

论著·腹部

PI-RADS v2评分及DWI、DCE定量分析移行带前列腺癌的高危因素*

吴树材* 范开琴 向春锋
赵春刚达州市中心医院医学影像中心
(四川 达州 635000)

【摘要】目的 探究前列腺影像报告和数据系统2版(PI-RADS v2)评分及扩散加权成像(DWI)、动态增强图像(DCE)定量分析移行带前列腺癌(TZ-PCa)的高危因素。**方法** 回顾性分析2021年1月-2024年9月期间在我院影像中心接受核磁共振检查的39例TZ-PCa患者和42例前列腺增生(BPH)的临床资料,分别纳入TZ-PCa组和BPH组。比较入院检查时两组患者的基线资料、PI-RADS v2评分、DWI[表观扩散系数值(ADC)]和DCE[容量转移常数(K^{trans})、速度常数(K_{ep})、血管外细胞外间隙容积比(V_e)]的定量参数,经二元Logistic回归分析入院时PI-RADS v2评分及DWI、DCE定量参数与TZ-PCa的相关性。**结果** 入院检查时,两组患者的年龄、前列腺体积、家族病史比例差异无统计学意义($P>0.05$),TZ-PCa组的PSA水平、PI-RADS v2评分趋势、 K^{trans} 、 K_{ep} 、 V_e 值高于BPH组($P<0.05$);TZ-PCa组的ADC值低于BPH组($P<0.05$)。二元Logistic回归分析显示,PI-RADS v2评分、ADC值、 K^{trans} 、 K_{ep} 、 V_e 值均为影响TZ-PCa的高危因素($P<0.05$)。**结论** PI-RADS v2评分、DWI和DCE定量分析等均具有较好的诊断价值,可以有效地识别出TZ-PCa的高危因素,这对于TZ-PCa的早期诊断和治疗具有重要意义。

【关键词】 PI-RADS v2评分; DWI; DCE;
定量分析; 移行带前列腺癌; 高危因素

【中图分类号】R737.25

【文献标识码】A

【基金项目】达州市医学科研项目(201606)

DOI:10.3969/j.issn.1672-5131.2025.06.041

PI-RADS v2 Score, DWI and DCE Quantitative Analyses of High-risk Factors of Transitional Zone Prostate Cancer*

WU Shu-cai*, FAN Kai-qin, XIANG Chun-feng, ZHAO Chun-gang.

Medical Imaging Center, Dazhou Central Hospital, Dazhou 635000, Sichuan Province, China

ABSTRACT

Objective To investigate the high-risk factors of transitional zone prostate cancer (TZ-PCa) by Prostate Imaging Reporting and Data System Version 2 (PI-RADS v2) score, diffusion-weighted imaging (DWI) and dynamic contrast-enhanced imaging (DCE) quantitative analyses. **Methods** The clinical data of 39 patients with TZ-PCa and 42 patients with benign prostatic hyperplasia (BPH) who received magnetic resonance imaging in imaging center of the hospital were retrospectively analyzed from January 2021 to September 2024. The baseline data, PI-RADS v2 score and quantitative parameters of DWI [apparent diffusion coefficient (ADC)] and DCE [volume transfer constant (K^{trans}), velocity constant (K_{ep}), extravascular extracellular space volume ratio (V_e)] were compared between groups at admission. The correlation between PI-RADS v2 score, DWI and DCE quantitative parameters at admission and TZ-PCa was analyzed by binary logistic regression analysis. **Results** At admission, there were no statistical differences in age, prostate volume, and proportion of family history between the two groups ($P>0.05$). The PSA level, PI-RADS v2 score trend, K^{trans} , K_{ep} and V_e in TZ-PCa group were higher than those in BPH group ($P<0.05$) while the ADC value was lower than that in BPH group ($P<0.05$). Binary Logistic regression analysis suggested that PI-RADS v2 score, ADC value, K^{trans} , K_{ep} and V_e were high-risk factors of TZ-PCa ($P<0.05$). **Conclusion** PI-RADS v2 score, DWI and DCE quantitative analyses have good diagnostic value and can effectively identify the high-risk factors of TZ-PCa, which is of great significance for the early diagnosis and treatment of TZ-PCa.

Keywords: PI-RADS v2 Score; DWI; DCE; Quantitative Analyses; Transitional Zone Prostate Cancer; High-risk Factors

前列腺癌(PCa)是一种常见的威胁中老年男性健康的恶性肿瘤,近年来发病率逐年上升,其影响因素包括遗传、环境、生活习惯等^[1]。研究表明,有家族史的男性患PCa的风险明显高于无家族史的男性;随着年龄的增长,患PCa的概率也会逐渐增加;此外,高脂饮食、缺乏运动、长期接触某些化学物质等都可能增加患PCa的风险^[2]。而移行带前列腺癌(TZ-PCa)是PCa的一种类型,通常发生在前列腺的移行带区域^[3]。早期TZ-PCa可能没有显著症状,随着病情的发展,患者会出现排尿困难(包括尿频、尿急、夜尿增多、尿流变细等)、血尿、下腹部或会阴部疼痛等症状^[4]。需要注意的是,这些症状也可能由其他泌尿系统疾病引起,因此一旦出现异常,应尽早就医确诊。目前常用的方法包括血液检查、影像学检查(如CT扫描、MRI、骨扫描等)以及分子标志物检测等,这些方法可以帮助医生及时了解癌症是否已经发生转移以及转移的具体位置^[5]。特别是前列腺影像报告和数据系统第二版(PI-RADS v2)的推出,为前列腺癌的磁共振成像诊断提供更加标准化和系统化的评估方法^[6]。然而,TZ-PCa由于其特殊的解剖位置和生物学特性,在诊断上仍存在一定的挑战。因此,本研究探究PI-RADS v2评分及扩散加权成像(DWI)、动态增强图像(DCE)定量分析在TZ-PCa高危因素中的识别作用,对于提高TZ-PCa的诊断准确性具有重要意义。

1 资料与方法

1.1 一般资料 回顾性分析2021年1月至2024年9月期间在我院影像中心接受核磁共振检查的39例TZ-PCa患者和42例前列腺增生(BPH)的临床资料。

纳入标准:入院时均接受MRI检查;MRI检查后一周内均经穿刺病理活检或手术确诊疾病类型为TZ-PCa或BPH;年龄50-92岁。排除标准: MRI图像质量不佳无法诊断者;MRI检查前存在前列腺手术史、穿刺活检史或放疗史。根据疾病类型分为TZ-PCa组和BPH组。

1.2 方法

1.2.1 MRI检查 使用Siemens Magnetom Skyra 3.0 T超导型磁共振成像仪(西门子,德国),腹部相控阵线圈,患者取仰卧位,头先进,确保正中矢状面与XO平面一致。进行常规平扫序列、扩散加权成像(DWI)和动态增强MRI(DCE-MRI)检查,具体包括T1WI轴面(使用自旋回波或快速梯度回波序列获取T1加权图像)、T2WI轴面(使用快速自旋回波序列获取T2加权图像)、DWI和DCE-MRI,扫描参数见表1。

1.2.2 图像处理 使用syngo.via VB20A后台处理软件对采集的原始数据进行重建和后处理。(1)在DCE-MRI图像上手动勾画出多个感兴趣区域(ROI,位于TZ-PCa的癌变组织区域或BPH结节区域),在选择ROI时,应避免包括尿道、精阜、射精管和精囊根部,以及任何出血或钙化灶。软件将自动处理ROI内的信号强度时间曲线,计算各项定量参数,

【第一作者】吴树材,男,副主任医师,主要研究方向:CT、MRI影像诊断。E-mail: wqh202410@163.com

【通讯作者】吴树材

并以伪彩图的形式直观展现，包括容量转移常数(K^{trans})、速度常数(K_{ep})、血管外细胞外间隙容积比(V_e)。(2)软件将自动从DWI数据中计算并生成相应的表观扩散系数(ADC)图，在ADC图上手动

勾画出ROI，选择癌变组织区域或前列腺增生结节区域，使用与DCE-MRI相同的方法选择ROI，并测量ADC值，结果取平均值。

表1 各序列扫描参数

	层厚(mm)	层间距(mm)	视野(mm)	重复时间(ms)	回波时间(ms)	补充备注
T1WI轴面	4	2.0	240×240	700	11	
T2WI轴面	4	2.0	240×240	4500	85	
DWI	4	2.0	240×240	5800	86	扩散敏感系数为0、50和1000s/mm ² ，扫描时间24 s
DCE-MRI	2	0.0	260×260	5.0	1.7	连续扫描35期，扫描时间约5 min 30 s

1.3 观察指标 (1)在两组患者入院检查时收集所需的基线资料，这包括年龄、前列腺特异性抗原(PSA)水平(正常范围4.2-22.6 ng/mL)、前列腺体积、家族病史等信息。

(2)PI-RADS v2评分^[7]：PI-RADS v2是一种用于前列腺MRI评估的标准化报告系统，旨在帮助医生评估前列腺病变的可能性，并将病变分为1-5分，分别代表极低、低、中等、高和极高可能性的前列腺癌。由2名阅片者(3年以上工作经验的放射科医生)根据收集两组患者的前列腺MRI图像、相关临床参数和PI-RADS v2评分标准，对每位患者的MRI图像进行评分。

(3)测量两组患者入院检查时ADC、 K^{trans} 、 K_{ep} 、 V_e 等定量参数，并经多元Logistic回归分析入院时PI-RADS v2评分及DWI、DCE定量参数与TZ-PCa的相关性。

1.4 统计学分析 采用SPSS 22.0统计学软件分析，计量资料符合正态分布，以($\bar{x} \pm s$)表示，采用t检验。计数资料以“n(%)”表示，采用 χ^2 检验，等级资料采用秩和检验。经二元Logistic回归分析入院时PI-RADS v2评分及DWI、DCE定量参数与TZ-PCa的相关性。以 $P<0.05$ 时，表示差异有统计学意义。

2 结 果

2.1 两组患者的基线资料比较 入院检查时，两组患者的年龄、前列腺体积、家族病史比例差异无统计学意义($P>0.05$)，TZ-PCa组的PSA水平高于BPH组($P<0.05$)，见表2。

2.2 两组患者的PI-RADS v2评分比较 入院检查时，TZ-PCa组的PI-RADS v2评分趋势高于BPH组($P<0.05$)，见表3。

2.3 两组患者的DWI定量参数比较 入院检查时，TZ-PCa组的ADC值 $[(0.49 \pm 0.11)10^{-3} \text{mm}^2/\text{s}]$ 低于BPH组 $[(0.62 \pm 0.09)10^{-3} \text{mm}^2/\text{s}]$ ($t=5.839, P<0.05$)。

2.4 两组患者的DCE定量参数比较 入院检查时，TZ-PCa组的 K^{trans} 、 K_{ep} 、 V_e 值高于BPH组($P<0.05$)，见表4。

2.5 PI-RADS v2评分及DWI、DCE定量参数与TZ-PCa的相关性 根据以上分析结果，以疾病类型分组为因变量，选择PI-RADS v2评分、DWI、DCE定量参数为变量进行二元logistics回归分析。结果显示，PI-RADS v2评分、ADC值、 K^{trans} 、 K_{ep} 、 V_e 值均为影响TZ-PCa的高危因素($P<0.05$)，见表5。

2.6 典型病例 见图1。

表2 两组患者的基线资料[n(%)]

组别	n	平均年龄(岁)	PSA(ng/mL)	前列腺体积(mL)	存在家族病史(例)
TZ-PCa组	39	72.90±9.08	24.83±4.32	38.30±5.56	8(20.5)
BPH组	42	72.14±8.38	17.70±4.40	40.42±5.66	5(11.9)
χ^2/t		0.392	7.351	1.699	1.112
P		0.696	<0.001	0.093	0.292

表3 两组患者的PI-RADS v2评分比较[n(%)]

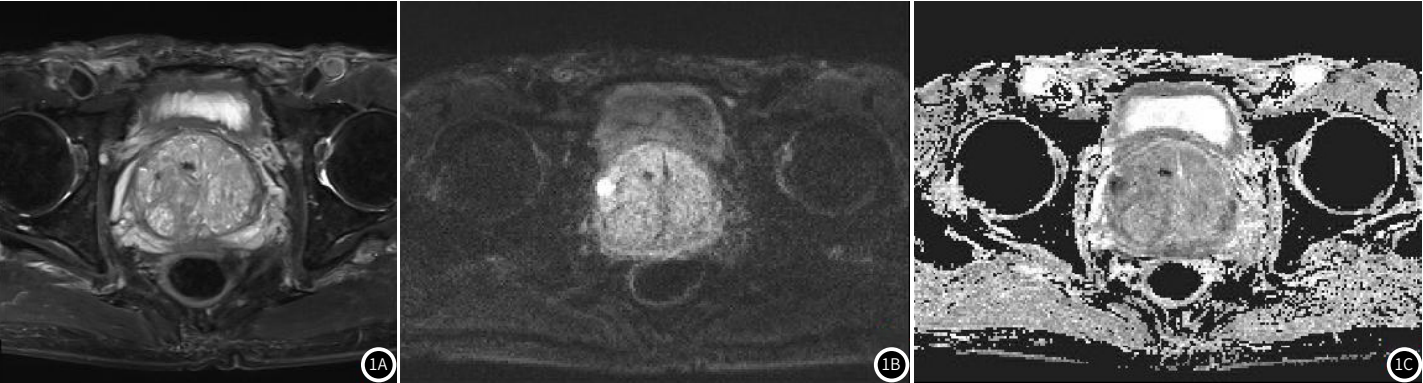
组别	n	1分	2分	3分	4分	5分
TZ-PCa组	39	2(5.1)	2(5.1)	4(10.3)	9(23.1)	22(56.4)
BPH组	42	20(47.6)	14(33.3)	5(11.9)	2(4.8)	1(2.4)
Z		6.546				
P		<0.001				

表4 两组患者的DCE定量参数比较

组别	n	$K^{trans}(/min)$	$K_{ep}(/min)$	V_e
TZ-PCa组	39	0.34±0.05	0.73±0.09	0.240.06
BPH组	42	0.27±0.03	0.64±0.03	0.190.03
t		7.704	6.127	4.795
P		<0.001	0.003	0.005

表5 PI-RADS v2评分及DWI、DCE定量参数与TZ-PCa的相关性

变量	β 值	S.E	Wald χ^2 值	OR值	P值
PI-RADS v2评分	-2.454	1.047	5.497	0.086	0.019
ADC值	14.793	5.776	6.559	2656960.743	0.010
K^{trans}	-57.892	17.187	11.346	0.000	0.001
K_{ep}	-22.608	11.160	4.104	0.000	0.043
V_e	-36.218	16.988	4.545	0.000	0.033



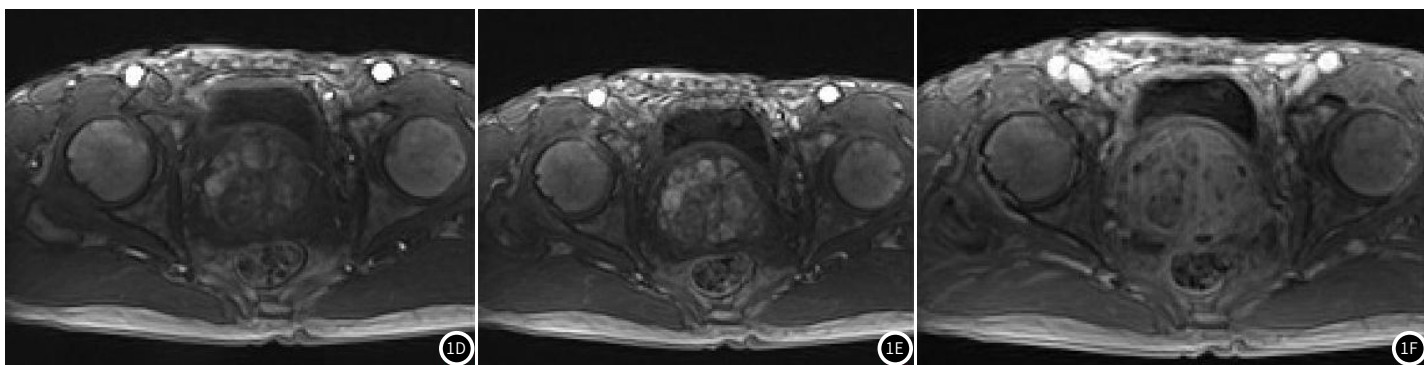


图1A-图1F 典型病例影像图。82岁，图1A、1B、1C：右侧移行带结节，T2WI呈等低信号，DWI呈明显高信号，ADC呈明显低信号，ADC值约0.497，明显低于正常前列腺组织，病灶PI-RADS评分，4分。图1D、1E、1F：DCE早期明显强化，后期强化程度低于正常前列腺组织，呈典型流出型强化方式。

3 讨论

PCa好发部位通常在外周带(PZ)，但也有少部分发生在移行带(TZ)，约占25%~30%^[8]。TZ又主要是良性BPH的好发部位，其组织结构复杂，主要由平滑肌组织构成，在MRI影像上，移行区的信号可能表现为均匀或混杂，动脉血供丰富，可能表现为不均匀或均匀强化^[9]。BPH和TZ-PCa在MRI上存在相似之处(如信号的不均匀性)，而前列腺炎也可能在MRI上呈现类似的信号变化，增加诊断的复杂性^[10]。为提高诊断的准确性，可结合T2WI、DWI、DCE-MRI和PI-RADS v2等以提高对前列腺癌的诊断敏感度和特异度。

本研究发现，TZ-PCa组的PSA水平更高，这表明PSA水平的升高可能与前列腺癌的发生和发展密切相关。然而，需要注意的是，PSA水平的升高也可能受到其他因素的影响，如前列腺炎、前列腺按摩等，在实际应用中需要结合其他指标进行综合判断^[11]。因此，本研究进一步分析发现，TZ-PCa组具有较高的PI-RADS v2评分趋势、 K^{trans} 、 K_{ep} 、 v_e 值和较低的ADC值，这些差异有助于更准确地区分TZ-PCa和BPH。推测其原因在于，PI-RADS v2评分综合前列腺病变的多种影像特征，如病变的大小、形状、边界等，以评估病变的恶性可能性，高分通常与更高的癌症风险相关联，这使得PI-RADS v2评分成为预测TZ-PCa的一个重要指标^[12]。并有报道证实PI-RADS v2.1相比于PI-RADS v2在移行带PCa及临床显著性前列腺癌(csPCa)诊断中显示出更好的医师评分间一致性，并且诊断效能不低于PI-RADS v2^[13]。DWI可以提供关于肿瘤细胞密度和组织结构的信息，有助于区分良性和恶性病变。研究表明，ADC值可反映水分子在前列腺组织中的扩散能力，由于恶性肿瘤细胞密度较高，会限制水分子的自由扩散，导致ADC值降低^[14]。因此，低ADC值通常与前列腺癌的存在和侵袭性相关。DCE-MRI是一种通过注入对比剂后观察组织强化模式的技术，能够反映组织的血流动力学特征^[15]。在前列腺癌的诊断中， K^{trans} 、 K_{ep} 和 v_e 参数能够描述造影剂在前列腺组织中的分布和清除过程，从而反映组织的血流灌注和血管特性，而恶性肿瘤通常具有较高的血供和较快的血管生成速度，这使得 K^{trans} 、 K_{ep} 和 v_e 值在TZ-PCa患者中表现出异常^[16]。

经二元Logistic回归分析，PI-RADS v2评分、ADC值、 K^{trans} 、 K_{ep} 、 v_e 值均为影响TZ-PCa的高危因素，以上指标之所以成为高危因素，主要是因为它们各自从不同角度反映肿瘤的生长特性。PI-RADS v2评分侧重于影像学特征的综合评估；ADC值关注肿瘤细胞的密集程度；而 K^{trans} 、 K_{ep} 和 v_e 则提供关于肿瘤血管生成和灌注状态的详细信息。当这些指标均表现出异常时，往往意味着肿瘤具有较强的侵袭性和较高的恶性程度，因此它们是判断TZ-PCa的重要依据。一项研究同样证实^[17]，ADC值与肿瘤的Gleason评分(GS)存在负相关，而Kapp值与GS呈正相关，表明这些参数可能有助于区分高危和低危前列腺癌。还有研究表明^[18]，MRI多b值DWI联合血清PSA相关参数对PSA灰区移行区前列腺癌的诊断效能较高，其中快速扩散所占比例(ffast)联合PSAD对PSA灰区TZ-PCa的诊断效能最高，对PSA灰区TZ-PCa和TZ-BPH的鉴别诊断具有较大价值。此外，DCE-MRI的原理及临床应用情况也

表明，该技术能够通过定量或半定量分析及相应药代动力学模型的应用，在微循环层面上分析病变的微观情况，从而提供更为全面的诊断信^[19]。

综上所述，PI-RADS v2评分、DWI和DCE定量分析等方法在TZ-PCa的诊断中各具特色，相互补充，为早期诊断和治疗提供有力支持，这不仅有助于提高患者的生存率和生活质量，还能减轻医疗系统的负担，实现更好的医疗资源配置。

参考文献

- [1] 暴希照,于效超,牛宗帅,等.奥格酮对前列腺癌22RV1细胞内源性AR等的影响[J].西北药理学杂志,2022,37(2):62-66.
- [2] 龚杨明,彭鹏,吴春晓,等.2016年上海市前列腺癌发病和死亡情况与2002-2016年变化趋势分析[J].肿瘤,2023,43(4):297-306.
- [3] 孙家元,严循成,王新龙,等.MRI影像学对前列腺影像报告与数据系统3~4的移行带临床显著前列腺癌的诊断价值[J].实用放射学杂志,2024,40(7):1129-1132.
- [4] 徐林峰,邱雪峰,张青,等.改良后入路机器人辅助根治性前列腺切除术治疗移行带前列腺癌的安全性和疗效[J].中华泌尿外科杂志,2022,43(2):107-110.
- [5] 庞洪波,董艳霞.超声检测前列腺体积与前列腺特异性抗原联合检测在前列腺癌诊断中的应用意义[J].罕少疾病杂志,2022,29(6):99-101.
- [6] 蓝欣欣,汪香玉,张弘,等.前列腺影像报告和数据库系统v2.1和v2.0评估前列腺病灶的一致性及其诊断价值[J].实用放射学杂志,2023,39(6):963-966.
- [7] 中华放射学杂志前列腺疾病诊疗工作组,中华放射学杂志编辑委员会.前列腺癌MRI检查和诊断共识(第二版)[J].中华放射学杂志,2018,52(10):743-750.
- [8] Han Y, Yuan L, Zhang J, et al. Bi-parameter MRI could quantitatively assess the zonal heterogeneity of prostate cancer[J]. Clin Genitourin Cancer, 2024, 22(5): 102135.
- [9] 张东青,林立夫,刘玉双,等.1.5T MRI不同b值DWI技术对中央移行带早期前列腺癌诊断的探讨[J].中国CT和MRI杂志,2022,20(12):127-128.
- [10] Wong T, Schieda N, Sathiadoss P, et al. Fully automated detection of prostate transition zone tumors on T2-weighted and apparent diffusion coefficient (ADC) map MR images using U-Net ensemble[J]. Med Phys, 2021, 48(11): 6889-6900.
- [11] 张若弟,周云舒,刘世莉,等.基于Bp-MRI的PI-RADS v2.1评分构建列线图预测PSA(4-20 ng/mL)前列腺癌的诊断价值[J].磁共振成像,2023,14(10):84-89.
- [12] Kubihal V, Kundra V, Lanka V, et al. Prospective evaluation of PI-RADS v2 and quantitative MRI for clinically significant prostate cancer detection in Indian men - East meets West[J]. Arab J Urol, 2022, 20(3): 126-136.
- [13] 张丹,朱子超,宋娜,等.PI-RADS v2.1和PI-RADS v2对移行带前列腺癌诊断价值的研究[J].磁共振成像,2022,13(1):54-58.
- [14] 李鹏,李艳,徐洁,等.磁共振表观扩散系数鉴别诊断移行带高危前列腺癌及病理分级分组的相关性[J].磁共振成像,2024,15(02):77-82+89.
- [15] Asif A, Nathan A, Ng A, et al. Comparing biparametric to multiparametric MRI in the diagnosis of clinically significant prostate cancer in biopsy-naïve men (PRIME): a prospective, international, multicentre, non-inferiority within-patient, diagnostic yield trial protocol[J]. BMJ Open, 2023, 13(4): e070280.
- [16] 盛伟华,黄松,李焱,等.DCE-MRI定量参数联合ADC值诊断前列腺癌的价值及与血清PSA的相关性分析[J].川北医学院学报,2020,35(03):461-464.
- [17] 单颖焯,刘锺,曾蒙苏,等.磁共振扩散加权成像(DWI)评估前列腺癌Gleason评分(GS):单指数模型与峰值模型比较[J].复旦学报(医学版),2019,46(6):782-788.
- [18] 刘娜,王聪,李玉泽,等.MRI多b值DWI联合血清PSA相关参数对PSA灰区移行区前列腺癌的诊断效能[J].中国医科大学学报,2023,52(8):699-705.
- [19] 蔡廷磊,赵俊功.在前列腺癌诊治中如何更有效合理地使用DCE-MRI[J].临床放射学杂志,2024,43(9):1608-1611.

(收稿日期:2024-11-11)

(校对编辑:姚丽娜)