

脊髓海绵状血管畸形术中神经电生理监测： 预警标准敏感性和特异性分析

李晓宇 张鸿祺 凌锋 胡鹏 任健

【摘要】 目的 分析脊髓海绵状血管畸形术中神经电生理监测预警标准的敏感性和特异性。**方法** 选择 2012 年 11 月至 2016 年 3 月神经外科手术治疗的脊髓海绵状血管畸形患者共 64 例,术中采用运动诱发电位(MEP)联合体感诱发电位(SEP)对神经功能进行监测,并以运动诱发电位波幅降低 $\geq 80\%$ 作为预警标准预测术后神经功能缺损情况,以 McCormick 分级作为“金标准”,计算其灵敏度和特异度、阳性预测值和阴性预测值。**结果** 运动诱发电位波幅降低 $\geq 80\%$ 联合体感诱发电位多模态监测的灵敏度为 75% (15/20)、特异度 78.57% (33/42), 阳性预测值为 62.50% (15/24)、阴性预测值 86.84% (33/38)。**结论** 脊髓海绵状血管畸形术中运动诱发电位联合体感诱发电位监测可有效预测术后新发神经功能缺损,运动诱发电位预警标准以波幅降低 $\geq 80\%$ 为宜。

【关键词】 血管畸形; 脊髓; 术中神经电生理监测; 诱发电位

Intraoperative neuroelectrophysiological monitoring of spinal cavernous vascular malformations: sensitivity and specificity of monitoring and warning criteria

LI Xiao-yu, ZHANG Hong-qi, LING Feng, HU Peng, REN Jian

Department of Neurosurgery, Xuanwu Hospital, Capital Medical University; China International Neuroscience Institute (China-INI), Beijing 100053, China

Corresponding author: ZHANG Hong-qi (Email: xwzhanghq@163.com)

【Abstract】 Objective To analyze the sensitivity and specificity of neuroelectrophysiological monitoring and warning criterion in the spinal cord cavernous malformations surgery. **Methods** A total of 64 patients with spinal cord cavernous malformation underwent surgical treatment were collected from November 2012 to March 2016. All patients underwent intraoperative monitoring of motor-evoked potential (MEP) and somatosensory - evoked potential (SEP). Multimodal monitoring combined MEP amplitude decreased $\geq 80\%$ with SEP was performed to predict the postoperative neurological function defect of patients. McCormick grade as "gold standard" was used to calculate sensitivity, specificity, positive predictive value and negative predictive value. **Results** The sensitivity, specificity, positive predictive value and negative predictive value were 75% (15/20), 78.57% (33/42), 62.50% (15/24) and 86.84% (33/38), respectively. **Conclusions** Intraoperative MEP combined with SEP monitoring can effectively predict the occurrence of new neurological deficits after operation. MEP amplitude reduction $\geq 80\%$ can be used as the operation warning criterion.

【Key words】 Vascular malformations; spinal cord; Intraoperative neuroelectrophysiological monitoring; Evoked potentials

Conflicts of interest: none declared

脊髓海绵状血管畸形是脊髓占位性疾病的一种,其发病率较低,占有脊髓血管病变的 5% ~

12%^[1-2]。血管畸形对脊髓的压迫可造成患者下肢感觉或运动功能障碍,如不及时施行手术治疗,一旦发生出血,可使脊髓功能进一步下降,甚至发生截瘫。通过外科手术切除髓内病变不仅可降低血管畸形出血后的神经功能损伤风险,而且亦是目前首选的治疗方式。由于术中操作可能影响感觉或运动传导通路,因此术中神经电生理监测(IONM),

doi: 10.3969/j.issn.1672-6731.2020.11.007

作者单位: 100053 北京,首都医科大学宣武医院神经外科 中国国际神经外科研究所

通讯作者: 张鸿祺, Email: xwzhanghq@163.com

尤其是体感诱发电位与运动诱发电位联合应用已是保护脊髓神经功能不可或缺的常规手段^[3-5]。由于不同类型脊髓病变术中所采用的神经电生理监测标准有所不同,使得各项研究结果之间可能存在一定差异^[6],基于此,本研究对首都医科大学宣武医院神经外科近年收治的 64 例脊髓海绵状血管畸形患者术中神经电生理监测结果,以及术后运动和感觉功能变化等临床资料进行回顾,分析体感诱发电位与运动诱发电位联合监测预警值的敏感性和特异性,从而探讨运动诱发电位用于此类手术中的最佳预警标准。

对象与方法

一、研究对象

1. 纳入与排除标准 (1)根据术前 T₂WI 所显示的特征影像,即“爆米花”状混杂信号伴周围含铁血黄素沉积所致低信号^[7-8]确诊脊髓海绵状血管畸形。(2)排除严重循环系统疾病、糖尿病、肥胖者,因严重器质性病变而影响诱发电位基线记录者,以及植入心脏起搏器或有颅骨损伤等不能进行经脑电刺激者。

2. 一般资料 选择 2012 年 11 月至 2016 年 3 月在我院神经外科接受手术治疗的脊髓海绵状血管畸形患者共 64 例,男性 31 例,女性 33 例;年龄 13~73 岁,平均年龄(38.36±12.69)岁。根据 MRI 检查结果,确定病变所在脊髓节段分别位于胸段(31 例占 48.44%)、颈段(25 例占 39.06%)、颈胸段(6 例占 9.38%)和腰段(2 例占 3.13%)。

二、研究方法

1. 麻醉方案 患者呈仰卧位,气管插管全身麻醉,麻醉诱导采用咪达唑仑 0.02~0.04 mg/kg、依托咪酯 0.15 mg/kg、舒芬太尼 0.30 μg/kg、罗库溴铵 0.60 mg/kg 或阿曲库铵 0.15 mg/kg,诱导后不再使用肌松药,以瑞芬太尼 0.20~0.40 μg/(kg·min)或丙泊酚 4~6 mg/(kg·h)维持;脑电双频指数(BIS)于术中实时监测麻醉深度,手术过程中尽量保持麻醉深度平稳。

2. 术中神经电生理监测 采用美国 Nicolet 公司生产的 16 导 Endeavor CR 诱发电位监测系统行术中神经电生理监测并记录。(1)运动诱发电位:根据脑电图国际 10-20 系统进行定位,刺激点选择 C1 和 C2,各放置 1 根螺旋电极互为参考,刺激参数:每次刺激采用 5 个串,波宽 300 μs,刺激量为 150~

400 V。根据病变节段,于相应肌肉分别放置 2 根针电极进行记录,上肢选择拇展肌,下肢选择腓短展肌或胫骨前肌、股四头肌、肛门括约肌。刺激前在患者牙齿与舌之间垫纱布或牙垫,防止运动诱发刺激时因咬肌收缩而发生咬舌损伤。运动诱发电位诱发出稳定波形的定义为,引出潜伏期固定和波幅稳定的波形;预警标准为运动诱发电位波幅降低 ≥ 80%^[9]。(2)体感诱发电位:分别于上肢正中神经和下肢胫后神经放置 2 根针电极进行刺激,刺激参数为波宽 300 μs,频率 4.70 Hz,强度 10~20 mA。记录位置仍然遵循脑电图 10-20 系统,上肢正中神经刺激点分别位于 C3、C4 后 1~2 cm,下肢胫后神经刺激点在 Cz 后 1~2 cm,均以 Fz 作为参考电极。体感诱发电位诱发出稳定波形的定义为,经反复叠加后能够引出潜伏期固定且波幅稳定的波形;预警标准为波幅降低 ≥ 50%或潜伏期延长 ≥ 10%^[9]。(3)诱发电位变化:诱发电位达到预警值,若手术结束前能够恢复至预警值以上的变化,称为暂时性变化,而在手术结束前未恢复至预警值以上的变化,则称为不可逆性变化。

3. 评价标准 (1)神经功能评价:以 McCormick 脊柱脊髓病变分级对患者术后脊髓神经功能进行评价,共分为 5 级。1 级,神经功能正常。2 级,轻度局灶功能异常,但不影响患肢肢体功能;轻度痉挛或反射异常,步态正常。3 级,感觉运动损害影响患肢肢体功能,表现为轻至重度步态异常;严重的疼痛或感觉迟钝影响生活质量,但仍然能独立行走。4 级,比较严重的神经功能损害,需手杖支持辅助行走,或明显的双侧上肢功能损害,可以或者不能自理。5 级,十分严重的神经功能损害,行走需借助轮椅;或手杖助行合并双上肢功能损害,能独立活动,需依靠他人辅助。其中,McCormick 分级降低 1 级及以上者,为有新发神经功能缺损。所有患者术后均随访至出院后 6 个月,由一位不了解术中神经电生理监测数据的临床医师于患者麻醉苏醒后 3 h,于术后 1 周、3 个月和 6 个月时对其进行神经功能评价;6 个月中无神经功能缺损者定义为无变化,术后麻醉苏醒 3 h 后出现神经功能缺损者为术后即刻神经功能下降,出院后 6 个月仍遗留神经功能缺损者为远期神经功能下降。(2)诱发电位预警值定义:采用 McCormick 分级作为诊断术后新发神经功能缺损的“金标准”,以术中诱发电位监测作为待评价的筛检试验,评价术中神经电生理监测的敏感性与特异

性、阳性预测值与阴性预测值。真阳性定义为,术中神经电生理监测达到预警值且为不可逆性变化,术后发生神经功能缺损;真阴性定义为,术中神经电生理监测未发现警告或呈暂时性变化,且术后未发生神经功能缺损;假阴性定义为,术中神经电生理监测未出现警告,而术后发生神经功能缺损;假阳性定义为,术中神经电生理监测达到预警值,但术后未发生神经功能缺损。灵敏度、特异度、阳性预测值、阴性预测值计算公式为,灵敏度 = 真阳性例数 / (真阳性例数 + 假阴性例数) × 100%; 特异度 = 真阴性例数 / (真阴性例数 + 假阳性例数) × 100%; 阳性预测值 = 真阳性 / (真阳性 + 假阳性) × 100%; 阴性预测值 = 真阴性 / (真阴性 + 假阴性) × 100%。

结 果

一、术前脊髓功能评价

本组 64 例患者入院时 McCormick 分级为, 1 级 31 例 (48.44%)、2 级 25 例 (39.06%)、3 级 5 例 (7.81%)、4 级 2 例 (3.13%)、5 级 1 例 (1.56%)。共有 62 例 (96.88%) 患者于术中引出运动诱发电位, 术前 McCormick 分级 1~4 级, 其中, 1 级 31 例 (50%)、2 级 25 例 (40.32%)、3 级 5 例 (8.06%)、4 级 1 例 (1.61%); 2 例 (3.23%) 未引出运动诱发电位的患者术前 McCormick 分级分别为 4 级和 5 级。计 46 例 (71.88%) 患者术中引出体感诱发电位, 术前 McCormick 分级为 1~4 级, 1 级 22 例 (47.83%)、2 级 22 例 (47.83%)、3 级 1 例 (2.17%)、4 级 1 例 (2.17%); 18 例 (28.13%) 未引出体感诱发电位, 术前 McCormick 分级 1~5 级, 1 级 9 例 (9/18)、2 级 3 例 (3/18)、3 级 4 例 (4/18)、4 级 1 例 (1/18), 以及 5 级 1 例 (1/18)。

二、术中多模态电生理监测变化

术中引出运动诱发电位波形的 62 例患者中有 23 例 (37.10%) 达到预警值, 其中 6 例 (9.68%) 为暂时性变化, 且术后均未出现神经功能缺损; 17 例 (27.42%) 呈不可逆性变化, 7 例术后未发生神经功能缺损, 10 例出现术后即刻神经功能下降且有 6 例出院时遗留神经功能障碍, 术后 6 个月仍有 2 例神经功能未恢复。在 46 例术中记录到体感诱发电位的患者中, 9 例 (19.57%) 术中达到预警值且达到体感诱发电位波幅降低 $\geq 50\%$ 的标准, 但均发生不可逆性变化, 无暂时性变化者, 其中 7 例为术后即刻功能下降, 出院时 5 例遗留神经功能障碍, 出院 6 个月

表 1 多模态电生理模式监测筛检试验评价(例)

Table 1. Screening test evaluation of multimodal electrophysiological monitoring (case)

MEP 波幅降低 \geq 80% 联合 SEP	金标准		合计
	术后即刻功能下降	无术后即刻功能下降	
不可逆变化	15	9	24
暂时性变化或未达到预警值	5	33	38
合计	20	42	62

MEP, motor-evoked potential, 运动诱发电位; SEP, somatosensory-evoked potential, 体感诱发电位

时仍有 4 例存在神经功能障碍。

三、多模态电生理监测与术后脊髓功能的关系

以体感诱发电位或运动诱发电位达到预警值为标准, 结合术后神经功能评价结果, 本组共 62 例患者纳入多模态监测分析, 其中达到运动诱发电位预警值者 23 例、体感诱发电位预警值 9 例; 排除 2 例两种诱发电位均达到预警值的病例, 共计 30 例术中达到诱发电位预警值。将运动诱发电位波幅降低 $\geq 80\%$ 作为预警标准, 联合体感诱发电位进行多模态监测, 结果显示: 6 例术中出现诱发电位暂时性波幅降低的患者, 术后均未发生神经功能缺损, 故归入真阴性; 其余 24 例术中诱发电位呈现不可逆性变化, 15 例表现为术后即刻神经功能下降, 其中 9 例出院时遗留神经功能障碍, 出院 6 个月时仍有 4 例存在神经功能障碍。32 例未达到诱发电位预警值的患者中, 5 例出现术后即刻神经功能下降, 2 例出院时仍遗留神经功能下降, 6 个月时均恢复。以运动诱发电位波幅降低 $\geq 80\%$ 作为预警标准联合体感诱发电位多模态监测, 术中诱发电位预警灵敏度为 75% (15/20)、特异度 78.57% (33/42), 阳性预测值 62.50% (15/24)、阴性预测值 86.84% (33/38, 表 1)。

讨 论

脊髓海绵状血管畸形是脊髓血管畸形的一种, 发病率较低, 因其位置特殊并与脊髓供血关系密切, 手术切除极易损伤脊髓神经血管, 导致术后神经功能缺损, 故术中诱发电位监测十分必要^[10-11]。对本组患者多模态电生理监测结果分析显示, 诱发电位预测术后即刻神经功能下降灵敏度为 75%、特异度 78.57%, 具有较高的准确性。

运动诱发电位与体感诱发电位联合应用是目前脊柱脊髓手术多模态电生理监测的常规操作, 但

有关运动诱发电位预警标准一直以来均未取得共识^[12-13], 争议焦点主要集中在以运动诱发电位波幅降至何种程度作为预警界值最佳, 共提出 3 种标准: 运动诱发电位波幅降低 $\geq 50\%$ 、降低 $\geq 80\%$ 或波幅消失^[12], 同时包括对这三种标准的暂时性变化和不可逆性变化的探讨。目前更多学者倾向于以运动诱发电位波幅降低 $\geq 80\%$ 作为预警标准^[14-15]。2003 年, Langeloo 等^[5]对 145 例行脊柱手术患者的诱发电位灵敏性与特异性进行分析, 其结果表明, 若以运动诱发电位波幅降低 $\geq 80\%$ 作为预警标准、手术操作造成的术后神经功能缺损为“金标准”, 其预测灵敏度、特异度分别为 100% 和 91%; 而且此项预警标准已为大多数脊柱脊髓手术采用^[12]。这是由于以运动诱发电位波幅降低 $\geq 50\%$ 作为预警标准, 假阳性结果较多, 以此指导术中操作可给术者彻底切除病灶带来一定难度; 而以波幅消失作为预警标准尽管特异度较高, 但是假阴性发生率高^[12]。鉴于以上原因, 本研究选择以运动诱发电位波幅降低 $\geq 80\%$ 作为预警标准。

随着术中神经电生理监测经验的积累, 关于监测标准的探讨亦愈来愈细化。有研究显示, 不同脊髓节段的病变甚至同一部位不同性质的病变, 其监测结果可有所不同, 因此预警标准也可能存在一些差异^[12]。本研究团队曾以 McCormick 分级为“金标准”对脊髓动-静脉畸形和脊髓海绵状血管瘤术中神经电生理监测结果进行对比分析, 发现两种病变的监测结果存在明显差异, 其中脊髓动-静脉畸形真阳性患者 (17/53) 比例明显高于脊髓海绵状血管瘤 (11/52), 且监测灵敏度 (77.3%) 和特异度 (87.1%) 亦超过脊髓海绵状血管瘤 (68.8%、83.3%)^[16-17]。究其原因, 可能与脊髓动-静脉畸形手术切除方式复杂、涉及较多脊髓血供、对脊髓干扰明显、手术时间长等因素有关。由此可见, 随着样本量的积累, 及时对不同病种术中神经电生理监测结果进行总结, 对提高预测准确性、改善患者预后是非常必要的。对本组病例的观察表明, 运动诱发电位所提示的暂时性变化对脊髓海绵状血管瘤患者的远期神经功能预后无明显影响。

运动诱发电位具有非线性、不稳定的特点, 当达到一定阈值后其波幅不会随刺激量的增加而增加, 而且即使术中记录到的肌力正常, 每次刺激诱发的运动诱发电位波幅也不完全一致。因此, 术中若需观察运动诱发电位波幅时可连续刺激 3 次, 取

其中最高波幅值即可; 在确定运动诱发电位波幅降低 $\geq 80\%$ 预警值时应立即提醒术者, 术者可根据诱发电位降低肌肉组的位置和侧别, 减少对脊髓不同节段、不同方向的牵拉, 同时采取激素冲击措施以减少应激反应, 运动诱发电位恢复正常手术可继续进行, 若波幅仍持续降低可暂停手术, 直至诱发电位波幅恢复至 30% 以上, 再继续手术操作。

对于脊柱脊髓手术而言, 极少以体感诱发电位波幅单独降低作为中止手术的标准。因此, 脊髓手术体感诱发电位监测提倡与运动诱发电位联合应用, 大多数脊髓髓内病变患者术前即存在感觉障碍, 故麻醉后体感诱发电位引出率并不十分理想, 本研究共有 46 例患者于麻醉后引出体感诱发电位, 引出率约为 71.88% (46/64), 而运动诱发电位引出率则高达 96.88% (62/64), 在 9 例发生体感诱发电位不可逆性变化的患者中 7 例发生术后即刻神经功能下降, 出院时 5 例遗留神经功能障碍, 出院后 6 个月仍有 4 例存在神经功能障碍。提示虽然体感诱发电位波幅单独降低不能作为中止手术的标准, 但其独立性变化不能忽略。

近年来, 术中多模态电生理监测的假阴性结果呈增多趋势, 2018 年, Tamkus 等^[18]报告的体感诱发电位联合运动诱发电位多模态监测的假阴性率仅为 0.04%, 2018 年, Kurokawa 等^[19]研究所显示的假阴性率增至 7%, 而本研究为 8.06% (5/62), 均高于既往文献报道结果^[9, 18-19]。分析本研究假阴性率高的原因, 可能与神经功能缺损定义较严格有关, 即脊柱脊髓病变 McCormick 分级降低 1 级即纳入新发神经功能缺损范畴。本研究 5 例假阴性患者中 4 例 McCormick 分级仅降低 1 级且均为肌力降低 1 级, 另 1 例术后 McCormick 分级降低 2 级且其运动诱发电位波幅降低 $\geq 50\%$, 但未达到波幅降低 $\geq 80\%$ 的预警标准; 5 例中除 1 例病变位于颈段外, 其余 4 例病变均位于 T₁₀₋₁₂, 邻近圆锥, 提示邻近圆锥病变的术中神经电生理监测可能存在盲点。而本研究 9 例假阳性患者中 6 例病变位于颈段或颈胸段, 表明颈段脊髓手术可能对短暂干扰的恢复较快。

本研究存在一定局限性。首先, 由于脊髓海绵状血管瘤发病率较低, 导致可纳入的样本量较小; 其次, 术中所用脊髓记录电极目前在国内尚无许可证, 因此术中未应用 D 波; 最后, 未设立对照组进行对比分析。脊髓海绵状血管瘤手术中采取体感诱发电位与运动诱发电位联合监测可有效预

测术后新发神经功能缺损,运动诱发电位预警标准以波幅降低 ≥ 80%为宜。

利益冲突 无

参 考 文 献

[1] Clark AJ, Wang DD, Lawton MT. Spinal cavernous malformations[J]. Handb Clin Neurol, 2017, 143:303-308.

[2] Goyal A, Rinaldo L, Alkhataybeh R, Kerezoudis P, Alvi MA, Flemming KD, Williams L, Diehn F, Bydon M. Clinical presentation, natural history and outcomes of intramedullary spinal cord cavernous malformations [J]. J Neurol Neurosurg Psychiatry, 2019, 90:695-703.

[3] Nuwer MR, Schrader LM. Spinal cord monitoring [J]. Handb Clin Neurol, 2019, 160:329-344.

[4] Tobert DG, Glotzbecker MP, Hresko MT, Karlin LI, Proctor MR, Emans JB, Miller PE, Hedequist DJ. Efficacy of intraoperative neurophysiologic monitoring for pediatric cervical spine surgery[J]. Spine (Phila Pa 1976), 2017, 42:974-978.

[5] Langeloo DD, Lelivelt A, Louis Journée H, Slappendel R, de Kleuver M. Transcranial electrical motor - evoked potential monitoring during surgery for spinal deformity: a study of 145 patients[J]. Spine (Phila Pa 1976), 2003, 28:1043-1050.

[6] Park T, Park J, Park YG, Lee J. Intraoperative neurophysiological monitoring for spinal cord tumor surgery: comparison of motor and somatosensory evoked potentials according to tumor types[J]. Ann Rehabil Med, 2017, 41:610-620.

[7] Ren J, Hong T, Zeng G, He C, Li X, Ma Y, Yu J, Ling F, Zhang H. Characteristics and long-term outcome of 20 children with intramedullary spinal cord cavernous malformations [J]. Neurosurgery, 2020, 86:817-824.

[8] Ren J, He C, Hong T, Li X, Ma Y, Yu J, Ling F, Zhang H. Anterior to dorsal root entry zone myelotomy (ADREZotomy): a new surgical approach for the treatment of ventrolateral deep intramedullary spinal cord cavernous malformations [J]. Spine (Phila Pa 1976), 2018, 43:E1024-1032.

[9] Ghadirpour R, Nasi D, Iaccarino C, Giralardi D, Sabadini R, Motti L, Sala F, Servadei F. Intraoperative neurophysiological monitoring for intradural extramedullary tumors: why not [J]? Clin Neurol Neurosurg, 2015, 130:140-149.

[10] Kharkar S, Shuck J, Conway J, Rigamonti D. The natural history of conservatively managed symptomatic intramedullary

spinal cord cavernomas[J]. Neurosurgery, 2007, 60:865-872.

[11] Ren J, Hong T, He C, Li X, Ma Y, Yu J, Ling F, Zhang H. Surgical approaches and long-term outcomes of intramedullary spinal cord cavernous malformations: a single - center consecutive series of 219 patients[J]. J Neurosurg Spine, 2019, 31:123-132.

[12] MacDonald DB. Overview on criteria for MEP monitoring [J]. J Clin Neurophysiol, 2017, 34:4-11.

[13] Wang S, Li C, Guo L, Hu H, Jiao Y, Shen J, Tian Y, Zhang J. Survivals of the intraoperative motor-evoked potentials response in pediatric patients undergoing spinal deformity correction surgery: what are the neurologic outcomes of surgery[J]? Spine (Phila Pa 1976), 2019, 44:E950-956.

[14] Hattori K, Yoshitani K, Kato S, Kawaguchi M, Kawamata M, Kakinohana M, Yamada Y, Yamakage M, Nishiwaki K, Izumi S, Yoshikawa Y, Mori Y, Hasegawa K, Onishi Y. Association between motor - evoked potentials and spinal cord damage diagnosed with magnetic resonance imaging after thoracoabdominal and descending aortic aneurysm repair [J]. J Cardiothorac Vasc Anesth, 2019, 33:1835-1842.

[15] Lakomkin N, Mistry AM, Zuckerman SL, Ladner T, Kothari P, Lee NJ, Stannard B, Vasquez RA, Cheng JS. Utility of intraoperative monitoring in the resection of spinal cord tumors: an analysis by tumor location and anatomical region [J]. Spine (Phila Pa 1976), 2018, 43:287-294.

[16] Li X, Zhang HQ, Ling F, He C, Ren J. Differences in the electrophysiological monitoring results of spinal cord arteriovenous and intramedullary spinal cord cavernous malformations[J]. World Neurosurg, 2019, 122:e315-324.

[17] Li X, Zhang HQ, Ling F, He C, Hu P, Hu T, Yu J. Intraoperative neurophysiological monitoring during the surgery of spinal arteriovenous malformation: sensitivity, specificity, and warning criteria[J]. Clin Neurol Neurosurg, 2018, 165:29-37.

[18] Tamkus AA, Rice KS, McCaffrey MT. Perils of intraoperative neurophysiological monitoring: analysis of "false - negative" results in spine surgeries[J]. Spine J, 2018, 18:276-284.

[19] Kurokawa R, Kim P, Itoki K, Yamamoto S, Shingo T, Kawamoto T, Kawamoto S. False - positive and false - negative results of motor evoked potential monitoring during surgery for intramedullary spinal cord tumors [J]. Oper Neurosurg (Hagerstown), 2018, 14:279-287.

(收稿日期:2020-11-13)

(本文编辑:袁云)

· 小 词 典 ·

中英文对照名词词汇(三)

事件相关电位 event-related potential(ERP)
 事件相关去同步化现象 event-related desynchronization(ERD)
 视频脑电图 video electroencephalography(VEEG)
 视野 field of view(FOV)
 受试者工作特征曲线 receiver operating characteristic curve(ROC 曲线)
 熟悉声音唤名刺激 subject's own name spoken by a familiar voice(SON-FV)

术中神经电生理监测 intraoperative neurophysiological monitoring(IONM)
 睡眠呼吸暂停综合征 sleep apnea hypopnea syndrome(SAHS)
 睡眠相关过度运动癫痫 sleep-related hypermotor epilepsy(SHE)
 四成串刺激 train of four(TOF)
 糖尿病周围神经病变 diabetic peripheral neuropathy(DPN)
 体感诱发电位 somatosensory-evoked potential(SEP)