

. 论 著 .

3D Slicer 三维重建技术联合 LSR 监测在面肌痉挛 微血管减压术中的应用

刘 璐 王春琳 刘家传 徐 燊 柯 慧 袁 杰 胡满苗

【摘要】目的 探讨 3D Slicer 三维重建技术联合侧向扩散反应(LSR)监测在面肌痉挛(HFS)微血管减压术(MVD)中的应用效果。**方法** 回顾性分析 2015 年 4 月至 2021 年 6 月 3D Slicer 三维重建技术联合 LSR 监测下行 MVD 治疗的 40 例 HFS 的临床资料。术前行 3D-FIESTA 和 3D-TOF MRA 检查,根据 3D-Slicer 软件三维重建结果进行术前评估,术中行 LSR 监测。**结果** 3D-FIESTA 和 3D-TOF MRA 检查判断神经血管关系、识别责任血管与术中所见的一致性一般(K 值分别为 0.389、0.492; $P<0.05$),3D Slicer 三维重建技术判断神经血管关系、识别责任血管与术中所见的一致性较好(K 值分别为 0.691、0.778; $P<0.001$)。术中 LSR 消失 33 例,LSR 未消失 7 例。术后随访 1 年,术中 LSR 消失病人有效率(96.7%,32/33)较 LSR 未消失病人(57.1%,4/7)明显增高($P<0.05$)。**结论** 对 HFS 病人,3D Slicer 三维重建技术有助于提高术前判断神经血管关系、识别责任血管的准确率,术中 LSR 监测有助于评估病人的预后。

【关键词】 面肌痉挛;微血管减压术;3D Slicer 三维重建技术;侧向扩散反应

【文章编号】 1009-153X(2023)03-0160-04 **【文献标志码】** A **【中国图书资料分类号】** R 745.1⁺2; R 651.1⁺1

Application of 3D reconstruction technique using 3D Slicer software combined with LSR monitoring to microvascular decompression for patients with hemifacial spasm

LIU Lu¹, WANG Chun-lin², LIU Jia-chuan², XU Shen², KE Hui², YUAN Jie², HU Man-miao². 1. PLA Clinical College, Anhui Medical University, Hefei 230001, China; Department of Neurosurgery, The 901st Hospital of Joint Logistic Support Force, PLA, Hefei 230001, China

【Abstract】Objective To investigate the application value of 3D reconstruction using 3D Slicer software combined with lateral diffusion response (LSR) monitoring to microvascular decompression (MVD) for patients with hemifacial spasm (HFS). **Methods** The clinical data of 40 patients with HFS who were treated with MVD under guidance of 3D reconstruction technique using 3D Slicer software combined with LSR monitoring from April 2015 to June 2021 were retrospectively analyzed. Preoperative 3D-FIESTA and 3D-TOF MRA examinations were performed. Preoperative evaluation was performed according to the 3D reconstruction results of 3D-Slicer software, and intraoperative LSR monitoring was performed. **Results** For determining the neurovascular relationship and identifying the responsible vessels, the results of 3D-FIESTA and 3D-TOF MRA were generally consistent with intraoperative findings (K values were 0.389 and 0.492, respectively; $P<0.05$), while 3D reconstruction technique using 3D Slicer software was in good agreement with intraoperative findings (K values were 0.691 and 0.778, respectively; $P<0.001$). LSR disappeared in 33 patients and did not in 7 patients during the operation. The one-year follow-up showed that the effective rate of patients with LSR disappearance (96.7%, 32/33) was significantly higher than that (57.1%, 4/7) of patients without LSR disappearance ($P<0.05$). **Conclusions** For patients with HFS undergoing MVD, 3D reconstruction technique using 3D Slicer software can improve the accuracy of identifying neurovascular relationship and responsible vessels before the surgery, and intraoperative LSR monitoring can help evaluate the patients prognoses.

【Key words】 Hemifacial spasm; microvascular decompression; 3D slicer software; Lateral spread response

面肌痉挛(hemifacial spasm, HFS)主要是面神经

根部出脑干区受到血管压迫而引起的,特征性表现为单侧面部肌肉的阵发性非随意强直阵挛收缩,通常始于眼轮匝肌,并扩散到其他面部肌肉^[1,2]。微血管减压术(microvascular decompression, MVD)是 HFS 最常用的外科治疗方案^[3-6],而 MVD 存在一定的手术风险,所以术前应仔细评估 MVD 的有效性和安全性^[7]。本文探讨 3D Slicer 三维重建技术联合术中电生理监测在 HFS 病人 MVD 中的应用价值。

doi:10.13798/j.issn.1009-153X.2023.03.005

基金项目:安徽省重点研究和开发计划项目(201904a07020108)

作者单位:230001 合肥,安徽医科大学解放军临床学院(刘 璐、王春琳);230001 合肥,中国人民解放军联勤保障部队第九〇一医院神经外科(王春琳、刘家传、徐 燊、柯 慧、袁 杰、胡满苗)

通讯作者:王春琳, E-mail: sprlin1105@126.com

1 资料与方法

1.1 病例选择标准 纳入标准:①单侧面部抽搐;②在我院行MVD;③经病人同意且经医院伦理委员会同意;④病人的病情基本稳定。排除标准:①并发其他颅神经性疾病;②继发性面肌痉挛;③合并严重心脑血管疾病,合并肝肾肺功能不全;④严重语言障碍、听力障碍。

1.2 研究对象 回顾性分析2015年4月至2019年6月电生理监测下MVD治疗的40例HFS的临床资料,其中男15例,女25例;年龄31~70岁,平均(49.3±9.7)岁;左侧16例,右侧24例。

1.3 影像学检查及3D Slicer三维重建 术前均行3D-FIESTA和3D-TOF MRA检查。将DICOM图像数据导入3D Slicer软件进行三维可视化重建(图1)。神经血管关系分为三种^[8]:缺席、接触和压迫,其中压迫被定义为血管在接触水平上引起神经角度变化或移位。

1.4 治疗方法 均采用枕下乙状窦后入路手术。术中持续应用侧向扩散反应(lateral diffusion response, LSR)和脑干听觉诱发反应监测。先去除颅骨形成骨窗,剪开硬脑膜,充分释放脑脊液,显露后组颅神经和面听神经,锐性分离、切断神经周围的蛛网膜,探查面神经在根部,使用LSR监测技术确认责任血管,在每个可疑的血管与面神经根之间放置适量的Teflon棉进行减压(图2),再次确认没有血管压迫后,缝合硬脑膜,还纳颅骨。

1.5 术中电生理监测技术 术中使用美敦力Nim-Eclipse 32系统监测LSR。麻醉诱导后,用刺激电极刺激面神经颞支或下颌缘支,在颞肌或眼轮匝肌插入记录电极记录肌电图。电刺激由0.2 ms方波脉冲组成,滤波30~3 000 Hz,持续时间2 ms,电流30~100 mA。分别在硬脑膜剪开前、释放脑脊液及分离蛛网膜、血管分离移位和置入Teflon棉及缝合硬脑膜后记录基线LSR,同时需要在手术全程进行LSR监测。如果面神经成功完成减压,LSR波形立即消失,由于LSR波具有稳定的潜伏期,仍需增加刺激强度直至最大刺激强度100 mA,若依旧无法记录波形,则判断LSR消失。如果LSR在减压过程或减压完成后中持续存在,并持续5 min不受干扰,则需要进一步的勘探和更充分的减压。

1.6 疗效评价标准^[9] 显效,面部抽搐等症状显著改善;有效,面部抽搐等症状部分改善;无效,面部抽搐等没有明显的改善,甚至出现加重。

1.7 统计学方法 采用SPSS 23.0软件进行分析;计数资料采用 χ^2 检验;采用Kappa一致性检验评价一致程度,根据K值分为好(≥ 0.75)、一般(0.40~0.74)和差(< 0.40); $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 神经血管关系和责任血管的判定 术中发现,血管与神经关系为压迫36例、接触3例、缺席1例;责任血管为小脑前下动脉21例、小脑后下动脉6例、小脑前下动脉和椎动脉6例、小脑后下动脉5例、椎动

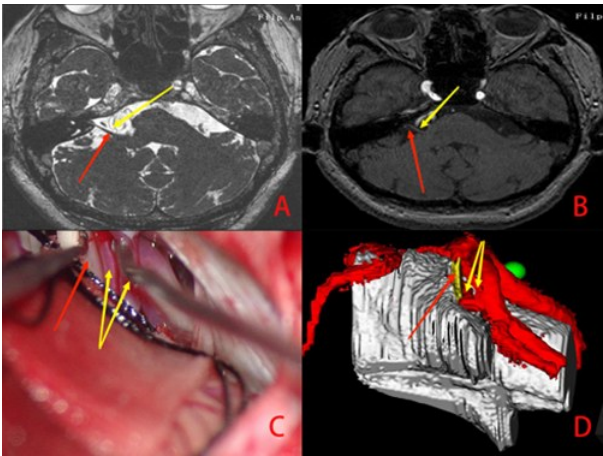


图1 面肌痉挛病人责任血管与面神经的关系 A. 术前3D-FIESTA,可见责任血管(黄色↑示)与右侧面神经有接触(红色↑示);B. 术前3D-TOF-MRA,面神经(红色↑示)处可见细小血管影(黄色↑示);C. 术中观察神经血管关系,面神经(红色↑示)被小脑后下动脉及其分支(黄色↑示)压迫;D. 术前3D Slicer软件三维重建影像,更加具象化地显现纤细弯曲的血管(黄色↑示),此血管为右侧小脑后下动脉及其分支,血管明显与后方的面神经(红色↑示)接触

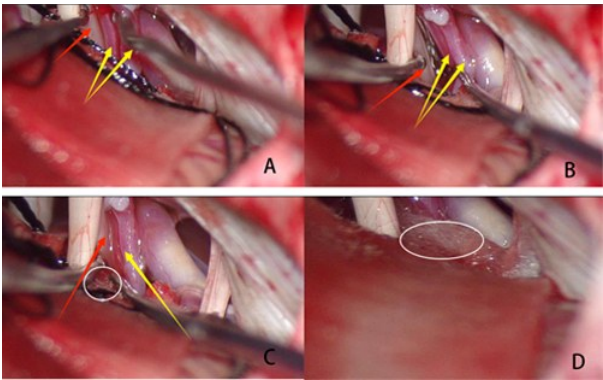


图2 肌痉挛病人微血管减压术中观察 A. 术中清晰可见神经血管关系,面神经(红色↑示)与小脑后下动脉及其分支(黄色↑示)接触;B. 将压迫面神经(红↑示)的小脑后下动脉及其分支(黄色↑示)稍微分离;C. 正在面神经(红色↑示)的小脑后下动脉及其分支(黄色↑示)之间置入Teflon棉(白色○示);D. 成功置入Teflon棉(白色○示),完成减压

脉 5 例、小脑前下动脉 1 例、小脑后下动脉 1 例、椎动脉 1 例,未发现责任血管 1 例。

术前 3D-FIESTA 和 3D-TOFMRA 影像判断血管与神经关系、责任血管与术中发现的 K 值分别为 0.389、0.492;3D Slicer 三维重建技术判断血管与神经关系、责任血管与术中发现的 K 值分别为 0.691、0.778。

2.2 LSR 监测结果 术中持续记录 LSR。由于麻醉诱导过程中使用了肌肉松弛剂,手术开始时没有出现 LSR。随着手术的进行,LSR 出现,并达到满意的波形。2 例硬脑膜切开释放一定量脑脊液后消失,31 例填充 Teflon 棉后消失,4 例 LSR 下降小于 50%,3 例手术结束后 LSR 未消失。

2.3 术后疗效 术后随访 12 个月,术中 LSR 下降 50% 以下的 4 例中,显效 2 例,有效 1 例,无效 1 例。术中 LSR 未消失 3 例中,显效 1 例,无效 2 例。术中 LSR 消失的 33 例中,显效 31 例,有效 1 例,无效 1 例。术中 LSR 消失病人有效率(96.7%, 32/33)较 LSR 未消失病人(57.1%, 4/7)明显增高($P<0.05$)。

3 讨论

现在普遍认为 HFS 的面部肌肉的规律性收缩是由面神经过度兴奋引起的,但发病机制尚未被完全阐明^[10]。研究表明,几乎所有的 HFS 都是动脉压迫面神经导致的。因此,MVD 的成功取决于充分的动脉减压或者至少需要将所有可能形成压迫的动脉跟面神经分离^[11]。MVD 存在一定的手术风险,所以术前必须详细分析 MVD 对解除临床症状的有效性和安全性,需要更加仔细分析其潜在的风险因素和有效避免并发症的方法。目前,神经外科常采用电生理监测、影像融合及 3D Slicer 三维重建等多种手段降低手术风险。我们使用 3D Slicer 软件对脑干、面神经及周围血管进行三维重建,可以比 3D-FIESTA 结合 3D-TOF MRA 影像更好地展现面神经及其复杂的血管关系,不仅可以展示面神经、脑干及相关血管的解剖关系,还可以单独展示面神经和相关血管的三维关系,并通过可视化的三维影像制定更全面的手术方案。

3D Slicer 软件是一种新的医学图像处理软件,操作简单,可以精确定位病变,模拟手术路径,支持虚拟现实技术,被广泛应用于高血压性脑出血的定位、颅内小病变的寻找、脑血管疾病等领域^[12]。目前,3D-FIESTA 结合 3D-TOF MRA 序列扫描是一种用于 HFS 的辅助诊断手段,但评估病人需行 MVD 治疗

更多取决于临床诊断,不是 MRI 提供的影像资料,因此,不可以单纯使用 3D-FIESTA 结合 3D-TOF MRA 作为手术治疗的决定因素^[13]。相比之下,3D Slicer 三维重建可以为该区域复杂的解剖结构提供可视化模型,具有强大的三维建模和图像后处理能力,术前可更加细致描述神经血管的复杂解剖关系和血管压迫方向,从而改善减压不充分,减少手术并发症^[14, 15]。本文发现,在判断神经血管关系方面,3D-FIESTA 和 3D-TOFMRA 影像与术中发现的一致性一般,3D Slicer 三维重建技术与术中发现的一致性较好;在识别责任血管方面,3D-FIESTA 和 3D-TOFMRA 影像与术中所见的一致性一般,3D Slicer 三维重建技术与术中所见的一致性好。这提示 3D Slicer 三维重建影像评价神经血管关系及判断责任血管较 3D-FIESTA 和 3D-TOFMRA 影像更准确。

目前,LSR 是 MVD 中最常见的电生理监测指标。术中 LSR 监测是在病变侧刺激面神经一个分支,在其他分支肌肉中可以记录到诱发的肌电图^[16]。研究表明,当责任血管从面神经移除,可在记录电极的肌电监测观察到 LSR 波形立即消失。因此,LSR 波形被认为是识别责任血管和确认术中面神经有无完全减压的有效指标^[17]。术中持续 LSR 监测是评估减压术后 HFS 病人预后的可靠方法。但有学者质疑术中 LSR 监测是预测手术结果的可靠指标。Wei 等^[18]研究发现 LSR 监测组与未监测 LSR 组缓解率无统计学差异,指出减压后 LSR 持续存在可能是脉冲按压促进的面神经核或运动皮质过度兴奋的个体差异所致,面部肌肉收缩的停止并不总是与肌电电位的恢复同步发生的,记录术中 LSR 的变化预测痉挛的远期预后是不可靠的。本文 2 例在打开硬脑膜释放一定量脑脊液后 LSR 消失,随访 1 年发现,其中 1 例症状只有部分缓解,推测是受压部位轻微移位后出现充分减压的假象,导致责任血管遗漏或术后脑脊液形成后面神经再次受压^[19]。本文术中 LSR 消失病人总有效率明显高于 LSR 未消失病人($P<0.05$)。这提示术中 LSR 监测对预测病人临床预后是有一定作用的,术中 LSR 完全消失的病人减压术的效果较好。术中减压后 LSR 可以为确认责任血管提供客观依据,如果可疑血管在与面神经分离后消失,则该血管可被识别为责任血管,但如果 LSR 未完全消失,则可能存在其他责任血管。当 LSR 完全消失,提示面神经已经得到充分的减压,手术应结束,不建议继续对面神经或周围动脉进行不必要的操作,以减少颅神经损伤和不必要的并发症^[20]。

综上所述,MVD 是一种安全有效的治疗方法,可以显著改善 HFS 病人的生活质量^[21]。为了更准确及详细的了解神经血管解剖关系和提高治愈率,LSR 的应用起着重要的作用。术前应用 3D Slicer 进行三维重建,比 3D-FIESTA 和 3D-TOF MRA 影像更清楚地描述周围结构,有助于准确定位、制定手术计划,从而提高 MVD 的手术效果。

【参考文献】

[1] Navarro-Olvera JL, Covalada-Rodriguez JC, Diaz-Martinez JA, *et al.* Hemifacial spasm associated with compression of the facial colliculus by a choroid plexus papilloma of the fourth ventricle [J]. *Stereotact Funct Neurosurg*, 2020, 98: 145-149.

[2] Mercier P, Sindou M. Introduction to primary hemifacial spasm: a neurosurgical disease [J]. *Neurochirurgie*, 2018, 64: 79-81.

[3] Lawrence JD, Frederickson AM, Chang YF, *et al.* An investigation into quality of life improvement in patients undergoing microvascular decompression for hemifacial spasm [J]. *J Neurosurg*, 2018, 128: 193-201.

[4] 李珂,杨小鹏,董军,等.侧方扩散反应监测在面肌痉挛微血管减压术中的应用[J].中国临床神经外科杂志,2021,26(12):915-917.

[5] 姜成荣,徐武,王晶,等.显微血管减压术治疗原发性面肌痉挛合并原发性三叉神经痛的疗效分析[J].中国临床神经外科杂志,2021,26(8):590-592.

[6] 王晶,种玉龙,戴宇翔,等.双侧椎动脉相关面肌痉挛的手术疗效分析[J].中国临床神经外科杂志,2022,27(10):805-808.

[7] Sindou M, Mercier P. Microvascular decompression for hemifacial spasm : Surgical techniques and intraoperative monitoring [J]. *Neurochirurgie*, 2018, 64: 133-143.

[8] Han KW, Zhang DF, Chen JG. Presurgical visualization of the neurovascular relationship in trigeminal neuralgia with 3D modeling using free Slicer software [J]. *Acta Neurochir (Wien)*, 2016, 158: 2195-2201.

[9] Li Z, Gao J, Wang T. Retrospective clinical analysis of 320 cases of microvascular decompression for hemifacial spasm [J]. *Medicine (Baltimore)*, 2018, 97: e11825.

[10] Kaufmann AM, Wilkinson MF. The origin of the abnormal muscle response seen in hemifacial spasm remains contro-

versial [J]. *Clin Neurophysiol*, 2016, 127: 2704-2705.

[11] Jin Y, Zhao C, Su S, *et al.* Residual hemifacial spasm after microvascular decompression: prognostic factors with emphasis on preoperative psychological state [J]. *Neurosurg Rev*, 2015, 38: 567-572.

[12] 黄伟,郭凤,冯波,等.3D-slicer 软件辅助神经内镜手术治疗高血压性脑出血的疗效[J].中国临床神经外科杂志,2018,23(8):547-548,551.

[13] Hitchon PW, Zanaty M, Moritani T, *et al.* Microvascular decompression and MRI findings in trigeminal neuralgia and hemifacial spasm: a single center experience [J]. *Clin Neurol Neurosurg*, 2015, 139: 216-220.

[14] Abo Sharkh H, Makhoul N. In-house surgeon-led virtual surgical planning for maxillofacial reconstruction [J]. *Oral Maxillofac Surg*, 2020, 78: 651-660.

[15] Teton ZE, Blatt D, Holste K, *et al.* Utilization of 3D imaging reconstructions and assessment of symptom-free survival after microvascular decompression of the facial nerve in hemifacial spasm [J]. *J Neurosurg*, 2019. Online ahead of print.

[16] 王斌,宋红梅,于明鑫,等.神经电生理监测在面神经微血管减压术中的应用[J].吉林大学学报(医学版),2015,41(6):1264-1269.

[17] Thirumala PD, Altibi AM, Chang R, *et al.* The utility of intraoperative lateral spread recording in microvascular decompression for hemifacial spasm: a systematic review and meta-analysis [J]. *Neurosurgery*, 2020, 87: E473-E484.

[18] Wei Y, Yang W, Zhao W, *et al.* Microvascular decompression for hemifacial spasm: can intraoperative lateral spread response monitoring improve surgical efficacy [J]. *J Neurosurg*, 2018, 128: 885-890.

[19] Chen Y, Wang J, Wang X. A rare potential compression can be avoided by lateral spread response recordings during microvascular decompression for hemifacial spasm [J]. *Craniofac Surg*, 2019, 30: e501-e503.

[20] Jiang C, Xu W, Dai Y, *et al.* Early permanent disappearance of abnormal muscle response during microvascular decompression for hemifacial spasm: a retrospective clinical study [J]. *Neurosurg Rev*, 2017, 40: 479-484.

[21] 王晓嵩,马召儒,张峰,等.显微血管减压术对面肌痉挛患者生活质量的影响[J].现代生物医学发展,2020,20(4):698-701,796.