

doi: 10.3978/j.issn.2095-6959.2018.04.015

View this article at: http://dx.doi.org/10.3978/j.issn.2095-6959.2018.04.015

剪切波弹性成像中不同定量测量方法预测乳腺癌腋下淋巴结转移能力

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参数与腋下淋巴结转移(axillary lymph node metastasis, ALNM)状态的相关性, 并比较SWE不同定量测量方法预测乳腺癌ALNM的能力, 以获得最佳的预测参数。方法: 纳入经SWE定量测量并获得肿物及淋巴结病理证实的304例乳腺癌患者进行前瞻性研究。用超声探头分别利用Q-box及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、最大硬度和标准差的平均值作为各自的硬度平均值(E_{mean})、弹性最大值(E_{max})和标准差(SD)。用单变量和多变量回归分析评估ALNM与不同定量测量方法的各个参数之间存在的关系。结果: 在单变量分析中, 肿物大小, 肿物位置, ER, PR, HER-2和SWE不同定量测量方法的各个参数值与淋巴结转移有显著的关联。在多因素分析中, 肿物大小($P < 0.001$), HER-2($P = 0.002$), Q-box trace方法的SD($P = 0.001$)及Q-box的 M_{mean} ($P = 0.028$)对预测淋巴结状态具有独立意义。结论: 剪切波弹性成像定量测量乳腺癌的硬度参数可作为预测ALNM的独立因素, 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; 腋下淋巴结转移; 硬度

Different quantitative methods for shear wave elastography in predicting axillary lymph node metastasis

ZANG Li, LI Jing, MA Yan

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

Abstract **Objective:** To discuss the correlation between quantitative shear wave elastography (SWE) and axillary lymph node metastasis and compare different quantitative methods of shear wave elastography to obtain the better quantitative parameters. **Methods:** Data were prospectively analyzed from 304 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. Quantitative measurements were produced and analysed by Q-box trace and Q-box. Take the average number of two orthogonal planes as E_{mean} , E_{max} and SD. Associations between lymph node involvement and mean lesion

收稿日期 (Date of reception): 2018-01-01

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

stiffness, invasive cancer size, tumour location, histologic grade, tumour type, ER expression, PR expression, and HER-2 status were assessed using univariate and multivariate logistic regression. **Results:** At univariate analysis, invasive cancer size, tumour location, ER, PR, HER-2 and stiffness value of different quantitative methods were significantly associated with nodal involvement. At multivariate analysis, invasive size ($P<0.001$), HER-2 ($P=0.002$), SD ($P=0.001$) of Q-box trace and M_{mean} ($P=0.028$) of Q-box maintained independent significance. **Conclusion:** Stiffness parameters of SWE are independent predictors 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, 如何提高患者预后及生存质量成为当下的研究热点。腋下淋巴结转移(axillary lymph node metastasis, ALNM)是影响乳腺癌患者生存及预后的重要因素。据研究^[1]统计, 未出现淋巴结转移者5年生存率可高达82%, 淋巴结转移数目越多, 生存率越低, 多于13个淋巴结转移的乳腺癌患者5年生存率只有28%。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、后遗症等限制因素。因此术前无创性预测ALNM转移与否可以为术前乳腺癌分期、临床决策以及患者生存预后提供极其重要的依据。

剪切波弹性成像(shear wave elastography, SWE)能够实时获取肿物全定量、定性弹性信息。研究^[2-5]表明: SWE与超声BI-RADS分级相结合能够提高超声辨别乳腺肿物性质的能力, 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。本研究旨在分析SWE定量测量乳腺肿物的硬度信息与腋下淋巴结状态的相关性, 并比较SWE不同定量测量方法预测乳腺癌ALNM的能力, 以获得最佳的预测参数, 以便对临床决策起到重要的补充作用。

1 对象与方法

1.1 对象

收集2016年4月至2017年10月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372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及随访失败的患者, 术后共纳入304个恶性乳腺癌患者, 年龄31~77(53.5 ± 9.9)岁。

本研究经中国医科大学附属盛京医院伦理委员会审核批准, 患者均知情同意。

1.2 方法

1.2.1 仪器与检查方法

采用Supersonic Imaging Aixplorer剪切波弹性成像超声诊断仪(法国Supersonic Imagine公司), 线阵探头频率4~15 MHz。检查分常规超声检查和SWE检查。

1.2.1.1 常规超声检查

患者采取仰卧位或半侧卧位, 发现病灶并对其进行横纵切面的常规检查, 记录病灶位置及声像图特征, 包括肿物位置、大小、形态、边界、回声特点及血流情况等。

1.2.1.2 超声 SWE 检查

在患者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和肌层。

1.2.1.3 图像处理方法

弹性图像分别采用Q-box法及不规则描记法(Q-box trace)测量SWE定量参数, 包括弹性最大值、弹性平均值, 将纵、横2个切面的4幅图像最大硬度、平均硬度和标准差的平均值作为各自的硬度最大值(E_{max})、弹性平均值(E_{mean})和标准差(SD), 分别记为B- E_{max} , B- E_{mean} , B-SD及T- E_{max} , T- E_{mean} , T-SD(图1)。

检查均由1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。

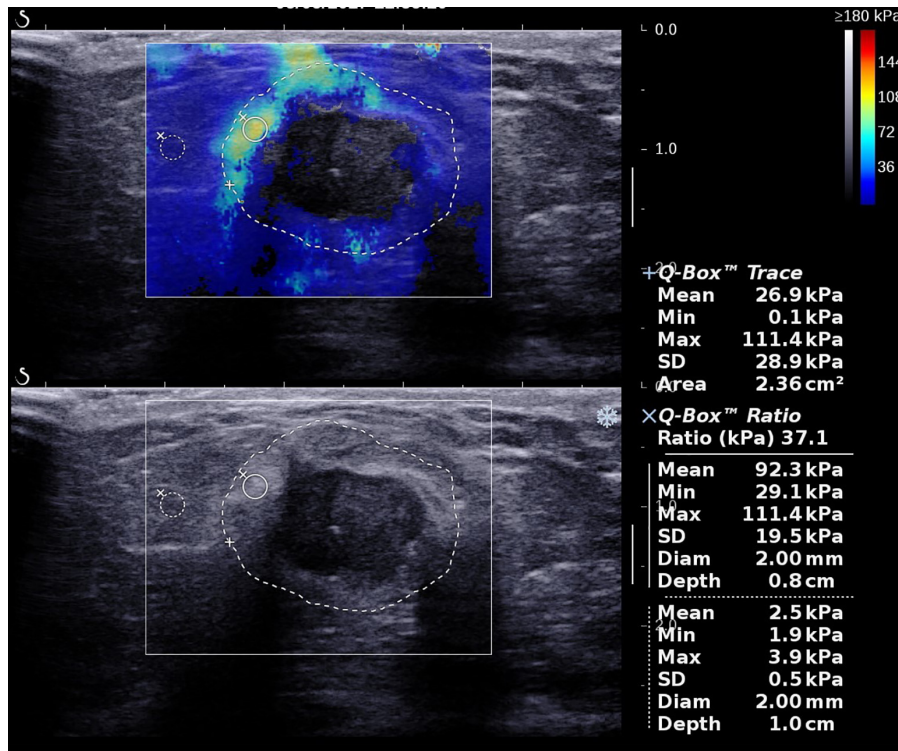


图1 Q-box trace法及Q-box法获得肿物硬度定量参数

Figure 1 Quantitative SWE by Q-box trace and Q-box

1.2.2 病理免疫组织化学

患者行ALND术或SLNB术后, 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、肿瘤大小、雌激素受体(estrogen receptor, ER)表达、孕酮受体(progesterone receptor, PR)表达、人表皮生长因子受体-2(human epidermal growth factor receptor 2, 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(0.2~2.0 mm)和孤立肿瘤细胞(<0.2 mm)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>1%为阳性。乳腺癌HER-2检测以3+及FISH检查显示基因扩增者为HER-2阳性。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。

1.3 统计学处理

采用SPSS 24.0统计软件进行数据分析, 计数资料采用 χ^2 检验, 计量资料以中位数(四分位数)表示; 利用Mann-Whitney检验进行组间比较。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、肿物大小、肿物位置、组织学分级、肿瘤类型、ER表达、PR表达、HER-2状态及SWE各参数值之间的关系。 $P<0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

病理结果显示: 淋巴结转移者105例, 无淋巴结转移者199例。肿物的平均最大径为(20.7±0.9) mm, 34.5%的患者有淋巴结转移(表1)。2种定量测量方法均显示淋巴结未转移者肿物的 E_{mean} , E_{max} , SD均小于淋巴结出现转移者, 差异有统计学意义($P<0.001$, 表2)。

在单因素分析中, 肿瘤大小, 肿物位置, ER, PR, HER-2状态及2种定量方法的 E_{mean} , E_{max} , SD与淋巴结转移状态有统计学意义($P<0.05$), 而患者年龄、肿瘤类型、组织学分级与淋巴结转移状态无关。在多因素分析中, 肿物大小($P<0.001$), HER-2($P=0.002$), T-SD($P=0.001$)及B- E_{mean} ($P=0.028$)在预测淋巴结状态上具有独立意义(表3)。

表1 304例患者乳腺肿物特征

Table 1 Features of breast neoplasms in the 304 patients

肿物特征	例数(%)	淋巴结阴性/[例(%)]	淋巴结阳性/[例(%)]	P
病理类型				0.572
浸润性导管癌	268 (88.2)	168 (62.7)	100 (37.3)	
浸润性小叶癌	11 (3.2)	8 (72.7)	3 (27.3)	
导管内乳头状癌	3 (1.0)	3 (100.0)	0 (0.0)	
导管原位癌	16 (5.3)	14 (82.6)	2 (17.4)	
乳腺黏液癌	4 (1.3)	4 (100.0)	0 (0.0)	
其他类型癌	2 (0.7)	2 (80.0)	0 (0.0)	
肿物分级				0.357
I	13 (4.3)	11 (84.6)	2 (15.4)	
II	256 (84.2)	166 (54.8)	90 (35.2)	
III	35 (11.5)	22 (62.9)	13 (37.1)	
ER阳性	212 (69.7)	148 (69.8)	64 (30.2)	0.016
PR阳性	168 (55.3)	117 (69.6)	51 (30.4)	0.001
HER-2阳性	67 (22.0)	29 (43.3)	38 (56.7)	<0.001
肿物大小(>15 mm)	245 (80.6)	149 (60.8)	96 (39.2)	<0.001
肿物位置(外象限)	218 (71.7)	134 (61.5)	84 (38.5)	0.021
患者年龄(>50岁)	178 (58.6)	115 (64.6)	63 (35.4)	0.710

表2 ALNM与SWE各参数的差异比较

Table 2 Comparison of quantitative parameters of ALNM and SWE

参数	淋巴结转移阴性			淋巴结转移阳性			P
	平均值	中位数	q1~q3	平均值	中位数	q1~q3	
Q-box trace							
T-E _{max}	130.92	116.30	77.75~164.65	169.06	164.90	103.13~218.65	<0.001
T-E _{mean}	37.54	32.05	23.80~43.60	45.82	44.35	28.10~58.20	<0.001
T-SD	27.68	25.00	16.10~33.80	38.27	34.95	25.63~51.28	<0.001
Q-box							
B-E _{max}	130.26	115.25	75.60~163.85	167.92	168.85	102.40~218.20	<0.001
B-E _{mean}	98.47	89.60	56.80~120.65	126.27	121.20	79.63~169.38	<0.001
B-SD	20.28	15.20	8.70~26.10	27.00	23.20	12.95~37.40	<0.001

表3 淋巴结转移与否的单变量分析及多变量分析

Table 3 Univariate and multivariate analysis for breast cancer patients with or without regression of lymph node metastasis

独立参数	单变量分析			多变量分析		
	P	OR	95% CI	P	OR	95% CI
年龄	0.710	1.096	0.677~1.773	—	—	—
肿物位置	0.021	1.940	1.106~3.405	0.090	1.750	0.916~3.342
肿物大小	<0.001	2.709	1.898~3.868	<0.001	2.194	1.493~3.223
肿物分级	0.357	—	—	—	—	—
肿物类型	0.572	—	—	—	—	—
ER	0.016	0.538	0.325~0.891	0.266	1.542	0.718~3.310
PR	0.001	0.443	0.278~0.705	0.197	0.627	0.309~1.274
HER-2	<0.001	3.325	1.899~5.820	0.002	2.885	1.466~5.674
Q-box trace						
T-E _{max}	<0.001	1.007	1.004~1.010	0.674	1.012	0.959~1.067
T-E _{mean}	0.006	1.015	1.004~1.026	0.088	0.977	0.951~1.004
T-SD	<0.001	1.036	1.021~1.051	0.001	1.108	1.041~1.179
Q-box						
B-E _{max}	0.001	1.007	1.004~1.010	0.929	1.003	0.948~1.060
B-E _{mean}	0.001	1.008	1.004~1.012	0.028	0.972	0.947~0.997
B-SD	0.002	1.022	1.008~1.036	0.087	0.962	0.920~1.006

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越来越被人们关注。ALND和SLNB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, 且不能提高患者局部控制率及长期生存率^[6]。SLNB方法简单, 可将上肢淋巴水肿的发生率降为2%~7%^[7], 能相对改善患者生活质量, 但病理检测延长了患者的手术时间。研究^[8]证实: 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%)。同时, 随着近年来开展的术前新辅助化疗可缩小高级别乳腺癌及转移淋巴结大小, 降低分期, 减少微转移, 增加保乳手术成功概率^[9-11]。而淋巴结转移与否决定临床治疗方案的选择及患者预后的好坏。因此术前可靠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, 对更准确地诊断腋窝淋巴结状态起重要作用。

以往研究^[12-14]常把肿物的大小、HER-2及血

管浸润作为淋巴结转移的独立预测指标。其中血管浸润程度与SWE所显示硬度信息又有很大的关联, 两者均可能由于肿瘤细胞浸润周围间质, 引起促结缔组织反应, 表现为胶原蛋白异常链接和交联增加, 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图像上常表现为乳腺病灶周边高硬度彩色区域, 即“硬环征”, 此为恶性病变的典型征象^[15]。而硬度信息很可能代表这些异常肿瘤的相关胶原蛋白^[16-17]。Wang等^[18]研究发现: 乳腺恶性病变中胶原纤维平均范围较良性病变显著增大, 胶原纤维化范围与弹性最大值则呈正相关。这些胶原蛋白近年来被发现具有独立的预后意义。这一特点为肿物硬度能独立预测淋巴结转移状态提供依据。

以往单因素分析研究^[19-21]表明: 原发肿物硬度值与淋巴结转移具有相关性, 原发肿物硬度值增加与淋巴结转移相关。本研究结果也表明: 肿物的E_{max}, E_{mean}及SD与淋巴结状态相关(P<0.001), 且淋巴结转移者的E_{max}, E_{mean}, SD均大于淋巴结未出现转移者。在多因素分析中关于肿物硬度是否是淋巴结状态转移的独立预测因素的研究相对较

少。Li等^[21]使用声辐射力脉冲弹性成像的定性声触诊组织成像(virtual touch tissue imaging, VTI)及对组织同时进行定性及定量分析的声触诊组织量化成像进行肿物硬度与淋巴结转移的相关性研究, 结果表明: VTI评分5级者可作为独立预测因素。Evans等^[22]利用SWE的Q-box法对肿物进行定量测量, 结果表明: 肿物的 E_{mean} 对预测淋巴结状态具有独立意义。该研究中的 E_{mean} 是利用Q-box法通过移动感兴趣区, 选择病灶内部或边缘最硬的区域, 在最硬的区域规定一个直径为2 mm的圆形(Q-box), 计算这一区域内的“最大硬度”和“平均硬度”, 这种方法所获取的平均硬度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。本研究中利用Q-box trace法描画出肿物轮廓后所得的 E_{mean} 则能表示肿物的平均硬度。同时, 以往研究^[23]并未将SD纳入研究, SD能够反映病变异质性, 也是区分良、恶性病变的较好指标。本研究中则纳入SD, 并比较两种定量测量方法各参数值预测淋巴结转移的能力。

在本研究的各个参数测量中, Q-box trace及Q-box所得的 E_{max} 值相同, 均可以显示肿物硬度的最大值; 在 E_{mean} 及SD的测量中, Q-box trace所测T- E_{mean} 和T-SD代表肿物的平均硬度及整个肿物的异质性, Q-box所测B- E_{mean} 和B-SD代表肿物最大硬度区域的平均硬度及其异质性。在单因素分析中, Q-box及Q-box trace所得的 E_{mean} , E_{max} 及SD均与淋巴结转移均有相关性($P<0.001$); 此外, 肿物大小, 肿物位置, ER, PR, HER-2也具有统计学意义($P<0.05$)。在多因素分析中, Q-box法测得肿物的B- E_{mean} ($P=0.028$)可作为淋巴结转移的独立因素, 这与Evans等^[22]的研究结果一致, 而B- E_{max} 和B-SD无统计学意义。Q-box trace法测得肿物的T-SD($P=0.001$)可作为淋巴结转移的独立因素, 而T- E_{max} 和T- E_{mean} 无统计学意义。由此可见, Q-box及Q-box trace对淋巴结转移的预测作用各有侧重, 临床可根据SWE不同测量方法的不同参数为乳腺癌患者作出更好的决策。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, 而患者年龄、肿物类型、组织学分级、ER及PR并不具有统计学意义, 这与以往的研究^[22,24-25]结果一致。

多数研究^[19-20]中纳入病例人数相对较少(分别为166, 100例), 并只测量1个切面的硬度参数, 统计分析的说服力较弱, 只表明在单因素分析中, 肿物硬度与淋巴结状态具有相关性。Evans等^[22]虽纳入的病例数量较大(396例), 但该

研究为回顾性研究, 弹性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。本研究属于前瞻性研究, 收集病例数量较大(304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, 排除了医师经验不同及已知病理结果对SWE测值的干扰。

但本研究仍存在一定的局限性: 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, SWE对乳腺肿物的评估能力及对ALNM状态的预测能力将得到更为有利的证实。

综上所述, 通过测量乳腺肿物的硬度可在术前预测淋巴结转移情况, SWE不同定量测量方法所获的参数值预测淋巴结的能力各有千秋, 其中Q-box trace方法获得的SD及Q-box获得的 E_{mean} 可作为预测淋巴结转移状态的独立因素, 临床可根据SWE不同方法的不同参数为乳腺癌患者作出更好的决策。

参考文献

1. 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.
2. 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.
3. 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.
4. 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.
5. 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 (≤ 2 cm) breast cancer?[J]. *Medicine (Baltimore)*, 2015, 94(42): e1540.
6. 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.
7. 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.
8. 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.
 9. Fisher ER, Wang J, Bryant J, et al. Pathobiology of preoperative chemotherapy: Findings from the national surgical adjuvant breast and bowel (NSABP) protocol b-18[J]. *Cancer*, 2002, 95(4): 681-695.
 10. 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.
 11. 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.
 12. Malladi S, Macalino DG, Xin J, et al. Metastatic latency and immune evasion through autocrine inhibition of WNT[J]. *Cell*, 2016, 165(1): 45-60.
 13. Mehta TS, Raza S. Power Doppler sonography of breast cancer: does vascularity correlate with node status or lymphatic vascular invasion?[J]. *Ajr Am J Roentgenol*, 1999, 173(2): 303-307.
 14. Nouh MA, Ismail H, El-Din NH, et al. Lymph node metastasis in breast carcinoma: clinicopathological correlations in 3747 patients[J]. *J Egypt Natl Canc Inst*, 2004, 16(1): 50-56.
 15. 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.
 16. 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.
 17. Levental KR, Yu H, Kass L, et al. Matrix crosslinking forces tumor progression by enhancing integrin signaling[J]. *Cell*, 2009, 139(5): 891-906.
 18. Wang ZL, Sun L, Li Y, et al. Relationship between elasticity and collagen fiber content in breast disease: a preliminary report[J]. *Ultrasonics*, 2015, 57: 44-49.
 19. 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.
 20. Evans A, Whelehan P, Thomson K, et al. Invasive breast cancer: relationship between shear-wave elastography findings and histologic prognostic factors[J]. *Radiology*, 2012, 263(3): 673-677.
 21. Li XL, Xu HX, Li DD, et al. A risk model based on ultrasound, ultrasound elastography, and histologic parameters for predicting axillary lymph node metastasis in breast invasive ductal carcinoma[J]. *Sci Rep*, 2017, 7(1): 3029-3040.
 22. 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.
 23. Chen L, He J, Liu G, et al. Diagnostic performances of shear-wave elastography for identification of malignant breast lesions: a meta-analysis[J]. *Jpn J Radiol*, 2014, 32(10): 592-599.
 24. 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.
 25. Qiu PE, 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.

本文引用: 臧丽, 李晶, 马燕. 剪切波弹性成像中不同定量测量方法预测乳腺癌腋下淋巴结转移能力[J]. *临床与病理杂志*, 2018, 38(4): 772-778. doi: 10.3978/j.issn.2095-6959.2018.04.015

Cite this article as: ZANG Li, LI Jing, MA Yan. Different quantitative methods for shear wave elastography in predicting axillary lymph node metastasis[J]. *Journal of Clinical and Pathological Research*, 2018, 38(4): 772-778. doi: 10.3978/j.issn.2095-6959.2018.04.015