

导声垫在提高乳腺病变剪切波弹性成像测值稳定性的效果观察

王楠楠 杨树青 邱懿德 叶洁仪 余丽惠 李颖嘉

摘要 **目的** 比较导声垫与耦合剂辅助剪切波弹性成像(SWE)测量乳腺良恶性病变弹性测值的差异,探讨导声垫在提高乳腺病变SWE测值稳定性的效果观察。**方法** 选取经病理确诊的147例乳腺病变患者,均为单发病变,其中良性91例,恶性56例,由同一操作者分别借助耦合剂(耦合剂组)和导声垫(导声垫组)对乳腺病变进行SWE测量,比较两组杨氏模量最大值(E_{max})、平均值(E_{mean})、最小值(E_{min})及标准差(E_{sd})的差异;分析两组操作者内重复性测量的一致性。绘制受试者工作特征(ROC)曲线分析两组SWE参数鉴别乳腺良恶性病变的诊断效能;分析两种方法获取测值的诊断结果与病理结果的一致性。**结果** 导声垫组 E_{max} 、 E_{mean} 、 E_{min} 、 E_{sd} 均较耦合剂组减小,差异均有统计学意义(均 $P<0.001$)。导声垫组 E_{max} 、 E_{mean} 、 E_{sd} 操作者内重复性测量的一致性均非常好($ICC=0.886$ 、 0.825 、 0.774 ,均 $P<0.001$), E_{min} 操作者内重复性测量的一致性好($ICC=0.613$, $P<0.001$)。耦合剂组 E_{max} 、 E_{mean} 、 E_{min} 、 E_{sd} 操作者内重复性测量的一致性均好($ICC=0.733$ 、 0.405 、 0.578 、 0.728 ,均 $P<0.001$)。耦合剂组和导声垫组乳腺恶性病变 E_{max} 、 E_{mean} 、 E_{sd} 均较良性病变增大, E_{min} 均较良性病变减小,差异均有统计学意义(均 $P<0.05$)。ROC曲线分析显示,耦合剂组中以 E_{max} 鉴别乳腺良恶性病变的曲线下面积(AUC)最高(0.774),其对应的灵敏度、特异度分别为82.14%、68.13%;导声垫组中以 E_{max} 鉴别乳腺良恶性病变的AUC最高(0.910),其对应的灵敏度、特异度分别为87.50%、86.81%。导声垫组 E_{max} 鉴别乳腺良恶性病变的AUC、灵敏度、特异度均较耦合剂组高,差异均有统计学意义(均 $P<0.05$)。导声垫组 E_{max} 鉴别乳腺良恶性病变的诊断结果与病理结果的一致性较高($Kappa=0.717$, $P<0.05$);耦合剂组 E_{max} 鉴别乳腺良恶性病变的诊断结果与病理结果的一致性一般($Kappa=0.460$, $P<0.05$)。**结论** 使用导声垫可提高SWE测值的稳定性,在辅助鉴别诊断乳腺良恶性病变方面有一定的临床应用价值。

关键词 超声检查;剪切波弹性成像;乳腺病变,良恶性;导声垫;耦合剂

[中图分类号]R445.1;R737.9

[文献标识码]A

Observation on the ultrasound gel pad in improving the stability of shear wave elastography measurement in breast lesions

WANG Nannan, YANG Shuqing, QIU Yide, YE Jieyi, YU Lihui, LI Yingjia

the First School of Clinical Medicine, Southern Medical University, Guangzhou 510515, China

ABSTRACT **Objective** To compare the difference of elastic measurement of breast lesions between ultrasound gel pad and coupling agent assisted shear wave elastography (SWE), and to explore the efficacy of ultrasound gel pad in improving the stability of SWE measurement in breast lesions. **Methods** A total of 147 patients with pathologically confirmed breast lesions were selected, all of which were single lesions, including 91 cases of benign and 56 cases of malignant. SWE measurement of breast lesions was performed by the same operator with the aid of coupling agent (coupling agent group) and ultrasound gel pad (ultrasound gel pad group). The maximum value (E_{max}), mean value (E_{mean}), minimum value (E_{min}) and standard deviation (E_{sd}) of Young's modulus were compared between the two groups. The consistency of repeatability measurements between the two groups of operators was analyzed. Receiver operating characteristic (ROC) curve was drawn to analyze the diagnostic efficacy of SWE parameters of two groups for differentiating benign and malignant breast lesions. The consistency of the diagnostic results

基金项目:佛山市“十四五”医学高水平重点专科建设项目(FSGSP145037);广东省中医药局中医药科研项目(20231324)

作者单位:510515 广州市,南方医科大学第一临床学院(王楠楠、李颖嘉);佛山市第一人民医院乳腺外科(杨树青),超声诊疗中心(邱懿德、叶洁仪、余丽惠)

通讯作者:李颖嘉,Email:lyjia@smu.edu.cn

obtained by the two different methods and the pathological results was analyzed. **Results** The Emax, Emean, Emin and Esd in the ultrasound gel pad group were lower than those in the coupler group, the differences were statistically significant (all $P < 0.001$). The consistency of Emax, Emean and Esd in the ultrasound gel pad group was very good (ICC=0.886, 0.825, 0.774, all $P < 0.001$), and the consistency of Emin was good (ICC=0.613, $P < 0.001$). The consistency of Emax, Emean, Emin and Esd in the coupling agent group was good (ICC=0.733, 0.405, 0.578, 0.728, all $P < 0.001$). The Emax, Emean and Esd of malignant lesions were higher than those of benign lesions in the coupling agent group and ultrasound gel pad group, and Emin of malignant lesions were lower than that of benign lesions, the differences were statistically significant (all $P < 0.05$). ROC curve analysis showed that the area under the curve (AUC) of Emax in differentiating benign and malignant breast lesions was the highest in the coupling agent group (0.774), and the sensitivity and specificity were 82.14% and 68.13%, respectively. The AUC of Emax in differentiating benign and malignant breast lesions was the highest in ultrasound gel pad group (0.910), and the sensitivity and specificity were 87.50% and 86.81%, respectively. The AUC, sensitivity and specificity of Emax in differentiating benign and malignant breast lesions were higher in the ultrasound gel pad group than those in the coupling agent group, the differences were statistically significant (all $P < 0.05$). The diagnostic results of Emax in differentiating benign and malignant breast lesions were consistent with pathological results in the ultrasound gel pad group ($Kappa=0.717, P < 0.05$), while the diagnostic results of Emax in differentiating benign and malignant breast lesions were consistent with pathological results in the coupling agent group ($Kappa=0.460, P < 0.05$). **Conclusion** The application of ultrasound gel pad can improve the stability of SWE measurement, and it has a certain clinical application value in the differential diagnosis of benign and malignant breast lesions.

KEY WORDS Ultrasonography; Shear wave elastography; Breast lesions, benign and malignant; Ultrasound gel pad; Coupling agent

乳腺癌是女性最常见的恶性肿瘤,其发病率和死亡率均逐年上升^[1]。剪切波弹性成像 (shear wave elastography, SWE) 是由机器发射声辐射脉冲,使组织发生形变,通过接收并分析不同组织回波信号的差异来定量评估组织的硬度^[2]。目前已被广泛应用于乳腺病变的检测并被证实具有良好的鉴别诊断效能^[3]。但在临床实际应用中,其仍存在图像稳定性较差、测值重复性欠佳等不足^[4]。SWE 检查需避免额外施加压力,为了确保成像质量,既往多采用涂抹足量耦合剂于皮肤表面的方式进行 SWE 检查,然而液态的耦合剂难以稳定承受来自探头的压力,常会对测量的过程造成影响,导致弹性测值出现偏差^[5]。研究^[6]表明,导声垫是具有良好透声性的固态凝胶,常被用于替代耦合剂填补探头与人体皮肤之间的空隙,可有效提高浅表组织的二维超声图像质量。既往研究^[7]使用厚耦合剂与导声垫检测正常甲状腺组织 SWE 测值,结果显示二者辅助所测杨氏模量平均值和标准差比较差异均无统计学意义。但其研究对象为正常甲状腺组织,较少有研究比较导声垫与耦合剂辅助 SWE 测量乳腺良恶性病变弹性测量值的差异。本研究由同一操作者分别使用导声垫与耦合剂对乳腺病变进行 SWE 测量,比较在相同条件下 (同一操作者、同一机器) 两种超声介质进行 SWE 测量结果的差异,探讨导声垫在提高乳腺病变 SWE 测值稳定性的效果观察。

资料与方法

一、研究对象

选取 2022 年 11 月至 2023 年 11 月在佛山市第一人民医院经病理确诊的乳腺病变患者 147 例,均为女性,年龄 19~76 岁,平均 (43.43±12.42) 岁。均为单发病变,其中良性病变 91 例,分别为纤维腺瘤 47 例,乳腺腺病 23 例,导管内乳头状瘤 11 例,硬化性腺病 3 例,纤维囊性乳腺病、良性叶状肿瘤各 2 例,小管状腺瘤、乳腺肉芽肿性小叶炎、慢性炎症各 1 例;恶性病变 56 例,分别为浸润性导管癌 28 例,非特殊型浸润性癌 12 例,浸润性癌 9 例,导管原位癌 3 例,浸润性小叶癌、实性乳头状癌各 2 例。纳入标准:均行常规超声、SWE 检查,且有明确的病理结果。排除标准:①乳腺内有假体;②乳腺病变所在部位有瘢痕;③检查前曾行空芯针穿刺活检或手术、放疗、化疗等任何治疗。本研究经医院医学伦理委员会批准,患者均知情同意。

二、仪器与方法

1. 仪器及材料:使用迈瑞 Resona R9 彩色多普勒超声诊断仪,线阵探头,频率 3~14 MHz。耦合剂为欣悦医用超声耦合剂 (佛山市欣悦医药科技有限公司),主要成分为水性高分子凝胶。导声垫为超及牌导声垫 (佛山市驰恩科技有限公司),主要成分为有机高分子聚合物,形状为圆柱体,厚度 0.7 cm,横截面直径

9.0 cm, 声速(35℃)1544 m/s, 声特性阻抗(35℃)1.58×106 Pa·s·m⁻¹, 声衰减(35℃)0.044 dB·cm⁻¹·MHz⁻¹。

2.SWE检查:均由同一具有8~10年常规超声检查经验和3个月SWE检查经验的医师使用同一台超声诊断仪进行检查。导声垫组:用清水湿润导声垫正反两面,将其置于病变上方,常规超声确定病变最大径切面,再切换至SWE模式。调节取样框大小将病变完全纳入,使病变各边缘距取样框边缘约4 mm。嘱患者屏住呼吸,适当放松探头,避免对探头额外施加压力;待图像稳定、运动稳定性指数(M-STB Index)为绿色5星(表示当前区域内的位移较小,位移不会对SWE测值的稳定性产生明显影响,处于可接受范围内)时冻结并存储图像。使用手动描绘方式勾画整个病变边缘,仪器自动测量病变杨氏模量最大值(E_{max})、平均值(E_{mean})、最小值(E_{min})及标准差(E_{sd})。间隔7 d重复上述测量,进行操作者内重复性测量的一致性分析。耦合剂组:取下导声垫擦干患者皮肤表面,在病变表面涂上厚约1 cm耦合剂,保持与上一步骤检查同一切面、同样大小取样框进行检查,测量步骤同上。间隔7 d重复上述测量,进行操作者内重复性测量的一致性分析。以上参数均重复测量3次取平均值。

三、统计学处理

应用SPSS 25.0、MedCalc v20.0.14统计软件,计量资料正态性分析采用Kolmogorov-Smirnov检验,非正态分布者以M(Q₁, Q₃)表示,两组比较采用Wilcoxon符号秩和检验。操作者内重复性测量的一致性分析采用组内相关系数(ICC)进行评价,其中ICC<0.20表示一致性差,0.20~0.40表示一致性一般,≥0.40~0.75表示一致性好,ICC>0.75表示一致性非常好。绘制受试者工作特征(ROC)曲线分析两组SWE参数鉴别乳腺良恶性病变的诊断效能,曲线下面积(AUC)比较采用DeLong检验。SWE参数的诊断结果与病理结果的一致性分析采用Kappa检验,Kappa>0.80表示一致性最强,0.60<Kappa≤0.80表示一致性较高,0.40<Kappa≤0.60表示一致性一般,Kappa≤0.40表示一致性差。P<0.05为差异有统计学意义。

结 果

一、两组乳腺良恶性病变SWE参数比较

导声垫组E_{max}、E_{mean}、E_{min}、E_{sd}均较耦合剂组低,差异均有统计学意义(均P<0.001)。见表1。两组恶性病变E_{max}、E_{mean}、E_{sd}均较良性病变增大,E_{min}均较良性病变减小,差异均有统计学意义(均P<0.05)。见表2,3和图1,2。

表1 两组SWE参数比较[M(Q₁, Q₃)]

kPa

| 组别 | E _{max} | E _{mean} | E _{min} | E _{sd} |
|------|----------------------|---------------------|-------------------|--------------------|
| 耦合剂组 | 83.59(53.65, 124.62) | 31.80(22.60, 43.76) | 6.36(4.43, 11.36) | 12.33(8.83, 17.51) |
| 导声垫组 | 64.67(48.54, 99.61) | 25.35(18.14, 31.54) | 5.70(4.05, 7.57) | 10.35(7.32, 13.78) |
| Z值 | -5.838 | -7.829 | -4.535 | -5.760 |
| P值 | <0.001 | <0.001 | <0.001 | <0.001 |

E_{max}:杨氏模量最大值;E_{mean}:杨氏模量平均值;E_{min}:杨氏模量最小值;E_{sd}:杨氏模量标准差

表2 耦合剂组乳腺良恶性病变SWE参数比较[M(Q₁, Q₃)]

kPa

| 病理类型 | E _{max} | E _{mean} | E _{min} | E _{sd} |
|--------|-----------------------|---------------------|-------------------|---------------------|
| 良性(91) | 65.19(44.66, 101.42) | 27.61(18.55, 39.21) | 7.62(5.29, 12.93) | 9.73(6.06, 14.23) |
| 恶性(56) | 108.39(87.58, 148.94) | 38.09(30.95, 46.69) | 5.72(2.90, 10.27) | 16.26(12.35, 20.21) |
| Z值 | -5.564 | -4.138 | -3.165 | -5.273 |
| P值 | <0.001 | <0.001 | 0.002 | <0.001 |

E_{max}:杨氏模量最大值;E_{mean}:杨氏模量平均值;E_{min}:杨氏模量最小值;E_{sd}:杨氏模量标准差

表3 导声垫组乳腺良恶性病变SWE参数比较[M(Q₁, Q₃)]

kPa

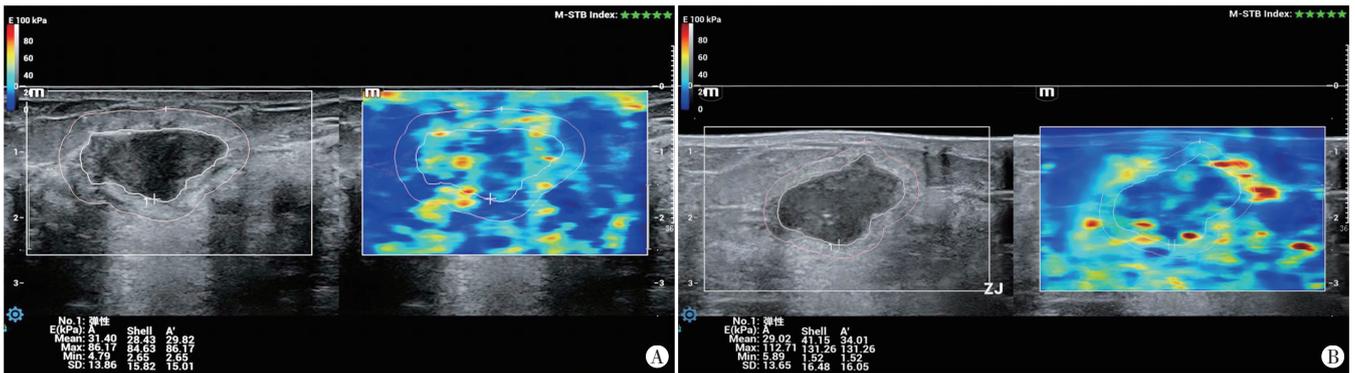
| 病理类型 | E _{max} | E _{mean} | E _{min} | E _{sd} |
|--------|-----------------------|---------------------|------------------|---------------------|
| 良性(91) | 54.49(42.05, 67.06) | 21.73(15.94, 27.45) | 6.04(4.73, 8.42) | 8.30(5.72, 10.44) |
| 恶性(56) | 102.86(82.95, 124.11) | 31.34(25.87, 37.46) | 4.62(2.96, 7.40) | 13.95(12.08, 16.80) |
| Z值 | -8.333 | -5.929 | -2.485 | -7.678 |
| P值 | <0.001 | <0.001 | 0.013 | <0.001 |

E_{max}:杨氏模量最大值;E_{mean}:杨氏模量平均值;E_{min}:杨氏模量最小值;E_{sd}:杨氏模量标准差



A: 耦合剂组 Emax 为 91.76 kPa, Emean 为 29.34 kPa, Emin 为 13.44 kPa, Esd 为 12.45 kPa; 导声垫组 Emax 为 43.57 kPa, Emean 为 17.20 kPa, Emin 为 6.32 kPa, Esd 为 6.68 kPa

图1 同一乳腺良性病变患者(26岁,纤维腺瘤)分别使用耦合剂、导声垫的SWE图



A: 耦合剂组 Emax 为 86.17 kPa, Emean 为 31.40 kPa, Emin 4.79 为 kPa, Esd 13.86 为 kPa; B: 导声垫组 Emax 为 112.71 kPa, Emean 为 29.02 kPa, Emin 为 5.89 kPa, Esd 为 13.65 kPa

图2 同一乳腺恶性病变患者(59岁,浸润性导管癌)分别使用耦合剂、导声垫的SWE图

二、两组 SWE 参数操作者内重复性测量的一致性分析

导声垫组 Emax、Emean、Esd 操作者内重复性测量的一致性均非常好 (ICC=0.886、0.825、0.774, 均 $P<0.001$),

Emin 操作者内重复性测量的一致性非常好 (ICC=0.613, $P<0.001$)。耦合剂组 Emax、Emean、Emin、Esd 操作者内重复性测量的一致性均好 (ICC=0.733、0.405、0.578、0.728, 均 $P<0.001$)。见表 4。

表4 两组 SWE 参数操作者内重复性测量的一致性分析

| 组别 | Emax | | | Emean | | | Emin | | | Esd | | |
|------|-------|-----------|--------|-------|-----------|--------|-------|-----------|--------|-------|-----------|--------|
| | ICC 值 | 95% 可信区间 | P 值 | ICC 值 | 95% 可信区间 | P 值 | ICC 值 | 95% 可信区间 | P 值 | ICC 值 | 95% 可信区间 | P 值 |
| 导声垫组 | 0.886 | 0.85~0.91 | <0.001 | 0.825 | 0.78~0.87 | <0.001 | 0.613 | 0.53~0.69 | <0.001 | 0.774 | 0.71~0.83 | <0.001 |
| 耦合剂组 | 0.733 | 0.66~0.79 | <0.001 | 0.405 | 0.30~0.51 | <0.001 | 0.578 | 0.49~0.66 | <0.001 | 0.728 | 0.66~0.79 | <0.001 |

Emax: 杨氏模量最大值; Emean: 杨氏模量平均值; Emin: 杨氏模量最小值; Esd: 杨氏模量标准差; ICC: 组内相关系数

三、两组 SWE 诊断效能分析

ROC 曲线分析显示, 耦合剂组中以 Emax 鉴别乳腺良恶性病变的 AUC 最高 (0.774), 其对应的灵敏度、特异度分别为 82.14%、68.13%; 导声垫组中以 Emax 鉴别乳腺良恶性病变的 AUC 最高 (0.910), 其对应的灵敏度、特异度分别为 87.50%、86.81%。导声垫组 Emax 鉴别乳腺良恶性病变的 AUC、灵敏度、特异度均较耦合剂组高, 差异均有统计学意义 (均 $P<0.05$)。见表 5。

四、SWE 诊断结果与病理结果的一致性分析

导声垫组 Emax 鉴别乳腺良恶性病变的诊断结果

表5 两组 SWE 参数鉴别乳腺良恶性病变的诊断效能

| 参数 | AUC 及其 95% 可信区间 | 截断值 | 灵敏度 (%) | 特异度 (%) |
|-------|---------------------|-----------|---------|---------|
| 耦合剂组 | | | | |
| Emax | 0.774 (0.698~0.839) | 82.53 kPa | 82.14 | 68.13 |
| Emean | 0.704 (0.623~0.776) | 30.13 kPa | 80.36 | 61.54 |
| Emin | 0.656 (0.573~0.732) | 4.37 kPa | 42.86 | 86.81 |
| Esd | 0.759 (0.628~0.826) | 10.43 kPa | 91.07 | 56.04 |
| 导声垫组 | | | | |
| Emax | 0.910 (0.852~0.951) | 74.70 kPa | 87.50 | 86.81 |
| Emean | 0.792 (0.717~0.854) | 29.24 kPa | 69.64 | 82.42 |
| Emin | 0.622 (0.539~0.701) | 4.71 kPa | 53.57 | 75.82 |
| Esd | 0.878 (0.814~0.926) | 11.63 kPa | 82.14 | 87.91 |

AUC: 曲线下面积

与病理结果的一致性较高($Kappa=0.717, P<0.05$);耦合剂组 Emax 鉴别乳腺良恶性病变的诊断结果与病理结果的一致性一般($Kappa=0.460, P<0.05$)。

讨 论

SWE 技术的成像原理是通过超声探头发射聚焦超声束产生辐射力,使焦点处的组织发生位移,通过跟踪超声波信号(即“散斑”)来检测焦点的位移,创建最终的定量弹性图像,将该图像叠加在二维超声图像上并转换为杨氏模量值,可用于定量检测组织的硬度^[8]。但在临床实际应用中,其仍存在图像稳定性较差、测值重复性欠佳等不足^[4]。本研究分别使用耦合剂与导声垫辅助 SWE 检测乳腺病变组织硬度,结果显示使用导声垫辅助 SWE 所测 Emax、Emean、Emin、Esd 操作者内重复性测量的一致性均更好(ICC=0.886、0.825、0.774、0.613,均 $P<0.001$)。世界超声医学与生物学联合会(WFUMB)^[2]发布的超声弹性成像临床使用的指南和建议指出:SWE 要获得良好的弹性图像,需注意保持探头的角度垂直于皮肤,如探头在病灶上出现轻微位移或角度的少许偏转,所测弹性测值均可能出现偏差,因此确保探头稳定垂直于皮肤表面至关重要。普通耦合剂为液态凝胶、流动性大,探头置于其上时耦合剂会自动向周围扩散,操作者手持探头悬空固定难度极大,常出现轻微的位移、角度的偏差^[6];而导声垫质地柔软且表面又具有一定的承受力,可轻松固定探头并随时保持探头的垂直角度。本研究使用导声垫进行 SWE 重复性测量的一致性更好可能与此有关。另外,SWE 是基于二维超声图像的原始数据生成的,弹性值的测量高度依赖于二维超声图像,提高二维超声图像的显示度亦能有效提高 SWE 测值的准确性^[9]。Jain 和 Shah^[10]研究指出,耦合剂中夹杂的小气泡会产生不同声阻抗的界面,影响并减少了超声波的传输。Chhay 等^[11]研究也发现固态凝胶垫传输高频声能优于普通液态耦合剂,耦合剂中含有的微小气泡可能导致超声伪影并影响二维超声图像的显示度。故本研究使用导声垫进行 SWE 重复性测量的一致性更好还可能与导声垫和耦合剂的材质不同有关。

研究^[12]显示,探头压力和病变中心距探头表面的距离对 SWE 测值准确性无明显影响。但该类研究多是关于肝脏硬度的研究,测量深度为距肝脏 3 cm、5 cm、7 cm 等较深的人体位置,肝脏处于肋骨的保护之下,距皮肤表面距离较远,受探头压力的影响较小,几乎可以忽略不计。故在上述研究中探头压力及病

变中心距探头表面的距离对测量结果无明显影响。而乳腺病变大部分位于人体的表浅位置,距皮肤表面距离较近,探头压力对乳腺病变的弹性测值影响较大。如探头压力过大,会对体表皮肤造成挤压;探头压力不足,会造成探头与皮肤的接触不够紧密,超声波出现衰减^[13],压力过大或过小均可能导致弹性测值出现偏差。既往研究^[14]表明,乳腺病变中心越靠近探头表面,SWE 测值越容易出现假阳性。本研究中耦合剂因其流动性,无法维持稳定的厚度,即使使用统一厚度的耦合剂,由于受探头重力影响,耦合剂亦会不同程度流失,导致病变中心距探头表面的距离减小。而导声垫为固体,具有均匀一致的厚度,既不会因探头压力而改变自身形状,又可将来自探头的压力均匀地分布于整个导声垫表面,避免因探头压力集中而导致局部测值增高,在一定程度上降低了 SWE 测值的假阳性率。本研究耦合剂组 Emax、Emean、Emin、Esd 均较导声垫组增大,差异均有统计学意义(均 $P<0.05$),可能与此有关。Chen 等^[5]研究通过设置探头的压缩深度来产生一个恒定的压力,分别使用液体耦合剂、软水凝胶垫及硬水凝胶垫在不同压缩深度下测量目标面积的 Emean,结果表明使用水凝胶垫可以大大减少压力增加对杨氏模量测值的影响,本研究结论与之相似。

本研究中,无论使用耦合剂还是导声垫进行 SWE 测量时,乳腺恶性病变 Emax、Emean、Esd 均较良性病变增大,差异均有统计学意义(均 $P<0.05$),与既往研究^[15]结果一致。这可能是因为乳腺恶性肿瘤细胞的快速增殖导致细胞密度增加,从而导致肿瘤组织较周围正常组织更硬^[16]。另外,本研究结果还发现,导声垫组和耦合剂组乳腺恶性病变 Emin 均较良性病变减小,差异均有统计学意义(均 $P<0.05$)。这可能与恶性病变生长过程常伴有肿瘤内部出血、坏死有关,出血灶或坏死灶的硬度往往较良性病变更低。既往研究^[17-18]表明,SWE 通过定量测量病变组织的硬度可用于鉴别乳腺、甲状腺等浅表组织病变的良恶性。且各 SWE 参数中以 Emax 的诊断灵敏度和特异度均最高^[19]。本研究 ROC 曲线分析显示,耦合剂组中以 Emax 鉴别乳腺良恶性病变的 AUC 最高(0.774),其对应的灵敏度、特异度分别为 82.14%、68.13%;导声垫组中以 Emax 鉴别乳腺良恶性病变的 AUC 最高(0.910),其对应的灵敏度、特异度分别为 87.50%、86.81%。导声垫组 Emax 鉴别乳腺良恶性病变的 AUC、灵敏度、特异度均较耦合剂组高,差异均有统计学意义(均 $P<0.05$)。

提示无论使用耦合剂还是导声垫, Emax 的诊断效能均更高。故本研究两组均以 Emax 为各自诊断截断值, 采用 *Kappa* 检验分析两种方法获取测值诊断乳腺良恶性病变的结果与病理结果的一致性, 结果显示导声垫组 Emax 的一致性较高 ($Kappa=0.717, P<0.05$), 耦合剂组 Emax 的一致性一般 ($Kappa=0.460, P<0.05$), 导声垫组 Emax 的 *Kappa* 值较耦合剂组 Emax 的 *Kappa* 值高, 表明使用导声垫辅助 SWE 测量的 Emax 诊断乳腺良恶性病变的结果与病理结果具有更高的诊断一致性。本研究中导声垫组 Emax 诊断假阳性 12 个 (13.19%)、假阴性 7 个 (12.5%), 耦合剂组 Emax 诊断假阳性 29 个 (31.87%)、假阴性 10 个 (17.85%), 可见导声垫的使用同时降低了常规使用耦合剂进行测量时 SWE 测值的假阳性率和假阴性率。

本研究的局限性: ①未进行不同操作者间的一致性分析; ②因取样框大小的限制, 纳入检查的病变最大径均小于 4 cm, 可能造成一定的选择偏倚; ③未对不同厚度、不同材质的导声垫进行对比分析。

综上所述, 使用导声垫可提高 SWE 测值的稳定性, 在提高乳腺良恶性病变鉴别诊断方面具有一定的临床应用价值。

参考文献

- [1] Bray F, Ferlay J, Soerjomataram I, et al. Global cancer statistics 2018: GLOBOCAN estimates of incidence and mortality worldwide for 36 cancers in 185 countries[J]. CA Cancer J Clin, 2018, 68(6): 394-424.
- [2] Barr RG, Nakashima K, Amy D, et al. WFUMB Guidelines and Recommendations for clinical use of ultrasound elastography: part 2: breast [J]. Ultrasound Med Biol, 2015, 41(5): 1148-1160.
- [3] Kim MJ, Eun NL, Ahn SG, et al. Elasticity values as a predictive modality for response to neoadjuvant chemotherapy in breast cancer [J]. Cancers (Basel), 2024, 16(2): 377.
- [4] Gatos I, Tsantis S, Spiliopoulos S, et al. Temporal stability assessment in shear wave elasticity images validated by deep learning neural network for chronic liver disease fibrosis stage assessment [J]. Med Phys, 2019, 46(5): 2298-2309.
- [5] Chen L, Zeng G, Guo D, et al. Soft elastic hydrogel couplants for ultrasonography [J]. Mater Sci Eng C Mater Biol Appl, 2021, 119(1): 111609.
- [6] 张翠平, 崔立刚, 刘佩佩, 等. 导声垫在表浅软组织病变超声检查中的应用对比研究 [J]. 中国超声医学杂志, 2019, 35(6): 554-556.
- [7] 于航, 熊颖, 刘昊, 等. 导声垫在甲状腺剪切波弹性成像中运用的可行性初步探究 [J]. 中国超声医学杂志, 2020, 36(6): 481-484.
- [8] Paisant A, Lemoine S, Cassinotto C, et al. Reliability criteria of two-dimensional shear wave elastography: analysis of 4277 measurements in 788 patients [J]. Clin Gastroenterol Hepatol, 2022, 20(2): 400-408.e410.
- [9] Bouchet P, Gennisson JL, Podda A, et al. Artifacts and technical restrictions in 2D shear wave elastography [J]. Ultraschall Med, 2020, 41(3): 267-277.
- [10] Jain A, Shah TK. Effect of air bubbles in the coupling medium on efficacy of extracorporeal shock wave lithotripsy [J]. Eur Urol, 2007, 51(6): 1680-1687.
- [11] Chhay S, Hanazono K, Kitahara J, et al. The effects of gel pad thickness on the evaluation of skin structures using ultrasonography in normal dogs [J]. J Vet Med Sci, 2021, 83(9): 1472-1475.
- [12] Dhyani M, Xiang F, Li Q, et al. Ultrasound shear wave elastography: variations of liver fibrosis assessment as a function of depth, force and distance from central axis of the transducer with a comparison of different systems [J]. Ultrasound Med Biol, 2018, 44(11): 2209-2222.
- [13] 佟文娟, 罗佳, 梁瑾瑜, 等. 乳腺局灶性病变三维剪切波弹性成像图像质量影响因素 [J]. 中国医学影像技术, 2019, 35(7): 1017-1021.
- [14] Choi HY, Seo M, Sohn YM, et al. Shear wave elastography for the diagnosis of small (≤ 2 cm) breast lesions: added value and factors associated with false results [J]. Br J Radiol, 2019, 92(1097): 20180341.
- [15] AKram M, Iqbal M, Daniyal M, et al. Awareness and current knowledge of breast cancer [J]. Biol Res, 2017, 50(1): 33.
- [16] Wu JS, Sheng SR, Liang XH, et al. The role of tumor microenvironment in collective tumor cell invasion [J]. Future Oncol, 2017, 13(11): 991-1002.
- [17] Wang X, He Y, Wang L. Diagnostic value of shear wave elastography combined with super microvascular imaging for BI-RADS 3-5 nodules [J]. Front Oncol, 2023, 13(1): 1192630.
- [18] Polat Z, Elmalı M, Tanrivermis Sayit A, et al. Comparative evaluation of shear wave elastography elasticity values in thyroid nodules with cytology results and TI-RADS scoring in differentiation of benign-malignant nodules [J]. Eur Arch Otorhinolaryngol, 2024, 281(5): 2609-2617.
- [19] Tekcan Sanli DE, Yildirim D, Kandemirli SG, et al. Evaluation of multiparametric shear wave elastography indices in malignant and benign breast lesions [J]. Acad Radiol, 2022, 29 Suppl 1: S50-S61.

(收稿日期: 2024-02-03)