

◆ 中枢神经影像学

Impact of different ROI selection methods on histogram analysis parameters based on enhanced T1WI of high-grade gliomas

ZHANG Huanhuan¹, LIN Liping¹, WANG Yuzhe¹, WEN Qun², WANG Jiaoyan^{2*}

(1. Department of Radiology, the Fifth People's Hospital of Shanghai, Fudan University,

Shanghai 200240, China; 2. Department of Radiology, Shuguang Hospital, Shanghai

University of Traditional Chinese Medicine, Shanghai 201203, China)

[Abstract] **Objective** To investigate the repeatability of different ROI selection methods on histogram analysis parameters of enhanced T1-weighted images of high-grade gliomas (HGGs). **Methods** Four ROI selecting methods (small ROI method, contour ROI method, threshold ROI method and volume ROI method) were used to measure the histogram parameters on enhanced T1WI of 45 HGGs patients. The consistency between 2 observers and the differences of histogram parameters were evaluated. **Results** The consistent of the mean, standard deviation and kurtosis values measured using volume, contour and threshold ROI methods between 2 observers were good ($ICC \geq 0.80$), and of the skewness values were moderate to good ($ICC = 0.73-0.90$). The consistent of histogram characteristic parameters measured using small ROI method between 2 observers were low to medium ($ICC = 0.30-0.69$). Histogram characteristic parameters measured with volume ROI method and contour ROI method had no significant difference (all $P > 0.05$), but the average value, skewness value and kurtosis value measured with threshold ROI method were higher than those with volume and contour ROI method (all $P < 0.05$), and the standard deviation of threshold ROI method was lower than that of volume ROI method and contour ROI method (both $P < 0.05$). Standard deviation measured with small ROI method was lower than that of volume ROI method and contour ROI method (all $P < 0.05$). **Conclusion** The consistency of histogram characteristic parameters of HGGs on enhanced T1WI measured with volume ROI method is the highest, and different ROI selection methods have some impact on the measurement results of histogram characteristic parameters of enhanced T1WI.

[Keywords] glioma; magnetic resonance imaging; histogram analysis; region of interest

DOI:10.13929/j.1003-3289.201811061

ROI 选择方法对高级别胶质瘤增强 T1WI 直方图参数的影响

张欢欢¹, 林丽萍¹, 王宇喆¹, 温 群², 王娇燕^{2*}

(1. 复旦大学附属上海市第五人民医院放射科, 上海 200240;

2. 上海中医药大学附属曙光医院放射科, 上海 201203)

[摘要] **目的** 观察高级别胶质瘤增强 T1WI 直方图分析中选择不同 ROI 的可重复性及对测量直方图特征参数的影响。**方法** 2 名医师分别使用 4 种方法(小 ROI 法、轮廓 ROI 法、阈值 ROI 法和体积 ROI 法)选择 ROI 对 45 例高级别胶质瘤增强 T1WI 进行直方图参数测量, 评价观察者间一致性及测量直方图参数的差异。**结果** 2 名医师采用体积、轮廓和阈值 ROI 法测量平均值、标准差和峰度值均一致性好(ICC 均 ≥ 0.80), 偏度值一致性为中等至好(ICC 为 $0.73 \sim 0.90$), 采

[基金项目] 上海市闵行区卫生和计划生育委员会基金(2018MW04)。

[第一作者] 张欢欢(1988—), 男, 江苏启东人, 在读硕士, 主治医师。研究方向: 神经影像学。E-mail: harrycheung2015@outlook.com

[通信作者] 王娇燕, 上海中医药大学附属曙光医院放射科, 201203。E-mail: wang-jiaoyan@163.com

[收稿日期] 2018-11-11 **[修回日期]** 2019-04-15

用小 ROI 法测量直方图特征参数的一致性为低至中等 (ICC 为 0.30~0.69)。体积 ROI 法测量各直方图特征参数与轮廓 ROI 法比较差异均无统计学意义 (P 均 >0.05)；阈值 ROI 法测量平均值、偏度值、峰度值均高于体积和轮廓 ROI 法，标准差均低于体积和轮廓 ROI 法 (P 均 <0.05)；小 ROI 法测量标准差均低于体积和轮廓 ROI 法 (P 均 <0.05)。结论 采用体积 ROI 法测量高级别胶质瘤增强 T1WI 图像直方图特征参数一致性最高；不同方法选择 ROI 对增强 T1WI 图像直方图特征参数测量结果存在一定影响。

〔关键词〕 神经胶质瘤；磁共振成像；直方图分析；感兴趣区

〔中图分类号〕 R739.41；R445.2 〔文献标识码〕 A 〔文章编号〕 1003-3289(2019)06-0818-05

脑胶质瘤是一种具有极不均质组织病理学特征的原发性颅内肿瘤，具有广泛侵袭性。作为一种基于数据的分析方法，直方图分析可准确评估肿瘤异质性，目前已用于胶质瘤分型与分级、鉴别诊断及评估疗效等^[1-4]；其对数据的准确率和可重复性要求较高^[5]，而不同机器、扫描技术以及图像重建算法均会对结果产生显著影响^[6]。此外，ROI 选择方法也对直方图分析有重要影响。目前对不同 ROI 选择方法的准确率和可重复性仍存在争议^[7]。既往直方图分析一般选择在肿瘤最大层面手动勾画 ROI 边界，不能进一步区分肿瘤液化、坏死成分，也很少对肿瘤全部层面信息进行整体分析。本研究探讨在高级别胶质瘤 (high grade gliomas, HGGs) 常规增强 T1WI 直方图分析中，不同 ROI 选择方法对特征参数提取的可重复性及对结果的影响。

1 资料与方法

1.1 一般资料 回顾性分析 2016 年 1 月—2018 年 5 月于复旦大学附属上海市第五人民医院接受 MR 检查并经病理证实的 50 例 HGGs 患者 (WHO III~IV 级)，男 27 例，女 23 例，年龄 25~72 岁，平均 (51.1±13.5) 岁；MR 检查前未接受任何治疗。其中 5 例由于图像质量不佳、肿瘤贴近颅骨或脑室生长无法准确观察予以排除，共 45 例纳入研究，包括 HGGs III 级 18 例、IV 级 27 例。

1.2 仪器与方法 采用 Siemens Skyra 3.0T MR 扫描仪和 20 通道头部线圈，行轴位 FLASH 序列增强扫描。对比剂采用 Gd-DTPA，剂量 0.1 mmol/kg 体质量，注射流率 2.0 ml/s，TR 250 ms，TE 2.5 ms，翻转角 70°，层厚 8 mm，层间距 0.8 mm，FOV 220 mm×220 mm，矩阵 256×256。

1.3 图像分析 以 DICOM 格式导出图像，分别由 2 名中、高级职称神经影像学医师独立阅片，分析肿瘤强化、出血、坏死及水肿区域，并使用 4 种方法勾画 ROI。小 ROI 法：在肿瘤最大层面图像上，于病灶内部任意取 3 个无重叠圆形区域，尽量包含更多强化区域，单个 ROI 面积 ≥ 500 像素；轮廓 ROI 法：在肿瘤最大层面图像上，沿肿瘤强化边缘勾画，包括肿瘤囊变、坏死区域；阈值 ROI 法：在肿瘤最大层面图像上，以病灶周围水肿区域灰度值作为阈值，将高于该阈值病灶纳入 ROI，此方法可快速去除肿瘤囊变、坏死部分并保留实性成分；体积 ROI 法：逐层勾画肿瘤边界之后累加生成三维容积 ROI，并进一步分析 (图 1)。

采用 MaZda 4.6 软件勾画 ROI，并提取直方图特征参数。先对所有图像行灰度标准化处理，软件计算获得以下直方图特征参数：①平均值，ROI 内所有像素灰度值的算术平均值；②标准差，反映图像灰度值的

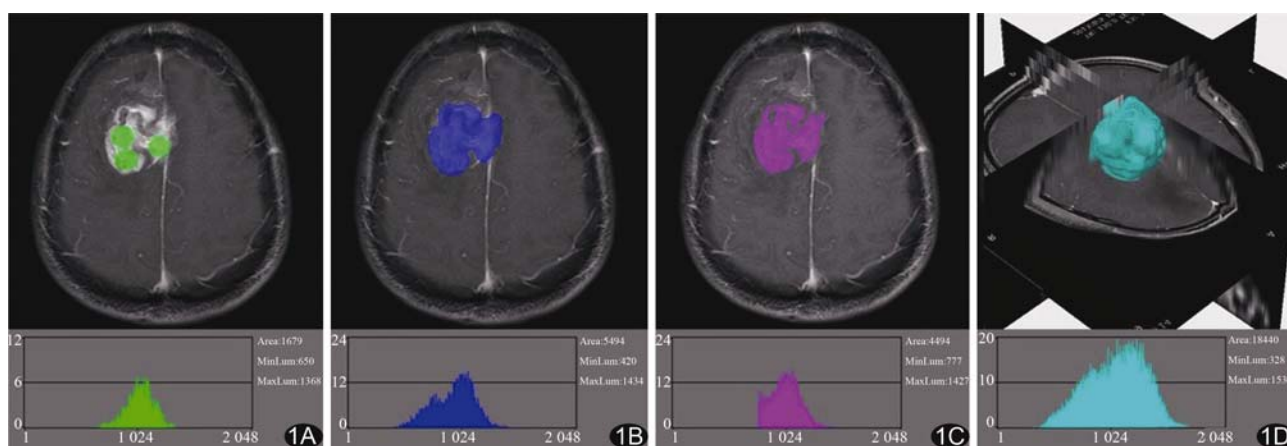


图 1 4 种 ROI 勾画方法示意图及其对应直方图 A. 小 ROI 法，直方图数据最少且分布集中；B. 轮廓 ROI 法，直方图曲线形态接近体积 ROI 法；C. 阈值 ROI 法，直方图曲线较窄且部分数据缺失；D. 体积 ROI 法，获得图像灰度数据最多，直方图曲线分布最广

离散程度;③偏度值,反映灰度分布的不均匀性,呈正态分布时偏度值为 0,正(负)偏度值表示直方图曲线右(左)侧尾部有更多离群数据;④峰度值,反映直方图曲线顶端尖峭或扁平程度,正(负)峰度值表示比正态分布更尖锐(平坦)的分布。2 名医师在每种 ROI 选择方法下连续测量 2 次,将平均值作为最终结果,同时记录每次勾画 ROI 所需时间。

1.4 统计学分析 采用 SPSS 22.0 统计分析软件。首先对直方图特征参数进行正态性(Shapiro-Wilk 法)及方差齐性(Levene 法)检验,符合正态分布的数据以 $\bar{x} \pm s$ 表示,不同 ROI 选择方法的差异性比较采用单因素方差分析,两两比较采用 LSD 法;不符合正态分布的数据以中位数(上下四分位数)表示,不同 ROI 选择方法的差异性比较采用 Kruskal-Wallis H 秩和检验,两两比较采用秩转换法结合多重比较,以 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。观察者间一致性以组内相关系数(intraclass correlation coefficient, ICC)评价,ICC ≥ 0.80 为一致性好,0.61~0.79 为一致性中等,0.41~0.60 为一致性一般,0.11~0.40 为一致性较低, < 0.11 为无一致性。

2 结果

2.1 观察者间一致性评价 2 名医师采用不同 ROI 选择方法测量直方图特征参数的一致性评价见表 1,采用体积、轮廓和阈值 ROI 法测量平均值、标准差和峰度值均一致性好(ICC 均 ≥ 0.80),偏度值一致性为中等至好(ICC 为 0.73~0.90),采用小 ROI 法测量直方图特征参数的一致性为低至至中等(ICC 为 0.30~0.69)。

2.2 不同 ROI 选择方法测得直方图特征参数所需时间 采用体积 ROI 法测得直方图特征参数所需时间[(67.63 $\pm$ 12.15)s]明显长于轮廓 ROI 法[(25.22 $\pm$ 7.03)s; $t = 21.83$, $P < 0.01$]、阈值 ROI 法[(8.51 $\pm$ 1.63)s; $t = 33.53$, $P < 0.01$]和小 ROI 法[(7.68 $\pm$ 1.75)s; $t = 39.26$, $P < 0.01$]。

2.3 不同 ROI 选择方法对直方图特征参数结果的影响 4 种 ROI 选择方法测量直方图特征参数的总体差异均有统计学意义(P 均 < 0.05 ,表 2),两两比较结

表 1 2 名医师采用不同 ROI 选择方法测量直方图特征参数的 ICC 值($n = 45$)

ROI 选择方法	平均值	标准差	偏度值	峰度值
小 ROI 法	0.69	0.58	0.30	0.52
轮廓 ROI 法	0.93	0.80	0.81	0.81
阈值 ROI 法	0.91	0.85	0.73	0.92
体积 ROI 法	0.97	0.85	0.90	0.93

果见表 3,体积 ROI 法测量各直方图特征参数与轮廓 ROI 法比较差异均无统计学意义(P 均 > 0.05);阈值 ROI 法测量平均值、偏度值、峰度值均高于体积和轮廓 ROI 法,标准差均低于体积和轮廓 ROI 法(P 均 < 0.05);小 ROI 法测量标准差均低于体积和轮廓 ROI 法(P 均 < 0.05)。

3 讨论

3.1 基于增强 T1WI 直方图定量特征参数的临床价值 直方图分析通过将图像内各像素的灰度信息转换为频率分布信息,并利用直方图特征参数进行定量分析^[8];这些参数属于影像组学中的基础统计特征,可定量反映数据的分布特点。基于增强 T1WI 的直方图峰度值、偏度值、方差等特征参数对胶质瘤分级、鉴别诊断有一定价值。杨忠诚^[9]发现 HGGs 峰度、偏度值均高于低级别胶质瘤;王敏红等^[10]利用偏度值等特征参数构建模型鉴别胶质母细胞瘤和单发脑转移瘤,敏感度为 82.5%,特异度为 85.7%;罗乐凯等^[11]认为原发中枢神经系统淋巴瘤 T1WI 直方图偏度值明显低于胶质母细胞瘤,其约登指数为 0.907,具有最佳鉴别诊断

表 2 4 种 ROI 选择方法测量直方图特征参数比较($n = 45$)

ROI 选择方法	平均值	标准差	偏度值	峰度值
小 ROI 法	932.46 $\pm$ 191.00	148.97 $\pm$ 54.77	0.54(0.15, 0.94)	0.37(-0.18, 0.76)
轮廓 ROI 法	834.08 $\pm$ 165.68	185.77 $\pm$ 62.43	0.35(0.19, 1.04)	0.48(-0.04, 0.96)
阈值 ROI 法	927.58 $\pm$ 190.31	159.56 $\pm$ 44.66	0.67(0.08, 1.00)	1.09(0.63, 1.61)
体积 ROI 法	858.20 $\pm$ 171.60	196.22 $\pm$ 59.37	0.49(0.27, 0.67)	0.18(-0.19, 0.96)
F/ χ^2 值	7.30	7.82	28.36	10.27
P 值	< 0.001	< 0.001	< 0.001	0.016

表 3 4 种 ROI 选择方法测量直方图各特征参数的两两比较结果 [t 值(P 值)]

ROI 选择方法比较	平均值	标准差	偏度值	峰度值
小 ROI 法 vs 轮廓 ROI 法	1.46(0.15)	-2.66(< 0.05)	-1.58(0.12)	0.23(0.82)
小 ROI 法 vs 体积 ROI 法	1.53(0.13)	-2.19(< 0.05)	0.72(0.48)	0.59(0.56)
小 ROI 法 vs 阈值 ROI 法	-0.85(0.40)	0.19(0.85)	-3.70(< 0.05)	-2.33(< 0.05)
轮廓 ROI 法 vs 体积 ROI 法	0.07(0.94)	0.47(0.64)	-1.47(0.15)	0.37(0.71)
轮廓 ROI 法 vs 阈值 ROI 法	-2.32(< 0.05)	2.85(< 0.05)	-5.89(< 0.05)	-2.55(< 0.05)
体积 ROI 法 vs 阈值 ROI 法	-2.39(< 0.05)	2.38(< 0.05)	-4.42(< 0.05)	-2.92(< 0.05)

效能。

3.2 不同 ROI 选择方法对直方图特征参数测量的一致性评价 本研究中 2 名医师采用体积 ROI 法测量直方图特征参数的一致性最好,与 Han 等^[12]研究结果类似。相较单个层面 ROI 产生的选择性偏倚不同,体积 ROI 法可降低层面选择偏倚,故具有较高的一致性。

计算机自动或半自动勾画 ROI 可减少观察者间主观差异^[13]。作为一种简单、快速的半自动方法,阈值 ROI 法在本研究中获得了中等至好的一致性;但由于不同病灶之间形态、信号存在差异,无法严格按某一固定阈值进行分割,导致采用该方法测量偏度值的一致性较轮廓 ROI 法略低,且对于信号复杂病灶,使用单一阈值无法准确分割病灶。

小 ROI 法同时受观察者主观因素及肿瘤本身不均质性的影响,故观察者间一致性较低,且获取的病灶信息最少,可能无法准确评估肿瘤的异质性并获得有意义的直方图特征参数^[14]。

本研究比较采用轮廓、阈值和体积 ROI 法的测量结果,发现偏度值更易受 ROI 选择方法的影响。采用阈值 ROI 法时,2 名医师测量偏度值的一致性仅表现为中等($ICC=0.73$),可能由于本研究中阈值未能严格统一,使直方图左尾部数据取舍存在不确定性,而偏度值的大小易受直方图尾部数据影响,导致一致性进一步降低。

3.3 不同 ROI 选择方法对直方图特征参数测量结果的影响 体积 ROI 法将肿瘤所有层面数据纳入统计,可减小抽样误差,同时更全面地反映肿瘤异质性,理论上可靠性、准确率优于其他 3 种方法。体积 ROI 法获得数据更多、分布更广,直方图曲线下面积更大,曲线顶部也更为“平坦”。与之相比,轮廓 ROI 法测量结果峰度值偏高,其余参数值均偏低,但差异均无统计学意义(P 均 > 0.05)。

阈值 ROI 法测得结果与其他方法相比均有较大差异。由于肿瘤囊变、坏死等低信号区域被识别为“背景”而丢失,直方图数据集中于曲线右侧,测量偏度值、峰度值均较其余 3 种方法明显偏高($P < 0.05$)。与体积 ROI 法相比,阈值法测量的平均值偏高、标准差偏低($P < 0.05$)。

小 ROI 法主要选取肿瘤强化部分,标准差较体积 ROI 法偏低($P < 0.05$),偏度值、峰度值与体积 ROI 法比较差异无统计学意义;但该方法受观察者主观因素影响较大,难以准确评估特征参数。

综上所述,在 HGGs 增强 T1WI 直方图特征参数

测量中,采用不同 ROI 选择方法获得的一致性评价和直方图特征参数之间存在差异。采用单一阈值 ROI 法和小 ROI 法测量的特征参数较体积 ROI 法存在偏差,且小 ROI 法一致性较低,故应尽量避免使用。轮廓 ROI 法和体积 ROI 法均具有较好的一致性,两者测量结果差异无统计学意义,但与体积 ROI 法比较,轮廓 ROI 法可在较好一致性的前提下明显缩短测量参数所需时间,并可较为准确和快速地提取特征参数,有助于直方图分析的临床应用研究。但胶质瘤的影像组学特征与其遗传特性有关^[15],本研究未对 HGGs 具体基因型进一步分组,也未包括增强后病灶边界不清的低级别胶质瘤,可能会对研究结果造成一定影响。高度恶性胶质瘤坏死区域可能由于对比剂外渗造成强化,阈值 ROI 法可能将此强化区域误判为肿瘤实质纳入 ROI,还需结合功能 MRI 或病理结果进一步研究。

[参考文献]

- [1] 张胜,李玉林,黄送.增强 T1WI 直方图在胶质母细胞瘤和脑单发转移瘤鉴别诊断中的应用.中国医学影像学杂志,2017,25(2):89-92.
- [2] Yu J, Shi Z, Lian Y, et al. Noninvasive IDH1 mutation estimation based on a quantitative radiomics approach for grade II glioma. Eur Radiol, 2017,27(8):3509-3522.
- [3] 韩秋月,武江芬,鲁珊珊,等.DCE-MRI 直方图分析在脑胶质瘤分级中的应用.中国医学计算机成像杂志,2017,23(1):7-12.
- [4] 张国琴,陈鑫,张思静,等.T2WI 直方图鉴别诊断脑胶质母细胞瘤与单发转移瘤的价值.中国医学影像技术,2017,33(12):1779-1783.
- [5] 郭翌,周世崇,余锦华,等.影像组学的前沿研究与未来挑战.肿瘤影像学,2017,26(2):81-90.
- [6] Mackin D, Fave X, Zhang L, et al. Measuring computed tomography scanner variability of radiomics features. Invest Radiol, 2015,50(11):757-765.
- [7] Gillies RJ, Kinahan PE, Hricak H. Radiomics: Images are more than pictures, they are data. Radiology, 2016,278(2):563-577.
- [8] Just N. Improving tumour heterogeneity MRI assessment with histograms. Br J Cancer, 2014,111(12):2205-2213.
- [9] 杨忠诚.增强 T1WI 直方图分析在鉴别脑高级别胶质瘤中的价值.临床放射学杂志,2018,43(5):751-754.
- [10] 王敏红,冯湛.MR 纹理分析鉴别诊断脑胶质母细胞瘤和单发转移瘤的价值.中国医学影像技术,2017,33(12):1784-1787.
- [11] 罗乐凯,任翠萍,张勇,等.T2、ADC 和 T1 增强直方图对原发性中枢神经系统淋巴瘤和胶质母细胞瘤鉴别价值比较.放射学实践,2018,33(7):658-663.
- [12] Han X, Suo S, Sun Y, et al. Apparent diffusion coefficient measurement in glioma: Influence of region-of-interest determination methods on apparent diffusion coefficient values, interobserver variability, time efficiency, and diagnostic ability. J Magn Reson Imaging, 2017,45(3):722-730.
- [13] Chintan P, Emmanuel RV, Ralph L, et al. Robust radiomics feature quantification using semiautomatic volumetric

segmentation. PLoS One, 2014, 9(7):102-107.

- [14] Court LE, Fave X, Mackin D, et al. Computational resources for radiomics. Translational Cancer Research, 2016, 5 (4): 340-348.

- [15] Ren Y, Zhang X, Rui W, et al. Noninvasive prediction of IDH1 mutation and ATRX expression loss in low-grade gliomas using multiparametric MR radiomic features. J Magn Reson Imaging, 2019, 49(3):808-817.

MRI features of primary breast tuberculosis: Case report

原发性乳腺结核 MRI 表现 1 例

梁琳, 祁永红

(青海省人民医院磁共振室, 青海 西宁 810007)

[Keywords] breast; tuberculosis; magnetic resonance imaging

[关键词] 乳腺; 结核; 磁共振成像

DOI: 10.13929/j.1003-3289.201807092

[中图分类号] R323.2; R445.2 [文献标识码] B [文章编号] 1003-3289(2019)06-0822-01

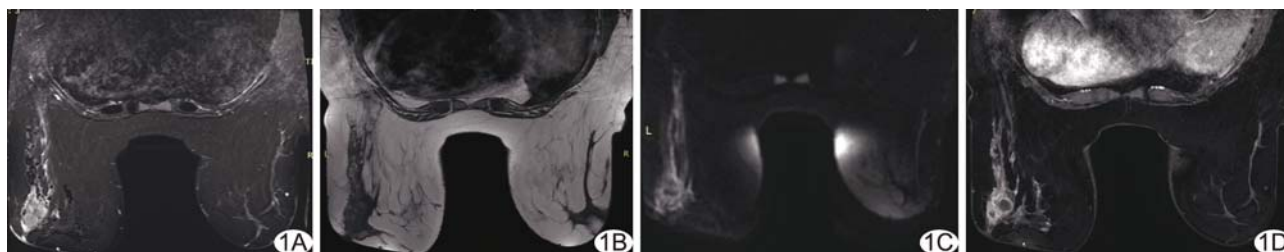


图 1 原发性乳腺结核 MRI 表现 A. STIR 图像; B. 平扫 T1WI; C. DWI; D. 增强 MRI

患者女, 49 岁, 以“左乳肿物 1 年, 伴针刺样疼痛”就诊。查体: 左侧乳头凹陷, 无溢血、溢液, 左乳外下象限触及约 3 cm × 2 cm 偏硬肿物。患者无结核病史, 双肺 CT 检查未见异常。超声检查: 左侧乳腺见多发实性稍高回声结节, 乳腺影像和报告数据系统分类为 4 类。MRI: 左侧乳腺导管扩张, 导管内见条状异常信号, 短时间反转恢复 (short time inversion recovery, STIR) 序列 (图 1A) 及 T1WI (图 1B) 均呈高信号, 左乳外下象限见不规则 T1WI 等信号, STIR 序列呈高信号, 其内见斑片状低信号, 边缘欠清, 周围可见毛刺, DWI (图 1C) 呈环状高信号, ADC 值为 $1.39 \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$, 增强扫描呈簇集环状强化 (图 1D), 周围软组织可见渗出, 时间-强度曲线呈流出型; 考虑乳腺癌并导管积血可能。行左乳肿块切除术。术后病理: 乳腺组织内见扩张导管, 其内有大量分泌物及胆固醇结晶, 导管壁增厚, 周围淋巴细胞、浆细胞浸润, 并纤维组织增生, 血管扩张、充血。行结核基因 PCR, 最终诊断为左侧乳腺结核。

讨论 乳腺结核罕见, 约占乳腺病变的 0.03%~1.04%, 多见于育龄、尤其是哺乳期女性, 以单侧多见, 同时累及双乳者罕见。乳腺结核分为原发性和继发性, 以继发性多见, 患者常因乳腺肿块就诊, 少数有窦道、乳头溢液, 结核中毒症状不明

显; 肿块形态不规则, 质硬, 且较固定, 乳头回缩, 乳腺皮肤增厚, 腋下淋巴结肿大, 最常发生于乳腺外上象限。本病钼靶 X 线片无特异性表现, 常被误诊为乳腺癌, 超声可见乳腺回声增强, 腺体内见不规则低回声, 其内可见高回声结节, 且有窦道、乳腺导管扩张和腋窝淋巴结异常等; MRI 可见病变形态不规则, 病灶内坏死。本例病变 ADC 值为 $1.39 \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$, 高于乳腺癌, 且动态增强扫描呈较规则环状强化, 周围软组织内可见渗出, 均不同于乳腺癌表现。有报道^[1]称乳腺结核 MRS 可发现 3.2 ppm 处胆碱峰缺失, 1.3 ppm 处出现明显宽大的脂质或脂质乳酸峰, 有助于与乳腺癌鉴别。总之, 乳腺结核罕见, 发现乳腺肿块, 且有触痛、乳房肿胀, 伴或不伴窦道, MRI 示病变 ADC 值和强化方式不符合乳腺癌时, 需考虑乳腺结核可能。

[参考文献]

- [1] Das CJ, Medhi K. Proton magnetic resonance spectroscopy of tubercular breast abscess: Report of a case. J Comput Assist Tomogr, 2008, 32(4): 599-601.

[第一作者] 梁琳 (1961—), 男, 湖北武汉人, 本科, 副主任技师。E-mail: 1823387994@qq.com

[收稿日期] 2018-07-12 [修回日期] 2019-01-15