



## 自动乳腺全容积成像与声触诊组织成像量化对乳腺良恶性病变的鉴别诊断价值

朱婷, 刘涛, 车欣, 伍珑, 胡蓉菲

引用本文:

朱婷, 刘涛, 车欣, 等. 自动乳腺全容积成像与声触诊组织成像量化对乳腺良恶性病变的鉴别诊断价值[J]. 中国临床医学, 2021, 28(2): 283-287.

在线阅读 View online: <https://doi.org/10.12025/j.issn.1008-6358.2021.20200989>

### 您可能感兴趣的其他文章

Articles you may be interested in

#### 声触诊组织成像和定量技术鉴别并优化BI-RADS4类乳腺肿块的价值

Value of virtual touch tissue imaging quantification for the differential diagnosis and optimization of BI-RADS 4 breast lesions

中国临床医学. 2017, 24(2): 214-218 <https://doi.org/10.12025/j.issn.1008-6358.2017.20170058>

#### 常规超声联合声触诊组织量化成像技术对乳腺病变的鉴别诊断价值

Clinical value of conventional ultrasound combined with virtual touch tissue imaging quantification (VTIQ) for breast lesions

中国临床医学. 2020, 27(4): 666-669 <https://doi.org/10.12025/j.issn.1008-6358.2020.20191825>

#### 声触诊组织成像与定量技术对非哺乳期乳腺炎与乳腺癌的鉴别诊断价值

Differential diagnostic value of virtual touch tissue imaging quantification in non-lactation mastitis and breast cancer

中国临床医学. 2018, 25(5): 778-781 <https://doi.org/10.12025/j.issn.1008-6358.2018.20180640>

#### 声触诊组织量化成像技术对局灶型亚急性甲状腺炎与甲状腺乳头状癌的鉴别诊断价值

Value of virtual touch tissue imaging quantification in differential diagnosis of subacute thyroiditis and papillary thyroid carcinomas

中国临床医学. 2020, 27(2): 303-307 <https://doi.org/10.12025/j.issn.1008-6358.2020.20191621>

#### 声触诊组织成像和定量技术与核磁共振诊断多发性肌炎/皮炎的比较

Contrast between virtual touch tissue imaging quantification and magnetic resonance imaging in the diagnosis of polymyositis/dermatomyositis

中国临床医学. 2016, 23(4): 454-457 <https://doi.org/10.12025/j.issn.1008-6358.2016.20160300>

DOI:10.12025/j.issn.1008-6358.2021.20200989

# 自动乳腺全容积成像与声触诊组织成像量化对乳腺良恶性病变的鉴别诊断价值

朱婷<sup>1</sup>, 刘涛<sup>2\*</sup>, 车欣<sup>1</sup>, 伍琰<sup>1</sup>, 胡蓉菲<sup>1</sup>

1. 上海市宝山区仁和医院超声科, 上海 200431

2. 上海市宝山区友谊街道社区卫生服务中心, 上海 201999

引用本文 朱婷, 刘涛, 车欣, 等. 自动乳腺全容积成像与声触诊组织成像量化对乳腺良恶性病变的鉴别诊断价值[J]. 中国临床医学, 2021, 28(2):283-287. ZHU T, LIU T, CHE X, et al. Values of ABVS and VTIQ in differential diagnosis of benign and malignant breast lesions[J]. Chinese Journal of Clinical Medicine, 2021, 28(2):283-287.

**[摘要]** **目的:**探讨自动乳腺全容积成像(ABVS)与声触诊组织成像量化(VTIQ)技术对乳腺良恶性病变的鉴别诊断价值。**方法:**选取2018年8月至2019年7月上海市宝山区仁和医院收治的女性乳腺疾病患者200例,共260个肿块,均进行ABVS及VTIQ检测。以手术或穿刺活检病理结果为金标准,对比2种方法及2种方法联合在乳腺良恶性病变鉴别中的灵敏度、特异度和准确度。**结果:**260个肿块中,恶性结节68个,良性结节192个。恶性肿块中ABVS冠状面“汇聚征”的出现率明显高于良性肿块(42.6% vs 2.1%,  $P < 0.05$ ),以出现“汇聚征”作为鉴别乳腺肿块良恶性的标准,其灵敏度、特异度、准确度分别为36.83%、91.73%、85.89%。VTIQ检测发现恶性肿块的平均剪切波速度(shear wave velocity, SWV)显著高于良性肿块 [ $(5.92 \pm 1.53) \text{ m/s}$  vs  $(2.58 \pm 1.17) \text{ m/s}$ ,  $P < 0.01$ ];以SWV 3.65 m/s为阈值鉴别乳腺良恶性肿块的灵敏度、特异度、准确度分别为94.99%、69.82%、84.31%。ABVS联合VTIQ鉴别乳腺良恶性肿块的灵敏度、特异度、准确度分别为96.81%、87.72%、96.78%。受试者工作特征(ROC)曲线显示,ABVS联合VTIQ鉴别诊断乳腺良恶性肿块的曲线下面积(AUC)为0.983,大于ABVS和VTIQ(0.852、0.924)。**结论:**ABVS和VTIQ技术在鉴别乳腺良恶性肿块中均有较高的价值,ABVS联合VTIQ鉴别诊断准确度更高,可广泛应用于临床。

**[关键词]** 乳腺癌;自动乳腺全容积成像;声触诊组织成像量化;BI-RADS评分;鉴别诊断

**[中图分类号]** R 737.9 **[文献标志码]** A

## Values of ABVS and VTIQ in differential diagnosis of benign and malignant breast lesions

ZHU Ting<sup>1</sup>, LIU Tao<sup>2\*</sup>, CHE Xin<sup>1</sup>, WU Long<sup>1</sup>, HU Rong-fei<sup>1</sup>

1. Department of Ultrasound, Renhe Hospital, Baoshan District, Shanghai 200431, China

2. Community Health Service Center of Youyi Street, Baoshan District, Shanghai 201999, China

**[Abstract]** **Objective:** To explore the application value of automated breast volume scanner (ABVS) and virtual-touch tissue imaging quantification (VTIQ) techniques in the diagnosis of benign and malignant breast lesions. **Methods:** A total of 260 breast lumps in 200 patients with breast diseases treated in Renhe Hospital, Baoshan District of Shanghai from August 2018 to July 2019 were selected. All patients were female and examined with ABVS and VTIQ. The sensitivity, specificity, and accuracy of the two methods in the differentiation of benign and malignant breast lesions were compared under single and combined application according to a gold operation or aspiration biopsy results. **Results:** Among the 260 masses, 68 were malignant nodules and 192 were benign nodules. The incidence of “fusion sign” on ABVS coronal view in malignant masses was significantly higher than that in benign masses (42.6% vs 2.1%,  $P < 0.05$ ). The sensitivity, specificity, and accuracy were 36.83%, 91.73%, and 85.89%, respectively using “fusion sign” as the criteria for identifying benign and malignant breast masses. The mean shear wave velocity (SWV) of malignant masses was significantly higher than that of benign masses [ $(5.92 \pm 1.53) \text{ m/s}$  vs  $(2.58 \pm 1.17) \text{ m/s}$ ,  $P < 0.01$ ] by VTIQ test. The sensitivity, specificity, and accuracy were 94.99%, 69.82%, and 84.31%, respectively using SWV 3.65 m/s as a threshold for the identification of breast benign and malignant

**[收稿日期]** 2020-04-28

**[接受日期]** 2020-06-10

**[基金项目]** 上海市宝山区科学技术委员会资助项目(20-E-28)。Supported by Project of Shanghai Baoshan Science and Technology Commission (20-E-28).

**[作者简介]** 朱婷, 主治医师。E-mail: LCHF1982@163.com

\* 通信作者(Corresponding author). Tel: 021-56107044, E-mail: 13636488195@126.com

masses. The sensitivity, specificity, and accuracy of ABVS combined with VTIQ were 96.81%, 87.72%, and 96.78%, respectively. The area under the ROC (AUC) of ABVS combined with VTIQ in the differential diagnosis of breast benign and malignant masses was 0.983, which was higher than that of ABVS (0.852) and VTIQ (0.924). **Conclusions:** Both ABVS and VTIQ techniques have high value in differentiating breast benign and malignant masses. Moreover, the combined use of the two methods is more accurate in the diagnosis, which can be widely used in clinical practice.

**[Key Words]** breast cancer; automated breast volume scanner; virtual-touch tissue imaging quantification; BI-RADS score; differential diagnosis

乳腺癌是女性最常见的恶性肿瘤之一,居女性恶性肿瘤之首,且发病年龄趋于年轻化。研究<sup>[1]</sup>发现,乳腺癌临床分期为0、1期的患者5年生存率高达95%,因此早期诊断与治疗至关重要。超声检查具有无放射性、安全、可重复操作等优点,被广泛应用于乳腺疾病检查<sup>[2]</sup>。超声乳腺影像报告和数据系统(breast imaging reporting and date system, BI-RADS)是目前国际上通用的乳腺肿瘤危险评价系统,该系统基于乳腺肿块二维超声特征评分。而BI-RADS评分4级的乳腺肿块的良恶性鉴别诊断标准尚不完善。由于乳腺良恶性肿块在二维超声图像上存在一定交叉,特别是对于一些临床不典型的病理类型,二维超声在判断肿块性质上存在一定困难<sup>[3]</sup>。因此,不断探索超声在鉴别乳腺良恶性肿块方面的新技术(如三维容积成像、弹性超声成)十分必要,是目前临床上的热点问题。

自动乳腺全容积成像(automated breast volume scanner, ABVS)技术是一种全新的三维容积成像系统,扫查1次可获得全乳腺连续断层图像,经重建可获得独有的冠状面信息。有研究<sup>[4]</sup>表明,冠状切面所显示的“汇聚征”有助于鉴别诊断乳腺肿块良恶性,超声弹性成像亦成为临床研究的热点。其中,声触诊组织成像量化(virtual tissue imaging quantification, VTIQ)技术是近年来新发展起来的声辐射力脉冲成像技术,系将500 Hz的低频剪切波(横波)传播、接收与处理后,获得组织弹性成像图。与普通应力式弹性成像相比较,VTIQ可在定性诊断基础上进行定量测量,更方便获得有效的组织弹性特征,从而反映肿块的硬度特征,有助于鉴别诊断乳腺肿块良恶性<sup>[5]</sup>。

目前国内外常见单独应用ABVS或VTIQ技术鉴别乳腺肿块的报道,但联合应用进行鉴别的文献较少。因此,本研究采用ABVS联合VTIQ技术,结合肿块冠状面形态学及声触诊力学方面的优势进行综合分析,明确联合诊断对乳腺肿块良恶性的诊断效能,以期提高临床诊断准确性,达到乳腺

癌早诊断早治疗的目的。

## 1 资料与方法

1.1 一般资料 选取2018年8月至2019年7月上海市宝山区仁和医院收治的200例女性乳腺疾病患者,共260个肿块。患者平均年龄(47.5±8.9)岁,31~65岁。本研究经上海市宝山区仁和医院伦理委员会批准,所有患者均知情并签署知情同意书。

纳入标准:(1)乳腺实性肿块;(2)术前均接受常规超声、ABVS、VTIQ检查;(3)经穿刺或手术病理证实,以病理结果为金标准;(4)术前及检查前均未接受局部或全身治疗(如化疗、放疗等);(5)患者及家属均对本研究所有步骤知情并签署知情同意书。排除标准:(1)囊性病灶;(2)肿块未经病理证实;(3)肿块小于5 mm(无法进行VTIQ检查);(4)无法配合医师检查。

1.2 仪器和方法 所有超声检查(灰阶超声、ABVS及VTIQ)均采用Acuson Oxana 2彩色多普勒超声诊断仪器(西门子公司,德国),该仪器具有ABVS系统及VTIQ成像软件。常规超声采用高频线阵探头,频率5~14 MHz;VTIQ采用探头9L4,频率4~9 MHz。常规超声参照2013版BI-RADS分类标准<sup>[6]</sup>。由2名有经验的超声医师观察肿块形态、边界、内部回声、纵横比、内部微钙化及彩色多普勒血流分布,协商后得出乳腺肿块BI-RADS分类。

1.3 BI-RADS分类标准 0级:不完整评估,需要其他影像学检查评估;1级:阴性,影像学检查没有任何异常;2级:良性,依患者年龄进行常规追踪;3级:可能良性,通常恶性风险率<2%,须在短时间内追踪;4级:疑似恶性,恶性风险率3%~94%,须取得组织标本进行检查;5级:高度怀疑恶性,恶性风险率>95%,须取得组织标本检查并采取适当措施;6级:已经活检证实为恶性。以BI-RADS 4B及以上作为诊断乳腺恶性病变的标准。

1.4 操作方法 由1名熟悉ABVS操作的医师对

患者进行 ABVS 检查;由 2 名有经验的超声医师共同读片,判断在冠状面上病灶是否出现“汇聚征”。“汇聚征”主要由病变对周围组织浸润、牵拉和变形而形成。随后进行 VTIQ 检查,在灰阶超声上清晰显示肿块最大切面,在中央设置感兴趣区,应尽量避开钙化区及包膜区,嘱患者屏气,选择高质量模

式后转为速度模式测量平均剪切波速度(SWV)7次,去除最高值及最低值,计算剩余5个数据的平均值,并记录其中的最大值及最小值,单位为 m/s(图1)。VTIQ 测量标尺为 1.0~10.0 m/s,若 SWV 值系数为“high”,标尺调至最大值后仍显示“high”,则记录为 10.0 m/s。

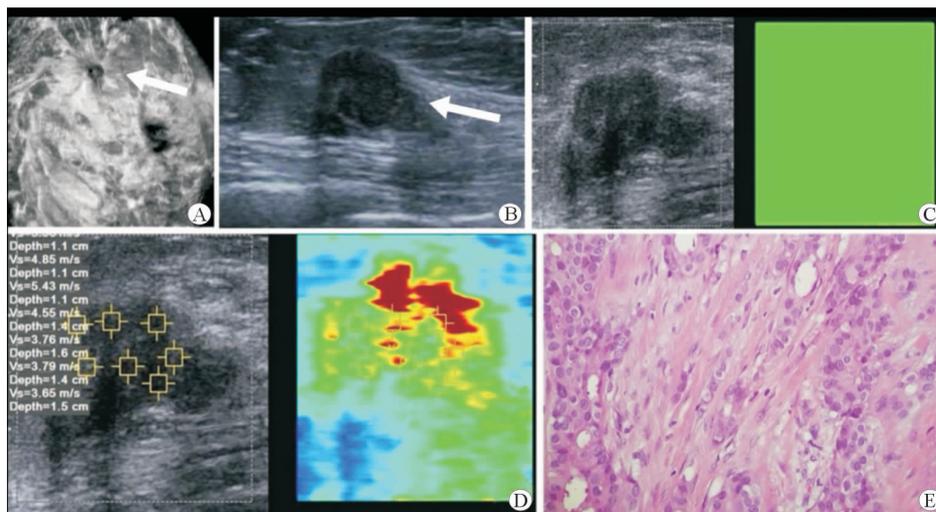


图1 乳腺肿瘤的影像学特征示例

A:乳腺浸润性导管癌 ABVS 冠状面图像,示放射状条索状高回声向中心汇聚,呈“汇聚征”,肿瘤周边组织聚拢明显(白色箭头),提示恶性病灶可能;B:常规超声,显示边界欠清晰、形态欠规则的低回声肿块,BI-RADS 评为 4B 类;C:乳腺肿块的质量模式图,病灶区显示为均匀绿色,表示弹性质量较好;D:乳腺肿块 VTIQ 速度图,该肿块图像以红黄绿为主,分布不均匀(代表质地较硬),周边乳腺组织显示为浅蓝色(代表质地较软),感兴趣区(ROD)放置于病灶内部,测量 SWV(同时测量 7 个值);E:浸润性乳腺癌术后组织苏木精-伊红(H-E)染色( $\times 400$ )

1.5 统计学处理 采用 SPSS 20.0 对数据进行处理。计量资料以  $\bar{x} \pm s$  表示,良恶性肿瘤组 SWV 值用  $t$  检验,计数资料以  $n(\%)$  表示,率的比较采用  $\chi^2$  检验,检验水准( $\alpha$ )为 0.05。计算 ABVS 及 VTIQ 技术单独及联合诊断乳腺良恶性病灶的曲线下面积(AUC)、灵敏度、特异度及准确度。灵敏度指实际为阳性的样本中,判断为阳性的比例;特异度指实际阴性的样本中,判断为阴性的比例;准确度指真阳性与真阴性人数之和占受试人数的比例。

## 2 结果

2.1 病理结果 所有病灶均经手术或穿刺后病理证实,以病理结果作为金标准。136 例患者 192 个病灶为良性病变,包括纤维腺瘤 147 个、乳腺腺病 29 个、瘢痕 1 个、非典型导管上皮增生 1 个、硬化性腺病 3 个、导管内乳头状瘤 11 个。64 例患者 68 个病灶为恶性病变,包括浸润性导管癌 56 个、黏液性癌 4 个、原位癌 8 个。

2.2 BI-RADS 分类结果 结果(表 1、图 2)显示:

260 个肿块以 BI-RADS 4B 及以上作为诊断乳腺恶性病变的标准时,其诊断灵敏度、特异度、准确度分别为 0.921、0.786、0.843。

表 1 260 个肿块的 BI-RADS 分类结果

BI-RADS 分级	恶性	良性	共计
3	0	11	11
4A	10	159	169
4B	17	14	31
4C	19	8	27
5	22	0	22

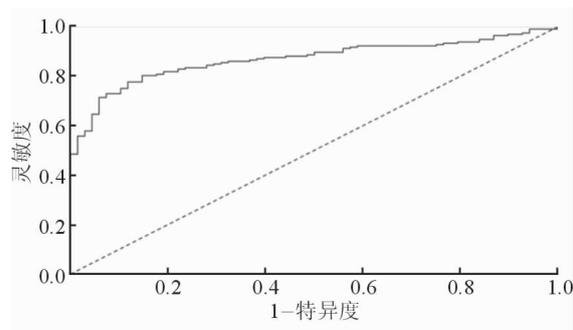


图2 BI-RADS 分类 4B 及以上作为诊断乳腺恶性病变标准时的 ROC 图

2.3 ABVS 技术对乳腺良恶性肿瘤的鉴别 结果(表 2)显示:ABVS“汇聚征”在恶性肿瘤组中的出现率为 42.6%,而在乳腺良性肿瘤中出现率为 2.1% ( $P < 0.01$ )。

表 2 ABVS 冠状面“汇聚征”检出率

	良性肿块	恶性肿块	n(%)
ABVS“汇聚征”			
阳性	4(2.1)	29(42.6)	33
阴性	188(97.9)	39(57.4)	227
合计	192(73.8)	68(26.2)	260

ABVS:自动乳腺全容积成像

2.4 VTIQ 对乳腺良恶性肿瘤的鉴别 结果(表 3)显示:恶性肿瘤的  $SWV_{max}$ 、 $SWV_{min}$  及  $SWV_{mean}$  均显著高于良性病变 ( $P < 0.01$ )。  $SWV_{max}$ 、 $SWV_{min}$ 、 $SWV_{mean}$  鉴别乳腺良恶性肿瘤的 AUC 分别为 0.907、0.928、0.942,差异有统计学意义 ( $P < 0.01$ )。

表 3 乳腺良恶性肿瘤间 SWV 值比较及其诊断效能

组别	$SWV_{max}/$ ( $m \cdot s^{-1}$ )	$SWV_{min}/$ ( $m \cdot s^{-1}$ )	$SWV_{mean}/$ ( $m \cdot s^{-1}$ )
良性肿块	$3.12 \pm 1.21$	$2.51 \pm 0.68$	$2.58 \pm 1.17$
恶性肿块	$6.89 \pm 1.67$	$5.63 \pm 1.32$	$5.92 \pm 1.53$

SWV:剪切波速度

2.5 ABVS、VTIQ 及 ABVS 联合 VTIQ 在乳腺良恶性肿瘤中的诊断效能 结果(图 3、表 4)显示: VTIQ 技术测得 SWV 鉴别诊断乳腺良恶性阈值为 3.65 m/s, AUC 为 0.924,灵敏度较高(94.99%),但特异度较低(69.82%); ABVS 灵敏度较低,仅为 36.83%; ABVS 联合 VTIQ 后的 AUC 最高,达 0.983,同时灵敏度、特异度及准确度较单独使用 ABVS 和 VTIQ 明显升高。

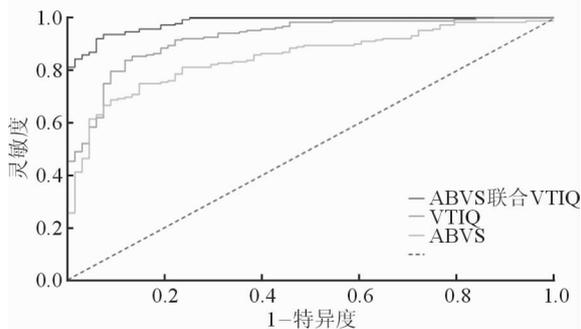


图 3 ABVS 和(或)VTIQ 诊断乳腺良恶性肿瘤的 ROC 图

表 4 ABVS 和 VTIQ 技术在乳腺良恶性肿瘤中的诊断效能

方法	AUC	灵敏度/%	特异度/%	准确度/%
ABVS	0.852	36.83	91.73	85.89
VTIQ	0.924	94.99	69.82	84.31
ABVS 联合 VTIQ	0.983	96.81	87.72	96.78

ABVS:自动乳腺全容积成像; VTIQ:声触诊组织成像量化; AUC:曲线下面积

### 3 讨论

超声是乳腺疾病筛查的首选方式,但在 BI-RADS 4 级肿块中,良恶性肿瘤间存在交叉性,使其成为临床诊断的重点和难点,易造成误诊及漏诊。临床迫切需要发展及应用新的超声技术对乳腺常规超声进行补充,不断提高超声对乳腺疾病诊断的灵敏度、特异度及准确度。

常规超声发现乳腺 BI-RADS 4 级肿块后,增加 ABVS 及 VTIQ 的检查相当有必要。由于 BI-RADS 4 级病变恶性率(2%~95%)跨度大,新版 BI-RADS 分类标准较 2003 年旧版,将 BI-RADS 4 级病变细分 3 个亚类(4A、4B 和 4C)。4A 级乳腺恶性率符合率 3%~10%,考虑良性可能,建议随访或活检;4B 恶性率符合率 11%~50%,考虑存在恶性病变可能,多建议活检;4C 恶性率符合率 51%~94%,考虑恶性可能性极高,建议活检或手术切除。改版后,取 BI-RADS 4B 级作为诊断截断标准,可明显提高常规超声的特异度<sup>[6]</sup>。BI-RADS 4 级肿块鉴别诊断存在较大困难,尤其 4A 级结节。本研究中利用 BI-RADS 分类进行对乳腺良恶性病灶的评价时,发现存在交叉性,既存在假阳性也存在假阴性。对于这样的病灶,一方面不应过度治疗,减少不必要的活检;另一方面,又要避免过高的假阴性率,因此需要联合应用无创且准确的方法来提高诊断乳腺良恶性肿瘤的准确性。

ABVS 作为一种新型的超声技术,其最大优点在于其冠状面成像对肿块的边缘特征及微钙化显示程度较高<sup>[7]</sup>。ABVS 能较好地显示肿块与周围组织、间质的关系,而常规超声难以做到。本研究结果显示,ABVS 冠状面的“汇聚征”诊断乳腺肿块良恶性的灵敏度、特异度和准确度分别为 36.83%、91.73% 和 85.89%,其表现为肿块周边呈放射状分布的条索状较高回声向肿块聚集,与乳腺癌的病理类型和组织学分类有关系<sup>[8]</sup>。“汇聚征”诊断特异度较高,说明其是恶性肿瘤的特异性表现,但其灵敏度(36.83%)较低。因此该技术在乳腺良恶性病变鉴别中作为筛查方式仍存在一定的缺陷,只能作为补充检查手段。ABVS 对 BI-RADS 4B 级及以上结节具有较高的灵敏度、特异度和准确度。ABVS 诊断乳腺肿块的灵敏度、特异度和准确度均高于常规超声<sup>[9]</sup>。本研究良性肿瘤中,2 例瘢痕及 2 例非典型导管上皮增生也出现类似“汇聚征”图像,ABVS 和 BI-RADS 均判定为 BI-RADS 4B 及以上,其原因可能与瘢痕本身的组织学成分

有关。

VTIQ技术可实现多点精确测量的定量分析<sup>[10]</sup>,能更客观、全面地反映病变的整体硬度。VTIQ技术对乳腺病灶良恶性的鉴别诊断有较高的价值。本研究中68个恶性结节的SWV值明显高于良性结节SWV值( $P < 0.05$ ),说明乳腺癌的硬度比良性乳腺结节高,与Tozaki<sup>[11]</sup>等研究结果一致。有研究<sup>[12]</sup>表明,多数肿瘤由密集间质组成,因此弹性图像上表现为SWV值增大,而大多数良性肿块病理提示为腺上皮细胞和基质细胞增殖,弹性图像上表现为SWV值相对较低。因此,当BI-RADS 4级乳腺肿块SWV  $< 3.65$  m/s时,可进行密切随访,减少不必要的穿刺活检。本研究中1例黏液癌测得的SWV值降低,造成假阴性;2例硬化性腺病患者肿块质地偏硬,测得的SWV值增高,造成假阳性。

由于乳腺病灶内复杂的病理组织成分,各种超声技术测得到的超声参数均存在良性和恶性的交织,可能造成漏诊和误诊,因此需要综合分析各类图像。弹性超声技术能分析病变的软硬度,而ABVS从病变的形态学甚至生物学特性等方面对病变进行分析,因此两者结合可达到优势互补的效果。本研究发现,ABVS联合VTIQ应用于乳腺肿块的良恶性鉴别时,AUC为0.983,大于ABVS及VTIQ技术的AUC(0.852和0.924),因此两者联合应用的诊断效能更大。

本研究为小样本研究,采用回顾性的研究方法,且局限于单中心,良性肿块较多;因纳入肿块数量较少,未进一步细分各类乳腺癌病理类型的ABVS冠状面特征及VTIQ SWV值;未对BI-RADS 4A、BI-RADS 4B、BI-RADS 4C等类别肿块进行鉴别诊断。而且,剪切波弹性成像中,对于某些很硬的病灶,如较大的浸润导管癌,因剪切波无法传播而无法获得准确的定量检测结果。因此,下一步在乳腺病变领域进行深入探索时,将争取进行前瞻性大样本的研究,为乳腺癌临床诊断提供更有效的信息。

综上所述,ABVS及VTIQ技术的联合运用能为乳腺病灶良恶性的诊断提供更多依据,提高诊断的准确性,指导临床进行个体化治疗。

## 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] GEISEL J, RAGHU M, HOOLEY R. The role of ultrasound in breast cancer screening: the case for and against ultrasound[J]. Semin Ultrasound CT MR, 2018,39(1):25-34.
- [3] LIBERMAN L, MENELL J H. Breast imaging reporting and data system (BI-RADS)[J]. Radiol Clin North Am, 2002,40(3):409-430.
- [4] WILCZEK B, WILCZEK H E, RASOULIYAN L, et al. Adding 3D automated breast ultrasound to mammography screening in women with heterogeneously and extremely dense breasts: report from a hospital-based, high-volume, single-center breast cancer screening program[J]. Eur J Radiol, 2016,85(9):1554-1563.
- [5] 郭丽艳,徐宏伟,孙海峰.声触诊组织量化技术联合剪切波弹性成像技术在乳腺良恶性肿瘤诊断中的应用[J].中国医疗设备,2015,(7):69-71. GUO Li Y, XU H W, SUN H F. Application of combination of VTQ and SWE in diagnosis of benign and malignant breast cancers [J]. China Medical Devices, 2015,(7):69-71.
- [6] 郝少云,欧冰,钟文景,等.弹性成像对新版BI-RADS-US评估乳腺肿瘤良恶性的价值[J].中国超声医学杂志,2015,31(4):292-295. HAO S Y, OU B, ZHONG W J, et al. Diagnostic value of breast ultrasonic elastography for new BI-RADS-US in differentiating breast lesions[J]. Chinese Journal of Ultrasound in Medicine, 2015,31(4):292-295.
- [7] 朱罗茜,包凌云,谭艳娟.自动乳腺全容积成像对BI-RADS-US4A类肿块再评估的诊断价值[J].中国超声医学杂志,2016,32(5):404-406. ZHU L X, BAO L Y, TAN Y J. Reevaluation of automated breast volume scanner in breast tumors of BI-RADS-US 4A[J]. Chinese Journal of Ultrasound in Medicine, 2016,32(5):404-406.
- [8] ZHENG F Y, LU Q, HUANG B J, et al. Imaging features of automated breast volume scanner: correlation with molecular subtypes of breast cancer [J]. Eur J Radiol, 2017, 86: 267-275.
- [9] 钟嵘,吕国荣,沈浩霖,等.全自动乳腺容积扫描和常规超声对乳腺BI-RADS分类价值的比较[J].中国超声医学杂志,2016,32(2):121-123. ZHONG R, LÜ G R, SHEN H L, et al. The Comparison of automatic breast volume scanner and 2DUS in BI-RADS classification [J]. Chinese Journal of Ultrasound in Medicine, 2016,32(2):121-123.
- [10] LI G, LI D W, FANG Y X, et al. Performance of shear wave elastography for differentiation of benign and malignant solid breast masses[J]. PLoS One, 2013,8(10):e76322.
- [11] 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.
- [12] ZHANG L, LIU Y J, JIANG S Q, et al. Ultrasound utility for predicting biological behavior of invasive ductal breast cancers[J]. Asian Pac J Cancer Prev, 2014, 15(19): 8057-8062.