

论著

Application of Dynamic Contrast-enhanced Magnetic Resonance Imaging Combined with DWI and Transrectal Ultrasonography in Diagnosing Prostatic Diseases

TAI Zhao-qin*, XU Xiao-hu, XU Ya-chun, LIU Xiang-dong.

Department of Imaging, Haian Hospital affiliated to Nantong University, Haian 226600, Jiangsu Province, China

ABSTRACT

Objective To investigate value of dynamic contrast-enhanced magnetic resonance imaging (DCE-MRI) combined with diffusion weighted imaging (DWI) and transrectal ultrasonography (TRUS) in the diagnosis of prostatic diseases. **Methods** Between January 2016 to June 2019, 75 patients with suspected prostatic space-occupying lesions met the inclusion and exclusion criteria were enrolled, meanwhile, another 42 cases of healthy male volunteers were selected as the control group. All the patients received the TRUS, DCE-MRI, and DWI examinations, and the suspicious areas were recorded. The 12-core biopsy was also performed. Then the consistency between the results of different punctures and pathological examination was analyzed. **Results** The results of biopsy showed that 75 cases of suspected prostatic space-occupying lesions included 56 cases (74.67%) of prostate cancer and 19 cases (25.33%) of benign prostatic hyperplasia. The mean apparent diffusion coefficients (ADC) of these lesions were calculated in b values of $1500\text{mm}^2/\text{s}$, the ADC values of patients with malignant lesions were significantly lower than those of benign lesions and normal prostate group ($P<0.05$). ADC values of prostate malignant lesions with different Gleason scores were different ($P<0.05$); The TIC curve was mainly inflow type of benign lesions, while that was mainly efflux type of malignant lesions, with statistic difference ($P<0.05$). The peak time of malignant prostate lesions was significantly shorter than that of benign prostate lesions ($P<0.05$). The maximum enhancement degree and maximum enhancement rate of malignant lesions were significantly higher than those of benign lesions ($P<0.05$). The diagnostic efficacy of DCE-MRI combined with DWI in ultrasound-guided prostate puncture was higher than TRUS alone ($P<0.05$). **Conclusion** The results of DCE-MRI combined with DWI and TRUS guided prostate puncture have high consistency, moreover, the combination of DCE-MRI and DWI can significantly improve the specificity, sensitivity, and accuracy of the diagnosis of prostate lesions, and it also has obvious differential value between prostate cancer and benign prostatic hyperplasia.

Keywords: DCE-MRI; DWI; TRUS; Prostate Cancer; Prostatic Hyperplasia

前列腺疾病为男性多发疾病，大致可分为前列腺炎、前列腺增生及前列腺癌。随着年龄的增长，男性体内睾酮、雌激素等激素水平可出现紊乱，导致前列腺出现不同程度增生^[1]。前列腺癌为男性生殖系统常见恶性肿瘤疾病，其早期症状不典型，极易出现漏诊和误诊，耽误患者治疗^[2]。前列腺穿刺活检为诊断前列腺癌的“金标准”，其中由于经直肠超声检查(transrectal ultrasonography, TRUS)引导下穿刺操作简单、费用较低，成为目前最为常用的方式之一^[3]。但有研究发现TRUS前列腺癌检出率受年龄、前列腺特异性抗原(prostate specific antigen, PSA)及前列腺体积影响，检查时需控制干扰因素对结果的影响^[4]。磁共振动态增强扫描(dynamic contrast-enhanced magnetic resonance scanning, DCE-MRI)通过静脉注入对比剂，根据组织中对比剂分布量、分布时间和清除速度评价其血流动力学，同时对肿瘤进行定量分析^[5]。磁共振扩散加权成像(diffusion weighted imaging, DWI)可通过测量施加扩散敏感梯度场前后组织信号强度变化，了解组织中水分子扩散状态，可间接反映组织微结构特点^[6]。DWI最早应用于中枢神经系统疾病，现已逐渐应用于肝脏、前列腺等脏器疾病诊断。有研究表明前列腺癌及前列腺增生在DWI中表观扩散系数(apparent diffusion coefficient, ADC)及信号具有特

磁共振动态增强联合DWI与超声引导穿刺对照在前列腺病变诊断中的应用

南通大学附属海安医院影像科

(江苏 海安 226600)

邵兆琴* 徐小虎 许亚春
刘向东

【摘要】目的 探讨磁共振动态增强扫描(DCE-MRI)联合磁共振扩散加权成像(DWI)与超声引导(TRUS)穿刺对照在前列腺病变诊断中的应用。**方法** 从2016年1月至2019年6月我院泌尿外科收治的患者中选择符合纳入及排除标准的75例疑似前列腺占位性病变患者作为研究对象。同时选择同期体检中心体检合格42例男性志愿者作为对照组。所有患者穿刺前先行TRUS、DCE-MRI及DWI检查记录可疑区域，采用12针系统穿刺法进行穿刺活检，并结合术前影像学检查对可疑区域进行靶向穿刺，对不同穿刺引导下结果与病理检查结果进行一致性分析。**结果** 穿刺活检结果显示75例疑似前列腺占位性病变患者中恶性病变56例(74.67%)，良性病变19例(25.33%)；当扩散敏感系数(b)为 $1500\text{mm}^2/\text{s}$ 时，恶性病变组患者ADC值均明显小于良性病变及正常前列腺组($P<0.05$)；不同Gleason评分前列腺恶性病变ADC值有差异($P<0.05$)；良性病变TIC曲线以流入型为主，恶性病变TIC曲线以流出型为主，两种病变类型TIC曲线类型有差异($P<0.05$)；前列腺恶性病变达峰时间明显短于良性病变($P<0.05$)；恶性病变最大强化程度及最大强化率明显高于良性病变($P<0.05$)；DCE-MRI联合DWI在超声引导前列腺穿刺中诊断效能高于单独TRUS($P<0.05$)。**结论** DCE-MRI联合DWI与TRUS引导前列腺穿刺结果一致性较高，但DCE-MRI联合DWI可明显提高前列腺病变诊断的特异度、敏感度及准确度，同时其在前列腺癌与前列腺增生疾病上具有明显区别，有较好的鉴别价值。

【关键词】 DCE-MRI；DWI；TRUS；前列腺癌；前列腺增生

【中图分类号】 R445.2；R737.25

【文献标识码】 A

DOI:10.3969/j.issn.1672-5131.2021.08.037

征性，通过DWI可有效提高前列腺癌诊断的准确率^[7]。本研究旨在探讨DCE-MRI联合DWI与TRUS穿刺对照在前列腺病变诊断中的应用。

1 资料与方法

1.1 临床资料 从2016年1月至2019年6月我院泌尿外科收治的患者中选择符合纳入标准的75例疑似前列腺占位性病变患者作为研究对象。

纳入标准：年龄51~86岁；直肠指诊阳性；TRUS检查发现可疑病灶；不明原因的PSA升高，PSA>4ng/mL。

排除标准：造血功能障碍、心功能不全失代偿期者；有严重内外痔或直肠病变者；依从性差。

同时选择同期体检中心体检合格42例男性志愿者作为对照组。根据组织活检结果将患者分为前列腺恶性病变组和前列腺良性病变组。前列腺恶性病变组56例，年龄56~86岁，平均年龄为(64.35±5.54)岁；前列腺良性病变组19例，年龄51~84岁，平均年龄(65.24±5.56)岁；对照组42例，年龄52~78岁，平均年龄(65.35±5.58)岁。三组患者一般资料无明显差异，具有可比性($P>0.05$)。患者及其家属对本研究充分知情且签署了知情同意书，本研究经我院伦理委员会批准。

1.2 方法

1.2.1 TRUS检查 采用美国PHILIPS公司HD 15型彩色多普勒超声诊断仪，患者取截石卧位，将避孕套套在探头上，经直肠进入前列腺内，通过调节探头深度及角度进行前列腺检查，观察其上下径、后径以及横径、形态、内部回声及边界、结石及囊性改变，同时经彩色多普勒成像观察前列腺内部血流状况；异常表现：前列腺大小及形态改变、内外腺厚度比例 $\geq 2.5:1$ 、内腺血流增多、前列腺包膜隆起或不连续、局限性低回声、高回声或边界不清等回声结节；观察并记录异常区域位置。

1.2.2 DCE-MRI检查 采用美国GE公司3.0T超导型磁共振成像仪，8通道相控阵体线圈，检查前适量饮水保持膀胱中度充盈；利用高压注射器将钆喷替酸葡甲胺(Gd-DTPA)造影剂(广州康臣药业有限公司)快速经静脉团注，剂量为0.1mL/kg，速率为2.5mL/s，输注完毕后以20mL生理盐水冲洗；从开始注射计时，每5s进行一次扫描，共扫描8次；扫描序列为LAVA序列，扫描条件：层厚3mm，层间距0.3mm，矩阵272×192，重复时间4.1ms，回波时间1.9ms，扫描视野240mm×240mm，激励次数0.69，时相为13，单个期相扫描时间12s；通过Functiona软件获取时间-信号强度曲线(time-signal intensity curve, TIC)，并计算峰值时间、最大强化程度及最大强化率。

1.2.3 DWI检查 采用美国GE公司3.0T超导型磁共振成像仪，扫描序列为回波平面成像序列(echo plane imaging, EPI)，横轴面，扫描条件：层厚3mm，层间距0.3mm，矩阵256×256，重复时间3200ms，回波时间84ms，扫描视野400mm×400mm，激励次数4，扩散敏感系数(B value, b)=1500mm²/s，计算ADC值。

1.2.4 经直肠前列腺穿刺活检 穿刺前一天遵医嘱使用抗生素治疗，术日晨行低位清洁灌肠；取左侧卧位，首先采用12针系

统穿刺法分别在前列腺左侧叶外尖部、外中部及外基底部各穿刺1针，再在左侧外周带外侧穿刺2~3针，右侧穿刺方法同左侧，并在TRUS或DCE-MRI联合DWI检查中发现的可疑区域穿刺；对TRUS检查未发现异常但DCE-MRI联合DWI检出的可疑区域，根据横断面扫描影像确定病灶大致位置进行穿刺；将直肠探头换为凸阵探头后获取其在同一水平横切面影像，测量穿刺针至前列腺外侧缘及后缘的距离，比较两组数据判断穿刺针是否处于目标位置。本研究以组织活检结果作为“金标准”，比较不同引导方式下对前列腺病变诊断价值。对病理活检结果为前列腺恶性病变的病例进行Gleason评分，Gleason评分由主要结构类型分级及次要结构类型分级组成，<7分提示为低危型，=7分提示为中危型，>7分提示为高危型。

1.3 统计学方法 采用SPSS 20.0软件对数据进行统计分析。计量资料用($\bar{x} \pm s$)表示，符合正态分布采用配对t检验，非正态分布采用U检验。计数资料用频数(%)表示，采用 χ^2 检验。检验标准为 $\alpha=0.05$ ，以 $P<0.05$ 为差异具有统计学意义。

2 结 果

2.1 患者前列腺穿刺活检结果 穿刺活检结果显示75例疑似前列腺占位性病变患者中恶性病变56例(74.67%)，良性病变19例(25.33%)。

2.2 不同前列腺病变ADC值比较 正常前列腺DWI表现为中高信号，良性病变DWI表现为边界清楚的稍高信号，恶性病变DWI表现为高信号；当b值为1500mm²/s时，恶性病变组患者ADC值均明显小于良性病变及正常前列腺组($P<0.05$)，见表1、图1~图2。

表1 不同前列腺病变ADC值比较($\bar{x} \pm s$)

组别	例数	ADC值($\times 10^{-3}\text{mm}^2/\text{s}$)
恶性病变组	56	1.02±0.23
良性病变组	19	1.64±0.26
对照组	42	1.72±0.24
F		117.659
P		<0.001

2.3 不同Gleason评分前列腺恶性病变ADC值比较 不同Gleason评分前列腺恶性病变ADC值有差异($P<0.05$)，见表2。

表2 不同Gleason评分前列腺恶性病变ADC值比较($\bar{x} \pm s$)

组别	例数	ADC值($\times 10^{-3}\text{mm}^2/\text{s}$)
低危	14	0.83±0.18
中危	26	1.21±0.14
高危	16	1.42±0.16
F		54.480
P		<0.001

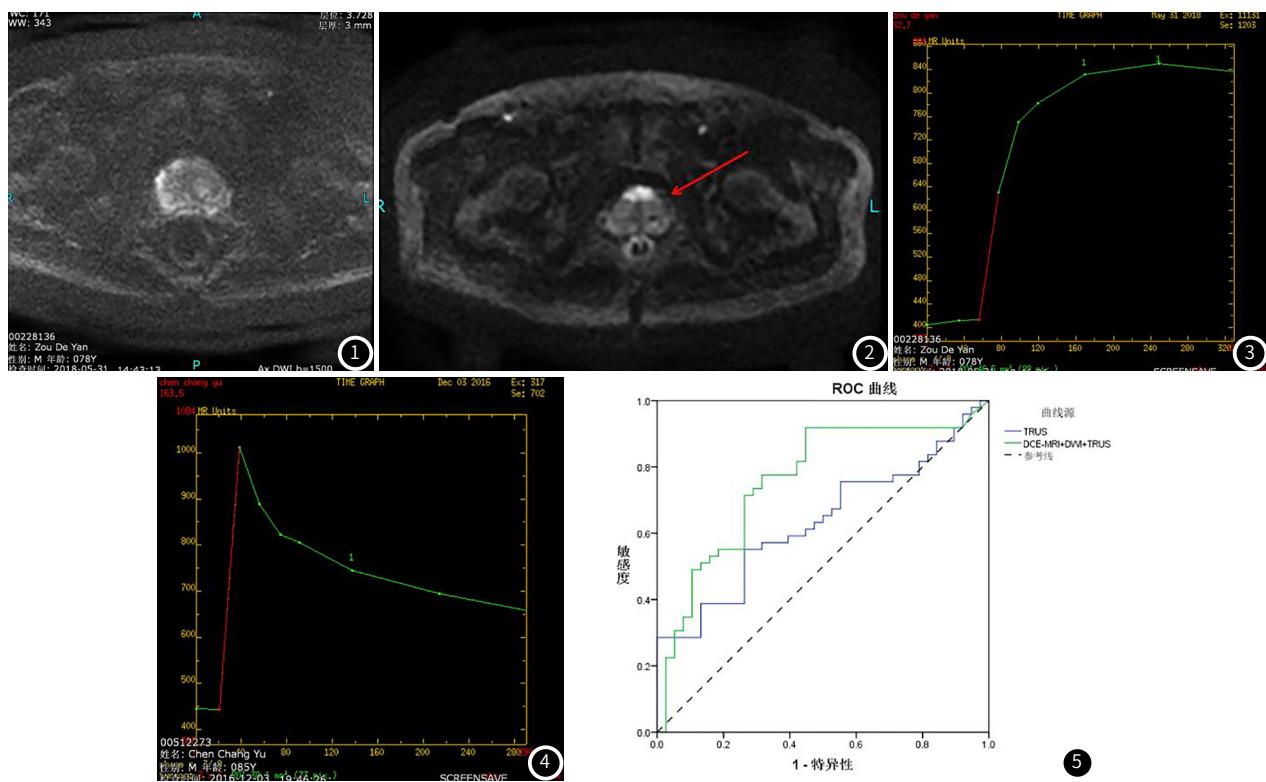


图1 前列腺良性病变DWI图，患者男，78岁，反复排尿困难1年，血清PSA为12.43ng/mL，诊断为前列腺增生伴多发增生结节形成，图中箭头所示DWI呈稍高信号。图2 前列腺恶性病变DWI图，患者男，85岁，无诱因排尿困难1个月，血清PSA为62.34ng/mL，诊断为前列腺中央腺近尖部癌，Gleason评分3+3=6分，图中箭头所示DWI呈低信号。图3 前列腺良性病变TIC曲线，患者男，78岁，反复排尿困难1年，血清PSA为12.43ng/mL，诊断为前列腺增生伴多发增生结节形成，图中TIC曲线为流入型，表现为信号强度增高后呈持续上升趋势。图4 前列腺恶性病变TIC曲线，患者男，85岁，无诱因排尿困难1个月，血清PSA为62.34ng/mL，诊断为前列腺中央腺近尖部癌，Gleason评分3+3=6分，图中TIC曲线为流出型，表现为信号强度早期增高后出现下降趋势。图5 不同引导方式对前列腺病变诊断价值。

2.4 不同前列腺病变TIC曲线类型 前列腺良恶性病变间TIC曲线类型有差异($P<0.05$)，见表3、图3~图4。

表3 不同前列腺病变TIC曲线类型(例)

组别	例数	流入型	平台型	流出型
恶性病变组	56	0	13	43
良性病变组	19	15	4	0
χ^2			58.829	
P			<0.001	

2.5 不同前列腺病变DCE-MRI参数比较 前列腺恶性病变达峰时间明显短于良性病变($P<0.05$)；恶性病变最大强化程度及最大强化率明显高于良性病变($P<0.05$)，见表4。

表4 不同前列腺病变DCE-MRI参数比较

组别	例数	达峰时间(s)	最大强化程度(%)	最大强化率(%)
恶性病变组	56	98.65±8.32	184.67±31.68	2.32±0.34
良性病变组	19	132.45±7.85	164.35±32.25	3.24±0.36
t		15.513	2.405	10.043
P		<0.001	0.019	<0.001

2.6 DCE-MRI、DWI、TRUS对前列腺病变诊断价值 DCE-MRI联合DWI在超声引导前列腺穿刺中敏感度91.8%，特异度55.3%，准确度82.6%，阳性预测值86.4%，阴性预测值88.9%，明显高于单独TRUS($P<0.05$)，见表5、图5。

表5 DCE-MRI、DWI、TRUS对前列腺病变诊断价值

方法	敏感度	特异度	准确度	阳性预测值	阴性预测值
TRUS	55.1	73.7	60.3	77.5	80.1
DCE-MRI+DWI+TRUS	91.8	55.3	82.6	86.4	88.9

3 讨 论

前列腺增生与前列腺癌早期症状基本相同，两者易混淆导致漏诊，早期准确的诊断对患者治疗及预后具有重要意义^[8]。DWI多采用EPI序列，可观察细胞内外水分子的扩散运动，同时根据病灶的ADC值对前列腺癌进行定性及定量分析^[9]。同时ADC值可反映肿瘤细胞侵袭运动，对肿瘤进行病理分期^[10]。Gigant等^[11]通过研究发现前列腺癌及前列腺增生在多b值DWI上具有明显信号特征，可为临床鉴别两种疾病提供诊断依据。有研究表明前列腺癌中前列腺收缩期血流速度及阻力指数均高于前列腺增生及正常前列腺^[12]。

本研究结果显示，体素中水分子均存在扩散运动方向随机，水分子在敏感梯度场方向上扩散越自由，其在扩散梯度场施加期间扩散距离越大，经历的磁场变化也越大，组织信号衰减越明显^[13]。DWI检查可反映出扩散敏感梯度场方向上的扩散运动。前列腺癌可导致正常腺泡组织结构发生改变，以体积小、数量多且排列紧密的肿瘤上皮细胞取代正常组织位置，同时肿瘤上皮细胞间液体含量较正常组织少，因此肿瘤组织水分子扩散运动受限^[14]。b值是施加的扩散敏感梯度场参数，正

常情况下b值越高组织中水分子扩散越敏感，但有研究表明太高的b值得到的DWI信噪比可能很低^[15]。EPI序列采集速度很快，基本可以冻结组织大部分生理运动，但无法消除血流灌注对组织信号的影响^[16]。因此，通过检测施加扩散敏感梯度场前后信号强度变化，在得知b值的情况下可计算出组织扩散系数，因其受其他形式水分子运动的影响，所以将检测到的扩散系数称为ADC。磁共振成像可计算出感兴趣区中每一像素的ADC值，根据各像素ADC值形成ADC图，ADC图可更直观、更精确地观察水分子弥散变化^[17]。本研究通过DWI检查发现，当扩散敏感系数为1500mm²/s时，前列腺癌组患者ADC值均明显小于前列腺增生及正常前列腺组，说明前列腺良恶性病变在ADC图上存在明显差异，同时前列腺癌在DWI上呈高信号。Gleason评分为目前前列腺癌最常用的病理分级系统，本研究结果显示，不同Gleason评分前列腺恶性病变ADC值有差异，说明ADC值可作为无创性手段对前列腺癌进行病理分级。通过DCE-MRI检查得出，随着时间的延长，前列腺恶性病变信号强度呈下降趋势，可能与肿瘤血管粗细不均，血管通透性增加有关；随着时间的延长，前列腺良性信号强度呈持续上升，可能与血管通透性及血流灌注较前列腺癌改变不大有关。前列腺恶性病变组患者TIC曲线以“流出型”多见，前列腺良性病变组患者TIC曲线以“流入型”多见，不同病变类型TIC曲线存在差异，说明TIC曲线可作为良恶性病变鉴别指标。本研究通过TIC曲线得出半定量参数发现，前列腺恶性病变达峰时间明显短于良性病变，恶性病变最大强化程度及最大强化率明显高于良性病变，说明较良性组织而言癌组织中血流量多，血管结构更为致密。本研究通过ROC曲线分析得出，DCE-MRI联合DWI在超声引导前列腺穿刺对前列腺病变诊断效能较好可提高临床诊断准确率，同时与病理结果一致性较强。

综上所述，DCE-MRI联合DWI与TRUS引导前列腺穿刺结果一致性较高，但DCE-MRI联合DWI可明显提高前列腺病变诊断的特异度、敏感度及准确度，同时其在前列腺癌与前列腺增生疾病上具有明显区别，能较好地鉴别。

参考文献

- [1]任毅,王瑶,郑入文.良性前列腺增生病因及发病机制的研究现状[J].世界中医药,2018,13(9):289-293.
- [2]孙颖浩,高旭.前列腺癌诊断和治疗的百年演变史[J].上海医学,2017,40(7):391-395.
- [3]Wegelin O, Melick H H E V, Hooft L, et al. Comparing three different techniques for magnetic resonance imaging-targeted prostate biopsies: A systematic review of in-bore versus magnetic resonance imaging-transrectal ultrasound fusion versus cognitive registration. Is there a preferred technique? [J]. Euro Urol, 2017, 71(4): 517-531.
- [4]马文斌,江虹虹,郭顺华,等.经直肠超声引导下前列腺穿刺活检阳性率的临床影响因素分析[J].中国当代医药,2017,24(9):86-88,97.
- [5]Saha A, Harowicz M R, Wang W, et al. A study of association of Oncotype DX recurrence score with DCE-MRI characteristics using multivariate machine learning models [J]. J Cancer Res Clin Oncol, 2018, 144(5): 1-9.
- [6]石峰,高阳,牛广明,等.乳腺癌磁共振动态增强扫描恶性征象分析[J].医学影像学杂志,2017,27(2):262-265,269.
- [7]Shen G, Lan Y, Zhang K, et al. Comparison of ¹⁸F-FDG PET/CT and DWI for detection of mediastinal nodal metastasis in non-small cell lung cancer: A meta-analysis [J]. PLoS One, 2017, 12(3): e0173104.
- [8]陈颖源.磁共振扩散加权成像在老年前列腺癌中的诊断价值[J].中国疗养医学,2017,26(2):173-175.
- [9]盛斌武,王明珠,范晋海,等.良性前列腺增生患者术后再发前列腺癌的临床特点[J].中国老年学杂志,2017,37(2):390-392.
- [10]尹雪军,牛富业,刘林,等.前列腺癌的磁共振DWI诊断价值分析[J].现代医用影像学,2017,26(4):905-906.
- [11]Giganti F, Ambrosi A, Chiari D, et al. Apparent diffusion coefficient by diffusion-weighted magnetic resonance imaging as a sole biomarker for staging and prognosis of gastric cancer [J]. Chin J Cancer Res, 2017, 29(2): 118-126.
- [12]姚雪艳.1.5TMR多b值DWI在前列腺中央腺体癌与良性前列腺增生鉴别诊断中的应用[J].中国数字医学,2017,12(5):97-99.
- [13]熊伟律,胡新娥,陈文显,等.前列腺癌与前列腺增生不同血流参数特征的比较分析[J].现代实用医学,2017,29(2):172-174.
- [14]付修威,陈元园,倪红艳,等.基于不同模型的多种新型MR扩散成像的原理与临床应用[J].中华放射学杂志,2017,51(11):883-886.
- [15]陈雨菲,刘剑羽.DWI在前列腺癌诊断中的研究进展[J].磁共振成像,2019,10(1):82-86.
- [16]陈晶,张武,李香营等.不同b值DWI成像在早期脑梗死中的应用[J].医疗卫生装备,2017,38(6):91-93.
- [17]高强,吴梅,魏新华,等.不同b值和血流灌注对肝恶性肿瘤DWI表观扩散系数的影响[J].医学影像学杂志,2017,27(7):1261-1264.

(收稿日期: 2019-09-08)