

论 著

3.0T磁共振体素内不相干运动扩散加权成像参数对直肠癌患者术前的指导价值

1. 大理大学附属医院放射科

(云南 大理 971000)

2. 重庆医科大第一附属医院

(重庆 400016)

王智君¹ 张志伟²

【摘要】目的 探讨体素内不相干运动扩散加权成像参数 (IVIM-DWI) 对直肠癌患者术前的指导价值。**方法** 选取60例直肠癌患者, 获取术前影像学资料。测量并比较直肠癌肿块与正常直肠组织、不同TNM分期及不同组织分化程度的标准ADC值 (ADC)、慢扩散ADC值 (D)、快扩散ADC值 (D*)、灌注相关体积 (f) 等参数。**结果** 直肠癌肿块的ADC、D值较正常直肠壁均明显降低 ($P < 0.05$), D*较直肠正常组织明显增高 ($P < 0.05$); 而两种组织f值比较无显著差异 ($P > 0.05$)。随着TNM分期增高, D值逐渐降低 ($P < 0.05$), 而各分期ADC、D*、f值比较差异无统计学意义 ($P > 0.05$)。随着分化程度增加, ADC、D值均逐渐增高, 高、中分化ADC值比较无显著差异 ($P > 0.05$), 中、低分化的ADC值比较差异显著 ($P < 0.05$), 而三组D值两两比较均有显著差异 ($P < 0.05$); 三组D*、f值比较差异无统计学意义 ($P > 0.05$)。**结论** IVIM成像提供的ADC、D、D*、f等参数, 能够反映肿瘤组织的病理生理状态, 尤其是ADC、D*值对于术前评估直肠癌肿瘤分期与分化程度有重要价值。

【关键词】 直肠癌; 3.0T磁共振; 体素内不相干运动; 扩散加权成像

【中图分类号】 R735.3+7

【文献标识码】 A

DOI: 10.3969/j.issn.1672-5131.2018.03.033

通讯作者: 王智君

Preoperative Guiding Value of 3.0T MRI Intravoxel Incoherent Motion Diffusion Weighted Imaging Parameters in Rectal Cancer Patients

WAGN Zhi-jun, ZHANG Zhi-wei. Department of Radiology, Affiliated Hospital of Dali University, Dali 971000, Yunnan Province, China

[Abstract] Objective To explore the preoperative guiding value of intravoxel incoherent motion diffusion weighted imaging (IVIM-DWI) in rectal cancer patients. **Methods** 60 patients with rectal cancer were selected and their preoperative imaging data were obtained. The standard ADC value (ADC), slow diffusion ADC value (D), fast diffusion ADC value (D*) and perfusion related volume (f) and other parameters were measured and compared in the rectal cancer masses and normal rectal tissues and in the different TNM stages and different degrees of tissue differentiation. **Results** The ADC and D values in the rectal cancer masses were significantly lower than those in the normal rectal wall ($P < 0.05$), and the D* value was significantly higher than that in the normal rectal tissues ($P < 0.05$). However, there was no significant difference in F value between the two tissues ($P > 0.05$). With the increase of TNM stages, the D value was decreased gradually ($P < 0.05$), but there was no significant difference in the values of ADC, D* and f among different stages ($P > 0.05$). With the increase of differentiation degree, the values of ADC and D were increased gradually, but there was no significant difference in the ADC value between the high differentiation and moderate differentiation ($P > 0.05$), and the ADC value of moderate and poor differentiation was significantly different ($P < 0.05$), and there were significant differences in the D value between the among two group of the three group ($P < 0.05$). There was no significant difference in the values of D* and f among the three groups ($P > 0.05$). **Conclusion** The ADC, D, D*, f and other parameters provided by IVIM imaging can reflect the pathophysiological state of tumor tissues, especially the ADC and D* values are of important value for preoperative evaluation of stages and differentiation degree of rectal cancer.

[Key words] Rectal Cancer; 3.0T Magnetic Resonance Imaging; Intravoxel Incoherent motion; Diffusion Weighted Imaging

直肠癌是常见的消化道恶性肿瘤之一, 近年来, 其死亡率有所降低, 可能归功于早期筛查、及时诊断及更完善的治疗手段^[1]。直肠癌治疗仍以外科根治术为主, 术前有效的评估, 以明确肿瘤TNM分期与病理分级, 对选择正确治疗方式及评估预后有着重要意义。磁共振成像 (magnetic resonance imaging, MRI) 是直肠癌诊断、疗效及预后评估的重要影像学手段。常规MRI诊断直肠癌, 能够提供较可靠的TNM分期信息, 但其仅可呈现病变形态学改变, 而难以获取病变的功能信息^[2]。扩散加权成像 (diffusion weighted imaging, DWI) 是一种可以反映活体组织内部结构及病理生理改变的成像方法, 能够提高病变检出的敏感度, 但DWI局限于单指数函数模式^[3]。体内不相干运动成像 (intravoxel incoherent motion imaging, IVIM) 采用双指数衰减模式, 能够更好地反映灌注信息与扩散信息, 相比于单指数模式, 在反映水信号衰减上精确性更高^[4]。本研究旨在探讨IVIM对直肠癌患者术前诊断的指导价值, 现报告如下。

1 资料与方法

1.1 一般资料 选取2015年6月~2017年1月在我院接受根治性手术治疗的60例直肠癌患者。纳入标准：(1)经术后病理组织检查确诊为直肠癌；(2)无放化疗史；(3)无MRI检查禁忌症，且MRI影像学资料完整。排除标准：(1)检查依从性不佳，相关影像资料图像不理想者；(2)体温超过38℃，可影响组织弥散特性者。男37例，女23例；年龄36~84岁，平均(61.74±11.29)岁；临床症状为无规律性腹痛、血便、黏液性血便、大便习惯、性状、性质改变等；所有患者均于术前签署MRI检查知情同意书，并完成MRI检查。

1.2 检查方法 采用美国GE Healthcare Discovery 750 3.0T超导磁共振扫描仪及8通道相控阵表面线圈。所有患者先行T2cube序列轴位、冠状位、矢状位扫描，再在T2cube基础上行IVIM轴位扫描。T2cube参数：TR=2000ms，TE=maximum，NEX 1，厚度为3mm，间距=0，FOV 为360mm×360mm，矩阵为288×256。IVIM参数：TR=2200ms，TE=minimum，FOV为260mm×260mm，NEX4，矩阵128×128，层厚为4mm，层间距为0.5mm。每层获得14个b值(0、25、50、75、100、150、200、400、600、800、1000、1200、1500、2000s/mm²)的图像。

1.3 图像分析 将图像经GE AW 4.5 Functool软件进行分析处理，并采用工作站Functool软件中的MADC软件处理IVIM各参数。IVIM参数主要有标准ADC值、慢扩散ADC值、快扩散ADC值、灌注相关体积等，分别记为ADC、D、D*、f。由2名高年资(10年以上工作经验)的腹部放射科医师分别阅片，存在不同意见时，经讨论取得一致诊断结果，在IVIM功能图

像中于直肠肿瘤最大截面，并避开出血、坏死病灶进行感兴趣区(region of interest, ROI)划定(见图1-2)，选择3各层面进行测量ADC、D、D*、f(见图3-6)，取平均值。ADC值采用单指数模型在b=0、1000s/mm²DWI图像上获取。

1.4 病理TNM分期 参照国际抗癌联盟(international union against cancer, UICC)制定的《直肠癌分期(第7版)》^[5]对肿瘤进行分期。

1.5 肿瘤组织分级 肿瘤组织分为高分化、中等分化、低分化三个等级：所有肿瘤组织中75%以上腺体分化好，为高分化；所有肿瘤组织中25%~75%腺体分化好，为中等分化；所有肿瘤组织中少于25%腺体分化好，为低分化。

1.6 统计学方法 应用SPSS19.0软件进行统计学分析；计量资料采用($\bar{x} \pm s$)表示，两组间比较采用t检验，多组间比较采用方差分析；以P<0.05为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 直肠癌肿块与正常直肠组织的IVIM各参数比较 直肠癌肿块的ADC、D值较正常直肠壁均明显降低(P<0.05)，D*较直肠正常组织明显增高(P<0.05)；而两种组织f值比较无显著差异(P>0.05)。见表1。

2.2 不同TNM分期肿瘤的IVIM各参数比较 术后病理诊断显示，T1、T2、T3、T4期分别为4例、16例、27例、13例。随着TNM分期增高，D值逐渐降低(P<0.05)，而各分期ADC、D*、f值比较差异无统计学意义(P>0.05)。见表2。

2.3 不同组织学分化的IVIM

各参数比较 术后病理诊断显示，肿瘤高分化、中分化、低分化分别19例、30例、11例。随着分化程度增加，ADC、D值均逐渐增高，高、中分化ADC值比较无显著差异(P>0.05)，中、低分化的ADC值比较差异显著(P<0.05)，而三组D值两两比较均有显著差异(P<0.05)；三组D*、f值比较差异无统计学意义(P>0.05)。见表3。

3 讨论

IVIM成像最初由Le等^[6]提出，该成像采用双指数模型拟合数据，运用多个b值采集扩散信号，最终得到ADC、D、D*、f等定量参数，其中D反映组织水分子扩散状态，D*反映组织的灌注特性(水分子假扩散)，ADC代表组织扩散与灌注加权作用，而f值指的是D、D*二者间作用权重。由于IVIM既可反映慢扩散成分信息又可反映快扩散成分信息，故其较单指数模式能够更准确地反映水信号的衰减^[7]。自20世纪90年代以来，IVIM逐渐在人体各器官、系统上得到研究，以中枢神经系统最为突出^[8]。而后逐渐发展并用于肝脏、肾脏、胰腺等实质脏器，对鉴别肿瘤的性质有着重要作用^[9]。而IVIM成像在空腔脏器，特别关于直肠肿瘤的研究仍不多见。

本研究结果显示，直肠癌肿块较直肠正常组织ADC、D值均明显降低，这与Sami等^[10]研究结果一致。表明相比于直肠正常组织，直肠癌肿块组织扩散受限更显著，而原因可能是直肠癌肿瘤组织较直肠正常组织血循环更快，细胞结构更致密等引起的，故该结果提示直肠癌具有与其它类型恶性肿瘤相似的细胞扩散状

表1 直肠癌肿块与正常直肠组织的IVIM各参数比较 ($\bar{x} \pm s$)

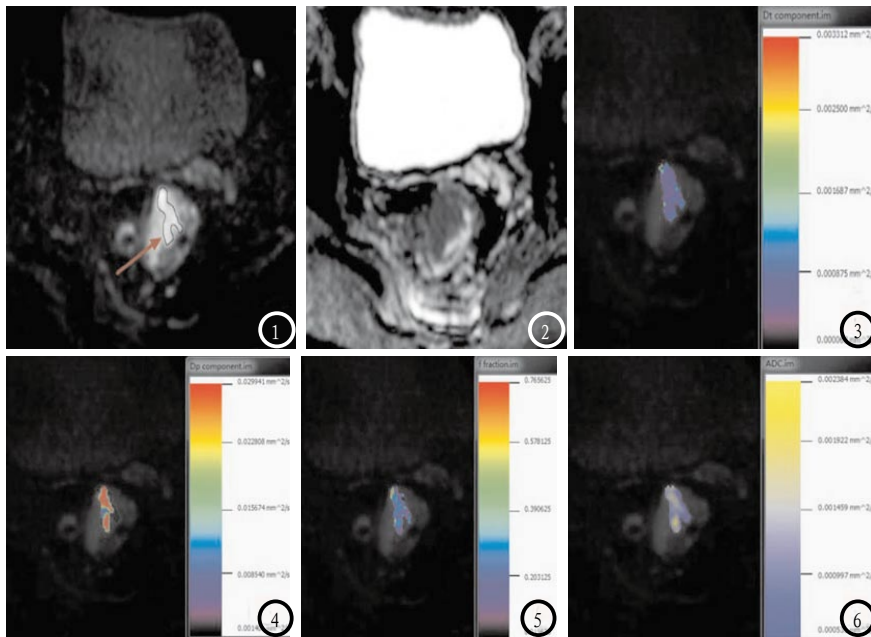
组别	n	ADC ($10^{-3}\text{s}/\text{mm}^2$)	D ($10^{-3}\text{s}/\text{mm}^2$)	D* ($10^{-3}\text{s}/\text{mm}^2$)	f (%)
直肠癌肿块	60	0.89 ± 0.27	0.67 ± 0.18	7.47 ± 2.17	0.36 ± 0.07
正常直肠组织	60	1.17 ± 0.34	0.84 ± 0.17	4.92 ± 1.63	0.39 ± 0.12
t		4.995	5.319	7.278	1.673
P		<0.05	<0.05	<0.05	>0.05

表2 不同TNM分期肿瘤的IVIM各参数比较 ($\bar{x} \pm s$)

组别	n	ADC ($10^{-3}\text{s}/\text{mm}^2$)	D ($10^{-3}\text{s}/\text{mm}^2$)	D* ($10^{-3}\text{s}/\text{mm}^2$)	f (%)
T1	4	1.01 ± 0.13	0.75 ± 0.06	3.26 ± 0.54	0.51 ± 0.07
T2	16	0.94 ± 0.12	0.71 ± 0.09	3.94 ± 0.71	0.47 ± 0.08
T3	27	0.96 ± 0.11	0.60 ± 0.07	4.11 ± 1.26	0.45 ± 0.09
T4	13	0.97 ± 0.09	0.54 ± 0.04	4.14 ± 1.17	0.41 ± 0.05
F		0.461	19.674	0.369	2.121
P		>0.05	<0.05	>0.05	>0.05

表3 不同组织学分化的IVIM各参数比较 ($\bar{x} \pm s$)

组别	n	ADC ($10^{-3}\text{s}/\text{mm}^2$)	D ($10^{-3}\text{s}/\text{mm}^2$)	D* ($10^{-3}\text{s}/\text{mm}^2$)	f (%)
高分化	7	1.17 ± 0.36	0.83 ± 0.07	5.29 ± 1.16	0.23 ± 0.11
中分化	31	1.06 ± 0.49	0.71 ± 0.16	5.62 ± 1.77	0.26 ± 0.09
低分化	22	0.81 ± 0.63	0.56 ± 0.04	5.34 ± 1.45	0.23 ± 0.05
F		17.412	24.542	2.369	1.259
P		<0.05	<0.05	>0.05	>0.05

图1-6 男, 57岁, 中等分化直肠癌。图1-2 依次为轴位IVIM ($b=1000\text{s}/\text{mm}^2$) 图与 $b=0$ 、 $1000\text{s}/\text{mm}^2$ 时的轴位ADC图; 图3-6 依次为D、D*、f与ADC值伪彩图。

态^[11]。理论上推测D*是经检测组织局部微循环来获取局部组织血流灌注信息, 本研究中, 直肠癌肿瘤组织较直肠正常组织D*明显增高, 证实了D*与组织血流灌注程度之间的关系。

TNM分期是决定直肠癌治疗方

案的关键因素。本研究统计分析了不同TNM分期肿瘤的IVIM各参数, 结果显示, 随着TNM分期增高, D值逐渐降低, 这与Turkbey等^[12]研究结果一致, 表明D值与肿瘤恶性程度相关。原因可能在于, 随着肿瘤恶性程度加重, 肿

瘤细胞密度增加, 内部排序更为紊乱, 加重对水分子扩散的限制, 从而使得D值下降^[13]。这提示D值除了可鉴别肿瘤性质外, 对于术前直肠癌恶性程度的评估亦有价值, 可为医师制定最佳治疗方案提供重要信息。肿瘤分化程度可反映其恶性程度, 分化程度越高, 恶性程度越低, 肿瘤形态、功能、代谢等方面越接近正常组织细胞, 生物学行为越好; 相反, 分化程度越低, 恶性程度越高, 肿瘤细胞异形性越大, 核浆比例增高, 细胞密度更大, 排序越紊乱, 组织内水分子受限程度越严重。相关研究显示, 不同分化程度的直肠癌, ADC值有着显著差异^[14]。本研究结果显示, 随着分化程度增加, ADC、D值均逐渐增高; 中、低分化肿瘤的ADC值比较差异显著, 高、中分化ADC值比较无显著差异 ($P < 0.05$), 可能与高分化例数较少造成结果偏差有关; 而三组D值两两比较均有显著差异 ($P < 0.05$); 这与Akashi等^[15]研究结果基本一致, 提示ADC、D值可用于评估直肠癌病理组织分化程度。有研究指出, $b < 200\text{s}/\text{mm}^2$ 时, 水分子扩散信息和体系内灌注信息可被分离开来, 使得得到的D值与组织实际扩散信息更为接近^[16]。结合本研究具体情况, 我们认为, 相比于ADC值, D值或许可更准确地反映肿瘤病理分级。而本研究中, 不同分化程度的肿瘤D*、f值比较无显著差异, 这与邱麟等^[17]研究结果保持一致, 表明D*、f值用于评估直肠癌肿瘤组织分化程度意义不大。

综上所述, IVIM成像获取的ADC、D、D*、f等参数, 可为了解直肠癌肿瘤的病理生理状态提供重要信息。其中ADC、D, 随着肿瘤分期增高而降低, 随着肿瘤组织分化程度增高而增高, 有望成

为一种术前评估肿瘤分期及分化程度的无创性手段。本研究亦有不足,即入组病例较少,特别是T1期及高分化病例较少,可能对结果造成一定影响,有待未来扩大样本量,并对IVIM参数进行深入探讨。

参考文献

- [1] 于晓强,何和平,沈泽旭.腹腔镜手术与传统开腹手术在结直肠癌根治术中的临床疗效比较[J].西部医学,2015,27(6):911-913.
- [2] 田博,杨得振,贾勇,等.CT、MRI影像诊断对直肠癌临床术前分期价值研究[J].中国CT和MRI杂志,2015,13(11):108-110.
- [3] 李良萍,李文华.扩散加权成像(DWI)在输尿管炎性疾病中的应用价值[J].中国CT和MRI杂志,2016,14(7):130-132.
- [4] 杜思瑶,孙洪赞.体素内不相干运动成像在肿瘤诊断中的应用[J].中国医学影像技术,2017,33(1):145-148.
- [5] 刘荫华,徐玲.第七版《AJCC肿瘤分期手册》结直肠癌内容的更新与解读[J].中华胃肠外科杂志,2010,13(8):629-631.
- [6] Bihan D L, Breton E, Lallemand D, et al. MR Imaging of incoherent motion: application to diffusion and perfusion in neurologic disorders[J]. Radiology, 1986, 161(2): 401-407.
- [7] 胡根文,全显跃,Queenie Chan,等.磁共振体素内不相干运动成像在大鼠肝纤维化模型中的应用[J].中国医学影像学杂志,2016,24(9):658-661.
- [8] 郭炜,罗德红,林蒙,等.喉及下咽鳞癌磁共振体素内不相干运动成像特征初步观察[J].中华医学杂志,2016,96(15):1160-1163.
- [9] 杜思瑶,孙洪赞.体素内不相干运动成像在肿瘤诊断中的应用[J].中国医学影像技术,2017,33(1):145-148.
- [10] Sumi M, Van C M, Sumi T, et al. Salivary gland tumors: use of intravoxel incoherent motion MR imaging for assessment of diffusion and perfusion for the differentiation of benign from malignant tumors[J]. Radiology, 2012, 263(3): 770-777.
- [11] 杨严伟,顾晓艳,陈光强,等.3.0T磁共振IVIM-DWI参数与直肠中分化腺癌T分期相关性的初步研究[J].实用放射学杂志,2016,32(7):1052-1055,1062.
- [12] Turkbey B, Shah V P, Pang Y, et al. Is Apparent Diffusion Coefficient Associated with Clinical Risk, Scores for Prostate Cancers that Are Visible on 3-T MR Images[J]. Radiology, 2011, 258(2): 488-495.
- [13] 徐妍妍,孙宏亮,田元江,等.直肠癌患者MRI体素内不相干运动成像中感兴趣区选择方法对参数一致性的影响[J].中华放射学杂志,2015,23(9):876-883.
- [14] 陆志华,钱伟新,曹文洪,等.磁共振扩散加权成像对直肠癌T分期的诊断价值[J].中华胃肠外科杂志,2015,17(3):257-261.
- [15] Akashi M, Nakahusa Y, Yakabe T, et al. Assessment of aggressiveness of rectal cancer using 3-T MRI: correlation between the apparent diffusion coefficient as a potential imaging biomarker and histologic prognostic factors[J]. Acta Radiologica, 2014, 55(5): 524-531.
- [16] Lai V, Li X, Lee V H F, et al. Nasopharyngeal carcinoma: comparison of diffusion and perfusion characteristics between different tumour stages using intravoxel incoherent motion MR imaging[J]. European Radiology, 2014, 24(1): 176-183.
- [17] 邱麟,蔡香然,刘斯润,等.3.0T磁共振体素内不相干运动扩散加权成像术前检查直肠癌[J].中国医学影像技术,2015,31(9):1349-1353.

(本文编辑:黎永滨)

【收稿日期】2017-10-11

(上接第99页)

参考文献

- [1] Polkowski M, Palucki J, Wronska E, et al. Endosonography versus helical computed tomography for loco-regional staging of gastric cancer[J]. Endoscopy, 2004, 36(7): 617.
- [2] Chen CY, Hsu JS, Wu DC, et al. Gastric cancer: preoperative local staging with 3D multi-detector row CT correlation with surgical and histopathologic results[J]. Radiology, 2007, 242: 472.
- [3] Takao M, Fukuda T, Iwanaga S, et al. Gastric cancer: evaluation of triphasic spiral CT and radiologic-pathologic correlation[J]. J Comput Assist Tomogr, 1998, 22: 288.
- [4] Fukuya T, Honda H, Kaneko K, et al. Efficacy of helical CT in T2 staging of gastric cancer[J]. J Comput Assist Tomogr, 1997, 21: 73.
- [5] 刘坤,李梓萌,李伟.胃低张充气64层螺旋CT三期增强扫描对胃癌术前TNM分期的临床价值[J].中国实验诊断学,2011,15(1):86-88.
- [6] 毕建威,郑瑞.早期胃癌手术治疗新进展[J].外科理论与实践,2013,18(1):7-9.
- [7] 李伟,刘坤,孙上也,等.64层螺旋CT三期动态增强对胃癌的诊断及术前T分期的价值[J].现代中西医结合杂志,2011,28(10):3595-3596.
- [8] Edge SB, Compton CC. The American Joint Committee on Cancer: the 7th edition of the AJCC cancer staging manual and the future of TNM[J]. Ann Surg Oncol, 2010, 17(6): 1471-1474.

(本文编辑:谢婷婷)

【收稿日期】2017-05-10