

论 著

DWI联合动态增强判断
直肠癌肌层侵犯程度的
价值*

郑 欣¹ 陈河林¹ 唐 秋¹
周 慧¹ 文 明^{2,*}

1.重庆市潼南区中医院放射科 (重庆 402660)
2.重庆医科大学附属第一医院放射科
(重庆400016)

【摘要】 目的 探讨利用DWI联合动态增强对判断直肠癌肌层侵犯程度的价值。方法 回顾性分析44例经病理证实的直肠癌患者MR图像，对比直肠癌肿块未发生肌层突破组与发生突破组间ADC值的差异，并计算DWI联合动态增强对诊断肌层突破的准确率。结果 直肠癌肿块肌层未突破组与突破组的ADC值间存在差异($P<0.01$)；当ADC值选择 $1.08\times10^{-3}\text{mm}^2/\text{s}$ 为阈值，对鉴别直肠癌肌层突破其敏感性和特异性分别为82.76%和73.33%；两种成像方法联合T₂WI对直肠癌肌层突破诊断准确率为88.6%，与病理结果的一致性为0.851。结论 DWI联合动态增强对于判断直肠癌肌层侵犯程度有较好的临床价值。

【关键词】 磁共振成像；直肠癌；扩散加权成像；
动态增强
【中图分类号】 R445.2； R735.3+7
【文献标识码】 A
【基金项目】 重庆市潼南区2021年区级实施项目
(TK-2021-18)
DOI:10.3969/j.issn.1672-5131.2024.02.046

The Value of DWI Combined with Dynamic
Contrast Enhancement in Judging the
Degree of Muscular Invasion in Rectal
Cancer*

ZHENG Xin¹, CHEN He-lin¹, TANG Qiu¹, ZHOU Hui¹, WEN Ming^{2,*}.
1.Department of Radiology, Chongqing Tongnan Hospital of Traditional Chinese Medicine,
Chongqing 402660, China
2.Department of Radiology, The First Affiliated Hospital of Chongqing Medical University,
Chongqing 400016, China

ABSTRACT
Objective To explore the value of DWI combined with dynamic enhancement in judging the degree of muscular invasion of rectal cancer. **Methods** The MR images of 44 patients with rectal cancer confirmed by pathology were retrospectively analyzed, and the difference of ADC values between the group without muscular breakthrough and the group with muscular breakthrough was compared, and the accuracy of DWI combined with dynamic enhancement in diagnosing muscular breakthrough was calculated. **Results** There were significant differences in ADC between the non-breakthrough group and the breakthrough group ($P<0.01$); When the ADC value was $1.08\times10^{-3}\text{mm}^2/\text{s}$ as the threshold value, the sensitivity and specificity for differentiating muscular breakthrough of rectal cancer were 82.76% and 73.33%, respectively; The accuracy of combining two imaging methods with T₂WI in diagnosing rectal cancer with muscular breakthrough is 88.6%, and the consistency with pathological results was 0.851. **Conclusion:** DWI combined with dynamic contrast enhancement has a good clinical value in judging the degree of muscular invasion of rectal cancer.
Keywords: Magnetic Resonance Imaging; Rectal Cancer; Diffusion-weighted Imaging; Dynamic Contrast Enhanced

我国直肠癌患者的发病率及死亡率分别位居人体恶性肿瘤的第三位和第二位^[1]，严重影响我国人民的身体健康。直肠癌的治疗T1-2期首选手术治疗，T3期以上的直肠癌则推荐先进行新辅助化疗再进行手术^[2]。T2期及T3期的区分是以直肠癌突破固有肌层为标志；因此判断直肠癌是否突破肌层，对于确定其治疗方案及判断以后具有较高的临床价值。高分辨T₂WI序列因其具有较高的软组织分辨率，临床上常作为直肠癌术前分期的专用序列^[3]。近年来磁共振功能成像发展迅速，T₂WI联合磁共振功能成像来提高直肠癌T分期的准确率是一个发展方向。本研究依据直肠癌是否突破肌层将入组病例分为突破组和未突破组，探讨利用T₂WI序列联合扩散加权成像(diffusion weighted imaging, DWI)和动态增强对判断直肠癌肌层突破的诊断效能，为临床提供参考。

1 资料与方法

1.1 研究对象 收集自2018年1月至2022年6月间，行腹盆部MRI检查，且确诊的直肠癌患者44例，其中男性23例，女性21例，男女比率1.1/1；年龄29-76岁，平均58.77±10.41岁。

本研究的病例入组标准为：所有患者术前均未接受任何治疗；扫描所获得的图像符合诊断要求，且所有病例的图像均为同一台MRI设备，采用相同的扫描参数所获得；接受MRI检查后1周内行手术治疗，并有完整的术后病理结果。

1.2 研究分组 依据病理结果癌细胞是否发生固有肌层突破，人为将其分为未突破组和突破组；本研究未突破组15例患者；突破组29例患者。所有患者检查前均签订知情同意书。

1.3 MR检查方法 患者仰卧位，足先进，检查前禁食4小时以排除肠道内容物干扰。扫描仪器为GE公司3.0T HDXT MR设备，8通道体部相控阵线圈，具体序列为：非抑脂序列T₂WI横轴位及矢状位，首先扫描矢状位(图2A)，以肿瘤水平垂直于直肠壁为标准确定横轴位，重复时间(repetition time, TR)3500ms，回波时间(echo time, TE)90ms，层厚选择5mm，层间距1mm，激励次数(number of excitation, NEX)2，扫描野(scan field of view, FOV)400mm×400mm，矩阵512×512；横断位DWI选择单次激发平面回波成像序列，TR 4600ms，TE 65ms，层厚3mm，层间距1mm，NEX 6，FOV 280mm×280mm，矩阵256×256；扩散敏感系数(b值)为0s/mm²和1000s/mm²。增强扫描采用LAVA序列，TR 2.6ms，TE 1.2ms，层厚3mm，NEX 1，FOV 310mm×310mm，矩阵大小256×256，共采集5次。增强扫描对比剂为钆喷酸葡胺，注射剂量以(0.1mmol/kg)计算，注射速率2mL/s。

1.4 观察指标 检查结束后，将图像传送至GE公司AW4.4工作站，利用系统自备的Functool软件重建出ADC图，采用自由笔功能在ADC图上勾画肿瘤感兴趣区(region of

【第一作者】 郑 欣，男，副主任医师，主要研究方向：体部影像诊断。E-mail: 231304512@qq.com
【通讯作者】 文 明，男，主任医师，主要研究方向：影像组学及分子影像学。E-mail: 13883669699@163.com

interest, ROI)。依据文献^[4]的介绍设计ROI测量方法：参考T₂WI序列肿块实性成分最明显的层面(图2B)，并在对应ADC图上(图2C)沿边缘勾画肿块边界，测量并记录其ADC值；在测量中，应尽量避免病灶内的出血及坏死、囊变区。动态增强判断肿瘤肌层突破的标准为^[5]：肿瘤未突破肌层时肠壁增强出现一定粗糙结构，可伴微小结节突出；出现肌层突破时肠壁不连续点线样强化且粗糙不光滑(图2D)，存在较多结节突出。由两名丰富腹部诊断经验

的影像医师，共同进行ADC值测量和肌层突破的判断，所有结果由另一名副主任医师全程复核。

1.5 统计学方法 数据处理采用SPSS 26.0软件，符合正态分布的计量数据以均数±标准差($\bar{x} \pm s$)标示，采用独立样本t检验分析；采用MedCalc 19.0软件计算ADC值对于直肠癌是否肌层突破的诊断效能，并确定其阈值；对于影像诊断与术后病理的一致性分析采用Kappa检验。P<0.05为差异有统计学意义。

肿块ADC值对判断浸润型直肠癌的诊断效能

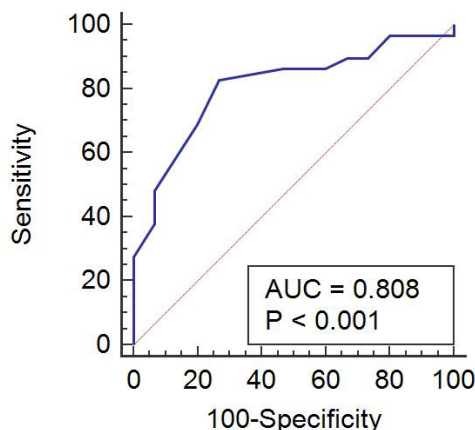


图1 直肠癌肿块ADC值对判断浸润型直肠癌的诊断效能

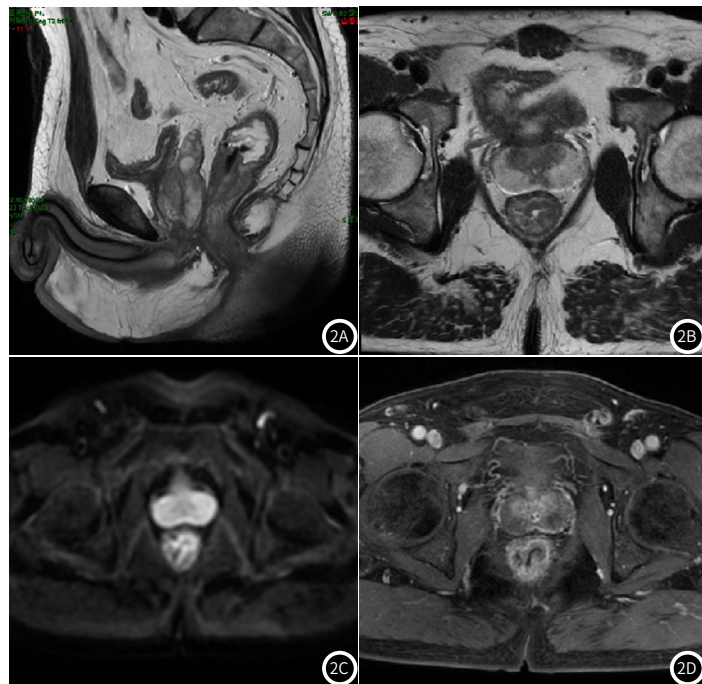


图2A-图2D 男，76岁，病理结果提示低分化腺癌，侵出外膜层；术前MR诊断为T₃期，图2A-B为肿瘤最大层面并显示病变突破浆膜层向外浸润；图2C为肿块最大层面的ADC图，测量肿块ADC值为 $0.964 \times 10^{-3} \text{mm}^2/\text{s}$ ；图2D 横轴位增强显示肿块明显强化，肠壁肌层强化稍不连续。

2 结果

2.1 一般资料 本研究未突破组共有15例患者，病理分型包括高分化腺癌4例；中分化腺癌7例，低分化腺癌4例，其中1例低分化腺癌，伴神经内分泌癌可能。突破组共有29例患者，病理分型包括低分化腺癌8例，中分化腺癌21例，其中1例为低分化腺癌，含粘液腺癌；突破组中有12例伴有淋巴结转移，2例伴周围癌结节，1例侵犯神经。

2.2 ADC值对于判断未突破组及突破组直肠癌的价值 未突破组直肠癌ADC值 $1.101 \pm 0.028 (10^{-3} \text{mm}^2/\text{s})$ 与突破组直肠癌的ADC值 $1.061 \pm 0.041 (10^{-3} \text{mm}^2/\text{s})$ 对比， $t=3.418$ ， $P=0.001$ ，差异具有统计学意义。

2.3 ADC值对于评价浸润型直肠癌的诊断效能 绘制利用ADC值辨别未突破组和突破组直肠癌的ROC曲线。选择ADC值

$1.08 \times 10^{-3} \text{mm}^2/\text{s}$ 为阈值，此时其线下面积(AUC)为0.808，95% CI(0.661-0.911)，约登指数为0.561，敏感性和特异性分别为82.76%和73.33%。

2.4 T₂WI序列对于鉴别未突破组及突破组直肠癌的价值 动态增强序列对鉴别未突破组及突破组直肠癌其总诊断准确率为81.8%(36/44)。

2.5 T₂WI联合DWI及动态增强对于鉴别未突破组及突破组直肠癌的价值 DWI联合动态增强序列对鉴别未突破组及突破组直肠癌其总诊断准确率为90.9%(40/44)。

2.6 DWI联合增强序列术前影像分期与术后病理的一致性 未突破组及突破组直肠癌术前影像分期与术后病理的一致性好，Kappa值0.743($P<0.01$)。

表1 T₂WI序列对于鉴别未突破组及突破组直肠癌的价值

动态增强分组	术后病理分期		合计
	未突破组	突破组	
未突破组	12	5	17
突破组	3	24	27
合计	15	29	44

表2 T₂WI联合DWI及动态增强对于鉴别未突破组及突破组直肠癌的价值

DWI+动态增强 序列分组	术后病理分期		合计
	未突破组	突破组	
未突破组	13	2	15
突破组	2	27	29
合计	15	29	44

3 讨 论

近年来随着全结肠系膜切除术(TME)及新辅助化疗的发展,直肠癌术后的复发率及死亡率有较明显的降低^[6]。当直肠癌突破肌层可定义为进展期直肠癌^[7],应在术前接受新辅助化疗;因此术前准确分期是当前影像科所面对的问题^[8]。近期影像学方法鉴别直肠癌突破肌层的研究多集中在T2与T3期病例间不同的影像表现^[9],且检查技术多集中在采用DWI。虽然倪建^[10]等发现DWI及DCE-MRI可以提高直肠癌术前分期的准确性;但采用T₂WI序列联合DWI及动态增强来判断直肠癌肿块是否突破肌层,相关的研究报道较少。

MRI因具有良好的软组织分辨率使之成为直肠癌术前T分期首选的检查技术手段,其可以有有效的反应肿瘤浸润深度、与周围组织的关系及淋巴结转移情况。但肿瘤处于肌层临界区时其术前T分期较难,由于动态增强扫描较薄的层厚,可以较为清晰的显示肠壁各层;当肿瘤发生肌层突破时,增强后肠壁呈现出不连续点线样强化并伴有结节样突出,从而提高T分期的准确性。也有研究提示直肠周围增生的纤维组织^[11]会导致肿瘤的分期失败,而DWI及增强图像可以提高肿瘤的检出率;其原因是直肠癌肿块在DWI序列表现为高亮信号,提高了与周围组织的对比;肿瘤组织新生血管通透性较高表现明显强化与强化不明显纤维组织形成鲜明对比。本研究发现T₂WI序列对诊断直肠癌的肌层突破,其敏感性和特异性分别为82.75%和80.00%,提示其在直肠癌T分期中具有较好的临床应用价值。

有研究提示^[12]随直肠癌T分期升高,肿块的ADC值存在逐渐降低的趋势;当直肠癌肿块突破肌层时,其临床分期由T2期升高到了T3期,肿瘤的ADC值亦随之降低。杨宏宇^[13]等研究发现T1-2期与T3期肿块的ADC值存在统计学差异,与本研究结果一致;但该研究选择的测量方法存在一定随机性对重复测量存在影响。故本研究选择操作简单、易重复的测量方法,最大限度降低主观因素对ROI选择的影响。本研究发现以 $1.08 \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$ 为阈值,ADC值对鉴别未突破组和突破组直肠癌的敏感性和特异性分别为82.76%和73.33%。

动态增强序列应用在直肠癌T分期的研究较多,季立标^[14]等发现DCE-MRI参数对鉴别直肠癌T分期价值较大。刘金玲^[15]等研究也提示增强序列对直肠癌术前的T分期及手术方案的选择,具有较大的临床应用价值。增强图像可以提高对肿瘤病灶与纤维增殖鉴别的准确率;邱勇刚^[9]等发现T₂WI序列联合DWI提高了对T2期及T3期直肠癌诊断的准确率,但同时也指出因肿瘤周围的炎症反应及纤维增殖可导致肿瘤过度分期^[11]。因此T₂WI联合DWI及动态增强来判断直肠癌的肌层突破,结果提示术前影像分期与术后病理的一致性好,Kappa值为0.743(P<0.01)。

分析本研究T₂WI联合DWI及动态增强判断直肠癌肌层突破造成误诊的原因有:一例因肿瘤周围纤维增殖误诊为肿瘤突破浆膜层而将T2期过度分期为T3期;一例患者因肠道蠕动且肠壁存在水肿造成过度分期;而分期过低的原因则是两例患者的T₂WI低信号中断征^[9]不明显且增强图像未发现异常所导致。总之,T₂WI联合DWI及动态增强对于判断直肠癌突破肌层有较好的临床价值。

本研究的不足:(1)本研究直肠癌入组病例数目过少,结果可能存在选择偏倚,因此在下一步的研究中将扩大样本量深入探讨。(2)肿块ROI的勾画耗时较长,需要有经验的医师进行,并且DWI存在畸变率对ROI范围评估的准确性存在一定影响。

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] 中国结直肠癌诊疗规范(2020版)专家组. 国家卫生健康委员会中国结直肠癌诊疗规范(2020版) [J]. 中华胃肠外科杂志, 23(6): 521-540.
- [3] Brown G, Daniels IR, Richardson C, et al. Techniques and trouble-shooting in high spatial resolution thin slice MRI for rectal cancer [J]. Br J Radiol, 2005, 78(927): 245-251.
- [4] 王子, 葛宇曦, 胡曙东, 等. IVIM参数联合扩散加权成像形态特征对直肠中分化腺癌肌层外突的诊断价值 [J]. 实用放射学杂志, 2021, 37(1): 75-79.
- [5] 张婷, 何卫红. 3.0T动态增强磁共振功能成像鉴别直肠癌区域恶性淋巴结的临床价值 [J]. 中国CT和MRI杂志, 2022, 20(3): 149-152.
- [6] Cai Z, Xie X, Chen Y, et al. Risk factor analysis for inaccurate pre-operative MRI staging in rectal cancer [J]. BMC Cancer, 2020, 20(1): 253.
- [7] 中国抗癌协会大肠癌专业委员会. 中国局部进展期直肠癌诊疗专家共识 [J]. 中国癌症杂志, 2017, 27(1): 41-80.
- [8] Siegel RL, Miller KD, Jemal A. Cancer statistics, 2020 [J]. CA Cancer J Clin, 2020, 70(1): 7-30.
- [9] 邱勇刚, 曾锦花, 汪鑫斌, 等. 基于T₂WI及DWI影像特征鉴别T2期和T3期直肠癌 [J]. 中国临床医学影像杂志, 2022, 33(8): 557-560.
- [10] 倪建, 毛庆杰, 杨志勇. DCE-MRI定量分析联合DWI影像学检查对直肠癌术前临床分期的诊断价值 [J]. 中国CT和MRI杂志, 2021, 19(9): 138-140, 153.
- [11] Arya S, Sen S, Engineer R, et al. Imaging and management of rectal cancer [J]. Semin Ultrasound CT MR, 2020, 41(2): 183-206.
- [12] 郑欣, 唐秋, 周慧, 等. 高分辨磁共振ADC值与中低分化直肠腺癌的相关性探讨 [J]. 中国CT和MRI杂志, 2023, 21(7): 145-146, 150.
- [13] 杨宏宇, 高旭, 沈秀芝, 等. 常规MRI检查及扩散加权成像在直肠癌术前评估中的应用价值 [J]. 磁共振成像, 2021, 12(9): 65-68, 87.
- [14] 季立标, 陆志华, 蒋恒, 等. MR体素内不相干运动DWI与动态增强定量参数在直肠癌术前分期中的对照研究 [J]. 中国医学计算机成像杂志, 2021, 21(2): 127-131.
- [15] 刘金玲, 林吉征, 苏晓, 等. 高分辨率MRI动态增强扫描在直肠癌术前TN分期及手术方式选取中的应用 [J]. 磁共振成像, 2021, 12(1): 38-42.

(收稿日期: 2023-06-26)

(校对编辑: 韩敏求)