

# 前列腺融合穿刺活检技术的临床应用进展

李海顺, 郑立民\*, 严 雄

昆明医科大学第五附属医院泌尿外科, 云南 个旧

收稿日期: 2024年3月1日; 录用日期: 2024年3月25日; 发布日期: 2024年4月3日

## 摘 要

前列腺穿刺活检是前列腺癌诊断的金标准。近年来, 随着多种新型影像学技术及穿刺设备的快速发展, 融合穿刺技术有了巨大进步, 本文旨在阐述不同的前列腺融合穿刺活检方式, 分析优缺点, 综述近年来出现的前列腺融合穿刺活检技术及其在临床应用的进展。

## 关键词

前列腺癌, 融合穿刺, 多参数磁共振成像

# Progress in Clinical Application of Prostate Fusion Puncture Biopsy Technique

Haishun Li, Limin Zheng\*, Xiong Yan

Department of Urology, The Fifth Affiliated Hospital of Kunming Medical University, Gejiu Yunnan

Received: Mar. 1<sup>st</sup>, 2024; accepted: Mar. 25<sup>th</sup>, 2024; published: Apr. 3<sup>rd</sup>, 2024

## Abstract

Prostate biopsy is the gold standard for the diagnosis of prostate cancer. In recent years, with the rapid development of various new imaging technologies and puncture instruments, fusion puncture has made great progress. The purpose of this paper is to describe different methods of prostate fusion biopsy and analyze their advantages and disadvantages. This article reviews the progress and clinical application of prostate fusion biopsy technique in recent years.

## Keywords

Prostate Cancer, Fusion Puncture, Multi-Parameter Magnetic Resonance Imaging

\*通讯作者。

Copyright © 2024 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

## 1. 引言

前列腺癌(Prostate Cancer, PCa)是老年男性最常见的恶性肿瘤之一,近年来在全球范围内其发病率呈上升趋势[1]。随着人口老龄化、生活方式和饮食习惯的改变、医疗水平的提高,近年来我国 PCa 发病率呈持续上升,我国 70 岁以上男性的 PCa 发病率居男性泌尿生殖系统肿瘤发病率首位,严重影响我国老年男性的健康[2]。2016 年我国前列腺癌发病率为 11.05/10 万,死亡率为 4.75/10 万,2000 年至 2016 年我国前列腺癌发病率平均年增长 7.1%,死亡率平均年增长 4.6% [2]。我国大多数患者确诊为 PCa 时,已经进入晚期,错过了最佳的治疗期。因此 PCa 的早期诊断及手术是最有效的治疗方法[3]。目前诊断 PCa 的方法包括直肠指检(digital rectal examination, DRE),前列腺特异性抗原(prostate specific antigen, PSA),经直肠超声(transrectal ultrasound, TRUS)和多参数磁共振成像(multi-parameter magnetic resonance imaging, mpMRI),但 PCa 的确诊仍需前列腺穿刺活检[4]。由于前列腺穿刺属于有创操作,如何在尽量减少穿刺针数的同时提高诊断效率一直是研究的重点。近年来,随着各种更高效的影像技术及穿刺仪器的出现,前列腺融合穿刺技术得到很大的提高。本文主要对近年来出现的前列腺融合穿刺活检方式及其临床应用进行综述。

## 2. 基于 mpMRI 的前列腺靶向穿刺活检

随着各种更高效的影像技术及穿刺仪器的出现,以 mpMRI 基础的融合穿刺正在成为近年来前列腺穿刺活检术的研究热点。mpMRI 是目前公认的诊断 PCa 的最佳影像技术, Katelaris 等[5]研究发现 mpMRI 诊断 PCa 的灵敏度为 85%~90%,特异度为 88%~100%。目前,基于 mpMRI 的前列腺融合靶向穿刺术主要有四种方式,即 MRI-MRI 融合、mpMRI-TRUS 软件融合、mpMRI-TRUS 磁导航融合和认知融合。

### 2.1. MRI-MRI 融合: mpMRI 实时引导下的前列腺靶向穿刺活检

在 mpMRI 成像指导下使用无磁活检针直接获取组织样本。这种穿刺方式能够实时准确定位并发现微小病灶,针数少,漏诊率低(6%~10%),可以有效的减少对无临床意义前列腺癌(clinically insignificant prostate cancer, CiPCa)的检出率,提高有临床意义前列腺癌(clinically significant prostate cancer, CsPCa)的检出率[6] [7]。Sadhna 等[6]研究表明 mpMRI 直接引导下的靶向活检漏诊率仅有 6%~10%。但是 mpMRI 检查费用昂贵,而且不能有任何金属。非金属的活检针、麻醉针等设备制造困难、价格昂贵。mpMRI 实时引导的操作时长、无菌难以保证,这使得这种穿刺技术在临床诊疗中受到极大的限制[8]。

### 2.2. mpMRI-TRUS 软件融合

mpMRI-TRUS 软件融合靶向穿刺是将 mpMRI 的前列腺三维体积数据导入超声设备内自带的融合软件,通过外置定位架及步进器(Stepper)在超声图像上绘制前列腺的轮廓,并通过软件将二者的前列腺轮廓融合,可以对超声图像上可疑癌病灶进行准确定位和实施穿刺[9]。比较常用的融合软件有 Predictive Fusion<sup>®</sup> (BK)、Urostation (Koelis)以及 UroNav (Philips), mpMRI-TRUS 软件融合较明显地提高了穿刺的准确性,而且对穿刺医师的读片能力要求较低。但是软件融合绘制前列腺轮廓比较繁琐,穿刺时间较长,这使其诊断效率大大降低[10]。而且软件融合靶向穿刺需要专业的软件来绘制前列腺可疑病灶的位置,这也使软件融合穿刺在临床应用中受到很大的限制。研究表明,尽管软件融合靶向穿刺可以借助软件进行

定位,但由于软件参数、数值设定等因素的影响,仍存在定位偏差的风险[11]。

### 2.3. mpMRI-TRUS 磁导航融合

MpMRI-TRUS 磁导航融合是指通过嵌入超声诊断仪的融合软件,将 mpMRI 图像导入超声诊断仪,进入导航模式,通过安装在超声探头上的电磁传感器和虚拟导航系统的电磁转换器来对前列腺可疑病灶进行定位追踪,将超声图像与 mpMRI 图像匹配完全,穿刺医师移动超声探头时,mpMRI 的图像都会与超声图像实时链接,在超声引导下对 mpMRI 图像上可疑病灶进行穿刺。该方法相比软件融合具有穿刺时间较短、操作较简便以及不需要外置定位架等优点。Zhang 等[12]研究表明,磁导航融合穿刺可提高中高危 PCa 的检出率,对 PI-RADS 评分为 5 分和 4 分的病灶检出率分别为 80.49% 和 65.62%。然而 mpMRI-TRUS 磁导航融合穿刺设备在短时间内还不能广泛推广,这在一定程度上限制了其临床应用。

### 2.4. mpMRI-TRUS 认知融合

认知融合靶向穿刺并不通过软件进行影像融合,而只是通过操作者视觉估计,在 mpMRI 成像中确定可疑病灶的位置,在脑海中形成一个明确的定位,并将此位置转换为 TRUS 引导穿刺活检时的进针策略,进行前列腺融合靶向穿刺,完成活检[13] [14]。认知融合穿刺耗时短,成本较低,既不需要额外的硬件设备和软件,又可以同时完成靶向联合系统穿刺。认知融合穿刺更适应我国现状,值得临床推广应用。但是认知融合靶向穿刺对穿刺医师的 mpMRI 图像及 TRUS 图像上可疑病灶的三维定位能力有较高要求。当前列腺病灶体积过小或病灶位于耻骨联合后方腹侧时,认知融合靶向穿刺的具有较高的难度以及较低的成功率[15]。

系统评价显示,上述四种融合靶向穿刺方式对 PCa 检出率并无明显差异[16] [17] [18],均是穿刺医师可以考虑选择的融合靶向穿刺方式。

## 3. PSMA-PET/CT 基础上的前列腺穿刺活检

近年来,随着 PSMA-PET/CT 的发展和应用,PSMA-PET/CT 成像受到越来越多的关注。前列腺癌组织中 PSMA 的表达是正常细胞的 1000 倍以上。<sup>68</sup>Ga-PSMA-PET 与 TRUS 融合方法与 mpMRI-TRUS 影像融合相同,由于 PSMA 对在 PCa 诊断中的高准确率,使其检出率进一步提高[19]。Lopci 等[20]对 45 例既往前列腺活检阴性、MRI 阴性或不明确或存在 MRI 禁忌症的患者行 <sup>68</sup>Ga-PSMA-PET/CT 检查,其中 25 例影像学阳性病变的患者在 PSMA-PET/TRUS 融合引导下进行前列腺融合靶向穿刺活检,PCa 检出率达 44%。对于高度怀疑 PCa 的患者,可显著提高前列腺穿刺活检的诊断率[21]。有研究表明,对于血清 tPSA 4~20 ng/ml,PSMA-PET/CT 对 PCa 及 CsPCa 的检出率不劣于 mpMRI,对于有 mpMRI 检查禁忌的患者,更能显示 PSMA-PET/CT 的优势[22]。由于 PSMA-PET/CT 高昂的检查费用和设备技术等普及因素的影响,基于 PSMA-PET/CT 的前列腺穿刺活检相关的前瞻性临床研究并不多,目前尚缺少对于 mpMRI-TRUS 靶向穿刺与 PSMA-PET/CT-TRUS 靶向穿刺两种方式的直接比较研究。基于 PSMA-PET/CT 较高的检查费用,目前各类指南并不推荐 PSMA-PET/CT 作为前列腺穿刺前的检查,PSMA-PET/CT 引导下的融合靶向穿刺在临床上难以广泛应用,但随着检查费用的降低,该引导方式具有巨大的潜在应用价值。

## 4. 前列腺穿刺机器人

随着人工智能在医学领域的不断发展,机器人辅助 mpMRI 引导的前列腺穿刺活检逐渐成为前列腺融合靶向穿刺的研究热点。机器人可以减少人为因素干扰、提高穿刺阳性率,同时对晚期患者进行局部消融和近距离放射治疗,是未来前列腺穿刺活检与治疗的新方向。前列腺穿刺机器人使穿刺更标准和规范,使穿刺过程更加精确与便捷[23]。前列腺穿刺机器人主要有 Biobot、Artemis、Trinity 三种。Biobot 可以

根据前列腺的长度和体积自动为每个患者进行活组织检查。Biobot 使用双锥形的穿刺模型来确保通过最少量皮肤穿刺点进入前列腺，所有的针道都通过一个枢轴点在 1 个前列腺叶内，仅需两个皮肤穿刺点即可完成融合穿刺。Artemis 的应用需要积累一定的病例，以提高融合穿刺的准确性。Trinity 拥有器官追踪融合技术，可识别和补偿在穿刺过程中前列腺的变形及病灶的移位，提高对目标病灶的融合穿刺阳性率[24]。

近年来，中山医院泌尿外科团队创新研发了一款前列腺穿刺机器人，这款穿刺机器人可以在穿刺前通过软件计算精准规划穿刺点、进针角度和进针深度，保证针道直达病灶。同时，系统穿刺时 12 个针道均匀分布，在理论上可显著提高前列腺癌的检出率，并可避免损伤直肠和尿道。此外，机器人穿刺时可根据内部参数系统自动校正偏差，补偿穿刺时前列腺移位导致的定位误差，还可模拟人工操作，仅需一个穿刺点即可完成融合穿刺[25]。

## 5. 小结与展望

前列腺融合穿刺活检技术一直在进步。尽管靶向穿刺对有 CsPCa 的检出率高于系统活检，但是目前单独的靶向穿刺不能取代系统穿刺。前列腺融合穿刺活检技术的应用前景广阔，随着 PSMA-PET/CT、PET/MRI 等更高效的影像诊断技术和更先进前列腺穿刺机器人的加入，前列腺融合穿刺的价值将在临床上得到更好的发挥，靶向穿刺也将逐步取代系统穿刺。

## 参考文献

- [1] Sung, H., Ferlay, J., Siegel, R.L., *et al.* (2021) Global Cancer Statistics 2020: GLOBOCAN Estimates of Incidence and Mortality Worldwide for 36 Cancers in 185 Countries. *CA: A Cancer Journal for Clinicians*, **71**, 209-249. <https://doi.org/10.3322/caac.21660>
- [2] Zheng, R., Zhang, S., Zeng, H., *et al.* (2022) Cancer Incidence and Mortality in China, 2016. *Journal of the National Cancer Center*, **2**, 1-9. <https://doi.org/10.1016/j.jncc.2022.02.002>
- [3] 崔超超, 张景良, 焦建华, 王佳, 李泽宇, 杨文辉, 陈舰, 秦卫军. MRI 与 PET/CT 在前列腺穿刺活检中的应用[J]. 微创泌尿外科杂志, 2022, 11(2): 134-138.
- [4] 邹杰鹏, 彭佩丹, 杜跃军, 赵善超. 前列腺穿刺活检方法相关研究进展[J]. 中华男科学志, 2022, 28(2): 167-172.
- [5] Katelaris, N.C., Bolton, D.M., Weerakoon, M., *et al.* (2015) Current Role of Multiparametric Magnetic Resonance Imaging in the Management of Prostate Cancer. *Korean Journal of Urology*, **56**, 337-345. <https://doi.org/10.4111/kju.2015.56.5.337>
- [6] Verma, S., Choyke, P.L., Eberhardt, S.C., *et al.* (2017) The Current State of MR Imaging-Targeted Biopsy Techniques for Detection of Prostate Cancer. *Radiology*, **285**, 343-356. <https://doi.org/10.1148/radiol.2017161684>
- [7] Brown, L.C., Ahmed, H.U., Faria, R., *et al.* (2018) Multiparametric MRI to Improve Detection of Prostate Cancer Compared with Transrectal Ultrasound-Guided Prostate Biopsy Alone: The PROMIS Study. *Health Technology Assessment*, **22**, 1-176. <https://doi.org/10.3310/hta22390>
- [8] 梁亮, 陈兴发. 前列腺精准穿刺的策略与进展[J]. 中国医刊, 2023, 58(6): 586-590.
- [9] Kongnyuy, M., George, A.K., Rastinehad, A.R., *et al.* (2016) Magnetic Resonance Imaging-Ultrasound Fusion-Guided Prostate Biopsy: Review of Technology, Techniques, and Outcomes. *Current Urology Reports*, **17**, Article No. 32. <https://doi.org/10.1007/s11934-016-0589-z>
- [10] Streicher, J., Meyerson, L.B., Karivedu, V., *et al.* (2019) A Review of Optimal Prostate Biopsy: Indications and Techniques. *Therapeutic Advances in Urology*, **11**, 1-8. <https://doi.org/10.1177/1756287219870074>
- [11] 承逸飞, 梁玲辉, 祁峰, 等. 基于双参数磁共振的前列腺经会阴认知融合与软件融合靶向活检对前列腺癌检出率的比较[J]. 中华泌尿外科杂志, 2020, 41(9): 661-666.
- [12] Zhang, Q., Wang, W., Zhang, B., *et al.* (2017) Comparison of Free-Hand Transperineal mpMRI/TRUS Fusion-Guided Biopsy with Transperineal 12-Core Systematic Biopsy for the Diagnosis of Prostate Cancer: A Single-Center Prospective Study in China. *International Urology and Nephrology*, **49**, 439-448. <https://doi.org/10.1007/s11255-016-1484-8>
- [13] 王立鹏, 阳青松, 张威, 王振, 陈玉坤, 陆建平. 多参数磁共振成像在前列腺癌中的诊断价值[J]. 第二军医大学

- 学报, 2019, 40(11): 1236-1241.
- [14] D'Agostino, D., Romagnoli, D., Giampaoli, M., *et al.* (2020) "In-Bore" MRI-Guided Prostate Biopsy for Prostate Cancer Diagnosis: Results from 140 Consecutive Patients. *Current Urology*, **14**, 22-31. <https://doi.org/10.1159/000499264>
- [15] 殷帅涛, 王嘉南, 单磊. 多参数磁共振成像与经直肠超声认知融合技术在前列腺靶向穿刺活检中的应用研究进展[J]. 实用临床医药杂志, 2023, 27(10): 130-133.
- [16] Hamid, S., Donaldson, A.I., Hu, Y., *et al.* (2019) The Smart Target 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. *European Urology*, **75**, 733-740. <https://doi.org/10.1016/j.eururo.2018.08.007>
- [17] Wegelin, O., Exterkate, L., van der Leest, M., *et al.* (2019) The FUTURE Trial: A Multicenter Randomised Controlled Trial on Target Biopsy Techniques Based on Magnetic Resonance Imaging in the Diagnosis of Prostate Cancer in Patients with Prior Negative Biopsies. *European Urology*, **75**, 582-590. <https://doi.org/10.1016/j.eururo.2018.11.040>
- [18] Watts, K.L., Frechette, L., Muller, B., *et al.* (2020) Systematic Review and Meta-Analysis Comparing Cognitive vs. Image-Guided Fusion Prostate Biopsy for the Detection of Prostate Cancer. *Urologic Oncology: Seminars and Original Investigations*, **38**, 734.e19-734.e25. <https://doi.org/10.1016/j.urolonc.2020.03.020>
- [19] Donato, P., Morton, A., Yaxley, J., *et al.* (2020)  $^{68}\text{Ga}$ -PSMA PET/CT Better Characterises Localised Prostate Cancer after MRI and Transperineal Prostate Biopsy: Is  $^{68}\text{Ga}$ -PSMA PET/CT Guided Biopsy the Future? *European Journal of Nuclear Medicine and Molecular Imaging*, **47**, 1843-1851. <https://doi.org/10.1007/s00259-019-04620-0>
- [20] Lopci, E., Saita, A., Lazzeri, M., *et al.* (2018)  $^{68}\text{Ga}$ -PSMA Positron Emission Tomography/Computerized Tomography for Primary Diagnosis of Prostate Cancer in Men with Contraindications to or Negative Multiparametric Magnetic Resonance Imaging: A Prospective Observational Study. *The Journal of Urology*, **200**, 95-103. <https://doi.org/10.1016/j.juro.2018.01.079>
- [21] 刘辰, 刘特立, 谢卿, 等.  $^{68}\text{Ga}$ -PSMA PET/CT 显像在前列腺重复穿刺前对良恶性病变的预判价值[J]. 中华泌尿外科杂志, 2021, 42(9): 712-716.
- [22] 陈舰, 武鹏, 胡伟, 等. 基于多参数磁共振和PSMA PET/CT的前列腺靶向穿刺研究进展[J]. 现代肿瘤医学, 2024, 32(2): 387-391.
- [23] 李有文, 曾涛. 机器人及影像学技术在前列腺穿刺活检中的研究进展[J]. 临床泌尿外科杂志, 2023, 38(4): 315-320.
- [24] 邓益森, 何宇辉, 周晓峰. 前列腺靶向穿刺技术发展概况[J]. 微创泌尿外科杂志, 2018, 7(6): 428-432.
- [25] 郭潇雅. 前列腺穿刺机器人来了[J]. 中国医院院长, 2021, 17(9): 26-27.