

论 著

HR-MRI联合DWI指导
直肠癌PLLNM诊断的
价值*

章明明* 李慧芝 张翔宇
武 宜
山西省中西医结合医院核磁共振室
(山西 太原 030013)

【摘要】目的 探究高分辨率磁共振成像(HR-MRI)联合弥散加权成像(DWI)指导直肠癌盆腔侧方淋巴结转移(PLLNM)诊断的价值。方法 选取2021年3月至2024年3月医院收治的86例直肠癌患者作为研究对象,所有患者均进行HR-MRI检查与DWI扫描,以病理结果为金标准,绘制受试者工作特征(ROC)曲线分析HR-MRI、DWI及联合对于直肠癌PLLNM的诊断价值。结果 经病理学检查,86例直肠癌患者共检出627个淋巴结,其中481个淋巴结经影像学检查后与病理检查一致,故共计纳入481个淋巴结进行分析。481个淋巴结中恶性淋巴结163个,短径为(6.28±1.88)mm,良性淋巴结318个,短径为(2.55±0.74)mm。HR-MRI检查结果显示481个淋巴结中共211个恶性淋巴结,270个良性淋巴结;DWI检查结果显示481个淋巴结中共207个恶性淋巴结,274个良性淋巴结;HR-MRI联合DWI检查结果显示481个淋巴结中共191个恶性淋巴结,290个良性淋巴结;ROC曲线分析结果显示:HR-MRI、DWI诊断直肠癌PLLNM的曲线下面积(AUC)值分别为0.831、0.847,敏感度分别为85.28%、88.96%,特异度分别为77.36%、80.50%,联合后AUC值为0.919,敏感度、特异度分别为95.09%、88.68%,与HR-MRI、DWI单一诊断的ROC曲线比较具有显著性差异(Z=7.194、4.745,P<0.001)。结论 HR-MRI联合DWI在直肠癌PLLNM中诊断效能佳,在直肠癌PLLNM诊断中具有良好的指导意义。

【关键词】直肠癌;淋巴结转移;
高分辨率磁共振成像;弥散加权成像;
诊断
【中图分类号】R322.2+5
【文献标识码】A
【基金项目】山西省卫生健康委科研
课题计划(2019087)
DOI:10.3969/j.issn.1672-5131.2025.08.044

Value of HR-MRI Combined with DWI in the
Diagnosis of PLLNM in Rectal Cancer*

ZHANG Ming-ming*, LI Hui-zhi, ZHANG Xiang-yu, WU Yi.
MRI Room, Shanxi Provincial Integrated TCM and WM Hospital, Taiyuan 030013, Shanxi
Province, China

ABSTRACT
Objective To explore the diagnostic value of high-resolution magnetic resonance imaging (HR-MRI) combined with diffusion-weighted imaging (DWI) for pelvic lateral lymph node metastasis (PLLNM) in rectal cancer. *Methods* A total of 86 patients with rectal cancer admitted to the hospital from March 2021 to March 2024 were selected as the research subjects. All of them underwent HR-MRI examination and DWI scan. Pathological results were used as the gold standard, and the receiver operating characteristic (ROC) curve was plotted to analyze the diagnostic value of HR-MRI, DWI, and their combination for PLLNM in rectal cancer. *Results* Pathological examination found 627 lymph nodes in the 86 patients with rectal cancer. Among them, 481 lymph nodes detected by imaging examination were consistent with pathological results. Therefore, a total of 481 lymph nodes were analyzed. Among the 481 lymph nodes, there were 163 malignant lymph nodes and 318 benign lymph nodes. The short diameters were (6.28±1.88) mm and (2.55±0.74) mm, respectively. HR-MRI examination results showed that there were 211 malignant lymph nodes and 270 benign lymph nodes among the 481 lymph nodes. DWI examination results showed that there were 207 malignant lymph nodes and 274 benign lymph nodes among the 481 lymph nodes. HR-MRI combined with DWI examination results showed that there were 191 malignant lymph nodes and 290 benign lymph nodes among the 481 lymph nodes. ROC curve analysis results showed that the areas under the curve (AUC) of HR-MRI and DWI for diagnosing PLLNM in rectal cancer were 0.831 and 0.847. The sensitivity was 85.28% and 88.96%. The specificity was 77.36% and 80.50%. The AUC, sensitivity and specificity of combination of the two methods were 0.919, 95.09% and 88.68%. There were significant differences as compared with HR-MRI and DWI (Z=7.194, 4.745, P<0.001). *Conclusion* HR-MRI combined with DWI demonstrates good diagnostic efficacy for PLLNM in rectal cancer.
Keywords: Rectal Cancer; Lymph Node Metastasis; High-resolution Magnetic Resonance Imaging; Diffusion-weighted Imaging; Diagnosis

直肠癌为临床常见恶性肿瘤,一项癌症调查报告显示,结直肠癌在全球的发病率为10.0%、死亡率为9.5%,及时诊断与治疗可在极大程度上挽救患者生命,延长生存期^[1]。目前治疗直肠癌的主要方式即手术,通过去除原发病灶以及肿瘤位置回流淋巴结达到治疗目的,在临床上应用价值较高^[2]。但若存在淋巴结清除不彻底的情况将增加患者肿瘤转移及复发风险,对患者生存质量造成严重影响。相关数据调查显示,在中低位直肠癌患者中,存在15%~25%的侧方淋巴结转移患者,而盆腔侧方淋巴结转移(PLLNM)较其他途径更为常见^[3]。目前对于PPLNM的诊断主要包括磁共振成像(MRI)、CT、正电子发射断层成像(PET)等,其中高分辨率MRI(HR-MRI)为指南推荐诊断侧方淋巴结转移的首选方式,与CT相比,其具有多参数、分辨率高、无辐射等优势,但单独使用HR-MRI诊断时敏感度与特异度不佳,因此联合其他方式或可进一步提升敏感度与特异度^[4]。弥散加权成像(DWI)为常规MRI图像的补充,有研究将其与MRI常规序列T2WI联合诊断转移性淋巴结,结果显示两者联合具有良好的诊断效能^[5]。既往多针对常规MRI联合DWI诊断直肠癌淋巴结转移进行分析,而目前关于HR-MRI联合DWI在直肠癌PLLNM诊断中的相关研究较少,基于此,本研究将HR-MRI与DWI联合对直肠癌PLLNM进行诊断并分析其诊断价值,以期直肠癌PPLNM的诊断提供依据。

1 资料与方法

1.1 一般资料 研究对象选择为2021年3月至2024年3月医院收治的直肠癌患者,共86例。86例患者中男51例,女35例;年龄:33~76岁,平均(56.38±10.25)岁;分化程度:高分化11例,中分化57例,低分化18例;肿瘤最大径:19~48mm,平均(33.61±6.94)mm。研究符合《赫尔辛基宣言》相关标准。

纳入标准:符合《中国结直肠癌筛查与早诊早治指南(2020,北京)》^[6]中直肠癌的诊断标准且经临床病理确诊的患者;患者满18岁;无MRI检查禁忌症且术前行HR-MRI检查的患者;入院前未进行相关治疗的患者。排除标准: MRI图像质量不佳的患者;无法耐受手术或具有手术禁忌证的患者;既往有盆腔手术史的患者。

1.2 方法 HR-MRI检查:采用西门子1.5TMR扫描仪,检查前6小时嘱咐患者勿进食,清洗灌肠后取患者仰卧位进行MRI扫描,扫描过程中嘱咐患者勿紧张,保持平稳呼吸。扫描范围为腰椎下缘至肛门,常规序列扫描完毕后切换至DWI序列进行扫描,扫描参数具体见表1。

【第一作者】章明明,男,主治医师,主要研究方向:磁共振诊断。E-mail: 13485381079@163.com
【通讯作者】章明明

表1 扫描参数

序列	层厚(mm)	层距(mm)	重复时间(ms)	回波时间(ms)	矩阵	视野(cm)	b值(s/mm ²)
轴位T2WI	3	0.5	3200	85	192×192	16×16	-
冠状位T2WI	3	0.5	3200	85	224×224	20×20	-
DWI	4	1.0	4600	95	-	25×25	0、800、1500

图像分析：扫描完毕后将图像上传至工作站进行后处理。由2名经验丰富且工作年限超过十年的影像科副主任医师进行阅片，记录淋巴结情况(包括信号、短径、边缘情况等)，结论不一致时由主任医师进行决定。PLNM判定：淋巴结不均匀信号、边缘模糊，直径>3mm，DWI序列呈不均匀高信号。

1.3 统计学方法 数据记录、统计与分析采用SPSS 28.0，计数资料采用频数(%)表示与 χ^2 检验。绘制受试者工作特征(ROC)曲线分析HR-MRI、DWI及联合对直肠癌PLNM的诊断效能，以曲线下面积(AUC)值反映诊断效能。 $P<0.05$ 表示差异具有统计学意义。

2 结 果

2.1 86例直肠癌患者病理结果 经病理学检查，86例直肠癌患者共检出627个淋巴结，其中481个淋巴结经影像学检查后与病理检查一致，故共计纳入481个淋巴结进行分析。481个淋巴结中恶性淋巴结163个，短径为(6.28±1.88)mm，良性淋巴结318个，短径为(2.55±0.74)mm。

2.2 86例直肠癌患者的HR-MRI诊断结果 HR-MRI检查结果显示481个淋巴结中共211个恶性淋巴结，270个良性淋巴结。见表2、图1。

2.3 86例直肠癌患者的DWI诊断结果 DWI检查结果显示481个淋巴结中共207个恶性淋巴结，274个良性淋巴结，见表3、图2。

2.4 86例直肠癌患者HR-MRI联合DWI的诊断结果 HR-MRI联合DWI检查结果显示481个淋巴结中共191个恶性淋巴结，290个良性淋巴结。见表4。

2.5 HR-MRI、DWI及联合诊断直肠癌PLNM的效能分析 ROC曲线分析结果显示：HR-MRI、DWI诊断直肠癌PLNM的AUC值分别为0.831(95%CI: 0.775~0.847)、0.847(95%CI: 0.812~0.878)，敏感度分别为85.28%、88.96%，特异度分别为77.36%、80.50%，联合后AUC值为0.919(95%CI: 0.891~0.942)，敏感度、特异度分别为95.09%、88.68%，联合与HR-MRI、DWI单一诊断的ROC曲线比较具有显著性差异($Z=7.194、4.745, P<0.001$)。见表5、图2。

表2 HR-MRI的诊断结果

HR-MRI	病理诊断		合计
	阳性	阴性	
阳性	139	72	211
阴性	24	246	270
合计	163	318	481

表3 86例直肠癌患者的DWI诊断结果

DWI	病理诊断		合计
	阳性	阴性	
阳性	145	62	207
阴性	18	256	274
合计	163	318	481

表4 86例直肠癌患者HR-MRI联合DWI的诊断结果

联合	病理诊断		合计
	阳性	阴性	
阳性	155	36	191
阴性	8	282	290
合计	163	318	481

表5 HR-MRI、DWI及联合诊断直肠癌PLNM的效能分析

检查方式	AUC	约登指数	敏感度(%)	特异度(%)
HR-MRI	0.813(0.775~0.847)	0.626	85.28	77.36
DWI	0.847(0.812~0.878)	0.695	88.96	80.50
联合	0.919(0.891~0.942)	0.838	95.09	88.68

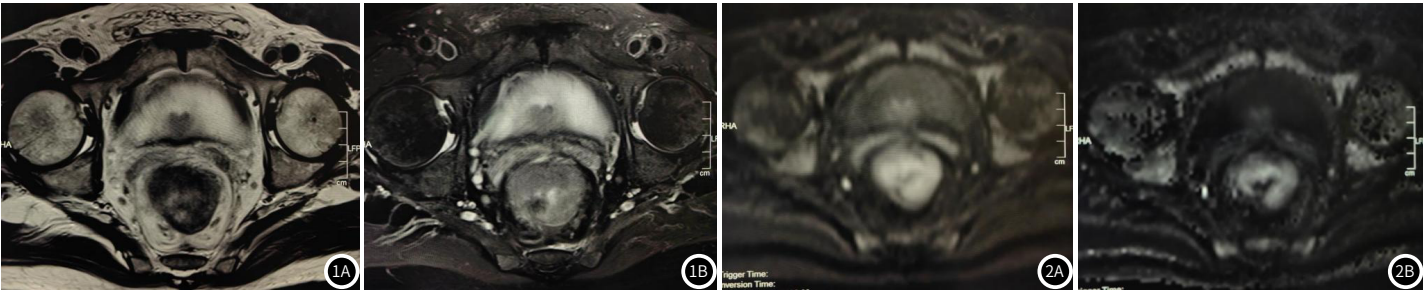


图1A~图1B HR-MRI图像。1A: T2WI横轴位，直肠中段软组织肿块呈等信号，病理证实直肠中分化腺癌，直肠系膜淋巴结转移；1B: T2WI脂肪抑制横轴位，直肠中段软组织肿块呈高信号，直肠系膜淋巴结转移呈高信号。
图2A~图2B DWI图像。2A: b=800，直肠中段软组织肿块明显受限，直肠系膜区淋巴结转移明显受限；2B: b=1500，直肠中段软组织肿块明显受限，直肠系膜区淋巴结转移明显受限。

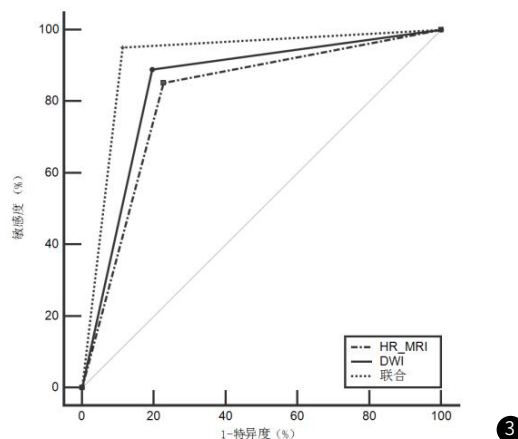


图3 HR-MRI、DWI及联合诊断直肠癌PLLNM的ROC曲线。

3 讨论

直肠癌为全球范围内因恶性肿瘤死亡的三大原因之一，受到生活作息、环境、遗传等因素的影响，直肠癌发病率逐年上升，对人类身体健康以及生命安全造成严重影响^[7]。对于进展期的直肠癌患者来说，其发生PLLNM的概率更高进而导致治疗难度增加。MRI为术前评估患者疾病情况的重要手段，其在评估肿瘤浸润程度方面具有高准确性，HR-MRI在常规MRI的基础上提升了图像清晰度，具有可多方位扫描、薄层、视野清晰等多种优势，但其对于淋巴结的诊断效能未达理想状态^[8]。DWI为MRI功能成像方式的一种，在临床中的应用较为广泛，近期一项研究显示DWI在识别微小转移性淋巴结中具有较好的效能，但单独应用仍存在一定限制^[9]。为更加明确直肠癌患者PLLNM情况，提供有效的术前信息，因此本研究采用HR-MRI与DWI联合的方式对直肠癌PLLNM进行诊断。

本研究共计纳入86例患者，影像学及病理检查一致的淋巴结数为481个，其中病理检查良性及恶性淋巴结分别为163个、318个，良性淋巴结的短径小于恶性淋巴结，有研究结果显示淋巴结大小为MRI诊断转移淋巴结的重要参数，淋巴结短径则可对淋巴结转移情况进行预测且恶性淋巴结短径大于良性淋巴结短径，本研究结果与既往研究结果一致。HR-MRI、DWI及联合诊断的良性淋巴结数为270个、274个、290个，恶性淋巴结数为211个、207个、191个，进一步绘制ROC曲线对于两者及联合的诊断效能进行分析，结果显示：HR-MRI诊断直肠癌PLLNM的AUC值为0.813，敏感度、特异度分别为85.28%、77.36%，表明HR-MRI在诊断PLLNM方面具有较好的效能。大直径淋巴结在常规MRI序列中表现为高信号，采用常规序列则可有效诊断，但对于小直径的转移性淋巴结，常规序列则不能进行准确辨别^[10]。与常规MRI相比，HR-MRI信噪比佳、分辨率高、图像质量好，可对盆腔恶性肿瘤情况进行有效评估，本研究中采用冠状位高分辨率T2WI扫描，其显示在低位直肠癌与邻近组织关系方面具有独特优势，因此采用HR-MRI进行诊断时效果较好^[11-12]。采用DWI诊断直肠癌PLLNM时，其AUC值较HR-MRI高，究其原因，淋巴结发生转移后会发一系列变化，包括细胞外自由水减少、细胞密度增加等，上述变化对水分子弥散情况造成影响^[13]。DWI为微观视角下观察水分子运动的唯一成像方法，可对人体组织水分子扩散情况进行直接反映，对细胞膜结构完整性、组织细胞密度等进行间接反映，因此采用DWI对淋巴结转移进行诊断时，淋巴结在DWI序列上呈现高信号，更易被探测与辨别，弥补了常规MRI序列诊断直肠癌的不足(仅从形态学角度)，提供了完整的病理变化及细胞信息，因此诊断效能更高^[14-15]。另外HR-MRI的诊断效能不如DWI也可能与PLLNM位置相关。但两者的AUC值均大于0.8，表明两种方式对于直肠癌PLLNM均具有较好的诊断效能。但有研究称部分良性及恶性病变在DWI图像上的信号存在重叠，易导致漏诊及误诊情况，另外由于DWI图像分辨率较低，与HR-MRI联合进行诊断可进一步提升准确性^[16-17]。本研究进一步将两种方式联合，结

果显示联合后AUC值为0.919，敏感度、特异度均得到一定程度提升，且与单一诊断的ROC曲线比较具有显著差异，表明联合诊断较单一诊断的效能更好。两种方式联合诊断时避免了模棱两可的情况，有效减少了误诊情况，因此诊断效能获显著提升。但由于本研究所用样本量较少导致结果可能存在一定局限性，后续将通过增加直肠癌患者例数的方式对结果做进一步分析。

综上所述，HR-MRI联合DWI在直肠癌患者PLLNM中具有有良好的诊断效能，两者联合可指导临床诊断直肠癌PLLNM，具有良好的临床应用价值。

参考文献

- [1] 金天, 朱应双, 刘成成, 等. 早发性结直肠癌的流行病学特征分析: 基于单中心前瞻性队列研究[J]. 中华胃肠外科杂志, 2024, 27(5): 457-463.
- [2] Nahas SC, Nahas CSR, Bustamante-Lopez LA, et al. Outcomes of surgical treatment for patients with distal rectal cancer: a retrospective review from a single university hospital[J]. Rev Gastroenterol Mex (Engl Ed), 2020, 85(2): 180-189.
- [3] 李华玉, 汤坚强, 张峻岭, 等. 中低位直肠癌侧方淋巴结转移影像学的诊断价值[J]. 中华普通外科杂志, 2022, 37(4): 250-254.
- [4] 中国医师协会内镜医师分会腹腔镜外科专业委员会, 中国医师协会结直肠肿瘤专业委员会腹腔镜专业委员会, 中华医学会外科学分会结直肠外科组, 等. 中国直肠癌侧方淋巴结转移诊疗专家共识(2024版)[J]. 中华胃肠外科杂志, 2024, 27(1): 1-14.
- [5] 姜相森, 阴祖栋, 张新毅, 等. T2WI与DWI在直肠癌淋巴结转移评估中的应用[J]. 山东医药, 2019, 59(23): 70-73.
- [6] 国家癌症中心中国结直肠癌筛查与早诊早治指南制定专家组. 中国结直肠癌筛查与早诊早治指南(2020, 北京)[J]. 中华肿瘤杂志, 2021, 43(1): 16-38.
- [7] Massaras D, Pantiora E, Sotirova E, et al. Neoadjuvant chemoradiotherapy in rectal cancer and anorectal sphincter dysfunction: Review of the literature[J]. J BUON, 2020, 25(1): 35-39.
- [8] 熊健, 郑历明, 余汉城, 等. 3.0T高分辨率MRI诊断直肠癌盆腔侧方淋巴结转移的临床价值[J]. 实用放射学杂志, 2022, 38(1): 60-63.
- [9] 肖奕, 蒋昭娣, 何舒欣, 等. T2WI、DWI及ADC图多序列影像组学模型评估直肠癌淋巴结转移[J]. 中国医学影像技术, 2022, 38(7): 1029-1034.
- [10] 许继姣, 陈龙, 靳恒军, 等. 高分辨率MRI与MDCT在直肠癌直肠系膜淋巴结转移的诊断价值比较[J]. 现代消化及介入诊疗, 2022, 27(7): 910-913.
- [11] 徐启兰, 彭传勇, 吴宗山, 等. 高分辨MRI可精准评估直肠癌术前分期及淋巴结转移[J]. 分子影像学杂志, 2022, 45(2): 261-264.
- [12] 张朝赫, 于韬, 董越, 等. 磁共振成像在进展期直肠癌淋巴结转移以及新辅助治疗后淋巴结再分期中的应用[J]. 现代肿瘤医学, 2021, 29(6): 1067-1070.
- [13] 苏兰芳, 王芳, 李韩建, 等. 磁共振成像中T2加权成像和弥散加权成像序列预测直肠癌患者淋巴结转移风险研究[J]. 中国医学装备, 2023, 20(5): 77-81.
- [14] 董健, 谢宗源, 李坦婕, 等. 磁共振功能成像在进展期直肠癌新辅助放化疗疗效评估中的应用[J]. 中国临床研究, 2020, 33(6): 759-763.
- [15] Li J, Zhou Y, Wang X, et al. Histogram analysis of diffusion-weighted magnetic resonance imaging as a biomarker to predict lymph node metastasis in T3 stage rectal carcinoma[J]. Cancer Manag Res, 2021, 13: 2983-2993.
- [16] Santos FS, Verma N, Watte G, et al. Diffusion-weighted magnetic resonance imaging for differentiating between benign and malignant thoracic lymph nodes: a meta-analysis[J]. Radiol Bras, 2021, 54(4): 225-231.
- [17] 王俊波, 王晋君, 丁建峰, 等. T2WI 3D-SPACE+RS-EPI DWI检查对直肠癌术前肿瘤淋巴结分期诊断准确率的影响[J]. 中国CT和MRI杂志, 2024, 22(6): 142-144.

(收稿日期: 2025-01-06)

(校对编辑: 翁佳鸿、姚丽娜)