

• 腹部影像学 •

APT 联合 mDIXON-Quant 成像对前列腺癌和前列腺增生的鉴别诊断价值

任雪, 刘爱连, 陈丽华, 宋清伟, 王楠, 林良杰, 王家正, 张祎

【摘要】 目的:探讨酰胺质子转移加权(APT)成像联合脂肪和 $R2^*$ 定量成像(mDIXON-Quant)对前列腺癌(PCa)与前列腺增生(BPH)的鉴别诊断价值。**方法:**回顾性分析 72 例经病理证实的前列腺癌(34 例)及前列腺增生(38 例)患者的病例资料,均于术前行 3.0T MRI 扫描,包括常规 T_1 WI、 T_2 WI 抑脂、DWI、APT 及 mDIXON-Quant 序列。由两位观察者分别在 APT 与 DWI 的融合图及 mDIXON-Quant 与 DWI 的融合图上勾画感兴趣区(ROI),测量得到相应的 APT、FF、 $R2^*$ 和 T_2^* 值。通过组内相关系数(ICC)评估观察者间测量的一致性。采用受试者工作特征(ROC)曲线评价 APT 及 mDIXON-Quant 各参数的阈值及诊断效能,采用逻辑回归分析将两个序列参数进行联合并评估其诊断效能。采用 Delong 检验比较 ROC 曲线下面积(AUC)的差异,采用 Spearman 检验两个序列有统计学差异参数的相关性。**结果:**2 位观察者测得两组参数的一致性良好(ICC 均 >0.75);PCa 组的 APT 值、FF 值、 $R2^*$ 值分别为 3.033% (2.392, 3.808)、 2.633% (1.918, 3.550)、 $19.158s^{-1}$ (15.357, 25.375), BPH 组的 APT 值、FF 值、 $R2^*$ 值分别为 1.767% (1.258, 2.208)、 1.067% (0.800, 1.500)、 $16.783s^{-1}$ (15.300, 18.175), PCa 组明显高于 BPH 组,差异均有统计学意义(P 值均 <0.05);PCa 组的 T_2^* 值为 57.017 ms (44.933, 67.018), BPH 组为 61.517 ms (58.483, 68.354), PCa 组明显低于 BPH 组,差异有统计学意义($P < 0.01$)。ROC 曲线分析结果显示, APT、FF、 $R2^*$ 、 T_2^* 值鉴别诊断 PCa 与 BPH 的效能分别为 0.805、0.870、0.656、0.655, FF 值的鉴别诊断效能显著高于 $R2^*$ 值($P = 0.002$)和 T_2^* 值($P = 0.002$)。APT 联合 mDIXON-Quant 序列鉴别诊断 PCa 与 BPH 的效能为 0.913, 显著高于 APT($P = 0.041$)和 mDIXON-Quant($P = 0.032$)。相关性分析结果显示 APT 值与 FF 值、FF 值与 $R2^*$ 值之间存在低度正相关, FF 值与 T_2^* 值之间存在低度负相关, $R2^*$ 值与 T_2^* 值之间存在高度负相关。**结论:**APT 及 mDIXON-Quant 两种序列均可有效鉴别 PCa 与 BPH, 其中 FF 值的诊断效能最高, 两种技术联合能大幅提升鉴别诊断效能。

【关键词】 前列腺肿瘤; 前列腺增生; 磁共振成像; 酰胺质子转移加权成像

【中图分类号】 R697.3; R445.2 **【文献标志码】** A **【文章编号】** 1000-0313(2023)01-0058-07
DOI:10.13609/j.cnki.1000-0313.2023.01.011 开放科学(资源服务)标识码(OSID):



The value of APT combined with mDIXON-Quant imaging in the differential diagnosis of prostate cancer and benign prostatic hyperplasia REN Xue, LIU Ai-lian, CHEN Li-hua, et al. Department of Radiology, the First Affiliated Hospital of Dalian Medical University, Dalian 116044, China

【Abstract】 Objective: To analyze the performance of differential diagnosis between prostate cancer (PCa) and benign prostate hyperplasia (BPH) using amide proton transfer weighted (APTw) and mDIXON-Quant imaging. **Methods:** This study retrospectively analyzed data of 72 patients with pathologically confirmed prostate cancer (34 cases) and prostate hyperplasia (38 cases). All patients underwent routine T_1 WI, T_2 WI, DWI, APTw and mDIXON-Quant scans on a 3.0T MRI system. Two observers delineated region of interest (ROI) on APTw-DWI fused images and mDIXON-Quant-DWI fused images and calculated APT, FF, $R2^*$ and T_2^* values, respectively. Intraclass correlation coefficient (ICC) was used to evaluate the consistency of inter-observer measurements. The thresholds and diagnostic efficacy of APTw and mDIXON-Quant parameters were evaluated by the receiver operating

characteristic (ROC) curve. Logistic regression analysis was used to combine the parameters of the two sequences and the diagnostic efficacy was also evaluated. Delong test was used to compare the difference of areas under the ROC curves (AUC), and $P < 0.05$ was considered statistically significant. Spearman was used to test the correlation of different parameters between the two sequences. **Results:** The measurements of two observers were in good agreement (both $ICC > 0.75$). The APT, FF and $R2^*$ values of PCa group were 3.033 (2.392, 3.808)%, 2.633 (1.918, 3.550)% and 19.158 (15.357, 25.375) s^{-1} , respectively. The APT value, FF value and $R2^*$ value of BPH group were 1.767 (1.258, 2.208)%, 1.067 (0.800, 1.500)% and 16.783 (15.300, 18.175) s^{-1} , respectively. These values in the PCa group was significantly higher than in the BPH group ($P < 0.05$). The T_2^* value of PCa was 57.017 (44.933, 67.018) ms, and that of BPH was 61.517 (58.483, 68.354) ms. The T_2^* value of the PCa group was significantly lower than that of the BPH group ($P < 0.01$). ROC analysis showed that the AUC of APT, FF, $R2^*$ and T_2^* in the differential diagnosis of PCa and BPH were 0.805, 0.870, 0.656 and 0.655, and the AUC of FF value was significantly higher than $R2^*$ ($P = 0.002$) and T_2^* ($P = 0.002$). The AUC of APTw combined with mDIXON-Quant sequence was 0.913, which was significantly higher than that of APT ($P = 0.041$) and mDIXON-Quant sequence ($P = 0.032$). Correlation analysis results show a low positive correlation between APT value and FF value, and between FF value and $R2^*$ value, and a low negative correlation between FF value and T_2^* value, and a high negative correlation between $R2^*$ value and T_2^* value. **Conclusions:** Both APTw and mDIXON-Quant can effectively diagnose PCa and BPH, and FF has the highest diagnostic efficiency. The combination of the two techniques can greatly improve diagnostic performance.

【Key words】 Prostatic neoplasms; Prostatic hyperplasia; Magnetic resonance imaging; Amide proton transfer weighted

前列腺癌 (prostate cancer, PCa) 与前列腺增生 (benign prostatic hyperplasia, BPH) 是老年男性常见的前列腺疾病, PCa 是目前全球男性发病率第二高的恶性肿瘤, 居男性癌症死因的第五位^[1]; 而 BPH 为前列腺的非癌性增生, 其主要表现为前列腺肥大^[2]。正确诊断 PCa 与 BPH 是决定患者治疗及预后方式的关键。MRI 具有高组织分辨率, 已广泛应用于前列腺疾病的诊断, 但由于 PCa 与 BPH 的影像表现常有重叠, 使得临床对于两者的鉴别诊断存在一定困难^[3]。酰胺质子转移加权 (amid proton transfer weighted, APT) 成像作为一种新型的 MRI 技术, 可以无创性地探测体内大分子蛋白质的含量, 目前已在中枢神经系统疾病的诊断中得到广泛应用^[4]; 脂肪和 $R2^*$ 定量成像 (multi-echo two-point DIXON-Quant, mDIXON-Quant) 技术在脂肪评估和铁定量方面更具优势^[5], 目前 mDIXON-Quant 应用于前列腺的研究国内外尚未见报道, 本研究旨在评估 APT 联合 mDIXON-Quant 序列对 PCa 与 BPH 的鉴别诊断价值。

材料与方法

1. 病例资料

回顾性搜集我院 2019 年 6 月—2021 年 6 月间于术前 2 周行 3.0T MRI 检查, 且同时行 APT 与 mDIX-

ON-Quant 序列检查的前列腺病变患者。病例纳入标准: ①可配合 MRI 检查, 图像清晰; ②患者在 MRI 检查后两周内行超声引导下经直肠前列腺穿刺活检或手术病理证实; ③患者临床资料完整。病例排除标准: ①既往行内分泌治疗、放化疗及手术治疗患者; ②图像质量差, 伪影严重; ③无病理结果 (出入组路线图见图 1)。最后本研究共纳入患者 72 例, 其中 PCa 患者 34 例, 年龄 54~94 岁, 平均 (68.882 ± 8.369) 岁; BPH 患者 38 例, 年龄 39~87 岁, 平均 (66.684 ± 9.103) 岁。

2. 检查方法

所有患者均于术前 2 周内在 3.0T MRI 扫描仪 (Ingenia CX, Philips Healthcare, Netherlands) 上行 MRI 检查。检查前禁食禁水 4 h, 清洁灌肠, 排空尿液; 患者取仰卧位, 用腹带下加海绵垫对盆腔加压以减轻呼吸运动伪影。使用 32 通道腹部线圈, 行常规 T_1 WI、 T_2 WI 抑脂、DWI、APT 与 mDIXON-Quant 序列扫描, 各序列扫描参数见表 1。

3. 数据后处理

将 MRI 扫描得到的图像传至 ISP 工作站 (Intel-liSpace Portal, Philips Healthcare), 经工作站后处理分析得到 APT 图像及 mDIXON-Quant 的参数图 FF、 $R2^*$ 和 T_2^* 。由两位分别具有 2 年和 5 年工作经验的放射科医生对图像进行分析、测量。PCa 患者结

表 1 各序列扫描参数

序列	扫描时间 (s)	激励 次数	TR/TE (ms)	视野 (mm ²)	体素 (mm ²)	层数/层间距 (mm)	饱和脉冲功率(uT)/ 饱和脉冲持续时间(s)
T ₁ WI	77	1	672/10	220×220	0.9×1.2	3.5/1.0	
T ₂ WI 抑脂	101	2	2400/100	220×220	1.0×1.0	3.5/1.0	
DWI(b=1200 mm ² /s)	87	1	2900/64	220×220	3.0×3.0	4.0/0.4	
APT	158s	1	6400/8	130×98	2.0×2.0	7.0/0	2/2
mDIXON-Quant	11s	1	6/1	375×300	2.3×2.3	5.0/-2.5	

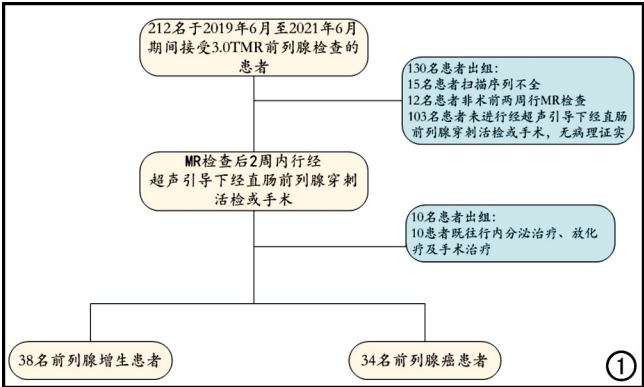


图 1 患者出入组路线图。

合 T₂ WI 及 DWI 图像确定病灶位置,而 BPH 患者取弥漫性增生的中央腺体。对于有多个病灶的 PCa 患者,选取最大病灶进行分析。以 DWI 图像为参考,在 APT 与 DWI 融合图上勾画感兴趣区(region of interest, ROI),于病灶最大层面放置 3 个 ROI 取均值,计算病灶的 APT 值。同样,以 DWI 图像为参考在 mDIXON-Quant 与 DWI 的融合图上勾画 3 个 ROI 取均值,计算病灶的 FF、R2^{*}、T₂^{*} 值。ROI 放置原则:①ROI 取圆形,PCa 患者 ROI 大小根据病灶大小变化,面积约占病灶大小的 2/3;BPH 患者 ROI 大小为 50~70 mm²;②ROI 的勾画避开正常解剖结构如尿道、精囊腺等,同时避开出血、坏死、囊变区域;③ROI 与病灶边缘保持一定距离以避免容积效应的影响(图 2、3)。

4.统计学分析

采用 SPSS 20.0 软件进行统计学分析。使用组内相关系数(intraclass correlation coefficients, ICC)检验两位观察者间测量的一致性(ICC>0.75 为一致性很好,ICC 为 0.50~0.75 为一致性良好,ICC<0.5 为一致性很差)。采用 Kolmogorov-Smirnov 检验来评估各参数的正态性,由于各参数值均不符合正态分布,PCa 组与 BPH 组的 APT、FF、R2^{*}、T₂^{*} 值比较采用

U 检验。采用受试者工作特征(receiver operating characteristic, ROC)曲线分析 APT 和 FF、R2^{*}、T₂^{*} 值对 PCa 与 BPH 的鉴别诊断效能,获得曲线下面积(area under curve, AUC),AUC>0.9 为诊断效能高,AUC 为 0.7~0.9 为诊断效能中等,AUC 为 0.5~0.7 为诊断效能低。利用约登指数最大原则,记录诊断 PCa 的阈值以及相应敏感度、特异度。使用 Logistic 回归分析和 ROC 图以对比分析 APT、mDIXON-Quant 以及两者联合的诊断效能;使用 Delong 检验两两比较 AUC 之间的差异。使用 Spearman 检验两个序列有差异参数的相关性,0.8≤|r|<1 为高度相关,0.5≤|r|<0.8 为中度相关,0.3≤|r|<0.5 为低度相关,|r|<0.3 为弱相关。以 P<0.05 为差异具有统计学意义。

结 果

1.两位观察者测量数据的一致性检验

两位观察者测得 APT 值、FF 值、R2^{*} 值、T₂^{*} 值的 ICC 分别为 0.994、0.978、0.860、0.966,一致性均良好。

2.两组病变 APT 与 mDIXON-Quant 序列定量参数比较

PCa 组与 BPH 组间 APT、mDIXON-Quant 各定量参数的比较结果见表 2,PCa 组与 BPH 组的 APT 值、FF、R2^{*}、T₂^{*} 值差异均有统计学意义(P<0.05),PCa 组的 APT 值、FF 值、R2^{*} 值明显高于 BPH 组,PCa 组的 T₂^{*} 值明显低于 BPH 组。

3.ROC 曲线分析

ROC 曲线分析结果显示,APT、FF、R2^{*}、T₂^{*} 值鉴别诊断 PCa 与 BPH 的 AUC 分别为 0.805、0.870、0.656、0.655(表 3);FF 值的诊断效能最佳,显著高于 R2^{*} (P=0.002)和 T₂^{*} (P=0.002)。APT 与 mDIXON-Quant 联合的 AUC 增加至 0.913,其诊断效能优

表 2 PCa 组与 BPH 组的 APT、mDIXON-Quant 各定量参数比较结果 [M(P25,P75)]

组别	BPH (n=38)	PCa (n=34)	Z 值	P 值
APT(%)	1.767(1.258,2.208)	3.033(2.392,3.808)	-4.450	<0.001*
FF(%)	1.067(0.800,1.500)	2.633(1.918,3.550)	-5.392	<0.001*
R2 [*] (s ⁻¹)	16.783(15.300,18.175)	19.158(15.357,25.375)	-2.267	0.023*
T ₂ [*] (ms)	61.517(58.483,68.354)	57.017(44.933,67.018)	-2.256	0.024*

表 3 APT,mDIXON-Quant 各定量参数鉴别诊断 PCa 与 BPH 的效能比较

参数	AUC	阈值	敏感度 (%)	特异度 (%)	P1	P2	P3	P4	P5	P6
APT(%)	0.805	2.200	82.4	76.3	0.308	0.101	0.100	0.002	0.002	0.966
FF(%)	0.870	1.600	91.2	78.9						
R2*(s ⁻¹)	0.656	20.215	47.1	92.1						
T2*(ms)	0.655	53.193	94.7	44.1						

注:P1 表示 APT 与 FF 间 AUC 的差异;P2 表示 APT 与 R2* 间 AUC 的差异;P3 表示 APT 与 T2* 间 AUC 的差异;P4 表示 FF 与 R2* 间 AUC 的差异;P5 表示 FF 与 T2* 间 AUC 的差异;P6 表示 R2* 与 T2* 间 AUC 的差异

表 4 APT,mDIXON-Quant 及两者联合对鉴别诊断 PCa 与 BPH 的效能比较

参数	AUC	阈值	敏感度 (%)	特异度 (%)	P1	P2	P3
APT(%)	0.805	2.200	82.4	76.3	0.806	0.041	0.032
mDIXON-Quant	0.824		90.3	61.1			
APT 联合 mDIXON-Quant	0.913		80.6	91.7			

注:P1 表示 APT 与 mDIXON-Quant 间 AUC 的差异;P2 表示 APT 与联合序列间 AUC 的差异;P3 表示 mDIXON-Quant 与联合序列间 AUC 的差异

于 APT($P=0.041$)和 mDIXON-Quant($P=0.032$), 差异有统计学意义(表 4、图 4)。

4.相关性分析

相关性分析结果显示,APT 值与 FF 值、FF 值与 R2* 值之间存在低度正相关,FF 值与 T2* 值之间存在低度负相关,R2* 值与 T2* 值之间存在高度负相关(表 5)。

表 5 两个序列中有统计学差异参数的相关性分析结果

统计指标	r 值	P 值
APT(%)与 FF(%)	0.447	<0.001*
APT(%)与 R2*(s ⁻¹)	0.051	0.669
APT(%)与 T2*(ms)	-0.016	0.891
FF(%)与 R2*(s ⁻¹)	0.389	0.001
FF(%)与 T2*(ms)	-0.372	0.001*
R2*(s ⁻¹)与 T2*(ms)	-0.974	<0.001*

讨 论

PCa 是最常见的男性恶性肿瘤之一,其发病率仅次于肺癌^[6]。BPH 是一种由增生引起的非癌性前列腺体积增大,它不仅会引起下尿路症状,降低患者的生活质量,而且还与某些男性泌尿系统肿瘤有关,

如 PCa 和膀胱癌^[7]。目前鉴别 PCa 与 BPH 主要依据直肠指诊(digital rectal examination,DRE)和血清前列腺特异性抗原(prostate-specific antigen,PSA),以经直肠超声引导的前列腺活检(transrectal ultrasound-guided prostate biopsy,TRUSPB)作为诊断的金标准^[8]。然而 PSA 对前列腺癌诊断的特异性较差,

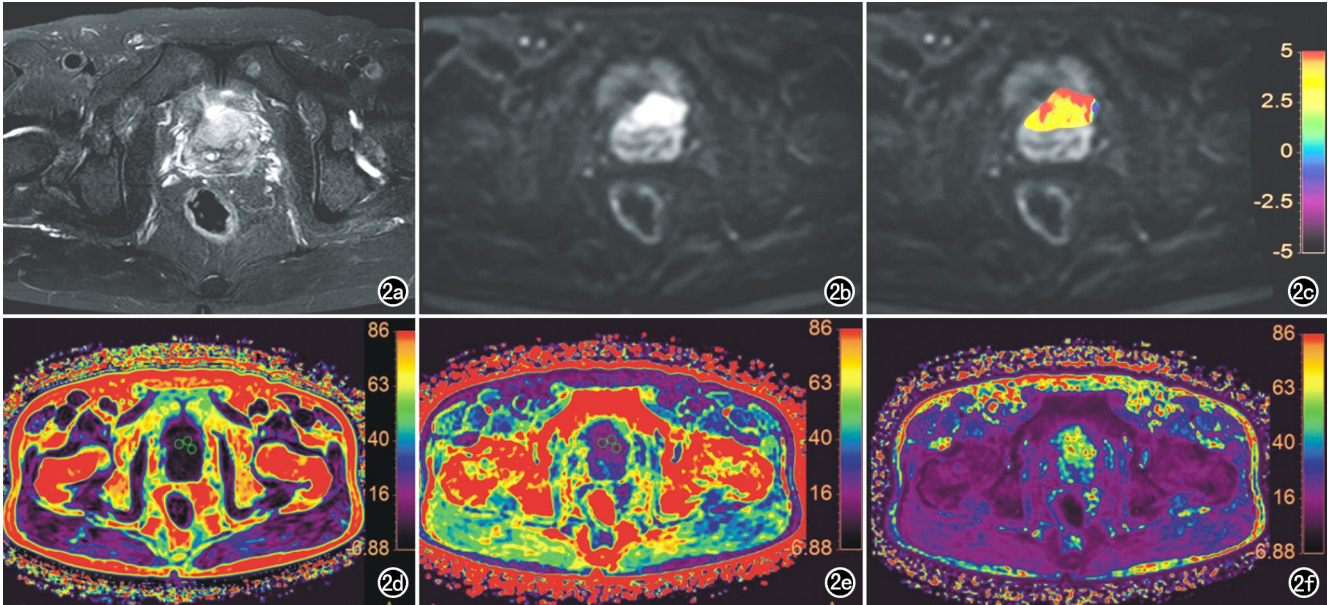


图 2 前列腺癌伴双侧精囊腺受累,男,66 岁。a)T₂WI 图像示前列腺左前部外周带不均匀稍高信号;b) DWI 图像示左前部外周带呈明显高信号;c) APT 融合图示左侧外周带呈相对高信号;d) mDIXON-Quant FF 图,定量分析指标(3 个 ROI 均值)FF=2.667%;e) mDIXON-Quant R2* 图,定量分析指标(3 个 ROI 均值)R2*=22.767s⁻¹;f) mDIXON-Quant T2* 图,定量分析指标(3 个 ROI 均值)T2*=55.167ms。

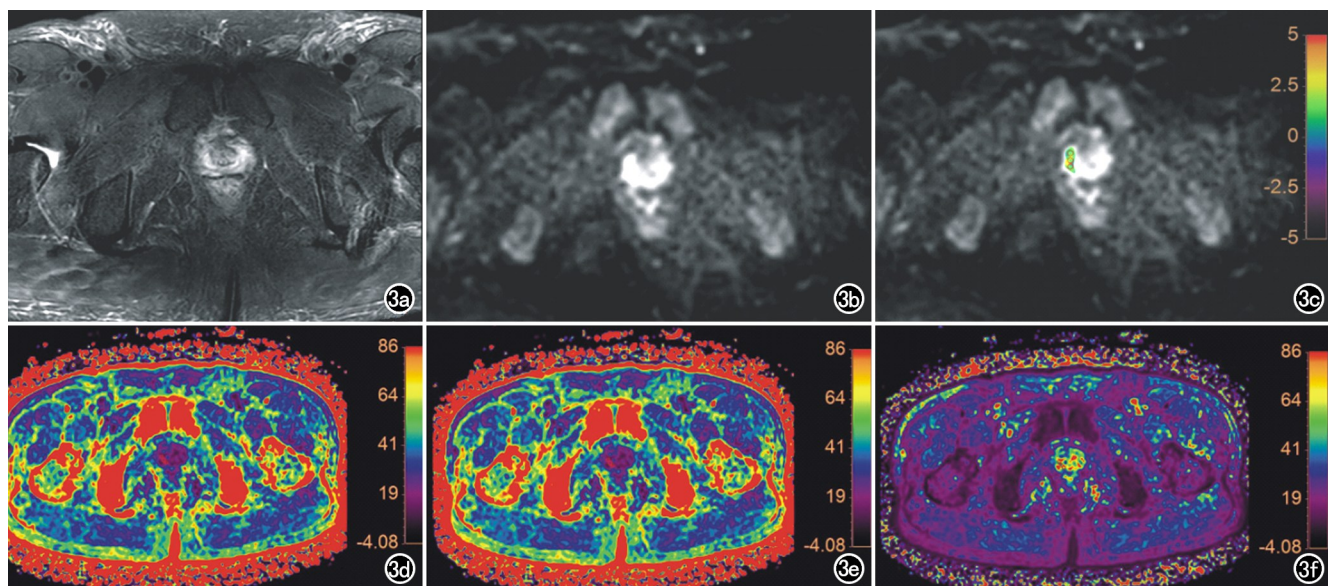


图3 前列腺增生患者,男,56岁。a) T_2 WI 示前列腺右侧外周带稍低信号;b) DWI 示病灶呈相对高信号;c) APT 融合图示前列腺组织呈相对低信号;d) mDIXON-Quant FF 图,定量分析指标(3个 ROI 均值)FF = 1.267%;e) mDIXON-Quant R_2^* 图,定量分析指标(3个 ROI 均值) $R_2^* = 12.433\text{s}^{-1}$;f) mDIXON-Quant T_2^* 图,定量分析指标(3个 ROI 均值) $T_2^* = 79.933\text{ms}$ 。

在某些前列腺增生患者中也可观察到 PSA 水平增高,而 TRUSPB 作为一种有创的组织学检查方法,可增加患者创伤以及手术过程中明显的不适和并发症,因此,开发新的有效的、无创的方法来鉴别 PCa 与 BPH 十分重要^[9]。

由于 MRI 具备较高的软组织分辨率,常规前列腺 MRI 扫描即可较好地显示前列腺的解剖结构,临床常采用 T_2 信号强度区分 PCa 与 BPH,但仍有部分 BPH 在 T_2 WI 上表现的信号强度与 PCa 相似,易受医师主观因素影响而造成误诊^[10]。随着功能性 MRI 的发展,满足了对血流动力学和与疾病有关的代谢变化的评价需求,使人体内生理和生化反应过程实现了一定

程度的可视化和定量分析^[11]。目前扩散加权成像(diffusion weighted imaging, DWI)、动态增强 MRI(dynamic contrast enhanced MRI, DCE-MRI)等 MRI 技术均逐渐应用于 PCa 的诊断和研究中。然而相关研究表明,PCa 与 BPH 在 DWI 和 DCE-MRI 影像表现及定量指标上有重叠表现,漏诊率和误诊率较高^[12,13],本研究采用两种较少应用于前列腺的功能性 MRI 序列 APT 和 mDIXON-Quant,旨在评估 APT 和 mDIXON-Quant 序列鉴别诊断 PCa 与 BPH 的价值。

APT 成像作为一种新兴的分子成像技术,是化学

交换饱和转移(chemical exchange saturation transfer, CEST)技术的一个分支,其可通过探测水质子信号的高低,间接反映组织内与之结合的蛋白质或其他大分子的含量,从而达到无创性测量组织内蛋白质含量的目的^[14,15]。蛋白质作为维持稳态及细胞功能的重要成分,其在组织内含量的变化可有效反映细胞的活性及增殖状态,而前列腺良、恶性病变的细胞增殖状态明显存在差异,因此其对于肿瘤的检测与诊断具有重要意义。

APT 信号的变化取决于酰胺质子与水质子的交换速率,两者的

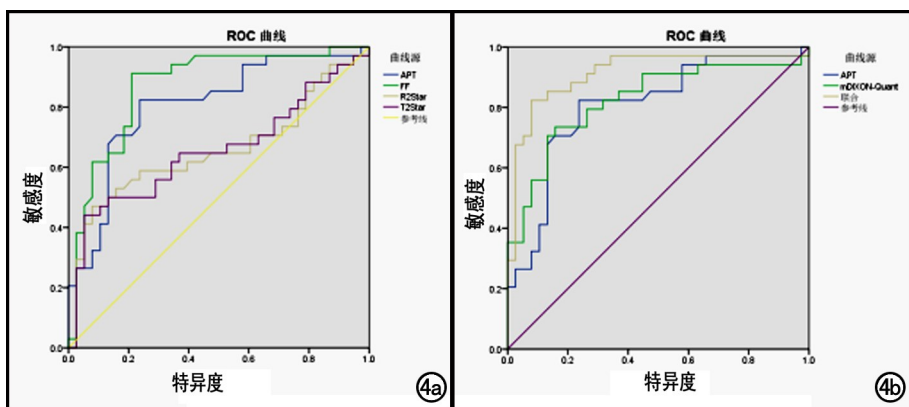


图4 APT、mDIXON-Quant 鉴别诊断 PCa 与 BPH 的 ROC 曲线。a) APT 及 mDIXON-Quant 各项参数 FF、 R_2^* 、 T_2^* 值鉴别诊断 PCa 与 BPH 的 ROC 曲线;b) APT、mDIXON-Quant 及两者联合鉴别诊断 PCa 与 BPH 的 ROC 曲线。

交换速率主要受到体内蛋白质或多肽中酰胺质子的浓度及 PH 值的影响^[16],当 PH 值处于相对稳定状态时,相应区域内蛋白质或多肽中酰胺质子的浓度增加,则可交换的氨基质子增加,相应的 APT 值增大。本研究中,PCa 组的 APT 值明显高于 BPH 组,这与 Jia 等^[17]、殷慧佳等^[18]的研究结果一致,分析其病理基础为:正常前列腺组织是由排列疏松的腺体、较大的细胞外间隙和充满液体的腺腔组成,而在前列腺癌组织中,细胞排列紧密,细胞间隙变小,体积变小。腺腔减少,肿瘤组织分泌的大分子及多肽增多^[19],从而导致病变区域 APT 值升高;而 BPH 主要表现为腺体及纤维间质组织的增生,组织内蛋白质及相关代谢产物的含量增多不明显,因此其 APT 值没有明显变化^[16]。

mDIXON-Quant 是采用梯度回波序列进行 3D 采集,一次屏气采集 6 个回波,结合 7 峰值脂肪模型和 T_2^* 校正,得到解剖组织的高质量 3D 脂肪分数图,可以直接测量组织的脂肪分数^[20]。FF 值作为脂肪含量的定量评估指标,已被证实对测定甘油三酯含量敏感^[21]。本研究中 PCa 的 FF 值明显高于 BPH,这可能是由于 PCa 发生发展过程中存在多种途径的脂代谢异常^[22],Merino Salvador 等^[23]的研究表明,肿瘤细胞中的脂质代谢发生了高度变化,不同于正常细胞摄取外源性脂肪酸,肿瘤细胞新生脂肪生成增加,有利于细胞膜和信号分子的生成,为癌细胞提供生长所需要的脂质成分及必要的能量来源,从而导致本研究中前列腺癌 FF 值明显增高。PCa 的 $R2^*$ 值高于 BPH, T_2^* 值低于 BPH,这是由于 T_2^* 与铁浓度呈负相关, $R2^*$ 根据 $R2^* = 1000/T_2^*$ 的关系转换^[24],因此呈正相关,而前列腺癌组织的异常代谢,肿瘤细胞增殖活跃,导致肿瘤细胞数量增加及代谢水平升高,以及肿瘤血管的结构不完整和功能受损,加重了组织乏氧^[25],因此 PCa 的 $R2^*$ 值高于 BPH, T_2^* 值低于 BPH;此外,前列腺癌组织的异常代谢使得巨噬细胞对正常存储于细胞内的含铁血黄素进行重新分配,从而导致局部代谢铁沉积^[26],也可导致前列腺癌 $R2^*$ 值的增高。Xin 等^[25]通过评估 ESWAN 序列得到定量参数 $R2^*$ 和 T_2^* ,研究得出 $R2^*$ 值、 T_2^* 值鉴别 PCa 与 BPH 的 AUC 分别为 0.705 ($P = 0.0001$)、0.685 ($P = 0.0006$)。以上研究结果表明,PCa 的发展过程中,肿瘤组织异常代谢,氨基酸与脂质代谢水平显著增加,也可导致组织内乏氧水平的差异,较高的细胞繁殖能力,可使得组织内蛋白质、脂质及相关代谢产物增多,组织内乏氧程度增加,反之亦然,这可能是 APT 值与 FF 值、FF 值与 $R2^*$ 值之间存在低度正相关性的原因;而由于 $R2^*$ 根据 $R2^* = 1000/T_2^*$ 的关系转换,因此 $R2^*$ 值与 T_2^* 值之间存在高度负相关。除此之外,本研究结果也显

示,APT 和 mDIXON-Quant 联合对鉴别诊断 PCa 与 BPH 的效能均高于单独的 APT 和 mDIXON-Quant 序列,克服了单种 MRI 检测的局限性,提高了鉴别诊断 PCa 与 BPH 的效能。

本研究存在以下局限性:APT 与 mDIXON-Quant 序列的扫描层厚不同,勾画 ROI 时不同序列图像之间未能做到完全匹配,可能会对部分结果造成偏差;样本量较少,纳入的部分病例为常规 MRI 诊断明确的前列腺癌与前列腺增生,对于常规 MRI 难以鉴别的前列腺癌和前列腺增生,需要累积样本量后行进一步研究证实。

综上所述,APT 和 mDIXON-Quant 均可作为鉴别 PCa 与 BPH 的影像学方法,且两者结合有利于提高前列腺疾病鉴别诊断的效能。

参考文献:

- [1] 李星,曾晓勇.中国前列腺癌流行病学研究进展[J].肿瘤防治研究,2021,48(1):98-102.
- [2] 葛梦颖,张程达,侯全亮,等.良性前列腺增生主要影响因素的 Meta 分析[J].现代预防医学,2017,44(10):1902-1907.
- [3] 孙立国.MRI 检查技术运用于前列腺癌分期诊断的效果[J].中国继续医学教育,2017,9(24):62-63.
- [4] 林月,李春媚,陈敏.酰胺质子转移成像的应用进展[J].放射学实践,2018,33(5):525-528.
- [5] 张颖,钱庭月,孙红光.腺腺脂肪定量成像技术的研究进展[J].中国医学计算机成像杂志,2019,25(2):208-211.
- [6] Huang TR, Wang GC, Zhang HM, et al. Differential research of inflammatory and related mediators in BPH, histological prostatitis and PCa[J]. Andrologia, 2018, Feb 14, DOI: 10.1111/and.12974. Online ahead of print.
- [7] Kim SH, Kwon WA, Joung JY. Impact of benign prostatic hyperplasia and/or prostatitis on the risk of prostate cancer in Korean patients[J]. World J Mens Health, 2021, 39(2):358-365.
- [8] 赵阳,刘爽,曹琳,等.多参数 MRI 在前列腺癌靶向活检中的应用进展[J].放射学实践,2020,35(8):1063-1067.
- [9] Xu B, Chen Y, Chen X, et al. Metabolomics profiling discriminates prostate cancer from benign prostatic hyperplasia within the prostate-specific antigen gray zone[J]. Front Oncol, 2021, 15(11):730638.
- [10] 宋新宇.磁共振 T_2 WI 图像纹理分析在前列腺增生与前列腺癌鉴别诊断中的应用[J].实用医学影像杂志,2021,22(6):629-631.
- [11] 赵珺.MRI 定量技术在前列腺疾病定性诊断中的应用研究[D].呼和浩特:内蒙古医科大学,2021.
- [12] Yang DM, Kim HC, Kim SW, et al. Prostate cancer: correlation of intravoxel incoherent motion MR parameters with Gleason score[J]. Clin Imaging, 2016, 40(3):445-450.
- [13] Gupta RT, Kauffman CR, Garcia-Reyes K, et al. Apparent diffusion coefficient values of the benign central zone of the prostate: comparison with low- and high-grade prostate cancer[J]. AJR Am J Roentgenol, 2015, 205(2):331-336.
- [14] 侯雨希,孙洪赞.酰胺质子转移成像在成人脑疾病中的研究进展[J].中国医学影像学杂志,2017,25(2):148-150.

- [15] 侯孟岩,孟楠,王竞,等.酰胺质子转移成像与 DWI 诊断宫颈鳞癌并评估其分级的对比研究[J].放射学实践,2021,36(1):98-102.
- [16] 王茹茹,李启霖,田卫卫,等.酰胺质子转移成像在中枢神经系统中的应用现状及进展[J].磁共振成像,2020,11(12):1194-1197.
- [17] Jia G, Abaza R, Williams JD, et al. Amide proton transfer MR imaging of prostate cancer: a preliminary study[J]. J Magn Reson Imaging, 2011, 33(3): 647-654.
- [18] 殷慧佳,韩东明,翟战胜,等.氨基质子转移成像对前列腺癌与良性前列腺增生的鉴别诊断价值[J].中国医学影像学杂志,2019,27(12):938-941.
- [19] Yin H, Wang D, Yan R, et al. Comparison of diffusion kurtosis imaging and amide proton transfer imaging in the diagnosis and risk assessment of prostate cancer [J]. Front Oncol, 2021, 15(11):640906.
- [20] 张鑫涛,陈倩敏,陈佳玲,等.基于 mDIXON-quant 的腰椎骨髓脂肪含量与性别、年龄、体重指数、腰围及内脏脂肪的相关性[J].临床放射学杂志,2019,38(7):1292-1296.
- [21] Chu C, Feng Q, Zhang H, et al. Evaluation of salivary gland fat fraction values in patients with primary Sjögren's syndrome by mDIXON quant imaging: initial findings[J]. Eur J Radiol, 2020, 123(2):108776.
- [22] 高杰,丁留成,卫中庆,等.脂质代谢在去势抵抗性前列腺癌中的研究进展[J].东南国防医药,2021,23(2):169-174.
- [23] Merino Salvador M, Gómez de Cedrón M, Moreno Rubio J, et al. Lipid metabolism and lung cancer[J]. Crit Rev Oncol Hematol, 2017, 112(4):31-40.
- [24] Mazé J, Vesselle G, Herpe G, et al. Evaluation of hepatic iron concentration heterogeneities using the MRI R2* mapping method[J]. Eur J Radiol, 2019, 116(7):47-54.
- [25] Xin JY, Gao SS, Liu JG, et al. The value of ESWAN in diagnosis and differential diagnosis of prostate cancer: preliminary study [J]. Magn Reson Imaging, 2017, 44(12):26-31.
- [26] Leftin A, Zhao H, Turkekul M, et al. Iron deposition is associated with differential macrophage infiltration and therapeutic response to iron chelation in prostate cancer [J]. Sci Rep, 2017, 7(1):11632.

(收稿日期:2022-02-15 修回日期:2022-05-07)

本刊网站及远程稿件处理系统投入使用

本刊网站与远程稿件处理系统已开发测试完毕,已于 2008 年 3 月 1 号正式开通投入使用。

作者进行网上投稿及查稿具体步骤如下:请登录《放射学实践》网站(<http://www.fsxsj.net>)点击进入首页→点击“作者投稿”→按提示注册(请务必按系统提示正确填写个人信息,同时记住用户名和密码,以便查询稿件处理进度)→用新注册的用户名和密码登录→点击“作者投稿”进入稿件管理页面→点击“我要投稿”→浏览文件→上传文件(浏览文件后请点击后面的“上传”按钮,只有系统提示“稿件上传成功”方可进行下一步录入操作,文章须以 WORD 格式上传,图表粘贴在文章中)→录入稿件标题、关键词等→最后点击“确定”即可完成投稿。投稿后请速寄审稿费(100 元/篇)以使稿件迅速进入审稿处理。

作者自投稿之日起可不定期登录本刊网站查看稿件处理进度,不必打电话或发邮件查询,具体步骤如下:用注册过的用户名和密码登录→点击“作者查稿”进入稿件管理页面→点击左侧导航栏“我的稿件库”→“稿件状态”显示稿件处理进度→点击“查看”→选择“当前信息”或“全部信息”查看稿件处理过程中的具体信息。稿件退修和催审稿费(版面费)的信息作者亦可在注册时填写的邮箱中看到,作者在邮箱看到相关信息后须进入本系统进行相应处理。

作者如从邮箱和邮局投稿(或网上投稿成功后又从邮箱或邮局再次投稿),本刊须花费大量精力将稿件录入系统中,部分稿件重复多次处理,这给我们的稿件统计及处理工作带来巨大困难。本刊作者需登录本刊网站投稿,如果通过邮箱或邮局投稿,本刊会通知您通过网上投稿。

由于准备时间仓促及经验不足,网站及远程稿件处理系统必然会存在一些缺点和不足之处,希望各位影像同仁不吝赐教,多提宝贵意见,予以指正。

如果您在投稿中遇到什么问题,或者对本系统及网站有好的意见和建议,请及时联系我们。

联系人:石鹤 明桥 联系电话:027-69378385 15926283035