

医学图像处理技术在乳腺弹性成像技术中的应用价值

叶 磊¹, 邓克学², 隋秀芳¹, 康冰飞¹, 王 磊¹, 张 杰¹, 崔亚云¹

摘要 目的 研究医学图像处理技术在乳腺弹性成像鉴别肿块良恶性中的价值。方法 收集 122 例乳腺结节患者,共 124 个病灶,均接受常规超声、声脉冲辐射力成像技术检查声触诊组织成像(VTI)。对 VTI 图像进行图像处理分析,通过 Image J 软件测得图像平均光密度值。以病理为金标准,比较每种方法及联合后的诊断效能。结果 经病理证实,124 例乳腺肿块中,恶性病灶 50 例,良性病灶 74 例。VTI 的平均光密度值的截点值为 210.200, AUC 为 0.873。恶性病灶平均光密度值 ≥ 210.200 的患者为 45 例, < 210.200 的患者为 5 例,良性病变平均光密度值 ≥ 210.200 的患者为 7 例, < 210.200 的患者为 67 例 ($P < 0.005$)。两者联合方法在诊断乳腺肿瘤的敏感度为 96.0%、特异度为 83.8%、阳性预测值为 80.0%、阴性预测值为 96.9%、准确率为 88.7%。结论

乳腺肿块 VTI 成像后,医学图像处理技术可以通过平均光密度这个量化的指标来评估组织的硬度,在预测乳腺病变良恶性方面有重要意义,其与常规超声联合判断,并且能明显提高诊断的准确性。

关键词 超声弹性成像;乳腺;医学图像;平均光密度

中图分类号 R 445.1

文献标志码 A 文章编号 1000-1492(2017)09-1352-04

doi:10.19405/j.cnki.issn1000-1492.2017.09.021

近年来,超声弹性成像技术的运用越来越广泛,尤其在浅表器官中的应用已经获得超声工作者及临床科室的广泛认同。对弹性超声的判定现主要为弹性硬度的分级和测量肿块的剪切波两种方式。尽管超声弹性成像的分级应用广泛,但是操作者主观因素影响无法避免,尤其对于 3、4 级的判定。声触诊组织成像(virtual touch imaging, VTI)正是通过图像内部的灰黑白来界定的,图像越黑说明组织越硬。

Image J 软件可以计算图像的灰度值。该研究运用 Image J 软件计算 VTI 图像的平均光密度值,旨在探讨平均光密度在鉴别乳腺肿瘤良恶性中的价值。

1 材料与方法

1.1 病例资料 2015 年 1 月~12 月在安徽医科大学附属省立医院超声科检查,并取得病理结果的 124 例乳腺肿块。肿块直径 0.74~3.20 (1.76 \pm 0.81) cm,患者年龄 18~70 (34.2 \pm 12.8) 岁。

1.2 仪器与方法 使用美国西门子 Acuson S2000 超声诊断仪 9L4 探头,内有声脉冲辐射力成像技术(acoustic radiation force impulse, ARFI) 软件。每例肿块均分别运用常规超声(ultrasound, US)、ARFI 技术 VTI 检查,并存储图像。US 方法:记录肿块大小、位置、纵横比、内部回声、边界、边缘,有无微钙化、内部血流、频谱指数以及腋窝有无肿大淋巴结;对 US 图像运用 BI-RADS 分级, < 4 级考虑为良性可能, ≥ 4 级考虑恶性可能。ARFI 技术:嘱患者平静仰卧,将探头轻放于皮肤表面,探头与乳头成放射状角度,图像显示双幅模式,嘱患者屏气启动 VTI 按键,并存档。对选取的 VTI 图像用 Image J 软件处理,为方便计算,将图像灰阶反转,越白灰反应组织越硬,标记选中图像中的肿块,获得平均光密度值,见图 1~3。以病理为金标准,绘制受试者工作特征(receiver operating characteristic curve, ROC) 曲线,获得平均光密度值诊断肿块良恶性的截点值, $<$ 截点值考虑良性可能, \geq 截点值考虑恶性可能。联合诊断:当 BI-RADS 分级和平均光密度两项均考虑恶性时定义为恶性诊断,其中一项考虑良性或两者均考虑良性时定义为良性诊断。

1.3 统计学处理 采用 SPSS 17.0 统计软件进行分析,计量资料均采用 $\bar{x} \pm s$ 表示。采用独立样本的 t 检验统计分析,率的比较采用 χ^2 检验。以病理为金标准,绘制 ROC 曲线,获得 VTI 平均光密度值诊断良恶性的截点值,并计算出 BI-RADS 分级、VTI 图像平均光密度值及联合诊断的敏感度、特异度、阳性预测值、阴性预测值等。ROC 曲线下面积(area under the curve, AUC) 比较采用 Z 检验。 $P < 0.05$ 为

2017-03-15 接收

基金项目:安徽省科技计划项目(编号:1401045018);安徽高校省级自然科学基金项目(编号:KJ2013Z151)

作者单位:安徽医科大学附属省立医院¹ 超声科、² 影像科,合肥 230001

作者简介:叶 磊,男,住院医师,硕士研究生;

邓克学,男,主任医师,硕士生导师,责任作者, E-mail: dengkexue-anhui@163.com;

隋秀芳,女,主任医师,硕士生导师,责任作者, E-mail: suixf06@163.com

差异有统计学意义。

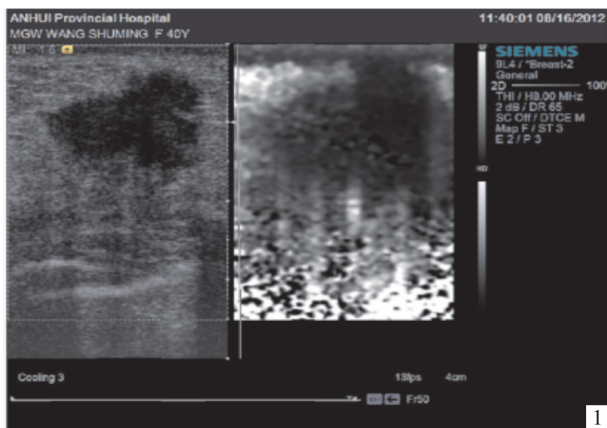


图1 VTI获得双幅图像

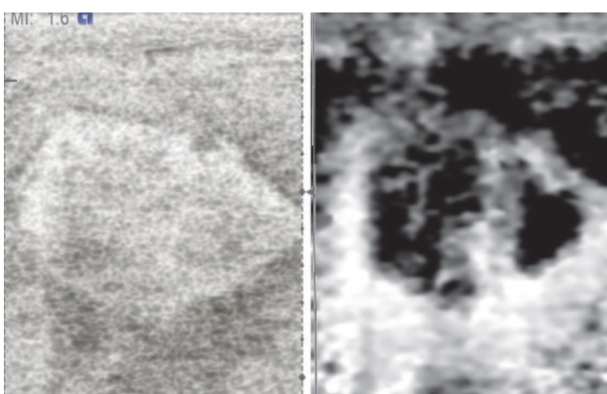


图2 将 VTI 图像进行灰阶反转

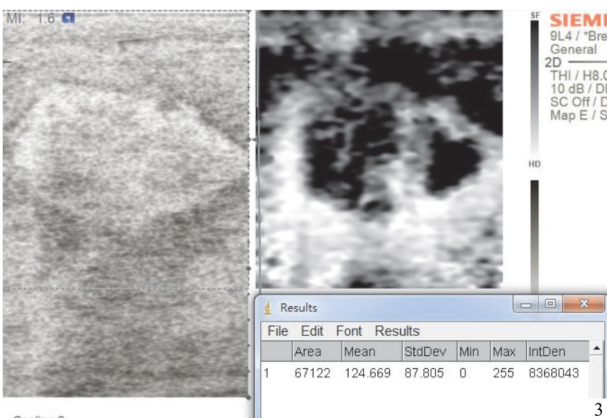


图3 运用 Image J 软件计算肿块平均光密度值

2 结果

2.1 124 个乳腺结节的病理诊断结果 124 例乳腺肿块中良性病灶 74 例, 恶性病灶 50 例。74 例良性结节中 68 例纤维腺瘤, 3 例乳腺腺病, 1 例导管乳头状瘤, 1 例乳腺分叶状肿瘤, 1 例血块。50 例恶性病灶中 45 例浸润性导管癌, 3 例乳腺浸润性导管内

癌, 1 例浸润性小叶癌, 1 例黏液癌。BI-RADS 诊断 < 4 级结节 44 例, 其中恶性结节占 4.5%; ≥ 4 级结节 80 例, 其中恶性占 60%。

2.2 BI-RADS 分级、平均光密度及联合诊断 3 种方法的良恶性肿瘤之间差异均有统计学意义 ($P < 0.01$)。见表 1。

表1 BI-RADS 分级、VTI 平均光密度值及联合诊断乳腺结节的比较

项目	病理 (n)		准确度 (%)	χ^2 值	P 值
	恶性	良性			
BI-RADS 法			69.3	20.065	<0.01
恶性	46	34			
良性	4	40			
VTI 平均光密度法			80.6	35.553	<0.01
恶性	45	18			
良性	5	56			
联合诊断法			88.7	10.121	<0.01
恶性	48	12			
良性	2	62			

2.3 3 种方法的效能参数 以病理为金标准, 绘制 VTI 图像平均光密度值诊断乳腺肿块的 ROC 曲线, 获取截点值为 210.200, AUC 为 0.873。BI-RADS 分级法与联合诊断的 AUC 分别为 0.809、0.922, 见图 4~6。BI-RADS、平均光密度值与联合诊断之间

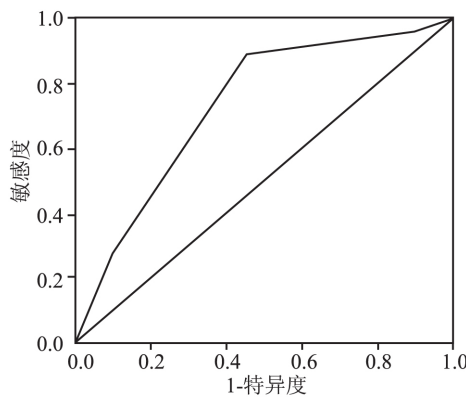


图4 BI-RADS 分级判断乳腺肿块良恶性 ROC 曲线图

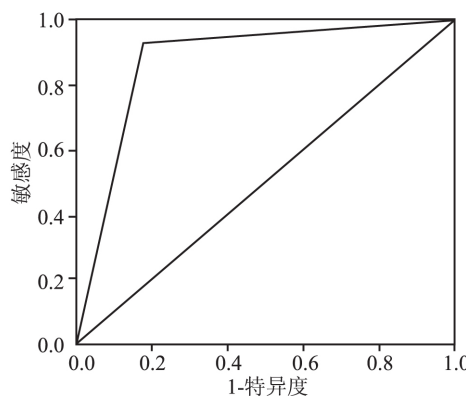


图5 VTI 平均光密度值法判断乳腺肿块良恶性 ROC 曲线图

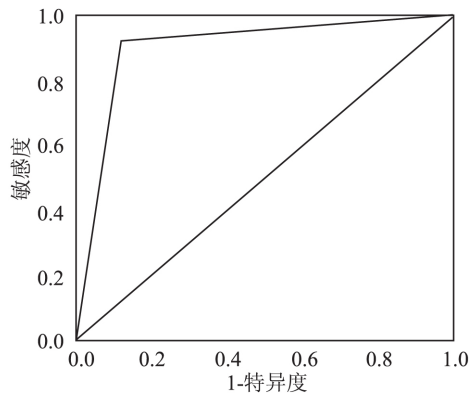


图6 联合方法诊断乳腺肿块良恶性 ROC 曲线图

AUC 差异有统计学意义 ($P < 0.05$) ,三者 95% CI: (0.702 ~ 0.889)、(0.7038 ~ 0.919) 及 (0.850 ~ 0.963)。联合诊断法的准确度、灵敏度、特异度阳性预测值和阴性预测值均优于 BI-RADS 分级及平均光密度值,见表 2。平均光密度值准确度、特异度阳性预测值和阴性预测值均优于 BI-RADS 分级,但灵敏度要低于 BI-RADS 分级法。

表 2 BI-RADS 分级、VTI 平均光密度值及联合诊断乳腺结节参数比较 (%)

项目	灵敏度	特异度	阳性预测值	阴性预测值
BI-RADS 法	92.2	54.4	57.5	90.6
VTI 平均光密度法	90.4	74.3*	70.3*	91.7
联合诊断法	96.3*#	83.8*#	79.9*#	96.9*#

与 BI-RADS 法比较: * $P < 0.05$; 与 VTI 平均光密度法比较: # $P < 0.05$

3 讨论

乳腺癌已经成为女性所有癌症发病率的首位,死亡率位居第 6 位^[1-2]。早期发现、早期治疗对乳腺癌的预后具有重要影响。运用价廉、无辐射、易操作、重复性好的超声检查来提高乳腺结节诊断的阳性率和准确率,并减少不必要的穿刺活检是广大超声工作者的目标。2003 年美国放射学会提出了 BI-RADS-US,该系统对乳腺超声征象的描述用语进行了详细说明,并作出了分级,BI-RADS-US 将超声报告规范化,降低了超声工作者诊断病灶的个人主观差异,为临床医师进行下一步处理提供了科学的依据^[3]。既往的研究^[4]基本将 BI-RADS 3-4 级作为良恶性的截点,但是 BI-RADS 的分类标准并未明确说明,也没有文献明确给出各超声征象对 BI-RADS 的具体诊断价值,在实际工作中 BI-RADS 3-4 级往往会出现重叠,导致 BI-RADS 的诊断准确度和特异度

相对较低,本研究的结论与之一致(准确度 69.3%,特异度 54%)。特别是当结节较小时,恶性结节的超声征象表现多不典型,BI-RADS 分级往往出现假阴性,这与杜燕然等^[5]的研究结论一致。

弹性成像技术是在 1991 年由 Ophir et al^[6] 提出,其根据不同组织的弹性系数不同来判断被测物体的硬度,从而预测其良恶性。乳腺内不同组织的弹性系数大小依次为浸润性导管癌、非浸润性导管癌、乳腺纤维化、腺体、脂肪。目前弹性分级方法多采用 5 分法。在 VTI 图像内通过灰黑白色阶的比例来判断组织硬度,以致预测病灶的良恶性^[7-8],当病灶内部硬度不均,或者结节面积较小时,很难通过人眼来准确判断。医学图像软件可以量化图像中的灰黑白色阶,有一定的临床应用价值^[9]。本研究运用医学图像处理技术,将 VTI 获得的 VTI 图像通过 Image J 软件分析,获得图像的平均光密度值大小,通过 ROC 曲线获得良恶性截点值为 210.200,该过程只需对结节的边缘进行描记即可,应用 VTI 双幅模式可以更加清晰的显示病变的边界^[10]。相对于弹性分级方法,这样可以很大程度的减少一些不可避免的误差,并且可以获得计量资料。本研究结果显示运用医学图像处理方法获得的截点值来判断结节良恶性,该方法的准确度、特异度、阳性预测值、阴性预测值均明显高于 BI-RADS 分级法,但是灵敏度低于 BI-RADS。ROC 曲线下面积两者均 > 0.8 ,医学图像处理法高于 BI-RADS。计算平均光密度值是基于 VTI 技术获取的图像上的,由于 VTI 图像会受到一些因素的影响,导致图像出现黑色或者灰白,所以在计算平均光密度值是不可避免也会出现假阳性和假阴性,本研究中病理结果为 1 个血块,2 例腺病平均光密度 > 210.200 ,1 例黏液癌平均光密度 < 210.200 ,分析原因主要是良性病灶内出现纤维化、钙化等使结节硬度变大;恶性病灶的病理组织成分不同以及局部出现液化坏死成分,导致硬度减低。从表 2 中可以看出,两种方法联合会明显提高灵敏度、特异度、阳性预测值和阴性预测值,AUC 明显高于两种单纯的诊断方法。BI-RADS 分级法与图像平均光密度值法的灵敏度和阴性预测值差异无统计学意义。在实际工作中,两者方法作用差异不大,遇到具体病变可以相互联合,各自取长补短,形成互补,从而减少误诊和漏诊,同时也可以减少部分肿块不必要的穿刺活检。

本研究仍然存在不足之处,获取 VTI 图像受操作者个人手法影响,在预加压力的设置上也缺乏统

一的标准^[11] 标本的病理类型不够全面,对于大小结节没有具体分组比较。

综上所述,医学图像处理技术在超声弹性成像技术诊断乳腺病灶中有良好的应用价值,也为传统的诊断方式提供了一种新的思路。该方法值得工作中广泛应用、推广。

参考文献

- [1] Huang Z, Wen W, Zheng Y, et al. Breast cancer incidence and mortality: trends over 40 years among women in Shanghai, China [J]. *Ann Oncol* 2016, 27(6): 1129–34.
- [2] Ghoncheh M, Mirzaei M, Salehiniya H. Incidence and mortality of breast cancer and their relationship with the human development index (HDI) in the world in 2012 [J]. *Asian Pac J Cancer Prev*, 2015, 16(18): 8439–43.
- [3] Zhi H, Xiao X Y, Ou B, et al. Could ultrasonic elastography help the diagnosis of small (≤ 2 cm) breast cancer with the usage of sonographic BI-RADS classification [J]. *Eur J Radiol*, 2012, 81(11): 3216–21.
- [4] Ciatto S, Houssami N, Apruzzese A, et al. Categorizing breast mammographic density: intra- and interobserver reproducibility of BI-RADS density categories [J]. *Breast* 2005, 14(4): 269–75.
- [5] 杜燕然, 陈曼, 唐蕾, 等. 乳腺小肿块 BI-RADS 及超声弹性成像的临床研究 [J]. *中国超声医学杂志* 2016, 32(1): 22–5.
- [6] Ophir J, Céspedes I, Ponnekanti H, et al. Elastography: a quantitative method for imaging the elasticity of biological tissues [J]. *Ultrason Imaging* 1991, 13(2): 111–34.
- [7] Golatta M, Schweitzer-Martin M, Harcos A, et al. Evaluation of virtual touch tissue imaging quantification, a new shear wave velocity imaging method for breast lesion assessment by ultrasound [J]. *Biomed Res Int* 2014, 2014: 960262.
- [8] Bai M, Du L, Gu J, et al. Virtual touch tissue quantification using acoustic radiation force impulse technology: initial clinical experience with solid breast masses [J]. *J Ultrasound Med*, 2012, 31(2): 289–94.
- [9] Sovio U, Li J, Aitken Z, et al. Comparison of fully and semi-automated area-based methods for measuring mammographic density and predicting breast cancer risk [J]. *Br J Cancer* 2014, 110(7): 1908–16.
- [10] 隋秀芳, 叶显俊, 李红苗, 等. 声触诊组织显像技术在乳腺实性结节良恶性鉴别中的价值 [J]. *中国临床保健杂志* 2014, 17(6): 626–7.
- [11] Barr R G, Zhang Z. Effects of precompression on elasticity imaging of the breast: development of a clinically useful semiquantitative method of precompression assessment [J]. *J Ultrasound Med*, 2012, 31(6): 895–902.

The value of medical image processing in elastography of breast

Ye Lei¹, Deng Kexue², Sui Xiufang¹, et al

(¹Dept of Ultrasound, ²Dept of CT, The Affiliated Provincial Hospital of Anhui Medical University, Hefei 230001)

Abstract Objective To explore the value of medical image processing in the differential of benign and malignant breast masses with elastography. **Methods** 124 cases of 122 patients were given common ultrasonic and VTI examination. Analyzing the VTI images with image processing, and acquiring the average optical density. Diagnosis efficiency of each method and combined diagnosis were compared on the basis of the pathology. **Results** 124 cases included 74 benigns and 50 malignants. The cut-off value of the average optical density was 210.200 and AUC was 0.873. There were 45 cases ≥ 210.200 , and 5 cases < 210.200 in all malignants. There were 7 cases ≥ 210.200 , 67 cases < 210.200 in all benigns ($P < 0.05$). The sensitivity, specificity, positive predictive value, negative value and accuracy of combined ultrasound were 96%, 83.8%, 80%, 96.9%, 88.7%. **Conclusion** The hardness of breast mass can be evaluated with average optical density. There was important significance in predicting benign and malignant of breast masses. If combining with common ultrasound, it can improve the diagnostic accuracy.

Key words ultrasound; breast; medical image; optical density