

✧胸部影像学

Qualitative shear wave elastography in differential diagnosis of benign and malignant breast masses

ZHANG Wei, WANG Bo, LI Jing*, WANG Xuejiao, CONG Rui, REN Weidong

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

[Abstract] **Objective** To evaluate the value of qualitative shear wave elastography (SWE) in differential diagnosis of benign and malignant breast masses. **Methods** Totally 236 patients (261 breast masses) underwent conventional ultrasound and SWE examines. Images of conventional ultrasound were classified according to breast imaging reporting and data system (BI-RADS). And images of SWE were classified to six patterns. With the pathologic results as gold standard, ROC curves for SWE pattern, BI-RADS classification and the combination of SWE with BI-RADS were analyzed to evaluate the diagnostic efficacy. **Results** There were 100 benign masses and 161 malignant masses. With pattern 3 as optimal cut-off value of SWE, the sensitivity, specificity, accuracy, positive predictive value and negative predictive value was 85.71% (138/161), 93.00% (93/100), 88.51% (231/261), 95.17% (138/145), 80.17% (93/116), respectively. With BI-RADS classification 4a as optimal cut-off value of conventional ultrasound, the sensitivity, specificity, accuracy, positive predictive value and negative predictive value was 98.76% (159/161), 73.00% (73/100), 88.89% (232/261), 85.48% (159/186), 97.33% (73/75), respectively. For the combination of SWE with BI-RADS, the sensitivity, specificity, accuracy, positive predictive value and negative predictive value was 99.38% (160/161), 70.00% (70/100), 88.12% (230/261), 84.21% (160/190), 98.59% (70/71), respectively. The specificity and positive predictive value of SWE pattern were higher than those of BI-RADS classification and the combination of SWE with BI-RADS (all $P < 0.05$). The sensitivity and negative predictive value of BI-RADS classification and the combination of SWE with BI-RADS were higher than those of SWE pattern. There was no significant difference of accuracy among SWE pattern, BI-RADS classification and the combination of SWE with BI-RADS. **Conclusion** Qualitative SWE is helpful for differential diagnosis of benign and malignant breast masses.

[Key words] Breast neoplasms; Ultrasonography; Elasticity imaging techniques; Diagnostic imaging

DOI:10.13929/j.1003-3289.2016.07.019

剪切波弹性成像定性技术鉴别诊断乳腺良恶性病变

张 威, 王 博, 李 晶*, 汪雪娇, 丛 瑞, 任卫东

(中国医科大学附属盛京医院超声科, 辽宁 沈阳 110004)

[摘要] **目的** 探讨 SWE 定性技术在乳腺病灶良恶性鉴别诊断中的应用价值。 **方法** 对 236 例患者共 261 个病灶行常规超声及 SWE 检查。以常规超声图像进行乳腺影像报告和数据系统(BI-RADS)分类, 将 SWE 图像分为 6 种类型。以病理结果为金标准, 绘制 ROC 曲线, 评价 SWE 分型、BI-RADS 分类及二者联合的诊断效能。 **结果** 良性病灶 100 个, 恶性病灶 161 个。以 SWE 分型 3 型为诊断界点, 敏感度、特异度、准确率、阳性预测值、阴性预测值分别为 85.71% (138/161)、93.00% (93/100)、88.51% (231/261)、95.17% (138/145)、80.17% (93/116); 以 BI-RADS 4a 类为诊断界点, 敏感度、特异度、准确率、阳性预测值、阴性预测值分别为 98.76% (159/161)、73.00% (73/100)、88.89% (232/261)、85.48% (159/186)、97.33% (73/75), 分别

[第一作者] 张威(1988—), 女, 吉林四平人, 在读硕士。研究方向: 浅表器官超声诊断。E-mail: 1037517559@qq.com

[通信作者] 李晶, 中国医科大学附属盛京医院超声科, 110004。E-mail: lijing@sj-hospital.org

[收稿日期] 2015-08-05 [修回日期] 2015-10-27

186)、97.33%(73/75);二者联合诊断的敏感度、特异度、准确率、阳性预测值、阴性预测值分别为 99.38%(160/161)、70.00%(70/100)、88.12%(230/261)、84.21%(160/190)、98.59%(70/71)。SWE 分型的特异度和阳性预测值均高于 BI-RADS 分类及联合诊断(P 均 <0.05),BI-RADS 分类及联合诊断的敏感度和阴性预测值均高于 SWE 分型(P 均 <0.05),三者诊断准确率差异均无统计学意义(P 均 >0.05)。结论 SWE 定性技术有助于乳腺良恶性病灶的鉴别诊断。

[关键词] 乳腺肿瘤;超声检查;弹性成像技术;诊断显像

[中图分类号] R737.9; R445.1 [文献标识码] A [文章编号] 1003-3289(2016)07-1060-05

剪切波弹性成像(shear wave elastography, SWE)技术可定量反映局部弹性信息,对不同乳腺组织进行实时弹性检测,获取不同类型乳腺组织的弹性绝对值。弹性成像图经彩色编码后叠加于二维灰阶图,硬度较大的组织显示为红色,而较软的组织则显示为蓝色,这种彩色叠加即为 SWE 的定性技术。本研究综合分析 SWE 彩色叠加图的图形特征和色彩充填状态,探讨 SWE 定性技术在乳腺病灶良恶性鉴别诊断中的应用价值。

1 资料与方法

1.1 一般资料 收集 2014 年 7 月—2015 年 4 月于我院接受 SWE 检查并经手术病理证实的乳腺占位性病变患者 236 例,均为女性,年龄 14~78 岁,平均(46.6 ± 11.8)岁。所有患者术前均无放疗及化疗史,共 261 个病灶纳入研究,最大径均 <35 mm,且均为 2003 年美国放射学超声乳腺影像报告和数据系统(breast imaging reporting and data system, BI-RADS)^[1]分类为 3~5 类的病灶。

1.2 仪器与方法 采用 SuperSonic Imagine Aixplorer 超声诊断仪, L4-15 线阵探头,频率 4~15 MHz。嘱患者取仰卧位或侧卧位,充分暴露乳腺。先行常规超声扫查,观察病灶的灰阶及血流图像特征并进行 BI-RADS 分类。再转换至 SWE 模式,杨氏模量的量程设定为 0~180 kPa。移动取样框至病灶处,检查过程中保持探头不施压,待图像稳定后再行观察,并于纵横两个切面反复上述过程,以获取最终稳定的图像并进行评价,两切面不一致时以阳性图像类型为主。

1.3 图像分析 超声检查由 1 名具有 10 年以上乳腺超声诊断经验的医师独立完成, SWE 图像评价由 2 名具有 SWE 诊断经验的医师在未知病理结果的情况下共同完成。

1.3.1 SWE 评价 将病灶分为 6 种类型:1 型(阴性),病灶及周围组织为均匀的蓝色;2 型(垂直亮线型),病灶及周围组织为蓝色,但在皮肤侧或胸肌侧持续存在超过病灶的垂直亮条;3 型(多彩型),病灶或病灶周边区出现无规律的有差异的颜色;4 型(环型),病

灶周边比周围腺体及病灶内部色亮,在病灶外缘呈环形分布,病灶内部颜色充填;5 型(空洞型),病灶周边比周围腺体色亮,在病灶外缘呈环形分布,但病灶内部无颜色充填;6 型(马蹄型),病灶前部及两侧边有颜色充填,可为不同亮度的色彩或均匀蓝色,但病灶内部及病灶后方无颜色充填或有少许充填,呈马蹄形;见图 1~6。

1.3.2 常规超声评价 以 BI-RADS 4a 类作为判断乳腺良恶性病变的界点,即将 $\leq 4a$ 类诊断为良性, $> 4a$ 类诊断为恶性。

1.3.3 联合诊断 将 BI-RADS $> 4a$ 类和(或)SWE $>$ 最佳界点诊断为恶性, BI-RADS $\leq 4a$ 类同时 SWE $\leq$ 最佳界点诊断为良性。

1.4 统计学分析 采用 SPSS 17.0 统计学软件,计量资料以 $\bar{x}\pm s$ 表示。对良恶性病灶间 SWE 类型及 BI-RADS 分类的比较采用 U 检验。以病理结果为金标准,绘制 ROC 曲线,计算曲线下面积(area under the curve, AUC),分别评价常规超声、SWE 及两种方法联合的诊断效能,以约登指数最大确定 SWE 鉴别良恶性病灶的最佳界点;SWE 分型与 BI-RADS 分类诊断效能的比较采用 χ^2 检验。 $P<0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

236 例共 261 个病灶最大径 6~34 mm,平均(16.77 ± 6.22)mm。其中良性病灶 100 个,包括腺病 40 个、纤维瘤 39 个、导管内乳头状瘤 14 个、乳腺炎 3 个、良性叶状肿瘤、脂膜炎、术后瘢痕、坏死性淋巴炎各 1 个,最大径 6~31 mm,平均(14.80 ± 6.22)mm;恶性病灶 161 个,包括浸润性导管癌 137 个、导管原位癌 13 个、黏液腺癌 4 个、转移性癌 3 个、乳头状癌 2 个、浸润性小叶癌 1 个、恶性叶状肿瘤 1 个,最大径 7~34 mm,平均(17.99 ± 5.92)mm。

2.1 BI-RADS 及 SWE 分型 乳腺良性病灶 SWE 分型为 1~6 型,中位类型为 1 型,恶性病灶 SWE 分型为 1~6,中位类型为 5 型,良恶性病灶间 SWE 分型差异有统计学意义($Z=-11.683, P<0.001$);良性病灶

BI-RADS 分类为 3~5 类,中位类型为 4a 类,恶性病灶 BI-RADS 分类为 4a~5 类,中位类型为 5 类,良性恶性病灶间 BI-RADS 类型差异有统计学意义($Z = -13.092, P < 0.001$)。见表 1。

2.2 诊断效能 ROC 曲线分析显示,常规超声诊断乳腺恶性病变的 AUC 为 0.966 (0.945~0.987),SWE 的 AUC 为 0.922 (0.884~0.961)。以 SWE 分型 3 型为诊断界点时,即 ≤ 3 型诊断为良性, > 3 型诊断为恶性,约登指数最大,为 0.787,假阴性率 (23/161, 14.28%) 高于假阳性率 (7/100, 7.00%),差异有统计学意义($\chi^2 = 154.79, P < 0.001$)。

SWE 分型、BI-RADS 分类及联合诊断的敏感度、

特异度、阳性预测值、阴性预测值、准确率见表 2。SWE 分型的特异度和阳性预测值均高于 BI-RADS 分类($\chi^2 = 13.88, 8.30, P$ 均 < 0.05),SWE 分型的敏感度和阴性预测值均低于 BI-RADS 分类($\chi^2 = 17.39, 11.79, P$ 均 < 0.05)。SWE 分型和 BI-RADS 分类准确率比较,差异无统计学意义($\chi^2 = 0.02, P = 0.890$)。SWE 分型的特异度和阳性预测值均高于联合诊断($\chi^2 = 21.04, 10.06, P$ 均 < 0.05),SWE 分型的敏感度和阴性预测值低于联合诊断($\chi^2 = 20.05, 13.36, P$ 均 < 0.05)。SWE 分型和 BI-RADS 分类与联合诊断准确率比较,差异均无统计学意义($\chi^2 = 0.09, 0.08, P$ 均 > 0.05)。

表 1 乳腺良恶性病灶的 SWE 分型及 BI-RADS 分类(个)

病理类型	SWE 分型						BI-RADS 分类				
	1 型	2 型	3 型	4 型	5 型	6 型	3 类	4a 类	4b 类	4c 类	5 类
良性($n=100$)	52	10	31	2	1	4	39	34	23	3	1
恶性($n=161$)	3	1	19	39	50	49	0	2	19	46	94
合计	55	11	50	41	51	53	39	36	42	49	95

表 2 SWE 分型、BI-RADS 分类及二者联合鉴别诊断乳腺良恶性病变的效能[% (例)]

方法	敏感度	特异度	阳性预测值	阴性预测值	准确率
SWE 分型	85.71(138/161)	93.00(93/100)	95.17(138/145)	80.17(93/116)	88.51(231/261)
BI-RADS 分类	98.76(159/161)	73.00(73/100)	85.48(159/186)	97.33(73/75)	88.89(232/261)
联合诊断	99.38(160/161)	70.00(70/100)	84.21(160/190)	98.59(70/71)	88.12(230/261)

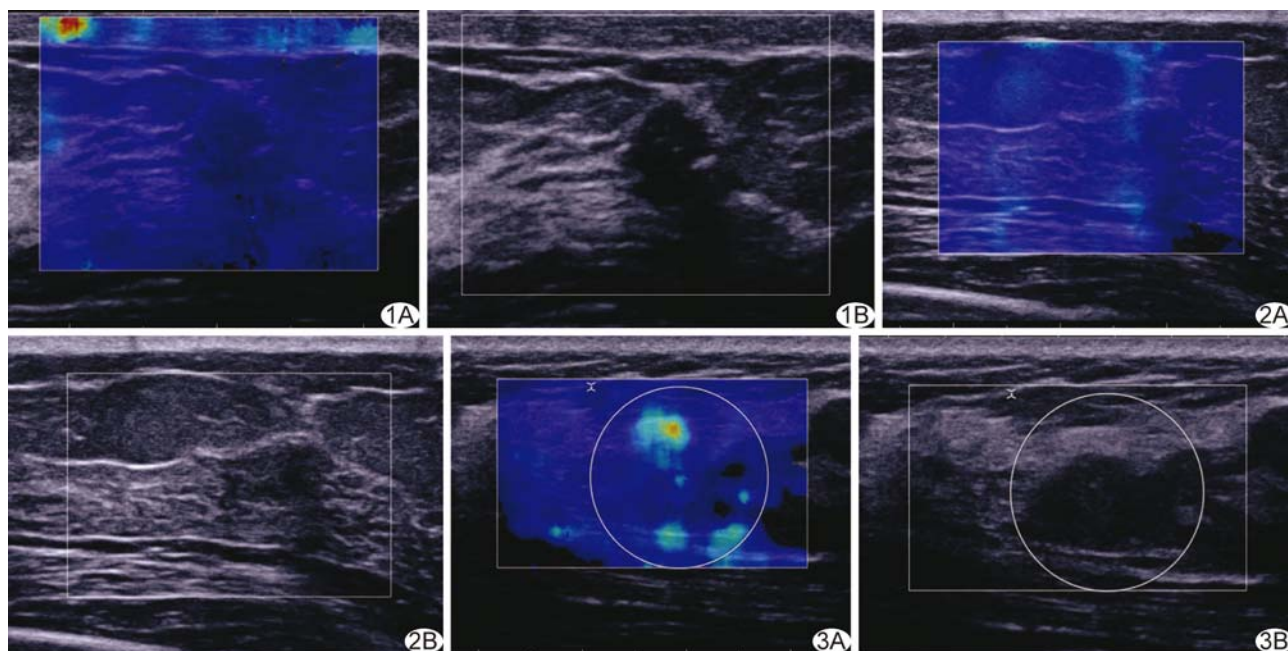


图 1 乳腺纤维瘤,SWE 分型为 1 型,呈均匀的蓝色(A),BI-RADS 为 3 类(B) 图 2 乳腺腺病,SWE 分型为 2 型,蓝色背景下可见垂直亮线(A),BI-RADS 为 4a 类(B) 图 3 乳腺腺病,SWE 分型为 3 型,呈无规律的有差异的颜色(A),BI-RADS 为 4c 类(B)

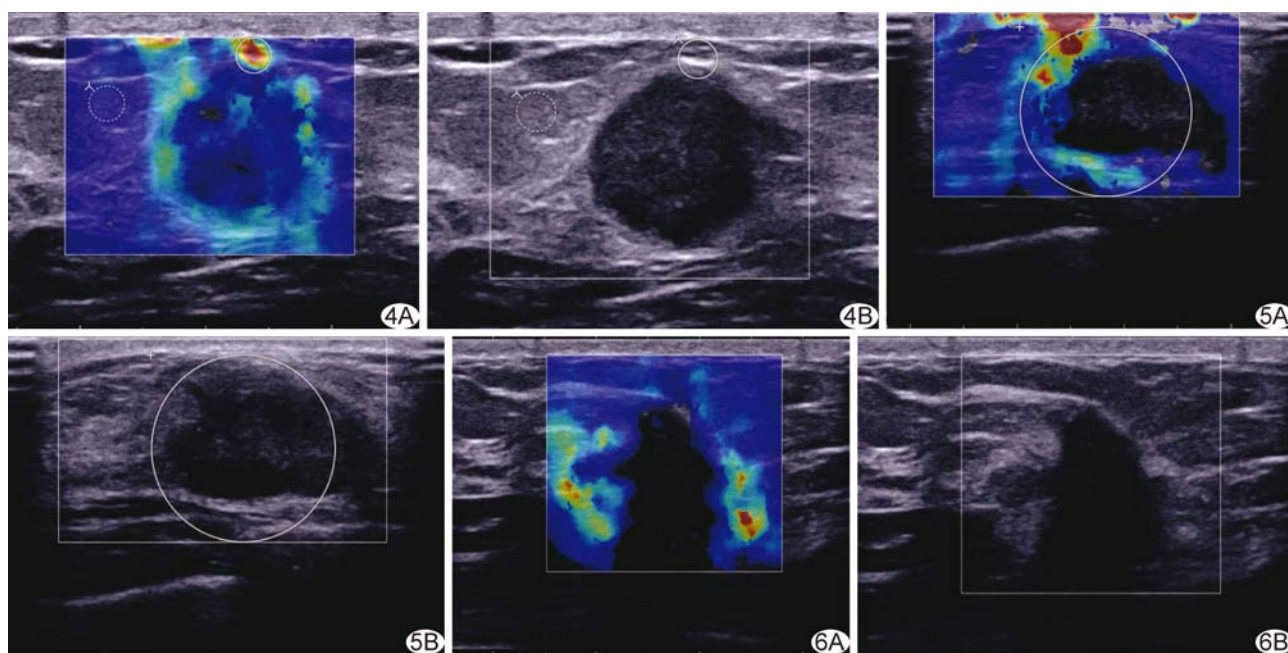


图 4 乳腺浸润性低分化腺癌, SWE 分型为 4 型, 呈环形亮色, 内部充填(A), BI-RADS 为 4c 类(B) 图 5 乳腺浸润性导管癌, SWE 分型为 5 型, 呈环形亮色, 内部不充填(A), BI-RADS 为 5 类(B) 图 6 乳腺浸润性导管癌, SWE 分型为 6 型, 呈马蹄形亮色, 内部及后方不充填(A), BI-RADS 为 5 类(B)

3 讨论

近年来, SWE 在诊断乳腺疾病中的应用已逐渐成为研究热点, 但既往研究多为应用 SWE 定量技术鉴别乳腺病灶良恶性, 针对 SWE 定性技术的研究^[2-9]较少。Tozaki 等^[2]研究报道 SWE 定性技术较定量技术操作更为便捷、快速, 且另有研究^[3-4]表明 SWE 定性技术与定量技术对乳腺良恶性病变具有相似的诊断价值。曾庆劲等^[5]的研究也显示 SWE 定性技术鉴别乳腺病灶良恶性的准确率较高。但目前对 SWE 定性技术的评价方式尚无统一标准。Evans 等^[6]报道部分乳腺病灶周边较硬, SWE 呈亮色。Berg 等^[7]提出根据乳腺病灶 SWE 彩色图像硬度变化分为 5 个层次, 根据病灶与周围组织的均匀性分为 3 种情况; Tozaki 等^[2]依据乳腺病灶 SWE 彩色图像硬度分布及硬度大小变化分为 4 种模式, 并发现有些病灶周边呈亮色而内部无颜色充填, 即“黑洞”现象, 常提示恶性肿瘤。Zhou 等^[8]研究认为“硬环征”是典型的恶性 SWE 征象, 即病灶周边为橘色或红色, 较周围乳腺组织及病灶内部色亮。笔者在实际工作中发现乳腺病灶周边的色彩连续性与病灶内部色彩充填情况有几种不同状态, 鉴于此本研究参考 SWE 彩色叠加图的图形特征及病灶内部色彩的充填情况将其分为 6 种类型, 其中 1 型和 2 型与 Tozaki 等^[2]提出的模式 1 和模式 2 相同。

Tozaki 等^[2]研究报道 SWE 技术鉴别乳腺病变良

恶性的敏感度和特异度分别为 91.3% (63/69) 和 80.6% (25/31), Yoon 等^[4]报道的敏感度和特异度分别为 89.8% (53/59) 和 64.4% (134/208), Gweon 等^[9]的研究中敏感度和特异度分别为 94.4% (34/36) 和 81.4% (79/97), Park 等^[3]研究结果显示敏感度和特异度分别为 76.00% (57/75) 和 88.89% (72/81)。本研究中, 以 SWE 分型 3 型为界点诊断乳腺恶性病变时约登指数最高, 敏感度、特异度分别为 85.71% (138/161)、93.00% (93/100), 虽然敏感度有所下降但获得了更高的特异度。本研究发现, 乳腺良恶性病灶间 SWE 分型差异有统计学意义 ($P < 0.001$), 表明恶性病灶的硬度高于良性病灶。此外本研究显示, SWE 较常规超声具有更高的特异度, 常规超声较 SWE 具有更高的敏感度, 差异均有统计学意义 (P 均 < 0.001), 两者联合诊断时敏感度最高 (99.38%)。

研究^[10]报道, 常规超声对 BI-RADS 3 类和 5 类的病灶诊断效能较高, 对 BI-RADS 4 类的病灶辅以 SWE 的有助于提高诊断准确率。国外有学者^[6]认为手术瘢痕、乳腺脓肿和放射治疗后的皮肤增厚等均可造成 SWE 出现假阳性。本研究中, SWE 分型评价法对鉴别乳腺病灶良恶性具有较好的诊断效能, 但仍存在假阴性和假阳性, 以 SWE 分型 3 型为诊断界点时, 假阴性率为 14.28% (23/161), 假阳性率为 7.00% (7/100), 差异有统计学意义 ($\chi^2 = 154.79, P < 0.001$)。

本研究定义的 4 型(环型)和 5 型(空洞型)病灶周边均较周围腺体色亮,对病灶内部有少许不充填而病灶周边与周围腺体无颜色差别者则不将其定义为空洞;6 型(马蹄型)为病灶前部及两侧边可以为彩色也可以为与周围腺体一致的均匀蓝色,病灶的内部及后方颜色不充填或有少许充填,若为均匀蓝色,要求不充填的范围 $\geq$ 病灶前部及两侧边界。连续观察病灶时,若环状、空洞、马蹄征象在病灶区交替出现,则高度提示为恶性病灶。SWE 显示病灶周边硬,内部探测不到,原因可能为:①剪切波的能量在病灶的边缘衰减或病灶内部非常硬(剪切波的速度高)^[2];②结缔组织增生反应或浸润性导管癌细胞向间质浸润^[6]。

本研究的不足:由于是定性评价 SWE 图像的图形特征,对不典型的图像难以确定其确切的图像类型,研究结果会有一定的误差。

综上所述,SWE 定性技术能反映病灶的硬度,具有较高的特异度,有助于乳腺良恶性病灶的鉴别诊断。本研究提出 SWE 图像的 6 型分型法切实可行,1 型和 2 型为公认的良好特征类型,4~6 型高度提示为恶性,3 型对乳腺良恶性的诊断价值有待进一步研究。

[参考文献]

- [1] American College of Radiology. Breast imaging reporting and data system (BI-RADS)-ultrasound. Reston VA: American College of Radiology, 2003:98.
- [2] Tozaki M, Fukuma E. Pattern classification of ShearWave™ elastography images for differential diagnosis between benign and malignant solid breast masses. *Acta Radiol*, 2011, 52 (10): 1069-1075.
- [3] Park J, Woo OH, Shin HS, et al. Diagnostic performance and color overlay pattern in shear wave elastography (SWE) for palpable breast mass. *Eur J Radiol*, 2015, 84(10):1943-1948.
- [4] Yoon JH, Ko KH, Jung HK, et al. Qualitative pattern classification of shear wave elastography for breast masses: How it correlates to quantitative measurements. *Eur Radiol*, 2013, 82 (12): 2199-2204.
- [5] 曾庆劲,曾婕,吴涛,等.剪切波弹性成像彩色图像评分法诊断良恶性乳腺实性病变.中国医学影像技术,2015,31(3):405-408.
- [6] Evans A, Whelehan P, Thomson K, et al. Quantitative shear wave ultrasound elastography: Initial experience in solid breast masses. *Breast Cancer Res*, 2010, 12(6):R104.
- [7] Berg WA, Cosgrove DO, Dore CJ, et al. Shear-wave elastography improves the specificity of breast US: The BE1 multinational study of 939 masses. *Radiology*, 2012, 262(2):435-449.
- [8] Zhou JQ, Zhan WW, Chang C, et al. Breast lesions: Evaluation with shear wave elastography, with special emphasis on the "stiff rim" sign. *Radiology*, 2014, 272(1):63-72.
- [9] Gweon HM, Youk JH, Son EJ, et al. Visually assessed colour overlay features in shear-wave elastography for breast masses: Quantification and diagnostic performance. *Eur Radiol*, 2013, 23 (3):658-663.
- [10] 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. *Eur Radiol*, 2013, 23(10):2695-2704.

《中国医学影像技术》被数据库收录情况

《中国医学影像技术》杂志是由中国科学院主管,中国科学院声学研究所主办的国家级学术期刊,被以下数据库收录:

中国精品科技期刊

《中文核心期刊要目总览》收录期刊

中国科技论文统计源期刊(中国科技核心期刊)

中国科学引文数据库核心期刊

WHO《西太平洋区医学索引》(WPRIM)收录期刊

荷兰《医学文摘》收录源期刊

英国《科学文摘》收录源期刊

俄罗斯《文摘杂志》收录源期刊

《日本科学技术振兴机构中国文献数据库》(JSTChina)收录期刊