

临床论著

体感诱发电位监测在胸腰椎后凸矫形手术中的应用

曾 岩,马 越,孙垂国,李危石,陈仲强,齐 强,郭昭庆

(北京大学第三医院骨科 100191 北京市)

【摘要】目的:探讨体感诱发电位(SEP)监测在严重胸腰椎后凸矫形手术中的应用价值。**方法:**对 28 例因严重胸腰椎后凸畸形行矫形手术的患者进行术中 SEP 监测,其中男 17 例,女 11 例,年龄 13~70 岁,平均 35.9 岁。先天性后凸 5 例,结核性后凸 13 例,陈旧骨折后凸 7 例,脊柱肿瘤术后后凸 1 例,强直性脊柱炎后凸 1 例,脊柱骨骺软骨发育不良后凸 1 例。手术采用后路后凸节段切除、双轴旋转矫形 16 例;后路经椎间隙截骨、截骨前缘撑开-后方闭合矫形 4 例;后路单纯闭合截骨矫形 5 例;后路矫形+侧前路植骨 3 例。SEP P37 波幅下降大于 50% 和/或潜伏期延长超过 10% 为异常标准。**结果:**截骨、减压和矫形过程中 8 例患者出现 SEP P37 波异常,立即停止手术操作,寻找原因,并作相应处理。其中 2 例因术中出血导致血压下降,1 例为胸腰段截骨,另 1 例为中胸段截骨;另 6 例考虑与手术操作因素有关,2 例为中胸段,1 例为下胸段,2 例为胸腰段,1 例为腰段。3 例同时有波幅下降大于 50% 和潜伏期延长超过 50% 患者,1 例先天性后凸和 1 例结核性后凸患者术后出现短期的神经功能障碍,1 例陈旧骨折后凸患者术后神经功能正常。**结论:**术中体感诱发电位监测可作为指示脊髓功能的重要手段,敏感性较高,对其变化应积极应对并正确处理,以避免脊髓损伤。

【关键词】胸腰椎后凸;后凸矫形;体感诱发电位;神经监测

doi: 10.3969/j.issn.1004-406X.2009.08.06

中图分类号:R682.3 文献标识码:A 文章编号:1004-406X(2009)-08-0579-04

The application of somatosensory evoked potential monitoring during surgical correction of thoracolumbar kyphosis/ZENG Yan, MA Yue, SUN Chuiguo, et al//Chinese Journal of Spine and Spinal Cord, 2009, 19(8): 579~582

【Abstract】 Objective: To study the application value of somatosensory evoked potential(SEP) monitoring during surgical correction of severe thoracolumbar kyphosis. **Method:** SEP monitoring during surgical correction of severe thoracolumbar kyphosis were performed for 28 cases. There were 17 males and 11 females. The average age was 35.9 years (range, 13~70 years). The pathogenetic diagnoses of the kyphosis were congenital in 5 cases, tuberculous in 13 cases, old fracture in 7 cases, postoperation of spinal tumor in 1 case, ankylosing spondylitis in 1 case, and spinal chondrodysplasia in 1 case. The surgical technique included 16 cases of posterior kyphotic segment resection with dual axial rotation correction, 4 cases of posterior osteotomy by anterior opening-posterior closing correction, 5 cases of single posterior closing osteotomy correction, and 3 cases of posterior correction combined with anterior strut bone graft. The abnormal criteria of SEP monitoring was defined as the decline of wave amplitude over 50% and/or the elongation of latent period over 10%. **Result:** 8 cases had abnormal SEP while making the osteotomy, decompression and correction and the processes were paused at once until the problems were solved. 2 cases suffered blood pressure decline from bleeding during the osteotomy, one was in middle thoracic spine, the other was in thoracolumbar segment. 6 cases were considered as an association of inadequate surgical manipulation, 2 cases were in middle thoracic spine, 1 case was in lower thoracic spine, 2 cases were in thoracolumbar segment, and 1 case was in lumbar spine. Two cases in both tuberculous and congenital kyphosis respectively who had abnormal SEP during surgery presented temporary postoperative, neurological function impediment. In old fracture kyphosis, there was one case with abnormal SEP, but the neurological function was normal after surgery. **Conclusion:** SEP monitoring during the operation is an important and sensitive method to detect the function of spinal cord. The active and proper management should be considered as soon as occurring of abnormal SEP to avoid spinal cord injury.

第一作者简介:男(1973-),副教授,医学博士,研究方向:脊柱外科

电话:(010)82267378 E-mail:zeng-yan@medmail.com.cn

[Key words] Thoracolumbar kyphosis; Kyphosis correction; Somatosensory evoked potential; Neurological monitoring

[Author's address] Department of Orthopedic Surgery, Peking University Third Hospital, Beijing, 100191, China

近年来,胸腰椎后凸畸形的手术矫形技术有了很大发展,后凸矫正率和临床满意率大大提高^[1,2],但是手术的风险也不容忽视。我们采用术中体感诱发电位(somatosensory evoked potential, SEP)监测的方法对患者的脊髓传导功能进行动态观察,以便及时发现神经状态的异常,获得了一些经验,介绍如下。

1 临床资料

自 2002 年 1 月~2008 年 6 月,我们在对 28 例严重胸腰椎后凸畸形患者行矫形手术时进行了术中 SEP 监测。男 17 例,女 11 例,年龄 13~70 岁,平均 35.9 岁。后凸 Cobb 角 40°~133°,平均 79.3°。先天性后凸 5 例,结核性后凸 13 例,陈旧骨折后凸 7 例,脊柱肿瘤术后后凸 1 例,强直性脊柱炎后凸 1 例,脊柱骨骺软骨发育不良后凸 1 例。后凸顶点部位:上胸椎 1 例,中胸椎 9 例,下胸椎 6 例,胸腰段 10 例,腰椎 2 例。手术前患者双下肢神经功能 Frankel 分级:A 级 1 例,C 级 5 例,D 级 8 例,E 级 14 例。手术采用后路后凸节段切除、双轴旋转矫形 16 例;后路经椎间隙截骨、截骨前缘撑开-后方闭合矫形 4 例;后路单纯闭合截骨矫形 5 例;后路矫形+侧前路植骨 3 例。手术截骨或切除节段:单节段 15 例,两节段 1 例,3 节段 6 例,4 节段 5 例,5 节段 1 例。

所有患者在手术前常规进行 SEP 的检查,并且于麻醉前、麻醉时、翻身时、手术中进行持续监测,直至手术结束。在监测过程中,使用针式电极,给予双下肢胫后神经持续电刺激,刺激强度以使足趾产生微动为标准,并在整个监测过程中保持恒定,通过位于头皮部位的接受电极观察脊髓上行传导束的功能。

SEP 监测指标包括潜伏期和波幅。将 P37 作为诱发电位标准,设定 P37 的潜伏期为 SEP 的潜伏期,即由刺激起点到第一个诱发电位波形起始点的间隔时间,从波谷到波峰的幅度是 SEP 的波幅。以椎旁肌剥离结束、椎板完全暴露后的潜伏期和波幅值作为基准,异常标准为波幅下降大于 50%和/或潜伏期延长超过 10%。当出现上述异常

时提醒手术医生,注意手术区域的神经情况,并积极寻找其他可能原因,如血压、体温和麻醉药物的使用等。

手术开始前应用静脉诱导麻醉,整个手术中采用静脉或吸入持续麻醉,诱导麻醉时使用异丙酚或芬太尼,肌松剂使用卡肌宁或万可松。在手术中使用异丙酚持续泵入或醚类持续吸入。术中尽量保持麻醉深度稳定,血压控制于 90~110/50~70mmHg。

2 结果

术后后凸 Cobb 角矫正至 0°~66°,平均 24.1°,平均矫正率为 69.6%。

在体感诱发电位监测时,截骨、减压和矫形过程中出现电位波幅下降大于 50%和/或潜伏期延长超过 10%者共有 8 例(表 1)。单节段截骨患者中有 3 例,3 节段截骨患者中有 3 例,4 节段截骨患者中 2 例。

2 例在减压和截骨过程中出血较多,血压明显下降,低于 80/50mmHg,诱发电位波幅下降大于 50%,立即暂停手术,给予快速补液,自体血回输,应用升压药物,直至血压回升,电位波幅随之逐渐恢复。这 2 例患者中,1 例为胸腰段截骨,电位波幅在 10min 后恢复,术后下肢功能正常;1 例为中胸段截骨,电位波幅下降的同时伴有潜伏期延长超过 10%,在 60min 后才恢复,术后双下肢运动障碍,术后 1 个月才开始恢复。6 例患者为截骨、减压和矫形操作过程中出现监测异常,均立即停止原有手术操作,探查硬膜囊和神经根有无卡压、牵拉或扭曲,并给予适当松解,待监测数据有所恢复后再继续手术。2 例为中胸段截骨,波幅下降发生于减压和截骨过程中,其中 1 例术后短期双下肢症状加重,1 个月后缓慢恢复,另 1 例术后正常;1 例发生于下胸段截骨减压过程中,术后正常;2 例患者手术区域为胸腰段,波幅下降亦发生于截骨减压过程中,术后无症状加重;1 例为腰段截骨,术后无症状加重。

2 例术中监测阳性且术后出现双下肢神经症状加重患者术前均已存在较明显的神经功能损

表 1 术中体感诱发电位监测异常病例

编号	性别	年龄	诊断	畸形部位	手术区域	术中监测情况	术后情况
1	男	13	先天性	T7~T9	T5~T11	破坏节段血管和截骨时电位波幅下降>50%	正常
2	男	17	先天性	T11~T12	T6~L3	在截骨、临时固定和矫形时均出现电位潜伏期延长>10%,波幅下降>50%	正常
3	男	50	先天性	T5~T7	T3~T9	在减压和截骨时波幅下降>50%,潜伏期延长>10%	术后短期双下肢神经症状加重,一个月后缓慢恢复
4	女	17	结核性	T10~L1	T6~L4	在右侧减压过程中出现电位波幅下降>50%	正常
5	男	13	先天性	L2	T11~L5	在截骨和减压过程中,双侧电位波幅下降>50%	正常
6	男	40	结核性	T12~L2	T10~L4	在截骨时因全身血容量不足,右侧电位波幅下降>50%	正常
7	女	16	结核性	T5~T8	T2~T11	减压和截骨时及矫形前后由于血压下降,双侧潜伏期延长>10%,波幅下降>50%	术后双下肢运动障碍,1个月后才开始恢复
8	男	39	陈旧骨折	T10~T11	T9~L1	在截骨减压时出现左侧电位波幅下降>50%	正常

害,其在术中监测时除了出现电位波幅下降大于 50%以外,还同时发生潜伏期延长大于 10%,手术区域在中胸椎。

3 讨论

胸腰椎后凸畸形的矫形手术风险很大,易造成脊髓损伤,或由于手术造成的血液循环障碍而引起脊髓功能损害。由于术中采用全身麻醉,使脊髓损害不易被及时发现。术中脊髓功能监测是指在涉及神经系统的手术中监测神经系统完整性的手段,包括运动系统监测和感觉系统监测。通过监测了解手术是否造成神经系统损伤,及时采取措施消除诱因,防止或减少术后的功能损害。对于手术中脊髓的功能进行观察,最早使用的术中脊髓功能监测方法是唤醒试验,曾被用做主要监测手段,对神经功能的检查较为直观,但不能连续进行以满足实时、重复监测的需要;延误手术时间;有时患者不能合作;只有在脊髓功能发生严重损害后才能发现,不能提示早期损害^[3]。因此,术中对脊髓功能进行持续电生理监测成为目前最常用的方法。

体感诱发电位(SEP)从 1977 年开始应用于临床,是最早用于脊髓功能监测的电生理检查,通过特定的神经电生理仪器,采用脉冲电刺激周围混合神经的感觉支,在近端周围神经、脊髓表面或头皮皮层感觉区记录生物电活动的波形。在国内,沈慧勇等^[4]和张承敏等^[5]对脊柱侧凸矫形术中 SEP 监测的应用情况进行过报告。SEP 敏感且易引出,采用不同的导联组合,可以监测不同神经通路的

状况。术中 SEP 监测主要观测指标为潜伏期和波幅。术中重复记录数据,将其波幅和潜伏期与基线值(baseline value)比较,通过观察这些特征的变化判断感觉通道的功能状况。为了及时发现异常的 SEP 改变,基准值和警戒标准十分重要。基准值最好选在脊柱暴露完全时^[6]。警戒标准的选择应该符合高真阳性率和低假阴性率,必须将正常的干扰和病理改变之间的差异敏感地区分开来。目前认为,波幅下降超过 50%和/或潜伏期延长超过 10%是警戒标准。但 Owen^[7]报道潜伏期延长 10%和波幅下降超过 50%术后不一定发生神经并发症,认为波幅下降超过 50%过于敏感,假阳性率较高,推荐 60%作为警戒标准。为了手术安全性,我们仍采用波幅下降超过 50%、潜伏期延长 10%作为警戒线。

目前对 SEP 敏感性和特异性的研究不多。Dawson 等^[8]报道 SEP 假阳性率为 1.6%,而 Komanetsky 等^[9]的报道为 1.4%。此两份研究的对象均是特发性脊柱侧凸患者,术前无神经损害,研究结果大致相符。而对于术前已有神经损害的患者,SEP 的可靠性大大降低。Ashkenaze 等^[10]对 101 例神经肌肉型脊柱侧凸患者进行术中 SEP 监测,结果 28%患者无法记录可靠的 SEP 波形,所以他认为 SEP 监测对于降低神经肌肉型脊柱侧凸手术并发症意义不大。Owen 等^[11]在他的研究中有类似的报告。本组中共有 8 例患者术中体感诱发电位监测超过警戒标准,其中只有 2 例患者术后出现下肢症状的加重,印证了上述观点。由于本研究中的后凸患者有一半术前即存在较明显的神经症

状,其神经电位波幅存在一定程度的不稳定性,而且轻微的刺激即可造成波形的大幅波动,所以容易出现波幅值的明显降低以至低于 50%,而此时潜伏期往往还保持稳定。Kai 等^[12]在动物试验中发现,脊髓缺血早期表现为 SEP 波幅逐渐下降,而潜伏期不发生变化,缺血继续加重时 SEP 波形发生变化,潜伏期延长。本组监测阳性患者中有 3 例存在潜伏期延长大于 10%,其中 2 例术后出现双下肢症状加重,而这 2 例患者术前双下肢均有显著神经损害,所以我们认为对于术前已有神经损害的患者,其诱发电位监测的潜伏期变化可能比单纯波幅降低更能反映出神经受损的严重性。

SEP 术中监测受到多种因素的影响,与许多非手术因素有关。吸入麻醉剂可以造成 SEP 波幅的显著降低,其中异氟醚的影响最大;高浓度芬太尼注射也会使 SEP 波幅降低;氯胺酮可以使 SEP 潜伏期显著延长;而异丙酚对 SEP 的影响最小,肌松剂对 SEP 没有直接的影响。术中的平均动脉压如低于 60mmHg,则会使 SEP 波幅明显降低。所以,我们在手术麻醉中加大异丙酚的用量,减少吸入麻醉剂的用量,同时尽量维持血压不低于 80/50mmHg。对于术中出现的 SEP 监测报警,我们首先检查手术操作和神经所在区域的情况,再判断麻醉用药、血压甚至体温对 SEP 的影响。

本组中 SEP 监测阳性者除血压下降引起外,多数考虑为截骨矫形手术操作中对脊髓有轻微的挤压、牵拉、碰撞、振荡及缺血等使脊髓功能一过性受损,但时间较短,很快恢复,术后并不出现相应神经受损症状,而血压下降所引起的 SEP 改变需要引起足够重视。本组中有 1 例患者因为术中出血较多,血压下降时间较长,SEP 持续处于异常状态,在手术后半段虽然恢复至正常,但术后仍出现下肢运动功能障碍,其原因可能为脊髓前动脉供血不足引起脊髓前 2/3 损害,而感觉通路所在的后 1/3 相对正常。

SEP 是检查脊髓感觉通路的手段,由于在解剖上感觉通路和运动通路很接近,所以其对脊髓运动功能也有监测作用。在脊髓出现机械性损伤时,感觉功能往往与运动功能同时受损,可以造成 SEP 的改变。但是当损伤是来源于脊髓血运障碍时,由于脊髓运动通路和感觉通路的血供来源不同,所以可以出现单纯的运动障碍,而感觉功能正

常,SEP 的敏感性降低,出现假阴性。此时就需要采用运动诱发电位(MEP)监测,以提高监测的全面性和准确性。

由于本研究样本量较小,影响了对监测结果的分析,尚不能据此得出非常确切的结论,今后还需要不断扩大样本量,以获得更多有价值的研究结论。

4 参考文献

1. 齐强,陈仲强,郭昭庆,等.脊柱前方垫高-后方闭合截骨矫形手术治疗胸腰段脊柱后凸畸形的初步报告[J].中华外科杂志,2006,44(8):551-555.
2. 陈仲强,郭昭庆,齐强,等.脊柱节段切除截骨、双轴旋转矫形固定植骨融合术治疗严重脊柱角状后凸畸形[J].中华外科杂志,2008,46(2):104-108.
3. Engler GL, Spielholz NJ, Bernhard WN, et al. Somatosensory evoked potentials during Harrington instrumentation for scoliosis[J]. J Bone Joint Surg Am, 1978, 60(4):528-532.
4. 沈慧勇,刘尚礼,何杰民,等.皮层下体感诱发电位监测脊柱侧凸手术的临床研究[J].中国脊柱脊髓杂志,1999,9(3):136-138.
5. 张承敏,申淑红,姜洪和,等.特发性脊柱侧凸患者体感诱发电位研究[J].中国脊柱脊髓杂志,1999,9(3):174-175.
6. Strahlm C, Min K. Reliability of perioperative SSEP recordings in spine surgery[J]. Spinal Cord, 2003, 41(9):483-489.
7. Owen JH. The application of intraoperative monitoring during surgery for spinal deformity[J]. Spine, 1999, 24(24):2649-2662.
8. Dawson EG, Sherman JE, Kanim L, et al. Spinal cord monitoring: results of the scoliosis research society and european spinal deformity society survey [J]. Spine, 1991, 16 (8 Suppl): S361-S364.
9. Komanetsky RM, Padberg AM, Lenke LG, et al. Neurogenic motor evoked potentials: a prospective comparison of stimulation methods[J]. J Spinal Disord, 1998, 11(1):21-28.
10. Ashkenaze D, Mudiyan R, Boachie-Adjei O, et al. Efficacy of spinal cord surgery monitoring in neuromuscular scoliosis[J]. Spine, 1993, 18(12):1627-1633.
11. Owen JH, Sponseller PD, Szymanski J, et al. Efficacy of multi-modality spinal cord monitoring during surgery for neuromuscular scoliosis[J]. Spine (Phila Pa 1976), 1995, 20(13):1480-1488.
12. Kai Y, Owen JH, Allen BT, et al. Relationship between evoked potentials and clinical status in spinal cord ischemia[J]. Spine, 1995, 20(3):291-296.

(收稿日期:2009-01-19 修回日期:2009-04-12)

(英文编审 郭万首)

(本文编辑 卢庆霞)