论著

多模态MRI参数检测在 前列腺疾病中的应用价 值*

孔凡武^{1,*} 李健康² 闫玉玲³

1.河南省商丘市中医院磁共振室

(河南 商丘 476000)

2.河南省商丘市中医院CT室 (河南商丘476000) 3.河南省商丘市中医院病理科

(河南 商丘 476000)

```
【摘要】目的 探究多模态磁共振(MRI)参数检测在前
列腺疾病中应用价值。方法对2019年8月至2022年
8月医院收治82例前列腺疾病患者相关资料予以回顾
性分析,患者均接受多模态MRI,随后接受病理检
查确定疾病良恶性,分析多模态MRI在前列腺疾病
诊断上价值;前列腺癌患者依据病理检查结果进行
分级,分析多模态MRI参数与病理分级之间关系。
结果 前列腺癌患者边界清晰比例显著低于前列腺良
性病变,表观扩散系数(ADC)值与达峰时间(Tmax)低
于前列腺良性病变,最快强化率(Rmax)、最大强化程
度(SImax)高于前列腺良性病变(P<0.05);受试者工作
特征曲线显示多模态MRI参数边界、ADC值、Rmax、
Tmax、SImax用于前列腺癌诊断曲线下面积(AUC)分
别为0.686、0.788、0.782、0.811、0.602,各指
标联合AUC为0.958;随着患者病理分级上升,前
列腺癌患者ADC、Tmax逐渐减小,而Rmax及SImax
逐渐增大(P<0.05); Spearman相关性分析显示,
ADC、Tmax与前列腺癌病理分级负相关(r=-0.463,-
0.376; P<0.05), Rmax、SImax与前列腺癌病理分级
正相关(r=0.519,0.487; P<0.05)。结论 多模态MRI
参数不仅有助于提高对于前列腺癌诊断价值,还与
前列腺癌患者病理分级关系密切,可以为患者病情
评估提供合适参考依据。
```

【关键词】多模态磁共振;前列腺;诊断价值;病 理分级

4月级 【中图分类号】R445.2

【文献标识码】A

【基金项目】河南省科学技术厅(商科鉴字[2014]第 16号)

DOI:10.3969/j.issn.1672-5131.2023.05.034

Application Value of Multimodal MRI Parameters in Prostate Diseases*

KONG Fan-wu^{1,*}, LI Jian-kang², YAN Yu-ling³.

- 1.MRI Room, Shangqiu Hospital of Traditional Chinese Medicine, Shangqiu 476000, Henan Province, China
- 2.CT Room, Shangqiu Hospital of Traditional Chinese Medicine, Shangqiu 476000, Henan Province, China
- 3.Department of Pathology, Shangqiu Hospital of Traditional Chinese Medicine, Shangqiu 476000, Henan Province, China

ABSTRACT

Objective To investigate the application value of multimodal magnetic resonance imaging (MRI) parameters in prostate diseases. *Methods* The relevant data of 82 patients with prostate diseases who were admitted to the hospital from August 2019 to August 2022 were retrospectively analyzed. All patients were examined with multimodal MRI, and then underwent pathological examination. The value of multimodal MRI in the diagnosis of prostate diseases, and the relationship between multimodal MRI parameters and pathological grading were analyzed. Results The proportion of lesions with clear boundaries, apparent diffusion coefficient (ADC) value and time to peak (T_{max}) in prostate cancer patients were significantly lower/shorter than those in patients with benign prostate lesions. The maximum enhancement rate (R_{max}) and maximum signal intensity (SI_{max}) were higher than those in patients with benign prostate lesions (P<0.05). The receiver operating characteristic curve showed that the area under the curve (AUC) values of multimodal MRI parameters (boundary, ADC value, Rmax, Tmax, and Slmay) to diagnose prostate cancer were 0.686, 0.788, 0.782, 0.811, and 0.602, respectively. The AUC of combined diagnosis with these indicators was 0.958. With the increase of pathological grade, ADC and Tmax of prostate cancer patients decreased, while R_{max} and SI_{max} increased (P<0.05). Spearman correlation analysis showed that ADC and T_{max} were negatively correlated with the pathological grade of prostate cancer (r=-0.463, -0.376, P<0.05), while Rmax and SImax were positively correlated with the pathological grade of prostate cancer (r=0.519, 0.487, P<0.05). Conclusion Multimodal MRI parameters can help to improve the diagnosis of prostate cancer, and are closely related to the pathological grade of prostate cancer, which provides reference for condition evaluation.

Keywords: Multimodal Magnetic Resonance Imaging; Prostate; Diagnostic Value; Pathological Grading

前列腺癌为男性群体高发恶性肿瘤类型,其发病率仅低于肺癌,但近来来其发病率 一直呈逐年上升趋势,由于其早期症状尚不明显,患者病情确诊已经进展到中晚期, 导致患者丧失根治最佳时机^[1]。研究显示无症状或者处于早期前列腺癌患者术后5年生 存率可以达到99%,而中晚期前列腺癌患者5年(变)生存率甚至不超过50%^[2],可见前 列腺疾病准确诊断、评估病理分级对患者治疗及预后改善意义重大。CT、超声、磁共 振成像(magnetic resonance imaging, MRI)是前列腺疾病诊断常见影像学手段,但是 CT与超声用于前列腺疾病诊断特异性不佳,MRI由于其优异软组织分辨率逐渐成为前列 腺疾病诊断首选影像学手段,尤其是近期多模态MRI应用使其在前列腺疾病诊断上优势 更加明显^[3]。多模态MRI有效结合可常规MRI扫描、扩散加权成像(diffusion weighted imaging, DWI)、动态增强MRI(dynamic enhanced MRI, DCE-MRI)等多种MRI扫描技 术,可以有效反映器官结构功能变化及代谢异常,有助于进一步提高前列腺疾病诊断价 值^[4]。基于此,本研究多模态MRI参数检测在前列腺疾病诊断上应用提供更多参考依据。

1 资料和方法

1.1 一般资料对2019年8月至2022年8月医院收治82例前列腺疾病患者相关资料予以回顾性分析。

纳入标准:患者存在明显排尿不畅及尿潴留表现,血清前列腺特异性抗原>10ng/L;患者在接受多模态MRI检查前尚未接受治疗;经由手术或者穿刺活检证实患者病情;患者各项资料完整。排除标准:身体重要脏器功能障碍者;伴其他肿瘤者;MRI检查影像质量差或者多模态MRI检查不全者;资料不全者。82例患者年龄49~78岁,平均(62.11±11.95)岁;前列腺特异性抗原10~218.65ng/L,平均(82.53±16.92)ng/L。 1.2 方法

1.2.1 多模态MRI检查 检查应用GE SIGNA Pioneer 3.0T扫描仪(美国GE公司),线圈选择体部相控阵线圈。常规MRI扫描:轴位T₁加权薄层扫描参数:重复时间、回波时间、翻转角、层厚、层间距、视野、激励次数、矩阵分别为700ms、11ms、150°、3mm、0.3mm、230mm×230mm、1、256×192;轴位T2加权薄层扫描:重复时间、回波时间、层厚、层间距、视野、激励次数、矩阵分别为3500ms、101ms、3mm、0.3mm、230mm×230mm、1、320×320。DWI:扫描参数:重复时间、回波时间、层厚、层间距、视野、激励次数、矩阵分别为2900ms、86ms、3mm、0.3mm、

224mm×260mm、4、111×172,扩散敏感系数分别设置为 0和1000s/mm2,依据扫描结果获得表观扩散系数(Apparent diffusion coefficient, ADC)图。DCE-MRI: 轴位动态增强扫描 选择VIBE序列,相关参数:重复时间、回波时间、层厚、层间 距、翻转角、视野、时间分辨率、矩阵分别为4.0ms、1.4ms、 2mm、0mm、9°、317mm×350mm、10s、203×320, 扫描 应用脂肪抑制技术;对比剂扎喷酸葡胺选择高压注射器以1.5mL/ s速度由肘静脉注射,其注射剂量为0.2mmol/kg,进行2期扫描 后行对比剂注射,每期扫描时间均为13s,一共需要进行30期扫 描,扫描持续时间为6min,解剖定位选择第1个序列轴位T₁加 权,需要与参数图融合。获得所有MRI图像后由两位影像科医师 应用双盲法进行数据分析,影像科医师均需要是副主任及以上医 师,图片审阅意见不一致需要经过协商获得统一意见。应用仪 器附加图像处理软件在MRI常规扫描、DWI以及DCE-MRI扫描获 得图像上划定病灶最显著部位作为感兴趣区,需要尽可能避免囊 变、坏死、出血以及钙化部位,随机选择3次测定结果计算其均 值。在ADC图上明显低信号部位划定感兴趣区,以自动形成ADC 值。DCE-MRI扫描获得时间-信号强度曲线,依据曲线获得最快强 化率(Rmax)、达峰时间(Tmax)、最大强化程度(SImax)。

1.2.2 穿刺活检及病理检查 应用Bard Magnum活检仪器(美国 Bard公司)及穿刺针在超声帮助下进行经直肠前列腺穿刺活检, 每位患者均需要收集12条前列腺组织,如果患者存在感染及 出血高风险,收集前列腺组织应该一定程度减少。将切片切为 3~5mm行病理检查,确诊为前列腺癌患者依据Gleason分级标准 ^[5]获得病理分级,其中评分≤6分、7分及≥8分分别纳入低级别、 中级别与高级别病变。

1.3 观察指标 分析前列腺疾病患者影像学表现,比较前列腺癌与 前列腺良性病变多模态MRI参数,分析多模态MRI参数对前列腺疾 病诊断价值,比较不同病理分级前列腺癌多模态MRI参数,分析 多模态MRI参数与前列腺癌病理分级相关性。

1.4 统计学方法 本研究中数据通过SPSS 20.0软件予以分析处理,计量资料与计数资料分别表示为($x \pm s$)与例(%), 计量资料比较应用t检验与方差分析,计数资料采用 x^2 检验 进行差异比较,诊断价值应用受试者操作特征(er operating characteristic, ROC)曲线,相关性分析采用Spearman相关性进 行分析, P<0.05为差异有统计学意义。

2 结 果

2.1 前列腺疾病患者影像学表现分析病理检查结果显示82例前列腺疾病患者中前列腺良性病变29例,前列腺癌53例。前列腺良性病变:边界清晰,T₂加权扫描可以观察到弥漫稍低或者低信号; DWI:ADC图上显示为稍低信号,ADC值轻微减低;DCE-MRI曲线 主要为II型曲线,显示为病灶早期强化,但对比剂未发现廓清。

前列腺癌:部分患者边界模糊,T₂加权扫描可以观察到不规则 或者结节状低信号影(图1A);DWI:可见弥漫性片状、结节状或者 不规则状超高信号(图1B),ADC值下降(图1C);DCE-MRI曲线主要 为III期曲线,显示为病灶早期迅速强化并可见对比剂廓清(图1D)。

2.2 前列腺癌与前列腺良性病变多模态MRI参数比较 前列腺癌 患者边界清晰比例低于前列腺良性病变,ADC值与T_{max}低于前列 腺良性病变,R_{max}、SI_{max}高于前列腺良性病变,差异比较存在统 计学意义(P<0.05),前列腺癌患者与前列腺良性病变T2信号强度 比较没有统计学意义(P>0.05),见表1。

2.3 多模态MRI参数对前列腺癌诊断价值分析 ROC曲线显示多 模态MRI参数边界、ADC值、Rmax、Tmax、SImax用于前列腺癌诊 断曲线下面积(area under curve, AUC)分别为0.686、0.788、 0.782、0.811、0.602,各指标联合AUC为0.958,见表2与图2。

参数	Ē	前列腺癌(n=53)	前列腺良性病变(n=29)	t/ x ²值	P值
常规	边界清晰	26(49.06)	25(86.21)	11.002	0.001
	边界模糊	27(50.94)	4(13.79)		
	T₂低信号	42(79.25)	18(62.07)	3.100	0.212
	T ₂ 等信号	8(15.09)	9(31.03)		
	T ₂ 高信号	3(5.66)	2(6.90)		
DWI	ADC值(×10 ⁻³ mm ² /s)	1.09 ± 0.29	1.36 ± 0.32	3.886	< 0.001
DCE-MRI	R _{max} (%)	13.75 ± 4.19	9.11±2.04	5.600	< 0.001
	T _{max} (s)	56.75±13.24	79.53±21.39	5.957	< 0.001
	SI _{max} (%)	1.76 ± 0.42	1.35 ± 0.32	4.576	< 0.001

表2 多模态MRI参数对前列腺癌诊断价值分析								
指标	截断值	AUC	敏感度	特异度	95%CI	P值		
边界	-	0.686	50.9	86.2	0.569~0.802	0.006		
ADC值	1.20×10 ⁻³ mm ² /s	0.788	71.7	79.3	0.679~0.896	< 0.001		
R _{max}	11.83%	0.782	66.0	93.1	0.682~0.882	< 0.001		
T _{max}	73.1 s	0.811	94.3	65.5	0.704~0.919	< 0.001		
SI _{max}	1.61%	0.602	37.7	100.0	0.482~0.723	0.127		

87.7

0.958

2.4 不同病理分级前列腺癌多模态MRI参数比较 Gleason分级 结果显示低级别、中级别与高级别前列腺癌患者分别15例、26 例、12例,不同病理分级前列腺癌患者边界及T2信号情况比较没 有统计学意义(P>0.05),而随着患者病理分级上升,前列腺癌患 者ADC、T_{max}逐渐减小,而R_{max}及SI_{max}逐渐增大,不同病理分级 患者比较存在统计学意义(P<0.05),见表3。

表3 不同病理分级前列腺癌多模态MRI参数比较

89.7 0.921~0.995 <0.001

参数			低级别组(n=15)	中级别组(n=26)	高级别组(n=12)	F/ x ² 值	P值
常规	边界清晰	26	9	12	5	1.069	0.586
	边界模糊	27	6	14	7		
	T₂低信号	42	12	21	9	4.208	0.379
	T ₂ 等信号	8	3	4	1		
	T ₂ 高信号	3	0	1	2		
DWI	ADC值(×10 ⁻³ mm ² /s)		1.15 ± 0.1	9 1.01±0.28	0.71 ± 0.2	31.159	< 0.001
DCE-MRI	R _{max} (%)		10.86±2.	66 13.95±3.14	16.93±5.39	9.304	< 0.001
	T _{max} (s)		68.43±8.	46 57.64±9.52	40.22±6.76	35.442	< 0.001
	SI _{max} (%)		1.46±0.2	6 1.81±0.36	2.03±0.50	8.298	0.001

各指标联合 -



2.5 多模态MRI参数与前列腺癌病理分级相关性 Spearman相 关性分析显示,边界及T2信号情况与前列腺癌病理分级不相关 (r=0.106, 0.183; P>0.05), ADC、Tmax与前列腺癌病理分级负相 关(r=-0.463,-0.376; P<0.05), Rmax、SImax与前列腺癌病理分级 正相关(r=0.519, 0.487; P<0.05)。

3 讨 论

多模态MRI作为非侵入式影像学检查方式,其检查多方位与 参数成像、优异对比度及高分辨率特点使其在前列腺疾病诊断 上具有独有优势。相对于常规MRI,DWI有助于弥补T₁与T₂加权 扫描不足,同时其可以敏感性反映机体组织中水分子运动^[6-7] DCE-MRI经由Rmax、Tmax、SImax等定量参数反映病灶组织信号强 度、微循环血流灌注以及血管渗透性情况^[8]。本研究结果显示前 列腺癌患者ADC值与Tmax低于前列腺良性病变,Rmax、SImax高 于前列腺良性病变,分析认为ADC值显示水分子运动情况,肿瘤 细胞增殖时会因为细胞外间隙逐渐减小,因此水分子在其中运 动受限,ADC值随之减小;而随着恶性肿瘤增殖,组织灌注能力 逐渐增强,因此DCE-MRI测定T_{max}减小,R_{max}、SI_{max}变大¹⁵ 一项研究显示前列腺癌患者ADC值及Tmax低于良性前列腺增生患 者,而SImax及Rmax高于良性前列腺增生患者^[10],与本研究中相关 结论一致。除上述因素外,前列腺癌患者边界清晰比例低于前列 腺良性病变,影像学上可以明显观察到良性病变边界光滑完整, 而恶性病变边界模糊,且显示为浸润性生长。本研究中将多模态 MRI参数用于前列腺疾病诊断,结果显示边界、ADC值、R_{max}、 Tmax、SImax用于前列腺癌诊断AUC分别为0.686、0.788、0.782、 0.811、0.602,各指标联合AUC为0.958,显示多模态MRI参数 用于前列腺癌诊断有一定价值,而多模态参数联合有助于进一步 提高前列腺癌诊断价值。罗瑛译等^[11]研究也显示ADC值、SI_{max} 及miR-301a指标用于前列腺癌中危及高危鉴别ADC值分别为 0.659、0.771、0.747,而三指标联合AUC值为0.839,显示多指 标联合有助于提高中危、高危前列腺癌鉴别。

前列腺癌病理分级是患者病理诊断中重要组成部分,可以有 效反映病灶生物学行为,不仅是患者治疗方案选择参考依据, 还与患者预后关系密切^[12-13]。本研究结果显示而随着患者病理分 级上升,前列腺癌患者ADC、Tmax逐渐减小,而Rmax及SImax逐渐 增大,显示前列腺癌患者多模态MRI参数与患者病理分级关系密 切,分析认为病理分级越高,细胞分化越差,组织中腺体结构减 少,细胞间隙缩小,水分子运动受到限制,因此ADC值下降,同 时肿瘤细胞增殖及代谢速度加快,新生血管变多,内皮细胞间隙 变大,因此其通透性增加,组织灌注能力增加^[14-15]。另一项研究 也显示多模态MRI测定前列腺癌病灶ADC值与DCE-MRI参数与病

理Gleason评分存在明显相关性,该研究认为Gleason评分高前 列腺癌病灶组织中遍布分化不成熟新生血管,这些血管中细胞由 于异常增殖,血管间隙减少,水分子运动受到限制,因此ADC值 减小,血管壁通透性增加,导致对比剂更易通过¹¹⁶。张俊等^[17]研 究显示前列腺癌患者病灶组织中微血管密度明显增加,高危患者 T_{max}较短,而SI_{max}及R_{max}较高,显示病理分级越高,病灶组织血 管生成越丰富,血供量越大。

综上所述,前列腺疾病可以应用多模态MRI参数予以鉴别诊 断,多模态MRI参数联合有助于提高对于前列腺癌诊断价值,同 时还与前列腺癌组织病理分级存在明显关系,可以为患者病情诊 断及评估提供合适影像学参考依据。

参考文献

- [1] Haffner MC, Zwart W, Roudier MP, et al. Genomic and phenotypic heterogeneity in prostate
- (2) Marter J, Natter Urol, 2021, 18 (2): 79–92.
 (2) 陈金玉, 张平, 孙颖昕, 等. 血清LncRNA PVT1、LncRNA H19表达与前列腺癌患者术后复发转移的 关系 [J]. 中国现代医学杂志, 2021, 31 (22): 44–49
- [3] Brauchli D, Singh D, Chabert C, et al. Tumour-capsule interface measured on 18F-DCFPyL PSMA positron emission tomography/CT imaging comparable to multi-parametric MRI in predicting extra-prostatic extension of prostate cancer at initial staging[J].J Med Imaging Radiat Oncol, 2020, 64(6): 829-838.
- [4] Besasie B D, Sunnapwar A G, Gao F, et al. Restriction Spectrum Imaging-Magnetic Resonance Imaging to Improve Prostate Cancer Imaging in Men on Active Surveillance[J]. J Urol, 2021, 206 (1): 44-51.
- [5] 那彦群. 中国泌尿外科疾病诊断治疗指南 [M]. 北京: 人民卫生出版社, 2007: 49-50.
- [6] Alkadi R, Taher F, El-Baz A, et al. A Deep Learning-Based Approach for the Detection and Localization of Prostate Cancer in T2 Magnetic Resonance Images[J]. J Digit Imaging, 2019, 32 (5): 793-807.
- [7] Besasie BD, Sunnapwar AG, Gao F, et al. Restriction Spectrum Imaging-Magnetic Resonance Imaging to Improve Prostate Cancer Imaging in Men on Active Surveillance[J].J Urol, 2021, 206 (1): 44-51.
- [8] Rossi A, Hosseinzadeh M, Bianchini M, et al. Multi-Modal Siamese Network for Diagnostically Similar Lesion Retrieval in Prostate MRI[J]. IEEE Trans Med
- Imaging, 2021, 40 (3): 986-995.
 [9] 金玉梅, 王叶武, 李谋, 等. 多模态MRI影像组学评估前列腺癌的侵袭性[J]. 中国CT和MRI杂志, 2021, 19 (12): 136-140.
- [10]张家伟,刘佳佳,黄婷,等.前列腺癌多模态MRI参数与P504s蛋白表达的相关性分析[J].中华男 科学杂志,2019,25(7):619-625.
- [11]罗瑛译,韦利城,玉开温.多模态MRI参数联合血清miR-301a水平评估前列腺癌危险程度及预测 早期复发的价值[J].放射学实践,2022,37(5):560-565.
 [12]Cui Y, Han S, Liu M, et al. Diagnosis and Grading of Prostate Cancer by Relaxation Maps
- From Synthetic MRI[J]. J Magn Reson Imaging, 2020, 52 (2): 552-564. [13] Andras I, Cata ED, Serban A, et al. Combined Systematic and MRI-US Fusion Prostate
- [13] Andras J, Cata ED, Serban A, et al. Combined Systematic and whices resion in locate Biopsy has the Highest Grading Accuracy When Compared to Final Pathology [J]. Medicina (Kaunas), 2021, 57 (6): 519–529.
 [14] 方春, 孙延豹, 王立章, 等, 表观扩散系数值在中央腺区前列腺癌诊断及Gleason分级中的价值 [J]. 实用放射学杂志, 2019, 35 (8): 1282–1285.
 [15] 张家伟, 赵莹莹, 黄婷, 等, 前列腺癌扩散加权风像、动态对比增强MR1参数与Ki-67蛋白表达的
- 相关性[J]. 中国医学影像学家志,2019,27 (3):216-220. [16] 王明皓,崔文,刘园园,等. 前列腺癌患者病灶ADC值及DCE-MRI成像参数与病理Gleason评分相关 性分析[J]. 中国CT和MRI杂志,2021,19 (11):157-159.
- [17] 张俊,尹雪梅,姬广海,等. 造影剂流速对前列腺癌MR动态增强扫描效果的影响[J]. 实用医学杂志, 2015, 31 (15): 2466-2470.

(收稿日期: 2022-12-31) (校对编辑:谢诗婷)