

论 著

3.0T磁共振小视野IVIM-DWI联合血清fPSA/tPSA鉴别诊断前列腺癌的应用评价*

王兴林 敬 杰 李海青
郭志伟*

南充市中心医院放射科(四川南充 637000)

【摘要】目的 探讨3.0T磁共振小视野体素不相干运动扩散加权成像(IVIM-DWI)联合血清前列腺特异性抗原/总前列腺特异性抗原(fPSA/tPSA)鉴别诊断前列腺癌的应用价值。**方法** 选取2020年3月~2022年1月分别经手术病理证实的73例前列腺癌患者(癌症组)与73例前列腺增生患者(增生组),比较两组常规视野、小视野下纯扩散系数(D值)、灌注相关扩散系数(D*值)、灌注分数(f值)、图像质量视觉模拟评分法(VAS)评分、血清总前列腺特异性抗原(tPSA)、游离前列腺特异性抗原(fPSA)、fPSA/tPSA,采用受试者工作特征曲线(ROC)分析D值、f值、fPSA、tPSA、fPSA/tPSA鉴别诊断前列腺癌的价值,采用SPSS软件的联合应用ROC理论模式建立不同联合诊断方案的Logistic方程,筛选出最佳鉴别诊断方案。**结果** 常规视野与小视野下,癌症组D值均低于增生组, f值均高于增生组($P<0.05$);小视野下D值、f值、D*值与常规视野下D值、f值、D*值比较,差异均无统计学意义($P>0.05$);小视野图像质量VAS评分高于常规视野($P<0.05$);癌症组fPSA、tPSA高于增生组, fPSA/tPSA低于增生组($P<0.05$);各联合方案诊断前列腺癌的ROC下面积(AUC)大于单一指标,且D值+f值+fPSA/tPSA的AUC大于D值+fPSA/tPSA、f值+fPSA/tPSA($P<0.05$),运用外部数据验证D值+f值+fPSA/tPSA的鉴别诊断价值显示,其诊断准确率为91.67%(55/60)。**结论** 前列腺癌与增生组织D值、f值、血清fPSA/tPSA差异明显,联合检测可作为前列腺癌的一种非侵入、无创、可靠的鉴别诊断方案;与常规视野相比,3.0T磁共振小视野IVIM-DWI能够更清晰地显示前列腺占位性病变的形态、边界等相关信息,为前列腺癌的诊断提供更多帮助。

【关键词】 3.0T磁共振;小视野;IVIM-DWI;
常规视野;血清fPSA/tPSA;前列腺癌

【中图分类号】 R445.2

【文献标识码】 A

【基金课题】 四川省医学科研青年创新课题计划
(Q20043)

DOI:10.3969/j.issn.1672-5131.2023.10.044

Application Evaluation of 3.0T Magnetic Resonance Small Field IVIM-DWI Combined with Serum fPSA/tPSA in Differential Diagnosis of Prostate Cancer*

WANG Xing-lin, JING Jie, LI Hai-qing, GUO Zhi-wei*

Radiology Department of Nanchong Central Hospital, Nanchong 637000, Sichuan Province, China

ABSTRACT

Objective To investigate the application value of 3.0T magnetic resonance small field voxel incoherent motion diffusion-weighted imaging (IVIM-DWI) combined with serum free specific antigen/total specific antigen (fPSA/tPSA) in the differential diagnosis of prostate cancer. **Methods** 73 patients with prostate cancer (cancer group) and 73 patients with benign prostatic hyperplasia (hyperplasia group) who were confirmed by surgery and pathology from March 2020 to January 2022 were selected, and the pure diffusion coefficient (D value), perfusion-related diffusion coefficient (D* value), perfusion fraction (f value), image quality visual analogue scale (VAS) score, serum total prostate specific antigen (tPSA), free prostate specific antigen (fPSA), fPSA/tPSA, the receiver operating characteristic curve (ROC) was used to analyze the value of D value, f value, fPSA, tPSA, fPSA/tPSA in the differential diagnosis of prostate cancer, and the combined ROC theory model of SPSS software was used to establish the Logistic of different combined diagnosis schemes Equation to screen out the best differential diagnosis scheme. **Results** The D value of the cancer group was lower than that of the hyperplasia group, and the f value of the cancer group was higher than that of the hyperplasia group under the conventional field of view and the small field of view ($P<0.05$); Compared with the D value, f value and D* value in the small field of view and the D value, f value and D* value in the conventional field of view, there was no significant difference ($P>0.05$); The VAS score of the image quality in the small field of view was higher than that in the conventional field of view ($P<0.05$); the fPSA and tPSA in the cancer group were higher than those in the hyperplasia group, and the fPSA/tPSA ratio was lower than that in the hyperplasia group ($P<0.05$); The area under ROC (AUC) for the diagnosis of prostate cancer in each combination scheme was greater than that of a single index, and the AUC of D value + f value + fPSA/tPSA was greater than D value + fPSA/tPSA, f value + fPSA/tPSA ($P<0.05$). The differential diagnostic value of D value + f value + fPSA/tPSA was verified by external data, and its diagnostic accuracy was 91.67% (55/60). **Conclusion** The D value, f value, and serum fPSA/tPSA of prostate cancer and hyperplastic tissue are significantly different. Combined detection can be used as a non-invasive, non-invasive and reliable differential diagnosis scheme for prostate cancer. Compared with conventional visual field, 3.0T magnetic resonance imaging is smaller Visual field IVIM-DWI can more clearly display the shape and boundary of prostate space-occupying lesions, and provide more help for the diagnosis of prostate cancer.

Keywords: 3.0T Magnetic Resonance; Small Field of View; IVIM-DWI; Conventional Field of View; Serum fPSA/tPSA; Prostate Cancer

前列腺癌占中国男性恶性肿瘤的3.33%,位居男性恶性肿瘤发病率第六位,但近年来呈上升趋势,早诊断、早治疗是提高患者生存率的重要举措^[1]。由于前列腺增生与前列腺癌临床症状、普通影像学形态表现相似,导致临床鉴别诊断难度增加。直肠指诊是诊断前列腺癌的一种简便易行的方法,但对指诊医师的经验依赖度较高,且即使是经验丰富的医师,亦可能出现假阳性与假阴性。目前按照规范化标本取材方法进行的病理检查是鉴别诊断前列腺癌的金标准,但需有创性获取标本,且标本获取过程要求严格,不适宜于疑似人群的初步筛查,所以研究新的、无创、简便、准确的鉴别诊断方法意义重大。磁共振因能清晰区分前列腺体和肿瘤组织等优点,成为非侵入性诊断前列腺癌的重要工具之一,常规扫描序列包括T₁WI、T₂WI、扩散加权成像(diffusion weighted imaging, DWI),为保持图像信噪比,减少失真,既往大多报道采用较低b值,但可能掩盖正常前列腺实质中的前列腺癌灶^[2-3]。体素不相干运动扩散加权成像(intravoxel incoherent motion diffusion weighted imaging, IVIM-DWI)无需造影剂即可获得高时间和高对比度分辨率的图像,通常要求使用 ≥ 3 个b值,可改善视觉评估癌灶和非癌灶的对比度,提高诊断准确率^[4-5]。前列腺癌组织内肿瘤细胞增殖、排列紊乱,核浆比增大,使水分子扩散受限,且前列腺癌为富血供肿瘤,其血流量、新生血管及其通透性等较非癌组织升高,这为IVIM-DWI奠定了理论基础。前列腺游离特异性抗原(free prostate-specific antigen, fPSA)、总特异性抗原(total prostate-specific antigen, tPSA)是现阶段诊断前列腺癌的血清学标志物,有利于良性和恶性肿瘤的鉴别诊断^[6]。基于此本研究探讨3.0T磁共振小视野IVIM-DWI联合血清fPSA/tPSA鉴别诊断前列腺癌价值,运用统计学分析方法筛选出最佳联合诊断方案,从而为临床诊断提供参考。

1 资料与方法

1.1 一般资料 选取2020年3月至2022年1月分别经手术病理证实的73例前列腺癌患者(癌症组)与73例前列腺增生患者(增生组)作为研究对象。

【第一作者】王兴林,男,主治医师,主要研究方向:腹部CT、MRI诊断。E-mail: thusiez13@21cn.com

【通讯作者】郭志伟,男,副科长,主要研究方向:脑功能磁刺激MRI成像。E-mail: tagean145@21cn.com

纳入标准：参考《前列腺癌规范化标本取材及病理诊断共识》^[7]中前列腺癌或前列腺增生诊断标准；相关检查前未接受过相关治疗；自愿签署知情同意书。排除标准：安装有心脏起搏器、体内有金属植入史者；既往有前列腺手术史者；幽闭恐惧症患者；伴尿路感染等急性感染患者。

其中癌症组年龄47~83岁，平均(64.55±8.06)岁，体质指数19~25kg/m²，平均(23.57±0.69)kg/m²；对照组年龄48~84岁，平均(62.98±7.37)岁，体质指数19~25kg/m²，平均(23.62±0.57)kg/m²。两组年龄、体质指数均衡可比(P>0.05)。本研究获医院伦理委员会审核通过，研究内容患者及其亲属均充分知晓，自愿加入。

1.2 方法

1.2.1 磁共振检查 检查方法：指导患者仰卧于扫描床上，扫描前嘱患者适度充盈膀胱，应用磁共振扫描仪(飞利浦3.0T)和8通道腹部相控阵线圈，耻骨联合上缘与位于盆腔内的线圈对准，扫描序列包括常规轴位快速自旋回波T₁WI、矢状位/轴位/冠状位脂肪抑制快速自旋回波脉冲序列T₂WI，并进行二维选择性激励射频技术3.0T磁共振常规视野、小视野多b值IVIM-DWI扫描，参数：层厚4.0mm，TR 2000.00ms，层间距2.0mm，TE 68.3ms，矩阵128×160，b值分别为0、30、50、100、150、200、400、800、1000、1500、2000s/mm²，常规视野FOV 380×380mm，小视野FOV 380×140mm。

图像分析：将扫描数据传输至后处理工作站，多b值扫描图像用Functool MADC软件分析，完成IVIM-DWI数据与图像重建。感兴趣区的选取需避开血管、尿道等区域，图像由2名放射科副主任级别磁共振医师完成分析，取两者一致意见作为最终结果，若两者意见不一致，可邀请主任级别医师指导完成。

1.2.2 血清fPSA/tPSA检测 主要仪器与试剂：台式离心机(北京时代北利离心机公司，DT-1型)；免疫分析仪(美国贝克曼库尔特，

UnicelDxi800型)；fPSA、tPSA试剂盒(美国GE公司)。

检测方法：就诊时采集5mL空腹肘抗凝静脉血，离心后分离血清，离心参数：15min，3000r/min，采用电化学发光法检测血清fPSA、tPSA水平，计算fPSA/tPSA。

1.3 观察指数 (1)比较两组常规视野与小视野下纯扩散系数(D值)、灌注相关扩散系数(D*值)、灌注分数(f值)、图像质量视觉模拟评分法(visual analogue scale, VAS)评分，其中VAS评分0~10分，分值越高图像质量越高。(2)比较两组血清fPSA、tPSA、fPSA/tPSA水平。(3)分析3.0T磁共振小视野IVIM-DWI参数、血清fPSA/tPSA单独鉴别诊断前列腺癌的价值。(4)分析不同联合方案鉴别诊断前列腺癌的价值。(5)运用外部数据验证最优联合诊断方案的诊断价值。

1.4 统计学方法 采用SPSS 24.0软件，计数资料用n(%)表示，用 χ^2 检验，计量资料以($\bar{x} \pm s$)表示，用t检验；采用受试者工作特征曲线(receiver operating characteristic, ROC)分析D值、f值、fPSA、tPSA、fPSA/tPSA鉴别诊断前列腺癌的价值，采用SPSS软件的联合应用ROC理论模式和Logistic二元回归拟合分析不同联合诊断方案的应用价值，使用ROC下面积(area under the curve, AUC)评价诊断的可靠性，使用敏感度、特异度评价诊断效能。P<0.05为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 两组IVIM-DWI比较 常规视野与小视野下，癌症组D值均低于增生组，f值均高于增生组(P<0.05)；小视野下D值、f值、D*值与常规视野下D值、f值、D*值比较，差异均无统计学意义(P>0.05)；小视野图像质量VAS评分高于常规视野(P<0.05)。见表1、图1-2。

2.2 两组血清fPSA/tPSA比较 癌症组fPSA、tPSA高于增生组，fPSA/tPSA低于增生组(P<0.05)。见表2。

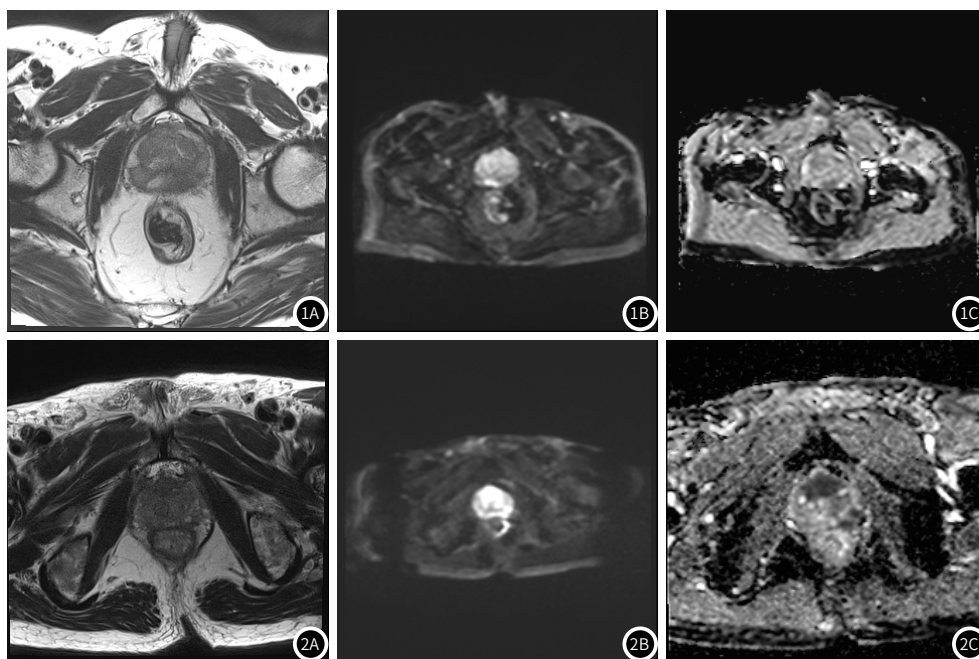


图1 前列腺增生MRI图像 患者，男，72岁，因尿频、尿急1年余入院行MRI检查。图1A：T₁WI；图1B：DWI；图1C：ADC图
图2 前列腺癌MRI图像 患者，男，67岁，因尿血1月余入院行MRI检查。图2A：T₁WI；图2B：DWI；图2C：ADC图

2.3 3.0T磁共振小视野IVIM-DWI、血清fPSA/tPSA单独诊断的ROC曲线 绘制各指标单独鉴别诊断前列腺癌的ROC曲线，结果显示，fPSA/tPSA单独诊断前列腺癌的AUC最大。见图3、表3。

2.4 不同联合方案的ROC诊断曲线分析 由于fPSA/tPSA的AUC高于单独的fPSA、tPSA，故将fPSA/tPSA作为联合方案的指标，结果显示，D值+f值+fPSA/tPSA的AUC大于D值+fPSA/tPSA、f值+fPSA/tPSA，见图4、表4。D值+f值+fPSA/tPSA的联合诊断Logistic拟合方程为：Logit(P)=8.144-2.158×D值+1.763×f

值-4.902×fPSA/tPSA，即 $P = \frac{1}{1 + e^{-(8.144 - 2.158 \times D \text{值} + 1.763 \times f \text{值} - 4.902 \times fPSA/tPSA)}}$ ，P=0.516是其鉴别诊断的最佳临界值。

2.5 小视野IVIM-DWI联合血清fPSA/tPSA诊断价值的外部验证 将同中心、不同时期30例前列腺癌和30例前列腺增生患者D值、f值、fPSA/tPSA数据作为外部验证数据，代入D值+f值+fPSA/tPSA的联合诊断Logistic拟合方程的变形方程：

$$P = \frac{1}{1 + e^{-(8.144 - 2.158 \times D \text{值} + 1.763 \times f \text{值} - 4.902 \times fPSA/tPSA)}}$$

≥最佳临界值0.516诊断为前列腺癌，<最佳临界值0.516诊断为前列腺增生，结果显示，共检出前列腺癌28例，前列腺增生27例，诊断准确率为91.67%(55/60)。

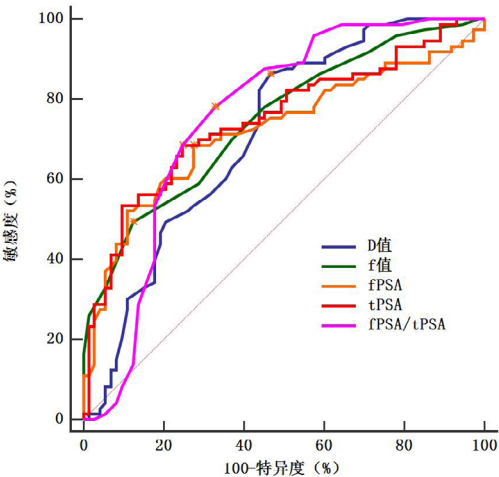


图3 3.0T磁共振小视野IVIM-DWI、血清fPSA/tPSA单独诊断的ROC曲线

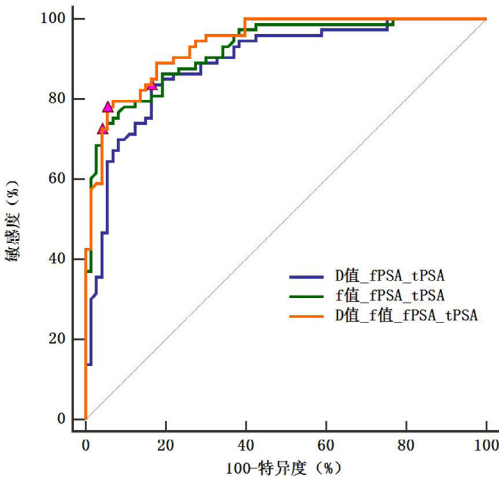


图4 不同联合方案的ROC诊断曲线分析

表1 两组IVIM-DWI参数比较

组别	例数	D值(×10 ⁻³ mm ² /s)	f值	D*值(×10 ⁻³ mm ² /s)	图像质量VAS评分(分)
常规视野					
癌症组	73	0.73±0.14	0.28±0.04	11.95±3.14	6.73±1.22
增生组	73	1.15±0.11	0.21±0.03	11.84±2.97	
t值		20.155	11.962	0.218	
P值		0.000	0.000	0.828	
小视野					
癌症组	73	0.67±0.12	0.27±0.03	11.84±2.90	8.25±0.77
增生组	73	1.04±0.10	0.20±0.03	11.79±2.85	
t值		20.238	14.097	0.105	
P值		0.000	0.000	0.917	

表2 两组血清fPSA/tPSA比较

组别	例数	fPSA(ng/mL)	tPSA(ng/mL)	fPSA/tPSA
癌症组	73	2.71±0.52	24.68±7.11	0.11±0.03
增生组	73	1.69±0.34	7.34±1.29	0.23±0.06
t值		14.027	20.503	15.284
P值		0.000	0.000	0.000

表4 ROC分析结果

指标	AUC	95%CI	敏感度(%)	特异度(%)	P
D值+fPSA/tPSA	0.890	0.827~0.935	83.56	83.56	0.000
f值+fPSA/tPSA	0.922	0.866~0.960	72.60	95.89	0.000
D值+f值+fPSA/tPSA	0.938	0.886~0.971	78.08	94.52	0.000

表3 ROC分析结果

指标	AUC	95%CI	cut-off值	敏感度(%)	特异度(%)	P
D值	0.713	0.632~0.785	0.80×10 ⁻³ mm ² /s	86.30	53.42	0.000
f值	0.747	0.669~0.815	0.27	49.32	87.67	0.000
fPSA	0.722	0.642~0.793	2.55ng/mL	68.49	72.60	0.000
tPSA	0.748	0.669~0.816	21.68ng/mL	68.49	75.34	0.000
fPSA/tPSA	0.756	0.678~0.823	0.16	78.08	67.12	0.000

3 讨论

当前前列腺癌的筛查主要依赖影像学检查、实验室检查,其中影像学检查可观测前列腺解剖学的异常,实验室检查可了解肿瘤发生进展过程中外周循环的改变,两者结合能全面了解前列腺状态,是前列腺癌的一线鉴别诊断方法。

磁共振是诊断前列腺癌重要影像工具,普通的低场强核磁存在检查时间长、清晰度欠佳等不足,且常规DWI扫描使用600-1000s/mm²的较低b值,由于正常的前列腺组织信号较高,癌灶扩散表现不明显,易使癌组织与良性病变的表现重叠^[8]。3.0T磁共振IVIM-DWI在常规DWI基础上,应用0-2000s/mm²多b值,能兼顾组织水分子扩散与组织灌注信息,从而揭示前列腺癌的病理生理学改变^[9]。Acosta-Falomir MJ^[10]、Tavakoli AA等^[11]报道以活检结果为参照,发现随着b值升高,其检出前列腺癌情况与活检结果一致性越高。本研究采用3.0T磁共振,并采用IVIM-DWI扫描序列,可克服检查时间长、清晰度欠佳等缺点。

本研究结果显示,癌症组D值均低于增生组,f值均高于增生组,与既往徐菁等^[12]报道类似,提示D值、f值可能有助于前列腺癌与良性增生的鉴别诊断。D值反映的是纯水分子的扩散效应,f值表示毛细血管网的微循环所致灌注效应在总体中的占比。前列腺癌组织排列紊乱,细胞密度高等限制了水分子的扩散运动,使前列腺癌D值低于良性增生组织^[13]。前列腺癌组织代谢速率高,新生血管丰富,故f值高于前列腺增生,这与大多报道^[14]一致,但也有研究^[15]指出,前列腺癌组织的f值低于非癌组织,造成这种差异的原因有:(1)一般认为低b值能更好地反映灌注信息,而高b值包含的灌注效应较小。现阶段前列腺IVIM-DWI检查中b值的选取数量、范围尚未形成统一标准,不同学者选择的b值数量、范围不同,影响了f值。(2)f值不仅与微血管的血流灌注有关,还与腺管内液体的流动、腺体的分泌等有关,所以造成f值偏离实际水平。本研究选取0-2000s/mm²共11个b值,≤200s/mm²低b值6个,根据Sackett J等^[16]观点,该b值的选取有助于获得更精确的IVIM-DWI参数。

既往大多关于前列腺癌IVIM-DWI的研究,均采用的是常规视野IVIM-DWI扫描,本研究在此基础上还创新性应用了3.0T磁共振小视野IVIM-DWI,通过对比发现,虽然常规视野与小视野下D值、f值、D*值相似,但小视野图像质量VAS评分高于常规视野,能够更清晰地显示前列腺占位性病变的形态、边界等相关信息,为前列腺癌的诊断提供更多帮助。张军等^[17]纳入了28例经病理证实的直肠癌患者,发现常规视野下D值、f值与小视野相似,但小视野能有效减少图像的变形及伪影,可以获得更佳的病变显示效果以及更高的图像质量,佐证了小视野更有临床应用优势。

前列腺特异性抗原在外周循环中大多呈结合状态,小部分以游离形式存在。一般认为tPSA<4ng/mL为正常,≥10ng/mL视为异常,介于4-10ng/mL处于难以判断的灰区,fPSA能提高tPSA灰区范围内的前列腺癌的检出率^[18]。由于本研究增生组fPSA/tPSA均值处于灰区,故使用fPSA/tPSA辅助诊断,结果显示,fPSA/tPSA的AUC高于单独的fPSA、tPSA,所以将fPSA/tPSA作为联合方案的一个指标,经Logistic拟合分析发现,D值+f值+fPSA/tPSA的AUC大于D值+fPSA/tPSA、f值+fPSA/tPSA,说明D值、f值联合fPSA/tPSA可替代各单独指标及两两联合的方案,是诊断前列腺癌的最佳联合方案,从而为临床进一步检查、分层、治疗等提供参考。运用外部数据验证D值+f值+fPSA/tPSA的鉴别诊断价值显示,其诊断准确率为91.67%,进一步说明了三者联合的鉴别诊断价值。

综上所述,前列腺癌与增生组织D值、f值、血清fPSA/tPSA差异明显,联合检测可作为前列腺癌的一种非侵入、无创、可靠的鉴别诊断方案;与常规视野相比,3.0T磁共振小视野IVIM-DWI能够更清晰地显示前列腺占位性病变的形态、边界等相关信息,为前列腺癌的诊断提供更多帮助。

参考文献

- [1] Miyahira AK, Zarif JC, Coombs CC, et al. Prostate cancer research in the 21st century; report from the 2021 Coffey-Holden prostate cancer academy meeting[J]. Prostate, 2022, 82 (2): 169-181.
- [2] Raczeck P, Frenzel F, Woerner T, et al. Noninferiority of monoparametric MRI versus multiparametric MRI for the detection of prostate cancer: diagnostic accuracy of ADC ratios based on advanced "zoomed" diffusion-weighted imaging[J]. Invest Radiol, 2022, 57 (4): 233-241.
- [3] Hu L, Wei L, Wang S, et al. Better lesion conspicuity translates into improved prostate cancer detection: comparison of non-parallel-transmission-zoomed-DWI with conventional-DWI[J]. Abdom Radiol (NY), 2021, 46 (12): 5659-5668.
- [4] Liu Y, Luo H, Wang C, et al. Diagnostic performance of T2-weighted imaging and intravoxel incoherent motion diffusion-weighted MRI for predicting metastatic axillary lymph nodes in T₁ and T₂ stage breast cancer[J]. Acta Radiol, 2022, 63 (4): 447-457.
- [5] Zhang Y, Zhang KY, Jia HD, et al. Feasibility of predicting pelvic lymph node metastasis based on IVIM-DWI and texture parameters of the primary lesion and lymph nodes in patients with cervical cancer[J]. Acad Radiol, 2022, 29 (7): 1048-1057.
- [6] Avci S, Onen E, Caglayan V, et al. Free prostate-specific antigen outperforms total prostate-specific antigen as a predictor of prostate volume in patients without prostate cancer[J]. Arch Ital Urol Androl, 2020, 92 (1): 1-6.
- [7] 中华医学会病理学分会泌尿男性生殖系统疾病病理专家组. 前列腺癌规范化标本取材及病理诊断共识[J]. 中华病理学杂志, 2016, 45 (10): 676-680.
- [8] Karaarslan E, Altan Kus A, Alis D, et al. Performance of apparent diffusion coefficient values and ratios for the prediction of prostate cancer aggressiveness across different MRI acquisition settings[J]. Diagn Interv Radiol, 2022, 28 (1): 12-20.
- [9] Jia H, Jiang X, Zhang K, et al. A nomogram of combining IVIM-DWI and MRI radiomics from the primary lesion of rectal adenocarcinoma to assess nonenlarged lymph node metastasis preoperatively[J]. J Magn Reson Imaging, 2022, 56 (3): 658-667.
- [10] Acosta-Falomir MJ, Angulo-Lozano JC, Sanchez-Musi LF, et al. Detection of high-grade prostate cancer with a super high B-value (4000s/mm²) in diffusion-weighted imaging sequences by magnetic resonance imaging[J]. Cureus, 2022, 14 (3): e22807.
- [11] Tavakoli AA, Kuder TA, Tichy D, et al. Measured multipoint ultra-high b-value diffusion MRI in the assessment of MRI-detected prostate lesions[J]. Invest Radiol, 2021, 56 (2): 94-102.
- [12] 徐菁, 张雪宁, 富彦, 等. IVIM-DWI系数及其比值在鉴别前列腺癌和前列腺增生中的应用价值[J]. 中国临床医学影像杂志, 2020, 31 (10): 737-740.
- [13] Ueno Y, Tamada T, Sofue K, et al. Diffusion and quantification of diffusion of prostate cancer[J]. Br J Radiol, 2022, 95 (1131): 20210653.
- [14] Sato T, Isoda H, Fujimoto K, et al. Evaluation of weighted diffusion subtraction for detection of clinically significant prostate cancer[J]. J Magn Reson Imaging, 2021, 54 (6): 1979-1988.
- [15] Bura V, Caglic I, Snoj Z, et al. MRI features of the normal prostatic peripheral zone: the relationship between age and signal heterogeneity on T2WI, DWI, and DCE sequences[J]. Eur Radiol, 2021, 31 (7): 4908-4917.
- [16] Sackett J, Shih JH, Reese SE, et al. Quality of prostate MRI: is the PI-RADS standard sufficient[J]. Acad Radiol, 2021, 28 (2): 199-207.
- [17] 张军, 马延, 孙晶, 等. 小视野体系不相干运动扩散加权成像技术在直肠癌诊断中的应用评价[J]. 放射学实践, 2022, 37 (3): 350-355.
- [18] 孙奎霞, 闫存玲, 李志艳, 等. 前列腺特异性抗原同源异构体2及其衍生指标在预测前列腺癌病理分级中的价值[J]. 北京大学学报(医学版), 2020, 52 (2): 234-239.

(收稿日期: 2022-12-09)

(校对编辑: 韩敏求)