

doi: 10.3978/j.issn.2095-6959.2022.08.011

View this article at: <https://dx.doi.org/10.3978/j.issn.2095-6959.2022.08.011>

常规超声联合自动乳腺全容积成像及超声光散射技术 对乳腺癌的诊断价值

李瑞霞^{1,2}, 刘娟³, 王惠², 马苏美²

(1. 兰州大学第一临床医学院, 兰州 730000; 2. 兰州大学第一医院超声科, 兰州 730000;
3. 兰州大学第一医院乳腺病科, 兰州 730000)

[摘要] 目的: 探讨常规超声、自动乳腺全容积成像(automatic breast volume scanner, ABVS)、超声光散射技术(diffuse optical tomography, DOT)及三者联合在乳腺癌诊断中的价值。方法: 采用前瞻性研究方法, 利用常规超声、ABVS及DOT检查72例患者共86个乳腺病灶, 进行常规超声及ABVS的乳腺影像与数据报告(breast imaging reporting and date system, BI-RADS)分类, 并获得DOT的综合诊断指数与数据报告(synthetic diagnostic index reporting and date system, SDI-RADS)分类。以术后病理结果为“金标准”, 绘制常规超声、ABVS、DOT单独及三者联合诊断乳腺良恶性病灶的接收者操作特征(receiver operating characteristic, ROC)曲线, 并分析诊断效能。分析常规超声、ABVS、DOT及三者联合诊断乳腺良恶性病灶曲线下面积(area under the ROC curve, AUC)的差异。结果: ABVS、常规超声诊断乳腺良恶性病灶的截断值为BI-RADS 4B类, DOT为SDI-RADS 4B类。常规超声、ABVS、DOT及三者联合诊断的AUC分别为0.768、0.893、0.902、0.780。ABVS与常规超声、ABVS与联合诊断、DOT与常规超声、DOT与联合诊断的AUC差异有统计学意义(分别 $P=0.0001$ 、 0.0052 、 0.0053 、 0.0010); 常规超声与联合诊断、ABVS与DOT的AUC差异无统计学意义(分别 $P=0.7695$ 、 0.8471)。联合诊断的灵敏度为93.88%, 高于常规超声(73.47%)、ABVS(79.59%)及DOT(89.80%)(均 $P<0.0001$)。结论: 超声新技术ABVS与DOT诊断乳腺良恶性病灶具有较高价值。联合诊断并不能提高乳腺癌的诊断准确度、降低误诊率, 但可提高检出率。

[关键词] 乳腺病灶; 超声检查; 自动乳腺全容积成像; 超声光散射

Diagnostic value of conventional ultrasound combined with ABVS and diffuse optical tomography in breast cancer

LI Ruixia^{1,2}, LIU Juan³, WANG Hui², MA Sumei²

(1. First Clinical Medical College, Lanzhou University, Lanzhou 730000; 2. Department of Ultrasound, First Hospital of Lanzhou University, Lanzhou 730000; 3. Department of Breast Diseases, First Hospital of Lanzhou University, Lanzhou 730000, China)

Abstract Objective: To evaluate the value of conventional ultrasound, automatic breast volume scanner (ABVS),

收稿日期 (Date of reception): 2021-10-28

通信作者 (Corresponding author): 马苏美, Email: lzmsm6711@163.com

基金项目 (Foundation item): 甘肃省自然科学基金 (1606RJZA118)。This work was supported by the Natural Science Foundation of Gansu Province, China (1606RJZA118).

diffuse optical tomography (DOT) and their combination for the diagnosis of breast cancer. **Methods:** In a prospective study, 86 breast lesions in 72 patients were examined by conventional ultrasound, ABVS and DOT. The breast imaging reporting and date system (BI-RADS) classification of conventional ultrasound and ABVS was performed, and the synthetic diagnostic index reporting and date system (SDI-RADS) classification of DOT was obtained. Taking postoperative pathological results as the “gold standard”, the receiver operating characteristic (ROC) curves of conventional ultrasonography, ABVS, DOT alone and their combination for the diagnosis of benign and malignant breast lesions were drawn, and the diagnostic efficiency was analyzed. To analyze the difference of the area under the ROC curve (AUC) between benign and malignant breast lesions diagnosed by conventional ultrasound, ABVS, DOT and the combination. **Results:** The cut-off value of benign and malignant breast lesions diagnosed by ABVS and conventional ultrasound was BI-RADS 4B and DOT was SDI-RADS 4B. The AUC of conventional ultrasound, ABVS, DOT and their combined diagnosis were 0.768, 0.893, 0.902, and 0.780, respectively. There were statistically significant differences in AUC between ABVS and conventional ultrasound, ABVS and combined diagnosis, DOT and conventional ultrasound, DOT and combined diagnosis ($P=0.0001, 0.0052, 0.0053, 0.0010$, respectively). There was no significant difference in AUC between conventional ultrasound and combined diagnosis, ABVS and DOT ($P=0.7695, 0.8471$, respectively). The sensitivity of combined diagnosis was 93.88%, which was higher than conventional ultrasound (73.47%), ABVS (79.59%), and DOT (89.80%) (all $P<0.0001$). **Conclusion:** The new ultrasound techniques ABVS and DOT are of high value for the diagnosis of benign and malignant breast lesions. Combined diagnosis cannot improve the diagnostic accuracy and reduce the misdiagnosis rate of breast cancer, but can improve the detection rate.

Keywords breast lesion; ultrasound; automated breast volume scanning; diffuse optical tomography

乳腺癌发病率位居女性恶性肿瘤之首，其发病率和病死率呈上升趋势，因此乳腺癌的早发现、早诊断、早治疗至关重要，可降低乳腺癌病死率^[1]。超声检查技术具有便捷、无辐射、可重复等优点，成为诊断乳腺疾病的重要影像学检查技术，乳腺良恶性病灶的二维声像图存在一定重叠，可导致误诊，因此自动乳腺容积成像 (automatic breast volume scanner, ABVS)、超声光散射成像技术 (diffuse optical tomography, DOT) 等超声新技术在乳腺疾病的诊断上得到广泛应用。本研究旨在探讨常规超声、ABVS、DOT 及三者联合鉴别诊断乳腺良恶性病灶的价值。

1 对象与方法

1.1 对象

收集2020年5月至2021年3月于兰州大学第一医院住院并接受手术治疗的72例女性患者进行前

瞻性研究，共86个病灶，其中72例为单个病灶，7例为2个病灶，患者年龄22~71(45.4±13.6)岁。本研究经兰州大学第一医院批准，所有患者均知情同意。纳入标准：1)所有病灶均由3名医生分别行常规超声、ABVS及DOT术前检查，均为独立诊断；2)一侧乳腺只能为单发病灶；3)所有病灶均经术后病理证实。排除标准：1)囊肿或以囊性为主的混合性病灶；2)检查前病灶经过相关治疗或活检；3)肿物巨大、皮肤表面破溃、部分内陷及肿物明显突出于体表。

1.2 仪器与方法

1.2.1 DOT 检查

采用新奥博为技术有限公司的OPTIMUS-II型乳腺诊断仪，探头为DOT系统复合探头(常规超声成像结合光散射成像于1个探头)，探头频率5~10 MHz。常规超声扫查后选择病灶的最大切面启动光学模式进行检查，并与健侧相对应位置进行上述操作，获取最大血红蛋白浓度

(total hemoglobin concentration, HBT)等光学参数, 得出综合诊断指数(synthetic diagnostic index, SDI), 系统自动生成SDI-RADS分类。

1.2.2 常规超声、ABVS 检查

采用德国Siemens Acuson S2000彩色多普勒超声诊断仪, 先采用常规超声对乳腺进行多切面扫查, 探头频率7~14 MHz, 观察乳腺病灶的位置、大小、形态、边缘、内部回声、后方回声、钙化及与周围组织关系、内部及周边血流情况, 以及双侧腋窝淋巴结, 随后切换至ABVS检查系统, 采用德国Siemens Acuson S2000 14L5BV高频线阵探头, 探头中心频率11 MHz, 扫查结束后将全容积信息传输至影像处理中心进行多平面重建, 获得横切面、矢状面及冠状面图像。常规超声及ABVS评估采用乳腺影像与数据报告(breast imaging reporting and date system, BI-RADS)指南^[2], ABVS冠状面出现的“汇聚征”为可疑恶性征象。“汇聚征”是指病灶周边出现的高低回声相间的放射状结构, 可部分或全部出现于冠状面病灶周边, 该征象反映病灶与周围组织之间的关系^[3-4]。当常规超声、ABVS及DOT其中有1项诊断为恶性时, 则联合诊断为恶性; 均为良性时, 则联合诊断为良性。

1.3 统计学处理

采用MedCalc14.8统计软件进行数据分析, 以术后病理结果为“金标准”, 绘制常规超声、ABVS及DOT诊断乳腺良恶性病灶的接收者操作特

征(receiver operating characteristic, ROC)曲线, 获得诊断截断值, 分别计算以此为截断值时, 常规超声、ABVS、DOT及三者联合诊断乳腺良恶性病灶的敏感度、特异度、准确度, 并采用Z检验分析曲线下面积(area under the ROC curve, AUC)的差异。 $P<0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 病理结果

72例乳腺疾病(共86个病灶), 均经术后病理证实, 49个病灶为恶性, 37个病灶为良性。其中恶性病灶包括浸润性导管癌28例, 导管原位癌5例, 导管内癌5例, 浸润性小叶癌2例, 黏液癌3例, 髓样癌2例, 实性乳头状癌伴浸润1例, 浸润性导管癌伴黏液癌2例, 非霍奇金淋巴瘤1例。良性病灶包括乳腺纤维腺瘤22例, 乳腺腺病4例, 导管内乳头状瘤3例, 增生性病变4例, 硬化性腺病1例, 肉芽肿性乳腺炎2例, 放射性瘢痕1例。

2.2 不同超声检查方法鉴别诊断乳腺良恶性病灶的诊断效能

ROC曲线显示: 以术后病理为“金标准”, ABVS、常规超声诊断乳腺良恶性病灶的截断值为BI-RADS 4B类, DOT的截断值为SDI-RADS 4B类。常规超声、ABVS、DOT及联合诊断的灵敏度、特异度、准确度、约登指数及AUC见表1与图1。

表1 常规超声、ABVS、DOT及联合诊断的诊断效能比较

Table 1 Comparison of diagnostic efficacy of conventional ultrasound, ABVS, DOT, and their combination

方法	灵敏度/%	特异度/%	准确度/%	约登指数	AUC	SE	Z检验	P
常规超声	73.47	67.57	70.93	0.4104	0.768	0.0485	5.529	<0.0001
ABVS	79.59	89.19	83.72	0.6878	0.893**	0.0366	10.734	<0.0001
DOT	89.80	86.49	88.37	0.7628	0.902**	0.0346	11.599	<0.0001
联合诊断	93.88	62.16	80.23	0.5604	0.780	0.0440	6.374	<0.0001

Z检验指同“金标准”比较。与常规超声比较, ^a $P<0.05$; 与联合诊断比较, ^{*} $P<0.05$ 。

Z test refers to the comparison with the “gold standard”. Compared with conventional ultrasound, ^a $P<0.05$; Compared with combined diagnosis, ^{*} $P<0.05$.

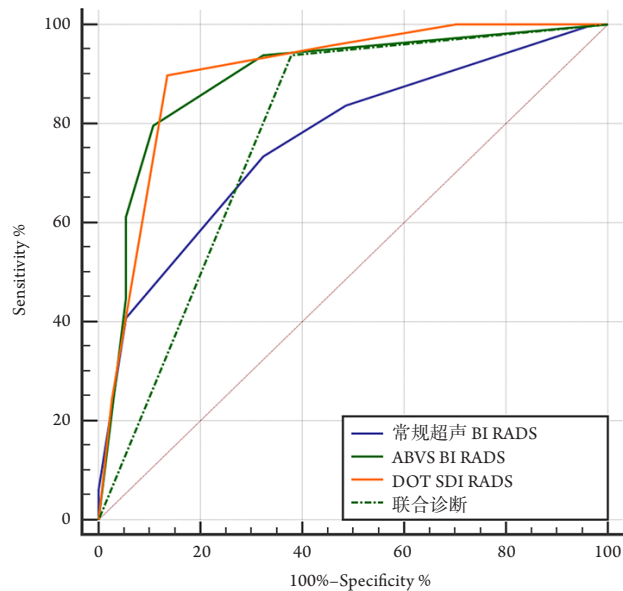


图1 常规超声、ABVS、DOT及联合诊断乳腺病灶良恶性的ROC曲线

Figure 1 ROC curve of conventional ultrasound, ABVS, DOT, and their combination for the diagnosis of benign and malignant breast lesions

ABVS与常规超声、ABVS与联合诊断、DOT与常规超声、DOT与联合诊断的AUC差异有统计学意义(分别 $P=0.0001$ 、 0.0052 、 0.0010)；常规超声与联合诊断、ABVS与DOT

的AUC差异无统计学意义(分别 $P=0.7695$ 、 0.8471)(表1)。不同超声检查方法诊断结果与病理结果比较见表2。图2代表性地显示1例患者常规超声、ABVS、DOT的诊断图像。

表2 不同超声检查方法对乳腺良恶性病灶鉴别诊断结果与病理结果比较

Table 2 Comparison of differential diagnosis and pathological results of benign and malignant breast lesions by different ultrasonographic methods

检查方法	类别	病理结果/个		合计/个
		恶性	良性	
常规超声	恶性	36	12	48
	良性	13	25	38
ABVS	恶性	39	4	43
	良性	10	33	43
DOT	恶性	44	5	49
	良性	5	32	37
联合诊断	恶性	46	14	60
	良性	3	23	26
合计		49	37	86

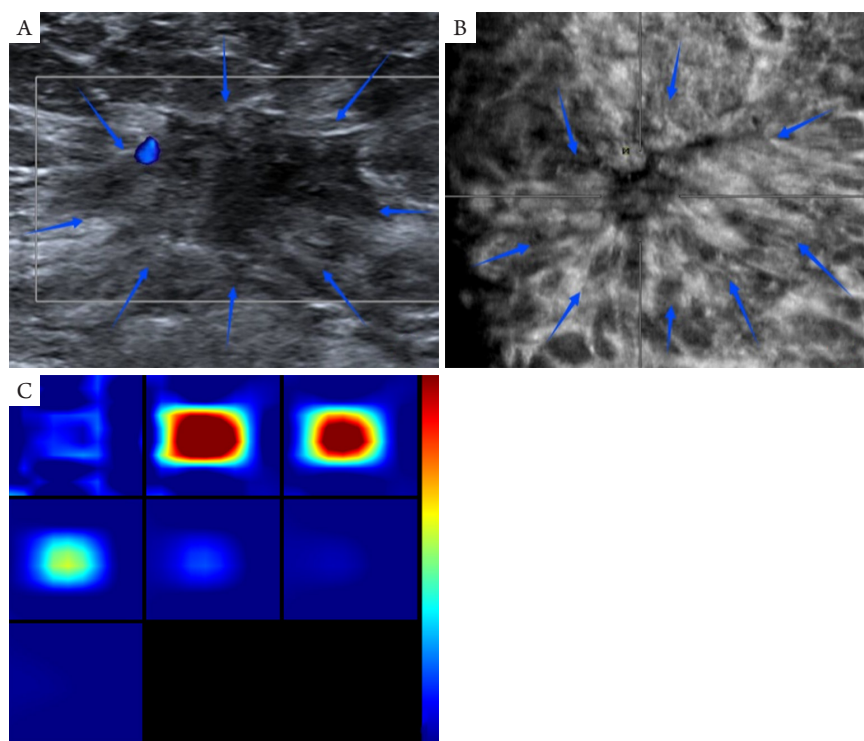


图2 乳腺癌常规超声、ABVS、DOT超声成像表现

Figure 2 Conventional ultrasound, ABVS, and DOT imaging findings of breast cancer

(A) 常规超声显示1个低回声区(蓝色箭头所示), 边界不清, 形态不规则, 周边呈“毛刺征”, 彩色多普勒显示其内可见点状血流信号, BI-RADS 4B; (B) ABVS冠状面显示1个低回声区, 边界不清, 形态不规则, 可见“汇聚征”(蓝色箭头所示), BI-RADS 5; (C) 超声光散射光学重建断面图像的第2、3层出现明显的红色, SDI-RADS 4B。

(A) Conventional ultrasound shows a low echo area (shown by the blue arrow), the boundary is unclear, the shape is irregular, the periphery shows “burr sign”, and the dot blood flow signal can be seen in it by color Doppler, BI-RADS 4B; (B) ABVS coronal plane shows a hypoechoic area with unclear boundary and irregular shape, the “convergence sign” can be seen (shown by the blue arrow), BI-RADS 5; (C) The second and third layers of the cross-sectional image reconstructed by ultrasonic light scattering appear obvious red, SDI-RADS 4B.

3 讨论

常规超声具有操作便捷、手持灵活、可多切面扫查及显示病灶血供的优点, 但在一定程度上不能准确观察病灶与周围组织的关系, 易造成误诊及漏诊。本研究中常规超声的二维声像图存在一定的重叠是造成乳腺良恶性病灶漏诊和误诊的主要原因。另外, 亚洲女性多为致密性乳腺, 乳腺腺体与病灶的超声声像图对比度不强, 也是导致常规超声漏诊的原因之一^[5-6]。

ABVS是三维超声成像的新技术, 通过三维重建, 不仅能同时显示横断面、矢状面及冠状面, 还可实现扫查过程的动态重现^[7]。相比于常规超声, ABVS额外显示的冠状面, 可不受后方回声衰减等伪像的影响, 更容易清晰地观察到病灶与周围组织的关系, 且可反复动态重现病灶的

扫查过程, 整体观察病灶的生长方式, 很好地补充了常规超声的缺陷。研究^[3-4,8]表明: ABVS冠状面“汇聚征”是乳腺癌的重要特征之一, 具有较高的特异性。本研究中恶性病灶和良性病灶冠状面“汇聚征”的显示率分别为44.90%(22/49)、8.11%(3/37), 恶性病灶的显示率明显高于良性病灶, 可能是本研究中ABVS的特异度最高的原因。但ABVS冠状面出现“汇聚征”只能作为乳腺癌的可疑征象, 不能单独诊断乳腺癌。本研究中出现“汇聚征”的良性病灶分别为放射状瘢痕、乳腺腺病、硬化性腺病, 说明良性病灶的冠状面也可出现“汇聚征”。本研究认为其“汇聚征”的出现是由于间质纤维过度增生及胶原化, 对周围组织造成假性浸润的现象。虽然ABVS较常规超声可提供更全面的病灶形态学信息, 但其不能观察腋窝淋巴结及病灶血供情况, 操作流程繁琐, 且耗

时长,存在一定的局限性。

微血管密度在恶性肿瘤的发生与发展中起至关重要的作用,而DOT是在超声定位下,利用近红外光非侵入地获得病灶的血红蛋白含量的超声新技术^[9]。研究^[10-11]表明:DOT的参数血红蛋白含量与乳腺癌的微血管密度具有线性关系,血红蛋白含量高时,微血管密度也高,为DOT鉴别诊断乳腺良恶性病灶提供了有力的依据。本研究中诊断乳腺良恶性病灶的AUC排序中DOT最大,与Wu等^[12]研究结果(AUC为0.910)相差不大,说明诊断的准确度最高,这可能与DOT不仅可以获得病灶的形态学特征,而且可以量化病灶的血供情况相关,但依然存在一定的漏诊和误诊的现象。漏诊可能是由于病灶较小、位置较深及病灶内部出现坏死导致光子的吸收量少;误诊可能是由于病灶自身血供丰富或位于乳头旁受乳晕色素沉着的干扰导致光子的吸收量较多。

分析本研究中AUC的差异,DOT、ABVS较联合诊断、常规超声有更好的诊断准确度且差异有统计学意义($P<0.05$);DOT与ABVS、联合诊断与常规超声二者之间比较差异无统计学意义($P>0.05$),与Wang等^[13]的研究结果“ABVS与常规超声的诊断能力相似”不同,可能与本研究样本量较少、纳入研究的良恶性病灶比例、病例类型等存在差异有关。本研究中联合诊断的灵敏度最高(93.88%),可及早发现乳腺癌,进行早期临床干预,降低乳腺癌的病死率。

综上所述,联合诊断的诊断灵敏度最高,ABVS的诊断特异度最高,DOT的诊断准确度最高,在实际临床工作中,常规超声可作为乳腺病灶的筛查基础,发现可疑病灶时,以DOT、ABVS作为补充来优化乳腺病灶的BI-RADS分类,必要时使用联合诊断减少乳腺癌的漏诊率,为临床不同需求提供各自的价值。

本研究样本量小,且未纳入乳腺筛查后的随访病例,因此结果可能存在偏倚。此次研究中的乳腺病灶位置及大小均较常规,而ABVS操作中对乳腺有一定的压迫,是否对一些浅表的小病灶有漏诊情况并未考虑。今后,需针对以上不足开展进一步研究,以期在乳腺病灶的诊断中提供更高价值。

参考文献

- Sung H, Ferlay J, Siegel RL, 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.
- American College of Radiology (ACR). Breast imaging reporting and data system (BI-RADS), 5th ed[R]. Reston: American College of Radiology, 2013.
- 陈海萍,包凌云,程颖颖,等.自动乳腺全容积成像冠状面“汇聚征”对乳腺病变的诊断价值[J]. *中华医学超声杂志(电子版)*, 2018, 15(12): 948-952.
CHEN Haiping, BAO Lingyun, CHEN Yingying, et al. Value of convergence sign on coronal plane images of automated breast volume scanning in diagnosis of breast lesions[J]. *Chinese Journal of Medical Ultrasound. Electronic Edition*, 2018, 15(12): 948-952.
- 李明,咎星有,李娜,等.自动乳腺全容积成像冠状面边缘特征对于诊断女性乳腺实性肿瘤的价值[J]. *中华介入放射学电子杂志*, 2021, 9(4): 429-433.
LI Ming, ZAN Xingyou, LI Na, et al. The diagnosis value of coronal edge features in ABVS for solid breast tumors[J]. *Chinese Journal of Interventional Radiology. Electronic Edition*, 2021, 9(4): 429-433.
- 杨晶,黄安茜,谭艳娟,等.超声多模态在年轻乳腺癌中的诊断价值[J]. *浙江中西医结合杂志*, 2021, 31(12): 1144-1146.
YANG Jing, HUANG Anqian, TAN Yanjuan, et al. The value of multimodal ultrasound in the diagnosis of young breast cancer[J]. *Zhejiang Journal of Integrated traditional Chinese and Western Medicine*, 2021, 31(12): 1144-1146.
- 李瑞,叶永茂,黄成敏,等.乳腺专用伽玛显像在亚洲女性乳腺癌诊断中的准确性评价[J]. *全科医学临床与教育*, 2018, 16(3): 256-259.
LI Rui, YE Yongmao, HUANG Chengmin, et al. Accuracy evaluation of breast-specific gamma imaging in the diagnosis of breast cancer in Asian women[J]. *Clinical Education of General Practice*, 2018, 16(3): 256-259.
- Choi EJ, Choi H, Park EH, et al. 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.
- 陈红,肖祎,赵巧玲.自动乳腺全容积超声成像与常规超声诊断乳腺癌价值的对比研究[J]. *临床超声医学杂志*, 2019, 21(5): 381-384.
CHEN Hong, XIAO Yi, ZHAO Qiaoling. Comparative study of the value of automatic breast volume scanner and conventional ultrasound in diagnosis of breast cancer[J]. *Journal of Clinical Ultrasound in Medicine*, 2019, 21(5): 381-384.
- 高海凤.超声光散射技术与超声、X光钼靶在乳腺癌筛查中作用比较[J]. *影像技术*, 2020, 32(1): 45-48.
GAO Haifeng. Comparison of ultrasound light scattering technique and ultrasound and X-ray molybdenum target in breast cancer screening[J].

- Image Technology, 2020, 32(1): 45-48.
10. Niu S, Zhu Q, Jiang Y, et al. Correlations among ultrasound-guided diffuse optical tomography, microvessel density, and breast cancer prognosis[J]. J Ultrasound Med, 2018, 37(4): 833-842.
 11. 牛司华, 朱庆莉, 姜玉新, 等. 乳腺癌超声光散射断层成像与缺氧诱导因子-1 α 的相关性[J]. 中国医学科学院学报, 2016, 38(3): 341-345.
NIU Sihua, ZHU Qingli, JIANG Yuxin, et al. Correlation between ultrasound-guided diffuse optical tomography and hypoxia-inducible factor-1A of breast cancer[J]. Acta Academiae Medicinae Sinicae, 2016, 38(3): 341-345.
 12. Wu T, Feng JC, Tuerhong S, et al. Ultrasound-guided diffuse optical tomography for differentiation of benign and malignant breast lesions: a meta-analysis[J]. J Ultrasound Med, 2017, 36(3): 485-492.
 13. Wang L, Qi ZH. Automatic breast volume scanner versus handheld ultrasound in differentiation of benign and malignant breast lesions: a systematic review and meta-analysis[J]. Ultrasound Med Biol, 2019, 45(8): 1874-1881.

本文引用: 李瑞霞, 刘娟, 王惠, 马苏美. 常规超声联合自动乳腺全容积成像及超声光散射技术对乳腺癌的诊断价值[J]. 临床与病理杂志, 2022, 42(8): 1855-1861. doi: 10.3978/j.issn.2095-6959.2022.08.011

Cite this article as: LI Ruixia, LIU Juan, WANG Hui, MA Sumei. Diagnostic value of conventional ultrasound combined with ABVS and diffuse optical tomography in breast cancer[J]. Journal of Clinical and Pathological Research, 2022, 42(8): 1855-1861. doi: 10.3978/j.issn.2095-6959.2022.08.011