

脑干海绵状血管瘤术中扩散张量成像联合电生理学监测研究

孔东生 孙正辉 武琛 薛哲 王文鑫

【摘要】 **目的** 探讨术中扩散张量成像(DTI)联合电生理学监测在脑干海绵状血管瘤切除术中的应用价值。**方法** 共 39 例脑干海绵状血管瘤患者术中采用 DTI 和扩散张量纤维束示踪成像(DTT)追踪并重建锥体束,电生理学监测体感诱发电位、运动诱发电位和脑干听觉诱发电位变化。**结果** 39 例患者均顺利完成脑干海绵状血管瘤切除术,术中体感诱发电位异常 5 例(12.82%);运动诱发电位异常 6 例(15.38%),2 例(5.13%)经 DTI 证实锥体束体积减少;脑干听觉诱发电位无明显变化。术中 MRI 显示病变全切除 36 例(92.31%),次全切除 3 例(7.69%),术后临床症状改善 29 例(74.36%)、无明显变化 4 例(10.26%)、新发面瘫 3 例(7.69%)、运动障碍加重 2 例(5.13%),意识障碍合并肺部感染致死亡 1 例(2.56%)。术后平均随访 30 个月,Glasgow 预后分级 5 分 27 例(69.23%)、4 分 7 例(17.95%)、3 分 4 例(10.26%)、1 分 1 例(2.56%)。**结论** 术中联合应用 DTI 和电生理学监测有助于安全、有效地切除脑干海绵状血管瘤。

【关键词】 血管瘤,海绵状,中枢神经系统; 脑干; 磁共振成像; 诱发电位; 神经外科手术

Study on diffusion tensor imaging combined with electrophysiological monitoring in brain stem cavernous hemangioma resection

KONG Dong-sheng, SUN Zheng-hui, WU Chen, XUE Zhe, WANG Wen-xin

Department of Neurosurgery, Chinese PLA General Hospital, Beijing 100853, China

Corresponding author: SUN Zheng-hui (Email: szh301@sina.com)

【Abstract】 **Objective** To evaluate the clinical application value of diffusion tensor imaging (DTI) combined with electrophysiological monitoring in the resection of brain stem cavernous hemangioma (CM). **Methods** There were 39 patients with brain stem cavernous hemangioma. DTI was performed before and during the operation. Diffusion tensor tractography (DTT) was used to track fiber and reconstruct pyramidal tract. Intraoperative neurobehavioral monitoring was used to detect the changes of somatosensory-evoked potentials (SEP), motor-evoked potentials (MEP) and brain stem auditory-evoked potentials (BAEP). **Results** Of all the 39 patients, there was no significant change of BAEP during the operation, 5 patients (12.82%) had abnormal SEP, 6 cases (15.38%) had abnormalities in MEP monitoring, 2 cases (5.13%) had reduced volumes of pyramidal tract proved by DTI. Intraoperative MRI confirmed 36 cases (92.31%) had complete removal of lesions, and 3 cases (7.69%) had subtotal resection. There were improvement of clinical symptoms in 29 cases (74.36%), no obvious changes in 4 cases (10.26%), postoperative facial paralysis in 3 cases (7.69%), worsened movement disorder in 2 cases (5.13%), death due to disorder of consciousness and pulmonary infection in one case (2.56%). Postoperative follow-up was 30 months in average. Glasgow Outcome Scale (GOS) showed 27 cases (69.23%) of Grade 5, 7 cases (17.95%) of Grade 4, 4 cases (10.26%) of Grade 3, and one case (2.56%) of Grade 1. **Conclusions** Combined use of intraoperative DTI and electrophysiological monitoring can safely and effectively remove brain stem cavernous hemangioma.

【Key words】 Hemangioma, cavernous, central nervous system; Brain stem; Magnetic resonance imaging; Evoked potentials; Neurosurgical procedures

This study was supported by Beijing Science and Technology Plan Project (No. Z141107002514052).

doi:10.3969/j.issn.1672-6731.2017.05.010

基金项目:北京市科技计划项目(项目编号:Z141107002514052)

作者单位:100853 北京,解放军总医院神经外科

通讯作者:孙正辉(Email:szh301@sina.com)

脑干作为生命中枢,其内密布神经核团和神经传导束,支配包括呼吸、循环等重要功能在内的多种生理活动,脑干区域通常列为手术禁区。脑干海绵状血管瘤(CM)一旦破裂出血则压迫脑干组织,处理较为棘手^[1],且预后不佳。因此,早期手术并减少手术并发症是治疗脑干海绵状血管瘤的关键。本研究回顾分析 2009 年 12 月-2016 年 1 月在解放军总医院神经外科进行手术治疗的 39 例脑干海绵状血管瘤患者的临床资料,探讨术中扩散张量成像(DTI)联合电生理学监测的应用价值。

对象与方法

一、研究对象

39 例脑干海绵状血管瘤患者,男性 23 例,女性 16 例;年龄 14~58 岁,平均(40.32±13.48)岁;病程 2 天至 16 个月,中位病程 4.00(2.50,7.00)个月;临床主要表现为头痛 3 例(7.69%),饮水呛咳 9 例(23.08%),言语不清 4 例(10.26%),听力减退 3 例(7.69%),视力下降 2 例(5.13%),复视 8 例(20.51%),面瘫 11 例(28.21%),共济失调 9 例(23.08%),肌力下降 20 例(51.28%),感觉障碍 26 例(66.67%);入院时 Glasgow 昏迷量表(GCS)评分 9~15 分,平均(12.37±1.45)分。术前头部 MRI 显示,海绵状血管瘤均为单发;病变位于延髓 3 例(7.69%),脑桥延髓交界区 7 例(17.95%),脑桥 16 例(41.03%),中脑脑桥交界区 1 例(2.56%),脑桥臂(小脑中脚)2 例(5.13%),中脑 10 例(25.64%);病变最大径 4~21 mm,平均(13.46±4.11)mm。所有患者均行脑干海绵状血管瘤切除术,术中联合应用 DTI 和电生理学监测。

二、研究方法

1. 术前 MRI 检查及锥体束测量 采用德国 Siemens 公司生产的 Espree 1.5T 超导型 MRI 扫描仪,梯度场强 45 mT/m,16 通道头部线圈。(1) T_1WI :重复时间(TR)1650 ms、回波时间(TE)3.02 ms,扫描视野(FOV)250 mm×250 mm,矩阵 256×256,激励次数(NEX)1 次,扫描层厚 1 mm、层间距 1 mm,扫描时间 318 s,共 176 层,扫描范围覆盖自颅底至颅顶全部脑组织。(2) T_2WI :重复时间 5500 ms、回波时间 93 ms,扫描视野 230 mm×230 mm,矩阵 288×224,激励次数 1 次,扫描层厚为 3 mm、层间距 3 mm,扫描时间为 128 s,共 30 层,扫描范围覆盖病变脑组织。(3)DTI:采用扩散加权自旋回波单次激发回波平面

成像(DW-SE-sshEPI),重复时间 6218 ms、回波时间 105 ms,扫描视野 251 mm×251 mm,矩阵 128×128,激励次数 4 次,扫描层厚 3 mm、层间距 0 mm,扫描时间 432 s,共 40 层,范围覆盖自颅底至颅顶全部脑组织。(4) T_1WI 增强扫描:静脉滴注钆喷酸葡胺注射液(马根维显)469.01 mg/ml×15 ml,余参数同 T_1WI 。

2. 术中电生理学监测 采用美国 Natus 公司生产的 Xitek 神经电生理监护仪。体感诱发电位(SEP)刺激电极置于踝关节胫神经和腕关节尺神经,参考电极置于前额部;刺激参数:上肢刺激强度 20 mA、下肢 30 mA,刺激频率 3.50 Hz,刺激间期 0.10 ms,带通 1000 Hz,灵敏度 1 μV 。运动诱发电位(MEP)刺激电极置于眼轮匝肌、口轮匝肌和咬肌,参考电极置于前额部;刺激参数:刺激强度 20 mA,每次刺激连续 5 串,刺激间期 300 ms,带通 1000 Hz,灵敏度 50 μV ,分析时间 100 ms。脑干听觉诱发电位(BAEP)采用针状电极,刺激电极置于双侧耳后乳突或耳垂,泡沫耳塞予短声刺激,参考电极置于头皮中央顶区,接地电极置于颞叶;刺激参数:刺激强度 100 dB,刺激频率 11.70 Hz,带通 1000 Hz,灵敏度 0.50 μV ,刺激时间 15 ms。

3. 术中 MRI 检查及锥体束重建 所有患者于气管插管全身麻醉后行 MRI 检查以更新数据,影像学数据经局域网传输至导航计划工作站(德国 Brainlab 公司),于手术显微镜下投射在脑表面不同颜色代表不同结构,避开运动、感觉传导束等重要神经传导通路,选择适宜手术入路。对于行后正中入路的患者,通过脑干表面电刺激(BSM)第四脑室底部以定位面丘。将重复性良好、波幅稳定的波形作为基线。定位病变后,于病变周围寻找淡黄色的神经胶质增生带,即含铁血黄素沉积区域,沿此区域完整切除病变,避免直接切除畸形血管团致难以处理的出血。术中电生理学监测到诱发电位异常变化时,提醒术者暂缓操作,待诱发电位恢复正常后再继续操作;若电生理学监测变化明显,则行术中 MRI 检查。将 T_1WI 图像和 DTI 图像融合,由富有经验的影像科医师和神经外科医师共同定位兴趣区(ROI)于双侧大脑脚,扩散张量纤维束示踪成像(DTT)追踪双侧传导束,观察手术切除过程中是否损伤神经传导通路并判断预后;若电生理学监测无明显变化,则全切除病变后,常规行术中 MRI 检查,观察是否达到影像学意义的完整切除,是否存在血肿等严重手术并发症,同时通过 DTI 重建锥体束,观

察是否损伤神经传导通路并判断预后。术中 MRI 联合电生理学监测确定病变未全切除,则重新制定手术计划,标记病变及其他重要结构,再次导入术中导航系统,直至全切除病变。

4. 评价指标 (1)安全性评价:记录术中 MRI 和电极针刺等相关不良事件,以及手术相关和术后并发症发生情况。(2)疗效评价:采用 Glasgow 预后分级(GOS)评价预后,5分,恢复良好,可正常生活或遗留轻度缺陷;4分,轻残,可生活自理;3分,重残,不能生活自理;2分,植物状态生存;1分,死亡。

结 果

本组 39 例患者均手术切除脑干海绵状血管瘤并经术后病理学证实。术中电生理学监测体感诱发电位异常 5 例(12.82%),均波幅降低 $\leq 50\%$;运动诱发电位异常 6 例(15.38%),3 例波幅降低 $> 50\%$,经 DTI 重建锥体束后 2 例波幅仍未恢复正常,术中 DTI 证实锥体束体积减少,结束手术;脑干听觉诱发电位无明显变化。术中 MRI 显示病变全切除 36 例(92.31%),次全切除 3 例(7.69%),术后临床症状改善 29 例(74.36%)、无明显变化 4 例(10.26%)、新发面瘫 3 例(7.69%)、运动障碍加重 2 例(5.13%)、意识障碍合并肺部感染致死亡 1 例(2.56%)。

术后随访 3 个月至 5 年、平均 30 个月,GOS 评分 5 分 27 例(69.23%)、4 分 7 例(17.95%)、3 分 4 例(10.26%)、1 分 1 例(2.56%)。2 例运动障碍加重患者部分功能恢复;3 例面瘫患者中 2 例面部感觉有所好转,1 例面部运动仍较差,右侧眼睑闭合不全,出院 1 年后症状好转;余 33 例预后良好。

典型病例

患者 女性,29 岁,主因右上肢和右侧面部麻木伴吞咽困难 2 d 余,于 2015 年 8 月 21 日入院。患者 2 d 前无明显诱因出现右上肢和右侧面部麻木感,口角稍向右侧偏斜,右眼闭目无力,鼓腮右侧漏气,伴吞咽困难,无饮水呛咳,无肢体无力。患者自发病以来,精神一般,睡眠尚可,不能饮食,大小便正常,体重无明显变化。既往史、个人史及家族史均无特殊。入院后体格检查:神志清楚,语言欠流利;双侧瞳孔等大、等圆,直径约 2.50 mm,对光反射正常,复视,眼球外展受限;右上肢痛温觉和轻触觉减退,双手快复轮替动作、指鼻试验和双侧跟-膝-胫试验欠稳准,直线行走试验阳性;病理反射未引出,

脑膜刺激征阴性。实验室检查各项指标均于正常值范围。头部 MRI 显示,延髓背侧占位性病变(图 1a, 1b)。临床诊断为脑干海绵状血管瘤。遂于 2015 年 8 月 26 日行术中 MRI 导航下延髓背侧占位性病变切除术。患者俯卧位,气管插管全身麻醉,术中通过 DTI 追踪纤维束(图 1c),Mayfield 立体定位头架(美国 Integra 公司)固定头部,注册导航系统后行电生理学基线监测(图 1d)。经枕后正中入路切开头皮,颅骨钻孔,根据手术显微镜下投射在脑表面不同颜色定位病变(图 1e)、“Y”形剪开硬脑膜,沿小脑下蚓部进入第四脑室。术中面神经监测提示病变紧邻面神经核,左侧面神经核受压向右侧移位,遂尽量远离面神经核切开脑桥,沿手术入路进入约 0.50 cm 后可见陈旧性血肿,吸除血肿后方显示病变,病变呈黑褐色、团块状,手术离断供血动脉,沿含铁血黄素沉积层剥离病变,分块切除,术中电生理学监测显示左侧脑干听觉诱发电位 V 波消失(图 1f),通过 DTI 重建纤维束提示锥体束体积缩小(图 1g),常规 MRI 提示病变全切除(图 1h, 1i),术后病理学证实脑干海绵状血管瘤。予盐酸万古霉素 500 mg 加入 250 ml 生理盐水中静脉滴注(2 次/d)预防感染,盐酸法舒地尔 30 mg 加入 250 ml 生理盐水中静脉滴注(2 次/d)控制血压,注射用血凝酶(巴曲亭)2 U 静脉滴注(2 次/d)预防术区出血,甘露醇 50 g 静脉滴注(1 次/8 h)降低颅内压。术后咳嗽反射较差,延迟 2 d 后拔除气管插管,常规经鼻腔、口腔吸痰,盐酸氨溴索 30 mg 入壶(2 次/d)和盐酸氨溴索 30 mg 加入 5 ml 生理盐水中雾化吸入(3 次/d),预防术后坠积性肺炎。术后即刻自觉感觉障碍加重,复查头部 CT 提示病变全切除,无出血和脑水肿(图 1j)。患者共住院 18 d,出院时感觉功能恢复正常。出院后随访 1 年,GOS 评分 5 分。

讨 论

海绵状血管瘤血管壁通常为单层内皮细胞,缺少正常血管肌层和弹力层^[2]。流行病学调查研究显示,颅内海绵状血管瘤发病率为 0.4%~0.9%,其中 9%~35%发生于脑干^[3]。脑干海绵状血管瘤年出血率 0.6%~6.0%,再出血率高达 4.5%~60.0%^[4-5],若不及时处理,可因反复出血致神经功能障碍进行性加重。脑干解剖学位置狭小,其内密布重要神经核团和神经传导束,若在尽量不干扰周围脑组织的前提下完整切除病变,预防出血和复发^[6],不仅需要

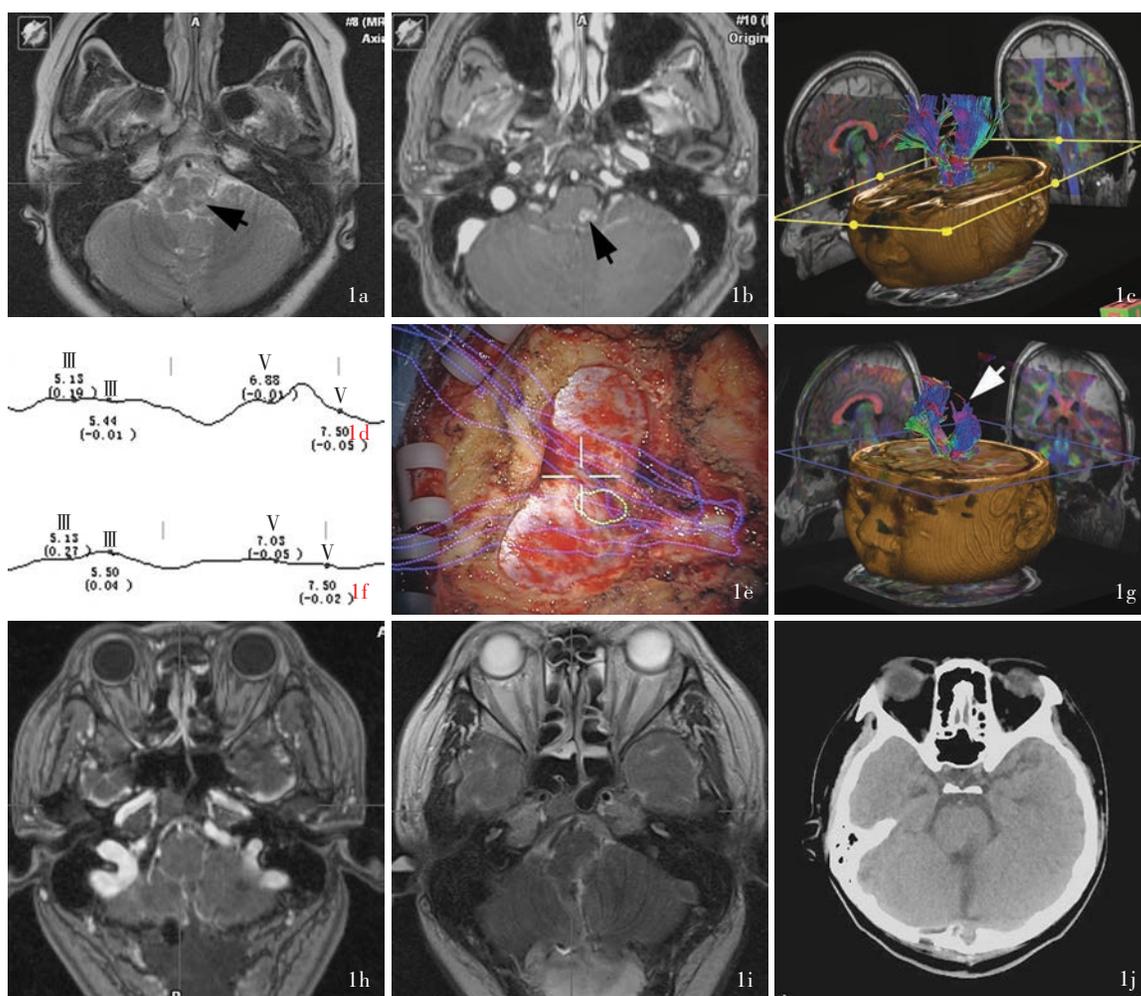


图 1 头部影像学 and 电生理学检查所见 1a 术前横断面 T₂WI 显示,延髓背侧偏左高信号影(箭头所示) 1b 术前横断面增强 T₁WI 显示,延髓背侧偏左混杂信号影(箭头所示) 1c 术前 DTI 显示,锥体束体积和走行均正常 1d 术前脑干听觉诱发电位显示波形略差,Ⅲ波未引出(潜伏期为 5.13 和 5.44 ms,波幅为 0.19 和 -0.01 μV) 1e 术中去除骨瓣,根据术前 DTI 在硬脑膜上的投影确定运动传导束(蓝色区域所示)和感觉传导束(紫色区域所示)与病变(绿色区域所示)的毗邻关系 1f 术中脑干听觉诱发电位显示,Ⅲ波(潜伏期为 5.13 和 5.50 ms,波幅为 0.27 和 0.04 μV)和 V 波(潜伏期为 7.03 和 7.50 ms,波幅为 -0.05 和 -0.02 μV)均未引出 1g 术中 DTI 显示,左侧锥体束体积较术前明显减少(箭头所示) 1h 术中横断面增强 T₁WI 显示,病变全切除,术区无出血 1i 横断面 T₂WI 显示,病变全切除,术区无出血 1j 术后复查 CT 显示,病灶切除,术区周围未见出血和脑水肿

Figure 1 Imaging and electrophysiological findings Preoperative axial T₂WI showed high-intensity signal in left dorsal medulla (arrow indicates, Panel 1a). Preoperative axial enhanced T₁WI showed mixed signals in left dorsal medulla (arrow indicates, Panel 1b). Preoperative DTI showed the volume and traveling of pyramidal tract were normal (Panel 1c). Preoperative BAEP showed the waveform was slightly worse than normal, and Ⅲ wave (latency: 5.13 and 5.44 ms, amplitude: 0.19 and -0.01 μV) was not elicited (Panel 1d). After removing the bone, preoperative DTI projected on cerebral dura mater located motor tract (blue areas indicate), sensory tract (purple areas indicate) and the anatomical relation with lesion (green areas indicate, Panel 1e). Intraoperative BAEP showed Ⅲ wave (latency: 5.13 and 5.50 ms, amplitude: 0.27 and 0.04 μV) and V wave (latency: 7.03 and 7.50 ms, amplitude: -0.05 and -0.02 μV) were not elicited (Panel 1f). Intraoperative DTI displayed the volume of left pyramidal tract was reduced compared with preoperation (arrow indicates, Panel 1g). Intraoperative axial enhanced T₁WI (Panel 1h) and axial T₂WI (Panel 1i) showed that the lesion was resected completely with no surgical bleeding. Postoperative CT showed the lesion was removed with no edema or bleeding (Panel 1j).

医师具备丰富的临床经验,而且术中辅助技术的充分应用亦不可或缺^[7]。

DTI 作为功能影像学技术,通过观察水分子扩散程度,清晰显示神经传导束在脑干中的走行及其在空间的三维形态^[8],从而直观展示海绵状血管瘤

与神经纤维的位置关系,了解病变对纤维传导束的压迫情况。DTT 可以直观显示肿瘤和邻近神经纤维束,特异性显示神经纤维束的空间三维形态、走行及其与肿瘤的位置关系^[9],实现载体无创性示踪神经纤维束,较结构性影像学可以更清晰地显示脑干

海绵状血管瘤的病变特点,用于术中 MRI 导航下精准切除病变,从而减少对神经纤维束的损伤。

术中电生理学监测是有效降低手术导致神经损害的方法之一^[10],相对于影像学检查仅能提供神经解剖学信息,电生理学监测可以提供部分神经功能信息,术中用于对损伤神经所支配的体表部位进行诱发电位监测^[11],其中,体感诱发电位作用于位于脑干背侧的感觉传导通路^[12]、运动诱发电位作用于脑干腹侧的锥体束、脑干听觉诱发电位作用于听觉传导通路及其相应神经中枢可以作为监测脑干功能的客观指标^[13],三者联合应用能够更敏感、客观地监测脑干功能,在术中给术者提供实时诱发电位信息,从而实时、动态了解患者神经功能的完整性,最大限度降低术后神经功能缺损的风险。

在本研究中,我们术中联合应用 DTI 和电生理学监测,实现对脑干及其周围神经传导束的实时精确定位^[8,14],确定病变与神经传导束的位置关系,根据术前 DTI 图像重建纤维束,制定手术计划,采用多模态影像学融合技术同时标记病变及其他重要神经结构^[15],选择无神经传导束的脑干作为手术安全区域^[16],采用术中电生理学监测对面丘和第四脑室底部同时进行电刺激,确定手术切口^[17]。若电生理学监测提示感觉或运动功能异常,重新行术中 DTI 以重建纤维束,并与术前 DTI 图像进行对比,以明确手术过程中神经传导束的变化,确定神经损伤情况。术中二者联合应用有助于术者在破坏感觉或运动传导通路的突发情况下及时改变手术策略,避免进一步神经损伤^[18]。在本研究中,对于脑深部病变、易残留病变进行术中常规 MRI 检查,扫描序列包括 T₁WI, T₂WI 和增强 T₁WI,为确定病变是否完全切除提供较好的解决方案,最终实现对神经功能最大限度保护和病变全切除。

在本组患者治疗过程中我们亦发现,术中电生理学监测结果可以在一定程度上用于评价神经纤维束损伤程度,联合 DTI 和 DTT,能够更准确地预测患者预后。目前多数学者认为,术中诱发电位出现下述情况中任何一种:体感诱发电位波幅低于 50% 基线水平或潜伏期较术前延长 10%,运动诱发电位波幅低于 50% 基线水平,脑干听觉诱发电位出现 I、III 或 V 波波幅低于 50% 基线水平甚至消失,均提示脑干重要功能结构损伤^[19]。本组 39 例患者中 11 例术中电生理学监测异常,其中 3 例较术前变化明显,同时行 DTI 扫描显示锥体束明显减少,提示患

者预后不良,术后患者运动障碍加重;余 8 例术后出现不同程度神经功能缺损,部分恢复正常。

尽管 DTI 联合电生理学监测可以贯穿脑干海绵状血管瘤切除术的始终,且对术者有明显帮助、可以提高手术疗效,但在应用过程中仍发现二者各有其不足之处,电生理学监测显示客观指标未达神经损伤标准但实际存在神经损伤的可能^[20-21],例如本组有 1 例患者脑干听觉诱发电位显示 V 波波幅未降低至基线水平 50% 以下,但 DTI 扫描提示神经传导束减少,究其原因可能是由于术中电生理学监测对环境要求苛刻,患者体温、术者操作、麻醉药物选择和监测人员的熟练程度均影响监测结果;而 DTI 仅从脑干横断面判断手术前后神经传导束数目变化。对于更细微的诱发电位波形异常和神经传导束体积变化及其与感觉和运动功能的关系,尚待术中多模式电生理学监测联合 DTI 进一步深入研究。

参 考 文 献

- [1] Ramina R, Mattei TA, de Aguiar PH, Meneses MS, Ferraz VR, Aires R, Kirchoff DF, de Carvalho Kirchoff D. Surgical management of brainstem cavernous malformations. *Neurol Sci*, 2011, 32:1013-1028.
- [2] Zu CH, Li ZQ, Ma SC, Wang LG, Shi XE, Yang J. Select the surgical timing of pontis cavernous hemangioma and the choice of surgical approach. *Zhongguo Yi Kan*, 2014, 49:115-117. [祖朝辉, 李志强, 马顺昌, 王利国, 石祥恩, 杨军. 脑桥海绵状血管瘤手术时机的把握及手术入路的选择. *中国医刊*, 2014, 49:115-117.]
- [3] Kupersmith MJ, Kalish H, Epstein F, Yu G, Berenstein A, Woo H, Jafar J, Mandel G, De Lara F. Natural history of brainstem cavernous malformations. *Neurosurgery*, 2001, 48:47-53.
- [4] Walcott BP, Choudhri O, Lawton MT. Brainstem cavernous malformations: natural history versus surgical management. *J Clin Neurosci*, 2016, 32:164-165.
- [5] Wang CC, Liu A, Zhang JT, Sun B, Zhao YL. Surgical management of brain-stem cavernous malformations: report of 137 cases. *Surg Neurol*, 2003, 59:444-454.
- [6] Porter RW, Detwiler PW, Spetzler RF, Lawton MT, Baskin JJ, Derksen PT, Zabramski JM. Cavernous malformations of the brainstem: experience with 100 patients. *J Neurosurg*, 1999, 90:50-58.
- [7] Abila AA, Lekovic GP, Turner JD, de Oliveira JG, Porter R, Spetzler RF. Advances in the treatment and outcome of brainstem cavernous malformation surgery: a single-center case series of 300 surgically treated patients. *Neurosurgery*, 2011, 68:403-414.
- [8] Faraji AH, Abhinav K, Jarbo K, Yeh FC, Shin SS, Pathak S, Hirsch BE, Schneider W, Fernandez-Miranda JC, Friedlander RM. Longitudinal evaluation of corticospinal tract in patients with resected brainstem cavernous malformations using high-definition fiber tractography and diffusion connectometry analysis: preliminary experience. *J Neurosurg*, 2015, 123:1133-1144.
- [9] Li DJ, Zhong P, Zhang GP, Jia XF, Liu L. The value of combined use of 1.5T MRI BOLD-fMRI and DTI in intracranial tumors. *Guizhou Yi Yao*, 2015, 39:517-519. [李德炯, 钟平, 张国平, 贾晓峰, 刘路. 1.5T MRI BOLD-fMRI 与 DTI 在颅内肿瘤联合应用的

- 价值. 贵州医药, 2015, 39:517-519.]
- [10] Wu JS, Xu G, Mao Y, Liang WM, Pan L, Zhou LF. The clinical practice of intraoperative neurophysiological monitoring in Shanghai Huashan Hospital. *Zhongguo Xian Dai Shen Jing Ji Bing Za Zhi*, 2012, 12:660-668.[吴劲松, 许耿, 毛颖, 梁伟民, 潘力, 周良辅. 华山医院术中神经电生理监测临床实践规范介绍. 中国现代神经疾病杂志, 2012, 12:660-668.]
- [11] Motoyama Y, Nakagawa I, Takatani T, Park HS, Kotani Y, Tanaka Y, Gurlung P, Park YS, Nakase H. Microvascular decompression for glossopharyngeal neuralgia using intraoperative neurophysiological monitoring: technical case report. *Surg Neurol Int*, 2016, 7(Suppl 2):28-35.
- [12] Ling GY, Chen WD. Research progress of diagnosis and treatment of solid hemangioblastoma in posterior fossa. *Zhongguo Yi Xue Chuang Xin*, 2016, 13:145-148.[凌国源, 陈文斗. 后颅窝实质性血管母细胞瘤的诊治研究进展. 中国医学创新, 2016, 13:145-148.]
- [13] Ren EP, Ren ZX, Wang WQ, Li WJ, Xu MY. The value of brainstem auditory evoked potentials in judging the consciousness of patients with craniocerebral injury. *Zhongguo Shi Yong Shen Jing Ji Bing Za Zhi*, 2016, 19:92-93.[任二朋, 任增玺, 王万卿, 李万军, 许梦雅. 脑干听觉诱发电位对颅脑损伤病人意识判断的价值. 中国实用神经疾病杂志, 2016, 19:92-93.]
- [14] Maurer AJ, Bonney PA, Strickland AE, Safavi-Abbasi S, Sughrue ME. Brainstem cavernous malformations resected via miniature craniotomies: technique and approach selection. *J Clin Neurosci*, 2015, 22:865-871.
- [15] Kong DS, Sun ZH, Wu C, Jiang JL, Xue Z, Ma YD, Wang WX, Cheng L, Zhang ZZ. Clinical application of intraoperative MRI navigation in microsurgical resection of cerebral arteriovenous malformations located near the main functional areas. *Zhongguo Xian Dai Shen Jing Ji Bing Za Zhi*, 2016, 16:839-844.[孔东生, 孙正辉, 武琛, 姜金利, 薛哲, 马玉栋, 王文鑫, 程林, 张治中. 术中磁共振导航技术在脑功能区周围动-静脉畸形切除术中的应用. 中国现代神经疾病杂志, 2016, 16:839-844.]
- [16] Cavalcanti DD, Preul MC, Kalani MY, Spetzler RF. Microsurgical anatomy of safe entry zones to the brainstem. *J Neurosurg*, 2016, 124:1359-1376.
- [17] Bertalanffy H, Tissira N, Krayenbühl N, Bozinov O, Sarnthein J. Inter- and inpatient variability of facial nerve response areas in the floor of the fourth ventricle. *Neurosurgery*, 2011, 68(1 Suppl Operative):23-31.
- [18] McLaughlin N, Kelly DF. Corticospinal tractography as a prognosticator for motor improvement after brainstem cavernoma resection. *Br J Neurosurg*, 2013, 27:108-110.
- [19] Steinberg GK, Chang SD, Gewirtz RJ, Lopej JR. Microsurgical resection of brainstem, thalamic, and basal ganglia angiographically occult vascular malformations. *Neurosurgery*, 2000, 46:260-270.
- [20] Zhang GJ, Yang WD, Yu Q, Wang ZG, Liu Y, Chen ZJ, Miao XL, Sun JK. Clinical application of electrophysiologic monitoring in surgical treatment of glioma locating in gyri centrales or the adjacent area. *Zhongguo Xian Dai Shen Jing Ji Bing Za Zhi*, 2011, 11:620-626.[张广健, 杨卫东, 毓青, 王增光, 刘阳, 陈旨娟, 苗兴路, 孙即奎. 电生理监测在中央回及其相邻区域胶质瘤手术中的临床应用. 中国现代神经疾病杂志, 2011, 11:620-626.]
- [21] Wei WY, Yang XP, Li JX. Roles of neuroelectrophysiological monitoring in intracranial aneurysm embolization. *Zhongguo Nao Xue Guan Bing Za Zhi*, 2015, 12:72-77.[魏文渊, 杨小朋, 李建新. 电生理监测在颅内动脉瘤栓塞术中的作用. 中国脑血管病杂志, 2015, 12:72-77.]

(收稿日期:2017-03-03)

第八届世界华人神经外科学术大会征文通知

由世界华人神经外科协会、北京市神经外科研究所和北京王忠诚医学基金会联合主办,江西省医学会神经外科学分会和南昌大学第一附属医院承办的第八届世界华人神经外科学术大会拟定于2018年5月11-13日在江西省南昌市召开。大会自2004年举办以来,每两年一次,已成功举办7届,成为世界华人神经外科规模最大、水平最高的盛会。欢迎全国神经外科同道积极参会,踊跃投稿。

1. 征文内容 中枢神经系统肿瘤、脑血管病、颅脑创伤、神经外科重症管理、功能神经外科、脊柱脊髓疾病、小儿神经外科、先天性疾病、神经介入、神经内镜、护理、基础研究(含转化医学)等基础与临床研究。

2. 征文要求 具有一定创新性、科学性,尚未在国内外公开发表的论文摘要1份,字数800~1000字,请按照目的、方法、结果、结论四部分格式书写,并于文题下注明作者和通讯作者姓名、单位(含科室)、联系方式、邮政编码、Email和基金资助项目。

3. 投稿方式 (1)网上投稿途径:请登录会议官方网站 icfns.cnming.com(将于近期上线)在线注册并投稿。(2)Email投稿:请发送至 master@icfns.com。

4. 截稿日期 2018年2月28日。

5. 联系方式 联系人:何乐,汪阳,郑苏月。联系电话:(010)67022886和67028663,13970966877,18507915590。详情请登录会议官方网址 <http://icfns.cnming.com>(将于近期上线)。