DOI: 10.14188/j.1671-8852.2023.0373
文章编号 1671-8852(2025)01-0056-04

彩色多普勒血流显像测定血流阻力指数值在乳腺良恶性肿瘤的鉴别诊断价值

耿霞飞[1] 刘九洋[2]
[1]湖北省肿瘤医院超声影像科 湖北 武汉 430079；
[2]武汉大学中南医院甲状腺乳腺外科 湖北 武汉 430071

摘要 目的：研究血流阻力指数(RI)用于乳腺良恶性肿块鉴别诊断的价值。方法：以术前行彩色多普勒血流显像(CDFI)检查并测定RI值，且有术后病理诊断结果为纳入标准，回顾性分析2021年8月至12月共145例患者的临床资料，共包括153个病灶。对比分析良性组(n=50)和恶性组(n=103)RI均值的差异，探讨RI临界值设定对鉴别诊断的影响。结果：良性组RI均值为0.62±0.09(范围：0.46～0.88)，恶性组RI均值为0.78±0.10(范围：0.48～1.00)，显著高于良性组(P<0.01)。以ROC曲线确定RI最佳临界值，最终以RI值≥0.70鉴别良恶性的敏感度为85.4%，特异度为78.0%。结论：CDFI测定RI值对乳腺疾病的诊断与鉴别诊断有重要价值，肿块内高RI值对提示乳腺恶性肿瘤有一定的临床意义。

关键词 彩色多普勒超声；血流阻力指数；乳腺疾病
中图分类号 R445.1
文献标识码 A
开放科学(资源服务)标识码(OSID)：

Differentially diagnostic value of color Doppler flow imaging-determined resistance index value in benign and malignant breast tumors

GENG Xiafei[1], LIU Jiuyang[2]
[1]Dept. of Ultrasound Imaging, Hubei Cancer Hospital, Wuhan 430079, Hubei, China;
[2]Dept. of Thyroid and Breast Surgery, Zhongnan Hospital of Wuhan University, Wuhan 430071, Hubei, China

Abstract

Objective: To evaluate the diagnostic efficiency of resistance index (RI) in benign and malignant breast lesions. **Methods:** Color Doppler flow imaging (CDFI) based RI measurement results of breast lesions were studied and compared with postoperative pathological results. Clinical data of 145 patients with 153 breast lesions were also retrospectively analyzed from August to December 2021. RI values of the benign group (n=50) and malignant group (n=103) were compared, and the cut-off value of RI was explored for differential diagnosis. **Results:** The mean value of RI in benign group and malignant group were 0.62±0.09 (range: 0.46-0.88) and 0.78±0.10 (range: 0.48-1.00), respectively (P<0.01). The ROC curve was used to determine the optimal cut-off value of RI. The sensitivity and specificity were 85.4% and 78.0% if RI was more than 0.70. **Conclusion:** CDFI-based RI measurement could be used in the diagnosis and differential diagnosis of breast diseases. Breast tu-

作者简介：耿霞飞，女，1990—，医学硕士，主治医师，主要从事恶性肿瘤的超声诊断研究，E-mail: 1067599719@qq.com
通信作者：刘九洋，男，1990—，医学博士，主治医师，主要从事恶性肿瘤侵袭转移的分子机制研究，E-mail: ahljywhu204@163.com

mors with high RI values tended to be malignant.

Key Words　Color Doppler Flow Imaging; Resistance Index; Breast Tumor

乳腺癌是最常见的女性恶性肿瘤之一，近年来发病率显著升高[1]。因此，早期筛查乳腺癌具有重要的临床意义。乳腺疾病的确诊金标准仍为病理学检查，影像学检查主要包括超声、钼靶、MRI等，其中钼靶对于微钙化病灶的诊断较为敏感；乳腺MRI准确率最高，对乳腺癌病灶大小的判断更接近于术后病理诊断，且判断淋巴结转移准确率高[2]，但检查相对复杂。

相较而言，超声检查无创无辐射，且对乳腺各层组织的显示清晰，能发现深层肿块和致密型乳腺内肿块，方便快捷，对乳腺病灶的筛查有重要价值[3]。彩色多普勒血流显像（color Doppler flow imaging，CDFI）是诊断和鉴别诊断的主要检查方法之一，能有效观察病灶大小、形态、数量、范围、周围血流状态、内部回声等[4]。恶性肿瘤血管微小、排列杂乱、生长较快，部分形成迂曲血管网，内部血流信号丰富，血管受压后阻力指数升高。因此，血流阻力指数（resistance index，RI）改变是恶性肿瘤的潜在诊断指标[5]。然而，目前RI用于乳腺良恶性的诊断标准、敏感度和特异度并不统一，临床并未广泛采用。

本文主要研究CDFI测定RI值对乳腺良恶性病灶鉴别诊断的效能，探讨RI合适的临界值设定，并分析改进策略，有助于乳腺疾病的初步筛查和乳腺癌的诊断改进。

1　资料与方法

1.1　研究对象　回顾性分析2021年8月至12月武汉大学中南医院有病理确诊结果的145例乳腺肿块患者，共153个病灶，纳入标准：术前均通过CDFI检测到血流信号，并能够测定RI值，其中乳腺癌新辅助化疗患者RI值为首诊时确定。患者均为女性，年龄12～87（48.4±15.0）岁。肿块最大直径11.7 cm，平均（3.3±2.0）cm。

1.2　研究方法　诊断乳腺肿块采用多普勒超声诊断仪，型号为S2000型，探头的频率为9～12 MHz。通过灰阶超声扫查双侧乳腺，对乳腺肿块的部位、大小、形态、边缘及内部回声、钙化及周围组织情况进行记录。再通过CDFI显示病灶内血流信号，观察血管形态、数目、分布，测量血管RI值。

1.3　ROC曲线分析最佳临界值　将RI值绘制ROC曲线，并计算约登指数（Youden index，YI）＝敏感度＋特异度－1，选取YI最大值时的RI值作为临界值，进一步分析$RI_{临界值}$用于鉴别诊断的敏感度、特异度、误诊率、漏诊率等参数。

1.4　统计学分析　采用SPSS 21.0软件进行数据分析。计量资料采用t检验，计数资料采用χ^2检验，等级资料采用秩和检验；以$P<0.05$为差异有统计学意义。

2　结果

2.1　一般资料　共纳入有术后病理诊断的145例乳腺肿块患者，共153个肿块。其中，良性组患者47例，年龄12～64（33.1±9.8）岁。良性肿块50个，直径1.0～11.7（4.0±2.7）cm。其中纤维腺瘤16个（32.0%），良性叶状肿瘤5个（10.0%），导管内乳头状瘤1个（2.0%），炎性肿块19个（38.0%），乳腺增生症9个（18.0%）。

恶性肿瘤患者98例（97例浸润性癌，1例导管原位癌），年龄28～87（55.7±11.1）岁。恶性肿块103个，直径0.7～9.5（3.0±1.5）cm，CDFI评定BI-RADS分类均为4类及以上。

2.2　乳腺良恶性病灶RI值的特征和对比　良性组RI均值为0.62±0.09（范围：0.46～0.88），恶性组RI均值为0.78±0.10（范围：0.48～1.00），两组之间RI均值差异有统计学意义（图1，$P<0.01$）。

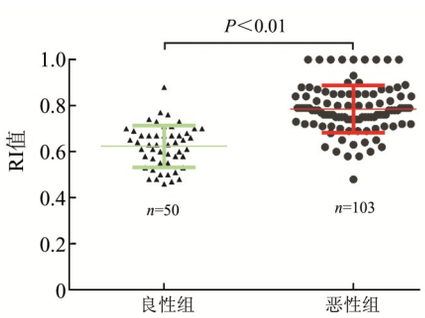


图1　CDFI测定RI用于鉴别乳腺良恶性结节

恶性组（$n=103$）RI均值0.78，高于良性组RI均值0.62，t检验结果提示两组之间差异具有统计学意义（$P<0.01$）

RI辅助诊断乳腺良性病灶参照图2，该病例CDFI测定RI＝0.47，BI-RADS 4c类，术后病理提示肉芽肿性小叶性乳腺炎（granulomatous lobular mastitis，GLM）。RI辅助诊断乳腺恶性病灶参照图

3,该病例CDFI测定RI=0.85,BI-RADS 4c类,进一步通过乳腺钼靶提示毛刺征,MRI提示左侧乳腺结节呈明显不均匀强化,时间-信号曲线呈流出型,左乳血管增粗迂曲,术后病理提示左侧乳腺浸润性癌伴导管原位癌(ductal carcinoma *in situ*,DCIS)。

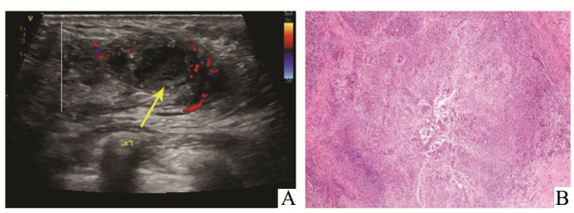


图2 一例乳腺良性病灶RI辅助诊断

A.CDFI提示左侧乳腺大小约4.4 cm×2.1 cm低回声结节,边界不清,形态不规则,内部回声不均,BI-RADS 4c类,测定RI=0.47;B. 术后病理提示肉芽肿性小叶性乳腺炎

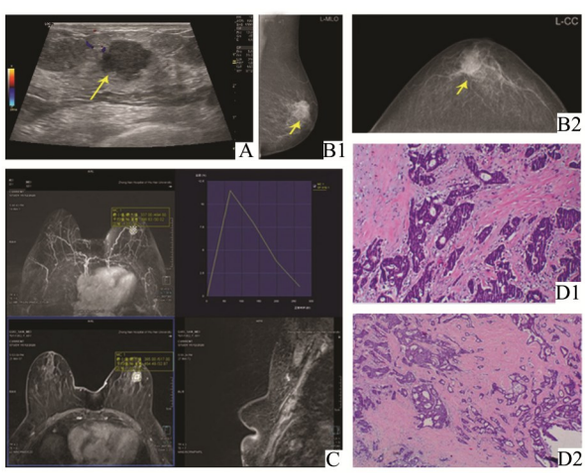


图3 一例乳腺恶性肿瘤RI辅助诊断

A. CDFI提示左侧乳腺大小约1.7 cm×1.5 cm低回声结节,可见血流信号,RI=0.85,BI-RADS 4c类;B. 乳腺钼靶提示毛刺征,考虑乳腺癌(B1为MLO位,B2为CC位);C. MRI提示左侧乳腺结节呈明显不均匀强化,时间-信号曲线呈流出型,左乳血管增粗迂曲;D1、D2. 术后病理提示左侧浸润性癌伴DCIS

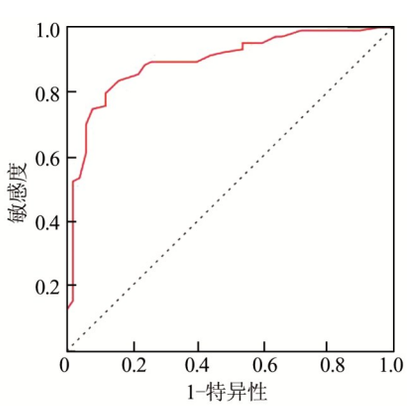


图4 ROC曲线确定RI最佳临界值

$YI_{最大值}$=0.676,对应敏感度为79.6%,特异度为88.0%,$RI_{临界值}$=0.72

2.3 RI临界值探讨 将153个肿块RI值绘制ROC曲线(图4),曲线下面积(*AUC*)为0.893,$YI_{最大值}$=0.676,对应敏感度为79.6%,特异度为88.0%,$RI_{临界值}$=0.72。按照RI≥0.7为临界值诊断恶性肿瘤的敏感性、特异性、假阳性(误诊率)、假阴性(漏诊率)分别为85.4%、78.0%、22.0%、14.6%。按照RI≥0.8为临界值,上述结果分别为36.9%、98.0%、2.0%、63.1%(表1)。

表1 RI临界值设定对恶性肿瘤的敏感性、特异性的影响

(例,n=153)

项目	RI值	恶性组	良性组	合计	敏感性(%)	假阳性(%)	特异性(%)	假阴性(%)
CDFI	≥0.7	88	11	99	85.4	22.0	78.0	14.6
	<0.7	15	39	54				
	≥0.8	38	1	39	36.9	2.0	98.0	63.1
	<0.8	65	49	114				
合计		103	50	153				

3 讨论

乳腺癌发病率逐年升高,早期筛查尤为重要[6]。用于乳腺结节筛查的常用方法为超声结合乳腺钼靶检查,必要时部分病人需要通过乳腺MRI或病理检查进一步明确诊断。相较于其他检查,乳腺超声检查无创、无辐射、方便、快速、准确率较高,其中,CDFI成像技术不断发展,加之高频探头的应用,逐渐成为乳腺疾病的主要筛查方法之一[4]。CDFI成像技术测定RI值方便快捷,且定量后可用于对比,具有临床诊断和鉴别诊断意义。

目前CDFI测定RI值对乳腺肿瘤的诊断价值以及鉴别标准尚未形成统一意见[7]。理论上,恶性肿瘤内血流较丰富,且伴有动静脉、新生血管瘘等征象,血流频谱表现为高速高阻。基于此,部分研究提示CDFI测到高速高阻的血流频谱具有提示意义,且这类肿瘤RI值常大于0.70[8]。本研究数据同样提示高RI值往往预示乳腺结节有可疑恶性风险,需要加以鉴别;RI检测具有良好的诊断价值。

然而,乳腺肿块内血管排列杂乱,走形迂曲,有研究发现RI检测值在良恶性肿瘤中均有重叠,不易得到精准的临界值用以鉴别诊断[9]。例如,乳腺炎性病变中血流增加而RI值增大,少血流的乳腺肿块和部分少见类型的乳腺癌RI值偏低。同样地,本研究数据(图1)发现部分良性病灶内血流信号高,与病理类型无明显关联,RI值大于0.70,比例为22.0%(表1),即以RI=0.70作为鉴别标准,能有效

地、快速地提高乳腺癌的筛选（本文敏感性为85.4%），同时也会导致一定比例的误诊率。如果提高鉴别标准，即乳腺筛查时RI选取大于0.70的临界值，例如本文探讨0.80作为临界值时，误诊率显著降低至2.0%，可以避免将良性病灶纳入恶性风险评估，但同时敏感度骤降至36.9%，造成63.1%的乳腺癌漏诊，不符合筛查的目的，所以RI临界值的设定需要有统计学依据。

本文采用ROC曲线[10]结合约登指数的统计学方法，发现本系列数据中，RI=0.72是最佳临界值（敏感度为79.6%，特异度为88.0%），与既往研究常用的0.70类似。因此，$RI_{临界值}$=0.70有助于提高乳腺癌筛查的灵敏度和特异度，具有统计学意义。另一方面，由于肿瘤组织异质性的原因，病灶内不同区域血流信号具有差异[5]，故RI值可能不同，因此CDFI测定RI具有主观性和局限性，可能存在误差，而选择2位经验丰富的医师对病灶的诊断结果进行综合评估，或多点检测RI的平均值，有助于减少误差。此外，需要同时结合超声的基本特征，包括结节形态、回声特征、BI-RADS分类等，有助于降低误诊率。RI是否能纳入BI-RADS分类有待研究[9]。因此，为提高RI诊断价值，需要进一步优化统计学分析策略。

综上，本文发现CDFI测定RI值不仅无创无辐射、方便、快捷，而且具有较高的诊断准确率，虽然不能替代乳腺MRI以及病理检查，但仍适合乳腺结节的初筛，有一定的临床应用价值。

参考文献

[1] Siegel RL, Miller KD, Fuchs HE, et al. Cancer statistics, 2021[J]. CA A Cancer J Clinicians, 2021, 71(1): 7-33.

[2] 凌洪 . 磁共振与乳腺钼靶检查对乳腺癌的影像学诊断价值比较研究[J]. 中国CT和MRI杂志, 2020, 18(6): 89-92.
Ling H. Comparative study of imaging diagnostic value of magnetic resonance imaging and mammography on breast cancer[J]. Chin J CT MRI, 2020, 18(6): 89-92.

[3] 国家超声医学质量控制中心，中华医学会超声医学分会 . 乳腺疾病超声检查质量控制专家共识(2019版)[J]. 中华超声影像学杂志, 2020, 29(1): 1-5.
National Ultrasound Quality Control Center, Chinese Society of Ultrasound Medicine. Expert consensus on quality control of ultrasound examination of breast diseases (2019 edition)[J]. Chin J Ultrason, 2020, 29(1): 1-5.

[4] 徐爽 . 彩色多普勒超声在乳腺癌诊断中的应用[J]. 影像研究与医学应用, 2020, 4(1): 173-174.
Xu S. Application of color Doppler ultrasound in diagnosis of breast cancer[J]. J Imaging Res Med Appl, 2020, 4(1): 173-174.

[5] 陈静，张领，张冬梅，等 . 血流阻力指数(RI)与超声弹性成像技术(UE)在三阴性乳腺癌诊断中的应用价值[J]. 实用癌症杂志, 2019, 34(6): 908-910.
Chen J, Zhang L, Zhang DM, et al. Clinical value of RI value of ultrasound elastography in diagnosis of triple negative breast cancer[J]. Pract J Cancer, 2019, 34(6): 908-910.

[6] 沈松杰，徐雅莉，周易冬，等 . 中国女性乳腺癌群体筛查与机会性筛查的比较研究[J]. 中华外科杂志, 2021, 59(2): 109-115.
Shen SJ, Xu YL, Zhou YD, et al. A comparative study of breast cancer mass screening and opportunistic screening in Chinese women[J]. Chin J Surg, 2021, 59(2): 109-115.

[7] 卢彦利 . CDFI血流成像对恶性乳腺结节疾病诊断符合率的影响[J]. 影像研究与医学应用, 2020, 4(2): 44-45.
Lu YL. Effect of CDFI blood flow imaging on diagnostic coincidence rate of malignant breast nodules[J]. J Imaging Res Med Appl, 2020, 4(2): 44-45.

[8] 马进辉，马淑梅，马琴 . 超声检测乳腺癌PSV和RI值与术后组织中ephA7和AEG-1表达关系[J]. 中国老年学杂志, 2018, 38(20): 4917-4920.
Ma JH, Ma SM, Ma Q. Relationship between PSV and RI values detected by ultrasound and the expression of ephA7 and AEG-1 in postoperative tissues of breast cancer[J]. Chin J Gerontol, 2018, 38(20): 4917-4920.

[9] 邓敏君，陈乐，钟娜，等 . RI值及弹性模量值在乳腺BI-RADS分类中的诊断效能[J]. 海南医学, 2018, 29(18): 2568-2570.
Deng MJ, Chen L, Zhong N, et al. Comparison on the diagnostic efficiency of RI and elastic modulus in breast BI-RADS classification[J]. Hainan Med J, 2018, 29(18): 2568-2570.

[10] Gao Y, Feng W, Lu XR, et al. Difference of DCE-MRI parameters at different time points and their predictive value for axillary lymph node metastasis of breast cancer [J]. Acad Radiol, 2022, 29(Suppl 1):S79-S86.

（2023-07-03 收稿）
编辑　沈建国