

双参数磁共振成像 - 经直肠超声引导靶向穿刺 与前列腺特异性抗原或前列腺特异性抗原密度组合 对前列腺癌诊断价值的研究

汪蕾¹, 肖峻², 陶陶², 王常明², 沈德赞², 胡传来¹

1. 安徽医科大学公共卫生学院, 合肥 230032; 2. 中国科学技术大学附属第一医院(安徽省立医院)泌尿外科

[摘要] **目的** 探讨第2版前列腺影像报告和数据系统(PI-RADS)评分对前列腺癌的诊断意义, 评估双参数磁共振成像(bpMRI) - 经直肠超声(TRUS)引导靶向穿刺在不同前列腺特异性抗原(PSA)、前列腺特异性抗原密度(PSAD)分组中的诊断价值。**方法** 回顾性分析2017年1月至2021年1月于中国科学技术大学附属第一医院(安徽省立医院)行经会阴前列腺穿刺活检的374例患者的临床资料。将患者分为系统穿刺组(12针)和靶向穿刺组(12+X针); 分析2组患者的数据差异, 再通过ROC曲线比较各临床参数对前列腺癌的诊断价值, 比较系统穿刺和靶向穿刺在不同PSA和PSAD分组中对前列腺癌的诊断价值。**结果** 系统穿刺组和靶向穿刺组患者的年龄、体重指数、PSA、PSAD和前列腺癌患者的Gleason评分差异无统计学意义($P > 0.05$), 但靶向穿刺组患者的PI-RADS评分和穿刺阳性率高于系统穿刺组($P < 0.05$); ROC曲线表明, bpMRI对前列腺癌的诊断效能最高。PI-RADS评分在所有患者中、系统穿刺组和靶向穿刺组的AUC值分别为0.927、0.940和0.890, 灵敏度分别为93.51%、89.47%和83.53%, 特异度分别为80.91%、88.89%和80.41%; 按不同PSA、PSAD值将患者进行分组, 结果表明靶向穿刺(12+X)在 $4 \mu\text{g/L} < \text{PSA} \leq 20 \mu\text{g/L}$, 以及 $\text{PSAD} > 0.15$ 的患者中诊断能力要明显优于系统穿刺($P < 0.05$)。**结论** 基于bpMRI的PI-RADS评分系统对前列腺癌的诊断效能高, 结合bpMRI影像报告和术中超声, 对有可疑目标病灶的患者靶向穿刺(12+X)能明显提高诊断率。

[关键词] 前列腺肿瘤; 多参数磁共振成像; 穿刺术; 前列腺特异抗原

DOI: 10.3969/J.issn.1672-6790.2022.03.027

The value of bpMRI-TRUS targeted biopsy combined with PSA or PSAD in the diagnosis of prostate cancer

Wang Lei*, Xiao Jun, Tao Tao, Wang Changming, Shen Deyun, Hu Chuanlai

* School of Public Health, Anhui Medical University, Hefei 230032, China

Corresponding author: Hu Chuanlai, Email: huchuanlai@126.com

[Abstract] **Objective** To explore the diagnostic significance of PI-RADS score (version 2) for prostate cancer and evaluate the diagnostic value of bpMRI-TRUS targeted biopsy for prostate cancer in different PAS and PASD groups.

Methods The clinical data of 374 patients underwent transperineal prostate biopsy in The First Affiliated Hospital of USTC (Anhui Provincial Hospital) during January 2017 and January 2021 was retrospectively analyzed. The patients were divided into systematic biopsy group with 12 cores and targeted biopsy group with 12 + X cores; then analyzing the clinical characteristics of the two groups and comparing the diagnostic value of those clinical parameters for prostate cancer by ROC curves. Finally, comparing the diagnostic efficiency for prostate cancer of systematic biopsy group and targeted biopsy group in different PSA and PSAD groups. **Results** There were no significant differences in age, BMI, PSA, PSAD and Gleason score between the systematic biopsy group and the targeted biopsy group ($P > 0.05$), but the PI-RADS score and positive rate of biopsy in the targeted biopsy group were higher than those in the systematic biopsy group ($P < 0.05$). ROC curves showed that PI-RADS score had the highest diagnostic efficiency for prostate cancer. The AUC value of PI-RADS score were 0.927, 0.940 and 0.890, the sensitivity of PI-RADS score were 93.51%, 89.47% and 83.53% and the specificity of PI-RADS score were 80.91%, 88.89% and 80.41% among all patients, the system-

基金项目: 安徽省重点研究与开发计划项目(202004J07020022, 1804h08020253)

作者简介: 汪蕾, 硕士研究生, Email: 120596885@qq.com

通信作者: 胡传来, 教授, Email: huchuanlai@126.com

atic biopsy group and the targeted biopsy group respectively. Then, patients were divided in groups according to different PSA and PSAD levels. The results showed that the diagnostic value of bpMRI-TRUS targeted biopsy (12 + X) was significantly better than systematic biopsy (12) in patients with $4 \mu\text{g/L} < \text{PSA} \leq 20 \mu\text{g/L}$ and $\text{PSAD} > 0.15$ ($P < 0.05$).

Conclusions PI-RADS scoring system has a great diagnostic capability for prostate cancer, bpMRI-TRUS targeted biopsy can obviously improve the diagnostic rate of prostate cancer in patients with suspicious regions.

[**Keywords**] Prostatic neoplasms; Multiparametric magnetic resonance imaging; Punctures; Prostate-specific antigen

前列腺癌(PCa)是男性泌尿生殖系统最常见的恶性肿瘤。在美国,其发病率和病死率分别位居男性恶性肿瘤第一位和第二位,多发于50岁以上的男性,由于该疾病早期无特殊临床表现,疾病确诊时已经发展至中晚期^[1]。对前列腺癌的早期诊断进而对前列腺癌患者实施早期治疗非常重要。前列腺特异性抗原(PSA)是目前临床筛查前列腺癌最常用的检验指标^[2],然而,研究表明单独使用PSA诊断PCa灵敏度较高,但特异度较低^[3]。前列腺特异性抗原密度(PSAD)是血清总PSA与前列腺体积的比值,正常值 < 0.15 ,PSAD是PSA的衍生指标,对预测PCa有很高的价值^[4]。多参数磁共振成像(mpMRI)是前列腺癌的重要筛查手段,由T2加权像(T2WI),弥散加权像(DWI)和动态增强磁共振(DCE)组成^[5-6]。2014年发表的第2版前列腺影像报告和数据库系统(PI-RADS)指出,相较于T2WI和DWI,DCE在前列腺肿瘤的检测中仅起次要作用,并且不对最后诊断起决定性作用^[7]。近期研究表明,联合T2WI和DWI的双参数磁共振成像(bpMRI)能达到与mpMRI相近的诊断效果^[8]。本文收集行经直肠超声(TRUS)引导前列腺穿刺活检患者的临床资料,探讨bpMRI对前列腺癌的诊断能力,并评价bpMRI-TRUS靶向穿刺在不同PSA、PSAD分组中对前列腺癌的诊断价值。

1 资料与方法

1.1 一般资料 回顾性分析2017年1月至2021年1月中国科学技术大学附属第一医院(安徽省立医院)泌尿外科收治的374例行前列腺穿刺活检患者的临床资料。患者年龄(68.7 ± 9.4)岁,体重指数(BMI)为(23.51 ± 2.87) kg/m^2 ,平均PSA和PSAD分别为(28.89 ± 42.60) $\mu\text{g/L}$ 、 0.69 ± 1.07 。所有患者均于中国科学技术大学附属第一医院(安徽省立医院)完善前列腺bpMRI检查;随后在1周之内行局部麻醉下经直肠超声引导下前列腺穿刺活检,所有患者均为首次穿刺,且之前未接受任何辅助治疗。本研究方案经中国科学技术大学附属第一医

院(安徽省立医院)医学伦理委员会批准。

1.2 bpMRI检查及PI-RADS评分判定 采用3.0T MRI(Discovery MR750,美国GE公司)扫描仪对患者进行检查,最终获取的影像信息有T1WI、T2WI加权像及DWI影像。其中T2WI和DWI图像均由2名具有5年以上前列腺诊断经验的放射科医生在未知穿刺结果的情况下独立按照第2版PI-RADS评分系统进行评估,若两者意见不同则由另1名高级职称放射科医师进行最后评估。由于本次研究仅使用T2WI和DWI,未使用DCE,即bpMRI。PI-RADS评分标准主要参考T2WI评分,当移行带肿瘤T2WI的评分为3分时,若DWI的评分为 < 5 分,则PI-RADS评分为3分,若DWI的评分为5分,则PI-RADS评分为4分。PI-RADS评分的意义如下, ≤ 2 分提示前列腺癌可能小,3分提示中度可疑前列腺癌, ≥ 4 分提示高度可疑前列腺癌。

1.3 前列腺穿刺方法 所有患者均于局部麻醉下行经直肠双平面B超引导下(Flex Focus 800, BK Medical)前列腺穿刺活检术,对于术前前列腺bpMRI检查以及术中超声未提示可疑区域的患者,仅行常规系统穿刺(12针)。对前列腺bpMRI检查或术中超声在常规12针穿刺的位置以外提示有可疑区域的患者,在系统穿刺12针的基础上,再对可疑区域进行靶向穿刺(X)。穿刺标本都送至病理科,由2名经验丰富的病理医生进行诊断分析,若两者所得结果出现分歧,则由另1名高级职称病理医生决定最终结果。

1.4 统计学方法 采用SPSS 24.0统计学软件分析数据。计数资料采用例数及百分比表示;计数资料比较采用 χ^2 检验;计量资料采用 $\bar{x} \pm s$ 表示,组间比较采用独立样本 t 检验。通过绘制ROC曲线来比较各临床参数对前列腺癌的诊断价值,并计算各参数的AUC值,灵敏度、特异度和约登指数。 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 接受系统穿刺和靶向穿刺的患者临床资料特征的总结和比较 根据穿刺方法将这374例患者分

表1 接受系统穿刺(12针)与靶向穿刺(12+X针)患者的一般特征总结和比较

| 组别 | 例数 | 年龄 ($\bar{x} \pm s$, 岁) | BMI ($\bar{x} \pm s$, kg/m ²) | PSA ($\bar{x} \pm s$, μg/L) | PSAD ($\bar{x} \pm s$) | PI-RADS 评分[例(%)] | | |
|----------------------------------|-----|------------------------------|--|----------------------------------|-----------------------------|------------------|-----------|------------|
| | | | | | | ≤2分 | 3分 | ≥4分 |
| 所有患者 | 374 | 68.7 ± 9.4 | 23.51 ± 2.87 | 28.89 ± 42.60 | 0.69 ± 1.07 | 188(50.27) | 43(11.49) | 143(38.24) |
| 系统穿刺组(12针) | 192 | 67.9 ± 8.8 | 23.65 ± 3.15 | 28.31 ± 41.37 | 0.61 ± 1.02 | 126(65.63) | 15(7.81) | 51(26.56) |
| 靶向穿刺组(12+X针) | 182 | 69.4 ± 10.1 | 23.36 ± 2.55 | 29.29 ± 44.08 | 0.74 ± 1.11 | 62(34.07) | 28(15.38) | 92(50.55) |
| <i>t</i> 或 <i>Z</i> 或 χ^2 值 | | 1.538 | -0.978 | -1.865 | -1.473 | | 37.232 | |
| <i>P</i> 值 | | 0.125 | 0.329 | 0.062 | 0.141 | | <0.001 | |

| 组别 | 例数 | 穿刺病理结果[例(%)] | | Gleason 评分[例(%)] | | |
|----------------------------------|-----|--------------|------------|------------------|-----------|----------|
| | | 阴性 | 阳性 | ≤7分 | 8分 | ≥9分 |
| 所有患者 | 374 | 214(57.22) | 160(42.78) | 79(21.12) | 48(12.83) | 33(8.83) |
| 系统穿刺组(12针) | 192 | 130(60.75) | 62(38.75) | 32(16.67) | 11(5.73) | 19(9.90) |
| 靶向穿刺组(12+X针) | 182 | 84(39.25) | 98(61.25) | 47(25.82) | 37(20.33) | 14(7.69) |
| <i>t</i> 或 <i>Z</i> 或 χ^2 值 | | | 17.733 | | | 2.784 |
| <i>P</i> 值 | | | <0.001 | | | 0.249 |

注: BMI 为体重指数; PSA 为前列腺特异抗原; PSAD 为前列腺癌特异抗原密度; PI-RADS 为前列腺磁共振评分。

为系统穿刺组(192例)和靶向穿刺组(182例)。2组患者的年龄、BMI和PSA差异无统计学意义。靶向穿刺组的PI-RADS评分更高,穿刺阳性率更高,但是2组穿刺阳性患者的Gleason评分差异无统计学意义。见表1。

2.2 患者临床参数对于前列腺癌诊断的价值与比较 利用ROC曲线来评价患者年龄、PSA、PSAD、PI-RADS评分4种参数对诊断前列腺癌的价值。分别得出年龄、PSA、PSAD和PI-RADS评分4种临床指标在所有患者、系统穿刺组和靶向穿刺组的ROC曲线,年龄在各组的AUC值分别为0.660、0.636和0.672;PSA在各组的AUC值分别为0.707、0.730和0.671;PSAD在各组的AUC值分别为0.781、0.784和0.754;PI-RADS评分在各组的AUC值分别为0.927、0.940和0.890,并且在各组都是最高的。由此可见PI-RADS评分在前列腺中的诊断价值是优于PSA和PSAD的,应用PI-RADS评分在所有患者、系统穿刺组和靶向穿刺组诊断PCa的灵敏度为93.51%、89.47%和83.53%;特异度80.91%、88.89%和80.41%;约登指数为0.74、0.78和0.64。

2.3 不同PSA分组系统穿刺和靶向穿刺的诊断结果比较 分别对系统穿刺组(12针)和靶向穿刺组(12+X针)的患者按照不同的PSA水平进行分组,共5组,比较在不同的PSA水平下,患者接受系统

穿刺或靶向穿刺前列腺癌诊断的阳性率。在PSA < 4 μg/L时,系统穿刺组的阳性率为25.00%,靶向穿刺组阳性率为33.33%,2组差异无统计学意义。在4 μg/L < PSA ≤ 10 μg/L时,系统穿刺组的阳性率为20.00%,而靶向穿刺组阳性率为44.19%,显著高于系统穿刺组。在10 μg/L < PSA ≤ 20 μg/L时,靶向穿刺组的阳性率(44.44%)也明显高于系统穿刺组(20.51%)。当20 μg/L < PSA ≤ 100 μg/L时,系统穿刺组和靶向穿刺组之间的阳性率分别为51.16%、67.69%,两者差异无统计学意义。当PSA水平 > 100 μg/L时,患者前列腺癌的阳性诊断率均为100%(表2)。上述结果表明,当PSA值在4~20 μg/L之间时,采用靶向穿刺对前列腺癌诊断的阳性率优于系统穿刺。

2.4 不同PSAD分组系统穿刺和靶向穿刺的诊断结果比较 根据PSAD水平不同,分别将系统穿刺组(12针)和靶向穿刺组(12+X针)的患者分为2组。当PSAD ≤ 0.15时,系统穿刺组和靶向穿刺组的阳性率分别为19.05%和25.00%,2种方式差异无统计学意义。当PSAD水平 > 0.15时,靶向穿刺组的阳性率为59.09%,系统穿刺组为36.00%,2组差异有统计学意义,提示当PSAD > 0.15时,靶向穿刺对前列腺癌诊断的阳性率明显高于系统穿刺(表3)。

表2 不同 PSA 分组接受系统穿刺与靶向穿刺阳性率比较[例(%)]

| 组别 | 例数 | ≤4 μg/L | | >4~10 μg/L | | >10~20 μg/L | | >20~100 μg/L | | >100 μg/L | |
|------------------|-----|----------|----------|------------|-----------|-------------|-----------|--------------|-----------|------------|----|
| | | 阳性 | 阴性 | 阳性 | 阴性 | 阳性 | 阴性 | 阳性 | 阴性 | 阳性 | 阴性 |
| 系统穿刺组 | 192 | 1(25.00) | 3(75.00) | 11(20.00) | 44(80.00) | 16(20.51) | 62(79.49) | 22(51.16) | 21(48.84) | 12(100.00) | 0 |
| 靶向穿刺组 | 182 | 2(33.33) | 4(66.67) | 19(44.19) | 24(55.81) | 28(44.44) | 35(55.56) | 44(67.69) | 21(32.31) | 5(100.00) | 0 |
| χ ² 值 | | - | | 6.646 | | 9.298 | | 2.975 | | - | |
| P 值 | | 1.000 | | 0.010 | | 0.002 | | 0.085 | | - | |

注:PSA 为前列腺特异抗原。

表3 不同 PSAD 分组系统穿刺与靶向穿刺阳性率比较[例(%)]

| 组别 | 例数 | ≤0.15 | | >0.15 | |
|------------------|-----|----------|-----------|-----------|-----------|
| | | 阳性 | 阴性 | 阳性 | 阴性 |
| 系统穿刺组 | 192 | 8(19.05) | 34(80.95) | 54(36.00) | 96(64.00) |
| 靶向穿刺组 | 182 | 7(25.00) | 21(75.00) | 91(59.09) | 63(40.91) |
| χ ² 值 | | 0.354 | | 16.241 | |
| P 值 | | 0.552 | | <0.001 | |

注:PSAD 为前列腺癌特异抗原密度。

3 讨论

随着影像学技术的进步,mpMRI 被广泛应用于临床疾病的诊断^[9],2020 年最新欧洲泌尿外科学会(EUA)指南推荐所有怀疑前列腺癌的患者穿刺活检前应行 mpMRI 检查^[4]。2016 年,一项包含近 2 000 例患者的荟萃分析评估了 mpMRI 检测 PCa 的表现,结果显示 mpMRI 在诊断 PCa 时,阴性预测值为 63%~98%,敏感性为 44%~87%^[10]。mpMRI 主要由 T2WI, DWI 和 DCE 组成,是目前最常用于前列腺癌诊断的影像学检查。但是最近的研究表明, DCE 费用昂贵、操作耗时,0.1%~0.2% 的患者行 DCE 检查时会出现轻度恶心、呕吐、荨麻疹症状,严重者可能出现咽喉紧张和休克等严重并发症^[11-12]。在 2014 年更新的最新版本 PI-RADS 评分系统中, DCE 在诊断前列腺癌时的作用被弱化,其主要价值是如果 DCE 为阳性,则将外周带 DWI 得分 3 分的病灶升级为 4 分。越来越多的研究表明,仅有 T2WI 和 DWI 的 bpMRI 能提供与 mpMRI 相近的诊断信息,并且耗时短,费用低^[6,13]。Boesen 等^[14] 的研究表明 bpMRI 能够明显提高临床有意义 PCa 的诊断率,避免部分 PCa 患者的过度检查。

由于 mpMRI 在泌尿外科的应用越来越广泛,基于 mpMRI 信息的靶向穿刺也逐渐被应用到临床工作中,该技术能在穿刺前对可疑区域进行很好的定位,能有效地提高穿刺的准确性,减少穿刺针数和

术后并发症^[15]。目前已知的靶向穿刺方式主要有 mpMRI 直接引导下前列腺靶向穿刺,mpMRI 与经直肠超声影像实时融合靶向穿刺以及认知融合靶向穿刺^[16]。其中前 2 种穿刺方式是理想的靶向穿刺方式,实时影像能够明显提高穿刺的精确度和灵活性,对微小病灶的定位和检出具有明显的优势,显著降低漏诊率。其主要缺点是需要的设备复杂,经费高,学习曲线长^[17]。相比之下,无须任何特殊设备的认知融合穿刺更容易被推广和普及,只需要术者在术前判断 mpMRI 中可疑病灶的位置,再将其作为穿刺的靶标应用到术中即可。但是要注意的是,单独的靶向穿刺,对 mpMRI 的信息依赖度太高,其假阳性率和漏诊率都较高,因此目前最好的穿刺方式是在系统穿刺的基础上加上靶向穿刺^[18-19]。本研究中靶向穿刺组的患者采取的就是这种穿刺方式。

本研究中利用 ROC 曲线对各临床参数对前列腺癌的诊断价值做了对比,结果表明根据 bpMRI 影像信息,得出的 PI-RADS 评分对诊断前列腺癌的价值是最高的,PI-RADS 评分在所有患者中,系统穿刺和靶向穿刺组的 AUC 值分别为 0.927、0.940 和 0.890,明显高于其他临床指标。应用 PI-RADS 评分在本组患者中诊断的灵敏度为 93.51%,特异度 80.91%。然后按患者的 PSA 和 PSAD 值对患者进行分组,发现联合 bpMRI 的认知靶向融合穿刺在 4 μg/L < PSA < 20 μg/L 以及 PSAD > 0.15 的患者群体中,对 PCa 有更高的检出率,这从一定程度上避免了部分患者因漏诊而耽误及时的治疗。既往研究也表明, bpMRI 影像检查能够很好地预测前列腺癌的诊断, bpMRI-TRUS 联合靶向穿刺能明显提高前列腺癌患者的检出率。相比 mpMRI 来说, bpMRI 除了能提供相当水平的诊断价值外,还兼具成本低,用时短,并发症少的优点^[20]。本研究也存在一些局限性,首先,前列腺穿刺活检所获取组织病理检查结果可能与根治性前列腺切除术后的病理不同;其次,临床上存在一部分患者 PSA 持续升高但并未进行

穿刺,一些 bpMRI 序列不完整的患者也并未纳入本研究;再次,本研究为回顾性、单中心研究,可能存在患者选择偏倚,因此研究结论还需要更多多中心、前瞻性研究来验证。

综上所述,mpMRI 在前列腺疾病的诊断中应用越来越广泛,相比之下,结合 T2WI 和 DWI 的 bpMRI 同样能为 PCa 患者提供较为全面的诊断信息,并且更容易被患者所接受。bpMRI-TRUS 认知融合靶向穿刺是一种普适性高,经济又实用的前列腺穿刺方案。在 $4 \mu\text{g/L} < \text{PSA} < 20 \mu\text{g/L}$ 及 $\text{PSAD} > 0.15$ 的患者中应用该穿刺方案,能提高穿刺的阳性率,降低漏诊风险。

参 考 文 献

- [1] SIEGEL R L, MILLER K D, JEMAL A. Cancer statistics, 2019 [J]. *CA Cancer J Clin*, 2019, 69(1):7-34.
- [2] PERNAR C H, EBOT E M, WILSON K M, et al. The epidemiology of prostate cancer [J]. *Cold Spring Harb Perspect Med*, 2018, 8(12):a030361.
- [3] DUFFY M J. Biomarkers for prostate cancer: prostate-specific antigen and beyond [J]. *Clin Chem Lab Med*, 2020, 58(3):326-339.
- [4] 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.
- [5] TAMADA T, KIDO A, YAMAMOTO A, et al. Comparison of biparametric and multiparametric MRI for clinically significant prostate cancer detection with PI-RADS Version 2. 1 [J]. *J Magn Reson Imaging*, 2021, 53(1):283-291.
- [6] CHIAM K, CARLE C, HUGHES S, et al. Use of multiparametric magnetic resonance imaging (mpMRI) in active surveillance for low-risk prostate cancer: a scoping review on the benefits and harm of mpMRI in different biopsy scenarios [J]. *Prostate Cancer Prostatic Dis*, 2021, 24(3):662-673.
- [7] WEINREB J C, BARENTSZ J O, CHOYKE P L, et al. PI-RADS prostate imaging: reporting and data system: 2015, Version 2 [J]. *Eur Urol*, 2016, 69(1):16-40.
- [8] ZAWAIDEH J P, SALA E, SHAIDA N, et al. Diagnostic accuracy of biparametric versus multiparametric prostate MRI: assessment of contrast benefit in clinical practice [J]. *Eur Radiol*, 2020, 30(7):4039-4049.
- [9] CATALONA W J. Prostate cancer screening [J]. *Med Clin North Am*, 2018, 102(2):199-214.
- [10] MENDHIRATTA N, TANEJA S S, ROSENKRANTZ A B. The role of MRI in prostate cancer diagnosis and management [J]. *Future Oncol*, 2016, 12(21):2431-2443.
- [11] GATTI M, FALETTI R, CALLERIS G, et al. Prostate cancer detection with biparametric magnetic resonance imaging (bpMRI) by readers with different experience: performance and comparison with multiparametric (mpMRI) [J]. *Abdom Radiol (NY)*, 2019, 44(5):1883-1893.
- [12] PADHANI A R, WEINREB J, ROSENKRANTZ A B, et al. Prostate imaging-reporting and data system steering committee: PI-RADS v2 status update and future directions [J]. *Eur Urol*, 2019, 75(3):385-396.
- [13] XU M, FANG M, ZOU J, et al. Using biparametric MRI radiomics signature to differentiate between benign and malignant prostate lesions [J]. *Eur J Radiol*, 2019, 114:38-44.
- [14] BOESEN L, NØRGAARD N, LØGAGER V, et al. Assessment of the diagnostic accuracy of biparametric magnetic resonance imaging for prostate cancer in biopsy-naive men: the Biparametric MRI for Detection of Prostate Cancer (BIDOC) Study [J]. *JAMA Netw Open*, 2018, 1(2):e180219. DOI: 10.1001/jamanetworkopen.2018.0219.
- [15] KASIVISVANATHAN V, RANNIKKO A S, BORGHI M, et al. MRI-Targeted or standard biopsy for prostate: cancer diagnosis [J]. *N Engl J Med*, 2018, 378(19):1767-1777.
- [16] AHDOOT M, WILBUR A R, REESE S E, et al. MRI-Targeted, systematic, and combined biopsy for prostate cancer diagnosis [J]. *N Engl J Med*, 2020, 382(10):917-928.
- [17] DROST F H, OSSES D F, NIEBOER D, et al. Prostate MRI, with or without MRI-targeted biopsy, and systematic biopsy for detecting prostate cancer [J]. *Cochrane Database Syst Rev*, 2019, 4(4):CD012663.
- [18] KULIŠ T, ZEKULIĆ T, ALDUK A M, et al. Targeted prostate biopsy using a cognitive fusion of multiparametric magnetic resonance imaging and transrectal ultrasound in patients with previously negative systematic biopsies and non-suspicious digital rectal exam [J]. *Croat Med J*, 2020, 61(1):49-54.
- [19] KHOO C C, ELDRED-EVANS D, PETERS M, et al. A comparison of prostate cancer detection between visual estimation (cognitive registration) and image fusion (software registration) targeted transperineal prostate biopsy [J]. *J Urol*, 2021, 205(4):1075-1081.
- [20] XU L, ZHANG G, SHI B, et al. Comparison of biparametric and multiparametric MRI in the diagnosis of prostate cancer [J]. *Cancer Imaging*, 2019, 19(1):90.

(收稿日期:2022-03-08)