

论 著 · 腹部

MRI压脂T2WI序列结合临床指标的预测模型提高复杂性肛瘘分型诊断准确率*

李 刚¹ 张敏刚² 吴志斌¹
姜文龙¹ 鄂 蓓¹ 苗 雨^{1,*}

1.解放军空军军医大学第一附属医院
放射诊断科(陕西 西安 710032)
2.西安大兴医院设备科(陕西 西安 710016)

【摘要】目的 通过对磁共振压脂T2WI序列中的多项指标与临床指标结合建立预测模型,提高复杂性肛瘘分型诊断的诊断率。方法 回顾性收集83例肛瘘术后患者的术前MRI压脂T2WI序列的指标数据,提取分析以下指标: MRI肛瘘分型、肛瘘最大直径、原发肛瘘位置、肛管走行、是否合并脓肿、肛管开口钟表方向、直肠括约肌萎缩分级、直肠括约肌缺陷、直肠括约肌厚度等,再结合临床指标如年龄、高血压、BMI、性别、入院血糖、入院血压、吸烟饮酒史等建立Logistics回归模型,对数据进行假设检验预处理后,通过对多个因素单独分析再建立统一模型,找到预测概率最准确的搭配指标模型,与金标准对比进行ROC曲线分析。结果 83例患者男性76例,年龄20-63岁,平均年龄39.24±10.49岁。其中MRI肛瘘分型、MRI病变走行、MRI内口数目、MRI合并脓肿、BMI、年龄指标联合模型可以作为肛瘘准确分型的预测指标,与手术中肛瘘分型对比,ROC曲线下面积为0.880,渐进显著性P<0.001,约登指数Yi=1.642,模型预测分型效果良好。结论 MRI肛瘘分型、MRI病变走行、MRI内口数目、MRI合并脓肿、BMI、年龄多项指标相结合的回归模型,可以有效提高肛瘘分型准确率,可以在临床广泛推广。

【关键词】肛管; 磁共振成像; 肛瘘; 压脂技术
【中图分类号】R445.2
【文献标识码】A
【基金项目】陕西省重点研发计划(2023-YBSF-055)
DOI:10.3969/j.issn.1672-5131.2025.10.045

The Prediction Model Based on Fat-suppression T2WI Sequence Combined with Clinical Indicators Can Improve the Diagnostic Accuracy of Complex Anal Fistula*

Li Gang¹, ZHANG Min-gang², WU Zhi-bin¹, JIANG Wen-long¹, E Bei¹, MIAO Yu¹.
1.Department of Radiology, The First Affiliated Hospital of PLA Air Force Medical University, Xi 'an 710032, Shaanxi Province,China
2.Department of Equipment, Xi'an Daxing Hospital, Xi'an 710016, Shaanxi Province, China

ABSTRACT
Objective To establish a prediction model by combining multiple indicators in fat-suppression T2WI sequence with clinical indicators to improve the diagnostic rate of complex anal fistula classification.
Methods The index data of preoperative fat-suppression T2WI MRI sequence of 83 patients after anal fistula surgery were retrospectively collected, and the following indexes were extracted and analyzed: MRI anal fistula classification, maximum diameter of anal fistula, location of primary anal fistula, course of anal canal, whether combined with abscess, direction of anal canal opening clock, grade of rectal sphincter atrophy, defect of rectal sphincter, thickness of rectal sphincter, etc. A Logistics regression model was established by combining clinical indicators such as age, hypertension, BMI, gender, admission blood glucose, admission blood pressure, smoking and drinking history, etc. After hypothesis testing, a unified model was established by analyzing multiple factors separately to find the most accurate matching indicator model with the gold standard, and receiver operating characteristic (ROC) curve analysis was performed. **Results** There were 76 males in 83 patients, aged from 20 to 63 years, with an average age of 39.24±10.49 years. The combined model of MRI anal fistula classification, lesion course on MRI, number of internal opening on MRI, MRI combined with abscess, BMI and age can be used as predictive indicators for accurate classification of anal fistula. Compared with the classification of intraoperative anal fistula, the area under the ROC curve was 0.880, the progressive significance P<0.001, and the Youden index Yi=1.642. The model has a good prediction effect on the classification. **Conclusion** The regression model combining MRI anal fistula classification, MRI lesion course, MRI internal opening number, MRI combined with abscess, BMI, and age can effectively improve the accuracy of anal fistula classification and can be widely used in clinical practice.
Keywords: Anal Canal; Magnetic Resonance Imaging; Fistula; Fat Suppression

肛瘘是我国较为多发、常见的良性直肠肛管病变,但是无法自行治愈,需要进行外科手术治疗^[1]。瘻管通常定义为肛管两个上皮化表之间的异常交通,更具体地说,肛瘘表现为肛管直肠与肛周皮肤之间的异常交通。肛瘘可以发生在任何年龄,美国该病的平均发病年龄为39岁^[2]。约65%的初次肛周脓肿患者会发展为慢性或复发性肛瘘。目前全球肛瘘的发病率没有明确统计,来自欧洲一项多中心的流行病学统计表明,肛瘘发病率估计约为每10万名女性5.5例,每10万名男性12.1例^[3]。而在我国,实际发病率估计会更高,因为大部分患者因为疾病造成的社交尴尬而不愿就医^[4]。

近年来随着影像技术的不断发展,临床中肛瘘术前越来越多的使用MRI进行检查。相比于其他影像学检查手段, MRI拥有软组织分辨率高、无辐射、患者耐受度高等优点,可以提供多模态成像数据,对于瘻管位置、内口数量、走行、脓肿的判断都有很好的效果^[5],而在术前对肛瘘进行准确的分型则是保证手术成功率,尤其是括约肌间型和经括约肌型,这两种类型在临床最为常见。如何正确鉴别分型也是降低术后复发风险的关键^[6]。而压脂T2WI序列对于病变的观察较传统序列更优^[7],本研究针对MRI压脂序列对于肛瘘分型的判断进行分析,建立统一的影像学指标模型,为手术前提供科学准确的分型,从而制定正确的手术术式。

1 资料与方法

1.1 临床资料 收集2019年7月至2023年5月于我院肛肠外科收治的肛瘘确诊患者共94人,其中7人术前MRI图像质量较差无法分析排除,2人为括约肌外型,2人为括约肌上型,这两型患者在我院数量较少且MRI与手术分型一致,不是本次研究主要鉴别诊断的分型目标,故排除。最终纳入83人。

1.2 评价指标 通过压脂T2WI序列图像,收集各项指标。由两名10年影像诊断工作经验的主治医师对所有指标进行评价,如遇到意见不统一时,引入第三位高年资医师进行评价。影像学评价指标与人口学资料与影像学指标详见表1。

1.3 MRI扫描参数设置 所有患者采用同一台西门子Prisma3.0T超导磁共振成像系统进行检查,仰卧于扫描床,头进脚出,无需肠道准备,直肠区无外压物与标记物,患者24小时内未进行过MRI和CT增强扫描。为了保证诊断效能,本研究所有的患者均进行了8组序列扫描,但在本研究主要使用压脂T2WI序列对肛瘘分型指标进行评估,故其他序

【第一作者】李 刚,男,技师,主要研究方向: 磁共振扫描。E-mail: 251915582@qq.com
【通讯作者】苗 雨,男,技师,主要研究方向: 磁共振序列设计与图像后处理。E-mail: 2170019542@qq.com

列参数设置不再赘述(所有序列扫描参数设置见补充材料)。压脂T2WI序列为冠状位与轴位,其中冠状位方向为平行瘘管的斜冠状位。均采用Fat Sat压脂技术,具体参数设置详见表2。

表1 临床资料与影像学指标

资料与指标	数值范围	平均/百分比
人口学资料 ^a		
性别(男/女)	76/7	/
年龄(岁)	20~63	39.24±10.49
BMI(kg/m ²)	17.28~38.20	26.05±3.81
入院血糖(mmol/L)	6.03±2.32	3.630-17.14
每日吸烟(根)	0~30	6.69±9.05
MRI指标 ^b		
内口数目	1~4	1(1,1)
分型(1: 括约肌间型, 2: 经括约肌型)	1~2	1(1,2)
原发瘘管位置c(1: 低位, 2: 高位)	1~2	1(1,2)
合并脓肿(1: 无, 2: 有)	1~2	2(1,2)
手术指标		
分型(1: 括约肌间型, 2: 经括约肌型)	1~2	2(1,2)

注: ^a连续变量使用均数±标准差表示, ^b除性别外的非连续变量使用中位数表示,

^c低位: ≤30%外括约肌高度, 高位: >30%外括约肌高度。

1.4 统计学方法 使用SPSS 28.0统计软件处理所有数据, 本研究的因变量手术指标肛瘘分型, 共有两型, 分别为括约肌间型和经括约肌型。变量参考近年来MRI肛瘘分型相关研究的主要影像学指标(包括分型、内口数目、是否合并脓肿、原发肛瘘位)及人口学资料。在假设检验中, 对MRI分型与手术分型采用Kappa检验其一致性, 对其他符合正态分布的连续性变量应用t或t检验进行对比, 使用均数±标准差来表示。对于分类变量采用方差检验和, 计数资料采用 χ^2 检验, 单因素Logistic回归分析 $P<0.1$ 的变量认为对因变量有影响, 选择其再进行多因素二元logistic回归分析, 计算优势比(odds ratio, OR)和95%置信区间(95% confidence interval, 95%CI), 建立肛瘘分型预测模型, 检验水准 $\alpha=0.05$; ROC曲线下面积(area under the curve, AUC)评价模型预测价值。ROC曲线下面积>0.75认为模型有较好的诊断效能。

2 结 果

2.1 一致性对比 MRI分型与手术分型进行对比, 两者对于括约肌间型和经括约肌型的判断一致性较差, Kappa值为0.559, 详见表3。

2.2 单因素Logistic回归分析 所有的影像学指标与临床指标都进行了单因素分析, 将可能影响复杂性肛瘘准确分型的因素进行分析, 结果表明MRI肛瘘分析、原发肛瘘位置、合并脓肿、性别、因素与分型相关($P<0.05$), 详见表4。

剔除显著性为1的指标后, MRI肛瘘分析、原发肛瘘位置、合并脓肿、性别、BMI、入院血糖、吸烟等七个指标进行模型拟合, 拟合模型与MRI肛瘘分型进行受试者工作特征曲线(ROC)绘制。拟合模型的曲线下面积为0.875, MRI肛瘘分型为0.793。诊断效能高于MRI肛瘘分型, 约登指数0.674, 详见图1, 判断分型举例详见图2~3。

表2 压脂T2WI序列参数设置

方位	TR(ms)	TE(ms)	层厚/层间距(mm)	FOV	矩阵	相位编码	扫描时间
冠状位	3060	95	3/0.6	220	384×268.8	R/L	162秒
轴位	2810	92	3/0	210	320×256	R/L	179秒

表3 MRI分型与手术分型一致性对比

MRI分型	手术分型		总计
	括约肌间型	经括约肌型	
括约肌间型	37	19	56
经括约肌型	0	27	27
总计	37	46	83
Kappa	0.559		

表4 Logistic回归分析及肛瘘手术分型模型

变量指标	B	自由度	显著性	瓦尔德
MRI肛瘘分型	-22.63	1	0.0998	0
原发肛瘘位置	0.248	1	0.0717	0.132
合并脓肿	-1.138	1	0.0127	2.332
内口数目(1个)	19.927	1	1	0
内口数目(2个)	19.78	1	1	0
内口数目(3个)	40.072	1	1	0
性别(男)	-1.696	1	0.0164	1.94
BMI	0.088	1	0.0344	0.895
入院血糖	0.202	1	0.0132	2.264
吸烟(支/天)	-0.008	1	0.0847	0.37

表5 肛瘘分型单因素分析

MRI与临床指标	例数	括约肌间型	经括约肌型	χ^2	P
MRI分型				32.19	<0.0001
MRI括约肌间型	56	37	19		
MRI经括约肌型	27	0	27		
合并脓肿				11.174	0.047
是	38	28	10		
否	45	21	24		
内口数目				2.83	0.419
1个	74	34	40		
2个	7	2	5		
3个	1	0	1		
4个	1	1	0		
原发肛瘘位置				0.218	0.064
低	36	24	12		
高	47	22	25		
性别				0.793	0.453
男	76	35	2		
女	7	41	5		

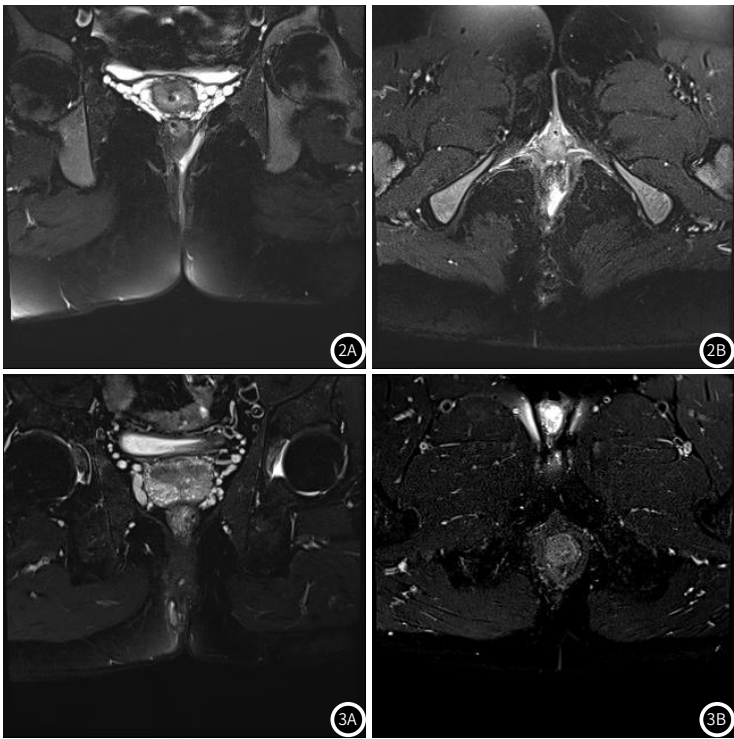
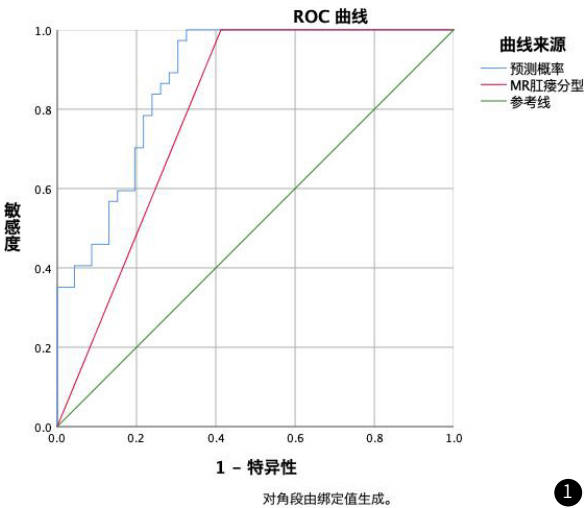


图1 多指标预测概率模型与MRI分组的受试者工作特征分析。
图2A~2B T2WI压脂序列：患者女，41岁，括约肌间型肛瘘，内口位于肛钟5点，距离肛缘约4.2cm。
图3A~3B T2WI压脂序列：患者男，49岁，经括约肌型肛瘘，瘘口位于肛钟6点，距肛缘2.4cm，内口旁瘘管形成，并与肛周皮下间隙脓肿相通。

3 讨论

本研究首次在肛瘘诊断中应用T2WI压脂序列的多个指标结合临床资料对肛瘘分型进行评估。MRI是目前公认的评估肛瘘最佳影像学检查方法，不同MRI扫描序列对肛瘘的诊断价值已被广泛研究，在此前的多项研究中，MRI肛瘘分型的结果非常准确，与手术结果对比Kappa一致性最高达到0.86^[8-9]，但是这些研究要么采用了增强序列，要么只是对简单型肛瘘进行分型。但是在实际临床工作中，肛瘘往往都是复杂型多于简单型，MRI典型的分型情况并不常见，多伴随着合并脓肿、多个瘘口、原发瘘口位置情况复杂等等因素，这些因素都会对MRI分型准确性产生影响^[10]。

T2WI是能最好观察肛周结构的序列，但是瘘管和肛周脂肪都在序列中呈现高信号，导致图像对比度降低，从而限制了瘘管的辨别能力^[11]。而T2WI压脂序列可以将脂肪高信号剔除，从而更好鉴别病变。但是脂肪抑制减少了肌肉和周围组织之间的信号差异，导致肛周结构分辨率较差^[12]。因此尽管能很好显示病变，但是仅仅使用T2WI压脂序列在进行复杂肛瘘分型时可能会漏诊。而扩散序列虽然有很好的敏感度，但是较低分辨率限制了分型诊断的效能。

有研究使用了图像融合技术，将T2WI与扩散序列融合进行肛瘘病变的诊断^[13]，这种改进是由于在使用像素叠加技术生成融合图像时，在原始瘘口信号的基础上增加了更多的信号，但是由于弥散序列本身的限制，融合后的图像观察效能依然以T2WI序列为主，并不能促进瘘管病变范围的清晰描绘。而且图像融合技术对于基层医院的设备要求和技术操作难度较大，而肛瘘病变又常在基层医院进行治疗，因此这项技术的开展在实际临床中具有一定局限性。

在使用增强序列进行肛瘘诊断的研究中^[14]，3D-VIBE序列是一种良好的瘘管检测和评估序列。然而，病变的强化程度会影响

对瘘管勾画及与括约肌关系的评估，尤其是在活动性疾病中，瘘管和括约肌的增强信号会导致两者之间对比度减小，不利于对病变分型^[15]。当然，增强序列是评估肛瘘的重要组成部分，对病变敏感性很高，但是本研究重点观察分型的诊断效能，因此所有患者虽然都进行了包括动态增强在内的多个序列的扫描，但是并不纳入本次分型方面的分析。

本研究有一定局限性，首先是作为回顾性研究，患者图像质量上的不同质化难以避免。其次是缺乏另外一种影像学检查核对手术金标准的准确性。虽然手术是肛瘘分型的金标准，但是仍有错误的可能性^[16]，近年来的类似研究采用了多种影像学结果进行对比^[17]。最后本研究中用于获取临床资料的病例是由不同临床医生书写的，手术也是由不同医生进行的，因此分型准确性一致性无法评估。在今后的研究中，将进行统一的扫描参数和临床评判标准，进行前瞻性的研究以补充本研究的数据。

4 结论

仅仅使用T2WI压脂序列对复杂肛瘘分型无法得到准确的评估，结合了MRI病变走行、MRI内口数目、MRI合并脓肿、BMI、年龄多项指标的模型可以有效提高肛瘘分型准确率，值得在临床推广。

参考文献

[1] 中国医师协会肛肠医师分会临床指南工作委员会. 肛瘘诊治中国专家共识 (2020版) [J]. 中华胃肠外科杂志, 2020, 23 (12): 1123-1130.
[2] Mei Z, Wang Q, Zhang Y, et al. Risk factors for recurrence after anal fistula surgery: a meta-analysis [J]. Int J Surg, 2019, 69: 153-164.
[3] Geldof J, Iqbal N, LeBlanc JF, et al. Classifying perianal fistulising Crohn's disease: an expert consensus to guide decision-making in daily practice and clinical trials [J]. Lancet Gastroenterol

- Hepatol, 2022, 7 (6): 576-584.
- [4] 刘蔚, 王继宁, 张小元, 等. 我国西北地区成人常见肛肠疾病流行病学调查及相关因素分析[J]. 实用预防医学, 2017, (3): 333-337.
- [5] 刘有云, 方靖, 王建辉, 等. 磁共振弥散加权成像测定表观弥散系数数值对肛痿的诊断及其活动性的评估[J]. 中国医学装备, 2021, 18 (12): 86-89.
- [6] 周雪涛, 王振军, 郑毅, 等. LIFT-plug术治疗经括约肌型肛痿的长期疗效与术后肛门功能评价[J]. 中华普通外科杂志, 2022, 37 (12): 947-949.
- [7] 王苏, 王德年, 陈航航, 等. 高位肛痿手术方式选取联合切口管理对患者预后的影响[J]. 罕少疾病杂志, 2021, 28 (05): 84-87.
- [8] 金大永, 陈文平, 李馨, 等. 扩散加权成像联合高分辨率T2WI在肛痿内口显示及痿管分级诊断中的应用[J]. 结直肠肛门外科, 2021, 27 (1): 45-48.
- [9] 孔凡武. MRI多序列扫描对肛痿的诊断价值[J]. 中国实用医刊, 2022, 49 (24): 85-88.
- [10] Ramírez Pedraza N, Pérez Segovia Ah, Garay Mora Ja, et al. Perianal fistula and abscess: an imaging guide for beginners. Radiographics, 2022, 42 (7): E208-E209.
- [11] 栗鸿民, 杜忠卫, 张印斗, 等. 保留灌肠插管MRI增强扫描在高位复杂性肛痿中的诊断价值[J]. 中国医师进修杂志, 2023, 46 (3): 276-280.
- [12] 吴白龙, 屈克蓉, 孙曼莉, 等. 3.0T MRI多序列成像联合痿管重建在肛痿术前评估中的价值[J]. 牡丹江医学院学报, 2022, 43 (5): 67-70.
- [13] Feng ST, Huang M, Dong Z, et al. MRI T2-weighted imaging and fat-suppressed t2-weighted imaging image fusion technology improves image discriminability for the evaluation of anal fistulas[J]. Korean J Radiol, 2019, 20 (3): 429-437.
- [14] Zhao J, Lu F, Wang Q, et al. Comparison of contrast-enhanced fat-suppressed T1-3D-VIBE and T1-TSE MRI in evaluating anal fistula[J]. Abdom Radiol (NY), 2022, 47 (11): 3688-3697.
- [15] Kim Ph, Park Sh, Jin K, et al. Supplementary anal imaging by magnetic resonance enterography in patients with Crohn's disease not suspected of having perianal fistulas[J]. Clin Gastroenterol Hepatol, 2020, 18 (2): 415-423. e4.
- [16] 王苏, 王德年, 吴红杰. 低位直肠瘤腹腔镜保肛手术与传统开腹手术治疗效果比较[J]. 罕少疾病杂志, 2022, 29 (03): 80-81+88.
- [17] 李剑, 李由. 多层螺旋CT、直肠三维超声在肛痿术前诊断中的应用比较[J]. 中国CT和MRI杂志, 2022 (2): 158-160.

(收稿日期: 2024-06-03)
(校对编辑: 翁佳鸿、韩敏求)

(上接第134页)

参考文献

- [1] 李道娟, 师金, 靳晶, 等. 宫颈癌的流行病学趋势[J]. 中华肿瘤杂志, 2021, 43 (9): 912-916.
- [2] 刘辉, 张海金, 陈鉴, 等. MRI常规平扫及增强序列对宫颈癌术前分期及淋巴结转移的评估[J]. 医学影像学杂志, 2024, 34 (12): 131-134.
- [3] 中洪, 郑启元, 徐芳, 等. MRI纹理分析可鉴别宫颈癌高低分化程度[J]. 分子影像学杂志, 2021, 44 (2): 350-354.
- [4] 许华宇, 王春凯. 应用MSCT、MRI检查对浸润性宫颈癌术前分期的临床诊断价值对比研究[J]. 中国CT和MRI杂志, 2021, 19 (12): 127-129.
- [5] 程庆华, 彭晓澜, 林凤珠, 等. 多模态MRI在宫颈癌病理分化程度及组织学分型的价值研究[J]. 放射学实践, 2022, 37 (10): 1268-1272.
- [6] 焦振华, 秦琛琛. 多模态影像学技术在宫颈癌分期及病理分化程度评估中的应用[J]. 中国基层医药, 2024, 31 (12): 1784-1788.
- [7] 中国优生科学协会阴道镜和宫颈病理学分会, 中华医学会妇科肿瘤学分会, 中国抗癌协会宫颈癌专业委员会, 等. 中国子宫颈癌筛查指南(二)[J]. 现代妇产科进展, 2025, 34 (1): 1-9.
- [8] 中华医学会. 临床诊疗指南. 妇产科学分册[M]. 人民卫生出版社, 2007: 46-52.
- [9] Yao Y, Zhu Q, Li X, et al. Global patterns of cervical cancer incidence and mortality: updated statistics and an overview of temporal trends from 2003 to 2017[J]. Medicine Plus, 2025, 2 (2): 100082-100082.
- [10] 刘芳, 罗锦川. 经腹壁超声与MRI对宫颈癌分期的诊断价值分析[J]. 中国CT和MRI杂志, 2020, 18 (8): 125-128.
- [11] 张状, 王倩. 多模态MRI分级影像报告对宫颈癌病情分期及分级的诊断[J]. 中国实验诊断学, 2022, 26 (9): 1281-1284.
- [12] 党俊明, 朱超华, 黄慧娟, 等. 基于MRI影像组学预测宫颈鳞癌中、低分化的临床价值[J]. 中国医疗设备, 2022, 37 (11): 71-75, 84.
- [13] 顾均玉, 林锦仕, 张文, 等. 动态对比DCE-MRI在宫颈癌分期诊断中的应用价值[J]. 中国CT和MRI杂志, 2024, 22 (10): 118-120.
- [14] 林丽君, 吕芳滨, 谢森森. 动态增强磁共振成像联合磁共振弥散加权成像在宫颈癌患者分期诊断中的应用价值[J]. 中国妇幼保健, 2021, 36 (21): 5099-5101.
- [15] 郭强蕊, 张士奇, 毛泽宇, 等. MRI与MSCT检查对浸润性宫颈癌术前分期的临床价值[J]. 医学影像学杂志, 2022, 32 (6): 1069-1072.
- [16] 葛玉蕾, 杨国英, 周明. 术前MRI检查对宫颈癌病理分期及宫旁浸润评估的诊断价值[J]. 现代仪器与医疗, 2021, 27 (6): 55-58.
- [17] 石家源, 蔺莉莉, 闵智乾, 等. 多模态磁共振检查在宫颈癌分期诊断中的应用[J]. 医学影像学杂志, 2020, 30 (5): 784-788.
- [18] 马昕宇, 顾辰洁, 邢燕. 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.
- [19] 宋凯林, 边芳, 刘玉玲, 等. 多模态磁共振成像在评估IB期宫颈癌大小及分期中的应用价值[J]. 暨南大学学报(自然科学与医学版), 2021, 42 (2): 203-209.
- [20] 王飞, 刘宗谕, 陈军, 等. 磁共振在宫颈癌诊断中的应用[J]. 中华医学杂志, 2020, 100 (14): 1081-1083.
- [21] 张状, 王倩. 宫颈癌患者的多模态MRI影像学特征及其诊断病情分期和分级的价值探究[J]. 中国CT和MRI杂志, 2023, 21 (6): 125-127.

(收稿日期: 2025-06-27)
(校对编辑: 韩敏求、翁佳鸿)