

## 前列腺靶向穿刺核心区域的影像特征分析\*

林国文<sup>1</sup> 戴波<sup>1</sup> 叶定伟<sup>1</sup> 朱耀<sup>1</sup> 秦晓健<sup>1</sup> 王弘恺<sup>1</sup>

**[摘要]** 目的:分析多参数磁共振成像(multiparametric magnetic resonance imaging, mpMRI)和超声图像认知融合靶向穿刺的核心区域的影像特征。方法:回顾性分析复旦大学附属肿瘤医院泌尿外科 2022 年 1 月—2023 年 10 月实施前列腺认知融合靶向穿刺联合系统穿刺的 255 例患者临床资料。对比同期 531 例仅行系统穿刺患者,探讨前列腺癌及临床有意义前列腺癌(clinically significant prostate cancer, csPCa)的检出率,分析靶向穿刺的核心区域在 mpMRI 及超声图像上的影像特征。结果:靶向穿刺联合系统穿刺组和仅系统穿刺组患者前列腺癌检出率分别为 82.0%(209/255)和 44.1%(234/531), csPCa 检出率分别为 65.5%(167/255)和 32.6%(173/531), 2 组患者前列腺癌检出率和 csPCa 检出率比较差异均有统计学意义( $P < 0.05$ )。靶向穿刺核心区域在磁共振图像上有 4 种不同的形态特征,分别为不规则形、类椭圆形、类圆形和弯月形,占比分别为 60.0%(153/255)、18.0%(46/255)、12.2%(31/255)和 9.8%(25/255),且不规则形患者的血前列腺特异性抗原(prostate specific antigen, PSA)高于其他 3 种( $P = 0.001$ )。核心区域超声图像形态类似磁共振图像,但边缘较为模糊,且回声性质为低回声区的占比 79.6%(203/255),其余为等回声或高回声区。结论:正确理解前列腺磁共振图像信息以及对靶向穿刺核心区域影像特征的把握,是成功进行前列腺靶向穿刺的关键所在。

**[关键词]** 前列腺癌;靶向穿刺;认知融合;影像特征

**DOI:**10.13201/j.issn.1001-1420.2024.01.010

**[中图分类号]** R737.25 **[文献标志码]** A

## Imaging feature analysis of the core area in prostate targeted biopsy

LIN Guowen DAI Bo YE Dingwei ZHU Yao QIN Xiaojian WANG Hongkai

(Department of Urology, Fudan University Shanghai Cancer Center, Department of Oncology, Shanghai Medical College, Fudan University, Shanghai, 200032, China)

Corresponding author: YE Dingwei, E-mail: dwyeli@163.com

**Abstract Objective:** To analyze the imaging features of the core area in cognitive fusion targeted biopsy using mpMRI and ultrasound images. **Methods:** A retrospective analysis was conducted on the clinical data of 255 patients who underwent prostate cognitive fusion targeted biopsy with a combined system at the Urology Department of Fudan University Shanghai Cancer Center from January 2022 to October 2023. Compared with 531 patients who underwent only systematic biopsy during the same period, the detection rates of prostate cancer and clinically significant prostate cancer(csPCa) were explored, and the morphological characteristics of the core area in targeted biopsy on mpMRI and ultrasound images were evaluated and analyzed. **Results:** The detection rates of prostate cancer in the targeted biopsy combined with systematic biopsy group and the systematic biopsy-only group were 82.0%(209/255) and 44.1%(234/531) respectively, and the csPCa detection rates were 65.5%(167/255) and 32.6%(173/531) respectively, with statistically significant differences in the detection rates of prostate cancer and csPCa between the two groups( $P < 0.05$ ). There were four different morphological characteristics of the targeted biopsy core area in MRI images: irregular, ellipsoid-like, round-like, and crescent, accounting for 60.0%(153/255), 18.0%(46/255), 12.2%(31/255), and 9.8%(25/255) respectively, and the patients with irregular shape had higher blood PSA levels than the other three groups( $P = 0.001$ ). The morphology of the core area in ultrasound images was similar to that in MRI images, but with more blurred edges, and the proportion of hypoechoic areas was 79.6%(203/255), with the rest being isoechoic or hyperechoic. **Conclusion:** Correct understanding of prostate MRI image information and grasping the imaging features of the targeted biopsy core area are key to the successful performance of prostate targeted biopsy.

**Key words** prostate cancer; targeted biopsy; cognitive fusion; imaging features

\*基金项目:上海市医学创新研究专项基金(No:23Y11908800);上海市自然科学基金(No:21ZR1414500)

<sup>1</sup>复旦大学附属肿瘤医院泌尿外科 复旦大学上海医学院肿瘤学系(上海,200032)

通信作者:叶定伟, E-mail: dwyeli@163.com

前列腺穿刺活检是确诊前列腺癌的金标准,在临床诊断中扮演重要角色<sup>[1]</sup>。对于血前列腺特异性抗原(prostate specific antigen, PSA)异常升高的中老年患者,前列腺穿刺活检是进行下一步诊疗决策的关键步骤。直肠超声引导下经会阴或直肠途径的系统穿刺已成为穿刺活检常规技术,近年来随着影像技术的不断进步,特别是多参数磁共振成像(multiparametric magnetic resonance imaging, mpMRI)的广泛应用<sup>[2]</sup>,可以更清晰地显示前列腺及其病灶的位置、形态等特征,为病灶的靶向穿刺提供可视化引导。相比传统前列腺系统穿刺,基于影像引导的可疑病灶靶向穿刺联合系统穿刺能够提高肿瘤的检出率和准确性。但目前针对靶向穿刺核心区域的影像特征描述较少,本文全面分析前列腺靶向穿刺联合系统穿刺患者临床资料,以期探讨靶向穿刺核心区域的影像特征。

## 1 资料与方法

### 1.1 临床资料

收集复旦大学附属肿瘤医院泌尿外科 2022 年 1 月—2023 年 10 月连续实施 255 例前列腺靶向穿刺联合系统穿刺患者临床资料,所有患者均接受术前 mpMRI 检查,并行直肠超声(transrectal ultrasonography, TRUS)检查,其中有 27 例完成前列腺特异性膜抗原配体显像正电子发射计算机断层扫描(prostate specific membrane antigen ligand imaging positron emission tomography/X-ray computed tomography, PSMA PET/CT)检查,随后在直肠超声引导下经会阴前列腺穿刺。纳入标准:①PSA>4 ng/mL;②mpMRI 检查,至少在 T2WI 以及 DWI 2 个参数存在可疑结节且前列腺影像报告与数据系统(Prostate Imaging Reporting and Data System, PI-RADS)评分 $\geq 3$ 分。排除标准:①穿刺活检相关禁忌,如尿路感染、急性前列腺炎、肛周疾病、凝血功能障碍、严重心肺功能不全等;②无法施行 mpMRI 检查或 mpMRI 检查未见可疑结节。同期 531 例仅行系统穿刺患者作为对照组。

### 1.2 mpMRI 检查

所有患者均在穿刺前行 mpMRI 检查。采用 3.0T 高场强 MRI 扫描仪(德国西门子公司)进行前列腺磁共振扫描,使用 32 通道相控表面线圈采集信号,不使用直肠内线圈。序列包括 T1WI、T2WI、弥散加权成像(diffusion weighted imaging, DWI)、动态增强扫描(dynamic contrast enhanced, DCE)图像。结果由 2 名高年资放射诊断科医生独立阅片,并按照 PI-RADS 标准进行评分。

### 1.3 PSMA PET/CT 检查

PSMA 示踪剂由 RDS-Eclipse ST 回旋加速器(德国西门子公司)生产,静脉注射 PSMA 示踪剂,平静休息 60 min,排空膀胱后在 PET/CT 仪上采集图像。结果由 2 名高年资核医学科医生独立阅片,依据前列腺内感兴趣区的 PSMA 最大标准化

摄取值(SUVmax)进行判断,根据既往文献报道,明确可疑区域及其位置。

### 1.4 穿刺方法

由 1 位泌尿外科高年资医生独立完成认知融合靶向穿刺和系统穿刺。患者取截石位,会阴部、肛周消毒后铺巾,经肛门置入 BK8848 双平面直肠超声探头(丹麦 BK Focus 500 超声仪),在会阴部穿刺区域予 1%利多卡因皮下浸润和前列腺周围神经阻滞麻醉。穿刺前仔细阅读 mpMRI 图像资料,完成 PSMA PET CT 检查的患者还需参考该图像信息,辨认可疑病灶,并依据 TRUS 实时超声图像定位病灶,将图像认知融合。采用美国巴德公司生产的一次性 18G 活检针进针,针对靶病灶进行 1~4 针穿刺后,继续行 12~18 针系统穿刺。

### 1.5 活检病理

对所有穿刺标本编号,单针独立送检,10%甲醛固定,制片后由 2 名高年资病理科医生独立阅片判断,必要时施行免疫组化辅助鉴别。Gleason 评分 $\geq 7$ 分诊断为有临床意义前列腺癌(clinical significance prostate cancer, csPca),Gleason 评分 6 分诊断为无临床意义前列腺癌。

### 1.6 统计学方法

采用 SPSS 22.0 统计软件分析数据。符合正态分布的计量资料以  $\bar{X} \pm S$  表示,组间比较采用  $t$  检验;不符合正态分布的计量资料以  $M(P_{25}, P_{75})$  表示,组间比较采用  $U$  检验或方差分析。计数资料采用例(%)表示,比较采用  $\chi^2$  检验。以  $P < 0.05$  为差异有统计学意义。

## 2 结果

### 2.1 2 组患者基线资料比较

2 组患者年龄、穿刺前的 PSA 水平和游离/总 PSA(f/tPSA)比值差异有统计学意义( $P < 0.05$ ),靶向联合系统穿刺组患者年龄偏大,PSA 水平偏高,f/tPSA 比值偏低( $P < 0.05$ )。2 组前列腺体积比较差异无统计学意义,见表 1。

### 2.2 2 组患者穿刺结果比较

2 组患者前列腺癌和 csPca 检出率比较,靶向穿刺联合系统穿刺组 255 例,穿刺阳性率 82.0%,csPca 占比 65.5%;系统穿刺组 531 例,穿刺阳性率 44.1%,csPca 占比 32.6%。2 组患者总体前列腺癌检出率和 csPca 检出率比较差异均有统计学意义( $P < 0.05$ ),见表 2。

### 2.3 靶向穿刺核心区域的影像分析

前列腺靶向穿刺联合系统穿刺 255 例中,可疑病灶均有较为典型的影像学特征,即 T2WI 图像上可疑病灶表现为低信号区,且 DWI 图像上可疑病灶表现为高信号区,PI-RADS 评分均 $\geq 3$ 分,该区域为穿刺靶区。这些靶向穿刺核心区域在磁共振 T2WI 以及 DWI 图像上依据外形轮廓、大小、位置等信息,能够划分为 4 种不同的形态特征,分别为不规

则形、类椭圆形、类圆形、弯月形(图 1)。这 4 种不同形态特征的患者对应的 PSA 水平明显不同,差异有统计学意义,靶区核心区域不规则形患者 PSA 水平最高(表 3)。同时可疑病灶数量还分为单病灶 198 例(77.7%)和多病灶 57 例(22.3%)。

与此同时,TRUS 图像信息上,这些靶区核心

区域超声图像形态类似磁共振图像,但边缘较为模糊,且回声性质差异较大。低回声区有 203 例(79.6%),等回声或高回声区为 52 例(20.4%),可伴有颗粒样钙化回声。本组患者穿刺前完成 PS-MA PET-CT 检查仅 27 例,高摄取区 25 例(92.6%),低摄取区 2 例(7.4%)。

表 1 2 组的基线资料比较

项目	M(P <sub>25</sub> , P <sub>75</sub> )		U	P 值
	靶向穿刺联合系统穿刺组(255 例)	系统穿刺组(531 例)		
年龄/岁	69.0(66.0,73.0)	68.0(62.0,82.0)	47 143.0	0.005
PSA/(ng/mL)	12.4(6.9,33.7)	9.39(5.6,23.1)	64 453.5	<0.001
前列腺体积/mL	35.4(30.0,45.5)	33.8(31.5,52.1)	42 662.0	0.051
f/tPSA	0.12(0.11,0.15)	0.17(0.15,0.19)	53 217.0	<0.001

表 2 2 组的穿刺病理结果比较 例(%)

组别	例(%)	
	前列腺癌	csPCa
靶向穿刺联合系统穿刺组(255 例)	209(82.0)	167(65.5)
系统穿刺组(531 例)	234(44.1)	173(32.6)
$\chi^2$	120.3	141.7
P 值	<0.001	<0.001

2.4 2 组患者穿刺后并发症比较

靶向穿刺联合系统穿刺组血尿发生 25 例,发热 6 例,急性尿潴留 5 例,血精 8 例,菌血症 1 例。系统穿刺组血尿发生 28 例,发热 7 例,急性尿潴留 8 例,血精 10 例。2 组相关并发症发生率比较差异无统计学意义。

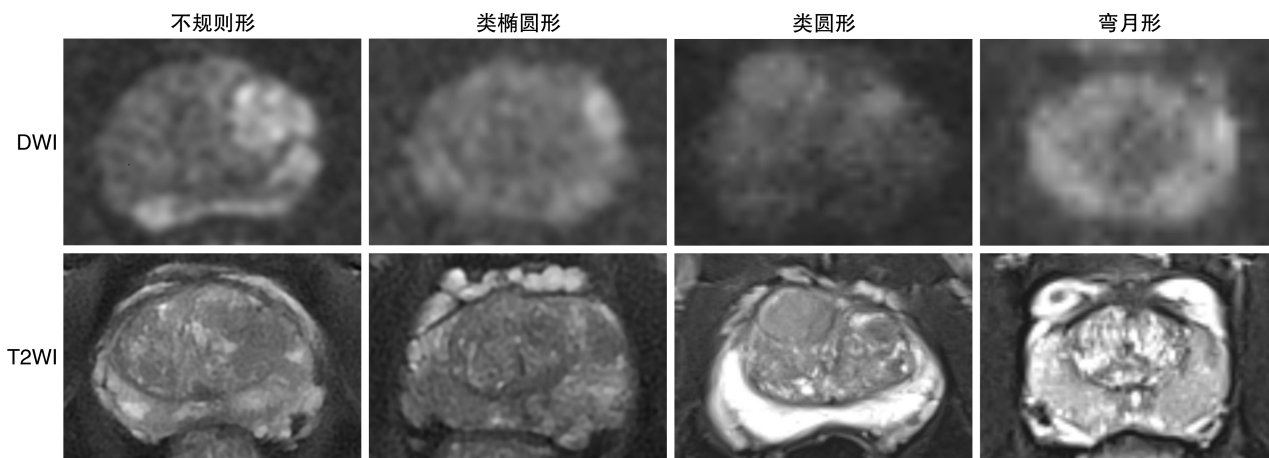


图 1 核磁共振上靶向穿刺核心区域不同的影像形态特征

表 3 靶向穿刺核心区域影像特征

项目	mpMRI 图像上的形态特征				F	P 值
	不规则形	类椭圆形	类圆形	弯月形		
例数	153(60.0)	46(18.0)	31(12.2)	25(9.8)	15.978	0.001
PSA/(ng/mL)	56.8(10.0,67.5)	25.5(7.5,40.2)	28.4(8.5,32.8)	13.8(7.0,19.7)		

3 讨论

前列腺靶向穿刺技术是医学影像学与实践结合的典范。早期手指引导前列腺穿刺因准确性低,并发症较多已很少运用于临床。在引入直肠超声技术后,前列腺穿刺能够实时定位前列腺组织,从而提高活检的准确性和安全性,但存在随机性、漏诊等问题<sup>[3-4]</sup>。近年来,伴随医学影像技术发展,特别是 mpMRI 技术的应用,为前列腺癌的诊

断带来革命性的变化。mpMRI 能够提供更详细、清晰的前列腺图像,使医生能够更精确地定位病变区域,一般认为,mpMRI 与 TRUS 的图像融合是目前最成熟的靶向穿刺引导模式<sup>[5]</sup>。

前列腺靶向穿刺能提高穿刺活检阳性率和 csPCa 的检出率<sup>[6]</sup>。根据 PRECISION 研究<sup>[7]</sup>,实施 mpMRI 检查在首次前列腺穿刺前,可提高 12% 的 csPCa 的检出率,同时减少临床无意义癌的检出



率达 13%。在重复穿刺、前列腺前区穿刺等诸多领域已证明其独特的技术价值<sup>[8-9]</sup>,并引申出不同的改良模式<sup>[10]</sup>,也有学者<sup>[11-13]</sup>探索不同影像组合引导靶向穿刺以期能更好地提高 csPCa 的检出效能,例如 mpMRI 与 PSMA PET CT 结合引导靶向穿刺<sup>[12]</sup>,以及 PSMA PET MR 技术的运用<sup>[13]</sup>。

但不能否认系统穿刺在 csPCa 的检出方面依然发挥重要作用<sup>[14]</sup>。有研究发现,靶向穿刺和系统穿刺中 csPCa 检测差异率为 49.6%,其中 13.9% 的 csPCa 患者仅在系统活检中检测到,35.7% 的 csPCa 患者仅在靶向活检中检测到<sup>[15]</sup>。因此目前主流观点认为靶向穿刺联合系统穿刺是当前最佳的前列腺穿刺策略。本项研究中,相比系统穿刺组,靶向穿刺联合系统穿刺组前列腺癌的检出率提高 37.9%,csPCa 的检出率提高 32.9%,差异有统计学意义。检出效能等于甚至高于以往报道的水平<sup>[16]</sup>,也证明靶向穿刺联合系统穿刺具有很高的临床价值。

可疑病灶核心区域的确切定位是靶向穿刺的技术核心。以往前列腺穿刺的报道更多聚焦于检出效能和方法等方面的比较。鲜有提及靶向穿刺核心区域的磁共振和超声形态特征,而这点恰是定位核心区域的关键所在。磁共振 PI-RADS 评分系统通过标准化的评估,提高前列腺病灶描述的精确性和均质性<sup>[17]</sup>,本项研究中,所有的靶向穿刺患者可疑病灶的 PI-RADS 评分均为 3~5 分,符合典型病灶的信号特征。但信号特征不等于形态特征,恰当的病灶轮廓、大小和个数的描述,结合信号特征能更好地描绘和定位靶向穿刺核心区域。从本项目总结数据来看,靶向穿刺核心区域 4 种不同的类型中,不规则形例数最多,超过其他 3 种类型患者的占比总和,值得关注的是,这类不规则形可疑病灶的患者血 PSA 明显高于其他 3 种类型的患者,提示不规则形可疑病灶可能是肿块增大、疾病发展阶段的形态特征。靶向穿刺时,针对这类型的可疑病灶,建议核心区域需要保证不少于 3 针的靶向穿刺次数,以保证最佳的检出率,同时还要注意多病灶区域的靶向穿刺。而类椭圆形、类圆形、弯月形可疑病灶患者总人数不多,PSA 相比不规则形偏低,这些都提示这类患者可能属于疾病早期阶段。靶向穿刺时,针对这类型的可疑病灶,建议核心区域 1~2 针的穿刺次数。

既往观点认为前列腺癌的超声表现为低回声区<sup>[18]</sup>。本组患者核心区域超声图像有近八成为低回声区,但依然有 20.4% 患者为等回声或高回声区,这部分患者在进行靶向穿刺时因和周边组织回声接近,容易遗漏,需要穿刺前仔细核对磁共振图像,明确靶区的位置、外形特征等要素。PSMA PET-CT 是新兴技术,在诊断 csPCa 方面,其灵敏度、特异度、阳性预测值以及阴性预测值分别高达 96%、81%、89%和 93%<sup>[19]</sup>。在国内,PET 与 MRI

融合引导的前列腺靶向穿刺也在同步进行研究。根据 Liu 等<sup>[20]</sup>的研究,他们发现使用 PET 与 MRI 引导进行活检可以显著提升 csPCa 的检出率,结果高达 85.5%。本组患者 PSMA PET-CT 例数较少,且靶区多数为 PSMA 高摄取区,但 PET-CT 图像较难分辨形态特征。

本研究也存在不足之处。首先,本文对靶向穿刺核心区域的形态描述较为简单。对于不同类型的形态特征与临床、病理指标缺少关联分析。其次,本文属于回顾性分析,论证强度不足,且可能存在偏倚,影响结果的可靠性和有效性。后期可考虑设计多中心的前瞻性研究,以评估本文中发现的不同形态特征的核心区域是否与预后和穿刺结果有关联。

靶向穿刺的目标是早期检测出 csPCa,从而为患者带来最大的生存利益。实现前列腺有效靶向穿刺,依赖于对核磁共振图像的理解以及对靶向穿刺核心区域特征的把握。因此,熟练掌握穿刺的基本操作步骤,明确核心区域形态,准确执行技术要领,才是成功进行前列腺靶向穿刺的关键所在。

**利益冲突** 所有作者均声明不存在利益冲突

#### 参考文献

- [1] Sosenko A, Owens RG, Yang AL, et al. Non-infectious complications following transrectal prostate needle biopsy-Outcomes from over 8000 procedures[J]. Prostate Int, 2022, 10(3):158-161.
- [2] Bodar Y, Zwezerijnen B, van der Voorn PJ, et al. Prospective analysis of clinically significant prostate cancer detection with [<sup>18</sup>F]DCFPyL PET/MRI compared to multiparametric MRI: a comparison with the histopathology in the radical prostatectomy specimen, the ProStaPET study[J]. Eur J Nucl Med Mol Imaging, 2022, 49(5):1731-1742.
- [3] Xiang J, Yan H, Li J, et al. Transperineal versus transrectal prostate biopsy in the diagnosis of prostate cancer: a systematic review and meta-analysis [J]. World J Surg Oncol, 2019, 17(1):31.
- [4] Nakanishi Y, Ito M, Fukushima H, et al. Who Can Avoid Systematic Biopsy Without Missing Clinically Significant Prostate Cancer in Men Who Undergo Magnetic Resonance Imaging-Targeted Biopsy? [J]. Clin Genitourin Cancer, 2019, 17(3):e664-e671.
- [5] Schlemmer HP, Krause BJ, Schutz V, et al. Imaging of Prostate Cancer[J]. DtschArztebl Int, 2021, 118(42):713-719.
- [6] Eklund M, Jäderling F, Discacciati A, et al. MRI-Targeted or Standard Biopsy in Prostate Cancer Screening [J]. N Engl J Med, 2021, 385(10):908-920.
- [7] Kasivisvanathan V, Rannikko AS, Borghi M, et al. MRI-Targeted or Standard Biopsy for Prostate-Cancer Diagnosis[J]. N Engl J Med, 2018, 378(19):1767-1777.
- [8] 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.

- [J]. *Nat Genet*, 2021, 53(10):1456-1468.
- [50] Nathanson DA, Gini B, Mottahedeh J, et al. Targeted therapy resistance mediated by dynamic regulation of extrachromosomal mutant EGFR DNA [J]. *Science*, 2014, 343(6166):72-76.
- [51] Haber DA, Schimke RT. Unstable amplification of an altered dihydrofolate reductase gene associated with double-minute chromosomes [J]. *Cell*, 1981, 26(3 Pt 1):355-362.
- [52] Cai M, Zhang H, Hou L, et al. Inhibiting homologous recombination decreases extrachromosomal amplification but has no effect on intrachromosomal amplification in methotrexate-resistant colon cancer cells [J]. *Int J Cancer*, 2019, 144(5):1037-1048.
- [53] Tyler LC, Le AT, Chen N, et al. MET gene amplification is a mechanism of resistance to entrectinib in ROS1+ NSCLC [J]. *Thorac Cancer*, 2022, 13(21):3032-3041.
- [54] Lin C, Chen Y, Zhang F, et al. Encoding gene RAB3B exists in linear chromosomal and circular extrachromosomal DNA and contributes to cisplatin resistance of hypopharyngeal squamous cell carcinoma via inducing autophagy [J]. *Cell Death Dis*, 2022, 13(2):171.
- [55] Zhu Y, Gong L, Wei CL. Guilt by association: EcDNA as a mobile transactivator in cancer [J]. *Trends Cancer*, 2022, 8(9):747-758.
- [56] Lv W, Pan X, Han P, et al. Circle-Seq reveals genomic and disease-specific hallmarks in urinary cell-free extrachromosomal circular DNAs [J]. *Clin Transl Med*, 2022, 12(4):e817.
- [57] Szczesny RJ, Wojcik MA, Borowski LS, et al. Yeast and human mitochondrial helicases [J]. *Biochim Biophys Acta*, 2013, 1829(8):842-853.
- [58] Shoshani O, Brunner SF, Yaeger R, et al. Chromothripsis drives the evolution of gene amplification in cancer [J]. *Nature*, 2021, 591(7848):137-141.
- [59] Yi E, Gujar AD, Guthrie M, et al. Live-Cell Imaging Shows Uneven Segregation of Extrachromosomal DNA Elements and Transcriptionally Active Extrachromosomal DNA Hubs in Cancer [J]. *Cancer Discov*, 2022, 12(2):468-483.

(收稿日期:2023-11-06)

(上接第 57 页)

- [9] Barone B, Napolitano L, Calace FP, et al. Reliability of Multiparametric Magnetic Resonance Imaging in Patients with a Previous Negative Biopsy: Comparison with Biopsy-Naïve Patients in the Detection of Clinically Significant Prostate Cancer [J]. *Diagnostics (Basel)*, 2023, 13(11):1939.
- [10] 汪磊, 赵子臣, 果宏峰, 等. 全息影像在经会阴前列腺靶向穿刺中的应用 [J]. *中华泌尿外科杂志*, 2022, 43(2):111-115.
- [11] Morote J, Borque-Fernando A, Triquell M, et al. The Barcelona Predictive Model of Clinically Significant Prostate Cancer [J]. *Cancers (Basel)*, 2022, 14(6):1589.
- [12] 林国文, 戴波, 叶定伟, 等. 多参数磁共振和 <sup>68</sup>Ga-PSMA PET/CT 图像间接融合引导前列腺靶向穿刺活检的临床分析 [J]. *中华泌尿外科杂志*, 2022, 43(7):484-489.
- [13] Solari EL, Gafita A, Schachoff S, et al. The added value of PSMA PET/MR radiomics for prostate cancer staging [J]. *Eur J Nucl Med Mol Imaging*, 2022, 49(2):527-538.
- [14] Ahdoot M, Wilbur AR, Reese SE, et al. MRI-Targeted, Systematic, and Combined Biopsy for Prostate Cancer Diagnosis [J]. *N Engl J Med*, 2020, 382(10):917-928.
- [15] Morote J, Picola N, Munoz-Rodriguez J, et al. A Diagnostic Accuracy Study of Targeted and Systematic Biopsies to Detect Clinically Significant Prostate Cancer, including a Model for the Partial Omission of Systematic Biopsies [J]. *Cancers (Basel)*, 2023, 15(18):4543.
- [16] Rouvière O, Puech P, Renard-Penna R, et al. Use of prostate systematic and targeted biopsy on the basis of multiparametric MRI in biopsy-naïve patients (MRI-FIRST): a prospective, multicentre, paired diagnostic study [J]. *Lancet Oncol*, 2019, 20(1):100-109.
- [17] Turkbey B, Rosenkrantz AB, Haider MA, et al. Prostate Imaging Reporting and Data System Version 2.1:2019 Update of Prostate Imaging Reporting and Data System Version 2 [J]. *Eur Urol*, 2019, 76(3):340-351.
- [18] Chang AI, Park BK. New TRUS Techniques and Imaging Features of PI-RADS 4 or 5: Influence on Tumor Targeting [J]. *Front Oncol*, 2021, 11:608409.
- [19] Ferraro DA, Becker AS, Kranzbühler B, et al. Diagnostic performance of <sup>68</sup>Ga-PSMA-11 PET/MRI-guided biopsy in patients with suspected prostate cancer: a prospective single-center study [J]. *Eur J Nucl Med Mol Imaging*, 2021, 48(10):3315-3324.
- [20] Liu Y, Yu H, Liu J, et al. A Pilot Study of <sup>18</sup>F-DCF-PyL PET/CT or PET/MRI and Ultrasound Fusion Targeted Prostate Biopsy for Intra-Prostatic PET-Positive Lesions [J]. *Front Oncol*, 2021, 11:612157.

(收稿日期:2023-11-22)