

• 论 著 •

盆腔 MRI 联合血清 TRIM27、CENPU 对宫颈癌淋巴结转移的预测价值*

石德峰¹, 鲍天萍^{2△}, 王攀¹, 张洁¹, 陈芳³, 张雪梅⁴

保定市第一中心医院: 1. 医学影像二科; 2. 超声二科; 3. 检验二科; 4. 妇科, 河北保定 071000

摘要: **目的** 探究盆腔磁共振成像(MRI)联合血清三结构域蛋白 27(TRIM27)、着丝粒结合蛋白 U(CENPU)对宫颈癌淋巴结转移(LNM)的预测价值。**方法** 选取 2021 年 1 月至 2024 年 6 月于该院行根治性子宫切除术及盆腔淋巴结清扫术的 147 例宫颈癌患者为研究对象,依据术后病理学结果分为 LNM 组($n=44$)及无 LNM 组($n=103$)。采用 1.5 T 核磁共振扫描仪对患者进行 MRI 检查;采用酶联免疫吸附试验检测血清 TRIM27 水平;采用实时荧光定量 PCR(qPCR)检测血清 CENPU mRNA 水平;采用受试者工作特征(ROC)曲线分析血清 TRIM27、CENPU 对 LNM 的预测价值;以术后病理诊断结果为金标准,四格表法分析盆腔 MRI 及血清 TRIM27、CENPU 对 LNM 的预测价值。**结果** LNM 组血清 TRIM27、CENPU mRNA 水平均明显高于无 LNM 组($P<0.05$);血清 TRIM27、CENPU mRNA 水平预测 LNM 的曲线下面积(AUC)分别为 0.836(95%CI:0.766~0.892)、0.822(95%CI:0.751~0.880),截断值分别为 51.58 pg/mL、1.15;盆腔 MRI 联合血清 TRIM27、CENPU 预测 LNM 与术后病理诊断结果的一致性较高(Kappa=0.721, $P<0.001$);盆腔 MRI 联合血清 TRIM27、CENPU 预测宫颈癌患者 LNM 的灵敏度、特异度、阳性预测率、阴性预测率及准确率分别为 81.82%、94.17%、85.71%、92.38%、90.48%,三者联合预测的特异度高于三者单项预测($P<0.05$),阳性预测率及准确率高于血清 TRIM27、CENPU 单项预测($P<0.05$)。**结论** 宫颈癌 LNM 患者血清 TRIM27、CENPU 水平均显著升高,其对患者发生 LNM 有一定的预测价值,盆腔 MRI 联合血清 TRIM27、CENPU 能够明显提高对宫颈癌患者 LNM 的预测效能。

关键词: 宫颈癌; 淋巴结转移; 磁共振成像; 三结构域蛋白 27; 着丝粒结合蛋白 U

DOI: 10.3969/j.issn.1673-4130.2026.02.013

中图法分类号: R737.3

文章编号: 1673-4130(2026)02-0196-05

文献标志码: A

Predictive value of pelvic MRI combined with serum TRIM27 and CENPU for lymph node metastasis in cervical cancer*

SHI Defeng¹, BAO Tianping^{2△}, WANG Pan¹, ZHANG Jie¹, CHEN Fang³, ZHANG Xuemei⁴

1. Second Department of Medical Imaging; 2. Second Department of Ultrasound;

3. Second Department of Clinical Laboratory; 4. Department of Gynecology,

Baoding First Central Hospital, Baoding, Hebei 071000, China

Abstract: **Objective** To investigate the predictive value of pelvic magnetic resonance imaging (MRI) combined with serum tripartite motif-containing 27 (TRIM27) and centromere protein U (CENPU) for lymph node metastasis (LNM) in cervical cancer. **Methods** From January 2021 to June 2024, a total of 147 cervical cancer patients who underwent radical hysterectomy and pelvic lymph node dissection in the hospital were regarded as research objects. According to postoperative pathological results, they were separated into the LNM group ($n=44$) and the non LNM group ($n=103$). A 1.5 T MRI scanner was used to perform MRI examinations on patients. Enzyme linked immunosorbent assay was used to detect serum TRIM27 level. Real-time quantitative PCR (qPCR) was used to detect serum CENPU mRNA level. Receiver operating characteristic (ROC) curve was used to analyze the predictive value of serum TRIM27 and CENPU for LNM. Using postoperative pathological diagnosis results as the gold standard, the four grid table method was used to analyze the predictive value of pelvic MRI and serum TRIM27 and CENPU for LNM. **Results** The serum TRIM27 and CENPU mRNA levels in the LNM group were greatly higher than those in the non LNM group ($P<0.05$).

* 基金项目: 保定市科技计划(2441ZF232)。

作者简介: 石德峰, 男, 副主任医师, 主要从事恶性肿瘤 CT 及 MRI 方向的研究。△ 通信作者, E-mail: icebluess@163.com。

The area under the curve (AUC) of serum TRIM27 and CENPU mRNA levels in predicting LNM was 0.836 (95%CI: 0.766–0.892) and 0.822 (95%CI: 0.751–0.880), respectively, with cut off values of 51.58 pg/mL and 1.15, respectively. The consistency between pelvic MRI combined with serum TRIM27 and CENPU in predicting lymph node metastasis and postoperative pathological diagnosis was high (Kappa value = 0.721, $P < 0.001$). The sensitivity, the specificity, the positive predictive rate, the negative predictive rate, and the accuracy of pelvic MRI combined with serum TRIM27 and CENPU in predicting LNM in cervical cancer patients were 81.82%, 94.17%, 85.71%, 92.38%, and 90.48%, respectively. The specificity of the combined prediction of the three was higher than those of the individual prediction of the three ($P < 0.05$), and the positive prediction rate and accuracy were higher than those of the individual prediction of serum TRIM27 and CENPU alone ($P < 0.05$). **Conclusion** Serum TRIM27 and CENPU are greatly elevated in LNM patients with cervical cancer. They have certain predictive value for the occurrence of LNM in patients. Pelvic MRI combined with serum TRIM27 and CENPU can greatly improve the predictive efficacy for LNM in cervical cancer patients.

Key words: cervical cancer; lymph node metastasis; magnetic resonance imaging; tripartite motif-containing 27; centromere protein U

宫颈癌是女性常见的生殖道恶性肿瘤,有研究显示宫颈癌患者的疾病进展与其盆腔淋巴结状态密切相关^[1]。手术摘除子宫并进行盆腔淋巴结清扫是目前治疗宫颈癌的首选方案,但对于未出现淋巴结转移(LNM)的患者,过度的淋巴结清扫会增加其手术风险和术后并发症的发生率^[2]。因此,能在术前准确判断宫颈癌患者的淋巴结状态对于指导手术方案制订有重要价值。磁共振成像(MRI)是近年来兴起的医学成像技术,其可提供受测物质准确的形态学和结构学信息,被广泛用于多种癌症诊断、分期及疗效评估^[3]。MRI检查被证实有助于评估癌症患者的淋巴结状态,但仅通过形态及结构的改变诊断LNM的发生还存在一定的局限性^[4],因此与其他血清学指标的联合检测可能提高诊断术前淋巴结状态的准确率。三结构域蛋白27(TRIM27)是由人6号染色体trim27基因编码的蛋白质,在肺癌、乳腺癌、卵巢癌等多种疾病中表达异常,且其水平变化与患者的临床病理特征及预后结局密切相关^[5]。着丝粒结合蛋白U(CENPU)是CENP家族重要成员,有研究结果显示,其可作为促癌基因参与肿瘤细胞的生长和转移^[6]。鉴于此,本研究旨在分析MRI检查、血清TRIM27、CENPU水平对宫颈癌患者发生LNM的预测价值,以期为指导宫颈癌手术方案的制订提供参考。

1 资料与方法

1.1 一般资料 选取2021年1月至2024年6月因宫颈癌于本院行根治性子官切除术及盆腔淋巴结清扫术的147例患者为研究对象。患者年龄36~67岁,平均(51.04±6.32)岁;鳞癌126例,腺癌21例;国际妇产科联盟(FIGO)分期I期51例,II期96例。所有患者均以术后病理学诊断结果作为评价LNM的金标准,103例患者被纳入无LNM组,44例患者被纳

入LNM组。纳入标准:(1)经影像学及病理学诊断证实为宫颈癌;(2)LNM经术后病理学诊断确认;(3)术前两周内行MRI检查。排除标准:(1)入组前已接受过放、化疗及其他相关药物治疗者;(2)合并其他部位恶性肿瘤或严重疾病者;(3)MRI检查禁忌者;(4)MRI检查图像质量不佳者。本研究纳入者自愿入组并签署知情同意书。本研究经本院医学伦理委员会审批通过(快[2024]225号)。

1.2 方法

1.2.1 MRI检查 于患者术前两周内,采用1.5 T核磁共振扫描仪(购于飞利浦医疗有限公司,型号:Multiva)扫描患者整个盆腔,参数:层厚4 mm,层距1 mm,矩阵256×256,FOV 220 mm×180 mm。检查结束后由两名及以上经验丰富的医师独立读取患者的MRI图像并作出诊断,诊断存在分歧时增加第3名医师阅片或经过协商后得出最终结论。

1.2.2 血清TRIM27、CENPU水平检测 于患者入组后且未接受相关治疗前,收集静脉血3 mL,离心收集上清液后分装至无菌EP管内,于-80℃冰箱内保存,待检。酶联免疫吸附试验检测患者血清TRIM27水平,按照TRIM27试剂盒(上海泽叶生物科技有限公司,货号:abx383927)说明书提示配制标准品溶液并处理待测样本,测定吸光度(A)_{450 nm}并绘制回归曲线,依据回归曲线计算样本TRIM27水平。

实时荧光定量PCR(qPCR)检测血清CENPU mRNA水平,取出待测样本,室温平衡后使用TRIzol试剂(Thermo Fisher Scientific)提取总RNA并验证其浓度及纯度,检验合格后使用cDNA合成试剂盒(Thermo Fisher Scientific)进行逆转录。使用LightCycler 480 SYBR Green I试剂盒和LightCycler 480 II仪器对CENPU mRNA水平进行定量,以 β -actin

作为内参。引物序列见表 1。样本中 CENPU mRNA 相对表达水平采用 $2^{-\Delta\Delta Ct}$ 法计算。

表 1 引物序列

| 名称 | 上游引物(5'-3') | 下游引物(5'-3') |
|----------------|-----------------------|-------------------------|
| CENPU mRNA | AAGGTGAAGGTCGGAGTCAAC | GGGGTCATTGATGGCAACAATA |
| β -actin | GCAGAAGTGCGAAGAGGAGG | GCTTGATGGAGTTGTTCGGTGTA |

1.3 统计学处理 采用 SPSS27.0 软件进行数据统计分析。计量资料符合正态分布,以 $\bar{x} \pm s$ 表示,组间比较行 t 检验;计数资料以频数表示;采用受试者工作特征(ROC)曲线评估血清 TRIM27、CENPU 对 LNM 的预测价值,曲线下面积(AUC)采用 Delong 检测;四格表法分析盆腔 MRI 及血清 TRIM27、CENPU 对 LNM 的预测价值,与病理诊断结果的一致性行 Kappa 检验。 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结 果

2.1 LNM 组与无 LNM 组血清 TRIM27、CENPU 水平比较 LNM 组血清 TRIM27、CENPU mRNA 水平均明显高于无 LNM 组($P < 0.05$)。见表 2。

2.2 血清 TRIM27、CENPU 对 LNM 的预测价值分

析 绘制血清 TRIM27、CENPU 预测宫颈癌患者 LNM 的 ROC 曲线,结果显示,血清 TRIM27、CENPU mRNA 水平预测 LNM 的 AUC 分别为 0.836 (95%CI: 0.766~0.892)、0.822 (95%CI: 0.751~0.880),截断值分别为 51.58 pg/mL、1.15。见表 3。

表 2 LNM 组与无 LNM 组血清 TRIM27、CENPU 水平比较($\bar{x} \pm s$)

| 组别 | n | TRIM27(pg/mL) | CENPU mRNA |
|---------|-----|------------------|-----------------|
| 无 LNM 组 | 103 | 46.31 \pm 8.47 | 1.02 \pm 0.14 |
| LNM 组 | 44 | 55.94 \pm 9.01 | 1.31 \pm 0.33 |
| t | | 6.193 | 7.501 |
| P | | <0.001 | <0.001 |

表 3 血清 TRIM27、CENPU 预测 LNM 的价值分析

| 指标 | AUC | 截断值 | 95%CI | 灵敏度(%) | 特异度(%) | 约登指数 |
|--------|-------|-------------|-------------|--------|--------|-------|
| TRIM27 | 0.836 | 51.58 pg/mL | 0.766~0.892 | 86.36 | 72.82 | 0.592 |
| CENPU | 0.822 | 1.15 | 0.751~0.880 | 81.82 | 73.79 | 0.556 |

2.3 盆腔 MRI 及血清 TRIM27、CENPU 对 LNM 的诊断结果分析 血清 TRIM27 及 CENPU mRNA 诊断结果与术后病理诊断结果均具有中度一致性(Kappa=0.518、0.495, P 均<0.001)。盆腔 MRI 及其联合血清 TRIM27、CENPU 诊断 LNM 的结果与术后病理诊断结果的一致性均较高(Kappa=0.682、0.721, $P < 0.001$)。见表 4。

2.4 盆腔 MRI 联合血清 TRIM27、CENPU 对 LNM 的预测效能分析 盆腔 MRI 联合血清 TRIM27、CENPU 预测宫颈癌患者 LNM 的灵敏度及特异度分别为 81.82%、94.17%,其阳性预测率为 85.71%,阴性预测率为 92.38%,准确率为 90.48%。三者联合预测特异度高于三者单独预测($P < 0.05$),阳性预测率及准确率高于血清 TRIM27、CENPU 单独预测($P < 0.05$)。见表 5。

表 4 盆腔 MRI 及血清 TRIM27、CENPU 对 LNM 的诊断结果分析(n)

| 诊断方式 | 病理诊断 | | 合计 |
|---------------|--------|--------|-----|
| | LNM(+) | LNM(-) | |
| MRI | | | |
| LNM(+) | 39 | 16 | 55 |
| LNM(-) | 5 | 87 | 92 |
| TRIM27 | | | |
| LNM(+) | 38 | 28 | 66 |
| LNM(-) | 6 | 75 | 81 |
| CENPU | | | |
| LNM(+) | 36 | 27 | 63 |
| LNM(-) | 8 | 76 | 84 |
| 三者联合 | | | |
| LNM(+) | 36 | 6 | 43 |
| LNM(-) | 8 | 97 | 104 |
| 合计 | 44 | 103 | 147 |

表 5 盆腔 MRI 联合血清 TRIM27、CENPU 对 LNM 的预测效能分析[% (n/n)]

| 项目 | 灵敏度 | 特异度 | 阳性预测率 | 阴性预测率 | 准确率 |
|--------|--------------|----------------------------|---------------------------|---------------|-----------------------------|
| MRI | 88.64(39/44) | 84.47(87/103) ^a | 70.91(39/55) | 94.57(87/92) | 85.71(126/147) |
| TRIM27 | 86.36(38/44) | 72.82(75/103) ^a | 57.58(38/66) ^a | 92.59(75/81) | 76.87(113/147) ^a |
| CENPU | 81.82(36/44) | 73.79(76/103) ^a | 57.14(36/63) ^a | 90.48(76/84) | 76.19(112/147) ^a |
| 三者联合 | 81.82(36/44) | 94.17(97/103) | 85.71(36/42) | 92.38(97/105) | 90.48(133/147) |

注:与三者联合比较,^a $P < 0.05$ 。

3 讨 论

宫颈癌是女性第四大常见恶性肿瘤,对全球女性的健康造成极大的威胁^[7]。LNM 被认为是影响宫颈癌患者治疗效果及预后的重要原因,有研究显示,非 LNM 的宫颈癌患者术后 3 年生存率为 94%,LNM 患者术后 3 年生存率仅为 64%^[8],因此,淋巴结清扫术对于延长存在 LNM 的宫颈癌患者的生存期极为重要。但早期宫颈癌患者中 LNM 的发生率较低,过度的淋巴结清扫会延长手术时间,增加其手术风险及术后不良反应的发生率。目前 LNM 的诊断“金标准”为术后病理学诊断,但其作为一种侵入性操作,检查结果具有滞后性且成本较高,在临床中难以广泛推广使用。因此,找出术前无创且可准确评估宫颈癌患者的淋巴结状态的检测手段,指导选择合适的手术方案是目前临床上亟待解决的问题。

MRI 是临床常用的无创影像学检查手段,其具有较好的软组织及密度分辨率,在多种妇科肿瘤的早期诊断、分期及疗效评估中发挥重要作用^[9]。有学者研究报道,MRI 可用于术前诊断乳腺癌患者的腋窝 LNM,其灵敏度为 83%~92%,特异度为 47%~63%^[10]。佟滨等^[11]分析了盆腔 MRI 平扫预测卵巢癌患者盆腔 LNM 的价值,发现其预测特异度为 80.77%,阳性及阴性预测率均高于 70%,在临床上具有较高的应用价值。另有研究发现,LNM 宫颈癌患者与无 LNM 的患者在 MRI 平扫及增强扫描图像上均表现出信号改变等明显的差异,MRI 图像为鉴别 LNM 提供了丰富的信息^[12]。本研究发现,盆腔 MRI 预测 LNM 的结果与患者术后的病理性诊断结果具有较高的一致性,其灵敏度及特异度为 88.64%、84.47%,提示 MRI 可于术前判断宫颈癌患者的淋巴结状态。但对于较小的 LNM(<5 mm)或者早期转移性的 LNM,仅通过常规的 MRI 难以准确将其与正常淋巴结区分开,存在灵敏度、特异度和准确度均较低的局限性^[13]。因此有必要联合其他检测手段以弥补 MRI 技术的不足。

TRIM27 是一种 E3 泛素连接酶,在泛素化过程中起重要作用,其能够通过调节蛋白质的活性及稳定性影响细胞的正常生物学过程,与多种疾病的发生及进展有紧密的联系^[14]。有学者研究发现,TRIM27 能够介导肿瘤抑制因子 PTEN 的泛素化和 PI3K/AKT 信号通路,参与子宫内膜癌细胞的增殖、侵袭和转移,其作为促癌基因参与子宫内膜癌患者病情的恶化^[15]。YU 等^[16]通过动物实验及体外实验得出了类似的结论,在子宫内膜癌及卵巢癌细胞系中,均检测出 TRIM27 蛋白的高表达,其能够通过泛素化作用,降解肿瘤程序性细胞死亡因子 4,促进子宫内膜癌细胞和卵巢癌细胞的迁移和侵袭。另有研究指出,在乳腺

癌的发生及病理性进展中,TRIM27 同样可作为一种自噬负调节因子,通过 STK38L-TRIM27-ULK1 信号轴调控肿瘤细胞的自噬作用,参与肿瘤的发生及转移^[17]。以上研究均提示 TRIM27 能够作为促癌基因参与癌症细胞增殖、侵袭、转移等肿瘤恶性生物学行为。本研究中,发生 LNM 的宫颈癌患者血清中 TRIM27 水平显著高于无 LNM 的患者,提示了 TRIM27 水平升高可能参与了宫颈癌细胞的 LNM 过程。通过 ROC 曲线分析,血清 TRIM27 水平预测 LNM 发生的 AUC 为 0.836,阴性预测率为 92.59%,与患者术后的病理诊断结果的一致性为中度。提示 TRIM27 在一定程度上可以作为宫颈癌 LNM 的生物学诊断标志物,能够在术前辅助诊断 LNM 的发生。

染色体异常是导致细胞发生癌变的重要病理因素,CENPU 是着丝粒蛋白家族的重要成员,在维持细胞分裂过程染色体的准确分离中发挥重要作用^[18]。有研究证明,CENPU 的失调表达与患者癌症的发生发展及预后密切相关^[19]。有研究指出,CENPU 在肝细胞癌中的表达显著升高,细胞表型实验结果显示,CENPU 能够与转录因子 E2F 家族成员相互作用,促进肝癌细胞的增殖、转移,同时明显影响癌细胞的周期进程,加速癌细胞从 G1 期向 S 期的转换^[20]。ZHAO 等^[21]研究了 CENPU 与三阴性乳腺癌的关系,发现 CENPU 可通过调节 COX-2/HIF-1 α /VEGFA 信号通路和有丝分裂周期,在乳腺癌细胞的增殖、分化及血管生成中发挥重要作用。本研究中,宫颈癌 LNM 患者血清 CENPU 水平显著升高,提示了 CENPU 水平变化在宫颈癌 LNM 过程中发挥重要的调节作用。丁佳^[22]的研究结果显示,CENPU 的表达升高会促进患者宫颈上皮内发生病变,同时其能够通过介导 PI3K/AKT 信号通路,促进宫颈癌细胞的增殖、转移、侵袭及上皮间充质转化过程,进一步证实了本研究结论。通过 ROC 曲线发现,血清 CENPU mRNA 水平预测宫颈癌 LNM 的 AUC 为 0.822,截断值为 1.15,其对 LNM 的诊断与术后病理诊断结果具有中度一致性,提示 CENPU 对宫颈癌 LNM 有较高的诊断价值。基于上述结果发现,盆腔 MRI、血清 TRIM27、CENPU 对于宫颈癌 LNM 的预测均具有一定的价值。当三者联合时,其预测结果与术后病理诊断具有更高的一致性,对 LNM 的预测灵敏度、特异度分别为 81.82%、94.17%,阳性及阴性预测率分别为 85.71%、92.38%,准确率为 90.48%。三者联合预测特异度显著高于三者单独预测,阳性预测率及准确率显著高于血清 TRIM27、CENPU 单独预测,具有更高的预测价值。

综上所述,宫颈癌 LNM 患者血清 TRIM27、CENPU 水平显著升高,盆腔 MRI、血清 TRIM27、

CENPU 对于宫颈癌 LNM 均具有较高的预测效能。术前通过盆腔 MRI 与血清 TRIM27、CENPU 水平联合检测评估淋巴结阳性结果更可靠, 准确率更高, 具有较好的临床应用价值。但本研究纳入病例较少, 同时未对 TRIM27 及 CENPU 参与宫颈癌患者 LNM 的具体机制进行分析, 后续将扩大样本量并同步开展体外细胞实验及动物实验, 进一步对本研究结论予以证实。

参考文献

- [1] DENG Y R, CHEN X J, XU C Q, et al. A preoperative nomogram predicting risk of lymph node metastasis for early-stage cervical cancer [J]. *BMC Womens Health*, 2023, 23(1):568.
- [2] WENZEL H H B, OLTHOF E P, BEKKERS R L M, et al. Primary or adjuvant chemoradiotherapy for cervical cancer with intraoperative lymph node metastasis: a review [J]. *Cancer Treat Rev*, 2022, 102:102311.
- [3] ABDUL-LATIF M, CHOWDHURY A, THARMALINGAM H, et al. Exploratory study of using magnetic resonance prognostic imaging markers for radiotherapy in cervix cancer (EMPIRIC): a prospective cohort study protocol [J]. *BMJ Open*, 2024, 14(4):e077390.
- [4] WANG T, LI Y Y, MA N N, et al. A MRI radiomics-based model for prediction of pelvic lymph node metastasis in cervical cancer [J]. *World J Surg Oncol*, 2024, 22(1):55.
- [5] SAKAMOTO T, KUBOKI S, FURUKAWA K, et al. TRIM27-USP7 complex promotes tumour progression via STAT3 activation in human hepatocellular carcinoma [J]. *Liver Int*, 2023, 43(1):194-207.
- [6] LIN C, XIONG J, CHEN Y, et al. Overexpression of CENPU promotes cancer growth and metastasis and is associated with poor survival in patients with nasopharyngeal carcinoma [J]. *Transl Cancer Res*, 2024, 13(6):2812-2824.
- [7] SHAO N. Research progress on human papillomavirus-negative cervical cancer: a review [J]. *Medicine*, 2024, 103(41):e39957.
- [8] HE M, GUO M, ZHOU Q, et al. Efficacy of lymph node dissection on stage III Cr of cervical cancer before CCRT: study protocol for a phase III, randomized controlled clinical trial (CQGOG0103) [J]. *J Gynecol Oncol*, 2023, 34(3):55.
- [9] 王正营, 王忠, 孙国臣, 等. 宫颈癌淋巴结转移患者增强 MRI 成像技术参数与 Hippo-YAP 通路表达相关性分析 [J]. *临床放射学杂志*, 2024, 43(11):1945-1949.
- [10] 王傲, 赵思奇, 张莫云, 等. 术前磁共振成像技术在乳腺癌腋窝淋巴结转移中的研究进展 [J]. *磁共振成像*, 2024, 15(9):183-188.
- [11] 佟滨, 张志南. 比较腹盆腔增强 CT、盆腔 MRI 平扫在正确预测淋巴结状态方面的诊断性能 [J]. *航空航天医学杂志*, 2024, 35(6):652-655.
- [12] 马昕宇, 顾辰洁, 邢燕, 等. MRI 对早期宫颈癌病情诊断及评估的研究进展 [J]. *局解手术学杂志*, 2024, 33(8):660-663.
- [13] CUI Q, SUN L, ZHANG Y, et al. Value of breast MRI omics features and clinical characteristics in Breast Imaging Reporting and Data System (BI-RADS) category 4 breast lesions: an analysis of radiomics-based diagnosis [J]. *Ann Transl Med*, 2021, 9(22):1677.
- [14] YU C, RAO D, WANG T, et al. Emerging roles of TRIM27 in cancer and other human diseases [J]. *Front Cell Dev Biol*, 2022, 10:1004429.
- [15] QIANG P, CHEN Y, SHAO Y, et al. Deciphering the role of SAMHD1 in endometrial cancer progression [J]. *Biol Direct*, 2024, 19(1):89.
- [16] YU H, WAN L, TANG Z, et al. TRIM27 regulates the expression of PDCD4 by the ubiquitin-proteasome pathway in ovarian and endometrial cancer cells [J]. *Oncol Rep*, 2022, 48(1):120.
- [17] YANG Y, ZHU Y, ZHOU S, et al. TRIM27 cooperates with STK38L to inhibit ULK1-mediated autophagy and promote tumorigenesis [J]. *EMBO J*, 2022, 41(14):e109777.
- [18] 吴丽芷, 邹游, 陈始明, 等. 着丝粒蛋白 N 在癌症中的研究进展 [J]. *联勤军事医学*, 2024, 38(5):443-446.
- [19] PAN T, ZHOU D, SHI Z, et al. Centromere protein U (CENPU) enhances angiogenesis in triple-negative breast cancer by inhibiting ubiquitin-proteasomal degradation of COX-2 [J]. *Cancer Lett*, 2020, 482:102-111.
- [20] LIU Y, YAO Y, LIAO B, et al. A positive feedback loop of CENPU/E2F6/E2F1 facilitates proliferation and metastasis via ubiquitination of E2F6 in hepatocellular carcinoma [J]. *Int J Biol Sci*, 2022, 18(10):4071-4087.
- [21] ZHAO S, GENG Y, CAO L, et al. Deciphering the performance of polo-like kinase 1 in triple-negative breast cancer progression according to the centromere protein U-phosphorylation pathway [J]. *Am J Cancer Res*, 2021, 11(5):2142-2158.
- [22] 丁佳. CENPU 通过 PI3K/AKT 信号通路调控宫颈癌细胞增殖、迁移和侵袭的研究 [D]. 张家口: 河北北方学院, 2023.

(收稿日期: 2025-06-20 修回日期: 2025-09-26)