



(扫描二维码查看原文)

· 论著 · 手术方案研究 ·

神经导航联合显微镜下荧光素钠引导在恶性脑胶质瘤全切除术中的应用效果研究

乌拉别克·毛力提, 杜伟

【摘要】 背景 研究表明, 荧光素钠 (FL) 引导可提高肿瘤大体切除率, 但目前 FL 引导技术用于恶性脑胶质瘤 (MG) 切除手术的报道较少。**目的** 探讨神经导航联合显微镜下 FL 引导在 MG 全切除术中的应用效果。**方法** 本研究为回顾性研究。选取 2015—2017 年在新疆维吾尔自治区人民医院神经外科行神经导航联合显微镜下 FL 引导的脑胶质瘤全切除术的 MG 患者 38 例。记录患者治疗效果, FL 对肿瘤组织的诊断价值; 绘制生存曲线, 分析患者 6 个月无进展生存率和中位总生存期 (OS)。**结果** 38 例患者平均肿瘤切除率为 $(90.4 \pm 5.1)\%$; 全切除术 35 例 (92.1%), 次全切除术 3 例 (7.7%)。38 例患者肿瘤边缘内、外随机取活检组织共 89 个, 与病理检查结果比较, 显微镜下 FL 引导诊断脑胶质瘤组织的灵敏度、特异度分别为 94.4%、88.6%。本组患者随访 3~24 个月, 中位随访时间为 10.1 个月。生存曲线分析结果显示, 本组患者 6 个月无进展生存率为 92.3%, 中位 OS 为 11 个月。**结论** MG 患者行神经导航联合显微镜下 (黄色 560 nm 滤镜) FL 引导的全切除术是安全、有效的, 有助于增大 MG 切除范围。

【关键词】 神经胶质瘤; 神经导航; 荧光素钠; 黄荧光; 全切除术

【中图分类号】 R 730.264 **【文献标识码】** A DOI: 10.3969/j.issn.1008-5971.2021.00.046

乌拉别克·毛力提, 杜伟. 神经导航联合显微镜下荧光素钠引导在恶性脑胶质瘤全切除术中的应用效果研究 [J]. 实用心脑血管病杂志, 2021, 29 (3): 81-84. [www.syxnf.net]

WULABIEKE ·M, DU W. Application effect of neuronavigation combined with fluorescein sodium guidance under microscope in total resection of malignant glioma [J]. Practical Journal of Cardiac Cerebral Pneumal and Vascular Disease, 2021, 29 (3): 81-84.

Application Effect of Neuronavigation Combined with Fluorescein Sodium Guidance under Microscope in Total Resection of Malignant Glioma WULABIEKE ·Maoliti, DU Wei

Department of Neurosurgery, People's Hospital of Xinjiang Uygur Autonomous Region, Urumqi 830000, China

Corresponding author: WULABIEKE ·Maoliti, E-mail: mck5486@163.com

【Abstract】 Background Studies have shown that guiding with sodium fluorescein (FL) can increase the gross resection rate of tumor, but there are few reports on FL guided technique was used in the resection of malignant glioma (MG). **Objective** To explore the application effect of neuronavigation combined with FL guidance under microscope in total resection of MG. **Methods** This study was a retrospective study. Thirty-eight MG patients who underwent neuronavigation combined with FL guided total glioma resection in the Department of Neurosurgery, People's Hospital of Xinjiang Uygur Autonomous Region from 2015 to 2017 were selected. The therapeutic effect of patients and the diagnostic value of FL in tumor tissue were recorded; the survival curve was drawn and the 6-month progression-free survival rate and median overall survival (OS) were analyzed. **Results** The average tumor resection rate of 38 patients was $(90.4 \pm 5.1)\%$, total resection in 35 cases (92.1%), subtotal resection in 3 cases (7.7%). A total of 89 biopsy tissue were randomly taken from inside and outside the tumor margin of 38 patients. Compared with the pathological results, the sensitivity and specificity of FL guided diagnosis of glioma under microscope were 94.4% and 88.6%, respectively. The patients were followed up for 3 to 24 months, with a median follow-up time of 10.1 months. Survival curve analysis showed that the 6-month progression-free survival rate was 92.3% and the median OS was 11 months. **Conclusion** Neuronavigation combined with FL guided total resection under the surgical microscope (yellow 560 nm filter) is safe and effective for MG patients, which is helpful to extending the resection range of MG.

【Key words】 Glioma; Neuronavigation; Fluorescein sodium; Yellow fluorescence; Total resection

结合脑胶质瘤的生物学表现, 世界卫生组织 (WHO) 将其分为 I、II、III、IV 四级, 其中 III、IV 级脑胶质瘤又称为恶性脑胶质瘤 (malignant glioma, MG)。MG 具有高度侵袭

830000 新疆维吾尔自治区乌鲁木齐市, 新疆维吾尔自治区人民医院神经外科

通信作者: 乌拉别克·毛力提, E-mail: mck5486@163.com

性, 目前临床可用的治疗方法有显微神经外科手术、化疗和放疗等, 但多数患者预后不良。手术治疗的主要目的是安全并最大限度地切除脑胶质瘤^[1-2], 同时确保神经的完整性。现有的神经导航^[3]、超声^[4]、磁共振成像等技术均不能在理想状态下完全从正常脑组织中切除胶质瘤细胞。5-氨基酮戊酸 (5-aminolevulinic acid, 5-ALA) 等^[5-6] 荧光引导手术辅

助技术可提高肿瘤切除率,但5-ALA因存在药物毒性、价格昂贵、未批准上市等问题而未能临床广泛应用。近年荧光素钠(fluorescein sodium, FL)引导手术受到神经外科较多关注^[7-8],并被用于多种脑肿瘤切除术^[9-10]。传统显微镜下经FL引导行胶质母细胞瘤切除术可提高肿瘤的大体切除率^[11-13],但其安全性尚不清楚^[14]。在黄色560 nm手术显微镜滤光片下,低剂量荧光染料FL即可实现手术的可视化。基于此,本研究旨在探讨神经导航联合显微镜下FL引导在MG全切除术中的应用效果,现报道如下。

1 资料与方法

1.1 一般资料 本研究为回顾性研究。选取2015—2017年在新疆维吾尔自治区人民医院神经外科行神经导航联合显微镜下FL引导的脑胶质瘤全切除术的MG患者38例。纳入标准:

(1)年龄18~75岁;(2)新诊断、未治疗的MG^[15];(3)术后随访时间≥24个月。排除标准:(1)起源于脑干的肿瘤;(2)存在非增强区,提示低级别胶质瘤伴恶性转化;(3)伴有肝、肾功能不全;(4)合并其他部位活动性恶性肿瘤;(5)随访资料不完整。38例患者中男19例,女19例;年龄26~71岁,中位年龄50.3岁;WHO分级^[16]:间变性星形细胞瘤(WHO III级)4例,少突胶质瘤(WHO III级)3例,弥漫性星形细胞瘤伴部分间变性星形细胞瘤(WHO III级)3例,多形性胶质母细胞瘤(glioblastoma multiforme, GBM)(WHO IV级)28例;肿瘤体积为6~386 cm³,平均(64.7±50.0)cm³;病灶数目为1~8个,平均(2.3±1.9)个。本研究已通过新疆维吾尔自治区人民医院伦理委员会审核批准。

1.2 手术方法 所有患者行神经导航联合显微镜下FL引导的脑胶质瘤全切除术,具体如下:基于T1加权钆增强磁共振成像(MRI)的神经导航设计手术方案,确定肿瘤与正常组织间的边缘定位,患者于麻醉诱导后、皮肤切开前,将20% FL(黄色560荧光试剂盒,广州白云山明兴制药有限公司生产)稀释至1%,2~3 mg/kg,静脉注射。Pentero 900显微镜(Carl Zeiss Meditec,德国Oberkochen生产)下,全切除术(根据术后T1加权钆增强MRI检查确定是侵袭性或超全切除)中由神经外科医生在所有荧光染色组织被切除时判断切除范围。本组患者2例累及大脑中动脉,1例累及神经核区。术后所有患者按照Stupp方案^[17]治疗(即术后辅助替莫唑胺同步放疗+6个疗程标准化疗)。

1.3 治疗效果 所有患者术前7~10 d和术后24~72 h完成MRI检查,所用仪器为3.0 T飞利浦Ingenia磁共振成像扫描仪。采用开源软件计算肿瘤体积、残余肿瘤体积,记录肿瘤切除率,其中钆增强面积>0.175 cm³为残留肿瘤^[6];并观察全麻术后给予FL的不良反应(包括低血压、癫痫发作、支气管痉挛或过敏反应)^[16]。

1.4 随访 本组患者术后1个月进行放射学评估,之后每6个月进行门诊或间歇住院随访1次。随访内容如下:(1)无进展生存期(progression-free-survival, PFS),以新的钆增强区>0.175 cm³定义为疾病进展,从第1次手术至第1次疾病进展或死亡或最后1次随访的时间为PFS。(2)总生存期(overall survival, OS):从第1次手术至死亡或最后1次随访的时间

为OS^[16]。

1.5 诊断 在肿瘤边缘内、外随机取活检标本,外科医生术中根据实时显微镜下FL引导显示结果将活检标本标记为“无”“低”“高”密度,“低”和“高”密度组织为FL阳性,“无”密度组织为FL阴性。采用10%甲醛溶液固定活检组织,石蜡包埋,进行病理检查以区分肿瘤组织〔包括空白肿瘤和瘤周区域(胶质增生或肿瘤细胞浸润)〕和非肿瘤组织。

1.6 统计学方法 使用SPSS 21.0统计学软件进行数据处理。经K-S检验分析后符合正态分布的计量资料以($\bar{x} \pm s$)表示;计数资料以百分比表示;绘制四格表以分析显微镜下FL引导对脑胶质瘤组织的诊断价值。绘制生存曲线以分析本组患者无进展生存率和中位OS。双侧检验水准 $\alpha=0.05$ 。

2 结果

2.1 FL染色结果 患者于麻醉诱导后、皮肤切开前静脉注射FL,38例均获得相应的影像。开颅术后,在黄色560 nm滤光片下,所有患者硬膜被FL增强。神经导航显示肿瘤组织呈亮黄色荧光,在功能(CE)区产生100.0%荧光素染色,在非功能(NCE)区产生35.7%(10/28)荧光素染色。

2.2 治疗效果 38例患者中1例肿瘤切除率为82.9%,1例肿瘤切除率为88.6%,1例肿瘤切除率为99.6%,其余35例肿瘤切除率为100.0%,平均肿瘤切除率为(90.4±5.1)%;全切除术35例(92.1%),次全切除术3例(7.7%)。本组患者治疗期间未观察到与FL相关的不良反应。

2.3 诊断价值 38例患者肿瘤边缘内、外随机取活检组织共89个,与病理检查结果比较,显微镜下FL引导诊断脑胶质瘤组织的灵敏度、特异度分别为94.4%、88.6%,见表1。

表1 显微镜下FL引导对脑胶质瘤组织的诊断价值(个)

Table 1 Diagnostic value of FL guidance under microscope on glioma tissue

显微镜下FL引导	病理检查结果		合计
	脑胶质瘤组织	非脑胶质瘤组织	
阳性	51	4	55
阴性	3	31	34
合计	54	35	89

注:FL=荧光素钠

2.4 生存情况 本组患者中23例(65.7%)术后完成了Stupp方案。本组患者随访3~24个月,中位随访时间为10.1个月,随访期间失访3例。生存曲线分析结果显示,本组患者6个月无进展生存率为92.3%;随访期间8例患者死亡,其中7例患者死于肿瘤疾病进展、1例患者死于非规定终点事件(重症肺炎),中位OS为11个月,见图1。

3 讨论

MG患者复发率较低,但其具有浸润性,故精确切除肿瘤仍是一个巨大挑战。显微镜的改进和选择合理的治疗策略是神经外科手术治疗MG的关键。既往研究表明,在紫外线灯下检查残留的空洞^[9]可粗略评估脑肿瘤,但由于光源系统和成像系统的缺陷,不能产生令人满意的荧光成像结果,特别是不能显示肿瘤组织与正常组织的边界。KUROIWA等^[10]采用显微镜下FL引导的神经外科手术10例颅内肿瘤患

者, FL 剂量为 8 mg/kg 时获得的图像较为清晰, 并根据术后 CT/MRI 增强扫描实现了 8 例患者颅内肿瘤的完全切除, 但该研究未应用先进的显微镜及过滤器。国外一项研究根据荧光染料在 465~490 nm 处的激发峰值和 500~550 nm 处的发射特性设计了一种新型带有特殊屏障滤光片 (黄色 560 nm) 的 Pentero 900 (Carl Zeiss Meditec) 现代手术显微镜, 并用于低剂量 (3~4 mg/kg) FL 引导的手术中, 结果显示, 35 例患者肿瘤全切除率为 95%, 表明在 FL 引导下图像增强^[11], 且肿瘤全切除率高于 KUROIWA 等^[10]报道的 80%。与黄色 400 nm 滤光片 (德国卡尔蔡司 Pentero 荧光试剂盒) 相比, 黄色 560 nm 的新型滤光片可提供更高的滤光片特性、更好的荧光染色组织描绘和连续荧光条件。ACERBI 等^[12]在 FL 引导下对 75% 的患者在黄色 560 nm 手术显微镜滤镜下以 5 mg/kg 的剂量进行容积分析, 在黄色 400 nm 手术显微镜滤镜下以 10 mg/kg 的剂量进行容积分析, 结果显示, 20 例高级别胶质瘤 (HGGs) 患者中 16 例实现了完全切除; FL 诊断肿瘤组织的灵敏度和特异度分别为 94.0%、89.5%; 随访 6 个月, 患者无进展生存率为 71.4%。DIAZ 等^[13]报道, 在 FL (3 mg/kg) 引导下对 12 例 MG 患者实施肿瘤切除术, 结果显示, 全切除率为 100.0%; FL 诊断肿瘤组织的灵敏度为 82.2%, 特异度为 90.9%。本研究结果显示, 38 例 MG 患者在黄色 560 nm 手术显微镜滤镜下接受 FL 引导的肿瘤切除术, 术前依靠磁共振造影增强区域和术中神经导航, 即使 FL 剂量降至 2 mg/kg, 也能清楚地观察到 FL 增强, 这显示了黄色 560 nm 滤光片的优点。因此, 本组患者行全切除术 35 例, 占 92.1%; 即使在残余肿瘤患者中肿瘤切除率也达到 90.4% (82.9%~99.6%)。本研究结果显示, 在不考虑 T1 加权 MRI 神经导航情况下, FL 诊断肿瘤组织的灵敏度、特异度分别为 94.4% 和 88.6%; 此外, 本组患者治疗期间未观察到与 FL 相关的不良反应, 这与既往报道使用大剂量 FL 发生过敏反应不同^[14-15]。

术前钆增强 MRI 被认为是诊断血-脑脊液屏障破坏的金标准, 术后钆增强 MRI 是 MG 全切除术的基本策略^[18]。由于 MG 具有浸润性, 故 MG 边缘外 2 cm 区域也可出现复发^[6, 19-20]。FL 作为术中实时可视化剂, 被作为是另外一种血-脑脊液屏障破坏的标志^[6, 19-20]。本研究结果显示, 神经导航显示肿瘤组织呈亮黄色荧光, 在 CE 区产生 100.0% 荧光素染色, 在 NCE 区产生 35.7% (10/28) 荧光素染色, 其原因可能与荧光素和钆在不同分子大小和不同肿瘤组织的通透性存在差异有关^[21]; 上述 10 个在 NCE 区产生荧光素染色的组织中经病理证实 2 个为 MG、7 个为胶质增生或肿瘤细胞浸润、1

个为正常脑组织, 提示 FL 标记区可能不包括 MG 的全部细胞, 因此侵袭性切除术后也可能出现疾病进展, 与国内相关研究结果一致^[21]。神经导航可提供术前成像方案及术中神经解剖信息, 但术中实时指导肿瘤切除较为困难, 需依靠术前准确定位及增强扫描来识别肿瘤边界, 进而精确切除病灶。笔者结合自身经验, 认为在黄色 560 nm 手术显微镜滤镜下, 结合神经导航和标准手术可安全地进行侵袭性切除, 而 FL 引导有助于侵袭性切除的实施。

本组患者中位随访时间为 10.1 个月, 为短期随访, 随访 6 个月 92.3% 患者未出现疾病进展, 高于 FLUOGLIO 试验^[12]中的 71.4%, 但中位生存时间相似, 究其原因为本研究中采用了术中侵袭性切除策略, 有助于减少更多的 MG 细胞, 进而降低肿瘤复发的潜在风险。

5-ALA 是治疗 MG 的有效药物^[6]。STUMMER 等^[6]进行的多中心随机对照 III 期试验中, 术前 3~6 h 给予 5-ALA, 术后 48 h 内避免阳光照射。既往研究也分析过切除前静脉血流的最佳时机^[12-13]。在早期研究中 FL 被用于脑肿瘤活检, 并证实其较为安全^[9-10, 12]。故本组患者麻醉诱导后静脉注射 FL (20%), 剂量为 2~3 mg/kg, 以留取适当时间来区分肿瘤组织和正常脑组织。此外, 在 Pentero 900 显微镜下可方便在白光和滤波装置间来回切换, 进而节省了操作时间。与 5-ALA 相比, FL 从给药起所需的可视化时间明显减少^[11]。

综上所述, MG 患者行神经导航联合显微镜下 (黄色 560 nm 滤镜) FL 引导的全切除术是安全、有效的, 有助于增大 MG 切除范围, 这补充了将 FL 引导技术用于 MG 切除手术的证据。但本研究未设置对照, 且样本量较小, 所推导的结论仍有待大样本量、设计严谨的研究进一步证实。

作者贡献: 乌拉别克·毛力提、杜伟进行文章的构思与设计, 研究的实施与可行性分析, 数据收集、整理、分析, 结果分析与解释, 负责文章的质量控制及审校, 并对文章整体负责、监督管理; 乌拉别克·毛力提撰写并修订论文。

本文无利益冲突。

参考文献

- [1] 张继东, 史锡文. 手术切除联合瘤床间质内缓释化疗治疗复发恶性胶质瘤的疗效观察 [J]. 实用癌症杂志, 2019, 34 (4): 579-582.
- [2] ZHANG J D, SHI X W. Surgical resection combined with intratumoral intrathecal sustained-release chemotherapy in the treatment of recurrent malignant glioma [J]. The Practical Journal of Cancer, 2019, 34 (4): 579-582.
- [3] 王国堰, 崔芝红. 荧光素钠引导手术切除脑恶性胶质瘤临床应用价值分析 [J]. 实用癌症杂志, 2018, 33 (12): 1967-1969, 1982. DOI: 10.3969/j.issn.1001-5930.2018.12.015.
- [4] WANG G Y, CUI Z H. Clinical value of sodium fluorescein guided surgery for malignant glioma of the brain [J]. The Practical Journal of Cancer, 2018, 33 (12): 1967-1969, 1982. DOI: 10.3969/j.issn.1001-5930.2018.12.015.
- [5] 张国臣, 赵四军, 梁振, 等. 术中持续神经导航在脑内低级别胶质瘤手术中的应用 [J]. 中国实用神经疾病杂志, 2019, 22

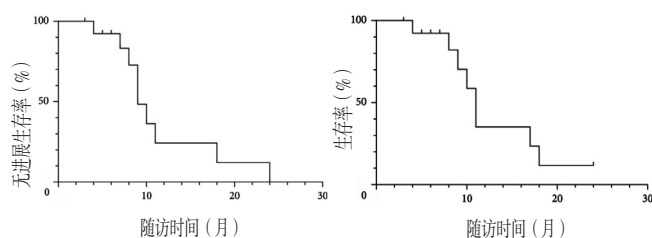


图1 本组患者生存曲线
Figure 1 Survival curve in this group

- (12): 1318-1325.
- ZHANG G C, ZHAO S J, LIANG Z, et al. Application of intraoperative continuous neuronavigation in low grade glioma surgery [J]. Chinese Journal of Practical Nervous Diseases, 2019, 22 (12): 1318-1325.
- [4] 叶冬慢, 杨劭劭, 于韬, 等. 术中磁共振、超声、5-ALA 引导荧光技术对脑胶质瘤切除残留诊断价值的 Meta 分析 [J]. 磁共振成像, 2019, 10 (5): 342-347.
- YE D M, YANG S J, YU T, et al. Comparison of intraoperative magnetic resonance imaging, ultrasound and fluorescence guided with 5-ALA in the diagnosis of residual glioma: a Meta-analysis [J]. Chinese Journal of Magnetic Resonance Imaging, 2019, 10 (5): 342-347.
- [5] 廖可立, 余舟, 陈贵军, 等. 恶性脑胶质瘤中 1H-MRS 与 5-ALA 荧光强度的相关性研究 [J]. 河北医学, 2019, 25 (4): 651-654.
- LIAO K L, YU Z, CHEN G J, et al. Correlation between 1H-MRS and 5-ALA fluorescence intensity in malignant gliomas [J]. Hebei Medicine, 2019, 25 (4): 651-654.
- [6] STUMMER W, PICHLMEIER U, MEINEL T, et al. Fluorescence-guided surgery with 5-aminolevulinic acid for resection of malignant glioma: a randomised controlled multicentre phase III trial [J]. The Lancet Oncol, 2006, 7 (5): 392-401.
- [7] 何桂录, 马宇强, 陈保东, 等. 荧光素钠在脑胶质瘤术中的应用进展 [J]. 中华神经外科杂志, 2019, 35 (5): 537-540. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1001-2346.2019.05.024.
- [8] 胡晨阳, 李旭琴. 荧光素钠引导下胶质瘤切除的临床应用及研究进展 [J]. 中国微侵袭神经外科杂志, 2019, 24 (3): 142-144. DOI: 10.11850/j.issn.1009-122X.2019.03.015.
- [9] 范存刚, 蒋亦林, 刘如恩, 等. 荧光素钠引导下间变性胶质瘤切除程度的初步研究 [J]. 重庆医学, 2019, 48 (7): 1114-1117.
- FAN C G, JIANG Y L, LIU R E, et al. Preliminary study on the degree of fluorescein sodium guided resection of anaplastic glioma [J]. Chongqing Medicine, 2019, 48 (7): 1114-1117.
- [10] KUROIWA T, KAJIMOTO Y, OHTA T. Comparison between operative findings on malignant glioma by a fluorescein surgical microscopy and histological findings [J]. Neurol Res, 1999, 21 (1): 130-134. DOI: 10.1080/01616412.1999.11740909.
- [11] HÖHNE J, HOHENBERGER C, PROESCHOLDT M, et al. Fluorescein sodium-guided resection of cerebral metastases—an update [J]. Acta Neurochir (Wien), 2017, 159 (2): 363-367. DOI: 10.1007/s00701-016-3054-3.
- [12] ACERBI F, BROGGI M, SCHEBESCH K M, et al. Fluorescein-guided surgery for resection of high-grade gliomas: a multicentric prospective phase II study (FLUOGLIO) [J]. Clin Cancer Res, 2018, 24 (1): 52-61. DOI: 10.1158/1078-0432.ccr-17-1184.
- [13] DIAZ R J, DIOS R R, HATTAB E M, et al. Study of the biodistribution of fluorescein in glioma-infiltrated mouse brain and histopathological correlation of intraoperative findings in high-grade gliomas resected under fluorescein fluorescence guidance [J]. J Neurosurg, 2015, 122 (6): 1360-1369. DOI: 10.3171/2015.2.JNS132507.
- [14] 陈迪, 马斯奇, 吴力新, 等. 弥散张量成像联合荧光素钠染色在脑功能区高级别胶质瘤手术中的应用 [J]. 中华神经外科杂志, 2018, 34 (4): 353-358.
- CHEN D, MA S Q, WU L X, et al. Application of diffusion tensor imaging combined with fluorescein sodium dyeing in surgery of high-grade gliomas in functional brain areas [J]. Chinese Journal of Neurosurgery, 2018, 34 (4): 353-358.
- [15] 曹勇, 郑慧军, 范鲁鼎, 等. 复发脑胶质瘤的 MRI 影像特征及临床意义 (附 13 例报告) [J]. 临床军医杂志, 2014, 42 (2): 156-159.
- CAO Y, ZHENG H J, FAN L D, et al. MRI imaging features of recurrent glioma and clinical significance (with a report of 13 cases) [J]. Clinical Journal of Medical Officer, 2014, 42 (2): 156-159.
- [16] DAUMAS-DUPOURT C, BEUVON F, VARLET P, et al. Gliomas: WHO and sainte-anne hospital classifications [J]. Ann Pathol, 2000, 20 (5): 413-428.
- [17] 李式浩, 徐培坤, 李显雄, 等. 术后辅助不同放化疗方案对高级别胶质瘤患者的预后分析 [J]. 安徽医药, 2017, 21 (10): 1858-1861. DOI: 10.3969/j.issn.1009-6469.2017.10.028.
- LI S H, XU P K, LI X X, et al. The prognostic of high-grade glioma patients in post-operation for different chemoradiotherapy in adjuvant treatment [J]. Anhui Medical and Pharmaceutical Journal, 2017, 21 (10): 1858-1861. DOI: 10.3969/j.issn.1009-6469.2017.10.028.
- [18] 张静, 王庆军, 张君, 等. 3.0T 磁共振 3D-ASL 技术对高级别脑胶质瘤复发与假性进展的鉴别诊断 [J]. 北京医学, 2019, 41 (5): 382-384, 388. DOI: 10.15932/j.0253-9713.2019.05.012.
- ZHANG J, WANG Q J, ZHANG J, et al. MR 3D-ASL in discrimination between high-grade brain glioma recurrence and pseudoprogression [J]. Beijing Medical Journal, 2019, 41 (5): 382-384, 388. DOI: 10.15932/j.0253-9713.2019.05.012.
- [19] LI Y M, SUKI D, HESS K, et al. The influence of maximum safe resection of glioblastoma on survival in 1 229 patients: can we do better than gross-total resection? [J]. J Neurosurg, 2016, 124 (4): 977-988. DOI: 10.3171/2015.5.JNS142087.
- [20] VILLA A, COSTANTINO G, MELI F, et al. Ultrasound-based real-time neuronavigated fluorescence-guided surgery for high-grade gliomas: technical note and preliminary experience [J]. Acta Neurochir (Wien), 2019, 161 (12): 2595-2605.
- [21] DIAZ R J, DIOS R R, HATTAB E M, et al. Study of the biodistribution of fluorescein in glioma-infiltrated mouse brain and histopathological correlation of intraoperative findings in high-grade gliomas resected under fluorescein fluorescence guidance [J]. J Neurosurg, 2015, 122 (6): 1360-1369. DOI: 10.3171/2015.2.JNS132507.

(收稿日期: 2020-10-16; 修回日期: 2020-12-07)

(本文编辑: 谢武英)