

doi: 10.3978/j.issn.2095-6959.2022.10.013

View this article at: <https://dx.doi.org/10.3978/j.issn.2095-6959.2022.10.013>

超声弹性成像与超声造影对乳腺癌的诊断效能 及其与免疫组织化学指标的相关性

陈雨薇, 李慧, 王才善

[苏州大学附属第二医院(浒关院区)超声科, 江苏 苏州 215000]

[摘要] 目的: 探索超声弹性成像与超声造影对乳腺癌的诊断效能及其与免疫组织化学指标的相关性。方法: 回顾性分析2019年2月至2021年3月期间收集的接受超声弹性成像与超声造影检查的134例疑似单发病灶乳腺癌患者, 均进行超声造影、超声弹性成像检查。以组织病理活检为“金标准”, 分析各项诊断方式的诊断效能, 同时进行人类表皮生长因子受体-2(human epidermal growth factor receptor-2, HER-2)、雌激素受体(estrogen receptor, ER)、孕激素受体(progesterone receptor, PR)、Ki-67检测, 分析超声参数[达峰时间(time to peak, TTP)、最大弹性(maximum enhancement, Emax)值]与免疫组织化学指标的相关性。结果: 超声造影诊断准确率为78.36%, 超声弹性成像诊断准确率为72.39%, 两项联合诊断准确率为94.03%。经受试者工作特征(receiver operating characteristic, ROC)曲线分析, 超声弹性成像、超声造影、两项联合预测乳腺癌的曲线下面积(area under the curve, AUC)分别为0.652、0.743、0.928。同时HER-2阳性表达者的Emax值[(144.47±22.13) kPa]和TTP水平[(17.58±2.11) s]均高于阴性表达者; Ki-67高表达患者的Emax值[(145.11±19.76) kPa]和TTP水平[(17.82±2.55) s]均高于低表达者(均 $P<0.05$)。经Spearman法分析, TTP与Ki-67呈正相关。结论: 超声造影联合超声弹性成像诊断乳腺癌的效能较高, 且超声参数TTP可能与Ki-67存在关联。

[关键词] 超声弹性成像; 超声造影; 乳腺癌; 诊断; 免疫组织化学; 相关性

Diagnostic efficacy of ultrasonic elastography and contrast-enhanced ultrasound in breast cancer and their correlation with immunohistochemical markers

CHEN Yuwei, LI Hui, WANG Caishan

[Department of Ultrasound, Second Affiliated Hospital of Soochow University (Huguan District), Suzhou Jiangsu 215000, China]

Abstract **Objective:** To explore the diagnostic efficacy of breast cancer by ultrasound elastography and contrast-enhanced ultrasound and its correlation with immunohistochemical indexes. **Methods:** Retrospective analysis of 134 patients of suspected single focus breast cancer who underwent ultrasound elastography and contrast-enhanced ultrasound were collected from February 2019 to March 2021. Contrast-enhanced ultrasound and ultrasound elastography

收稿日期 (Date of reception): 2022-05-08

通信作者 (Corresponding author): 陈雨薇, Email: chenyuwei08052000@163.com

were performed. The diagnostic efficacy of various diagnostic methods was analyzed with histopathological biopsy as the “gold standard”. At the same time, human epidermal growth factor receptor-2 (HER-2), estrogen receptor (ER), progesterone receptor (PR), and Ki-67 were detected, the correlations between ultrasonic parameters [time to peak (TTP), maximum enhancement (Emax) value] and immunohistochemical indexes were analyzed. **Results:** The diagnostic accuracy of contrast-enhanced ultrasound was 78.36%, the diagnostic accuracy of ultrasound elastography for breast cancer was 72.39%, and the combined diagnostic accuracy of the two was 94.03%. According to the receiver operating characteristic (ROC) curve analysis, the areas under the curve (AUCs) of ultrasound elastography, contrast-enhanced ultrasound, and the two combined to predict breast cancer were 0.652, 0.743, and 0.928, respectively. At the same time, the Emax value [(144.47±22.13) kPa] and TTP levels [(17.58±2.11) s] of HER-2 positive expression were higher than those of negative expression; the levels of Emax value [(145.11±19.76) kPa] and TTP [(17.82±2.55) s] in patients with high Ki-67 expression were higher than those in patients with low Ki-67 expression (all $P < 0.05$). By Spearman analysis, TTP was positively correlated with Ki-67. **Conclusion:** Contrast-enhanced ultrasound combined with elastography is more effective in the diagnosis of breast cancer, and the ultrasonic parameter TTP may be associated with Ki-67.

Keywords ultrasonic elastography; contrast-enhanced ultrasound; breast cancer; diagnosis; immunohistochemistry; correlation

乳腺癌发病率位居女性恶性肿瘤首位, 发病率可随着环境恶化和人们生活方式改变, 呈上升趋势, 且逐渐年轻化, 严重威胁患者身体健康和生命安全, 因此早期诊断、治疗对预后改善具有重要意义^[1]。但由于早期乳腺癌病灶较小, 症状、体征不典型, 漏诊率较高, 因此需要借助影像、实验室检测^[2]。组织病理活检是诊断乳腺癌的“金标准”, 准确率虽较高, 但属于创伤性操作, 不可作为首选诊断技术, 而影像技术中, 超声因操作简便、性价比高等特点作为首选方法^[3]。然而, 二维超声灵敏度和特异度并不理想。随着医学技术发展, 新的超声方式已推广于临床, 超声弹性成像、超声造影均是近年来的研究热点, 与二维超声比较, 大大提高了诊断准确率, 但两者之间的诊断效能存在争议。基于此, 本文对比了超声造影、超声弹性成像的诊断效能。同时有研究^[4]发现乳腺癌分子生物学特性决定了生物学行为, 故检测免疫组织化学指标具有一定作用。对此, 本文也探索了2种诊断技术的定量参数与免疫组织化学指标的相关性, 以期早期获取肿瘤的生物信息, 为诊疗提供参考依据。

1 对象与方法

1.1 对象

回顾性分析在2019年2月至2021年3月期间收集的接受超声弹性成像与超声造影检查的134例

疑似单发病灶乳腺癌患者。患者均为女性, 年龄(41.39±4.46)岁, 体重(58.91±5.43) kg。本研究符合伦理审查《赫尔辛基宣言》。

纳入标准: 1)均因疾病需求接受组织病理活检; 2)年龄≥18岁; 3)临床资料齐全。排除标准: 1)乳腺多发病灶; 2)合并重大器官损伤; 3)自身免疫性疾病; 4)合并其他恶性肿瘤。

1.2 超声方法

超声弹性成像检测: 使用上海同舸医疗器械公司提供的Logiq E9型号超声诊断仪, 行常规二维扫查后, 调整为弹性成像模式, 选择病灶作为感兴趣区域(region of interest, ROI), 适当调节面积, 使其保持在病灶面积周围的1.5倍, 探头触及肿块, 将肿块移至弹性成像取样框内, 取样框为肿瘤的1倍, 选择双幅模式, 多切面观察, 确定病灶情况。测量肿块内颜色最亮处, 得到最大弹性(maximum enhancement, Emax)值, 测3次, 取平均值。同时根据血流、肿块大小、超声声像进行弹性评分, 评分标准^[5]: 5分, 整个病灶及周围组织均呈蓝色, 且为低回声; 4分, 仅整个病灶为蓝色; 3分, 病灶中央呈蓝色, 周边组织呈绿色; 2分, 低回声病灶内部伴有绿色和蓝色花纹; 1分, 病灶显示绿色。4~5分判定为阳性, 1~3分为阴性。

超声造影: 调整至超声造影模式后, 经肘静脉注射造影剂(振匀5 mL生理盐水+六氟化硫微

泡), 注射剂量2.4~4.8 mL, 开启动态造影, 保存图像, 选取病灶ROI(肿瘤边缘以内2~5 mm), 重复测量3次ROI, 取平均值, 记录达峰时间(time to peak, TTP), 避开大血管。同时使用Adler分级判断肿块^[6]: III级, 肿块可见丰富血流信号, 且发现网状血管; II级, 中等量血流信号; I级, 少量血流信号; 0级, 未显示血流信号。II~III级为阳性。

病理检查: 行病理检查, 取材后经甲醛溶液固定、包埋、染色, 由经验丰富的病理科医师分析切片。

1.3 免疫组织化学指标检测

免疫组织化学采用二步法, 石蜡切片, 放入二胺四乙酸二钠修复液, 修复抗原2 min, PBS冲洗, 加入一抗4 ℃过夜, 冲洗, 加入二抗, 37 ℃维持40 min, 冲洗后加入显色液(3, 3'-二氨基联苯胺), 观察信号, 适时终止显色, 再进行复染、脱水、封片。使用免疫组织化学法检测孕激素受体(progesterone receptor, PR)、人类表皮生长因子受体-2(human epidermal growth factor receptor-2, HER-2)、Ki-67、雌激素受体(estrogen receptor, ER)。结果判读^[7]: Ki-67高表达, 染色阳性细胞比例 $\geq 14\%$, 低表达, 比例 $< 14\%$; PR、ER阳性, 肿瘤细胞核染色 $\geq 10\%$; 根据细胞膜可染色的强度和细胞比例判断HER-2, 分为标记3+、2+、1+、0, 3+为阳性, 0或1+为阴性, 2+者需再次进行荧光原位杂交检验, 若无HER-2基因扩增为阴性, 若有基因扩增为阳性。

1.4 统计学处理

采用SPSS 20.0统计学软件处理。四格表组内比较采用配对 χ^2 检验, 诊断正确率用率表示, 行 χ^2 检验; 超声弹性成像、超声造影、两项联合分别与病理结果的一致性使用Kappa检验, ≥ 0.75 为一致性较好; 相关性采用Spearman法分析; 各

项诊断指标预测乳腺癌效能均采用受试者工作特征(receiver operating characteristic, ROC)曲线分析, 以 $\alpha=0.05$ 为检验水准, $P<0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 不同超声扫描模式结果与病理结果比较

134例疑似乳腺癌患者, 经组织病理活检后确诊的有112例。与病理结果比较, 超声弹性成像诊断乳腺癌准确率为72.39%(97/134), 一致性较低(Kappa=0.232, $P=0.004$); 超声造影诊断准确率为78.36%(105/134), 一致性一般(Kappa=0.381, $P=0.001$); 两项联合诊断准确率为94.03%(126/134), 一致性较好(Kappa=0.797, $P<0.001$)。两两比较中, 两项联合的诊断准确率高与超声弹性成像比较($\chi^2=73.297$, $P<0.001$), 与超声造影比较($\chi^2=66.942$, $P<0.001$; 表1)。

2.2 分析各项诊断方式预测效能

经ROC曲线分析, 超声弹性成像、超声造影、两项联合预测乳腺癌的曲线下面积(area under the curve, AUC)分别为0.652、0.743、0.928(表2)。如两项联合与超声弹性成像的AUC比较: $Z=(0.928-0.652)/(0.038 \times 0.038 + 0.067 \times 0.067)^{0.5} = 3.583$, $P=[1-NORMSDIST(3.583)] \times 2 < 0.001$; 两项联合与超声造影的AUC比较: $Z=2.544$, $P=0.001$ 。ROC曲线见图1。

2.3 免疫组织化学指标不同状态的超声定量参数水平比较

PR、ER阳性表达者和阴性表达者E_{max}值和TTP水平比较差异无统计学意义($P>0.05$), HER-2阳性表达者的E_{max}值和TTP水平均高于阴性表达者; Ki-67高表达患者的E_{max}值和TTP水平均高于低表达者(均 $P<0.05$, 表3)。

表 1 不同超声扫描模式结果与病理结果比较

Table 1 Comparison of results of different ultrasound scanning modes and pathological results

病理	超声弹性成像 / 例		超声造影 / 例		两项联合 / 例		合计 / 例
	阳性	阴性	阳性	阴性	阳性	阴性	
阳性	85	27	90	22	106	6	112
阴性	10	12	7	15	2	20	22
合计	95	39	97	37	108	26	134

表2 各项诊断方式预测乳腺癌的效能

Table 2 Performance of various diagnostic methods to predict breast cancer

检验结果变量	AUC	标准误	P	95%CI	约登指数	敏感度/%	特异度/%
超声弹性成像	0.652	0.067	0.024	0.520~0.784	0.304	75.9	54.5
超声造影	0.743	0.062	<0.001	0.621~0.864	0.486	80.4	68.2
两项联合	0.928	0.038	<0.001	0.854~1.000	0.855	94.6	90.9

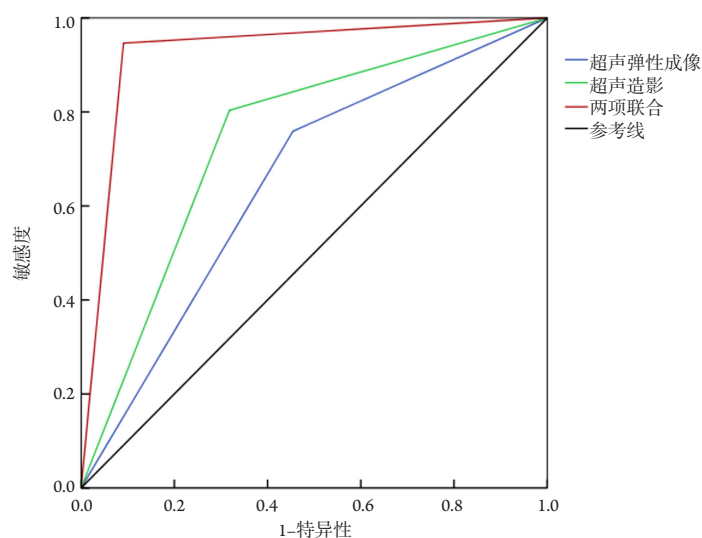


图1 超声弹性成像、超声造影、两项联合预测乳腺癌ROC曲线

Figure 1 Ultrasound elastography, contrast-enhanced ultrasound, and the two combined predict breast cancer ROC curve

表3 免疫组织化学指标不同状态的超声定量参数水平比较

Table 3 Comparison of ultrasound quantitative parameter levels for different status of immunohistochemical indicators

免疫组织化学指标	n	E _{max} /kPa	t	P	TTP/s	t	P
PR			0.424	0.673		1.582	0.116
阳性	82	138.69 ± 16.86			16.77 ± 3.32		
阴性	52	137.41 ± 17.33			15.74 ± 4.17		
ER			0.254	0.800		1.872	0.063
阳性	96	138.42 ± 15.22			16.89 ± 4.54		
阴性	38	137.74 ± 13.47			15.33 ± 4.59		
HER-2			5.2700	<0.001		11.787	<0.001
阳性	89	144.47 ± 22.13			17.58 ± 2.11		
阴性	45	122.32 ± 21.41			13.32 ± 1.12		
Ki-67			6.229	<0.001		11.101	<0.001
高表达	92	145.11 ± 19.76			17.82 ± 2.55		
低表达	42	123.03 ± 17.32			13.19 ± 1.31		

2.4 超声定量参数与免疫组织化学指标的相关性

经Spearman法分析, TTP与Ki-67呈正相关($P < 0.05$, 表4)。

表4 超声定量参数与免疫组织化学指标的相关性

Table 4 Correlation between ultrasonic quantitative parameters and immunohistochemical indicators

免疫组织 化学指标	E _{max} /kPa		TTP/s	
	<i>r</i>	<i>P</i>	<i>r</i>	<i>P</i>
PR	0.073	0.400	0.035	0.691
ER	0.009	0.914	0.073	0.403
HER-2	0.077	0.379	0.134	0.121
Ki-67	0.119	0.169	0.201	0.020

3 讨论

乳腺癌是女性好发的恶性肿瘤, 诱因与放射线、电离辐射、大气污染、内分泌、病毒、遗传等因素有关, 由于早期症状不具有特异性, 无法通过体征评估。目前主要以影像检查为主。而超声因操作简便、性价比高、无创等优势被广泛推广, 二维超声虽能够确定病变位置、大小、边缘以及形态, 但早期乳腺癌未侵入基底膜, 间质反应并不明显, 缺乏典型恶性特征, 误诊率、漏诊率仍较高, 无法作为评估依据^[8]。随着超声技术的进步, 超声造影、超声弹性成像已逐渐应用于临床, 均存在各自优劣性, 在推广价值中存在争议^[9]。

超声弹性成像, 作为一种新型超声显像技术, 与传统成像模式比较, 能够压缩较硬组织, 使其移位到软组织, 通过测量压缩产生的移位测算硬度, 并对肿块进行彩色编码, 能够以不同灰阶或不同颜色识别当前组织硬度病变, 为临床提供科学依据^[10-11]。超声造影是一种基于二维超声发展而来的技术, 经静脉推注微泡造影剂, 能够显示肿块内部及周围滋养血管, 从而准确反映微循环血流灌注过程和病变形态学特征, 为临床提供依据^[12-13]。分析本研究结果发现超声弹性成像诊断乳腺癌准确率为72.39%, 超声造影诊断准确率为78.36%, 说明超声造影、超声弹性成像均具有一定诊断效能。而比较组间差异时, 两项联合诊断准确率高于单个诊断结果, 说明超声造影联合超声弹性成像诊断效能较高, 与闫焕楠等^[14]研

究结果相似。分析其原因为超声弹性成像可通过组织硬度图像, 根据弹性系数差异分辨良恶性, 且利用压迫前后回声信号分辨图像颜色, 更加生动形象地显示病变位置, 但该项技术易受呼吸干扰, 存在误诊、漏诊率; 超声造影可借助高频超声探头分辨良性肿块血供情况, 弥补传统彩超检查缺陷, 更清晰显示新生血管组织, 为临床诊断提供科学依据, 但该项技术仅能够观察到一个切面内病灶, 且受到病变位置影响, 导致诊断失误, 建议两项联合诊断^[15-16]。

乳腺癌分子生物学因素决定了病理形态, 而病理形态又是影像学基础, 因此推测超声参数与分子免疫组织化学指标有相关性。PR、ER、HER-2、Ki-67是当前常用的免疫组织化学指标, 其中PR、ER是调控靶器官生长发育的主要指标, 当该指标出现增多, 意味着机体上皮细胞发生异型增生; HER-2是调控细胞分化和分裂的重要因子, 高表达提示当前恶性程度高; Ki-67可反映肿瘤细胞增殖活性, 阳性说明肿瘤侵袭能力强, 增殖速度快。本研究结果显示: HER-2和Ki-67阳性表达者的E_{max}值和TTP水平更高, 说明乳腺恶性程度越高, 弹性模量E_{max}值越高, 血流信号越丰富, 相应的HER-2和Ki-67水平表达越高。分析其原因是: 结节生长速度越快, 越易发生液化坏死, 导致免疫组织化学指标升高, 而液化坏死产生的不均匀增强可侵犯周围组织, 导致乳腺结节变硬, 升高E_{max}值和TTP水平^[17]。且经相关性分析, TTP与Ki-67呈正相关, 说明超声造影参数与部分分子免疫组织化学指标存在一定关联。但PR、ER阳性表达者和阴性表达者E_{max}值和TTP水平比较差异无统计学意义, 关于免疫组织化学指标与超声参数指标的相关性还有待进一步探索。

综上所述, 超声造影联合超声弹性成像具有操作简便、性价比高特点, 可为乳腺癌患者的临床诊疗提供依据。超声参数TTP可能与Ki-67存在关联, 但具体机制还需通过日后大样本探索。同时本研究也存在一定局限性: 首先仅选取了单个医院患者作为研究对象, 较为局限; 其次作为回顾性分析, 存在病例选取偏倚。因此, 关于超声参数与免疫组织化学指标的相关性还有待进一步研究。

参考文献

1. 高曼丽, 蔡芹芹, 包迪, 等. 乳腺癌二维超声、彩色多普勒血流显

- 像、剪切波弹性成像、造影参数联合评估与病理对照[J]. 分子影像学杂志, 2021, 44(6): 1002-1006.
- GAO Manli, CAI Qinqin, BAO Di, et al. Evaluation of ultrasound multiple parameters (two-dimensional, color Doppler flow imaging, shear wave elastography, contrast-enhanced imaging) in breast cancer versus pathological control[J]. *Journal of Molecular Imaging*, 2021, 44(6): 1002-1006.
- Helfgott R, Mittlböck M, Miesbauer M, et al. The influence of breast cancer subtypes on axillary ultrasound accuracy: a retrospective single center analysis of 583 women[J]. *Eur J Surg Oncol*, 2019, 45(4): 538-543.
 - 周艳珂, 李潜, 田婧, 等. 超声造影及弹性成像技术在乳腺癌新辅助化疗疗效评估中的应用价值[J]. *癌症进展*, 2021, 19(23): 2413-2416.

ZHOU Yanke, LI Qian, TIAN Jing, et al. Application value of sonography and elasticography in evaluating the efficacy of neoadjuvant chemotherapy for breast cancer[J]. *Oncology Progress*, 2021, 19(23): 2413-2416.

 - 任锋, 门永忠, 姚旗. 乳腺癌超声特征与病理、分子生物学指标的相关性研究[J]. *实用癌症杂志*, 2020, 35(8): 1355-1358, 1372.

REN Feng, MEN Yongzhong, YAO Qi. Study on the correlation between ultrasonic characteristics and pathological and molecular biological indexes of breast cancer[J]. *The Practical Journal of Cancer*, 2020, 35(8): 1355-1358, 1372.

 - 赵娅雯, 李艳宁, 李智贤, 等. 乳腺浸润性导管癌组织学分级与超声弹性评分的相关性研究[J]. *广西医科大学学报*, 2018, 35(12): 1690-1692.

ZHAO Yawen, LI Yanning, LI Zhixian, et al. Correlation between histological grade and ultrasound elasticity score in invasive ductal carcinoma of the breast[J]. *Journal of Guangxi Medical University*, 2018, 35(12): 1690-1692.

 - 张岱, 忻晓洁, 穆洁, 等. 超微血管显像与超声造影对小肾肿瘤诊断价值的比较分析[J]. *中华医学杂志*, 2019, 99(23): 1778-1781.

ZHANG Dai, XIN Xiaojie, MU Jie, et al. Comparative analysis of superb microvascular imaging and contrast-enhanced ultrasound in diagnosis of small renal masses[J]. *National Medical Journal of China*, 2019, 99(23): 1778-1781.

 - Kwon BR, Chang JM, Lee J, et al. Detection of axillary lymph node recurrence in patients with personal history of breast cancer treated with sentinel lymph node biopsy (SLNB): results of postoperative combined ultrasound and mammography screening over five consecutive years[J]. *Acta Radiol*, 2019, 60(7): 852-858.
 - 聂维齐, 陈磊, 单秀慧, 等. 超声弹性成像与超声造影在乳腺癌诊断与预测新辅助化疗效果中的应用[J]. *临床误诊误治*, 2020, 33(6): 91-96.

NIE Weiqi, CHEN Lei, SHAN Xiuhui, et al. Application of ultrasound elastography and contrast-enhanced ultrasound in the diagnosis and prediction of breast cancer in patients undergoing neoadjuvant chemotherapy[J]. *Clinical Misdiagnosis & Mistherapy*, 2020, 33(6): 91-96.

 - Zhu Q, Ademuyiwa FO, Young C, et al. Early assessment window for predicting breast cancer neoadjuvant therapy using biomarkers, ultrasound, and diffuse optical tomography[J]. *Breast Cancer Res Treat*, 2021, 188(3): 615-630.
 - 周成香, 刘亚斌, 赵林, 等. 超声造影联合超声弹性成像组织弥散定量分析在乳腺癌诊断中的应用[J]. *现代生物医学进展*, 2021, 21(19): 3783-3786, 3791.

ZHOU Chengxiang, LIU Yabin, ZHAO Lin, et al. Application of ultrasound contrast combined with ultrasound elastography quantitative analysis of tissue diffusion in the diagnosis of breast cancer[J]. *Progress in Modern Biomedicine*, 2021, 21(19): 3783-3786, 3791.

 - Zhao J, Zhang J, Zhu QL, et al. The value of contrast-enhanced ultrasound for sentinel lymph node identification and characterisation in pre-operative breast cancer patients: a prospective study[J]. *Eur Radiol*, 2018, 28(4): 1654-1661.
 - 巩海燕, 周文斌, 邓晶, 等. 实时剪切波弹性成像和超声造影技术单独及联合诊断在乳腺癌中的应用价值[J]. *实用医学杂志*, 2021, 37(13): 1742-1745.

GONG Haiyan, ZHOU Wenbin, DENG Jing, et al. Diagnostic values of shear wave elastography and contrast-enhanced ultrasound techniques for breast cancer[J]. *The Journal of Practical Medicine*, 2021, 37(13): 1742-1745.

 - 王霞, 李君, 陈晶, 等. 超声造影结合实时弹性成像技术评估乳腺癌患者血流动力学指标[J]. *中国医学物理学杂志*, 2020, 37(7): 890-893.

WANG Xia, LI Jun, CHEN Jing, et al. Evaluation of hemodynamic indexes of breast cancer patients by contrast-enhanced ultrasound combined with real-time elastography[J]. *Chinese Journal of Medical Physics*, 2020, 37(7): 890-893.

 - 闫焕楠, 曹军英, 牟泳霖, 等. 剪切波弹性成像联合超声造影在浸润性乳腺癌诊断中应用[J]. *创伤与急危重病医学*, 2019, 7(4): 204-206.

YAN Huannan, CAO Junying, MU Yonglin, et al. The application of shear wave elastography combined with contrast-enhanced ultrasound in the diagnosis of invasive breast cancer[J]. *Trauma and Critical Care Medicine*, 2019, 7(4): 204-206.

 - 韩彦峰, 邹淑伟, 王宝华. 超声弹性成像与超声造影在乳腺癌新辅助化疗效果评估中的应用[J]. *中国医药导报*, 2018, 15(16): 114-117.

HAN Yanfeng, ZOU Shuwei, WANG Baohua. Application of ultrasound elastography and contrast-enhanced ultrasonography in the evaluation of neoadjuvant chemotherapy for breast cancer[J]. *China*

- Medical Herald, 2018, 15(16): 114-117.
16. Khairalseed M, Javed K, Jashkaran G, et al. Monitoring early breast cancer response to neoadjuvant therapy using H-scan ultrasound imaging: preliminary preclinical results[J]. J Ultrasound Med, 2019, 38(5): 1259-1268.
17. 赵青, 杨晓婧, 纪甜甜, 等. 超声助力式弹性成像和剪切波弹性成像及超声造影特征与乳腺癌分子生物学指标的相关性[J]. 中华实用诊断与治疗杂志, 2020, 34(8): 768-772.
- ZHAO Qing, YANG Xiaojing, JI Tiantian, et al. Correlations of ultrasound-assisted elasticity imaging, shear-wave elastography imaging and contrast-enhanced ultrasound features with molecular biological indexes of breast cancer[J]. Journal of Chinese Practical Diagnosis and Therapy, 2020, 34(8): 768-772.

本文引用: 陈雨薇, 李慧, 王才善. 超声弹性成像与超声造影对乳腺癌的诊断效能及其与免疫组织化学指标的相关性[J]. 临床与病理杂志, 2022, 42(10): 2420-2426. doi: 10.3978/j.issn.2095-6959.2022.10.013

Cite this article as: CHEN Yuwei, LI Hui, WANG Caishan. Diagnostic efficacy of ultrasonic elastography and contrast-enhanced ultrasound in breast cancer and their correlation with immunohistochemical markers[J]. Journal of Clinical and Pathological Research, 2022, 42(10): 2420-2426. doi: 10.3978/j.issn.2095-6959.2022.10.013