

## ·非血管介入 Non-vascular intervention·

## 超声造影联合实时弹性成像在前列腺穿刺活检中的应用价值探究

梅丽丽, 曾书娥

**【摘要】目的** 探究经直肠前列腺超声造影联合实时弹性成像在前列腺穿刺活检中的应用价值。**方法** 回顾性分析 2016 年 5 月到 2017 年 9 月行经直肠前列腺穿刺活检的 88 例患者共 96 个可疑病灶的超声影像学资料以及穿刺活检资料,并以穿刺活检病理诊断结果为金标准,比较超声造影(CEUS)和实时弹性成像(TRTE)两种方法单独以及联合应用在前列腺良恶性病变诊断中的准确性;采用受试者工作特征(ROC)曲线分析 3 种方法诊断前列腺良恶性病变的诊断效能。**结果** 96 个前列腺病灶中,CEUS 诊断为恶性 56 个,良性 40 个,与穿刺活检结果比较,CEUS 诊断前列腺良恶性的正确率为 79.2%(76/96);TRTE 诊断为恶性 52 个,良性 44 个,与穿刺活检结果比较,TRTE 诊断前列腺良恶性的正确率为 77.1%(74/96);CEUS 联合 TRTE 诊断为恶性 56 个,良性 40 个,与穿刺活检结果比较,CEUS 联合 TRTE 诊断前列腺良恶性的正确率为 91.7%(88/96)。ROC 曲线分析显示:CEUS 联合 TRTE 诊断的灵敏度、特异度、阳性预测值(PPV)、阴性预测值(NPV)以及正确率明显高于 CEUS 或 TRTE 单独诊断,相比较差异均有统计学意义( $P < 0.05$ );三组曲线下面积(AUC)分别为 0.913、0.786、0.820,均有较高的诊断效率(AUC 均  $> 0.5$ );但组间两两比较差异无统计学意义( $P > 0.5$ )。**结论** CEUS 和 TRTE 两种方法单独以及联合应用在前列腺癌的诊断中具有相当的诊断效能,而 CEUS 与 TRTE 联合应用具有更高的诊断灵敏度、特异度、PPV、NPV 以及正确率,与穿刺活检诊断结果比较一致性更高;CEUS 联合 TRTE 可有效提高前列腺癌患者术前诊断结果的准确性,有利于穿刺点的定位,减少不必要的穿刺,并提高穿刺活检的检出率。

**【关键词】** 前列腺癌;超声造影;实时弹性成像;穿刺活检

中图分类号:R966;R979.1 文献标志码:A 文章编号:1008-794X(2019)-04-0347-06

**The application value of contrast-enhanced ultrasonography combined with transrectal real-time elastography in prostate biopsy** MEI Lili, ZENG Shue. Department of Ultrasound, Hubei Provincial Cancer Hospital, Wuhan, Hubei Province 430070, China

Corresponding author: ZENG Shue, E-mail: 739039061@qq.com

**【Abstract】Objective** To investigate the application value of contrast-enhanced ultrasonography combined with transrectal real-time elastography in prostate biopsy. **Methods** The ultrasonography imaging findings and biopsy results of 88 patients (96 suspected lesions in total), who received transrectal prostate biopsy during the period from May 2016 to September 2016 at authors' department, were retrospectively analyzed. Taking the pathological diagnosis of puncture biopsy as the golden standard, the accuracy of simple contrast-enhanced ultrasonography (CEUS), simple transrectal real-time elastography (TRTE), and combination use of CEUS and TRTE in diagnosing benign and malignant prostate lesions was analyzed. ROC curve was used to evaluate the efficacy of the above three methods in differentiating benign and malignant prostatic lesions. **Results** Of the 96 prostate lesions, CEUS diagnosed malignant in 56 and benign in 40, comparing with the puncture biopsy results the accuracy of CEUS in diagnosing benign and malignant prostate lesions was 79.2% (76/96). TRTE diagnosed malignant in 52 and benign in 44, comparing with the puncture biopsy results the accuracy of TRTE in diagnosing benign and malignant prostate lesions was 77.1% (74/96). CEUS combined with TRTE diagnosed malignant in 56 and benign in 40, comparing with the puncture biopsy results

DOI:10.3969/j.issn.1008-794X.2019.04.011

作者单位:430070 武汉 湖北省肿瘤医院超声科

通信作者:曾书娥 E-mail:739039061@qq.com

the accuracy of CEUS combined with TRTE in diagnosing benign and malignant prostate lesions was 91.7% (88/96). ROC curve analysis showed that the diagnostic sensitivity, specificity, positive predictive value (PPV), negative predictive value (NPV) and accuracy of CEUS combined with TRTE were significantly higher than those of simple CEUS and those of simple TRTE, the differences were statistically significant ( $P < 0.05$ ). The areas under curve (AUC) of CEUS, TRTE and CEUS plus TRTE group were 0.913, 0.786 and 0.820 respectively, indicating that the diagnostic efficacy was high in all three groups ( $AUC > 0.5$ ), although no statistically significant difference existed between each other among the three groups ( $P > 0.05$ ). **Conclusion** In diagnosing prostate cancer, CEUS and TRTE, regardless of simple use or combination use, have fairly high diagnostic effectiveness, and combination use of CEUS and TRTE carries higher diagnostic sensitivity, specificity, PPV, NPV and accuracy, as well as higher consistency with the puncture biopsy diagnosis. CEUS combined with TRTE can effectively improve the accuracy of preoperative diagnosis in patients with prostate cancer. This technique is helpful for locating the puncture point, reducing the unnecessary puncture, and improving the detection rate of puncture biopsy. (J Intervent Radiol, 2019, 28: 347-352)

**【Key words】** prostate cancer; contrast-enhanced ultrasonography; transrectal real-time elastography; puncture biopsy

前列腺癌(prostate cancer)是男性泌尿生殖系统常见的恶性肿瘤之一,其病理类型主要包括腺癌、腺鳞癌、尿路上皮癌等,其中腺癌占 95%以上<sup>[1]</sup>。前列腺癌多发生于 55 岁以后的中老年男性,其发病高峰期为 70~80 岁,患者早期症状多不明显,随着病情进展,可出现明显的压迫症状<sup>[2-3]</sup>;如进行性排尿困难、尿频、尿急、甚至尿失禁,肿瘤压迫直肠可导致排便困难,压迫神经则出现会阴部疼痛、坐骨神经疼等,对患者的生命健康和生活质量造成了严重的影响。早期发现并进行有效治疗可成功治愈或有效控制前列腺癌的发展,是改善患者生活质量的关键。目前,病理活检仍是临床诊断前列腺癌的金标准,但作为一种有创检查,其检出率较低,往往需要多次进行穿刺,给患者造成了较大的痛苦,并容易造成感染,因此,如何提高穿刺活检的检出率、减少穿刺次数,受到临床广泛关注<sup>[4]</sup>。近年来,影像学技术的快速发展和应用,显著提高了肿瘤术前诊断的准确性,超声引导下穿刺技术也得到应用,本研究将超声造影(contrast-enhanced ultrasonography, CEUS)和经直肠实时弹性成像(transrectal real-time elastography, TRTE)两种超声技术联合应用于前列腺的穿刺活检中,旨在为临床提高参考,现将研究情况报道如下。

## 1 材料与方法

### 1.1 材料

1.1.1 临床资料 选取 2016 年 5 月到 2017 年 9 月期间在我院超声科行经直肠前列腺穿刺活检的患者 88 例,纳入标准<sup>[5]</sup>:①血液生化检查前列腺特

异抗原(PSA)值异常( $tPSA > 4.0 \mu\text{g/L}$ );前列腺 B 超有低回声区,或 MRI 检查发现异常信号;直肠指检发现结节;上述 3 项至少有 1 项符合;②均首次就诊,既往未进行过手术及放化疗等治疗;③患者临床资料完整;④患者及家属对本研究知情同意 CEUS 和 TRTE 检查,了解穿刺活检相关注意事项及风险,并签署知情同意书。排除标准<sup>[6]</sup>:①诊断为急性期泌尿系统感染者;②既往接受内分泌、手术等相关治疗;③前列腺弥漫性病变;④对对比剂过敏的患者以及合并严重的凝血功能障碍的患者。本研究经我院医学伦理委员会批准进行。

经超声检查初步筛选共选取了 88 例患者,年龄 42~84 岁,平均( $69.6 \pm 4.2$ )岁;PSA 为 6.36~325.62  $\mu\text{g/L}$ ,平均( $36.58 \pm 12.35$ )  $\mu\text{g/L}$ ;Gleason 评分 6~9 分,平均( $5.78 \pm 2.35$ )分;前列腺体积 23.64~75.66 mL,平均( $50.32 \pm 4.53$ ) mL。88 例患者穿刺前行常规超声、TRTE 和 CEUS 检查,共选取了 96 个可疑前列腺病灶,直径 0.58~2.76 cm,平均( $1.25 \pm 0.64$ ) cm。

1.1.2 设备与对比剂 CEUS 和 TRTE 检查均采用 Philip EPIQ 5 型彩色多普勒诊断仪;超声探头采用 C10-3V,频率 4~11 MHz;对比剂采用 SonoVue(意大利 Bracco 公司)。

### 1.2 方法

1.2.1 CEUS 检查 检查前嘱患者排空大便,清洁灌肠后于操作台上取左侧卧位,屈髋屈膝充分暴露肛门,将探头从肛门缓慢插入,先进行经直肠前列腺常规超声检查,标记血流丰富或异常回声区。将对对比剂与 0.9% NaCl 溶液 5 mL 混合配成乳糜状微泡悬液,从患者上臂外周浅静脉团注入,并进行

CEUS 检查。对比剂注入后持续观察并同步记录标记区域前列腺的显影情况和数据,直到对比剂消散。所有患者的 CEUS 检查以及结果的判断分别由两位高年资超声医师独立完成。

**1.2.2 TRTE 检查** 患者取相同体位,先进行前列腺纵切面、横切面和端扫多切面超声扫描检查,测量前列腺大小,观察其形态、包膜等有无异常,当发现异常回声区、局限性血流丰富区时切换为 TRTE 模式检查。采用双幅显示功能仔细观察可疑区域的灰阶超声图与弹性图,成像清楚后固定探头位置并保持稳定,使整个前列腺处于 TRTE 取样框内,用探头对前列腺轻微规律施压,1~2 次/s,控制压力指数在 3~4,记录稳定的可重复的弹性成像图,并计算其弹性应变率比值(SR)。所有患者的 TRTE 检查以及结果的判断分别由 2 名高年资超声医师独立完成。

**1.2.3 穿刺活检** 超声检查完成后,对 CEUS 和 TRTE 检查发现的异常部位(主要在中心区域)进行 12 点系统穿刺活检,将穿刺所得标本标记并置于 4% 甲醛溶液中固定,并送病理科进行病理检查诊断,由同一名资深病理医师进行结果诊断。

**1.2.4 观察指标** ①CEUS 在前列腺良恶性病变诊断正确率;②TRTE 在前列腺良恶性病变诊断正确率;③CEUS 联合 TRTE 在前列腺良恶性病变诊断正确率;④ROC 曲线分析 CEUS 联合 TRTE 在前列腺良恶性中的诊断效能。

### 1.2.5 诊断标准

**1.2.5.1 CEUS 诊断标准<sup>[7-8]</sup>**:CEUS 检查时,正常的前列腺或前列腺增生表现为对比剂在内腺和外腺均平均分布,但内腺显影强度大于外腺,并有一条明显的分界线。当前列腺有恶变、炎症或明显增生时,则会在内腺与外腺间出现异常显影:血流丰富区域表现为高增强,提示有恶性病变或炎症,若同时有结节影则可能为严重的前列腺增生;血流较少的区域表现为低增强,多为前列腺炎症性结节、瘢痕组织等;无增强区提示前列腺囊肿可能。因此,高增强区则考虑前列腺癌可能。

**1.2.5.2 TRTE 诊断标准<sup>[9-10]</sup>**:利用超声诊断仪自带的 SR 测量软件,选择正常前列腺组织为参照,计算病灶区的 SR,SR 越大则表示病灶区前列腺组织硬度越高,取每个病灶 3 个 SR 的平均值为其最终 SR。计算出所有病灶的 SR 后,通过 ROC 曲线分析,确定 SR 的最佳诊断临界值,高于临界值的诊断为恶性,低于临界值的为良性。

**1.2.5.3 病理诊断标准<sup>[11]</sup>**:病理诊断标准参照美国

国立综合癌症网络(NCCN)2016 年版《前列腺癌诊疗指南》中相关诊断标准。

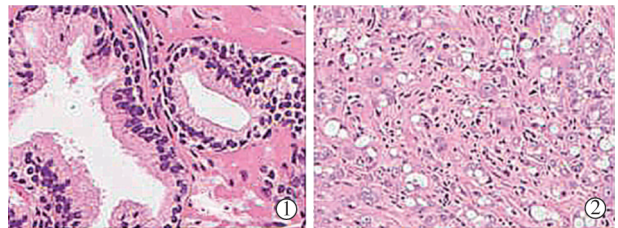
### 1.3 统计学方法

采用 SPSS23.0 进行数据统计分析:以例(百分比)[n(%)]表示计数资料,并行  $\chi^2$  检验, $P < 0.05$  均评价为差异具有统计学意义。

## 2 结果

### 2.1 穿刺活检诊断结果

96 个前列腺可疑病灶穿刺活检诊断为前列腺癌 54 例,其中腺癌 48 例,横纹肌肉瘤 1 例,上皮内瘤变 3 例,平滑肌肉瘤 2 例;诊断前列腺良性病变 42 例,其中单纯前列腺良性增生 21 例、前列腺增生伴前列腺炎 9 例、炎性肉芽肿 10 例、前列腺结核 2 例。见图 1。



注:①为正常前列腺组织;②为前列腺癌组织

图 1 前列腺穿刺活检 HE 染色

### 2.2 CEUS 在前列腺良恶性病变诊断中的正确率

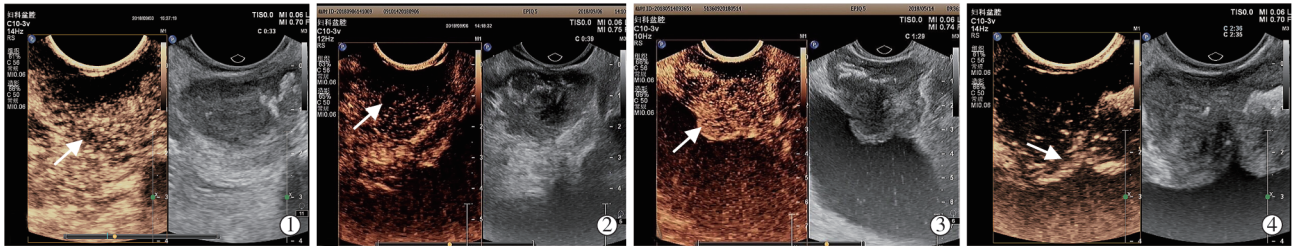
CEUS 结果显示,96 个病灶中,56 个呈高增强,18 个为等增强,12 个为低增强,10 个为无增强,与穿刺活检结果比较,CEUS 诊断前列腺良恶性病变的正确率为 79.2%(76/96);误诊病例共 11 例,超声显示血流信号均较高,CEUS 显影呈高增强;详见表 1,图 2。

表 1 CEUS 在前列腺良恶性病变诊断中的正确率

CEUS	穿刺活检结果		正确率/%
	恶性(n=54)	良性(n=42)	
恶性(n=56)	45	11	79.17
良性(n=40)	9	31	

### 2.3 TRTE 在前列腺良恶性病变诊断中的正确率

TRTE 检查的 96 个病灶的 SR,其中经活检诊断的 54 个恶性病灶的 SR 平均值为  $13.54 \pm 5.35$ ,42 个良性病灶的 SR 平均值为  $3.85 \pm 2.53$ ,两组比较差异具有统计学意义( $t = 11.73, P < 0.01$ )。做 96 个病灶的 SR 的 ROC 曲线图,结果显示:AUC 为  $0.856 > 0.5$ ,具有诊断价值;计算其约登指数,并确定其最大的截断切点为 0.583 为临界点,从而得到对应 SR 的最佳诊断截点为 4.56。以  $SR > 4.56$  诊断为恶性,TRTE



①为前列腺炎性结节,呈低增强;②为前列腺囊肿,呈无增强;③为前列腺良性增生,呈等增强;④为前列腺癌,呈高增强

图 2 前列腺 CEUS 声像图

测定 96 个病灶中 SR>4.56 52 个,SR<4.56 44 个,与穿刺活检结果比较,TRTE 诊断前列腺良恶性病变的正确率为 77.08%(74/96)。误诊病例共 10 例,超声检查显示有异常回声区,且局部血流较为丰富,TRTE 图像以蓝色为主,面积>50%;见图 3,表 2,案例见图 4。

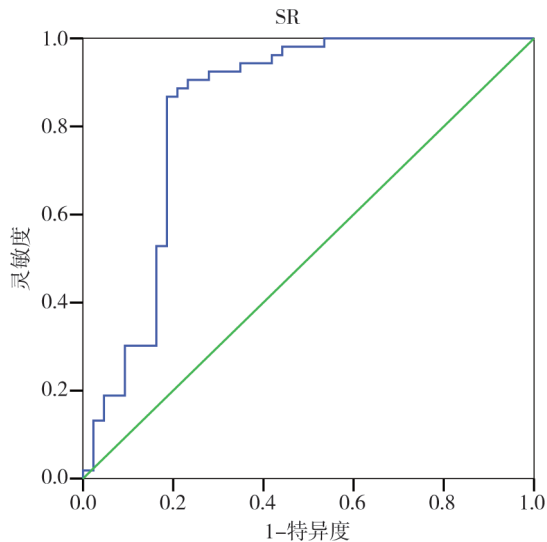


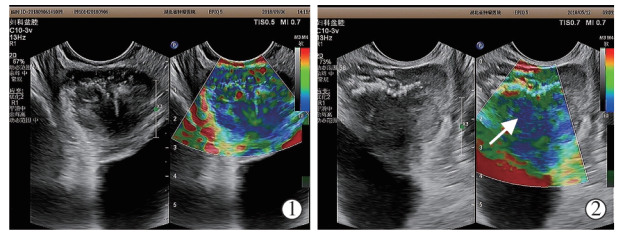
图 3 TRTE 检测 96 个病灶 SR 的 ROC 曲线图

表 2 TRTE 在前列腺良恶性病变诊断中的正确率

TRTE	穿刺活检结果		正确率/%
	恶性(n=54)	良性(n=42)	
恶性(n=52)	42	10	77.1
良性(n=44)	12	32	

2.3 CEUS 联合 TRTE 在前列腺良恶性病变诊断中的正确率

96 个前列腺病灶中 CEUS 联合 TRTE 诊断为恶性 56 个,良性 40 个,与穿刺活检结果比较,CEUS



①为正常前列腺组织 TRTE 声像图;②为前列腺癌组织 TRTE 声像图

图 4 前列腺 TRTE 声像图

联合 TRTE 诊断列腺良恶性病变的正确率为 91.7%(88/96);见表 3。

表 3 CEUS 联合 TRTE 在前列腺良恶性诊断中的正确率

CEUS 联合 TRTE	穿刺活检结果		正确率/%
	恶性(n=54)	良性(n=42)	
恶性(n=56)	51	5	91.7
良性(n=40)	3	37	

2.4 ROC 曲线分析 CEUS 联合 TRTE 诊断前列腺良恶性病变的诊断效能

ROC 曲线分析显示:CEUS 联合 TRTE 诊断的灵敏度、特异度、阳性预测值(PPV)、阴性预测值(NPV)以及正确率明显高于 CEUS 或 TRTE 单独诊断,比较差异均有统计学意义(P<0.05);3 组曲线下面积(AUC)分别为 0.913、0.786、0.820,均有较高的诊断效(AUC 均>0.5);但组间两两比较差异无统计学意义(P>0.5);见表 4、图 5。

### 3 讨论

早期前列腺癌通过根治性前列腺切除术、放射性粒子植入以及根治性外放射治疗临床疗效显著,临床治愈率高,而中期前列腺癌通过手术+放疗、内

表 4 ROC 曲线分析 CEUS 联合 TRTE 在前列腺良恶性中的诊断效能

组别	灵敏度(%)	特异度(%)	阳性预测值(%)	阴性预测值(%)	正确率(%)	AUC(95%CI)
CEUS combined TRTE	94.4	88.1	91.1	92.5	91.7	0.913(0.854, 0.980)
CEUS	83.3	73.8	80.4	77.5	79.2	0.786(0.689, 0.883)
TRTE	77.8	76.2	80.8	72.7	77.1	0.820(0.671, 0.868)
$\chi^2$	6.25/11.60 <sup>b</sup>	6.62/4.84 <sup>b</sup>	4.68/4.38 <sup>b</sup>	8.82/13.61 <sup>b</sup>	6.27/8.08 <sup>b</sup>	0.06/0.08 <sup>b</sup>
P	0.01/0.00 <sup>b</sup>	0.01/0.03 <sup>b</sup>	0.03/0.04 <sup>b</sup>	0.00/0.00 <sup>b</sup>	0.01/0.00 <sup>b</sup>	0.80/0.78 <sup>b</sup>

<sup>a</sup> 联合组与 CEUS 组间  $\chi^2$  检验结果;<sup>b</sup> 联合组与 TRTE 组间  $\chi^2$  检验结果

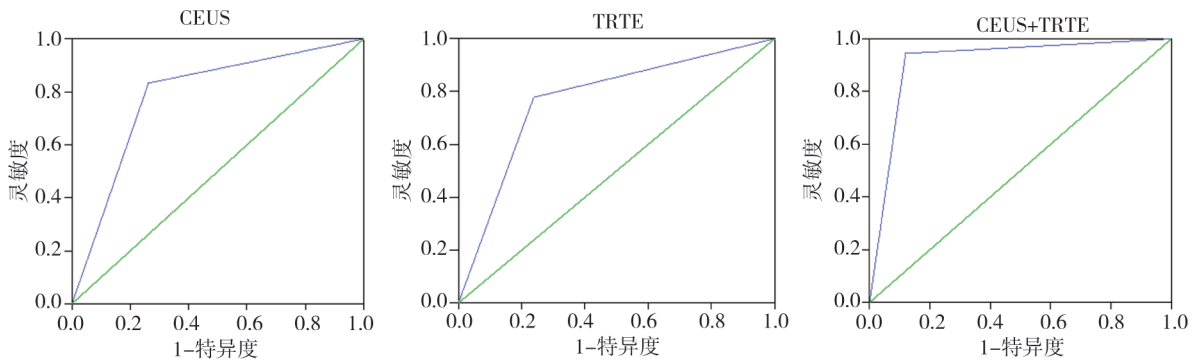


图 5 3 种方法诊断前列腺良恶性的 ROC 曲线图

分泌治疗+放疗等综合治疗,并进行严密观察,也能较好的控制肿瘤发展,患者临床效益显著。可见,前列腺癌越早诊断患者获益越大,而在前列腺癌的诊断中,前列腺穿刺活检病理诊断唯一的金标准,另外在对进行患者进行严密观察过程中,穿刺活检也是重要的观察指标,并需要进行多次穿刺活检。因此,努力提高前列腺穿刺活检的检出率,减少不必要的穿刺以及相关并发症具有重要的临床意义,而通过超声等影像学技术进行术前的准确诊断和准确定位,并进行可视化穿刺引导是实现这一目标的关键。

目前用于前列腺癌诊断中的影像学技术主要有 B 超、CT、MRI 等,CEUS、TRTE 是两种新型超声检查技术,在功能性成像方面具有显著优势,在临床的应用中得到高度认可。

CEUS 是利用新型对比剂 SonoVue 改变血管与周围组织的声阻抗差来提高界面反射率,进而实现低声压实时灰阶成像的显影技术,对细小和低速血流具有良好的显影效果,从而发现肿瘤病灶的新生血管网<sup>[12-13]</sup>。临床研究显示<sup>[14]</sup>,前列腺癌细胞的生长和繁殖依赖与肿瘤血管的生成,其通过释放 VEGF 等促血管生存因子使前列腺癌组织内生存大量的微血管,因此,前列腺癌组织微血管密度明显高于正常前列腺组织。CEUS 则是通过对前列腺癌组织内微血管网进行显影,从而定位前列腺癌病灶;另外,CEUS 可对前列腺病变血流的半定量参数的变化情况进行客观评价,从而进一步提高前列腺癌诊断的敏感性。本研究结果显示:CEUS 诊断前列腺良恶性病变的正确率为 79.2%,灵敏度为 83.3%,特异度为 73.8%,PPV 为 80.4%,NPV 为 77.5%,与文献报道的结果相似<sup>[15]</sup>。通过 ROC 曲线分析显示:CEUS 诊断的  $AUC=0.786>0.5$ ;表明 CEUS 对前列腺癌具有较高的诊断效能。

TRTE 是根据正常组织和异常组织的硬度不同

的原理,通过弹性成像将数字信号进行技术处理转换为不同的颜色,从而对组织硬度进行可视化显影。有研究表明,当生物组成发生病理改变后,其硬度明显增加、组织弹性明显降低<sup>[16-17]</sup>。因此,通过对前列腺组织进行 TRTE 检查可发现其中组织硬度异常的病灶,同时可清晰观察到前列腺肿瘤包膜及周围邻近组织的关系,从而有助于前列腺恶变组织的鉴别。本研究结果显示:TRTE 诊断前列腺良恶性病变的正确率为 77.1%,灵敏度为 77.8%,特异度为 76.2%,PPV 为 80.8%,NPV 为 72.7%,与 Pozzi 等的报道相似<sup>[18]</sup>。ROC 曲线分析显示,TRTE 诊断的  $AUC=0.820>0.5$ ,表明 TRTE 对前列腺癌具有较高的诊断效能。

CEUS 和 TRTE 在成像方面各具优势,同时也存在自身的不足。本研究中,CEUS 诊断前列腺癌误诊 11 例,经病理活检证实为前列腺增生伴前列腺炎 6 例,炎性肉芽肿 5 例,患者 tPSA 为 6.36~12.35  $\mu\text{g/L}$ ,平均  $(8.69\pm 1.36)$   $\mu\text{g/L}$ ,仅 2 例患者 tPSA  $>10.0$   $\mu\text{g/L}$ 。误诊的原因主要有:①CEUS 主要依靠对组织微小血管的密度进行鉴别,一些合并上皮不典型增生的前列腺增生结节或炎症反应较重、增生活跃的病灶内也具有丰富血供,与前列腺癌病灶的 CEUS 显影相似,表现为高增强,从而造成误诊;②CEUS 只能进行单一切面的动态观察,不利于前列腺空间整体的观察<sup>[19]</sup>。而一些前列腺癌处于血管前期,生长缓慢,其血流并不丰富,容易造成漏诊。本研究中 TRTE 诊断前列腺癌误诊 10 例,经病理活检证实为前列腺结核灶 2 例,炎性肉芽肿 2 例、前列腺增生伴前列腺炎 6 例,患者 tPSA 为 6.36~14.58  $\mu\text{g/L}$ ,平均  $(8.85\pm 1.65)$   $\mu\text{g/L}$ ,仅 3 例患者 tPSA  $>10.0$   $\mu\text{g/L}$ 。误诊的原因可能是 TRTE 主要组织的不同硬度进行鉴别,而一些前列腺良性病变与恶性病变之间存在硬度的重叠,前列腺组织中一些钙化灶也会影响该区域的硬度,容易干扰诊断<sup>[20]</sup>。另外,操作者每次对探头施

加的力度不一致,以及软件对信号的处理方面容易出现伪像,易造成误诊或漏诊。因此,在应用 CEUS 和 TRTE 对患者进行前列腺癌诊断时,需要结合患者相关临床症状和体征,特别是血清 PSA 水平以及检查方法的局限性等方面进行综合分析,才能尽量减少误诊或漏诊,进一步提高诊断的准确性。

综合 CEUS 和 TRTE 两者的优势与不足,本研究将 CEUS 和 TRTE 联合应用对前列腺良恶性病变进行诊断,结果显示:CEUS 联合 TRTE 诊断前列腺癌的正确率为 91.7%,灵敏度为 94.4%,特异度为 88.1%,PPV 为 91.1%,NPV 为 92.5%,均明显高于 CEUS 和 TRTE 单独诊断。通过 ROC 曲线分析显示:CEUS 联合 TRTE 诊断的  $AUC=0.913>0.5$ ,略高于 2 种方法单独诊断的 AUC,但组间比较差异无统计学意义( $P>0.5$ )。可见 CEUS 联合 TRTE 对诊断前列腺癌具有较高的诊断效能,并能显著提高诊断的正确率、灵敏度、特异度、PPV 和 NPV。

综上所述,CEUS 联合 TRTE 在前列腺癌的诊断中具有更高的正确率、灵敏度、特异度、PPV 和 NPV,诊断效能较高,在前列腺穿刺活检中应用价值显著,有利于术前的准确诊断和病灶定位,有利于可视化引导穿刺,提高穿刺活检的靶向性和检出率,明显减少误穿和漏穿等不必要的穿刺,减少患者痛苦和穿刺并发症的发生。

#### [参考文献]

- [1] 陈明坤,彭雄强,刘红梅,等.实时超声造影在经直肠前列腺穿刺活检中的应用[J].中华男科学杂志,2016,22:698-703.
- [2] 詹嘉,朱隽,柴启亮,等.PSA升高患者经直肠实时组织弹性成像鉴别诊断前列腺癌[J].中国临床医学影像杂志,2014,25:429-432.
- [3] Jung EM, Clevert DA. Possibilities of sonographic image fusion: current developments[J]. Radiologe, 2015, 55: 937-948.
- [4] Enzmann T, Tokas T, Korte K, et al. Prostate biopsy: procedure in the clinical routine[J]. Urol A, 2015, 54: 1811-1822.
- [5] 马麒,陈寒冰,王才善,等.经直肠实时组织弹性成像结合定量参数引导前列腺活检的价值[J].中华泌尿外科杂志,2017,38:361-372.
- [6] 张墨,王鹏,殷波,等.经直肠剪切波弹性成像技术联合移行区穿刺在前列腺癌诊断中的应用价值[J].中华男科学杂志,2015,21:610-614.
- [7] Xie SW, Li HL, Du J, et al. Influence of serum prostate-specific antigen (PSA) level, prostate volume, and PSA density on prostate cancer detection with contrast-enhanced sonography using contrast-tuned imaging technology[J]. J Ultrasound Med, 2013, 32: 741-748.
- [8] 夏永升,赵亮,许世豪,等.前列腺弹性成像Ⅲ级结节的超声造影研究[J].中国超声医学杂志,2017,43:51-53.
- [9] 许世豪,陈顺平,胡元平.多项经直肠超声技术综合评分预测前列腺癌[J].中国超声医学杂志,2015,31:813-815.
- [10] Junker D, Schafer G, Kobel C, et al. Comparison of real-time elastography and multiparametric MRI for prostate cancer detection: a whole-mount step-section analysis[J]. AJR Am J Roentgenol, 2014, 202: 263-272.
- [11] 丁新华,穆晶晶,李倩倩,等.经直肠剪切波弹性成像技术在前列腺癌与良性前列腺增生鉴别诊断中的应用价值[J].中国超声医学杂志,2017,58:1020-1024.
- [12] Jehle KS, Lazarus JM, Barnes RD. A review of transrectal ultrasound guided prostate biopsies: is there still a role for finger guided prostate biopsies?[J]. Afr J Urol, 2015, 21: 62-66.
- [13] Richards GD, Fulgham PF, Gilbert BR. Transrectal ultrasound of the prostate[A]. In: Rastinehad AR, eds. Interventional Urology [M]. Switzerland: Springer, 2016: 83-98.
- [14] 张艳,唐杰,李岩密,等.经直肠实时组织弹性成像在前列腺癌诊断中的作用[J].中国医学科学院学报,2011,33:175-179.
- [15] Chaussy CG, Thuroff S. Transrectal high-intensity focused ultrasound for the treatment of localized prostate cancer: current role[J]. Arch Esp Urol, 2011, 64: 493-506.
- [16] 吴猛,吴蓉,吴剑,等.超声造影和经直肠实时组织超声弹性成像及磁共振成像对前列腺癌诊断价值研究[J].中国全科医学,2015,64:2228-2232.
- [17] Seitz M, Gratzke C, Stief C, et al. Image-guided punch biopsy of the prostate[J]. Aktuelle Urol, 2012, 43: 321-329.
- [18] 朱云开,陈亚青,戚庭月,等.实时弹性成像引导经会阴前列腺穿刺活检在提高前列腺癌检出率中的作用[J].中华超声影像学杂志,2013,22:880-884.
- [19] 刘佳,周瑜,岳庆雄,等.经直肠实时超声弹性成像在前列腺活检中的应用价值[J].中国超声医学杂志,2013,29:161-163.
- [20] Thuroff S, Chaussy CG. Transrectal prostate cancer ablation by robotic high-intensity focused ultrasound (HIFU) at 3 MHz: 18 years clinical experiences[A]. Focal Therapy of Prostate Cancer [M]. Switzerland: Springer, 2015: 105-133.

(收稿日期:2018-09-28)

(本文编辑:俞瑞纲)