

术中神经电生理监测对于伴有脊髓和或脊神经受损的疾病的 应用价值研究进展

肖弘扬¹ 李彤宇² 李旭阳³

1. 襄阳市中医医院 湖北襄阳 441000

2. 长治市人民医院 山西长治 046000

3. 山东第一医科大学附属第二医院 山东泰安 271000

摘要：临床中，伴有脊髓损伤或脊神经受损的疾病，通常在保守治疗无效的情况下，大都需要手术介入，如何知晓术中受损神经的功能情况，避免医源性神经损害，指导手术。术中神经电生理监测技术（IONM）可以较完美的解决该类问题，其通过检测神经功能的变化情况，在可能出现神经功能受损的时候警告术者，医生可以第一时间阻止可能造成神经损害的外科手术，并采取相应的抢救措施，降低患者的不可逆神经损伤。指导手术推进程度，使神经功能恢复基本正常的状态。近些年 IONM 被广泛应用于涉及神经系统的手术操作，不仅能够实现术中目标神经的功能检测，指导术中医师神经减压，剥离等操作的推进程度，减少医源性神经功能损害，还存在预测术后患者神经功能恢复情况的临床价值。

关键词：脊髓；脊神经；电生理监测；术中；诱发电位；躯体感觉

脊髓神经系统分为中枢神经和外周神经，中枢神经主要是脊髓组织，而周围神经为相应的脊神经，二者均有概率损伤。脊髓损伤通常由外伤、脊柱肿瘤、椎管狭窄、椎间盘突出、脊柱先天畸形等原因导致，脊柱肿瘤所导致的直接压迫和由退变性因素引发的椎管狭窄，是此类损伤的主要成因，各自约占 30% 左右^[1-5]。

脊神经受损通常隶属于周围神经损伤，其主要和外伤、骨折、缺血、牵引和挤压有关^[2]。

临床中这两类轻症患者可以应用功能锻炼或药物营养神经等内科保守疗法来进行治疗，但对于已出现神经功能障碍的重症患者，往往需要行外科手术手术治疗。

但同时也有可能造成神经功能损害。成人神经元难以再生，一旦受损会导致长期功能缺失，至今仍缺乏有效的解决办法^[6]。

术中神经电生理是一种监护手段，它可以实时监控患者的神经状况，在患者出现神经损害之前给予医生预警，使医生能够更早地察觉到问题，从而最大限度地降低对神经的伤害，并对其进行有效的治疗^[7]。

1 IONM 在避免术中神经损伤的应用：

目前，IONM 由于可有效地避开手术引起的神经损伤而被广泛用于神经外科和脊椎手术，它是一种通过对手术过程中感觉、运动及单个神经的即时回馈进行评价^[8]。有研究显示，手术中电生理监护可减少脊髓手术病人 60% 以上的截瘫。IONM 已经被建议用于所有伴有神经损伤可能的脊柱手术^[9]。

(1) Sep 通过对脊髓后索传入的本体感受进行监测，从而评价其是否具有良好的功能。当脊髓，神经根或者马尾神经受到较大压力时，可以监测到电位状态异常。告知术中存在神经损伤的 Sep 警报标准为：SEP 波幅显著降低超过 50%，或潜伏期较基线增加超出 10%。

(2) MEP (MEP) 是一种对外周神经 (CST) 及对运动刺激引起的肌纤维 (CST) 的响应 (MEP) 信号进行调控^[10]。按照对运动皮质的刺激模式，MEP 可以划分为：经颅磁刺激 (Tc-MEP)，以及采用网状电极或手持式刺激仪。

在此过程中，对大脑皮质进行了直接的皮质运动诱发电位 (DCS-MEP) 的激活^[11]。

通常，使用头颅电刺激诱导的运动单位电位 (Motor

Evoked Potential, MEP) 监测时, 预警标准基于“全”或“无”的反应状态^[12]。

(3) EMG (肌电图) 能够即时捕捉并记录骨骼肌所发出的电生理信号。其核心技术主要包括两种: 自发或自由状态下进行的肌电图记录以及通过外部刺激引发的肌电图记录^[13]。借助实时监控技术, 捕捉并记录周边肌肉组织的动态活动, 以此深入分析并即时呈现神经根的状态信息至手术执行者手中, 实现精准、实时的反馈机制。在基线阶段, 神经根未记录到完整肌肉活动。一旦出现手术操作失误, 包括对神经根的不当牵拉或压迫, 该神经根所管辖区域的肌肉会在肌电图上显示异常形态特征^[14]。脊柱外科中采用肌电监护能够对单个神经根进行实时、精确的检测, 其敏感性为100%, 特异性为97.39%^[15]。自发EMG监测的警戒指标设定为: 在手术过程中, 若观察到爆发性的或连续的动作电位产生。

目前, 临床中通常通过联合SEP, MEP, EMG三项技术, 来动态关注患者脊神经功能情况, 明显提高了诊断率, 降低术中神经损伤的可能^[16]。

2 IONM 对于术后神经功能恢复的预测价值:

在IONM监测的过程中, 电生理医师会经常发现SEP, MEP, EMG随手术推进产生的变化, 例如在某些中央型颈椎病或伴有严重神经根受压的腰椎狭窄等疾病术中行椎管减压后, 患者MEP, SEP的波形及潜伏期会发生显著变化: 波幅的上升和潜伏期的缩短, 提示了神经功能恢复的可能。该类现象也表明, IONM对于患者神经功能的变化有着较高的敏感性, 对于患者术后神经功能的恢复也存在相应的预测作用。

目前针对该项目的研究尚少, 尽管近来有部分学者开始探讨IONM在疾病预后评价中的临床意义, 但这一议题仍存在诸多分歧与不确定性:

(1) Wang等^[17]报道, 在颈椎脊髓减压手术后, 肌电图诱发电位(MEP)波峰的改善情况可以预示术后早期直至六个月的神经康复效果。这一发现进一步强调了MEP技术的重要性, 不仅在于其能够有效预防手术过程中可能发生的神经损伤, 还在于其具有预测术后神经功能恢复潜力的独特能力。

Park^[18]的研究也采用了相似的报告方法, 然而其得出的结论与Wang^[17]的观察结果存在差异。Park的研究指出,

在进行CSM手术时, 通过IONM观察到的电位振幅增强(特别是MEP的改善)能够预示术后短期内的功能恢复状况。然而, 这种短期改善并不足以全面反映CSM手术后长期随访期间神经功能的持续改善或恢复情况

(2) Yan等人的研究发现IONM对脊髓型颈椎病患者术后早期神经功能恢复有确切预测价值, 但其对远期神经功能的影响并不明显。并指出wang和park两人的研究没有将年龄纳入其中, 可能是因为年纪的关系导致了两个结果的差异。不同年龄组CSM的IONM方法是否具有差异性。术中神经电生理监测变化对脊髓型颈椎病术后症状改善的预测价值^[19]。

(3) 同时, Miao^[20]等人在利用双下肢体感诱发电位(SEP)和自由肌电图(Free-EMG)监测技术对30例腰椎间盘突出症患者进行术中电生理监护。分析患者术中SEP和EMG的变化, 评估患者术后临床症状改善及并发症发生中发现: 30例患者中21例术毕时SEP较术前明显改善, 潜伏期缩短>10%或波幅增大>30%, 术后疼痛缓解>95%; 5例潜伏期缩短<10%或波幅减低<30%, 术后患者疼痛缓解70%。4例术中未记录到SEP, 术后疼痛缓解45%。EMG监测显示: 7例出现中、小肌电反应, 1例出现大肌电反应, 给予及时提醒后肌电反应即刻消失, 22例未出现肌电反应。上述29例患者术中SEP监测未出现波幅明显减低、潜伏期明显延长, 术后下肢均无麻木、无力等并发症发生。证明了腰椎间盘突出症进行术中SEP和EMG监测能够较好评估手术疗效, 避免了术后并发症发生。

3 总结

综上所述, IONM在脊髓及脊神经功能受损的相关疾病中, 不仅具备有效监测术中神经损伤, 避免神经相关并发症的作用, 同时也有一定的预测术后神经功能恢复情况的能力, 前景可谓广阔, 但其目前在监测方面的使用尚未标准化统一化, 不仅需要专业的电生理医师密切配合并与外科医师仪器协同指导手术, 同时也需要合理的设计监测方案。同样, 在预测患者术后神经功能恢复方面, 研究所纳入病例数仍然较少, 存在一定局限, 未来需要进一步深入, 使结论更具说服力。

参考文献:

[1] Devivo MJ. Epidemiology of traumatic spinal cord injury: trends and future implications[J]. Spinal Cord, 2012, 50(5): 365-

72.

[2]Mckinley WO, Seel RT, Hardman JT. Nontraumatic spinal cord injury:incidence, epidemiology, and functional outcome[J]. Arch Phys Med Rehabil, 1999, 80(6): 619–623

[3]Catz A, Goldin D, Fishel B, et al. Recovery of neurologic function following nontraumatic spinal cord lesions in Israel[J]. Spine (Phila Pa 1976), 2004, 29(20): 2278–2282, 2283

[4]van den Berg ME, Castellote JM, Mahillo–Fernandez I, et al. Incidence of nontraumatic spinal cord injury: a Spanish cohort study (19722008) [J]. Arch Phys Med Rehabil, 2012, 93(2): 325–331.

[5]New PW, Rawicki HB, Bailey MJ. Nontraumatic spinal cord injury: demographic characteristics and complications[J]. Arch Phys Med Rehabil, 2002, 83(7): 996–1001.

[6]Lindsay SL, McCanney GA, Willison AG, et al. Multi-target approaches to CNS repair: olfactory mucosa–derived cells and heparan sulfates[J]. Nat Rev Neurol,2020,16(4):229–240. DOI:10.1038/s41582–020–0311–0

[7]吴孟娇,张燕迪,杨改清,等. 术中神经电生理监测技术的应用进展 [J]. 现代电生理学杂志,2020,27(1):36–44. DOI:10.3969/j.issn.1672–0458.2020.01.010 2018, 13: 1211–1218.

[8]Charalampidis A, Jiang F, Wilson JRF, et al. The use of intraoperative neurophysiological monitoring in spine surgery[J]. Global Spine J,2020,10(1 suppl):104S–114S. DOI:10.1177/2192568219859314

[9]Kaye AD, Davis SF. Principles of neurophysiological assessment,mapping, and monitoring[M]. New York: Springer,2014.

[10]杨茂益. 术中神经电生理监测在退行性腰椎管狭窄症手术中的临床应用 [D]. 成都体育学院,2018

[11]Tsutsui S, Yamada H. Basic principles and recent trends of transcranial motor evoked potentials in intraoperative neurophysiologic monitoring[J]. Neurol Med Chir

(Tokyo),2016,56(8):451–DOI:10.2176/nmc.ra.2015–0307.

[12] Koht A, Sloan TB. Intraoperative monitoring: recent advances in motor evoked potential[J]. Anesthesiology Clinics,2016,34(3):525–535. DOI:10.1016/j.anclin.2016.04.006

[13]COHEN D,CUFFIN BN. Developing a more focal magneticstimulator. Part I : Some basic principles[J]. J Clin Neurophysiol,1991,8(1) : 102 – 111.

[14]Wong AK,Shils JL,Sani SB,et al. Intraoperative neuromonitoring[J]. Neurol Clin,2022,40(2):375–389. DOI:10.1016/j.ncl.2021.11.010

[15]Park JH, Hyun SJ. Intraoperative neurophysiological monitoring in spinal surgery[J]. World J Clin Cases,2015,3(9):765–773.DOI:10.12998/wjcc.v3.i9.765.

[16]宋长兴,李永新,李燕莉,等. 腰椎椎弓根钉植入术中肌电图监测的临床研究 [J]. 河北医药,2015,37(2):232–233. DOI:10.3969/j.issn.1002–7386.2015.02.026

[17]郭润栋,张爱丽,梅伟 中医正骨 2017 年 5 月第 29 卷第 5 期 J Trad Chin Orthop Trauma,2017,Vol. 29,No. 5

[18]Wang S, Tian Y, Wang C, et al. Prognostic value of intraoperative MEP signal improvement during surgical treatment of cervical compressive myelopathy[J]. Eur Spine J, 2016, 25(6): 1875–1880.

[19]Park MK, Lee SJ, Kim SB, et al. The effect of positive changes during intraoperative monitoring of the functional improvement in patients with cervical compressive myelopathy[J]. Clin Interv Aging, 2018, 13: 1211–1218.

[20]严彬 欧阳芸 黄晓虹 施莺莺 王晓宁. 国际骨科学杂志 2022 年 3 月 第 43 卷 第 2 期 Int J Orthop, Mar. 25, 2022, Vol. 43, No.2

[21]苗素华,陈莹,胡欣欣,周荣淞,马羽,崔志强. 神经电生理技术在腰椎间盘突出症术中监护的临床意义.

作者简介:

肖弘扬(1995—),男,汉族,湖北襄阳,硕士研究生,襄阳市中医医院脑胸外科住院医师,术中电生理检测。