

经会阴 mpMRI-超声图像融合与经直肠认知融合 前列腺穿刺活检术的对比研究*

马赫¹ 雷汉祺¹ 赖少鸿¹ 庞俊¹ 江东根¹

[摘要] 目的:对比研究经会阴多参数磁共振(multiparametric magnetic resonance imaging, mpMRI)-超声图像融合前列腺穿刺活检术与经直肠认知融合前列腺穿刺活检术的诊断价值和安全性。方法:回顾性分析 2022 年 1 月—2024 年 1 月于中山大学附属第七医院泌尿外科住院行前列腺穿刺活检术的 184 例患者临床资料,将其中行经会阴 mpMRI-超声图像融合前列腺穿刺术的 68 例作为病例组,行经直肠认知融合前列腺穿刺术的 116 例作为对照组,2 组患者均为靶向穿刺 1~3 针后行 12 针系统穿刺。比较 2 组患者一般临床资料、前列腺癌(prostate cancer, PCa)检出率、临床显著性前列腺癌(clinical significant prostate cancer, csPCa)检出率及并发症发生情况。结果:2 组一般临床资料比较差异无统计学意义。病例组靶向穿刺 PCa 检出率和 csPCa 检出率(42.65%、36.76%)均显著高于对照组(27.59%、22.41%)。2 组总体穿刺(靶向+系统)PCa 检出率和 csPCa 检出率差异均无统计学意义。病例组的并发症发生率(10.29%)显著低于对照组(23.28%)。结论:经会阴 mpMRI-超声图像融合前列腺穿刺活检术较经直肠认知融合前列腺穿刺活检术可进一步提高靶向穿刺的准确度,且具有更好的安全性。目前靶向穿刺联合系统穿刺可能是前列腺穿刺活检更好的方案。

[关键词] 前列腺癌;前列腺穿刺活检;靶向穿刺;图像融合;多参数磁共振

DOI:10.13201/j.issn.1001-1420.2024.11.013

[中图分类号] R737.25 **[文献标志码]** A

Comparative study on transperineal mpMRI-ultrasound imaging fusion-guided prostate biopsy versus transrectal cognitive fusion prostate biopsy

MA He LEI Hanqi LAI Shaohong PANG Jun JIANG Donggen

(Department of Urology, Seventh Affiliated Hospital of Sun Yat-sen University, Shenzhen, Guangdong, 518107, China)

Corresponding author: JIANG Donggen, E-mail: jiangdg5@mail.sysu.edu.cn

Abstract Objective: To comparatively investigate the diagnostic value and safety between transperineal multiparametric magnetic resonance imaging (mpMRI) -ultrasound imaging fusion-guided prostate biopsy and transrectal cognitive fusion prostate biopsy. **Methods:** A retrospective analysis was conducted on prostate biopsy 184 patients admitted to the Department of Urology, Seventh Affiliated Hospital of Sun Yat-sen University, from January 2022 to January 2024. Among them, 68 patients who underwent transperineal mpMRI-ultrasound imaging fusion-guided prostate biopsy were designated as the case group, and 116 patients who underwent transrectal cognitive fusion prostate biopsy were designated as the control group. Both groups underwent targeted biopsy with 1–3 needles followed by a systematic 12-needle biopsy. The general clinical data, prostate cancer (PCa) detection rate, clinically significant prostate cancer (csPCa) detection rate, and complication occurrence were compared between the two groups. **Results:** No significant differences were observed in the general clinical data between the two groups. The PCa and csPCa detection rates (42.65%, 36.76%) of targeted biopsy in the case group were both significantly higher than those in the control group (27.59%, 22.41%). However, no statistically significant differences were found in the overall (targeted+systematic biopsy) PCa and csPCa detection rates between the two groups. The complication rate in the case group (10.29%) was significantly lower than that in the control group (23.28%). **Conclusion:** Transperineal mpMRI-ultrasound imaging fusion-guided prostate biopsy can further improve the accuracy of targeted biopsy and demonstrate better safety compared to transrectal cognitive fusion prostate biopsy. Targeted biopsy combined with systematic biopsy may be a better strategy for prostate biopsy.

Key words prostate cancer; prostate biopsy; targeted biopsy; imaging fusion; multiparametric magnetic resonance imaging

*基金项目:深圳市基础研究面上项目(No.:JCYJ20210324123006018)

¹中山大学附属第七医院泌尿外科(广东深圳,518107)

通信作者:江东根, E-mail: jiangdg5@mail.sysu.edu.cn

引用本文:马赫,雷汉祺,赖少鸿,等.经会阴 mpMRI-超声图像融合与经直肠认知融合前列腺穿刺活检术的对比研究[J].临床泌尿外科杂志,2024,39(11):1008-1013. DOI:10.13201/j.issn.1001-1420.2024.11.013.

前列腺癌(prostate cancer, PCa)是男性泌尿系统常见肿瘤,在欧美地区发病率较高,在美国其发病率已经超过肺癌,成为第一位危害男性健康的恶性肿瘤^[1]。在欧洲,PCa 占全部男性癌症人数的 11%,占全部男性癌症死亡人数的 9%^[2]。近年来随着我国人均寿命的增长和医疗水平的提高,PCa 发病率呈明显上升态势,且大多数 PCa 确诊时已属于中晚期,失去了根治性手术的机会,因此 PCa 的早期诊断就显得尤为重要^[3]。前列腺穿刺活检被公认是诊断 PCa 的金标准,通过穿刺活检不仅能评估肿瘤的恶性程度,而且能指导临床分期,为进一步选择治疗方案提供依据,因此提升前列腺穿刺活检的准确性对 PCa 的早期诊断和治疗非常重要^[4]。前列腺穿刺主要包括经直肠和经会阴 2 种途径。20 世纪早期主要采用直肠指检引导下的前列腺穿刺活检,后来由于经直肠超声(transrectal ultrasound, TRUS)的出现改变了这一历史,并随着超声设备的不断改进而得到了快速的发展演化^[5]。2002 年 Kaplan 等^[6]首先提出 MRI-超声图像融合前列腺穿刺活检的概念,认为此法可以显著提高 PCa 的检出率。随着医疗设备和技术的不断发展,目前经会阴多参数磁共振(multiparametric magnetic resonance imaging, mpMRI)-超声图像融合前列腺穿刺术已成为前列腺穿刺的前沿技术,各种为融合穿刺而开发的软硬件系统层出不穷。由于经会阴穿刺对前列腺尖部更具优势,且感染等并发症的发生率较低,目前已逐渐取代经直肠穿刺术,成为欧洲泌尿外科协会推荐的首选前列腺穿刺途径^[7]。由于 mpMRI 与融合超声设备价格昂贵,加之经会阴穿刺学习曲线相对较长,经会阴融合靶向穿刺术在我国尚无广泛临床应用经验。基于此背景,本研究将经会阴 mpMRI-超声图像融合前列腺穿刺术与经直肠认知融合前列腺穿刺术进行对比,探讨 2 种前列腺穿刺技术对 PCa 的检出率及安全性,以期经会阴融合靶向穿刺方法的推广应用提供参考。

1 资料与方法

1.1 临床资料

回顾性收集 2022 年 1 月—2024 年 1 月于中山大学附属第七医院泌尿外科住院行前列腺靶向穿刺术和系统穿刺术的 184 例患者的临床资料。其中使用磁导航系统引导经会阴 mpMRI-超声图像融合前列腺靶向穿刺术患者 68 例(病例组),使用传统超声引导经直肠认知融合前列腺靶向穿刺术患者 116 例(对照组)。经查询电子病历系统,所有患者均符合前列腺穿刺指征:直肠指检发现前列腺可疑结节,超声或 MRI 发现可疑病灶,前列腺特异性抗原(prostate specific antigen, PSA) > 10 ng/mL,

PSA 4~10 ng/mL 且游离 PSA/总 PSA 异常(满足以上 1 项即可)。所有患者术前均无严重或未控制的感染,术前 1 周均无发热,无凝血功能异常或障碍,均已签署前列腺穿刺术知情同意书,均顺利完成穿刺并获得病理结果。

经查询临床资料,本研究 184 例患者穿刺前均完善了前列腺 mpMRI 检查。中山大学附属第七医院使用 GE 3.0T 磁共振机对患者进行 mpMRI 检查,包括 T1WI、T2WI、弥散加权成像(DWI)、动态增强成像(DCE)等基础和功能序列,采用固定机器、固定参数、固定流程进行 MRI 检查。放射科正高级主任医师及前列腺影像组成员对每份 mpMRI 进行集体阅片,并根据前列腺影像报告和数据评分系统(prostate imaging reporting and data system, PI-RADS)v2.1 版进行评分,对每个可疑病灶记录其大小、位置,描述各序列表现,并给出 PI-RADS 评分。

经查询临床资料,本研究 184 例患者中穿刺病理结果为恶性的患者,其病理类型均为前列腺腺泡细胞癌,无其他病理类型的 PCa。病理报告详细给出了每针组织的病理结果及类型,PCa 组织病理学分级采用 Gleason 评分系统:Gleason 评分 ≥ 7 为临床显著性前列腺癌(clinical significant prostate cancer, csPCa),Gleason 评分 ≤ 6 为临床非显著性前列腺癌(clinical insignificant prostate cancer, cisPCa)。

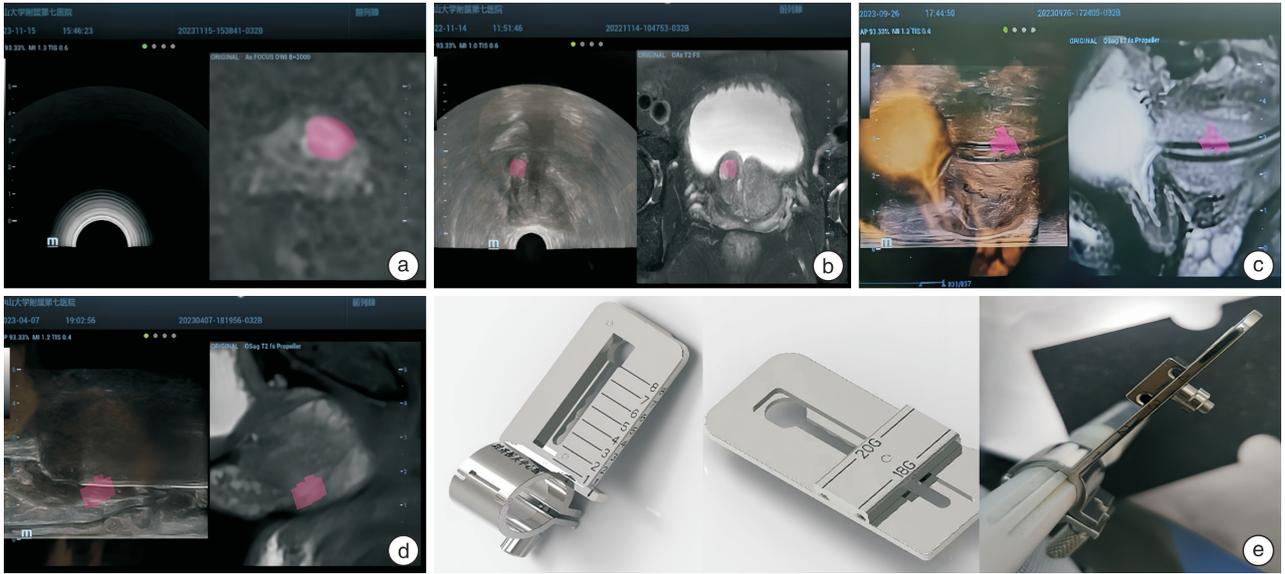
1.2 手术方法

中山大学附属第七医院泌尿外科由固定医师采用标准化流程进行前列腺穿刺术,每位患者均进行靶向穿刺+12 针系统穿刺。靶向穿刺方法主要包括迈瑞 R9 磁导航系统引导的经会阴图像融合前列腺靶向穿刺和传统超声系统引导的经直肠认知融合前列腺靶向穿刺。所有患者术前均使用消毒剂对会阴部进行消毒,其中经直肠穿刺的患者术前常规进行肠道准备,并预防性使用抗菌药物,经会阴穿刺的患者术前不使用抗菌药物。穿刺器械均为 18G、25 cm 细针穿刺,穿刺引导架均为锚定在超声探头上的金属穿刺架。

1.2.1 迈瑞 R9 磁导航系统引导的经会阴图像融合前列腺穿刺术 迈瑞 R9 超声机内置磁共振超声图像融合系统,可以选择球形、椭球型或手动描绘工具对前列腺靶区进行勾勒(图 1a)。在磁导航定位仪的辅助下,将导入的 mpMRI 图像数据(DICOM 格式)与实时的超声图像配准(图 1b),并可使用其他多个序列进行微调,从而实现满意的融合效果(图 1c)。穿刺过程中,患者取标准或高腿截石位,肛门对准手术床中线,两侧腿架外展相同角度等高放置,保证患者双腿等高对称摆放。使用胶布

悬吊阴囊及阴茎,充分显露会阴部皮肤。将双平面探头(实时探头)置入直肠内,旋转探头至显示前列腺靶区图像,通过穿刺架上对应距离的穿刺孔插入 18G 细针穿刺针,对前列腺靶区进行 1~3 针靶向穿刺(图 1d、e),标本放入同一个福尔马林标本瓶。靶向穿刺后再进行经会阴 12 针前列腺系统穿刺,

针道分布均采用经典的 6 分区法(图 2),即将前列腺的左右侧叶分别分成内、中、外 3 个区域,在每个区域内分别对前列腺的移行带(transitional zone, TZ) 和外周带(peripheral zone, PZ) 进行穿刺(图 3)。



a:前列腺靶区勾勒;b:前列腺 mpMRI 与超声实时图像配准;c:配准及微调后获得满意的前列腺 mpMRI-超声融合图像;d:在融合图像引导下对前列腺外周带靶区进行穿刺;e:双平面探头使用的金属穿刺架及其与探头的锚定。

图 1 迈瑞 R9 磁导航系统的前列腺 mpMRI 与超声图像融合步骤和靶向穿刺

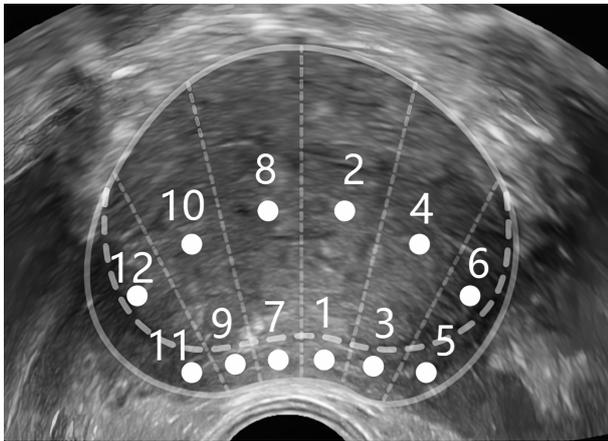
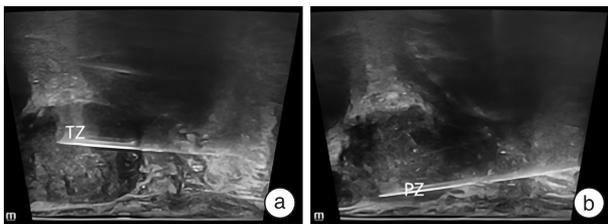


图 2 经会阴前列腺系统穿刺的 6 分区法及针道分布



a:对 TZ 进行穿刺;b:对 PZ 进行穿刺。

图 3 经会阴前列腺系统穿刺

1.2.2 传统超声引导的经直肠认知融合前列腺穿刺术 中山大学附属第七医院泌尿外科使用飞利浦 CX50 超声机及配备的凸阵探头进行经直肠前列腺穿刺术,同样已形成标准化手术流程。术前由科室正高级主任医师带领科室医师对前列腺 mpMRI 图像及报告进行阅读,确定靶向穿刺区域,后由泌尿外科专职前列腺穿刺医师在超声图像引导下寻找认知中的该靶区,从而进行认知融合前列腺靶向穿刺,之后进行经直肠 12 针前列腺系统穿刺。穿刺时患者取左侧屈膝卧位,常规进行肛门周围及直肠内消毒,并使用复方利多卡因乳膏 30 g 进行直肠内表面麻醉。

1.3 观察指标

一般临床资料:患者的年龄、前列腺体积(以前列腺 MRI 报告的数据为准,前列腺体积=左右径×上下径×前后径×0.52)、总前列腺特异性抗原(total prostate specific antigen, tPSA)、前列腺可疑结节数量、PI-RADS≥3 分结节数量(以前列腺 MRI 报告为准)、前列腺靶向穿刺针数。前列腺穿刺病理资料:病理性质(良性、恶性),Gleason 评分。穿刺后并发症:观察穿刺后患者是否出现明显肉眼血尿、发热、尿潴留、穿刺部位疼痛、下尿路刺激

症状。

1.4 统计学方法

采用 SPSS 27.0 软件对数据进行统计学分析。计量资料以 $\bar{X} \pm S$ 表示,比较采用 t 检验。计数资料以频数或百分数表示,比较采用 χ^2 检验。以 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 一般临床资料的比较

本研究共纳入患者 184 例,其中病例组 68 例,对照组 116 例。2 组患者年龄、前列腺体积、tPSA、PI-RADS ≥ 3 分结节数量、PI-RADS 评分、前列腺靶向穿刺针数比较,差异均无统计学意义 ($P >$

0.05),见表 1。

2.2 穿刺病理结果的比较

病例组靶向穿刺 PCa 检出率及 csPCa 检出率均高于对照组,差异有统计学意义 ($P < 0.05$)。2 组靶向+系统穿刺的总体 PCa 检出率及 csPCa 检出率差异均无统计学意义 ($P > 0.05$)。见表 2。

2.3 穿刺术后并发症的比较

病例组术后并发症发生率显著低于对照组 ($P < 0.05$),部分患者出现不止 1 种并发症。单独比较每种并发症发生情况时,除下尿路刺激症状外,病例组发生率均更低,但 2 组间差异均无统计学意义 ($P > 0.05$),见表 3。

表 1 2 组患者一般临床资料比较

例(%), $\bar{X} \pm S$

指标	病例组(68 例)	对照组(116 例)	t/χ^2	P 值
年龄/岁	68.19 \pm 10.94	70.65 \pm 10.02	-1.518	0.131
前列腺体积/mL	44.32 \pm 15.85	45.08 \pm 17.64	-0.301	0.764
tPSA/(ng/mL)	12.62 \pm 10.38	11.78 \pm 13.20	0.469	0.640
PI-RADS ≥ 3 分结节/个	1.23 \pm 0.95	1.19 \pm 1.03	0.267	0.790
PI-RADS 评分			0.265	0.607
3 分	29(42.6)	45(38.8)		
4~5 分	39(57.4)	71(61.2)		
靶向穿刺针数/针	2.13 \pm 1.18	2.06 \pm 1.26	0.379	0.705

表 2 2 组患者穿刺病理结果比较

例(%)

组别	例数	总体结果(靶向+系统)		靶向结果	
		PCa	csPCa	PCa	csPCa
病例组	68	31(45.59)	26(38.24)	29(42.65)	25(36.76)
对照组	116	52(44.83)	43(37.07)	32(27.59)	26(22.41)
χ^2		0.01	0.03	4.39	4.41
P 值		0.92	0.88	0.04	0.04

表 3 2 组并发症发生情况比较

例(%)

组别	例数	明显肉眼血尿	发热	尿潴留	穿刺部位疼痛	下尿路刺激症状	出现并发症例数
病例组	68	3(4.41)	1(1.47)	1(1.47)	2(2.94)	2(2.94)	7(10.29)
对照组	116	8(6.90)	9(7.76)	4(3.45)	6(5.17)	5(4.31)	27(23.28)
χ^2		0.47	3.30	0.63	0.51	0.22	4.80
P 值		0.72	0.14	0.74	0.73	0.95	0.03

3 讨论

前列腺穿刺活检作为 PCa 诊断的金标准,是各大医院泌尿外科的重要日常工作。随着医学的不断发展和设备的不断研发,前列腺穿刺术也在持续发展,目前主流的前列腺穿刺方式主要包括经会阴及经直肠 2 种途径,经会阴前列腺穿刺因其并发症发生率低,已逐渐取得越来越多泌尿外科医师的认可^[7]。基于 mpMRI 的经会阴前列腺靶向穿刺可以实现更少的穿刺针数,降低 cisPCa 的检出率,

在前列腺前部及尖部组织的穿刺中具有重要价值^[8]。时至今日,部分医院已经开展了 mpMRI-超声图像融合引导的经会阴前列腺靶向穿刺术,但因为该项技术所需设备昂贵、技术难度较大,学习曲线长,限制了其进一步推广,缺乏广泛的临床应用经验。

中山大学附属第七医院泌尿外科引进了迈瑞 RESONA R9 超声系统,该系统专为影像学融合及靶向穿刺而设计,具有目前业界较高的分辨率,内

置了图像融合靶向穿刺的操作系统。该机配备创新性线阵+凸阵超声探头,可通过探头上的按键实现快速切换,分别从矢状面及横截面观察前列腺组织。将空间定位器与超声探头绑定,在磁导航定位器的配合下可实现超声图像与 MRI 图像的空间配准、同步显示。使用该机器进行融合穿刺,需要临床医师具备较为扎实的影像学基础和超声使用能力,学习周期相对较长。

本研究通过将 mpMRI-超声图像融合引导下经会阴前列腺穿刺术与认知融合超声引导下经直肠前列腺穿刺术的 2 组临床资料进行对比,发现在靶向穿刺时经会阴 mpMRI-超声图像融合前列腺穿刺术具有更高的 PCa 检出率,同时具有更高的 csPCa 检出率。究其原因,MRI 具有优异的软组织分辨率,尤其适合辨别前列腺内部的组织结构,对前列腺疾病进行鉴别。基于 MRI 的 mpMRI 通过将高分辨率 T1WI、T2WI 联合 DWI、DCE 等功能序列,可明显提高 PCa 诊断的灵敏度和特异度,是目前公认的诊断 PCa 最好的影像学检查方法^[9]。一项纳入 29 项大宗临床研究共 8 503 例接受前列腺穿刺活检患者的 meta 分析结果显示,mpMRI 诊断 PCa 的合并灵敏度为 87% (95% CI: 81% ~ 91%),合并特异度为 68% (95% CI: 56% ~ 79%)^[10]。此外,关于诊断 csPCa 的 meta 分析发现,mpMRI 在 PCa 和 csPCa 诊断中的阴性预测值分别为 82.4% 和 88.1%^[11],从而避免了对 cisPCa 的过度穿刺。mpMRI-超声图像融合靶向穿刺引入了 mp-MRI 高分辨率的优势,同时又具有超声实时显像的便捷,非常有利于提高前列腺靶向穿刺的准确度^[12-15]。而认知融合引导下的穿刺,需要术者记忆 MRI 图像的可疑靶区,术中不断调整超声探头来寻找与之对应的超声图像位置,不仅对术者的临床能力和技术要求较高,也更容易受客观环境影响而导致准确度下降^[12,16]。

本研究还发现,虽然靶向穿刺时经会阴图像融合穿刺方式拥有更高的 PCa 检出率,但仍然有 2 例 PCa 患者的靶向穿刺未能检出 PCa,其中 1 例为 csPCa。其可能原因是,虽然现有的 mpMRI-超声图像融合技术极大地提高了靶向穿刺的准确度,但并非所有 PCa 均在 mpMRI 或超声图像上具有明显的影像学表现,可能存在部分影像学阴性 PCa^[17]。此外,我们发现在系统联合靶向总体穿刺时,2 种方法对 PCa 及 csPCa 的检出率差异均无统计学意义。其可能原因在于,传统系统性穿刺活检术作为 PCa 诊断的金标准,已经过长时间的临床验证,其穿刺路径和针数设计已能够覆盖前列腺的大部分区域,从而确保较高的检出率。而影像融合及认知融合的靶向穿刺活检术理论上能够减少不

必要的穿刺针数,提高穿刺的准确性,更重要的是提高 csPCa 的检出率。此外,PCa 的病灶分布和大小具有较大个体差异,且部分病灶在影像学上可能并不明显,导致靶向穿刺难以完全覆盖所有可疑区域。与我们的研究结果一致,Monda 等^[18]对 510 例患者的前列腺穿刺结果对比分析发现,mpMRI-超声图像融合穿刺阳性率与认知融合阳性率差异无统计学意义(57.8% vs 53.7%)。国内学者黄尚等^[19]对 102 例疑似 PCa 的患者进行回顾性分析发现,影像融合及认知融合的前列腺靶向穿刺活检术联合传统系统性穿刺活检术对 PCa 的检出率差异无统计学意义。因此,系统穿刺仍然具有重要价值,特别是对于无法开展图像融合靶向穿刺的基层单位。这一观点与目前国际上的一些研究结论一致。Marra 等^[20]的经会阴图像融合前列腺穿刺的研究发现,如果仅进行靶向穿刺而不进行系统穿刺,将会遗漏 17.4% 的 csPCa。因此,对于 PI-RADS 评分 ≥ 3 分的患者,靶向穿刺联合系统穿刺活检可能是更好的方案,既能提高 PCa 特别是 csPCa 的检出率,又能提供更为准确的 Gleason 评分和原发肿瘤分期,从而指导治疗方案的选择。另外,本研究中的系统穿刺均为 12 针穿刺,相较于 6 针穿刺具有更高的 PCa 检出效能,弥补了靶向穿刺的漏诊,这可能也是病例组和对照组在系统联合靶向穿刺时的 PCa 和 csPCa 检出率差异无统计学意义的原因之一。

本研究对穿刺术后患者观察发现,病例组术后并发症总体发生率显著低于对照组。其原因可能为:①经会阴途径穿刺时,穿刺针与尿道走行方向相对水平,因此降低了损伤尿道的概率,从而减少了肉眼血尿、尿潴留及尿路刺激症状的发生率。相比之下,经直肠途径穿刺时,穿刺针可能更容易刺破尿道或膀胱,导致血尿、尿潴留及尿路刺激症状的发生。②病例组经会阴途径穿刺为更为清洁的途径,会阴部皮肤的消毒比直肠消毒容易而且确切,因此术后出现发热的可能性也极小。经直肠途径穿刺时,可能会将直肠内的致病菌带入前列腺组织内,从而增加引发急性前列腺炎或泌尿系感染的概率,导致发热等感染性并发症的发生。③本研究中经会阴途径穿刺患者采用全身麻醉,因此患者感受到的疼痛程度较低。经直肠途径穿刺为局部表面麻醉下进行,由于直肠黏膜较为敏感,且穿刺过程中可能刺激直肠壁,导致患者感受到较为明显的疼痛。

本研究团队由固定医师进行包括图像融合穿刺在内的前列腺穿刺术,因此本研究避免了因不同医师临床技术参差不齐、MRI 读片习惯不同带来的系统误差。但在融合穿刺过程中,前列腺组织因

为探头的挤压会产生不同程度的形变,患者术中的体位与 MRI 检查时的体位并不能完全一致,导致 R9 超声机实时显示的超声图像与 MRI 图像不能在全部位点实现完美融合,这是该项技术目前存在的不足。另外,本研究目前仅纳入单个医疗中心的数据及临床资料,样本量有限,因此具有一定的局限性,但前列腺穿刺活检作为重要的 PCa 确诊手段,值得开展更多更好的临床研究。

综上所述,经会阴 mpMRI-超声图像融合前列腺穿刺术较经直肠认知融合前列腺穿刺术可进一步提高靶向穿刺的准确度,且具有更好的安全性。现阶段前列腺靶向穿刺联合系统穿刺能够避免个别 csPCa 患者的漏诊,可能是前列腺穿刺活检更好的方案。

利益冲突 所有作者均声明不存在利益冲突

参考文献

- [1] Siegel RL, Giaquinto AN, Jemal A. Cancer statistics, 2024[J]. *CA Cancer J Clin*, 2024, 74(1):12-49.
- [2] Bray F, Laversanne M, Sung H, et al. Global cancer statistics 2022: GLOBOCAN estimates of incidence and mortality worldwide for 36 cancers in 185 countries[J]. *CA Cancer J Clin*, 2024, 74(3):229-263.
- [3] Wei WQ, Zeng HM, Zheng RS, et al. Cancer registration in China and its role in cancer prevention and control[J]. *Lancet Oncol*, 2020, 21(7):e342-e349.
- [4] Sekhoacha M, Riet K, Motloung P, et al. Prostate cancer review: genetics, diagnosis, treatment options, and alternative approaches[J]. *Molecules*, 2022, 27(17):5730.
- [5] Liu JZ, Dong L, Zhu YJ, et al. Prostate cancer treatment-China's perspective[J]. *Cancer Lett*, 2022, 550: 215927.
- [6] Kaplan I, Oldenburg NE, Meskell P, et al. Real time MRI-ultrasound image guided stereotactic prostate biopsy[J]. *Magn Reson Imaging*, 2002, 20(3):295-299.
- [7] You CY, Li XH, Du YL, et al. The microultrasound-guided prostate biopsy in detection of prostate cancer: a systematic review and meta-analysis[J]. *J Endourol*, 2022, 36(3):394-402.
- [8] 胡隽,赵晓东,周昱霖,等. 人工智能引导影像融合辅助经会阴前列腺穿刺活检临床研究[J]. *中华男科学杂志*, 2023, 29(8):729-735.
- [9] Cornford P, van den Bergh RCN, Briers E, et al. EAU-EANM-ESTRO-ESUR-ISUP-SIOG guidelines on prostate cancer-2024 update. part I: screening, diagnosis, and local treatment with curative intent[J]. *Eur Urol*, 2024, 86(2):148-163.
- [10] Schroeder DW, Foster BR, Young DJ, et al. Targeted biopsy of the prostate[J]. *Abdom Radiol(NY)*, 2024.
- [11] Falagario UG, Pellegrino F, Fanelli A, et al. Prostate cancer detection and complications of MRI-targeted prostate biopsy using cognitive registration, software-assisted image fusion or in-bore guidance: a systematic review and meta-analysis of comparative studies[J]. *Prostate Cancer Prostatic Dis*, 2024.
- [12] Wei JT, Barocas D, Carlsson S, et al. Early detection of prostate cancer: AUA/SUO guideline part II: considerations for a prostate biopsy[J]. *J Urol*, 2023, 210(1):54-63.
- [13] Blas L, Shiota M, Tsukahara S, et al. Fusion-targeted biopsy significantly improves prostate cancer detection in biopsy-naïve men[J]. *Int J Urol*, 2023, 30(7): 600-604.
- [14] 杨景,封溟,夏晗,等. 对比 MRI-经直肠超声软件融合导航穿刺与认知融合导航穿刺检出前列腺癌效果[J]. *中国介入影像与治疗学*, 2024, 21(7):403-407.
- [15] 梁健,何京伟,关文峰,等. 多参数 MRI 与超声认知融合引导下前列腺靶向穿刺的前瞻性研究[J/OL]. *中华腔镜泌尿外科杂志(电子版)*, 2023, 17(6): 558-562.
- [16] 聂军,罗卫平,李栋,等. MRI 引导下软件融合与认知融合穿刺活检对 PSA<20 ng/mL 患者前列腺癌检出率比较研究[J]. *放射学实践*, 2023, 38(10):1297-1302.
- [17] 施云峰,曹锴,刘晓武,等. 认知融合 MRI 和超声引导靶向穿刺在前列腺前部肿瘤诊断中的临床应用[J]. *临床泌尿外科杂志*, 2023, 38(4):251-254.
- [18] Monda SM, Vetter JM, Andriole GL, et al. Cognitive versus software fusion for MRI-targeted biopsy: experience before and after implementation of fusion[J]. *Urology*, 2018, 119:115-120.
- [19] 黄尚,毕学成,李腾,等. 认知融合及影像融合在前列腺穿刺活检中的应用[J]. *临床泌尿外科杂志*, 2020, 35(7):557-561.
- [20] Marra G, Ploussard G, Futterer J, et al. Controversies in MR targeted biopsy: alone or combined, cognitive versus software-based fusion, transrectal versus transperineal approach? [J]. *World J Urol*, 2019, 37(2): 277-287.

(收稿日期:2024-09-14)