



· 论 著 ·

基于扩散加权成像的纹理分析在胶质瘤分级中的价值

韩 雷^{1, 3}, 石慧娴^{2, 3}, 吴刘洋¹, 李青润^{2, 3}, 陈红日^{2, 3}, 张洪英³

1. 扬州大学临床医学院, 江苏 扬州 225001;
2. 大连医科大学研究生院, 辽宁 大连 116044;
3. 苏北人民医院影像科, 江苏 扬州 225001

[摘要] 目的: 探讨基于扩散加权成像(diffusion-weighted imaging, DWI)的纹理分析在胶质瘤分级中的价值。方法: 回顾性分析经病理学检查证实的30例低级别胶质瘤(low grade glioma, LGG)(Ⅱ级)与97例高级别胶质瘤(high grade glioma, HGG)(Ⅲ级46例, Ⅳ级51例), 使用MaZda ver.4.6提取所有患者DWI图像中肿瘤实质信号最高区域的纹理特征并分析其中的直方图参数, 包括均值、方差、偏度和峰度, 以及第1、10、50、90和99百分位数(Pere.1%、Pere.10%、Pere.50%、Pere.90%、Pere.99%), 方差、峰度这两个参数的比较采用非参数秩和检验(Mann-Whitney *U*检验), 其余参数采用独立样本 t 检验(independent-samples *t* test), 使用受试者工作特征(receiver operating characteristic, ROC)曲线分析有统计学意义的参数在HGG与LGG之间的诊断效能, 运用多变量Logistic回归分析对有统计学意义的纹理参数进行建模并绘制ROC曲线评价模型效能。结果: 直方图参数中的均值、方差与第1、10、50、90、99百分位数在LGG和HGG间的差异有统计学意义[(144.198 ± 47.133) vs (185.609 ± 40.341) , (28.101 ± 39.529) vs (160.143 ± 211.832) , (134.233 ± 43.673) vs (162.577 ± 40.478) , (138.100 ± 44.970) vs (172.814 ± 39.384) , (144.400 ± 47.211) vs (186.247 ± 40.473) , (149.833 ± 49.537) vs (197.443 ± 42.977) , (152.333 ± 50.384) vs (201.361 ± 43.720) , P 均 <0.001], 偏度、峰度在两组间的差异无统计学意义[(-0.322 ± 0.499) vs (-0.369 ± 0.542) , $P=0.669$; (-0.171 ± 0.587) vs (-0.135 ± 0.973) , $P=0.440$]。两组间的方差以29.23为阈值时具有最高的诊断效能, 对应的灵敏度、特异度及曲线下面积(area under the curve, AUC)分别为72.16%、76.67%、0.793。通过这7个纹理参数建立的多参数Logistic回归诊断模型的灵敏度、特异度及AUC分别为61.86%、86.67%、0.807。结论: 基于DWI的纹理分析中的直方图参数可于术前有效地鉴别HGG与LGG, 其中方差具有较高的诊断效能。

[关键词] 胶质瘤; 分级; 扩散加权成像; 纹理分析; 直方图

DOI: 10.19732/j.cnki.2096-6210.2019.06.002

中图分类号: R739.41; R445.2 文献标志码: A 文章编号: 2096-6210(2019)06-0358-07

The value of diffusion-weighted imaging-based texture analysis in glioma grading HAN Lei^{1,3}, SHI Huixian^{2,3}, WU Liuyang¹, LI Qingrun^{2,3}, CHEN Hongri^{2,3}, ZHANG Hongying³ (1. Clinical Medical College, Yangzhou University, Yangzhou 225001, Jiangsu Province, China; 2. Graduate School, Dalian Medical University, Dalian 116044, Liaoning Province, China; 3. Department of Imaging, Northern Jiangsu People's Hospital, Yangzhou 225001, Jiangsu Province, China)

Correspondence to: ZHANG Hongying E-mail: zhyingll@aliyun.com

[Abstract] **Objective:** To investigate the value of texture analysis based on diffusion-weighted imaging (DWI) in grading glioma. **Methods:** A retrospective analysis was made of 30 low grade glioma (LGG) (grade II) and 97 high grade glioma (HGG) (grade III 46 cases, grade IV 51 cases) confirmed by pathology. MaZda ver.4.6 was used to extract texture features of the highest signal region of tumor parenchymal in all patients' DWI images and analyze histogram parameters, including mean, variance, skewness, kurtosis and Pere.1%, Pere.10%, Pere.50%, Pere.90%, Pere.99%. Mann-Whitney *U* was used to compare the variance and kurtosis,

基金项目: 国家自然科学基金(81471642)。

通信作者: 张洪英 E-mail: zhyingll@aliyun.com

and independent-samples *t* test was used for the other parameters. Receiver operating characteristic (ROC) curve was used to analyze the diagnostic efficiency of statistically significant parameters between LGG and HGG. Multivariate Logistic regression analysis was used to model texture parameters with statistical significance and ROC curve was used to evaluate the efficiency of the model. **Results:** The mean, variance, Pere.1%, Pere.10%, Pere.50%, Pere.90%, Pere.99% of histogram parameters were significantly different between LGG and HGG [(144.198 ± 47.133) vs (185.609 ± 40.341), (28.101 ± 39.529) vs (160.143 ± 211.832), (134.233 ± 43.673) vs (162.577 ± 40.478), (138.100 ± 44.970) vs (172.814 ± 39.384), (144.400 ± 47.211) vs (186.247 ± 40.473), (149.833 ± 49.537) vs (197.443 ± 42.977), (152.333 ± 50.384) vs (201.361 ± 43.720), all $P < 0.001$], while no significant difference in skewness or kurtosis between the two groups [(-0.322 ± 0.499) vs (-0.369 ± 0.542), $P = 0.669$; (-0.171 ± 0.587) vs (-0.135 ± 0.973), $P = 0.440$]. When the variance between the two groups was 29.23 as the threshold, the diagnostic efficiency was the highest, and the corresponding sensitivity, specificity and area under the curve (AUC) were 72.16%, 76.67% and 0.793, respectively. The sensitivity, specificity and AUC of the multiparameter Logistic regression diagnostic model established by these 7 texture parameters were 61.86%, 86.67% and 0.807, respectively. **Conclusion:** The histogram parameters based on DWI texture analysis can effectively differentiate LGG from HGG before operation, among which variance has high diagnostic efficiency.

[**Key words**] Glioma; Grade; Diffusion-weighted imaging; Texture analysis; Histogram

脑胶质瘤 (glioma) 是中枢神经系统最常见的原发性恶性肿瘤, 约占脑恶性肿瘤的80%, 其级别越高, 恶性程度越高^[1-2]。高级别胶质瘤 (high grade glioma, HGG) 与低级别胶质瘤 (low grade glioma, LGG) 有着不同的治疗方案及预后^[3-6], 故胶质瘤治疗前的分级对临床具有重要意义。目前颅内胶质瘤的术前分级主要依靠磁共振成像 (magnetic resonance imaging, MRI) 检查, 但不同级别的胶质瘤常规影像学特征存在一定的重叠, 有时并不能明确诊断。磁共振灌注成像及扩散成像等功能检查可在术前对胶质瘤的进行分级^[7-8], 但扫描时间长或需要注射对比剂等原因限制了其在临床中的广泛应用。纹理分析可定量分析医学图像的灰度分布、像素之间的空间关系等灰阶信息, 提供肉眼无法获得的图像信息^[9], 同时不受诊断医师主观因素的影响。纹理分析用于颅内胶质瘤分级及与其他肿瘤的鉴别已有相关报道^[10-11], 本研究拟探讨基于扩散加权成像 (diffusion-weighted imaging, DWI) 的纹理分析在颅内胶质瘤分级中的价值。

1 资料和方法

1.1 临床资料

回顾并分析江苏省苏北人民医院2014年1月—2019年1月经病理学检查确诊的127例单发胶质瘤患者, 其中30例LGG (Ⅱ级), 97例

HGG (Ⅲ级46例, Ⅳ级51例)。LGG组: 男性12例, 女性18例, 年龄29~77岁, 平均年龄为 (52.2 ± 13.9) 岁; HGG组: 男性52例, 女性45例, 年龄31~74岁, 平均年龄为 (56.5 ± 11.0) 岁。所有患者均在江苏省苏北人民医院首诊并于术前接受MRI平扫、DWI及T1WI检查。

1.2 扫描方法

所有检查均采用美国GE公司的Discovery MR750 3.0T超导磁共振扫描仪, 使用8通道头部相控阵表面线圈信号采集。扫描序列包括: 常规T1WI、T2WI、液体衰减反转恢复序列 (fluid-attenuated inversion recovery, FLAIR)、DWI及CE-T1WI扫描序列。DWI行轴位扫描, 采用自旋回波平面回波成像 (spin-echo version of echo planar imaging, SE-EPI)。扫描参数: 重复时间 (repetition time, TR) 为3 000 ms, 回波时间 (echo time, TE) 为65.5 ms, 层厚5 mm, 层间距1 mm, 视野240 mm × 240 mm, 矩阵160 × 160, 单次激发, *b*值分别为0和1 000 s/mm²。增强扫描: 高压注射器经肘正中静脉团注钆喷替酸葡甲胺 (流率2.0 mL/s, 0.1 mmol/kg), 行横断面、矢状面及冠状面3个方向扫描, 覆盖整个病灶。

1.3 图像处理与分析

将所有患者MRI原始图像的窗宽、窗位在后处理工作站调整一致后导出并储存, 使用MicroDicom软件全部转换成bmp格式, 大小

2 000 × 2 000像素, 尽量选出DWI序列上病灶实质部分信号最高且均匀层面的图像。纹理分析使用MaZda ver.4.6软件在肿瘤实质区内手动勾画感兴趣区 (region of interest, ROI), 在DWI图像上沿肿瘤实质中信号最高区域边缘勾画ROI, 尽量保持ROI内信号均匀、连续 (图1), 每个病灶的参数测2~3次, 每次从不同位置取值, 取其平均值作为最终参数值。本研究选择纹理特征中的直方图参数进行分析, 包括均值、方差、偏度、峰度、第1、10、50、90和99百分位数 (Pere.1%、Pere.10%、Pere.50%、Pere.90%、Pere.99%)。纹理参数含义如下。① 均值: 描述

的是图像整体亮度信息, 若亮度越大, 则均值越大。② 方差: 描述的是图像亮度信息的变化, 若变化程度越大, 则方差值越大。③ 偏度: 描述图像亮度信息分布的偏向性。若图像明亮区域信息比灰暗区域信息分布多, 则偏度值为正; 反之, 偏度值为负, 其绝对值越大, 越偏离正态分布。④ 峰度: 描述图像亮度信息的集中程度, 若集中程度越大, 则峰度值越大, 正值显示比正态分布更陡峭, 负值表示比正态分布更平坦。⑤ 百分位数: 用于描述一组观测值中低于给定百分位数的数值, 反映图像内的微小变化。

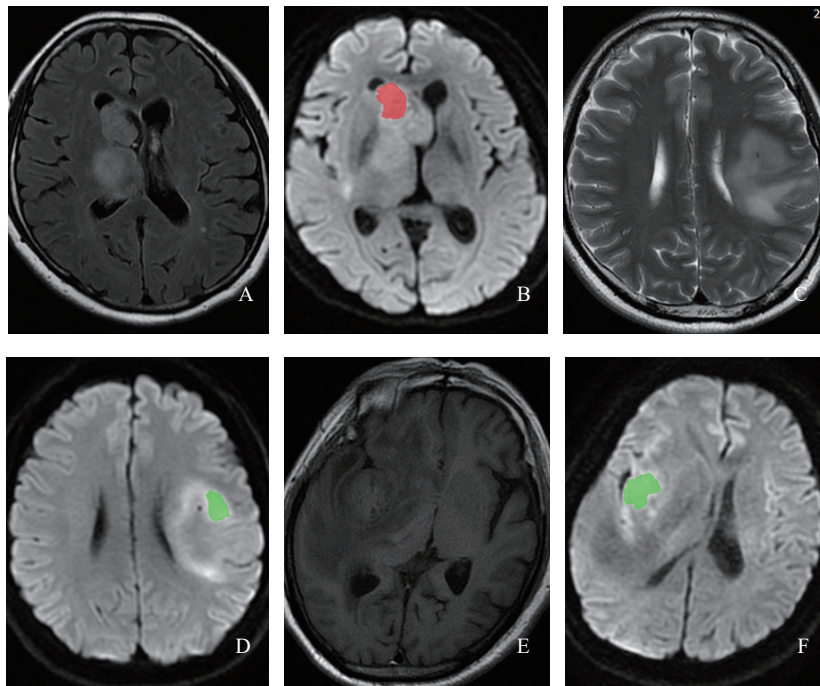


图1 MaZda软件勾画Ⅱ、Ⅲ、Ⅳ级胶质瘤实质局部ROI示意图

A~B: 患者, 女性, 52岁, 病理学检查证实胶质瘤Ⅱ级。A: T2 FLAIR轴位示右侧基底节区团状高信号, 周围无明显水肿; B: DWI示病灶较对侧正常白质信号增高。C~D: 患者, 男性, 45岁, 病理学检查证实为胶质瘤Ⅲ级。C: T2WI轴位示左侧颞叶内大片状高低混杂信号, 周围小片状水肿; D: DWI示病灶内多发片状高信号。E~F: 患者, 男性, 64岁, 病理学检查证实为胶质瘤Ⅳ级。E: T1WI轴位示右侧颞叶内团状略高信号, 周围大片状水肿; F: DWI示病灶呈明显高信号

1.4 统计学处理

采用SPSS 19.0软件进行数据分析, 计量资料以 ($\bar{x} \pm s$) 表示, 方差、峰度两参数不满足正态分布采用非参数秩和检验 (Mann-Whitney *U* 检验), 其余参数均通过正态分布与方差齐性检验, 比较采用独立样本 *t* 检验, 组间比较以 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。应用受试者工作

特征 (receiver operating characteristic, ROC) 曲线分析确定纹理参数鉴别LGG与HGG的最佳阈值及其对应的灵敏度、特异度和曲线下面积 (area under the curve, AUC)。多变量Logistic回归分析对有统计学意义的纹理参数进行建模, LGG与HGG被列为分类响应变量, 再通过ROC曲线评估模型效能。

2 结果

2.1 纹理参数在LGG、HGG之间的比较

在LGG组中，纹理参数中的均值、方差、Pere.1%、Pere.10%、Pere.50%、Pere.90%、Pere.99%数值明显低于HGG组（ P 均 <0.001 ；表1）。偏度、峰度在两组间的差异无统计学意义（ $P=0.669$ ， $P=0.440$ ；表1）。百分位数值在LGG与HGG之间的差异随百分位数的增大而增大（图2）。ROC曲线分析分别显示有统计学意义的参数鉴别LGG与HGG的阈值、灵敏度、特异度、AUC（表2），其中方差以29.23为阈值的灵敏度、特异度及AUC分别为72.16%、76.67%、

0.793，具有最高的诊断效能（图3A），通过这7个纹理参数建立的多参数Logistic回归诊断模型的灵敏度、特异度及AUC分别为61.86%、86.67%、0.807（图3B）。

2.2 纹理参数在Ⅱ、Ⅲ、Ⅳ级胶质瘤之间的比较

纹理参数中的均值、方差、Pere.1%、Pere.10%、Pere.50%、Pere.90%、Pere.99%在Ⅱ、Ⅲ级胶质瘤以及Ⅱ、Ⅳ级胶质瘤之间差异有统计学意义（ P 均 <0.05 ，表3）；在Ⅲ、Ⅳ级胶质瘤的比较中，仅方差在两者间差异有统计学意义（ $P<0.001$ ，表3），但各参数均值均呈现出随胶质瘤级别的升高而增大（图2）。

表1 HGG和LGG的纹理参数比较

纹理参数	LGG ($n=30$)	HGG ($n=97$)	P 值
均值	144.198 ± 47.133	185.609 ± 40.341	<0.001
方差	28.101 ± 39.529	160.143 ± 211.832	<0.001
偏度	-0.322 ± 0.499	-0.369 ± 0.542	0.669
峰度	-0.171 ± 0.587	-0.135 ± 0.973	0.440
Pere.1%	134.233 ± 43.673	162.577 ± 40.478	0.001
Pere.10%	138.100 ± 44.970	172.814 ± 39.384	<0.001
Pere.50%	144.400 ± 47.211	186.247 ± 40.473	<0.001
Pere.90%	149.833 ± 49.537	197.443 ± 42.977	<0.001
Pere.99%	152.333 ± 50.384	201.361 ± 43.720	<0.001

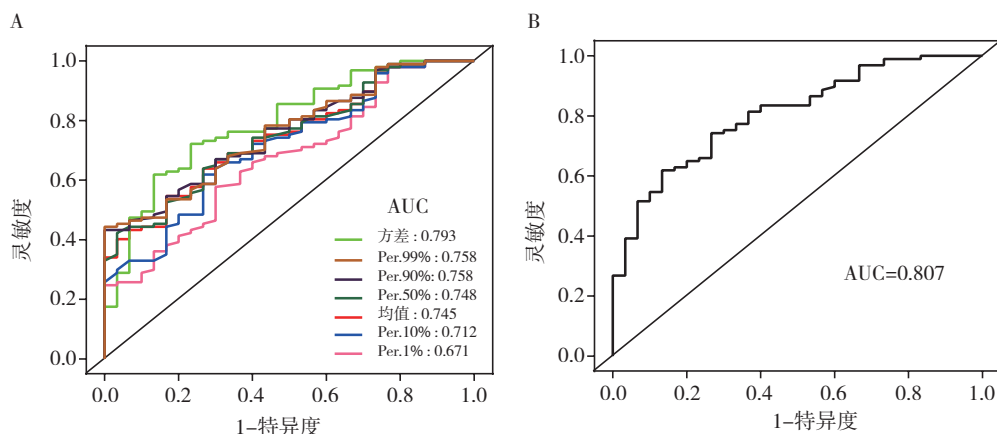


图3 ROC曲线显示纹理参数鉴别LGG与HGG的效能

A: 7个纹理参数（均值、方差、Pere.1%、Pere.10%、Pere.50%、Pere.90%、Pere.99%）的ROC曲线。B: 基于7个纹理参数的Logistic回归诊断模型的ROC曲线

表 2 7种纹理参数在HGG和LGG分级中的诊断效能

纹理参数	阈值	灵敏度/%	特异度/%	AUC	95% CI
均值	185.20	54.64	83.33	0.745	0.654~0.837
方差	29.23	72.16	76.67	0.793	0.704~0.882
Pere.1%	156.50	57.73	70.00	0.671	0.565~0.777
Pere.10%	166.50	61.86	73.33	0.712	0.612~0.812
Pere.50%	204.00	42.27	96.67	0.748	0.657~0.839
Pere.90%	214.00	43.30	100.00	0.758	0.670~0.847
Pere.99%	215.50	44.33	100.00	0.758	0.670~0.847

表 3 II、III、IV级胶质瘤的纹理参数比较

纹理参数	II级 (n=30)	III级 (n=46)	IV级 (n=51)	P值		
				II vs III	II vs IV	III vs IV
均值	144.198 ± 47.133	180.648 ± 40.444	190.084 ± 40.117	0.001	<0.001	0.252
方差	28.101 ± 39.529	91.018 ± 150.360	160.143 ± 211.832	0.001	<0.001	0.001
偏度	-0.322 ± 0.499	-0.316 ± 0.514	-0.417 ± 0.566	0.961	0.445	0.359
峰度	-0.171 ± 0.587	-0.256 ± 0.849	-0.025 ± 1.068	0.247	0.792	0.333
Pere.1%	134.233 ± 43.673	162.000 ± 40.752	163.098 ± 40.628	0.006	0.004	0.895
Pere.10%	138.100 ± 44.970	170.065 ± 40.024	175.294 ± 39.028	0.002	<0.001	0.517
Pere.50%	144.400 ± 47.211	181.174 ± 40.444	190.824 ± 40.347	0.001	<0.001	0.243
Pere.90%	149.833 ± 49.537	190.543 ± 42.483	203.667 ± 42.880	<0.001	<0.001	0.134
Pere.99%	152.333 ± 50.384	193.957 ± 43.179	208.039 ± 43.544	<0.001	<0.001	0.114

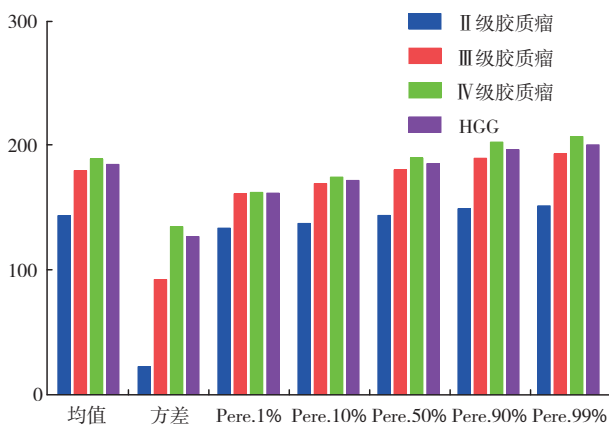


图 2 DWI图像中肿瘤实质信号最高区域的纹理特征直方图

3 讨 论

近年来, 纹理分析在胶质瘤术前分级中的应用已有诸多报道。Wang等^[10]在DWI序列图像上勾画肿瘤整体和肿瘤实体部分ROI, 发现纹理参

数不均匀性在HGG与LGG之间差异有统计学意义, HGG瘤周水肿区的熵值和水肿体积明显高于LGG; Ditmer等^[12]证实基于FLAIR序列纹理参数中的均值、峰度和熵在HGG和LGG之间差异有统计学意义; Bahrami等^[13]从动态增强磁共振成像(dynamic contrast-enhanced MRI, DCE-MRI)的无模型参数图中提取纹理参数, 其中能量、熵、惯性、相关性和逆差矩可有效的区分II、III、IV级胶质瘤。纹理分析在胶质瘤术前分级中的价值已被逐步认识, 但既往研究所勾画的ROI包括肿瘤实体全部或将瘤周水肿部分一并划入ROI。然而在MRI常规平扫或T1WI增强图像上部分胶质瘤的病灶实体与正常的脑组织无明显分界, 并且部分胶质瘤周围无明显水肿, 从而增加了沿病灶边缘勾画ROI的难度, 可能使其无法入组, 进而造成样本的选择偏倚。本研究将ROI放置于肿瘤实质区信号最高区域, 突出肿瘤实质的局部特征, 减小了ROI勾画难度的同时确保所画

区域内均为肿瘤组织，最后通过纹理分析的直方图参数来评估肿瘤局部纹理特征。

本研究发现，通过肿瘤实质局部的直方图参数可有效地区分LGG与HGG。首先，HGG组直方图参数中的均值数值显著高于LGG组，反映在DWI图像上HGG病灶的亮度高于LGG。在病理学上，HGG肿瘤细胞呈明显异型性，细胞增殖快，组织内细胞密度高而使组织内水分子扩散明显受限，ADC值降低；而LGG肿瘤细胞及血管内皮细胞增殖不明显，瘤体中肿瘤细胞成分相对较少，细胞外间隙相对较大，ADC值则相对较高^[14-15]。由于ADC值与DWI信号强度呈负相关，所以HGG在DWI图像上的信号高于LGG，这也解释了相对于LGG组，均值数值在HGG组中更高，此结果与既往研究结果^[13]一致。再者，直方图参数中的方差在HGG与LGG之间存在显著差异，在Ⅱ级与Ⅲ级、Ⅱ级与Ⅳ级、Ⅲ级与Ⅳ级比较中亦存在差异，并且发现在胶质瘤级别升高的同时方差数值明显增大，说明级别越高的胶质瘤图像亮度变化越大，这亦与既往研究结果^[13, 16]一致。肿瘤的方差与其异质性相关^[10, 16]，而胶质瘤级别越高，肿瘤细胞异型性越大，由此引起瘤体内的成分如细胞、血管、坏死、血管外基质越复杂，这些差异均可导致肿瘤的异质性，因而级别越高的胶质瘤，其内部异质性越明显，也就是方差数值越高^[16-17]。最后，HGG直方图参数的百分位数值Pere.1%、Pere.10%、Pere.50%、Pere.90%、Pere.99%均明显高于LGG，且百分位越高，两者的差值越大，说明HGG内部的纹理变化较LGG明显。百分位数值与方差值一样同肿瘤异质性相关，并且肿瘤异质性大，高百分位数差异更大，低百分位数差异最小^[18]，所以百分位数的研究结果同样可以用胶质瘤的异质性来解释。HGG较LGG的异质性更大，所以HGG组的百分位数值明显高于LGG组，且高百分位数在两者间差异更明显，Han等^[19]也认为高百分位数值可以有效地区分异质性不同的胶质瘤。

本研究通过ROC曲线分析各纹理参数在术前鉴别HGG与LGG的效能，发现直方图参数中的方

差值具有最高的诊断效能，灵敏度与特异度分别为72.16%、76.67%，AUC为0.793，通过多变量Logistic回归分析对有意义的参数所建模型使诊断效能进一步提高，AUC达0.807。

本研究的不足之处：①仅分析了肿瘤实质局部的纹理特征，而未能对肿瘤的整体进行对比研究；②只用DWI图像进行纹理分析，而未分析其他序列图像；③分析了纹理特征中的一阶特征，未对二阶特征进行研究；④纳入样本量较少，且未对Ⅰ级胶质瘤进行研究。

综上所述，通过勾画肿瘤的局部实质，基于DWI图像的直方图参数可于术前有效区分HGG与LGG，特别是异质性相关参数方差，能客观评价胶质瘤的异质性，具有良好的应用前景。

[参 考 文 献]

- [1] WALKER A E, ROBINS M, WEINFELD F D. Epidemiology of brain tumors: the national survey of intracranial neoplasms [J]. *Neurology*, 1985, 35(2): 219-226.
- [2] GOODENBERGER M L, JENKINS R B. Genetics of adult glioma [J]. *Cancer Genet*, 2012, 205(12): 613-621.
- [3] AJITHKUMAR T, TAYLOR R, KORTMANN R D. Radiotherapy in the management of paediatric low-grade gliomas [J]. *Clin Oncol (R Coll Radiol)*, 2019, 31(3): 151-161.
- [4] ZHUKOVA N, RAJAGOPAL R, LAM A, et al. Use of bevacizumab as a single agent or in adjunct with traditional chemotherapy regimens in children with unresectable or progressive low-grade glioma [J]. *Cancer Med*, 2019, 8(1): 40-50.
- [5] MAHMOUDI K, GARVEY K L, BOURAS A, et al. 5-aminolevulinic acid photodynamic therapy for the treatment of high-grade gliomas [J]. *J Neurooncol*, 2019, 141(3): 595-607.
- [6] SERVENTI J, BEHR J. Surgery and evidence-based treatments in patients with newly diagnosed high-grade glioma [J]. *Semin Oncol Nurs*, 2018, 34(5): 443-453.
- [7] MORANA G, TORTORA D, STAGLIANÒ S, et al. Pediatric astrocytic tumor grading: comparison between arterial spin labeling and dynamic susceptibility contrast MRI perfusion [J]. *Neuroradiology*, 2018, 60(4): 437-446.
- [8] ZHAO J, LI J B, WANG J Y, et al. Quantitative analysis of neurite orientation dispersion and density imaging in grading gliomas and detecting *IDH-1* gene mutation status [J]. *Neuroimage Clin*, 2018, 19: 174-181.
- [9] CASTELLANO G, BONILHA L, Li L M. Texture analysis of medical images [J]. *Clin Radiol*, 2004, 59(12): 1061-1069.
- [10] WANG S, MENG M, ZHANG X, et al. Texture analysis

- of diffusion weighted imaging for the evaluation of glioma heterogeneity based on different regions of interest [J]. *Oncol Lett*, 2018, 15(5): 7297-7304.
- [11] SUH H B, CHOI Y S, BAE S, et al. Primary central nervous system lymphoma and atypical glioblastoma: differentiation using radiomics approach [J]. *Eur Radiol*, 2018, 28(9): 3832-3839.
- [12] DITMER A, ZHANG B, SHUJAAT T, et al. Diagnostic accuracy of MRI texture analysis for grading gliomas [J]. *J Neurooncol*, 2018, 140(3): 583-589.
- [13] BAHRAMI N, HARTMAN S J, CHANG Y H, et al. Molecular classification of patients with grade II/III glioma using quantitative MRI characteristics [J]. *J Neurooncol*, 2018, 139(3): 633-642.
- [14] YOON R G, KIM H S, KIM D Y, et al. Apparent diffusion coefficient parametric response mapping MRI for follow-up of glioblastoma [J]. *Eur Radiol*, 2016, 26(4): 1037-1047.
- [15] DARBAR A, WAQAS M, ENAM S F, et al. Use of preoperative apparent diffusion coefficients to predict brain tumor grade [J]. *Cureus*, 2018, 10(3): e2284.
- [16] SKOGEN K, SCHULZ A, DORMAGEN J B, et al. Diagnostic performance of texture analysis on MRI in grading cerebral gliomas [J]. *Eur J Radiol*, 2016, 85(4): 824-829.
- [17] HELSETH R, HELSETH E, JOHANNESSEN T B, et al. Overall survival, prognostic factors, and repeated surgery in a consecutive series of 516 patients with glioblastoma multiforme [J]. *Acta Neurol Scand*, 2010, 122(3): 159-167.
- [18] 王敏红, 冯 湛. 瘤周水肿常规MRI纹理分析鉴别脑胶质母细胞瘤和单发转移瘤的价值 [J]. *中华放射学杂志*, 2018, 52(10): 756-760.
- [19] HAN L, WANG S, MIAO Y, et al. MRI texture analysis based on 3D tumor measurement reflects the IDH1 mutations in gliomas—a preliminary study [J]. *Eur J Radiol*, 2019, 112: 169-179.
- (收稿日期: 2019-09-08 修回日期: 2019-10-19)

《中国癌症杂志》2019年征订启事

《中国癌症杂志》是由中华人民共和国国家教育部主管、复旦大学附属肿瘤医院主办的全国性肿瘤学术期刊, 读者对象为从事肿瘤基础、临床防治研究的中高级工作者。主要报道内容: 国内外研究前沿的快速报道、专家述评、肿瘤临床研究、基础研究、文献综述、学术讨论、临床病理讨论、病例报道、讲座和简讯等。《中国癌症杂志》已入选中文核心期刊、中国科技核心期刊及全国肿瘤类核心期刊, 并为中国科技论文统计源期刊, 先后被“中国期刊网”、“万方数据——数字化期刊群”和“解放军医学图书馆数据库(CMCC)”等收录。

《中国癌症杂志》为月刊, A4开本, 80页, 铜版纸(随文彩图)印刷, 每月30日出版, 单价15元, 全年180元。国际标准连续出版物号1007-3639, 国内统一连续出版物号CN 31-1727/R, 邮发代号4-575, 读者可在当地邮局订阅。

主 编: 沈镇宙

联系地址: 上海市东安路270号复旦大学附属肿瘤医院内

《中国癌症杂志》编辑部

邮 编: 200032

电 话: 021-64188274; 021-64175590转83574

网 址: www.china-oncology.com

电子邮件: zgazzz@163.com

《中国癌症杂志》编辑部