

doi: 10.13241/j.cnki.pmb.2022.20.038

## 超微血流显像联合剪切波弹性成像在最大径≤ 2 cm 乳癌诊断与病理评估中的应用价值 \*

高 艳 王 会 杨 林 曾 欣 汤 雪 瑶

(成都市第三人民医院超声科 四川 成都 610000)

**摘要 目的:**探讨超微血流显像(SMI)联合剪切波弹性成像(SWE)在最大径≤ 2 cm 乳癌诊断与病理评估中的应用价值。**方法:**选取成都市第三人民医院 2018 年 6 月至 2021 年 6 月收治的最大径≤ 2 cm 疑似乳癌患者 125 例,以手术病理结果为金标准,分为良性组 49 例与恶性组 76 例,比较两组 SMI Alder 分级、SWE 检查参数[最大弹性值(Emax)、平均弹性值(Emean)、最小弹性值(Emin)],分析 SMI Alder 分级与 SWE 检查参数的相关性及对乳癌的诊断价值,并对比不同临床病理特征乳癌患者的 Alder 分级、Emax、Emean、Emin。**结果:**恶性组与良性组 SMI Alder 分级比较差异有统计学意义( $P < 0.05$ );恶性组 Emax、Emean、Emin 高于良性组( $P < 0.05$ );恶性组 SMI Alder 分级与 SWE 检查参数 Emax、Emean、Emin 呈正相关( $P < 0.05$ );SMI Alder 分级、Emax、Emean、Emin 联合诊断最大径≤ 2 cm 乳癌的 AUC 为 0.917(95%CI: 0.870~0.963),优于各指标单独诊断;恶性组不同肿瘤直径、组织学分级、有无腋窝淋巴结转移患者 SMI Alder 分级、Emax、Emean、Emin 比较差异有统计学意义( $P < 0.05$ )。**结论:**SMI 联合 SWE 检查在最大径≤ 2 cm 乳癌中具有较为可靠的诊断价值,且各参数与肿瘤直径、组织学分级、腋窝淋巴结转移密切相关,可为临床评估病理进展提供有效信息。

**关键词:**乳癌;最大径≤ 2 cm;超微血流显像;剪切波弹性成像;诊断;临床病理特征

**中图分类号:**R737.9 **文献标识码:**A **文章编号:**1673-6273(2022)20-3991-06

## Application Value of Superb Microvascular Imaging Combined with Shear Wave Elastography in the Diagnosis and Pathological Evaluation of Breast Cancer with Maximum Diameter ≤ 2 cm\*

GAO Yan, WANG Hui, YANG Lin, ZENG Xin, TANG Xue-yao

(Department of Ultrasonography, Chengdu Third People's Hospital, Chengdu, Sichuan, 610000, China)

**ABSTRACT Objective:** To investigate the application value of superb microvascular imaging (SMI) combined with shear wave elastography (SWE) in the diagnosis and pathological evaluation of breast cancer with maximum diameter ≤ 2 cm. **Methods:** 125 suspected breast cancer patients with maximum diameter ≤ 2 cm who were admitted to Chengdu Third People's Hospital from June 2018 to June 2021 were selected, and they were divided into benign group with 49 cases and malignant group with 76 cases according to the gold standard of surgical and pathological results. The SMI Alder classification and SWE examination parameters [maximum elasticity (Emax), average elasticity (Emean) and minimum elasticity (Emin)] of the two groups were compared. The correlation between SMI Alder grade and SWE parameters and its diagnostic value for breast cancer were analyzed, and the Alder grade, Emax, Emean, Emin in patients with different pathological features of breast cancer were compared. **Results:** There was significant difference in SMI Alder grade between malignant group and benign group ( $P < 0.05$ ). Emax, Emean and Emin in malignant group were higher than those in benign group ( $P < 0.05$ ). In malignant group, SMI Alder grade was positively correlated with SWE parameters Emax, Emean and Emin ( $P < 0.05$ ). The AUC of SMI Alder grade, Emax, Emean and Emin combined diagnosis of breast cancer with maximum diameter ≤ 2 cm was 0.917 (95%CI: 0.870~0.963), which was better than that of each index alone. There were statistically significant differences in tumor diameter, histological grade, SMI Alder grade, Emax, Emean, Emin and patients with axillary lymph node metastasis in malignant group ( $P < 0.05$ ). **Conclusion:** SMI combined with SWE has relatively reliable diagnostic value in breast cancer with maximum diameter ≤ 2 cm, and each parameter is closely related to tumor diameter, histological grade and axillary lymph node metastasis, which can provide effective information for clinical evaluation of pathological progress.

**Key words:** Breast cancer; Maximum diameter ≤ 2 cm; Superb microvascular imaging; Shear wave elastography; Diagnosis; Clinicopathological features

**Chinese Library Classification(CLC):** R737.9 **Document code:** A

**Article ID:** 1673-6273(2022)20-3991-06

\* 基金项目:四川省卫生健康委课题基金资助项目(18PJ461)

作者简介:高艳(1987-),女,本科,住院医师,从事血管、甲状腺、乳腺超声方向的研究,E-mail: gy02804305@163.com

(收稿日期:2022-04-06 接受日期:2022-04-28)

## 前言

目前,超声是临床诊断乳腺癌的常用检查手段,通过灰阶超声成像中的生物学特征、病灶形态学标准化分类后进行诊断<sup>[1,2]</sup>。最大径≤2 cm 乳腺癌具有临床症状隐匿、病灶难以发现、恶性征象不明显等特点,且其形态、边缘等生物学特征与良性病变存在重叠现象,极易被误诊为良性结节,诊断难度较高<sup>[3,4]</sup>。超微血管成像(SMI)能够描绘病灶内细小血管分支,清晰显示病灶组织血流信号<sup>[5]</sup>。剪切波弹性成像(SWE)属于弹性成像技术,能够实时定量评估病灶组织软硬程度,为良恶性鉴别诊断提供可靠的弹性信息<sup>[6]</sup>。SMI、SWE 虽然已在肿瘤性质鉴别诊断中得到广泛认可,但在微小乳腺癌中的诊断价值仍有待大量循证依据验证。因此,本研究对 SMI 联合 SWE 在最大径≤2 cm 乳腺癌诊断与病理评估中的应用价值进行分析,旨在为临床诊断微小乳腺癌提供参考依据。报告如下。

## 1 资料与方法

### 1.1 一般资料

选取成都市第三人民医院 2018 年 6 月至 2021 年 6 月收治的最大径≤2 cm 疑似乳腺癌患者 125 例,年龄 32~64 岁,平均年龄(48.51±5.16)岁,肿瘤直径 0.2~2 cm,平均肿瘤直径(1.36±0.21)cm。纳入标准:经常规超声检查显示存在乳腺肿块,疑似乳腺癌;均为首发乳腺肿瘤,就诊前未接受任何抗肿瘤治疗;均为女性;患者及家属均知情本研究,自愿签订知情承诺书。排除标准:合并结核性疾病者;伴有其他恶性肿瘤者;存在内分泌系统疾病者;妊娠期、哺乳期女性;SWE、SMI 检查前接受穿刺活检或手术病理检查者。本研究经成都市第三人民医院伦理委员会审批通过。

### 1.2 方法

**1.2.1 SMI 检查方法** 选择法国 Supersonic Aixplorer 彩色多普勒超声诊断仪进行扫描检查,线阵探头,探头频率为 4~15 MHz。患者均取仰卧位,首先经常规二维超声明确病灶位置,再切换至 SMI 模式,适当调整取样框大小,血流速度控制在 1.2 cm/s 左右,将超声探头从病灶侧缓慢移动至另一侧,保存图像。病灶区域血流以 Adler 半定量法血流分级标准<sup>[7]</sup>进行分级,

0 级:病灶内未见血流信号;Ⅰ级:病灶内可见 1~2 个点状血流信号;Ⅱ级:病灶内可见中等血流信号,即 1 条长度接近 / 超过病灶半径的血流信号或 3~4 个点状血流信号;Ⅲ级:病灶内可见丰富的血流信号,即 2 条长度接近 / 超过病灶半径的血流信号或 4 个点状血流信号,其中 0 级、Ⅰ 级判定为良性,Ⅱ 级、Ⅲ 级判定为恶性。

**1.2.2 SWE 检查方法** 检查仪器与 SMI 相同,患者均取仰卧位,首先经常规二维超声明确病灶位置,再行 SWE 检查,将探头轻轻放置于乳腺病灶所在的皮肤表面,选择合理的感兴趣区域(需尽可能包含整个病变及周围硬度较高的区域),告知受检者需屏气 3~5 s,以获取稳定的 SWE 图像,冻结图像后选择 Q-Box trace 软件描记肿块边缘,自动获得弹性模量值,包括最大弹性值(Emax)、平均弹性值(Emean)、最小弹性值(Emin),均测量 3 次,取平均值作为最终结果。所有检查均由同一名具有 3 年以上工作经验的超声科医师完成。

### 1.3 资料收集

收集恶性组患者的年龄、分子分型、肿瘤直径、组织学分级、有无脉管癌栓、有无腋窝淋巴结转移等临床病理参数。

### 1.4 统计学方法

采用统计学软件 SPSS22.0 处理数据,计量资料采取 Bartlett 方差齐性检验与夏皮罗 - 威尔克正态性检验,均确认具备方差齐性且服从正态分布,以( $\bar{x}\pm s$ )描述,多组间比较采用单因素方差分析,进一步两两组间比较采用 LSD-t 检验,两组间比较采用独立样本 t 检验;计数资料用 n(%)表示,采用  $\chi^2$  检验,等级资料采用 Ridit 检验;相关性分析采用 Spearman 相关系数模型;诊断价值采用受试者工作特征(ROC)曲线分析,联合诊断实施 Logistic 二元回归拟合,返回预测概率 logit(p),将其作为独立检验变量。 $P<0.05$  表明差异有统计学意义。

## 2 结果

### 2.1 两组 SMI Alder 分级、SWE 检查参数

以手术病理结果为金标准,将其分为良性组 49 例与恶性组 76 例。恶性组与良性组 SMI Alder 分级比较,差异有统计学意义( $P<0.05$ );恶性组 Emax、Emean、Emin 高于良性组( $P<0.05$ ),见表 1。

表 1 两组 SMI Alder 分级、SWE 检查参数比较

Table 1 Comparison of SMI Alder grade and SWE examination parameters between the two groups

| Groups          | n  | SMI Alder grade n(%) |           |           |           | SWE examination parameters (kPa) |             |            |
|-----------------|----|----------------------|-----------|-----------|-----------|----------------------------------|-------------|------------|
|                 |    | Level 0              | Level I   | Level II  | Level III | Emax                             | Emean       | Emin       |
| Malignant group | 76 | 6(7.89)              | 13(17.11) | 20(26.32) | 37(48.68) | 120.75±40.25                     | 94.10±31.36 | 14.13±4.20 |
| Benign group    | 49 | 15(30.61)            | 22(44.90) | 6(12.24)  | 6(12.24)  | 56.89±18.96                      | 42.26±14.08 | 11.08±3.04 |
| $U/t$           |    |                      |           | 5.194     |           | 10.378                           | 10.875      | 4.393      |
| $P$             |    |                      |           | <0.001    |           | <0.001                           | <0.001      | <0.001     |

### 2.2 两组 SMI Alder 分级与 SWE 检查参数的相关性分析

Spearman 相关性分析显示,良性组 SMI Alder 分级与 SWE 检查参数 Emax、Emean、Emin 无明显相关性( $P>0.05$ );

恶性组 SMI Alder 分级与 SWE 检查参数 Emax、Emean、Emin 呈正相关( $P<0.05$ ),恶性组相关性分析见图 1。

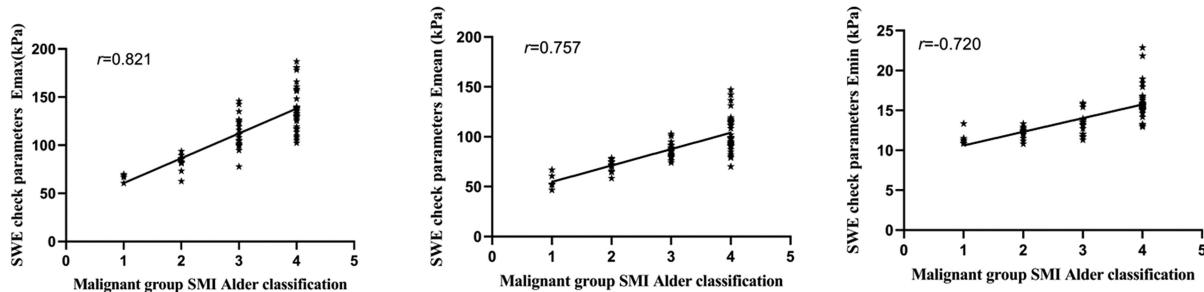


图 1 恶性组 SMI Alder 分级与 SWE 检查参数的相关性分析

Fig.1 Correlation analysis between SMI Alder grade and SWE examination parameters in malignant group

### 2.3 SMI Alder 分级与 SWE 检查参数对最大径≤ 2 cm 乳腺癌的诊断价值

ROC 曲线分析显示,SMI Alder 分级、SWE 检查参数 Emax、Emean、Emin 诊断最大径≤ 2 cm 乳腺癌的 AUC 分别为

0.753 (95%CI: 0.663~0.842)、0.820 (95%CI: 0.748~0.892)、0.775 (95%CI: 0.695~0.855)、0.803 (95%CI: 0.727~0.879); 联合诊断最大径≤ 2 cm 乳腺癌的 AUC 为 0.917 (95%CI: 0.870~0.963), 优于各指标单独诊断, 见图 2。

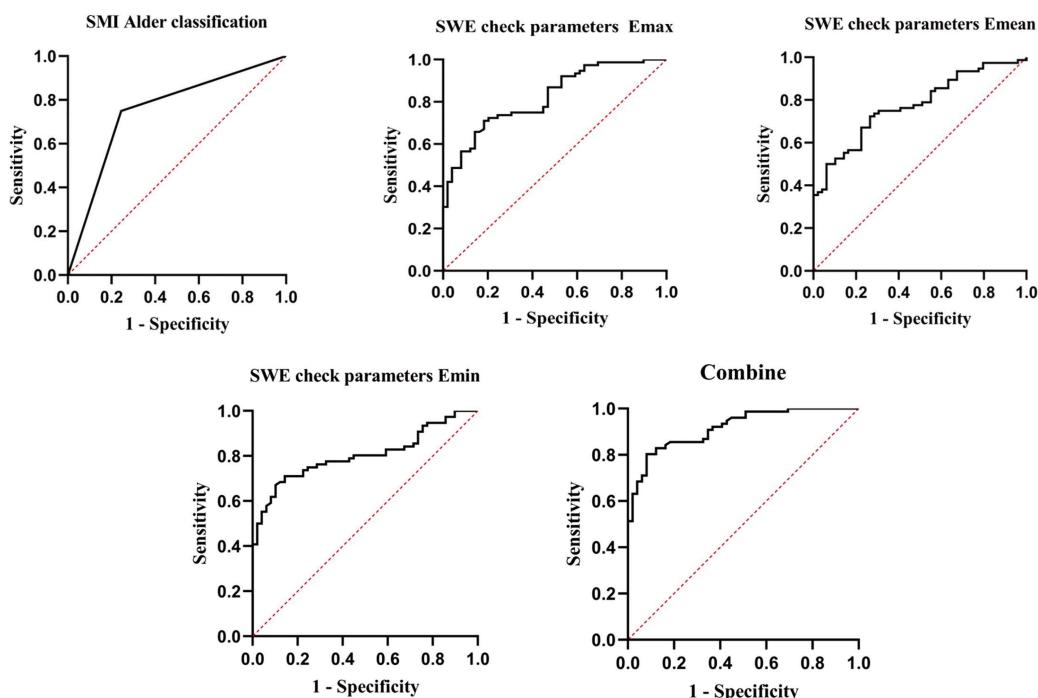


图 2 SMI Alder 分级、SWE 单独检查及联合检查对最大径≤ 2 cm 乳腺癌的诊断价值

Fig. 2 Diagnostic value of SMI Alder grade, SWE alone and combined examination for breast cancer with maximum diameter ≤ 2 cm

### 2.4 恶性组不同临床病理特征患者 SMI Alder 分级

恶性组不同年龄、分子分型、有无脉管癌栓患者 SMI Alder 分级比较差异无统计学意义( $P>0.05$ ); 恶性组不同肿瘤直径、组织学分级、有无腋窝淋巴结转移患者 SMI Alder 分级比较差异有统计学意义( $P<0.05$ ), 见表 2。

### 2.5 恶性组不同临床病理特征患者 SWE 检查参数

恶性组不同年龄、分子分型、有无脉管癌栓患者 Emax、Emean、Emin 比较差异无统计学意义( $P>0.05$ ); 恶性组不同肿瘤直径、组织学分级、有无腋窝淋巴结转移患者 Emax、Emean、Emin 比较差异有统计学意义( $P<0.05$ ), 见表 3。

## 3 讨论

乳腺癌是全世界范围内女性癌症发病率最高、死亡率第二的恶性肿瘤<sup>[8]</sup>, 相关资料统计显示, 我国乳腺癌患者平均发病年

龄为 45~55 岁, 且趋于年轻化, 防治形势极为严峻<sup>[9,10]</sup>。作为国际公认能够通过早发现、早诊断、早治疗降低死亡率的恶性肿瘤之一, 早期准确诊断、评估病理进展至关重要<sup>[11-13]</sup>。现阶段, BI-RADS 分类系统标准显著提高了超声在乳腺癌中的诊断准确性, 但在临床实际诊断中发现, 良恶性乳腺肿瘤征象之间存在交叉重叠, 尤其是在≤ 2 cm 的微小乳腺癌中该现象更为明显, 需积极探索较为可靠的检查方式。

SMI 是一种超声超微血管成像技术, 可通过自适应算法有效识别低速与极低速血流信号及组织运动频谱信号, 还能利用独特滤波技术清晰地呈现病灶组织内部真正的血流信息, 在显示肿瘤新生管径>0.1 mm 微小血管、血流方面具有显著优势<sup>[14-16]</sup>。严婷<sup>[17]</sup>研究显示, SMI 和超声造影(CEUS)诊断乳腺癌病灶内微血管及血流供应情况具有较好的一致性, 对乳腺癌均有较高的诊断价值, 能为临床诊断提供可靠影像学信息。

表 2 恶性组不同临床病理特征患者 SMI Alder 分级比较【n(%)】

Table 2 Comparison of SMI Alder grade in patients with different pathological features in malignant group[n(%)]

| Pathological features          | n  | Level 0  | Level I   | Level II  | Level III |
|--------------------------------|----|----------|-----------|-----------|-----------|
| Age(years)                     |    |          |           |           |           |
| ≤ 40                           | 15 | 1(6.67)  | 2(13.33)  | 5(33.33)  | 7(46.67)  |
| >40                            | 61 | 5(8.20)  | 11(18.03) | 15(24.59) | 30(49.18) |
| U                              |    |          | 0.072     |           |           |
| P                              |    |          | 0.942     |           |           |
| Molecular typing               |    |          |           |           |           |
| Luminal type A                 | 40 | 4(10.00) | 8(20.00)  | 11(27.50) | 17(42.50) |
| Luminal type B                 | 19 | 1(5.26)  | 3(15.79)  | 6(31.58)  | 9(47.37)  |
| Other type                     | 17 | 1(5.88)  | 2(11.76)  | 3(17.65)  | 11(64.71) |
| U                              |    |          | 1.916     |           |           |
| P                              |    |          | 0.590     |           |           |
| Tumor diameter(cm)             |    |          |           |           |           |
| <0.5                           | 13 | 3(23.08) | 8(61.54)  | 1(7.69)   | 1(7.69)   |
| 0.5~2                          | 63 | 3(4.76)  | 5(7.94)   | 19(30.16) | 36(57.14) |
| U                              |    |          | 4.145     |           |           |
| P                              |    |          | <0.001    |           |           |
| Histological grade             |    |          |           |           |           |
| Level 1 combined with Level 2  | 60 | 6(10.00) | 12(20.00) | 17(28.33) | 25(41.67) |
| Level 3                        | 16 | 0(0.00)  | 1(6.25)   | 3(18.75)  | 12(75.00) |
| U                              |    |          | 2.328     |           |           |
| P                              |    |          | 0.020     |           |           |
| Vascular tumor thrombus        |    |          |           |           |           |
| No                             | 64 | 5(7.81)  | 10(15.63) | 18(28.13) | 31(48.44) |
| Yes                            | 12 | 1(8.33)  | 3(25.00)  | 2(16.67)  | 6(50.00)  |
| U                              |    |          | 0.179     |           |           |
| P                              |    |          | 0.858     |           |           |
| Axillary lymph node metastasis |    |          |           |           |           |
| No                             | 58 | 6(10.34) | 12(20.69) | 17(29.31) | 23(39.66) |
| Yes                            | 18 | 0(0.00)  | 1(5.56)   | 3(16.67)  | 14(77.78) |
| U                              |    |          | 2.712     |           |           |
| P                              |    |          | 0.007     |           |           |

在此基础上,本研究发现,在最大径≤ 2 cm 的乳腺肿瘤中,恶性组与良性组 SMI Alder 分级存在显著差异,且单独诊断价值 AUC 分别为 0.753。由于良性肿瘤主要表现为极低速的血流信号,而恶性肿瘤生长分化较快,肿瘤内部新生血管较多、血供较为丰富,因此 SMI 能够通过病灶内部血流分级的差别诊断乳腺肿瘤性质<sup>[18,19]</sup>。同时,有报道证实,SMI 显示乳腺病灶低速血流和微小血管的能力类似于超声造影,且其无需注射造影剂,具有方便、经济、可重复检查等优点<sup>[20]</sup>。本研究结果还发现,恶性组不同肿瘤直径、组织学分级、有无腋窝淋巴结转移患者 SMI Alder 分级存在明显差异,可见 SMI Alder 分级还能够为

临床评估微小乳腺癌病理进展情况提供相关数据支持,有利于制定科学性抗肿瘤方案。

SWE 是一种弹性超声技术,主要成像原理是经由超声换能器发射的声辐射力对肿瘤组织及其周围组织加以激励,促使受检组织产生横波形式传播的剪切波,再采用多普勒效能获取剪切波速度,最终计算出杨氏模量,获取病灶组织弹性值<sup>[21-23]</sup>。本研究结果发现,恶性组 Emax、Emean、Emin 高于良性组,与汪锡龙等<sup>[24]</sup>报道结果相符,且各参数在最大径≤ 2 cm 乳腺癌诊断中表现出较好的价值。良恶性肿瘤组织硬度具有一定差异,从而会导致剪切波在肿瘤内部组织中的传播速度产生差异,经

表 3 恶性组不同临床病理特征患者 SWE 检查参数比较( $\bar{x} \pm s$ , kPa)Table 3 Comparison of SWE examination parameters in patients with different pathological features of malignant group ( $\bar{x} \pm s$ , kPa)

| Pathological features          | n  | <0.001Emax   | Emean        | Emin       |
|--------------------------------|----|--------------|--------------|------------|
| Age(years)                     |    |              |              |            |
| <40                            | 15 | 118.38±39.25 | 93.23±28.75  | 14.03±3.72 |
| ≥ 40                           | 61 | 121.33±40.08 | 96.90±30.12  | 14.15±4.06 |
| <i>t</i>                       |    | 0.256        | 0.426        | 0.104      |
| <i>P</i>                       |    | 0.798        | 0.671        | 0.917      |
| Molecular typing               |    |              |              |            |
| Luminal type A                 | 40 | 122.46±39.12 | 94.36±26.51  | 14.28±3.67 |
| Luminal type B                 | 19 | 117.89±35.47 | 92.48±29.74  | 14.05±3.92 |
| Other type                     | 17 | 119.92±36.20 | 95.30±31.08  | 13.87±4.04 |
| <i>F</i>                       |    | 0.100        | 0.048        | 0.075      |
| <i>P</i>                       |    | 0.905        | 0.953        | 0.928      |
| Tumor diameter (cm)            |    |              |              |            |
| <0.5                           | 13 | 86.49±28.82  | 70.78±25.63  | 12.07±2.43 |
| 0.5~2 cm                       | 63 | 127.82±42.58 | 98.91±32.22  | 14.56±3.11 |
| <i>t</i>                       |    | 3.336        | 2.955        | 2.715      |
| <i>P</i>                       |    | 0.001        | 0.004        | 0.008      |
| Histological grade             |    |              |              |            |
| Level 1 combined with Level 2  | 60 | 108.74±36.21 | 88.27±21.79  | 13.44±3.02 |
| Level 3                        | 16 | 165.79±55.22 | 115.96±30.06 | 16.72±3.85 |
| <i>t</i>                       |    | 4.971        | 4.152        | 3.637      |
| <i>P</i>                       |    | <0.001       | <0.001       | <0.001     |
| Vascular tumor thrombus        |    |              |              |            |
| No                             | 64 | 119.91±37.54 | 93.87±27.14  | 14.07±3.11 |
| Yes                            | 12 | 125.23±40.18 | 95.33±31.25  | 14.45±3.29 |
| <i>t</i>                       |    | 0.446        | 0.167        | 0.385      |
| <i>P</i>                       |    | 0.657        | 0.868        | 0.701      |
| Axillary lymph node metastasis |    |              |              |            |
| No                             | 58 | 102.85±34.26 | 86.12±28.77  | 13.12±3.16 |
| Yes                            | 18 | 178.43±55.37 | 119.81±34.35 | 17.38±4.09 |
| <i>t</i>                       |    | 6.985        | 4.142        | 4.649      |
| <i>P</i>                       |    | <0.001       | <0.001       | <0.001     |

由不同传播速度计算得出的弹性参数也出现相应区别,从而能有效诊断乳腺癌<sup>[25-27]</sup>。同时,SWE 与准静态压弹性成像比较,不仅无需人为激励,有效避免因操作产生的误差,还能定量分析病灶硬度,从而更加准确、客观地进行诊断<sup>[28]</sup>。另外,本研究数据显示,Emax、Emean、Emin 与肿瘤直径、组织学分级、腋窝淋巴结转移相关,说明 SWE 检查参数在评估微小乳腺癌病理进展中也具有一定的价值。

此外,有研究表明,SMI 检查后需要人为进行血流分级,伴有无法避免的主观性<sup>[29]</sup>。Jiang H 等<sup>[30]</sup>报道也显示,SWE 检查虽能获得客观的弹性值,但在微小乳腺肿瘤中会存在交叉重叠现

象,故本研究尝试将两者联合检查应用于最大径≤ 2 cm 乳腺癌中,结果证实,联合诊断价值明显优于各参数单独诊断,可为临床诊断微小乳腺癌提供一定的参考。

综上可知,SMI 联合 SWE 检查在最大径≤ 2 cm 乳腺癌中具有较为可靠的诊断价值,且各参数与肿瘤直径、组织学分级、腋窝淋巴结转移密切相关,能为临床评估病理进展提供有效信息。本研究亦存在不足之处:未探讨 SMI 联合 SWE 检查对最大径≤ 2 cm 乳腺癌患者预后情况的预测价值,有待随访后作出进一步分析。

## 参考文献(References)

- [1] Chen Q, Xia J, Zhang J. Identify the triple-negative and non-triple-negative breast cancer by using texture features of medicale ultrasonic image: A STROBE-compliant study [J]. Medicine (Baltimore), 2021, 100(22): e25878
- [2] 任锋, 门永忠, 姚琪. 乳腺癌超声特征与病理、分子生物学指标的相关性研究[J]. 实用癌症杂志, 2020, 35(8): 1355-1358, 1372
- [3] 肖莉玲, 李颖嘉, 马菲, 等. 术前二维灰阶超声、三维容积超声及弹性成像对乳腺癌大小测量的准确性及其影响因素研究[J]. 中华超声影像学杂志, 2021, 30(5): 414-419
- [4] 解福友, 邱晓晖, 刘艺超, 等. 3.0T 乳腺动态增强 MRI 联合钼靶 X 线对直径≤ 2 cm 乳腺小结节良恶性鉴别诊断价值 [J]. 磁共振成像, 2021, 12(12): 71-74
- [5] Zhu C, Zhong L, Lin M, et al. The value of TI-RADS combined with superb micro-vascular imagine in distinguishing benign and malignant thyroid nodules: A meta-analysis [J]. PLoS One, 2022, 17(1): e0261521
- [6] Yang H, Xu Y, Zhao Y, et al. The role of tissue elasticity in the differential diagnosis of benign and malignant breast lesions using shear wave elastography[J]. BMC Cancer, 2020, 20(1): 930
- [7] 董维露, 谭旭艳, 王文平, 等. 剪切波弹性成像联合超微血流成像对乳腺癌的诊断价值[J]. 中国肿瘤外科杂志, 2019, 11(2): 107-109
- [8] Smolarz B, Nowak AZ, Romanowicz H. Breast Cancer-Epidemiology, Classification, Pathogenesis and Treatment (Review of Literature)[J]. Cancers (Basel), 2022, 14(10): 2569
- [9] 张雪, 董晓平, 管雅喆, 等. 女性乳腺癌流行病学趋势及危险因素研究进展[J]. 肿瘤防治研究, 2021, 48(1): 87-92
- [10] 严鑫鑫, 李燕婕, 曹梦迪, 等. 我国女性乳腺癌所致 DALY 疾病负担: 2000-2050 年分析与预测[J]. 中华流行病学杂志, 2021, 42(12): 2156-2163
- [11] Lopez-Tarruella S, Echavarria I, Jerez Y, et al. How we treat HR-positive, HER2-negative early breast cancer [J]. Future Oncol, 2022, 18(8): 1003-1022
- [12] Maes-Carballo M, Mignini L, Martín-Díaz M, et al. Clinical practice guidelines and consensus for the screening of breast cancer: A systematic appraisal of their quality and reporting [J]. Eur J Cancer Care (Engl), 2022, 31(2): e13540
- [13] 刘晓燕, 李琳, 王丹, 等. 乳腺癌功能磁共振成像与生物学预后因子的研究进展 [J]. 现代生物医学进展, 2018, 18 (7): 1380-1383, 1333
- [14] Lan Y, Li N, Song Q, et al. Correlation and agreement between superb micro-vascular imaging and contrast-enhanced ultrasound for assessing radiofrequency ablation treatment of thyroid nodules: a preliminary study[J]. BMC Med Imaging, 2021, 21(1): 175
- [15] 张晋源, 马薇, 崔海鸥, 等. 超微血管成像技术在颈部动脉夹层诊断中的价值[J]. 中风与神经疾病杂志, 2022, 39(2): 119-122
- [16] 丁敏侠, 严婷. 超微血管成像和超声造影对乳腺癌病灶内微血流及超微血管的评价及其联合诊断价值 [J]. 影像科学与光化学, 2020, 38(1): 144-149
- [17] 严婷. 超微血管成像和超声造影对乳腺癌病灶内微血流及超微血管的评价及其联合诊断价值 [J]. 影像科学与光化学, 2020, 38(1): 144-149
- [18] 蔡思曼, 王红燕, 张晓燕, 等. 智能三维超微血管成像评估乳腺病变血流的观察者间一致性分析[J]. 中华超声影像学杂志, 2020, 29(7): 613-617
- [19] 何广敏, 左艳玲, 郑荣辉, 等. 超声超微血流分级与彩色像素密度对乳腺肿块诊断价值的对比研究 [J]. 中华生物医学工程杂志, 2021, 27(1): 58-61
- [20] 卢叶君, 陈卉, 张剑, 等. 超微血管成像、超声弹性成像联合高频超声在微小乳腺癌中的诊断价值及相关高危超声特征的筛选[J]. 诊断学理论与实践, 2020, 19(4): 391-396
- [21] Huang Y, Li F, Han J, et al. Shear Wave Elastography of Breast Lesions: Quantitative Analysis of Elastic Heterogeneity Improves Diagnostic Performance[J]. Ultrasound Med Biol, 2019, 45(8): 1909-1917
- [22] Bulum A, Ivanac G, Mandurić F, et al. Contribution of UltraFast Ultrasound and Shear Wave Elastography in the Imaging of Carotid Artery Disease[J]. Diagnostics (Basel), 2022, 12(5): 1168
- [23] de Reuver S, Moens AJBWD, Kruyt MC, et al. Ultrasound Shear Wave Elastography of the Intervertebral Disc and Idiopathic Scoliosis: A Systematic Review [J]. Ultrasound Med Biol, 2022, 48(5): 721-729
- [24] 汪锡龙, 王玲, 郑慧, 等. 剪切波弹性成像联合 BI-RADS 分类鉴别诊断最大径≤ 2 cm 乳腺癌的价值[J]. 临床超声医学杂志, 2020, 22(12): 903-906
- [25] 赵青, 杨晓婧, 纪甜甜, 等. 超声助力式弹性成像和剪切波弹性成像及超声造影特征与乳腺癌分子生物学指标的相关性[J]. 中华实用诊断与治疗杂志, 2020, 34(8): 768-772
- [26] Xue Y, Yao S, Li X, et al. Value of shear wave elastography in discriminating malignant and benign breast lesions: A meta-analysis [J]. Medicine (Baltimore), 2017, 96(42): e7412
- [27] Youk JH, Gweon HM, Son EJ. Shear-wave elastography in breast ultrasonography: the state of the art[J]. Ultrasonography, 2017, 36(4): 300-309
- [28] Makal GB, Güvenç Ş. The Role of Shear Wave Elastography in Differentiating Idiopathic Granulomatous Mastitis From Breast Cancer[J]. Acad Radiol, 2021, 28(3): 339-344
- [29] 赵利辉, 忻晓洁. 超微血管成像在乳腺及颈部肿瘤中的应用进展 [J]. 中国医学影像学杂志, 2021, 29(1): 89-92
- [30] Jiang H, Yu X, Zhang L, et al. Diagnostic values of shear wave elastography and strain elastography for breast lesions [J]. Rev Med Chil, 2020, 148(9): 1239-1245