

## · 前列腺 MRI 专题 ·

## 体素内不相干运动扩散加权成像对前列腺癌的诊断价值

叶锦棠, 蔡文超, 王岳, 王霄英

**【摘要】** 目的:探讨多 b 值扩散加权成像(DWI)序列在前列腺癌诊断中的应用价值。方法:经超声引导下前列腺穿刺活检病理证实为前列腺癌的 7 例患者及非前列腺癌的 4 例患者纳入本组研究,所有患者均行多 b 值 DWI 序列(b 值分别为 0、188、375、563 和 750 s/mm<sup>2</sup>)扫描。应用双指数模型(体素不相干运动模型)进行分析,计算并比较分析前列腺癌区和非癌区的相对纯扩散值 D 和灌注分数 f 的差异。结果:癌区的 D 值和 f 值分别为  $(0.77 \pm 0.20) \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$  和  $(8.66 \pm 3.07)\%$ ,非癌区的 D 值和 f 值分别为  $(1.53 \pm 0.48) \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$  和  $(2.27 \pm 1.16)\%$ 。癌区的 D 值低于非癌区,差异有统计学意义( $P < 0.01$ );癌区的 f 值高于非癌区,但差异无统计学意义( $P > 0.05$ )。结论:多 b 值 DWI 序列可获取前列腺组织真实水分子扩散运动及微灌注相关信息,可为前列腺癌的诊断提供重要信息。

**【关键词】** 前列腺肿瘤;磁共振成像;扩散加权成像;诊断,鉴别

**【中图分类号】** R737.25; R445.2 **【文献标识码】** A **【文章编号】** 1000-0313(2014)05-0474-03

**Preliminary study of intravoxel incoherent motion diffusion-weighted imaging of prostate cancer** YE Jin-tang, CAI Wen-chao, WANG Yue, et al. Department of Radiology, Peking University First Hospital, Beijing 100034, P. R. China

**【Abstract】** **Objective:** To determine the role of multi b-value DWI in the evaluation of prostate cancer (PCa). **Methods:** Seven patients with PCa and four patients without PCa according to the results of biopsy were recruited in the study. All of them underwent the multi b-value DWI ( $b=0, 188, 375, 563, 750 \text{ s/mm}^2$ ) examination on a 3.0T MR scanner. Quantitative analysis was conducted by using an intravoxel incoherent motion (IVIM) bi-exponential model. Then the pure diffusion coefficient (D) and perfusion fraction (f) in the cancerous and noncancerous areas were calculated and compared (independent t-test) between the two groups. **Results:** The D and f values in the cancerous areas were  $(0.77 \pm 0.20) \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$  and  $(8.66 \pm 3.07)\%$ , whereas the D and f values in the noncancerous areas were  $(1.53 \pm 0.48) \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$  and  $(2.27 \pm 1.16)\%$ . The D values in the cancerous areas were significantly lower than those of the noncancerous areas ( $P < 0.01$ ). The f values in the cancerous areas were higher than those of noncancerous areas but there was no statistical difference between the two groups. **Conclusion:** Multi b-value DWI can reflect the true water diffusion motion and microcirculation perfusion in the prostate. It may be a feasible tool in the diagnosis of prostate cancer.

**【Key words】** Prostate neoplasms; Magnetic resonance imaging; Diffusion-weighted imaging; Diagnosis, differential

前列腺癌的疗效和预后主要取决于早期诊断。在结合常规 T<sub>2</sub>WI 图像的情况下,动态增强扫描、扩散加权成像(diffusion-weighted imaging, DWI)和波谱成像等技术都能提供额外的影像信息,提高前列腺癌的诊断符合率。近年来,磁共振体素内不相干运动成像(intravoxel incoherent motion, IVIM)逐渐被应用于临床研究中。磁共振 IVIM 无需注射对比剂,能够无创地检测并提取活体组织的扩散和灌注信息,揭示疾病的病理生理学改变,从而为疾病的诊断提供更多依据。本研究应用 IVIM 观察前列腺外周带癌与非癌组织的扩散和灌注情况,旨在探讨 IVIM 在前列腺癌诊断中的应用价值。

## 材料与方 法

### 1. 研究对象

本研究通过本院医学伦理委员会审核,每例入组患者签署知情同意书。选取 2012 年 4 月—10 月在本院进行前列腺 MRI 检查,并经超声引导下穿刺活检获得病理结果的患者 11 例,其中前列腺癌患者 7 例(年龄 65~80 岁,平均 74 岁),非前列腺癌患者 4 例(年龄 47~83 岁,平均 61 岁),两组间年龄差异无统计学意义。前列腺癌患者血清前列腺特异性抗原(prostate specific antigen, PSA)范围为 5.80~100.00 ng/mL,中位 PSA 值为 15.60 ng/mL;非前列腺癌患者 PSA 值范围为 1.99~17.00 ng/mL,中位 PSA 值为 5.71 ng/mL。

### 2. 扫描方法

采用 Philips Archiva 3.0T TX MR 扫描仪进行常规 MR 和 IVIM 成像扫描。MRI 检查以体线圈作为射频发射线圈,以心脏 32 通道相控阵线圈作为接收线圈。前列腺局部行横轴面和冠状面抑脂快速自旋回波 FSE T<sub>2</sub>WI 扫描,TR 2925 ms,TE 90 ms,回波链 14,层厚 4 mm,层间距 1 mm,视野 240 mm×240 mm,

作者单位:100034 北京,北京大学第一医院医学影像科

作者简介:叶锦棠(1979-),男,广东东莞人,副主任医师,主要从事 MR 诊断工作。

通讯作者:王霄英, E-mail: cjr\_wangxiaoying@vip.163.com

信号平均次数 3, 体素大小  $1.0 \text{ mm} \times 1.0 \text{ mm}$ 。

IVIM 成像以体线圈为射频发射和接收线圈。使用单激发 EPI 序列, 多通道射频模式, 采样因子 = 0.726, 采用精确频率反转恢复 (spectral presaturation attenuated inversion recovery, SPAIR) 抑脂序列, 反转时间 60 ms, 频率失相位为 200 Hz, TR 4114 ms, TE 75 ms, 视野  $160 \text{ mm} \times 180 \text{ mm} \times 66 \text{ mm}$ , 体素  $1.25 \text{ mm} \times 1.26 \text{ mm} \times 3.00 \text{ mm}$  (RL  $\times$  AP  $\times$  SI), 信号平均次数 4, Sense 加速因子 (RL  $\times$  AP) =  $2 \times 2$ , b 值 = 0、188、375、563 和  $750 \text{ s/mm}^2$ , 扫描时间为 5 min 18 s。

### 3. 数据测量

将得到的多 b 值原始数据导入后处理软件, 应用双指数模型 (IVIM 模型) 进行后处理, 得到纯扩散值 D (去除灌注的影响) 及灌注分数 f (灌注因素对总扩散的影响百分比)。结合常规 MRI 图像及前列腺穿刺活检病理结果, 分别在前列腺外周带癌区及非癌区设置兴趣区。癌区和非癌区的确定采用六分区法。所谓六分区, 是参照前列腺系统穿刺的分区定位标准, 将轴面图像层数除以 3, 分为基底、体和尖部三部分, 如不能被 3 整除则舍弃基底部靠近精囊及外周带较少的层面; 再以中央沟为界分为左右两部分, 这样外周带就被分为六个区域; 将其与穿刺活检位置相对应, 如在該区域穿刺发现癌组织, 此区将被定义为癌区, 反之则为非癌区。ROI 为圆形, 包括约 40 个体素, 要求其完全位于前列腺外周带内, 不包括前列腺中央腺体、周围脂肪和气体, 并避开尿道 (图 1~3)。

### 4. 统计学分析

采用 SPSS 20.0 统计软件进行统计学分析, 采用独立样本  $t$  检验分别比较前列腺外周带癌区和非癌区的 D 值和 f 值。以  $P < 0.05$  为差异有统计学意义。

## 结果

根据六分区法 11 例患者可得到 66 个分区, 结合前列腺穿刺活检病理结果其中癌区 25 个, 非癌区 41 个 (图 1~3)。

癌区及非癌区 D 值和 f 值的均值方差不齐 ( $F = 20.17, P = 0.000; F = 12.09, P = 0.001$ ), 对 D 值及 f 值进行校正  $t$  检验, 癌区

的 D 值低于非癌区, 差异有统计学意义 ( $t = 9.00, P = 0.00$ ); 癌区的 f 值高于非癌区, 但差异无统计学意义 ( $t = 1.958, P = 0.056$ , 表 1)。

表 1 前列腺外周带癌区与非癌区的 D 值和 f 值

指标	癌区 (n=25)	非癌区 (n=41)
D 值 ( $\times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$ )	$0.77 \pm 0.20$	$1.53 \pm 0.48$
f 值 (%)	$8.66 \pm 3.07$	$2.27 \pm 1.16$

## 讨论

前列腺疾病是老年男性常见的疾病之一, 而前列腺炎和前列腺癌两者间临床症状、实验室检查和常规影像学检查表现有很多相似之处<sup>[1]</sup>, 临床上往往需要进行超声引导下穿刺活检才能最终确诊, 但穿刺属于有创性检查, 会造成疼痛、出血等并发症而使很多患者不易接受。

扩散加权成像可以反映组织内水分子的扩散情况, 表观扩散系数 (apparent diffusion coefficient, ADC) 值对正常前列腺、前列腺炎和前列腺癌的鉴别诊断有一定价值<sup>[2-4]</sup>。前列腺癌组织内癌细胞增殖, 局部细胞密度增高, 伴癌细胞的核浆比例增大, 导致水分子扩散受限, ADC 值降低, 且恶性程度越高的区域

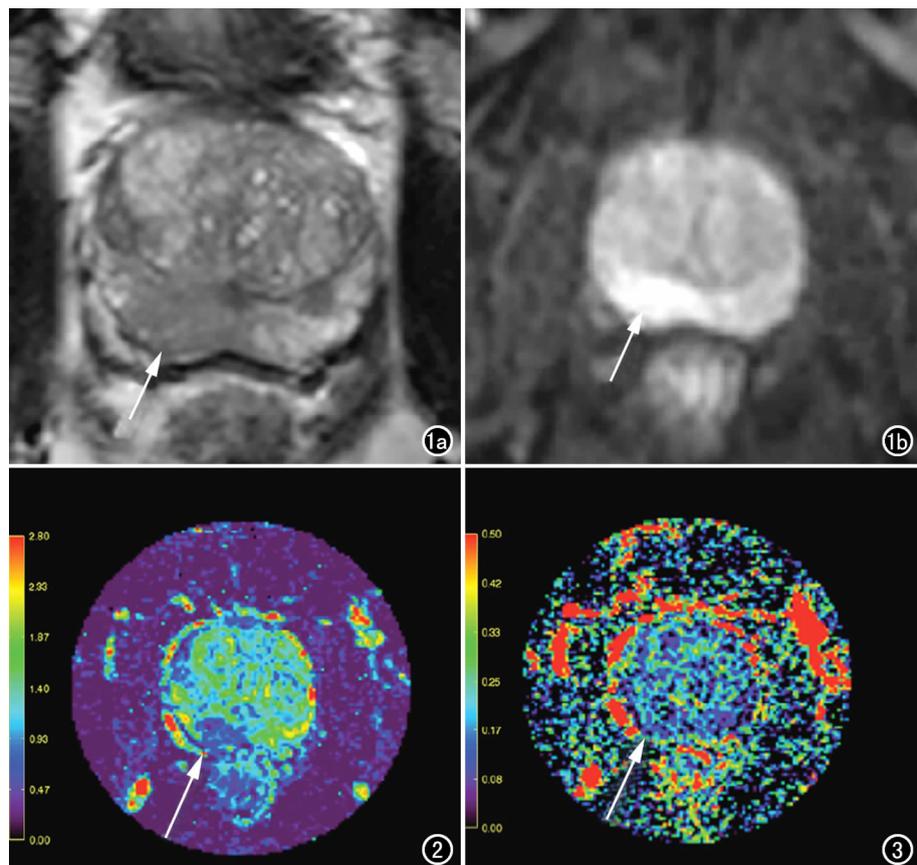


图 1 前列腺肿瘤患者。a)  $T_2$ WI 示前列腺右侧外周带癌区呈低信号 (箭), 左侧外周带为非癌区; b) DWI 图 ( $b$  值 =  $800 \text{ s/mm}^2$ ) 示癌区病变呈高信号 (箭), 非癌区未见异常信号。图 2 前列腺 D 值伪彩图显示癌区 (箭) D 值低于非癌区。图 3 前列腺 f 值伪彩图显示癌区 (箭) f 值高于非癌区。

ADC值越低。与此同时,组织病理学和动态增强MR扫描等表明,前列腺癌组织血供丰富,其内的微血管密度、血流量及血管通透性等血流灌注指标均明显高于非癌组织<sup>[5-8]</sup>。常规DWI用2个b值成像,得到的是分子扩散及微血管灌注的综合信息<sup>[9]</sup>,测量所得的ADC值也是分子扩散运动和微循环灌注共同作用的结果,为了减少微灌注对扩散系数的影响,MRI检查中常采用高b值( $>800\text{ s/mm}^2$ )DWI进行扫描,但与此同时牺牲了信噪比,图像质量较差。

为了同时兼顾图像信噪比和减少微灌注影响,考虑采用多b值来解决这些问题。随着MR硬件设备的发展,高场强及高切换率梯度系统为多b值DWI成像提供了可能。IVIM扩散成像需要采用多b值扩散成像序列(3个或3个以上b值组合),同时利用双指数模型进行后处理,提取D值和f值。Pang等<sup>[10]</sup>及Dopfert等<sup>[11]</sup>在前列腺癌的研究上作出了尝试,认为该方法可行的。本研究通过采用5个b值组合的DWI,对癌区和非癌区的D值进行比较分析,发现癌区的D值较非癌区显著降低,这与以往的研究结果是一致的<sup>[4,10]</sup>。本研究中癌区的f值较非癌区升高,但差异无统计学差异。考虑到f值体现的是灌注因素对总扩散的影响百分比,而灌注因素在低b值情况下能更好地体现,本文选取的b值都较高(188、375、563、750  $\text{s/mm}^2$ ),对灌注因素的体现可能会有一定影响,从而影响了癌区和非癌区f值的测量,需要在进一步的研究中选取更多的低b值来进行验证。

本研究具有一定的局限性,样本量较小,可能会产生偏倚。非癌组织包括正常癌组织、前列腺增生和前列腺炎等,并没有细分,没有相对应的组织学指标作为D值和f值的病理对照,也是本研究的不足,需要在后续研究中进一步完善。

综上所述,IVIM成像可以同时无创性观察前列腺组织分子扩散及微灌注情况,可为前列腺非癌组织和癌组织的鉴别诊断提供重要信息。

#### 参考文献:

- [1] Bai F, Zhang ZJ, David R, et al. Abnormal integrity of association fiber tracts in amnesic mild cognitive impairment[J]. *J Neurol Sci*, 2009, 278(1-2): 102-106.
- [2] 李飞宇, 王霄英, 许玉峰, 等. 不同年龄段正常成人前列腺外周带ADC值的初步研究[J]. *实用放射学杂志*, 2006, 22(12): 1496-1499.
- [3] 郭雪梅, 王霄英, 吴冰, 等. 前列腺外周带癌的ADC值与其病理分级和临床分期的相关性[J]. *中国医学影像技术*, 2009, 25(4): 674-677.
- [4] 叶锦棠, 王霄英, 刘婧, 等. 扩散加权成像对前列腺外周带炎症和肿瘤T<sub>2</sub>低信号的鉴别作用[J]. *中国医学影像技术*, 2011, 27(3): 581-585.
- [5] Louvar E, Littrup PJ, Goldstein A, et al. Correlation of color Doppler flow in the prostate with tissue microvasculature[J]. *Cancer*, 1998, 83(1): 135-140.
- [6] Ferrer FA, Miller LJ, Andrawis RI, et al. Vascular endothelial growth factor (VEGF) expression in human prostate cancer; in situ and invitro expression of VEGF by human prostate cancer cells[J]. *J Urol*, 1997, 157(6): 2329-2333.
- [7] Franiel T, Ludemann L, Rudolph B, et al. Prostate MR imaging: tissue characterization with pharmacokinetic volume and blood flow parameters and correlation with histologic parameters[J]. *Radiology*, 2009, 252(1): 101-108.
- [8] Langer DL, vander Kwast TH, Evans AJ, et al. Prostate tissue composition and MR measurements: investigating the relationships between ADC, T<sub>2</sub>, K(trans), v(e), and corresponding histologic features[J]. *Radiology*, 2010, 255(2): 485-494.
- [9] Le Bihan D. Intravoxel incoherent motion perfusion MR imaging: a wake-up call[J]. *Radiology*, 2008, 249(3): 748-752.
- [10] Pang Y, Turkbey B, Bernardo M, et al. Intravoxel incoherent motion MR imaging for prostate cancer: an evaluation of perfusion fraction and diffusion coefficient derived from different b-value combinations[J]. *Magn Reson Med*, 2013, 69(2): 553-562.
- [11] Dopfert J, Lemke A, Weidner A, et al. Investigation of prostate cancer using diffusion-weighted intravoxel incoherent motion imaging[J]. *Magn Reson Imaging*, 2011, 29(8): 1053-1058.

(收稿日期:2014-03-25 修回日期:2014-04-16)