

Diagnostic value of 3.0T MR diffusion-weighted imaging in prostate cancer

GUO Xue-mei, WANG Xiao-ying*, LI Fei-yu, JIANG Xue-xiang

(Department of Radiology, Peking University First Hospital, Functional Imaging Center, Advanced Academy of Interdisciplinary Sciences, PKU, Beijing 100034, China)

[Abstract] Objective To study the diagnostic value of 3.0T DW in prostate cancer. **Methods** Fifty-four cases of patients were verified by pathology after ultrasound guided systemic biopsy, with the results of 18 without lesion, 13 with prostatitis and 23 with cancer. The peripheral zone of prostate was divided into six parts by orientations and they were divided into non-cancerous, prostatitis and cancerous groups according to the results of biopsy. The ADC values of each peripheral zone were recorded and analyzed with one-way ANOVA and ROC analysis. **Results** The mean ADC of non-cancerous, prostatitis and cancerous groups were $(1.55 \pm 0.25) \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{sec}$, $(1.40 \pm 0.23) \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{sec}$ and $(1.07 \pm 0.30) \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{sec}$ respectively. The inter-group differences were statistically significant. With ROC cut point setting to $1.17 \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$, the diagnostic sensitivity, specificity and accuracy for prostate cancer was 61.3%, 84.5% and 80.0% respectively. **Conclusion** The ADC values of peripheral zone of prostate were significantly different in non-cancerous, prostatitis and cancerous regions. So 3.0T DW may help to differentiate the prostate lesions.

[Key words] Prostate cancer; Magnetic resonance imaging; Diffusion-weighted imaging; ADC value

3.0T MR 扩散加权成像对前列腺癌的诊断价值

郭雪梅, 王霄英*, 李飞宇, 蒋学祥

(北京大学第一医院医学影像科, 北京大学前沿交叉学科研究院功能成像研究中心, 北京 100034)

[摘要] 目的 研究3.0T 磁共振系统扩散加权成像所得 ADC 值对前列腺癌的诊断价值。**方法** 54 例病理证实的前列腺病例, 其外周带病理正常者18 例(第一组), 炎症13 例(第二组), 癌23 例(第三组), 每一例外周带以六分区法分为六区, 并根据穿刺活检结果将各个外周带区域归类为正常组、炎症组及癌组。测量各分区的 ADC 值(b 值= 800 s/mm^2), 对三个不同病理组进行方差分析。癌与非癌组之间进行 ROC 分析。**结果** 正常组、炎症组、癌组 ADC 值依次降低, 分别为 $(1.55 \pm 0.25) \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$, $(1.40 \pm 0.23) \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$ 和 $(1.07 \pm 0.30) \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$, 组间差异有统计学意义。ROC 曲线上临界点取 $1.17 \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$ 时, 癌和非癌鉴别诊断的敏感性为61.3%, 特异性为84.5%, 准确性为80.0%。**结论** 3.0T 扩散加权成像可见前列腺外周带癌区、炎症区及正常区 ADC 值存在明显差异, 可用于鉴别病变的性质。

[关键词] 前列腺癌; 磁共振成像; 扩散加权成像; 表观扩散系数

[中图分类号] R737.25; R445.2 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 1003-3289(2007)08-1205-03

磁共振扩散加权成像(diffusion-weighted imaging, DWI)的临床应用始于急性脑梗死的诊断, 并在体部表现出较高的辅助诊断价值, DWI 应用于前列腺疾病的诊断和研究也已经开始^[1,2]。而由于硬件条件限制, 前列腺部位的 DWI 分辨率不高, 影响 ADC 值测量的准确性。本研究采用3.0T 磁共振系统及腹部相控阵线圈进行前列腺 DWI 成像, 探讨 ADC 值与前列腺病变性质的关系。

1 资料与方法

1.1 病例选择 2006 年7月-2006 年10月期间, 在我院进行前列腺 MR 检查的患者共157 例, 其中经穿刺活检病理证实, 且临床资料齐全的初诊患者54 例。年龄38~89 岁, 平均 (68.9 ± 10.6) 岁。其中病理证实前列腺外周带组织正常的病例18 例, 外周带可见炎症的病例13 例, 前列腺外周带癌病例23 例。活检为 B 超引导下经直肠穿刺活检, 采取标准13 针法, 并由操作医生绘图记录活检部位。前列腺外周带以六分区法分为六区(左、右底部、中部和尖部), 根据穿刺活检结果, 将六分区归类为正常组、炎症组及癌组。

1.2 检查方法 使用 GE 3.0T HD 磁共振扫描仪行 MRI 和 DWI 检查。均以体线圈为射频发射线圈, 以腹部相控阵线圈

[作者简介] 郭雪梅(1978-), 女, 天津人, 硕士, 住院医师。

[通讯作者] 王霄英, 北京大学第一医院医学影像科, 100034。

E-mail: bjwxcn@tom.com

[收稿日期] 2007-04-10 [修回日期] 2007-05-11

为接收线圈。前列腺局部行轴位和冠状压脂快速自旋回波 FSE T2 W, TR 3500 ms, TE 129.8 ms, 回波链 19, 层厚 4 mm, 层间隔 1 mm, FOV 30 cm × 30 cm, NEX 4, 矩阵 320 × 224。薄层 T1 W, TR 620 ms, TE 7 ms, 层厚 4 mm, 层间隔 1 mm, FOV 30 cm × 30 cm, NEX 2, 矩阵 320 × 224。从前列腺基底部至主动脉分叉水平行轴位 FSPGR T1 W, 并行盆腔正中矢状位 FSPGR T1 W, TR 220 ms, TE 2.4 ms, 层厚 10 mm, 层间隔 1 mm, FOV

36 cm × 36 cm, NEX 0.5, 矩阵 320 × 224。DW 检查使用单次激发 EPI 序列, TR 1000 ms, TE 67.3 ms, FOV 30 cm × 24 cm, 矩阵 128 × 128, 层厚 4 mm, 层间隔 1 mm, NEX 10。b 值 (扩散敏感系数) 采用 0 和 800 s/mm², 取层面选择、频率编码、相位编码 3 个方向, 扫描时间 2 分 40 秒。

1.3 测量及评价方法 所得扫描数据传输至 SUN ULTRA60 工作站上, 经 GE functool 2 软件自动后处理获得 ADC 图。一位放射科医师在不知道病理结果及临床信息的情况下测量 ADC 值。沿外周带边缘逐层手工绘制不规则形感兴趣区 (region of interest, ROI), 每层图像分别绘制右叶外周带及左叶外周带两个感兴趣区, 要求其完全位于前列腺外周带内, 同时尽量避开尿道及周围脂肪、血管结构, 记录 ROI 内的平均 ADC 值。

1.4 统计学分析 所有数据以 SPSS 10.0 软件包进行统计学处理。对三个不同病理组间 ADC 值进行方差分析 (One-Way ANOVA), 并进行组间两两比较。将正常与炎症组合并为非癌组, 以穿刺活检结果为金标准, 采用 ROC 分析, 计算 ADC 值诊断前列腺癌的曲线下面积 (Az), 并判断鉴别癌与非癌组织的诊断界值点。P < 0.05 认为差异具有统计学意义。

2 结果

2.1 临床情况 54 例研究对象的临床表现分别为: 尿频、尿急、排尿困难 24 例, 体检发现 PSA 升高 14 例, 前列腺结节 12 例, 肉眼血尿 2 例, 血精 2 例。三组研究对象的 T-PSA、F-PSA 及 F-PSA/T-PSA 值见表 1。前列腺癌组中, B 期 7 例, C 期 13 例, D 期 3 例, gleason 评分 2 例为 6 分, 3 例为 7 分, 2 例为 8 分, 15 例为 9 分, 1 例为 10 分。

2.2 ADC 图像质量和 ADC 值的感兴趣区情况 2 例 ADC 图像可见轻度变形, 是由于直肠内气体产生的磁敏感伪影, 但不影响 ADC 值的测量, 余图像均无明显伪影, 前列腺结构清晰。ADC 图显示, 正常外周带表现为较高信号, 与中央带界限清晰, 炎症及癌灶信号较低 (图 1~3)。共测量 549 个感兴趣区, 其中前列腺外周带正常区 243 个, 炎症区 151 个, 癌区 155 个, ROI 面积 (194.94 ± 78.94) mm²。

2.3 测量所得的 ADC 值 三个不同病理组前列腺外周带 ADC 值的结果见表 2, 正常、炎症、癌三组 ADC 值依次降低。三组间 ADC 值进行方差分析, 两两比较, 差异均具统计学意义, 正常组与炎症组 F 值 38.259, P 值 0.000, 炎症组与癌组



图 1 穿刺病理外周带未见异常的前列腺 ADC 图, 正常外周带表现为较高信号, 与中央带界限清晰 图 2 穿刺病理外周带可见炎细胞浸润的前列腺 ADC 图, 外周带信号较低, 但未见明显局限性低信号区, 外周带与中央带界限仍存在 图 3 穿刺病理证实为前列腺癌的 ADC 图, 外周带右叶可见局限性明显低信号区。此患者 5 区 13 针穿刺结果, 第 1~7 针可见前列腺腺癌, Gleason 评分为 7 分, 对应于六分区, 即右上、右中、右下三个分区为癌区, 左侧三个分区为非癌区

表 1 三组病例 PSA 平均值 (ng/ml) 及感兴趣区个数

组别	例数	T-PSA	F-PSA	F-PSA/T-PSA
第一组	18	8.22 ± 4.69	1.73 ± 1.35	0.26 ± 0.21
第二组	13	13.80 ± 6.05	1.69 ± 0.77	0.13 ± 0.04
第三组	23	63.63 ± 87.20	7.22 ± 11.76	0.12 ± 0.08

表 2 三组间 ADC 值 (×10⁻³ mm²/s) 的方差分析结果

组别	平均值 ± 标准差	95% 可信区间	F 值	P 值
第一组	1.55 ± 0.25	1.52 ~ 1.58	164.001	0.000
第二组	1.40 ± 0.23	1.36 ~ 1.43		
第三组	1.07 ± 0.30	1.02 ~ 1.12		

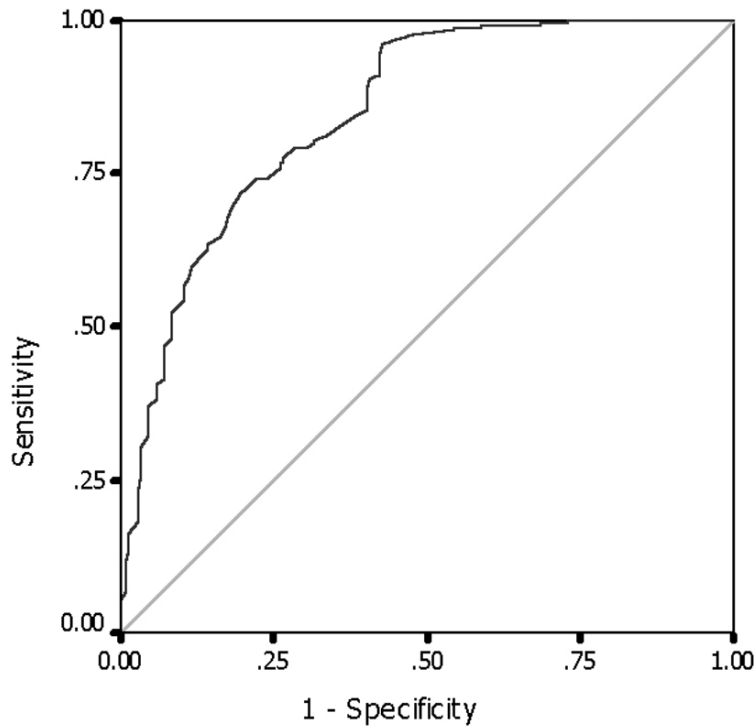


图 4 采用 ADC 值诊断前列腺癌的 ROC 曲线, 曲线下面积为 0.850, P = 0.0000。临界点取 1.17 × 10⁻³ mm²/s 时, 敏感性为 61.3%, 特异性为 84.5%, 准确性为 80.0%

F 值 112.217, P 值 0.000, 正常组与癌组 F 值 303.577, P 值 0.000。

2.4 ADC 值的 ROC 分析 将正常组和炎症组合并为非癌组, 与癌组进行 ROC 分析, ROC 图见图 4。

3 讨论

扩散加权成像属于广义上的磁共振功能成像技术, 其组织信号对比主要基于水分子的布朗运动。DWI 成像时, 当水

分子在体素扩散不受限时,质子失相位较明显,信号较低;反之当水分子扩散受限制,则较少失相位,信号较高^[3]。由DW图像的强度计算得到的ADC值能更加准确地反映局部水分子的扩散特性,已逐渐应用于体部肿瘤性病变的辅助诊断^[4]。在高场的3.0T系统下,结合腹部相控阵线圈,图像信噪比得到进一步的提升,更适用于前列腺疾病的诊断^[5]。

3.1 ADC值与前列腺外周带病理类型的关系 与本研究结果相同,多数研究均发现癌灶ADC值低于正常组织,其原因推测可能是因为正常前列腺外周带含有丰富的腺体和腺管结构,水分子运动有着较高的自由性,故ADC值也相应较高;而前列腺癌通常是由众多细小、紧密排列的肿瘤上皮构成,其间质成分很少,含水量少,且肿瘤上皮细胞有着比正常细胞更高的核质比;另外,由于肿瘤细胞的增殖,细胞外间隙受压、扭曲、变小,细胞外间隙内的水分子的扩散运动受到限制。这些原因共同造成了癌区水分子自由运动的减弱,从而使ADC值下降^[2,6]。本研究中,炎症组与癌组的ADC值之间也存在统计学差异,与作者以前在1.5T上对前列腺炎症与癌灶没有统计学差异的结果不同,可能是由于3.0T的信噪比更高,ADC值测量更加准确有关。还需要扩大研究的样本量,进一步证实此结果。

3.2 3.0T MR扫描仪上前列腺扩散加权成像的特点 过去多数研究用1.5T及以下场强的MR扫描仪^[6,7]。随着3.0T普及,3.0T体部的临床应用出现,但国内相关文献很少,国外仅见数篇关于前列腺扩散加权成像的初步探讨^[5]。高场强磁共振明显升高的信噪比(signal noise ratio, SNR),特别对于像扩散加权成像这样信噪比较低的功能成像更有优势,DW图及ADC图的图像质量有了很大提高,使ADC值的测量更加可靠。但同时,3.0T磁共振DW在体部也存在一定劣势,那就是磁敏感效应进一步加强,含气较多的部位变形较为严重,所以当直肠充气时,局部区域的变形伪影较重,信号明显偏高。为避免这种情况,本研究的全部患者在检查之前一日均按医嘱进食少渣饮食并口服缓泻剂,肠道内较为清洁,含气较少,故仅2例可见轻度伪影。可见适当的肠道准备是很有必要的。

3.3 关于前列腺癌DW诊断标准的建立 虽然关于前列腺疾病的扩散加权成像研究很多,而且共同的结果是发现癌的ADC值低于非癌,但报道结果中癌的ADC值差异很大,尚无大规模研究数据提出前列腺癌ADC的诊断标准^[2,5,7]。这是因为以下两个主要困难:第一,虽然理论上ADC值不受机器设备的影响而在不同的机器设备之间具可比性,但是实际工作中,硬件、扫描序列等仍会影响ADC值的结果,关于前列腺DW扫描的技术标准尚未建立。第二,影像病理对照方法不同也会影响ADC值阈值的设定,一方面标准13针的穿刺结果和六分区并不能准确一一对应,另一方面,穿刺病理与术后大体病理之间仍存在较大的差异。

对于上述两个困难,本文采用3.0T、高b值、多通道相控阵线圈DW扫描,是目前较公认的可获得高信噪比的DW扫描方法,望能作为技术标准进行推广,以使DW的扫描参数统一。而与病理对照的问题,由于前列腺大切片标本来源

很少,故仍沿用穿刺病理作为金标准,可能存在一定偏差。今后需扩大样本数,并与大切片病理进行对照研究,从而建立前列腺癌的DW诊断标准。

3.4 前列腺疾病MR诊断技术的综合应用 目前,MR是对前列腺癌的局部分期的最好方法,但对癌定性诊断的价值仍未公认。T2WI、DW、波谱分析(MRS)等对前列腺癌的定性均有一定的帮助。综合利用各种技术提高MR对癌的定性诊断效能将是前列腺疾病的研究方向。3.0T磁共振具有较好的信噪比,对MRS的分辨率较高,有希望得到有意义的结果^[8]。

综上所述,在3.0T磁共振系统结合腹部相控阵线圈进行前列腺DW扫描,生成的ADC图图像质量较高,ADC值有助于外周带正常、炎症及癌灶的鉴别诊断。

[参考文献]

- [1] Wang XY, Ding JP, Zhou LP, et al. Diffusion-weighted MR imaging of the prostate adenocarcinoma: preliminary results[J]. Chinese Journal of Radiology, 2005, 39(11): 1207-1209.
王霄英,丁建平,周良平. 前列腺癌的MR扩散加权成像初步研究[J]. 中华放射学杂志, 2005, 39(11): 1207-1209.
- [2] Guo XM, Wang XY, Li FY, et al. Diffusion-weighted MR imaging of the prostate: primary study[J]. Chin J Med Imaging Technol, 2005, 21(12): 1858-1861.
郭雪梅,王霄英,李飞宇,等. 前列腺磁共振扩散加权成像的初步研究[J]. 中国医学影像技术, 2005, 21(12): 1858-1861.
- [3] Li FY, Wang XY, Xu YF, et al. Age-related changes of prostate peripheral zone in healthy adults: evaluation by apparent diffusion coefficient[J]. J Pract Radiol, 2006, 22(12): 1496-1499.
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.
- [4] Sun YS, Zhang XP, Tang L, et al. Diffusion-weighted MR imaging of rectal cancer: determination of b values and evaluation of displaying ability[J]. Chin J Med Imaging Technol, 2005, 21(12): 1839-1843.
孙应实,张晓鹏,唐磊,等. 直肠癌扩散加权成像b值选取及其对直肠癌显示能力的评价[J]. 中国医学影像技术, 2005, 21(12): 1839-1843.
- [5] Peter Gibbs, Martin D, Hickles BHS, et al. Diffusion Imaging of the Prostate at 3.0 Tesla[J]. Investigative Radiology, 2006, 41(2): 185-188.
- [6] Issa B. In vivo measurement of the apparent diffusion coefficient in normal and malignant prostatic tissues using echo-planar imaging[J]. J Magn Reson Imaging, 2002, 16(2): 196-200.
- [7] Ryota Shimofusa, Hajime Fujimoto, Hajime Akamata, et al. Diffusion-weighted imaging of prostate cancer[J]. J Comput Assist Tomogr, 2005, 29(2): 149-153.
- [8] Virendra Kumar, Narana mangalam R, Rajeev Kumar, et al. Correlation between metabolite ratios and ADC values of prostate in men with increased PSA level[J]. Magnetic Resonance Imaging, 2006, 24(2): 541-548.