

DOI:10.3969/j.issn.1005-202X.2024.02.008

医学影像物理

二维超声特征联合超声弹性应变率比值在乳腺癌中的诊断价值及与病理预后指标的相关性分析

吴静, 李景

成都医学院第二附属医院(核工业四一六医院)超声医学科, 四川 成都 610051

【摘要】目的:分析二维超声特征联合超声弹性应变率比值(SR)在乳腺癌中的诊断价值及与病理预后指标的相关性。**方法:**选取2020年1月~2021年12月成都医学院第二附属医院收治的265例乳腺肿瘤患者临床资料。经病理检查确诊:良性病变171例(良性组),恶性病变94例(恶性组)。收集二维超声及超声弹性成像检查图像资料,对比两组二维超声表现特征、SR值,并统计雌激素受体(ER)、孕激素受体(PR)、原癌基因(CerbB-2)阳性率。绘制受试者工作特征(ROC)曲线,计算二维超声、SR值对乳腺癌诊断效能,以Pearman相关性分析二维超声征象、SR值与ER、PR、CerbB-2相关性。**结果:**恶性组二维超声特征中有毛刺征、后方回声衰减、微钙化、淋巴结转移、血流丰富者及SR值明显高于良性组($P<0.05$)。恶性组ER、PR、CerbB-2阳性率分别为59.57%、75.53%、47.87%,明显高于良性组($P<0.05$)。绘制ROC曲线显示,二维超声、SR值对乳腺癌诊断价值AUC值分别为0.586、0.743,联合诊断AUC值为0.761,联合检测效果明显高于两者单独检测($P<0.05$)。ER阳性者有毛刺征、后方回声衰减、SR值高于ER阴性者($P<0.05$);PR阳性者有淋巴结转移、SR值高于PR阴性者($P<0.05$);CerbB-2阳性者有微钙化、SR值高于CerbB-2阴性者($P<0.05$)。经Pearman相关性分析,二维超声征象毛刺征、后方回声衰减与ER正相关,淋巴结转移与PR正相关,微钙化与CerbB-2正相关,SR值与ER、PR、CerbB-2正相关($P<0.05$)。**结论:**二维超声特征联合超声SR值可为乳腺癌诊断提供可靠影像学信息,毛刺征、后方回声衰减、淋巴结转移、微钙化征象及SR值与患者病理预后指标ER、PR、CerbB-2之间存在一定关系。

【关键词】乳腺癌;二维超声;超声弹性应变率比值;病理

【中图分类号】R737.9

【文献标志码】A

【文章编号】1005-202X(2024)02-0175-06

Diagnostic value of breast cancer with 2D ultrasound features combined with ultrasonic elastic strain rate ratio and correlation analysis with pathological prognostic indicators

WU Jing, LI Jing

Department of Ultrasound Medicine, The Second Affiliated Hospital of Chengdu Medical College (China National Nuclear Corporation 416 Hospital), Chengdu 610051, China

Abstract: Objective To analyze the diagnostic value of two-dimensional (2D) ultrasound features combined with ultrasonic elastic strain rate ratio (SR) for breast cancer and discuss their correlations with pathological prognostic indicators. **Methods** The clinical data of 265 patients with breast cancer admitted to the 2nd Affiliated Hospital of Chengdu Medical College from January 2020 to December 2021 were analyzed retrospectively. Through pathological examination, 171 cases were diagnosed with benign lesions (benign group) and 94 cases with malignant lesions (malignant group). The 2D ultrasound and ultrasound elastography imaging data were collected and compared for the two groups in terms of ultrasound appearance and SR. The positive rates of estrogen receptor (ER), progesterone receptor (PR), and proto-oncogene (CerbB-2) were recorded. Receiver operating characteristic (ROC) curve was drawn to analyze the diagnostic efficiency of 2D ultrasound and SR for breast cancer; and Pearman correlation analysis was conducted to assess the correlations between 2D ultrasound features/SR and ER/PR/CerbB-2. **Results** The 2D ultrasound features such as spicule sign, posterior echo attenuation, microcalcification, lymph node metastasis, and abundant blood flow were more common in malignant group, and the SR was significantly higher than that in benign group ($P<0.05$). The positive rates of ER, PR and CerbB-2 in malignant group were 59.57%, 75.53% and

【收稿日期】2023-09-10

【基金项目】四川省卫计委科研课题(17PJ437);成都医学院专项科学研究基金(FYZX17017)

【作者简介】吴静,研究方向:浅表器官超声、腹部超声、妇产超声及心血管超声等,E-mail: 846399319@qq.com

【通信作者】李景,主任医师,研究方向:浅表器官和超声造影,E-mail: 1990560534@qq.com

47.87%, respectively, significantly higher than those in benign group ($P<0.05$). ROC curve analysis showed that the AUC values of 2D ultrasound, SR, and their combination for breast cancer diagnosis were 0.586, 0.743, and 0.761, respectively, indicating a significantly higher diagnostic efficiency of the combined detection than 2D ultrasound or SR alone ($P<0.05$). The occurrences of spicule sign and posterior echo attenuation and SR were higher in ER-positive patients than in ER-negative patients ($P<0.05$); lymph node metastasis was more prevalent in PR-positive patients, and their SR was higher than PR-negative patients ($P<0.05$); CerbB-2 positive patients had more microcalcifications and higher SR value as compared with CerbB-2 negative patients ($P<0.05$). Pearman correlation analysis revealed that there were positive correlations between 2D ultrasound features such as spicule sign/posterior echo attenuation and ER, lymph node metastasis and PR, microcalcification and CerbB-2, SR and ER/PR/CerbB-2 ($P<0.05$). **Conclusion** The combination of 2D ultrasound features and SR provides reliable imaging information for the diagnosis of breast cancer. The spicule sign, posterior echo attenuation, lymph node metastasis, microcalcification and SR are correlated to the pathological prognostic indicators (ER, PR, and CerbB-2).

Keywords: breast cancer; two-dimensional ultrasound; ultrasonic elastic strain rate ratio; pathology

前言

乳腺癌为女性常见恶性肿瘤,近年来发病率逐渐上升,且发病年龄趋于年轻化。有研究显示,I~II期乳腺癌5年生存率为95%,III~IV期生存率仅为40%,这提示临床及时、准确诊断对改善乳腺癌患者预后具有重要的意义^[1-2]。目前,乳腺癌诊断主要依靠影像学检查,包括超声、CT、磁共振等,其中超声检测无创、操作重复性高,可实时动态评估病灶情况,临床应用广泛。应变率比值(Strain Rate Ratio, SR)是在超声弹性成像基础上将病灶SR及周围组织的SR进行对比,从而获得半定量参数可用于评估病灶硬度。以往研究中发现,乳腺癌以致密增生的纤维组织为主,多为浸润性生长,致硬度增加,恶性组织硬度是良性组织的2~4倍^[3]。因此,通过检测组织SR利于对乳腺肿瘤性质进行评估。有研究认为,预后因子决定肿瘤的生物行为,其组织病理学改变是影像学表现的基础,通过影像学技术可以直接或间接反映乳腺癌的状况。雌激素受体(Estrogen Receptor, ER)、孕激素受体(Progesterone Receptors, PR)、原癌基因(CerbB-2)则是乳腺癌发生、发展中的重要因子,在临床治疗指导、疾病预后评估中有重要参考价值^[4]。基于此,本研究通过分析乳腺癌二维超声特征、SR值,了解两者在乳腺癌中的诊断价值以及与患者预后的相关性。

1 资料与方法

1.1 一般资料

选取2020年1月~2021年12月成都医学院第二附属医院(核工业四一六医院)超声医学科收治的265例乳腺肿瘤患者临床资料。纳入标准:(1)临床资料完整;(2)经穿刺或手术病理检查,明确肿瘤性

质;(3)超声检查图像清晰;(4)病理检查前已进行二维超声及超声弹性成像检查;(5)未接受相关治疗者。排除标准:(1)妊娠期或哺乳期妇女;(2)患有其他严重精神病或器质性疾病者;(3)无法配合检查者。

265例患者经病理学检查确诊良性病变171例(良性组),恶性病变94例(恶性组)。良性组患者年龄25~77岁,平均 (49.58 ± 5.29) 岁;肿块直径:0.71~3.98 cm,平均 (2.15 ± 0.36) cm;疾病类型:纤维腺瘤75例、纤维瘤样变58例、导管内乳头状瘤38例。恶性组患者年龄24~78岁,平均 (50.16 ± 6.77) 岁;肿块直径0.73~4.11 cm,平均 (2.17 ± 0.44) cm;TNM分期:I期57例,II期37例。两组患者一般资料比较差异无统计学意义($P>0.05$)。本研究经成都医学院第二附属医院(核工业四一六医院)超声医学科伦理委员会审查通过(审查批号:2020SJ0013)。

1.2 方法

1.2.1 超声检查 检测仪器为法国声科 SuperSonic Aixplorer 超声诊断仪、迈瑞 Resona7 超声诊断仪,使用探头频率分别为4~15 MHz、3~9 MHz。首先要求患者以仰卧位进行检查,充分暴露其乳房、腋窝部位,涂抹耦合剂,进行常规切面扫查,记录肿块病理形态、回声、血流情况、周围组织等特征(见图1a~图1b),检查完毕后切换至超声弹性成像模式,选择弹性图取样区域后,构建病灶区域及旁正常乳腺组织区域,获得SR值(见图1c~图1d)。以上超声检查由两名具有5年以上乳腺弹性超声诊断经验的医师完成。

1.2.2 病理预后指标检查 获得患者活检病理组织,在固定、石蜡包埋、切片后使用苏木精-伊红染色,随后使用光镜观察所获标本,使用SP法进行免疫组织

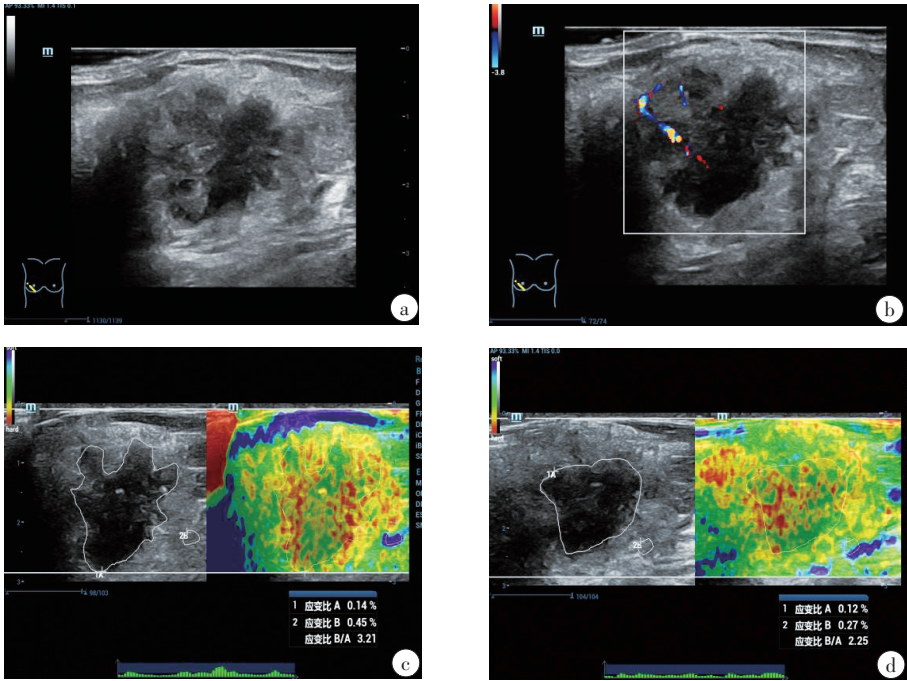


图1 乳腺癌二维及CDFI超声图像
Figure 1 Two-dimensional and CDFI ultrasound images of breast cancer

图a示“蟹足样”改变;图b示血流情况;图c~d是SR值检测图

染色。使用DAB染色剂,用动物血清与缓冲液代替一抗作为阴性对照。病理预后指标包括ER、PR、CerbB-2,由专业病理医生读片。结果判读:ER、PR阳性表达,通过细胞核内有棕黄色颗粒进行判定,且根据着色的比例及程度划分反应等级,阴性:<30%,轻度阳性:30%~40%,中度阳性:40%~60%,重度阳性:>60%。判定CerbB-2是否为阳性表达时,观察细胞膜是否出现清晰的棕色着色,以此作为判定依据,若仅在ER/PR胞浆内或CerbB-2细胞核内出现着色,则不能作为阳性判断的依据^[5]。

1.3 观察指标

对比良性组与恶性组二维超声特征、SR值及ER、PR、CerbB-2阳性率,评估二维超声、SR值对乳腺癌诊断价值,分析二维超声征象、SR值与ER、PR、CerbB-2相关性。

1.4 统计学方法

采用SPSS 20.0软件进行数据分析,计量资料用均值±标准差表示,采用t检验;计数资料用例(%)表示,采用 χ^2 检验;绘制受试者工作特征(Receiver Operator Characteristic, ROC)曲线,分析二维超声、SR值对乳腺癌诊断价值,并计算曲线下面积(Area Under Curve, AUC);二维超声征象、SR值与ER、PR、CerbB-2相关性使用Pearman相关性分析,系数用r表示, $r<0.4$ 为低度线性相关, $0.4\leq r<0.7$ 为显著线性相关, $0.7\leq r<1$ 为高度线性相关。 $P<0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 良性组与恶性组二维超声特征、SR值比较

恶性组二维超声特征中毛刺征、后方回声衰减、微钙化、淋巴结转移、血流丰富者及SR值明显高于良性组($P<0.05$),见表1。

表1 良性组与恶性组二维超声特征、SR 值比较				
Table 1 Comparison of two-dimensional ultrasound features and strain rate ratio (SA) between benign group and malignant group				
类别	良性组(n=171)	恶性组(n=94)	χ^2/t 值	P值
毛刺征[例(%)]			12.857	<0.001
有	68(37.77)	59(62.77)		
无	103(60.23)	35(27.23)		
后方回声衰减[例(%)]			15.108	<0.001
有	63(36.84)	58(61.70)		
无	108(31.16)	36(28.30)		
微钙化[例(%)]			9.331	<0.001
有	58(33.91)	50(53.20)		
无	113(66.09)	44(46.80)		
淋巴结转移[例(%)]			12.841	<0.001
有	51(29.82)	49(52.12)		
无	120(70.18)	45(47.88)		
血流情况[例(%)]			14.373	<0.001
丰富	73(42.70)	63(67.02)		
不丰富	98(57.64)	31(32.98)		
SR 值($\bar{x}\pm s$)	5.27±2.18	14.62±5.41	19.877	<0.001

2.2 良性组与恶性组 ER、PR、CerbB-2 阳性率比较

恶性组 ER、PR、CerbB-2 阳性率分别为 59.57%、75.53%、47.87%，明显高于良性组($P<0.05$)，见表 2。

2.3 二维超声、SR 值对乳腺癌诊断价值

绘制 ROC 曲线可知，联合诊断 AUC 值为 0.761，联合检测效果明显高于两者单独检测($P<0.05$)，见表 3 和图 2。

表 2 良性组与恶性组 ER、PR、CerbB-2 阳性率比较[例(%)]

Table 2 Comparison of positive rates of ER, PR and CerbB-2 between benign group and malignant group [cases (%)]

组别	ER	PR	CerbB-2
良性组($n=171$)	12(7.01)	9(5.26)	4(2.34)
恶性组($n=94$)	56(59.57)	71(75.53)	45(47.87)
χ^2 值	87.832	142.112	86.699
P 值	<0.001	<0.001	<0.001

表 3 二维超声、SR 值对乳腺癌的诊断价值

Table 3 Diagnostic value of 2D ultrasound and SR for breast cancer

指标	AUC	95%CI	敏感度	特异度	约登指数	P 值
二维超声	0.586	0.524~0.648	0.563	0.609	0.172	0.006
SR 值	0.743	0.678~0.809	0.670	0.743	0.418	<0.001
联合诊断	0.761	0.701~0.821	0.808	0.644	0.451	<0.001

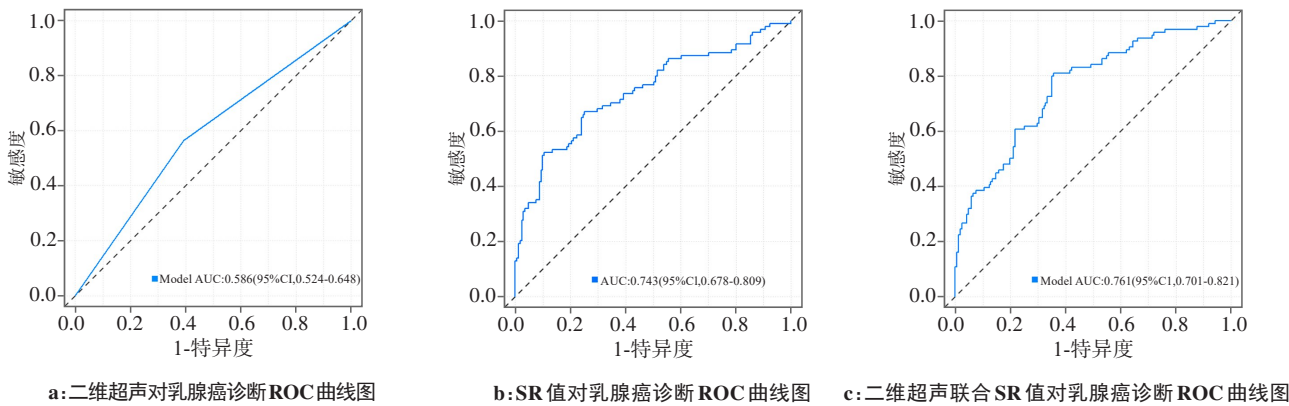


图 2 二维超声、SR 值对乳腺癌诊断 ROC 曲线图

Figure 2 ROC curve of 2D ultrasound and SR for breast cancer diagnosis

2.4 不同二维超声征象、SR 值的 ER、PR、CerbB-2 阳性表达对比

ER 阳性者有毛刺征、后方回声衰减、SR 值高于 ER 阴性者($P<0.05$)；PR 阳性者有淋巴结转移、SR 值高于 PR 阴性者($P<0.05$)；CerbB-2 阳性者有微钙化、SR 值高于 CerbB-2 阴性者($P<0.05$)，见表 4。

2.5 二维超声征象、SR 值与 ER、PR、CerbB-2 相关性分析

经 Pearman 相关性分析，二维超声征象毛刺征、后方回声衰减与 ER 正相关($P<0.05$)，淋巴结转移与 PR 正相关($P<0.05$)，微钙化与 CerbB-2 正相关，SR 值与 ER、PR、CerbB-2 均为正相关($P<0.05$)。微钙化、淋巴结转移、血流情况与 ER 无相关性($P>0.05$)，毛刺征、后方回声衰减、微钙化、血流情况与 PR 无相关性($P>0.05$)，毛刺征、后方回声衰减、淋巴结转移、血流情况与 CerbB-2 无相关性($P>0.05$)，见表 5。

3 讨论

超声检查是乳腺癌筛查及诊断的常用手段，在常规的二维超声检查中，良性乳腺肿瘤以回声均匀、形态规则、边界清晰为主要表现，恶性肿瘤超声则多表现为形态不规则、边界不清晰、回声不均匀等特征^[6-7]。本研究结果显示，恶性组二维超声特征中有毛刺征、后方回声衰减、微钙化、淋巴结转移、血流丰富占比明显高于良性组，与以往研究结果相符^[8-9]。乳腺癌病变区域细胞排列异常、组织结构紊乱，超声波与正常乳腺组织交界处会形成明显的毛刺样改变，称为“毛刺征”。而乳腺癌组织内细胞密度高，对超声波的穿透能力差，因此在超声图像上呈现出后方回声衰减的现象。同时，乳腺癌组织内有的钙化物质，虽然量很少，但由于其钙化性质，超声波会对其产生回声的反射，形成微小的钙化点，因此在超声

表4 不同二维超声征象、SR值的ER、PR、CerbB-2阳性表达对比

Table 4 Comparison of positive expressions of ER, PR and CerbB-2 at different 2D ultrasonic signs and SR

类别	ER		χ^2/t 值	P值	PR		χ^2/t 值	P值	CerbB-2		χ^2/t 值	P值
	阳性(n=68)	阴性(n=197)			阳性(n=80)	阴性(n=185)			阳性(n=49)	阴性(n=216)		
毛刺征[例(%)]			10.321	0.001			2.298	0.129			0.231	0.631
有	44(64.70)	83(42.13)			44(55.00)	83(44.87)			25(51.02)	102(47.22)		
无	24(35.30)	114(57.86)			36(45.00)	102(55.13)			24(48.97)	114(52.78)		
后方回声衰减[例(%)]			6.387	0.011			2.161	0.142			1.148	0.283
有	40(58.82)	81(41.11)			42(52.50)	79(42.70)			29(59.19)	102(47.22)		
无	28(41.18)	116(58.89)			38(47.50)	106(57.30)			20(40.81)	114(52.78)		
微钙化[例(%)]			0.603	0.437			3.034	0.082			12.616	<0.001
有	25(36.77)	83(42.13)			39(48.75)	69(37.30)			31(63.26)	77(35.64)		
无	43(63.23)	114(57.87)			41(51.25)	116(62.70)			18(36.73)	139(64.36)		
淋巴结转移[例(%)]			2.697	0.101			72.346	<0.001			0.671	0.412
有	20(29.41)	80(40.60)			61(76.25)	39(21.08)			21(42.86)	79(36.58)		
无	48(70.59)	117(59.40)			19(23.75)	146(78.91)			28(57.14)	137(63.42)		
血流情况[例(%)]			1.332	0.248			3.455	0.063			0.344	0.557
丰富	39(57.36)	97(49.23)			48(60.00)	88(47.56)			27(55.10)	109(50.47)		
不丰富	29(42.64)	100(50.77)			32(40.00)	97(52.43)			22(44.90)	107(49.53)		
SR值($\bar{x}\pm s$)	15.49 \pm 2.64	4.18 \pm 1.34	45.571	<0.001	13.36 \pm 5.18	5.66 \pm 1.87	17.753	<0.001	14.59 \pm 3.15	5.02 \pm 1.28	34.075	<0.001

表5 二维超声征象、SR值与ER、PR、CerbB-2值的相关性分析

Table 5 Correlation analysis of 2D ultrasonic signs/SR and ER/PR/CerbB-2

类别	ER		PR		CerbB-2	
	r值	P值	r值	P值	r值	P值
毛刺征	0.672	<0.001	0.102	0.952	0.371	0.214
后方回声衰减	0.697	<0.001	0.334	0.258	0.419	0.188
微钙化	0.411	0.135	0.459	0.177	0.650	<0.001
淋巴结转移	0.351	0.174	0.711	<0.001	0.319	0.284
血流情况	0.218	0.187	0.420	0.185	0.337	0.241
SR值	0.758	<0.001	0.606	<0.001	0.677	<0.001

图像上呈现出微钙化的特征。虽上述征象在一定程度上可为乳腺肿瘤性质评估提供参考,但部分乳腺良性与恶性肿瘤超声会出现重叠部分,影响诊断准确性。以往研究表明,纤维腺瘤与导管内癌超声信号均较少,且出现钙化点分布情况也相似,因此常出现导管内癌误诊为纤维腺瘤的情况^[10-12]。

病灶硬度与肿瘤性质存在密切联系。有研究发现,良性乳腺肿瘤生长为膨胀性,因此其内部组织较为疏松,硬度也较低,而恶性肿瘤多源于乳腺导管萎缩、纤维结缔组织增生的前提下生长,且生长速度快、肿瘤质地较硬,组织硬度高^[13-14]。实时组织超声弹性成像是一种对组织力学特征成像的新型技术,通过对组织激励,提取与其相关的参数,并通过图像反映出来,对于质地坚硬的组织,其在外界激励下所

产生的顺应性较小或幅度较低,质地松软的组织则相反^[15-16]。弹性图是评估病灶性质的有效方法,良性肿瘤其弹性评分为1~3分,恶性则为4~5分,受诊断医师主观经验的影响,使得弹性评分评估可能存在一定偏倚^[17-18]。SR是通过评价病灶组织与周围组织的硬度值之比,评价指标更为客观,在评价过程中无医生主观意识影响,评分更具有科学性及可信度^[19-20]。在本研究中,恶性组SR值明显高于良性组,说明SR值可为乳腺癌诊断提供参考依据。通过绘制ROC曲线可知SR值联合二维超声诊断灵敏度、敏感度明显提高,两者结合可为临床提供更全面信息。

乳腺癌的侵袭和转移是由多个基因调控的复杂过程,这些基因在癌细胞的生长、增殖、迁移和扩散等方面发挥着至关重要的作用。乳腺癌超声征象呈现的多样性与肿瘤生长方式密切相关^[21-22]。ER、PR、CerbB-2在乳腺癌发生、发展中有重要作用,也是评估患者预后的有效指标^[23]。本研究结果显示,恶性组ER、PR、CerbB-2阳性表达者明显高于良性组,而ER阳性者有毛刺征、后方回声衰减、SR值明显高于ER阴性者;PR阳性淋巴结转移、SR值高于PR阴性者;CerbB-2阳性者微钙化、SR值高于CerbB-2阴性者,说明二维超声特征、SR值与ER、PR、CerbB-2密切相关,根据其有效征象及SR值或可为肿瘤预后情况评估提供参考^[24-25]。

综上所述,二维超声特征联合超声SR值可为乳腺癌诊断提供全面参考信息,毛刺征、后方声衰减、

淋巴结转移、微钙化征象及SR值与患者病理预后指标ER、PR、CerbB-2之间存在相关性。超声作为无创影像学评估方法,在乳腺癌术前及非手术治疗等条件下,可为临床预测ER、PR、CerbB-2表达提供参考,或可为临床内分泌治疗、疾病预后评估提供新方向。

【参考文献】

- [1] 周瑾, 邢飞, 樊云清, 等. 加速时间指数及弹性应变率比值鉴别诊断乳腺良恶性肿瘤的价值[J]. 临床超声医学杂志, 2021, 23(3): 212-215. Zhou J, Xing F, Fan YQ, et al. Value of acceleration time index and elastic strain rate ratio in differential diagnosis of benign and malignant breast tumors [J]. Journal of Ultrasound in Clinical Medicine, 2021, 23(3): 212-215.
- [2] 朱强, 王丕琳. 浆细胞性乳腺炎患者超声弹性应变率值与血清E₂, PRL, Ki-67指标表达相关性及其在预后评估的应用价值[J]. 生物医学工程与临床, 2020, 24(3): 272-277. Zhu Q, Wang PL. Correlation between ultrasonic elastic strain rate and expression of serum E₂, PRL and Ki-67 in patients with plasma cell mastitis and its application in prognosis evaluation [J]. Biomedical Engineering and Clinical Medicine, 2020, 24(3): 272-277.
- [3] 车录全, 张杰. 超声弹性成像评分与乳腺癌病理特征关系及其评估乳腺淋巴瘤转移的价值分析[J]. 河北医学, 2022, 28(3): 460-465. Che LQ, Zhang J. Analysis of the relationship between ultrasound elastography score and pathological characteristics of breast cancer and its value in evaluating lymphatic metastasis of breast cancer [J]. Hebei Medicine, 2022, 28(3): 460-465.
- [4] 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 Q, Yang XJ, Ji TT, et al. Correlation between ultrasonic assisted elastography, shear-wave elastography and contrast-enhanced ultrasound characteristics and molecular biological indicators of breast cancer [J]. Journal of Chinese Practical Diagnosis and Therapy, 2020, 34(8): 768-772.
- [5] 商蒙蒙, 张岩, 程琳, 等. 弹性应变率比值法与声触诊组织量化技术对乳腺肿块的诊断价值[J]. 山东大学学报(医学版), 2019, 57(6): 94-99. Shang MM, Zhang Y, Cheng L, et al. The diagnostic value of elastic strain rate ratio method and sound palpation tissue quantification technique in breast mass [J]. Journal of Shandong University (Health Sciences), 2019, 57(6): 94-99.
- [6] Cantisani V, David E, Barr R, et al. US-elastography for breast lesion characterization: prospective comparison of US BIRADS, strain elastography and shear wave elastography [J]. Ultraschall Med, 2021, 42(5): 533-540.
- [7] 刘健, 武敬平, 王宁, 等. 弹性应变率比值联合乳腺超声影像报告和数据库系统诊断乳腺结节的应用价值[J]. 中国医学科学院学报, 2021, 43(1): 63-68. Liu J, Wu JP, Wang N, et al. Application value of elastic strain rate ratio combined with breast ultrasound image reporting and data system in the diagnosis of breast nodules [J]. Acta Academiae Medicinae Sinicae, 2021, 43(1): 63-68.
- [8] 贾妍, 彭娟, 蒲欢, 等. 超声弹性评分法与应变率比值法在乳腺实性病灶诊断中的应用价值[J]. 武汉大学学报(医学版), 2020, 41(5): 839-843. Jan Y, Peng J, Pu H, et al. Application value of ultrasonic elasticity score and strain rate ratio method in diagnosis of solid breast lesions [J]. Medical Journal of Wuhan University (Medicine Edition), 2020, 41(5): 839-843.
- [9] 李才茂, 仲守泰, 张宝亮, 等. 超声MRI及病理在评价乳腺癌新辅助化疗疗效中的应用[J]. 中国CT和MRI杂志, 2022, 20(4): 83-86. Li CM, Zhong ST, Zhang BL, et al. Application of ultrasound MRI and pathology in evaluating the efficacy of neoadjuvant chemotherapy for breast cancer [J]. Chinese Journal of CT and MRI, 2022, 20(4): 83-86.
- [10] 李园园, 臧国礼, 许伟莹, 等. 乳腺癌超声和超声造影特征与乳腺癌生物学预后因子的相关性分析[J]. 中国妇幼保健, 2022, 37(5): 944-946. Li YY, Zang GL, Xu WY, et al. Correlation analysis of ultrasound and contrast-enhanced ultrasound characteristics with biological prognostic factors of breast cancer [J]. Maternal and Child Health Care of China, 2022, 37(5): 944-946.
- [11] Hou C, Hou Q, Xie X, et al. Serum iron status and the risk of breast cancer in the European population: a two-sample Mendelian randomisation study [J]. Genes Nutr, 2021, 16(1): 9.
- [12] Lee JY, Lee KS, Seo BK, et al. Radiomic machine learning for predicting prognostic biomarkers and molecular subtypes of breast cancer using tumor heterogeneity and angiogenesis properties on MRI [J]. Eur Radiol, 2022, 32(1): 650-660.
- [13] Xue LB, Liu YH, Zhang B, et al. Prognostic role of high neutrophil-to-lymphocyte ratio in breast cancer patients receiving neoadjuvant chemotherapy: meta-analysis [J]. Medicine, 2019, 98(5): 1019-1023.
- [14] 白玲娇, 陈小军, 王婷, 等. 乳腺癌超声弹性成像评分与免疫组化指标表达水平相关性分析[J]. 陕西医学杂志, 2021, 50(10): 1239-1245. Bai LJ, Chen XJ, Wang T, et al. Analysis of correlation between ultrasound elastography score and immunohistochemical index expression level in breast cancer [J]. Shaanxi Medical Journal, 2021, 50(10): 1239-1245.
- [15] 段更勇, 韩路, 方开峰, 等. 超声弹性应变率联合血清VEGF, CerbB-2检测对乳腺结节良恶性的鉴别价值[J]. 中国临床研究, 2020, 33(11): 1481-1485. Duan GY, Han L, Fang KF, et al. Value of ultrasonic elastic strain rate combined with serum VEGF and CerbB-2 detection in differentiating benign and malignant breast nodules [J]. Chinese Journal of Clinical Research, 2020, 33(11): 1481-1485.
- [16] 屈静, 彭军, 周呈凤, 等. 实时超声弹性成像检查颈部恶性肿大淋巴结应变率比值及诊断价值分析[J]. 中国医学装备, 2021, 18(3): 88-91. Qu J, Peng J, Zhou CF, et al. Analysis of strain rate ratio and diagnostic value of real-time ultrasound elastography in cervical malignant enlarged lymph nodes [J]. China Medical Equipment, 2021, 18(3): 88-91.
- [17] Polat AV, Ozturk M, Polat AK, et al. Efficacy of ultrasound and shear wave elastography for the diagnosis of breast cancer-related lymphedema [J]. J Ultras Med, 2020, 39(4): 795-803.
- [18] Katyan A, Mittal MK, Mani C, et al. Strain wave elastography in response assessment to neo-adjuvant chemotherapy in patients with locally advanced breast cancer [J]. BRIT J Radiol, 2019, 10(4): 708-709.
- [19] 丰波, 黄巧燕, 罗晴霞, 等. 超声弹性成像比值法在乳腺非肿块型病变良恶性鉴别诊断中的应用研究[J]. 中国超声医学杂志, 2020, 36(6): 499-502. Feng B, Huang QY, Luo QX, et al. Application of ultrasonography ratio in differential diagnosis of benign and malignant breast lesions [J]. Chinese Journal of Ultrasound in Medicine, 2020, 36(6): 499-502.
- [20] 刘晨晨, 曹志宏, 郭建峰, 等. 双模式弹性成像鉴别乳腺良、恶性病灶的价值[J]. 江苏医药, 2022, 48(6): 590-649. Liu CC, Cao ZH, Guo JF, et al. Value of dual-mode elastic imaging in differentiating benign and malignant breast lesions [J]. Jiangsu Medical Journal, 2022, 48(6): 590-649.
- [21] 秦凌云, 伍永红, 秦珍, 等. 乳腺癌超声征象与ER, PR, 连环蛋白p120, 癌基因CerbB-2, 原癌基因Her-2/neu表达的关系研究[J]. 现代生物医学进展, 2019, 19(3): 506-510. Qin LY, Wu YH, Qin Z, et al. Study on the relationship between ultrasound signs and expression of ER, PR, catenin p120, oncogene CerbB-2 and proto-oncogene Her-2/neu in breast cancer [J]. Progress in Modern Biomedicine, 2019, 19(3): 506-510.
- [22] 解婷婷, 樊晓. 改良PCH方案对HER-2阳性乳腺癌的疗效及与ER, PR水平的关系[J]. 实用癌症杂志, 2021, 36(12): 2023-2027. Xie TT, Fan X. Effect of modified PCH regimen on HER-2 positive breast cancer and its relationship with ER and PR levels [J]. The Practical Journal of Cancer, 2021, 36(12): 2023-2027.
- [23] Yang EJ, Kim SY, Lee WH, et al. Diagnostic accuracy of clinical measures considering segmental tissue composition and volume changes of breast cancer-related lymphedema [J]. Lymphatic Res Biol, 2018, 16(4): 368-376.
- [24] Chavhan GB, Lam CZ, Greer MC, et al. Magnetic resonance lymphangiography [J]. Radiol Clin North Am, 2020, 58(4): 693-706.
- [25] Marmor S, Portschi PR, Burke EE, et al. Prognostic factors for metachronous contralateral breast cancer: implications for management of the contralateral breast [J]. Breast J, 2017, 23(3): 299-306.

(编辑:陈丽霞)