

# 异常肌反应与 Z-L 反应联合监测在面肌痉挛锁孔入路微血管减压术中的应用

余聚 关炎 许亮

**【摘要】** 目的 对比分析异常肌反应监测联合 Z-L 反应监测与单纯异常肌反应监测在面肌痉挛锁孔入路微血管减压术中的应用价值。方法 纳入 2014 年 1 月至 2024 年 4 月在苏州大学附属第二医院行乳突后锁孔入路微血管减压术的 258 例原发性面肌痉挛患者,分别行异常肌反应监测(AMR 组,102 例)和异常肌反应监测联合 Z-L 反应监测(AMR + ZLR 组,156 例),计算手术有效率,记录术后并发症。结果 AMR + ZLR 组术后 7 d 145 例痊愈、11 例无效,手术有效率为 92.95%(145/156);术后 6 个月 151 例痊愈、5 例无效,手术有效率为 96.79%(151/156)。AMR 组术后 7 d 86 例痊愈、16 例无效,手术有效率为 84.31%(86/102);术后 6 个月 92 例痊愈、10 例无效(其中 2 例为复发),手术有效率为 90.20%(92/102)。AMR + ZLR 组术后 7 d( $\chi^2 = 4.908, P = 0.027$ )和 6 个月( $\chi^2 = 4.904, P = 0.027$ )手术疗效均优于 AMR 组。术后 1 d,AMR + ZLR 组有 12 例出现轻微面瘫,于术后 7 d 内恢复;AMR 组有 1 例出现耳鸣、1 例出现头晕,均于术后 3 d 内恢复,18 例出现轻微面瘫,于术后 7 d 内恢复。结论 微血管减压术是治疗面肌痉挛的有效手段,手术有效率较高,术中异常肌反应监测联合 Z-L 反应监测较单纯异常肌反应监测可以提供更有价值的电生理指导。

**【关键词】** 痉挛; 面部肌肉; 微血管减压术; 神经电生理监测; 监测,手术中

## Application of abnormal muscle response and Z-L response combined monitoring during keyhole microvascular decompression of hemifacial spasm

YU Ju, GUAN Yan, XU Liang

Department of Neurosurgery, The Second Affiliated Hospital of Soochow University, Suzhou 215004, Jiangsu, China

Corresponding author: XU Liang (Email: liangxu1983@163.com)

**【Abstract】** **Objective** To compare the monitoring effect of abnormal muscle response (AMR) combined Z-L response (ZLR) and simple AMR in keyhole microvascular decompression (MVD) for hemifacial spasm (HFS). **Methods** Total 258 patients with primary HFS treated with keyhole MVD between January 2014 and April 2024 from The Second Affiliated Hospital of Soochow University were analyzed retrospectively, including 102 patients underwent simple AMR (AMR group) and 156 patients underwent intraoperative monitoring of AMR combined ZLR (AMR + ZLR group). Calculate the surgical efficiency, and record the occurrence of postoperative complications. **Results** In the AMR + ZLR group, 145 cases recovered 7 d after surgery, 11 cases were ineffective, and the surgery effective rate was 92.95% (145/156); 151 cases recovered 6 months after surgery, 5 cases was ineffective, and the surgery effective rate was 96.79% (151/156). In the AMR group, 86 cases recovered at 7 d after surgery, 16 cases were ineffective, and the surgery effective rate was 84.31% (86/102); 92 cases recovered 6 months after surgery, 10 cases were ineffective (2 cases relapsed), and the surgery effective rate was 90.20% (92/102). The MVD effective rates in AMR + ZLR group were better than that in AMR group at 7 d and 6 months after surgery ( $\chi^2 = 4.908, P = 0.027$ ;  $\chi^2 = 4.904, P = 0.027$ ). On the first day after surgery, 12 cases in the AMR + ZLR group experienced mild facial paralysis, which recovered within 7 d after surgery. In the AMR group, one

doi:10.3969/j.issn.1672-6731.2025.04.009

基金项目:江苏省医学重点学科建设单位(项目编号:JSDW202225);苏州大学附属第二医院学科建设托举工程项目(项目编号:XKTJ-KK202402)

作者单位:215004 苏州大学附属第二医院神经外科

通讯作者:许亮,Email:liangxu1983@163.com

case had tinnitus and one case had dizziness, both of which recovered within 3 d after surgery, 18 cases experienced mild facial paralysis, which recovered within 7 d after surgery. **Conclusions** Intraoperative monitoring of AMR combined ZLR provides more valuable neurosurgical guidance than simple AMR during MVD for HFS. MVD is an effective method for the treatment of HFS, and the MVD rate of keyhole in our center has maintained a high level.

**【Key words】** Spasm; Facial muscles; Microvascular decompression surgery; Neurophysiological monitoring; Monitoring, intraoperative

This study was supported by Jiangsu Provincial Medical Key Discipline Cultivation Unit (No. JSDW202225), and Subject Construction Lifting Project of The Second Affiliated Hospital of Soochow University (No. KKTJ-XK202402).

**Conflicts of interest:** none declared

原发性面肌痉挛(HFS)是面神经过度活动性功能障碍综合征,以面神经支配肌肉的间断发作性不自主抽搐为特点,逐步病情进展、症状恶化,严重影响日常生活<sup>[1]</sup>。自20世纪60年代美国神经外科Jannetta教授于手术显微镜下治疗面肌痉挛取得良好效果后,微血管减压术(MVD)的应用愈发普遍,成为目前唯一有望根治面肌痉挛的方法<sup>[2-3]</sup>。异常肌反应(AMR)系指刺激面神经某一支,但引发其他分支出现的异常电活动,是面肌痉挛的特征性神经电生理学表现,多数患者术前和术中均可诱发,其缓解或消失与微血管减压术疗效相关,对面肌痉挛的电生理诊断具有重要参考价值<sup>[4-8]</sup>。异常肌反应是面肌痉挛微血管减压术中监测的主要手段,但临床实际应用时有其局限性,首先,术中无法诱发典型的异常肌反应,或波形不稳定而提前消失;其次,术中典型的异常肌反应持续不消失或延迟消失;再次,面神经被多支血管压迫时,异常肌反应无法识别责任血管<sup>[9-11]</sup>。Z-L反应(ZLR)是一种新型术中电生理监测手段,系指术中电刺激面神经压迫点处责任血管壁,在面神经支配肌肉记录到的异常肌反应,对微血管减压术疗效具有重要参考价值<sup>[10]</sup>。本研究以苏州大学附属第二医院10余年诊断与治疗的原发性面肌痉挛患者为研究对象,对比分析微血管减压术中单纯异常肌反应监测与异常肌反应联合Z-L反应监测的应用价值,以为制定面肌痉挛微血管减压术中电生理监测方案提供参考。

## 资料与方法

### 一、临床资料

1. 纳入标准 (1)原发性面肌痉挛的诊断符合《面肌痉挛诊疗中国专家共识》<sup>[12]</sup>标准。(2)单侧病变。(3)发病时间 $\geq 6$ 个月且症状严重影响日常生

活,患者手术意愿强烈。(4)术前MRI明确责任血管及其与面神经颅内段的解剖关系。(5)均行乳突后锁孔入路微血管减压术。(6)本研究经苏州大学附属第二医院医学伦理委员会审核批准(审批号:JD-HG-2024-109)。(7)所有患者及其家属均对手术方案和手术风险知情并签署知情同意书。

2. 排除标准 (1)颅内占位性病变等引起的继发性面肌痉挛。(2)既往曾行微血管减压术或疾病复发。(3)无法行术中电生理监测。(4)随访资料不完整。

3. 一般资料 选择2014年1月至2024年4月在我院神经外科行乳突后锁孔入路微血管减压术和术中电生理监测的原发性面肌痉挛患者共258例,男性120例,女性138例;年龄30~80岁,平均 $(54.33 \pm 10.95)$ 岁;病程0.60~4.90年,中位病程2.50(1.90, 3.30)年;既往合并高血压占24.03%(62/258)、高脂血症占22.48%(58/258)、糖尿病占10.85%(28/258),吸烟占13.18%(34/258)、饮酒占20.93%(54/258);病变位于左侧122例(47.29%),右侧136例(52.71%)。

### 二、研究方法

1. 微血管减压术 患者健侧朝下侧卧位,头部下垂 $15^\circ$ 并向健侧旋转 $10^\circ$ ,颈部稍前屈,颌胸距2横指,使乳突与手术台面平行并位于最高点。行气管插管全身麻醉,首先予以芬太尼( $3 \mu\text{g}/\text{kg}$ )、丙泊酚( $2 \text{ mg}/\text{kg}$ )或依托咪酯( $0.30 \text{ mg}/\text{kg}$ )静脉注射诱导麻醉,再予丙泊酚 $[4 \sim 6 \text{ mg}/(\text{kg} \cdot \text{h})]$ 和异氟烷 $[0.50 \sim 0.80$ 最低肺泡有效浓度(MAC)]维持麻醉,无特殊情况术中不应用肌松药。采取乳突后锁孔入路,于耳后发际内0.50 cm处做长约4 cm的纵行直切口,磨钻磨下 $2.50 \text{ cm} \times 2.50 \text{ cm}$ 大小骨瓣,切开硬脑膜,释放脑脊液,牵开小脑半球,手术显微镜下打开脑桥

小脑角(CPA),探查面神经全程,重点关注面神经根出脑干区(REZ),明确责任血管,若显微镜观察角度受限、面神经和血管显露困难则转换为神经内镜,于责任血管与面神经之间垫入 Teflon 棉片,生物胶粘合固定,严密缝合硬脑膜、还纳骨瓣并固定,逐层缝合。

2. 术中电生理监测 采用 Endeavor 32 通道术中电生理监测系统(美国 Cadwell 公司),于患者麻醉后按照国际 10-20 系统放置电极,监测电极包括刺激电极(针电极或同心圆电极)和记录电极(针电极),以术前刺激记录的波形为基线。(1)异常肌反应监测:针电极刺激面神经下颌缘支,记录电极置于眼轮匝肌记录异常肌反应,潜伏期为 10 ms。采用脉宽为 0.10~0.20 ms 的单个恒定电流进行刺激,刺激强度 1~100 mA,频率 0.50~1.00 Hz,带通滤波 5~3000 Hz,扫描时间 50 ms,连续记录,每隔 1 min 记录 1 次。若异常肌反应消失或波幅下降至基线水平 50% 以下,则认为面神经减压充分<sup>[1]</sup>。(2)Z-L 反应监测:记录电极置于眼轮匝肌、口轮匝肌和颞肌,平均潜伏期(7.30±0.80) ms<sup>[1]</sup>;刺激电极为同心圆电极,术中直接置于面神经压迫点附近(<5 mm)的可疑责任血管壁表面。采用脉宽为 0.10~0.20 ms 的单个恒定电流进行刺激,刺激强度为 1~2 mA,频率 0.50~1.00 Hz,带通滤波 5~3000 Hz,扫描时间为 50 ms,重复刺激,直至 Z-L 反应消失,即面神经完全减压<sup>[1]</sup>。(3)联合监测:异常肌反应联合 Z-L 反应监测,通过 Z-L 反应监测识别责任血管,同时监测异常肌反应,直至责任血管均以 Teflon 棉片垫开,实现面神经减压。

3. 有效性和安全性评估 (1)手术有效率:分别于术后 7 d 和 6 个月进行疗效评估,参照 2014 年《面肌痉挛诊疗中国专家共识》<sup>[12]</sup>标准,痊愈定义为“面肌痉挛症状完全消失”和“症状基本消失,仅在情绪紧张等情况下偶现,患者主观满意”;无效定义为“症状减轻,但每日均有发作,患者主观不满意”和“症状无变化甚至加重”。手术有效率(%)=术后痊愈例数/总例数×100%。(2)安全性:记录术后 1 d 并发症发生率,包括面瘫、耳鸣、头晕、其他脑神经损伤、小脑损伤、脑干损伤、死亡、新发永久性神经功能缺损等。

4. 统计分析方法 采用 SPSS 22.0 统计软件进行数据处理与分析。计数资料以相对数构成比(%)或率(%)表示,采用  $\chi^2$  检验。正态性检验行

Kolmogorov-Smirnov 检验,呈正态分布的计量资料以均数±标准差( $\bar{x} \pm s$ )表示,采用两独立样本的 *t* 检验;呈非正态分布的计量资料以中位数和四分位数间距 $[M(P_{25}, P_{75})]$ 表示,采用 Mann-Whitney *U* 检验。以  $P \leq 0.05$  为差异具有统计学意义。

## 结 果

本组 258 例患者,术中责任血管分别为小脑前下动脉(AICA) 82 例(31.78%),小脑后下动脉(PICA) 58 例(22.48%),椎动脉(VA) 25 例(9.69%),小脑前下动脉+小脑后下动脉 21 例(8.14%),椎动脉+小脑前下动脉 18 例(6.98%),椎动脉+无名动脉 18 例(6.98%),椎动脉+岩静脉 18 例(6.98%),椎动脉+小脑前下动脉+小脑后下动脉 18 例(6.98%)。根据患者意愿和临床医师经验分配术中电生理监测方案,分为单纯异常肌反应监测组(AMR 组,102 例)和异常肌反应监测联合 Z-L 反应监测组(AMR+ZLR 组,156 例),两组患者一般资料比较,差异无统计学意义(均  $P > 0.05$ ,表 1),均衡可比。AMR+ZLR 组有 136 例术中记录到稳定的异常肌反应,术后 127 例异常肌反应完全消失、9 例无明显变化,其中 3 例为面神经根出脑干区血管减压,但异常肌反应未消失,联合 Z-L 反应监测发现面神经背侧小动脉是责任血管,以 Teflon 棉片垫开小动脉,异常肌反应和 Z-L 反应均消失;其余 20 例中 6 例术中始终未见异常肌反应,2 例剪开硬脑膜时异常肌反应消失,10 例打开小脑延髓池释放脑脊液时异常肌反应消失,2 例分离蛛网膜时异常肌反应消失。AMR 组有 89 例术中记录到稳定的异常肌反应,术后 78 例异常肌反应完全消失、11 例无明显变化;其余 13 例中 2 例术中始终未见异常肌反应,8 例打开小脑延髓池释放脑脊液时异常肌反应消失,3 例分离蛛网膜时异常肌反应消失。

术后 1 d,AMR+ZLR 组有 12 例出现轻微面瘫,于术后 7 d 内恢复;AMR 组有 1 例出现耳鸣,1 例出现头晕,均于术后 3 d 内恢复,18 例出现轻微面瘫,于术后 7 d 内恢复。术后 7 d,AMR+ZLR 组 145 例痊愈、11 例无效,手术有效率为 92.95%(145/156);AMR 组有 86 例痊愈、16 例无效,手术有效率为 84.31%(86/102);两组手术疗效差异具有统计学意义( $P = 0.027$ ,表 2)。

术后 6 个月,AMR+ZLR 组有 151 例痊愈、5 例无效,手术有效率 96.79%(151/156),手术无效患者

**表 1** AMR 组与 AMR + ZLR 组患者一般资料的比较

**Table 1.** Comparison of general data between AMR group and AMR + ZLR group

观察指标	AMR 组 (n = 102)	AMR + ZLR 组 (n = 156)	统计量值	P 值
性别[例(%)]			0.013	0.910
男性	47(46.08)	73(46.79)		
女性	55(53.92)	83(53.21)		
年龄( $\bar{x} \pm s$ , 岁)	53.66 ± 10.35	54.76 ± 11.33	-0.808	0.420
病程 [ $M(P_{25}, P_{75})$ , 年]	2.50 (2.00, 3.20)	2.50 (1.70, 3.30)	-0.718	0.473
高血压[例(%)]	23(22.55)	39(25.00)	0.203	0.652
高血脂症[例(%)]	25(24.51)	33(21.15)	0.399	0.528
糖尿病[例(%)]	12(11.76)	16(10.26)	0.145	0.703
吸烟[例(%)]	16(15.69)	18(11.54)	0.927	0.336
饮酒[例(%)]	18(17.65)	36(23.08)	1.099	0.295
病变侧别[例(%)]			1.781	0.182
左侧	43(42.16)	79(50.64)		
右侧	59(57.84)	77(49.36)		
责任血管[例(%)]			3.404	0.845
AICA	28(27.45)	54(34.62)		
PICA	21(20.59)	37(23.72)		
VA	11(10.78)	14( 8.97)		
AICA + PICA	9( 8.82)	12( 7.69)		
VA + AICA	8( 7.84)	10( 6.41)		
VA + 无名动脉	7( 6.86)	11( 7.05)		
VA + 岩静脉	9( 8.82)	9( 5.77)		
VA + AICA + PICA	9( 8.82)	9( 5.77)		

Two - independent - sample *t* test for comparison of age, Mann - Whitney *U* test for comparison of duration, and  $\chi^2$  test for comparison of others, 年龄的比较采用两独立样本的 *t* 检验, 病程的比较采用 Mann-Whitney *U* 检验, 其余指标的比较采用  $\chi^2$  检验。AMR, abnormal muscle response, 异常肌反应; ZLR, Z-L response, Z-L 反应; AICA, anterior inferior cerebellar artery, 小脑前下动脉; PICA, posterior inferior cerebellar artery, 小脑后下动脉; VA, vertebral artery, 椎动脉

的责任血管分别为小脑后下动脉 3 例、椎动脉 1 例和小脑前下动脉 1 例; AMR 组有 92 例痊愈、10 例无效(其中 2 例为复发), 手术有效率 90.20%(92/102), 手术无效患者责任血管分别为小脑前下动脉 + 小脑后下动脉 3 例、椎动脉 2 例、椎动脉 + 无名动脉 2 例、椎动脉 + 小脑前下动脉 + 小脑后下动脉 3 例。两组手术疗效差异具有统计学意义( $P = 0.027$ , 表 3)。

### 讨 论

原发性面肌痉挛起自眼轮匝肌, 缓慢进展至口轮匝肌和面部表情肌, 情绪紧张或疲倦时加重, 若不及时干预, 难以自愈, 严重者可影响日常生活, 造

**表 2** 术后 7 d AMR 组与 AMR + ZLR 组手术疗效的比较(例)\*

**Table 2.** Comparison of surgery effect of AMR group and AMR + ZLR group 7 d after operation (case)\*

组别	痊愈	无效	合计
AMR 组	86	16	102
AMR + ZLR 组	145	11	156
合计	231	27	258

\* $\chi^2 = 4.908, P = 0.027$ 。AMR, abnormal muscle response, 异常肌反应; ZLR, Z-L response, Z-L 反应

**表 3** 术后 6 个月 AMR 组与 AMR + ZLR 组手术疗效的比较(例)\*

**Table 3.** Comparison of surgery effect of AMR group and AMR + ZLR group 6 months after operation (case)\*

组别	痊愈	无效	合计
AMR 组	92	10	102
AMR + ZLR 组	151	5	156
合计	243	15	258

\* $\chi^2 = 4.904, P = 0.027$ 。AMR, abnormal muscle response, 异常肌反应; ZLR, Z-L response, Z-L 反应

成社交障碍, 甚至导致抑郁。1967 年, Jannette 提出原发性面肌痉挛的主要病因是面神经根出脑干区受邻近动脉压迫, 包括小脑后下动脉、小脑前下动脉、椎动脉、迷路动脉、小脑上动脉(SCA)等, 也有静脉压迫和蛛网膜卡压的报道<sup>[13-14]</sup>。目前, 微血管减压术是唯一可能根治面肌痉挛的方法, 《中国显微血管减压术治疗面肌痉挛专家共识(2014)》<sup>[15]</sup>推荐其为药物等非手术治疗无效时的标准治疗方法。在锁孔微创手术理念的背景下, 苏州大学附属第二医院采用乳突后锁孔入路微血管减压术, 手术切口约 4 cm, 骨窗直径约 2.50 cm, 开关时间短, 失血量少, 费用低, 为患者提供了安全、有效、微侵袭的手术选择, 术后无脑神经损伤、小脑损伤、脑干损伤等并发症, 无新发永久性神经功能缺损和死亡病例。尽管随着微血管减压术的普及其手术有效率达较高水平, 仍有部分原发性面肌痉挛患者手术无效或术后复发, 究其原因: (1) 术中责任血管遗漏或责任血管未充分减压。(2) Teflon 棉片移位甚至脱落, 术后 Teflon 棉片造成局部粘连、形成新的压迫。(3) 随着时间延长, 出现新的责任血管<sup>[9-10, 16]</sup>。因首次手术造成术区组织粘连、手术无效或复发患者二次手术难度显著增加, 手术有效率降低, 且神经功能障碍如听力损伤概率增加, 因此, 提高首次手术有效率

十分关键。近年来,术中电生理监测技术的发展在一定程度上提高了手术疗效,解决了仅靠组织解剖和术者经验造成的责任血管判断错误及减压不充分的难题。

异常肌反应又称侧方扩散,刺激面神经某一支时,既可在该分支支配肌肉记录到异常电活动,又可在其他分支(未予电刺激)支配肌肉记录到异常电活动。通常术中刺激面神经颞支或下颌缘支,记录并分析颞肌或眼轮匝肌的异常肌反应<sup>[17]</sup>。多数情况下,术中面神经减压的同时可见异常肌反应波幅降低甚至立即消失,从而为手术结束时机提供重要参考<sup>[1,18-19]</sup>。本研究 AMR + ZLR 组和 AMR 组术后 6 个月手术有效率分别为 96.79% (151/156) 和 90.20% (92/102),高于文献报道的无术中电生理监测的微血管减压术有效率(87.9% ~ 91.6%)<sup>[6]</sup>。但临床实践中异常肌反应监测有其局限性,部分患者术中异常肌反应完全消失,但术后症状并未缓解;减压前打开硬脑膜、打开小脑延髓池释放脑脊液均有可能导致异常肌反应提前消失;少数患者术中始终无法诱发异常肌反应;少数患者术后异常肌反应仍持续存在,使其临床应用价值存在争议<sup>[20-23]</sup>。据此,Zheng 等<sup>[16]</sup>提出 Z-L 反应,其本质是电刺激责任血管壁诱发的面神经支配肌肉的肌电活动,波形与异常肌反应相似,但潜伏期较短,平均为(7.30 ± 0.80) ms。Z-L 反应的作用机制目前尚不明确,有以下两种理论:(1)术中电刺激责任血管壁时,血管壁上电流传导至面神经并激活面神经核,从而在其支配肌肉上产生电活动。(2)交感神经假说。面神经压迫点的责任血管壁上交感神经与面神经脱髓鞘纤维发生桥接现象,形成假突触连接。电刺激责任血管壁时,电信号从血管壁上交感神经纤维通过假突触连接传导至面神经并激活面神经核,从而在其支配肌肉上记录到电活动<sup>[16]</sup>。术中 Z-L 反应监测通过刺激电极直接刺激与面神经接触的可疑责任血管壁,根据能否在面神经支配肌肉上记录到电活动,实现责任血管的精确定位。微血管减压术中存在异常肌反应不稳定的情况,可能造成无法诱发异常肌反应或提前消失,此时术者仅能依靠临床经验行微血管减压术,有可能导致责任血管遗漏,Z-L 反应则在确定面神经充分减压方面发挥重要作用。本研究有 20 例患者微血管减压术前出现异常肌反应消失,通过 Z-L 反应监测定位责任血管。本研究结果显示,AMR + ZLR 组患者术后 7 d 和 6 个月手术

有效率均高于 AMR 组,提示术中异常肌反应监测联合 Z-L 反应监测可以减少单纯异常肌反应监测的假阴性结果。亦有文献报道,联合监测可改善多血管压迫型面肌痉挛的手术疗效<sup>[24]</sup>。本研究术后 6 个月 AMR 组 10 例手术无效病例中 8 例为多血管压迫型,AMR + ZLR 组 5 例手术无效病例均非多血管压迫型,因此,在存在多支责任血管的情况下,异常肌反应监测联合 Z-L 反应监测是否较单纯异常肌反应监测更有价值,值得进一步探讨。本研究有 3 例患者行面神经根出脑干区血管减压后,异常肌反应仍存在,通过 Z-L 反应监测发现面神经背侧小动脉是责任血管,以 Teflon 棉片垫开小动脉后异常肌反应和 Z-L 反应消失,可见 Z-L 反应不仅有助于识别责任血管和压迫点,还有助于确认压迫点是否充分减压,从而提高手术疗效。

综上所述,微血管减压术中 Z-L 反应监测是异常肌反应监测的重要补充,二者联合可以提供更有价值的电生理指导,监测手段更可靠,手术有效率更高,是原发性面肌痉挛手术的有效监测手段,在涉及复杂责任血管的手术中具有重要参考价值。然而,本研究为单中心研究,样本量较小,可能存在选择偏倚,未来将扩大样本量、纳入多中心患者,进一步研究联合监测的必要性;本研究仅随访至术后 6 个月,随访时间较短,对更长时间的手术有效率未进行讨论,未来将延长随访时间,进一步验证本研究结论。

利益冲突 无

## 参 考 文 献

- [1] Study Group of Functional Neurosurgery in Chinese Neurosurgical Society; Committee of Functional Neurosurgical Experts in Chinese Congress of Neurological Surgeons. A Chinese experts consensus of neurophysiological evaluating for microvascular decompression [J]. *Zhonghua Wai Ke Za Zhi*, 2017, 55:725-733. [中华医学会神经外科学分会功能神经外科学组, 中国医师协会神经外科医师分会功能神经外科专家委员会. 显微血管减压术围手术期电生理评估中国专家共识 [J]. *中华外科杂志*, 2017, 55:725-733.]
- [2] Chai S, Wu J, Cai Y, Zhao J, Mei Z, Zhou Y, Wang Y, Xu H, Zhou J, Xiong N. Early lateral spread response loss during microvascular decompression for hemifacial spasm: its preoperative predictive factors and impact on surgical outcomes [J]. *Neurosurg Rev*, 2023, 46:174.
- [3] Thirumala PD, Shah AC, Nikonow TN, Habeych ME, Balzer JR, Crammond DJ, Burkhardt L, Chang YF, Gardner P, Kassam AB, Horowitz MB. Microvascular decompression for hemifacial spasm: evaluating outcome prognosticators including the value of intraoperative lateral spread response monitoring and clinical characteristics in 293 patients [J]. *J Clin Neurophysiol*, 2011, 28:56-66.

- [4] Fukuda M, Ito Y, Ota T, Oishi M. Importance of changes in abnormal muscle responses during microvascular decompression for hemifacial spasm[J]. *Clin Neurophysiol Pract*, 2024, 9:112-119.
- [5] Joo BE, Kim JS, Deletis V, Park KS. Advances in intraoperative neurophysiology during microvascular decompression surgery for hemifacial spasm[J]. *J Clin Neurol*, 2022, 18:410-420.
- [6] Holste K, Sahyouni R, Teton Z, Chan AY, Englot DJ, Rolston JD. Spasm freedom following microvascular decompression for hemifacial spasm: systematic review and Meta-analysis [J]. *World Neurosurg*, 2020, 139:e383-e390.
- [7] Park SK, Joo BE, Park K. Intraoperative neurophysiological monitoring during microvascular decompression surgery for hemifacial spasm[J]. *J Korean Neurosurg Soc*, 2019, 62:367-375.
- [8] Ying TT, Li ST, Zhong J, Li XY, Wang XH, Zhu J. The value of abnormal muscle response monitoring during microvascular decompression surgery for hemifacial spasm [J]. *Int J Surg*, 2011, 9:347-351.
- [9] Sindou MP. Microvascular decompression for primary hemifacial spasm: importance of intraoperative neurophysiological monitoring[J]. *Acta Neurochir (Wien)*, 2005, 147:1019-1026.
- [10] Yang M, Zheng X, Ying T, Zhu J, Zhang W, Yang X, Li S. Combined intraoperative monitoring of abnormal muscle response and Z-L response for hemifacial spasm with tandem compression type[J]. *Acta Neurochir (Wien)*, 2014, 156:1161-1166.
- [11] Gong DS, Cui Y, Yue SY. Application of multibranch abnormal muscle response monitoring during microvascular decompression for hemifacial spasm [J]. *Zhongguo Xian Dai Shen Jing Ji Bing Za Zhi*, 2020, 20:987-992.[宫达森, 崔云, 岳树源. 多支肌肉异常肌反应监测在面肌痉挛微血管减压术中的应用[J]. *中国现代神经疾病杂志*, 2020, 20:987-992.]
- [12] Center for Diagnosis and Treatment of Cranial Nerve Diseases of Shanghai Jiaotong University. Chinese experts consensus on the diagnosis and treatment of hemifacial spasm [J]. *Zhongguo Wei Qin Xi Shen Jing Wai Ke Za Zhi*, 2014, 19:528-532.[上海交通大学颅神经疾病诊治中心. 面肌痉挛诊疗中国专家共识 [J]. *中国微侵袭神经外科杂志*, 2014, 19:528-532.]
- [13] Yuan Y, Zhang L, Li R, Zhang SX, Yu YB, Chen GQ, Zhao KM, Guo J. The analysis of the reasons of recurrence of hemifacial spasm after microvascular decompression [J]. *Li Ti Ding Xiang He Gong Neng Xing Shen Jing Wai Ke Za Zhi*, 2004, 17:16-18.[袁越, 张黎, 李锐, 张思迅, 于炎冰, 陈国强, 赵奎明, 郭京. 微血管减压术治疗面肌痉挛复发原因分析[J]. *立体定向和功能性神经外科杂志*, 2004, 17:16-18.]
- [14] Wu JW, Zhang X, Li J, Qu CF, Qiu Y, Qian CS, Qiao X, Xu HL. Microvascular decompression for the treatment of 286 cases of hemifacial spasm: efficiency analysis[J]. *Zhonghua Shen Jing Wai Ke Ji Bing Yan Jiu Za Zhi*, 2014, 13:420-422.[吴景文, 章翔, 李建, 曲超法, 邱勇, 钱春生, 乔旭, 徐海龙. 微血管减压术治疗 286 例面肌痉挛的临床疗效[J]. *中华神经外科疾病研究杂志*, 2014, 13:420-422.]
- [15] Committee of Functional Neurosurgical Experts in Chinese Congress of Neurological Surgeons; Neurosurgery Branch, Chinese Medical Association; Chinese Collaborative Group for Microvascular Decompression in the Treatment of Cranial Nerve Disorders. Chinese expert consensus on microvascular decompression in the treatment of hemifacial spasm (2014)[J]. *Zhonghua Shen Jing Wai Ke Za Zhi*, 2014, 30:949-952.[中国医师协会神经外科医师分会功能神经外科专家委员会, 北京中华医学会神经外科学分会, 中国显微血管减压术治疗脑神经疾患协作组. 中国显微血管减压术治疗面肌痉挛专家共识 (2014)[J]. *中华神经外科杂志*, 2014, 30:949-952.]
- [16] Zheng X, Hong W, Tang Y, Ying T, Wu Z, Shang M, Feng B, Zhang W, Hua X, Zhong J, Li S. Discovery of a new waveform for intraoperative monitoring of hemifacial spasms [J]. *Acta Neurochir (Wien)*, 2012, 154:799-805.
- [17] Cho M, Ji SY, Go KO, Park KS, Kim JM, Jeon YT, Ryu JH, Park S, Han JH. The novel prognostic value of postoperative follow-up lateral spread response after microvascular decompression for hemifacial spasm[J]. *J Neurosurg*, 2021, 136:1114-1118.
- [18] Sprengers L, Lemmens R, van Loon J. Usefulness of intraoperative monitoring in microvascular decompression for hemifacial spasm: a systematic review and meta-analysis[J]. *Br J Neurosurg*, 2022, 36:346-357.
- [19] Thirumala PD, Altibi AM, Chang R, Saca EE, Iyengar P, Reddy R, Anetakis K, Crammond DJ, Balzer JR, Sekula RF. 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.
- [20] Sun C, Xu J, Zhu W, Zhang X, Zhao P, Zhang Y. Beyond the observation of all or nothing: the clinical significance of the pre-decompression instability of abnormal muscle response in microvascular decompression for hemifacial spasm [J]. *J Clin Neurosci*, 2022, 104:64-68.
- [21] Zhang J, Li ZH, Wang JF, Chen YH, Wang N, Wang Y. Prognostic value of abnormal muscle response during microvascular decompression for hemifacial spasm: a Meta-analysis[J]. *World Neurosurg*, 2020, 137:8-17.
- [22] Kim M, Cho KR, Park SK, Jeon C, Park K. Prognostic value of lateral spread response recorded 1 month after microvascular decompression for the treatment of hemifacial spasm [J]. *Neurosurgery*, 2022, 91:159-166.
- [23] Kim M, Park SK, Lee S, Lee JA, Park K. Lateral spread response of different facial muscles during microvascular decompression in hemifacial spasm [J]. *Clin Neurophysiol*, 2021, 132:2503-2509.
- [24] Zhang X, Zhao H, Tang YD, Zhu J, Zhou P, Yuan Y, Li ST. The effects of combined intraoperative monitoring of abnormal muscle response and Z-L response for hemifacial spasm [J]. *World Neurosurg*, 2017, 108:367-373.

(收稿日期: 2025-01-02)

(本文编辑: 许畅)

**下期内容预告** 本刊 2025 年第 5 期报道专题为脑血管病, 重点内容包括: 脑小血管病治疗临床试验设计的关键问题与进展; 新型血液炎症标志物与缺血性卒中出血性转化关系研究进展; 急性期容量负荷与穿支动脉硬化型缺血性卒中临床结局相关性研究; 动脉硬化型脑小血管病总负荷与非高密度脂蛋白胆固醇相关性研究; 基于 CT 影像学标志物的脑叶出血预后预测; 球囊扩张术与支架植入术治疗青年症状性颅内动脉狭窄性缺血性卒中疗效对比分析; 高原地区脑小血管病影像学特征分析; 高原地区急性脑出血临床特点及短期预后影响因素分析; 颈动脉斑块致反复脑梗死一例