

❖ 胸部影像学

Shear-wave elastic modulus for differential diagnosis of benign and malignant breast lesions: Meta-analysis

DING Xinhua, XU Ping, LEI Haiyan, WANG Jiabing,
TONG Minghui*, WANG Haiyong, TONG Lei

(The Third Department of Ultrasound, Lanzhou University Second Hospital, Lanzhou 730030, China)

[Abstract] **Objective** To assess the value of shear-wave elastic modulus for differential diagnosis of benign and malignant breast lesions using Meta-analysis. **Methods** Relevant Chinese and foreign articles about shear-wave elastography for differentiating benign and malignant breast lesions were collected from the literatures published before Apr. 2016. Meta-analysis was conducted to assess the overall ability of the shear wave elastic modulus including $E_{\max}$, E_{mea} , E_{ratio} and E_{sd} . **Results**

Totally 31 studies were brought into the Meta-analysis. The summarized sensitivity (SEN) and summarized specificity (SSPE) of $E_{\max}$ were 0.87 (95%CI [0.83, 0.91]) and 0.91 (95%CI [0.87, 0.93]). The SEN and SSPE of E_{mea} were 0.84 (95%CI [0.77, 0.89]) and 0.88 (95%CI [0.84, 0.91]), The SEN and SSPE of E_{ratio} were 0.88 (95%CI [0.83, 0.91]) and 0.87 (95%CI [0.80, 0.91]), the SEN and SSPE of E_{sd} were 0.85 (95%CI [0.80, 0.89]) and 0.90 (95%CI [0.85, 0.94]). The summarized receiver operator characteristic analysis showed that the area under the curve of $E_{\max}$, E_{mea} , E_{ratio} and E_{sd} were 0.95, 0.93, 0.93 and 0.93. **Conclusion** The shear wave elastic modulus contribute to differentiate benign and malignant breast lesions. Among these indices, $E_{\max}$ is the best one.

[Key words] Elasticity imaging techniques; Breast neoplasms; Meta-analysis

DOI:10.13929/j.1003-3289.201606167

剪切波弹性模量鉴别乳腺良恶性肿瘤的 Meta 分析

丁新华, 胥 萍, 雷海燕, 王佳冰, 童明辉*, 王海永, 童 磊
(兰州大学第二医院超声 3 科, 甘肃 兰州 730030)

[摘 要] **目的** 采用 Meta 分析评价剪切波弹性模量鉴别乳腺良恶性肿瘤的价值。**方法** 检索 2016 年 4 月前有关剪切波弹性成像鉴别诊断乳腺良恶性肿瘤的中文及英文文献。通过 Meta 分析评价弹性模量参数($E_{\max}$ 、 E_{mea} 、 E_{ratio} 、 E_{sd})鉴别诊断乳腺良恶性肿瘤的效能。**结果** 共纳入文献 31 篇。弹性模量 $E_{\max}$ 的合并敏感度 (SEN) 为 0.87 [95%CI (0.83, 0.91)], 合并特异度 (SSPE) 为 0.91 [95%CI (0.87, 0.93)]; E_{mea} 的 SEN 为 0.84 [95%CI (0.77, 0.89)], SSPE 为 0.88 [95%CI (0.84, 0.91)]; E_{ratio} 的 SEN 为 0.88 [95%CI (0.83, 0.91)], SSPE 为 0.87 [95%CI (0.80, 0.91)]; E_{sd} 的 SEN 为 0.85 [95%CI (0.80, 0.89)], SSPE 为 0.90 [95%CI (0.85, 0.94)]。 $E_{\max}$ 、 E_{mea} 、 E_{ratio} 、 E_{sd} 合并受试者工作特性曲线的曲线下面积分别为 0.95、0.93、0.93、0.93。**结论** 剪切波弹性模量参数有助于鉴别乳腺良恶性肿瘤, 其中 $E_{\max}$ 的诊断效能最优。

[关键词] 弹性成像技术; 乳腺肿瘤; Meta 分析

[中图分类号] R737.9; R445.1 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 1003-3289(2017)03-0404-06

[基金项目] 兰州市科技计划(2013-3-29)。

[第一作者] 丁新华(1981—), 女, 甘肃金昌人, 在读硕士, 主治医师。研究方向: 超声医学。E-mail: 331796641@qq.com

[通信作者] 童明辉, 兰州大学第二医院超声 3 科, 730030。E-mail: tongmh1962@126.com

[收稿日期] 2016-06-26 **[修回日期]** 2017-01-07

乳腺癌是女性最常见的恶性肿瘤之一,近年来全球发病率呈现上升趋势,早期诊断和治疗十分重要。常规超声检查是目前最常用的乳腺肿瘤早期筛查技术。提高超声鉴别乳腺良恶性肿瘤的敏感度和特异性是近年来的研究热点。剪切波弹性成像(shear wave elastography, SWE)技术通过计算在组织中传播的横向剪切波速度,直接获得组织弹性模量的最大值(maximum stiffness, $E_{\max}$)、平均值(mean stiffness, E_{mea})、病灶与邻近脂肪的弹性比(the ratio of the stiffness of the lesion to the surrounding fat of elasticity, E_{ratio})、标准差(standard deviation, E_{sd})等参数,可定量分析乳腺组织的硬度,且操作简单、可重复性高^[1]。弹性模量值越大,剪切波传播速度越快,组织的硬度越大;反之,弹性模量值越小,组织的硬度越小。既往关于弹性模量值在鉴别乳腺良恶性肿瘤的研究^[2-5]对选择何种弹性模量值作为诊断参数尚无统一意见。本研究检索国内外相关文献,对剪切波弹性模量参数在鉴别诊断乳腺良恶性肿瘤中的价值进行 Meta 分析,以期辨别其中最有价值的弹性模量参数。

1 资料与方法

1.1 资料来源 检索数据库包括 PubMed、Web of Science、Embase、Cochrane Library、CBM、CNKI 和万方数据库。英文检索词:“Shear-wave elastography”、“Breast neoplasm”、“Breast cancer”;中文检索词:“剪切波弹性成像”和“乳腺肿瘤”、“乳腺癌”;发表时间不限。

1.2 文献筛选与资料提取 由 2 名研究人员根据纳入与排除标准独立进行文献筛选和资料提取,并交叉核对,有分歧时通过讨论解决或请第 3 名研究者共同决定。文献纳入标准:①研究目的为评价剪切波弹性模量值对鉴别乳腺良、恶性肿瘤诊断价值的中文和英文文献;②研究对象均接受 SWE 检查;③金标准为病理检查;④研究中可分别获得 $E_{\max}$ 、 E_{mea} 、 E_{ratio} 、 E_{sd} 鉴别乳腺良恶性肿瘤的真阳性值、假阳性值、真阴性值、假阴性值或可提供充分的数据计算出这些结果。文献排除标准:①无法提取数据的文献;②研究资料不全,不能直接或间接获得真阳性值、假阳性值、真阴性值、假阴性值,不能进行观察指标数据合并;③仅限于三维剪切波弹性成像;④重复发表的文献。

资料提取采用自制的资料提取表,提取内容主要包括:①一般资料,包括第一作者、发表时间、地区、患者数、病灶数、患者年龄;②参数指标,包括 $E_{\max}$ 、 E_{mea} 、 E_{ratio} 、 E_{sd} 及真阳性值、假阳性值、真阴性值、假阴性值。

1.3 文献质量评价 采用 Cochrane RevMan 5.0 软件。依据第二版诊断试验质量评价标准(quality assessment of diagnostic accuracy studies, QUADAS)标准(QUADAS-2)对纳入文献进行质量评价,对每条标准均以“是”、“否”、“不清楚”评价,满足条件为“是”,不满足或未提及为“否”,仅部分满足或无法从文献中得到足够信息为“不清楚”,将偏倚风险等级判定为“低质量”、“高质量”或“不清楚”。

1.4 统计学分析 采用 STATA 12.0 统计分析软件进行数据分析。计算各弹性模量($E_{\max}$ 、 E_{mea} 、 E_{ratio} 、 E_{sd})的合并敏感度(summarized sensitivity, SSEN)、合并特异度(summarized specificity, SSPE)、合并阳性似然比(summarized positive likelihood ratio, SPLR)、合并阴性似然比(summarized negative likelihood ratio, SNLR)、诊断比值比(diagnostic odd ratio, DOR)。通过合并受试者工作特性(summarized receiver operator characteristic, SROC)曲线获得其曲线下面积(area under the curve, AUC)。采用 χ^2 检验进行异质性分析, $I^2 \geq 50\%$ 且 $P < 0.01$ 表明研究结果间存在明显异质性,选用随机效应模型进行数据合并分析,否则选用固定效应模型。绘制 Deek's 漏斗图,对纳入文献的发表偏倚进行评估。

2 结果

2.1 文献检索结果 按照检索策略和资料收集方法,共检索相关文献 583 篇。通过 EndNote 软件自动剔除重复文献 132 篇,手工剔除重复文献 73 篇,浏览题名和摘要后排除不符合纳入标准的文献 302 篇,初筛共获得 76 篇文献。进一步阅读全文,严格按照纳入标准及数据完整性进行筛选,最终 31 篇文献^[3-33]纳入 Meta 分析(图 1)。共包括 4 454 例患者,4 929 个病灶。

2.2 纳入文献的基本特征 31 篇文献^[3-33]的基本特征见表 1。其中 6 篇^[11,13,16,30,31,33]包含 $E_{\max}$ 、 E_{mea} 、 E_{ratio} 、 E_{sd} 4 个指标,2 篇^[3,5]包含 $E_{\max}$ 、 E_{mea} 、 E_{sd} 3 个指标,4 篇^[7,9,15,20]包含 $E_{\max}$ 、 E_{mea} 、 E_{ratio} 3 个指标,10 篇^[17-19,24-29,32]包含 $E_{\max}$ 、 E_{mea} 2 个指标,5 篇^[12,14,21-23]包含 $E_{\max}$;2 篇^[5,6]包含 E_{mea} ;1 篇^[10]包含 E_{ratio} ;1 篇^[8]包含 E_{sd} 。

2.3 纳入文献的质量评价 31 篇文献^[3-33]的质量评价结果见图 2。

2.4 Meta 分析结果 研究结果间存在明显异质性($E_{\max}$: P 均 < 0.01 , SSEN $I^2 = 72.61\%$, SSPE $I^2 = 87.60\%$; E_{mea} : P 均 < 0.01 , SSEN $I^2 = 87.07\%$, SSPE

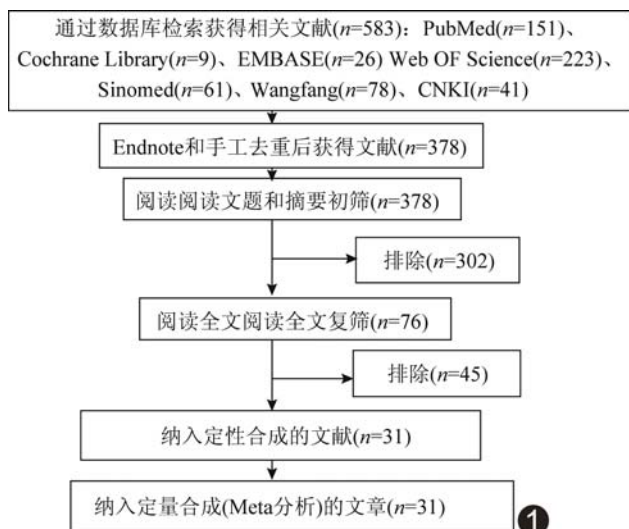


图 1 文献筛选流程图及结果

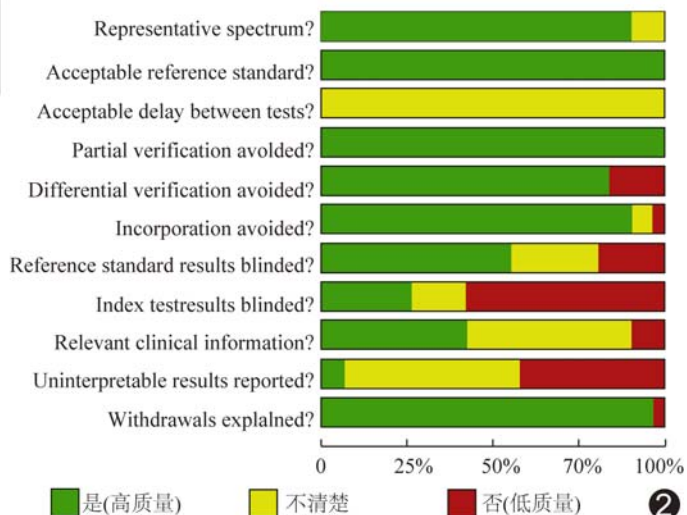
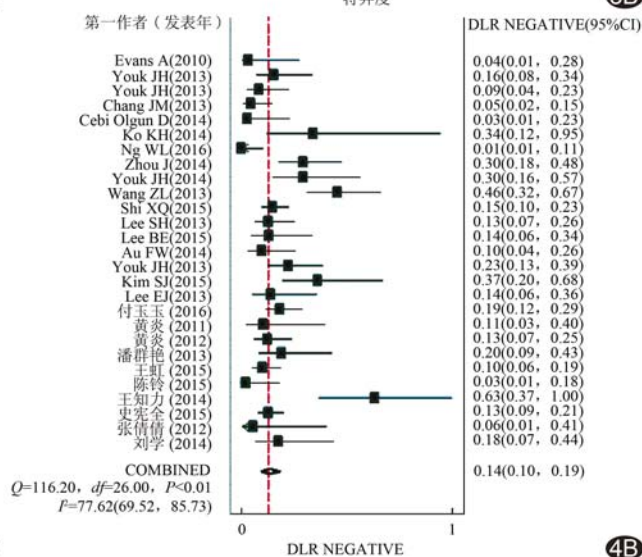
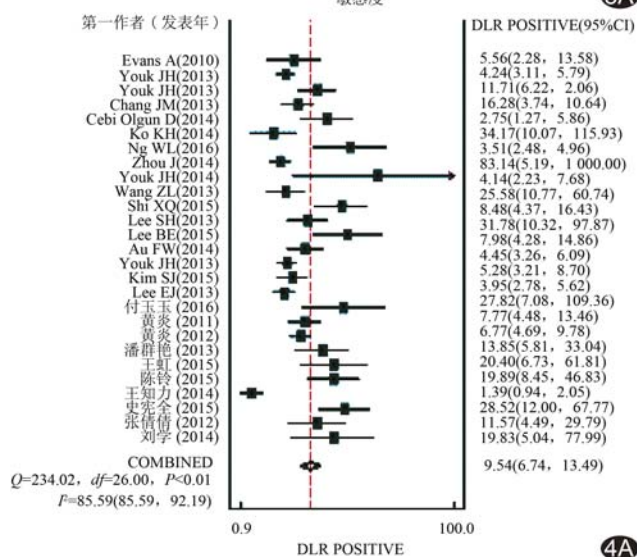
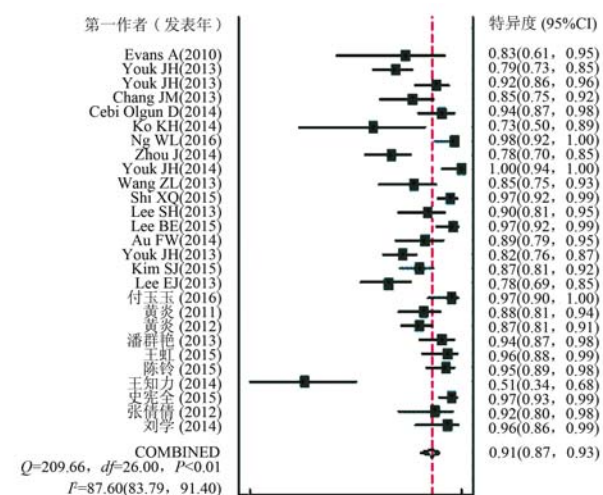
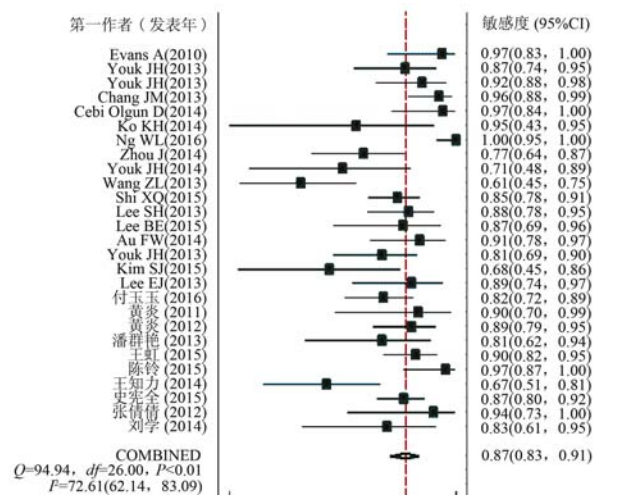


图 2 文献的质量评价结果

图 3 $E_{\max}$ 值的 SSSEN(A) 和 SSPE(B) 的森林图图 4 $E_{\max}$ 值的 SPLR(A) 和 SNLR(B) 的森林图

$I^2 = 82.16\%$; E_{ratio} : P 均 < 0.01 , $SSEN I^2 = 63.93\%$, $SSPE I^2 = 90.41\%$; E_{sd} : P 均 < 0.01 , $SSEN I^2 = 65.98\%$, $SSPE I^2 = 90.35\%$ 。各弹性模量 (E_{max} 、 E_{mea} 、 E_{ratio} 、 E_{sd}) 的 $SSEN$ 、 $SSPE$ 、 $SPLR$ 、 $SNLR$ 、 DOR 及 $SROC$ 曲线 AUC 见表 2; 其中 E_{max} 的诊断效能最优, 见图 3~5。

2.5 纳入文献的发表偏倚 31 篇文献^[3-33] 各弹性模量 (E_{max} 、 E_{mea} 、 E_{ratio} 、 E_{sd}) 存在的发表偏倚均较小 (P 均 < 0.05)。其中 E_{max} 值的 Deek's 漏斗图见图 6。

3 讨论

SWE 是近来发展的一种新技术, 利用探头晶片发射低频声波脉冲以激励感兴趣区组织, 在组织内部产

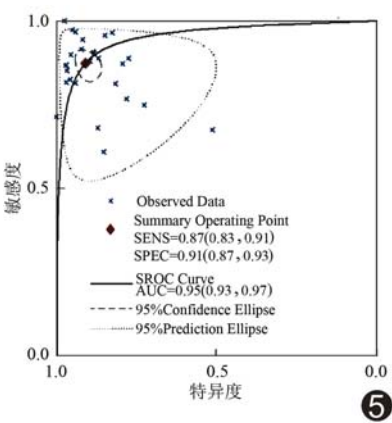


图 5 E_{max} 值的 SROC 曲线

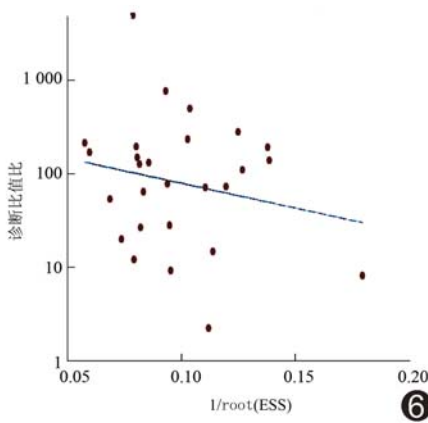


图 6 E_{max} 值的 Deek's 漏斗图

生“马赫锥”现象, 形成剪切波源, 以超高速探头接收组织内剪切波源反射硬度的回波信号, 检测剪切波的传播速度, 自动生成杨氏模量值; 可对乳腺肿块的硬度特征进行定量分析, 提高超声诊断乳腺肿块的特异度和准确率^[1-4, 6-8, 34]。但关于弹性模量参数的选择和各参

表 1 31 篇纳入文献的基本特征

第一作者	发表时间	地区	年龄	患者数	病灶数	良性/恶性(个)	弹性模量诊断界值(kPa)
Evans A ^[3]	2010	英国	53	52	53	23/30	E_{max} 55, E_{mea} 50, E_{sd} 10
Evans A ^[4]	2012	英国	56	173	175	64/111	E_{mea} 50
Zhou J ^[5]	2014	中国	45.54	193	193	137/56	E_{max} 49.57, E_{mea} 33.26, E_{sd} 6.3
Chang JM ^[6]	2011	朝鲜	48.1	158	182	93/89	E_{mea} 80.17
Ng WL ^[7]	2016	马来西亚	不明	152	159	85/74	E_{max} 56, E_{mea} 42, E_{ratio} 2.2
Gweon HM ^[8]	2013	朝鲜	45.3	119	133	97/36	E_{max} 55, E_{sd} 12.1
Au FW ^[9]	2014	加拿大	49.2	112	123	79/44	E_{max} 46.7, E_{mea} 42.5, E_{ratio} 3.56
Youk JH ^[10]	2013	韩国	46.0	324	389	269/120	E_{ratio} 5.14
Lee EJ ^[11]	2013	朝鲜	43.54	139	156	120/36	E_{max} 82.3, E_{mea} 68.4, E_{ratio} 4.39, E_{sd} 9.6
Kim SJ ^[12]	2015	朝鲜	45.17	171	177	155/22	E_{max} 87.5
Yoon JH ^[13]	2013	韩国	45.12	236	267	208/59	E_{max} 82.8, E_{mea} 67.5, E_{ratio} 5.5, E_{sd} 9.0
Lee BE ^[14]	2015	韩国	45.5	139	140	110/30	E_{max} 108.5
Lee SH ^[15]	2013	朝鲜	49.1	134	144	77/67	E_{max} 93.8, E_{mea} 74.1, E_{ratio} 6.04
Shi XQ ^[16]	2015	中国	45.3	251	279	150/129	E_{max} 57.42, E_{mea} 24.75, E_{ratio} 2.25, E_{sd} 8.05
Wang ZL ^[17]	2013	中国	42.8	108	114	68/46	E_{max} 91.53, E_{mea} 57.23
Youk JH ^[18]	2014	韩国	45.5	78	79	58/21	
Ko KH ^[19]	2014	韩国	46.4	33	34	22/12	E_{max} 69, E_{mea} 41.6
Cebi Olgun D ^[20]	2014	土耳其	51	109	115	83/32	E_{max} 54.25, E_{mea} 45.7, E_{ratio} 4.7
Chang JM ^[21]	2013	朝鲜	47.8	129	150	79/71	E_{max} 80
Youk JH ^[22]	2013	韩国	45.2	146	163	115/48	E_{max} 78.5
Yoon JH ^[23]	2013	朝鲜	45.3	199	222	175/47	E_{max} 82.3
王虹 ^[24]	2015	中国	46.5	130	158	68/90	E_{max} 98.82, E_{mea} 43.88
潘群艳 ^[25]	2013	中国	42	112	112	85/27	E_{max} 63.4, E_{mea} 44.68
黄炎 ^[26]	2012	中国	43.05	210	270	198/72	E_{max} 66.8, E_{mea} 41.2
黄炎 ^[27]	2011	中国	42	108	124	103/21	E_{max} 60.12, E_{mea} 42.08
刘学 ^[28]	2014	中国	46.3	63	71	48/23	E_{max} 78.1, E_{mea} 37.6
张倩倩 ^[29]	2012	中国	43	51	67	49/18	E_{max} 58.79, E_{mea} 40.2
史宪全 ^[30]	2015	中国	47.1	274	302	164/138	E_{max} 57.4, E_{mea} 27.7, E_{ratio} 2.3, ESD 8.1
王知力 ^[31]	2014	中国	46.6	80	80	37/43	E_{max} 61.25, E_{mea} 40.65, E_{ratio} 3.2, ESD 9.4
陈铃 ^[32]	2015	中国	39.1	119	142	102/40	E_{max} 63.5, E_{mea} 34.5
付玉玉 ^[33]	2016	中国	44.1	152	156	68/88	E_{max} 61.96, E_{mea} 32.75, E_{ratio} 3.25, E_{sd} 9.25

表 2 SWE 各杨氏模量值的诊断效能(95%CI)

参数	SSEN	SSPE	SPLR	SNLR	DOR	AUC
$E_{\max}$	0.87(0.83,0.91)	0.91(0.87,0.93)	9.54(6.74,13.49)	0.14(0.10,0.19)	69.05(39.47,12.78)	0.95(0.93,0.97)
E_{mea}	0.84(0.77,0.90)	0.88(0.84,0.91)	6.87(5.12,9.22)	0.18(0.12,0.27)	38.31(20.80,70.55)	0.93(0.90,0.95)
E_{ratio}	0.88(0.83,0.91)	0.87(0.80,0.91)	6.56(4.32,9.95)	0.14(0.10,0.20)	46.29(24.27,88.28)	0.93(0.91,0.95)
E_{sd}	0.85(0.80,0.89)	0.90(0.85,0.94)	8.78(5.54,13.91)	0.17(0.12,0.23)	52.90(26.96,103.80)	0.93(0.91,0.95)

数的诊断界值目前仍存在分歧。Au 等^[9]报道 E_{ratio} 的诊断界值为 3.56 kPa, AUC 为 0.943; Youk 等^[10]报道 E_{ratio} 的诊断界值为 5.14 kPa, AUC 为 0.952; Lee 等^[11]则认为 $E_{\max}$ 的诊断效能最优, 其诊断界值为 82.3 kPa; Gweon 等^[8]研究显示 E_{sd} 诊断界值为 12.1 kPa 时, 敏感度为 88.9%, 特异度为 89.7%, AUC 为 0.944。本研究检索 SWE 鉴别乳腺良恶性肿瘤的相关文献, 采用 Meta 分析对各弹性模量参数进行合并分析, 共纳入符合标准的文献 31 篇^[3-33], 结果表明弹性模量参数 $E_{\max}$ 、 E_{mea} 、 E_{ratio} 、 E_{sd} 均具有较高的敏感度和特异度, 其中 $E_{\max}$ 和 E_{ratio} 的 SSEN 最高, $E_{\max}$ 的 SSPE、SPLR、DOR 最高且 SNLR 最低, 提示 $E_{\max}$ 的诊断效果最好, 误、漏诊率最低。此外, 本研究 SROC 曲线显示各弹性模量($E_{\max}$ 、 E_{mea} 、 E_{ratio} 、 E_{sd}) 鉴别乳腺良恶性肿瘤的 AUC 均 >0.9 , 表明其在鉴别乳腺良恶性肿瘤中均具有较高的准确性, 且 $E_{\max}$ 的 AUC 最高, 与 Lee 等^[11]和 Ng 等^[7]的研究结果相符。

本研究结果显示各研究存在高度的异质性, 其原因主要包括: ①纳入文献来自不同国家; ②各研究的设计类型不同; ③一些中文文献在确定试验结果时参照了病理结果, 未采用盲法; ④仪器设备的灵敏度、操作者的临床经验不同; ⑤各研究的病例数差异过大; ⑥患者乳腺腺体层的厚度、病灶大小及病灶距乳腺的厚度对弹性图质量的影响。⑦纳入的文献中选择的弹性模量参数不同, 且参数的诊断界值在各研究中差异较大。

本研究的不足: ①虽然进行了 7 个数据库的检索, 但仍未能全面涵盖目前已发表和正在进行的研究; ②原始文献的地域和研究设计类型不同, 但未对其进行亚组分析; ③各研究间存在的异质性较大。

总之, SWE 是一种新技术, 弹性模量参数在鉴别乳腺良恶性肿瘤方面具有较高应用价值, 但各弹性模量参数的诊断界值和诊断能力存在较大的异质性, 仍需进行大样本临床研究, 以确定最佳诊断界值, 进一步提高 SWE 对乳腺良恶性肿瘤的鉴别诊断能力。

[参考文献]

- [1] Cosgrove DO, Berg WA, Doré CJ, et al. Shear wave elastography for breast masses is highly reproducible. *Eur Radiol*, 2012, 22(5):1023-1032.
- [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. *Radiology*, 2012, 262(2):435-449.
- [3] 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.
- [4] Evans A, Whelehan P, Thomson K, et al. Differentiating benign from malignant solid breast masses: Value of shear wave elastography according to lesion stiffness combined with greyscale ultrasound according to BI-RADS classification. *Br J Cancer*, 2012, 107(2):224-229.
- [5] Zhou J, Zhan W, 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.
- [6] Chang JM, Moon WK, Cho N, et al. Clinical application of shear wave elastography (SWE) in the diagnosis of benign and malignant breast diseases. *Breast Cancer Res Treat*, 2011, 129(1):89-97.
- [7] Ng WL, Rahmat K, Fadzli F, et al. Shear wave elastography increases diagnostic accuracy in characterization of breast lesions. *Medicine (Baltimore)*, 2016, 95(12):e3146.
- [8] 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(9):2432-2440.
- [9] Au FW, Ghai S, Moshonov H, et al. Diagnostic performance of quantitative shear wave elastography in the evaluation of solid breast masses: Determination of the most discriminatory parameter. *AJR Am Roentgenol*, 2014, 203(3):W328-W336.
- [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.
- [11] Lee EJ, Jung HK, Ko KH, et al. Diagnostic performances of shear wave elastography: Which parameter to use in differential diagnosis of solid breast masses? *Eur Radiol*, 2013, 23(7):1803-1811.
- [12] 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? *Medicine (Baltimore)*, 2015, 94(42):e1540.

- [13] 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 J Radiol*, 2013, 82(12):2199-2204.
- [14] 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. *Eur J Radiol*, 2015, 84(7):1236-1241.
- [15] Lee SH, Chang JM, Kim WH, et al. Differentiation of benign from malignant solid breast masses: Comparison of two-dimensional and three-dimensional shear-wave elastography. *Eur Radiol*, 2013, 23(4):1015-1026.
- [16] Shi XQ, Li JL, Wan WB, et al. A set of shear wave elastography quantitative parameters combined with ultrasound BI-RADS to assess benign and malignant breast lesions. *Ultrasound Med Biol*, 2015, 41(4):960-966.
- [17] Wang ZL, Li JL, Li M, et al. Study of quantitative elastography with supersonic shear imaging in the diagnosis of breast tumours. *Radiol Med*, 2013, 118(4):583-590.
- [18] Youk JH, Son EJ, Gweon HM, et al. Comparison of strain and shear wave elastography for the differentiation of benign from malignant breast lesions, combined with B-mode ultrasonography: Qualitative and quantitative assessments. *Ultrasound Med Biol*, 2014, 40(10):2336-2644.
- [19] Ko KH, Jung HK, Kim SJ, et al. Potential role of shear-wave ultrasound elastography for the differential diagnosis of breast non-mass lesions: Preliminary report. *Eur Radiol*, 2014, 24(2):305-311.
- [20] Çebi Olgun D, Korkmazer B, Kılıç F, et al. Use of shear wave elastography to differentiate benign and malignant breast lesions. *Diagn Interv Radiol*, 2014, 20(3):239-244.
- [21] Chang JM, Won JK, Lee KB, et al. Comparison of shear-wave and strain ultrasound elastography in the differentiation of benign and malignant breast lesions. *AJR Am J Roentgenol*, 2013, 201(2):W347-W356.
- [22] Youk JH, Gweon HM, Son EJ, et al. Three-dimensional shear-wave elastography for differentiating benign and malignant breast lesions: Comparison with two-dimensional shear-wave elastography. *Eur Radiol*, 2013, 23(6):1519-1527.
- [23] Yoon JH, Jung HK, Lee JT, et al. Shear-wave elastography in the diagnosis of solid breast masses: What leads to false-negative or false-positive results? *Eur Radiol*, 2013, 23(9):2432-2440.
- [24] 王虹, 刘佩芳, 邵真真, 等. 二维彩超联合 SWE 在乳腺疾病诊断中的应用价值. *国际生物医学工程杂志*, 2015, 38(2):107-110.
- [25] 潘群艳, 薛尧, 严佳梅, 等. 实时剪切波弹性成像技术在鉴别乳腺良恶性病灶应用中的价值. *现代实用医学*, 2013, 25(7):729-730.
- [26] 黄炎. 剪切波定量弹性成像在乳腺组织的临床应用研究. 北京: 中国人民解放军医学院, 2012:1-30.
- [27] 黄炎, 李俊来, 王知力, 等. 实时剪切波弹性成像定量评价乳腺良恶性病变. *中国医学影像技术*, 2011, 27(3):561-564.
- [28] 刘学, 杜瑛, 姚延峰, 等. 实时剪切波弹性成像对乳腺病灶良恶性的鉴别诊断价值. *重庆医学*, 2014, 43(25):3272-3274.
- [29] 张倩倩, 王学梅, 李银燕, 等. 剪切波弹性成像在乳腺良恶性病变鉴别诊断中的价值. *中国临床医学影像杂志*, 2012, 23(6):385-388.
- [30] 史完全, 李俊来, 李秋洋, 等. 超声剪切波弹性模量参数在评估乳腺良恶性病灶中的应用价值比较. *中国医学科学院学报*, 2015, 37(3):294-299.
- [31] 王知力, 李楠, 李晔, 等. 剪切波弹性成像在非肿块型乳腺病变诊断中的应用. *中华医学超声杂志(电子版)*, 2014, 11(9):755-758.
- [32] 陈铃, 沈婧, 张建兴, 等. 剪切波弹性定量技术及“硬边”征鉴别诊断乳腺实性肿块. *中国医学影像技术*, 2015, 31(2):263-267.
- [33] 付玉玉, 崔广和, 杨智, 等. 剪切波弹性成像在乳腺良恶性肿块鉴别诊断中的应用价值. *中国医疗设备*, 2016, 31(3):63-66.
- [34] Klotz T, Boussion V, Kwiatkowski F, et al. Shear wave elastography contribution in ultrasound diagnosis management of breast lesions. *Diagn Interv Imaging*, 2014, 95(9):813-824.

本刊可以直接使用的英文缩略语(二)

磁共振血管造影(magnetic resonance angiography, MRA)

磁共振波谱(magnetic resonance spectroscopy, MRS)

氢质子磁共振波谱(proton magnetic resonance spectroscopy, $^1\text{H-MRS}$)

表观扩散(弥散)常数(apparent diffusion coefficient, ADC)

数字减影血管造影(digital subtraction angiography, DSA)

经导管动脉化疗栓塞术(transcatheter arterial chemoembolization, TACE)

经颈静脉肝内门-体分流术(transjugular intrahepatic porto-systemic shunt, TIPS)

冠状动脉血管造影术(coronary angiography, CAG)

最大密度投影(maximum intensity projection, MIP)

容积再现技术(volume rendering technique, VRT)

表面阴影成像(surface shaded display, SSD)

最小密度投影(minimum intensity projection, MinIP)

多平面重建(multi-planar reconstruction, MPR)

多平面重组(multi-planar reformation, MPR)