

论 著

3.0T磁共振多参数成像及动态增强扫描对前列腺癌的诊断价值*

孙文杰¹ 王欣³ 刘玲^{1,*}杨立² 崔春茂¹

1.大理大学第一附属医院放射科

(云南大理 671000)

2.大理大学第一附属医院泌尿外科

(云南大理 671000)

3.中国科学院大学宁波华美医院超声科

(浙江宁波 315000)

【摘要】目的 探讨3.0T磁共振多参数成像及动态增强扫描定性及半定量参数在前列腺疾病诊断中的价值。方法 回顾性分析我院2017年6月至2021年6月经病理证实的98例前列腺疾病患者的临床及影像学资料,其中前列腺癌(PCa)38例,前列腺增生(BPH)60例。观察并分析各个病灶的影像学特点、绘制SI-T曲线并计算动态增强扫描半定量参数值及其诊断效能。结果 双参数、多参数磁共振成像对诊断PCa的准确率分别为86.73%、95.92%,多参数成像优于双参数成像;PCa组SI-T曲线以速升缓降型为主,BPH组以持续缓升型及缓升平台型为主。两组患者的SI-T曲线类型比较,差异有统计学意义($P<0.05$);PCa/BPH的半定量值中,除了 $SI_{max}\%$ 组间差异无统计学意义($P>0.05$),其他组间差异均有统计学意义($P<0.001$)。ROC曲线示: T_{max} 对于鉴别前列腺良恶性疾病效能最佳($AUC=0.885$)。结论 多参数磁共振成像及动态增强扫描在诊断前列腺疾病中有重要临床价值。

【关键词】磁共振成像;动态增强;前列腺增生;前列腺癌

【中图分类号】R737.25;R445.2

【文献标识码】A

【基金项目】2020年云南省教育厅科学研究基金项目(2020J0584)

DOI:10.3969/j.issn.1672-5131.2022.01.044

Diagnostic Value of 3.0T MR Multiparameter Imaging and Dynamic Contrast-Enhanced Scanning in Prostate Cancer*

SUN Wen-jie¹, WANG Xin³, LIU Ling^{1,*}, YANG Li², CUI Chun-mao¹.

1.Department of Radiology, the First Affiliated Hospital of Dali University, Dali 671000, Yunnan Province, China

2.Department of Urinary Surgery, the First Affiliated Hospital of Dali University, Dali 671000, Yunnan Province, China

3.Department of Ultrasound, Ningbo Huamei Hospital of Chinese Academy of Sciences University, Ningbo 315000, Zhejiang Province, China

ABSTRACT

Objective To explore the value of 3.0T magnetic resonance multiparameter imaging and qualitative and semi-quantitative parameters of dynamic contrast-enhanced scanning in the diagnosis of prostate diseases. **Methods** The clinical and imaging data of 98 patients with prostate diseases confirmed by pathology in our hospital from June 2017 to June 2021 were analyzed retrospectively, including 38 cases of prostate cancer (PCA) and 60 cases of benign prostatic hyperplasia (BPH). The imaging characteristics of each lesion were observed and analyzed, the SI-T curve was drawn, and the semi-quantitative parameters and diagnostic efficiency of dynamic contrast-enhanced scanning were calculated. **Results** The accuracy of dual parameter and multi parameter MRI in the diagnosis of PCA was 86.73%, 95.92% respectively; The SI-T curve of PCA group was mainly of rapid rise and slow fall type, and that of BPH group was mainly of continuous slow rise type and slow rise platform type. There was significant difference in SI-T curve types between the two groups ($P<0.05$); In the semi quantitative value of PCA / BPH, except for $SI_{max}\%$, there was no significant difference between groups ($P>0.05$), there were significant differences among other groups (all $P<0.001$). ROC curve shows that T_{max} is the best for differentiating benign and malignant prostate diseases ($AUC=0.885$). **Conclusion** Multiparameter magnetic resonance imaging and dynamic contrast-enhanced scanning have important clinical value in the diagnosis of prostate diseases.

Keywords: Magnetic Resonance Imaging; Dynamic Enhancement; Benign Prostatic Hyperplasia; Prostate Cancer

前列腺癌是男性泌尿系统最常见的恶性肿瘤,在欧美国家发病率较高,是美国男性癌症死亡的第二大常见原因(10%),仅次于肺癌。据估计,2019年美国新增174650例前列腺癌,31620例将死于前列腺癌^[1]。近年来,我国的前列腺癌发病率呈明显上升的趋势^[2]。MRI前列腺扫描是目前医学界诊断前列腺癌最好的影像学检查方法,其对肿瘤部位、分期及预后有至关重要的作用^[3]。其主要检查方法分为双参数MRI成像(MRI+DWI)和多参数MRI成像(MRI+DWI+DCE)。2019年,PI-RADS指导委员会发布最新版本PI-RADS V2.1,其中指出多参数成像更有利于诊断前列腺癌。基于上述内容,本研究主要探讨多参数磁共振成像及动态增强扫描的定性、半定量参数在诊断前列腺良恶性疾病中的价值。

1 资料与方法

1.1 一般资料 回顾性分析我院2017年6月至2021年6月期间符合纳入标准的患者共有98例。其中PCa有38例,年龄在54~89岁;良性前列腺增生(benign prostatic hyperplasia, BPH)有60例,年龄在45~93岁。纳入标准:临床上拟诊断为前列腺癌的患者;血清前列腺特异性抗原(prostate specific antigen, PSA)升高或前列腺经直肠超声发现有异常结节影或直肠指触及质硬结节;磁共振检查后三个月内进行手术治疗或穿刺活检,有病理结果;有磁共振检查完整数据资料。前列腺增生组

【第一作者】孙文杰,男,住院医师,主要研究方向:腹部影像诊断。E-mail: 2313262646@qq.com

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

满足上述后两点即可。排除标准：不符合上述纳入标准的任意一条；急性前列腺炎；磁共振检查前有放疗、穿刺、内分泌治疗等；既往有前列腺手术史或其他恶性肿瘤病史。

1.2 检查方法 为确保前列腺磁共振检查的图像质量，检查前嘱咐患者在检查前一天进食半流质食物。使用TOSHIBA TAITAN 3.0T超导型全身MRI扫描机，以体线圈及腹部相控阵线圈作为发射及接收线圈。受检查者检查前训练呼吸，嘱受检查者平静呼吸，身体居扫描床中心位置，取仰卧位，头先进。扫描范围包括覆盖前列腺和精囊腺。扫描序列包括T₁WI、T₂WI、DWI、DCE。本研究经本院医学伦理委员会通过。

1.3 图像分析及数据处理 由两名拥有多年诊断经验的影像科主治医师利用双盲法分别独立运用双参数成像及多参数成像在不知病理结果的前提下对纳入病例进行分析、诊断。感兴趣区域(region of interest, ROI)的选择：参考病理结果在磁共振的图像上判断病变的大小和位置，并且尽量的避开脂肪、钙化、出血等结构的干扰，ROI的大小约为0.3mm×0.3mm，并生成时间-信号曲线(signal intensity-time curve, SI-T曲线)，将所得的动态增强扫描数据进行处理，得到相关半定量参数，并对其进行分析。

1.4 统计学分析 采用SPSS 19.0软件对所获得的数据进行统计学分析，将双参数成像及多参数成像组间比较及癌灶和BPH结节的SI-T曲线类型比较采用 χ^2 检验。癌灶和BPH结节的半定量参数进行t检验，并且这些半定量参数使用特征曲线(receiver operating characteristic curve, ROC曲线)来进行进一步分析。 $P<0.05$ 为差异具有统计学意义。

2 结果

2.1 病理结果 98例患者经手术病理或穿刺活检结果为前列腺癌38例，PCa的ROI有68个，其中高分化癌灶7例、中分化癌灶25例和低分化癌灶36例；前列腺增生有60例，其ROI有192个，其中以基质增生为主和腺体增生为主的结节灶分别有98个、94个。

2.2 双参数成像及多参数成像在前列腺疾病中的诊断效能的比较 把研究对象分为前列腺癌组(38例)及非前列腺癌组(即前列腺增生组，60例)进行比较。双参数成像诊断结果为：PCa组中33例为阳性，5例为假阴性；BPH组中阴性病例数52例，假阳性病例8例。多参数成像结果为：PCa组中36例阳性，假阴性数2例；BPH组，阴性病例58例，假阳性数2例，见表1。

表1 不同MRI检查方法的诊断结果与病理结果对照(n)

检查方法	PCa(n=38)		BPH(n=60)		合计
	+	-	+	-	
MRI+DWI	33	5	52	8	98
MRI+DWI+ DCE	36	2	58	2	98

注：+表示医师诊断与病理诊断结果相符，-表示医师诊断与病理诊断不符。

MRI+DWI对诊断前列腺良恶性病变，灵敏度、特异度及准确率分别为80.49%、91.22%、86.73%；MRI+DWI+DCE诊断前列腺癌灵敏度、特异度及准确率分别是94.74%、

96.67%、95.92%。双参数成像诊断效能低于多参数成像($P<0.05$)，见表2。

表2 不同MRI检查方法诊断前列腺癌结果比较(%)

检查方法	灵敏度	特异度	阳性预测值	阴性预测值	准确率
MRI+DWI	80.49	91.22	86.84	86.67	86.73
MRI+DWI+ DCE	94.74	96.67	94.74	96.67	95.92

注：本表针对表1中所有患者(即PCa组与BPH组)的综合比较结果。

2.3 动态增强扫描SI-T曲线及各个半定量参数分析 60例BPH患者SI-T曲线以持续缓升型(占40%)、缓升平台型(占44.3%)多见；38例前列腺癌患者SI-T曲线以速升缓降型(占50%)多见、速升平台型(占29.4%)；两组患者的SI-T曲线类型比较，差异有统计学意义($P<0.05$)，见表3、图1~3。

表3 BPH与PCa病灶 MRI 动态增强曲线比较(n)

组别	n	持续缓升型	缓升平台型	速升平台型	速升缓降型
BPH组	192	77	85	24	6
PCa组	68	4	10	20	34
χ^2					97.24
P					<0.001

前列腺癌组的T_{max}、SI_{max}%、R_{max}及washout分别为(53.8±23.4)s、(176.4±57.9)%、(34.8±19.0)%、(18.7±6.6)%，前列腺增生组的T_{max}、SI_{max}%、R_{max}及washout分别为(176.2±30.9)s、(171.6±54.6)%、(17.9±5.3)%、(8.2±4.3)%。PCa的达峰时间早于BPH，PCa的最快强化率大于BPH，PCa的流出分数也大于BPH。除了SI_{max}%组间差异无统计学意义($P>0.05$)，其他T_{max}、R_{max}及washout组间差异均有统计学意义($P<0.001$)，表4)。

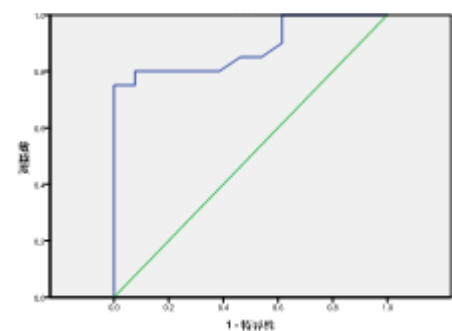
ROC曲线分析结果(图1~3)显示：T_{max}对于鉴别前列腺良、恶性组织效能最佳(AUC=0.885，敏感度85.4%，特异度79.3%)，其次为R_{max}(AUC=0.837)，再次为washout(AUC=0.788)。

表4 BPH及Pca动态增强参数比较($\bar{x} \pm s$)

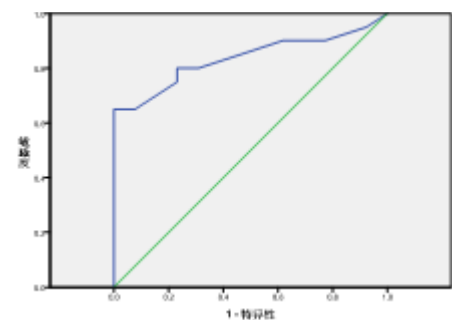
分组	BPH	PCa	t值	P
T _{max} (s)	176.2±30.9	53.8±23.4	16.337	<0.001
SI _{max} (%)	171.6±54.6	176.4±57.9	0.068	0.946
R _{max} (%)	17.9±5.3	34.8±19.0	4.993	<0.001
washout(%)	8.2±4.3	18.7±6.6	8.225	<0.001

3 讨论

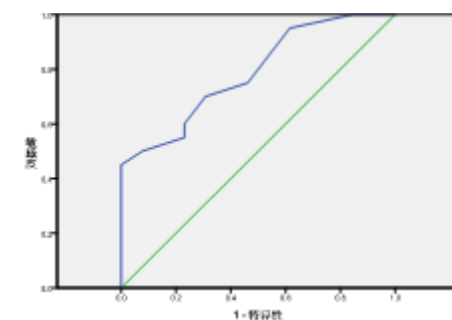
目前，磁共振成像(MRI)已经是诊断前列腺疾病的最佳影像学手段，其序列包括T₁WI、T₂WI、DWI及DCE。T₁WI图像上，正常的前列腺组织呈均匀的等或稍低信号，但前列腺的解剖结构无法明确区分。T₂WI具有很好的软组织分辨力，可清晰显示前列腺各区带，对前列腺癌的诊断、定位和分期十分重要^[4]。T₂WI图像上外周带呈均匀高信号，中央腺体、移行区及尿道周围组织区呈较低信号。MR扩散加权成像(diffusion



①



②



③

图1 达峰时间(T_{max})鉴别前列腺良、恶性组织ROC曲线分析。

图2 最快强化率(R_{max})鉴别前列腺良、恶性组织ROC曲线分析。

图3 流出分数(washout)鉴别前列腺良、恶性组织ROC曲线分析。

weighted imaging, DWI)是一种磁共振的功能成像,它可以较好地反映局部组织环境中水分子运动情况和组织的微观结构^[5],也是目前对微血管灌注和弥散效应进行活体定量研究的最佳方法^[6]。前列腺组织中含有大量的腺体组织,细胞间隙比较大,水分子扩散容易,而癌变区域正常前列腺组织被破坏,癌组织异常增生,细胞排列紧密,间隙小,腺泡结构与间质成分均有所减少,并且分布不均匀,故水分子的扩散受到约束^[7]。相关文献指出良、恶性前列腺疾病的DWI表现有明显差异,可以有效区别病变性质^[8-9]。磁共振动态增强扫描(dynamic contrast enhanced, DCE)是将造影剂以团流的形式注入血管系统,用来观察组织的微血管生成和血管通透性等血流动力学改变的成像方法^[10]。DCE的信号强化情况主要与活体组织病变区的血管密度、血管通透性、微血管的生成等因素有关,它可以精确、重复测量血管生理解剖和功能^[11-12]。本研究分别运用双参数成像及多参数成像对实验样本进行诊断,发现多参数成像对前列腺癌的诊断灵敏度、特异度及准确率均高于双参数成像,此结果与其他相关研究报道相一致^[13-14]。然而,部分学者通过比较双参数成像与多参数成像两种方式,发现其对前列腺癌诊断效

能相接近^[15],本研究认为这可能与样本的不同、机型及测量方式不一致有关。DCE对于前列腺疾病的临床应用主要有定性分析、半定量分析及定量分析。

定性分析是通过组织动态增强的时间-信号曲线(SI-T曲线)类型进行描述,主要类型有持续缓升型、缓升平台型、速升平台型、速升缓降型四种类型。前列腺是一个组织结构较为复杂的富血供器官,其实质成分与间质成分混合在一起。前列腺外周带较中央带对比,其腺体成分较多、间质稀疏,在DCE扫描早期中央带呈较明显强化,并持续性升高,外周带早期强化不明显,随时间推移呈缓慢上升趋势。前列腺增生(BPH)与前列腺癌(PCa)的血供较正常前列腺组织丰富,故在增强扫描时都可表现为早期明显强化的特点^[16]。但BPH血管密度较大,其血管形态、分布及血管壁完整程度与正常前列腺组织类似,血管腔内对比剂不易渗入组织间隙,在SI-T曲线上表现为早期强化后持续性的增高或出现平台期^[17],本研究中BPH的SI-T曲线中持续缓升型、缓升平台型分别占40%、44.3%,与相关文献报道一致;而PCa组织内的肿瘤血管密度为正常前列腺组织的两倍,血供更加丰富,由于肿瘤组织增殖迅速癌组织中的血管分布不均、粗细不均,新生的血管壁不成熟,血管壁基底膜不连续,血管的通透性增高,对比剂廓清较BPH和正常前列腺组织快,本研究中PCa的SI-T曲线中速升缓降型、速升平台型分别占50%、29.4%。

半定量参数包括达峰时间(T_{max})、最大强化程度($SI_{max}\%$)、最快强化率(R_{max})及流出分数(washout)。在DCE的半定量分析中, T_{max} 、 R_{max} 、washout反映的是活体组织内的血供流入流出的速率情况, $SI_{max}\%$ 反映的是活体组织内血供的血流量多少情况^[18]。本研究发现在PCa组与BPH组之间的 T_{max} 、 R_{max} 、washout参数差异具有统计学意义,并且与其他学者研究的结论相符^[19-21]。但是, $SI_{max}\%$ 在PCa组与BPH组之间差异无统计学意义,这与文献报道不同,笔者认为可能与以下原因有关^[22]:(1) $SI_{max}\%$ 主要反映对比剂流入组织的量,不同患者使用造影剂注射的流速和总量不同;(2)BPH若以上皮组织增生为主时,其血供方式与PCa类似,导致其 $SI_{max}\%$ 与PCa相似。通过对DCE的半定量参数的诊断效能分析,本研究发现 T_{max} 的ROC曲线下面积最大($AUC=0.885$),其灵敏度和特异度也较高(敏感度85.4%,特异度79.3%), T_{max} 对于鉴别前列腺良恶性组织效能最佳。 T_{max} 主要反映对比剂流入组织的速度,前列腺癌血管密度增加,且新生毛细血管基底膜不连续、管径粗细不均、管壁缺乏肌层和基底膜,导致血管通透性增加,对比剂廓清较快,因此早期强化迅速, T_{max} 缩短^[23]。

综上所述,前列腺多参数成像及态增强扫描所获得的SI-T曲线及半定量参数,可以提供前列腺良恶性疾病的血液灌注信息,有助于进一步了解前列腺疾病的组织特征。

参考文献

- [1] Siegel R L, Miller K D, Jemal A. Cancer statistics, 2019[J]. CA Cancer J Clin, 2019, 69 (1): 7-34.
- [2] Chen W, Zheng R, Baade P D, et al. Cancer statistics in China, 2015[J]. CA Cancer J Clin, 2016, 66 (2): 115-132.

- [3]李拔森,王良,闵祥德,等.第二版前列腺影像报告和数据系统对前列腺癌的诊断价值[J].放射学实践,2016,31(12):1138-114.
- [4]Boesen L.Multiparametric MRI in detection and staging of prostate cancer[J].Dan Med J,2017,64(2):B5327
- [5]Yuan Q,Costa D N,Sénégas J,et al.Quantitative diffusion-weighted imaging and dynamic contrast-enhanced characterization of the index lesion with multiparametric MRI in prostate cancer patients[J].J Magn Reson Imaging,2017,45(3):908-916.
- [6]Iannelli G,Caivano R,Rago L,et al.Diffusion-weighted magnetic resonance imaging in patients with prostate cancer treated with radiotherapy[J].Tumori,2016,102(1):71-76.
- [7]Boroomand A,Shafiee M J,Khalvati F, et al.Noise-compensated,bias-corrected diffusion weighted endorectal magnetic resonance imaging via astochastically fully-connected joint conditional random field model[J].IEEE Trans Med Imaging,2016,35(12):2587-2597.
- [8]Matsuoka Y,Numao N,Saito K,et al.Candidate selection for quadrant-based focal ablation through a combination of diffusion-weighted magnetic resonance imaging and prostate biopsy[J].BJU Int,2016,117(1):94-101.
- [9]Jing R,Yong Y,Jinsong Z,et al.T₂-weighted combined with diffusion-weighted images for evaluating prostatic transition zone tumors at 3 Tesla[J].Future Oncol,2013,9(4):585-593.
- [10]王强荣,陈进,陈丽红,等.前列腺中央腺体癌MRI多项技术成像的影像诊断[J].医学影像学杂志,2013,23(11):1759-1762.
- [11]van Niekerk C G,van der Laak J A,Hambrock T,et al.Correlation between dynamic contrast-enhanced MRI and quantitative histopathologic microvascular parameters in organ-confined prostate cancer[J].Eur Radiol,2014,24(10):2597-2605.
- [12]刘明,张亚萍,侯惠民,等.磁共振成像与前列腺癌诊断以及肿瘤恶性程度的相关性分析[J].中华老年医学杂志,2016,35(8):846-849.
- [13]张永胜,杨欢,曹佑军,等.基于PI-RADS V2研究多参数MRI诊断早期前列腺癌的价值[J].实用放射学杂志,2017,33(7):1052-1055.
- [14]吴文娟,张雷,陈昉铭,等.磁共振成像双参数与多参数对前列腺癌诊断效能的比较[J].实用放射学杂志,2020,36(7):1090-1094.
- [15]张跃跃,赵文露,魏超刚,等.双参数MRI对前列腺癌检出的应用价值[J].中华放射学杂志,2019,53(2):109-114.
- [16]Dunn M W,Kazer M W.Prostate cancer overview[J].Semin Oncol Nurs,2011,27(4):241-250.
- [17]Isebaert S,De Keyser F.Evaluation of semi-quantitative dynamic contrast-enhanced MRI parameters for prostate cancer in correlation to wholemount histopathology[J].Eur J Radiol,2012,81(3):217-222.
- [18]王洁琼,王青,徐兴华,等.动态增强MRI成像在前列腺癌中的应用进展[J].国际医学放射学杂志,2016(6):657-660.
- [19]Soylu F N,Peng YJiang Y,et al.Seminal vesicle invasion in prostate cancer: Evaluation by using multiparametric endorectal MR imaging[J].Radiology,2013,267(3):797-806.
- [20]陈杰,任永芳,曲源.磁共振LAVA动态增强半定量分析对前列腺癌的诊断价值[J].中国CT和MRI杂志,2016,14(1):102-105.
- [21]Hoeks C M,Hambrock T,Yakar D,et al.Transition zone prostate cancer:Detection and localization with 3-T multiparametric MR imaging[J].Radiology,2013,266(1):207-217.
- [22]张俊,尹雪梅.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.
- [23]熊青青,牛翔科,高月琴,等.动态增强MRI鉴别诊断前列腺中央腺体T₂WI低信号病变[J].中国医学影像技术,2018(7):1063-1067.

(收稿日期:2021-08-25)