

doi: 10.3978/j.issn.2095-6959.2017.12.018

View this article at: http://dx.doi.org/10.3978/j.issn.2095-6959.2017.12.018

## 剪切波弹性技术预测乳腺癌腋下淋巴结转移状态的能力

臧丽, 李晶, 马燕

(中国医科大学附属盛京医院超声科, 沈阳 110004)

**[摘要]** **目的:** 探讨剪切波弹性成像技术(shear wave elastography, SWE)定量测量乳腺癌的硬度与腋下淋巴结转移(axillary lymph node metastasis, ALNM)状态的相关性, 评估乳腺肿物的硬度信息预测ALNM的能力。**方法:** 连续纳入370例经剪切波弹性定量测量并获得术后病理证实的乳腺癌患者作为研究对象, 利用Q-box trace不规则描记方法获取肿物弹性的定量参数, 将纵、横两个切面的平均硬度、最大硬度及标准差(standard deviation, SD)的平均值作为硬度平均值( $E_{\text{mean}}$ )、硬度最大值( $E_{\text{max}}$ )和SD。用单变量和多变量回归分析评估ALNM与肿物硬度值、肿物大小、肿物位置、患者年龄、组织学分级、肿瘤类型、ER表达、PR表达及HER-2状态之间的关系。**结果:** 在单变量分析中, 肿物大小、肿物位置、免疫组织化学和肿物硬度信息与淋巴结转移有显著的关联。在多因素分析中, 肿物大小、肿物位置、HER-2、肿物硬度最大值和SD对预测淋巴结状态具有独立意义。淋巴结转移率随着硬度平均值和硬度最大值的增大而增大。**结论:** SWE定量测量乳腺癌硬度信息是预测ALNM的独立因素, 可为术前淋巴结状态的评估、手术方式的选择以及患者预后提供重要的信息。

**[关键词]** 乳腺癌; 剪切波弹性成像技术; 腋下淋巴结转移; 硬度

## Ability of shear wave elastography to predict axillary lymph node metastasis

ZANG Li, LI Jing, MA Yan

(Department of Ultrasound, Shengjing Hospital of China Medical University, Shenyang 110004, China)

**Abstract** **Objective:** To discuss the correlation between quantitative shear wave elastography (SWE) and axillary lymph node metastasis and evaluate the ability of shear wave elastography to predict axillary lymph node metastasis. **Methods:** Data were prospectively analyzed from 370 consecutive patients with invasive breast cancer who had undergone SWE examination and treated by primary surgery. Four elastography images—in each of two orthogonal planes—were taken of each lesion using the Aixplorer ultrasound system (SuperSonic Imagine, Aix en Provence, France). Quantitative measurements were produced and analyzed by Q-box trace. Take the average number of two orthogonal planes as  $E_{\text{mean}}$ ,  $E_{\text{max}}$  and standard deviation (SD). Associations between lymph node involvement and mean lesion stiffness, invasive cancer size, tumour location, histologic grade, tumour type, ER

收稿日期 (Date of reception): 2017-10-22

通信作者 (Corresponding author): 李晶, Email: lijing@sj-hospital.org

expression, PR expression, and HER-2 status were assessed using univariate and multivariate logistic regression. **Results:** At univariate analysis, invasive cancer size, tumour location, immunohistochemical profile, and stiffness value were significantly associated with nodal involvement. At multivariate analysis, invasive size, tumour location, HER-2, max stiffness and SD maintained independent significance. Nodal involvement rates increased with the Emax, Emean and SD. **Conclusion:** Stiffness at SWE is an independent predictor of lymph node metastasis and thus can confer prognostic information additional to that provided by preoperative tumour and lymph node assessment and staging.

**Keywords** breast cancer; shear wave elastography; axillary lymph node metastasis; stiffness

乳腺癌发病率逐年增加, 腋下淋巴结转移(axillary lymph node metastasis, ALNM)与是否是乳腺癌患者生存及预后的重要影响因素。据统计, 多于13个淋巴结转移的乳腺癌患者5年生存率只有28%, 有4~12个淋巴结转移者生存率为46%, 有1~3个淋巴结转移者生存率为72%, 未出现淋巴结转移者可高达82%<sup>[1]</sup>。腋窝淋巴结清扫(axillary lymph node dissection, ALND)和前哨淋巴结活检(sentinel lymph node biopsy, SLNB)是诊断ALNM的金标准, 但其具有众多并发症、后遗症及限制因素。因此术前预测是否有ALNM转移可以为术前乳腺癌分期、手术方式、治疗方案的选择以及生存预后提供极其重要的依据。

剪切波弹性成像技术(shear wave elastography, SWE)是超声弹性成像的全新技术, 能够实时获取肿物全定量、定性弹性信息, 其出现为乳腺癌及腋下淋巴结的术前诊断提供了新的可能。多项研究<sup>[2-5]</sup>已表明SWE与超声BI-RADS分级相结合能够提高超声辨别乳腺肿块良恶性的能力, 目前已广泛应用于乳腺肿物良恶性的诊断及治疗效果的评估, 但SWE所获取的肿物硬度信息能否预测淋巴结转移状态的相关研究较少。本研究旨在分析SWE测量乳腺

肿物的硬度信息与腋下淋巴结状态的相关性, 评估乳腺肿物的硬度预测ALNM的能力。若SWE的参数值能够成为术前预测淋巴结转移状态的独立因素, 这将对临床治疗方案的选择起至关重要的作用。

## 1 对象与方法

### 1.1 对象

连续性收集2016年4月至2017年10月在中国医科大学附属盛京医院接受乳腺超声检查怀疑恶性并行乳腺肿物切除及腋下淋巴结活检的400例女性患者, 排除怀孕期、哺乳期、接受过放化疗、病理显示乳腺肿物为良性病变以及随访失败的患者, 术后共纳入370例恶性乳腺癌患者。依照WHO乳腺肿瘤组织学分类标准(2012版)进行病理诊断(表1)。本研究方案通过中国医科大学附属盛京医院伦理委员会批准, 受试前所有患者签署知情同意书。

### 1.2 仪器与方法

采用法国声科公司Supersonic Imaging Aixplorer剪切波弹性成像超声诊断仪, 线阵探头频率4~15 MHz。检查分为常规超声检查和SWE检查。

表1 患者的病理类型

Table 1 Pathological types of patients

病理类型	数量/[例(%)]	淋巴结阴性/[例(%)]	淋巴结阳性/[例(%)]
浸润性导管癌	313 (84.6)	204 (65.2)	109 (34.8)
浸润性小叶癌	11 (3.0)	7 (63.6)	4 (36.4)
导管乳头状癌	9 (2.4)	9 (100.0)	0 (0.0)
导管原位癌	23 (6.2)	19 (82.6)	4 (17.4)
乳腺黏液癌	9 (2.4)	9 (100.0)	0 (0.0)
其他	5 (1.4)	4 (80.0)	1 (20.0)
合计	370 (100.0)	252 (68.1)	118 (31.9)

### 1.2.1 常规超声检查

采取仰卧位或半侧卧位, 发现病灶并对其实施横纵切面的常规检查, 记录病灶位置及声像图特征, 包括肿物大小、形态、边界、病灶内部、周边及后方回声特点、周边及内部血流情况等。

### 1.2.2 超声 SWE 检查

在受检病灶皮肤表面涂抹足量耦合剂, 将探头放置于受检病灶, 获取病灶清晰的二维图像。然后切换至弹性成像模式, 在探头不施压的情况下, 嘱患者屏气, 分别获取纵、横切面弹性图像, 同一切面反复获取2次。获取图像时应注意稳定持续时间为10 s以上, 如病灶未侵犯皮肤和肌层, SWE方形取样框应尽量避免包括皮肤与肌层。观察弹性动态图像, 在较稳定、重复性较高处冻结图像, 采用Q-box trace不规则描记方法测量SWE定量参数, 包括硬度最大值( $E_{max}$ )、硬度平均值( $E_{mean}$ ), 将纵、横两个切面的四幅图像平均硬度、最大硬度和标准差(standard deviation, SD)的平均值作为 $E_{mean}$ 、 $E_{max}$ 和SD(图1)。采用Q-box方法测量的SWE定量参数(图2)。

全部检查均由一位乳腺超声诊断方面经验丰富的医生使用同一台超声仪器的高质量线阵探头完成操作。超声医生有20年的乳腺超声经验并有至少3年使用SWE评估乳腺肿物的经验。

### 1.3 病理免疫组织化学

患者行腋窝淋巴结清扫术、前哨淋巴结活检术或超声引导下穿刺活检后, 由乳腺病理诊断经验丰富的病理科医师检查并记录腋窝淋巴结的大小和数目, 镜检后对乳腺肿物及全部淋巴结进行病理诊断。

记录肿物组织学分级、肿瘤类型、侵入性肿瘤大小、ER表达、PR表达、HER-2状态和淋巴结转移数量。淋巴结转移者记为阳性, 无淋巴结转移者、淋巴结微转移与孤立性淋巴结转移记为阴性。PR, ER以肿瘤细胞核出现棕黄色颗粒为阳性, 根据阳性细胞数占全部肿瘤细胞的比例将其分为: 阳性细胞 $<10\%$ 为阴性,  $10\% \sim <30\%$ 为(+),  $30\% \sim <50\%$ 为(++),  $\geq 50\%$ 为(+++)。HER-2以(+++)为HER-2阳性, 即肿瘤细胞( $>10\%$ )中显现完整性细胞膜强染色。所有乳腺病灶及腋下淋巴结的病理结果均由工作10年以上的乳腺专业病理学医师判定。

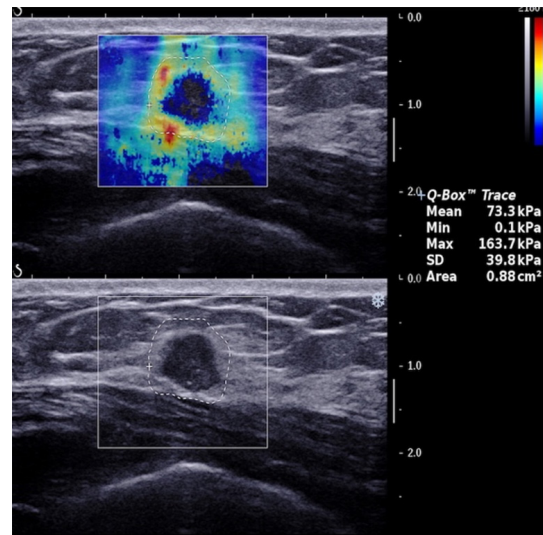


图1 Q-box trace法获得肿物硬度定量参数

Figure 1 Quantitative shear wave elastography by Q-box trace

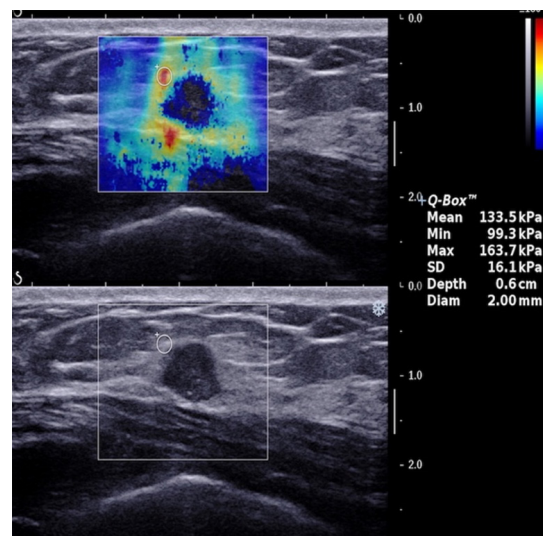


图2 Q-box 法获得肿物硬度定量参数

Figure 2 Quantitative shear wave elastography by Q-box

### 1.4 统计学处理

采用SPSS 24.0统计软件进行统计分析, 计数资料采用 $\chi^2$ 检验, 计量资料采用 $t$ 检验。等级资料的相关性分析采用Spearman相关, 连续变量的相关性分析采用Pearson相关。多变量的相关性分析采用多元线性回归。使用单变量和多变量回归分析建立ALNM状态与患者年龄、肿物硬度、肿物大小、肿物位置、组织学分级、肿瘤类型、ER表达、PR表达及HER-2状态之间的关系,  $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

## 2 结果

该研究共收集400例患者, 排除乳腺良性病变及随访失败的患者, 共纳入370例患者, 患者年龄26~79(平均52)岁, 乳腺肿物病理结果见表1, 其中病理显示淋巴结转移者共118例, 无淋巴结转移者共252例。

肿物组织学特点见表2: 肿物的平均大小为20.7 mm, 31.9%的患者有淋巴结转移, 根据肿物的硬度范围将淋巴结状态分组(表3)。淋巴结转移率随着肿物 $E_{\text{mean}}$ ,  $E_{\text{max}}$ 及SD的增大逐渐增大, 淋巴结转移率在 $E_{\text{mean}} < 30$  kPa的肿物中占26%, 在 $E_{\text{mean}} > 90$  kPa的肿物中占63.6%, 肿物 $E_{\text{max}}$ 在 $< 100$ ,  $100 \sim 200$ 和 $> 200$  kPa时, 淋巴结转移率逐渐增大

(24.2%, 32.7%, 42.0%), 淋巴结转移率在 $SD < 25$ 的肿物中占22.5%, 在 $SD > 75$ 的肿物中占57.1%, 根据淋巴结状态将肿物硬度信息分组(表4)。淋巴结未转移者肿物 $E_{\text{mean}}$ ,  $E_{\text{max}}$ , SD均小于淋巴结出现转移者, 并且淋巴结转移数目越多, 肿物平均硬度值及最大硬度值相对越高。

在单因素分析中, 肿瘤大小, 肿物位置, ER, PR, HER-2状态,  $E_{\text{mean}}$ ,  $E_{\text{max}}$ 及SD与淋巴结转移状态差异有统计学意义, 而肿瘤类型、组织学分级和患者年龄与淋巴结转移状态无关(表5)。在多因素分析中, 肿物大小, 肿物位置, HER-2,  $E_{\text{max}}$ 和SD在预测淋巴结状态上具有独立意义, 而肿瘤类型, 组织学分级, ER, PR,  $E_{\text{mean}}$ 和年龄与淋巴结状态无关(表6)。

表2 乳腺肿物特征

Table 2 Features of the 370 breast cancers in the study group

肿物特征	数量/[例(%)]	淋巴结阴性/[例(%)]	淋巴结阳性/[例(%)]
组织学I级	26 (7.0)	22 (84.6)	4 (15.4)
组织学II级	299 (80.8)	199 (66.6)	100 (33.4)
组织学III级	45 (12.2)	31 (68.9)	14 (31.1)
ER阳性	265 (71.6)	192 (72.5)	73 (27.5)
PR阳性	229 (61.9)	169 (73.8)	60 (26.2)
HER-2阳性	84 (22.7)	39 (46.4)	45 (53.6)
肿物大小(>15 mm)	285 (77.0)	181 (63.5)	104 (36.5)
肿物位置(外象限)	274 (74.1)	177 (64.6)	97 (35.4)
患者年龄(>50岁)	211 (57.0)	144 (68.2)	67 (31.8)

表3 肿物不同硬度范围的淋巴结转移状态

Table 3 Nodal status according to stiffness value

硬度类型	硬度范围/kPa	淋巴结阴性/[例(%)]	淋巴结阳性/[例(%)]
$E_{\text{mean}}$	<30	108 (74.0)	38 (26.0)
	30~<60	116 (69.9)	50 (30.1)
	60~<90	24 (51.1)	23 (48.9)
	$\geq 90$	4 (36.4)	7 (63.6)
$E_{\text{max}}$	<100	100 (75.8)	32 (24.2)
	100~<200	101 (67.3)	49 (32.7)
	$\geq 200$	51 (58.0)	37 (42.0)
SD	<25	128 (79.5)	33 (20.5)
	25~<50	98 (66.2)	50 (33.8)
	50~<75	23 (42.6)	31 (57.4)
	$\geq 75$	3 (42.9)	4 (57.1)



表4 淋巴结不同转移状态的肿物硬度值

Table 4 Stiffness values of 370 breast cancers by nodal status

淋巴结状态	n	平均硬度值范围 (平均数, 中位数)/kPa	最大硬度值的范围 (平均数, 中位数)/kPa
淋巴结未转移	252	3.5~120.7 (36.6, 32.58)	17.8~300 (134.2, 138.3)
1~3 个淋巴结转移	70	4.1~132.5 (42.3, 36.75)	28.7~300 (153.0, 140.0)
4~10 个淋巴结转移	48	10.3~100.7 (50.9, 50.25)	36.0~300 (184.2, 180.1)

表 5 单变量分析

Table 5 Univariate logistic regression

参数	P	OR	95% CI
肿物分级	0.187	—	—
肿物类型	0.672	—	—
ER	0.005	0.507	0.316~0.812
PR	0.001	0.495	0.324~0.756
HER-2	<0.001	3.367	2.033~5.576
肿物大小 /mm	<0.001	2.158	1.591~2.928
肿物位置	0.015	1.957	1.137~3.371
平均硬度 /kPa	<0.001	1.021	1.010~1.032
最大硬度 /kPa	<0.001	1.006	1.003~1.009
标准差 (SD)	<0.001	1.031	1.018~1.044
年龄	0.263	0.987	0.965~1.010

表 6 多变量分析

Table 6 Multivariate logistic regression

参数	P	OR	95% CI
肿物分级	0.684	—	—
肿物类型	0.432	—	—
ER	0.673	1.173	0.559~2.460
PR	0.257	0.689	0.362~1.311
HER-2	0.001	2.708	1.488~4.929
肿物大小 /mm	<0.0001	2.231	1.494~3.330
肿物位置	0.031	1.940	1.063~3.541
平均硬度 /kPa	0.710	1.006	0.976~1.036
最大硬度 /kPa	0.013	0.987	0.977~0.997
标准差	0.044	1.056	1.001~1.113
年龄	0.551	0.992	0.964~1.020

### 3 讨论

随着乳腺癌的发病率逐年增高, 如何控制患者的复发率, 提高患者的生存质量成为研究的热点。ALND和SLNB虽是诊断ALNM的金标准, 但ALND创伤大, 术后易造成淋巴水肿、神经损伤、手臂及肩部僵硬疼痛等, 且不能提高局部控制率及长期生存率<sup>[6]</sup>。SLNB虽然方法简单, 可将上肢淋巴水肿的发生率降至2%~7%<sup>[7]</sup>, 能相对改善患者生活质量, 但病理检测延长了手术时间, SLN的具体定位及数量仍不能确定, 超过1/3的研究结果中SLNB的假阴性率超过10%, 术中只发现1个SLN转移时其假阴性率更高(>20%)<sup>[8]</sup>, 故术前可靠的非侵入性的淋巴结诊断及预测可有效避免不必要的SLNB, ALND和二次手术的风险, 同时也能减少病理检测的时间及手术费用。同时, 近年来开展的术前新辅助化疗(neoadjuvant chemotherapy, NAC)对于局部高级别乳腺癌来说是, 可缩小乳腺肿瘤及转移淋巴结大小, 减少微转移; 对于拟行保乳手术的早期乳腺癌患者, 可增加保乳手术的成功率<sup>[9-11]</sup>, 淋巴结转移与否决定着临床治疗方案的选择及患者预后的好坏。因此, 任何方式能帮助更准确地诊断腋窝淋巴结的状态都将是有价值的。

众多研究<sup>[1,5,12]</sup>已表明血管浸润程度是淋巴结转移较好的预测指标, 而血管浸润程度与SWE所显示硬度信息有很大的关联, 两者均是观察肿物周边, 这可能是由于肿瘤细胞浸润周围间质, 引起促结缔组织反应, 表现为胶原蛋白交联增加和异常链接, 造成周边区域局部硬度增加。肿物本身的硬度低于周围基质的硬度, SWE于乳腺病灶周边表现为高硬度彩色区域, 此为恶性病变的典型征象<sup>[12]</sup>, 即“硬环征”。这些胶原蛋白近年来被发现具有独立的预后意义, 而硬度信息很可能代表这些异常肿瘤的相关胶原蛋白<sup>[13-14]</sup>, 这一特点为肿物硬度能预测淋巴结转移状态提供依据。

以往的研究<sup>[15-19]</sup>表明: 在单因素分析中原发肿物硬度值增加与淋巴结转移相关, 我们的研究结果也表明, 随着肿物的平均硬度、最大硬度及SD取值范围的增加, 淋巴结转移率随之显著增加, 淋巴结转移者的肿物平均硬度及最大硬度也高于未出现转移者, 然而在多因素分析中关于SWE的硬度值是否是淋巴结状态转移的独立预测因素的研究较少。本研究结果表明: 肿物硬度信息与淋巴结状态相关, 肿物 $E_{max}$ 及SD在预测淋巴结状态上具有独立意义。而Evans等<sup>[15]</sup>的研究表明肿物的

$E_{mean}$ 预测淋巴结状态具有独立意义, 分析原因在于其研究SWE定量参数值的获取均是利用Q-box法通过移动感兴趣区(region of interest, ROI)选择病灶内部或边缘最硬的区域, 在最硬的区域规定1个直径为2 mm的圆形(Q-box), 计算这一Q-box区域内的“最大硬度”和“平均硬度”, 这种方法获取的定量参数不仅仅由肿物构成, 还包括肿物周边部分正常组织的信息, 这对于 $E_{mean}$ 的影响巨大。Q-box所获取是整个肿瘤最大硬度区域的平均硬度, 并非肿瘤实际的平均硬度, 该平均硬度值接近于使用的Q-box trace不规则描记方法描画出肿物轮廓后所得的 $E_{max}$ , 因此本研究与其结果并不矛盾。本研究利用Q-box trace获取的参数信息更为合理, 且其结果并未将SD纳入研究。此外, 多因素分析还表明肿物大小、肿物位置、HER-2也可以作为独立的预测指标, 而肿物类型、组织学分级、ER、PR及患者年龄差异并不具有统计学意义, 这与以往的研究<sup>[16-17]</sup>结果一致。

本研究与以往的研究相比优势在于, 多数研究中纳入病例人数相对较少, 且只测量一个切面的硬度参数, 因而统计分析的说服力较弱, 同时, 以往研究<sup>[18-19]</sup>中只表明在单因素分析中, 乳腺肿物硬度与淋巴结状态具有相关性, 并没有阐述硬度信息是否能作为淋巴结转移的独立的预测因素。Evans等<sup>[15]</sup>的研究虽然病例数量较大(396例), 并且测量4个不同切面的硬度参数, 但是该研究为回顾性研究, 硬度参数测值由多位医师获得, 而SWE技术的可靠性受医师的操作手法和诊断经验的影响巨大, 统计分析也因此受到较大影响。而本研究属于前瞻性研究, 收集病例数量较大(370例), 图像采集是分别获取横、纵切面弹性图像, 同一切面反复获取2次, SWE参数值由4幅图像综合取平均值所得, 所有图像操作均由同一位经验丰富的医师获取并处理得到, 排除医师经验不同及已知病理结果对SWE测值的干扰。同时, 我们使用Q-box trace不规则描记方法描画出肿物轮廓, 所得到的弹性测量值是真正肿物的SWE参数, 获得的信息更为准确, 统计分析更具说服力。

本研究的缺陷在于, SWE弹性测值最高限于300 kPa, 硬度值更高的肿物参数无法获取并纳入统计, 但随着SWE技术的不断革新, 相信该不足将得以弥补, SWE对乳腺肿物的评估能力以及对ALNM状态的预测能力将得到更为有利的证实。

本研究充分证明: 通过测量乳腺肿物的硬度可以术前预测淋巴结转移情况, 肿物硬度越大, 淋巴结转移的危险性随之增大, 肿物的最大硬度值及

SD可作为预测淋巴结转移状态的独立因素, 以便为临床决策及患者预后提供更为可靠的信息。

## 参考文献

- Maxwell F, de Margerie Mellon C, Bricout M, et al. Diagnostic strategy for the assessment of axillary lymph node status in breast cancer[J]. *Diagn Interv Imaging*, 2015, 96(10): 1089-1101.
- Berg WA, Cosgrove DO, Doré CJ, et al. Shear-wave elastography improves the specificity of breast US: the BE1 multinational study of 939 masses[J]. *Radiology*, 2012, 262(2): 435-449.
- Lee BE, Chung J, Cha ES, et al. Role of shear-wave elastography (SWE) in complex cystic and solid breast lesions in comparison with conventional ultrasound[J]. *Eur J Radiol*, 2015, 84(7): 1236-1241.
- Youk JH, Gweon HM, Son EJ, et al. Diagnostic value of commercially available shear-wave elastography for breast cancers: integration into BI-RADS classification with subcategories of category 4[J]. *Eur Radiol*, 2013, 23(10): 2695-2704.
- Kim SJ, Ko KH, Jung HK, et al. Shear wave elastography: is it a valuable additive method to conventional ultrasound for the diagnosis of small ( $\leq 2$ cm) breast cancer?[J]. *Medicine (Baltimore)*, 2015, 94(42): e1540.
- Drukker K, Giger M, Meinel LA, et al. Quantitative ultrasound image analysis of axillary lymph node status in breast cancer patients[J]. *Int J Comput Assist Radiol Surg*, 2013, 8(6): 895-903.
- Ikeda K, Ogawa Y, Kajino C, et al. The influence of axillary reverse mapping related factors on lymphedema in breast cancer patients[J]. *Eur J Surg Oncol*, 2014, 40(7): 818-823.
- Kim T, Giuliano AE, Lyman GH. Lymphatic mapping and sentinel lymph node biopsy in early-stage breast carcinoma: a metaanalysis[J]. *Cancer*, 2006, 106(1): 4-16.
- Fisher ER, Wang J, Bryant J, et al. Pathobiology of preoperative chemotherapy: Findings from the national surgical adjuvant breast and bowel (Nsbap) protocol b-18[J]. *Cancer*, 2002, 95(4): 681-695.
- Khokher S, Mahmood S, Qureshi MU, et al. "Initial clinical response" to neoadjuvant chemotherapy: an in-vivo chemosensitivity test for efficacy in patients with advanced breast cancer[J]. *Asian Pac J Cancer Prev*, 2011, 12(4): 939-946.
- Rastogi P, Anderson SJ, Bear HD, et al. Preoperative chemotherapy: updates of national surgical adjuvant breast and bowel project protocols b-18 and b-27[J]. *J Clin Oncol*, 2008, 26(5): 778-785.
- Evans A, Whelehan P, Thomson K, et al. Quantitative shear wave ultrasound elastography: initial experience in solid breast masses[J]. *Breast Cancer Res*, 2010, 12(6): R104.
- Conklin MW, Eickhoff JC, Riching KM, et al. Aligned collagen is a prognostic signature for survival in human breast carcinoma[J]. *Am J Pathol*, 2011, 178(3): 1221-1232.
- Levental KR, Yu H, Kass L, et al. Matrix Crosslinking Forces Tumor Progression by Enhancing Integrin signaling[J]. *Cell*, 2009, 139(5): 891-906.
- Evans A, Rauchhaus P, Whelehan P, et al. Does shear wave ultrasound independently predict axillary lymph node metastasis in women with invasive breast cancer?[J]. *Breast Cancer Res Treat*, 2014, 143(1): 153-157.
- Bevilacqua JL, Kattan MW, Fey JV, et al. Doctor, what are my chances of having a positive sentinel node? A validated nomogram for risk estimation[J]. *J Clin Oncol*, 2007, 25(24): 3670-3679.
- Qiu PF, Liu JJ, Wang YS, et al. Risk factors for sentinel lymph node metastasis and validation study of the MSKCC nomogram in breast cancer patients[J]. *Jpn J Clin Oncol*, 2012, 42(11): 1002-1007.
- Youk JH, Gweon HM, Son EJ, et al. Shear-wave elastography of invasive breast cancer: correlation between quantitative mean elasticity value and immunohistochemical profile[J]. *Breast Cancer Res Treat*, 2013, 138(1): 119-126.
- Evans A, Whelehan P, Thomson K, et al. Invasive breast cancer: relationship between shear-wave elastographic findings and histologic prognostic factors[J]. *Radiology*, 2012, 263(3): 673-677.

本文引用: 臧丽, 李晶, 马燕. 剪切波弹性技术预测乳腺癌腋窝淋巴结转移状态的能力[J]. 临床与病理杂志, 2017, 37(12): 2618-2624. doi: 10.3978/j.issn.2095-6959.2017.12.018

Cite this article as: ZANG Li, LI Jing, MA Yan. Ability of shear wave elastography to predict axillary lymph node metastasis[J]. *Journal of Clinical and Pathological Research*, 2017, 37(12): 2618-2624. doi: 10.3978/j.issn.2095-6959.2017.12.018