

• 专家述评 •



王慧慧，现为北京大学第一医院医学影像科临床型博士研究生，研究方向为腹部影像诊断。在读期间主要从事前列腺多参数MRI诊断研究，对前列腺癌的病理特征、MR图像特点及相关诊断有较深入的研究。另外在泌尿系及胰腺CT成像技术、双能量CT技术也有一定的研究经验。

基于第2版前列腺影像报告和数据系统的前列腺多参数MRI技术要求

王慧慧, 李 玮, 王 蕊, 高 歌, 秦岫波, 张晓东, 王霄英
北京大学第一医院医学影像科, 北京 100034

【摘要】 多参数磁共振成像(multiparametric magnetic resonance imaging, mpMRI)是前列腺癌诊断, 分期及随访的重要检查手段。本研究以前列腺影像报告和数据系统(Prostate Imaging Reporting and Data System Version 2, PI-RADS V2)为基础, 结合本单位实际临床工作经验, 对前列腺mpMRI的技术规范进行介绍, 包括MRI检查前准备、设备要求、扫描序列等。

【关键词】 前列腺癌; 多参数磁共振成像; 前列腺影像报告和数据系统

中图分类号: R445.2 文献标志码: A 文章编号: 1008-617X(2016)02-0106-05

Technical specifications of prostate multiparametric MRI based on Prostate Imaging Reporting and Data System Version 2 WANG Huihui, LI Wei, WANG Rui, GAO Ge, QIN Xiubo, ZHANG Xiaodong, WANG Xiaoying (Department of Radiology, Peking University First Hospital, Beijing 100034, China)

Correspondence to: WANG Xiaoying E-mail: cjr.wangxiaoying@vip.163.com

【Abstract】 Prostate Imaging Reporting and Data System Version 2 (PI-RADS V2) proposes the clinical considerations and technical specifications of multiparametric MRI (mpMRI) of prostate. This review summarizes the practical issues of preparation of prostate MRI, MR scanner and coils, and MR pulse sequences, etc.

【Key words】 Prostate cancer; Multiparametric magnetic resonance imaging; Prostate Imaging Reporting and Data System

将多参数磁共振成像(multiparametric magnetic resonance imaging, mpMRI)用于前列腺临床显著癌的诊断时, 良好的图像质量是准确、自信诊断的基础。本文以前列腺影像报告和数据系统(Prostate Imaging Reporting and Data System Version 2, PI-RADS V2)^[1]为基础, 结合本单位实际临床工作经验, 对前列腺mpMRI的检查前准备、设备要求、相关扫描序列及参数进行系统介

绍, 并对今后的发展前景进行简单展望。

1 MRI检查前的准备

1.1 临床信息收集和评估

检查前充分了解临床信息, 有利于明确检查目的, 优化检查方案, 对图像判读起一定的提示作用。可在影像科医师的帮助下, 由临床医师和患者填写检查前患者信息表(表1)。

请患者认真阅读后填写完整

请一定携带以前所有资料 (如 CT、MRI、X 光片、B 超、同位素检查、化验单和病历等)

前列腺病人 MRI 检查登记随访表

填表日期: 年 月 日 填表人: 本人 门诊医生 其他 (与患者关系)

姓名 出生 日期 病历号 以前 MRI 号

体重 身高 联系电话

地址 邮编

临床诊断: (前列腺疾病)
 无 炎症 增生 结节 癌 其他 诊断时间 年 月 日
 既往史: 无 有 (从有前列腺症状开始):

简 症状: 无 有 (泌尿系症状 性功能障碍 精神衰弱 骨痛 其他);
 排尿困难 无 有 (开始时间: 年 月 日 程度: 轻 中 重)

直肠指诊: 无 有 质地: 软 中 硬;
 表面: 光滑 粗糙 结节; 位置: ;
 中央沟: 存在 消失; 压痛: 无 有;

前列腺穿刺列: 无 有 (时间: 年 月 日 结果:)
 治疗: 无 有; 内分泌治疗 放疗 化疗 根治术 TURP
 其他 (药物或手术名称)

其他疾病: 糖尿病 高血压 冠心病 脑血管病 其他疾病

现在就诊原因:

既往	年 月 日	T-PSA	F-PSA	F/T	化验前 2 周直肠指诊:	<input type="checkbox"/> 无 <input type="checkbox"/> 有
住	年 月 日	T-PSA	F-PSA	F/T	化验前 2 周直肠指诊:	<input type="checkbox"/> 无 <input type="checkbox"/> 有
PSA	年 月 日	T-PSA	F-PSA	F/T	化验前 2 周直肠指诊:	<input type="checkbox"/> 无 <input type="checkbox"/> 有
检	年 月 日	T-PSA	F-PSA	F/T	化验前 2 周直肠指诊:	<input type="checkbox"/> 无 <input type="checkbox"/> 有
查	年 月 日	T-PSA	F-PSA	F/T	化验前 2 周直肠指诊:	<input type="checkbox"/> 无 <input type="checkbox"/> 有
	年 月 日	T-PSA	F-PSA	F/T	化验前 2 周直肠指诊:	<input type="checkbox"/> 无 <input type="checkbox"/> 有
	年 月 日	T-PSA	F-PSA	F/T	化验前 2 周直肠指诊:	<input type="checkbox"/> 无 <input type="checkbox"/> 有

既往	超声诊断:	检查诊断:	MRI 诊断:
住	<input type="checkbox"/> 无	<input type="checkbox"/> 无	<input type="checkbox"/> 无
检	<input type="checkbox"/> 有	<input type="checkbox"/> 有	<input type="checkbox"/> 有
查			

表 1 前列腺MRI检查应收集的临床信息表

1.2 前列腺特异性抗原(prostate-specific antigen, PSA)

血清总前列腺特异性抗原(total prostate-specific antigen, tPSA)是目前进行前列腺癌筛查广泛应用的指标之一[2], 其正常水平 < 4 ng/mL, tPSA>10 ng/mL对前列腺癌诊断有一定的提示作用。游离PSA (free prostate-specific antigen, fPSA)也可用于前列腺癌的筛查, 当tPSA<10 ng/mL时, fPSA/tPSA值对前列腺增生与前列腺癌鉴别有一定意义。PSA速率(PSA velocity)是一段时间内tPSA的增长水平。PSA密度(PSA density, PSAD)定义为tPSA除以前列腺体积。近年来关于PSA筛查前列腺癌的大宗研究表明, PSA对前列腺疾病的诊断有一定作用, 但筛查是否能改善前列腺癌的最终结局, 仍无一致结论[3]。MRI检查前发现患者PSA水平很高时(如>100 ng/mL), 必要时应行大范围MRI检查, 并在读片时重点观察腺体外肿瘤转移[4]。

1.3 直肠指诊(digital rectal examination, DRE)及经直肠超声(transrectal ultrasound, TRUS)

单独使用DRE或TRUS诊断前列腺癌的灵敏度和特异度均较低。TRUS的主要作用是引导系

统穿刺活检。

1.4 前列腺穿刺

检查前需询问是否进行过前列腺穿刺活检。如果曾行穿刺活检, 则应记录穿刺结果、穿刺时间。如果穿刺活检结果为阴性, 但临床仍高度怀疑前列腺癌。MRI检查的任务是除外临床显著癌, 文献报告MRI可能发现高达40%的穿刺假阴性病例[5]。如果穿刺活检结果为阳性, 则MRI检查的主要任务是对前列腺癌进行局部分期。

穿刺后影像学所见主要为腺体内出血和包膜不连续[6]。前列腺穿刺后出血常见于外周带及精囊, 表现为T1WI上高信号, T2WI上高、混杂或低信号。穿刺结果阴性时, 可能漏检的前列腺临床显著癌多位于无出血的部位。因此, 如果检查目的是除外前列腺临床显著癌, 则穿刺后无需等待, 可立即行MRI检查; 但如果检查目的是前列腺癌的局部分期, 则穿刺后的改变可能影响结果判读, 此时穿刺后应至少等待6周再行MRI检查。

1.5 既往治疗

临床对前列腺炎症、增生和癌等多种治疗方式, 如药物、手术、内分泌、放疗等, 这些治

疗会影响mpMRI图像的判读^[7]。

1.6 患者准备

由于PI-RADS V2建议常规行增强扫描，在无禁忌证的情况下，所有患者应按常规MRI增强扫描进行准备。检查前4~6 h禁食，可饮水。并观察肾脏功能，预防对比剂肾损害的发生^[8]。

为保证盆腔扫描图像的质量，患者应在检查前1 d服用缓泻剂并少渣饮食，保持直肠内清洁。检查时无需憋尿，建议检查前排空膀胱^[9]。为减少肠道的蠕动伪影，可使用解痉药物。但有研究发现解痉药物对图像质量的影响较小，所以在前列腺MRI检查中不是必须使用的^[10]。

2 MRI设备要求

2.1 MRI设备

1.5T以下场强的MRI设备不适用于前列腺临床显著癌的检出。1.5T和3T MRI可应用于前列腺MRI检查，3T能获得更好的信号噪声比(signal-to-noise ratio, SNR)，推荐优先使用。

2.2 MRI线圈

使用直肠内线圈(endorectal coil, ERC)可提高图像SNR，显示局部细节更清楚，对肿瘤侵犯包膜的判断也更准确^[11]。但ERC的操作相对复杂，增加了检查时间和检查费用。多项研究表明，在3T MRI设备上使用盆腔相控阵线圈采集图像，也可获得足够的SNR，ERC不是必需的。

2.3 计算机辅助诊断(computer-aided diagnosis, CAD)系统

CAD系统可有效避免医师基于单一指标判断，或过度依赖个人经验的主观判断。这种计算

机信息技术可综合多个参数并提供多变量分析，提高诊断效率^[12]。将前列腺MRI的多种功能信息用于前列腺癌诊断的CAD系统，可辅助医师更敏感地检出前列腺癌，同时反映肿瘤的侵袭性，并可对临床处置方案提供指导意见^[13]。

3 MRI扫描序列及参数

前列腺MRI扫描基本序列包括T1WI、T2WI、扩散加权成像(diffusion-weighted imaging, DWI)及动态增强(dynamic contrast enhanced, DCE)。至少有一个序列的扫描范围覆盖全盆腔，评价至腹主动脉分叉水平的盆腔淋巴结情况。前列腺局部扫描范围包括前列腺和双侧精囊腺。为保证图像的对应，前列腺局部扫描所有序列(T2WI、DWI、DCE)的角度、位置、层厚应一致^[1]。

3.1 基本扫描序列

基本扫描序列见表2。

3.2 T1WI和T2WI

所有前列腺MRI扫描都必须包括T1WI和T2WI。

T1WI扫描可采用压脂或不压脂的快速自旋回波(fast-spin-echo, FSE; 或turbo-spin-echo, TSE)或梯度回波(gradient echo, GRE)序列。

T2WI的多方位成像，使用不压脂序列，包括轴位、冠状位和矢状位(表2)。采集3D轴位序列可作为常规2D序列的补充或替代。3D各向同性扫描有利于观察解剖细节，鉴别真正的病变与部分容积效应。3D T2WI理论上会降低T2对比，但可用恢复脉冲补偿^[14]。

表2 前列腺mpMRI检查的基本扫描序列

常规序列	方向	范围	层厚	采集参数	层面内分辨率	其他要求
T1WI	轴位	前列腺+精囊腺				
T2WI	轴位 矢状位 冠状位	前列腺+精囊腺 FOV: 12~20 cm	3 mm 无间距		≤0.7 mm (相位编码方向) ×≤0.4 mm (频率编码方向)	
DWI	轴位	前列腺+精囊腺 FOV: 16~22 cm	≤4 mm 无间距	TE: ≤90 ms, TR: ≤3 000 ms	≤2.5 mm	高b值≥1 400 s/mm ² 重建ADC图, 计算ADC值
DCE	轴位	前列腺+精囊腺	3 mm 无间距	TR: <100 ms, TE: <5 ms	≤2 mm×≤2 mm	0.1 mmol/kg, 2~3 mL/s团注对比剂, 最大时间分辨率为15 s, 持续采集≥2 min

T2WI的主要作用是检出移行带的临床显著癌，显示前列腺包膜和包膜外的肿瘤侵犯，对前列腺癌进行分期诊断。T1WI的主要作用是检出腺体内的出血。

3.3 DWI和ADC图

DWI是前列腺mpMRI检查的重要部分，应包括高b值DWI和ADC图。扫描方式为平面回波成像(echo planar imaging, EPI)序列，脂肪抑制

技术使用频率选择法^[15](表2)。使用2个或2个以上b值的单指数信号衰减模型计算ADC值。前列腺癌通常表现为扩散受限,在ADC图上呈低信号。

随着b值升高,SNR降低。最优的b值会因场强、软件或生产厂家的不同而改变。目前对高b值也没有明确的定义,通常认为如果SNR允许条件下,b值为1 400~2 000 s/mm²或以上更好。获取高b值的方式有两种:一种是直接扫描获得高b值DWI序列;另一种是计算(合成)获得,即根据得到的较低b值的数据来推断。前列腺癌表现为扩散受限,在DWI上呈明显高信号。如果只采集2个b值的DWI图像,那么较低b值最好为50~100 s/mm²,较高b值最好为800~1 000 s/mm²。其余b值为100~1 000 s/mm²的DWI图像可使ADC图的重建、高b值DWI图像的推断更准确。

DWI和ADC图主要用于前列腺外周带临床显著癌的检出。前列腺癌的ADC值明显低于正常腺体和良性病变^[16]。ADC值与Gleason评分呈负相关^[17],ADC值可对前列腺癌侵袭性进行预测。

3.4 DCE

为提高临床显著癌检出的灵敏度,mpMRI

检查需DCE扫描。前列腺癌多表现为局限性、明显早期强化灶。DCE检查过程中涉及对比剂的给药途径、用量、流速等诸多因素,因此半定量结果存在较大分歧,仅以DCE的早期图像做出诊断。

DCE的主要作用是对PIRAD 3分的外周带病灶做进一步分析。在DCE上发现的早期强化灶,在T2WI或DWI相应区域无对应病灶时,常无重要意义。

3.5 其他可选扫描序列

仅使用基本扫描序列不能满足前列腺MRI检查的所有临床需求,如对治疗后复发的前列腺癌和随访期间肿瘤进展的评估及对其他系统(如骨骼系统)的评估均未包含在内。因此,应结合其他相关检查进行综合评估。临床工作中,需根据不同检查目的增加一些MRI序列(表3)^[9]。

4 前列腺MRI技术的发展方向

PI-RADS V2仅仅给出了mpMRI用于检出前列腺临床显著癌时的最低技术标准。在不同设备、技术条件下,应根据本单位实际情况进一步优化技术。更重要的是,应根据不同临床目的制定相应的扫描规范。

表3 根据检查要求可增加的序列

常规序列	扫描方向	范围	作用	其他要求
T1WI同、反相位	轴位	盆腔,包括双侧髂嵴	显示脊柱、骨盆骨转移,盆腔、腹股沟淋巴结转移	
T1WI同、反相位	矢状位	前列腺基底部分至主动脉分叉以上	显示脊柱、骨盆骨转移,盆腔、腹股沟淋巴结转移	
DWI	轴位	盆腔	显示淋巴结转移、骨转移	中等b值如b=500 s/mm ²
MRS	轴位	前列腺	显示病变的代谢特点,用于鉴别病变性质,反映病变侵袭性	获得波谱及对应体素(胆碱+肌酸)/枸橼酸盐[(Cho+Cre)/Cit]比值
DWI	轴位	全身	显示淋巴结转移、骨转移	中等b值,如b=500 s/mm ²

国内外学者正开展多种MRI新技术单独或联合应用研究,试图进一步提高MRI对前列腺癌的诊断效能,如磁共振波谱(magnetic resonance spectroscopy, MRS)^[18];多b值DWI^[19]、扩散张量成像(diffusion tensor imaging, DTI)、扩散峰度成像(diffusion kurtosis imaging, DKI);动态增强扫描定量指标^[20]、动脉自旋标记技术(arterial spin labeling, ASL)^[21];MRI弹性成像^[22];超高场强MRI;MRI/PET等。虽然多数研究结果支持新技术的应用可提高MRI诊断效能,但病例数均较少,未来在临床推广中的可行性、效价比等尚需

大规模临床数据的验证^[23]。

随着前列腺癌临床诊治技术的进展,未来MRI的功能将进一步拓展。对行前列腺mpMRI的患者进行长期随访,研究不同序列对最终临床结局的影响,才能确定MRI技术的真正效能^[24]。

参考文献

- [1] WEINREB J C, BARENTSZ J O, CHOYKE P L, et al. PI-RADS Prostate Imaging-Reporting and Data System: 2015, Version 2 [J]. Eur Urol, 2016, 69(1): 16-40.
- [2] CUZICK J, THORAT M A, ANDRIOLE G, et al. Prevention and early detection of prostate cancer [J]. Lancet Oncol, 2014, 15(11): e484-e492.

- [3] TOKUDOME S, ANDO R, KODA Y. Discoveries and application of prostate-specific antigen, and some proposals to optimize prostate cancer screening [J]. *Cancer Manag Res*, 2016, 8(5): 45-47.
- [4] 何静, 王霄英, 黄嵘, 等. 前列腺癌骨转移的临床诊断: MRI与同位素骨扫描的比较 [J]. *实用放射学杂志*, 2007, 23(4): 500-504.
- [5] KIRKHAM A P, HASLAM P, KEANIE J Y, et al. Prostate MRI: who, when, and how? Report from a UK consensus meeting [J]. *Clin Radiol*, 2013, 68(10): 1016-1023.
- [6] 王霄英, 蒋学祥, 肖江喜, 等. 前列腺癌活检后的MR表现及对诊断准确性的影响 [J]. *实用放射学杂志*, 2000, 16(10): 579-582.
- [7] 王霄英, 蒋学祥, 肖江喜, 等. 前列腺癌内分泌治疗疗效MRI评价 [J]. *中华放射学杂志*, 2000, 34(6): 41-43.
- [8] 罗健, 刘婧, 王霄英, 等. 静脉注射对比剂钆喷替酸葡甲胺对肾功能正常及轻、中度异常者近期血清肌酐值的影响 [J]. *中华放射学杂志*, 2010, 44(12): 1253-1257.
- [9] 王霄英. MR临床手册 [M]. 北京: 人民卫生出版社, 2013: 166-170.
- [10] WAGNER M, RIEF M, BUSCH J, et al. Effect of butylscopolamine on image quality in MRI of the prostate [J]. *Clin Radiol*, 2010, 65(6): 460-464.
- [11] 王霄英, 周良平, 丁建平, 等. 前列腺癌的磁共振成像: 直肠内线圈与腹部相控阵线圈的比较 [J]. *中国医学影像技术*, 2003, 19(6): 727-729.
- [12] LV D, GUO X, WANG X, et al. Computerized characterization of prostate cancer by fractal analysis in MR images [J]. *J Magn Reson Imaging*, 2009, 30(1): 161-168.
- [13] FANG D, REN D, ZHAO C, et al. Prevalence and risk factors of prostate cancer in Chinese men with PSA 4-10 ng/mL who underwent TRUS-guided prostate biopsy: the utilization of PAMD score [J]. *Biomed Res Int*, 2015, 2015: 596797.
- [14] LIM K K, NOE G, HORNSEY E, et al. Clinical applications of 3D T2-weighted MRI in pelvic imaging [J]. *Abdom Imaging*, 2014, 39(5): 1052-1062.
- [15] 丁建平, 王霄英, 李俊敏, 等. 前列腺和精囊磁共振扩散成像中EPI与SSFSE序列的比较 [J]. *临床放射学杂志*, 2005, 24(10): 890-893.
- [16] 郭雪梅, 王霄英, 李飞宇, 等. 3.0T MR扩散加权成像对前列腺癌的诊断价值 [J]. *中国医学影像学技术*, 2007, 23(8): 1205-1207.
- [17] 陈志强, 郭雪梅, 王霄英, 等. 前列腺癌扩散加权成像与Gleason评分的相关性研究 [J]. *中国医学影像技术*, 2009, 25(6): 1066-1068.
- [18] LI B, CAI W, LV D, et al. Comparison of MRS and DWI in the diagnosis of prostate cancer based on sextant analysis [J]. *J Magn Reson Imaging*, 2013, 37(1): 194-200.
- [19] 叶锦棠, 蔡文超, 王岳, 等. 体素内不相干运动扩散加权成像对前列腺癌的诊断价值 [J]. *放射学实践*, 2014, 29(5): 474-476.
- [20] 朱海滨, 刘婧, 蔡文超, 等. 前列腺癌MRI动态增强定量参数Ktrans值与Gleason评分的相关性研究 [J]. *中国医学影像学杂志*, 2012, 20(7): 481-484.
- [21] 张晓东, 蔡文超, 王晶, 等. 动脉自旋标记序列对前列腺癌血流灌注无创定量测量的可行性研究 [J]. *放射学实践*, 2014, 29(5): 469-473.
- [22] SAHEBJAVAHHER R S, NIR G, HONARVAR M, et al. MR elastography of prostate cancer: quantitative comparison with histopathology and repeatability of methods [J]. *MR Biomed*, 2015, 28(1): 124-139.
- [23] ZHAO C, GAO G, FANG D, et al. The efficiency of multiparametric magnetic resonance imaging (mpMRI) using PI-RADS Version 2 in the diagnosis of clinically significant prostate cancer [J]. *Clin Imaging*, 2016, 40(5): 885-888.
- [24] WANG R, WANG H, ZHAO C, et al. Evaluation of multiparametric magnetic resonance imaging in detection and prediction of prostate cancer [J]. *PLoS One*, 2015, 10(6): e0130207.

(收稿日期: 2016-06-12)