

doi:10.3971/j.issn.1000-8578.2024.23.0844

• 临床应用 •

局麻下电磁针尖引导经会阴前列腺mpMRI-TRUS影像融合靶向穿刺的临床应用

杨勇军, 贺显雅, 曾一鸣, 卢强, 李远伟

Application of Magnetic Resonance Imaging and Transrectal Ultrasound Image Fusion Targeted Transperineal Biopsy Technique Using Electromagnetic Needle Tracking Under Local Anaesthesia

YANG Yongjun, HE Xianya, ZENG Yiming, LU Qiang, LI Yuanwei

Department of Urology, Hunan Provincial People's Hospital, The First Affiliated Hospital of Hunan Normal University, Changsha 410005, China

Corresponding Author: LI Yuanwei, E-mail: liyuanwei@hunnu.edu.cn

Abstract: Objective To explore the effect and safety of magnetic resonance imaging and transrectal ultrasound (mpMRI-TRUS) image fusion targeted transperineal biopsy technique using electromagnetic needle tracking under local anesthesia. **Methods** We retrospectively analyzed the clinical and pathological data of 81 patients with mpMRI-TRUS image fusion targeted transperineal prostate biopsy using electromagnetic needle tracking under local anesthesia. Visual analog scale (VAS) and visual numeric scale (VNS) were used to evaluate the pain level and satisfaction of patients during prostate biopsy (VAS-1 and VNS-1), one hour after puncture (VAS-2 and VNS-2), and one day after surgery (VAS-3 and VNS-3). The perioperative clinical data and tumor positive rate of postoperative biopsy were recorded. **Results** The average prostate volume of 81 patients was $53.39 \pm 29.46 \text{ cm}^3$. The PSA values of patients with PI-RADS scores of 2, 3, 4, and 5 were 9.14 ± 2.31 , 9.95 ± 4.10 , 14.77 ± 6.36 , and $32.17 \pm 24.39 \text{ ng/ml}$, respectively. The scores of VAS-1, VAS-2, and VAS-3 were 1.70 ± 0.73 , 1.16 ± 0.58 , and 0.53 ± 0.55 , respectively; the scores of VNS-1, VNS-2, and VNS-3 were 2.74 ± 0.44 , 3.69 ± 0.46 , and 3.84 ± 0.37 , respectively. The average surgical time was 17.47 ± 3.44 minutes. Postoperative pathological results showed that the tumor positive rate of targeted prostate biopsy was 64.20%. According to the PI-RADS score for subgroup analysis, the tumor positive rates of patients with PI-RADS scores of 2, 3, 4, and 5 were 21.43%, 44.44%, 61.11%, and 96.77%, respectively. After transperineal prostate biopsy, gross hematuria occurred in 19.75% patients, and urinary retention occurred in 3.70%. The latter were relieved after symptomatic treatment. All patients did not experience complications, such as perineal puncture area hematoma, urinary tract infection, hematospermia, hematoma in perineal puncture area, urinary tract infection, hematospermia, vagus nerve reaction, or septic shock. **Conclusion** For suspected prostate cancer patients, mpMRI-TRUS image fusion targeted transperineal biopsy technique using electromagnetic needle tracking under local anesthesia is a feasible and easily tolerated surgical procedure. It has good safety and high tumor positive-detection rate, indicating that this technique is worthy of further clinical promotion and application.

Key words: Prostate cancer; Electromagnetic needle tracking; Local anesthesia; Transperineal; Targeted prostate biopsy

Competing interests: The authors declare that they have no competing interests.

摘要: 目的 探讨局麻下电磁针尖引导经会阴前列腺多参数磁共振-经直肠彩超 (mpMRI-TRUS) 融合靶向穿刺活检临床应用的有效性和安全性。**方法** 回顾性分析81例行局麻下电磁针尖引导经会

阴前列腺mpMRI-TRUS影像融合靶向穿刺活检患者的临床病理资料。应用视觉模拟评分 (VAS) 和视觉数字评分 (VNS) 评估患者前列腺穿刺活检时 (VAS-1和VNS-1)、术后1 h (VAS-2和VNS-2) 和术后1 d (VAS-3和VNS-3) 的疼痛程度和穿刺满意度, 记录围手术期临床资料和术后穿刺活检的肿瘤阳性检出率。

收稿日期: 2023-08-07; 修回日期: 2023-09-15

作者单位: 410005 长沙, 湖南省人民医院/湖南师范大学附属第一医院泌尿外科

通信作者: 李远伟 (1973-), 男, 博士, 主任医师, 主要从事泌尿系肿瘤微创治疗与前列腺疾病的研究, E-mail: liyuanwei@hunnu.edu.cn, ORCID: 0009-0000-6431-711X

作者简介: 杨勇军 (1988-), 男, 博士, 主治医师, 主要从事泌尿系肿瘤微创治疗, ORCID: 0009-0004-5541-5737

结果 本组81例患者平均前列腺体积 $53.39 \pm 29.46 \text{ cm}^3$ 。PI-RADS评分2、3、4和5分患者的PSA值分别为 9.14 ± 2.31 、 9.95 ± 4.10 、 14.77 ± 6.36 和 $32.17 \pm 24.39 \text{ ng/ml}$ 。VAS-1、VAS-2和VAS-3分别为 1.70 ± 0.73 、 1.16 ± 0.58 和 0.53 ± 0.55 分；VNS-1、VNS-2和VNS-3分别为 2.74 ± 0.44 、 3.69 ± 0.46 和 3.84 ± 0.37 分。平均手术时间为 $17.47 \pm 3.44 \text{ min}$ 。术后病理结果提示靶向穿刺活检的肿瘤阳性率为64.20%。根据PI-RADS评分进行亚组分析，PI-RADS评分2、3、4和5分患者穿刺活检的肿瘤阳性率分别为21.43%、44.44%、61.11%和96.77%。穿刺术后19.75%患者出现肉眼血尿，3.70%患者出现尿潴留，经对症治疗缓解。所有患者均未出现会阴穿刺区域血肿、尿路感染、血精、迷走神经反应和感染性休克等并发症。**结论** 对于前列腺癌可疑患者，局麻下电磁针尖引导经会阴前列腺mpMRI-TRUS影像融合靶向穿刺是一种可行且易耐受的手术操作方式，安全性好，具有较高的肿瘤阳性检出率，值得临床进一步推广应用。

关键词：前列腺癌；电磁针尖引导；局部麻醉；经会阴；靶向穿刺

中图分类号：R737.25

开放科学(资源服务)标识码(OSID):



0 引言

前列腺癌 (prostate cancer, PCa) 是男性泌尿生殖系统最常见的恶性肿瘤^[1-2]。据世界卫生组织2020年GLOBOCAN统计，全球约有140万新发病例和37.5万死亡病例，PCa是男性患者中仅次于肺癌的第二常见肿瘤，在肿瘤死因中排第五位^[3]。目前，前列腺特异性抗原 (prostate specific antigen, PSA)、多参数磁共振 (multi-parametric magnetic resonance imaging, mpMRI)、前列腺特异性膜抗原正电子发射计算机断层扫描 (prostate specific membrane antigen positron emission tomography/computed tomography, PSMA PET/CT) 等检测手段在PCa诊断中发挥了重要作用，但确诊PCa的金标准仍是前列腺穿刺活检组织病理学检查^[4]。前列腺靶向穿刺通常指将mpMRI影像与经直肠超声 (transrectal ultrasonography, TRUS) 影像融合来引导前列腺穿刺活检，主要有mpMRI-TRUS认知融合靶向穿刺、mpMRI术中直视引导融合穿刺和人工智能 (artificial intelligence, AI) 软件融合靶向穿刺^[5]。随着AI软件影像融合技术的发展，多模态影像融合靶向穿刺显著提高了有临床意义前列腺癌 (clinically significant prostate cancer, csPCa) 的检出率^[6]。

Fletcher团队最新报道了一种新的mpMRI-TRUS影像融合电磁针尖引导局部麻醉下经会阴前列腺穿刺活检技术，该技术在保证患者舒适度

和并发症发生率较低的情况下实现较高的肿瘤检出率^[7]。在国内，目前尚未有电磁针尖引导经会阴前列腺穿刺活检技术的文献报道。本院泌尿外科团队开展了局麻下电磁针尖引导经会阴前列腺mpMRI-TRUS融合靶向穿刺活检术，初步临床结果表明患者麻醉效果满意，安全性好，肿瘤阳性检出率高，现报道如下。

1 资料与方法

1.1 一般资料

回顾性分析2023年1月至2023年6月我院泌尿外科收治行局麻下电磁针尖引导经会阴mpMRI-TRUS融合靶向前列腺穿刺活检术81例患者的病例资料。术前所有患者均行直肠指检、血PSA和前列腺mpMRI检查。入组标准：至少具有以下特征中的一项：(1) PSA>10 ng/ml；(2) 直肠指检发现前列腺可疑结节；(3) 前列腺mpMRI发现可疑病灶，任何PSA值；(4) PSA 4~10 ng/ml时，f/tPSA<0.16，和(或) PSA密度 (PSAD) >0.15 ng/ml²，和(或) PSA每年上升速率 (PSAV) >0.75 μg/L。排除标准：(1) 对麻醉药物过敏者；(2) 存在前列腺穿刺禁忌证者；(3) 非首次穿刺的患者；(4) 曾行前列腺电切、气化术，既往因盆腔脏器肿瘤接受手术、局部放疗等患者。

本研究遵循的程序符合2013年修订的《世界医学协会赫尔辛基宣言》要求。所有患者在穿刺前均告知其手术风险及术后可能发生的并发症，签署麻醉及手术告知知情同意书。

1.2 方法

仪器选择卡本 (深圳) 医疗科技有限公司生产的VENUS多模态AI影像融合超声系统。超声系统配备有腔内双平面超声探头，可实现前列腺横截面及纵截面超声图像在仪器屏幕上同时显示。仪器配备有前列腺活检针电磁导航追踪系统，将穿刺针导向多模态融合影像上的靶区目标进行精准穿刺。前列腺穿刺针选择卡本 (深圳) 医疗科技有限公司生产的18 G一次性使用活检针，电磁导航追踪系统可实时监测针尖的移动及穿刺取材区域。超声探头上配备有一次性使用超声探头穿刺架，在前列腺穿刺过程中，超声探头穿刺架固定在腔内双平面超声探头上，可稳定指引前列腺穿刺活检针的进针方向，减少活检针突破穿入会阴区皮肤时针尖前端的变形度。

对PCa可疑患者进行经会阴前列腺穿刺活检相关知识宣教，减轻患者的紧张情绪。穿刺前2 h病

房给予开塞露40 ml塞肛，进行肠道准备。术前半小时内使用静脉镇痛药，一定程度上缓解局麻下经会阴前列腺穿刺活检时的疼痛感。电磁导航追踪系统位置调整至前列腺体表投影上方约10 cm处，用于跟踪和记录活检针移动的位置，引导活检针对靶区病灶精准穿刺。将mpMRI影像导入VENUS多模态AI影像融合超声系统，AI智能识别前列腺形态，人工绘制前列腺靶区病灶位置。将复方利多卡因乳膏经肛门推入直肠内进行直肠黏膜表面麻醉，减轻超声探头在肠道内移动引起的不适感。将腔内双平面超声探头从肛门口向直肠内缓慢进入，AI技术将mpMRI和TRUS影像进行融合，根据多模态融合影像确定靶区穿刺进针部位。

采用“一平面三点”双探头超声定位局部麻醉方式。“一平面”即在会阴局部涂抹复方利多卡因乳膏进行皮肤表面麻醉，联合穿刺进针区域注射盐酸利多卡因进行皮下浸润麻醉，以减轻活检针进入皮肤的疼痛感。将2%盐酸利多卡因注射液10.0 ml用等体积10.0 ml 0.9%氯化钠溶液进行1:1稀释。使用10 ml稀释后的利多卡因注射液对穿刺区域进行皮下浸润麻醉。“三点”即前列腺尖部、前列腺左右两侧面进针进行神经阻滞麻醉，最大程度阻滞前列腺周围神经，减轻活检针在前列腺内穿刺引起的疼痛感。抽取稀释后的利多卡因注射液10 ml，更换神经阻滞穿刺长针头（0.7×80 mm，浙江康德莱医疗器械股份有限公司），在超声引导下平行尿道垂直穿入前列腺尖部，进针沿途缓慢注射盐酸利多卡因，针尖至前列腺尖部包膜，在双平面超声引导下注射麻醉药可见包膜下低回声隆起，见图1A。为避免麻醉药入血，每次注射前均回抽注射器确定无回血。同样的方法在前列腺

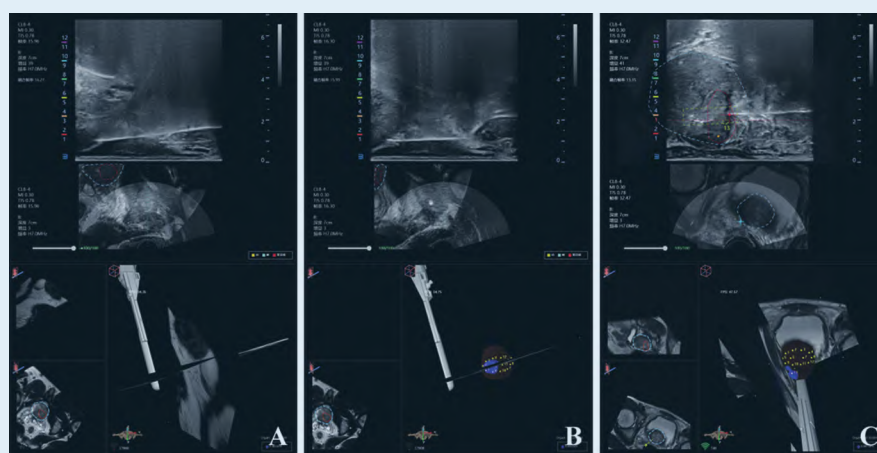
左右两侧包膜下注射利多卡因注射液进行前列腺周围神经阻滞麻醉，见图1B。麻醉成功后，将超声探头穿刺架固定在腔内双平面超声探头上并缓慢推入直肠内，在电磁针尖引导下由同一名经验丰富的高年资医师使用活检针行靶区病灶穿刺2~3针，再进行12针前列腺系统穿刺，见图1C。穿刺结束后络合碘再次消毒会阴部，无菌纱布按压会阴穿刺区域2 min后局部加压包扎。

1.3 观察指标

采用视觉模拟评分（visual analogue scale, VAS）评价疼痛程度：0分为无痛，无任何痛觉；1~3分为轻度疼痛，不影响生活；4~6分为中度疼痛，影响工作和生活；7~10分为重度疼痛，严重影响工作和生活。采用视觉数字评分（visual numeric scale, VNS）评价麻醉效果满意度：0分为不满意，1分为一般，2分为满意，3分为比较满意，4分为非常满意。术前对患者进行前列腺穿刺疼痛宣教及VAS和VNS评分培训。VAS和VNS评分由同一名医生用评分尺对患者进行测试，穿刺时的疼痛和满意度评分采用VAS-1和VNS-1表示，术后1 h的疼痛和满意度评分采用VAS-2和VNS-2表示，术后1 d的疼痛和满意度评分采用VAS-3和VNS-3表示。

记录手术时间（局麻麻醉时间+前列腺穿刺时间），围手术期并发症情况，包括血尿、会阴血肿、尿路感染、尿潴留、血精、迷走神经反应和感染性休克等。

术后收集前列腺穿刺活检组织标本病理结果。根据术前前列腺mpMRI检查PI-RADS评分，计算PI-RADS不同评分亚组患者前列腺穿刺活检肿瘤阳性率。将本研究前列腺穿刺肿瘤检出率与Fletcher团队^[7]最新报道通过类似方法获得的肿瘤



A: injection diagram of local anesthesia under the capsule at the tip of prostate; B: local anesthetic injection map under the capsule on the left and right sides of the prostate; C: mpMRI-TRUS image fusion targeted transperineal prostate biopsy; the red area is the target lesion, and the yellow rectangular frame area is the starting and end point of real-time monitoring of biopsy needle emission by using the electromagnetic navigation and tracking system.

图1 电磁针尖引导局麻经会阴前列腺多模态影像融合靶向穿刺术中超声图

Figure 1 Ultrasound image of mpMRI-TRUS image fusion targeted transperineal prostate biopsy using electromagnetic needle tracking under local anesthesia

检出率进行比较。

1.4 统计学方法

采用Graphpad Prism 9.0统计软件分析数据。计量资料行正态性检测符合正态分布，数据以均数Mean±SD表示，计数资料采用例（*n*）或百分比（%）表示。两组间比较采用 χ^2 检验（Fisher's精确概率法），*P*<0.05为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 患者特征与穿刺疼痛及满意度评分

81例患者特征及穿刺疼痛满意度评分见表1，平均年龄67.65±7.64岁。平均前列腺体积53.39±29.46 cm³。平均PSA值为19.38±18.51 ng/ml。前列腺mpMRI检查PI-RADS评分2分有14例，PSA值为9.14±2.31 ng/ml；PI-RADS评分3分有18例，PSA值9.95±4.10 ng/ml；PI-RADS评分4分有18例，PSA值14.77±6.36 ng/ml；PI-RADS评分5分有31例，PSA值32.17±24.39 ng/ml。

2.2 围手术期并发症

81例患者均成功接受经会阴前列腺穿刺活检，平均手术时间为17.47±3.44 min。19.75%（16/81）患者出现肉眼淡红色初始血尿，尿液中无血凝块，嘱多饮水和口服 α 受体阻滞剂1 d后血尿症状明显好转；3.70%（3/81）患者出现尿潴留，嘱口服 α 受体阻滞剂5 d后成功拔除导尿管。所有患者均未出现会阴穿刺区域血肿、尿路感染、血精、迷走神经反应或感染性休克等围手术期并发症。

2.3 前列腺穿刺肿瘤阳性检出率

收集穿刺活检组织标本病理结果，局麻下电磁针尖引导经会阴前列腺融合靶向穿刺活检的肿瘤阳性率为64.20%（52/81）。根据PI-RADS评分进行亚组分析，PI-RADS评分为2、3、4和5分患者的穿刺活检肿瘤阳性率分别为21.43%（3/14）、44.44%（8/18）、61.11%（11/18）和96.77%（30/31）。其中，1例术前mpMRI检查PI-RADS评分5分穿刺活检肿瘤阴性的患者病理结果提示良性前列腺增生，慢性前列腺炎，多灶状不典型小腺泡增生。

本研究与Fletcher团队报道类似前列腺穿刺方式的研究比较，csPCa检出率在PI-RADS评分各亚组层面差异无统计学意义，见表2。与使用PI-RADS v2.1评分的最新Meta分析结果相比^[8]，本研究在PI-RADS评分2、3、4和5分各亚组层面实现了更高的csPCa检出率（9% vs. 21.43%，16% vs. 44.44%，59% vs. 61.11%和85% vs. 96.77%）。

表1 患者一般资料及围手术期并发症风险分析 (*n*=81)

Table 1 General data of patients and risk analysis of perioperative complications (*n*=81)

Parameter	Transperineal prostate biopsy results
Age (years, $\bar{x}\pm s$)	67.65±7.64
Prostate volume (cm ³)	53.39±29.46
PSA (ng/ml)	19.38±18.51
PI-RADS score	
2	14(17.28%)
3	18(22.22%)
4	18(22.22%)
5	31(38.27%)
Surgical time (min, $\bar{x}\pm s$)	17.47±3.44
Tumor detection rate (<i>n</i> (%))	52(64.20%)
VAS score	
VAS-1	1.70±0.73
1	70
2	6
3	5
VAS-2	1.16±0.58
0	50
1	24
2	7
VAS-3	0.53±0.55
0	75
1	5
2	1
VNS score	
VNS-1	2.74±0.44
2	10
3	71
VNS-2	3.69±0.46
2	1
3	6
4	74
VNS-3	3.84±0.37
3	6
4	75
Perioperative complications (<i>n</i> (%))	
Hematuria	16(19.75%)
Urinary retention	3(3.70%)
Perineal hematoma	0(0)
Urinary tract infection	0(0)
Hemospermia	0(0)
Vagus nerve reaction	0(0)
Septic shock	0(0)

Notes: VAS: visual analog scale; VNS: visual numeric scale.

与全麻下前列腺模板mpMRI-TRUS融合靶向穿刺方式相比^[9]，本研究在PI-RADS评分3、4和5分各亚组层面也实现了更高的csPCa检出率（18% vs. 44.44%，52% vs. 61.11%和87% vs. 96.77%）。

3 讨论

随着我国人口老龄化的加剧，PCa发病率已居泌尿生殖系统肿瘤的第一位，成为严重威胁人们身体健康的重要疾病^[2]。前列腺穿刺活检是诊断

表2 经会阴前列腺穿刺csPCa阳性检出率比较
Table 2 Comparison of positive-detection rates of csPCa through transperineal prostate biopsy

PI-RADS score	Fletcher group		Our group		P
	n	csPCa (n(%))	n	csPCa (n(%))	
1-2	12	2(16.67)	14	3(21.43)	>0.99
3	13	8(61.54)	18	8(44.44)	0.47
4	22	15(68.18)	18	11(61.11)	0.74
5	22	21(95.45)	31	30(96.77)	>0.99
3-4	35	23(65.71)	36	19(52.78)	0.34
4-5	44	36(81.82)	49	41(83.67)	>0.99

PCa的金标准，相比经直肠穿刺，经会阴前列腺穿刺感染风险小，对前列腺尖部和移行区的肿瘤检出率高^[10]，指南推荐前列腺穿刺活检应首选经会阴途径^[5,11]。

前列腺穿刺活检术中使用的麻醉方法有全身全麻、椎管内麻醉和前列腺局部麻醉。全身麻醉术前需充分评估患者的麻醉耐受情况，一定程度上延长住院时间及增加住院费用^[12]。为了优化麻醉流程，对于全麻耐受性差、PI-RADS评分5分的患者，我国学者采用单针前列腺周围神经阻滞麻醉行经会阴前列腺靶向穿刺具有安全性高、肿瘤阳性检出率高等优势，成功获取前列腺疾病病理结果使患者能够得到及时有效的诊治^[13]。但单纯靶向穿刺不适用于PI-RADS评分小于5分的PCa高危患者，因为单纯靶向穿刺可能存在微小病变的漏诊^[14]。为实现局麻下前列腺靶向穿刺联合系统穿刺，本团队开始探索采用“一平面三点”双探头超声定位局部麻醉模式。术前联合使用静脉镇痛药，最大程度缓解前列腺周围神经阻滞麻醉下经会阴前列腺穿刺活检时的疼痛感^[15]。类似经直肠前列腺穿刺活检，术前直肠内推入涂抹复方利多卡因乳膏进行直肠黏膜表面麻醉，减轻超声探头在肠道内移动引起的不适感。会阴穿刺进针区域进行皮下浸润麻醉，减轻前列腺活检针突破会阴区皮肤的疼痛感。与单纯前列腺左右两侧面进针进行神经阻滞麻醉相比^[7]，本研究增加前列腺尖部神经阻滞麻醉，患者可耐受前列腺靶向穿刺联合系统穿刺，穿刺活检时疼痛程度评分低并且满意度评分高。

为提高前列腺穿刺活检的精准度及减少前列腺穿刺围手术期并发症，本团队应用电磁针尖引导经会阴前列腺多模态mpMRI-TRUS影像融合靶向穿刺活检技术。与PSMA PET/CT相比，mpMRI检查程序相对简单并且价格便宜；同时，荟萃分析研究发现在PCa定位和分期检测性能方面mpMRI与PSMA PET/CT检查相当^[16]。mpMRI影像融

合精准穿刺技术主要有mpMRI-TRUS认知融合靶向穿刺、mpMRI术中引导融合穿刺和AI软件融合靶向穿刺^[5]。认知融合靶向穿刺过程受术者主观因素及阅片水平影响较大，可能造成诊断上的漏诊^[17]。不同于认知融合，本研究借助多模态AI影像融合超声系统自带软件对mpMRI和TRUS影像进行智能融合，降低术者对mpMRI影像阅片能力的要求及提高靶向穿刺的精准度。不同于自由手掌活体活检穿刺模式^[18]，本研究利用超声探头穿刺架来稳定活检针进针部位及方向，减少围手术期并发症的发生率。同时，与腔内单平面超声直肠探头相比，使用腔内双平面超声探头引导前列腺穿刺，穿刺过程中尿道走行超声图像显示效果更佳，避免活检针穿刺进入尿道，术后血尿发生率明显降低^[7]。电磁针尖穿刺引导功能对活检针在前列腺内穿刺走向的方位及前列腺活检取材长度进行可视化追踪，实现靶区病灶“贯穿式”精准穿刺，同时避免针尖穿刺长度误判所引起的前列腺周围组织副损伤。本研究采用“一平面三点”双探头超声定位麻醉，麻醉效果好，在前列腺活检针电磁导航追踪系统针尖引导下进行前列腺穿刺活检，研究结果显示围术期并发症和肿瘤检出率数据较好。本研究结果与Fletcher团队^[7]报道的类似穿刺模式比较，csPCa阳性检出率在PI-RADS评分各亚组层面差异无统计学意义。与前列腺穿刺活检相关最新荟萃分析研究结果^[8]比较，本研究在PI-RADS评分2、3、4和5分各亚组层面csPCa检出率更高。全麻下前列腺模板引导多模态图像融合靶向穿刺^[9]，PI-RADS评分3、4和5分各亚组csPCa检出率分别为18%、52%和87%。相比而言，本研究结果csPCa检出率更高。

综上所述，本研究探索了局麻下电磁针尖引导经会阴前列腺多模态mpMRI-TRUS影像融合靶向穿刺活检技术的临床应用价值，研究结果表明患者耐受性好，穿刺安全性高，肿瘤阳性检出率较高，值得临床进一步推广。

利益冲突声明：
所有作者均声明不存在利益冲突。

参考文献：
[1] Siegel RL, Miller KD, Wagle NS, et al. Cancer statistics, 2023[J]. CA Cancer J Clin, 2023, 73(1): 17-48.
[2] 郑荣寿, 张思维, 孙可欣, 等. 2016年中国恶性肿瘤流行情况分析[J]. 中华肿瘤杂志, 2023, 45(3): 212-220. [Zheng RS, Zhang SW, Sun KX, et al. Cancer statistics in China, 2016[J]. Zhonghua Zhong Liu Za Zhi, 2023, 45(3): 212-220.]

- [3] Sung H, Ferlay J, Siegel RL, *et al.* Global Cancer Statistics 2020: GLOBOCAN Estimates of Incidence and Mortality Worldwide for 36 Cancers in 185 Countries[J]. *CA Cancer J Clin*, 2021, 71(3): 209-249.
- [4] 傅强, 韩邦旻, 刘振湘, 等. 前列腺穿刺活检专家共识[J]. *中华男科学杂志*, 2022, 28(5): 462-470. [Fu Q, Han BM, Liu ZX, *et al.* Expert consensus on prostate biopsy[J]. *Zhonghua Nan Ke Xue Za Zhi*, 2022, 28(5): 462-470.]
- [5] 中华医学会泌尿外科学分会, 中国前列腺癌研究协作组. 前列腺穿刺中国专家共识(2022年版)[J]. *中华泌尿外科杂志*, 2022, 43(11): 801-806. [Chinese Prostate Cancer Consortium, Chinese Urological Association. Chinese expert consensus on prostate biopsy (2022 edition)[J]. *Zhonghua Mi Niao Wai Ke Za Zhi*, 2022, 43(11): 801-806.]
- [6] Immerzeel J, Israël B, Bomers J, *et al.* Multiparametric Magnetic Resonance Imaging for the Detection of Clinically Significant Prostate Cancer: What Urologists Need to Know. Part 4: Transperineal Magnetic Resonance-Ultrasound Fusion Guided Biopsy Using Local Anesthesia[J]. *Eur Urol*, 2022, 81(1): 110-117.
- [7] Fletcher P, De Santis M, Ippoliti S, *et al.* Vector Prostate Biopsy: A Novel Magnetic Resonance Imaging/Ultrasound Image Fusion Transperineal Biopsy Technique Using Electromagnetic Needle Tracking Under Local Anaesthesia[J]. *Eur Urol*, 2023, 83(3): 249-256.
- [8] Oerther B, Engel H, Bamberg F, *et al.* Cancer detection rates of the PI-RADSv2.1 assessment categories: systematic review and meta-analysis on lesion level and patient level[J]. *Prostate Cancer Prostatic Dis*, 2022, 25(2): 256-263.
- [9] Hansen N, Patruno G, Wadhwa K, *et al.* Magnetic Resonance and Ultrasound Image Fusion Supported Transperineal Prostate Biopsy Using the Ginsburg Protocol: Technique, Learning Points, and Biopsy Results[J]. *Eur Urol*, 2016, 70(2): 332-340.
- [10] Pradere B, Veeratterapillay R, Dimitropoulos K, *et al.* Nonantibiotic Strategies for the Prevention of Infectious Complications following Prostate Biopsy: A Systematic Review and Meta-Analysis[J]. *J Urol*, 2021, 205(3): 653-663.
- [11] Mottet N, Cornford P, van den Bergh RCN, *et al.* EAU-EANM-ESTRO-ESUR-ISUP-SIOG guidelines on prostate cancer[Z/OL]. The Netherlands: European Association of Urology, 2023. <https://uroweb.org/guidelines/prostate-cancer>.
- [12] 谈啸, 丁雪飞. 前列腺穿刺活检麻醉方式的研究进展[J]. *中华泌尿外科杂志*, 2022, 60(5): 504-508. [Tan X, Ding XF. Research progress of anesthesia methods in prostate biopsy[J]. *Zhonghua Wai Ke Za Zhi*, 2022, 60(5): 504-508.]
- [13] 韩悦星, 丁雪飞, 栾阳, 等. PI-RADS评分5分且ECOG评分 ≥ 2 分患者前列腺穿刺中应用局麻的效果和安全性[J]. *中华泌尿外科杂志*, 2023, 44(2): 97-101. [Han YX, Ding XF, Luan Y, *et al.* Effectiveness and safety of local anesthesia in patients with PI-RADS score 5 and ECOG score ≥ 2 for prostate puncture[J]. *Zhonghua Mi Niao Wai Ke Za Zhi*, 2023, 44(2): 97-101.]
- [14] 刘禹, 高杰, 汪维, 等. 靶向穿刺与靶向联合系统穿刺对前列腺PI-RADS评分4~5分患者的诊断效能比较[J]. *中华泌尿外科杂志*, 2021, 42(3): 192-196. [Liu Y, Gao J, Wang W, *et al.* Analysis of diagnostic efficacy of targeted biopsy versus targeted biopsy combined with systematic biopsy for patients with PI-RADS score of 4-5[J]. *Zhonghua Mi Niao Wai Ke Za Zhi*, 2021, 42(3): 192-196.]
- [15] 丁雪飞, 栾阳, 卢圣铭, 等. 联合应用前列腺周围神经阻滞麻醉和氟比洛芬酯的多模式镇痛在前列腺穿刺活检中的应用效果[J]. *中华外科杂志*, 2019, 57(6): 428-433. [Ding XF, Luan Y, Lu SM, *et al.* Effect of multimodal analgesia using periprostatic nerve block anesthesia combined with flurbiprofen in transperineal template-guided prostate biopsy[J]. *Zhonghua Wai Ke Za Zhi*, 2019, 57(6): 428-433.]
- [16] Wang YF, Lo CY, Chen LY, *et al.* Comparing the Detection Performance Between Multiparametric Magnetic Resonance Imaging and Prostate-Specific Membrane Antigen PET/CT in Patients With Localized Prostate Cancer: A Systematic Review and Meta-analysis[J]. *Clin Nucl Med*, 2023, 48(7): e321-e331.
- [17] Hamid S, Donaldson IA, Hu Y, *et al.* The SmartTarget Biopsy Trial: A Prospective, Within-person Randomised, Blinded Trial Comparing the Accuracy of Visual-registration and Magnetic Resonance Imaging/Ultrasound Image-fusion Targeted Biopsies for Prostate Cancer Risk Stratification[J]. *Eur Urol*, 2019, 75(5): 733-740.
- [18] Hsieh PF, Li PI, Lin WC, *et al.* Learning Curve of Transperineal MRI/US Fusion Prostate Biopsy: 4-Year Experience[J]. *Life (Basel)*, 2023, 13(3): 638.

[编辑: 尤婷婷; 校对: 刘红武]

作者贡献:

杨勇军: 论文撰写、数据整理、统计学分析

贺显雅、曾一鸣: 数据整理、统计学分析

卢强: 穿刺操作、论文修改

李远伟: 研究指导、论文修改、经费支持