

· 论著 ·

## 声脉冲辐射力成像技术3种弹性参数单独及联合诊断在鉴别乳腺肿块中的应用

李媛媛<sup>1</sup>, 刘晓燕<sup>1</sup>, 王建华<sup>1</sup>, 夏良华<sup>2</sup>

1. 鄂尔多斯市中心医院超声科, 内蒙古 鄂尔多斯 017000;

2. 同济大学附属上海东方医院超声科, 上海 200120

**【摘要】 目的:** 评价声脉冲辐射力成像(acoustic radiation force impulse imaging, ARFI)技术中3个主要诊断参数面积比(area ratio, AR)、应变率(strain ratio, SR)和剪切波速度(shear wave velocity, SWV)单独诊断及联合诊断在临床鉴别乳腺肿块良恶性中的意义。**方法:** 对113例患者132个实性乳腺肿块的ARFI特征进行分析, 回归分析3个诊断指标, 拟合出联合诊断方法预测概率的新变量PRE-1。以病理结果为金标准, 用受试者工作特征(receiver operating characteristic, ROC)曲线对3个参数单独诊断及联合诊断的效能进行评估。**结果:** 132个乳腺肿块的病理诊断结果显示, 良性肿块69个, 恶性肿块63个。良性病灶的AR、SR、SWV值分别为 $2.82\pm 1.03$ 、 $1.26\pm 0.40$ 、 $(3.10\pm 0.99)$  m/s, 均低于恶性组的 $4.32\pm 1.58$ 、 $2.09\pm 0.91$ 、 $(5.05\pm 1.65)$  m/s, 差异有统计学意义( $P < 0.05$ )。AR、SR、SWV值ROC曲线的曲线下面积分别为0.812、0.807和0.843, 3个参数联合诊断ROC曲线的曲线下面积为0.954。**结论:** 3个参数联合诊断乳腺肿块良恶性的效能最好, 从而为临床诊断乳腺肿块良恶性提供了更多的参考方法。

**【关键词】** 乳腺肿瘤; 弹性成像技术; 声脉冲辐射力成像技术; 联合诊断

中图分类号: R445.1 文献标志码: A 文章编号: 1008-617X(2017)05-0367-04

**Application of alone or combination of three elastic parameters of acoustic radiation force impulse imaging in identification of breast tumors** LI Yuanyuan<sup>1</sup>, LIU Xiaoyan<sup>1</sup>, WANG Jianhua<sup>1</sup>, XIA Lianghua<sup>2</sup> (1. Department of Ultrasound, Erdos Central Hospital, Erdos 017000, Inner Mongolia, China; 2. Department of Ultrasound, Shanghai East Hospital, Tongji University, Shanghai 200120, China)

Correspondence to: LI Yuanyuan E-mail: doclyy@sina.com

**【Abstract】 Objective:** To study the application value of alone or combination of three main elastic parameters-area ratio (AR), strain ratio (SR) and shear wave velocity (SWV) of acoustic radiation force impulse imaging (ARFI)-in the identification of breast tumors. **Methods:** The characteristics of 132 breast masses in 113 cases were analyzed using ARFI. A regression equation was established, and a new variable PRE-1 to predict the probability was obtained by regression analysis of the three diagnostic indicators. The pathological results were set as the reference, and the diagnostic performance of three parameters alone and combined was evaluated using receiver operating characteristic (ROC) curves. **Results:** In total 132 lesions of 113 patients, 69 lesions were benign and 63 were malignant. Benign tumors had an average AR of  $2.82\pm 1.03$ , SR of  $1.26\pm 0.40$ , which were significantly lower than malignant tumors ( $4.32\pm 1.58$  and  $2.09\pm 0.91$ , respectively)( $P < 0.05$ ); transverse SWV of the benign lesions was  $(3.10\pm 0.99)$  m/s, which was significantly lower than that of the malignant lesions [ $(5.05\pm 1.64)$  m/s] ( $P < 0.05$ ). The areas under the ROC curves of AR, SR, SWV were 0.812, 0.807, 0.843, respectively, and 0.954 for combined diagnosis. **Conclusion:** The combined diagnosis of three parameters in the identification of benign or malignant breast masses is valuable. It provides more ideas and methods in the clinical diagnosis of breast masses.

**【Key words】** Breast tumor; Elastography imaging technique; Acoustic radiation force impulse imaging; Combined diagnosis

乳腺癌发病机制较复杂, 尽早发现、及时治疗对乳腺疾病治疗有重要意义<sup>[1]</sup>。近几年来, 声脉冲辐射力成像(acoustic radiation force impulse imaging, ARFI)技术应用越来越广。ARFI技术

是基于不同生物组织具有不同弹性系数的一种检查和诊断方法, 主要包括声触诊组织成像(virtual touch tissue imaging, VTI)和声触诊组织定量(virtual touch tissue quantification, VTQ)技术。

基金项目: 上海市浦东新区卫生局卫生科技项目(No: PW2012A-24)

通信作者: 李媛媛 E-mail: doclyy@sina.com

主要诊断参数有半定量参数的弹性应变率(strain ratio, SR)、肿块弹性图和二维灰阶图的面积比(area ratio, AR), 以及定量参数如横向剪切波速度(shear wave velocity, SWV)。与病理诊断方法相比, ARFI是一种无创诊断方法, 临床应用越来越广, 但其准确率还有待提高<sup>[2]</sup>。目前, ARFI的临床应用多集中在单一参数诊断<sup>[3-4]</sup>, 检测时不可避免地受一些人为因素的影响, 因此存在一定的局限性<sup>[5]</sup>。本研究通过绘制各参数的受试者工作特征(receiver operating characteristic curve, ROC)曲线, 比较3个诊断参数AR、SR、SWV单独应用的诊断效能, 同时运用Logistic回归分析, 拟合出联合诊断预测概率的新变量PRE-1, 与单独参数诊断进行比较, 为临床诊断乳腺肿块良恶性提供了新的思路和方法。

## 1 资料和方法

### 1.1 一般资料

收集鄂尔多斯市中心医院2014年8月—2016年5月就诊的113例乳腺疾病患者, 共132个实性肿块。患者均为女性, 年龄20~66岁, 平均(32.72±8.53)岁, 体重42~68 kg。肿块长径0.5~4.9 cm, 平均(2.01±0.62) cm。由于仪器SWV的显示范围为0~9 m/s, 测定时过软或过硬的肿块如超出此范围, 均未纳入本研究<sup>[6]</sup>。

### 1.2 仪器和方法

使用SIEMENS公司Acuson S2000彩色多普勒超声诊断仪, 内置ARFI技术。选择9L4线阵探头, 频率4~9 MHz。患者平躺, 双臂竖直上举, 使乳房及腋窝充分暴露以便检查。先用二维常规超声进行扫查, 找到肿块后先观察, 然后切换到ARFI。先用VTI模式采集, 比较肿块在VTI模式下与常规二维模式下的弹性SR和AR; 再切换到VTQ模式, 将取样框置于肿块内部, 测量SWV值。操作过程中嘱患者屏住呼吸, 以减少呼吸运动对测定结果的干扰。各组数据均平行采集5次, 取平均值。此外, 所有肿块均进行病理诊断, 根据病理结果分为良性组和恶性组。

### 1.3 统计学处理

应用SPSS 17.0软件对采集的数据进行统计学分析。计量资料以 $\bar{x} \pm s$ 表示, 良性病灶与恶性

病灶之间参数比较采用两独立样本 $t$ 检验。分别绘制3个参数的ROC曲线, 用Logistic回归分析AR、SR和SWV, 并拟合出联合诊断预测概率新变量PRE-1, 建立回归方程。绘制联合诊断新变量的ROC曲线, 计算曲线下面积(area under curve, AUC), 根据统计结果中各切点的灵敏度及特异度, 获得约登指数, 确定最佳诊断分界点。 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

## 2 结果

### 2.1 病理结果

所有病灶均进行病理学诊断。良性病灶69个, 包括浆细胞性乳腺炎3个、导管内乳头状瘤6个、乳腺腺病26个、乳腺纤维腺瘤34个; 恶性病灶63个, 包括浸润性微乳头状癌2个、原位癌5个、浸润性小叶癌6个、黏液癌5个、浸润性导管癌45个。

### 2.2 良性组与恶性组弹性参数比较

良性组与恶性组弹性参数比较见表1。VTI中, 良性组AR和SR均低于恶性组( $P < 0.05$ ); VTQ中, 良性病灶SWV值普遍低于恶性病灶, 差异有统计学意义( $P < 0.05$ )。

表1 良性组与恶性组参数比较

参数	良性组	恶性组	$t$ 值	$P$ 值
AR	2.82±1.03	4.32±1.58	-6.555	0.007
SR	1.26±0.40	2.09±0.91	-6.912	0.000
SWV(m/s)	3.10±0.99	5.05±1.65	-8.342	0.000

### 2.3 单独参数诊断ROC曲线的绘制

以病理诊断结果作为金标准, 分别对AR、SR、SWV绘制ROC曲线(图1)。SWV的AUC最大, 为0.843; 其次是AR, 为0.812; SR的AUC最小, 为0.807。最佳诊断分界点根据约登指数确定, 当AR为3.28时诊断灵敏度为82.5%, 特异度为72.5%; SR为1.66时, 灵敏度为69.8%, 特异度为82.6%; SWV为4.18 m/s时, 灵敏度为68.3%, 特异度为84.1%。

### 2.4 Logistics回归和模型建立

以AR、SR、SWV这3个变量作为协变量, 病理结果作为因变量, 进行Logistic回归分

析, 结果见表2。建立回归方程 $P=1/[1+e^{-(12.106+0.823AR+2.380SR+1.385SWV)}]$ , 同时SPSS工作表中产生联合诊断预测概率新变量PRE-1。

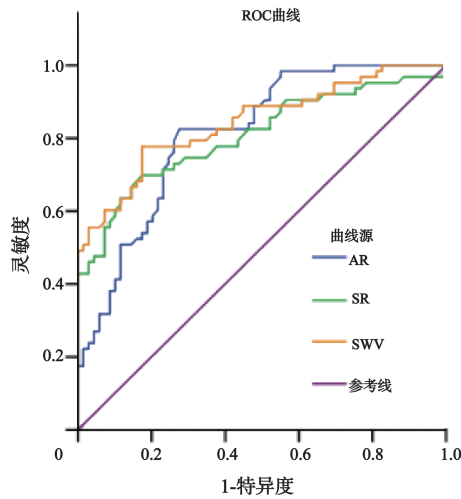


图1 AR、SR、SWV诊断乳腺良恶性肿块的ROC曲线

表2 恶性肿瘤AR、SR、SWV参数的Logistic回归分析结果

影响因素	$\beta$	SE	Wald值	OR值	P值
AR	0.823	0.290	8.072	2.278	0.004
SR	2.380	0.596	15.950	10.803	0.000
SWV常量	1.385	0.319	18.899	3.997	0.000
	-12.106	2.097	33.335	0.000	0.000

以病理诊断结果作为金标准, 对联合诊断预测概率新变量PRE-1绘制ROC曲线。AUC为0.943 (图2)。最佳诊断分界点根据约登指数确定, 即PRE-1为0.502时, 灵敏度为87.3%, 特异度为91.3%。

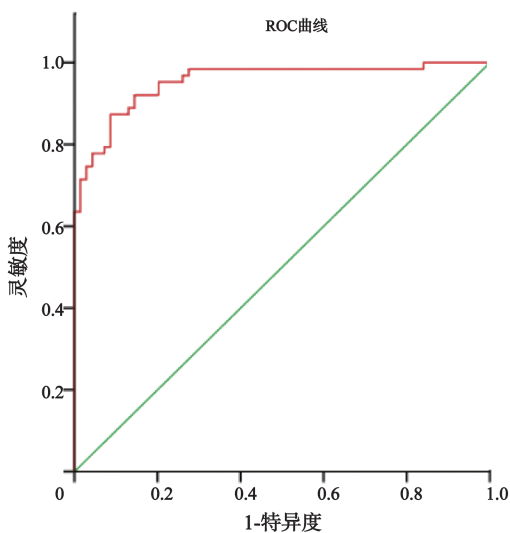


图2 联合诊断新变量PRE-1诊断乳腺良恶性肿块的ROC曲线

### 3 讨论

乳腺癌发病机制较复杂, 但治疗后预后较好, 因此及时发现乳腺肿块和准确治疗有重要意义<sup>[7-8]</sup>。超声技术具有快捷、简便、无创等优势, 很快用于乳腺肿块检出、良恶性判别和指导治疗。普通二维超声主要依据肿块的形态信息如肿块大小、边界是否清晰等来进行良恶性判别<sup>[9]</sup>。当不同组织和不同患者出现一些交叉和重叠状态时, 普通超声易引起误判<sup>[10]</sup>。近年来, 弹性成像技术逐渐兴起。由于各组织的弹性系数与其结构密切相关, 弹性成像可对组织硬度等进行评估, 再结合肿块形成的病理基础进行分析, 可较准确地对肿块的良恶性进行诊断。最前沿的ARFI技术包括半定量的VTI技术和定量的VTQ技术。主要是利用声脉冲辐射力使感兴趣区产生可观测的位移和震动, 包括纵向的压缩及横向的振动。纵向位移大小与组织弹性相关, VTI技术主要以组织的纵向位移为考查指标, 通过黑白的显示, 可较直观地反映组织弹性。而横向振动主要以剪切波的形式向周边组织传播, VTQ即通过检测剪切波的传播计算SWV, 进而评估组织弹性, 但剪切波只局限于组织内部区域<sup>[11]</sup>。在具体诊断过程中, 肿块部位的面积选取及取样框的位置选取等人为因素的干扰难以避免, 可能会对诊断结果的准确性造成一定影响, 导致这3个参数单独诊断目前尚无统一标准。此外, 在应用单一参数进行诊断时, 灵敏度和特异度在不同诊断者之间也存在明显差异<sup>[12-13]</sup>。本研究通过Logistic回归分析, 对ARFI技术的3个主要参数AR、SR、SWV建立回归方程进行联合诊断, 可提高诊断的准确率。

根据病理诊断结果, 将肿块分为良性组和恶性组, 良性组的AR、SR、SWV均显著低于恶性组。这是由于良性组的病灶组织较软, 弹性较好, 而恶性组的病灶组织较硬, 弹性较差<sup>[14]</sup>。进一步应用ROC曲线分别对3个参数单独应用的诊断效能进行比较, 结果显示SWV的AUC最大, 为0.843, 当最佳临界点为4.18m/s时, 灵敏度为68.3%, 特异度为84.1%。在诊断过程中, 如果灵敏度较低, 可能出现漏诊。SR诊断也存在灵

敏度较低的问题。AR诊断的灵敏度稍高,但特异度较低,有可能出现假阳性<sup>[15]</sup>。因此,联合3个参数,应用SPSS进行Logistic回归分析,生成联合诊断预测概率新变量PRE-1。其ROC曲线的AUC为0.954,当最佳临界点为0.502时,灵敏度为87.3%,特异度为91.3%。由此可见,联合诊断可有效地整合3个参数,降低单一参数诊断的偏差,提高准确率。

ARFI技术存在一定的局限性。由于不同组织弹性系数可能存在一定差异,硬度较小的组织如髓样癌和导管内癌可能会被误判为良性肿瘤;而易引起硬度明显增大的病变,如伴发钙化、胶原化、玻璃样变等组织变性,以及间质细胞丰富的良性肿瘤,则易导致假阳性<sup>[10]</sup>。本研究中,良性肿块以纤维腺瘤较多,恶性肿块以浸润性导管癌居多,原位癌等特殊类型较少,因此不能全面反映全部病理类型的特点,结果的普遍性尚需大样本、多地域的研究来证实;且回归方程的表达较复杂,仍需探索更简便、有效的方法。

综上所述,应用ARFI技术诊断乳腺肿块良恶性时,联合应用AR、SR、SWV的诊断效能显著高于单独应用任何一个参数。在临床诊断中,可有效应用联合诊断的方法,建立回归方程,整合这3个参数,并结合常规超声,以提高乳腺肿块诊断的准确率。

#### 参考文献

- [1] 邵志敏. 走进新时代: 乳腺癌诊疗30年进展 [J]. 实用肿瘤杂志, 2016, 31(3): 195-200.
- [2] 陈洁, 徐辉雄. 声脉冲辐射力弹性成像技术在甲状腺结节诊断中的应用及进展 [J]. 中华临床医师杂志(电子版), 2013, 7(16): 7557-7560.
- [3] 刘龙, 杜联芳. 声脉冲辐射力成像技术的临床研究进展 [J]. 中国医学影像技术, 2011, 27(6): 1287-1290.
- [4] 胡业深, 胡萍香, 张贺香, 等. 声脉冲辐射力成像对乳腺良恶性结节的鉴别诊断价值 [J]. 中国中西医结合影像学杂志, 2016, 14(2): 176-178.
- [5] 王红梅, 孙健玮, 丁丁. 声脉冲辐射力成像技术的临床应用进展 [J]. 中国当代医药, 2016, 23(18): 25-27.
- [6] 王立平, 邓又斌, 黄润青, 等. 声脉冲辐射力弹性成像在乳腺疾病诊断中的应用 [J]. 华中科技大学学报(医学版), 2014, 43(5): 564-567.
- [7] 何嵘, 阳爱云. 中国女性乳腺癌危险因素研究现状 [J]. 实用预防医学, 2006, 13(6): 1669-1672.
- [8] 李文红. 电离辐射诱发乳腺癌及其预防 [J]. 中国医学装备, 2010, 7(5): 10-13.
- [9] 张露, 周平, 邓金, 等. 常规超声与声脉冲辐射力成像鉴别诊断乳腺肿块良恶性的对比研究 [J]. 中国医学创新, 2013, 10(6): 100-103.
- [10] 王顺章, 朱春玲, 王晶波, 等. 超声弹性成像在乳腺肿瘤诊断中的应用 [J]. 工企医刊, 2013, 26(2): 101-102.
- [11] 刘卉, 吴蓉. 声脉冲辐射力成像技术在乳腺疾病诊断中的应用进展 [J]. 医学综述, 2015, 21(22): 4139-4140.
- [12] 张花, 冉海涛, 张萍, 等. 声辐射脉冲力技术定量鉴别诊断良恶性乳腺肿块 [J]. 中国医学影像技术, 2013, 29(3): 407-410.
- [13] 熊华花, 李泉水, 陈胜华, 等. 声脉冲辐射力弹性成像检测乳腺良恶性肿块硬度的初步研究 [J]. 临床超声医学杂志, 2012, 14(6): 366-369.
- [14] 唐力, 徐辉雄, 李建卫, 等. 声触诊组织成像定量剪切波弹性成像技术鉴别诊断乳腺肿块良恶性的价值 [J]. 中华医学超声杂志(电子版), 2015, 12(12): 951-956.
- [15] 武辉宇, 吕少亮, 车延梅, 等. 声触诊成像面积比值法与评分法在乳腺良恶性病灶鉴别价值分析 [J]. 中国卫生标准管理, 2016, 7(10): 170-171.

(收稿日期: 2017-05-11 修回日期: 2017-07-02)