

• 乳腺影像学 •

定量 DCE-MRI 对乳腺非肿块型强化病变更良恶性的预测价值

宋超,朱望舒,石思雅,石广滋,程子亮,曾伟科,吴卓

【摘要】 目的:探讨定量动态对比增强 MRI (qDCE-MRI) 对乳腺非肿块型强化病变更良恶性的预测价值。方法:回顾性收集 83 例行乳腺常规 MR 增强及 DCE-MRI 检查、术后病理资料完整的乳腺 NME 病变患者,对病变感兴趣区(ROI)进行三维分割,获得 qDCE-MRI 定量及半定量参数。定量参数包括容量转移常数(K_{trans})、速率常数(K_{ep})、血管外细胞外间隙容积比(V_e)、血管(血浆)间隙容积分数(V_p);半定量参数包括达峰时间(TTP)、最大浓度(Max Con)、浓度-时间曲线下面积(AUC)、最大斜率(Max Slope)。采用独立样本 *t* 检验或 Mann-Whitney U 检验分析 NME 良恶性病变间的统计学差异;采用单因素回归分析各参数的独立诊断效能,并用多因素回归分析最终诊断方程;绘制 ROC 曲线评估 qDCE-MRI 参数对 NME 病变良恶性的鉴别诊断效能。结果:NME 病变良、恶性组的 K_{trans} 值分别为 (0.0563 ± 0.042) 和 $(0.1092 \pm 0.0550) \text{ min}^{-1}$,两者差异具有统计学意义($P < 0.001$); K_{ep} 值分别为 (0.4334 ± 0.2516) 和 $(0.6863 \pm 0.3039) \text{ min}^{-1}$,两者差异具有统计学意义($P = 0.001$); V_p 值分别为 (0.0046 ± 0.0063) 和 (0.0106 ± 0.0092) ,两者差异具有统计学意义($P = 0.012$);TTP 值分别为 (4.4499 ± 0.7441) 和 $(3.7880 \pm 0.7571) \text{ min}$,两者差异具有统计学意义($P = 0.001$);Max Slope 值分别为 (0.2021 ± 0.1084) 和 (0.3067 ± 0.1178) ,两者差异具有统计学意义($P < 0.001$)。单因素回归分析得出 K_{trans} 、 K_{ep} 、 V_p 、TTP、Max Slope 对于 NME 良恶性均具有独立诊断效能,其中以 K_{trans} 的诊断效能最高,AUC 为 0.790 (95% CI: 0.675~0.906, $P < 0.05$);多因素回归分析后, K_{trans} 及 TTP 进入最终方程,最终方程对于 NME 良恶性鉴别的 AUC 为 0.831 (95% CI: 0.727~0.935, $P < 0.05$)。结论:qDCE-MRI 对乳腺 NME 病变良恶性具有一定的鉴别诊断价值。

【关键词】 乳腺非肿块强化病变;磁共振成像;动态对比增强 MRI

【中图分类号】 R655.8; R737.9; R445.2 **【文献标识码】** A

【文章编号】 1000-0313(2020)02-0190-07

DOI:10.13609/j.cnki.1000-0313.2020.02.013

开放科学(资源服务)标识码(OSID):



Differentiation between benign and malignant non-mass enhancement lesions using volumetric quantitative dynamic contrast-enhanced MR imaging SONG Chao, ZHU Wang-shu, SHI Si-ya, et al. Department of Radiology, Sun Yat-sen Memorial Hospital, Sun Yat-sen University, Guangzhou 510120, China

【Abstract】 Objective: The purpose of this study was to determine the diagnostic performance of volumetric quantitative dynamic contrast-enhanced MRI (qDCE-MRI) in the differentiation between malignant and benign non-mass enhancement (NME) lesions. **Methods:** The clinicopathological data of 82 NME patients were retrospectively analyzed. All patients underwent MRI enhanced and DCE-MRI scans before treatment. 3D-ROI was drawn on the NME lesions. Quantitative pharmacokinetic parameters K_{trans} , K_{ep} , V_e , V_p , semi-quantitative parameters TTP, Max Con, Max Slope, AUC were obtained by using a two-compartment extended Tofts model. Comparisons between groups were respectively analyzed using the *t* test or Mann-Whitney U test. Logistic regression analysis was used to determine predictors of malignancy, followed by receiver operating characteristics (ROC) analysis to evaluate the diagnostic performance. **Results:** K_{trans} values were $(0.0563 \pm 0.042) \text{ min}^{-1}$ and $(0.1092 \pm 0.0550) \text{ min}^{-1}$ in malignant and benign NME groups, respectively, with statistically significant difference ($P < 0.001$). K_{ep} values were $(0.4334 \pm 0.2516) \text{ min}^{-1}$ and $(0.6863 \pm 0.3039) \text{ min}^{-1}$, respectively, with statistically

作者单位:510120 广州市,中山大学孙逸仙纪念医院放射科

作者简介:宋超(1990—),男,山西太原人,住院医师,主要从事乳腺影像学研究工作。

通讯作者:吴卓,E-mail:1193934106@qq.com

基金项目:国家重点研发计划项目(2017YFC1309100);国家自然科学基金(81671653)

significant difference ($P=0.001$). V_p values were (0.0046 ± 0.0063) and (0.0106 ± 0.0092) , respectively, with statistically significant difference ($P=0.012$). TTP values were (4.4499 ± 0.7441) min and (3.7880 ± 0.7571) min, respectively, with statistically significant difference ($P=0.001$). The Max Slope values were (0.2021 ± 0.1084) and (0.3067 ± 0.1178) , respectively, with statistically significant difference ($P<0.001$). K^{trans} provided the highest accuracy of 0.790 (95%CI: 0.675~0.906, $P<0.05$). Univariate regression analysis showed that K^{trans} , K_{ep} , V_p , TTP and Max Slope were independent predictors and K^{trans} has the highest diagnostic performance. Multivariate logistic regression analyses showed that K^{trans} and TTP were independent predictors of malignancy and the area under ROC curve was 0.831 (95%CI: 0.717~0.935, $P<0.05$). **Conclusion:** qDCE-MRI has a certain value in differential diagnosis of breast non-mass enhancement lesions.

【Key words】 Breast non-mass enhancement lesion; Magnetic resonance imaging; Dynamic contrast enhanced magnetic resonance imaging

MRI 是乳腺癌筛查、诊断的主要检查手段之一，其中多种定量模型的发展使乳腺病变的诊断和分析从定性诊断向客观量化分析转化^[1]。根据美国放射协会 2013 年推荐的乳腺影像报告和数据系统(BI-RADS)分类，乳腺病变的影像学表现可分为点状强化、肿块型强化和非肿块型强化 (non-mass enhancement, NME) 三类。NME 病变因其组织分布较松散，且病灶中间夹杂正常的纤维腺体和脂肪组织，常规增强 MRI 对病变良恶性的鉴别亦缺乏特征性表现，故不能完全用分析肿块型强化病变的参数作为诊断依据，否则容易造成诊断不足或过度诊断。定量动态对比增强 MRI (quantitative dynamic contrast enhanced MRI, qDCE-MRI) 是通过病灶的血供情况间接反映病变性质的影像技术^[2]。该技术基于血流动力学模型分析，模拟出血管内外对比剂的分布情况，通过双输入-双室模型获得定量参数，能准确而客观地反映乳腺肿物血流灌注状态和微血管环境，具有较高的敏感性和特异性，可精确、无创地预测肿瘤恶性程度。本研究对病变感兴趣区(ROI)进行三维分割并提取参数，旨在探讨 qDCE-MRI 在乳腺 NME 病变中的定性诊断价值。

材料与方法

1. 患者材料

回顾性分析 2016 年 7 月—2017 年 10 月本院符合以下标准的患者。纳入标准：①MR 检查前未予穿刺活检、放化疗等；②乳腺 DCE-MRI 表现为 NME；③术前 MR 图像、术后病理资料完整。排除标准：①图像质量不佳，无法用于分析；②MR 检查前已进行手术或其他治疗。83 例患者纳入研究，患者均为女性，年龄 20~66 岁，中位年龄 44 岁。最终 83 例患者纳入研究。

2. MR 图像采集

采用 Siemens Magnetom Avanto 1.5T 超导磁共

振仪，8 通道专用乳腺表面相控阵线圈(Siemens Medical Solutions, Erlangen, Germany)，受检者取俯卧位，让双乳自然下垂于线圈中。扫描序列及参数：①常规横轴面和矢状面脂肪抑制 FSE T_2 WI: TR 3920 ms, TE 68 ms, TI 170 ms, 翻转角 150°, 层厚 5 mm, 层间距 0 mm, 视野 350 mm × 350 mm, 矩阵 256 × 256, 体素大小 0.5 mm × 0.5 mm × 5.0 mm；②常规横轴面 Dixon T_1 WI: TR 6.86 ms, TE 2.39 ms, 翻转角 15°, 视野 360 mm × 360 mm, 体素大小 0.9 mm × 0.9 mm × 2.0 mm, 层厚 2.00 mm, 层间距 0.1 mm；③乳腺横轴面 DCE-MRI: 首先利用多翻转角技术进行 T_1 -mapping 扫描, TR 4.87 ms, TE 2.4 ms, 翻转角 2°、4°、6°、8°、10°、12°, 矩阵 380 mm × 380 mm；随后进行 DCE-MRI, DCE-MRI 采用横轴面 T_1 WI-VIBE 序列, TR 4.87 ms, TE 2.4 ms, 翻转角 10°, 视野 380 mm × 380 mm, 像素大小 0.5 mm × 0.5 mm × 3.0 mm, 层厚 3.00 mm, 层间距 1.5 mm, 40 个期相, 每期 8 s；于第 2 个动态增强时相开始前采用高压注射器经肘静脉注射对比剂钆双胺(欧乃影, GE), 剂量 0.1 mmol/kg, 注射流率为 2 mL/s, 对比剂注射完后用 20 mL 生理盐水冲管, 注射流率为 2 mL/s；动态增强扫描结束后再行冠状面、横轴面 T_1 WI 脂肪抑制序列等常规增强扫描。

3. 图像分析

qDCE-MRI 扫描获得的多翻转角各序列图像及动态增强横轴面图像传输到血流动力学软件 Omni Kinetics (GE healthcare) 进行图像处理分析。首先将多翻转角各序列图像进行 T_1 -mapping 计算, 将多期动态增强图像由时间-亮度信号转变为时间-对比剂浓度信号；然后在动态增强图像上以降主动脉为输入动脉, 手动勾画面积为 3~5 个像素的 ROI(ROI 应勾画在血管横截面的管腔内), 获得动脉输入函数(arterial input function, AIF)；采用 Extended Tofts Linear 模型拟合计算定量渗透性参数, 利用半定量模型计算 T_1

灌注半定量参数。定量参数包括：容量转移常数(K_{trans})、速率常数(K_{ep})、血管外细胞外间隙容积比(V_e)和血管(血浆)间隙容积分数(V_p)，其中， $K_{ep} = K_{trans}/V_e$ 。半定量参数包括：达峰时间(TTP)、最大浓度(Max Con)、浓度-时间曲线下面积(area under the concentration-time curve, AUC)和最大斜率(Max Slope)。ROI 由 2 名影像学诊断经验丰富及熟练掌握 Omni Kinetics 软件的高年资医师勾画。观察乳腺 DCE-MRI 图像上的影像学改变，手动勾画每层乳腺 NME 病变，ROI 范围稍小于病灶范围，尽量避开血管、囊变及坏死区；待逐层勾画完成后融合多层 ROI

为三维 ROI(3D-ROI)。

4. 统计学分析

采用 SPSS 13.0 软件进行统计学分析。计量资料采用均数±标准差表示。计算内部相关系数(ICC)比较两名医师对 qDCE-MRI 参数评估的一致性，<0.4 表示一致性较差，0.4~0.75 表示中等符合度，>0.75 表示一致性较好。采用独立样本 t 检验(正态分布及方差齐性数据)或 Mann-Whitney U 检验(偏态分布或方差不齐)比较定量参数 K_{trans} 、 K_{ep} 、 V_e 、 V_p 及半定量参数 TTP、Max Con、AUC、Max Slope 在 NME 良恶性病变间的差异。单因素回归分析各参数的独立诊断

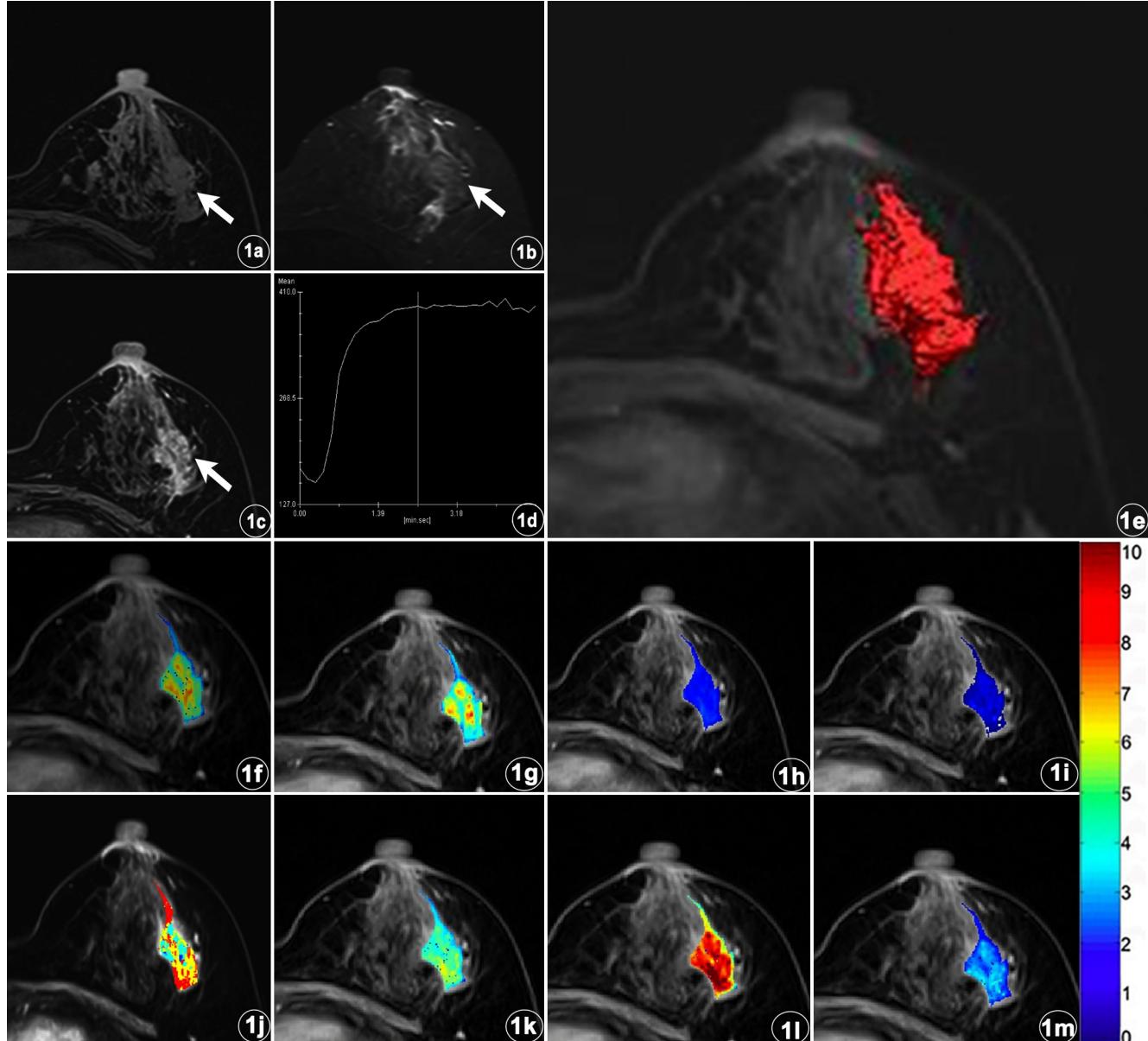


图 1 患者，女，58岁，左乳浸润性导管癌。a) T_1 WI 示左乳外侧象限乳头水平段样分布的、呈等信号的 NME 病变；b) T_2 WI 示病变呈稍高信号；c) MR 增强扫描示病变呈不均匀强化；d) 病变时间信号曲线(TIC)呈 II 型(速升平台型)；e) 绘制 VOI，采用 qDCE-MRI 参数伪彩参数图显示病变；f) K_{trans} 伪彩参数图；g) K_{ep} 伪彩参数图；h) V_e 伪彩参数图；i) V_p 伪彩参数图；j) TTP 伪彩参数图；k) Max Con 伪彩参数图；l) AUC 伪彩参数图；m) Max Slope 伪彩参数图。

效能,多因素回归分析最终诊断方程。绘制 ROC 曲线评估 qDCE-MRI 参数对 NME 良恶性病变的鉴别诊断效能。 $P < 0.05$ 为差异具有统计学意义。

结 果

1. 临床及病理结果

83 例患者中,单发病灶 58 例,多发病灶 25 例。多发病灶者选取最大病灶。乳腺恶性病变 63 例:浸润性导管癌 42 例(图 1),导管原位癌 15 例,浸润性乳头状癌 6 例,年龄(45.51 ± 7.71)岁;良性病变 20 例:纤维囊性乳腺病 11 例,导管内乳头状瘤 1 例,乳腺炎 2 例,

乳腺脓肿 4 例(图 2),放射状疤痕 2 例,年龄(39.5 ± 8.67)岁。

2. NME 良恶性病变的影像学表现

根据 BI-RADS 分类分析 83 例 NME 病变患者的影像学表现。分布方式包括局灶、线样、段样、区域、多区域及弥漫。内部强化方式包括均匀、不均质、集簇状及成簇环状。病灶短径、内部强化方式、分布方式在良恶性 NME 病变间均具有统计学差异(P 均 <0.05),时间信号强度曲线(TIC)类型在 NME 良恶性病变间无统计学差异($P = 0.816$,表 1)。

3. NME 良恶性病变的 qDCE-MRI 参数

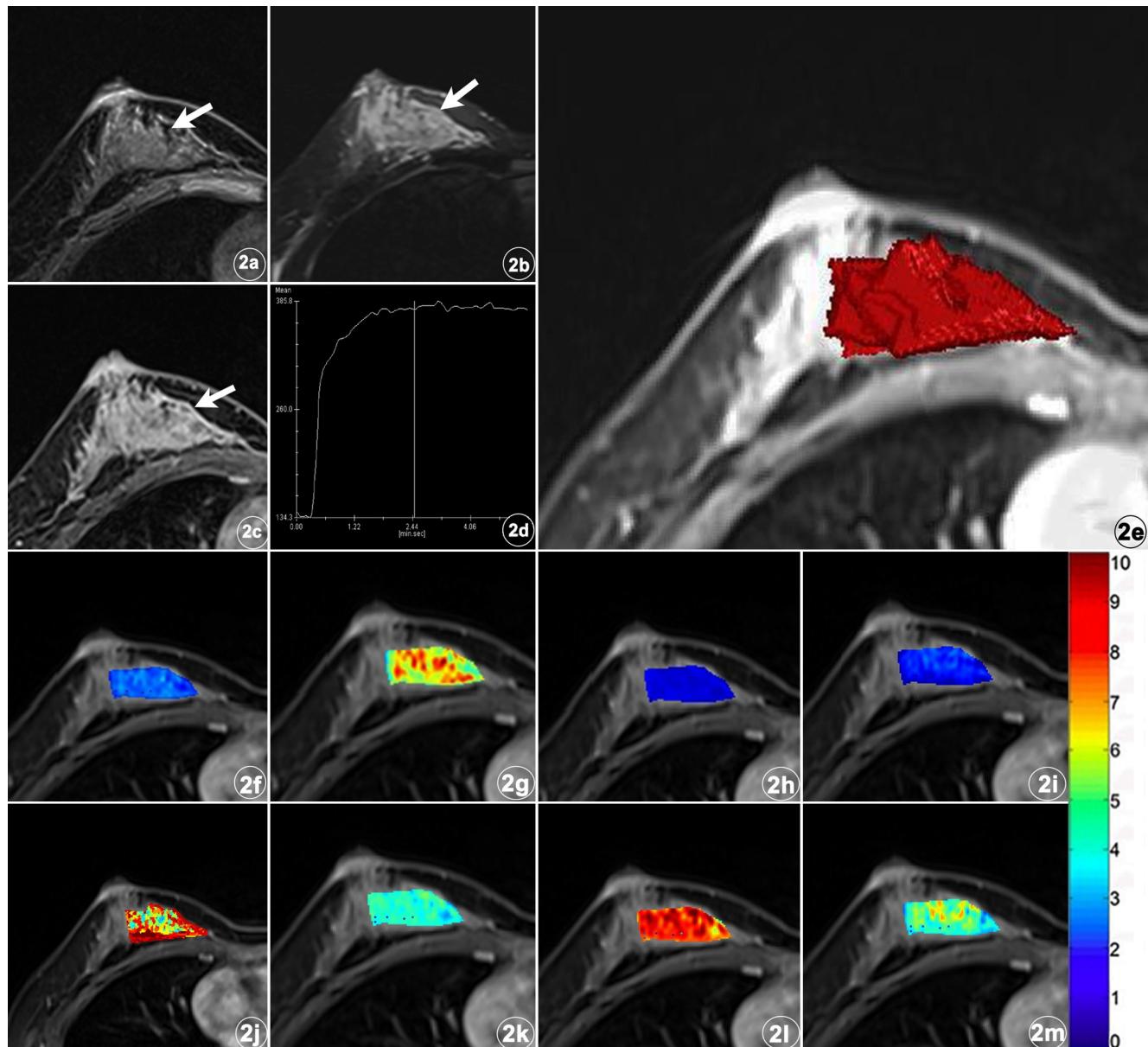


图 2 患者,女,32岁,右乳脓肿。a) T_1 WI 示右乳内上象限区域分布的、呈等信号的 NME 病变;b) T_2 WI 上病变呈稍高信号;c) MR 增强扫描后病变呈不均匀强化;d) 病变时间信号曲线(TIC)呈 II 型(速升平台型);e) 绘制 VOI,采用病变 qDCE-MRI 参数伪彩参数图显示病变;f) K^{trans} 伪彩参数图;g) K_{ep} 伪彩参数图;h) V_e 伪彩参数图;i) V_p 伪彩参数图;j) TTP 伪彩参数图;k) Max Con 伪彩参数图;l) AUC 伪彩参数图;m) Max Slope 伪彩参数图。

表 1 乳腺 NME 良恶性病变的影像学和 qDCE-MRI 参数比较

参数	良性(n=20)	恶性(n=63)	t/Z	P
年龄(岁)	39.5±8.67	45.51±7.71	2.262	0.024
病灶长径(mm)	2.40±1.40	3.10±1.74	1.859	0.063
病灶短径(mm)	1.36±2.05	0.98±1.24	2.622	0.009
分布方式			2.027	0.043
局灶	7	15		
线样	6	2		
段样	0	12		
区域	6	23		
多区域	1	5		
弥漫	0	6		
内部强化方式			2.953	0.003
均匀	1	20		
不均质	12	37		
集簇状	7	1		
成簇环状	0	5		
TIC 类型			0.233	0.816
I 型	4	0		
II 型	10	57		
III 型	6	6		
qDCE-MRI 参数				
K ^{trans} (min ⁻¹)	0.0563±0.042	0.1092±0.0550	3.897	<0.001
K _{ep} (min ⁻¹)	0.4334±0.2516	0.6863±0.3039	3.368	0.001
V _e	0.1875±0.0908	0.1583±0.0713	1.001	0.317
V _p	0.0046±0.0063	0.0106±0.0092	2.502	0.012
TTP(min)	4.4499±0.7441	3.7880±0.7571	3.237	0.001
Max Con(mmol)	0.1251±0.0433	0.1439±0.0480	1.555	0.120
AUC(mmol/min)	0.4621±0.2116	0.5370±0.1986	1.449	0.151
Max Slope(mmol/min)	0.2021±0.1084	0.3067±0.1178	3.844	<0.001

两名医师评估 qDCE-MRI 参数的 ICC 值分别为：

0.912(K^{trans})、0.853(K_{ep})、0.798(V_e)、0.819(V_p)、0.784(TTP)、0.861(Max Con)、0.898(AUC)、0.903(Max Slope)，提示两名医师评估乳腺 NME 病变的一致性较好。

NME 病变良恶性组间的 K^{trans}、K_{ep}、V_p、TTP、Max Slope 差异均具有统计学意义(P 均<0.05)，恶性病变的 K^{trans}、K_{ep}、V_p、Max Slope 值大于良性病变，而 TTP 值小于良性病变(表 1)。经单因素回归分析后，上述指标均具有统计学意义，其中 K^{trans} 值的诊断效能最高，ROC 曲线下面积(AUC)为 0.790(P<0.05，表 2)。

4.qDCE-MRI 参数鉴别乳腺 NME 良恶性病变的诊断效能

共线性诊断表明各指标之间不具有共线性，多因素回归分析后 K^{trans} 及 TTP 进入最后方程。最终方程对 NME 病变良恶性鉴别诊断的 AUC 为 0.831(P<

0.05，表 2，图 3)。

讨 论

1. 常规 MR 扫描序列对 NME 病变良恶性的鉴别诊断效能

乳腺癌是女性最常见的恶性肿瘤。乳腺病变依据美国放射学院推荐的 BI-RADS 分类进行良恶性评分，这种规范性的诊断标准显著提高了影像检查对乳腺病变的诊断效能。乳腺 NME 病变表现特殊，在常规 T₁WI、T₂WI 上显示不清晰，普通增强扫描图像上常表现为小范围或广泛的片状强化，对于病变良恶性的鉴别不够准确。本文根据 BI-RADS 分类对于病变的分布形式及内部强化方式进行分类并统计学检验，结果表明病灶的分布方式及内部强化方式可对 NME 良恶性病变进行鉴别；另外，成簇环状强化在本组恶性病变中有 5 例，而在良性病变中为 0 例，这与 Sakamoto 等^[3]的研究结果相似。常用的 MRI 诊断分析指标还

表 2 qDCE-MRI 参数对乳腺 NME 病变的鉴别诊断效能

参数	AUC (95% CI)	约登指数	敏感度	特异度	阳性预测值	阴性预测值	准确度 (95% CI)
K ^{trans}	0.790 (0.675~0.906)	0.562	0.762	0.800	0.923	0.516	0.771 (0.669~0.849)
K _{ep}	0.736 (0.613~0.858)	0.417	0.667	0.750	0.894	0.417	0.818 (0.704~0.902)
V _p	0.687 (0.561~0.812)	0.401	0.651	0.750	0.891	0.405	0.675 (0.568~0.766)
TTP	0.741 (0.620~0.863)	0.431	0.731	0.700	0.885	0.452	0.723 (0.618~0.808)
Max Slope	0.787 (0.662~0.911)	0.580	0.730	0.850	0.939	0.500	0.759 (0.656~0.839)
Model	0.831 (0.727~0.935)	0.537	0.587	0.950	0.974	0.422	0.675 (0.568~0.766)

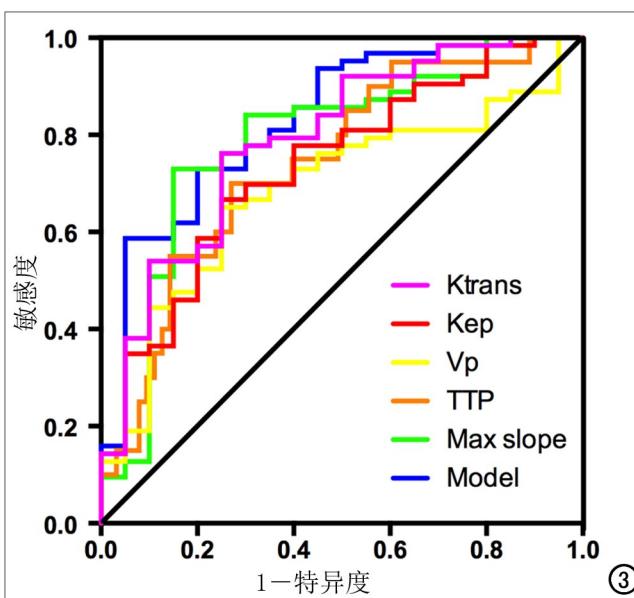


图 3 qDCE-MRI 参数、相关模型鉴别乳腺 NME 良恶性的 ROC 曲线。

包括 TIC 类型和 DWI^[4,5],但由于上述指标在一定程度上具有主观性,且 NME 病变内常混杂一定量的正常纤维腺体及脂肪组织等,导致 DWI 及 TIC 所选取的 ROI 内不全为病灶成分,从而影响 ADC 值及 TIC 类型对 NME 良恶性病变的鉴别准确率。另外,部分恶性 NME 病变如导管原位癌,病变尚局限在乳腺导管内,导致水分子活动变化不够显著,DWI 检查常出现假阴性;而部分良性 NME 病变如乳腺炎性病变,在累及皮肤及周围脂肪时,炎症区域的血管壁通透性增加,小血管扩张血流增加,从而影响峰值时间及对比剂廓清时间的观测,导致良恶性病变间无显著性差异^[6-8]。本文结果显示乳腺 NME 良恶性病变间的 TIC 无明显统计学差异。NME 良恶性病变诊断的准确性决定后续治疗方案的制定及临床预后,但目前尚缺乏一种较好的对 NME 良恶性病变进行定量评估的方法。

2.3D-ROI 分割与应用

既往研究常在病变的最大层面勾画病灶。越来越多的研究表明,肿瘤的异质性与肿瘤的恶性程度等密切相关^[9],单层面的勾画往往无法反映肿瘤的性质^[10]。目前仅少数研究使用 3D-ROI 勾画获得定量和/或半定量参数用于乳腺病变的鉴别诊断^[11,12]。使用 3D-ROI 勾画一方面可获得整个肿瘤的体积参数,避免因选取位置的不同而带来的选择偏倚;另一方面可排除体积因素的影响,能更好的体现肿瘤的异质性^[13]。本文采用 Omni Kinetics 软件对 NME 病灶进行勾画,从勾画单个层面到完成 3D-ROI 的融合平均需 5min,提供病灶全容积 qDCE-MRI 的定量信息,有

助于肿瘤整体的形态观察,能更准确、全面反映肿瘤性质。虽然本文中两位医师勾画、测量的 qDCE-MRI 参数一致性较好,但今后工作中有待优化软件功能,实现 3D-ROI 的自动分割,进一步缩短后处理时间,提高结果的可重复性。

3. qDCE-MRI 参数对 NME 病变的良恶性鉴别效能

qDCE-MRI 是通过采用不同的血流动力学模型,根据对比剂经血管进入病变组织或/及被廓清的速度和幅度变化情况测量 K^{trans} 、 K_{ep} 、 V_e 、 V_p 等定量参数,来确定病变组织的血供微循环的生理学特性。相对于非定量动态增强扫描^[14],qDCE-MRI 能获得更多的病变血流动力学信息,从而更好的反映病变的性质。既往有关乳腺肿块型强化病变良恶性的 qDCE-MRI 研究表明,qDCE-MRI 参数在乳腺良恶性病变间存在明显统计学差异,尤其是 K^{trans} 、 K_{ep} 的诊断效能较高,通过 qDCE-MRI 参数及部分非定量参数构建模型,最终的准确率可达 95.6%。qDCE-MRI 可作为术前诊断乳腺肿块型病变良恶性的工具^[15],但 qDCE-MRI 对于乳腺 NME 病变的诊断意义尚不明确。本文结果显示,在乳腺 NME 病变的良恶性鉴别中,qDCE-MRI 的参数 K^{trans} 、 K_{ep} 及 V_p 值差异均具有统计学意义,这与既往研究报道结论相似^[16,17]。恶性病变细胞生长快,内皮细胞生长不完整,血管壁通透性增加,从血管外间隙回流入血管内的速度亦加快, K^{trans} 及 K_{ep} 值均增大。王瑞等^[2]研究表明非肿块型乳腺癌的 K^{trans} 、 K_{ep} 低于肿块型乳腺癌,这与病变夹杂不同程度的导管原位癌成分及非肿瘤成分有关。本研究中,qDCE-MRI 扫描的像素大小为 $0.5 \text{ mm} \times 0.5 \text{ mm} \times 3.0 \text{ mm}$,层厚为 3.00 mm,达到 BI-RADS 分类 2013 标准中的乳腺 MR 扫描技术要求;同时,本文在降低部分空间分辨率的条件下,图像质量仍可用于乳腺病变形态、大小等的诊断,且 3D-ROI 的勾画亦保证信息的完整性。qDCE-MRI 参数对于病变内微小的血流动力学变化较为敏感,虽然勾画的 ROI 中包括病变内部少量难以分割的非异常强化成分,但 qDCE-MRI 参数仍可较好地鉴别 NME 病变的良恶性;另外,夹杂在病变中的正常组织部分的血管灌注情况和通透性也可能受相邻病变的影响发生一定变化,从而影响 NME 良恶性病变间的差异性,有待进一步研究;qDCE-MRI 在乳腺 NME 良恶性病变的鉴别诊断效能较高,特异度高达 95%,体现出良好的临床应用前景。

4. 本研究的局限性

本研究存在一定的局限性。样本数偏少,且病理类型较局限,不能排除因病理学变化造成的偏倚,qDCE-MRI 参数与病理的相关性有待今后收集更多

病例,扩大样本量加以证实。

综上所述,由 qDCE-MRI 参数所构建的模型可用于乳腺 NME 良恶性病变的鉴别;qDCE-MRI 可为临床提供更客观的定量数值,为临床制定及调整治疗方案提供参考。

利益冲突:本研究过程和结果均未受到相关设备、材料、药品企业的影响。

参考文献:

- [1] 李婷,鲁伦博,卓瑶瑶,等.扩散峰度成像联合动态对比增强 MRI 诊断乳腺良恶性病变的价值[J].中华放射学杂志,2018,52(6):436-441.
- [2] 王瑞,刘万花,李丽环,等.动态对比增强 MRI 定量参数与乳腺癌预后因子的相关性研究[J].中华放射学杂志,2016,50(12):950-953.
- [3] Sakamoto N, Tozaki M, Higa K, et al. Categorization of non mass-like breast lesions detected by MRI[J]. Breast Cancer, 2008, 15(3):241-246.
- [4] Yabuuchi H, Matsuo Y, Kamitani T, et al. Non-mass-like enhancement on contrast-enhanced breast MR imaging: lesion characterization using combination of dynamic contrast-enhanced and diffusion-weighted MR images[J]. Eur J Radiol, 2010, 75(1): e126-e132.
- [5] 付丽君,罗娅红.乳腺非肿块型癌与肿块型癌的 MR 表现差异研究[J].放射学实践,2017,32(6):561-565.
- [6] 徐琳,汪登斌,王丽君,等.MR-DWI 对非哺乳期乳腺炎与非肿块强化乳腺恶性肿瘤的鉴别诊断[J].放射学实践,2014,29(10):1108-111.
- [7] 黄学菁,姜宏宁,陆孟莹,等.肉芽肿性小叶性乳腺炎的 MRI 表现[J].中国中西医结合影像学杂志,2013,11(5):480-482.
- [8] Zhu Y, Zhang S, Liu P, et al. Solitary intraductal papillomas of the breast: MRI features and differentiation from small invasive ductal carcinomas[J]. Am J Roentgenol, 2012, 199(4): 936-942.
- [9] Ganeshan B, Miles KA. Quantifying tumor heterogeneity with CT [J]. Cancer Imaging, 2013, 13(1): 141-149.
- [10] 胡斌,徐克,张立娜,等.基于表观扩散系数图像的影像组学模型 MR 乳腺影像报告与数据系统 4 类病变良恶性的鉴别诊断价值[J].中华放射学杂志,2017,51(12):922-925.
- [11] El Khouri RH, Macura KJ, Kamel IR, et al. 3T dynamic contrast-enhanced MRI of the breast: pharmacokinetic parameters versus conventional kinetic curve analysis[J]. Am J Roentgenol, 2011, 197(6): 1498-1505.
- [12] Chang YC, Huang YH, Huang CS, et al. Classification of breast mass lesions using model-based analysis of the characteristic kinetic curve derived from fuzzy c-means clustering[J]. Magn Reson Imaging, 2012, 30(3): 312-322.
- [13] Kim JH, Ko ES, Lim Y, et al. Breast cancer heterogeneity: MR imaging texture analysis and survival outcomes[J]. Radiology, 2017, 282(3): 665-675.
- [14] 徐茂林,谢东,康巍,等.DCE-MRI 结合 DWI 对乳腺 NMLE 良恶性病变的鉴别诊断价值[J].中国 CT 和 MRI 杂志,2015,13(8):43-46.
- [15] Cheng Z, Wu Z, Shi G, et al. Discrimination between benign and malignant breast lesions using volumetric quantitative dynamic contrast-enhanced MR imaging[J]. Euro Radiol, 2017, 28(3): 1-10.
- [16] 窦瑞雪,杨丽,黄宁,等.定量 DCE-MRI 在乳腺良恶性病变诊断中的临床价值与病理对照研究[J].磁共振成像,2015,6(8):592-598.
- [17] Medeiros LR, Duarte CS, Rosa DD, et al. Accuracy of magnetic resonance in suspicious breast lesions: a systematic quantitative review and meta-analysis[J]. Breast Cancer Res Treat, 2011, 126(2): 273-285.

(收稿日期:2019-05-21 修回日期:2019-09-04)