

## ·临床研究·

# 基于人工智能-磁共振成像几何模型在经会阴前列腺靶向穿刺中的应用价值

陈一充, 刘和谦, 刘应清, 王家伟, 陶凌松\*  
(芜湖市第二人民医院 泌尿外科, 安徽 芜湖 241000)

**摘要:** **目的** 探讨基于人工智能 (artificial intelligence, AI) -磁共振成像 (magnetic resonance imaging, MRI) 几何模型在经会阴前列腺靶向穿刺中的应用价值。**方法** 选取2022年6月至2023年6月芜湖市第二人民医院收治的204例符合穿刺指征的经会阴前列腺穿刺活检术患者作为研究对象, 按照随机数字表法分为对照组与试验组, 每组102例。对照组由影像科2名工作年限 $\geq 10$ 年的副主任医师进行人工MRI阅片, 行常规认知融合下经会阴前列腺穿刺活检术, 试验组采用AI行MRI阅片, 行AI-MRI几何模型下经会阴前列腺靶向穿刺。比较两组年龄、前列腺体积、总前列腺特异性抗原 (total prostate specific antigen, tPSA)、穿刺针数、前列腺影像报告和数据系统 (prostate imaging reporting and data system, PI-RADS)  $\geq 3$ 分结节识别度、前列腺癌 (prostate cancer, PCa) 阳性检出率、靶点穿刺PCa阳性率、并发症发生率。**结果** 两组年龄、前列腺体积、tPSA、穿刺针数比较, 差异无统计学意义 ( $P > 0.05$ )。试验组PI-RADS $\geq 3$ 分MRI结节数高于对照组, 差异有统计学意义 ( $P < 0.05$ )。两组PCa阳性检出率、靶点穿刺PCa阳性率比较, 差异无统计学意义 ( $P > 0.05$ )。两组并发症总发生率比较, 差异无统计学意义 ( $P > 0.05$ )。**结论** 基于AI-MRI几何模型下的经会阴前列腺穿刺活检术较经会阴认知融合前列腺穿刺活检术可进一步提高穿刺准确度, 且安全有效。AI阅片识别PCa结节优于人工阅片。

**关键词:** 前列腺癌; 人工智能; 磁共振成像; 前列腺穿刺活检

中图分类号: R737.25

文献标识码: A

文章编号: 1674-7410(2024)03-0049-05

DOI: 10.20020/j.CNKI.1674-7410.2024.03.11

## Application value of artificial intelligence-magnetic resonance imaging geometric model in transperineal targeted prostate biopsy

Chen Yichong, Liu Heqian, Liu Yingqing, Wang Jiawei, Tao Lingsong

Department of Urology, The Second People's Hospital of Wuhu City, Wuhu, Anhui 241000, China

Corresponding author: Tao Lingsong, E-mail: taolingsong@sina.com

**Abstract: Objective** To investigate the application value of artificial intelligence (AI) -magnetic resonance imaging (MRI) geometric model in transperineal targeted prostate biopsy. **Methods** A total of 204 patients who underwent transperineal prostate biopsy in the Second People's Hospital of Wuhu from June 2022 to June 2023 were selected as the research objects. According to the random number table method, they were divided into control group and experimental group, with 102 cases in each group. In the control group, two associate chief physicians in the imaging department with more than 10 years of working experience performed manual MRI reading and transperineal prostate biopsy under conventional cognitive fusion. In the experimental group, AI was used for MRI reading and transperineal targeted prostate biopsy under AI-MRI geometric model. The two groups were compared in terms of age, prostate volume, total prostate specific antigen (tPSA), number of biopsy cores, the recognition rate of prostate imaging reporting and data system (PI-RADS)  $\geq 3$  nodules, the positive detection rate of prostate cancer (PCa), the positive rate of target biopsy PCa, and the incidence of complications.

基金项目: 皖南医学院校级科研项目 (JXYY202288)

※通信作者: 陶凌松, E-mail: taolingsong@sina.com

**Results** There were no significant differences in age, prostate volume, tPSA and number of puncture needles between the two groups ( $P>0.05$ ). The number of MRI nodules with PI-RADS  $\geq 3$  in the experimental group was higher than that in the control group, and the difference was statistically significant ( $P<0.05$ ). There were no significant differences in the positive detection rate of PCa and the positive rate of target puncture PCa between the two groups ( $P>0.05$ ). There was no significant difference in the total incidence of complications between the two groups ( $P>0.05$ ). **Conclusions** Compared with transperineal cognitive fusion prostate biopsy, transperineal cognitive fusion prostate biopsy based on AI-MRI geometric model can further improve the accuracy of biopsy. Meanwhile, it is safe and effective. AI imaging is superior to manual imaging in identifying PCa nodules.

**Keywords:** Prostate cancer; Artificial intelligence; Magnetic resonance imaging; Prostatic needle biopsy

前列腺癌 (prostate cancer, PCa) 是男性泌尿生殖系统常见的恶性肿瘤, 据 2022 年全球癌症统计数据显示, PCa 发病率仅次于肺癌、乳腺癌和结直肠癌, 位居第 4, 死亡率位居第 8, 我国 PCa 发病率低于欧美地区, 但近年来其发病率也在不断上升<sup>[1-4]</sup>。目前, 诊断 PCa 的主流方法为前列腺穿刺活检术, 主要包括经直肠和经会阴前列腺穿刺活检术两种, 由于经会阴穿刺对前列腺尖部及外周带穿刺更具优势, 且感染等并发症发生率较低, 已逐渐取代经直肠穿刺, 亦被欧洲泌尿外科协会推荐<sup>[5-7]</sup>。随着医疗设备和技术的发展, 靶向融合穿刺可明显提高阳性检测率, 但其对设备要求较高, 难以普及, 未能在市级医院普遍推广。基于此, 本研究在传统经认知融合下会阴前列腺穿刺术的基础上加入基于人工智能 (artificial intelligence, AI) -磁共振成像 (magnetic resonance imaging, MRI) 几何模型, 以探讨其对提高 PCa 检出率的影响。

## 1 资料与方法

**1.1 一般资料** 选取 2022 年 6 月至 2023 年 6 月芜湖市第二人民医院收治的 204 例符合穿刺指征的经会阴前列腺穿刺活检术患者作为研究对象, 按照随机数字表法分为对照组与试验组, 每组 102 例。纳入标准: ①直肠指检触及前列腺异常结节; ②影像学检查发现异常; ③前列腺特异性抗原 (prostate specific antigen, PSA) 为 4~10 ng/ml, 游离前列腺特异抗原/总前列腺特异性抗原 (total prostate specific antigen, tPSA)  $<0.16$ ; ④已签署知情同意书。排除标准: ①合并严重心脑血管疾病; ②凝血功能异常; ③伴有脊柱畸形等疾病不能配合或不能摆放标准体位; ④患直肠或肛门疾病; ⑤近期有下尿路手术、尿路感染及内分泌等药物治疗。本研究经本院医学伦理委员会审核批准[批准号: (2022) 医学伦审

第 (17-30) 号]。

**1.2 手术方法** 术前患者常规行肠道准备, 采用刮皮刀备皮, 不预防性使用抗生素。两组均采用 18G 活检枪, 以 12+X 针布针进行超声引导下前列腺穿刺活检。试验组采用基于上海市磁共振重点实验室的前列腺磁共振影像处理软件 (V 1.0.1.230221) 阅读 MRI, 自动勾勒结节位置并行前列腺影像报告和数据库 (prostate imaging reporting and data system, PI-RADS) 评分。术前使用 Neusoft PACS/RIS 影像诊断系统 (V 3.1) 标注多参数磁共振 (multi parameter magnetic resonance imaging, mp-MRI) 中人体横断面图像的直肠中心点, 再标注 AI 识别的结节中点, 将两点连线, 测量并标注距离, 以直肠中心点向上做垂线, 测量两条线间的交角, 初步建立靶点横断面几何模型, 见图 1A。术中采用蛛网膜下腔阻滞麻醉, 患者取标准截石位, 完全平卧于手术床, 肛门正对床体中线, 两侧体位架外旋相同角度, 等高放置, 保证两腿等高对称摆放, 留置导尿管, 悬吊阴囊, 充分显露会阴部皮肤, 在会阴部皮肤上标注靶点皮肤投影点 (以肛门中心为中心点, 横断面做水平及垂直两条线, 再以影像几何模型中靶点角度及距离标注皮肤投影大致区域), 见图 1B。将超声探头置入直肠, 确保探头位于人体矢状轴正中, 此时可见导尿管影。穿刺过程中避免在直肠左右及上下摆动, 仅单纯旋转探头, 避免偏移, 见探头旋转至靶点区域, 直视下穿刺靶点区域 1-2 针于同一标本瓶, 其余 12 针行系统穿刺, 见图 1C、图 1D。对照组由影像科 2 名工作年限  $\geq 10$  年的副主任医师进行人工 MRI 阅片。标注结节位置并进行 PI-RADS 评分。术中患者取截石位, 常规消毒、铺巾, 采用蛛网膜下腔阻滞麻醉, 留置导尿, 超声探头置入直肠, 行常规认知融合穿刺, 12 针系统穿刺, X 针 (1-2 针) 为超声引导下的靶点区域认知融合穿刺, 病理组织于甲

醛溶液内进行固定并送检。

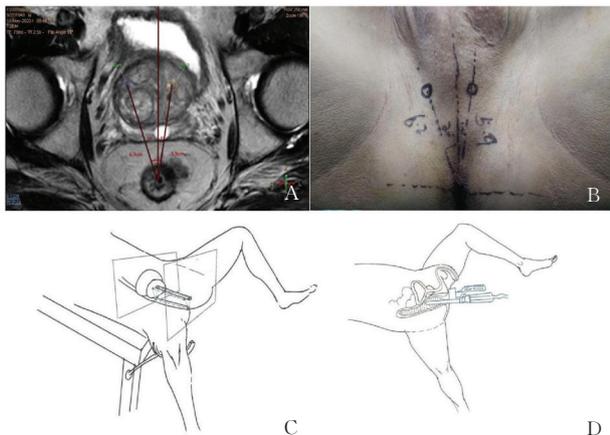


图1 穿刺几何模型示意图

注:图A为磁共振成像横断面下可疑结节距直肠中心点距离及角度;图B为会阴部皮肤复刻影像横断面结节位置;图C为截石位下前列腺可疑节点与其体表投影点;图D为前列腺穿刺示意图,图C、图D均为本课题组手绘原创。

**1.3 观察指标** ①比较两组一般资料,包括年龄、前列腺体积(前列腺超声测量患者前列腺左右径、垂直径、前后径,体积=左右径×垂直径×前后径×0.52)、tPSA(静脉采血)、穿刺针数。②统计两组影像识别前列腺可疑结节数量,比较两组结节识别度。③比较两组PCa阳性检出率、靶点穿刺PCa阳性率。④比较两组并发症发生率。术后观察患者有无明显肉眼血尿、尿道出血及发热,拔除尿管后有无排尿困难、尿潴留、尿路刺激症状等症状。

**1.4 统计学处理** 采用SPSS 25.0统计软件对数据进行统计分析。计量资料以均数±标准差( $\bar{x} \pm s$ )表示,采用t检验;计数资料以频数(百分数)[例(%)]表示,采用 $\chi^2$ 检验。 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

## 2 结果

**2.1 两组一般资料比较** 两组年龄、前列腺体积、tPSA、穿刺针数比较,差异无统计学意义( $P > 0.05$ )。见表1。

**2.2 两组结节识别度比较** 试验组PI-RADS $\geq 3$ 分MRI结节数高于对照组,差异有统计学意义( $P <$

0.05)。见表1。

**2.3 两种穿刺结果比较** 两组PCa阳性检出率、靶点穿刺PCa阳性率比较,差异无统计学意义( $P > 0.05$ )。见表2。

**2.4 两组并发症发生情况比较** 两组并发症总发生率比较,差异无统计学意义( $P > 0.05$ )。见表3。

## 3 讨论

随着医疗设备及技术的不断更新迭代,前列腺穿刺术式经历多个阶段,从最初的手指引导下前列腺穿刺,到超声引导下经直肠前列腺穿刺,进一步发展为目前主流的超声引导下经会阴前列腺穿刺,穿刺阳性检出率逐渐提高,但仍不可避免假阴性率。虽然靶向融合穿刺技术可提高穿刺精度,从而提高阳性率,但由于设备昂贵,从而限制其进一步推广。目前,大多数医院开展的认知融合经会阴前列腺穿刺仍是主流穿刺方法,但其阳性率仅为30%~40%<sup>[8-10]</sup>。如何在现有条件下提高认知融合穿刺阳性率一直是临床医师的探究焦点。MRI图像靶点识别度与穿刺者的认知度是目前穿刺活检阳性率的影响因素。

MRI靶点识别度与图像质量及阅片者经验相关,从初始的MRI平扫到增加弥散加权图像,再发展至如今市级医院最常用的mp-MRI, MRI图像质量不断提升,mp-MRI通过多模态图像增加对可疑结节的识别度,精准定位,阅片者再结合PI-RADS评分系统进行结节评分,对结节定性更为准确,从而减少过度诊断<sup>[11-12]</sup>。但mp-MRI也有局限性,其学习曲线较长,不同医师对图像的识别不尽相同,经验累积也因人而异,阅片结果差异较大<sup>[13]</sup>。如何减少阅片中的主观误差始终困扰临床工作者。近年来随着人工智能领域的飞速发展,已出现AI分割前列腺病灶及阅片,并提供PI-RADS评分等。有研究显示,AI在前列腺病灶分割精度方面具有更高的效能,能够进一步降低主观因素对前列腺可疑结节识别的影响<sup>[14-15]</sup>。目前,我院与华师大合作,依托于上海市磁

表1 两组一般资料及结节辨识度比较( $\bar{x} \pm s$ )

组别	例数	年龄(岁)	前列腺体积(ml)	总前列腺特异性抗原(ng/ml)	穿刺针数(针)	PI-RADS $\geq 3$ 分MRI结节(个)
试验组	102	70.18±7.90	80.06±18.76	21.53±16.70	13.43±1.42	110.00±0.00
对照组	102	68.60±8.01	81.66±20.71	14.66±14.41	13.24±1.32	92.00±0.00
t值		1.291	0.434	2.866	0.913	
P值		0.199	0.680	0.131	0.326	0.041

注:PI-RADS为前列腺影像报告和数据系统,MRI为磁共振成像。

表2 两组穿刺结果比较[例(%)]

组别	例数	前列腺癌阳性	靶点穿刺前列腺癌阳性
试验组	102	48(47.06)	29(28.43)
对照组	102	38(37.25)	18(17.65)
$\chi^2$ 值		2.010	3.345
P值		0.156	0.067

表3 两组并发症发生情况比较[例(%)]

组别	例数	明显肉眼血尿	发热	尿潴留及尿路刺激症状等	总发生
试验组	102	2(1.96)	4(3.92)	12(11.76)	18(17.65)
对照组	102	1(0.98)	3(2.94)	11(10.78)	15(14.71)
$\chi^2$ 值		0.338	0.148	0.049	0.040
P值		0.561	0.701	0.825	0.841

共振重点实验室,使用AI软件自动勾画感兴趣区域,标注可疑结节,从而提高可疑结节识别度,本研究中试验组PI-RADS $\geq$ 3分MRI结节识别率高于对照组,为图像部分几何模型建立精度提供支持。

在影像靶点识别度提高的前提下,靶点区域组织穿刺精度与穿刺医师认知度紧密相关。在常规认知融合穿刺过程中,穿刺医师通过阅读MRI,在脑中构建前列腺模型,确定靶点大概区域,随后在超声图像中寻找靶点区域并进行穿刺,但由于MRI与经直肠超声(transrectal ultrasound, TRUS)的图像切面不同,成像原理亦有差异,不能完全匹配,且大脑构建模型存在误差,故认知融合穿刺受术者经验及主观影响较大,靶点穿刺精确度不高<sup>[16]</sup>。

在解剖学上,直肠及前列腺均属于腹膜外位器官,包裹较严密,位置相对固定,在人体平卧位及截石位时,前列腺、直肠位置并未改变,可为本研究建立几何模型提供解剖学依据。通过MRI构建几何模型后,再于会阴部皮肤复刻该模型,定位靶点皮肤投影点,避免术者人脑识别靶点的主观误差及MRI与TRUS的图像不完全兼容的影响,在一定程度上提高穿刺精准度。本次研究中,试验组靶点阳性率和总体阳性率较对照组高,差异无统计学意义,且未增加并发症发生率,可为实施认知融合穿刺的同行思考如何提高穿刺阳性率提供一定的思路和参考。

本研究也存在一定局限性,本研究纳入样本量偏少,可能会影响某些统计分析或结果。该研究操作要求较为苛刻,从患者行mp-MRI检查开始即需患者及检查医师配合,摄片时即要求患者严格平卧,身体不能扭曲。术中亦需严格把控体位和超声探头,确保MRI中靶点模型与皮肤投影点模型相一致,实际操作过程中有一定难度。以上两点可能是

两组阳性率结果差异无统计学意义的重要因素,后续研究中仍需进一步思考如何更好地解决此问题。

综上所述,基于AI-MRI几何模型下的经会阴前列腺穿刺活检术较经会阴认知融合前列腺穿刺活检术可进一步提高穿刺准确度,且安全有效。AI阅片识别PCa结节优于人工阅片。

参考文献:

- [1] 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.
- [2] CAO W, CHEN HD, YU YW, et al. Changing profiles of cancer burden worldwide and in China: a secondary analysis of the global cancer statistics 2020 [J]. Chin Med J (Engl), 2021,134(7): 783–791.
- [3] 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.
- [4] 郑荣寿, 孙可欣, 张思维, 等. 2015年中国恶性肿瘤流行情况分析[J]. 中华肿瘤杂志, 2019, 41(1): 19–28.
- [5] ZIMMERMAN ME, MEYER AR, CARTER HB, et al. In-office transperineal prostate biopsy using biplanar ultrasound guidance: a step-by-step guide [J]. Urology, 2019, 133: 247.
- [6] HUANG GL, KANG CH, LEE WC, et al. Comparisons of cancer detection rate and complications between transrectal and transperineal prostate biopsy approaches—a single center preliminary study [J]. BMC Urol, 2019, 19(1): 101.
- [7] MOTTET N, VAN DEN BERGH R, 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 [J]. Eur Urol, 2021, 79(2): 243–262.
- [8] HSIEH PF, CHANG TY, LIN WC, et al. A comparative study of transperineal software-assisted magnetic resonance/ultrasound fusion biopsy and transrectal cognitive fusion biopsy of the prostate [J]. BMC Urol, 2022, 22(1): 72.
- [9] HANSEN NL, KESCH C, BARRETT T, et al. Multicentre evaluation of targeted and systematic biopsies using magnetic resonance and ultrasound image-fusion guided transperineal prostate biopsy in patients with a previous negative biopsy [J]. BJU Int, 2017, 120(5): 631–638.
- [10] 张震, 梁朝朝, 李光远, 等. 超声引导下经会阴自由手认知融合前列腺穿刺活检学习曲线及初步体会[J]. 中国男科学杂志, 2021, 35(6): 61–63,82.
- [11] BARENTS JO, RICHENBERG J, CLEMENTS R, et al. ESUR prostate MR guidelines 2012 [J]. Eur Radiol, 2012, 22(4): 746–757.
- [12] TURKBAY 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.
- [13] 邢朋毅, 孟英豪, 阳青松, 等. 人工智能在前列腺多参数磁共振成像中的应用及展望[J]. *海军军医大学学报*, 2022, 43(7): 808–815.
- [14] VAN SCHIE MA, DINH CV, HOUDT P, et al. Contouring of prostate tumors on multiparametric MRI: evaluation of clinical delineations in a multicenter radiotherapy trial [J]. *Radiother Oncol*, 2018, 128(2): 321–326.
- [15] CANELLAS R, KOHLI MD, WESTPHALEN AC. The evidence for using artificial intelligence to enhance prostate cancer MR imaging [J]. *Curr Oncol Rep*, 2023, 25(4): 243–250.
- [16] 张帆, 黄海锋, 张胜捷, 等. 前列腺穿刺活检的临床应用进展[J]. *现代泌尿外科杂志*, 2023, 28(3): 261–264.