

论 著

PI-RADS V2.1联合ADC比值对前列腺显著癌诊断效能的评估*

商书范¹ 王兴兴² 孙明霞¹
李克军^{1,*} 徐冰¹

1.北京市顺义区医院放射科(北京 101300)
2.北京市顺义区医院病理科(北京 101300)

【摘要】目的 评估PI-RADS V2.1联合ADC比值对前列腺显著癌的诊断价值。方法 回顾性收集106例PSA异常升高患者的影像和临床资料,所有患者均行3.0T MRI检查,并且在6周内病理结果。根据病理结果分为前列腺显著癌组和非前列腺显著癌组。由阅片者对前列腺可疑病灶进行V2.1评分,并测量病灶和参考区域的ADC值,计算出ADC比值=ADC值病灶/ADC参考。以病理结果作为“金标准”,建立单独V2.1评分、V2.1评分+ADC比值、V2.1评分+ADC比值分类诊断前列腺癌的Logistic回归模型,采用ROC评价其诊断效能。结果 V2.1+ADC比值以及V2.1+ADC比值分类诊断前列腺显著癌的AUC分别为0.924、0.928,AUC比较差异无统计学意义($P>0.05$),但均高于单独使用V2.1评分的AUC(0.881),差异有统计学意义(均 $P<0.05$)。结论 ADC比值或ADC比值分类可提高前列腺显著癌的诊断效能。

【关键词】第2.1版前列腺影像报告和数据系统;磁共振成像;前列腺癌;表观扩散系数

【中图分类号】R445.2

【文献标识码】A

【基金项目】北京市顺义区卫生健康发展科研专项(Wsjkfzkyx-2023-q-08)

DOI:10.3969/j.issn.1672-5131.2023.07.044

Evaluation of PI-RADS V2.1 Combined with ADC Ratio in the Diagnosis of Significant Prostate Cancer*

SHANG Shu-fan¹, WANG Xing-xing², SUN Ming-xia¹, LI ke-jun^{1,*}, XU Bing¹.

1.Department of Radiology, the Hospital of Shunyi District, Beijing 101300, China

2.Department of Pathology, the Hospital of Shunyi District, Beijing 101300, China

ABSTRACT

Objective To evaluate the value of PI-RADS V2.1 combined with ADC ratio in the diagnosis of clinically significant prostate cancer. **Methods** The imaging and clinical data of 106 patients with abnormal elevation of PSA were collected retrospectively. All patients underwent 3.0T MRI and there were pathological results within 6 weeks. The cases were divided into significant prostate cancer group and non-significant prostate cancer group according to the pathological results. The V2.1 scores were performed by the reader for suspected prostate lesions and the ADC value of the focus and the reference area were measured respectively, then the ADC ratio was calculated as: ADC ratio = ADC value of focus / ADC value of reference area. The logistic regression models for the diagnosis of significant prostate cancer were established by V2.1 alone, V2.1 combined with ADC ratio and V2.1 combined with ADC ratio classification, for the pathological results were used as the gold standard. The diagnostic efficacy were evaluated by ROC. **Results** The Logistic regression analysis showed the AUC of V2.1 combined with ADC ratio and V2.1 combined with ADC ratio classification in the significant prostate cancer were 0.924 and 0.928 respectively and There was no significant difference of them ($P>0.05$), but both of them which were higher than that of V2.1 alone (AUC 0.881), with the statistically significant difference (all $P<0.05$). **Conclusion** Introducing ADC value into PI-RADS V2.1 can improve the diagnostic efficiency in significant prostate cancer.

Keywords: Prostate Imaging and Reporting and Data System (Version 2.1); Magnetic Resonance Imaging; Prostate Cancer; Apparent Diffusion Coefficient

第2版前列腺影像及数据系统(Prostate Imaging-Reporting and Data System, PI-RADS V2)在放射学界和泌尿外科得到了广泛的国际认可,并普遍应用于临床实践中^[1]。然而许多学者揭示了V2的局限性,为此2019年PI-RADS V2.1应运而生。V2.1^[2-3]将弥散加权成像(Diffusion Weighted Imaging, DWI)特征纳入移行带非典型结节评分中,如果非典型结节T2WI评分为2, DWI评分为<4,则最终评分为2分,如果非典型结节T2WI评分为2, DWI评分为≥4,则最终评分为3分。此外,对于DWI评分为3分, V2.1定义为病灶DWI呈高信号,或者表观扩散系数(Apparent Diffusion Coefficient, ADC)呈低信号,但两者不能兼有之。分析其V2.1强调DWI特征原因可能是虽然T2WI是移行带病灶评分的主要因素,但DWI也是恶性肿瘤的一个重要特征,移行带中的非典型结节可能包含癌症,而DWI可能有助于识别它们。有研究^[4]表明V2.1对前列腺显著癌(Significant Prostate Cancer, SPCa)的诊断效能优于V2,然而目前对于DWI的评分仅靠主观定性评价,因此在对前列腺病变进行评分时存在固有的主观性,Barth等^[5]研究显示定量指标的引入,如ADC,可能会增加阅片者之间的一致性,进而提高前列腺癌的诊断效能。本文研究目的旨在探讨PI-RADS V2.1联合ADC对前列腺临床显著癌的诊断价值。

1 资料与方法

1.1 一般资料 回顾性选取2016年1月至2021年7月间因前列腺特异抗原(PSA)异常升高的106例患者。

入组标准:均行MRI增强检查;MRI检查后在6周内穿刺或手术病理结果;临床、影像资料齐全,且图像清晰显示。排除标准:MRI检查前经过内分泌、粒子置入、放疗、穿刺或手术的;病理结果合并有他病变(膀胱癌、直肠癌等);资料不全,图像无法满足诊断要求。

1.2 扫描方法 所有患者行西门子3.0T磁共振前列腺动态对比度增强成像(Dynamic Contrast Enhancement Imaging, DCE)扫描,采用马根维显。患者仰卧位采用相控阵体线圈,扫描序列包括横轴位、矢状位及冠状位。扫描参数:T₂WI(视野260mm×260mm,层厚4mm,TR 4400ms,TE 96ms),T₁WI(视野230mm×230mm,层厚4mm,TR 700ms,TE 18ms),DCE序列采用容积内体部检查序列进行轴位扫描,TR 5.08ms,TE 1.74ms,FA 15°,视野260mm×260mm,层厚3.6mm, NEX 1次,注射对比剂后连续12期动态扫描,每期扫描时间约9.4s,动态增强时间共5min 30s。b值为0、500、1000s/mm²。

1.3 获取V2.1评分 由两名有经验的放射科医师对所有图像按照PI-RADS V2.1评分标准进行双盲阅片,如遇评分不一致的病例,两位医师经讨论后做最终评分。典型病例如图

【第一作者】商书范,女,住院医师,主要研究方向:腹部影像诊断。E-mail: 373570150@qq.com

【通讯作者】徐冰,女,主任医师,主要研究方向:腹部影像诊断。E-mail: s1381050035@163.com

1A-1D及2A-2D。

1.4 获取ADC值及ADC比值 选取固定1台阅片机器,由上述两名阅片者对所有病灶进行测量,在病灶的最大层面选取一个感兴趣区域(Region Of Interest,ROI),ROI面积约为病灶的60%,两名阅片者在同一层面分别测量病灶的ADC值,取平均值作为病灶的ADC值(ADC病灶),如图1C、2C。选取ADC序列双侧股骨颈平面,由阅片者甲测量左侧臀大肌的ADC值,由阅片者乙测量右侧臀大肌的ADC值,ROI大小约为100mm²,取平均值作为参考ADC值(ADC参考),如图1D、2D。计算病灶与参考区域的ADC比值(以下简称ADC比值),ADC比值=ADC病灶/ADC参考。

1.5 获取病理 所有病例均行经直肠超声引导下前列腺12针系统性穿刺。如病人后期进行了手术,以手术病理Gleason分级作为最终结果。

1.6 统计学方法 采用SPSS 24.0和 MedCalc Version 18.2.1 统计软件进行统计分析。以病理结果是否为SPCa作为因变量,绘制ADC比值对SPCa的受试者工作特征(ROC)曲线,根据最大约登指数得出ADC比值阈值为≤0.55,然后以阈值为界限,将ADC比值分为1类(ADC比值≤0.55)和2类(ADC比值>0.55)。符合正态分布的计量资料采用独立样本t检验,非正态分布的计量资料采用Mann-Whitney检验,分析各参数在SPCa组和非SPCa组之间的差异,并使用二元Logistic回归对以上有统计学意义的指标(V2.1评分、ADC比值、ADC比值分类)进行多因素分析,建立V2.1评分、V2.1+ADC比值、V2.1+ADC比值分类诊断SPCa的回归模型,采用ROC曲线评价模型之间的诊断效能,采用MedCalc软件

中的Delong法比较三者曲线下面积(AUC)的差异, $P<0.05$ 差异具有统计学意义。

2 结果

2.1 ADC比值结果(图3) 对两位阅片者的V2.1评分、前列腺病灶及参考区域的ADC值进行Kappa一致性经验,结果显示良好,分别为0.81、0.76、0.78。

研究入组106例,SPCa组患者54例(Gleason评分≥7),平均年龄 72.02 ± 6.65 岁,非SPCa组患者52例(Gleason评分=6有14例,前列腺增生有38例),平均年龄 70.38 ± 6.56 岁。SPCa组平均ADC比值为 0.52 ± 0.13 ;非SPCa组平均ADC比值为 0.72 ± 0.12 。SPCa组ADC比值明显低于非SPCa组($t=7.56, P<0.01$)。以病理结果是否为SPCa作为因变量,绘制ADC比值对前列腺显著癌的ROC曲线(图3),AUC为0.862,最大约登指数为0.647,阈值为0.55,此时诊断SPCa的敏感度为96.2%,特异度为68.7%。

2.2 V2.1评分、联合ADC比值或ADC比值分类对SPCa的ROC分析结果(表1、图4) V2.1评分、ADC比值以及ADC比值≤0.55是诊断SPCa的独立预测因子($t/z=9.57, 7.56, 6.87$,均 $P<0.001$)。单独使用V2.1评分诊断SPCa的AUC为0.88(95%CI 0.80~0.94)。V2.1+ADC比值以及V2.1+ADC比值分类的AUC分别为0.92(95%CI 0.86~0.97)和0.93(95%CI 0.86~0.97),均高于单独使用V2.1评分的AUC,AUC两两比较差异均具有统计学意义($Z=2.30, 2.26, P=0.021, 0.024$)。V2.1+ADC比值与V2.1+ADC比值分类的AUC比较差异无统计学意义($Z=0.3, P=0.766$)。

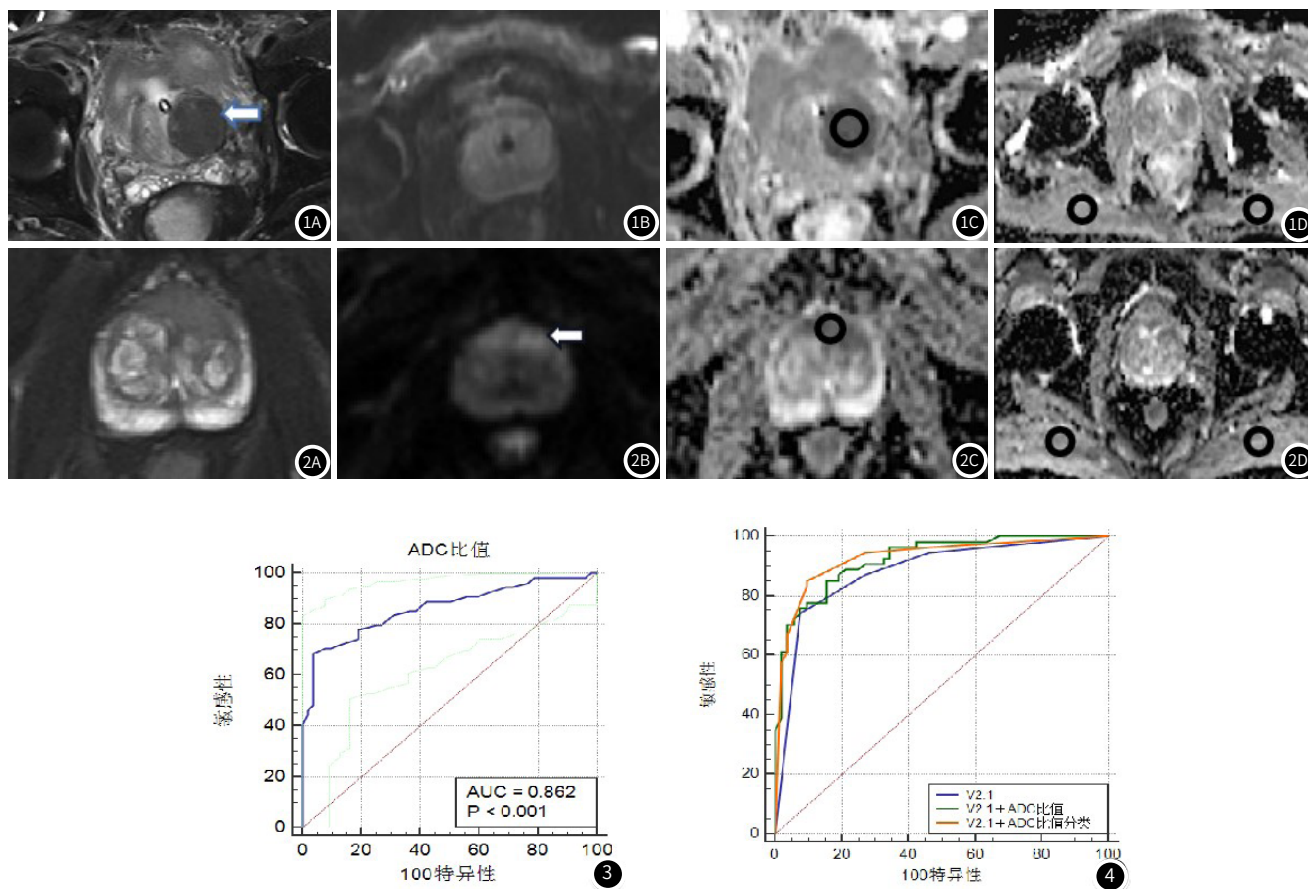


图1A~图1D 男,64岁,前列腺增生。图1A.T2WI示左侧移行带边界清楚的大部被膜结节,即非典型结节(白色箭头)。图1B.DWI未见明确高信号。图1C.ADC结节呈低信号,在最大层面测量ADC值(黑色圆圈),即ADC病灶。图1D.ADC序列的双侧股骨颈层面测量双侧肌肉的ADC值(两黑色圆圈),取平均值作为ADC参考,该病例ADC比值为0.61。诊断思路:T2WI大部被膜结节评为2分,DWI未见高信号,ADC呈低信号,按V2.1评分标准DWI评为3分,最终评分为2分。手术病理结果证实为前列腺增生。**图2A~图2D** 患者,男,64岁,移行带前列腺显著癌。图2A.T2WI示边界模糊的低信号结节,最大径>1.5cm。图2B.DWI示显著高信号图2C.ADC示低信号,在病灶最大层面测量ADC值(黑色圆圈),即ADC病灶。图2D.在双侧股骨颈层面测量双侧肌肉的ADC值(两黑色圆圈),取平均值作为ADC参考,该病例ADC比值为0.52。诊断思路:T2WI边界模糊的病灶,且最大径>1.5cm,评为5分,DWI呈高信号,ADC呈低信号。穿刺病理结果证实为前列腺癌,Gleason评分4+5。**图3** ADC值诊断SPCa的ROC曲线。AUC为0.862,最大约登指数为0.647,阈值为0.55,此时诊断SPCa的敏感度为96.2%,特异度为68.7%。**图4** V2.1、V2.1+ADC比值和V2.1+ADC比值分类诊断SPCa的ROC曲线图。V2.1+ADC比值分类的AUC最大,V2.1评分的AUC最小。

表1 V2.1评分、联合ADC比值或ADC比值分类对SPCa的诊断效能

参数	AUC	95%CI	敏感度(%)	特异度(%)	P值
V2.1评分	0.88	0.80-0.94	74.1	91.3	0.000
V2.1评分+ADC比值	0.92	0.86-0.97	85.2	87.6	0.000
V2.1评分+ADC比值分类	0.93	0.86-0.97	85.2	90.4	0.000

3 讨论

ADC值是弥散加权成像的衍生指标，多项研究表明^[6-7] ADC值与Gleason评分呈负相关，定量ADC值可以预测前列腺癌Gleason评分，且可初步评估前列腺的生物学行为，为其治疗方案提供合理的影像学依据。然而ADC值却并未被纳入PI-RADS评估系统，其主要原因在于ADC值的“不稳定性”，包括外部因素和内部因素，外部因素如磁共振扫描仪、场强等、尤其是b值的影响，研究^[8]发现b值升高，ADC值会减低。内部因素如受检者年龄、体温等^[9]，随着年龄增大，移行带及外周带的ADC值有增大趋势。为了减少诸多因素对ADC值的影响，ADC值进行标准化是很有必要的，即ADC比值=ADC病灶/ADC参考。有一些研究选取病灶的对侧外周带作为参考组织，本文未选用外周带作为参考组织，因前列腺癌本身具有多灶性分布的特点，如果选取外周带作为参考组织，病灶和参考区域难免会有部分重叠，故本文选取了双侧臀大肌作为参考组织。

本研究显示ADC比值是诊断前列腺显著癌的独立预测因子，SPCa组平均ADC比值明显低于非SPCa组平均ADC比值，这与Yim等^[10-12]研究结果是一致的。遵循PI-RADS的易用原则，笔者根据阈值对ADC比值进行分类，结果显示V2.1+ADC比值以及V2.1+ADC比值分类的AUC分别为0.92和0.93，均高于单独使用V2.1评分诊断前列腺显著癌的AUC(0.88)，由此可见ADC比值或分类在一定程度上提升了SPCa的诊断效能，与Jordan等^[12-15]的研究成果类似。进一步ROC曲线分析结果显示，联合模型诊断SPCa的敏感性得到了显著提高，由74.1%提升至85.2%，该结论与李文进等^[15-16]研究结果相似，这表明了DWI在继续优化前列腺癌风险评估中具有一定的价值潜力。为此V2.1也特别强调了DWI对判定前列腺移行带病变的重要性。另有研究^[17-18]发现，ADC值和标准化的ADC比值均能改善PI-RADS 4分或5分病变的阳性预测值，定量ADC值可以降低假阳性率，从而避免不必要的穿刺活检，这与本文分析的结果类似，联合模型在PI-RADS 4分和5分病变中，阅片者的特异度得到了显著提高，由71.4%提升至85.7%及92.86%，阳性预测值由90.9%提升至95.0%及96.9%。

局限性：(1)本文将双侧臀大肌作为参考组织，可能与其他文献参考组织有所不同，因此数据结果需要后期进一步扩大样本量、多中心验证来完善和补充。(2)纳入样本量小，未将前列腺外周带和移行带病例单独分析，ADC值的测量可能会造成偏移。(3)病理结果部分是穿刺获得，无法全面、精确计算MRI的敏感度和特异度。

综上所述，将ADC比值或ADC比值分类纳入PI-RADS V2.1中即保持了评分系统的易用性，同时在一定程度上作为定量指标提升了SPCa的诊断效能，尤其在经验不足的基层医院有着较好的临床应用价值。

参考文献

- [1]Woo S, Suh C H, Kim S Y, et al. Diagnostic performance of prostate imaging reporting and data system version 2 for detection of prostate cancer: a systematic review and diagnostic meta-analysis[J]. European Urology, 2017: 177-188.
- [2]Gupta R T, Mehta K A, Turkbey B, et al. PI-RADS: Past, present, and future[J]. Journal of Magnetic Resonance Imaging, 2020, 52 (1).
- [3]Aakar A, Ed B, Ae B, et al. Prostate imaging reporting and data system (PI-RADS): what the radiologists need to know?[J]. Clinical Imaging, 2021.
- [4]Tamada T, Kido A, Takeuchi M, et al. Comparison of PI-RADS version 2 and PI-RADS version 2.1 for the detection of transition zone prostate cancer[J]. European Journal of Radiology, 2019, 121: 108704.
- [5]Barth B K, Martini K, Skawran S M, et al. Value of an online PI-RADS v2.1 score calculator for assessment of prostate MRI[J]. European Journal of Radiology Open, 2021, 8 (2): 100332.
- [6]Logager, Vibeke, Balslev, et al. Apparent diffusion coefficient ratio correlates significantly with prostate cancer gleason score at final pathology[J]. Journal of magnetic resonance imaging: JMIR, 2015.
- [7]Donati O F, Afaq A, Vargas H A, et al. Prostate MRI: evaluating tumor volume and apparent diffusion coefficient as surrogate biomarkers for predicting tumor Gleason score[J]. Clinical Cancer Research, 2014, 20 (14).
- [8]Dopfert J, Lemke A, Weidner A, et al. Investigation of prostate cancer using diffusion-weighted intravoxel incoherent motion imaging[J]. Magu Resonance, 2011, 29 (8): 1053-1058.
- [9]Tamada T, Sone T, Toshimitsu S, et al. Age-related and zonal anatomical changes of apparent diffusion coefficient values in normal human prostatic tissues[J]. Journal of Magnetic Resonance Imaging, 2010, 27 (3): 552-556.
- [10]Yim J H, Chan K K, Kim J. Clinically insignificant prostate cancer suitable for active surveillance according to Prostate Cancer Research International: Active surveillance criteria: Utility of PI-RADS v2[J]. Journal of Magnetic Resonance Imaging, 2018, 47 (4).
- [11]Shaish H, Kang S K, Rosenkrantz A B. The utility of quantitative ADC values for differentiating high-risk from low-risk prostate cancer: a systematic review and meta-analysis[J]. Abdominal Radiology, 2016, 42 (1): 1-11.
- [12]Jordan E J, Fiske C, Zagoria R, et al. PI-RADS v2 and ADC values: is there room for improvement?[J]. Abdominal Radiology, 2018.
- [13]Wu X, Reinikainen P, Vanhanen A, et al. Correlation between apparent diffusion coefficient value on diffusion-weighted MR imaging and Gleason score in prostate cancer[J]. Diagnostic & Interventional Imaging, 2016: 63.
- [14]Shaish H, Kang S K, Rosenkrantz A B. The utility of quantitative ADC values for differentiating high-risk from low-risk prostate cancer: a systematic review and meta-analysis[J]. Abdominal Radiology, 2016, 42 (1): 1-11.
- [15]李文进, 石冬梅, 扬贵昌, 等. MR扩散加权成像在前列腺癌恶性鉴别诊断中的应用价值及其敏感度、特异度和准确度分析[J]. 中国CT和MRI杂志, 2019, 017 (006): 116-118, 140.
- [16]Gaur, Sonia, Harmon, et al. Can apparent diffusion coefficient values assist PI-RADS version 2 DWI scoring? a correlation study using the PI-RADSv2 and international society of urological pathology systems[J]. AJR: American Journal of Roentgenology: Including Diagnostic Radiology, Radiation Oncology, Nuclear Medicine, Ultrasonography and Related Basic Sciences, 2018.
- [17]Polanec S H, Helbich T H, Bickel H, et al. Quantitative apparent diffusion coefficient derived from diffusion-weighted imaging has the potential to avoid unnecessary MRI-guided biopsies of mpMRI-detected PI-RADS 4 and 5 lesions[J]. Investigative Radiology, 2018, 53 (12): 1.
- [18]Zhang K S, Schelb P, Kohl S, et al. Improvement of PI-RADS-dependent prostate cancer classification by quantitative image assessment using radiomics or mean ADC[J]. Magnetic Resonance Imaging, 2021 (5).

(收稿日期: 2021-10-08)

(校对编辑: 朱丹丹)