



· 论 著 ·

自动乳腺容积成像联合声脉冲辐射力成像在可疑乳腺肿块鉴别诊断中的应用价值

孙卉娟^{1, 2}, 叶新华¹, 吴意赟², 董维露², 季雯晶², 张颖², 葛成霞²

1. 南京医科大学第一附属医院超声诊断科, 江苏 南京 210029;

2. 南京中医药大学附属医院超声医学科, 江苏 南京 210029

[摘要] 目的: 探讨自动乳腺容积成像(automated breast volume scanning, ABVS)和声脉冲辐射力成像(acoustic radiation force impulse, ARFI)两种超声技术联合对常规超声诊断为可疑乳腺肿块的良好鉴别诊断能力。方法: 对118例乳腺肿块常规超声评估分类为乳腺影像报告和数据库系统(Breast Imaging Reporting And Data System, BI-RADS)4类及以上的患者, 应用ABVS分析肿块有无冠状面图像特征(汇聚征与微钙化), 应用ARFI检测声触诊组织成像(virtual touch tissue imaging, VTI)中肿块在弹性图与二维图的面积比和声触诊组织量化成像(virtual touch tissue imaging quantification, VTIQ)中肿块剪切波速度的平均值(V_{mean}), 对乳腺肿块良恶性的图像按照冠状面有无汇聚征、有无微钙化分类, 有任意一种即记为阳性; VTI肿块面积比值大于1.65记为阳性; V_{mean} 大于4.14 m/s为阳性。计算并比较ABVS、ARFI单独以及两者联合诊断BI-RADS 4类乳腺肿块的灵敏度、特异度、准确度、阳性预测值、阴性预测值。结果: 乳腺肿块在ARFI的检查中, 恶性肿块的VTI面积比(1.76 ± 0.61)高于良性肿块VTI面积比(1.14 ± 0.48), 恶性肿块的 V_{mean} [(6.38 ± 1.76) m/s] 高于良性肿块 [(4.17 ± 1.43) m/s], 差异均有统计学意义($P < 0.01$)。在BI-RADS 4类乳腺肿块中, ABVS检查中汇聚征或微钙化对恶性乳腺肿块检出的灵敏度、特异度、准确度、阳性预测值及阴性预测值分别为92%、78.3%、84.5%、78.0%及92.2%; VTI诊断乳腺恶性肿块的灵敏度、特异度、准确度、阳性预测值及阴性预测值分别为70.0%、81.7%、76.4%、76.1%及76.6%; VTIQ诊断恶性乳腺肿块的灵敏度、特异度、准确度、阳性预测值、阴性预测值分别为96.0%、58.3%、75.5%、65.8%及94.6%。ABVS与ARFI两者联合诊断的灵敏度、特异度、准确度、阳性预测值、阴性预测值分别为100.0%、50.0%、72.7%、62.5%及100.0%。结论: ABVS与ARFI可补充常规二维超声无法获得的乳腺肿块信息, 丰富肿块诊断的依据, 扩展疾病鉴别诊断的思路, 两者结合可达到优势互补的效果, 有助于提高诊断的准确度。

[关键词] 乳腺癌; 自动乳腺容积成像; 声脉冲辐射力成像; 声触诊组织成像; 声触诊组织量化成像

中图分类号: R737.9; R445.1 文献标志码: A DOI: 10.19732/j.cnki.2096-6210.2023.04.011

Application value of automated breast volume scanning combined with acoustic radiation force impulse in differential diagnosis of suspicious breast mass SUN Huijuan^{1, 2}, YE Xinhua¹, WU Yiyun², DONG Weilu², JI Wenjing², ZHANG Ying², GE Chengxia² (1. Department of Ultrasound, The First Affiliated Hospital of Nanjing Medical University, Nanjing 210029, Jiangsu Province, China; 2. Department of Ultrasound, Affiliated Hospital of Nanjing University of Chinese Medicine, Nanjing 210029, Jiangsu Province, China)

Correspondence to: YE Xinhua E-mail: yexh-0125@163.com

[Abstract] **Objective:** To investigate the differential diagnosis ability of automated breast volume scanning (ABVS) and acoustic radiation force impulse (ARFI) in the diagnosis of suspicious breast mass by conventional ultrasound. **Methods:** A total of 118 patients with breast masses classified as Breast Imaging Reporting And Data System (BI-RADS) class 4 or above by conventional ultrasound evaluation were analyzed using ABVS and ARFI. ABVS was to determine whether the masses had coronal imaging features (convergence sign and microcalcification), then ARFI was to examine the area ratio of masses in elastic and two-dimensional images in virtual touch tissue imaging (VTI), as well as the average shear wave velocity of masses (V_{mean}) in virtual touch tissue imaging quantification (VTIQ). The benign and malignant images of breast masses were classified according to whether there was convergence sign or microcalcification in the coronal plane, and any of the above or more were recorded as positive. The area ratio of tumor in VTI greater than 1.65 was considered positive. The V_{mean} greater than 4.14 m/s was positive. The sensitivity, specificity,

accuracy, positive predictive value and negative predictive value of ABVS and ARFI alone or combined in the diagnosis of BI-RADS 4 breast masses were calculated and compared. **Results:** In the examination of breast mass in ARFI, mass area ratio of malignant tumor in VTI (1.76 ± 0.61) was higher than that of benign tumor (1.14 ± 0.48), and V_{mean} of malignant tumor [$(6.38 \pm 1.76) \text{ m/s}$] was higher than that of benign tumor [$(4.17 \pm 1.43) \text{ m/s}$], the differences were statistically significant ($P < 0.01$). There were significant differences in VTI and VTIQ between the two groups ($P < 0.01$). In BI-RADS 4 breast masses, the sensitivity, specificity, accuracy, positive predictive value, and negative predictive value were 92%, 78.3%, 84.5%, 78.0%, and 92.2%, respectively for the detection of malignant breast mass in ABVS. The sensitivity, specificity, accuracy, positive predictive value, and negative predictive value of VTI in diagnosis of malignant breast masses were 70.0%, 81.7%, 76.4%, 76.1%, and 76.6%, respectively. The sensitivity, specificity, accuracy, positive predictive value, and negative predictive value of VTIQ in diagnosis of malignant breast masses were 96.0%, 58.3%, 75.5%, 65.8%, and 94.6%, respectively. The sensitivity, specificity, accuracy, positive predictive value, and negative predictive value of the combined diagnosis of ABVS and ARFI were 100.0%, 50.0%, 72.7%, 62.5%, and 100.0%, respectively. **Conclusion:** ABVS and ARFI can supplement the information of breast mass that cannot be obtained by conventional two-dimensional ultrasound, enrich the basis of diagnosis of breast mass, and expand the idea of differential diagnosis of disease. The combination of the two can achieve the effect of complementary advantages, and help to improve the accuracy of diagnosis.

[**Key words**] Breast cancer; Automated breast volume scanning; Acoustic radiation force impulse; Virtual touch tissue imaging; Virtual touch tissue imaging quantification

乳腺癌是中国女性常见的恶性肿瘤,近年来发病率呈上升趋势,因其高侵袭性和高死亡率,严重威胁女性健康^[1]。临床上早发现、早治疗是有效改善患者预后、降低死亡率、提高生存质量的关键^[2]。自动乳腺容积成像(automated breast volume scanning, ABVS)是一种全新的乳腺三维容积成像系统,它在二维超声信息的基础上增加了冠状面的成像。声脉冲辐射力成像(acoustic radiation force impulse, ARFI)技术是一种新的超声弹性成像技术,能对感兴趣区(region of interest, ROI)同时进行定性和定量分析。本文旨在探讨ABVS和ARFI两种超声技术联合对乳腺肿块良恶性的鉴别诊断能力。

1 资料和方法

1.1 研究对象

收集2021年3月—2022年3月于南京中医药大学附属医院因乳腺肿块住院准备手术治疗的118例患者,乳腺肿块常规超声评估分类为乳腺影像报告和数据库系统(Breast Imaging Reporting And Data System, BI-RADS)4类及以上。患者均为女性,年龄24~70岁,平均年龄(40.8 ± 9.8)岁,其中17例患者均为2个肿块,共计乳腺肿块135个,其中位于外上象限74个,外下象限24个,内上象限22个,内下象限10个,乳头后方5

个。排除标准:①未经穿刺活检或手术后病理学检查确诊;②检查前已开始治疗者;③常规超声诊断为BI-RADS 4类以下的乳腺病变;④影像学资料不完整。

1.2 仪器与方法

1.2.1 常规超声检查

1.2.2 ABVS检查

采用德国Siemens公司的Acuson S2000超声诊断仪,使用14L5BV宽频线阵探头,频率5~14 MHz,扫描的最大容积为 $15.4 \text{ cm} \times 16.8 \text{ cm} \times 6.0 \text{ cm}$ (约 $1\ 552.32 \text{ cm}^3$),层间距0.5 mm,大于500个层面。根据患者乳房大小选择不同深度的最佳预设值,患者平卧于检查床,双手抱头,充分暴露乳房,涂抹足量耦合剂,探头加压乳房固定,自下而上对肿块部位进行两个位置的扫查,如肿块位于外侧即扫查正中位与外侧位,如肿块位于内侧即扫查正中位与内侧位,以此类推。检查结束后,系统自动将图像传输至工作站,操作者在工作站中分析该肿块图像。

1.2.3 ARFI检查

采用德国Siemens公司的Acuson S2000超声诊断仪,采用9L4线阵探头,频率4~9 MHz,检查时探头对可疑肿块不施压,取样框放置在ROI,取样框应尽量包含整个肿块及其周围组织,留取图像时嘱患者屏住呼吸。ARFI检查包括声触诊组织成像(virtual touch tissue imaging, VTI)、

声触诊组织量化成像 (virtual touch tissue imaging quantification, VTIQ)。VTI: 采用半定量分析, 在肿块最大切面时测量弹性图像与二维图像的面积比 (记为VTI面积比)。VTIQ: 选取肿块的最大切面, 嘱患者屏住呼吸, 在图像质量模式下呈现色彩均匀分布且为绿色时, 进入VTIQ速度模式图像。ROI选取为1 mm × 1 mm, 避开液化区及钙化灶, 将ROI置于乳腺肿块剪切波速度最高的部位, 共测量7次, 利用机器自带的分析软件获得剪切波速度平均值 (V_{mean}), 重复上述操作3次, 获取3组数据, 取其平均值。

1.2.4 评估方法

在ABVS检查中, 肿块在冠状面表现为边缘放射状分布的条状高回声并向中心汇聚称为汇聚征^[3]。微钙化指的是小砂砾样多发的点状强回声。乳腺肿块图像有以下表现者记为阳性: ① ABVS图像冠状面存在汇聚征和微钙化; ② VTI面积比值大于1.65^[4]; ③ V_{mean} 大于4.14 m/s^[5]。

1.3 统计学处理

采用SPSS 18.0统计学软件进行数据分析。计量资料以 $\bar{x} \pm s$ 表示, 采用两独立样本 t 检验; 计数资料比较采用 χ^2 检验。 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结 果

2.1 病理学检查结果

118例患者135个病灶术后病理学检查结果: 恶性肿瘤75个 (图1), 其中浸润性导管癌62个, 导管原位癌7个, 黏液癌1个, 小叶原位癌2个, 浸润性小叶癌1个, 侵袭性B细胞淋巴瘤1个, 混合性癌 (由浸润性小叶癌及浸润性乳腺癌非特殊类型混合) 1个; 良性病变60个 (图2), 其中乳腺腺病、局部导管扩张及大汗腺化生26个, 硬化性腺病3个, 导管内乳头状瘤12个, 纤维腺瘤18个, 浆细胞性乳腺炎1个。

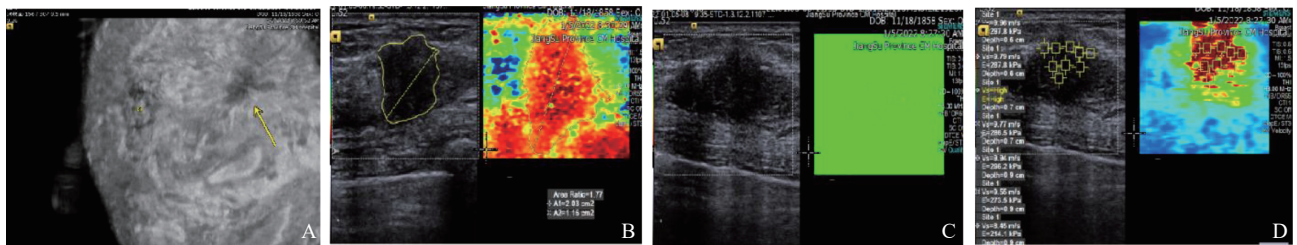


图1 典型病例1 (患者, 女性, 51岁, 浸润性乳腺癌) 的ABVS及ARFI图像

A: ABVS冠状面显示汇聚征; B: 病变的VTI面积比值为1.77; C: VTIQ质量模式图中, 病变显示为绿色, 表示高质量; D: VTIQ速度模式图像, V_{mean} 为9.38 m/s。

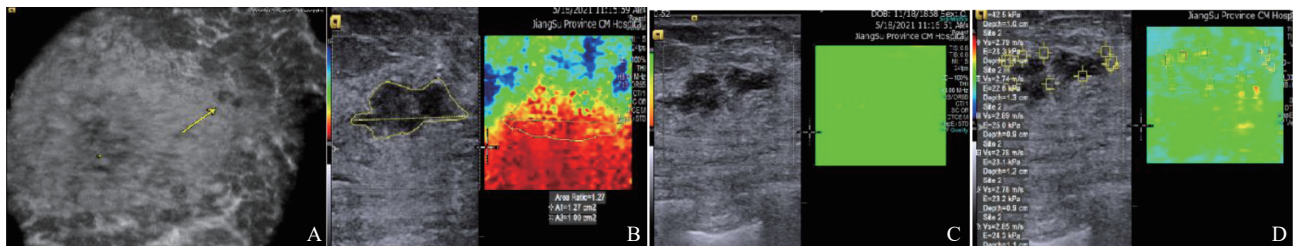


图2 典型病例2 (患者, 女性, 32岁, 乳腺腺病) 的ABVS及ARFI图像

A: ABVS冠状面显示周围组织无明显改变; B: 病变的VTI面积比值为1.27; C: VTIQ质量模式图中, 病变显示为绿色, 表示高质量; D: VTIQ速度模式图像, V_{mean} 为2.81 m/s。

2.2 乳腺肿块BI-RADS分类

135个乳腺肿块中, 评分BI-RADS 4A类55个, BI-RADS 4B类26个, BI-RADS 4C类29个, BI-RADS 5类25个。其中除评分BI-RADS 4A类

的乳腺肿块中良性多于恶性外, BI-RADS 4B、4C、5类的乳腺肿块中恶性均多于良性, 两者之间差异有统计学意义 ($P < 0.01$, 表1)。

表1 乳腺肿块BI-RADS分类与病理学检查结果比较

病理学检查结果	n	BI-RADS			
		4A类	4B类	4C类	5类
恶性	75	7 (12.7)	18 (69.2)	25 (86.2)	25 (100.0)
良性	60	48 (87.3)	8 (30.8)	4 (13.8)	0 (0.0)
χ^2 值		73.8			
P值		<0.01			

2.3 乳腺肿块的ABVS超声表现

ABVS检查结果显示乳腺肿块冠状面存在汇聚征和微钙化的征象。两组之间比较, 汇聚征及微钙化在恶性肿块中出现均多于良性 ($P=0.041$, 表2)。

表2 乳腺肿块ABVS的征象与病理学检查结果比较

病理学检查结果	n	n (%)		
		汇聚征	微钙化	汇聚征+微钙化
恶性	69	39 (90.7)	18 (69.2)	12 (92.3)
良性	13	4 (9.3)	8 (30.8)	1 (7.7)
χ^2 值		6.369		
P值		0.041		

2.4 乳腺肿块的ARFI超声表现

两组乳腺肿块中恶性乳腺病变的VTI面积比值及 V_{mean} 值大于良性乳腺病变 (图3), 差异有统计学意义 ($P<0.01$, 表3)

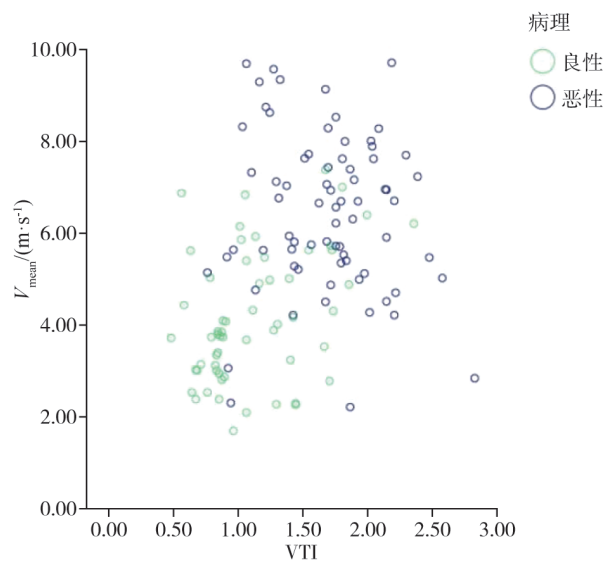


图3 乳腺良恶性肿块VTI面积比与VTIQ的散点图分布

表3 乳腺良恶性肿块VTI面积比与VTIQ结果比较

病理学检查结果	n	VTI面积比	$V_{\text{mean}}/(\text{m}\cdot\text{s}^{-1})$
恶性	75	1.76 ± 0.61	6.38 ± 1.76
良性	60	1.14 ± 0.48	4.17 ± 1.43
t值		6.323	7.870
P值		<0.01	<0.01

2.5 乳腺肿块的ABVS联合ARFI技术

联合统计ABVS图像中的汇聚征与微钙化, ARFI中的VTI面积比与 ≥ 1.65 、 $V_{\text{mean}} \geq 4.14 \text{ m/s}$, 灵敏度、特异度、准确度、阳性预测值及阴性预测值分别为100.0%、50.0%、72.7%、62.5%及100.0% (表4)。

表4 常规超声、ABVS、VTI、VTIQ联合诊断BI-RADS 4类乳腺肿块的价值

组别	灵敏度/%	特异度/%	准确度/%	阳性预测值/%	阴性预测值/%
常规超声	100.0	0.0	45.5	45.5	0.0
ABVS	92.0	78.3	84.5	78.0	92.2
VTI	70.0	81.7	76.4	76.1	76.6
VTIQ	96.0	58.3	75.5	65.8	94.6
ABVS、VTI、VTIQ联合	100.0	50.0	72.7	62.5	100.0

3 讨论

ABVS技术包含了乳腺超声的全容积信息。冠状面超声图像表现的汇聚征是恶性肿块的特有征象, 同时冠状面对微钙化的检出率相对较高, 张丽丹等^[6]提出ABVS较二维超声可更早诊断出乳腺癌的原因是其精确的边缘特征与对微钙化的显示存在优势。虽然这种微钙化的灵敏度没有

乳腺X线摄影高,但对于致密型乳腺及无钙化性的肿块,ABVS进行了更好的补充^[7]。本文中ABVS的特殊征象汇聚征和微钙化更多出现在乳腺恶性肿瘤中,但少部分良性肿块中也可以有此征象,如硬化性腺病、导管内乳头状瘤等^[3],需要在诊断中重视。

ARFI技术对组织的硬度进行定性和定量评价,有研究^[8]提出,ARFI技术更加客观,不受操作者影响,有利于乳腺肿块的鉴别诊断。在本研究中恶性肿瘤的VTI面积比、 V_{mean} 值高于良性肿块,且差异有统计学意义($P < 0.01$),表明乳腺恶性肿瘤的硬度大于良性肿块,与既往研究^[9]报道相符,这与恶性肿瘤中的细胞增生异型、纤维化、间质浸润、钙化等相关,导致病灶硬度增加^[10]。本研究中,11个良性肿块VTI误诊为恶性,25个良性肿块VTIQ误诊为恶性,主要是因为瘤内钙化、纤维化增加了肿块的硬度,导致弹性值增高,恶性肿瘤中VTI、VTIQ分别有26、4个误诊为良性,可能是由于内部液化坏死,肿块较小,降低了肿块的硬度,出现假阴性。

本研究中BI-RADS 5类的乳腺肿块,病理学检查结果均为恶性,而BI-RADS 4A、4B、4C类乳腺肿块中都存在误诊。因此本研究对BI-RADS 4类的乳腺肿块,进行ABVS和ARFI两种技术的图像特征联合比较,发现ABVS、VTI、VTIQ这3种检查方式对乳腺肿块诊断的灵敏度在联合应用后有所增加,而特异度下降,这是由于本文使用并联法联合诊断,即3种技术满足其一恶性征象就考虑为恶性肿瘤,增加了阳性检测结果,因此较单纯使用其中一种方法的灵敏度增加。也因为ABVS与ARFI的恶性征象也可能出现于良性病变中,当使用并联法联合诊断病变时,特异度反而会降低,这与杜燕飞等^[11]联合VTIQ与ABVS对乳腺肿块进行鉴别诊断的结果一致。虽然这种联合诊断损失了部分特异度,但是灵敏度的增加减少了漏诊。且同时针对常规超声诊断的BI-RADS 4类肿块,增加了特异度,减少过度治疗。

本研究存在样本量不足的问题,需要后期扩

充样本量进一步研究。另外ARFI良恶性肿块判断的界值差异较大,目前还没有公认的标准,有待进一步研究,以提高ARFI在良恶性肿块中的应用价值。综上所述,ABVS从肿块的形态、内部回声对病变进行分析,ARFI通过弹性成像分析病变的软硬度,分别补充了常规二维超声无法获得的肿块信息,两者联合应用,可丰富肿块诊断的依据,扩展疾病诊断的思路,达到优势互补的效果^[12],有助于提高诊断的准确度。

【参 考 文 献】

- [1] 雷少元,郑荣寿,张思维,等. 乳腺癌发病率和死亡率的全球模式:一项基于人群的2000—2020年肿瘤登记数据分析研究[J]. 癌症, 2022, 41(7): 324–335.
- [2] 彭丽春,罗文杰,孙培,等. 高频超声及X线钼靶在社区妇女普查中诊断早期乳腺癌的价值[J]. 肿瘤影像学, 2013, 22(1): 55–59.
- [3] 中国超声医学工程学会仪器工程开发专业委员会,中国抗癌协会肿瘤影像专委会,中华医学会超声医学分会浅表组织与血管学组. 自动乳腺容积超声技术专家共识(2022版)[J]. 中国超声医学杂志, 2022, 38(3): 241–247.
- [4] 宫霞,王怡,王涌,等. 超声弹性成像面积比在鉴别诊断乳腺肿块良恶性的价值[J]. 中国医学计算机成像杂志, 2012, 18(6): 535–537.
- [5] TOZAKI M, SAITO M, BENSON J, et al. Shear wave velocity measurements for differential diagnosis of solid breast masses: a comparison between virtual touch quantification and virtual touch IQ [J]. *Ultrasound Med Biol*, 2013, 39(12): 2233–2245.
- [6] 张丽丹,包凌云,张丽. ABVS在乳腺多发结节中偶发癌的诊断价值[J]. 中国超声医学杂志, 2014, 30(7): 599–602.
- [7] KELLY K M, DEAN J, COMULADA W S, et al. Breast cancer detection using automated whole breast ultrasound and mammography in radiographically dense breasts [J]. *Eur Radiol*, 2010, 20(3): 734–742.
- [8] 黄秋婷,李玲,蔡晓菡. ARFI不同参数诊断乳腺肿瘤的效能比较[J]. 中外医学研究, 2020, 18(14): 70–73.
- [9] NG W L, RAHMAT K, FADZLI F, et al. Shearwave elastography increases diagnostic accuracy in characterization of breast lesions [J]. *Medicine (Baltimore)*, 2016, 95(12): e3146.
- [10] 詹嘉,刘迎春,陈悦,等. 声触诊组织成像和定量技术鉴别诊断乳腺肿块良恶性的初步探讨[J]. 中国临床医学影像杂志, 2017, 28(6): 405–407.
- [11] 杜燕飞,霍长禄,姜玉燕. VTIQ联合ABVS在乳腺良恶性肿瘤诊断中的应用研究[J]. 世界最新医学信息文摘, 2020, 20(93): 18–19.
- [12] 赵安莉,吴江锋,葛丽芳,等. 自动乳腺容积成像联合声脉冲辐射力弹性成像对优化乳腺肿块影像学报告和数据分析分类的影响[J]. 中国基层医药, 2020, 27(11): 1371–1376.

(收稿日期: 2023-02-27 修回日期: 2023-05-23)