

# 多模态多维影像融合技术在脑胶质瘤手术中的应用

于圣平 孙健 俞凯 黄强 明浩朗 赵岩 韩伟 杨学军

**【摘要】目的** 总结 1.5T 术中磁共振成像联合神经导航技术用于脑胶质瘤外科手术的初步经验。**方法** 回顾 49 例脑深层或功能区胶质瘤患者临床资料,分析高场强术中磁共振成像联合神经导航技术对其手术策略、肿瘤切除程度、神经功能保留情况及对神经功能转归的影响。**结果** 每例患者均于术中行磁共振成像扫描 1~3 次,平均 $(1.57 \pm 0.68)$  次。首次术中磁共振成像肿瘤全切除者 17 例、不同程度肿瘤残留者 32 例,显著影响手术策略构成比约为 65.31%(32/49)。残留者中 9 例术中磁共振成像或神经电生理监测提示肿瘤边缘毗邻脑功能区或重要解剖结构,未行全切除;余 23 例重新注册神经导航指引最终实现影像学全切除。初次手术肿瘤全切除率为 34.69%(17/49),术中磁共振成像联合神经导航辅助下实现全切除率 46.94%(23/49);最终影像学全切除率提高至 81.63%(40/49)。术后 6 个月随访,19 例神经功能改善,30 例神经功能恢复或接近术前水平;无一例肿瘤进展。**结论** 高场强磁共振成像联合神经导航技术用于脑胶质瘤外科手术可提高肿瘤全切除率,保护患者神经功能。

**【关键词】** 神经胶质瘤; 监测,手术中; 磁共振成像

DOI:10.3969/j.issn.1672-6731.2012.06.008

## Preliminary application of intraoperative magnetic resonance imaging combined with neuronavigation in glioma surgery

YU Sheng-ping<sup>1</sup>, SUN Jian<sup>1</sup>, YU Kai<sup>1</sup>, HUANG Qiang<sup>1</sup>, MING Hao-lang<sup>1</sup>, ZHAO Yan<sup>1</sup>, HAN Wei<sup>2</sup>, YANG Xue-jun<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Department of Neurosurgery, <sup>2</sup>Department of Radiology, Tianjin Medical University General Hospital, Tianjin 300052, China

Corresponding author: YANG Xue-jun (Email: ydenny@yahoo.com)

**【Abstract】Objective** To review preliminary experiences in glioma resection in an integrated operating room equipped with 1.5T intraoperative magnetic resonance imaging (iMRI) and neuronavigation. **Methods** Clinical data of 49 cases of gliomas located in deep brain or eloquent areas were retrospectively analyzed, focusing on the influence of iMRI and neuronavigation on the surgical strategy, the extent of resection and preservation outcomes of patients' neural function. **Results** iMRI scan were performed in each case for 1 to 3 times, averaging  $(1.57 \pm 0.68)$  times. First iMRI of 49 cases revealed that 17 cases of gliomas were completely removed, and 32 cases had different residual tumors, indicating that iMRI frequently affected or modified the surgical strategy of glioma (32/49, 65.31%). Tumors in 9 cases were not completely removed because diffusion tensor imaging (DTI) navigation and intraoperative neurophysiological monitoring found that the lesions were close to the eloquent areas or deep anatomical structures. Twenty three patients with residual tumors underwent further resection guided by iMRI (23/49, 46.94%). As a result, the complete resection rate of tumors increased from 34.69% (17/49) to 81.63% (40/49). Compared to preoperative situation, follow-up study 6 months after the operation found that neural function of 19 cases were improved, and another 30 cases were equal or close to preoperative level without any tumor progression. **Conclusion** The integration of 1.5T iMRI and neuronavigation helps to maximize the safe removal of the tumors and minimize dysfunction, increasing the accuracy and safety of glioma surgery.

**【Key words】** Glioma; Monitoring, intraoperation; Magnetic resonance imaging

作者单位:300052 天津医科大学总医院神经外科(于圣平、孙健、俞凯、黄强、明浩朗、赵岩、杨学军),放射科(韩伟)

通讯作者:杨学军(Email:ydenny@yahoo.com)

自 1994 年 0.5T 开放式 MRI 扫描仪应用于手术中后,术中磁共振成像(iMRI)在临床的应用越来越广泛,被认为是神经外科手术的重要影像学指导工具<sup>[1]</sup>。iMRI 联合神经导航可以实时判断肿瘤位置及毗邻的重要结构,达到最大程度切除肿瘤和最小限度损害神经功能。天津医科大学总医院引进的神经导航 1.5T 高场强术中磁共振数字一体化手术平台,具有分辨力高、扫描时间短、扫描序列多等优点<sup>[2]</sup>,通过图像融合技术,可以很好地使 MRI 多序列图像与其他影像学资料相融合<sup>[3]</sup>。其整体设计方案方便患者转运、图像扫描、数据融合、制定手术计划和导航注册。我院自 2011 年 5 月-2012 年 5 月对手术期间接受 iMRI 检查的 120 例中枢神经系统肿瘤患者临床资料进行统计与分析,其中 49 例为位于脑深层或功能区胶质瘤患者,拟对 iMRI 联合神经导航在脑特殊部位胶质瘤手术中的临床应用进行初步总结。

## 资料与方法

### 一、一般资料

所纳入的 49 例患者均于手术后经组织病理学证实为胶质瘤并在术中接受 iMRI 检查,男性 24 例,女性 25 例;年龄 6~74 岁,平均(50.00±11.84)岁。所有纳入患者中低级别胶质瘤 15 例,高级别胶质瘤 34 例。首发症状主要包括头痛、恶心、呕吐等颅内高压症状(13 例),以及癫痫(19 例)、肢体感觉或运动障碍(10 例)和语言功能障碍(7 例)。肿瘤均位于小脑幕上,其中额叶 22 例、颞叶 11 例、顶叶 6 例、岛叶 5 例、基底节 3 例、脑室内 2 例。所有患者术前均行语言、运动功能、肌力、Karnofsky 生活质量(KPS)等常规评价,且无 MRI 检查禁忌,肿瘤宜行手术切除,以及 iMRI 可使其潜在受益;术中联合神经导航。

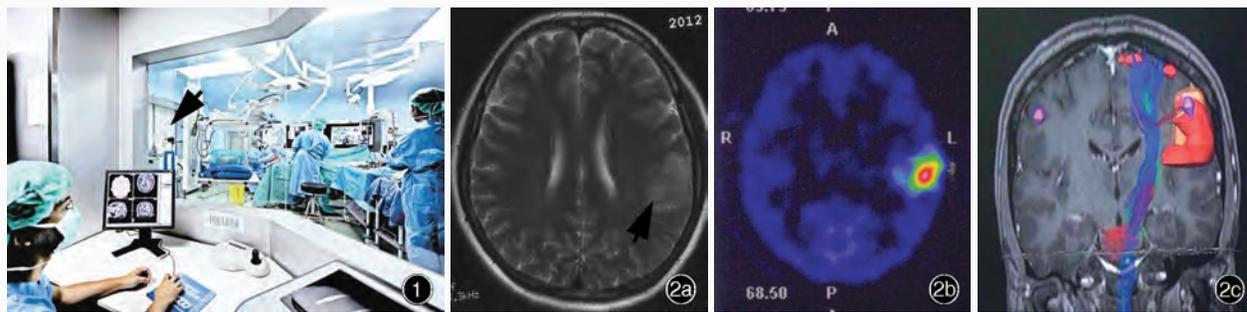
### 二、术中磁共振应用及手术方法

1. 术中磁共振工作站 (1)Brain Suite iMRI 数字一体化操作平台(图 1):采用双室操作设计,包括 GE 1.5T HDi 核磁影像室和手术操作室,1.5T MRI 成像器安装在可旋转台架上,两室之间装有屏蔽门。(2)麻醉系统:可与 iMRI 相容。(3)Brain LAB 导航系统:iMRI 操作由影像科专业人员负责,iMRI 导航手术操作流程与常规导航程序相同。

2. 手术操作 (1)术前准备:患者于手术前日行常规 MRI 检查,扫描序列包括 3D-T<sub>1</sub>WI、T<sub>2</sub>-FLAIR 和扩散加权成像(DWI)序列,以及磁共振血管造影术

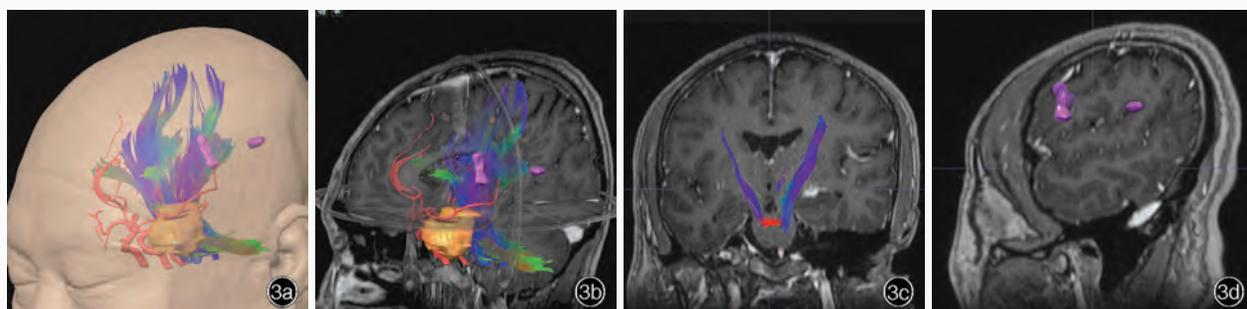
(MRA)和磁共振静脉血管造影术(MRV)。对于常规检查显示肿瘤无明显强化的低级别胶质瘤,选择 T<sub>2</sub>-FLAIR 序列作为导航影像;而肿瘤边界明显强化的高级别胶质瘤则选择 T<sub>1</sub>WI 增强扫描序列作为导航影像;位于脑重要功能区的肿瘤,采用血氧水平依赖的功能磁共振成像(BOLD-fMRI)显示运动区、语言区等功能位置;脑深层肿瘤行扩散张量成像(DTI)以显示白质纤维束走行,明确肿瘤与长纤维束之间的位置关系;术前常规 MRI 检查难以判断胶质瘤边界和恶性程度者,则行正电子发射体层摄影术(PET),与 MRI 影像融合后于融合影像导航下施行手术,能够更好地识别肿瘤边界(图 2)。(2)iMRI:根据融合的多模态导航资料(图 3)制定详细的手术方案及手术入路,于导航引导下识别肿瘤构形并对其进行切除。对于涉及功能区的手术操作,先经导航确认 BOLD-fMRI 所标记的功能区位置,通过术中麻醉唤醒或神经电生理监测进行验证,沿脑沟分离、切开并切除肿瘤。当肿瘤切除满意,或肿瘤灶移位明显无法辨认,或进一步切除肿瘤风险较大时,即行 iMRI 检查。撤出手术器械、神经电生理监测电极及其他所有非 MRI 兼容设备,以无菌敷料覆盖患者,打开手术室和磁共振检查室之间的屏蔽门,用转移床将患者转移到磁共振检查室中行术中检查,采用无线发射装置监测患者生命体征。如果 iMRI 提示肿瘤残留,拟行再次切除者,采用新获得的影像重新制定手术计划,依据 iMRI 标记残留肿瘤及重要的脑功能结构,纠正脑组织移位,于导航下再次行病灶切除,然后再次行 iMRI 以判断肿瘤灶是否全切除,直至 iMRI 证实肿瘤影像全切除或达到术前预期。

3. 手术疗效判断 以 iMRI 是否影响手术策略、肿瘤切除程度和神经功能保留程度作为评价指标,详细评价 iMRI 和神经导航的作用。本组患者均于术后即刻行常规 MRI 检查和 DTI 扫描,观察肿瘤切除程度、长纤维束完整性;术后 6 个月时复查 MRI 和神经科专科检查,并以检查结果作为疗效评价指标。依据 RANO 标准,胶质瘤进展的定义为符合下列任何一项:在糖皮质激素剂量稳定或增加的情况下,与基于基线(若没下降)、或最佳缓解时获得的最小肿瘤测得数值相比,强化病灶的最大垂直径线乘积的总和增加>25%;在糖皮质激素剂量稳定或增加的情况下,与基线扫描或启动治疗后最佳缓解时相比,非强化病灶的 T<sub>2</sub>-FLAIR 显著扩大,而非源



**图 1** Brain Suite iMRI 数字一体化操作平台,采用双室设计,一侧为手术室,含导航系统和显示系统;图中箭头所指为屏蔽门,其对面为术中磁共振室,拥有 1.5T 高场强磁共振扫描仪,放射科专业人员操作间与其相邻 **图 2** MRI 和 PET 影像显示同一例胶质瘤患者肿瘤实体范围,二者所勾勒出的肿瘤边界不完全吻合,以 PET 影像作为导航依据施行肿瘤切除,术后显示肿瘤全切除 2a MRI 检查显示肿瘤位置(箭头所示) 2b PET 显示肿瘤位置 2c MRI 影像与 PET 影像相融合图,红色不规则实体为根据 PET 影像勾勒出的肿瘤实体;黄色为 MRI 影像勾勒出的肿瘤实体,二者不完全吻合;蓝色为锥体束;紫色为语言功能区;图中散在的数个小红点为手运动区

**Figure 1** The photograph showed the iMRI and neuronavigation system: twin rooms design, with a magnetically shielded sliding door (arrow indicates) separating the MRI room containing of 1.5T MRI from the operation room **Figure 2** MRI and PET image showed ranges of the same glioma and found that the boundaries of the two did not match. Taking PET image as navigation, the tumor was completely removed. MRI showed the location of tumor (arrow indicates, Panel 2a). PET image showed the location of tumor (Panel 2b). According to imaging fusion of MRI and PET, the tumor based on PET image (red) and depicted by MRI (yellow) showed that they did not match. Pyramidal tract (blue), functional language area (purple) and hand motor area (scattered red dots) were also revealed (Panel 2c)



**图 3** 多模态影像融合神经导航显示同一例胶质瘤患者肿瘤周围重要脑功能区和解剖结构 3a 三维立体重建显示肿瘤(黄色)、磁共振血管造影显示动脉血管(红色)、DTI 显示锥体束(蓝色),以及 BOLD-fMRI 显示相关语言功能区(紫色) 3b 三维剖面图显示肿瘤(黄色)、动脉血管(红色)、锥体束(蓝色)、相关语言功能区(紫色) 3c DTI 扫描显示锥体束(蓝色) 3d BOLD-fMRI 显示语言功能区(紫色)

**Figure 3** Multimodal image fusion of neuronavigation depicted important functional area and anatomical structure around a glioma. Tumor (yellow) was shown by three-dimensional reconstruction of image; artery by MRA imaging (red); pyramidal tract by DTI (blue); functional language area by BOLD-fMRI (purple, Panel 3a). Three-dimensional profile: the tumor (yellow), artery (red), pyramidal tract (blue) and functional language area (purple, Panel 3b). DTI displayed the pyramidal tract (blue, Panel 3c). BOLD-fMRI displayed functional language area (purple, Panel 3d)

于合并症(如放射治疗、脱髓鞘疾病、感染等);任何新的病变;除了肿瘤本身或糖皮质激素剂量改变,无其他因素导致的临床症状的明显恶化;由于死亡或日益恶化的条件导致的评价失败;不可预测的疾病的明显进展。

## 结 果

### 一、手术结果

本组 49 例患者 iMRI 全序列扫描,包括 T<sub>1</sub>WI、T<sub>2</sub>WI、FLAIR、DTI 及 T<sub>1</sub>WI 增强扫描序列,扫描时间共约 18 min,患者从准备 iMRI 检查到重新进行导航注册开始手术约为 30 min。术后无一例患者发生与

iMRI 检查相关的安全事故或由于术中检查造成的颅内感染。共行 iMRI 扫描 1~3 次,平均(1.57±0.68)次,术中影像学检查所见与术前诊断基本相符。首次 iMRI 检查结果显示,17 例肿瘤全切除;其余 32 例不同程度肿瘤残留,其中 9 例因 iMRI 影像或神经电生理监测提示肿瘤边缘毗邻脑功能区或重要解剖结构而未强求全切除,23 例发现肿瘤残留需进一步切除肿瘤病灶,重新注册导航行进一步肿瘤切除,直至实现影像学全切除。本组患者首次手术全切除率为 34.69%(17/49),iMRI 联合神经导航辅助下实现肿瘤全切除率为 46.94%(23/49),最终影像学全切除率提高至 81.63%(40/49)。经 iMRI 检查

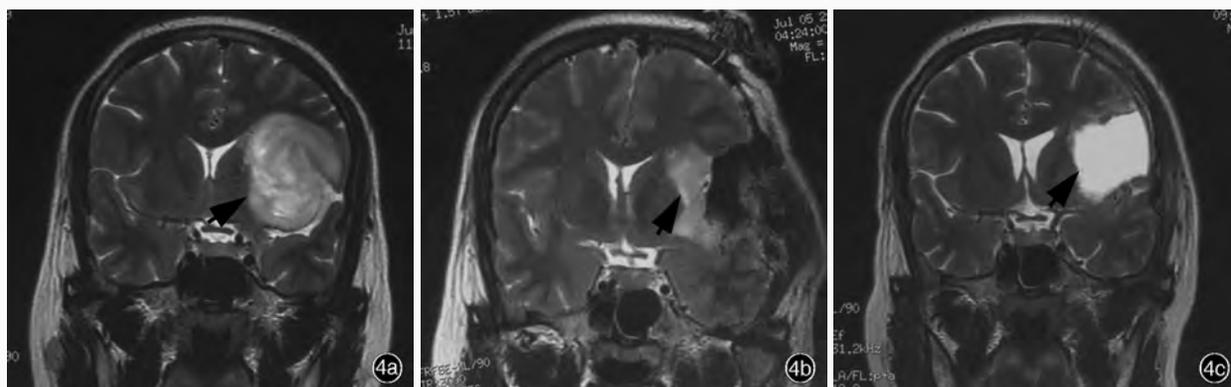


图4 女性患者,31岁。弥漫性星形细胞瘤(WHO II级)。术前、术中、术后MRI检查所见 4a 术前冠状位快速恢复快速自旋回波序列(FRFSE)扫描显示肿瘤位于左侧额颞岛叶 4b 冠状位FRFSE扫描显示手术第一步切除浅层肿瘤后残留的深部肿瘤 4c 术后冠状位MRI扫描显示肿瘤全切除,瘤腔充满脑脊液

**Figure 4** Preoperative, intraoperative and postoperative MRI findings of a 31-year-old female patient with diffuse astrocytoma (WHO II). Coronal fast recovery fast spin echo (FRFSE) scan showed the tumor in the left frontal-temporal-insular lobe (Panel 4a). Coronal FRFSE scan revealed the deep residual tumor after first resection (Panel 4b). Postoperative coronal MRI found that the tumor was completely removed. Tumor cavity was filled with cerebrospinal fluid (Panel 4c)

共发现 32 例肿瘤残余,显著影响手术策略构成比约为 65.31%(32/49),经 iMRI 检查发现肿瘤残留,二次及再次肿瘤全切除率为 71.87%(23/32)。

## 二、预后与转归

1. 病理结果 根据世界卫生组织(WHO)中枢神经系统肿瘤分级(分类)标准,本研究所有患者经术后病理证实,低级别胶质瘤 15 例,分别为弥漫性星形细胞瘤(WHO II级)10 例、少突胶质细胞瘤(WHO II级)5 例;高级别胶质瘤 34 例,包括间变性少突-星形细胞瘤(WHO III级)8 例、间变性星形细胞瘤(WHO III级)5 例、间变性少突胶质细胞瘤(WHO III级)4 例、间变性星形母细胞瘤(WHO III级)1 例和胶质母细胞瘤(WHO IV级)16 例。

2. 随访 49 例中 10 例于术后 1 周出现不同程度短暂性语言障碍、肌力减退,可能与手术创伤引起的脑水肿有关。6 个月随访时,49 例中 19 例神经功能较术前有所好转,其余 30 例患者神经功能均恢复或接近术前水平。所有患者均于手术前日和术后第 4 周时行 KPS 评分显示,手术前后无明显变化。高级别胶质瘤患者于术后早期行替莫唑胺(TMZ, 75 mg/m<sup>2</sup>)联合常规分割照射(2 Gy × 30 次)同步放化疗,以及之后 6 个周期的替莫唑胺辅助化疗。低级别胶质瘤中肿瘤全切除患者,预后因素属低危者进行定期观察,预后因素属高危者则行早期分割照射治疗(2 Gy × 26 次);存在肿瘤残留者,术后早期接受分割照射治疗(2 Gy × 26 次)。本组患者术后 6 个月随访时,MRI 检查无一例肿瘤进展。

## 典型病例

患者 女性,31 岁。主因右侧肢体发作性麻木 1 年,加重 4 个月,于 2011 年 7 月 1 日入院。患者入院前 1 年无明显诱因出现右侧肢体发作性麻木,未见肢体抽搐、意识丧失等伴随症状,每次发作约持续 1 min,3 ~ 5 d 发作一次,未予重视。入院前 4 个月,肢体麻木症状逐渐加重,行头部 CT 检查显示,左侧额颞岛叶片状低密度影;头部 MRI 扫描显示,左侧额颞岛叶交界区囊实性占位性病变,为求进一步治疗入我院神经外科。患者既往体格健康,否认家族遗传史。

入院后辅助检查 体格检查神志清楚,脑神经检查无异常;四肢肌力 5 级,病理征阴性;KPS 评分 90 分;实验室检查各项指标均于正常值范围。增强 MRI 检查考虑为左侧额颞岛叶低级别胶质瘤。临床拟诊:左侧额颞岛叶占位性病变。

诊断与治疗经过 于入院后第 5 天在全身麻醉下经扩大翼点入路行左侧额颞岛叶肿瘤切除术,手术前日制定神经导航计划。术中实施麻醉唤醒,予以电刺激,识别由术前 BOLD-fMRI 确认的语言功能区,无误后分两步切除肿瘤:第一步切除浅层肿瘤,切除满意后行 iMRI 检查,发现深层肿瘤残留;第二步,再次制定导航计划,针对深层残留肿瘤予以进一步切除。手术结束即行 MRI 检查显示肿瘤全切除(图 4)。术后病理检查:弥漫性星形细胞瘤(WHO II 级)。患者术后恢复良好,右侧肢体麻木消失,

KPS 评分 100 分; MRI 检查显示肿瘤全切除, 考虑为低级别胶质瘤, 随访观察。术后 6 个月随访时, 患者神经功能基本恢复至正常水平, KPS 评分为 100 分, MRI 提示肿瘤无进展。

## 讨 论

在胶质瘤的综合治疗方案中, 外科手术切除是其中最基本的治疗方式, 能够极大地解除肿瘤负荷, 而后药物化疗和放射治疗才能发挥其辅助治疗的作用。鉴于胶质瘤呈弥漫浸润性生长的特点和患者对生存质量的追求, 胶质瘤患者的外科手术治疗原则应为: 最大程度地切除肿瘤、最小限度地损害神经功能。最大程度切除肿瘤实体可明显延长患者生存时间, iMRI 联合神经导航技术可于术中实时指导肿瘤灶切除, 从而避免术者主观判断造成的肿瘤残留或过度切除; 而且该项影像学检查技术融合了功能区和长纤维束的神经导航, 辅助神经电生理监测、术中麻醉唤醒等技术, 使术者能够准确判断肿瘤与脑功能区及重要解剖结构之间的关系, 减少术中对脑功能的损害, 提高了患者术后生存质量。iMRI 联合神经导航技术为脑胶质瘤手术切除提供了高效的影像学指导工具, 实时更新导航系统中原有的术前影像学资料, 及时反馈术中情况, 使术者能够对肿瘤非计划残留及周围重要功能结构损伤情况进行更好地判断, 提高了导航精度和手术准确性。

iMRI 联合神经导航应用于脑胶质瘤的优势在于: (1) 补偿脑组织移位。脑组织在手术过程中受重力作用、脑脊液丢失、肿瘤灶切除、脑水肿、组织牵拉等因素的影响, 可发生明显移位, 基于术前影像学资料的神经导航技术即与术中所见产生一定差异<sup>[4]</sup>, 而 iMRI 可以纠正脑组织移位引起的导航偏差。(2) 定位肿瘤边界及功能区。由于胶质瘤呈弥漫浸润性生长, 无论是针对高级别胶质瘤的 T<sub>1</sub>WI 增强扫描, 还是针对低级别胶质瘤的 T<sub>2</sub>-FLAIR 扫描都不能准确地描绘出胶质瘤的真实边界<sup>[5]</sup>, 在研究中我们发现以反映肿瘤代谢特征的 PET-CT 影像为基础所勾勒出的肿瘤边界均超出 MRI 所显示的肿瘤边界, 以 PET-CT 或 MRI 融合影像作为指导肿瘤切除的依据, 可以更好地实现最大程度安全切除肿瘤灶的手术原则。(3) 实时判断术中情况。iMRI 能够帮助术者客观评价肿瘤切除和残留程度, 避免主观

误判。张家墅等<sup>[6]</sup>发现, 即使临床经验丰富的术者行胶质瘤切除手术, 误判率仍高达 35.60%。(4) 提高全切除率。本组 49 例胶质瘤患者初次手术全切除率约为 34.69% (17/49), 而在 iMRI 联合神经导航辅助下实现的全切除率则为 46.94% (23/49), 最终影像学证实全切除率提高至 81.63% (40/49), 与之前的文献报道相一致<sup>[7]</sup>; 术中 iMRI 发现 32 例肿瘤残余, 其显著影响手术策略的构成比约为 65.31% (32/49), 表明具有较好的指导作用<sup>[8]</sup>。对于高级别胶质瘤患者, iMRI 可辅助切除更大范围的肿瘤实体, 有助于延缓复发、延长生存时间; 对于低级别胶质瘤患者, 肿瘤灶全切除的临床意义更显著, 可延长患者生存期或可能治愈<sup>[9]</sup>。(5) 指导术后辅助治疗。由于手术过程可引起血-脑脊液屏障的破坏, 术后 72 h 进行 MRI 检查可见明显的环形强化灶形成, 无法判断是否肿瘤残留。但是, iMRI 能够很好地解决这一难题, 可明确肿瘤切除情况及有无残留, 通过术后即刻 MRI 检查进而更好地指导辅助性放射治疗或药物化疗。(6) 降低术后并发症。据文献报道, 术中精确的导航技术与 iMRI 联合指引可使术后并发症明显降低<sup>[2]</sup>, 对于高级别胶质瘤, 扩大切除肿瘤灶只能使患者生存时间延长数周或数月, 但术后长期存在并发症将严重影响其生存质量, 而 iMRI 联合神经导航技术则能达到精确切除肿瘤灶、最小化损害神经功能, 提高患者生存质量的目的<sup>[10]</sup>。

然而, 由于胶质瘤弥漫浸润性生长之特点, iMRI 并不能显示肿瘤的实际边界, 低场强 iMRI 的假阳性率高达 16%<sup>[11]</sup>, 其原因是止血材料、血性聚积物、手术创伤或肿瘤残留等影像在 iMRI 上难以区分<sup>[12]</sup>, 因此行 iMRI 检查时须保持术野干净, 从而降低假阳性率。iMRI 其他不足之处包括: 价格昂贵不能在临床推广应用; 延长手术时间; 增加污染概率。但这些不足均可随着影像学技术的进步、操作步骤的熟练, 以及加强无菌管理等而得到改善。

iMRI 和神经导航实现了最大限度切除肿瘤和最小限度神经功能损伤之目的。多模态神经功能成像镜下导航技术融合了脑常规解剖、功能与代谢信息, 配合 iMRI 可准确定位残留肿瘤, 达到最大程度安全切除肿瘤, 其应用前景良好<sup>[10, 13]</sup>。虽然 iMRI 与神经导航联合应用为手术进行过程中提供了实时影像及精确定位, 但仍需术者作出正确的判断和选择。先进的工具发挥最佳功能仍依靠术者的准

确判断,技术应为术者所用。

### 参 考 文 献

- [1] Black PM, Moriarty T, Alexander E 3rd, et al. Development and implementation of intraoperative magnetic resonance imaging and its neurosurgical applications. *Neurosurgery*, 1997, 41:831-842.
- [2] Makary M, Chiocca EA, Erminy N, et al. Clinical and economic outcomes of low-field intraoperative MRI-guided tumor resection neurosurgery. *J Magn Reson Imaging*, 2011, 34:1022-1030.
- [3] Nimsy C, Ganslandt O, Buchfelder M, et al. Intraoperative visualization for resection of gliomas: the role of functional neuronavigation and intraoperative 1.5 T MRI. *Neurol Res*, 2006, 28:482-487.
- [4] Romano A, D'Andrea G, Calabria LF, et al. Pre- and intraoperative tractographic evaluation of corticospinal tract shift. *Neurosurgery*, 2011, 69:696-704.
- [5] Kinoshita M, Arita H, Goto T, et al. A novel PET index, <sup>18</sup>F-FDG-11C-Methionine uptake decoupling score, reflects glioma cell infiltration. *J Nucl Med*, 2012, 53:1701-1708.
- [6] Zhang JS, Chen XL, Li FY, et al. Influences of high-field intraoperative magnetic resonance imaging on the extent of resection in low-grade gliomas. *Zhonghua Yi Xue Za Zhi*, 2012, 92:1738-1741.[张家墅, 陈晓雷, 李昉晔, 等. 高场强术中磁共振对低级别胶质瘤切除程度的影响. *中华医学杂志*, 2012, 92:1738-1741.]
- [7] Xiao BX, Xu BN, Chen XL, et al. Assessment of complete resection of glioma by intraoperative high-field magnetic resonance imaging. *Zhonghua Shen Jing Wai Ke Za Zhi*, 2010, 26:320-322.[肖炳祥, 许百男, 陈晓雷, 等. 高场强术中磁共振成像对脑胶质瘤全切率的影响及其评估. *中华神经外科杂志*, 2010, 26:320-322.]
- [8] Maesawa S, Fujii M, Nakahara N, et al. Clinical indications for high-field 1.5T intraoperative magnetic resonance imaging and neuro-navigation for neurosurgical procedures: review of initial 100 cases. *Neurol Med Chir*, 2009, 49:340-349.
- [9] Bradley WG. Achieving gross total resection of brain tumors: intraoperative MR imaging can make a big difference. *AJNR Am J Neuroradiol*, 2002, 23:348-349.
- [10] Nimsy C, Kuhnt D, Ganslandt O, et al. Multimodal navigation integrated with imaging. *Acta Neurochir Suppl*, 2011, 109:207-214.
- [11] Darakchiev BJ, Tew JM Jr, Bohinski RJ, et al. Adaptation of a standard low-field (0.3-T) system to the operating room: focus on pituitary adenomas. *Neurosurg Clin N Am*, 2005, 16:155-164.
- [12] Ahn JY, Jung JY, Kim J, et al. How to overcome the limitations to determine the resection margin of pituitary tumours with low-field intra-operative MRI during trans-sphenoidal surgery: usefulness of Gadolinium-soaked cotton pledgets. *Acta Neurochir (Wien)*, 2008, 150:763-771.
- [13] Li KC, Liu JT. Ten-year advance of neuroimaging. *Zhongguo Xian Dai Shen Jing Ji Bing Za Zhi*, 2010, 10:123-126.[李坤成, 刘江海. 神经影像学十年进展. *中国现代神经疾病杂志*, 2010, 10:123-126.]

(收稿日期:2012-11-26)

## 2013 年神经内科学术活动信息

日期	会议名称	重点内容	地点	联系方式	联系人	邮政编码
2013 年 3 月 8-10 日	中华医学会放射学分会 2013 年头颈部影像学术年会暨头颈部影像解剖提高班	头颈部影像诊断进展、新技术的临床应用。重点讲解和讨论头颈部疾病临床诊断对影像学的需求、临床与影像学进展、存在的问题和未来发展方向,详细讲解头颈部影像解剖与解剖变异,以及在疾病诊断和治疗中的应用价值	北京	北京市东城区东交民巷 1 号北京同仁医院放射科 [Email: huling_pumch@hotmail.com; 电话: 18601955009]	胡凌	100730
2013 年 3 月 28-31 日	中国脑血管病大会 2013'	脑血管病急性期治疗;脑血管病一二级预防;脑血管病的血管内治疗;出血性脑血管病的诊断与治疗;少见脑血管病的诊断与治疗;脑血管病基础与转化医学研究或病例讨论(脑血管病治疗与康复)等内容	济南	www.sinostroke.org	—	—
2013 年 4 月 19-21 日	2013'(第三届)北京国际神经病学会议	基底动脉狭窄的诊断与治疗,脑出血,阿尔茨海默病,血管性痴呆,帕金森病,癫痫,线粒体、脂肪代谢及酶异常疾病,肌营养不良,脑卒中,运动神经元病,头痛,炎性肌肉病,多发性硬化,睡眠障碍,周围神经病和遗传发育性疾病,抑郁症,神经影像学,医学教育等	北京	北京市朝阳区大屯东保利金泉广场金泉家园 8 号楼 [Email: bien@htbr.cn; 电话: 13426074245]	钟金龙	100101
2013 年 6 月 27-30 日	天坛国际脑血管病会议 2013'	脑血管病相关基础研究、临床用药和临床试验、预防、康复、神经影像学、卒中单元等	北京	北京市朝阳区小营路 25 号房地置业大厦 606 室 [Email: t_isc@sina.com; 电话: (010)56831815]	—	100102