

· 临床研究 ·

神经电生理监测在面肌痉挛患者术前评估及其预后判断中的应用

何颖¹ 李玉琢¹ 陈静¹ 潘明茜² 张勇³ 李晓裔¹

¹贵州省人民医院神经电生理科, 贵阳 550002; ²贵州中医药大学图书馆, 贵阳 550000;

³贵州省人民医院神经外科, 贵阳 550002

通信作者: 李晓裔, Email: lxytgy@126.com

【摘要】 目的 分析偏侧面肌痉挛患者术前肌电图与痉挛评估的诊断价值及术中电生理监测与预后的关系, 为临床诊治提供帮助。**方法** 选取 31 例偏侧面肌痉挛患者进行临床痉挛程度评分, 按临床痉挛程度评分分为一般痉挛组 (27 例) 和严重痉挛组 (4 例), 对所有患者进行术前神经电生理检查, 记录颤搐放电、面神经传导速度 (MCV)、瞬目反射、侧方扩散 (LSR)、脑干听觉诱发电位 (BAEP)、瞬目反射; 术中进行电生理监测, 记录术中 LSR 情况。根据术中 LSR 消失与否, 将患者分为 LSR 消失组和 LSR 残留组, 分别于术后 1 周、术后 3 个月和术后半年, 观察和比较这 2 组患者的面肌痉挛术后临床疗效评估情况。**结果** 一般痉挛组和严重痉挛组患者的术前肌电图检查, LSR 均为阳性表现, 面神经 MCV 均在正常范围, 而针极肌电图观察到的颤搐放电和瞬目反射、术前 BAEP 的组间差异有统计学意义 ($P < 0.05$)。根据术后 31 例患者的 LSR 是否消失, 患者分为 LSR 残留组 (15 例) 和 LSR 消失组 (16 例) 两组, 比较各组术后 1 周 (痊愈患者残留组 1 例, 消失组 3 例; 明显缓解患者残留组 3 例, 消失组 7 例)、术后 3 个月 (痊愈患者残留组 5 例, 消失组 7 例; 明显缓解患者残留组 3 例, 消失组 6 例) 及术后半年时 (痊愈患者残留组 5 例, 消失组 12 例; 明显缓解患者残留组 9 例, 消失组 2 例) 患者的面肌痉挛恢复情况, LSR 消失组和 LSR 残留组组内上述 3 个时间点的临床疗效评估比较, 痉挛恢复差异均有统计学意义 ($P < 0.05$), 且术后半年时间点优于术后 3 个月且优于术后 1 周时间点 ($P < 0.05$); 术后同一时间点的痉挛恢复比较, 术后 1 周时间点组间差异有统计学意义 ($P < 0.05$), 且为消失组显著优于残留组 ($P < 0.05$), 而术后 3 个月和术后半年时间点的组间差异均无统计学意义 ($P > 0.05$)。**结论** 术前肌电图能对面肌痉挛范围及程度、面神经兴奋性提供客观诊断评估依据; 术中电生理实时监测, 能帮助术者客观评估减压效果, 及时发现避免周围神经牵拉损伤情况。

【关键词】 偏侧面肌痉挛; 神经电生理; 预后

DOI: 10.3760/cma.j.issn.0254-1424.2023.06.005

Application of preoperative and intraoperative electroneurophysiological examination for persons with hemifacial spasm

He Ying¹, Li Yuzuo¹, Chen Jing¹, Pan Mingqian², Zhang Yong³, Li Xiaoyi¹

¹Department of Neurological Electrophysiology, Guizhou Provincial People's Hospital, Guiyang, Guizhou 550002, China; ²Guizhou University of Traditional Chinese Medicine Library, Guiyang, Guizhou 550000, China; ³Department of Neurosurgery, Guizhou Provincial People's Hospital, Guiyang, Guizhou 550002, China

Corresponding author: Li Xiaoyi, Email: lxytgy@126.com

【Abstract】 Objective To analyze the diagnostic value of preoperative electromyography and spasticity assessment for patients with hemifacial spasm, and to define a relationship between intraoperative electrophysiological examination and prognosis in order to provide help for clinical diagnosis and treatment. **Methods** Thirty-one patients with hemifacial spasm were selected for the clinical spasticity scoring and divided into a general spasm group ($n=27$) and a severe spasm group ($n=4$). All received preoperative neurophysiological examination to record their twitch discharge, facial nerve conduction velocity (MCV), lateral spread (LSR) of the spasm, brainstem auditory evoked potential (BAEP), and blink reflex. Electrophysiological monitoring then recorded intraoperative LSR. According to whether the LSR disappeared or not, the patients were divided into the LSR disappearance group (of 15) and the LSR residual group (of 16), and facial muscle activity was recorded again one, three and six months after the operation. **Results** Preoperative EMG examination of both groups showed positive LSR and that facial nerve MCV was within the normal range. There were, though, significant differences between the two groups

in the twitching discharge by needle electromyography, blink reflex and preoperative BAEP. One week after the operation, one member of the residual group and 3 from the disappearance patients of the former and latter group had recovered in terms of LSR, with 3 and 7 cases significantly relieved, respectively. Two months later, the corresponding figures were 5 and 7, 3 and 6, respectively. Half of a year after the surgery, 5 from the residual group and 12 from the disappearance group had fully recovered in terms of LSR, while 9 and 2 cases were significantly relieved. Altogether, there were significant differences within the two groups in terms of recovery among all the time points, with significantly better recovery in the LSR disappearance group than the LSR residual group at 1 week after operation, while there were no significant differences between the two groups in recovery 3 and 6 months after their operation. **Conclusions** Preoperative electromyography can provide objective assessments of the scope, severity, and facial nerve excitability of patients with hemifacial spasm. Real-time intraoperative electrophysiology monitoring can help surgeons to objectively assess the effect of decompression and to find and avoid nerve traction injury in surrounding areas quickly.

【Key words】 Hemifacial spasm; Neurophysiology; Prognosis
DOI:10.3760/cma.j.issn.0254-1424.2023.06.005

偏侧面肌痉挛是神经科常见的脑神经疾病,它是由于面神经兴奋性发生异常,临床表现为一侧面部肌肉阵发性、不自主抽搐,发病率约为 11/10 万^[1],该疾病虽不危及生命,但反复面部抽搐给患者心理造成很大负担。目前认为,治疗面肌痉挛最有效的方法是微血管减压术(microvascular decompression, MVD),但仍有 10%的患者症状不能得到有效缓解,主要原因取决于患者受压局部的神经解剖、神经功能情况。

神经电生理学检测是明确神经功能的主要检查手段。然而,术前通过神经电生理检查来判断患者手术神经、邻近神经的功能情况,结合术中电生理监测情况判断患者手术预后,少见有国内外研究报道。本研究对 31 例面肌痉挛患者进行术前、术中电生理检测,旨在探讨面肌痉挛患者术前电生理检测对痉挛程度的诊断以及术中电生理监测对术后预后判断的应用价值。

对象与方法

一、研究对象

入选标准:①符合 2014 年《面肌痉挛诊疗中国专家共识》^[2]中的面肌痉挛诊断标准;②通过磁共振血管成像检查明确存在与面神经有解剖关系的血管或血管网;③发病之初卡马西平治疗有效^[2];④签署知情同意书。

排除标准:①其它面部肌张力障碍性疾病,如梅杰综合征、眼睑痉挛综合征等;②面瘫后遗或颅内占位所

致等继发性面肌痉挛;③偏侧面肌痉挛术后复发二次手术患者。

选取 2020 年 1 月至 10 月在贵州省人民医院神经外科就诊且符合上述标准的半侧面肌痉挛患者 31 例。所有患者入院时按临床痉挛评分系统^[3]进行痉挛评分:①1 级,眼周局部痉挛;②2 级,不自主的痉挛影响同侧其它四根面神经分支支配肌;③3 级,频繁痉挛影响视物;④4 级,双侧面部不对称。将患者按痉挛程度进行分组,1 级和 2 级归入一般痉挛组,3 级和 4 级归入严重痉挛组。除一般痉挛组的平均病程显著低于严重痉挛组($P<0.05$)外,2 组患者的发病年龄、性别比例、痉挛侧别等一般临床资料经统计学分析比较,组间差异均无统计学意义($P>0.05$),具体数据详见表 1。本研究获贵州省人民医院医学伦理委员会审核批准(2021-14)。

二、研究方法

1.术前神经电生理检查:采用 CADWDL Sierra Summit16 通道肌电诱发电位仪对所有患者进行术前检查,针极肌电图检测双侧额肌、口轮匝肌、颏肌,记录颤搐放电。神经传导速度,利用单点刺激法检测双侧面神经颞支、颊支、下颌缘支面神经运动传导速度(motor nerve conduction velocity, MCV),采用自身对照比较,患侧 MCV 较对侧下降 5 m/s,为传导速度减慢;瞬目反射,采用双侧比较,患侧波幅较对侧增高一倍,为波幅增大,各波时程较对侧同名波延长一倍,为波形离散。

表 1 2 组患者的一般临床资料

组别	例数	性别(例)		平均年龄 (岁, $\bar{x}\pm s$)	平均病程 (月, $\bar{x}\pm s$)	痉挛侧别(例)	
		男	女			左	右
一般痉挛组	27	10	17	45.63 $\pm$ 12.60	3.67 $\pm$ 3.65 ^a	14	13
严重痉挛组	4	2	2	46.75 $\pm$ 7.73	7.75 $\pm$ 2.86	3	1

注:与严重痉挛组比较,^a $P<0.05$

侧方扩散(lateral spread response,LSR):采用双侧比较,每侧采取两种方式,一种为眼外眦处刺激面神经颞支,在面神经下颌缘支支配的颞肌上记录 LSR;另一种方式为下颌角刺激面神经下颌缘支,在面神经颞支支配的颞肌上记录 LSR^[4]。阳性为有 LSR 反应波出现,反之为阴性。

脑干听觉诱发电位(brainstem auditory evoked potential,BAEP)记录分析双侧 I、Ⅲ、V 波,潜伏期、波幅、峰间潜伏期、V/I 波幅比。下列情况考虑异常:① I、Ⅲ、V 波潜伏期及 I~Ⅲ、Ⅲ~V、I~V 峰间潜伏期大于($\bar{x}\pm 2s$);② Ⅲ~V/I~Ⅲ 峰间潜伏期差比>1;③ V/I 波幅比<1;④ I、Ⅲ、V 波波分化不良、缺失^[5]。

2.术中电生理检查:患者全麻后,不再使用肌松类药物。采用 Cadwell Sierra Summit 32 通道术中肌电诱发电位监测仪进行监测。拇短展肌记录成串刺激(train-of-four stimulation,TOF)值,保证 TOF 值达到 75 以上,LSR 的消失才有可靠性。

LSR:在患侧检测,皮下针电极作为刺激和记录电极,一支下颌角刺激,眼轮匝肌记录 LSR;另一支眼外眦刺激,颞肌记录 LSR,以垫片后手术缝合皮肤完毕为时间节点,检查 LSR 情况。

三、评估指标及术后疗效观察

1.面肌痉挛临床评估:按入院临床痉挛评估,将所有患者分为一般痉挛组和严重痉挛组,比较 2 组间颤搐放电、面神经 MCV、瞬目反射、术前 LSR、术前 BAEP 及术中监测的 LSR 消失情况。手术中,再根据手术皮肤缝合后 LSR 是否消失,将患者分为 LSR 消失组和 LSR 残留组,分别于术后 1 周、术后 3 个月和术后半年,比较这 2 组患者的面神经痉挛临床评估情况。

2.术后临床疗效评估:参照面肌痉挛诊疗中国专家共识^[2],将术后疗效判定分为 4 级。①痊愈——面肌痉挛症状完全消失;②明显缓解——痉挛症状仅在情绪紧张时出现或由特定面部动作偶尔诱发出现;③部分缓解——面肌痉挛症状虽有减轻,但仍然相对频繁,患者主观不满意;④无效——面肌痉挛症状没有变化,甚至加重。分析比较 31 例患者术中 LSR 的消失

与否及其术后临床疗效评定情况。

四、统计学方法

使用 SPSS 21.0 版统计软件对所得数据进行统计学分析整理,计数资料以例数进行描述,组间差异用 χ^2 检验或者 Fisher 的精确检验;计量资料采用($\bar{x}\pm s$)描述,组间比较用独立样本 *t* 检验分析;等级资料组间比较用 Mann-Whitney U 检验分析;配对等级资料间比较用 Friedman 检验。*P*<0.05 认为差异有统计学意义。

结 果

一、术前电生理检查

所有患者术前均行肌电图检查,针极肌电图均可见颤搐放电。一般痉挛组中,有 19 例患者颤搐放电局限在颞肌或口轮匝肌、颞肌中的一块,剩余 8 例及严重痉挛组的 4 例患者在面神经支配的三块肌均可见颤搐放电;2 组患者面神经 MCV 均在正常范围;瞬目反射潜伏期均在正常范围,但波幅和波形均有不同程度的增高、离散;2 组患者术前 LSR 均呈阳性表现。术前 BAEP:一般痉挛组 21 例正常,6 例异常;严重痉挛组 4 例均有异常。2 组间的颤搐放电、瞬目反射、术前 BAEP 差异均有统计学意义(*P*<0.05);而 2 组间的面神经 MCV 及术前 LSR 差异均无统计学意义(*P*>0.05)。详见表 2。

二、术中电生理监测

术中一般痉挛组中,1 例患者硬脑膜剪开后 LSR 两支消失,2 例释放脑脊液时 LSR 两支消失,12 例垫片后两支消失;6 例患者术中一支消失,其中 3 例仅一支消失,另 3 例消失的 LSR 在硬脑膜缝合后再次出现;余 6 例患者 LSR 一直未消失,但反应波波幅下降>50%。严重痉挛组中,仅 1 例患者垫片后两支 LSR 均消失;1 例患者硬脑膜剪开后 LSR 消失,但垫片后出现低波幅 LSR;2 例患者手术过程中 LSR 一直未消失。

术中 BAEP:一般痉挛组 11 例有异常改变,其中 3 例为波幅下降,8 例潜伏期延长,16 例 BAEP 正常表现;严重痉挛组 1 例潜伏期延长,另 3 例 BAEP 正常表现。2 组间的术中 LSR 消失及 BAEP 异常差异均有统计学意义(*P*<0.05)。详见表 2。

表 2 2 组患者术前及术中电生理特点比较(例)

组别	例数	颤搐放电		面神经 MCV		瞬目反射			术前 LSR	
		局限一块面肌放电	两块以上肌肉放电	正常	减慢	波幅增高	波形离散	潜伏期延长	两支阳性	一支阳性
一般痉挛组	27	19	8	27	0	20	7	0	25	2
严重痉挛组	4	0	4	4	0	0	4	0	4	0
组别	例数	术前 BAEP		术中 LSR				术中 BAEP		
		正常	异常	两支消失	一支消失	消失后复现	一直未消失	波幅下降	潜伏期延长	无改变
一般痉挛组	27	21	6	15	3	3	6	3	8	16
严重痉挛组	4	0	4	1	0	1	2	1	0	3

表 3 31 例患者术中 LSR 表现及其术后临床疗效比较(例)

组别	例数	术后 1 周				术后 3 个月				术后半年			
		痊愈	明显缓解	部分缓解	无效	痊愈	明显缓解	部分缓解	无效	痊愈	明显缓解	部分缓解	无效
LSR 消失组	16	3	7	6	0	7	6	3	0	12	2	2	0
LSR 残留组	15	1	3	10	1	5	3	7	0	5	9	1	0

三、临床疗效评定

手术完毕后,LSR 消失组和 LSR 残留组两组患者术后 1 周、术后 3 个月、术后半年三个时间点的临床疗效评估比较,临床恢复均有统计学意义($P<0.05$);且均于术后半年时间点显著优于术后三个月和术后 1 周时间点($P<0.05$)。分别于术后 1 周、术后 3 个月和术后半年三个时间点消失组和残留组组间比较,术后 1 周组间差异有统计学意义($P<0.05$),而其余两个时间点的组间差异无统计学意义($P>0.05$)。详见表 3。

讨 论

神经电生理学检测是反映神经功能的主要手段,帮助判断神经髓鞘、轴索及神经兴奋性。针极肌电图在面神经支配肌上记录到的颤搐放电,是较复杂的重复放电。本研究 31 例患者中,肌肉的兴奋范围能够通过针极肌电图客观体现,提示面神经激惹或者运动单位的高兴奋状态,不仅与临床痉挛程度评估方法一致,也不会产生临床上 1⁺级、2⁺级这种模糊的主观分级。检测经验中,部分患者扎针后一直不出现颤搐放电的情况下,可以先用针电极进行传导速度检测,经电刺激后再观察针极肌电图,此时,由于电刺激兴奋神经,神经兴奋性提高则容易观察到颤搐放电。

面肌痉挛主要病理改变点在面神经离开脑干处,局部髓鞘脱失,远端周围神经的髓鞘并无改变,因此面神经远端 MCV 基本不受影响。本研究中的 31 例患者,无论一般痉挛组还是严重痉挛组,31 例患者无一例出现 MCV 和复合肌肉动作电位(compound muscle action potential, CMAP)异常,结果与 Zhang 等^[7]研究中患侧 CMAP 低于健侧不同,原因可能与记录电极差异及实验室标准不同有关。如果检测中发现面神经 MCV 轻度减慢或 CMAP 波幅下降,提示需要询问病史,了解既往是否有面瘫病史或注射肉毒毒素,电生理的改变可能来自于面神经外周脱髓鞘或者肉毒毒素对神经肌接头传导的阻滞作用^[8]。

瞬目反射是反映三叉-面神经及其脑干核团反射通路的电生理项目,本研究 2 组患者中,术前瞬目反射通过病变侧 R1、R2、R2'波幅增高反映患侧面神经兴奋性,波形离散程度可反映病程和痉挛程度,由于快纤维的髓鞘并无受累,因此 R1、R2、R2'潜伏期均无改变。结果与 Meral 等^[9]在面肌痉挛与面瘫后患者的瞬

目反射结果相似,与对照组比较,患侧 R1、R2、R2'波幅增高、恢复时间延长即时限延长,潜伏期无延长;且随病程增加、恢复时间越长,即离散程度重,该研究也通过瞬目反射间接推测面肌痉挛的病理改变来自面神经运动核的兴奋性增高。

LSR 是反映相邻神经间旁突触建立的最好指标。一些学者^[10-11]已在偏侧面肌痉挛患者证实,直至手术对责任血管的充分减压后 LSR 才会消失,这个消失时间点还可能出现在释放脑脊液时,剪开硬膜时,甚至是麻醉后。本研究中,术前不论是一般痉挛组,还是严重痉挛组,LSR 都得以体现,术中小部分患者在垫片前 LSR 消失,大部分患者在责任血管垫片后 LSR 消失,充分说明神经与神经之间的短路来自于血管形成的“传导弧”。

BAEP 是反映听神经周围段至脑干上段整个听觉传导通路的电生理指标,本研究中,少数患者术前 BAEP 异常,可能是责任血管的不仅与面神经、同时与听神经也有接触点,造成听神经和面神经同样的髓鞘脱失。由于两者空间位置紧密,在术野神经血管暴露、手术垫片中、蛛网膜或血管牵拉等操作容易造成听神经或内听动脉的牵拉,不论是受长时间的牵拉或供血动脉血供减少,BAEP 都能在最短时间内体现听神经功能情况。Joo 等^[12]也研究证实了 BAEP 的实时术中监护,可以在 10 s 内获得可靠的 BAEP,能成功预防面肌痉挛显微血管减压术手术期间听力受损。

由于面肌痉挛责任血管的周围神经及其营养血管、周围脑组织结构复杂,术中实时监测 LSR 尤为重要,不仅反馈责任血管对神经造成的激惹情况,对于识别周围神经的机械损伤、避免责任点的遗漏、客观评估减压效果等都有重要意义。术中 LSR 检查不受患者麻醉后意识状态的影响,也不受手术操作者水平经验的影响,可实时评估神经功能状态。本研究中,部分患者垫片后两支 LSR 即刻消失,也有仅单支 LSR 消失或 LSR 一直未消失但反应波波幅下降,少数患者硬膜缝合完毕消失的 LSR 又再次出现,这些患者术后 1 周的随访中,手术当时 LSR 消失的患者面肌痉挛情况恢复明显,有返回病房当即痉挛消失,也有术后 2~3 d 或 5~7 d 痉挛消失,常规肌电图检测示术前阳性的 LSR 转为阴性;而垫片后 LSR 未消失的患者术后 1 周,部分患者痉挛缓解,小部分患者自觉痉挛改善不明显,常

规肌电图显示 LSR 较术前波幅下降,辅以药物治疗,大部分患者在 2~3 个月时,痉挛程度明显改善,甚至是突然消失,患者持续时间更长。有学者^[13-14]的研究也类似,恢复时间长达 1 年或更长时间,LSR 消失与否的患者,长期结果类似,或者术后的差异仅体现在术后短期内。分析原因,可能是神经长期慢性损伤过程中,其兴奋性也有累积效应,即便微血管减压,兴奋性的消失也需要一定时间才会消失,另外髓鞘的重新生长连接也需要时间复原。说明 LSR 在术中评估减压效果对临床医生有指导意义,虽然远期评估价值不明显,但近期效果的评估也可给临床医生提供可靠的信息,帮助患者正确认识对手术效果的理解。

综上所述,术前肌电图能对面肌痉挛范围、痉挛程度、面神经兴奋性提供客观的术前诊断、手术评估依据,术中电生理实时监测,能帮助术者客观评估减压效果,及时发现避免周围神经牵拉损伤情况,对患者术后恢复预估为临床医生提供指导依据。由于术中病例样本量不大,尤其是痉挛严重组数量少,还有待于以后的研究中进一步探讨术前、术中电生理与并发症的关系。

参 考 文 献

- [1] Chaudhry N, Srivastava A, Joshi L. Hemifacial spasm: the past, present and future [J]. J Neurol Sci, 2015, 356(1-2): 27-31. DOI: 10.1016/j.jns.2015.06.032.
- [2] 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(11): 528-532. DOI: 10.11850/j.issn.1009-122X.2014.11.018.
- [3] Boo SN, Jin WC, Kwan P, et al. Severe hemifacial spasm is a predictor of severe indentation and facial palsy after microdecompression surgery [J]. J Clin Neurol, 2018, 14(3): 303-309. DOI: 10.3988/jcn.2018.14.3.303.
- [4] 邵西仓, 李晓裔, 何颖, 等. 面神经侧方扩散反应在鉴别不同病因面肌痉挛和脑干及其周围肿瘤中对作用 [J]. 中华神经外科杂志, 2019, 35(8): 837-840. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1001-2346.2019.08.017.
- [5] 李六一, 穆俊林, 路贵友, 等. BAEP 及下肢 SLSEP 检查对急性 CO 中毒后迟发性脑病的预测价值分析 [J]. 中华物理医学与康复杂志, 2010, 32(5): 347-350. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0254-1424.2010.05.007.
- [6] 中国医师协会神经外科分会神经电生理监测专家委员会. 中国神经外科术中电生理监测规范 (2017 版) [J]. 中华医学杂志, 2018, 98(17): 1283-1293. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0376-2491.2018.17.002.
- [7] Zhang WB, Min LZ, Zhong WX, et al. Surgical effect and electrophysiological study of patients with hemifacial spasm treated with botulinum toxin or acupuncture before microvascular decompression [J]. Clin Neurol Neurosurg, 2019, 184: 105417. DOI: 10.1016/j.clineuro.2019.105417.
- [8] Glocker FX, Guschlbauer B, Lücking CH, et al. Effects of local injections of botulinum toxin on electrophysiological parameters in patients with hemifacial spasm: role of synaptic activity and size of motor units [J]. Neurosci Lett, 1995, 187(3): 161-164. DOI: 10.1016/0304-3940(95)11363-2.
- [9] Kiziltan M, Gunduz A. Reorganization of sensory input at brainstem in hemifacial spasm and postparalytic facial syndrome [J]. Neurol Sci, 2018, 39(2): 313-319. DOI: 10.1007/s10072-017-3185-1.
- [10] Park SK, Joo BE, Park K. Intraoperative neurophysiological monitoring during microvascular decompression surgery for hemifacial spasm [J]. J Korean Neurosurg Soc, 2019, 62(4): 367-375. DOI: 10.3340/jkns.2018.0218.
- [11] Park CK, Lim SH, Lee SH, et al. Is the pre-operative lateral spread response on facial electromyography a valid diagnostic tool for hemifacial spasm [J]. Neurosurg Rev, 2021, 44(6): 3259-3266. DOI: 10.1007/s10143-020-01267-6.
- [12] Joo BE, Park SK, Cho KR, et al. Real-time intraoperative monitoring of brainstem auditory evoked potentials during microvascular decompression for hemifacial spasm [J]. J Neurosurg, 2016, 125(5): 1061-1067. DOI: 10.3171/2015.10.JNS151224.
- [13] Damaty AE, Rosenstengel C, Matthes M, et al. The value of lateral spread response monitoring in predicting the clinical outcome after microvascular decompression in hemifacial spasm: a prospective study on 100 patients [J]. Neurosurg Rev, 2016, 39(3): 455-66. DOI: 10.1007/s10143-016-0708-9.
- [14] Nugroho SW, Perkasa SAH, Gunawa K, et al. Predicting outcome of hemifacial spasm after microvascular decompression with intraoperative monitoring: a systematic review [J]. Heliyon, 2021, 7(2): e06115. DOI: 10.1016/j.heliyon.2021.e06115.

(修回日期: 2023-05-12)

(本文编辑: 汪 玲)