

Application of WB-DWI in the Diagnosis of Rectal Cancer and Evaluation of Lymph Node Metastasis*

论 著

LV Pin*, XU Xiao-hu, MIAO Hui, XU Ya-chun.

Department of Imaging, Hai'an People's Hospital Affiliated to Nantong University, Nantong 226600, Jiangsu Province, China

WB-DWI成像技术在直肠癌诊断及淋巴结转移评估中的应用*

吕品* 徐小虎 缪慧

许亚春

南通大学附属海安市人民医院影像科
(江苏 南通 226600)

【摘要】目的 探讨磁共振全身弥散加权(WB-DWI)成像技术在直肠癌诊断及淋巴结转移评估中的应用。

方法 纳入80例2023年6月至2024年2月进入我院治疗的直肠癌患者为研究对象,所有患者在入院后均行WB-DWI检查,统计WB-DWI检出率、直肠癌分期情况,以手术病理检查结果为“金标准”,分析WB-DWI诊断患者直肠癌的准确率、敏感度、特异度,以及WB-DWI分期诊断符合率,以Kappa分析两种检查方法的一致性。观察患者淋巴结转移情况,对比转移组与未转移组的淋巴结直径、表观扩散系数(ADC),绘制受试者工作特征曲线(ROC)分析WB-DWI对直肠癌淋巴结转移的诊断价值。结果 经WB-DWI检查发现,80例患者中,78例检出直肠癌,检出率为97.50%,临床分期为,T1期4例,T2期13例,T3期31例,T4期30例;以手术病理检查结果为标准,检出患者真阳性76例,假阳性2例,假阴性0例,真阴性2例,诊断准确率为97.50%、敏感度为100%、特异度为50.00%;WB-DWI对分期诊断的符合率为91.03%,两种方法检查的Kappa值为0.867,说明两种检查结果具有极好的一致性;78例诊断为淋巴瘤患者中,发生淋巴瘤转移患者24例,未转移患者54例,转移组淋巴结直径长于对照组,ADC值小于对照组,差异均具有统计学意义($P < 0.05$);淋巴结直径与ADC联合诊断的曲线下面积(AUC)为0.913,高于各指标单一诊断面积0.827、0.841($P < 0.05$)。结论 WB-DWI技术在诊断直肠癌及其分期的诊断效能以及符合率较高,且诊断一致性极好,淋巴结直径与ADC联合诊断直肠癌淋巴结转移的价值较高。

【关键词】直肠癌;淋巴结转移;
磁共振;全身弥散加权成像

【中图分类号】R735.3+7

【文献标识码】A

【基金项目】南通市卫生健康委员会
科研课题(MS2022100)

DOI:10.3969/j.issn.1672-5131.2026.03.040

ABSTRACT

Objective To explore the application of whole body diffusion weighted magnetic resonance imaging (WB-DWI) in the diagnosis of rectal cancer and evaluation of lymph node metastasis. **Methods** A total of 80 patients with rectal cancer in the hospital were enrolled as the research objects between June 2023 to February 2024. All underwent WB-DWI examination after admission to statistically analyze detection rate of WB-DWI and staging of rectal cancer. Taking examination results of surgical pathology as the golden standard, accuracy rate, sensitivity and specificity of WB-DWI in the diagnosis of rectal cancer, as well as coincidence rate of staging diagnosis by WB-DWI were analyzed, and the consistency between the two methods was analyzed by Kappa. The lymph node metastasis was observed. The lymph node diameter and apparent diffusion coefficient (ADC) were compared between metastasis group and non-metastasis group. The diagnostic value of WB-DWI in lymph node metastasis of rectal cancer was analyzed by receiver operating characteristic (ROC) curves. **Results** According to WB-DWI examination, there were 78 cases (97.50%) with rectal cancer. In terms of clinical staging, there were 4 cases at stage T1, 13 cases at stage T2, 31 cases at stage T3 and 30 cases cases at stage T4. Taking examination results of surgical pathology as the golden standard, there were 76 cases with true positive, 2 cases with false positive, 0 case with false negative and 2 cases with true negative, and its diagnostic accuracy, sensitivity and specificity were 97.50%, 100% and 50.00%, respectively. The coincidence rate of staging diagnosis by WB-DWI was 91.03%, and Kappa value between the two methods was 0.867, showing excellent consistency. Among the 78 patients with lymphatic cancer, there were 24 metastasis cases and 54 non-metastasis cases. The lymph node diameter in metastasis group was longer than that in control group, while ADC value was lower than that in control group ($P < 0.05$). The area under the curve (AUC) of lymph node diameter combined with ADC was 0.913, greater than that of single index (0.827, 0.841; $P < 0.05$). **Conclusion** WB-DWI has high diagnostic efficiency and coincidence rate in the diagnosis of rectal cancer and its staging, with excellent diagnostic consistency. Lymph node diameter combined with ADC has high diagnostic value in lymph node metastasis of rectal cancer.

Keywords: Rectal Cancer; Lymph Node Metastasis; Magnetic Resonance; Whole Body Diffusion Weighted Imaging

消化系统疾病多具有侵袭性强和易转移特点,直肠癌是消化系统常见的癌症,一般发生在直肠乙状结肠与齿状线交界处之间,且发病在早期无典型特征,因此检查确诊的直肠癌患者多已发展至中晚期,临床症状表现为血便、便秘等^[1]。数据显示,结直肠癌的在恶性肿瘤中的发病率已占全球第三位,死亡率为全球第二位,其中因直肠癌死亡的患者比例达30%以上^[2]。目前临床中以手术切除治疗为主,再辅以放疗进行强化治疗,但患者切除术后仍有较高的复发率,导致预后不良^[3]。因此,寻找有效、便捷的检查方式。磁共振全身弥散加权成像(WB-DWI)技术具有无辐射、定量分析的特点,其可通过检测组织内水分子弥散状态来确定病变程度^[4],临床中将其运用于筛查消化道肿瘤以及骨髓肿瘤的敏感度与特异度较高^[5]。本研究将探讨WB-DWI技术在直肠癌诊断及淋巴结转移评估中的应用价值,报道如下。

1 资料与方法

1.1 一般资料 选取的80例研究对象均为2023年6月至2024年2月进入我院治疗的直肠癌患者,所有患者在入院后均行WB-DWI检查。患者男57例(71.25%),女23例(28.75%);年龄为18~80岁,平均年龄59.64±10.16岁。

纳入标准:(1)确诊患者符合外科对直肠癌^[6]的诊断标准;(2)年龄18~80岁者;(3)行手术治疗,无手术禁忌症者;(4)术前未接受放疗化疗者。排除标准:(1)存在WB-DWI检查禁忌症者;(2)合并其他类型恶性肿瘤者;(3)合并肾、肝等重要脏器严重功能不全者;(4)存在精神障碍者。

1.2 检查方法 使用1.5T核磁共振成像系统(德国西门子)对患者行影像学检查。患者在检查前禁食、禁水至少4h,检查时取仰卧位,双臂紧靠于身体两侧,体线圈放置于患者中下腹部位置,对其进行平面回波成像脉冲序列全身弥散(EPI-DWI)扫描,设置参数为:回波时间500ms,重复时间80ms, b值700s/mm², 矩阵128×256, 成像平面90mm×90mm, 层厚3.0mm, 层距为0.8mm。图像分析由2名放射科医师(WB-MRI诊断经验5年以上)共同完成,并得出诊断以及分期意见。同时,在所获取的图像中选择高

【第一作者】吕品,女,主治医师,主要研究方向:影像科专业方向。E-mail: lp15962762196@163.com

【通讯作者】吕品

信号区，并在肿瘤范围内手动勾画3个圆形感兴趣区域，测量其表观扩散系数(ADC)以及淋巴结直径。当两医师的诊断结果出现争议时，由高年资医师进行核实并确认。

1.3 观察指标 (1)统计WB-DWI检出率、直肠癌分期情况，以手术病理检查结果为金标准，分析WB-DWI诊断患者直肠癌的准确率、敏感度、特异度，以及WB-DWI分期诊断符合率，以Kappa分析两种检查方法的一致性。其中临床分期^[7]主要分为T1~T4期，T表示原发肿瘤，T1为肿瘤侵犯黏膜下组织，T2为肿瘤侵犯固有肌层，T3为肿瘤穿透浆膜下层和固有肌层、T4为肿瘤侵犯腹膜和邻近器官。(2)观察患者淋巴结转移情况，对比转移组与未转移组的淋巴结直径、ADC。

1.4 统计学分析 数据分析使用SPSS 23.0，符合正态分布的计量数据以均值±标准差($\bar{x} \pm s$)表示，比较时行t检验，计数资料以(n, %)表示，比较时行 χ^2 检验，以手术病理为金标准，计算WB-DWI诊断患者直肠癌的准确率、敏感度、特异度以及符合率，准确率=(真阳性+真阴性)/总人数×100%；敏感度=真阳性/(真阳性+假阴性)×100%；特异度=真阴性/(真阴性+假阳性)×100%；符合率=符合人数/总人数×100%。以Kappa分析两种检查方法的一致性，分析值>0.75时认为两种检查方式具有极好的一致性。绘制受试者工作特征曲线(ROC)分析WB-DWI对直肠癌淋巴结转移

的诊断价值。所有结果以 $P < 0.05$ 表示差异具有统计学意义。

2 结果

2.1 WB-DWI直肠癌检出率以及临床分期情况 经WB-DWI检查发现，80例患者中，78例检出直肠癌，检出率为97.50%，临床分期为，T1期4例，T2期13例，T3期31例，T4期30例。

2.2 WB-DWI诊断直肠癌效能 以手术病理检查结果为金标准，检出患者真阳性76例，假阳性2例，假阴性0例，真阴性2例，诊断准确率为97.50%、敏感度为100%、特异度为50.00%。见表1。

2.3 WB-DWI诊断直肠癌分期效能 以手术病理检查结果为金标准，WB-DWI对分期诊断的符合率为91.03%，两种方法检查的Kappa值为0.867，说明两种检查结果具有极好的一致性，见表2。

2.4 淋巴转移组与淋巴未转移组影像征象对比 在78例诊断为淋巴癌患者中，发生淋巴癌转移患者24例，未转移患者54例，转移组淋巴结直径长于对照组，ADC值小于对照组，差异均具有统计学意义($P < 0.05$)，见表3。

2.5 淋巴结直径、ADC对直肠癌淋巴结转移的诊断价值分析 淋巴结直径与ADC联合诊断的曲线下面积(AUC)为0.913，高于各指标单一诊断面积0.827、0.841($P < 0.05$)，见表4。

表1 WB-DWI诊断直肠癌效能

分类	手术病理		合计
	阳性	阴性	
WB-DWI检查	阳性	76	78
	阴性	0	2
	合计	76	80

表2 WB-DWI诊断直肠癌分期效能

WB-DWI检查	手术病理				合计
	T1期	T2期	T3期	T4期	
T1期	3	1	0	0	4
T2期	0	14	1	0	15
T3期	0	1	28	2	31
T4期	0	1	1	26	28
合计	3	17	30	28	78

表3 淋巴转移组与淋巴未转移组淋巴结直径、ADC值对比

组别	n	淋巴结直径(mm)	ADC(mm ² /s)
转移组	24	10.60±0.85	0.82±0.10
未转移组	54	8.29±0.83	0.97±0.11
t值		11.26	5.71
P值		<0.001	<0.001

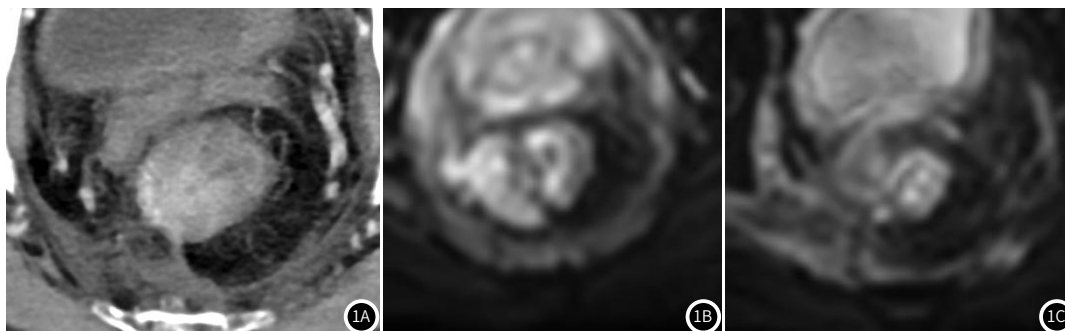
表4 淋巴结直径、ADC对直肠癌淋巴结转移的诊断价值分析

项目	AUC	95%CI	截断值	敏感度(%)	特异度(%)
淋巴结直径	0.827	0.725~0.903	≤8.824	70.84	87.04
ADC	0.841	0.741~0.914	>0.894	83.33	79.63
联合诊断	0.913	0.827~0.965	-	87.50	87.04

2.6 典型案例 见图1~2。

案例一：患者，男，65岁，直肠癌(cT4bN2MO)，因大便习惯改变就诊。图1A示直肠肠壁明显增厚，并不均匀明显强化，与右侧盆壁软组织境界不清。图1B-1C：WB-DWI示直肠肠壁增厚，DWI呈高信号，骶前区及右侧盆壁见不规则DWI高信号。见下图1。

案例二：患者，女，47岁，直肠癌(cTxNxM1)，因大便习惯改变一月余就诊，图2A示直肠肠壁明显增厚，并不均匀明显强化，周围可见多发肿大的淋巴结影。图2A~2C：WB-DWI示直肠肠壁不规则增厚，DWI呈高信号，周围可见多发肿大的淋巴结。见下图2。



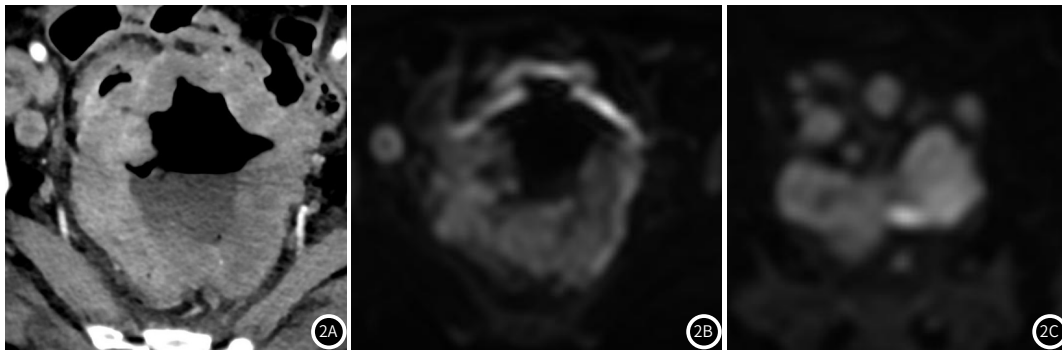


图1A~1C 直肠癌患者WB-DWI影像资料图。图2A~2C 直肠癌淋巴结转移患者WB-DWI影像资料图。

3 讨论

直肠癌在临床中的发病率以及病死率较高,对于不同肿瘤分期的患者来说,其治疗手段与预后效果存在较大区别,因此在肿瘤切除术前对患者的肿瘤分期进行正确识别有利于后续治疗^[8-9]。而直肠癌淋巴结转移也能对患者的手术以及预后起到指导作用,因此,术前不仅要检查患者临床分期还需对淋巴结转移情况进行准确判断。磁共振成像技术能够对病变位置进行定位以及对病灶定性,其在影像学检查中的优势较明显,但传统的磁共振成像检查对微小病灶的变化反映能力不佳,且主要依赖医师对于疾病的认知程度,缺乏对病灶的客观定量数据^[10]。而WB-DWI^[11]通过对组织内微观水分子的自由扩散运动测量其组织细胞流动性甚至细胞膜完整性等信息,对于缺乏细胞完整性的相关部位,细胞内或细胞膜成分大多聚集在细胞密度较高的部位,以阻挡水分子流动。故WB-DWI通过反映细胞水平以区分正常与病变组织,临床医师可以从微环境角度对病变进行详细分析,使微小肿瘤细胞或肉眼无法识别的细胞得到定量分析^[12]。本研究使用WB-DWI检查对直肠癌患者进行诊断发现,80例患者中,78例检出直肠癌,检出率为97.50%,这与李鹏^[13]等人WB-DWI诊断多发性骨髓瘤阳性检出率结果类似,说明WB-DWI对直肠癌以及骨科疾病的检出率均较高。且本研究以手术病理检查结果为金标准,检出患者真阳性76例,假阳性2例,假阴性0例,真阴性2例,诊断准确率为97.50%、敏感度为100%、特异度为50.00%。说明WB-DWI不仅检出直肠癌阳性率高,且诊断准确率以及敏感度均较高。

临床分期是判断直肠癌患者严重程度的标准,本研究使用国际统一的TNM分期标准,将本研究患者的疾病分期分为T1~T4期,T表示原发肿瘤的侵犯范围,从T1~T4期表示侵犯程度逐渐加深,直至T4期侵犯至邻近器官。WB-DWI检查显示,所有患者临床分期为,T1期4例,T2期13例,T3期31例,T4期30例。且以手术病理结果为金标准,WB-DWI对分期诊断的符合率为91.03%,两种方法检查的Kappa值为0.867,说明两种检查结果具有极好的一致性,WB-DWI检查直肠癌临床分期准确率也较高。与本研究类似的研究还有张首宁^[14]等人将DWI辅助DCE-MRI诊断直肠癌分期中发现单独施以DWI检查与手术病理检查结果的符合率仅73.55%,低于本研究结果中的91.03%,分析原因可能为患者的个体差异造成,但其研究得出另一结论为DWI+DCE-MRI对临床分期的诊断符合率高达95.48%,这提示笔者,DWI+DCE-MRI检查的诊断符合率虽较本研究的WB-DWI检查升高了5%左右,但两个检查患者的费用负担较大,在考虑其他客观因素条件下,使用本研究的WB-DWI检查已具有较高的诊断符合率,单一WB-DWI诊断有效性与实用性高。

有研究认为^[15],DWI也属于MRI序列,通过检测活体组织水分子运动情况反映患者微循环灌注情况,同时在诊断过程中也能对患者的淋巴结转移进行反映。ADC值是WB-DWI反映肿瘤组织内水分子扩散情况的指标。而淋巴结直径是淋巴结形态大小的反映。本研究经WB-DWI扫描发现在78例诊断为淋巴瘤患者中,发生淋巴瘤转移患者24例,未转移患者54例,转移组淋巴结直径长于对照组,ADC值小于对照组,且淋巴结直径与ADC联合诊断的曲线下面积(AUC)为0.913,高于各指标单一诊断面积0.827、0.841。提示直肠癌淋巴结转移患者呈现淋巴结直径长、ADC值小

的特点,两指标联合诊断患者淋巴结转移的价值高。WB-DWI使大体形态成像向微观成像转变,从血流动力学以及分子运动水平上评估直肠癌病变情况^[16]。研究认为^[17],当细胞组织内的水分子布朗运动或随机运动增多,其受到的限制就越少,则DWI信号衰减就越强。对于直肠癌淋巴结转移患者来说,其细胞分裂增殖速度较快,细胞的异型性越明显,使得细胞水分子扩散过程受到限制,ADC值限制也降低,从而DWI呈高信号显示。因此淋巴结转移患者与淋巴结未转移患者的ADC值存在差异。

综上所述,WB-DWI诊断直肠癌及其分期的检出率、准确率以及符合率等较高,且与手术病理检查的诊断一致性极好,淋巴结直径与ADC值在直肠癌淋巴结转移与未转移患者中存在差异,两者联合诊断淋巴结转移的价值较高。

参考文献

- [1] Sung H, Ferlay J, Siegel RL, et al. Global cancer statistics 2020: GLOBOCAN estimates of incidence and mortality worldwide for 36 cancers in 185 countries [J]. *CA Cancer J Clin*, 2021, 71 (3): 209-249.
- [2] Siegel RL, Wagle NS, Cercek A, et al. Colorectal cancer statistics, 2023 [J]. *CA Cancer J Clin*, 2023, 73 (3): 233-254.
- [3] 牛海彬, 李丹, 余晓莉, 等. DCE-MRI、DWI联合血清CEA、CA199水平对直肠癌患者淋巴结转移的评估价值分析 [J]. *罕少疾病杂志*, 2025, 32 (11): 122-125.
- [4] Barnes A, Alonzi R, Blackledge M, et al. UK quantitative WB-DWI technical workgroup: consensus meeting recommendations on optimisation, quality control, processing and analysis of quantitative whole-body diffusion-weighted imaging for cancer [J]. *Br J Radiol*, 2018, 91 (1081): 20170577.
- [5] Dresen RC, De Vuysere S, De Keyser F, et al. Whole-body diffusion-weighted MRI for operability assessment in patients with colorectal cancer and peritoneal metastases [J]. *Cancer Imaging*, 2019, 19 (1): 1.
- [6] 国家卫生和计划生育委员会《中国结直肠癌诊疗规范(年版)》专家组. 中国结直肠癌诊疗规范(2017年版) [J]. *中华临床医师杂志(电子版)*, 2018, 12 (1): 3-23.
- [7] 姚云峰. 结直肠癌的TNM分期 [J]. *中国医学前沿杂志(电子版)*, 2011, 03 (6): 8-10.
- [8] 孟成立, 魏牛, 李红敏, 等. PROPELLER DUO DWI序列+常规MRI在直肠癌术前T分期中的应用价值 [J]. *中国CT和MRI杂志*, 2021, 19 (2): 130-132.
- [9] Safatle-Ribeiro AV, Marques CFS, Pires C, et al. Diagnosis of clinical complete response by probe-based confocal laser endomicroscopy (pCLE) after chemoradiation for advanced rectal cancer [J]. *J Gastrointest Surg*, 2021, 25 (2): 357-368.
- [10] Nie K, Shi L, Chen Q, et al. Rectal cancer: assessment of neoadjuvant chemoradiation outcome based on radiomics of multi-parametric MRI [J]. *Clin Cancer Res*, 2016, 22 (21): 5256-5264.
- [11] 许文炳. 弥散加权成像在儿童髓母细胞瘤中鉴别诊断的应用价值 [J]. *罕少疾病杂志*, 2025, 32 (3): 23-24, 30.
- [12] 孙召龙, 孙爱国, 郭影, 等. MRI与DWI在直肠癌术后局部复发中的诊断价值 [J]. *肿瘤影像学*, 2021, 30 (3): 204-208.
- [13] 李鹏, 王国旗. WB-DWI在初诊多发性骨髓瘤诊断及疗效评估中的应用价值 [J]. *中国CT和MRI杂志*, 2021, 19 (3): 148-150, 170.
- [14] 张首宁, 张孝先, 张宏凯, 等. DCE-MRI辅以DWI对直肠癌患者术前分期的诊断价值 [J]. *实用癌症杂志*, 2024, 39 (4): 543-546.
- [15] 邢士军, 王莉, 张永成. 动态对比增强磁共振成像多定量参数评估早期直肠癌局部浸润和淋巴结转移的研究 [J]. *中国医学装备*, 2022, 19 (9): 50-54.
- [16] Wei MZ, Zhao ZH, Wang JY. The diagnostic accuracy of magnetic resonance imaging in restaging of rectal cancer after preoperative chemoradiotherapy: A meta-analysis and systematic review [J]. *J Comput Assist Tomogr*, 2020, 44 (1): 102-110.
- [17] 邱勇刚, 董浩, 汪鑫斌, 等. DCE-MDCT与HR-MRI评估直肠癌肠壁外脉管侵犯的应用价值比较 [J]. *浙江临床医学*, 2021, 23 (3): 403-405.

(收稿日期: 2024-07-23)

(校对: 赵望淇 排版: 张鸿梁)