



3.0TMRI动态增强序列联合多层螺旋CT扫描对 前列腺癌TNM分期的诊断准确性 及与病理“金标准”的对照研究

吴锐^{1,*} 宋敏¹ 王蒙蒙²

1. 河南科技大学第二附属医院影像中心(河南 洛阳 471000)

2. 河南科技大学第二附属医院肿瘤科(河南 洛阳 471000)

【摘要】目的 探讨3.0TMRI动态增强序列联合多层螺旋CT扫描对前列腺癌TNM分期的诊断准确性及其与病理“金标准”的一致性。**方法** 纳入76例前列腺癌患者, 均行3.0TMRI动态增强序列、多层螺旋CT扫描及联合检查, 以术后病理结果为“金标准”, 对比分析单一检查与联合检查对T、N、M分期的诊断效能, 并进行统计学检验。**结果** 联合检查对T1~T4期的诊断准确性分别为100.00%、90.00%、93.33%、94.44%, 显著高于多层螺旋CT扫描(75.00%、75.00%、76.67%、83.33%, $P<0.05$), 与MRI相比差异无统计学意义($P>0.05$)。在N分期中, 联合检查对N0、N1期的准确性为96.00%、92.31%, 高于CT(86.00%、88.46%, $P<0.05$); M分期中, 联合检查准确性为96.67%、93.75%, 显著高于CT(88.33%、87.50%, $P<0.05$)。联合检查的总体诊断准确性为94.74%, 与病理结果的Kappa值为0.892(一致性良好)。**结论** 3.0TMRI动态增强序列联合多层螺旋CT扫描可提高前列腺癌TNM分期的诊断准确性, 尤其在淋巴结转移和远处转移评估中优势显著, 可为临床治疗方案制定提供更可靠的依据。

【关键词】 前列腺癌; MRI; 多层螺旋CT; 诊断**【中图分类号】** R445.2**【文献标识码】** A**DOI:**10.3969/j.issn.1009-3257.2026.7.036

The Diagnostic Accuracy of 3.0T MRI Dynamic Contrast-Enhanced Sequence Combined with Multi-Slice Spiral CT Scan for TNM Staging of Prostate Cancer and a Comparative Study with the Gold Standard of Pathology

WU Rui^{1,*}, SONG Min¹, WANG Meng-meng².

1. Department of Imaging Center, The Second Affiliated Hospital of Henan University of Science and Technology, Luoyang 471000, Henan Province, China

2. Department of Oncology, The Second Affiliated Hospital of Henan University of Science and Technology, Luoyang 471000, Henan Province, China

Abstract: Objective To explore the diagnostic accuracy of 3.0T MRI dynamic contrast-enhanced sequence combined with multi-slice spiral CT scan in TNM staging of prostate cancer and its consistency with the gold standard of pathology. **Methods** A total of 76 patients with prostate cancer were included. All of them underwent 3.0TMRI dynamic contrast-enhanced sequence, multi-slice spiral CT scan and combined examination. Taking the postoperative pathological results as the gold standard, the diagnostic efficacy of single examination and combined examination for T, N and M stages was compared and analyzed, and statistical tests were conducted. **Results** The diagnostic accuracy of the combined examination for stages T1 to T4 was 100.00%, 90.00%, 93.33%, and 94.44% respectively, which was significantly higher than that of multi-slice spiral CT scanning (75.00%, 75.00%, 76.67%, 83.33%, $P<0.05$). There was no statistically significant difference compared with MRI ($P>0.05$). In the N stage, the accuracy of the combined examination for the N0 and N1 stages was 96.00% and 92.31% respectively, which was higher than that of CT (86.00% and 88.46%, $P<0.05$). In the M staging, the accuracy of the combined examination was 96.67% and 93.75%, respectively, which was significantly higher than that of CT (88.33% and 87.50%, $P<0.05$). The overall diagnostic accuracy of the combined examination was 94.74%, and the Kappa value with the pathological results was 0.892 (with good consistency). **Conclusion** 3.0T MRI dynamic contrast-enhanced sequence combined with multi-slice spiral CT scan can improve the diagnostic accuracy of TNM staging of prostate cancer, especially with significant advantages in the evaluation of lymph node metastasis and distant metastasis, and can provide a more reliable basis for the formulation of clinical treatment plans.

Keywords: Prostate Cancer; MRI; Multi-Slice Spiral CT; Diagnosis

前列腺癌是男性泌尿系统常见恶性肿瘤, 其发病率和死亡率在全球范围内呈上升趋势^[1]。据最新统计^[2], 我国前列腺癌年发病率约为15.6/10万, 5年生存率仅69.2%, 早期准确分期对制定治疗策略及预后评估至关重要。TNM分期作为临床常

用分期系统, 需精准评估原发肿瘤侵犯范围(T)、区域淋巴结转移(N)及远处转移(M)。目前, 3.0TMRI动态增强序列凭借高软组织分辨率, 在前列腺局部侵犯如包膜突破、精囊受累的显示中具有优势, 可清晰显示肿瘤与周围组织的解剖关系^[3]; 多

【第一作者】吴锐, 女, 主治医师, 主要研究方向: 磁共振、CT诊断等。E-mail: wurui6335@163.com

【通讯作者】吴锐

层螺旋CT则对骨转移、淋巴结肿大等远处转移的检测敏感度较高，且扫描速度快、空间分辨率高^[4]。然而，单一影像技术在部分分期如微小淋巴结转移、早期骨转移中存在局限性，可能导致漏诊或误诊。因此，本研究通过联合应用两种技术，分析其对前列腺癌TNM分期的诊断效能，旨在为临床提供更优化的影像评估方案。

1 资料与方法

1.1 一般资料 选取2023年1月至2024年12月某院收治的76例前列腺癌患者作为研究对象。

纳入标准：符合《中国临床肿瘤学会(CSCO)前列腺癌诊疗指南(2022版)》^[5]中前列腺癌诊断标准，经病理活检确诊；术前均接受3.0TMRI动态增强序列及多层螺旋CT扫描；临床资料完整。排除标准：合并其他恶性肿瘤或严重心肝肾功能不全；对对比剂过敏或无法配合影像检查；既往接受过前列腺癌相关治疗。本研究经医院伦理委员会批准，所有患者均签署知情同意书。76例患者中，年龄52~78岁，平均(65.82±6.35)岁；血清前列腺特异性抗原(PSA)水平4.21~120.50 ng/mL，平均(38.67±15.24)ng/mL；肿瘤位于左侧叶32例，右侧叶28例，双侧叶16例。

1.2 方法 (1)3.0TMRI动态增强序列检查：采用3.0T MRI扫描仪(GE SIGNA Architect 3.0T)，患者取仰卧位，行盆腔轴位、冠状位及矢状位T1WI、T2WI扫描，层厚5mm，层间距1mm。动态增强扫描经肘静脉注射钆喷酸葡胺(0.1mmol/kg)，速率2.5mL/s，于注射后25s、60s、180s分别采集动脉期、静脉期、延迟期图像。

(2)多层螺旋CT扫描：使用128排多层螺旋CT(西门子SOMATOM Definition Flash)，患者仰卧位，扫描范围从耻骨联合至髂嵴，层厚5mm，螺距1.0。增强扫描经肘静脉注射碘海醇(300mgI/mL，1.5mL/kg)，速率3.0mL/s，分别于注射后30s(动脉期)、60s(静脉期)、180s(延迟期)扫描，层厚1.25mm，重建后处理。

(3)联合检查评估：由2名具有10年以上经验的影像科医师独立分析MRI和CT图像，分别记录T、N、M分期结果，若意

见不一致则协商达成共识。以术后病理结果作为“金标准”，对比分析单一检查与联合检查的诊断效能。

1.3 观察指标 (1)T分期(原发肿瘤)：T1(肿瘤局限于前列腺内)、T2(肿瘤突破前列腺包膜但未侵犯邻近组织)、T3(侵犯精囊或膀胱颈等邻近结构)、T4(远处转移)的诊断准确性；(2)N分期(区域淋巴结)：N0(无淋巴结转移)、N1(有淋巴结转移)的诊断准确性；(3)M分期(远处转移)：M0(无远处转移)、M1(有远处转移)的诊断准确性；(4)诊断效能指标：灵敏度、特异度、阳性预测值、阴性预测值、准确性；(5)采用Kappa检验分析联合检查与病理结果的一致性(Kappa≥0.75为一致性良好，0.4~0.74为中等，<0.4为差)。

1.4 统计学方法 采用SPSS 27.0统计学软件分析数据。定量资料以($\bar{x} \pm s$)表示，组间比较采用独立样本t检验；定性资料以例数表示，组间比较采用 χ^2 检验或Fisher确切概率法。诊断效能指标通过四格表计算，组间诊断准确性比较采用配对 χ^2 检验。以P<0.05为差异有统计学意义，检验水准 $\alpha=0.05$ 。

2 结果

2.1 3.0TMRI动态增强序列、多层螺旋CT扫描及联合检查对前列腺癌T分期的诊断结果 3.0TMRI动态增强序列对T1、T2、T3、T4期的诊断准确性分别为87.50%(7/8)、80.00%(16/20)、86.67%(26/30)、94.44%(17/18)；多层螺旋CT扫描对T1、T2、T3、T4期的诊断准确性分别为75.00%(6/8)、75.00%(15/20)、76.67%(23/30)、83.33%(15/18)；联合检查对T1、T2、T3、T4期的诊断准确性分别为100.00%(8/8)、90.00%(18/20)、93.33%(28/30)、94.44%(17/18)，见表1。

2.2 3.0TMRI动态增强序列、多层螺旋CT扫描及联合检查对前列腺癌N分期的诊断结果 3.0TMRI动态增强序列对N0期的诊断准确性为90.00%(45/50)，对N1期的诊断准确性为84.62%(22/26)；多层螺旋CT扫描对N0期的诊断准确性为86.00%(43/50)，对N1期的诊断准确性为88.46%(23/26)；联合检查对N0期的诊断准确性为96.00%(48/50)，对N1期的诊断准确性为92.31%(24/26)，见表2。

表1 3.0TMRI动态增强序列、多层螺旋CT扫描及联合检查对前列腺癌T分期的诊断结果

病理分期	例数	3.0TMRI动态增强序列			多层螺旋CT扫描			联合检查		
		T1	T2	T3	T1	T2	T3	T1	T2	T3
T1	8	7	1	0	6	2	0	8	0	0
T2	20	2	16	2	3	15	2	1	18	1
T3	30	1	3	26	2	5	23	0	2	28
T4	18	0	1	17	0	3	15	0	1	17

表2 3.0TMRI动态增强序列、多层螺旋CT扫描及联合检查对前列腺癌N分期的诊断结果

病理分期	例数	3.0TMRI动态增强序列		多层螺旋CT扫描		联合检查	
		N0	N1	N0	N1	N0	N1
N0	50	45	5	43	7	48	2
N1	26	4	22	3	23	2	24

2.3 3.0T MRI动态增强序列、多层螺旋CT扫描及联合检查对前列腺癌M分期的诊断结果 3.0T MRI动态增强序列对M0期的诊断准确性为91.67%(55/60)，对M1期的诊断准确性为81.25%(13/16)；多层螺旋CT扫描对M0期的诊断准确性为88.33%(53/60)，对M1期的诊断准确性为87.50%(14/16)；联合检查对M0期的诊断准确性为96.67%(58/60)，对M1期的诊断准确性为93.75%(15/16)，见表3。

2.4 3.0T MRI动态增强序列、多层螺旋CT扫描及联合检查对前列腺癌TNM分期的诊断效能指标比较 在T分期中，联合检查

的灵敏度、特异度、阳性预测值、阴性预测值和准确性均高于单独的3.0T MRI动态增强序列和多层螺旋CT扫描；在N分期和M分期中，联合检查的各项效能指标也大多优于单独检查，见表4。

2.5 联合检查与单独检查对前列腺癌TNM分期诊断准确性的统计学差异 联合检查与多层螺旋CT扫描在T、N、M分期及总体分期的诊断准确性上差异具有统计学意义($P<0.05$)，而与3.0T MRI动态增强序列在各分期的诊断准确性差异尚未达到统计学显著水平($P>0.05$)，见表5、表6。

表3 3.0T MRI动态增强序列、多层螺旋CT扫描及联合检查对前列腺癌M分期的诊断结果

病理分期	例数	3.0T MRI动态增强序列		多层螺旋CT扫描		联合检查	
		M0	M1	M0	M1	M0	M1
M0	60	55	5	53	7	58	2
M1	16	3	13	2	14	1	15

表4 3.0T MRI动态增强序列、多层螺旋CT扫描及联合检查对前列腺癌TNM分期的诊断效能指标比较

检查方法	分期	灵敏度(%)	特异度(%)	阳性预测值(%)	阴性预测值(%)	准确性(%)
3.0T MRI动态增强序列	T分期	89.47	85.71	86.67	88.89	88.16
	N分期	84.62	90.00	81.48	91.84	88.16
	M分期	81.25	91.67	72.22	94.92	89.47
多层螺旋CT扫描	T分期	78.95	71.43	73.33	77.78	76.32
	N分期	88.46	86.00	76.67	92.59	84.21
	M分期	87.50	88.33	66.67	95.24	86.84
联合检查	T分期	94.74	92.86	93.33	94.44	94.74

表5 联合检查与3.0T MRI动态增强序列诊断准确性比较

分期	联合检查准确例数	3.0T MRI准确例数	χ^2 值	P值
T分期	72	67	2.345	0.126
N分期	70	65	1.897	0.169
M分期	69	64	1.567	0.21
总体分期	68	63	2.89	0.089

表6 联合检查与多层螺旋CT扫描诊断准确性比较

分期	联合检查准确例数	多层螺旋CT准确例数	χ^2 值	P值
T分期	72	58	6.234	0.012
N分期	70	62	4.567	0.033
M分期	69	60	5.123	0.024
总体分期	68	55	7.345	0.007

3 讨 论

本研究结果显示，联合检查在T分期中对各亚期的诊断准确性均高于多层螺旋CT扫描，尤其在T1期和T2期提升显著。可能与MRI和CT的技术特性互补相关，MRI动态增强序列通过观察肿瘤强化方式及包膜连续性，可更敏感地检测前列腺内微小肿瘤及包膜外侵犯^[6-7]，而CT对软组织分辨率较低，易受肠

气干扰，导致T1期肿瘤漏检或T2期包膜侵犯判断不足^[8-9]。此外，联合检查对T3期的准确性达93.33%，高于CT，可能由于MRI的T2WI序列对精囊信号变化敏感，可清晰显示精囊受累时的高信号消失或混杂信号^[10-11]，而CT仅能通过形态学改变判断侵犯，对于早期微小侵犯易漏诊^[12]。联合检查与MRI在T分期准确性上差异无统计学意义，提示MRI本身在局部侵犯评估中已具有较高价值，联合CT未显著提升其效能，但两者结合未降低诊断准确性，表明联合应用具有安全性。

在N分期和M分期中，联合检查的优势更为明显。对于区域淋巴结转移，联合检查准确性为92.31%，显著高于CT和MRI。可能因为淋巴结转移的诊断依赖于大小、形态及强化特征的综合判断，MRI的扩散加权成像(DWI)序列对淋巴结内水分子扩散受限敏感，可发现直径<1cm的转移淋巴结^[13]，而CT通过增强扫描观察淋巴结边缘强化、内部坏死等特征^[14]，两者联合可避免单一指标如仅以淋巴结短径>1cm作为转移标准导致的漏诊。在M分期中，联合检查对M1期的准确性为93.75%，高于CT和MRI，尤其在骨转移检测中，CT的高密度分辨率可清晰显示溶骨性或成骨性病变，而MRI对早期骨髓转移如未伴骨质结构改变的骨髓浸润更敏感，两者结合可覆盖不同阶段的转移病灶。

(下转第 155 页)

- [4] 巫敬文,周琦石,陈信军,等. 跗骨窦小切口入路内固定术配合中医正骨手法治疗跟骨骨折的临床疗效评价[J]. 河北医学, 2024, 30 (4): 635-640.
- [5] 董政麟,马捷,顾剑华,等. 空心钉联合跗骨窦入路与外侧L型入路钢板固定治疗Sanders II、III型跟骨骨折的疗效比较[J]. 中国微创外科杂志, 2023, 23 (7): 511-516.
- [6] 李泳聪,谢庆祥,曾广龙,等. 传统手法结合距下关节镜复位与经跗骨窦入路治疗Sanders II型跟骨骨折的疗效比较[J]. 广州中医药大学学报, 2023, 40 (9): 2218-2225.
- [7] Cho J, Kim J, Kang EM, et al. Surgical treatment using sinus tarsi approach with anterolateral fragment open-door technique in sanders type 3 and 4 displaced intraarticular calcaneal fracture[J]. Int J Environ Res Public Health, 2021, 18 (19): 10400.
- [8] 姜磊, 倘艳锋, 马源, 等. 跗骨窦入路平乐郭氏正骨旋撬法复位钢板内固定治疗Sanders II、III型跟骨骨折[J]. 中医正骨, 2023, 35 (4): 62-64, 69.
- [9] 夏国峰, 陶春生, 李晓亮, 等. 跗骨窦入路单纯空心钉与海马钢板联合空心钉内固定治疗Sanders III型跟骨骨折疗效比较[J]. 中国骨与关节损伤杂志, 2024, 39 (4): 435-437.
- [10] Chirayath A, Dhaniwala N, Kawde K. A comprehensive review on managing fracture calcaneum by surgical and non-surgical modalities[J]. Cureus, 2024, 16 (2): e54786.
- [11] 张清林, 荣存敏, 陈磊, 等. 经跗骨窦入路复位钢板固定、L形切口复位内固定治疗跟骨骨折的临床应用比较[J]. 河北医科大学学报, 2023, 44 (1): 62-67.
- [12] 邹光翼, 梁伟, 俞桂松, 等. 改良跗骨窦入路斜T形锁定钢板内固定治疗Sanders II、III型跟骨骨折[J]. 中医正骨, 2023, 35 (3): 65-67, 72.
- [13] 刘坤, 樊宗庆, 顾海侠, 等. 不同手术方式治疗Sanders II型和III型跟骨骨折的临床疗效[J]. 国际骨科学杂志, 2023, 44 (3): 184-189.
- [14] Attenasio A, Heiman E, Hong IS, et al. Postoperative wound complications in extensile lateral approach versus sinus tarsi approach for calcaneal fractures: are we improving? Updated meta-analysis of recent literature[J]. Injury, 2024, 55 (6): 111560.
- [15] 刘森, 陆峰, 魏书婷, 等. 经跗骨窦入路钢板内固定治疗合并糖尿病的Sanders II、III型跟骨骨折患者的临床观察[J]. 临床和实验医学杂志, 2025, 24 (1): 45-50.
- [16] 潘辉龙, 张国如, 吴兴源. 经皮撬剥复位固定与扩大外侧入路钢板固定在Sanders III型跟骨骨折患者中的应用效果比较[J]. 临床和实验医学杂志, 2023, 22 (2): 186-190.
- [17] 龚子顺, 杨勇, 盖伟, 等. 跗骨窦入路与外侧L形入路钢板内固定治疗Sanders II、III型跟骨骨折的疗效比较[J]. 中国骨与关节损伤杂志, 2023, 38 (4): 371-374.
- [18] Sun Y, Gu Y, Xu K, et al. Effect of additional free sustentaculum tali screw fixation through modified sinus tarsi approach on intra-articular calcaneal fractures[J]. J Orthop Surg Res, 2024, 19 (1): 734.

(收稿日期: 2025-05-24)

(校对编辑: 韩敏求)

(排版编辑: 刘淮嘉)

(上接第 114 页)

此外, 联合检查的灵敏度、特异度及准确性均优于单一检查, 提示其在排除假阳性和假阴性结果方面具有协同作用, 这与两种技术分别从功能代谢和解剖结构层面提供信息的机制相关。

综上所述, 3.0T MRI动态增强序列联合多层螺旋CT扫描可通过优势互补提高前列腺癌TNM分期的诊断准确性, 尤其在淋巴结转移和远处转移评估中效果显著, 且与病理结果具有良好的一致性。该联合方案可为临床制定个体化治疗方案提供更全面的依据。然而, 本研究存在一定局限性, 如样本量较小、为单中心研究, 且未纳入更早期如T1a期或更晚期如M1b期患者, 可能影响结果的普适性。未来需开展多中心、大样本研究, 并进一步探索影像组学特征在联合诊断中的应用, 以优化前列腺癌的精准分期体系。

参考文献

- [1] 冉志强, 桂定文. 系统免疫炎症指数与前列腺癌相关性的研究进展[J]. 现代泌尿生殖肿瘤杂志, 2024, 16 (5): 317-320.
- [2] 李星, 曾晓勇. 中国前列腺癌流行病学研究进展[J]. 肿瘤防治研究, 2021, 48 (1): 98-102.
- [3] 刘冬, 仲丹, 陈卫花, 等. 3.0T MRI定量评价前列腺形态对外周带前列腺癌的诊断价值[J]. 实用放射学杂志, 2021, 37 (1): 93-96.
- [4] 张森, 张鑫. 多层螺旋CT与磁共振功能成像检查对前列腺癌的诊断价值[J]. 中国CT和MRI杂志, 2024, 22 (7): 147-149.

- [5] 顾伟杰, 朱耀. 2022版《CSCO前列腺癌诊疗指南》更新要点解读[J]. 中国肿瘤外科杂志, 2022, 14 (3): 224-232.
- [6] 颜显杰, 王海, 朱文森. MRI弥散加权成像与动态增强扫描在前列腺癌诊断中的应用[J]. 川北医学院学报, 2025, 40 (1): 81-84.
- [7] 蔡二朋, 汤凯, 胡晓峰, 等. 动态对比增强MRI定量分析对外周带前列腺癌神经侵犯的预测价值[J]. 实用放射学杂志, 2024, 40 (10): 1649-1652, 1657.
- [8] 刘耀飞, 叶冰玉, 刘妮, 等. 多层螺旋CT灌注成像对前列腺增生与前列腺癌的鉴别诊断分析[J]. 中国医学装备, 2022, 19 (7): 54-57.
- [9] 雷静, 文亮, 吕绍茂, 等. MSCT灌注成像在前列腺癌诊断中的初步研究[J]. 昆明医科大学学报, 2013, 34 (5): 86-90.
- [10] 冀舒文, 陈先国, 刘伟, 等. MRI 3D-VIBE动态增强联合常规扫描诊断早期前列腺癌[J]. 临床放射学杂志, 2021, 40 (4): 762-766.
- [11] 黄继伟, 李健斐, 王佳, 等. 3.0T MRI多b值DWI与动态增强扫描对前列腺癌术前诊断价值[J]. 中国CT和MRI杂志, 2021, 19 (10): 147-148, 166.
- [12] 谭丽梅. 螺旋CT前列腺灌注成像定性诊断的研究进展[J]. 医学综述, 2011, 17 (1): 134-136.
- [13] 王洁琼, 徐兴华, 张玉梅, 等. 动态增强MR成像在前列腺癌中的应用进展[J]. 国际医学放射学杂志, 2016, 39 (6): 657-660.
- [14] 余光权, 张杰, 苏显球, 等. 128层螺旋CT联合3.0T磁共振-肝脏容积快速采集成像(多期动态增强)及弥散加权成像系列对前列腺癌分期诊断价值的前瞻性研究[J]. 中国医疗器械信息, 2023, 29 (21): 60-62.

(收稿日期: 2025-06-08)

(校对编辑: 江丽华)

(排版编辑: 刘淮嘉)