

• 论 著 •

某院女性 HPV 分型检测及其在宫颈病变中的应用价值*

魏婷婷, 宋敦云, 张儒林, 黄曦焘, 陈 阳, 钟 娟, 谢艾玲
锦江区妇幼保健院检验科, 四川成都 610000

摘要:目的 探讨锦江区妇幼保健院人乳头瘤病毒(HPV)分型及其在宫颈病变中的应用价值。方法 回顾性分析 2023 年 4 月至 2025 年 4 月该院收治的 136 例行 HPV 分型检测的宫颈病变患者的临床资料。采用受试者工作特征(ROC)曲线分析 HPV 分型检测对宫颈病变诊断的效能。结果 136 例患者中, HPV 感染阳性率为 63.24%。69 例高危型 HPV 感染阳性中, 有 57 例(41.91%)为单一感染。17~45 岁年龄段的 HPV 高危型感染频次高于 HPV 低危型感染频次($P < 0.01$), 不同宫颈病变组的 HPV 阳性和 HPV 阳性高危型的检出率均随宫颈病变级别的递增而依次升高($P < 0.05$)。HPV 分型检测对宫颈病变诊断的 ROC 曲线下面积为 0.894, 灵敏度和阴性预测值均在 92% 以上。结论 该院宫颈病变高危型 HPV 阳性患者以单一感染为主, HPV 分型检测能有效识别宫颈病变的 HPV 阳性患者, 提高宫颈癌前病变的检出率。

关键词:人乳头瘤病毒; 宫颈病变; 高危型; 感染

DOI:10.3969/j.issn.1673-4130.2026.06.016

中图法分类号:R446.5;R737.33

文章编号:1673-4130(2026)06-0727-05

文献标志码:A

HPV typing test for women in a certain hospital and its application value in cervical lesions*

WEI Tingting, SONG Dunnyun, ZHANG Rulin, HUANG Xitao, CHEN Yang, ZHONG Juan, XIE Ailing
Department of Clinical Laboratory, Jinjiang District Maternal and Child Health Hospital, Chengdu, Sichuan 610000, China

Abstract: Objective To explore the human papilloma virus (HPV) typing in Jinjiang District Maternal and Child Health Hospital and its application value in cervical lesions. **Methods** The clinical data of 136 patients with cervical lesions who underwent HPV typing test in the hospital from April 2023 to April 2025 were retrospectively analyzed. The efficacy of HPV typing test in diagnosing cervical lesions was analyzed using the receiver operating characteristic (ROC) curve. **Results** Among the 136 patients, the positive rate of HPV infection was 63.24%. Among the 69 cases of high-risk HPV infection, 57 cases (41.91%) were single infections. The frequency of HPV high-risk infection in the 17–45 age group was higher than that of HPV low-risk infection ($P < 0.01$). The detection rates of HPV positive and HPV positive high-risk types in different cervical lesion groups increased successively with the increase of cervical lesion grade ($P < 0.05$). The area under the ROC curve of HPV typing for diagnosing cervical lesions was 0.894, and the sensitivity and negative predictive value were both above 92%. **Conclusion** The HPV positive patients with high-risk HPV in cervical lesions of this hospital are mainly single infections. HPV typing test can effectively identify HPV positive patients with cervical lesions and improve the detection rate of cervical precancerous lesions.

Key words: human papilloma virus; cervical lesions; high-risk type; infection

子宫是女性生殖系统重要的组成部分,常见的宫颈疾病包括急性炎症、慢性炎症和宫颈病变等。宫颈病变指的是子宫颈黏膜上皮细胞发生异常增殖而具有癌变倾向的一种病变,可持续数年至数十年,有可能最终发展成为宫颈癌^[1]。及早发现宫颈癌前病变对宫颈病变的预防和治疗具有重要意义。人乳头瘤病毒(HPV)为女性阴道中较常见的病原体,HPV 感染是引发宫颈病变的主要原因之一,尤其是

高危型 HPV 感染,与宫颈癌的发生密切相关^[2]。但并不是所有感染 HPV 以后一定会发展成为宫颈病变,90% 以上感染的 HPV 患者机体都会在 2 年内自动被清除,仅有少数感染 HPV 者会进展为宫颈病变或宫颈癌。临床过度的干预可能导致患者焦虑及不良反应的发生如阴道流血、性功能受损、子宫颈狭窄等^[3]。因此,如何从常见的 HPV 感染者中甄别出宫颈病变高危人群成为临床研究的热点。为提升宫颈

* 基金项目:2024 年成都市医学科研课题(2024553)。

作者简介:魏婷婷,女,副主任技师,主要从事微生物检验研究。

疾病的诊断率,及早识别宫颈疾病的高危人群,本研究回顾性分析了成都市锦江区妇幼保健院 136 例宫颈病变患者 HPV 分型检测和病理活检结果,旨在探究 HPV 分型检测在宫颈病变中的临床价值。

1 资料与方法

1.1 一般资料 选择 2023 年 4 月至 2025 年 4 月本院收治的 136 例宫颈病变患者作为研究对象,年龄 17~70 岁,其中 17~25 岁 38 例,>25~45 岁 37 例,>45~55 岁 35 例,55 岁以上 26 例,平均年龄(40.3±15.88)岁;已婚 97 例,未婚 39 例;有生育史 92 例,无生育史 44 例。根据患者病理检查结果,将初步诊断为慢性子宫颈炎 的 79 例患者,为子宫颈炎组,初步诊断为轻度不典型增生(CIN I 型)的 28 例患者,为低级别组;初步诊断为中度不典型增生(CIN II 型)的 15 例患者和重度不典型增生(CIN III 型)的 8 例患者,为高级别组;初步诊断为原位癌的 6 例患者,为宫颈鳞癌组。研究对象的纳入标准为:患者依从性良好,无精神疾病史和意识障碍,有正常的性生活经历,检查前 30 天内未使用阴道药物。排除标准:检查前 90 天内接受过宫颈病变治疗的,合并其他恶性肿瘤、急性生殖道炎症,或有肾、肝、心等重要脏器疾病的患者。所有参与者及家属签署知情同意书,本研究经本院伦理委员会批准(编号:JJFY-LLSP-2024003)。

1.2 方法

1.2.1 HPV 分型检测及判读标准 检测样品由本院妇科医生使用经生理盐水润滑后的无菌窥阴器,缓慢放入女性阴道内,充分暴露宫颈后,轻轻擦拭宫颈口黏液,用样本刷在宫颈口或宫颈外口旋转 3 圈,停留 15 s 后,取出样本刷放入小管中,及时送检。采用荧光定量 PCR,在 SLAN-96P 荧光 PCR 仪(上海宏石科技公司)上进行 HPV 分型检测,HPV 核酸分型检测试剂盒购自江苏硕世生物。该方法可同时鉴别出 17 种高危型 HPV(包括 16、18、26、31、45、52 和 53 等)和 4 种低危型 HPV(包括 6、11 和 81 等)的分型。结果判读:任何一种 HPV 分型阳性,检测结果即为 HPV 感染阳性;如有 2 种及以上 HPV 分型同时阳性,即为多重感染;否则为 HPV 感染阴性。

1.2.2 阴道镜下宫颈组织学检查及判读标准 所有对象均应在月经结束后 7 d 行常规阴道镜检查。由本院妇科医生操作,充分暴露子宫颈后,先用 4.0% 醋酸溶液涂抹整个子宫颈,再用碘液涂抹,仔细观察宫颈部的可疑病变位置,包括点表面构型、边界形态、状血管、碘不着色等异常情况。若阴道镜下无异常,则在移行带的 3、6、9、12 点处进行常规取材;若存在病变,则在最严重处多点取材,包含宫颈组织和宫颈管黏膜组织,取样需注意,应取包含宫颈上皮基底层。取得组织后用福尔马林固定并及时送检。结果判读:根据子宫颈组织学诊断标准^[4]得出病理学诊断结果,可能的病理诊断包括:正常或慢性炎症改变、CIN I 型、CIN II 型、CIN III 型、鳞状细胞癌(SCC)。

1.2.3 观察指标 所有研究对象 HPV 分型检测和阴道镜下子宫颈组织学检查结果,以及检出率、HPV 阳性检出率、HPV 阳性病例感染频次、HPV 阳性高危型感染检出率、灵敏度等。

1.3 统计学处理 采用 Minitab 23 统计软件进行数据分析。计数资料采用例数或百分率表示,组间比较行 χ^2 检验,采用受试者工作特征(ROC)曲线分析 HPV 分型检测对宫颈病变诊断的效能。以 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 HPV 各分型检出情况分析 136 例宫颈病变患者中,检出 86 例(63.24%) HPV 感染阳性,其中 69 例(50.74%) 高危型 HPV 感染阳性和 17 例(12.50%) 低危型 HPV 感染阳性。在 69 例高危型 HPV 感染阳性中有 57 例(41.91%) 为单一感染,12 例为多重感染(8.82%) 患者,高危型 HPV 感染阳性占比前 4 位依次是 HPV52(16.35%)、HPV16(12.50%)、HPV58(11.54%) 和 HPV53(9.62%),未检出高危型 HPV35 和 HPV45 感染的阳性患者。见表 1。

2.2 不同年龄段患者 HPV 阳性检出率及 HPV 阳性病例感染频次比较 17~25 岁、>25~45 岁、>45~55 岁、55 岁以上患者 HPV 分型检出阳性率差异无统计学意义($P > 0.05$)。对不同年龄段 HPV 阳性病例感染频次分析发现,17~25 岁和 >25~45 岁患者的 HPV 高危型感染频次高于 HPV 低危型感染频次,差异有统计学意义($P < 0.01$),而 >45~55 岁和 55 岁以上年龄段患者的高危型感染频次与低危型感染频次比较,差异无统计学意义($P > 0.05$)。见表 2。

2.3 不同宫颈病变患者 HPV 阳性检出率及 HPV 阳性高危型感染检出率比较 对不同宫颈病变组 HPV 阳性检出情况结果比较发现,在子宫颈炎组、低级别组、高级别组和宫颈鳞癌组患者的阳性检出率差异有统计学意义($\chi^2 = 25.535, P < 0.001$)。在 HPV 阳性检出患者中发现 HPV 高危型感染相对比较常见,在子宫颈炎组、低级别组、高级别组和宫颈鳞癌组 HPV 阳性患者的高危型感染检出率依次是 58.97%、65.00%、71.43% 和 100.00%,差异有统计学意义($\chi^2 = 10.298, P = 0.016$)。宫颈病变患者 HPV 阳性检出率和高危型感染检出率随宫颈病变级别的递增而依次升高。见表 3。

2.4 HPV 分型检测对宫颈病变的诊断效能 经阴道镜下宫颈组织学检查进一步确诊结果分析发现,86 例 HPV 阳性感染患者中有 55 例被最终确诊为宫颈病变,确诊率达到 63.95%。在 50 例 HPV 阴性感染患者中,仅有 4 例被确诊为宫颈病变,确诊率仅为 8.00%。HPV 阳性感染确诊率显著高于 HPV 阴性感染确诊率,差异有统计学意义($\chi^2 = 44.085, P < 0.001$)。HPV 分型检测对宫颈病变诊断的曲线下面积(AUC)及 95%CI 为 0.894(0.808~0.980),灵敏度

为 93.22%，特异度为 59.74%，准确度为 74.26%，阳性预测值为 63.95%，阴性预测值 92.00%。

表 1 HPV 分型检出情况分析(n)

HPV 分型	子宫颈炎组	低级别组	高级别组	宫颈瘤组	阳性合计	感染阳性率(%)
HPV16(高危型)	6	2	4	1	13	12.50
HPV18(高危型)	/	/	1	/	1	0.96
HPV26(高危型)	1	2	1	/	4	3.85
HPV31(高危型)	/	1	1	/	2	1.92
HPV33(高危型)	1	1	1	/	3	2.88
HPV35(高危型)	/	/	/	/	/	/
HPV39(高危型)	1	1	/	/	2	1.92
HPV45(高危型)	/	/	/	/	/	/
HPV51(高危型)	3	2	2	/	7	6.73
HPV52(高危型)	4	4	6	3	17	16.35
HPV53(高危型)	5	2	2	1	10	9.62
HPV56(高危型)	1	1	1	/	3	2.88
HPV58(高危型)	2	4	5	1	12	11.54
HPV59(高危型)	1	1	1	/	3	2.88
HPV66(高危型)	1	2	2	/	5	4.81
HPV68(高危型)	1	1	1	/	3	2.88
HPV73(高危型)	/	1	1	/	2	1.92
HPV6(低危型)	2	2	1	/	5	4.81
HPV11(低危型)	1	1	1	/	3	2.88
HPV81(低危型)	1	2	5	/	8	7.69
HPV82(低危型)	1	/	/	/	1	0.96

注：/表示未检出。

表 2 不同年龄段患者 HPV 阳性及 HPV 阳性高危型与低危型感染频次比较

年龄段	n	HPV 阳性(n)			HPV 阴性(n)	阳性检出率(%)	χ^2	P
		高危型	低危型	混合型				
17~25 岁	38	21	1	3	13	65.79	21.160	<0.001
>25~45 岁	37	17	1	4	15	59.46	18.182	<0.001
>45~55 岁	35	10	8	5	12	65.71	2.130	0.144
55 岁以上	26	9	7	0	10	61.54	0.250	0.617

表 3 不同宫颈病变患者 HPV 检出情况及 HPV 阳性高危型感染检出率比较

组别	n	HPV 阳性(n)			HPV 阴性(n)	阳性检出率(%)	高危型感染检出率(%)
		高危型	低危型	混合型			
子宫颈炎组	79	23	9	7	40	49.37	58.97
低级别组	28	13	5	2	8	71.43	65.00
高级别组	23	15	3	3	2	91.30	71.43
宫颈瘤组	6	6	0	0	0	100.00	100.00

3 讨 论

子宫颈癌是女性最常见的生殖道恶性肿瘤之一，发病平均年龄在 45 岁左右，且逐渐年轻化。在发展中国家，子宫颈癌发病率仅次于乳腺癌，病死率居首

位。其由渐变到突变、量变到质变的发展过程缓慢，从不典型增生到原位癌平均需要 10~20 年。有研究表明，大多数子宫颈癌病例由宫颈病变持续发展而来^[5]。宫颈病变作为一类在妇科领域极为常见的疾

病,在早期症状与常规妇科病相似,如不规则出血、阴道感染、分泌物异常等症状,患者往往不重视,也不去了解宫颈病变将带来的危害,加之缺乏该病变筛查意识,导致延误诊治,最终发展为宫颈癌,严重威胁女性健康。因此,早期准确诊断宫颈病变,对制订有效治疗策略和改善患者预后至关重要^[6]。

HPV 是一种常见于女性阴道的球形 DNA 病毒,多发于育龄妇女的生殖器官,能够导致皮肤和黏膜的增殖,通常不会引起感染。目前已知其有 130 多种亚型,不同亚型可引起不同的临床表现,低危亚型可导致生殖器和肛门感染,而高危亚型则可能引发宫颈癌、外阴癌和肛门癌等^[7]。目前 HPV 检测的主要方法,包括形态学方法和分子生物学技术。临床常用的检测方法有细胞学法、杂交捕获 DNA 分析法和 PCR 法等,这些方法临床应用方面各有优缺点。细胞形态学诊断 HPV 感染,其检测简便经济,适合大规模普查,但灵敏度较低,假阴性率高。杂交捕获法能同时可检测多种高危型 HPV,操作简便,适合临床广泛应用,但成本较高,可能限制在部分地区的普及。而分子生物学技术如 PCR 法具有高灵敏度和高特异性,在确定 HPV 感染的具体亚型和诊断患者是否存感染及时性方面具有重要的临床意义^[8]。

本研究对 136 例宫颈病变患者中,检出 86 例(63.24%) HPV 感染阳性,其中 69 例(50.74%)为高危型 HPV 感染阳性,17 例(12.50%)为低危型 HPV 感染阳性。HPV 阳性检出率(64.24%)高于 2023 年 CHEN 等^[9]报道的 51.2%,但低于 2025 年 LIU 等^[10]报道的 76.0%。这说明 HPV 亚型分布受地域等因素影响,不同地区 HPV 阳性感染率的差异可能与人口分布、地域性特点、高危型 HPV 感染亚型分布等因素有相关。本研究 69 例高危型 HPV 感染阳性中,有 57 例(41.91%)为单一感染,12 例为多重感染(8.82%)患者,说明本地区高危型 HPV 阳性患者以单一感染为主,究其原因可能是高危型别感染率与区域差异及样本选择的病例不同有关。高危型 HPV 阳性感染占比前 4 位依次是 HPV52、HPV16、HPV58 和 HPV53,未检出高危型 HPV35 和 HPV45 阳性感染的患者,与以往报道略有不同^[11],可能是 HPV 感染的流行病学情况不断变化所致。

近年来,女性因受生育观念和性观念方面的改变因素影响,患宫颈癌的发病率呈上升趋势并趋于年轻化。本研究对 136 例患者不同年龄段患者 HPV 分型检出结果发现,17~25 岁、>25~45 岁、>45~55 岁、55 岁以上患者 HPV 分型检出阳性率依次为 65.79%、59.46%、65.71%和 61.54%,差异无统计学意义($P>0.05$)。但对不同年龄段 HPV 高危型感染频次分析发现,17~25 岁和 >25~45 岁患者的 HPV 高危型感染频次高于 HPV 低危型感染频次,差异有统计学意义($P<0.05$)。这与文献^[12]报道基本一致,提示子宫颈病变的发病在趋于年轻化,17~45 岁

女性是 HPV 高危型感染的高危人群。导致子宫颈病变发病年轻化的原因可能如下:(1)首先,现代女性过早开始性生活,此时生殖器官尚未完全发育,容易受到损伤和感染;(2)女性对性观念的开放态度,出现多个性伴侣情况,增加了女性感染 HPV 的风险;(3)年轻人在开始性生活时缺乏性健康知识,忽视个人卫生;(4)现代社会生活节奏快、压力大,免疫力降低,使女性更容易受到病毒感染^[14]。而 >45~55 岁和 55 岁以上患者高危型感染频次与低危型感染频次,差异无统计学意义($P>0.05$),未见此特征,原因可能是 HPV 疫苗接种目前尚未批准用于 45 岁及以上人群,且本研究研究样本量相对较少,导致结果出现偏倚。但可以推测在这一年龄段的患者中,HPV 阳性感染中高危型感染的频次同样是高于低危型感染。因此,为了尽早实现消除子宫颈癌的目标,建议临床应重视各年龄女性的健康宣教和宫颈病变筛查工作,增加对 17~45 岁女性的 HPV 筛查频次,对于有早性生活史、有多个性伴侣、有免疫缺陷等高危人群,应提前开始进行宫颈病变的筛查,定期进行 HPV 分型检测,并适当缩短筛查间隔。对早期发现疑似症状如不规则阴道出血或分泌物增多者,应及时就医,进行详细的妇科检查和必要的影像学检查,尽早预防和干预。

有研究表明,HPV 高危型的持续感染与宫颈癌及其前病变进展有着密切关系,临床定期开展高危型 HPV 感染检查,有助于医生评估子宫颈癌变前发病的风险^[15]。本研究 HPV 分型检测结果显示,HPV 阳性患者检出中 HPV 高危型感染相对常见,子宫颈炎组、低级别组、高级别组和宫颈癌组 HPV 阳性患者的高危型感染检出率差异有统计学意义($P<0.05$),说明宫颈病变患者的 HPV 阳性检出率和高危型感染检出率,随宫颈病变级别的递增而依次升高,进一步证实了 HPV 分型检测在宫颈病变诊断中的价值^[16]。本研究还发现,86 例 HPV 感染阳性患者在经阴道镜下子宫颈组织学检查确诊下,有 55 例被最终确诊为宫颈病变,确诊率为 63.95%。同时,50 例 HPV 感染阴性的患者中,仅有 4 例被确诊为宫颈病变,确诊率仅为 8.00%。HPV 阳性感染确诊率显著高于 HPV 阴性感染确诊率,为文献^[17]结果基本一致,提示 HPV 阳性感染与宫颈病变有着紧密内在联系。HPV 分型检测对宫颈病变诊断的 AUC 及 95% CI 为 0.894(0.808~0.980),灵敏度为 93.22%,阴性预测值为 92.00%,这表明 HPV 分型检测在宫颈病变诊断中有较高的灵敏度和阴性预测值,能明确患者是否感染 HPV,并能识别出患者感染高危 HPV 类型如 HPV52、HPV16 等。这对于高危型 HPV 感染阳性的患者要转诊阴道镜检查,提供了依据,为临床医生对宫颈病变早期发现、早期诊断、风险评估和及时采取预防治疗措施等方面提供指导^[18]。

综上所述,本地区宫颈病变高危型 HPV 阳性患者以单一感染为主,HPV 分型检测能有效识别 HPV

阳性的宫颈病变患者,提高宫颈癌前病变的检出率,可为后续宫颈病变高危型 HPV 阳性患者转诊阴道镜检查,以及临床筛查工作的开展顺利提供准确可靠的依据。

参考文献

- [1] 侯书宁,程文国,陆红梅,等. 高危型 HPV DNA 和 HPV E6/E7 mRNA 检测对宫颈高级别鳞状上皮内病变的筛查价值[J]. 国际检验医学杂志,2022,43(15):1854-1858.
- [2] ZHOU Y X, MA X H, WANG T T, et al. Analysis of age-specified and genotype distribution of HPV multiple infections in the Chinese population[J]. Sci Rep, 2024, 14(1):2678.
- [3] 杨洋,崔继兰. 宫颈病变诊断和治疗中人乳头瘤病毒检测的应用研究[J]. 贵州医药, 2025, 49(3):448-449.
- [4] 中国妇幼保健研究会子宫颈癌防控研究专业委员会. 子宫颈高级别上皮内病变切除性治疗围手术期 HPV 疫苗应用的中国专家共识(2025 版)[J]. 肿瘤防治研究, 2025, 52(3):177-184.
- [5] 徐奎,杨根荣. 人乳头瘤病毒基因分型检测对宫颈癌前病变的筛查效能研究[J]. 实用医技杂志, 2024, 31(1):19-23.
- [6] 宋汉韬,刘小娟,刘芳,等. HPV DNA 和 HPV E6/E7 mRNA 检测在宫颈病变筛查中的价值[J]. 国际检验医学杂志, 2024, 45(4):467-470.
- [7] PERKINS R B, FUZZELL L N, LAKE P, et al. Incorporating stakeholder feedback in guidelines development for the management of abnormal cervical cancer screening tests[J]. J Low Genit Tract Dis, 2020, 24(2):167-177.
- [8] 柳欢歌,施秀,陈友国,等. HPV 分型与整合检测在子宫颈病变中的诊断价值研究[J]. 实用妇产科杂志, 2023, 39(3):205-209.
- [9] 陈静,金灿灿,周皓鹏,等. 宫颈病变患者 HPV 基因分型检测及其临床意义分析[J]. 中外医学研究, 2024, 22(7):70-74.
- [10] 刘倪. HPV 分型检测对宫颈病变的诊断价值分析[J]. 航空航天医学杂志, 2025, 36(3):267-270.
- [11] 肖静,李莉,邹锋,等. HPV 拓展分型检测在宫颈癌筛查中的临床意义[J]. 中国生育健康杂志, 2023, 34(3):243-247.
- [12] 王雪娟,王兰兰,李德玲,等. 宫颈病变患者中高危型 HPV 检测及其临床价值[J]. 中国卫生标准管理, 2024, 15(8):25-29.
- [13] 董娇娇,朱彦玲,陆晓媛,等. 宫颈病变筛查中 p16/MCM2、HPV 检测的临床价值[J]. 中国计划生育学杂志, 2024, 32(10):2411-2414.
- [14] 李秋平,揭雅萍,刘云. 人乳头状瘤病毒基因分型检测在宫颈病变中的应用价值[J]. 实用医技杂志, 2024, 31(6):435-438.
- [15] 所平. 宫颈 HPV 检测在宫颈癌前病变筛选中的作用[J]. 中外女性健康研究, 2024(2):58-60.
- [16] 李秋平,揭雅萍,刘云. 人乳头状瘤病毒基因分型检测在宫颈病变中的应用价值[J]. 实用医技杂志, 2024, 31(6):435-438.
- [17] 黑江荣,解雁飞,张利平. 人乳头瘤状病毒检测与分型在宫颈癌筛查及治疗中的意义[J]. 中国肿瘤临床与康复, 2021, 28(11):1326-1329.
- [18] 赵权,孙红春,李萍萍,等. 阴道微生态与 HPV 感染基因分型在子宫颈高危型 HPV 感染中的检测价值[J]. 中国性科学, 2024, 33(8):100-103.
- [13] LI Y, XU L, LI J, et al. Diagnostic and prognostic value of serum soluble B7-H3 in nonsmall cell lung cancer[J]. Anticancer Drugs, 2024, 35(5):426-432.
- [14] AZUMA T, SATO Y, OHNO T, et al. Serum soluble B7-H3 is a prognostic marker for patients with non-muscle-invasive bladder cancer[J]. PLoS One, 2020, 15(12):e0243379.
- [15] GENOVA C, TASSO R, ROSA A, et al. Prognostic role of soluble and extracellular vesicle-associated PD-L1, B7-H3 and B7-H4 in non-small cell lung cancer patients treated with immune checkpoint inhibitors[J]. Cells, 2023, 12(6):832.
- [16] 张静,张伟涛,宁永忠. 非肌层浸润性膀胱癌患者血清 Irisin、sB7-H3、A/G 及与临床病理特征和预后的关系[J]. 国际检验医学杂志, 2023, 44(19):2337-2342, 2348.
- [17] SONG X, LIU J, KUANG F, et al. PDK4 dictates metabolic resistance to ferroptosis by suppressing pyruvate oxidation and fatty acid synthesis[J]. Cell Rep, 2021, 34(8):108767.
- [18] DWYER A R, PEREZ KERKVLIIET C, TRUONG T H, et al. Glucocorticoid receptors drive breast cancer cell migration and metabolic reprogramming via PDK4[J]. Endocrinology, 2023, 164(7):bqad083.
- [19] SI T, HUANG L, LIANG T, et al. Ruangan Lidan decoction inhibits the growth and metastasis of liver cancer by downregulating miR-9-5p and upregulating PDK4[J]. Cancer Biol Ther, 2023, 24(1):2246198.
- [20] LEE E H, CHUNG J W, SUNG E, et al. Anti-metastatic effect of pyruvate dehydrogenase kinase 4 inhibition in bladder cancer via the ERK, SRC, and JNK pathways[J]. Int J Mol Sci, 2022, 23(21):13240.
- [21] WOOLBRIGHT B L, RAJENDRAN G, ABBOTT E, et al. Pyruvate dehydrogenase kinase 4 deficiency increases tumorigenesis in a murine model of bladder cancer[J]. Cancers, 2023, 15(6):1654.

(收稿日期:2025-07-10 修回日期:2025-12-12)

(收稿日期:2025-06-27 修回日期:2025-11-12)

(上接第 726 页)