

重视神经电生理监测在脊柱矫形术中的应用

Application of neural electrophysiological monitoring in spinal orthopedic surgery

邱 勇, 刘兴勇

(南京大学附属鼓楼医院脊柱外科 210008 南京市)

doi: 10.3969/j.issn.1004-406X.2015.07.01

中图分类号: R741.04, R687.3 文献标识码: C 文章编号: 1004-406X(2015)-07-0577-03

在脊柱外科矫形术中, 神经系统并发症是脊柱外科医生面临的最棘手的问题之一。大宗病例文献报道显示, 脊柱侧凸畸形矫形术的神经系统并发症发生率为 0.25%~3.2%^[1], 而后凸畸形及神经源性脊柱畸形矫形术的神经系统并发症发生率为 0%~17%^[2]。如何及时、准确地判断术中脊髓神经功能损害是决定患者预后的重要因素。神经电生理监测技术能够根据神经系统电生理信号的实时变化趋势, 及时、客观、有效地监测神经系统结构与功能的完整性。术中神经电生理监测 (intraoperative neurophysiological monitoring, IOM) 技术已成为脊柱外科矫形术中监测神经功能状态最常用、最重要的方法。

目前, 在脊柱外科矫形术中应用较为成熟的神经电生理监测技术包括: 躯体感觉诱发电位 (somatosensory evoked potentials, SEP)、运动诱发电位 (motor evoked potentials, MEP)、肌电图 (electromyogram, EMG)。不同监测技术具有各自特定的适用范围和监测范围, 只有根据手术涉及脊髓节段的不同选择相应的组合模式, 才能达到取长补短, 最大限度地保证监测的有效性和全面性。

1978 年 Engler 首先将 SEP 技术应用于脊柱外科手术中。1993 年 Epstein 等通过对照研究发现无 SEP 监测组患者术后出现四肢瘫痪者达 3.7%, 而术中 SEP 监测的患者术后无 1 例发生瘫痪^[3]。潜伏期和波幅是 SEP 监测的主要观测指标。国际认同 SEP 波幅下降超过 50% 和 (或) 潜伏期延长超过 10% 即达到术中报警标准^[4]。但在临床实践中, 由于 SEP 是经过多次叠加平均的结果, SEP 波幅及潜伏期都有一定程度的波动。因此, 笔者认为, SEP 的波幅变化在 30% 以内为正常波动, 当超过 30% 时则应密切观察, 如果继续降低超过 50%, 则提示有神经系统结构或功能损害的可能。

另外, 很多干扰因素都会引起 SEP 的波形变化, 如吸入麻醉可导致 SEP 波幅明显降低及潜伏期延长, 因此建议采用全静脉麻醉代替吸入麻醉。体温每下降 1℃, 外周和中枢神经的传导会相应的延迟 5% 和 15%^[5], 应尽量保持患者术中体温恒定; 平均动脉压的降低可能会引起 SEP 波幅的进行性降低, 但一般不会引起潜伏期的变化; 电干扰是最常见和难以去除的因素, 可通过增加平均叠加次数以达到满意效果。另外, SEP 只能监测脊髓后索的上行感觉传导通路, 而不能对脊髓前侧索的运动传导通路进行有效监测, 无法达到对脊髓整体功能状态的评估, 不能保证患者术后的运动功能正常。美国脊髓研究协会在 33000 例脊髓手术患者的回顾性调查中发现, 28% 的神经并发症并不能被体感诱发电位监测到。这与 SEP 属于多条上行神经根传导, 对神经根损伤缺乏敏感性和特异性, 而且反映脊髓神经损伤的时间也较 MEP 滞后约 16min^[6]。因此, 在临床应用中, 仍需 MEP 协同监测脊髓神经的运动功能的完整性^[4]。

对于 MEP, 最常用的是经肌肉记录的 MEP。目前 MEP 的预警标准主要有三种: (1)“全”或“无”标准^[7], (2)波幅标准^[8], (3)阈值标准^[9]。其中“全”或“无”标准应用较为广泛。基于这项标准, 只有当 MEP 全部消失才预示术后的运动功能障碍。对于术中一些细微的神经损伤不能在术中及时发现而易导致术后的运动功能障碍。Langeloo 等^[10]提出的波幅标准是: 至少 6 次中有 1 次的波幅降低 80% 视为阳性变化,

第一作者简介: 男 (1960-), 主任医师, 教授, 博士生导师, 研究方向: 脊柱外科

电话: (025)83304616-61012 E-mail: scoliosis2002@sina.com

并通过 142 例患者的研究发现,此标准的灵敏性为 100%,特异性为 91%。

我们在临床中应用的是波幅标准,即 MEP 波幅短时间内急剧降低超过 50%为警戒线,继续降低超过 80%为报警线。如果有参照通道,目标通道和参照通道保持一致性的变化趋势则为正常;如果参照通道不变,而目标通道波幅迅速降低超过 50%,应密切观察,若进一步降低,则提示很可能出现神经损害。如果没有参照通道,波幅短时间内急剧降低超过 80%,提示很可能出现神经损害。总体来说 MEP 监测能即时直接地反映运动传导通路的功能状态,但重复性比 SEP 差,与 SEP 等监测技术联合应用将会大大降低脊柱手术的神经系统并发症风险。

在脊柱畸形矫形术中,使用 SEP、MEP 联合 EMG 的多模式监测方法能够有效实现对完整神经功能的监测^[11-13]。文献报道多模式监测在脊柱侧凸矫形术中的敏感性为 100%,特异性为 85%^[14]。而在颈椎手术中,SEP 的敏感性为 52%,特异性为 100%;MEP 的敏感性为 100%,特异性为 100%;EMG 的敏感性为 46%,特异性为 73%^[15]。因此,在颈椎手术中,多模式的监测方法应以 MEP 为主,SEP 和 EMG 为辅。腰骶部手术的监测以神经根功能监测为主,主要依靠 SEP 外加 EMG 的联合监测,其监测的敏感性为 90%,特异性为 99.7%^[16]。而在下腰椎手术中,利用电刺激诱发 EMG 来监测椎弓根螺钉位置是否穿破椎弓根皮质是十分有效的手段,即当刺激电量 $\leq 10\text{mA}$ 就能引出 EMG 波形时,提示椎弓根螺钉已穿破椎弓根皮质,需及时调节椎弓根螺钉位置;当刺激电量在 10~20mA 之间时引出 EMG 波形,需要应用直视和透视来确认椎弓根螺钉是否穿破椎弓根皮质;当刺激电量 $>20\text{mA}$ 才能引出 EMG 波形时,提示椎弓根螺钉位于椎弓根皮质内,不需进行调节椎弓根螺钉位置。

如何判断阳性结果真伪是神经电生理监测最为重要的环节。当出现阳性的电生理监测结果时,我们应该遵循一系列步骤进行综合评价。首先,达到预警标准且能重复出现;其次,排除非手术因素的影响;包括监测操作不当、麻醉因素及其他生理学因素;再次,确定阳性改变结果异常与手术操作直接相关,最好能确定是缺血性损害还是机械性损害;最后,及时警告手术医生和麻醉医生进行及时有效的协调处理。

术中神经电生理监测已被国际公认为脊柱矫形术的必备要素之一,且具有法律上的意义。2009 年,美国脊柱侧凸学会(SRS)向全球 SRS 会员发出声明:“脊柱矫形术中神经电生理监测已被证明可有效监测脊髓结构和功能的完整性,应作为进行矫形术的必备措施,而不是可有可无的一项技术。”在脊柱矫形手术过程中神经损害的类型基本分为缺血性损害和机械性损害。如何区分这两种损伤类型在神经电生理监测结果的表现对于患者的预后有着极为重要的意义。根据笔者对既往出现神经损害病例的回顾性分析发现,如果神经电生理监测信号突然出现阳性改变结果,甚至突然消失,提示极有可能出现的是以损害脊髓结构完整性为主的急性机械性损害;若神经电生理监测信号为持续性、进行性降低,并最终达到预警标准,则提示可能是缺血性损害。

如果术中神经电生理监测提示出现神经损害,应及时核对患者的平均血氧分压(MAP)、氧分压、血红蛋白浓度及麻醉深度,一旦排除这些因素神经电生理监测仍然呈现阳性改变,应行唤醒试验。若唤醒试验阳性,应立即松开内固定,对可能存在脊髓压迫的部位进行扩大减压。减压后若神经电生理监测仍然呈现阳性改变,应在保持脊柱稳定的情况下去除内固定。如有必要可行术中 CT 检查以确定置入物是否侵入椎管。而对于放松内固定后神经电生理监测好转为阴性,则可以保留内固定,最后在严密的神经电生理监测下进行原位固定融合。

参考文献

1. Bridwell KH, Lenke LG, Baldus C, et al. Major intraoperative neurologic deficits in pediatric and adult spinal deformity patients: incidence and etiology at one institution[J]. Spine, 1998, 23(3): 324-331.
2. Herring JA, Wenger DR. Segmental spinal instrumentation: a preliminary report of 40 consecutive cases[J]. Spine, 1982, 7(3): 285-298.
3. Epstein NE, Danto J, Nardi D. Evaluation of intraoperative somatosensory-evoked potential monitoring during 100 cervical operations [J]. Spine, 1993, 18(6): 737-747.
4. Devlin VJ, Anderson PA, Schwartz DM, et al. Intraoperative neurophysiologic monitoring: focus on cervical myelopathy and related

- issues[J]. Spine J, 2006, 6(6 Suppl): S212-224.
5. Banoub M, Tetlaff JE, Schubert A. Pharmacologic and physiologic influences affecting sensory evoked potentials[J]. Anesthesiology, 2003, 99(3): 716-737.
 6. Lilibrand AS, Schwartz DM, Sethuraman V, et al. Comparison of transcranial electric motor and somatosensory evoked potential monitoring during cervical spine surgery[J]. Bone Joint Surg Am, 2004, 86(6): 124-1253.
 7. Cohen D, Cuffin BN. Developing a more focal magnetic stimulator(Part 1): some basic principles[J]. J Clin Neurophysiol, 1991, 8(1): 102-111.
 8. Herdmann J, Lumenta CB, Huse KOW. Magnetic stimulation for monitoring motor pathways in spinal procedures[J]. Spine, 1993, 18(5): 551-559.
 9. Deletis V, Isgum V, Amassin VE. Neurophysiological mechanism underlying motor evoked potentials in anesthetized humans[J]. Clin Neurophysiol, 2001, 112(3): 438-444.
 10. Langeloo DD, Lelivelt A, Louis Journée H, et al. Transcranial electrical motor-evoked potential monitoring during surgery for spinal deformity: a study of 145 patients[J]. Spine, 2003, 28(10): 1043-1050.
 11. Azabou E, Manel V, Abelin-Genevois K, et al. Predicting intraoperative feasibility of combined TES-mMEP and cSSEP monitoring during scoliosis surgery based on preoperative neurophysiological assessment[J]. Spine J, 2014, 14(7): 1214-1220.
 12. Bhagat S, Durst A, Grover H, et al. An evaluation of multimodal spinal cord monitoring in scoliosis surgery: a single centre experience of 354 operations[J]. Eur Spine, 2015, [Epub ahead of print]. DOI:10.1007/s00586-015-3766-8.
 13. Morris SAC, Marriott H, Walsh P, et al. The use of intra-operative monitoring during spinal deformity surgery[J]. Bone Joint J, 2014, 96-B(1): 29.
 14. Gunnarsaon T, Krassioukov AV, Sarjeant R, et al. Real-time continuous intraoperative electromyographic and somatosensory evoked potential recordings in spinal surgery: correlation of clinical and electrophysiologic findings in a prospective, consecutive series of 213 cases[J]. Spine, 2004, 29(6): 677-684.
 15. Kelleher MO, Tan G, Sarjeant R, et al. Predictive value of intraoperative neurophysiological monitoring during cervical spine surgery: a prospective analysis of 1055 consecutive patients[J]. J Neurosurg Spine, 2008, 8(3): 215-221.
 16. Sutter M, Eggspuehler A, Grob D, et al. Multimodal intraoperative monitoring(MIOM) during 409 lumbosacral surgical procedures in 409 patients[J]. Eur Spine J, 2007, 16(Suppl 2): S221-228.

(收稿日期:2015-05-11 修回日期:2015-05-28)

(本文编辑 卢庆霞)

消息

第七届全国脊髓脊柱外科高级学习班通知

北京大学第三医院(北医三院)神经外科主办的国家级继续教育项目[2015-04-04-102(国)]“全国脊髓脊柱外科新进展高级学习班”拟于2015年10月18~21日在北京召开。学习班将邀请国内脊髓脊柱领域知名专家王振宇教授、刘忠军教授、王超教授、孙宇教授等共同领衔授课。授课内容紧密结合临床实际,通过专题讲座、交流讨论、手术演示互动等全面介绍复杂脊髓肿瘤、脊髓空洞、脊髓拴系综合征、脊髓血管性疾病的显微外科治疗;脊髓手术术中电生理监测、脊髓手术后脊柱稳定性问题及相关的内固定技术、脊柱肿瘤的手术治疗、寰枢椎疾病外科治疗以及与神经外科相关的椎管狭窄、颈椎病等脊髓脊柱外科疾病的新进展、新技术与新方法。诚挚邀请神经外科和脊柱外科医生参加此次学习班,为了保证授课质量,每期限招学员30名,录取以报名先后排序,学习班结束授予国家级继续医学教育项目Ⅰ类8学分。

1、会议时间及地点:2015年10月18日~21日。北京大学第三医院科研楼。

2、报到时间及地点:2015年10月18日。北京赢家商务酒店(北京大学医学部内)

3、参会者请于2015年10月1日前回复到 liubin301@163.com,联系电话:15611908096,15611908272,010-82267350。

4、学习班费用:现场注册1200元,2015年10月1日前注册1000元(以汇款时间为准),邮局汇款:北京大学第三医院神经外科 殷淑珍(收),邮编:100191。