

论 著

# 磁共振多模态影像在脑胶质瘤诊断及分级中的应用效果分析\*

海南省人民医院放射科

(海南 海口 570311)

张 格 陈旺生 陈 峰

赵应满

**【摘要】目的** 探讨多模态脑功能定位在胶质瘤的诊断和分级中的应用价值。**方法** 选择2016年2月至2018年3月在我院就诊的47例脑胶质瘤患者作为研究对象,按照世界卫生组织分级方法分为低级别脑胶质瘤和高级别脑胶质瘤,术前均行常规磁共振成像(MRI)、弥散张量成像(DTI)、磁共振波谱(MRS)、动脉自旋成像(ASL)检查。**结果** 病理分级低级别(I~II级)和高级别(III~IV级)瘤周水肿具有统计学意义( $P < 0.05$ )。高级别胶质瘤灌注明显升高,肿瘤实性部分CBF、患侧/健侧CBF比值均显著高于低级别患者,差异均有统计学意义( $P < 0.05$ );低级别和高级别脑胶质瘤患者健侧CBF相比较差异无统计学意义( $P > 0.05$ )。高级别和低级别患者Cho/NAA、Cho/Cr、NAA/Cr相比较差异均有统计学意义( $P < 0.05$ )。高级别和低级别脑胶质瘤患者ADC、ADC比值、FA、FA比值相比较差异均有统计学意义( $P < 0.05$ )。单纯MRS功能成像分析,正确分级胶质瘤的正确率为82.98%(39/47);仅以DTI功能成像分析,正确分级胶质瘤的诊断正确率为68.09%(32/47);仅以ASL功能成像分析,正确分级胶质瘤的诊断正确率为76.60%(36/47);综合3种功能成像分析,正确分级胶质瘤的诊断正确率为97.87%(46/47),显著高于3种功能成像单独应用( $\chi^2=6.021, 14.763, 9.553, P$ 均 $< 0.05$ )。**结论** 联合三种磁共振功能成像的多模态脑功能定位可优势互补,提高脑胶质瘤分级准确性,有助于手术方式的确定。

**【关键词】** 胶质瘤; 磁共振成像; 弥散张量成像; 磁共振波谱; 动脉自旋成像

【中图分类号】R445.2; R739.41

【文献标识码】A

【基金项目】国家自然科学基金, 编号: 81560282

DOI: 10.3969/j.issn.1672-5131.2020.02.014

通讯作者: 张 格

# Analysis of the Effect of Magnetic Resonance Multimodal Imaging in the Diagnosis and Grading of Glioma\*

ZHANG Ge, CHEN Wang-sheng, CHEN Feng, et al., Department of Radiology, Hainan Provincial People's Hospital, Haikou 570311, Hainan Province, China

**[Abstract] Objective** To study the value of multi-modal brain function in the diagnosis and classification of glioma. **Methods** 47 cases of brain glioma treated in our hospital from February 2016 to March 2018 were selected as the subject of the study. According to the classification method of the World Health Organization, it was divided into low-grade glioma and high-grade glioma, and the conventional magnetic resonance imaging (MRI), diffusion tensor imaging (DTI), magnetic resonance spectroscopy (MRS), and arterial spin imaging (ASL) were performed before and after the operation. **Results** The results showed that the grade of pathological grade (stage I - II) and high-level (III - IV) tumor-week edema were of statistical significance ( $P < 0.05$ ). The ratio of CBF and CBF in high-grade glioma was significantly higher than that in low-grade patients ( $P < 0.05$ ). There was no significant difference between the low-grade and high-grade glioma patients ( $P > 0.05$ ). The difference of Cho/NAA, Cho/Cr and NAA/Cr in high- and low-grade patients was statistically significant ( $P < 0.05$ ). The ADC, ADC ratio, FA, FA ratio of high-level and low-grade glioma patients were statistically significant ( $P < 0.05$ ). The accuracy of the correct classification of glioma was 82.98%(39/47) and 68.09%(32/47). The diagnostic accuracy of the right grade glioma was 76.60% (36/47) only by the imaging and analysis of the function of ASL, and the diagnosis rate of the correct grade glioma was 76.60% (36/47). The diagnostic rate of the right grade glioma was 97.87% (46/47), which was significantly higher than that of three functional imaging (Sup2=6.021, 14.763, 9). 553,  $P$  all  $< 0.05$ ). **Conclusion** The multi-modal brain function positioning combined with three kinds of magnetic resonance imaging can complement each other, improve the accuracy of the classification of the brain glioma, and contribute to the determination of the operation mode.

**[Key words]** Glioma; Magnetic Resonance Imaging; Diffusion Tensor Imaging; Magnetic Resonance Spectroscopy; Arterial Spin Imaging

脑胶质瘤是常见的中枢神经系统肿瘤,约占中枢神经系统原发肿瘤的60%,胶质瘤呈浸润性生长,恶性程度高,对周围脑组织产生压迫导致颅内压升高,引起脑组织水肿和缺氧<sup>[1]</sup>。手术切除是治疗脑胶质瘤的基本方式手术联合术后化疗和放射治疗的综合治疗方案是临床常用方式,近年来尽管手术、放疗、化疗有了长足的发展,但胶质瘤患者尤其是高级别胶质瘤患者预后仍较差,最大程度的切除肿瘤和最小限度的损害神经功能可改善胶质瘤患者预后<sup>[2]</sup>。脑胶质瘤的预后取决于其分级,脑胶质瘤分为I~IV级,低级别生长缓慢,侵袭性较弱,预后较好,高级别胶质瘤生长速度快,侵袭性和浸润性强,预后较差,治疗前对胶质瘤进行精确分级,可指导临床选择最优的治疗方式<sup>[3]</sup>。MRI可完成高分辨率图像,具有多种参数成像优势,可获得神经血管成像,对软组织分辨率良好,在常规MRI平扫增强的基础上联合磁共振功能成像的组合应用已成为神经外科手术的重要辅助工具<sup>[4]</sup>。本研究将多模态脑功能成像用于脑胶质瘤的术前分级,探讨多模态脑功能成像在脑胶质瘤病情分级中的应用价值,现将结果报告如下。

## 1 资料与方法

**1.1 一般资料** 选择2016年2月至2018年3月在我院就诊的脑胶质瘤患者作为研究对象。纳入标准：①穿刺病理诊断符合脑胶质瘤诊断；②患者在我院接受手术治疗，临床资料完整；③术前未接受过放化疗治疗，均接受常规MRI平扫+增强检查；④患者及家属对研究知情并签署知情同意书。排除标准：①脑胶质瘤术后复发者；②合并转移性颅内肿瘤者；③患者一般情况较差，无法完成手术治疗者；④存在磁共振检查禁忌者；⑤拟纳入或其他临床研究者。共纳入符合标准患者47例，其中男19例，女28例；年龄17~58岁，平均年龄(41.08±10.16)岁；病理分级：I级9例，II级13例，III级14例，IV级11例。

**1.2 研究方法** 常规MRI：采用Siemens MagnetomSkyra 3.0 T超导型磁共振仪对患者进行常规MRI扫描轴位、矢状位、冠状位、增强扫描，T<sub>1</sub>FLAIR扫描参数：TR=2000ms，TE=22ms，矩阵=256×256，T<sub>2</sub>FLAIR TR=9000ms，TE=140ms，视野22cm×22cm或24cm×24cm，层厚5.0mm，层距1.5mm，层数20，扫描范围头顶至颅顶。

功能MRI：采用3D快速自旋回波假连续式方式标记ASL，TR=4748ms，TE=14.6ms，TI=1525ms，采集2次信号，对应总扫描时间5min。DTI序列，采用单次激励自旋平面回波成像，在30个方向上施加扩散敏感梯度，扫描参数：TR=9000ms，TE=104ms，矩阵128×128，视野230mm×230mm，1次采集，b值=1000s/mm<sup>2</sup>，层厚2.5mm，层间距0mm，扫描时间5min8s。通过点分辨波谱(PRESS)技术进行MRS检测分析，扫描参数：TR=1000ms，

TE=144ms，扫描时间=5min28s，对应扫描范围为肿瘤实性及边缘区。

**1.3 图像分析** 由2名放射科副主任医师对常规MRI和功能MRI进行盲法评定，常规MRI观察病变的部位、大小、有无坏死囊变及出血、强化方式、瘤周水肿程度。ASL序列扫描结束后，自动传至工作站进行后处理，手动调节图像阈值，得到伪彩图像，颜色差异代表不同血流灌注量，计算瘤体内的ROI血流图(TBF)和脑血流、正常白质血流量，分别计算3次取平均值。DTI在纤维束处理基础上得到相应的ADC图和FA图，根据T<sub>2</sub>WI或T<sub>1</sub>WI增强图所示肿瘤实质最大层面，对ADC图和FA图进行测量，ROI大小为20~40像素，并计算与对侧正常白质ADC和FA的比值。MRS图原始数据传至AW4.2工作站，在软件处理基础上得到相应的<sup>1</sup>H-MRS代谢物分布图、解剖图的叠加图，对Cho、NAA、Cho/Cr

相关指标进行分析。

**1.4 统计学方法** 全部数据均采用SPSS23.0进行统计学数据处理。计量资料采用( $\bar{x} \pm s$ )表示，采用t检验或单因素方差分析，计数资料采用 $\chi^2$ 检验，等级资料采用非参数秩和检验，P<0.05为有统计学意义。

## 2 结果

**2.1 患者病灶部位、大小和性质相比较** 47例患者经检查均为单发，位置：幕上41例，幕下7例；额叶：23例，顶叶13例，侧脑室后角部5例，小脑半球3例，小脑蚓部2例，第四脑室1例；肿瘤最长径：1.9~8.2cm，平均(4.63±2.06)cm；实性病灶34例，囊性病灶4个，混合性病灶9例。病理分级低级别(I~II级)和高级别(III~IV级)瘤周水肿具有统计学意义(P<0.05)。见表1。

表1 不同级别病灶周边水肿程度相比较

分级	例数	无水肿	轻度水肿	中度水肿	重度水肿
低级别	22	8(36.36)	7(31.82)	5(22.73)	2(9.09)
高级别	25	1(4.00)	3(12.00)	11(44.00)	10(40.00)
Z				3.675	
P				<0.001	

表2 不同级别胶质瘤3D-ASL所得CBF相比较

分级	例数	患侧	健侧	患侧/健侧
低级别	22	36.52±15.24	35.73±13.87	1.03±0.42
高级别	25	87.42±24.38 <sup>ⓐ</sup>	34.72±14.69	2.84±1.15 <sup>ⓐ</sup>

注：与低级别相比较，<sup>ⓐ</sup>P<0.05

表3 不同级别胶质瘤MRS检查指标相比较

分级	例数	Cho/NAA	Cho/Cr	NAA/Cr
低级别	22	1.8±0.4	1.9±0.4	1.2±0.2
高级别	25	5.4±2.1 <sup>ⓐ</sup>	3.7±1.3 <sup>ⓐ</sup>	0.7±0.3 <sup>ⓐ</sup>

注：与低级别相比较，<sup>ⓐ</sup>P<0.05

表4 不同级别胶质瘤DTI定量参数比较

分级	例数	ADC	ADC比值	FA	FA比值
低级别	22	1450.2±352.7	1.82±0.41	139.7±54.3	0.33±0.16
高级别	25	1074.6±240.3 <sup>ⓐ</sup>	1.34±0.53 <sup>ⓐ</sup>	198.2±78.4 <sup>ⓐ</sup>	0.44±0.18 <sup>ⓐ</sup>

注：与低级别相比较，<sup>ⓐ</sup>P<0.05

## 2.2 不同级别胶质瘤3D-ASL所得CBF相比较

3D-ASL图像显示,高级别胶质瘤灌注明显升高,肿瘤实性部分CBF、患侧/健侧CBF比值均显著高于低级别患者,差异均有统计学意义( $P < 0.05$ );低级别和高级别脑胶质瘤患者健侧CBF相比较差异无统计学意义( $P > 0.05$ )。见表2。

## 2.3 不同级别胶质瘤MRS检查指标相比较

高级别和低级别患者Cho/NAA、Cho/Cr、NAA/Cr相比较差异均有统计学意义( $P < 0.05$ )。见表3。

## 2.4 不同级别胶质瘤DTI定量参数比较

高级别和低级别脑胶质瘤患者ADC、ADC比值、FA、FA比值相比较差异均有统计学意义( $P < 0.05$ )。见表4。

## 2.5 各种成像技术在诊断脑胶质瘤中的应用价值

单纯MRS功能成像分析,正确分级胶质瘤的正确率为82.98%(39/47);仅以DTI功能成像分析,正确分级胶质瘤的诊断正确率为68.09%(32/47);仅以ASL功能成像分析,正确分级胶质瘤的诊断正确率为76.60%(36/47);综合3种功能成像分析,正确分级胶质瘤的诊断正确率为97.87%(46/47),显著高于3种功能成像单独应用( $\chi^2=6.021$ 、14.763、9.553,  $P < 0.05$ )。

## 3 讨论

多模态磁共振成像包括描述形态的解剖成像和人体功能或代谢的功能成像,即在解剖成像MRI的基础上联合弥散张量成像(DTI)、磁共振波谱(MRS)、动脉自旋成像(ASL)等功能成像技术的综合应用<sup>[5]</sup>。DTI能活体检测水分子弥散运动幅度和方向,评估神经纤维束的完整性,定量参数

可反映肿瘤组织微观病理特征,评估胶质瘤分级和瘤周水肿浸润情况,弥补了常规MRI的不足<sup>[6]</sup>。DTI常用参数是平均扩散值(MD)和部分各向异性值(FA),ADC值反映细胞外间隙的大小,FA值反映白质纤维束的完整性,FA值反映扩散的方向,受肿瘤细胞密度、细胞外间隙、白质纤维髓鞘完整性等影响,MD值反映扩散的幅度,受细胞内外间隙水分子含量影响,数值上等同于平均表观扩散系数(ADC)<sup>[7]</sup>。研究显示,高级别胶质瘤实性部分ADC低于低级别,FA值则明显高于低级别胶质瘤,结果可能与低级别胶质瘤病灶肿瘤细胞较少,有丝分裂和血管内皮细胞增殖不明显,细胞外间隙相对较宽,水分子易于扩散,ADC值较对侧正常脑白质升高,ADC比值升高,导致低级别肿瘤实质ADC和ADC比值高于高级别;而低级别胶质瘤患者虽然有丝分裂和血管内皮细胞增殖不明显,但肿瘤组织内部细胞构成缺乏正常白质样高度有效方向性,导致实质部分FA值和FA比值降低<sup>[8-10]</sup>。本研究结果显示,高级别胶质瘤实性成分ADC和ADC比值低于低级别胶质瘤,FA和FA比值低于低级别胶质瘤,与有关研究相符。

ASL采用半定量参数脑血流量(CBF)为指标,通过反转标记自体动脉血氢质子即可评价脑组织灌注,无需注射对比剂,可重复性强,逐渐成为脑胶质瘤诊断、治疗和预后评估的常用手段<sup>[11]</sup>。肿瘤微血管密度是判断胶质瘤细胞恶性程度的重要生物学指标,ASL可准确表现脑胶质瘤血管生长状态,准确评价脑胶质瘤的血流灌注情况<sup>[12]</sup>。研究显示,低级别脑胶质瘤和高级别脑胶质瘤灌注结果存在显著差异,高级别脑胶质瘤微血管密度高于低密度脑胶质

瘤,CBF高于低级别脑胶质瘤<sup>[13]</sup>。本研究结果显示,高级别脑胶质瘤患者患侧CBF、患侧CBF/健侧CBF高于低级别脑胶质瘤患者,与江晶晶等<sup>[13]</sup>研究一致。

MRS是利用核磁共振现象和化学位移作用,对一系列特定原子核及其化合物进行分析,可观察颅内肿瘤的生化 and 代谢变化<sup>[14]</sup>。研究显示,脑组织发生病变时,神经元细胞会出现不同程度受损或被病变组织替代,NAA、Cr、Cho峰形和波峰高度出现相应变化<sup>[15]</sup>。正常波谱中NAA是最高峰,胶质瘤患者肿瘤侵犯神经元导致神经元减少或功能受损,NAA水平降低,本研究中高级别脑胶质瘤患者NAA/Cr水平低于低级别脑胶质瘤,说明高级别胶质瘤破坏神经元程度高于低级别脑胶质瘤。脑胶质瘤组织内细胞膜转换和细胞增殖增加,实质内胆碱水平升高,提示细胞快速增殖,本研究中高级别脑胶质瘤Cho/NAA和Cho/Cr水平均高于低级别,提示高级别胶质瘤细胞快速增殖,与有关研究<sup>[16-17]</sup>一致。

本研究比较各种成像技术对脑胶质瘤病情分级的价值发现,联合ASL、DTI、MRS三种功能成像方法,正确分级胶质瘤的诊断准确率为97.87%,显著高于ASL、DTI、MRS单独诊断,因此,本研究认为,联合三种磁共振功能成像的多模态脑功能定位可优势互补,提高脑胶质瘤分级准确性,有助于手术方式的确定。

## 参考文献

- [1]艾喜婷,雷鹏飞,韩威利,等.右美托咪定与丙泊酚复合麻醉在减轻脑胶质瘤切除术患者脑损伤中的效果比较[J].华中科技大学学报(医学版),2015,44(6):710-713.
- [2]张佩佩,曾强,黄宁,等.动态对比增强MRI在脑胶质瘤分级中计算模型

- 的选择及应用研究[J]. 中华放射杂志, 2015, 49 (12): 907-911.
- [3] 黄杰, 李晓光, 康厚艺, 等. DSC-MRI和DCE-MRI定量分析在脑胶质瘤分级诊断中的应用[J]. 第三军医大学学报, 2015, 37 (7): 672-677.
- [4] 李成才, 姚国杰, 杜威, 等. 多模态影像融合在颅底肿瘤的诊断、治疗中的应用价值[J]. 中国临床神经外科杂志, 2018, 23 (3): 145-148.
- [5] 王晓春, 黄靖, 杨丰, 等. 基于SVM模型参数优化的多模态MRI图像肿瘤分割方法[J]. 南方医科大学学报, 2014, 34 (5): 641-645.
- [6] 丁庆国, 陈振湖, 陆永明, 等. 弥散张量成像(DTI)在胶质瘤分级中的应用价值初探[J]. 中国CT和MRI杂志, 2007, 5 (2): 10-11, 15.
- [7] 蒋玲, 姚振威, 冯晓源, 等. DTI定量参数对胶质瘤分级与肿瘤增殖活性的评价[J]. 中国医学计算机成像杂志, 2013, 19 (2): 106-110.
- [8] 陈晓兵, 罗天友, 彭娟. DTI对鉴别脑低级别胶质瘤、脑梗死和病毒性脑炎的价值[J]. 放射学实践, 2012, 27 (7): 730-734.
- [9] Ferda J, Kastnera J, Petr M, et al. Diffusion tensor magnetic resonance imaging glial brain tumors[J]. Eur J Radiol, 2010, 74 (3): 428-436.
- [10] 薛莉, 陶玲, 钱志余, 等. 基于DTI的胶质瘤患者手术前后脑网络特性分析[J]. 北京生物医学工程, 2017, 36 (2): 139-145.
- [11] 田强, 张曦, 徐菲菲, 等. 磁共振3D-ASL技术在预测胶质瘤术前分级中的应用[J]. 实用放射学杂志, 2015, 31 (11): 1758-1761.
- [12] 董卫敏, 齐旭红, 毕冬梅, 等. 磁共振3D-ASL与<sup>1</sup>H-MRS对脑胶质瘤术前分级的对比研究[J]. 磁共振成像, 2016, 7 (11): 819-824.
- [13] 江晶晶, 赵凌云, 姚义好, 等. 三维动脉自旋标记灌注成像在星形细胞瘤术前分级中的应用[J]. 放射学实践, 2014, 29 (8): 896-900.
- [14] 杨慧, 李万湖, 陈月芹, 等. 3.0T <sup>1</sup>H-MRS鉴别高级别胶质瘤与单发性脑转移瘤的价值[J]. 山东大学学报(医学版), 2015, 53 (4): 65-70.
- [15] Dou W, Zhang M, Zhang X, et al. Convex-envelope based automated quantitative approach to multi-voxel <sup>1</sup>H-MRS applied to brain tumor analysis[J]. PLoS One, 2015, 10 (9): e0137850.
- [16] 黄强, 李海涛, 谢延风, 等. <sup>1</sup>H-MRS与DTI在胶质瘤分级中的临床价值[J]. 重庆医学, 2013, 42 (21): 2456-2457, 2460.
- [17] 王新伟, 赵智伟. MRS在界定脑胶质瘤病理级别和病变范围中的诊断[J]. 中国实用神经疾病杂志, 2017, 20 (4): 83-85.

(本文编辑: 张嘉瑜)

【收稿日期】2018-06-08