

自动全乳腺超声与常规手持超声对乳腺肿块的诊断价值研究

张靖茹, 王胜利*, 贾红娥

延安大学附属医院超声医学科, 陕西 延安

收稿日期: 2025年8月19日; 录用日期: 2025年9月13日; 发布日期: 2025年9月25日

摘要

目的: 比较自动全乳腺超声(automated breast ultrasound, ABUS)与常规手持超声(hand-held ultrasound, HHUS)对乳腺肿块的诊断效能, 探讨ABUS与HHUS在乳腺肿块诊断中的应用价值。方法: 回顾性收集2023年9月至2024年10月因乳腺疾病来延安大学附属医院甲乳外科门诊就诊患者的临床资料以及超声影像资料, 以病理结果为金标准, 分别计算HHUS、ABUS及二者联合诊断的灵敏度、特异度、准确度、阳性预测值(positive predictive value, PPV)、阴性预测值(negative predictive value, NPV), 比较三种方法对乳腺肿块的诊断效能, 并采用二分类多因素Logistic回归模型筛选诊断乳腺良恶性病变的独立因子。结果: HHUS与ABUS共同检出的170个病灶中有142个进行了穿刺活检或手术切除活检, 其中恶性67个, 良性75个。HHUS、ABUS及二者联合对诊断乳腺病灶的灵敏度、特异度、准确度、PPV、NPV分别为89.55% vs 88.06% vs 92.53%、90.67% vs 97.33% vs 90.67%、90.14% vs 92.96% vs 91.57%、89.55% vs 96.72% vs 89.86%、90.67% vs 90.12% vs 93.15%, 差异无统计学意义($P > 0.05$)。乳腺良恶性病变ABUS冠状面超声征象在病灶形态、边缘、方位、微钙化、低回声晕、高回声晕、汇聚征方面差异具有统计学意义($P < 0.05$), 在回声、粗大钙化、跳跃征方面差异无统计学意义($P > 0.05$)。二分类多因素Logistic回归模型显示低回声晕、汇聚征为诊断乳腺良恶性病变的独立因子。结论: ABUS与HHUS对乳腺肿块的诊断效能无明显差异, 二者联合也不能提高诊断能力, 但ABUS特有的冠状面视角能够反映出乳腺病灶与周围正常组织的关系, 在乳腺病灶的良恶性鉴别诊断中具有重要意义, 其中汇聚征与低回声晕均可作为ABUS评价乳腺良恶性病变的独立因子。

关键词

自动全乳腺超声, 手持式超声, 诊断效能, 冠状面

Research on the Diagnostic Value of Automated Breast Ultrasound and Hand-Held Ultrasound for Breast Masses

Jingru Zhang, Shengli Wang*, Hong'e Jia

*通讯作者。

文章引用: 张靖茹, 王胜利, 贾红娥. 自动全乳腺超声与常规手持超声对乳腺肿块的诊断价值研究[J]. 临床医学进展, 2025, 15(9): 1638-1648. DOI: 10.12677/acm.2025.1592665

Abstract

Objective: To compare the diagnostic efficacy of automated breast ultrasound (ABUS) and conventional hand-held ultrasound (HHUS) for breast masses, and to explore the application value of ABUS and HHUS in the diagnosis of breast masses. **Method:** Clinical data and ultrasound imaging data of patients who visited the Department of Breast Surgery at Yan'an University Affiliated Hospital for breast diseases from September 2023 to October 2024 were retrospectively collected. Pathological results were used as the gold standard to calculate the sensitivity, specificity, accuracy, positive predictive value (PPV), and negative predictive value (NPV) of HHUS, ABUS, and their combined diagnosis. The diagnostic efficacy of the three methods for breast masses was compared, and a binary multivariate logistic regression model was used to screen for independent factors for the diagnosis of benign and malignant breast lesions. **Result:** Among the 170 lesions detected by HHUS and ABUS, 142 underwent biopsy or surgical resection, including 67 malignant and 75 benign lesions. The sensitivity, specificity, accuracy, PPV, and NPV of HHUS, ABUS, and their combination in diagnosing breast lesions were 89.55% vs 88.06% vs 92.53%, 90.67% vs 97.33% vs 90.67%, 90.14% vs 92.96% vs 91.57%, 89.55% vs 96.72% vs 89.86%, 90.67% vs 90.12% vs 93.15%, respectively. The difference was not statistically significant ($P > 0.05$). The ABUS coronal ultrasound features of benign and malignant breast lesions showed statistically significant differences in lesion morphology, edge, orientation, microcalcification, low echo halo, high echo halo, and convergence sign ($P < 0.05$), while there was no statistically significant difference in echo, coarse calcification, and jumping sign ($P > 0.05$). The binary multiple factor logistic regression model shows that low echo halo and convergence sign are independent factors for diagnosing benign and malignant breast lesions. **Conclusion:** There is no significant difference in the diagnostic efficacy of ABUS and HHUS for breast masses, and the combination of the two cannot improve diagnostic ability. However, the unique coronal view of ABUS can reflect the relationship between breast lesions and surrounding normal tissues, which is of great significance in the differential diagnosis of benign and malignant breast lesions. Convergence sign and hypoechoic halo can be used as independent factors for ABUS evaluation of breast benign and malignant lesions.

Keywords

Automated Breast Ultrasound, Hand-Held Ultrasound, Diagnostic Efficacy, Coronal Plane

Copyright © 2025 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

据 2022 年发布的全球癌症统计[1], 乳腺癌发病率仅次于肺癌成为全球发病率第二的癌症, 占有癌症的 11.6%, 同时也是女性癌症性死亡的首要原因[2]。其中发达国家的乳腺癌发病率较高, 但由于较高的筛查参与率和医疗技术水平, 死亡率明显较低。相比之下, 亚洲等发展中国家由于医疗基础设施薄弱以及人们对于乳腺癌筛查意识低下, 造成较高死亡率[3], 其中我国乳腺癌早期发现率 $< 20\%$, 通过筛查发现的乳腺癌比例 $< 5\%$, 且我国乳腺癌患者患病 5 年内生存率明显低于欧美国家[4]。国外乳腺癌的筛

查手段主要为乳腺 X 线摄影(mammography, MG), 这是一种乳腺癌筛查的低剂量检查方法, 可用于检查乳腺内部结构, 善于发现伴有钙化的导管原位癌和早期浸润性癌, 从而降低乳腺癌死亡率[5], 提高保乳手术率并减少化疗需求。然而这一方法对于乳腺体积小、密度高、发病年龄早的亚洲女性, 乳腺癌检出的敏感度低于 50% [6] [7]。与 MG 不同, 超声属于断层影像, 不会出现组织重叠, 不受乳腺腺体类型影响而适用于任何年龄的女性, 并且没有检查时压迫所致的不适感[8], 故而乳腺超声检查为 MG 的补充检查手段广泛应用于临床并且被大多数女性接受[9]-[11]。中国抗癌协会在 2024 年乳腺癌诊治指南与规范中建议[12], 40~70 岁致密型乳腺女性需要每 1~2 年进行 1 次 MG 与乳腺超声的联合检查, 以早期发现可疑癌灶。

目前在临床上应用较多的超声检查类型是常规手持式超声(HHUS)与自动全乳腺超声(ABUS), ABUS 是在 HHUS 的基础上发展而来的, 二者成像特点相似, 但也有一定差别。HHUS 除了对常规的二维图像进行评估, 还有相关的辅助检查手段, 如: 彩色多普勒血流成像技术可以评估病灶的血流特点, 有研究表明阻力指数、搏动指数单独及联合检测诊断乳腺癌均有理想的价值[13]; 弹性成像技术可以通过测量组织的弹性变形能力来辅助诊断乳腺病变, 与单一弹性技术相比, 将剪切波弹性成像与应变式弹性成像技术相结合可进一步提高诊断效能[14]; 另外 HHUS 还可以评估腋窝淋巴结状态, 进一步提高诊断准确率。但 HHUS 因其对操作者依赖性强、缺乏标准化操作、可重复性差等缺点, 极大地限制了其在乳腺癌筛查和诊断中的应用[15]。与 HHUS 相比, 自动全乳腺超声成像(ABUS)是一种新型高分辨率乳腺三维超声成像技术[16], 图像采集和分析分离, 故而其重复性高, 对操作者依赖低, 并且可以实现远程读图, 其特有的冠状面可以更为宏观地观察肿块与周围组织的关系, 其中, “汇聚征”最具代表性, 大量研究表明“汇聚征”可提高乳腺恶性病变诊断的准确率[17]。目前关于 ABUS 与 HHUS 诊断效能仍具有争议, 故而本研究对同一患者分别进行 HHUS 和 ABUS 检查, 结合术后病理或穿刺活检病理结果, 比较 ABUS 与 HHUS 诊断能力, 评价二者的临床应用价值。

2. 资料与方法

2.1. 研究对象

回顾性收集 2023 年 9 月至 2024 年 10 月因乳腺疾病来延安大学附属医院甲乳外科门诊就诊患者的临床资料以及超声影像资料。

纳入标准: 所有同时行 HHUS 及 ABUS 检查并有乳腺结节的患者。

排除标准: ① 乳房皮肤出现破溃、红肿、剧烈疼痛等无法耐受压力者; ② 妊娠中晚期或哺乳期妇女; ③ 胸部假体植入者; ④ 临床资料不完整者; ⑤ 个人原因导致的图像质量过差: 如乳腺脂肪层含纤维组织多, 致脂肪深面的腺体层衰减严重无法观察其腺体层结构; ⑥ 肿块体积过大无法在 ABUS 上进行最佳扫描, 无法获取肿块的全部影像资料。

最终纳入患者 152 例。

2.2. 仪器与方法

(1) HHUS 检查: HHUS 检查由 2 名具有 10 年乳腺超声工作经验的医师共同协商完成, 仪器使用 mindray Resona R9 超声诊断仪, 采用 14~5 MHz 线阵探头。患者取仰卧位, 对于乳房体积较大或乳房活动性较大的患者可采用半侧卧位, 对患者双侧乳房进行反放射法连续扫查, 每侧扫查 3 次。如有可疑发现, 记录病灶的数目、位置、大小及声像图特征, 最后依据 ACR BI-RADS (American College of Radiology breast imaging reporting and data system)做出诊断。

病灶声像图特征的描述包括: 形态(规则或不规则); 边缘(规整或不规整); 方位(平行或垂直); 内部

回声(无、低、等、高及混合回声)、后方回声(无变化、增强、衰减、混合);钙化(无、粗大钙化、微钙化),2013 版 BI-RADS 词典将钙化这一特征分为肿块内钙化、肿块外钙化、导管内钙化,但本文由于肿块外钙化和导管内钙化的病灶数量不足,我们沿用了 2003 版 BI-RADS 词典中对于钙化的描述。

(2) ABUS 检查:采用 GE Invenia ABUS 自动全乳腺超声诊断仪进行图像采集,受检者取仰卧位,双上肢置于头顶充分暴露乳房,使用乳胶三角垫置于受检者背部,调整乳房位置使乳头向上,根据受检者乳房大小,检查前选择最适预设条件,分别扫描双侧乳房的正中位、外侧位、内侧位。扫查结束后,将图像保存后传输至工作站。ABUS 图像分析由 2 名具有 10 年乳腺超声工作经验的医师共同协商完成,该医师仅查看申请单获知患者的简单病例资料。如有可疑发现,记录病灶的数目、位置、大小及声像图特征,最后依据 ACR BI-RADS 做出诊断。

病灶声像图特征的描述同 HHUS,另外参考自动乳腺容积超声技术专家共识(2022 版) [16]观察冠状面是否存在特殊征象,如汇聚征、跳跃征、晕环。① 汇聚征(retraction phenomenon):表现为病灶周边高、低回声交错呈放射状分布并向病灶中心汇聚的表现。② 跳跃征(skip sign):扫描过程中由于探头通过不同硬度的乳腺区域时出现的部分跳跃伪像,表现为病灶上方一条平直的低回声线。③ 晕环(halo):是环绕病灶边缘的一圈高回声或低回声。

(3) 研究方法:HHUS 与 ABUS 诊断的所有病灶均以 BI-RADS 4B 类为界分为良性组、恶性组,即 BI-RADS 3 类、4A 类被认为是良性,BI-RADS 4B 类、4C 类、5 类被认为是恶性,二者联合诊断时,HHUS 与 ABUS 其中之一或两者都认为该病灶为恶性,则该病灶判定为恶性;反之则被判定为良性,计算 ABUS、HHUS、二者联合的灵敏度、特异度、准确度、PPV、NPV,比较三者的诊断效能。然后根据病理结果对纳入患者分组,分为良性组与恶性组,比较二者 ABUS 冠状面超声特征的组间差异,找出诊断乳腺良恶性病变的独立因子。

2.3. 统计学方法

应用 SPSS 25.0 统计学软件。符合正态分布的计量资料采用 $\bar{x} \pm s$ 表示,不符合正态分布的计量资料采用 $M(P_{25} \sim P_{75})$ 表示。以病理诊断结果为金标准,分别统计 HHUS、ABUS 及二者联合诊断乳腺病变的灵敏度、特异度、准确度、PPV、NPV。参数间比较采用卡方检验计算,采用二分类多因素 Logistic 回归模型分析冠状面声像图特征,以冠状面声像图特征为自变量,病理类型为因变量, $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

3. 结果

两种方法诊断结果分析

152 例患者年龄 10~75 岁,平均 42.5 ± 15.2 岁。HHUS 检测出病灶 178 个,ABUS 检测出病灶 180 个,两种方法共同检测出病灶 170 个,其中有 142 个进行了穿刺活检或手术切除活检,恶性 67 个,良性 75 个。在恶性病灶中,以非特殊性浸润癌为主,共 57 例;良性病灶中,以纤维腺瘤和腺病为主,分别为 39 例、26 例,详见表 1、表 2。

HHUS、ABUS 及二者联合诊断乳腺良恶性病变的灵敏度、特异度、准确度、PPV、NPV 分别为 89.55% vs 88.06% vs 92.53%、90.67% vs 97.33% vs 90.67%、90.14% vs 92.96% vs 91.57%、89.55% vs 96.72% vs 89.86%、90.67% vs 90.12% vs 93.15%,详见表 3,三种方法诊断效能差异无统计学意义($P > 0.05$)。

乳腺病灶 ABUS 冠状面超声特征在形态、边缘、方位、微钙化、低回声晕、高回声晕、汇聚征差异具有统计学意义($P < 0.05$),在回声、粗大钙化、跳跃征方面的差异无统计学意义($P > 0.05$),详见表 4。这表明乳腺恶性病变多表现为形态不规则,边缘不规整,垂直位,有微钙化、无低回声晕、有高回声晕、

有汇聚征, 见图 1; 良性病灶冠状面超声表现与之相反, 见图 2。对乳腺病灶 ABUS 冠状面声像图特征进行多因素 Logistic 回归分析, 最终进入模型的声像图特征为低回声晕、汇聚征($P < 0.05$), 即低回声晕、汇聚征为诊断乳腺良恶性病变的独立因子。而形态、边缘、方位、微钙化、粗大钙化、高回声晕、跳跃征未进入模型($P > 0.05$), 详见表 5。

Table 1. Pathological types of breast lesions
表 1. 乳腺病灶病理类型

病理类型	频数
恶性	
非特殊型浸润性乳腺癌	57
浸润性小叶癌	1
伴大汗腺化分的癌	1
浸润性微乳头状癌	1
粘液腺癌	1
实性乳头状癌	1
导管内乳头状癌	5
总计	67
良性	
导管内乳头状瘤	2
良性叶状肿瘤	3
腺病	26
纤维腺瘤	39
幼年性纤维腺瘤	1
脂肪瘤	2
积乳	1
浆液性乳腺炎	1
总计	75

Table 2. Comparison of HHUS, ABUS and their combined diagnosis and pathological results
表 2. HHUS、ABUS 及二者联合诊断与病理结果对照(例)

超声检查		病理		合计
		恶性	良性	
HHUS	恶性	60	7	67
	良性	7	68	75
ABUS	恶性	59	2	61
	良性	8	73	81
ABUS + HHUS	恶性	62	7	69
	良性	5	68	73

Table 3. Comparison of diagnostic efficacy between ABUS, HHUS, and their combination
表 3. ABUS、HHUS 及二者联合的诊断效能比较

方法	灵敏度(%)	特异度(%)	准确度(%)	PPV (%)	NPV (%)
HHUS	89.55	90.67	90.14	89.55	90.67
ABUS	88.06	97.33	92.96	96.72	90.12
HHUS + ABUS	92.53	90.67	91.54	89.86	93.15
χ^2 值	0.777	3.364	0.804	2.524	0.691
P 值	0.678	0.186	0.669	0.283	0.708

Table 4. Comparison of ultrasound characteristics of ABUS coronary lesions
表 4. ABUS 冠状面病灶超声特征比较

超声征象		良性	恶性	合计	χ^2	P
形态	规则	58	6	64	66.832	0.000
	不规则	17	61	78		
边缘	规整	58	6	64	66.832	0.000
	不规整	17	61	78		
回声	低回声	73	64	137	4.629	0.103
	高回声	1	0	1		
	等回声	1	0	1		
	混合回声	0	3	3		
方位	平行	71	54	125	6.647	0.010
	垂直	4	13	17		
微钙化	无	73	39	112	32.507	0.000
	有	2	28	30		
粗大钙化	无	70	66	136	1.237	0.266
	有	5	1	6		
汇聚征	无	74	35	109	42.760	0.000
	有	1	32	33		
跳跃征	无	66	62	128	1.480	0.178
	有	9	4	13		
低回声晕	无	30	64	94	48.752	0.000
	有	45	3	48		
高回声晕	无	73	49	122	17.125	0.000
	有	2	18	20		

Table 5. Multivariate logistic regression analysis of ABUS coronal ultrasound features
表 5. ABUS 冠状面超声特征多因素 Logistic 回归分析

超声征象	B	S.E	Wald	P	OR (95% CI)
形态	0.446	1.227	0.132	0.716	1.562 (0.141~17.317)
边缘	2.336	1.202	3.778	0.052	10.343 (0.981~109.104)
方位	1.089	1.089	0.999	0.318	2.970 (0.351~25.124)
微钙化	1.708	0.939	3.310	0.069	5.517 (0.876~34.727)
粗大钙化	-0.950	1.303	0.531	0.466	0.387 (0.030~4.972)
低回声晕	-1.905	0.868	4.814	0.028	0.149 (0.027~0.816)
高回声晕	1.280	1.213	1.114	0.291	3.597 (0.334~38.772)
跳跃征	-1.163	1.977	0.346	0.556	0.313 (0.006~15.070)
汇聚征	2.868	1.193	5.784	0.016	17.606 (1.700~182.307)

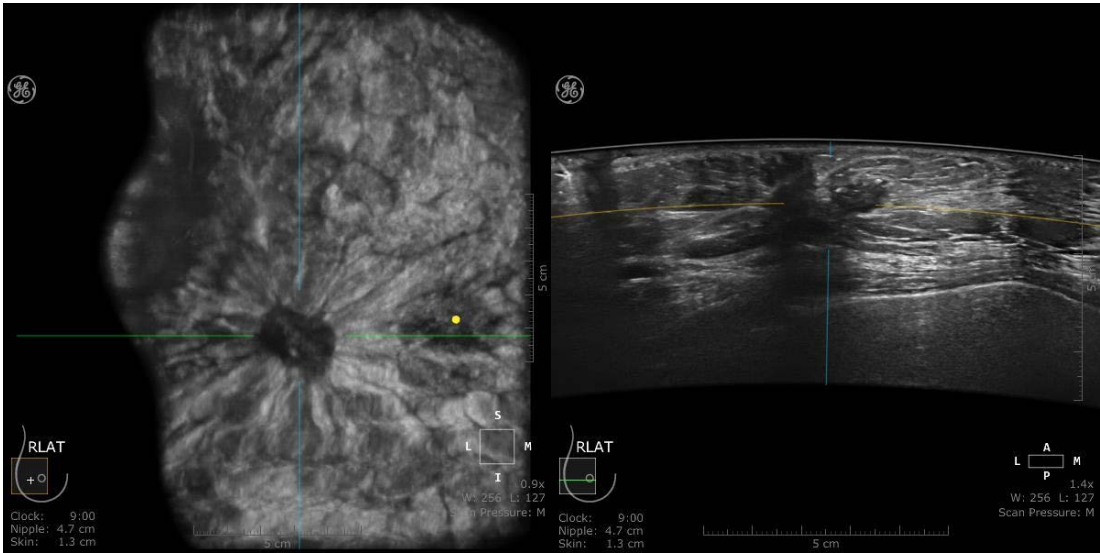


Figure 1. ABUS manifestation of breast cancer: typical retraction phenomenon on coronal plane
图 1. 乳腺癌 ABUS 表现：冠状面见典型汇聚征表现

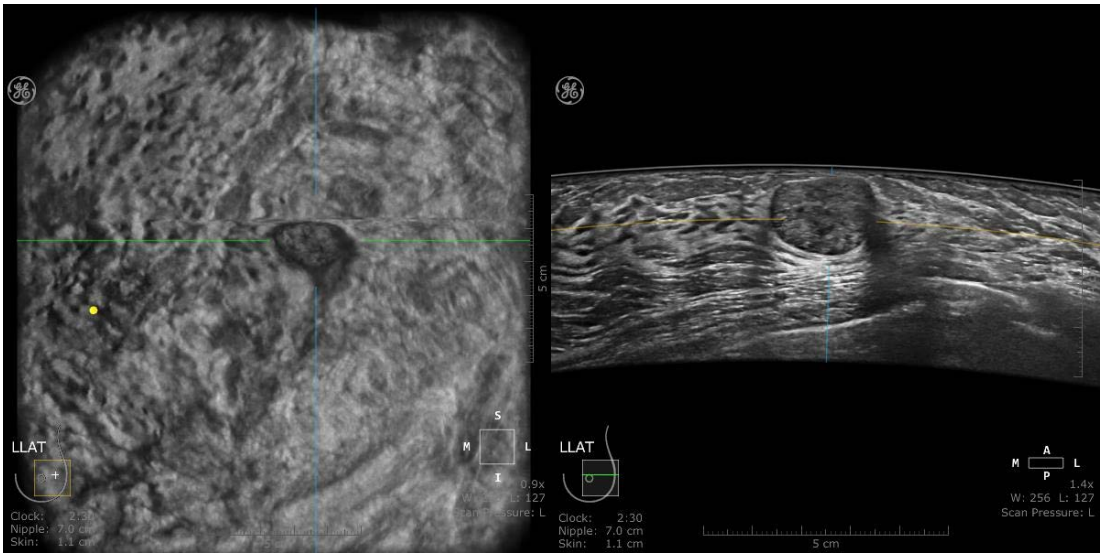


Figure 2. ABUS manifestation of breast fibroadenoma: low echogenicity halo on the coronal plane
图 2. 乳腺纤维腺瘤 ABUS 表现：冠状面见低回声晕表现

4. 讨论

4.1. ABUS 与 HHUS 对乳腺肿块的诊断效能分析

与 HHUS 相比, ABUS 是一种通过超声进行自动乳腺扫描的成像方法。以往的各种研究已经对 ABUS 的诊断效能进行了研究, 但却存在争议。在本文中 HHUS、ABUS 及二者联合诊断乳腺良恶性病变的灵敏度、特异度、准确度、PPV、NPV 分别为 89.55% vs 88.06% vs 92.53%、90.67% vs 97.33% vs 90.67%、90.14% vs 92.96% vs 91.57%、89.55% vs 96.72% vs 89.86%、90.67% vs 90.12% vs 93.15%, 从数值上看 ABUS 单独诊断具有更高的特异度、准确度和 PPV, 但差异不具有统计学意义($P > 0.05$), 故而认为 HHUS 与 ABUS 具有相同的诊断效能, 并且二者联合也不能提高诊断效能($P > 0.05$)。这与 Wang 等人[18]的研

究结果一致,在他们的研究中 ABUS 和 HHUS 诊断乳腺良恶性病变的受试者工作特性曲线下面积(area under the ROC curve, AUC)分别为 0.93 和 0.94 ($P > 0.05$),即 ABUS 在乳腺良恶性病变的诊断能力上与 HHUS 相同。Xu 等人[19]在 2025 年进行的一项多中心随机试验,该实验首次将 ABUS 作为诊断工具应用于大规模人群的机会性筛查中,10,381 名女性被随机分配到 HHUS 组或 ABUS 组,结果显示二者敏感性、特异性、准确性分别为 51.11% vs 66.20%、93.84% vs 93.77%、93.13% vs 93.38%,差异无统计学意义($P > 0.05$)。此外 Jia 等人[20]以 HHUS 为基础,根据 ABUS 的表现,对肿块 BI-RADS 进行分类调整,调整标准为在冠状面明确出现汇聚征为乳腺肿块的阳性表现,其分类诊断可提高一级(即 BI-RADS 3 类调整为 4A 类以此类推),调整前后诊断效能对比 AUC 为 0.891 vs 0.926、准确性为 80.7% vs 80.1%,敏感性为 90.0% vs 98.0%,特异性为 76.7% vs 72.4%,两组差异无统计学意义($P > 0.05$),故他们认为 ABUS 与 HHUS 诊断乳腺良恶性病变的效能相当。

近些年有关 ABUS 联合多模态超声的诊断效能以及 ABUS 与 MRI、MG 诊断效能对比的研究中,ABUS 均表现出了较高的诊断效能[21]-[23]。Zhou 等人[24]提出一种多特征组合网络用于肿瘤 ABUS 图像的分割与分类的多任务学习框架,在 107 例患者中进行良恶性分类的准确率为 74.1%,这与 Wang 等人[25]的研究结果类似。另外在一项包含 5566 名女性的大群体研究中[26],参与者包括 1866 名 ABUS 检查者和 3700 名 HHUS 检查者。在该研究中,ABUS 与 HHUS 诊断的准确性为 97.70% vs 96.54%,敏感性为 77.78% vs 62.50%,特异性为 97.79% vs 96.69%,ABUS 的诊断准确性和特异性明显高于 HHUS,与本研究结果不同,究其原因可能是该研究是一项筛查性研究,其参与者多为无症状女性,检查结果也多为良性结节,而本研究病例均为 BI-RADS 3~5 类病灶,未纳入单纯性囊肿与 BI-RADS 1 类患者。另外该研究参与者没有同时使用两种不同的器械,与本文不同。

在以往的研究中,结果显示 HHUS 诊断性能高于 ABUS 的少,Brunetti 等人[27]将 ABUS 或 HHUS 应用于 222 名 MG 阴性且乳房致密的女性中,结果新发现 33 例癌症,ABUS 和 HHUS 的 AUC 分别为 0.788 和 0.930,两种方法差异具有统计学显著性($P < 0.05$)。但是该研究只纳入 MG 阴性的 33 例乳腺癌,还需要多中心、大样本的研究来确认 ABUS 和 HHUS 在致密乳腺女性中诊断价值。

因此本研究结果表明:ABUS 单独使用的诊断效能至少能与 HHUS 相当。这个结果证明了 ABUS 用于临床筛查和诊断的可行性。与此同时,ABUS 在保持与 HHUS 诊断能力一致的同时,实现了图像采集与诊断分离,使超声医师从繁杂的图像采集工作中脱离出来,专注于图像阅读与诊断,提高了阅片效率。与 HHUS 相比,ABUS 采集图像培训所需的时间更少,短期训练的技术人员能够进行有效的扫查[28]。因此,ABUS 在乳腺疾病筛查和诊断中有着广阔的应用前景。

4.2. ABUS 冠状面成像诊断价值及优势

乳腺病灶的超声诊断,需要医师结合病灶的所有超声征象进行综合分析,在 ABUS 中除了形态、边缘、回声、方位、钙化,还需额外观察有无汇聚征、跳跃征及有无晕环。与 HHUS 相比,ABUS 的冠状面视角没有声衰减,因此可以更好地观察病变边缘[29]。在本研究中恶性肿瘤更可能表现为形态不规则、边缘不规整、垂直皮肤生长、有微钙化、有高回声晕环、无低回声晕环、有汇聚征,良性肿瘤声像图特征则与之相反,与葛成霞等人[30]的研究结果一致。本研究应用多因素 Logistic 回归模型评价乳腺病变的冠状面超声特征,最终进入模型的征象有汇聚征、低回声晕,其中汇聚征作为评估乳腺恶性病变的危险因素,低回声晕作为评估乳腺恶性病变的保护因素。有研究表明[31],伴有促纤维增生性回缩的星状病变可能在冠状面上出现“汇聚征”。在本研究中以单独“汇聚征”诊断乳腺病变的灵敏度、特异度、准确度、PPV、NPV 分别为 47.76%、98.67%、74.65%、96.97%、67.89%,即汇聚征具有极高的特异度和 PPV,这意味着本研究中大多数具有汇聚征征象的乳腺病灶是恶性的,但灵敏度和 NPV 较低。既往的研究表明[32]

汇聚征是一个强有力的独立预测因子,在区分良恶性乳腺肿块时具有较高的 PPV (98.8%),但灵敏度不高 (39.1%~70%),本研究结果与之相符。本研究中“汇聚征”的 NPV 较低可能是由于早期乳腺癌仅表现为边缘不规整的低回声,没有侵犯周围组织。

在本研究中,汇聚征共出现 33 次,其中有 32 例为恶性病灶,有 1 例良性病灶。良性肿瘤产生汇聚征的原因主要是瘢痕、硬化性腺病等,恶性肿瘤产生汇聚征的原因主要是侵袭性乳腺癌[33]。在本研究中该例出现汇聚征的良性病灶为硬化性腺病。硬化性腺病在临床、影像学、甚至组织病理学检查中常与浸润性癌混淆,目前尚无典型的影像学诊断标准。因此,汇聚征在乳腺硬化性腺病和乳腺恶性肿瘤鉴别诊断中的应用受到限制,可能导致假阳性结果[34]。此外 Zhang 等人[35]也提出,ABUS 在鉴别诊断中的独立价值限制是由冠状面上汇聚征的低灵敏度(37.0%)引起的。但不可否认的是,汇聚征仍然是一个非常重要的超声特征,在诊断与鉴别诊断乳腺癌方面可提供额外的影像学信息。到目前为止,这个超声征象还没有被引入 BI-RADS 词典,因为读者之间缺乏一致性[36]。因此准确、一致地识别该征象对其临床应用具有重要意义。首先,超声医生需要在观察轴向或矢状面之前,先连续和动态观察冠状位图像,以避免其他特征先入为主影响最终判断;第二,应特别注意乳晕附近肿块,因为正常乳腺组织在乳头处有汇聚趋势。ABUS 检查仅为影像学检查,不能依赖其表现出的个别征象进行诊断,需要有经验的超声医师结合多个征象做出综合判断[37]。

本研究中的 75 例良性肿块中有 45 例有低回声晕,而恶性肿块中只有 3 例有低回声晕,这表明本研究中大多数具有低回声晕征象的乳腺病灶是良性的。目前有关 ABUS 冠状面低回声晕的报道较少,反而是关于高回声晕的研究较多,在先前的研究中提及良性肿瘤常被连续的高回声边缘包围,而乳腺癌可呈现不连续的高回声边缘[38] [39]。由于本研究高回声晕阳性率较低,并且连续性高回声晕与不连续高回声晕鉴别点无从得知,故而未进行进一步研究,后期将查阅资料、扩大样本量继续研究。

5. 结论

ABUS 与 HHUS 对乳腺病灶的诊断效能无明显差异,这表明 ABUS 可作为常规检查手段应用于乳腺病灶的筛查与诊断。并且 ABUS 实现了乳腺的全容积成像,特有的冠状面视角可以提供额外的影像资料,其中汇聚征、低回声晕可作为 ABUS 评价乳腺良恶性病变的独立因子,在诊断和鉴别诊断乳腺病灶时具有重要价值,在一定程度上提高了乳腺良恶性病变的检出率及准确率。

局限性

本研究排除了无病理结果的结节,可能会使恶性病变比例过高,导致结果偏倚。

基金项目

延安市科技计划项目,项目编号:2023-SFGG-085。

参考文献

- [1] 张正,张莉芳,刘彦廷,等.《2022 全球癌症统计报告》解读[J].中国医院统计,2024,31(5):393-400.
- [2] Huang, J., Chan, P.S., Lok, V., Chen, X., Ding, H., Jin, Y., *et al.* (2021) Global Incidence and Mortality of Breast Cancer: A Trend Analysis. *Aging*, **13**, 5748-5803. <https://doi.org/10.18632/aging.202502>
- [3] Joko-Fru, W.Y., Jedy-Agba, E., Korir, A., Ogunbiyi, O., Dzamalala, C.P., Chokunonga, E., *et al.* (2020) The Evolving Epidemic of Breast Cancer in Sub-Saharan Africa: Results from the African Cancer Registry Network. *International Journal of Cancer*, **147**, 2131-2141. <https://doi.org/10.1002/ijc.33014>
- [4] Huang, R.B., Ying, Q.L., Lin, Z.H., *et al.* (2022) Extracting Keyframes of Breast Ultrasound Video Using Deep Reinforcement Learning. *Medical Image Analysis*, **80**, Article 102490.

- [5] Shi, J., Li, J., Gao, Y., Chen, W., Zhao, L., Li, N., *et al.* (2025) The Screening Value of Mammography for Breast Cancer: An Overview of 28 Systematic Reviews with Evidence Mapping. *Journal of Cancer Research and Clinical Oncology*, **151**, Article No. 102. <https://doi.org/10.1007/s00432-025-06122-z>
- [6] Zulfiqar, M. and Ma Rahmah, I.R. (2011) Do the Majority of Malaysian Women Have Dense Breasts on Mammogram? *Biomedical Imaging and Intervention Journal*, **7**, e14.
- [7] Rajaram, N., Mariapun, S., Eriksson, M., Tapia, J., Kwan, P.Y., Ho, W.K., *et al.* (2017) Differences in Mammographic Density between Asian and Caucasian Populations: A Comparative Analysis. *Breast Cancer Research and Treatment*, **161**, 353-362. <https://doi.org/10.1007/s10549-016-4054-y>
- [8] Brem, R.F., Lenihan, M.J., Lieberman, J. and Torrente, J. (2015) Screening Breast Ultrasound: Past, Present, and Future. *American Journal of Roentgenology*, **204**, 234-240. <https://doi.org/10.2214/ajr.13.12072>
- [9] Leconte, I., Feger, C., Galant, C., Berlière, M., Berg, B.V., D'Hoore, W., *et al.* (2003) Mammography and Subsequent Whole-Breast Sonography of Nonpalpable Breast Cancers: The Importance of Radiologic Breast Density. *American Journal of Roentgenology*, **180**, 1675-1679. <https://doi.org/10.2214/ajr.180.6.1801675>
- [10] Tutar, B., Esen Icten, G., Guldogan, N., Kara, H., Arıkan, A.E., Tutar, O., *et al.* (2020) Comparison of Automated versus Hand-Held Breast US in Supplemental Screening in Asymptomatic Women with Dense Breasts: Is There a Difference Regarding Woman Preference, Lesion Detection and Lesion Characterization? *Archives of Gynecology and Obstetrics*, **301**, 1257-1265. <https://doi.org/10.1007/s00404-020-05501-w>
- [11] Ontario Health (Quality) (2023) Supplemental Screening as an Adjunct to Mammography for Breast Cancer Screening in People with Dense Breasts: A Health Technology Assessment. *Ontario Health Technology Assessment Series*, **23**, 291-293.
- [12] 中国抗癌协会乳腺癌专业委员会, 中华医学会肿瘤学分会乳腺肿瘤学组. 中国抗癌协会乳腺癌诊治指南与规范 (2024 年版) [J]. 中国癌症杂志, 2023, 33(12): 1092-1187.
- [13] 张丽平. 彩色多普勒超声血流动力学指标对乳腺癌的诊断价值[J]. 慢性病学杂志, 2023, 24(12): 1897-1900.
- [14] Bin, W., Yuan, Y.C., Si, Y., *et al.* (2022) Combined Use of Shear Wave Elastography, Microvascular Doppler Ultrasound Technique, and BI-RADS for the Differentiation of Benign and Malignant Breast Masses. *Frontiers in Oncology*, **12**, Article 906501.
- [15] 荆露霞, 黄建建. 自动乳腺全容积成像在乳腺癌中的临床研究进展及前景[J]. 肿瘤影像学, 2020, 29(1): 44-49.
- [16] 自动乳腺容积超声技术专家共识(2022 版) [J]. 中国超声医学杂志, 2022, 38(4): 361-366.
- [17] Sherchan, A., Liang, J.T., Sherchan, B., Suwal, S. and Katwal, S. (2024) Comparative Analysis of Automated Breast Volume Scanner (ABVS) Combined with Conventional Hand-Held Ultrasound and Mammography in Female Breast Cancer Detection. *Annals of Medicine & Surgery*, **86**, 159-165. <https://doi.org/10.1097/ms9.0000000000001539>
- [18] Wang, L. and Qi, Z. (2019) Automatic Breast Volume Scanner versus Handheld Ultrasound in Differentiation of Benign and Malignant Breast Lesions: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Ultrasound in Medicine & Biology*, **45**, 1874-1881. <https://doi.org/10.1016/j.ultrasmedbio.2019.04.028>
- [19] Xu, Y., Xu, Y., Shen, S., Mao, F., Zhang, X., Zhang, Y., *et al.* (2025) A Multi-Centre, Randomised Trial for Diagnostic Efficacy of the Automatic Breast Volume Scanner Ultrasound for Breast Cancer Screening in China. *Frontiers in Oncology*, **14**, Article 1421425. <https://doi.org/10.3389/fonc.2024.1421425>
- [20] Zhan, J., Diao, X., Pang, Y., Wang, Y., Chen, L. and Chen, Y. (2017) Is There an Extraclinical Value of Automated Breast Volume Scanner Compared with Hand-Held Ultrasound? *Medicine*, **96**, e7765. <https://doi.org/10.1097/md.00000000000007765>
- [21] Luca, N., Federica, F., Carla, A.B., *et al.* (2020) Automatic Breast Ultrasound: State of the Art and Future Perspectives. *Ecancermedicalscience*, **14**, Article 1062.
- [22] 徐念, 杨秀文, 李梅, 等. 96 例乳腺结节应用自动乳腺全容积成像鉴别诊断良恶性的价值探讨[J]. 现代医用影像学, 2022, 31(10): 1902-1904.
- [23] 朱婷, 刘涛, 车欣, 等. 自动乳腺全容积成像与声触诊组织成像量化对乳腺良恶性病变的鉴别诊断价值[J]. 中国临床医学, 2021, 28(2): 283-287.
- [24] Zhou, Y., Chen, H., Li, Y., Liu, Q., Xu, X., Wang, S., *et al.* (2021) Multi-Task Learning for Segmentation and Classification of Tumors in 3D Automated Breast Ultrasound Images. *Medical Image Analysis*, **70**, Article 101918. <https://doi.org/10.1016/j.media.2020.101918>
- [25] Wang, Y., Choi, E.J., Choi, Y., Zhang, H., Jin, G.Y. and Ko, S. (2020) Breast Cancer Classification in Automated Breast Ultrasound Using Multiview Convolutional Neural Network with Transfer Learning. *Ultrasound in Medicine & Biology*, **46**, 1119-1132. <https://doi.org/10.1016/j.ultrasmedbio.2020.01.001>
- [26] Brunetti, N., De Giorgis, S., Tosto, S., Garlaschi, A., Rescinito, G., Massa, B., *et al.* (2022) A Prospective Comparative

- Evaluation of Handheld Ultrasound Examination (HHUS) or Automated Ultrasound Examination (ABVS) in Women with Dense Breast. *Diagnostics*, **12**, Article 2170. <https://doi.org/10.3390/diagnostics12092170>
- [27] Choi, W.J., Cha, J.H., Kim, H.H., Shin, H.J., Kim, H., Chae, E.Y., *et al.* (2014) Comparison of Automated Breast Volume Scanning and Hand-Held Ultrasound in the Detection of Breast Cancer: An Analysis of 5,566 Patient Evaluations. *Asian Pacific Journal of Cancer Prevention*, **15**, 9101-9105. <https://doi.org/10.7314/apjcp.2014.15.21.9101>
- [28] Vourtsis, A. and Kachulis, A. (2018) The Performance of 3D ABUS versus HHUS in the Visualisation and BI-RADS Characterisation of Breast Lesions in a Large Cohort of 1,886 Women. *European Radiology*, **28**, 592-601. <https://doi.org/10.1007/s00330-017-5011-9>
- [29] Wang, Z.L., Xw, J.H., Li, J.L., Huang, Y. and Tang, J. (2012) Comparison of Automated Breast Volume Scanning to Hand-Held Ultrasound and Mammography. *La radiologia medica*, **117**, 1287-1293. <https://doi.org/10.1007/s11547-012-0836-4>
- [30] 葛成霞, 吴意赞, 孙卉娟, 等. 自动乳腺全容积超声成像技术与常规超声对乳腺癌的临床诊断价值研究[J]. 临床和实验医学杂志, 2023, 22(24): 2671-2675.
- [31] Zheng, F., Yan, L., Huang, B., Xia, H., Wang, X., Lu, Q., *et al.* (2015) Comparison of Retraction Phenomenon and BI-RADS-US Descriptors in Differentiating Benign and Malignant Breast Masses Using an Automated Breast Volume Scanner. *European Journal of Radiology*, **84**, 2123-2129. <https://doi.org/10.1016/j.ejrad.2015.07.028>
- [32] Girometti, R., Zanotel, M., Londero, V., Linda, A., Lorenzon, M. and Zuiani, C. (2018) Automated Breast Volume Scanner (ABVS) in Assessing Breast Cancer Size: A Comparison with Conventional Ultrasound and Magnetic Resonance Imaging. *European Radiology*, **28**, 1000-1008. <https://doi.org/10.1007/s00330-017-5074-7>
- [33] Vijapura, C., Yang, L., Xiong, J. and Fajardo, L.L. (2018) Imaging Features of Nonmalignant and Malignant Architectural Distortion Detected by Tomosynthesis. *American Journal of Roentgenology*, **211**, 1397-1404. <https://doi.org/10.2214/ajr.18.19658>
- [34] Füsün, T., Kutsi, K., Alparslan, U., *et al.* (2011) Sclerosing Adenosis of the Breast: Radiologic Appearance and Efficiency of Core Needle Biopsy. *Diagnostic and Interventional Radiology (Ankara, Turkey)*, **17**, 311-316.
- [35] Zhang, X., Lin, X., Tan, Y., Zhu, Y., Wang, H., Feng, R., *et al.* (2018) A Multicenter Hospital-Based Diagnosis Study of Automated Breast Ultrasound System in Detecting Breast Cancer among Chinese Women. *Chinese Journal of Cancer Research*, **30**, 231-239. <https://doi.org/10.21147/j.issn.1000-9604.2018.02.06>
- [36] Zhang, J., Lai, X., Zhu, Q., Wang, H., Jiang, Y., Liu, H., *et al.* (2012) Interobserver Agreement for Sonograms of Breast Lesions Obtained by an Automated Breast Volume Scanner. *European Journal of Radiology*, **81**, 2179-2183. <https://doi.org/10.1016/j.ejrad.2011.06.043>
- [37] 孙卉娟, 叶新华, 吴意赞, 等. 自动乳腺容积成像联合声脉冲辐射力成像在可疑乳腺肿块鉴别诊断中的应用价值[J]. 肿瘤影像学, 2023, 32(4): 381-385.
- [38] Wang, H., Jiang, Y., Zhu, Q., Zhang, J., Dai, Q., Liu, H., *et al.* (2012) Differentiation of Benign and Malignant Breast Lesions: A Comparison between Automatically Generated Breast Volume Scans and Handheld Ultrasound Examinations. *European Journal of Radiology*, **81**, 3190-3200. <https://doi.org/10.1016/j.ejrad.2012.01.034>
- [39] Chen, L., Chen, Y., Diao, X., Fang, L., Pang, Y., Cheng, A., *et al.* (2013) Comparative Study of Automated Breast 3-D Ultrasound and Handheld B-Mode Ultrasound for Differentiation of Benign and Malignant Breast Masses. *Ultrasound in Medicine & Biology*, **39**, 1735-1742. <https://doi.org/10.1016/j.ultrasmedbio.2013.04.003>