

DCE-MRI 联合 DWI 在三阴性乳腺癌中的诊断价值分析

陈晓, 王祎, 王群

【摘要】目的 探讨动态增强磁共振成像(DCE-MRI)联合弥散加权成像(DWI)在三阴性乳腺癌(TNBC)中的诊断价值。**方法** 收集2021年1月至2023年6月驻马店市中心医院收治的乳腺癌患者138例,其中TNBC患者78例,设为观察组;非TNBC患者60例,设为对照组。均经手术或病理活检证实,比较两组MRI影像特征、定量参数,受试者工作特征(ROC)曲线分析诊断价值。**结果** DWI与DCE-MRI单独及联合检查的乳腺癌分期结果与手术或病理活检分期结果的一致性Kappa值均高于0.7,且联合检查Kappa值(0.912)均高于单独分期结果。观察组表观扩散系数(ADC)及血管外细胞外间隙容积比(Ve)值低于对照组,速率常数(Kep)值高于对照组,差异均有统计学意义(均 $P < 0.05$)。ROC曲线结果显示,ADC值、Ve、Kep、容量转移常数等定量参数对TNBC诊断AUC值均 > 0.6 ,且各项参数联合诊断的曲线下面积(AUC)值更高(0.825)。**结论** DCE-MRI联合DWI对TNBC具有较高的诊断价值,能为临床诊断提供依据。

【关键词】 乳腺肿瘤;癌;动态增强磁共振成像;弥散加权成像;诊断

doi:10.3969/j.issn.1671-0800.2025.02.011

【中图分类号】 R737.9 **【文献标志码】** A **【文章编号】** 1671-0800(2025)02-0154-04

三阴性乳腺癌(triple-negative breast cancer, TNBC)是指患者雌激素受体、孕激素受体及人表皮生长因子受体-2均呈阴性的乳腺癌患者,具有分化程度低及内分泌治疗反应差等特点^[1-3]。TNBC发病率相对较低,占乳腺癌的10%~20%,但恶性程度高,临床缺乏有效治疗手段^[4]。当前,TNBC临床诊断主要依靠病理活检,因存在创伤性,患者接受程度较低。随着核磁共振技术(MRI)的不断发展,磁共振弥散加权成像(diffusion weighted imaging, DWI)及动态增强磁共振成像(dynamic contrast enhanced MRI, DCE-MRI)逐渐被广泛应用,DCE-MRI可直观显示病灶血供情况,可对微血管灌注、渗透程度等信息进行评估^[5];DWI可通过表观扩散系数(apparent diffusion coefficient, ADC)将肿瘤细胞密度、活性等信息客观反映。基于此,本研究旨在探讨DCE-MRI联合DWI在TNBC中的诊断

价值,现报道如下。

1 资料与方法

1.1 一般资料 收集2021年1月至2023年6月驻马店市中心医院收治的乳腺癌患者138例,其中TNBC患者78例,设为观察组;非TNBC患者60例,设为对照组。纳入标准:(1)无乳腺癌相关治疗史,(2)年龄 ≥ 18 岁,(3)临床资料完整。排除标准:(1)相关检查图像模糊不清者;(2)哺乳期及妊娠期妇女;(3)合并免疫性疾病者;(4)心、肾等重要脏器存在严重功能障碍者;(5)对比剂过敏者。本研究获得驻马店市中心医院医学伦理委员会批准,免除豁免知情同意。

两组均为女性;观察组年龄37~71岁,平均(53.2 \pm 7.2)岁;对照组年龄36~70岁,平均(52.9 \pm 6.9)岁。两组年龄差异无统计学意义($P > 0.05$)。

1.2 检查方法

1.2.1 MRI及DWI检查方法 使用MRI扫描仪(德国Siemens Magnetom Skyra3.0T MR)进行检查,16通道乳腺相控线圈。取俯卧位,乳房悬垂于线圈内。扫描范围包含双侧乳腺,双侧腋窝及后主动脉。DCE-MRI序列参数:重复时间(TR)6.4 ms,回波时间

基金项目: 河南省医学科技攻关计划联合共建项目(LHGX20231012)

作者单位: 463000 河南省驻马店,驻马店市中心医院

通信作者: 陈晓,Email: vipzhouquanyu@163.com

(TE) 3.3 ms, 视野(FOV) 288 mm×384 mm, 矩阵设置为 288×384, 层间距设置为 0.4 mm, 层厚 2.0 mm, 分为 4 期扫描时相, 总时间约 304.8 s。DWI 序列参数: TR 4 800 ms, TE 562 ms, b 值分别为 0、800 s/mm², FOV 170 mm×340 mm, 矩阵设置为 96×192, 层间距为 0.8 mm, 层厚为 4.0 mm。DCE-MRI 通过时间分辨随机轨道成像技术, 注射钆喷酸葡胺注射液, 0.1 mmol/kg, 注射流速为 3.0 ml/s; 随后以 3.0 ml/s 注射流速注射 20 ml 0.9%氯化钠注射液。

1.2.2 图像处理 扫描图像上传后由处理工作站进行数据处理, 由 2 名经验丰富(工作 5 年以上)的影像学医师共同阅片, 若意见不一致, 则由影像科主任医师参与商讨决定。定量参数通过运动矫正、对准、处理与读片流程获取。结合 T₁WI 增强图像确定病变位置, 感兴趣区域(regions of interest, ROI)避开血管、坏死及出血等组织, 面积取 14 ~ 40 mm², 选取实质成分最强部分, 以确保参数一致性。系统自动生成时间-信号强度曲线(TIC), 判断 TIC 形态分为 I 型、II 型及 III 型^[6]。测量 DCE-MRI 参数与 ADC 值, 包括血管外细胞外间隙容积比(Ve)、速率常数(Kep)及容量转移常数(Ktrans)等, 在剩余图像上测定 ADC 值, 每组数据计算 3 次取其平均值。联合诊断标准: 2 种检查方法中的任意 1 种判定为阳性则为阳性。

1.3 统计方法 数据采用 SPSS 27.0 软件分析, 计量资料均行正态性检测, 正态分布的以均数±标准差表示, 采用 *t* 检验; 计数资料以例数表示, 采用 χ^2 检验。P < 0.05 表示差异有统计学意义。

2 结果

2.1 MRI 特征比较 两组 MRI 特征中形状差异有

统计学意义(P < 0.05), 分布类型、直径、边缘及强化类型差异均无统计学意义(均 P > 0.05), 见表 1。

2.2 DCE-MRI 与 DWI 单独及联合检查一致性分析

DWI 与 DCE-MRI 单独及联合检查的乳腺癌分期结果与手术或病理活检分期结果的一致性 Kappa 值均高于 0.7, 且联合检查 Kappa 值均高于单独分期结果, 见表 2。

2.3 两组 DCE-MRI、DWI 定量参数及 TIC 类型比较

观察组 ADC 及 Ve 值低于对照组, Kep 值高于对照组, 差异均有统计学意义(均 P < 0.05)。两组 Ktrans 值及 TIC 类型差异均无统计学意义(均 P > 0.05), 见表 3。

2.4 DCE-MRI、DWI 参数对 TNBC 诊断价值分析

ROC 曲线结果显示, ADC 值、Ve、Kep、Ktrans 等定量参数对 TNBC 诊断 AUC 值均 > 0.6, 且各项参数联合诊断的 AUC 值更高(0.825), 见表 4。

3 讨论

TNBC 是一种乳腺癌亚型, 极易发生内脏转移, 对化疗、靶向治疗敏感性较差, 是乳腺癌预后最差的一种类型^[7-8]。TNBC 早期症状较为隐匿, 症状随着病情的不断发展日益加重^[9-10], 常规检查方式区分 TNBC 及其他类型乳腺癌较为困难。

当前, 病理活检仍是临床诊断 TNBC 的“金标准”, 但极易受肿瘤异质性的影响导致无法对肿瘤进行全面客观分析。影像学检查是一种可将肿瘤特征整体反映的无创性检查方式。DCE-MRI 定量参数可将肿瘤局部微血管渗透性及血流状态清晰显示, 是当前反映肿瘤组织渗透性的最佳方式^[11]。本研究中观察组 ADC 值、Ve 低于对照组, Kep 值高于对照组(均 P < 0.05), 与高伟等^[12]研究结果相似。ADC

表 1 两组 MRI 特征比较

MRI 特征	观察组(n=78)	对照组(n=60)	χ^2 值	P 值	
分布类型	单发	64(82.05)	48(80.00)	0.54	> 0.05
	多发	14(17.95)	10(16.67)		
	多中心	0	2(3.33)		
直径	≤2 cm	35(44.87)	37(61.67)	3.83	> 0.05
	> 2 cm	43(44.13)	23(38.33)		
形状	椭圆/圆	6(7.69)	20(33.33)	14.58	< 0.05
	不规则	72(92.31)	40(66.67)		
边缘	光滑	20(25.64)	8(13.33)	3.17	> 0.05
	毛刺	58(74.36)	52(86.67)		
强化类型	均匀	0	1(1.67)	0.77	> 0.05
	环形强化	18(23.08)	10(16.67)		
	不均匀	60(76.92)	49(81.67)		

表2 DCE-MRI 与 DWI 单独及联合检查一致性分析

检查方式	手术或病理活检(例)				合计(例)	Kappa 值	95%CI 值	P 值	符合率
	I 期	II 期	III 期	IV 期					
DWI 检查	I 期	24	0	1	0	0.824	0.727 ~ 0.921	< 0.05	0.870
	II 期	0	29	2	1				
	III 期	4	1	40	1				
	IV 期	2	4	2	27				
DCE-MRI 检查	I 期	25	1	1	2	0.776	0.679 ~ 0.873	< 0.05	0.833
	II 期	1	28	3	4				
	III 期	2	0	39	0				
	IV 期	2	5	2	23				
联合诊断	I 期	28	2	1	0	0.892	0.795 ~ 0.990	< 0.05	0.920
	II 期	2	30	1	1				
	III 期	0	2	42	1				
	IV 期	0	0	1	27				
合计		30	34	45	29	138	—	—	—

注: DWI 为磁共振弥散加权成像, DCE-MRI 为动态增强磁共振成像

表3 两组 DCE-MRI、DWI 定量参数及 TIC 类型比较

组别	例数	ADC 值 ($\times 10^{-6} \text{ mm}^2/\text{s}$)	Ve	Kep (/min)	Ktrans (/min)	TIC 类型[例(%)]		
						I 型	II 型	III 型
观察组	78	748.26±65.34	0.17±0.03	1.19±0.23	0.16±0.07	17(21.79)	28(35.90)	33(42.31)
对照组	60	847.96±81.25	0.20±0.08	0.83±0.16	0.17±0.10	11(18.33)	31(51.67)	18(30.00)
$t(\chi^2)$ 值		7.98	2.75	10.83	0.66		2.20	
P 值		< 0.05	< 0.05	< 0.05	> 0.05		> 0.05	

注: DWI 为磁共振弥散加权成像, DCE-MRI 为动态增强磁共振成像, ADC 为表观扩散系数, TIC 为时间-信号强度曲线, Ve 为血管外细胞外间隙容积比, Kep 为速率常数, Ktrans 为容量转移常数

表4 DCE-MRI、DWI 参数对 TNBC 诊断价值分析

方案	AUC	95%CI	cut-off 值	敏感度(%)	特异度(%)
ADC 值	0.628	0.537 ~ 0.734	732.15 $\times 10^{-6} \text{ mm}^2/\text{s}$	62.82	63.33
Ve	0.633	0.541 ~ 0.741	0.12	65.38	61.67
Kep	0.651	0.553 ~ 0.766	0.99 min^{-1}	60.26	68.33
Ktrans	0.646	0.549 ~ 0.759	0.13 min^{-1}	61.54	66.67
联合	0.825	0.739 ~ 0.921	—	85.90	83.33

注: DWI 为磁共振弥散加权成像, DCE-MRI 为动态增强磁共振成像, TNBC 为三阴性乳腺癌, ADC 为表观扩散系数, Ve 为血管外细胞外间隙容积比, Kep 为速率常数, Ktrans 为容量转移常数

值可反映组织中水分子扩散程度, 乳腺癌不同类型病灶内部血供有一定差异。TIC 曲线可根据病灶信号强弱变化特征反映病灶血流灌注情况^[13-14]。本研究结果显示, DWI 与 DCE-MRI 单独及联合检查的乳腺癌分期结果与手术或病理活检分期结果的一致性 Kappa 值均高于 0.7, 且联合检查 Kappa 值均高于单独分期结果, 为 0.892。

DCE-MRI 可将病灶形态学特征、血流动力学清晰显示, 可有效反映肿瘤毛细血管通透性及血流灌注信息^[15]。DWI 是当前活体检测组织中水分子微观运动的最佳方式, 可准确显示细胞内外水分子弥散状态^[16]。细胞侵袭性越强、恶化程度越高, 细胞间隙

就越小, 促使细胞数目增加, 导致水分子扩散运动受限, 从而降低 ADC 值。既往临床研究发现, 两者联合在乳腺癌良恶性中的诊断研究较多, 且多为定性诊断^[17-18]。杨小锋等^[19]研究指出, DCE-MRI 联合 DWI 检查的灵敏度、特异度及准确率均高于单独检查(均 $P < 0.05$)。本研究采用定量参数对 TNBC 诊断价值进行分析, ROC 曲线结果显示, ADC 值、Ve、Kep、Ktrans 等定量参数对 TNBC 诊断 AUC 值均 > 0.6 , 且各项参数联合诊断的 AUC 值更高(0.825), 说明联合诊断能提高 TNBC 诊断效能。

综上所述, DCE-MRI 联合 DWI 对 TNBC 具有较高的诊断价值, 可为临床早期诊断、选择治疗方案

及改善预后提供依据。

利益冲突 所有作者声明无利益冲突

作者贡献声明 陈晓:实验操作、论文撰写; 王伟:数据整理、统计学分析; 王群:研究指导、论文修改、经费支持

参 考 文 献

[1] ARSIC A, KRSTIC P, PAUNOVIC M, et al. Anti-inflammatory effect of combining fish oil and evening primrose oil supplementation on breast cancer patients undergoing chemotherapy: A randomized placebo-controlled trial[J]. *Sci Rep*, 2023, 13(1): 6449.

[2] 雷少元,郑荣寿,张思维,等.乳腺癌发病率和死亡率的全球模式:一项基于人群的2000-2020年肿瘤登记数据分析研究[J].*癌症*,2022,41(7):324-335.

[3] 朱珍,王明琴,翟渊鹏,等.miR-623表达水平对三阴乳腺癌预后的影响[J].*实用癌症杂志*,2023,38(10):1590-1592.

[4] TURNER N C, SWIFT C, JENKINS B, et al. Results of the c-TRAK TN trial: A clinical trial utilising ctDNA mutation tracking to detect molecular residual disease and trigger intervention in patients with moderate- and high-risk early-stage triple-negative breast cancer[J]. *Ann Oncol*, 2023, 34(2): 200-211.

[5] 李美芹,刘莹,赵凡,等.IVIM-DWI联合DCE-MRI对乳腺癌Nottingham指数的预测价值[J].*放射学实践*,2023,38(12):1548-1553.

[6] 王小容,赖宇林,李松辅,等.DCE-MRI测定药代动力学定量参数、ADC值、病灶血流TIC与乳腺癌患者病理分型及疗效评估的关系分析[J].*中国临床医学影像杂志*,2021,32(3):175-180.

[7] 张嘉雯,龚予希,白茹梦,等.三阴性乳腺癌中肿瘤相关巨噬细胞的临床作用及价值[J].*临床与实验病理学杂志*,2023,39(3):336-338.

[8] YANG R, SHI Y Y, HAN X H, et al. The impact of platinum-containing chemotherapies in advanced triple-negative breast cancer: Meta-analytical approach to evaluating its efficacy and safety[J]. *Oncol Res Treat*, 2021, 44(6): 333-343.

[9] GOLSHAN M, LOIBL S, WONG S M, et al. Breast conservation after neoadjuvant chemotherapy for triple-negative breast cancer: Surgical results from the BrighTNess randomized clinical trial[J]. *JAMA Surg*, 2020, 155(3): e195410.

[10] 王良敏,魏红霞,龚雪.DCE-MRI,DWI联合血清肿瘤标志物对乳腺良恶性肿瘤的鉴别诊断价值[J].*实用癌症杂志*,2024,39(8):1350-1352.

[11] 唐竹晓,徐丽娜,孙召龙,等.应用DCE-MRI联合DWI序列评估乳腺癌术前新辅助化疗疗效的可行性研究[J].*中国CT和MRI杂志*,2021,19(7):100-102.

[12] 高伟,黄杨,李瑜珂.DCE-MRI,DWI联合检查在诊断三阴性乳腺癌中的价值[J].*检验医学与临床*,2024,21(7):954-957,962.

[13] 崔笑,刘永波,曹钢.DCE-MRI时间-信号曲线联合扩散加权成像技术在乳腺癌不同分期评估中的价值[J].*中国CT和MRI杂志*,2023,21(4):91-93.

[14] 彭飞.单中心基于DCE-MRI和DWI的影像特征对乳腺癌分子分型的诊断价值[J].*现代科学仪器*,2022,39(6):113-117,127.

[15] 张慧慧,都丽娜,伍建林.DCE-MRI与DWI直方图分析评估乳腺癌分子分型、预后和新辅助治疗的研究进展[J].*国际医学放射学杂志*,2023,46(1):66-70.

[16] 杜小萌,李艳玲,曹胜男,等.DCE-MRI和DWI影像学特征预测浸润性乳腺癌病理分级的价值[J].*临床放射学杂志*,2022,41(9):1641-1644.

[17] 丁芳芳,王巍巍,杨素君.DCE-MRI及DWI在乳腺癌诊断及化疗效果评估中的应用[J].*中国CT和MRI杂志*,2023,21(7):90-92.

[18] 张林波,吴静,高洁,等.DCE-MRI、T2WI及DWI联合诊断乳腺癌的价值观察[J].*中国CT和MRI杂志*,2024,22(5):106-108.

[19] 杨小锋,陈光耀.DCE-MRI联合DWI诊断乳腺癌患者的临床价值分析[J].*影像研究与医学应用*,2024,8(2):88-90.

收稿日期:2024-12-23

(本文编辑:钟美春)

· 编读往来 ·

作者书写统计学符号须知

论文中统计学符号应按GB 3358-82《统计学名词及符号》的有关规定书写如下:(1)样本的算术平均数用英文小写 \bar{x} (中位数仍用 M);(2)标准差用英文小写 s ;(3)标准误用英文 $s_{\bar{x}}$;(4) t 检验用英文小写 t ;(5) F 检验用英文大写 F ;(6)卡方检验用希文 χ^2 ;(7)相关系数用英文小写 r ;(8)自由度用希文小写 ν ;(9)概率用英文大写 P (P 值前应给出具体检验值,如 t 值、 χ^2 值、 q 值等)。以上符号均用斜体。

(本刊编辑部)