

多种模式神经电生理监测在胸椎管狭窄症术中的应用

许福光¹ 蓝志明¹ 赖居易² 王业广² 孙志涛² 王建^{2△} 冯华龙¹ 蒋勇¹ 洪强¹

[摘要] 目的:探讨多种模式神经电生理监测(IONM)在胸椎管狭窄症(TSS)术中的应用价值。方法:从2015年3月至2017年9月共收治26例胸椎管狭窄症患者,术中均采用全身静脉麻醉,所有胸椎管狭窄症患者行胸椎后路全椎板切除减压椎弓根内固定术。术中监测选用加拿大的Xltex32术中电生理监护仪进行监测,胸椎管狭窄症患者进行多种模式的体感觉诱发电位(SSEP)及运动诱发电位(MEP)监测。结果:术中2例SSEP波幅监测出现异常;其中1例为胸椎管减压术中出血,放置止血棉过多,导致脊髓受压而出现SSEP波形异常,及时去除止血棉后恢复正常;1例由收缩压下降导致SSEP波形出现异常,由收缩压升高纠正。4例MEP监测波幅出现异常,2例因术中电极脱落引起,2例因术中吸入肌松剂干扰引起。结论:在胸椎管狭窄症术中进行多种模式神经电生理监测,可实时了解脊髓和神经功能状态,明显降低术中损伤脊髓、神经的发生率,有效提高手术的安全性。

[关键词] 胸椎管狭窄症;神经电生理监测;运动诱发电位;体感诱发电位

[中图分类号] R681.5 **[文献标志码]** B **[文章编号]** 1005-0205(2018)10-0054-03

胸椎管狭窄症是由胸椎脊髓受压引起的一组临床综合征,经常导致下肢麻木、无力、发凉、僵硬及不灵活等严重的临床并发症。胸椎管狭窄症发生率与腰椎管狭窄症相比较低,而胸椎减压术中脊髓损伤发生率较高^[1-3]。据报道胸椎管减压术后神经功能缺损发生率达13.9%^[4]。多种模式神经电生理监测可及时提供有关脊髓和神经功能状态的信息,并及时反馈给术中医生以提高手术安全性。

1 临床资料

2015年3月至2017年9月在深圳市中医院骨科住院治疗的重度胸椎管狭窄症患者26例;其中男15例,女11例;年龄22~64岁,中位数43岁;病程8~60个月,中位数39个月。主要表现为下肢麻木、无力、发凉、僵硬及不灵活,部分伴有胸腹部束带感,皮肤感觉麻木,入院后肌电图示2例患者合并深感觉传导障碍。所有监测病例均已排除有癫痫病史、颅骨缺损或金属内置物、安装心脏起搏器等神经电生理监测禁忌证的患者^[5]。

基金项目:深圳市科技计划项目资助

(JCYJ20170307155040463)

¹ 广州中医药大学第四临床医学院(广东 深圳,518000)

² 深圳市中医院

[△] 通信作者 E-mail:86208117@qq.com

2 方法

2.1 麻醉要求

所有病例均使用标准化的全身麻醉方案,麻醉过程中使用的麻醉剂会降低神经电生理波形^[6-8]。麻醉诱导后,将患者转移到俯卧位手术台上。在整个过程中,注意保持四肢正常体温。

2.2 手术方法

胸椎管狭窄患者行后路椎管椎板切除椎弓根螺钉内固定术。

2.3 检测方法

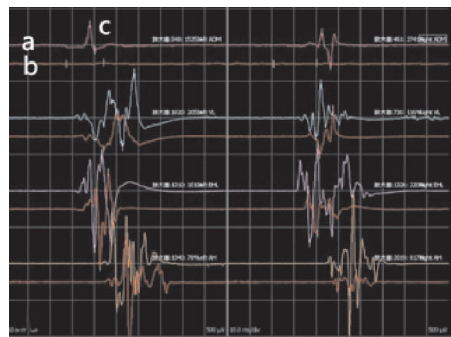
选用加拿大的Xltex32术中电生理监护仪进行监测。

SSEPs监测方法:参考10/20系统电极放置法(国际脑电图学会规定的标准电极放置法)。上肢SSEP接收电极分别在C_{3'}和C_{4'}位置,参考电极在Fz点,地线放置在上臂,刺激电极位于对侧的腕部正中神经处。刺激电流为15~30 mA,频率2.0~4.6 Hz。下肢SSEPs记录电极位于Cz',参考电极位在FPz,地线置于上臂,刺激电极在相应内踝胫后神经行走处,刺激电流为20~40 mA,刺激频率2.0~4.6 Hz。主要观察SSEP的潜伏期、波幅及各波形的分化程度。

MEP监测方法(图1):上肢MEP刺激电极位于C₃,C₄,记录电极位于大小鱼际肌。刺激频率为500 Hz,刺激电压为100~500 V,刺激持续时间为0.1~0.5 ms。

下肢 MEP 刺激电极位于 C_1, C_2 , 记录电极位于在拇展肌(足), 刺激强度同 upper limb MEP.

放置电极并连接到监控单元, 通过胫后神经和正中神经的 SSEP 监测感觉通路和使用经颅 MEP 监测运动通路。在皮肤切口之前为每个患者建立神经电生理学基线, SSEP 程序在手术全程中监测。如果外科医生要求实施长效神经肌肉阻滞(例如在暴露期间实现肌肉完全放松以成功执行手术), 在此时放弃监测



a为术中刺激后的MEP波形, b为术前MEP波形为基线, c为相应肌肉的波峰和波幅。可以明显看到术中波峰和波幅明显升高

图 1 术中 MEP 波形

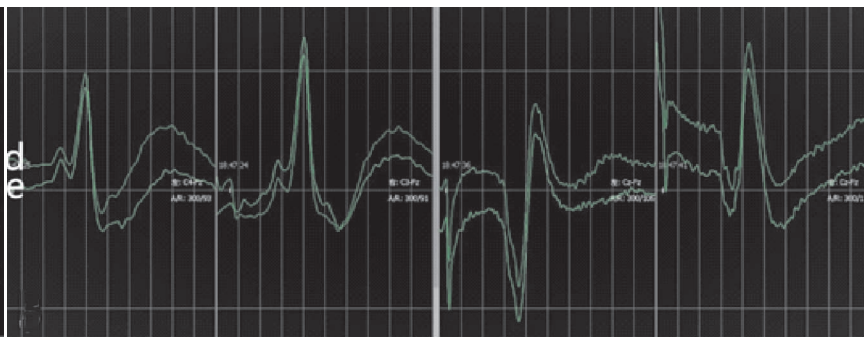
3 结果

术中 2 例 SSEP 波幅监测出现异常: 其中 1 例为胸椎管减压术中出血, 放置止血棉过多, 导致脊髓受压而出现 SSEP 波形异常, 及时去除止血棉后恢复正常; 1 例由收缩压下降导致 SSEP 波形出现异常, 由收缩压升高纠正。4 例 MEP 监测波幅出现异常: 2 例因术中电极脱落引起, 2 例因术中吸入肌松剂干扰引起。

4 讨论

胸椎管减压术后神经功能缺损发生率达 13.9%^[17], 神经功能缺损导致术后脊髓的运动、感觉或自主功能障碍, 给患者及家庭带来严重的负担, 因此有效的术中脊髓神经功能监测十分有必要。神经电生理监测主要功能包括两个部分, 监测和定位功能, 监测功能是对实时评估术中神经信号通路的完整性, 定位功能是对在解剖上不确定的神经结构进行试探性鉴定, 从而保护神经^[18,19]。目前最常用的神经电生理监测的模式为 SSEP, MEP 及 肌电图(Electromyogram, EMG)模式, SSEP 监测是第一种成功用于手术中持续监测脊髓功能的技术^[20]。早在 1977 年, Nash 等^[21]首先将体感诱发电位用于脊髓术中监测。尽管多年来 SSEP 是手术中监测脊髓功能的唯一广泛使用的技术^[22-24], 但人们认识到该技术存在两个主要的缺点, 一为通常需要几分钟的时间才能获得适合监测目的的平均响应, 当脊髓神经损伤时不能及时反应。此外, 因为 SSEP 是监测感觉通路功能的直接手段, 当外科手术导致患者运动功能丧失时, SSEP 反应不变且正常, 所以不能监测运动通路的功能^[25]。MEP 主要监测下行

MEP^[9,10]。在手术期间, 当 SSEP 或 MEP 波幅达到警报线变化时, 向手术医生报告神经电生理学警报。在手术过程中 SSEP 波幅警报线为在排除其他异常的情况下, 以手术开始前的 SSEP 图线作为基线(图 2), 出现波幅降低达到 50% 或潜伏期延长达到 10%。术中 MEP 波幅监测警报的标准为“全”或“无”^[11-15]。当检测指标达到警报标准时应及时暂停手术, 找到原因及时处理后方可进行下一步手术^[16]。



d为术中实时SSEP波形, e为手术开始前的SSEP图线作为基线

图 2 术中 SSEP 波形

运动神经传导系统功能, 可弥补 SSEP 不能监测运动通路的缺点, 主要缺点为当脊髓神经损伤时不能及时反应, 易受术中肌松药的影响。EMG 主要监测支配肌肉活动的颅神经、脊神经根以及外周神经的功能, 优点是能当神经损伤时比较敏感, 能及时反应, 缺点为对脊髓神经功能的监测不如 SSEP 和 MEP^[26]。EMG 在脊柱外科手术中对神经根功能的监测较为灵敏, 对脊髓功能的监测则不及 SEP 和 MEP^[27], 而且在胸椎管减压术中胸椎神经在下肢没有支配相应关键肌肉, 所以在胸椎管减压术中, 主要监测 SSEP 和 MEP 的功能。

相比单一的神经电生理监测模式, 多种模式神经电生理监测被认为比单模态监测更有优势^[28], Malhotra 和 Shaffrey 分析了 MEDLINE 数据库, 单一 SSEP 监在 0.063%~2.700% 的病例中提供假阴性, 多模式监测在 0.00%~0.79% 的脊柱手术中获得假阴性结果^[29]。多种模态神经电生理监测在减少复杂的脊柱手术中的神经系统风险方面的有效性已有文献记载, 并且其在全世界范围内的使用率显示出稳定增加的趋势^[30,31]。通过专门培训, 经验丰富的监测技术人员是手术团队的重要组成部分, 提供可靠的脊髓神经监测信号并降低损伤神经的发生率。所有病例均使用标准化的全身麻醉方案, 即卤化气体(即异氟醚, 地氟醚)保持在或低于半数肺泡浓度, 静脉加入丙泊酚。在这些过程中使用的麻醉剂会降低神经电生理波形, 甚至引起波形消失, 造成干扰。气管插管过程中使用短效肌松剂。麻醉诱导后, 将患者转移到俯卧位手术台上。

在整个过程中,注意保持四肢正常体温。术中注意保持患者血压在合理范围内波动,减少对神经电生理监护的影响。在术中外科医生、麻醉医生和神经生理学监测人员之间的密切沟通和协调工作对于预防神经损伤和确保最佳临床结果至关重要。

总之,多种模式神经电生理监测在胸椎管减压术中的应用反映了脊髓功能的状态,并为外科医生提供了可靠的信息,以降低永久性神经功能缺损的风险。术中监测信号明显恶化表明可能出现脊髓损伤,排除外界干扰因素后,应立即采取补救措施。减压手术后信号波形的改善表明预后良好。全面了解每种模式监测的优点和局限性可以优化神经电生理监测的诊断价值,通过神经电生理监测允许脊柱外科医生进行更具有挑战性的手术操作并解决复杂的脊柱病变,能极大改善患者的生活质量。

参考文献

- [1] 中华医学会麻醉学分会全凭静脉麻醉专家共识工作小组. 全凭静脉麻醉专家共识[J]. 中华麻醉学杂志, 2016, 36(6): 641-649.
- [2] 王珏. 多模式神经电生理在脊柱手术中的监护应用[J]. 现代电生理学杂志, 2014, 21(1): 43-47.
- [3] Zhang L, Wang J, Feng X, et al. Traumatic burst fracture and dislocation of the lumbar spine with an intact neurologic function[J]. Spine J, 2016, 16(1): e47-48.
- [4] Liu Z, Li Z, Xing D, et al. Two different surgery approaches for treatment of thoracolumbar fracture[J]. Int J Clin Exp Med, 2015, 8(12): 22425-22429.
- [5] Qiu Y, Wang S, Wang B, et al. Incidence and risk factors of neurological deficits of surgical correction for scoliosis: analysis of 1373 cases at one Chinese institution[J]. Spine (Phila Pa 1976), 2008, 33(5): 519-526.
- [6] Raynor BL, Bright JD, Lenke LG, et al. Significant change or loss of intraoperative monitoring data: a 25-year experience in 12, 375 spinal surgeries [J]. Spine (Phila Pa 1976), 2013, 38(2): E101-108.
- [7] Devlin VJ, Schwartz DM. Intraoperative neurophysiologic monitoring during spinal surgery[J]. J Am Acad Orthop Surg, 2007, 15(9): 549-560.
- [8] Auerbach JD, Kean K, Milby AH, et al. Delayed postoperative neurologic deficits in spinal deformity surgery[J]. Spine(Phila Pa 1976), 2016, 41(3): E131-138.
- [9] Weigang E, Hartert M, von Samson P, et al. Thoracoabdominal aortic aneurysm repair: interplay of spinal cord protecting modalities [J]. Eur J Vasc Endovasc Surg, 2005, 30(6): 624-631.
- [10] Thirumala PD, Huang J, Thiagarajan K, et al. Diagnostic accuracy of combined multimodality SSEP and TcMEP intraoperative monitoring in patients with idiopathic scoliosis[J]. Spine (Phila Pa 1976), 2016, 41(19): E1177-

- 1184.
- [11] Jin SH, Chung CK, Kim CH, et al. Multimodal intraoperative monitoring during intramedullary spinal cord tumor surgery[J]. Acta Neurochir, 2015, 157(12): 2149-2155.
- [12] Lad SP, Babu R, Ugiliweneza B, et al. Surgery for spinal stenosis: long-term reoperation rates, health care cost, and impact of instrumentation[J]. Spine (Phila Pa 1976), 2014, 39(12): 978-987.
- [13] Zhou HH, Zhu C. Comparison of isoflurane effects on motor evoked potential and F wave [J]. Anesthesiology, 2000, 93(1): 32-38.
- [14] Quinones-Hinojosa A, Lyon R, Zada G, et al. Changes in transcranial motor evoked potentials during intramedullary spinal cord tumor resection correlate with postoperative motor function[J]. Neurosurgery, 2005, 56(5): 982-992.
- [15] Eccher MA, Ghogawala Z, Steinmetz MP. The possibility of clinical trials in neurophysiologic intraoperative monitoring: a review[J]. J Clin Neurophysiol, 2014, 31(2): 106-111.
- [16] Emerson RG, Husain AM. Blurring of local and remote practice models threatens IOM's future[J]. Neurology, 2013, 80(12): 1076-1077.
- [17] Lall RR, Lall RR, Hauptman JS, et al. Intraoperative neurophysiological monitoring in spine surgery: indications, efficacy, and role of the preoperative checklist[J]. Neurosurg Focus, 2012, 33(5): E10.
- [18] Evans I, Thornton H, Chalmers I, et al. Testing treatments. Better research for better healthcare[J]. 2nd ed London: Pinter and Martin, 2011.
- [19] Fagon JY, Chastre J, Wolff M, et al. Invasive and noninvasive strategies for management of suspected ventilator-associated pneumonia. A randomized trial[J]. Ann Intern Med, 2000, 132(8): 621-630.
- [20] Taunt CJ Jr, Sidhu KS, Andrew SA. Somatosensory evoked potential monitoring during anterior cervical discectomy and fusion[J]. Spine, 2005, 30(17): 1970-1972.
- [21] Leong JJ, Curtis M, Carter E, et al. Risk of Neurological Injuries in Spinal Deformity Surgery[J]. Spine(Phila Pa 1976), 2016, 41(12): 1022-1027.
- [22] Pelosi L, Lamb J, Grevitt M, et al. Combined monitoring of motor and somatosensory evoked potentials in orthopaedic spinal surgery [J]. Clin Neurophysiol, 2002, 113(7): 1082-1091.
- [23] Noonan KJ, Walker T, Feinberg JR, et al. Factors related to false-versus true-positive neuromonitoring changes in adolescent idiopathic scoliosis surgery[J]. Spine(Phila Pa 1976), 2002, 27(8): 825-830.

- [24] Kundnani VK, Zuh L, Tak H, et al. Multimodal intraoperative neuromonitoring in corrective surgery for adolescent idiopathic scoliosis: evaluation of 354 consecutive cases [J]. Indian J Orthop, 2010, 44(1): 64-72.
- [25] Lee JM, Kim DH, Kim HS, et al. The applicability of intraoperative neuromonitoring in patients with preoperative motor weakness during spine surgery [J]. Korean J Spine, 2016, 13(1): 9-12.
- [26] Legatt AD, Emerson RG, Epstein CM, et al. ACNS guideline: transcranial electrical stimulation motor evoked potential monitoring [J]. J Clin Neurophysiol, 2016, 33(1): 42-50.
- [27] Kothbauer KF, Deletis V, Epstein FJ. Motor-evoked potential monitoring for intramedullary spinal cord tumor surgery: correlation of clinical and neurophysiological data in a series of 100 consecutive procedures [J]. Neurosurg Focus, 1998, 4(5): e1.
- [28] Malhotra NR, Shaffrey CL. Intraoperative electrophysiological monitoring in spine surgery [J]. Spine (Phila Pa 1976), 2010, 35(25): 2167-2179.
- [29] Raynor BL, Padberg AM, Lenke LG, et al. Failure of intraoperative monitoring to detect postoperative neurologic deficits: a 25-year experience in 12,375 spinal surgeries [J]. Spine (Phila Pa 1976), 2016, 41(17): 1387-1393.
- [30] Chang SH, Park YG, Kim DH, et al. Monitoring of motor and somatosensory evoked potentials during spine surgery: intraoperative changes and postoperative outcomes [J]. Ann Rehabil Med, 2016, 40(3): 470-480.
- [31] Sutter M, Deletis V, Dvorak J, et al. Current opinions and recommendations on multimodal intraoperative monitoring during spine surgeries [J]. Eur Spine J, 2007, 16(2): 232-237.

(收稿日期: 2018-04-10)