

论 著

基于DWI-MRI图像在鉴别诊断PCa与BPH的临床价值*

王振跃* 赵香秋 魏书林
天津市北辰区中医医院放射科(天津 300400)

【摘要】目的 探讨基于磁共振弥散加权成像(DWI-MRI)图像在鉴别诊断前列腺癌(PCa)与良性前列腺增生症(BPH)的临床价值。**方法** 选取2020年6月至2024年2月在本院确诊的80例前列腺疾病患者,根据疾病的不同性质,分为PCa组(n=32)和BPH组(n=48),两组患者均接受常规MRI扫描及DWI-MRI扫描。比较两组患者时间-信号强度曲线分型、多b值下ADC值,采用受试者工作特征曲线(ROC)分析DWI-MRI多b值对PCa、BPH的诊断价值。**结果** PCa组时间-信号强度曲线分型以II型为主, BPH组以I型为主($P<0.05$);在不同b值下, PCa组的ADC值均低于BPH组($P<0.05$)。ROC分析显示, $b=0$ 、500、1000、1500、2000s/mm²对诊断PCa、BPH的AUC分别为0.660、0.781、0.805、0.808、0.841, 敏感度分别为66.70%、72.90%、75.00%、85.40%、87.50%, 特异度分别为46.90%、56.20%、68.70%、68.70%、46.90%($P<0.05$)。**结论** PCa在DWI序列呈高回声、ADC图呈稍低信号, 与BPH图像具有差异性, DWI-MRI扫描可较好鉴别PCa与BPH两种前列腺疾病。

【关键词】 磁共振弥散加权成像; 前列腺癌; 良性前列腺增生症; 临床价值

【中图分类号】 R697+.3

【文献标识码】 A

【基金项目】 天津市北辰区科学技术局项目(SHGY2020039)

DOI:10.3969/j.issn.1672-5131.2025.08.041

Clinical Value of DWI-MRI Images in the Differential Diagnosis of PCa and BPH*

WANG Zhen-yue*, ZHAO Xiang-qiu, WEI Shu-lin.

Department of Radiology, Tianjin Beichen Traditional Chinese Medicine Hospital, Tianjin 300400, China

ABSTRACT

Objective To explore the clinical value of magnetic resonance diffusion-weighted imaging (DWI-MRI) in the differential diagnosis of prostate cancer (PCa) and benign prostate hyperplasia (BPH). **Methods** A total of 80 patients with prostate diseases confirmed in the hospital were enrolled between June 2020 and February 2024. According to different disease natures, they were divided into PCa group (n=32) and BPH group (n=48). All underwent routine MRI and DWI-MRI scans. The classifications of time-signal intensity curves and ADC values under different b values were compared between the two groups. The diagnostic value of different DWI-MRI B values in PCa and BPH was analyzed by receiver operating characteristic (ROC) curves. **Results** In PCa group and BPH group, main classifications of time-signal intensity curves were type II and type I, respectively ($P<0.05$). ADC values under different b values in PCa group were lower than those in BPH group ($P<0.05$). ROC curves analysis showed that AUC, sensitivity and specificity of ADC values under different b values ($b=0$, 500, 1000, 1500, 2000s/mm²) in the differential diagnosis of PCa and BPH were (0.660, 0.781, 0.805, 0.808, 0.841), (66.70%, 72.90%, 75.00%, 85.40%, 87.50%) and (46.90%, 56.20%, 68.70%, 68.70%, 46.90%; $P<0.05$). **Conclusion** In patients with PCa, there is high echo in DWI sequence and slightly low signal in ADC images, which are different from those in patients with BPH. Dwi-mri scan can better distinguish PCa from BPH.

Keywords: Magnetic Resonance Diffusion-weighted Imaging; Prostate Cancer; Benign Prostatic Hyperplasia; Clinical Value

良性前列腺增生症(benign prostatic hyperplasia, BPH)是以前列腺体积增大为主要临床特征的男性良性疾病^[1]; 前列腺癌(prostatic cancer, PCa)是起源于前列腺上皮细胞的恶性肿瘤^[2], 两者在疾病早期均表现为不同程度的尿频尿急、夜尿增多、血尿。常规MRI可较为清晰显示前列腺组织结构, 但针对局限于被膜内的PCa, 常规MRI序列扫描图像与BPH具有高度相似性, 均呈现不均匀信号, 具有准确率低的不足^[3]。扩散加权成像(diffusion weighted imaging, DWI)是在常规MRI序列基础上进行弥散敏感梯度脉冲的微观随机位移运动, 对评估不可逆性损伤具有敏感度高的特点^[4]。在前列腺疾病的诊断中, DWI可较好诊断PCa与BPH。由于PCa机体恶性病变细胞密度增加, 细胞外间隙小、含水量少, DWI检测PCa组织的扩散系数(ADC)值通常低于良性病变。基于此, 本研究旨在探讨基于DWI-MRI图像在鉴别诊断PCa与BPH的临床价值, 现报道如下。

1 资料与方法

1.1 基线资料 选取2020年6月至2024年2月在本院确诊的80例前列腺疾病患者, 根据疾病的不同性质, 分为PCa组(n=32)和BPH组(n=48)。两组一般资料均无显著差异($P>0.05$), 见表1。

纳入标准: 均经穿刺活检, 结果显示为PCa或BPH; 可正确表达自我感受, 无精神疾病; 影像学图像清晰标准, 所有数据均统一保存。排除标准: 心肺功能、肝肾功能严重异常; 合并尿路感染或前列腺炎; 不接受DWI-MRI检查或MRI检查禁忌症; ④合并大肠癌、卵巢癌等其他恶性肿瘤。

1.2 检查方法 检查前禁食8h, 采用德国SIEMENS公司的MRI扫描仪(型号: MAGNETOM Spectra 3.0T)对PCa组和BPH组进行常规MRI扫描及DWI-MRI扫描。采用Body Matrix线圈, 扫描序列为行T1WI、T2WI、DWI等序列扫描, 序列均为矢状位、冠状位以及横断位, 获取DWI图像。扫描参数: (1)常规参数: T1WI(TR-150ms, TE-2.60ms)、T2WI(TR-3650ms, TE-60ms)。(2)DWI: TR-9700ms, TE-68ms, 层厚5mm, 视野22cm×22cm, 矩阵192×192。

在得到蒙片后, 选取患者手背静脉血管, 注射钆喷酸葡胺对比剂0.2mmol/kg(注射速度3mL/s), 注射后立即行3D动态增强扫描[采用容积超快速三维T1WI(Vibe)序列, 层厚4 mm], 扫描时间59s, 共扫描6期, 总时间约为5-6min。将扫描数据上传至MR扫描仪的工作站, 利用DWI的原始图像(避开囊变、坏死区域, 消除伪影), 在病变实性部位选择感兴趣区域并测量扩散系数(ADC)参数, ADC值均测定3次, 最终值选取平均值。ADC信号降低, 提示肿瘤恶性可能。

将DWI原始数据和图像采集后, 于病灶最大层面绘制感兴趣区域(ROI), ROI形状为类圆形, 需避开尿道正常结构、钙化和坏死区域。将所有数据传输至GE AW4.6处理工作站。采用双盲法, 由科内2名副主任医师进行图像后处理和重建分析(观察病灶数量、形态、边缘情况、位置、周围组织强化和血管征象情况), 当出现分歧时, 可由第三人介入分析, 最终得出结果。

【第一作者】 王振跃, 男, 主管技师, 主要研究方向: 医学影像技术(MR、CT)。E-mail: yushengmanzhu@163.com

【通讯作者】 王振跃

1.3 判定方法^[5] 将ROI对应的曲线进行绘制，其中Ⅰ型为早期强化型，在早期信号迅速升高，后逐步下降并保持平衡状态，Ⅱ型为信号随时间逐步升高，Ⅲ型为信号表现为不同的强化方式。

1.4 观察指标 比较两组时间-信号强度曲线分型情况，在多b值下ADC值的变化，采用受试者工作特征曲线(ROC)分析DWI-MRI多b值对PCa、BPH的诊断价值。

1.5 统计学处理 采用SPSS 22.0统计学软件对本研究中纳入的患者数据资料进行分析整理，满足正态分布且方差齐的计量资料采用均数±标准差表示，采用两样本独立t检验比较不含时间因素的组间差异，计数资料用率表示，采用 χ^2 检验，采用ROC分析DWI-MRI多b值对PCa、BPH的诊断价值， $P<0.05$ 提示有统计学意义。

2 结 果

2.1 典型病例 患者A~F，均行DWI-MRI检查，扫描均提示患者前列腺形态增大，均诊断为PCa，详见图1。患者A，56岁，T1WI序列呈低信号，边界不清，增强扫描动脉早期呈明显强化，前列腺中央腺体见多个结节影；T2WI呈较高信号，内见条状稍低信号；DWI序列见条状稍高信号，ADC呈稍低信号。双侧精囊腺大小形态尚可，盆腔未见明确肿大淋巴结及液性暗区。

患者B，64岁，扫描显示前列腺增大以中央腺体为著，内可见多个结节影。T1WI序列见多发小片稍高信号影，外周带受压变扁；T2WI序列可见多个小结节状稍高信号及条状稍低信号影；DWI序列显示外周带呈明显高信号；ADC呈低信号，动态增强扫描未见确切异常强化。双侧精囊腺大小形态尚可，部分精囊管增粗，精囊腺内见小片T1WI及T2WI稍高信号影。盆腔未见明确肿

大淋巴结及液性暗区。

患者C，69岁，扫描显示向上推挤膀胱底部，前列腺轮廓隆起，尿道受压右偏，尿道侧包膜欠规整，移行带右半部见等T1WI混杂T2WI结节信号，DWI信号增高，ADC图低信号。右侧髂腰肌滑囊扩大，内见长T2WI信号。盆腔未见明确肿大淋巴结及液性暗区。

患者D，72岁，扫描显示向上推挤膀胱底部，前列腺增大以移行带为主。T2WI呈高低混杂信号影，内见多发低信号影结节影，移行带(大部分位于左部)大片状不均匀低信号，边界不清楚；DWI呈星稍高信号，其内结节状高信号；ADC呈低信号。右侧外周带后部见一斑片状T2WI稍低信号影，边界不清，与右侧精囊腺分界欠清楚，右后部与精囊腺分界不清。盆腔未见明确肿大淋巴结，可见膀胱多发结节状低信号影，两侧髂内侧及腹股沟多发淋巴结影。

患者E，58岁，向上推挤膀胱底部，前列腺增大以移行带为主。T2WI呈高低混杂信号影，其内多发低信号影结节影，前列腺周围脂肪间隙清晰，移行带左叶大片状T2WI不均匀信号减低；DWI呈稍高信号；ADC无明显信号减低，边界不清楚。右叶结节状T2WI低信号影，边界欠清，DWI未见明显高信号。膀胱壁厚，内壁毛糙，膀胱内小结节状低信号影。

患者F，63岁，外周带受压变薄，未见确切异常信号。移行带内见多发结节状长T1WI、T2WI信号影。中央腺体左侧4点钟方向见结节状短T2WI信号影，DWI呈稍高信号，ADC未见确切低信号，左侧部可见结节状T1WI稍高信号影。双侧精囊腺未见确切异常。会阴右部(海绵体根部右旁)结节状影，呈等T1WI、T2WI长信号，STIR呈高信号，DWI呈高信号，ADC呈低信号。

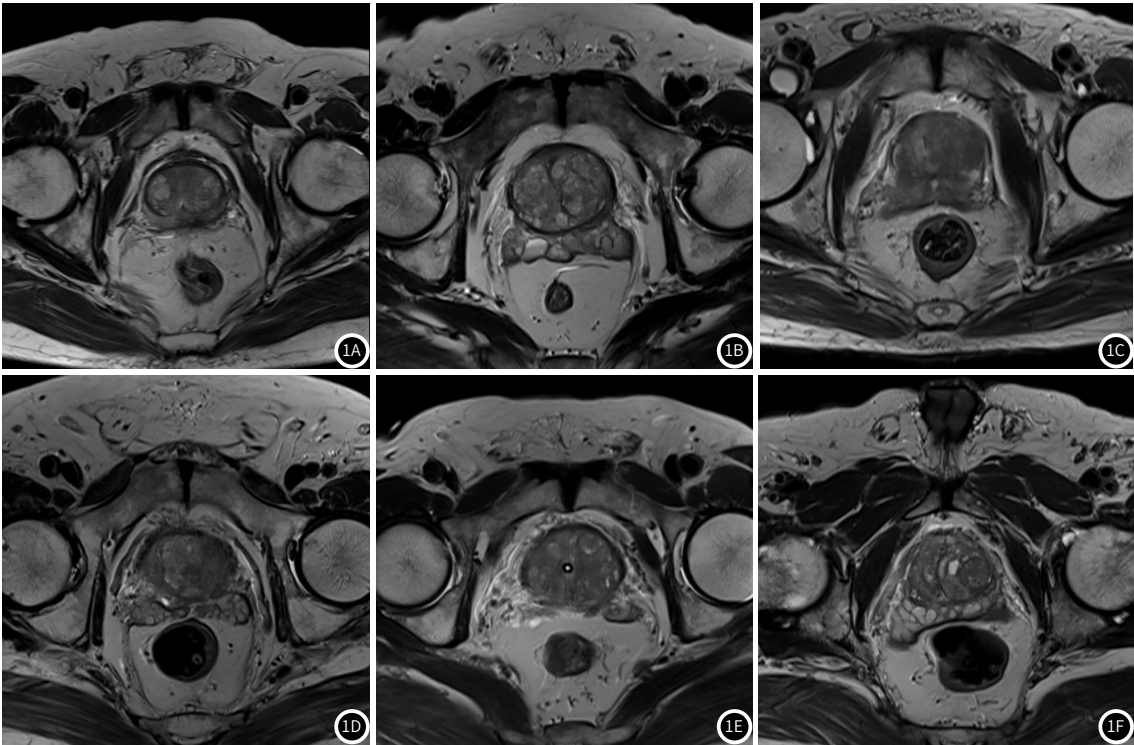


图1A~图1F PCa的DWI-MRI扫描图像。

2.2 两组时间-信号强度曲线分型比较 PCa组时间-信号强度曲线分型以Ⅱ型为主，BPH组以Ⅰ型为主($P<0.05$)，见表2。

2.3 两组DWI-MRI多b值下的ADC值比较 在不同b值下，PCa组的ADC值均低于BPH组($P<0.05$)，见表3。

2.4 DWI-MRI多b值对PCa、BPH的诊断价值 ROC分析显示， $b=0、500、1000、1500、2000s/mm^2$ 对诊断PCa、BPH的AUC分别为0.660、0.781、0.805、0.808、0.841，敏感度分别为66.70%、72.90%、75.00%、85.40%、87.50%，特异度分别为46.90%、56.20%、68.70%、68.70%、46.90%($P<0.05$)。见表4和图2。

表1 两组基线资料比较(n)

指标	PCa组(n=32)	BPH组(n=48)	t/ χ^2 值	P值
年龄(岁)	53.59±2.67	54.14±2.89	0.859	0.393
基础病				
高血压	10	14	0.040	0.842
糖尿病	5	6	0.158	0.691
高血脂	2	4	0.120	0.729
BMI(kg/m ²)	22.25±2.24	22.67±2.35	0.798	0.427

表2 两组时间-信号强度曲线分型比较(n, %)

组别	例数	I 型	II 型	III型
PCa组	32	2(6.25)	25(78.13)	5(15.63)
BPH组	48	36(75.00)	10(20.83)	2(4.17)
χ^2		36.391		
P		<0.001		

表4 DWI-MRI多b值对PCa、BPH的诊断价值

指标	AUC	标准误	95%CI	敏感度(%)	特异度(%)	截断值	P
b=0	0.660	0.062	0.540-0.781	66.70	46.90	1.53s/mm ²	<0.001
b=500	0.781	0.052	0.680-0.883	72.90	56.20	1.42s/mm ²	<0.001
b=1000	0.805	0.050	0.707-0.903	75.00	68.70	1.35s/mm ²	<0.001
b=1500	0.808	0.050	0.709-0.906	85.40	68.70	1.25s/mm ²	<0.001
b=2000	0.841	0.043	0.757-0.925	87.50	46.90	1.14s/mm ²	<0.001

表3 两组DWI-MRI多b值下的ADC值比较(n, $\times 10^{-3}$ mm²/s)

组别	例数	b=0s/mm ²	b=500s/mm ²	b=1000s/mm ²	b=1500s/mm ²	b=2000s/mm ²
PCa组	32	1.53 $\pm$ 0.32	1.41 $\pm$ 0.30	1.34 $\pm$ 0.24	1.25 $\pm$ 0.25	1.13 $\pm$ 0.21
BPH组	48	1.92 $\pm$ 0.41	1.85 $\pm$ 0.46	1.75 $\pm$ 0.36	1.63 $\pm$ 0.46	1.42 $\pm$ 0.34
t		4.535	4.771	5.653	4.266	4.304
P		<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001

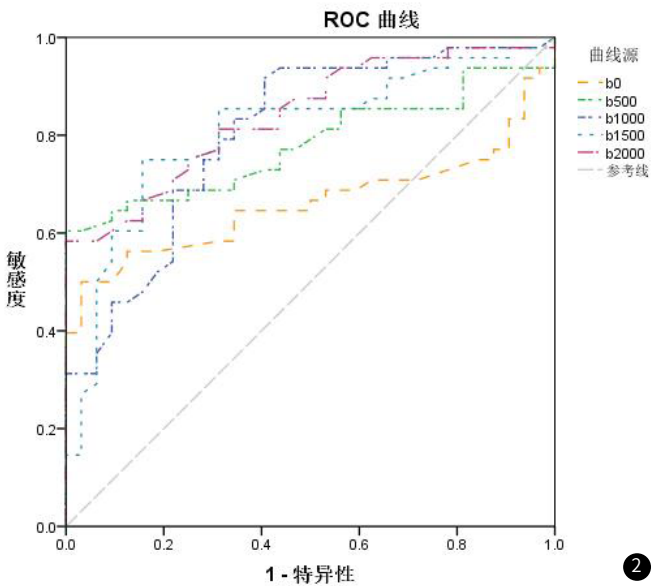


图2 DWI-MRI多b值对PCa、BPH的曲线特征。

而BPH患者的单位体积内细胞数量并没有明显增加，组织内的水分子运动未受到限制^[10-11]。本研究结果显示，PCa组时间-信号强度曲线分型以II型为主，BPH组以I型为主。因PCa具有丰富的血管，在注射钆喷酸葡胺对比剂行3D动态增强扫描时，对比剂会迅速进入到机体组织中的各个血管，表现为信号逐步升高。常规T1WI诊断PCa、BPH均呈均匀中等信号^[12]，但T2WI可清晰显示PCa患者的外周带位于后外部，两侧对称，呈新月形均匀一致的高信号，中央带和移行带信号稍低，前纤维肌质区构成前列腺的表面。而BPH往往发生于移行带和中央带，主要表现为前列腺体积增大、轮廓光整，T2WI外周带及前肌纤维受压变薄甚至消失，移行带和中央带体积增大^[13-14]。DWI序列显示PCa呈高信号，BPH呈未见明显异常。周飞等^[15]研究指出，DWI序列可反映PCa与BPH的病理差异。本研究结果与其类似，进一步说明DWI-MRI图像可通过对比PCa与BPH的典型特征进行鉴别。

ADC作为DWI的常用序列，是反映感兴趣区水分子扩散运动的范围和速度，虽不具有方向性，但可对扩散程度进行量化，从而呈现与组织含水量所相关的病理和形态变化。本研究结果显示，在不同b值下，PCa组的ADC值、AUC值均低于BPH组，提示在多种b值变化下，PCa患者的ADC值均低于BPH患者，且b值越高对病变显示越敏感。分析本研究结果原因，可能是由于在扫描检测时设定b值较高时，PCa组织呈较低的背景信号，所以在DWI成像时呈现高信号表现，ADC值降低^[16-17]。DWI成像是建立在微观流动效应基础上，利用PCa和正常前列腺组织内水分子扩散程度不同造成的信号改变，通过水分子在机体内弥散运动的ADC值变化提示前列腺肿瘤的性质。因癌细胞导致水分子扩散受限，PCa在DWI序列上通常表现为低信号，而BPH并不会显示扩散限制。刘娜等^[18]研究指出，MRI多b值下，DWI及ADC可较好鉴别PCa与BPH两种疾病。本研究结果与其类似，进一步说明多种b值变化下，PCa患者的ADC值均低于BPH患者。

3 讨论

在前列腺疾病早期，PCa与BPH的临床症状无明显特殊性，PCa的发生、进展涉及多阶段，随影像学检查的不断提升，对于筛查早期PCa具有积极意义^[6-7]。因常规MRI检查不受肿瘤位置和腺体密度的影响，具有较好的组织分辨率和三维成像的特点，可较好显示机体前列腺区的形态特征，但在鉴别PCa与BPH仍具有准确率低的不足^[8-9]。DWI是唯一能在MRI宏观成像中显示出微观扩散运动，对早期病灶筛查和诊断效能较为突出。

PCa病灶内结构紊乱腺泡拥挤，癌细胞体积小数量多、核浆比增加、细胞基质少，病灶内水分子含量及弥散能力明显降低，

(下转第164页)

