPV66 亚型 ^a (36.50); C: HPV33 亚型 ^a (35.70), HPV58 亚型 ^a (35.40), HPV45 亚型 ^a (35.00); D: HPV56 亚型 ^a (36.00), HPV52 亚型 ^a (35.10), HPV35 亚型 ^a (34.50); E: HPV68 亚型 ^a (35.20), HPV51 亚型 ^a (34.60), HPV39 亚型 ^a (35.50); F: HPV82 亚型 ^a (35.80); 参考基因(36.70)

备注：^a 表示 HR-HPV；^b 表示 LR-HPV；A~F 表示多重荧光定量 PCR 反应体系内部不同 HPV 亚型检测型别所对应的 PCR 反应液与反应管。

2.3. 观察指标与统计学方法

以多重荧光定量 PCR 试剂盒为参考，通过测算卡方值判断多重 PCR 毛细管电泳片段分析方法的诊

断效能，测算 kappa 值判断其检测结果一致性。

3. 结果

入选研究对象的 HPV 病毒总感染率测算数值为 45.85% (398/868)，其中高危亚型 HPV 病毒(HR-HPV)感染阳性率测算数值为 35.48% (308/868)，低危亚型 HPV 病毒(LR-HPV)感染阳性率测算数值为 3.92% (34/868)；HR-HPV 与 LR-HPV 混合感染检出率测算数值为 6.45% (56/868)；单一亚型感染检出率测算数值为 27.88% (242/868)；多亚型感染检出率测算数值为 17.97% (156/868)。较为常见的 HPV 病毒感染亚型包含 HPV52 病毒亚型(9.68%, 84/868)、HPV16 病毒亚型(6.91%, 60/868)和 HPV58 病毒亚型(6.91%, 60/868)。查体者阳性率测算数值为 45.40% (158/348)，与就诊者阳性率测算数值 54.76% (240/520)接近，组间数据不具备统计学差别($\chi^2 = 0.047, P > 0.05$)。以多重荧光定量检测方法作为参考，多重 PCR 毛细管电泳片段分析方法的敏感度测算数值为 92.96%，特异度测算数值为 94.04%，kappa 值为 0.854。

4. 讨论

来源于不同地区与不同人口群体的 HPV 病毒感染率测算数值具备显著差异，其基因型分布结构也明显不同[4]。

有研究文献资料报道，在同时遭遇多种亚型 HPV 病毒感染病情条件下，通常会明显延长 HPV 病毒感染病情的持续时间，且遭遇多种亚型 HPV 病毒感染的尖锐湿疣疾病患者，其复发尖锐湿疣症状的概率相对更高[5]。

另有研究文献资料报道，在同时存在多种亚型 HPV 病毒感染病情条件下，能促进人体发生宫颈部位恶性病理改变，且能够引致宫颈癌疾病的发生风险性提升 31.80 倍[6]。

年龄因素是影响干预 HPV 病毒感染发生率的关键因素，有大量研究文献证实，我国女性遭遇 HPV 病毒感染病情的年龄分布结构大多数呈现出“U”字型特征，且尽管不同地域的报道结论存在显著差异，然而第一个年龄高峰处在青年期女性群体中，第二个年龄高峰处在 45.00 岁以后[7]。

青春期女性群体之所以有较高概率发生 HPV 病毒感染病情，主要原因在于其生殖系统的发育尚且不够成熟，以及其参与性生活的频率较高[8]。

遭遇 HPV 病毒感染侵袭作用，是引致人体发生宫颈部位病理改变的代表性原因，做好围绕 HPV 病毒的分型筛查检测工作，能够助力实现对相关疾病的较好预防控制效果[9]。采取积极措施做好对高危亚型 HPV 病毒感染的筛查工作，在保护女性身体健康，以及提升女性生存质量方面能发挥积极作用。

多重 PCR 毛细管电泳片段分析方法是最近新涌现的多种病原体检测分析技术方法，单管多靶基因扩增联合毛细管电泳技术分析方法，已经实现在临床常见疾病原谱筛查工作领域的成功运用[10]。

在本次研究中，入选研究对象的 HPV 病毒总感染率测算数值为 45.85%，其中高危亚型 HPV 病毒感染阳性率测算数值为 35.48%，低危亚型 HPV 病毒感染阳性率测算数值为 3.92%；HR-HPV 与 LR-HPV 混合感染检出率测算数值为 6.45%；单一亚型感染检出率测算数值为 27.88%；多亚型感染检出率测算数值为 17.97%。较为常见的 HPV 病毒感染亚型包含 HPV52 病毒亚型(9.68%)、HPV16 病毒亚型(6.91%)和 HPV58 病毒亚型(6.91%)。以多重荧光定量检测方法作为参考，多重 PCR 毛细管电泳片段分析方法的敏感度测算数值为 92.96%，特异度测算数值为 94.04%，kappa 值为 0.854。本次研究取得的相关数据测算结果证实，包头地区女性感染的 HPV 病毒，以高危亚型 HPV 病毒占绝大多数，运用多重 PCR 毛细管电泳片段分析方法开展 HPV 病毒感染亚型检测，能获取准确数据结果，值得引起关注，并且加以临床普及运用。

声 明

本研究已获得患者的知情同意，不存在泄露患者个人隐私。

参考文献

- [1] 张琪, 杨晓敏, 谢晓冬, 等. 浙江省永嘉县 8230 例女性人乳头瘤病毒感染情况及基因型分布研究[J]. 妇儿健康导刊, 2025, 4(19): 178-181.
- [2] 陈宝炳, 田际云, 陈建萍, 等. 2018-2023 年浙江省杭州市男女受检者人乳头瘤病毒感染状况和基因型分布特征[J]. 疾病监测, 2024, 39(9): 1173-1178.
- [3] 康海波, 李启矿, 陈静, 等. 子宫颈癌患者 HPV 感染的基因分型分布特征、感染现况及感染率的变化趋势[J]. 中外医学研究, 2023, 21(17): 71-74.
- [4] 肖霄, 缪鹏飞. 上海市某三级医院门诊女性患者人乳头瘤病毒亚型感染及年龄特征调查[J]. 中国计划生育学杂志, 2023, 31(6): 1281-1285.
- [5] 郑慧娟, 孙晓芳, 郑培明. 2017-2022 年河南省某三甲医院 115,672 例男女受检者 HPV 感染情况及基因型分布[J]. 现代疾病预防控制, 2023, 34(5): 326-330+337.
- [6] 李慧, 赖五娘. 抗 HPV 生物蛋白敷料与保妇康栓及辛复宁治疗宫颈癌前病变合并 HR-HPV 感染的疗效比较[J]. 临床合理用药, 2025, 18(31): 139-141.
- [7] 郭美, 马丽娟. 甘肃省定西地区女性高危 HPV 感染亚型分布特征研究[J]. 甘肃科技, 2022, 38(13): 117-119.
- [8] 王中安, 郭清江, 乔林爽, 等. 蚌埠地区 3408 例女性宫颈 HPV 感染状况及基因亚型分布[J]. 分子诊断与治疗杂志, 2022, 14(1): 157-160.
- [9] 于文芳, 陈灿明, 任佳, 等. 56,434 例女性人乳头瘤病毒感染与基因亚型分布情况[J]. 实用临床医药杂志, 2021, 25(24): 25-28+34.
- [10] 何东红, 韩丽, 杨颖, 等. 廊坊地区 10,000 例女性 HPV 感染筛查分析及感染因素的 Logistics 分析[J]. 中国性科学, 2021, 30(3): 130-132.