

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

胡 隽¹, 赵晓东¹, 周昱霖⁴, 董 宁¹, 马梦飞³, 陈宇豪⁴,
盛正成⁴, 董 杰⁴, 何灿琴⁴, 许 松^{1,2,3,4}

(1. 南京医科大学金陵临床医学院, 江苏 南京 210002; 2. 南京大学医学院附属金陵医院, 江苏 南京 210002;
3. 南京中医药大学金陵临床医学院, 江苏 南京 210002; 4. 东部战区总医院泌尿外科, 江苏 南京 210002)

【摘要】 目的: 比较人工智能(AI)引导多参数磁共振-经直肠超声(mpMRI-TRUS)融合辅助经会阴前列腺系统穿刺、靶向穿刺和联合穿刺对前列腺癌(PCa)的诊断效能,以评估联合穿刺活检在临床上的应用价值。**方法:** 自2022年4月开始收集于东部战区总医院行3.0T mpMRI检查发现前列腺可疑病灶(PI-RADS评分 ≥ 3 分)继而接受AI引导mpMRI-TRUS融合辅助经会阴前列腺穿刺患者的一般个人信息和临床资料,包括年龄、PSA水平、前列腺体积(PV)、PSA密度(PSAD)、PI-RADS评分、穿刺组织Gleason评分等。穿刺前先将mpMRI影像数据导入实时融合成像系统,图像融合完成后,以显示的可疑PCa病灶为靶目标,先对靶目标行靶向穿刺2至3针,再继续行系统穿刺12针。将靶向穿刺+系统穿刺结果定义为联合穿刺结果。比较不同穿刺方式PCa检出率、临床有意义前列腺癌(CsPCa)检出率和病理Gleason评分的差异,并进一步评估其在不同PI-RADS评分分组中的诊断效能。**结果:** 本研究纳入的220例患者中共检出PCa 118例。系统穿刺和靶向穿刺的PCa检出率分别为40.45%和43.64%,差异无统计学意义($P=0.562$)。联合穿刺PCa检出率为53.64%,高于系统穿刺和靶向穿刺,差异均有统计学意义(P 均 <0.05)。系统穿刺和靶向穿刺的CsPCa检出率分别为28.18%和37.27%,差异有统计学意义($P=0.042$)。联合穿刺CsPCa检出率为41.82%,高于系统穿刺和靶向穿刺,且与系统穿刺比较差异有统计学意义($P=0.003$),但与靶向穿刺比较差异无统计学意义($P=0.330$)。PI-RADS评分3分组中,系统穿刺PCa检出率为39.29%,靶向穿刺PCa检出率为21.43%,差异无统计学意义($P=0.146$)。联合穿刺PCa检出率为50%,高于系统穿刺和靶向穿刺,且与靶向穿刺比较差异有统计学意义($P=0.026$),但与系统穿刺比较差异无统计学意义($P=0.420$)。PI-RADS评分4~5分组中,系统穿刺PCa检出率为40.10%,靶向穿刺PCa检出率为46.88%,差异无统计学意义($P=0.181$)。联合穿刺PCa检出率为54.17%,高于系统穿刺和靶向穿刺,且与系统穿刺比较差异有统计学意义($P=0.006$),但与靶向穿刺比较差异无统计学意义($P=0.153$)。在系统穿刺与靶向穿刺均检出的PCa患者中,39例病理Gleason评分一致,13例系统穿刺病理Gleason评分升级,18例靶向穿刺病理Gleason评分升级。**结论:** AI引导mpMRI-TRUS融合辅助经会阴前列腺靶向穿刺相较于系统穿刺有更高的CsPCa检出率并且可能更接近于真实病理Gleason评分。联合穿刺相较于单一穿刺,对PCa诊断效能更高,可作为临床上前列腺穿刺方案的选择之一。

【关键词】 前列腺癌; 人工智能; 图像融合; 系统穿刺; 靶向穿刺; 联合穿刺

中图分类号: R737.25 文献标志码: A doi: 10.13263/j.cnki.nja.2023.08.010 ①

① 基金项目: 东部战区总医院临床诊疗新技术项目(22LCZLXJS47)

作者简介: 胡 隽(1999-),男,江苏盐城市人,硕士研究生,从事泌尿外科专业。

赵晓东(1998-),男,安徽淮北市人,硕士研究生,从事泌尿外科专业。胡隽与赵晓东对本研究有同等贡献,为共同第一作者。

通讯作者: 许 松, Email: 1930306530@qq.com; 何灿琴, Email: 651528786@qq.com

Clinical study of artificial intelligence-guided image fusion assisted transperineal prostate biopsy

HU Jun¹, ZHAO Xiao-dong¹, ZHOU Yu-lin⁴, DONG Ning¹, MA Meng-fei³, CHEN Yu-hao⁴,
SHENG Zheng-cheng⁴, DONG Jie⁴, He Can-qin⁴, XU Song^{1,2,3,4}

1. Jinling Clinical Medical College, Nanjing Medical University, Nanjing, Jiangsu 210002, China; 2. Jinling Hospital, School of Medicine, Nanjing University, Nanjing, Jiangsu 210002, China; 3. Jinling Clinical Medical College, Nanjing University of Chinese Medicine, Nanjing, Jiangsu 210002, China; 4. Department of Urology, Eastern Theater Command General Hospital, Nanjing, Jiangsu 210002, China

[Abstract] Objective: To compare the diagnostic efficacy of AI-guided mpMRI-TRUS fusion assisted transperineal systematic biopsy, targeted biopsy and combined biopsy in the diagnosis of PCa, and to evaluate the clinical application value of combined biopsy.

Methods: From April 2022, the general personal information and clinical data of patients with suspicious prostate lesions (PI-RADS ≥ 3) detected by 3.0T mpMRI were collected, then underwent AI-guided mpMRI-TRUS fusion-assisted transperineal prostate biopsy. The data included age, PSA level, PV, PSAD, PI-RADS score, Gleason score of biopsy tissue, etc. The mpMRI image data were imported into the real-time fusion imaging system before biopsy. After image fusion, the suspected PCa lesion was taken as the target, 2 to 3 cores of targeted biopsy were first performed, then 12 cores of systematic biopsy were continued. The results of targeted biopsy + systematic biopsy were defined as the results of combined biopsy. The detection rate of PCa, CsPCa and pathological Gleason score were compared among different biopsy methods, and the diagnostic efficacy in different PI-RADS score groups was further evaluated.

Results: A total of 118 PCa cases were detected in 220 patients enrolled in this study. The PCa detection rates of systematic biopsy and targeted biopsy were 40.45% and 43.64%, the result reveals no statistical significance ($P=0.562$). The PCa detection rate of combined biopsy was 53.64%, higher than single biopsy method and the differences were statistically significant ($P<0.05$). The detection rates of CsPCa in systematic biopsy and targeted biopsy were 28.18% and 37.27% which reveals significant statistical difference ($P=0.042$). The CsPCa detection rate of combined biopsy was 41.82%, higher than single biopsy method, the difference was statistically significant compared with systematic biopsy ($P=0.003$), but was not compared with targeted biopsy ($P=0.330$). In PI-RADS score 3 group, the PCa detection rate of systematic biopsy and targeted biopsy was 39.29% and 21.43%, which reveals no statistical significance ($P=0.146$). The PCa detection rate of combined biopsy was 50%, higher than single biopsy method, the difference was statistically significant compared with targeted biopsy ($P=0.026$), but was not compared with systematic biopsy ($P=0.420$). In PI-RADS 4 ~ 5 group, the PCa detection rate of systematic biopsy and targeted biopsy was 40.10%, and 46.88% which reveals no statistical significance ($P=0.181$). The PCa detection rate of combined biopsy was 54.17%, higher than single biopsy method, the difference was statistically significant compared with systematic biopsy ($P=0.006$), but was not compared with targeted biopsy ($P=0.153$). Among PCa patients detected by both systematic and targeted biopsy, 39 had concordant pathologic Gleason scores, 13 had escalating pathologic Gleason scores for systematic biopsy, and 18 had escalating pathologic Gleason scores for targeted biopsy. **Conclusion:** Compared with systematic biopsy, AI-guided mpMRI-TRUS image fusion assisted transperineal targeted prostate biopsy has a higher detection rate of CsPCa and is probably closer to the true pathological Gleason score. Compared with single biopsy, combined biopsy has higher diagnostic efficiency for PCa, which can be used as one of the options of prostate biopsy in clinical practice.

[Key words] prostate cancer; artificial intelligence; image fusion; systematic biopsy; targeted biopsy; combined biopsy

Supported by grants from Clinical Diagnosis and Treatment New Technology Project of the Eastern Theater Command General Hospital (22LCZLXJS47).

Correspondence to: XU Song, Email: 1930306530@qq.com; He Can-qin, Email: 651528786@qq.com

Received: March 30, 2023; accepted: July 20, 2023

前列腺癌 (prostate cancer, PCa) 是男性泌尿生殖系统最常见的恶性肿瘤, 发病率在男性所有恶性肿瘤中位居第二, 仅次于肺癌。据 WHO 统计, 2020 年全球 PCa 有近 140 万新发病例和 37.5 万死亡病

例^[1]。我国 PCa 的发病率和死亡率虽然远低于欧美等发达国家, 但随着生活水平的提高和人均寿命的增长, 近年来均呈明显上升趋势^[2]。现阶段 PCa 早期筛查以直肠指检 (digital rectal examination,

DRE)和血清 PSA 测定为主,最终确诊仍依赖于前列腺穿刺活检。经直肠超声(transrectal ultrasonography, TRUS)引导下前列腺 12 针系统穿刺是最常用的活检方法,系统穿刺根据肿瘤的好发部位进行布针,而不是直接穿刺肿瘤,因此容易出现一定程度的取样误差,数据统计其假阴性率高达 21% ~ 47%^[3]。近年来随着影像学的不断发展,多参数磁共振(multiparametric magnetic resonance imaging, mpMRI)已经成为 PCa 定位和局部分期的首选诊断工具,基于 mpMRI 的前列腺靶向穿刺在国内也逐渐开展^[4]。文献报道,相较于传统的系统穿刺,靶向穿刺可有效提高临床有意义前列腺癌(clinically significant prostate cancer, CsPCa)的检出率^[5]。人工智能(artificial intelligence, AI)是指机器模仿和执行人类认知任务的能力,具备出色的数据分析和学习潜能^[6]。AI 的应用有望减少穿刺过程中人工因素的影响,进一步提高靶向穿刺的准确性。本研究收集了 2022 年 4 月至 2023 年 2 月于东部战区总医院行 AI 引导 mpMRI-TRUS 融合辅助经会阴前列腺系统穿刺和靶向穿刺的 220 例患者的临床资料并进行回顾性分析,比较两者对 PCa 的诊断效能并评估二者联合在临床上的应用价值,以期前列腺穿刺活检技术的发展提供参考。

1 资料与方法

1.1 一般资料 自 2022 年 4 月开始收集于我院行 AI 引导 mpMRI-TRUS 融合辅助经会阴前列腺穿刺患者的一般个人信息和临床资料,包括年龄、PSA 水平、前列腺体积(prostate volume, PV)、PSA 密度(PSA density, PSAD)、PI-RADS 评分、穿刺组织 Gleason 评分等。采用国产 Venus 彩色超声诊断仪进行超声检查与图像融合,配备腔内双平面探头(型号 CL8-4),矢状面(平阵)7.5 MHz,凸阵 6.5 MHz;穿刺使用一次性 BARD 活检针(型号 18G)。

1.2 mpMRI 检查及 PI-RADS 评分方法 所有患者均因 PSA 水平升高或直肠指检发现前列腺可疑结节而行 3.0T 前列腺 mpMRI 检查。患者取仰卧位,扫描范围包括前列腺及双侧精囊腺。主要扫描序列包括 T1 加权成像(T1 weighted imaging, T1WI)、T2 加权成像(T2 weighted imaging, T2WI)、动态对比增强(dynamic contrast enhanced, DCE)及弥散加权成像(diffusion weighted imaging, DWI)。DWI 序列图像处理后获得表观扩散系数(apparent diffusion coefficient, ADC)图。由两位高年资放射科医师根据前列腺影像报告和数据系统(prostate imaging reporting

and data system, PI-RADS) V2.1 对可疑病灶进行评分^[7],若评分不一致则由上级医生重新评分。对于有多个可疑病灶的患者取最可疑病灶评分。在磁共振图像中按以下公式计算前列腺体积:(最大前后径)×(最大左右径)×(最大上下径)×0.52^[8]。

1.3 纳入标准与排除标准

1.3.1 纳入标准 ①符合指南中前列腺穿刺活检适应证者;②经 mpMRI 检查发现可疑病灶且至少有 1 处病灶 PI-RADS 评分≥3 分;③临床资料相对完整;④已签署知情同意书。

1.3.2 排除标准 ①已确诊 PCa 者;②有前列腺穿刺活检禁忌证;③使用内置心脏起搏器、人工耳蜗、神经刺激器等电子仪器者;④临床资料严重缺失者;⑤患者明确拒绝。

1.4 前列腺穿刺活检方法 穿刺前先将患者的 mpMRI 影像 DICOM 格式数据导入实时融合成像系统,在 T2、DWI、ADC 任意序列下勾勒可疑 PCa 病灶。患者采用截石位仰卧于检查床,常规消毒、铺巾后,肛门置入直肠内超声探头,2%利多卡因会阴部皮下浸润麻醉至前列腺包膜外。超声探头连接磁场位置感应器,系统 AI 识别患者前列腺超声轮廓后完成自动配准。图像融合配准后,实时连续动态显示于超声诊断仪,AI 自动锁定可疑病灶、追踪穿刺针和超声探头(图 1)。以融合图像显示的可疑 PCa 病灶为靶目标,由操作者先对靶目标进行靶向穿刺 2~3 针,再继续行系统穿刺 12 针。将靶向穿刺+系统穿刺结果定义为联合穿刺结果。全部前列腺穿刺均由两名经验丰富的泌尿外科医师完成。穿刺标本放置于含固定液的标本瓶中,分别标记后送病理检查。

1.5 组织病理学检查 所有前列腺穿刺组织病理检查均为两名高年资病理科医师完成。根据 2014 年国际泌尿病理学会(International Society of Urological Pathology, ISUP)专家共识对 PCa 组织使用 Gleason 评分系统进行评分^[9]。根据 Gleason 评分将活检阳性患者分为 2 组:第 1 组为无临床意义前列腺癌(clinically insignificant prostate cancer, CIPCa)(Gleason 评分≤6 分);第 2 组为 CsPCa(Gleason 评分≥7)。

1.6 统计学分析 使用 SPSS 26.0 软件进行统计分析。符合正态分布的计量资料以 $\bar{x} \pm s$ 表示,不符合正态分布的资料以中位数(四分位间距)表示。计数资料采用 χ^2 检验,以频数(百分数)[$n(\%)$]表示。 $P \leq 0.05$ 时认为差异显著,具有统计学意义。

2 结果

2.1 患者一般资料 截止 2023 年 2 月共计获得于我院行 3.0T mpMRI 检查发现前列腺可疑病灶(PI-

RADS 评分 ≥ 3 分)继而接受 AI 引导 mpMRI-TRUS 融合辅助经会阴前列腺穿刺患者 220 例。一般个人信息和临床资料见表 1。

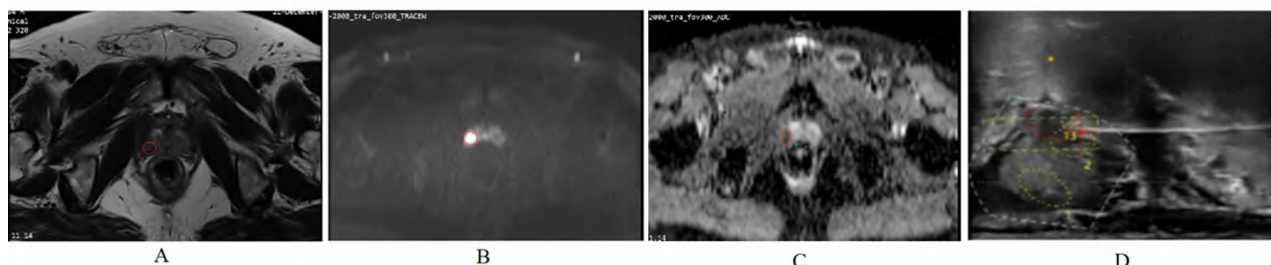


图 1 PCa 患者的 mpMRI 与融合影像

A: mpMRI T2WI 序列(红圈所示为低信号影); B: mpMRI DWI 序列(红圈所示为高信号影); C: mpMRI ADC 序列(红圈所示为低信号影); D: 融合穿刺(红圈所示为穿刺靶区)

Figure 1. mpMRI and fusion images of PCa patient

A: mpMRI T2WI sequence (hypointensity is shown by red circle); B: mpMRI DWI sequence (hyperintensity is shown by red circle); C: mpMRI ADC sequence (hypointensity is shown by red circle); D: fusion biopsy (biopsy target is shown by red circle).

表 1 患者一般个人信息和临床资料

Table 1. General personal and clinical information of patients

Variable	Value
Age (yr)	68.48 $\pm$ 9.16
tPSA ($\mu\text{g/L}$)	16.96 $\pm$ 13.15
fPSA ($\mu\text{g/L}$)	2.79 $\pm$ 4.46
PV (ml)	48.13 $\pm$ 31.88
PSAD ($\mu\text{g/L}$)	0.60 $\pm$ 1.61
DRE	
Suspicious, n (%)	62 (28.18)
Not suspicious, n (%)	158 (71.82)
PI-RADS	
3, n (%)	28 (12.73)
4-5, n (%)	192 (87.27)

2.2 系统穿刺、靶向穿刺及联合穿刺对 PCa 检出率的比较 本研究纳入的 220 例患者中共检出 PCa 118 例。其中系统穿刺检出 89 例,检出率为 40.45% (89/220),靶向穿刺检出 96 例,检出率为 43.64% (96/220)。两种穿刺方法的 PCa 检出率差异无统计学意义 ($P=0.562$)。联合穿刺检出率为 53.64% (118/220),高于系统穿刺和靶向穿刺,差异均有统计学意义 (P 均 <0.05)。见表 2。

2.3 系统穿刺、靶向穿刺及联合穿刺对 CsPCa 检出率的比较 本研究纳入的 220 例患者中共检出 CsPCa 92 例。其中系统穿刺检出 62 例,检出率为

28.18% (62/220)。靶向穿刺检出 82 例,检出率为 37.27% (82/220),高于系统穿刺,差异有统计学意义 ($P=0.042$)。联合穿刺检出率为 41.82% (92/220),高于系统穿刺和靶向穿刺,且与系统穿刺比较差异有统计学意义 ($P=0.003$),但与靶向穿刺比较差异无统计学意义 ($P=0.330$)。见表 2。

2.4 系统穿刺、靶向穿刺及联合穿刺在不同 PI-RADS 评分分组中的 PCa 检出率比较 本研究纳入的 220 例患者中 PI-RADS 评分 3 分 28 例,4~5 分 192 例。PI-RADS 评分 3 分组共检出 PCa 14 例。其中系统穿刺检出 11 例,检出率为 39.29% (11/28),靶向穿刺检出 6 例,检出率为 21.43% (6/28)。两种穿刺方法的 PCa 检出率差异无统计学意义 ($P=0.146$)。联合穿刺检出率为 50% (14/28),高于系统穿刺和靶向穿刺,且与靶向穿刺比较差异有统计学意义 ($P=0.026$),但与系统穿刺比较差异无统计学意义 ($P=0.420$)。PI-RADS 评分 4 分~5 分组共检出 PCa 104 例。其中系统穿刺检出 77 例,检出率为 40.10% (77/192),靶向穿刺检出 90 例,检出率为 46.88% (90/192)。两种穿刺方法的 PCa 检出率差异无统计学意义 ($P=0.181$)。联合穿刺检出率为 54.17% (104/192),高于系统穿刺和靶向穿刺,且与系统穿刺比较差异有统计学意义 ($P=0.006$),但与靶向穿刺比较差异无统计学意义 ($P=0.153$)。见表 2。

表 2 不同穿刺方式的 PCa、CsPCa 检出率比较

Table 2. Comparison of detection rates of PCa and CsPCa by different biopsy methods

	Detected, <i>n</i> (%)	Not detected, <i>n</i> (%)	χ^2	<i>P</i>
Any-PCa				
SB	89 (40.45)	131 (59.55)	0.336 [#]	0.562 [#]
TB	96 (43.64)	124 (56.36)	7.156 [△]	0.007 [△]
CB	118 (53.64)	102 (46.36)	4.406 [□]	0.036 [□]
CsPCa				
SB	62 (28.18)	158 (71.82)	4.129 [#]	0.042 [#]
TB	82 (37.27)	138 (62.73)	8.991 [△]	0.003 [△]
CB	92 (41.82)	128 (58.18)	0.951 [□]	0.330 [□]
Any-PCa (PI-RADS 3)				
SB	11 (39.29)	17 (60.71)	2.112 [#]	0.146 [#]
TB	6 (21.43)	22 (78.57)	0.650 [△]	0.420 [△]
CB	14 (50.00)	14 (50.00)	4.978 [□]	0.026 [□]
Any-PCa (PI-RADS 4~5)				
SB	77 (40.10)	115 (59.90)	1.791 [#]	0.181 [#]
TB	90 (46.88)	102 (53.12)	7.619 [△]	0.006 [△]
CB	104 (54.17)	88 (45.83)	2.042 [□]	0.153 [□]

SB:系统穿刺;TB:靶向穿刺;CB:联合穿刺;#:系统穿刺与靶向穿刺相比;△:系统穿刺与联合穿刺相比;□:靶向穿刺与联合穿刺相比

SB: Systematic biopsy; TB: Targeted biopsy; CB: Combined biopsy; #: Systematic versus targeted biopsy; △: Systematic versus combined biopsy; □: Targeted versus combined biopsy.

2.5 系统穿刺、靶向穿刺及联合穿刺的病理 Gleason 评分的比较 本研究纳入的 220 例患者中,仅行系统穿刺将漏诊 26 例 PCa 患者,漏诊率为 11.82% (26/220),仅行靶向穿刺将漏诊 19 例 PCa 患者,漏诊率为 8.64% (19/220)。70 例 PCa 患者两种穿刺方式均检出,其中 39 例系统穿刺与靶向穿刺病理 Gleason 评分一致,13 例系统穿刺病理 Gleason 评分高于靶向穿刺,18 例靶向穿刺病理 Gleason 评分高于系统穿刺。由不同穿刺方式病理 Gleason 评分分布可见,系统穿刺病理 Gleason 评分 6 分占比最高,靶向穿刺病理 Gleason 评分与联合穿刺符合度更高(图 2)。

3 讨论

PCa 起病隐匿,早期症状不明显,我国每年约 68% 的 PCa 新发病例已处于临床中晚期^[10],此时各种治疗手段都很难取得良好的效果。因此 PCa 患者的早诊早治极为必要,有助于提高 PCa 患者 5 年生存率,改善远期预后。前列腺穿刺活检后的组织病理学检查是 PCa 术前确诊的金标准。TRUS 引导

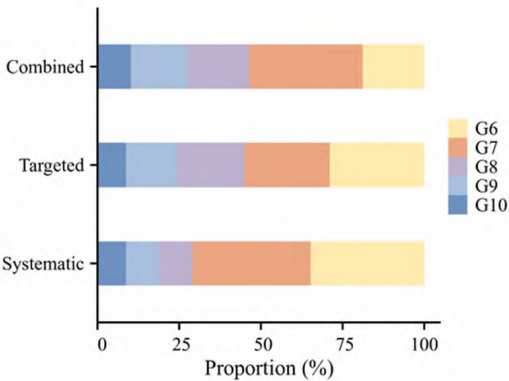


图 2 不同穿刺方式的病理 Gleason 评分叠加柱状图
Figure 2. Superimposed bar graph of pathological Gleason score for different biopsy methods

下的前列腺系统穿刺包括经直肠和经会阴两种入路。经直肠系统穿刺由于对前列腺前部和顶部的肿瘤敏感性不足,在临床中已逐渐被经会阴入路取代。但经会阴系统穿刺仍存在一些缺陷,如无法解决超声对前列腺内病灶组织显像欠佳以及难以覆盖大体积腺体等,漏诊率依旧较高^[11]。自 2012 年 PI-RADS 评分用于 PCa 风险评估以来,mpMRI 引导下靶向穿刺的诊断效能逐渐得到公认。与系统穿刺相

比,靶向穿刺能显著提升初次与重复穿刺的 CsPca 检出率^[12],在 PCa 精准诊断方面展现出了独到优势。

目前,基于 mpMRI 的前列腺靶向穿刺主要有 3 种模式,包括 mpMRI 直接引导下靶向穿刺、认知融合靶向穿刺、mpMRI-TRUS 图像融合靶向穿刺。mpMRI 直接引导需要特定兼容设备,价格昂贵,难以广泛应用。认知融合取决于操作者的主观意识,对操作者的经验和技能要求较高,同时无法验证磁共振所示可疑病灶是否被准确定位。mpMRI-TRUS 图像融合则结合了 mpMRI(固有组织高对比度)和 TRUS(实时引导)两者的优点,但目前主流平台融合手段各异,操作程序尚不统一,学习曲线较长^[13]。随着计算机技术的发展,医工结合的深入,AI 已被广泛应用于包括 PCa 在内的医学领域^[6]。国产超声诊断系统采用 AI 辅助 2D-3D 联动配准、mpMRI-TRUS 实时融合,并锁定可疑病灶,动态识别针尖,有效避免了固定机械臂带来的操作不便以及手动勾勒前列腺轮廓的人工误差。在本研究中,我们拟比较 AI 引导 mpMRI-TRUS 融合辅助经会阴前列腺系统穿刺、靶向穿刺和联合穿刺对 PCa 的诊断效能,以评估联合穿刺活检在临床上的应用价值。

本研究共计纳入 220 例患者,回顾性分析结果显示联合穿刺诊断 PCa 优于单一的系统穿刺和靶向穿刺。在 PCa 检出率方面,靶向穿刺虽高于系统穿刺,但差异无统计学意义,与 Valerio 等^[14]研究结果相仿(50.5% vs 43.4%, $P > 0.05$)。而靶向穿刺的 CsPca 检出率显著高于系统穿刺,且差异有统计学意义。Oberlin 等^[15]同样发现,相较于系统穿刺,靶向穿刺检出的 PCa 患者中 Gleason 评分 ≥ 7 者明显增加(61.5% vs 37.5%, $P = 0.04$), Gleason 评分 ≤ 6 者明显降低(38.5% vs 62.5%, $P = 0.04$)。既往研究显示,病理 Gleason 评分与影像 PI-RADS 评分存在一定程度的正相关性^[16]。高 PI-RADS 评分的患者往往可疑病灶更明显,穿刺靶区的选择也更加准确,这可能是靶向穿刺 CsPca 检出率更高的原因之一。一项前瞻性配对研究结果表明如果不额外进行系统活检,约 5.2% 的 CsPca 会被漏诊^[17]。本研究结果也显示仅行靶向穿刺将漏诊 19 例 PCa 患者,漏诊率为 8.64%。这可能归因于病灶在前列腺中的位置不同,系统穿刺往往会漏检位于前列腺腺体前部和顶部的病变,而靶向穿刺可能会忽略前列腺背外侧的病变^[18]。因此尽管靶向穿刺在可疑区定位及 CsPca 检出率等方面具备诸多优势,系统穿刺的重要性仍不容忽视。为了实现两者互补,提高

PCa 检出率,2020 年欧洲泌尿外科学会指南推荐前列腺穿刺活检前均应行 mpMRI 检查,对于 PI-RADS ≥ 3 分的初次穿刺患者建议行靶向穿刺联合 10 ~ 12 针系统穿刺^[19]。

随着 PI-RADS 评分的升高,靶向穿刺的优势也愈发明显。Deniffel 等^[20]研究发现 PI-RADS 评分 3 分组中,系统穿刺的 PCa 检出率高于靶向穿刺。然而在 4 ~ 5 分组中,靶向穿刺实现了反超($P < 0.05$)。Dorfinger 等^[21]提出这可能是由于前列腺 mpMRI 中,低级别病变因对比摄取度较低并且缺乏弥散受限,通常显示不清,因此靶标难以明确,最终影响了靶向穿刺的准确性。本研究结果与之类似,但无统计学差异。推测这可能是因为纳入的一部分患者存在慢性前列腺炎,在 mpMRI 影像上与 PCa 难以鉴别,影响观察^[22]。联合穿刺在 3 ~ 5 分组中 PCa 检出率均为最高,且在 3 分组中,与靶向穿刺差异有统计学意义;在 4 ~ 5 分组中,与系统穿刺差异有统计学意义。Exterkate 等^[23]同样通过联合活检多检出了约 6% 的 PCa 患者。这似乎进一步提示了联合穿刺在不同患者中可能是更好的选择。但一项针对 Trio 研究的二次分析发现,联合穿刺带来的额外检出率主要体现在 3 ~ 4 分的患者。而对于 5 分的患者,增加系统穿刺在益处十分有限的同时会增加出血、感染、疼痛等并发症的风险^[24]。因此有学者尝试对前列腺穿刺方案进行优化,目前多以保留靶向穿刺,精简系统穿刺针数为方向,但尚未达成共识。国内一项研究通过模拟减针得出靶向穿刺 + 6 针系统穿刺相较于常规联合活检,对 PCa 和 CsPca 的检出率差异无统计学意义^[22]。由于本研究为单中心研究,纳入的 PI-RADS 评分 5 分的病例数不足,故未对其进行单独分组分析。我们考虑随着国产超声诊断系统的技术进步与推广,今后进行多中心、大样本量的临床研究以评估针对 5 分患者行进一步系统穿刺减针乃至仅行靶向穿刺的可能性。Ahdoot 等^[25]研究显示选择性组织活检有助于提高穿刺病理 Gleason 评分,队列中靶向穿刺的 Gleason 评分升级率为 21.8%,而系统穿刺的 Gleason 评分升级率为 15.7%。本研究发现了类似的结果,13 例患者的系统穿刺病理 Gleason 评分高于靶向穿刺,18 例患者的靶向穿刺病理 Gleason 评分高于系统穿刺。同样由于病例数受限,评估结果的准确性仍需进一步研究与分析。总之,本研究通过比较 AI 引导 mpMRI-TRUS 融合辅助经会阴前列腺系统穿刺、靶向穿刺和联合穿刺对 PCa 的诊断效能得出,靶向穿刺相较于系统穿刺有更高的 CsPca 检出率并且可

能更接近于真实病理 Gleason 评分。联合穿刺无论是在全体患者,还是不同 PI-RADS 评分分组患者间,诊断效能均优于单一穿刺方法,可以作为临床上前列腺穿刺方案的选择之一。

参考文献

- [1] Sung H, Ferlay J, Siegel R L, *et al.* Global Cancer Statistics 2020; GLOBOCAN Estimates of Incidence and Mortality Worldwide for 36 Cancers in 185 Countries. *CA*, 2021, 71(3): 209-249.
- [2] Liu X, Yu C, Bi Y, *et al.* Trends and age-period-cohort effect on incidence and mortality of prostate cancer from 1990 to 2017 in China. *Public Health*, 2019, 172: 70-80.
- [3] Lampotang S, Stringer T, Lizdas D. Visualized Prostate Biopsy: An Intuitive Three-Dimensional User Interface for Systematic and Targeted Biopsy. *J Endourol*, 2021, 35(8): 1198-1203.
- [4] 付振宇, 孙利国, 张 鸽, 等. MRI/TRUS 认知融合联合 12 针系统经会阴前列腺穿刺活检的临床研究. *中华男科学杂志*, 2021, 27(5): 421-425.
- [5] Cuocolo R, Stanzione A, Ponsiglione A, *et al.* Clinically significant prostate cancer detection on MRI: A radiomic shape features study. *Eur J Radiol*, 2019, 116: 144-149.
- [6] 许雨锶, 陈 锐, 常易凡, 等. 人工智能在前列腺癌诊治及预后判断中的应用和展望. *中华泌尿外科杂志*, 2023, (2): 152-156.
- [7] Turkbey B, Rosenkrantz A B, Haider M A, *et al.* Prostate Imaging Reporting and Data System Version 2.1: 2019 Update of Prostate Imaging Reporting and Data System Version 2. *Eur Urol*, 2019, 76(3): 340-351.
- [8] Bezinque A, Moriarity A, Farrell C, *et al.* Determination of Prostate Volume: A Comparison of Contemporary Methods. *Acad Radiol*, 2018, 25(12): 1582-1587.
- [9] Epstein JI, Egevad L, Amin MB, *et al.* The 2014 International Society of Urological Pathology (ISUP) Consensus Conference on Gleason Grading of Prostatic Carcinoma: Definition of Grading Patterns and Proposal for a New Grading System. *Am J Surg Pathol*, 2016, 40(2): 244-252.
- [10] 马春光, 叶定伟, 李长岭, 等. 前列腺癌的流行病学特征及晚期一线内分泌治疗分析. *中华外科杂志*, 2008, 46(12): 921-925.
- [11] Elkhoury FF, Felker ER, Kwan L, *et al.* Comparison of Targeted vs Systematic Prostate Biopsy in Men Who Are Biopsy Naive; The Prospective Assessment of Image Registration in the Diagnosis of Prostate Cancer (PAIREDCAP) Study. *JAMA Surg*, 2019, 154(9): 811-818.
- [12] Kasivisvanathan V, Rannikko A S, Borghi M, *et al.* MRI-Targeted or Standard Biopsy for Prostate-Cancer Diagnosis. *The New England journal of medicine*, 2018, 378(19): 1767-1777.
- [13] Verma S, Choyke PL, Eberhardt SC, *et al.* The Current State of MR Imaging-targeted Biopsy Techniques for Detection of Prostate Cancer. *Radiology*, 2017, 285(2): 343-356.
- [14] Valerio M, Donaldson I, Emberton M, *et al.* Detection of Clinically Significant Prostate Cancer Using Magnetic Resonance Imaging-Ultrasound Fusion Targeted Biopsy: A Systematic Review. *Eur Urol*, 2015, 68(1): 8-19.
- [15] Oberlin DT, Casalino DD, Miller F H, *et al.* Diagnostic Value of Guided Biopsies: Fusion and Cognitive-registration Magnetic Resonance Imaging Versus Conventional Ultrasound Biopsy of the Prostate. *Urology*, 2016, 92: 75-79.
- [16] De Luca S, Passera R, Cattaneo G, *et al.* High prostate cancer gene 3 (PCA3) scores are associated with elevated Prostate Imaging Reporting and Data System (PI-RADS) grade and biopsy Gleason score, at magnetic resonance imaging/ultrasonography fusion software-based targeted prostate biopsy after a previous negative standard biopsy. *BJU Int*, 2016, 118(5): 723-730.
- [17] 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. *Lancet Oncol*, 2019, 20(1): 100-109.
- [18] Schouten MG, van der Leest M, Pokorný M, *et al.* Why and Where do We Miss Significant Prostate Cancer with Multi-parametric Magnetic Resonance Imaging followed by Magnetic Resonance-guided and Transrectal Ultrasound-guided Biopsy in Biopsy-naïve Men? *Eur Urol*, 2017, 71(6): 896-903.
- [19] Mottet N, van den Bergh RCN, Briers E, *et al.* EAU-EANM-ESTRO-ESUR-SIOG Guidelines on Prostate Cancer-2020 Update. Part 1: Screening, Diagnosis, and Local Treatment with Curative Intent. *Eur Urol*, 2021, 79(2): 243-62.
- [20] Deniffel D, Perlis N, Ghai S, *et al.* Prostate biopsy in the era of MRI-targeting: Towards a judicious use of additional systematic biopsy. *Eur Radiol*, 2022, 32(11): 7544-7454.
- [21] Dorfinger J, Ponholzer A, Stolzlechner M, *et al.* MRI/ultrasound fusion biopsy of the prostate compared to systematic prostate biopsy - Effectiveness and accuracy of a combined approach in daily clinical practice. *Eur J Radiol*, 2022, 154: 110432.
- [22] 王亚民, 梁玲辉, 承逸飞, 等. PI-RADS 评分 5 分前列腺活检良性病变患者的临床和磁共振影像特点. *中华泌尿外科杂志*, 2023, 44(2): 92-96.
- [23] Exterkate L, Wegelin O, Barentsz JO, *et al.* Is There Still a Need for Repeated Systematic Biopsies in Patients with Previous Negative Biopsies in the Era of Magnetic Resonance Imaging-targeted Biopsies of the Prostate? *Eur Urol Oncol*, 2020, 3(2): 216-223.
- [24] Ahdoot M, Lebastchi AH, Long L, *et al.* Using Prostate Imaging-Reporting and Data System (PI-RADS) Scores to Select an Optimal Prostate Biopsy Method: A Secondary Analysis of the Trio Study. *Eur Urol Oncol*, 2022, 5(2): 176-186.
- [25] Ahdoot M, Wilbur AR, Reese SE, *et al.* MRI-Targeted, Systematic, and Combined Biopsy for Prostate Cancer Diagnosis. *N Engl J Med*, 2020, 382(10): 917-928.

(收稿日期: 2023-03-30; 接受日期: 2023-07-20)

(本文编辑: 潘连军)