



· 论 著 ·

S-Detect在乳腺肿块诊断中出现假阴性和假阳性的影响因素

潘加珍, 刘心培, 查海玲, 杜丽雯, 聂晨蕾, 张曼琪, 陈智慧, 刘 薇, 杜 宇,
蔡梦君, 栗翠英

南京医科大学第一附属医院超声诊断科, 江苏 南京 210029

[摘要] 目的: 研究S-Detect技术在乳腺肿块诊断中出现假阳性和假阴性结果的影响因素。方法: 回顾并分析2019年5月—2022年3月南京医科大学第一附属医院613例女性患者的697个乳腺病灶, 患者均进行了常规超声检查和S-Detect检查并取得手术后病理学检查结果。以病理学检查结果为标准, 绘制受试者工作特征(receiver operating characteristic, ROC)曲线评估S-Detect诊断效能。将患者年龄、肿块最大径、形状、边缘、生长方向、钙化情况、后方回声、血流分级纳入分析, 采用 t 检验或Mann-Whitney U 检验比较假阴性与真阴性组、假阳性与真阳性组的连续变量, 采用 χ^2 检验或Fisher精确概率检验比较分类变量, 采用多因素二元logistic回归法分析独立影响因素。结果: 患者的平均年龄为(47.1 ± 13.6)岁, 697个病灶中, 良性病灶350个, 恶性病灶347个, S-Detect诊断曲线下面积(area under curve, AUC)为0.835, Kappa值为0.670。患者年龄≥45岁(OR=2.898, $P=0.002$)、肿块边缘不光整(OR=4.778, $P<0.001$)、血流分级为2或3级(OR=2.447, $P=0.009$)与假阴性结果相关。患者年龄<45岁(OR=9.735, $P<0.001$)、肿块最大径<20 mm(OR=2.480, $P=0.015$)、肿块形状规则(OR=4.097, $P=0.003$)、边缘光整(OR=8.175, $P<0.001$)、血流分级为0或1级(OR=3.351, $P=0.001$)与假阳性结果显著相关。结论: 当S-Detect诊断结果为良性时, 患者年龄较大、肿块边缘不光整、血流分级较高是出现假阴性的影响因素。当S-Detect诊断结果为恶性时, 患者较年轻、肿块较小、形状规则、边缘光整、血流分级较低是出现假阳性的影响因素。

[关键词] 乳腺癌; 超声; S-Detect; 假阴性; 假阳性

中图分类号: R747.9; R445.1 文献标志码: A DOI: 10.19732/j.cnki.2096-6210.2023.01.010

Factors associated with false negative and false positive results of S-Detect in breast lesions diagnosis

PAN Jiazhen, LIU Xinpei, ZHA Hailing, DU Liwen, NIE Chenlei, ZHANG Manqi, CHEN Zhihui, LIU Wei, DU Yu, CAI Mengjun, LI Cuiying (Department of Ultrasound Diagnosis, First People's Hospital, Nanjing Medical University, Nanjing 210000, Jiangsu Province, China)

Correspondence to: LI Cuiying E-mail: lynx_ko@163.com

[Abstract] **Objective:** To research the influence factors of false positive results and false negative results of S-Detect in breast lesions diagnosis. **Methods:** 697 breast lesions of 613 patients in the First Affiliated Hospital of Nanjing Medical University from May 2019 to March 2022 were retrospectively analyzed. They all underwent preoperative breast ultrasound, S-Detect examination data and surgery for postoperative pathology. According to postoperative pathological, the diagnostic efficacy of S-Detect was evaluated. The age of patients, size, shape, margin, orientation, calcification, posterior feature and vascularity of lesions were included in the analysis. The t test and Mann-Whitney U rank sum test were used to compare the continuous variable of false negative and true negative group, false positive and true positive group. The χ^2 test and Fisher exact test were used to compare the classified variable. The logistic regression was used to analysis the significant risk factors. **Results:** The mean age of the patients was (47.1 ± 13.6) years. Among the 697 lesions, 350 were benign and 347 were malignant. The area under curve (AUC) of S-Detect was 0.835 and Kappa value was 0.670. Age 45 and over (OR=2.898, $P=0.002$), margin not circumscribed (OR=4.778, $P<0.001$), vascularity of 2 or 3 grade (OR=2.447, $P=0.009$) were significantly correlated with false negative results. The false positive results were

通信作者: 栗翠英 E-mail: lynx_ko@163.com

significantly associated with age under 45 (OR=9.735, $P<0.001$), the maximum diameter less than 20 mm (OR=2.480, $P=0.015$), shape regular (OR=4.097, $P=0.003$), margin circumscribed (OR=8.175, $P<0.001$) and vascularity of 0 or 1 grade (OR=3.351, $P=0.001$). **Conclusion:** Among benign lesions diagnosed by S-Detect, the patients with older age, the lesions with not circumscribed margin and higher grade of vascularity are likely in the false negative group. In the malignant lesions diagnosed by S-Detect, the patients in the false positive group were younger in age, smaller in size, regular in shape, circumscribed in margin and lower grade of vascularity.

[**Key words**] Breast cancer; Ultrasound; S-Detect; False negative; False positive

乳腺癌是2020年女性发病率最高的恶性肿瘤^[1], 其死亡率也居于前列, 对女性生命健康造成严重威胁, 乳腺超声检查是中国应用最广泛的乳腺肿块诊断和乳腺癌筛查方式^[2-3], 其具有实时动态、无辐射等优点, 但同时存在受仪器和操作者影响的缺陷。随着以深度学习 (deep learning, DL) 为代表的人工智能 (artificial intelligence, AI) 技术在医学影像学领域的发展^[4-5], 基于DL的计算机辅助诊断 (computer aided diagnosis, CAD) 软件逐渐应用于乳腺超声检查, 辅助超声科医师进行临床诊断。

S-Detect是韩国SAMSUNG公司研发的一款装载于RS80A超声诊断仪的CAD软件^[6]。既往研究^[7-9]表明, S-Detect具有良好的诊断性能, 有助于超声科医师对乳腺肿块进行良恶性诊断, 可提高诊断准确度。然而, S-Detect受限于软件特性, 无法获悉患者年龄信息, 识别肿块内钙化及血流能力较差, 其诊断结果与手术后病理学检查结果相比仍然存在假阴性和假阳性。因此, 本研究旨在分析S-Detect对乳腺肿块诊断为良性时出现假阴性及诊断为恶性时出现假阳性的影响因素。

1 资料和方法

1.1 研究对象

回顾并分析2019年5月—2022年3月在南京医科大学第一附属医院乳腺外科就诊的613例女性患者共697个病灶资料。纳入标准: ① 肿块型病灶; ② 有完整的常规超声及S-Detect检查数据及图像; ③ 无其他部位恶性肿瘤病史; ④ 无乳腺肿块穿刺、手术或化疗史; ⑤ 获得最终手术后病理学检查结果。

1.2 仪器与检查方法

1.2.1 仪器

采用韩国SAMSUNG公司的RS80A彩色超声诊断仪, 使用高频 (3~12 MHz) 线阵探头。

1.2.2 检查方法

患者取仰卧位或侧卧位, 由1名经验丰富的超声科医师常规扫查乳房和腋窝并按规范留图, 在病灶最大径切面冻结图像, 在屏幕上点击S-Detect, 得到“可能良性”和“可能恶性”的结果。然后, 该医师与另一名经验丰富的超声科医师依据2013年版乳腺影像报告和数据库系统 (Breast Imaging Reporting and Data System, BI-RADS), 分别描述病灶的形态 (规则, 不规则)、边缘 (光整, 不光整)、方向 (平行于皮肤, 不平行于皮肤)、后方回声 (无改变, 衰减, 增强, 混合型)、钙化 (无钙化, 有钙化)、Adler血流分级^[10] (0或1级, 2或3级)。当意见不一致时, 讨论协商确定最终结论。

1.3 统计学处理

以病理学检查结果为标准, 计算S-Detect的诊断灵敏度、特异度、准确度、Kappa值和曲线下面积 (area under curve, AUC)。采用 t 检验或Mann-Whitney U 检验分别比较真阳性与假阳性组、真阴性与假阴性组的连续变量, 使用 χ^2 检验或Fisher精确概率检验比较分类变量, 将有意义的变量纳入多变量logistic回归分析, 获得独立影响因素。采用SPSS 26.0软件进行统计学分析, 进行双侧检验, $P<0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 一般情况与病理学检查结果

患者年龄17~87岁, 平均 (47.1 ± 13.6) 岁,

肿块最大径4~50 mm, 平均(17.9 ± 8.7) mm。在697个病灶中, 良性病灶350个, 恶性病灶347个。病灶为良性的患者年龄17~83岁, 平均(40.9 ± 11.9)岁, 肿块最大径4~50 mm, 平均(15.7 ± 7.8) mm; 病灶为恶性的患者年龄25~87岁, 平均(53.4 ± 12.2)岁, 肿块最大径5~48 mm, 平均(20.1 ± 8.9) mm。

S-Detect诊断为良性, 病理学诊断也为良性(真阴性)的肿块283个; S-Detect诊断为良性, 病理学诊断为恶性(假阴性)者48个; S-Detect诊断为恶性, 病理学诊断也为恶性(真阳性)者299个; S-Detect诊断为恶性, 病理学诊断为良性(假阳性)者67个。S-Detect诊断的灵敏度为86.2%, 特异度为80.9%, 准确度为83.5%, Kappa值为0.670, 一致性较好, AUC为0.835, 受试者工作特征(receiver operating characteristic, ROC)曲线见图1。

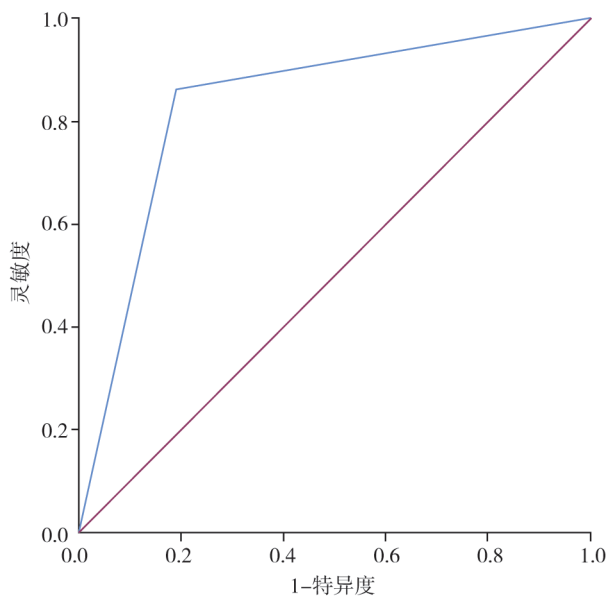


图1 S-Detect对697个乳腺病变诊断结果的ROC曲线

2.2 对不同病种的诊断结果

S-Detect对于不同病种乳腺肿块的诊断准确度见表1。对于良性病变, S-Detect诊断准确度为80.9%。S-Detect对恶性病变的整体诊断准确度为85.9%。

表1 697个乳腺肿块的病理学检查结果及S-Detect诊断准确度

病理学检查结果	准确度/% (n/N)
良性	80.9 (283/350)
错构瘤	100.0 (2/2)
良性腺肌上皮病变	100.0 (1/1)
良性分叶状肿瘤	100.0 (1/1)
纤维腺瘤	94.7 (126/133)
导管内乳头状瘤	83.1 (59/71)
管状腺瘤	75.0 (3/4)
腺病	66.4 (83/125)
硬化性腺病	16.7 (7/42)
其他腺病	91.6 (76/83)
炎症	63.6 (7/11)
结节性筋膜炎	50.0 (1/2)
恶性	85.9 (298/347)
淋巴瘤	100.0 (1/1)
小管癌	100.0 (1/1)
浸润性小叶癌	91.7 (11/12)
浸润性导管癌	89.7 (261/291)
黏液癌	66.7 (8/12)
实性乳头状癌	62.5 (5/8)
导管原位癌	50.0 (11/22)

2.3 S-Detect判断为良性中的假阴性结果

S-Detect判断为良性的肿块331个, 其中真阴性肿块283个, 假阴性肿块48个(图2)。假阴性组平均年龄(51.1 ± 14.2)岁, 真阴性组平均年龄(40.8 ± 11.7)岁, 两组之间年龄(<45岁, ≥45岁)在t检验和 χ^2 检验中差异均有统计学意义($P < 0.001$), 真阴性组与假阴性组的边缘(光整, 不光整)、生长方向(平行于皮肤, 不平行于皮肤)、血流分级(0或1级, 2或3级)差异有统计学意义($P < 0.05$)。单因素分析结果显示假阴性组和真阴性组在肿块最大径、形状、钙化、后方回声方面差异无统计学意义($P > 0.05$, 表2)。

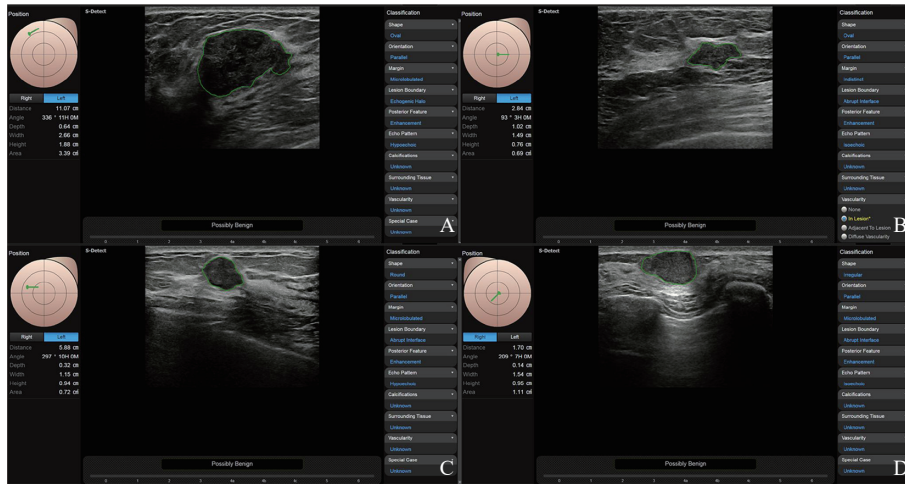


图2 典型病例S-Detect检查图像

A: 患者1, 女性, 23岁, 肿块病理学检查结果为纤维腺瘤, S-Detect诊断为可能良性, 为真阴性; B: 患者2, 女性, 55岁, 肿块病理学检查结果为导管原位癌, S-Detect诊断为可能良性, 为假阴性; C: 患者3, 女性, 44岁, 肿块病理学检查结果为导管内乳头状瘤, S-Detect诊断为可能良性, 为真阴性; D: 患者4, 女性, 48岁, 肿块病理学检查结果为实性乳头状癌, S-Detect诊断为可能良性, 为假阴性。

表2 S-Detect诊断为阴性与临床及超声特征的关系

特征	真阴性 (n=283)	假阴性 (n=48)	χ^2 /Fisher值	P值
年龄/岁	40.8 ± 11.7	51.1 ± 14.2		<0.001*
<45	194	19	15.012	<0.001
≥45	89	29		
最大径/mm	15.4 ± 7.8	14.4 ± 6.0		0.376*
<20	215	39	0.640	0.424
≥20	68	9		
形状			2.870	0.090
规则	178	24		
不规则	105	24		
边缘			30.068	<0.001
光整	246	26		
不光整	37	22		
方向			5.271	0.022
平行	256	38		
不平行	27	10		
钙化			3.149	0.076
无	259	40		
有	24	8		
后方回声			2.539	0.268
无改变	259	41		
增强	18	6		
衰减	6	1		
混合	0	0		
血流分级			6.056	0.014
0或1级	166	19		
2或3级	117	29		

*: 连续变量t检验或Mann-Whitney U检验。

将单因素分析结果中差异有统计学意义的患者年龄 (<45 岁, ≥ 45 岁)、肿块边缘 (光整, 不光整)、生长方向 (平行于皮肤, 不平行于皮肤)、血流分级 (0或1级, 2或3级) 纳入多因素logistic回归分析, 结果如表3所示。相较年龄 <45 岁的患者, S-Detect对年龄 ≥ 45 岁的患者进

行乳腺肿块诊断时更易出现假阴性 (OR=2.898, $P=0.002$), 对边缘不光整的肿块诊断结果更易出现假阴性 (OR=4.778, $P<0.001$), 对血流分级为2或3级的肿块诊断结果更易出现假阴性 (OR=2.447, $P=0.009$), 肿块生长方向在两组之间差异无统计学意义 ($P=0.850$)。

表3 基于临床及超声特征的多因素logistic回归结果 (真阴性与假阴性)

参数	回归系数	SE	OR (95% CI)	P值
年龄			1	
<45岁			1	
≥ 45 岁	1.064	0.344	2.898 (1.478~5.684)	0.002
边缘			1	
光整			1	
不光整	1.564	0.357	4.778 (2.373~9.623)	<0.001
方向			1	
平行			1	
不平行	0.094	0.494	1.098 (0.417~2.890)	0.850
血流分级			1	
0-1			1	
2-3	0.895	0.344	2.447 (1.248~4.797)	0.009

2.4 S-Detect判断为恶性中的假阳性结果

S-Detect诊断366个肿块为恶性, 其中67个为假阳性 (图3)。假阳性组平均年龄 (41.6 ± 12.9) 岁, 真阳性组平均年龄 (53.7 ± 11.8) 岁, 假阳性组患者年龄显著小于真阳性组 ($P<0.001$)。假阳性组肿块

最大径平均值为 (16.9 ± 7.7) mm, 小于真阳性组 (21.0 ± 9.0), 差异有统计学意义 ($P<0.001$)。此外, 假阳性组与真阳性组在形状、边缘、钙化和血流分级方面差异均有统计学意义 ($P<0.05$), 在肿块生长方向和后方回声方面差异无统计学意义 ($P>0.05$, 表4)。

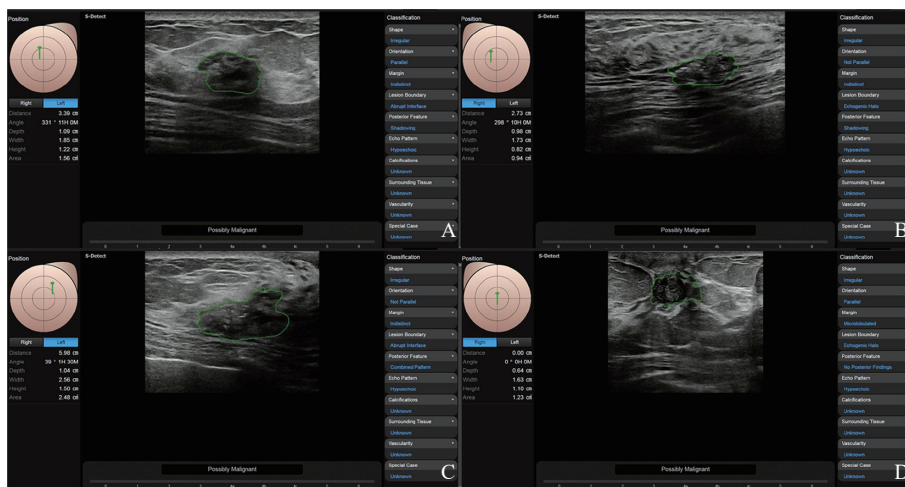


图3 典型病例S-Detect检查图像

A: 患者5, 女性, 57岁, 肿块病理学检查结果为浸润性导管癌, S-Detect诊断为可能恶性, 为真阳性; B: 患者6, 女性43岁, 肿块病理学检查结果为硬化性腺病, S-Detect诊断为可能恶性, 为假阳性; C: 患者7, 女性, 48岁, 肿块病理学检查结果为浸润性小叶癌, S-Detect诊断为可能恶性, 为真阳性; D: 患者8, 女性, 42岁, 肿块病理学检查结果为肉芽肿性乳腺炎, S-Detect诊断为可能恶性, 为假阳性。

表4 S-Detect诊断为阳性与临床及超声特征的关系

特征	真阳性 (n=299)	假阳性 (n=67)	χ^2 /Fisher值	P值
年龄/岁	53.7 ± 11.8	41.6 ± 12.9		<0.001*
<45	64	45	54.806	<0.001
≥45	235	22		
最大径/mm	21.0 ± 9.0	16.9 ± 7.7		<0.001*
<20	147	47	9.677	0.002
≥20	152	20		
形状			21.398	<0.001
规则	22	18		
不规则	277	49		
边缘			53.456	<0.001
光整	43	37		
不光整	256	30		
方向			0.848	0.357
平行	230	55		
不平行	69	12		
钙化			10.064	0.002
无	195	57		
有	104	10		
后方回声			3.013	0.350
无改变	262	56		
增强	23	5		
衰减	12	6		
混合	2	0		
血流分级			13.475	<0.001
0或1级	94	37		
2或3级	205	30		

*: 连续变量t检验或Mann-Whitney U检验。

将单因素分析结果中差异有统计学意义的患者年龄 (<45岁, ≥45岁)、最大径 (<20 mm, ≥20 mm)、形状 (规则, 不规则)、边缘 (光整, 不光整)、钙化 (无, 有) 和血流分级 (0或1级, 2或3级) 纳入多因素logistic回归分析, 结果见表5。相较年龄<45岁的患者, S-Detect对年龄≥45岁的患者进行乳腺肿块诊断时更易出现真阳性 (OR=9.735, $P<0.001$)。相较最大径<20 mm的肿块,

S-Detect诊断最大径≥20 mm的肿块更易出现真阳性 (OR=2.480, $P=0.015$)。此外, S-Detect对形状不规则 (OR=4.097, $P=0.003$)、边缘不光整 (OR=8.175, $P<0.001$) 和血流分级为2或3级的肿块 (OR=3.351, $P=0.001$) 进行诊断时更易为真阳性。即S-Detect对年龄<45岁的患者, 最大径<20 mm, 形状规则, 边缘光整, 血流分级为0或1级的肿块进行诊断时, 更易出现假阳性。有无钙化在两组之间差异无统计学意义 ($P=0.187$)。

表5 基于临床及超声特征的多因素logistic回归结果(假阳性与真阳性)

参数	回归系数	S.E.	OR (95%CI)	P值
年龄				
<45岁			1	
≥45岁	2.276	0.366	9.735 (4.755~19.932)	<0.001
最大径				
<20 mm			1	
≥20 mm	0.908	0.372	2.480 (1.196~5.143)	0.015
形状				
规则			1	
不规则	1.410	0.472	4.097 (1.624~10.340)	0.003
边缘				
光整			1	
不光整	2.101	0.384	8.175 (3.854~17.343)	<0.001
钙化				
无			1	
有	0.560	0.424	1.751 (0.762~4.023)	0.187
血流分级				
0或1级			1	
2或3级	1.209	0.366	3.351 (1.636~6.862)	0.001

3 讨 论

乳腺癌是威胁女性生命健康的首要危险因素。统计数据^[1]显示2020年全球乳腺癌新发患者约226万(11.7%),超过肺癌(11.4%)成为第一大癌症,死亡率也位居全球女性恶性肿瘤前列。中国2020年乳腺癌新发患者约41.6万,发病率为中国女性恶性肿瘤首位,乳腺癌负荷呈逐年上升趋势^[11]。乳腺超声检查是国家指南推荐的女性乳腺癌主要筛查方式,并因对致密型腺体检查灵敏度高的优点在临床得到广泛应用^[12]。研究表明,自动乳腺全容积成像^[13]、弹性成像^[14]、超声造影^[15]、CAD^[16-17]等技术的应用可辅助超声诊断乳腺肿块良恶性。

S-Detect是中国乳腺超声检查广泛应用的CAD软件之一,它由韩国SAMSUNG公司研发,装载于RS80A超声诊断仪,可对肿块自动进行良恶性诊断。韩国的两项研究^[7,9]表明,S-Detect的特异度、阳性预测值和准确度显著高于超声科医师。低年资医师使用S-Detect后诊断特异度(71.8% vs 77.1%)、灵敏度(75.0% vs 83.3%)和AUC(0.73 vs 0.80)明显改善,高年资医师结合S-Detect后特异度(76.6% vs 80.0%)和AUC(0.84 vs 0.86)均得到提升。另一项研究^[18]显示,S-Detect有助于提高低年资医师的阴性预测值、AUC和高年资医师的阳性预测值、特异度。Liang等^[19]研究了肿块大小对于S-Detect诊断性能和辅助诊断效果的影响,结果显示S-Detect在直径≤2 cm的肿块中诊断及辅助表现明显优于

直径>2 cm的肿块。Zhao等^[20]开展的一项多中心研究将S-Detect与弹性成像相结合,发现相较于单独使用S-Detect,联合后AUC明显提高。上述研究主要展现了S-Detect应用的优势,目前对S-Detect诊断缺陷的研究很少。

在本研究中,S-Detect诊断灵敏度为86.2%,特异度为80.9%,与病理学诊断一致性较好(Kappa=0.67),有良好的诊断效能和应用前景。S-Detect对良性病变的诊断准确度为80.9%,其中对2个错构瘤,1个良性腺肌上皮病变和1个良性分叶状肿瘤完全识别正确,但样本量较少,后续可继续收集病例进一步研究。对133个纤维腺瘤和71个导管内乳头状瘤的诊断效果较好,准确度分别为94.7%和83.1%。S-Detect对125个腺病和11个炎症的诊断效果欠佳,准确度分别为66.4%和63.6%,两者常表现出形状不规则,边缘不光整的超声特征,容易误诊。在腺病中,对硬化性腺病准确度仅16.7%,对其他腺病的诊断准确度达91.6%,这与硬化性腺病的病理学特征有关,其腺泡致密增生,合并纤维化时腺体扭曲变形,影像学上与浸润性乳腺癌鉴别困难,其与乳腺癌的区别主要包括钙化较少见和肿块内无血流或仅少量血流^[21],而S-Detect识别肿块内钙化和血流能力较差,其对硬化性腺病的低诊断准确度,可能与上述因素有关。本研究中,S-Detect对恶性病变的诊断准确度为85.9%,其中,对1例淋巴瘤和1例小管癌正确识别,对浸润性小叶癌和浸润导管癌诊断效果较好,准确度分别为91.7%和89.7%,对黏液癌、实性乳头状癌和导管原位癌诊断准确度分别为66.7%、62.5%和50.0%,效果欠佳。其中黏液癌^[22]的超声表现与纤维腺瘤相似,实性乳头状癌^[23]与导管内乳头状瘤临床特征相似,常出现乳头溢液,这三者在超声上多表现出良性特征,通常形状尚规则,边缘尚光整,在临床上易漏诊,因此S-Detect诊断准确度偏低。

年龄是乳腺癌的一大危险因素,中国女性乳腺癌的发病高峰为45~54岁^[12]。在本研究中年龄是S-Detect出现假阳性和假阴性的一大因素,真阴性与假阴性中OR=2.898, $P=0.002$;假阳性

与真阳性中OR=9.735, $P<0.001$ (表3,表5)。假阴性组的平均年龄大于真阴性组(51.1岁 vs 40.8岁, $P<0.001$),真阳性组的平均年龄大于假阳性组(53.7岁 vs 41.6岁, $P<0.001$)。这可能是因为S-Detect软件未整合患者年龄信息,因此对恶性病变出现低估,对良性病变出现高估。同理,血管生成在乳腺癌的局部生长中起着重要作用^[12],恶性肿瘤通常血供较丰富,本研究的logistic回归分析中,相较真阴性组,假阴性组更常出现Adler血流分级2和3级(OR=2.447, $P=0.009$),假阳性组比真阳性组肿块血流少,通常无血流或仅1级血流(OR=3.351, $P=0.001$)。因为S-Detect大多数情况无法获悉肿块血流情况,故而低估了血流多的恶性病变,高估了血流少的良性病变。

边缘光整与否同样是乳腺肿瘤良恶性的判断因素之一,在本研究中假阴性组比真阴性组边缘不光整多见(OR=4.778, $P<0.001$),假阳性组与真阳性组相比通常边缘光整(OR=8.175, $P<0.001$),可能与S-Detect对肿块边缘的识别能力欠佳或内部运算时对边缘所赋权重较小有关。此外,病灶大小和形状是S-Detect诊断结果为假阳性与真阳性的影响因素,病灶较小,形状较规则时,S-Detect所诊断的恶性易出现误诊。

本研究存在以下局限性。首先,本研究为单中心研究,假阴性(48例)和假阳性(67例)的样本较少,多中心大样本研究可能意义更大。其次,本研究的患者全部取得手术后病理学检查结果,病灶恶性比例高于临床实际情况,存在选择偏倚。第三,在纳入标准中排除了非肿块样病变,这是因为S-Detect对非肿块样病变的边界识别效果较差。第四,本研究仅分析了S-Detect应用局限性,未将研究成果与临床诊断相结合探讨进一步提高超声科医师诊断效能的方案,这也是我们未来研究方向之一。

综上,S-Detect技术在乳腺肿块中整体诊断效能较好,当S-Detect将肿块诊断为良性时,患者年龄较大、肿块边缘不光整、血流分级较高是出现假阴性结果的影响因素。当S-Detect将肿块诊断为恶性时,患者较年轻、肿块较小、形状规

则、边缘光整、血流分级较低是出现假阳性结果的影响因素。在临床实际应用中, 超声科医师需综合考虑。

[参 考 文 献]

- [1] SUNG H, FERLAY J, SIEGEL R L, et al. Global cancer statistics 2020: GLOBOCAN estimates of incidence and mortality worldwide for 36 cancers in 185 countries [J]. *CA Cancer J Clin*, 2021, 71(3): 209–249.
- [2] LEE J M, ARAO R F, SPRAGUE B L, et al. Performance of screening ultrasonography as an adjunct to screening mammography in women across the spectrum of breast cancer risk [J]. *JAMA Intern Med*, 2019, 179(5): 658–667.
- [3] AN P L, ZHONG S J, ZHANG R, et al. A cross-sectional observational study to compare the role of ultrasound with mammography in women identified at high risk for breast cancer in a population in China [J]. *Med Sci Monit*, 2020, 26: e919777.
- [4] LECUN Y, BENGIO Y, HINTON G. Deep learning [J]. *Nature*, 2015, 521(7553): 436–444.
- [5] McCarthy J, Minsky M L, Shannon C E. A proposal for the Dartmouth summer research project on artificial intelligence, August 31, 1955 [J]. *AI Magazine*, 2006, 27(4): 12–14.
- [6] WU G G, ZHOU L Q, XU J W, et al. Artificial intelligence in breast ultrasound [J]. *World J Radiol*, 2019, 11(2): 19–26.
- [7] KIM K, SONG M K, KIM E K, et al. Clinical application of S-Detect to breast masses on ultrasonography: a study evaluating the diagnostic performance and agreement with a dedicated breast radiologist [J]. *Ultrasonography*, 2017, 36(1): 3–9.
- [8] DI SEGNI M, DE SOCCIO V, CANTISANI V, et al. Automated classification of focal breast lesions according to S-detect: validation and role as a clinical and teaching tool [J]. *J Ultrasound*, 2018, 21(2): 105–118.
- [9] CHOI J H, KANG B J, BAEK J E, et al. Application of computer-aided diagnosis in breast ultrasound interpretation: improvements in diagnostic performance according to reader experience [J]. *Ultrasonography*, 2018, 37(3): 217–225.
- [10] ADLER D D, CARSON P L, RUBIN J M, et al. Doppler ultrasound color flow imaging in the study of breast cancer: preliminary findings [J]. *Ultrasound Med Biol*, 1990, 16(6): 553–559.
- [11] CAO W, CHEN H D, YU Y W, et al. Changing profiles of cancer burden worldwide and in China: a secondary analysis of the global cancer statistics 2020 [J]. *Chin Med J (Engl)*, 2021, 134(7): 783–791.
- [12] 中国抗癌协会乳腺癌专业委员会. 中国抗癌协会乳腺癌诊治指南与规范 (2019年版) [J]. *中国癌症杂志*, 2019, 29(8): 609–680.
- [13] CHOI E J. Evaluation of an automated breast volume scanner according to the fifth edition of BI-RADS for breast ultrasound compared with hand-held ultrasound [J]. *Eur J Radiol*, 2018, 99: 138–145.
- [14] WANG Y, LIU Y B, ZHENG X Y, 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.
- [15] KAPETAS P, CLAUSER P, WOITEK R, et al. Quantitative multiparametric breast ultrasound: application of contrast-enhanced ultrasound and elastography leads to an improved differentiation of benign and malignant lesions [J]. *Invest Radiol*, 2019, 54(5): 257–264.
- [16] XIAO M S, ZHAO C Y, ZHU Q L, et al. An investigation of the classification accuracy of a deep learning framework-based computer-aided diagnosis system in different pathological types of breast lesions [J]. *J Thorac Dis*, 2019, 11(12): 5023–5031.
- [17] CHO E, KIM E K, SONG M K, et al. Application of computer-aided diagnosis on breast ultrasonography: evaluation of diagnostic performances and agreement of radiologists according to different levels of experience [J]. *J Ultrasound Med*, 2018, 37(1): 209–216.
- [18] PARK H J, KIM S M, BO L Y, et al. A computer-aided diagnosis system using artificial intelligence for the diagnosis and characterization of breast masses on ultrasound: added value for the inexperienced breast radiologist [J]. *Medicine (Baltimore)*, 2019, 98(3): e14146.
- [19] LIANG Y P, ZHOU P, ZHANG J, et al. Performance of computer-aided diagnosis in ultrasonography for detection of breast lesions less and more than 2 cm: prospective comparative study [J]. *JMIR Med Inform*, 2020, 8(3): e16334.
- [20] ZHAO C Y, XIAO M S, MA L, et al. Enhancing performance of breast ultrasound in opportunistic screening women by a deep learning-based system: a multicenter prospective study [J]. *Front Oncol*, 2022, 12: 804632.
- [21] LIU W, LI W, LI Z Y, et al. Ultrasound characteristics of sclerosing adenosis mimicking breast carcinoma [J]. *Breast Cancer Res Treat*, 2020, 181(1): 127–134.
- [22] LIANG T, SHEN J H, ZHANG S M, et al. Using ultrasound-based multilayer perceptron to differentiate early breast mucinous cancer and its subtypes from fibroadenoma [J]. *Front Oncol*, 2021, 11: 724656.
- [23] 巩海燕, 胡菊萍, 周文斌, 等. 超声在鉴别乳腺实性乳头状癌和乳腺导管内乳头状瘤中的应用 [J]. *肿瘤影像学*, 2021, 30(4): 283–287.

(收稿日期: 2022-07-13 修回日期: 2022-09-12)