

doi: 10.13241/j.cnki.pmb.2021.13.017

声触诊组织定量成像联合声诺维超声造影 对乳腺 BI-RADS 4 类结节的鉴别诊断价值*

李月兴^{1,2} 胡秋根^{1,3,Δ} 黄伟俊² 叶洁仪² 袁雅婷² 潘凤涛⁴

(1 南方医科大学研究生院 广东 广州 510515; 2 佛山市第一人民医院超声诊疗中心 广东 佛山 528000;

3 南方医科大学顺德医院 / 佛山市顺德第一人民医院放射科 广东 佛山 528300;

4 佛山市第一人民医院乳腺肿瘤内科 广东 佛山 528000)

摘要 目的:探讨声触诊组织定量成像(VTIQ)联合声诺维超声造影对乳腺 BI-RADS 4 类结节的鉴别诊断价值。**方法:**将我院 2018 年 6 月至 2019 年 12 月门诊及住院诊治的 90 例女性乳腺结节患者作为研究对象,利用 VTIQ 超声弹性成像技术,获取剪切波速度最大值(SWVmax)、剪切波速度最小值(SWVmin)、剪切波速度平均值(SWVmean),声诺维超声造影评估病灶回声、形态、血管充盈情况。以手术病理或超声引导穿刺活检病理结果作为金标准,分析 VTIQ 超声弹性成像联合声诺维超声造影对乳腺 BI-RADS 4 类结节的鉴别诊断价值。**结果:**90 例患者(90 个乳腺结节)中,经手术病理检查 62 例,经超声引导穿刺活检 28 例,其中良性结节 48 例,恶性结节 42 例。乳腺 BI-RADS 4 类良性及恶性结节的 SWVmax、SWVmin 及 SWVmean 比较有统计学差异($P<0.05$);以 SWVmax ≥ 3.83 m/s 作为截断点,鉴别诊断乳腺 BI-RADS 4 类良恶性结节的曲线下面积(AUC)、敏感度、特异度分别为 0.875、83.33%、91.67%,均高于 SWVmin 及 SWVmean。SWVmax、声诺维超声造影与联合诊断的准确率比较无统计学差异($P>0.05$)。SWVmax 联合声诺维超声造影检查在鉴别诊断乳腺 BI-RADS 4 类良恶性结节的 AUC、敏感度、特异度分别为 0.914、95.24%、87.50%,诊断效能最佳。**结论:**声诺维超声造影、VTIQ 超声弹性成像在乳腺 BI-RADS 4 类结节鉴别诊断中有一定的价值,VTIQ 超声弹性成像的 SWVmax 参数诊断效能优于 SWVmin 及 SWVmean,VTIQ 超声弹性成像联合声诺维超声造影可提升乳腺 BI-RADS 4 类结节鉴别诊断效能。

关键词:乳腺结节;声触诊组织定量成像;BI-RADS 4 类;声诺维超声造影;诊断

中图分类号:R322.66;R445 文献标识码:A 文章编号:1673-6273(2021)13-2484-05

The Differential Diagnosis Value of Virtual Touch Tissue Imaging Quantification Combined with Sonoway Contrast-enhanced Ultrasound for Breast BI-RADS Type 4 Nodules*

LI Yue-xing^{1,2}, HU Qiu-gen^{1,3,Δ}, HUANG Wei-jun², YE Jie-yi², YUAN Ya-ting², PAN Feng-tao⁴

(1 Graduate School of Southern Medical University, Guangzhou, Guangdong, 510515, China;

2 Ultrasound Center, Foshan First People's Hospital, Foshan, Guangdong, 528000, China;

3 Department of Radiology, Shunde Hospital of Southern Medical University/Foshan Shunde First People's Hospital, Foshan, Guangdong, 528300, China; 4 Department of Breast Cancer, Foshan First People's Hospital, Foshan, Guangdong, 528000, China)

ABSTRACT Objective: To explore the differential diagnosis value of virtual touch tissue imaging quantification (VTIQ) combined with sonoway contrast-enhanced ultrasound for breast BI-RADS type 4 nodules. **Methods:** 90 female patients with breast nodules who were treated in outpatient and inpatient treatment in our hospital from June 2018 to December 2019 were selected as study subjects. VTIQ ultrasonic elastic imaging technology was used to obtain the maximum shear wave velocity(SWVmax), minimum shear wave velocity (SWVmin) and average shear wave velocity (SWVmean) parameters. Sonoway contrast-enhanced ultrasound was used to evaluate the echogenicity of lesions, morphology and vascular filling. The pathological results of surgical pathology or ultrasound-guided puncture biopsy were taken as the gold standard, the differential diagnostic value of VTIQ ultrasonic elastic imaging technology combined sonoway contrast-enhanced ultrasound for breast BI-RADS type 4 nodules were analyzed. **Results:** Among the 90 patients (90 breast nodules), 62 cases underwent surgical pathological examination, and 28 cases underwent ultrasound-guided puncture biopsy, including 48 cases of benign nodules and 42 cases of malignant nodules. The SWVmax, SWVmin and SWVmean of breast BI-RADS type 4 benign and malignant nodules were statistically different ($P<0.05$). With SWVmax ≥ 3.83 m/s as the cut-off point, the area under the curve (AUC), sensitivity, specificity of differentiating and diagnosing benign and malignant nodules of breast BI-RADS type 4 nodules were

* 基金项目:广东省医学科研基金项目(A2016443)

作者简介:李月兴(1986-),女,本科,主治医师,研究方向:超声医学,E-mail:liyuexing00@sina.com

Δ 通讯作者:胡秋根(1972-),男,本科,主任医师,研究方向:医学影像学,E-mail:hu6009@163.com

(收稿日期:2020-11-24 接受日期:2020-12-18)

0.875, 83.33%, 91.67% respectively, which were all higher than SWVmin and SWVmean. There was no statistically significant difference among the accuracy of SWVmax, sonoway contrast-enhanced ultrasound and combined diagnosis ($P>0.05$). The AUC, sensitivity, specificity of SWVmax combined sonoway contrast-enhanced ultrasound in differentiating and diagnosing benign and malignant nodules of breast BI-RADS type 4 nodules were 0.914, 95.24%, 87.50% respectively, the diagnosis efficiency was best. **Conclusion:** Sonoway contrast-enhanced ultrasound and VTIQ ultrasonic elastic imaging technology are of certain value in the differential diagnosis of breast BI-RADS type 4 nodules. The diagnostic efficiency of SWVmax parameter of VTIQ ultrasonic elastic imaging technology is superior to SWVmin and SWVmean. VTIQ ultrasonic elastic imaging technology combined with sonoway contrast-enhanced ultrasound can improve the differential diagnosis efficiency of breast BI-RADS type 4 nodules.

Key words: Breast nodules; Virtual touch tissue imaging quantification; BI-RADS type 4; Sonoway contrast-enhanced ultrasound; Diagnosis

Chinese Library Classification(CLC): R322.66; R445 **Document code:** A

Article ID: 1673-6273(2021)13-2484-05

前言

声触诊组织定量成像(virtual touch tissue imaging quantification, VTIQ)是新一代的剪切波弹性成像,其可直观显示病灶不同区域的硬度,在一帧 VTIQ 速度图上可测量多组剪切波速度(Shear wave velocity, SWV)参数^[1-3]。与压迫式弹力成像比较,其不受操作者手法、压力大小、经验依赖性及图像主观判断的影响^[4,5],因此具有较好的重复性及可靠性。王爱珠^[6]的报道显示,VTIQ 在乳腺 BI-RADS 4 类结节鉴别诊断效能良好。声诺维超声造影是注射造影剂后散射回声增强,提升超声诊断分辨率、敏感度、特异度的技术,其已被广泛应用于增强心肌、肝、肾、脑、甲状腺、乳腺等实质性器官的二维超声影像及血流多普勒信号^[7]。尤厚成^[8]的报道显示声诺维超声造影与常规超声相比具有更好的诊断敏感度、特异度及准确度。2013 年美国放射医学学会发布了第 5 版乳腺影像报告与数据系统(breast imaging reporting and data system, BI-RADS),在第 4 版基础上增加了超声内容,对乳腺超声规范化检查起到了推动作用^[9]。乳腺 BI-RADS 4 类结节是介于 3 类与 5 类结节中间的可疑恶性结节,恶性率为 2%~95%。由于乳腺结节常规超声图像复杂,无论是定性还是半定量评估均存在重叠区间,易引起漏诊及误诊,造成延误治疗时机或不必要的穿刺活检。因此如何有效提升乳腺 BI-RADS 4 类结节超声诊断的准确率,是现代超声医学的研究热点。本文分析了 VTIQ 超声弹性成像联合声诺维超声造影鉴别诊断乳腺 BI-RADS 4 类结节的价值,研究如下。

1 资料与方法

1.1 一般资料

将我院 2018 年 6 月至 2019 年 12 月门诊及住院诊治的 90 例女性乳腺结节患者作为研究对象,纳入标准:(1)均经常规超声确诊为 BI-RADS 4 类乳腺结节;(2)均为单发结节;(3)均有满意的常规超声、VTIQ 检查及声诺维超声造影检查数据;(4)均有超声引导穿刺活检或手术病理检查结果。排除标准:(1)合并其他类型肿瘤患者;(2)乳腺既往手术史。年龄 26-74 岁,平均(44.65±10.79)岁,根据美国放射学会 2013 版乳腺超声影像学报告及数据分析系统分为 4A 类 15 枚,4B 类 19 枚,4C 类 56 枚,病理学检查提示:恶性病变包含导管内癌 2 例,浸润性导管癌 34 例,浸润性小叶癌 6 例;良性病变包含:乳腺上

皮增生 20 例,乳腺纤维腺瘤 13 例,上皮良性肿瘤 5 例,导管内乳头状瘤 4 例,不典型增生 3 例,乳腺小叶增生 2 例,副乳 1 例。

1.2 检查方法

采用 LOGIQ E8 型超声诊断仪进行检查,线阵探头 L9,探头频率 6~11 MHz,配有 Share Wave 成像软件。常规超声检查:嘱患者双手上举过头,充分暴露双侧乳房及腋窝,经双侧乳腺上方全面扫查乳腺,观察结节大小、边界、形态、内部回声、导管扩张、有无钙化、腋下有无肿大淋巴结。后切换至 CDFI 模式,取血流最丰富的切面图,测量结节内部血管阻力指数及收缩期峰值,后冻结病灶内血流信号最大范围图像,参考 Adler 分级:0 级、1 级为血流缺失、稀疏;2 级、3 级为血流丰富,依据灰阶超声及 CDFI 检查情况将病灶行 BI-RADS 分级,将 4 类病灶纳入研究。VTIQ 超声弹性成像检查:启动 VTIQ,嘱患者屏气,取样框大小为 20 mm×25 mm,结节呈均匀绿色或黄绿相间调整至速度测量模式,选择感兴趣区为 VTIQ 速度测量模式中显示"最硬"、"最软"的点分别进行 6~8 次多次测速,获取剪切波速度最大值(SWVmax)、剪切波速度最小值(SWVmin)、剪切波速度平均值(SWVmean),并记录。声诺维超声造影:将声诺维(注射用六氟化硫微泡,批准文号:H20110350,Bracco International B.V 公司生产,规格:59 mg 六氟化硫)25 mg 与 5 mL 0.9%氯化钠配制混悬液,震荡均匀,抽吸 4.8 mL 声诺维混合液经肘静脉快速推注,后冲注 10 mL 生理盐水,储存 180s 超声动态图像,行时间-强度曲线分析,后动态扫描乳腺病灶及周边组织。

1.3 诊断标准

1.3.1 BI-RADS 4 类结节诊断 参考 2013 年美国放射学会发布的第 5 版 BI-RADS 指南^[9]标准,BI-RADS 2 类:(1)单纯性囊肿;(2)随访后无改变的纤维腺瘤。BI-RADS 3 类:(1)与皮肤平行或宽>高;(2)形态呈圆形或椭圆形;(3)边界清楚;(4)后方回声增强或无变化;(5)周缘(与周围组织之移行带或区域)窄而锐利;(6)内部无血流;(7)双侧边缘锐利或规则之后方声影和(或)较大钙化(≥ 0.5 mm);(8)无周围组织改变。符合第 1、2 条,加上另外 3 条或 3 条以上为 3 级。BI-RADS 5 类:(1)边界不清楚[模糊、微小分叶、成角和(或)毛刺];(2)与皮肤不平行或高>宽;(3)形态不规则;(4)周围组织改变(Cooper 氏韧带增厚和变直,正常结构层中断或消失、皮肤凹陷或增厚);(5)双侧边缘不锐利或不规则后方声影;(6)强回声晕征;(7)内部有血

流;(8)微小钙化(<0.5 mm)。符合其中 3 条以上为 5 级。不符合 BI-RADS 2 类、3 类或 5 类条件为 BI-RADS 4 类,参考 Elverici E^[10]BI-RADS 4 类超声分类方法,具备任意 5 类中任意一项为 4A,具备任意两项为 4B,具备任意三项为 4C。

1.3.2 声诺维超声造影良恶性诊断 良性:(1)结节呈高增强,形态规则,增强范围无明显变化,无滋养血管;(2)结节呈现等增强,无法分辨形态及边界,但无滋养血管及充盈缺损;(3)结节呈低增强,无滋养血管,增强后大小无变化或缩小。恶性:(1)结节呈高增强,增强范围增大,可伴有形态不规则;(2)结节呈高增强或等增强,有蟹爪征或滋养血管,可伴充盈缺损;(3)结节呈高增强,向心性增强,有充盈缺损。

1.4 统计学处理

采用 SPSS 22.0 统计学软件处理数据,符合正态分布的计量资料采用($\bar{x} \pm s$)表示,行 t 检验。以病理检查结果为诊断金标准,采用 χ^2 检验比较 VTIQ 超声弹性成像、声诺维超声造影及联合诊断的准确率;绘制 VTIQ 超声弹性成像参数 SWVmax、

SWVmin、SWVmean、声诺维超声造影及联合诊断乳腺 BI-RADS4 类结节良恶性的 ROC 曲线,检验水准为 $\alpha=0.05$ 。

2 结果

2.1 病理检查结果

90 例患者(90 个乳腺结节)中,经手术病理检查 62 例,经超声引导穿刺活检 28 例,包括良性结节 48 例,恶性结节 42 例。

2.2 VTIQ 超声弹性成像各参数对乳腺 BI-RADS 4 类结节的鉴别诊断效能

乳腺 BI-RADS 4 类良恶性结节的 VTIQ 超声弹性成像参数 SWVmax、SWVmin 及 SWVmean 比较有统计学差异($P<0.05$)。以 SWVmax ≥ 3.83 m/s 作为临界值,鉴别诊断乳腺 BI-RADS 4 类良恶性结节的曲线下面积(Area under curve, AUC)、敏感度、特异度分别为 0.875、83.33%、91.67%,均高于 SWVmin 及 SWVmean,见表 1、表 2。ROC 曲线见图 1。

表 1 良恶性结节的 VTIQ 超声弹性成像参数比较($\bar{x} \pm s$, m/s)

Table 1 Comparison of VTIQ ultrasound elastography parameters of benign and malignant nodules($\bar{x} \pm s$, m/s)

Pathological examination	n	VTIQ parameters		
		SWVmax	SWVmin	SWVmean
Benign nodules	48	3.43 $\pm$ 0.90	1.75 $\pm$ 0.45	2.59 $\pm$ 0.76
Malignant nodules	42	5.50 $\pm$ 1.28	2.60 $\pm$ 0.71	4.07 $\pm$ 1.05
t	-	8.942	6.896	7.761
P	-	0.000	0.000	0.000

表 2 VTIQ 超声弹性成像参数对乳腺 BI-RADS 4 类结节的鉴别诊断效能

Table 2 Comparison of VTIQ ultrasonic elastic imaging technology parameters in differential diagnosis of breast BI-RADS type 4 nodules

VTIQ parameters	Critical value(m/s)	Sensitivity(%)	Specificity(%)	AUC(lower limit/upper limit)
SWVmax(m/s)	≥ 3.83	83.33	91.67	0.875(0.795-0.955)
SWVmin(m/s)	≥ 2.18	78.57	87.50	0.841(0.763-0.925)
SWVmean(m/s)	≥ 3.14	80.95	88.50	0.862(0.789-0.935)

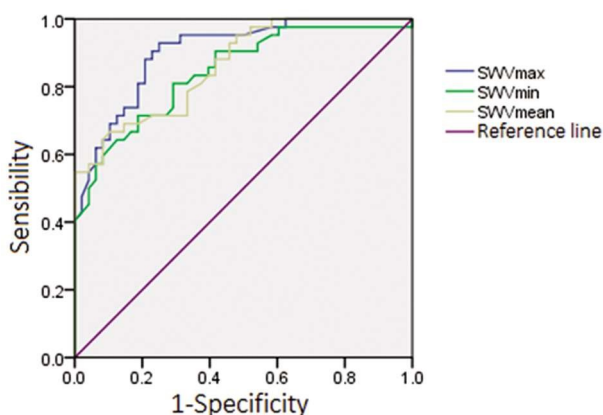


图 1 VTIQ 超声弹性成像参数鉴别诊断乳腺 BI-RADS 4 类良恶性结节的 ROC 曲线图

Fig.1 ROC curve of VTIQ ultrasonic elastic imaging technology parameters in differential diagnosis of benign and malignant breast BI-RADS type 4 nodules

2.3 不同影像学对乳腺 BI-RADS4 类结节鉴别诊断结果

声诺维超声造影检查良性 52 例,恶性 38 例,SWVmax、声诺维超声造影与联合诊断的准确率分别为 87.78%(79/90)、84.44%(76/90)、91.11%(82/90),其准确率比较无统计学差异($\chi^2=1.860$, $P=0.394$),见表 3。

2.4 不同影像学鉴别诊断乳腺 BI-RADS 4 类结节的效能

联合检查在鉴别诊断乳腺 BI-RADS 4 类良恶性结节的 AUC、敏感度、特异度分别为 0.914、95.24%、87.50%,分别高于 SWVmax、声诺维超声造影单独诊断,见表 4。ROC 曲线见图 2。

3 讨论

2013 年美国放射学会相关领域专家在临床医师应用反馈及充分交流探讨的基础上更新了第 5 版 BI-RADS 指南,该指南明确将 BI-RADS 4 类进一步分为 4A:恶性可能 $>2\%$ 但 $\leq 10\%$ 为低强度可疑恶性;4B:恶性可能 $>10\%$ 但 $\leq 50\%$ 为中度

表 3 SWVmax、声诺维超声造影及联合诊断的结果

Table 3 Results of SWVmax, sonoway contrast-enhanced ultrasound and combined diagnosis

Pathological examination	n	SWVmax		Sonoway contrast-enhanced ultrasound		Combined diagnosis	
		Benign	Malignant	Benign	Malignant	Benign	Malignant
Benign	48	44	4	43	5	42	6
Malignant	42	7	35	9	33	2	40
Total	90	51	39	52	38	44	46

表 4 SWVmax、声诺维超声造影及联合检查的鉴别诊断效能

Table 4 Differential diagnosis efficiency of SWVmax, sonoway contrast-enhanced ultrasound and combined examination

Methods	Sensitivity(%)	Specificity(%)	AUC(lower limit / upper limit)
SWVmax	83.33	91.67	0.875(0.795-0.955)
Sonoway contrast-enhanced ultrasound	78.57	89.58	0.841(0.752-0.930)
Combined examination	95.24	87.50	0.914(0.847-0.980)

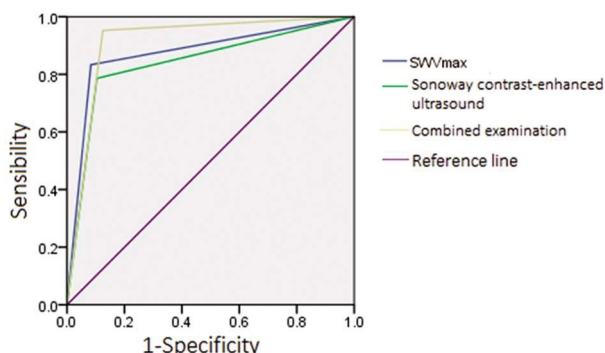


图 2 SWVmax、声诺维超声造影及联合检查鉴别诊断乳腺 BI-RADS 4 类良性结节的 ROC 曲线图

Fig.2 ROC curve of SWVmax, sonoway contrast-enhanced ultrasound and combined examination in the differential diagnosis benign and malignant nodules of breast BI-RADS type 4 nodule

可疑恶性;4C:恶性可能>50%但<95%为高度可疑恶性,建议活检或手术。Lazarus E^[11]利用常规超声评估 BI-RADS 4 类乳腺结节中 4A、4B 和 4C 的肿瘤病理恶性率分别为 6%、15% 和 53%。吴迎^[12]发现 201 例 BI-RADS 4 类乳腺肿瘤中,4A、4B 和 4C 的肿瘤病理恶性率分别为 13.68%(13/95)、56.25%(36/64) 和 100.00%(42/42)。郝少云^[13]利用常规超声与超声弹性成像(UE)评估乳腺肿块 862 个,采用第 4 版 BI-RADS 诊断标准下,US、UE 及 US 结合 UE 鉴别诊断乳腺肿块良恶性 ROC 曲线下面积分别为 0.735、0.877、0.878;采用第 5 版 BI-RADS 诊断标准下,US、UE 及 US 结合 UE 鉴别诊断乳腺结节良恶性 ROC 曲线下面积分别为 0.865、0.877、0.883,新版本下常规超声的鉴别诊断效能获得明显提升。

超声弹性成像是一种新型的超声诊断技术,可分为声辐射力脉冲成像技术、压迫式弹性成像技术^[14-16]。压迫式弹性成像技术通过组织施压,使检测组织产生位移、应变,依据施压前后位移大小(弹性系数)转化为实时超声图像呈现在超声屏幕上,弹性系数越大,受压后位移变化越小,并呈现出蓝色组织;弹性系数越小,受压后变化的位移越大,组织呈现为绿色^[17,18]。声辐射力脉冲成像技术则不需要超声施加外压,其通过超声发射瞬时

低频聚焦脉冲以使生物组织激发,让兴趣区域产生微米级的横纵向位移,实现量化评估的目的^[19,21]。VTIQ 技术是近年来新起的二维超声声辐射力脉冲成像技术,获取的图像质量较高,重复性及可靠性较好。SWV 是评估乳腺组织硬度的常见指标,相关报道^[22,23]显示其在甲状腺结节、淋巴结转移判断具有良好的应用价值。

本研究结果显示乳腺 BI-RADS 4 类良恶性结节的 VTIQ 超声弹性成像参数 SWVmax、SWVmin 及 SWVmean 比较有显著统计学差异($P<0.05$)。从良恶性结节病理学角度分析,良性病变组织内可伴有间质增生、纤维化及钙化,引起组织硬度增加,导致 SWV 升高;恶性病变组织中仍旧可含有少量的胶原、纤维组织、液体区及肿瘤细胞凋亡形成的坏死软化区,可引起 SWV 下降,因此 SWVmax、SWVmin 及 SWVmean 仍旧有重叠区。秦敏^[24]对 66 个经病理证实的 BI-RADS 4 类乳腺结节患者采用 VTIQ 技术诊断,读取兴趣区的 SWVmean 值,绘制 ROC 工作曲线,联合诊断的敏感度、特异度、准确度分别为 91.2%、93.8%、92.4%。本研究中以 SWVmax ≥ 3.83 m/s 作为截断点,对乳腺 BI-RADS 4 类良恶性结节鉴别诊断的敏感度、特异度、AUC 分别为 83.33%、91.67%、0.875,诊断效能最佳。Ianculescu V^[25]对乳腺结节患者采用 VTIQ 鉴别诊断良恶性,兴趣区为病灶内部、病灶周边及腺体组织,结果发现,病灶内部下的 SWVmax 鉴别诊断乳腺良恶性结节效能最佳。亦有研究对乳腺结节相同兴趣区分别测量 SWVmax、SWVmin 及 SWVmean 参数,SWVmean 鉴别诊断效能最佳^[26],可见 VTIQ 在乳腺结节鉴别诊断兴趣区域,SWV 参数可能对诊断结果有所影响。

超声造影检查是通过静脉注入造影剂,让散射回声增强,实现超声显示低速及低流量血流的能力^[27,28]。声诺维超声造影剂在临床上应用极大地提升了乳腺癌诊断的准确率。尽管超声造影在细微结节、病变的乳腺组织良恶性鉴别提供了重要方法,但由于超声造影剂局部浓度受到气泡大小、分布及聚集程度影响,且早期恶性肿瘤与炎性结节血供重叠仍旧可造成较高的误诊及漏诊率,声诺维超声造影仍旧只能作为廉价的早期辅助诊断及随访手段^[29]。陈泳愉^[30]报道声诺维超声造影在乳腺

BI-RADS 4 类结节鉴别诊断的敏感度、特异度及准确度分别为 75.00%、88.24%、80.49%，本研究显示声诺维超声造影对乳腺 BI-RADS 4 类结节鉴别诊断的敏感度、特异度分别为 78.57%、89.58%，与文献报道接近。本研究发现 SWVmax、声诺维超声造影与联合诊断的准确率比较无统计学差异，但联合检查在鉴别诊断乳腺 BI-RADS 4 类良恶性结节的敏感度、特异度、AUC 均高于 VTIQ 及声诺维超声造影，说明 VTIQ 超声弹性成像联合声诺维超声造影检查诊断效能最佳。

综上，VTIQ 超声弹性成像 SWVmax 参数在鉴别诊断乳腺 BI-RADS 4 类良恶性结节效能优于 SWVmin 及 SWVmean，VTIQ 超声弹性成像联合声诺维超声造影可提升本病的诊断效能，具有较好的临床实用性。

参考文献(References)

- [1] Luo H, Li T, Wu S, et al. Clinical value of virtual touch tissue imaging quantification in diagnosis and treatment of congenital muscular torticollis in children[J]. Transl Pediatr, 2020, 9(1): 13-20
- [2] Rüger H, Psychogios G, Jering M, et al. Multimodal Ultrasound Including Virtual Touch Imaging Quantification for Differentiating Cervical Lymph Nodes[J]. Ultrasound Med Biol, 2020, 46(10): 2677-2682
- [3] Wang Y, Liu Y, Zheng X, et al. Added Value of Different Types of Elastography in Evaluating Ultrasonography Detected Breast Lesions: A Compared Study With Mammography [J]. Clin Breast Cancer, 2020, 20(3): e366-e372
- [4] 许磊, 康亚宁, 马静, 等. 压迫式弹性成像与声脉冲辐射力成像技术在乳腺肿瘤良恶性鉴别中的价值比较 [J]. 中国医学物理学杂志, 2020, 37(3): 299-302
- [5] Kong WT, Zhou WJ, Wang Y, et al. The value of virtual touch tissue imaging quantification in the differential diagnosis between benign and malignant breast lesions[J]. J Med Ultrason, 2019, 46(4): 459-466
- [6] 王爱珠, 黄吁宁, 王宾, 等. 声触诊组织成像定量技术在 BI-RADS4 类乳腺非囊性结节中的应用研究 [J]. 重庆医学, 2020, 49(5): 766-769
- [7] Bianchi S, Jacob D, Lambert A, et al. Sonography of the Coracoid Process Region[J]. J Ultrasound Med, 2017, 36(2): 375-388
- [8] 尤厚成, 刘健, 尤楠. 超声造影对乳腺良恶性肿块鉴别诊断的价值 [J]. 中国普外基础与临床杂志, 2011, 18(8): 861-865
- [9] Sprague BL, Kerlikowske K, Bowles EJA, et al. Trends in Clinical Breast Density Assessment From the Breast Cancer Surveillance Consortium[J]. J Natl Cancer Inst, 2019, 111(6): 629-632
- [10] Elverici E, Barca AN, Aktas H, et al. Nonpalpable BI-RADS4 breast lesions: sonographic findings and pathology correlation [J]. Diagn Interv Radiol, 2015, 21(3): 189-194
- [11] Lazarus E, Mainiero MB, Schepps B, et al. BI-RADS lexicon for US and mammography: interobserver variability and positive predictive value[J]. Radiology, 2006, 239(2): 385-391
- [12] 吴迎, 周庆华, 王怡. BI-RADS 分级在乳腺肿瘤临床诊断中的应用价值[J]. 肿瘤, 2017, 37(3): 281-284, 288
- [13] 郝少云, 欧冰, 钟文景, 等. 弹性成像对新版 BI-RADS-US 评估乳腺肿瘤良恶性的价值[J]. 中国超声医学杂志, 2015, 31(4): 292-295
- [14] Gao LY, Gu Y, Xu W, et al. Can Combined Screening of Ultrasound and Elastography Improve Breast Cancer Identification Compared with MRI in Women with Dense Breasts-a Multicenter Prospective Study[J]. J Cancer, 2020, 11(13): 3903-3909
- [15] Huang S, Meng N, Pan M, et al. Diagnostic performances of the KWAK-TIRADS classification, elasticity score, and Bethesda System for Reporting Thyroid Cytopathology of TI-RADS category 4 thyroid nodules[J]. Int J Clin Exp Pathol, 2020, 13(5): 1159-1168
- [16] 金秀红, 赵奕文, 王岚, 等. 乳腺良性肿块与乳腺癌患者的超声弹性成像对比[J]. 现代生物医学进展, 2017, 17(12): 2286-2289
- [17] Wang Y, Bayer M, Jiang J, et al. Large-Strain 3-D in Vivo Breast Ultrasound Strain Elastography Using a Multi-compression Strategy and a Whole-Breast Scanning System [J]. Ultrasound Med Biol, 2019, 45(12): 3145-3159
- [18] Bouchet P, Gennisson JL, Podda A, et al. Artifacts and Technical Restrictions in 2D Shear Wave Elastography [J]. Ultrachall Med, 2020, 41(3): 267-277
- [19] Yi X, Ni C, Li M, et al. Correlation between biological characteristics of thrombus and short-term efficiency of thrombolytic therapy by acoustic radiation force impulse imaging technique [J]. Int Angiol, 2017, 36(6): 574-579
- [20] 周佩, 段韵, 向慧娟. 声辐射力脉冲成像对乳腺良恶性病变的鉴别诊断价值[J]. 华南国防医学杂志, 2018, 32(12): 846-850
- [21] Li J, Chen M, Cao CL, et al. Diagnostic Performance of Acoustic Radiation Force Impulse Elastography for the Differentiation of Benign and Malignant Superficial Lymph Nodes: A Meta-analysis[J]. J Ultrasound Med, 2020, 39(2): 213-222
- [22] Park AY, Kim J, Son EJ, et al. Shear-Wave Elastography for Papillary Thyroid Carcinoma can Improve Prediction of Cervical Lymph Node Metastasis[J]. Ann Surg Oncol, 2016, 23(5): 722-729
- [23] Sağlam D, Ceyhan Bilgici M, Kara C, et al. Does Type 1 Diabetes Mellitus Affect the Shear Wave Velocity of the Thyroid Gland of Children Without Autoimmune Thyroiditis? [J]. Ultrasound Q, 2017, 33(3): 225-228
- [24] 秦敏. VTIQ 结合 CDFI 极大提高对乳腺 BI-RADS4 类良恶性病变的诊断效能[J]. 基因组学与应用生物学, 2019, 38(4): 1876-1882
- [25] Ianculescu V, Ciolovan L, Dunant A, et al. Added value of Virtual Touch IQ shear wave elastography in the ultrasound assessment of breast lesions[J]. Eur J Radiol, 2014, 83(5): 773-777
- [26] Tang L, Xu H, Bo X, et al. A novel two-dimensional quantitative shear wave elastography for differentiating malignant from benign breast lesions[J]. Int J Clin Exp Me, 2015, 8(7): 10920-10928
- [27] Sumkin JH, Berg WA, Carter GJ, et al. Diagnostic Performance of MRI, Molecular Breast Imaging, and Contrast-enhanced Mammography in Women with Newly Diagnosed Breast Cancer [J]. Radiology, 2019, 293(3): 531-540
- [28] Drudi FM, Cantisani V, Gneccchi M, et al. Contrast-enhanced ultrasound examination of the breast: a literature review [J]. Ultrachall Med, 2012, 33(7): E1-E7
- [29] 邓建红, 刘佩芳, 李小康. 声诺维在乳腺肿块超声造影检查中的应用及护理[J]. 护士进修杂志, 2017, 32(14): 1322-1324
- [30] 陈泳渝, 黄伟俊, 徐庆华, 等. 超声应变力弹性成像与声诺维超声造影对乳腺 BI-RADS4 类结节的鉴别诊断价值分析 [J]. 功能与分子医学影像学杂志(电子版), 2019, 8(1): 1583-1587