

## 多模式神经电生理监测在颈椎前路手术中的预警意义

江 华, 刘 云, 杨立井, 詹新立, 肖增明

(广西医科大学第一附属医院脊柱骨病外科 530021 南宁市)

**【摘要】目的:**探讨多模式神经电生理监测在颈椎前路手术中的预警意义。**方法:**2014 年 9 月~2015 年 4 月对 53 例行颈椎前路手术的颈椎病患者术中多模式神经电生理监测(A 组),选取 60 例年龄、性别、病变节段和手术方式匹配但未进行神经电生理监测的颈椎前路手术患者作为对照(B 组)。比较两组患者手术时间、术中出血量、神经根型颈椎病患者手术前后颈痛及上肢疼痛视觉模拟评分法(visual analogue scales, VAS)评分、颈部功能障碍指数(neck disability index, NDI)、脊髓型颈椎病患者术后 JOA 评分改善率和并发症的发生情况,分析 A 组病例术中预警的类型和原因,以及与术前诊断、手术方式和手术节段之间的关系。**结果:**A 组患者的手术时间为  $1.3\pm 0.5\text{h}$  (0.8~2.1h),术中出血量为  $390\pm 236\text{ml}$  (120~600ml),B 组患者的手术时间为  $1.2\pm 0.7\text{h}$  (0.6~2.4h),术中出血量为  $346\pm 293\text{ml}$  (105~610ml),两组比较均无统计学差异( $P>0.05$ )。A、B 两组神经根型颈椎病患者术前、术后的颈部和上肢 VAS 评分均无显著性差异( $6.5\pm 1.6$  vs.  $6.8\pm 1.4$ ,  $7.6\pm 2.4$  vs.  $7.4\pm 2.7$ ,  $3.8\pm 1.2$  vs.  $3.6\pm 1.6$ ,  $3.3\pm 1.4$  vs.  $3.9\pm 1.8$ ,  $P>0.05$ ),A 组神经根型颈椎病患者术后 NDI 和脊髓型颈椎病患者 JOA 评分改善率明显优于 B 组[( $19.2\pm 7.1$  vs  $22.1\pm 5.6$ , ( $84.1\pm 10.3$ )% vs ( $73.3\pm 9.2$ )%;  $P<0.05$ ]。在 A 组病例中,颈椎前路椎体次全切椎间融合手术较颈椎前路椎间盘切除椎间融合术的术中监测“严重预警”发生率更高( $P<0.05$ ),但两种手术方式的“次要预警”发生率无显著性差异( $P>0.05$ );脊髓型颈椎病与神经根型颈椎病之间、单节段手术与双节段手术之间的术中监测“严重预警”和“次要预警”发生率均无统计学差异( $P>0.05$ )。**结论:**多模式神经电生理监测在颈椎前路手术中能及时预警神经损伤,可有效提高手术的安全性和临床疗效。

**【关键词】** 颈椎病;神经电生理监测;手术;脊髓神经功能

doi: 10.3969/j.issn.1004-406X.2015.07.07

中图分类号:R741.04, R681.5 文献标识码:A 文章编号:1004-406X(2015)-07-0607-06

**Application and significance of multimodal intraoperative neurophysiologic monitoring in anterior cervical spine surgery/**JIANG Hua, LIU Yun, YANG Lijing, et al//Chinese Journal of Spine and Spinal Cord, 2015, 25(7): 607-612

**【Abstract】 Objectives:** To explore the application and significance of multimodal intraoperative neurophysiologic monitoring(MIOM) in anterior cervical spine surgery. **Methods:** From September 2014 to April 2015, fifty-three patients undergoing anterior cervical spine surgery with MIOM(group A) were analyzed, and 60 patients matched by age, gender, diagnosis, surgical levels and surgical treatment options without intraoperative neurophysiologic monitoring (group B), served as control group. The clinical outcomes and complications between two groups, including operation time, blood loss, visual analogue scales(VAS) of neck pain and arm radiating pain, neck disability index(NDI) and JOA were compared. The relationships between the type of alert and preoperative diagnosis, surgical levels and procedure were analyzed. **Results:** In group A, the mean operation time was  $1.3\pm 0.5\text{h}$  (0.8-2.1h), and the mean blood loss was  $390\pm 236\text{ml}$  (120-600ml); in group B, the mean operation time was  $1.2\pm 0.7\text{h}$  (0.6-2.4h), and the mean blood loss was  $346\pm 293\text{ml}$  (105-610ml). No difference in the average operation time or blood loss was observed in two groups( $P>0.05$ ), as well as no difference in VAS for arm and neck pain in two groups( $6.5\pm 1.6$  vs.  $6.8\pm 1.4$ ,  $7.6\pm 2.4$  vs.  $7.4\pm 2.7$ ,  $3.8\pm 1.2$  vs.  $3.6\pm 1.6$ ,

基金项目:国家自然科学基金项目(编号:81460353/81372016),广西医科大学青年科学基金项目(编号:GXMUYSF201329)

第一作者简介:男(1980-),副主任医师/副教授,硕士研究生导师,医学博士,研究方向:脊柱退行性疾病及脊柱畸形的基础与临床研究  
电话:(0771)5350189 E-mail:drjianghua@163.com

通讯作者:肖增明 E-mail:zm-xiao@163.com

3.3±1.4 vs. 3.9±1.8,  $P>0.05$ ). Group A had a lower average neck disability index(NDI) than that of group B (19.2±7.1 vs. 22.1±5.6,  $P<0.05$ ); group A had a higher average JOA improvement rate than that of group B [(84.1±10.3)% vs. (73.3±9.2)%,  $P<0.05$ ]. In group A, the patients who accepted anterior cervical corpectomy fusion had higher risk of intraoperative major alerts than the patients who accepted anterior cervical discectomy and fusion( $P<0.05$ ). However, there were no statistically significant differences in intraoperative major and minor alerts when comparing the patients with cervical spondylotic radiculopathy with the patients with cervical spondylotic myelopathy, and the patients with single-level cervical fusion with the patients with two-level cervical fusion( $P>0.05$ ). **Conclusions:** MIOM is an effective and reliable method for monitoring the spinal cord function during anterior cervical spine surgery, which can reduce the risk of neurological deficit and improve surgical outcome.

**【Key words】** Cervical spine surgery; Neurophysiologic monitoring; Operation; Spinal cord function

**【Author's address】** Department of Spinal Surgery, the First Affiliated Hospital of Guangxi Medical University, Nanning, 530021, China

神经系统并发症是颈椎前路手术的严重并发症之一,可能导致患者术后不可逆的运动、感觉及括约肌功能障碍。如何有效降低术中神经系统并发症的发生是决定手术成败的关键。随着术中神经电生理监测技术的发展,综合运用体感诱发电位(somatosensory evoked potential,SEP)、运动诱发电位(motor evoked potential,MEP)和肌电图(electromyography,EMG)的多模式术中监测(multimodal intraoperative monitoring,MIOM)陆续应用于临床,并日益受到脊柱外科医生的关注<sup>[1,2]</sup>。2014 年 9 月~2015 年 4 月我们对 53 例行颈椎前路手术的颈椎病患者术中中进行 MIOM,选取 60 例年龄、性别、病变节段和手术方式匹配但未进行神经电生理监测的颈椎前路手术患者作为对照,探讨 MIOM 在颈椎前路手术中的预警意义。

1 资料与方法

1.1 一般资料

所有病例均为在广西医科大学第一附属医院脊柱骨病外科接受颈椎前路手术治疗的颈椎病患者,病变节段为下颈椎(C3~C7)。按是否在术中中进行 MIOM 分为两组:监测组(A 组),2014 年 9 月至 2015 年 4 月收治的 53 例颈椎病患者;无监测组(B 组),从 2013 年 1 月~2014 年 8 月收治的 182 例颈椎病患者中,按 A 组病例的年龄、性别、病变节段和手术方式进行匹配,选取 60 例。两组患者的一般资料见表 1。两组比较均无显著性差异( $P\geq 0.05$ )。

1.2 术中手术操作和监测方法

所有病例均由同一手术团队完成,术中操作

注意预防脊髓和神经根损害:①术中彻底止血;②手术视野显露清晰,操作均在直视下完成;③尽量减少器械对脊髓和神经根的直接接触。术中进行 MIOM 时,手术室室温控制在 21℃~25℃,手术均在气管插管麻醉下进行,插管前应用一次静脉剂量的短效肌松剂,插管后不再给予肌松剂,术中均采用全静脉麻醉维持。采用 Xltek Protektor 型 16 通道神经电生理监测仪(美国 Natus 公司)进行术中神经电生理监测,由神经电生理专业人员全程

表 1 A、B 两组患者一般资料的比较  
**Table 1** Comparison of general data between group A and group B

|                                                          | A组<br>Group A | B组<br>Group B |
|----------------------------------------------------------|---------------|---------------|
| 性别(例)<br>Gender (case)                                   |               |               |
| 男 Male                                                   | 23            | 25            |
| 女 Female                                                 | 30            | 35            |
| 年龄(岁)<br>Age (year old)                                  | 53.7±17.3     | 51.2±20.1     |
| 术前诊断(例)<br>Diagnosis(case)                               |               |               |
| 脊髓型颈椎病<br>Cervical spondylotic myelopathy                | 26            | 29            |
| 神经根型颈椎病<br>Cervical spondylotic radiculopathy            | 27            | 31            |
| 手术方式(例)<br>Surgical treatment option(case)               |               |               |
| 颈前路椎间盘切除椎间融合术<br>Anterior cervical discectomy and fusion | 22            | 24            |
| 颈前路椎体次全切融合术<br>Anterior cervical corpectomy and fusion   | 31            | 36            |
| 手术节段数(例)<br>Surgical level(case)                         |               |               |
| 单节段手术<br>Single level surgery                            | 20            | 23            |
| 双节段手术<br>Two level surgery                               | 33            | 37            |

操作并采集相应数据。均采用 SEP+MEP+EMG 多模式神经电生理监测,SEP、MEP 采取上下肢同时监测。采用 10/20 国际电极放置系统。SEP 刺激部位:上肢正中神经、下肢胫后神经;记录部位:正中神经(C3、C4),胫后神经(Cz),参考电极置于前额部 Fpz。MEP 刺激部位:C3 及 C4 前方 2cm 处;记录部位:上肢为对侧拇短展肌;下肢为对侧腓收肌。根据手术节段,放置 EMG 记录电极,如 C4、C5 节段手术电极放置于斜方肌、肱二头肌及三角肌,C5、C6 节段手术置于肱二头肌、三角肌及肱桡肌,C6~T1 节段手术置于肱三头肌、尺侧腕屈肌及拇短展肌。切口显露完毕之后,描记 SEP 和 MEP 的监测基线,术中测量波幅及潜伏期的变化,同时 EMG 连续记录肌肉静息电活动。

### 1.3 预警标准

SEP 的预警标准:波幅下降超过 50%和(或)潜伏期延长超过 10%;MEP 预警标准:波幅下降超过 80%;EMG 预警标准:出现高频爆发式的电活动波形<sup>[2,3]</sup>。预警分为“严重预警”(major alerts)和“次要预警”(minor alerts)，“严重预警”指 SEP 或 MEP 信号波幅的下降和(或)潜伏期的延长达到了警戒标准,此时建议手术医师暂停手术,去除可能导致监测电位异常的原因,待恢复或接近正常后再继续手术;“次要预警”指监测过程中出现持续的肌电图自发电位,但 SEP 或 MEP 信号波幅和潜伏期的变化未达到警戒标准,此时提醒手术医师谨慎操作。

### 1.4 疗效评价

记录两组病例的手术时间、术中出血量;采用颈痛及上肢疼痛视觉模拟评分法(visual analogue scales,VAS)评分、颈部功能异常评分指数(neck disability index,NDI)评估神经根型颈椎病患者术前及术后 1 周的功能状态;采用 JOA 评分评估脊髓型颈椎病患者术前及术后 1 周的脊髓和神经功能,JOA 评分改善率=(术后 JOA 评分-术前 JOA 评分)/(17-术前 JOA 评分)×100%。

### 1.5 统计学分析

应用 SPSS 13.0(SPSS 公司,美国)统计软件包进行统计分析,采用 *t* 检验分析两组患者的一般资料、手术时间、术中出血量、神经根型颈椎病患者手术前后的颈痛及上肢 VAS 评分、NDI 以及脊髓型颈椎病患者 JOA 评分改善率。参照既往研究<sup>[2,3]</sup>,在 A 组病例中,根据患者术前诊断、手术

方式和手术节段,对术中报警类型进行数据分类和  $\chi^2$  检验,检验水准为 0.05。

## 2 结果

两组患者性别、年龄、术前诊断、脊髓型颈椎病患者术前 JOA 评分、神经根型颈椎病患者手术前后颈痛及上肢疼痛 VAS 评分和术前 NDI、手术节段及手术方式等因素间比较无统计学意义( $P>0.05$ )。A 组病例的手术时间为 0.8~2.1h,术中出血量为 120~600ml,B 组病例手术时间为 0.6~2.4h,术中出血量为 105~610ml,两组比较均无统计学差异(表 2, $P>0.05$ )。两组神经根型颈椎病患者术后颈痛和上肢疼痛 VAS 评分无统计学差异( $P>0.05$ ),NDI 有统计学差异( $P<0.05$ );A 组脊髓型颈椎病患者 JOA 评分和改善率与 B 组比较差异有统计学意义( $P<0.01$ ,表 2)。

A 组患者不同颈椎病类型、手术方式和手术节段数的预警情况见表 3。在 26 例脊髓型颈椎病患者中,5 例(19.2%)发生“严重预警”,其中 3 例发生在手术减压阶段,2 例发生在植骨块置入阶

表 2 两组患者手术时间、术中出血量、VAS、NDI 及 JOA 评分的比较 ( $\bar{x}\pm s$ )

Table 2 Comparison of operation time, intraoperative blood loss, VAS scores, NDI scores and JOA scores between group A and group B

|                                                      | A组<br>Group A | B组<br>Group B         |
|------------------------------------------------------|---------------|-----------------------|
| 术前颈部 VAS 评分<br>Preoperative VAS scores of neck pain  | 6.5±1.6       | 6.8±1.4               |
| 术前上肢 VAS 评分<br>Preoperative VAS scores of arm pain   | 7.6±2.4       | 7.4±2.7               |
| 术前 NDI<br>Preoperative NDI scores                    | 46.3±6.1      | 45.1±6.4              |
| 术前 JOA 评分<br>Preoperative JOA scores                 | 9.6±4.9       | 10.3±5.6              |
| 手术时间(h)<br>Operation time                            | 1.3±0.5       | 1.2±0.7               |
| 术中出血量(ml)<br>Intraoperative blood loss               | 390±236       | 346±293               |
| 术后颈部 VAS 评分<br>Postoperative VAS scores of neck pain | 3.8±1.2       | 3.6±1.6               |
| 术后上肢 VAS 评分<br>Postoperative VAS scores of arm pain  | 3.3±1.4       | 3.9±1.8               |
| 术后 NDI<br>Postoperative NDI scores                   | 19.2±7.1      | 22.1±5.6 <sup>①</sup> |
| 术后 JOA 评分<br>Postoperative JOA scores                | 16.2±5.8      | 14.8±8.1 <sup>①</sup> |
| JOA 改善率(%)<br>JOA recovery rate                      | 84.1±10.3     | 73.3±9.2 <sup>①</sup> |

注:①与 A 组比较  $P<0.05$

Note: ①Compared with group A,  $P<0.05$

段;10 例(38.5%)发生“次要预警”,8 例与术中牵拉有关,2 例与神经剥离子探查有关。在 27 例神经根型颈椎病患者中,发生“严重预警”者为 4 例(14.8%),其中 2 例发生在手术减压阶段,1 例发生在钛笼置入阶段,1 例发生在螺钉固定阶段;11 例(40.7%)发生“次要预警”,10 例与术中牵拉有关,1 例与双极电凝的不当使用有关。两种类型颈椎病发生严重预警的比例比无显著性差异 ( $P>0.05$ )。在 22 例颈椎前路椎间盘切除椎间融合术(ACDF)患者中,2 例(9.1%)发生“严重预警”,8 例(36.4%)发生“次要预警”;在 31 例颈前路椎体次全切除融合术(ACCF)患者中,7 例(22.6%)发生“严重预警”,13 例(41.9%)发生“次要预警”。ACCF 患者发生严重预警的比例显著性高于 ACDF 患者( $P<0.05$ )。20 例单节段手术病例中,3 例(15.0%)发生“严重预警”,8 例(40.0%)发生“次要预警”;33 例双节段手术病例中,6 例(18.2%)发生“严重预警”,13 例(39.4%)发生“次要预警”。发生严重预警的比例无显著性差异( $P>0.05$ )

A 组病例中未发生脊髓、神经根损伤等严重并发症,有 1 例患者术后出现切口感染,1 周后伤口愈合。B 组病例中有 1 例患者术后单侧上肢不全瘫,经营养神经治疗,1 个月后自行恢复,考虑可能与术中的过度牵拉有关;2 例患者术后出现脑脊液漏,经保守治疗痊愈。

3 讨论

神经系统并发症是颈椎前路手术的严重并发症,采用神经电生理技术进行术中神经神经功能的持续监测,是减少这一严重并发症的重要手段。SEP 是最早应用于监测颈椎手术的神经电生理技术。既往临床研究证实 SEP 监测对脊髓神经功能

的保护是安全有效的,同时可为准确判断预后提供可靠的客观依据<sup>[4-7]</sup>。然而,单纯采用 SEP 监测术中脊髓状态存在明显缺点<sup>[8-9]</sup>:①假阴性率高;②仅能监测脊髓背侧的感觉传导通路;③不能反映即刻脊髓功能状态。因此,有学者<sup>[10]</sup>建议通过联合应用术中 MEP,对脊髓腹侧运动传导通路同时进行监测,以更全面地反映术中脊髓功能和状态。Li 等<sup>[11]</sup>回顾性分析了 200 例颈椎手术病例发现,运用 SEP 和经颅电刺激 MEP 联合监测较单纯 SEP 监测能更早期、更准确地警示脊髓是否处于危险状态,防止神经并发症的发生。近来,不少学者发现无论是 SEP 还是 MEP 均只能报告脊髓神经损伤后一段时间被记录下来的平均值,这种“事后性”是诱发电位监测的最大缺陷<sup>[12,13]</sup>。对于手术者而言,更有意义的是像 EMG 那样实时地直接证实脊髓功能的监测。但 EMG 对神经根功能的监测较为灵敏,对脊髓功能监测则不及 SEP 和 MEP。在此理念下,综合应用多种监测手段(SEP、MEP、EMG)的 MIOM 应用于脊柱手术。随后,国外学者陆续证实 MIOM 能完整监测脊髓腹侧及背侧的神经功能,提高术中脊髓神经损伤的检出率;MIOM 的灵敏性可达 89%,特异性则高达 99%,而假阳性率和假阴性率可分别降低到 1.38%和 0.79%<sup>[10,12,14]</sup>。

在本研究中,A 组 53 例颈椎病患者在 MIOM 下完成颈椎前路手术,与 B 组(未监测组)比较,两组的手术时间、术中出血量、神经根型颈椎病患者手术前后颈痛及上肢疼痛 VAS 评分、术前 NDI 等相关参数均未见显著性统计学差异;在术后 NDI 和脊髓型颈椎病患者 JOA 改善率方面,A 组均明显优于 B 组 [ $19.2\pm7.1$  vs  $22.1\pm5.6$ , ( $84.1\pm10.3$ )% vs ( $73.3\pm9.2$ )%]。此外,A 组无神经系统

表 3 A 组患者不同术前诊断、手术方式和手术节段的术中预警发生率的比较  
Table 3 Comparison of risk of neurophysiologic alerts according to the type of alert, diagnosis, surgical option and surgical level

|                      | 颈椎病类型<br>Cervical spondylotic disease |                       | 手术方式<br>Surgical option |                          | 手术节段数<br>Surgical level |                  |
|----------------------|---------------------------------------|-----------------------|-------------------------|--------------------------|-------------------------|------------------|
|                      | 脊髓型<br>Myelopathy                     | 神经根型<br>Radiculopathy | ACDF                    | ACCF                     | 单节段<br>Single level     | 双节段<br>Two level |
| 严重预警<br>Major alerts | 5/26(19.2%)                           | 4/27(14.8%)           | 2/22(9.1%)              | 7/31(22.6%) <sup>①</sup> | 3/20(15.0%)             | 6/33(18.2%)      |
| 次要预警<br>Minor alerts | 10/26(38.5%)                          | 11/27(40.7%)          | 8/22(36.4%)             | 13/31(41.9%)             | 8/20(40.0%)             | 13/33(39.4%)     |

注:ACDF,颈前路椎间盘切除椎间融合术;ACCF,颈前路椎体次全切除融合术;①与 ACDF 组比较  $P<0.05$   
Note: ACDF, anterior cervical discectomy and fusion; ACCF: anterior cervical corpectomy fusion; ①Compared with ACDF,  $P<0.05$

并发症发生,而 B 组出现 1 例单侧上肢不全瘫和 2 例脑脊液漏,其中单侧上肢不全瘫病例考虑可能与术中的过度牵拉有关。这说明术中 MIOM 的应用使脊髓和神经根的功能处于持续监测状态,术中的暴露牵拉、椎管减压、神经根松解等操作更加“精准”,从而使手术的疗效和安全性得以显著提高。在 A 组病例中我们发现,接受 ACCF 手术患者较接受 ACDF 手术患者有更高的术中“严重预警”发生率(分别为 22.6%和 9.1%),这也与国外学者报道相一致<sup>[3]</sup>。究其原因,这可能与 ACCF 术中椎管减压范围较大和术中出血较多有关。Lee 等<sup>[3]</sup>回顾性分析 1445 例颈椎前路手术病例发现,除接受 ACCF 手术患者外,颈椎骨折患者和脊髓型颈椎病患者在术中同样有着较高的“严重预警”发生率,尤其是伴后纵韧带钙化的患者术中“严重预警”发生率更高。但在本研究中,我们发现脊髓型和神经根型颈椎病患者之间、单节段和双节段手术患者之间的术中“严重警报”发生率无显著性差异,这可能与本研究纳入病例时排除了伴严重后纵韧带钙化的患者以及本组病例样本量较小有关。此外,由于本组病例仍在随访中,MIOM 的应用是否有助于预测颈椎前路手术术后患者脊髓和神经功能的恢复有待于进一步研究。

目前,对于 SEP 和 MEP 的预警标准尚存在争议。大部分学者主张采用国际上较通用的 50/10 法则<sup>[15]</sup>,即反应波幅与基线比降低大于 50%或潜伏期延长 10%应立即预警。此外,有学者建议 MEP 预警标准应设为反应波幅下降 80%,或提高刺激阈值。由于在常规刺激中,MEP 的波形中反应波幅和潜伏期的变异较大,往往难以通过设立阈值进行观察测量,故部分学者倾向于“全或无”的预警标准<sup>[16,17]</sup>。本研究采用的预警标准为 SEP 波幅下降超过 50%和(或)潜伏期延长超过 10%,MEP 波幅下降超过 80%,EMG 显示高频爆发式电活动波形。同时将预警分为“严重预警”和“次要预警”,一旦出现“严重预警”,特别是在手术减压、植骨块或钛笼置入等“危险环节”时,应立即提示手术者暂停手术操作,分析体温、血压、麻醉状态和手术操作等因素,杜绝遗漏任何早期神经损伤的电生理“线索”。只有监测发现早期的神经损伤,及时干预和补救才有可能避免“灾难性”并发症的发生<sup>[18,19]</sup>。本研究中,A 组病例术中发生“严重预警”9 次,均予立即暂停手术,检查发现预警

与手术操作直接相关,遂及时调整手术操作,术后 A 组病例未发生脊髓、神经损伤等并发症。

总之,综合应用多种监测手段的 MIOM 为术中较为全面和持续监测脊髓功能提供了重要保障。本研究结果显示,在颈椎前路手术中,MIOM 能有效指导手术操作,降低脊髓神经损伤的风险。由于 MIOM 监测要求条件较苛刻,涉及多种因素和多个学科;在提高术中监测敏感性的同时,降低了监测的特异性,出现较高“假预警”(假阳性)率,可能在一定程度上干扰了正常的手术操作<sup>[20]</sup>。尽管现有 MIOM 还不够完善,但这也提示我们应根据各种监测方法自身的优缺点,针对不同的监测目的进行不同的组合,进一步开展临床对照研究,以获得颈椎前路手术 MIOM 应用的循证依据,有效降低术中脊髓神经损伤的风险。

#### 4 参考文献

1. Plata Bello J, Perez-Lorensu PJ, Roldan-Delgado H, et al. Role of multimodal intraoperative neurophysiological monitoring during positioning of patient prior to cervical spine surgery[J]. Clin Neurophysiol, 2015, 126(6): 1264-1270.
2. 张亚峰, 王建伟, 张婕, 等. 多模式神经电生理监测在颈椎前路手术中的应用[J]. 中华神经外科杂志, 2013, 29(3): 277-280.
3. Lee JY, Hilibrand AS, Lim MR, et al. Characterization of neurophysiologic alerts during anterior cervical spine surgery [J]. Spine, 2006, 31(17): 1916-1922.
4. Khan MH, Smith PN, Balzer JR, et al. Intraoperative somatosensory evoked potential monitoring during cervical spine corpectomy surgery: experience with 508 cases [J]. Spine, 2006, 31(4): E105-113.
5. Smith PN, Balzer JR, Khan MH, et al. Intraoperative somatosensory evoked potential monitoring during anterior cervical discectomy and fusion in nonmyelopathic patients: a review of 1039 cases[J]. Spine J, 2007, 7(1): 83-87.
6. Tsai SW, Tsai CL, Wu PT, et al. Intraoperative use of somatosensory-evoked potential in monitoring nerve roots [J]. J Clin Neurophysiol, 2012, 29(2): 110-117.
7. 陈志军, 邱勇, 马薇薇, 等. 体感诱发电位检查在先天性脊柱侧凸神经功能评估中的价值[J]. 中华外科杂志, 2010, 48(15): 1145-1148.
8. MacDonald DB, Al-Zayed Z, Stigsby B, et al. Median somatosensory evoked potential intraoperative monitoring: recommendations based on signal-to-noise ratio analysis [J]. Clin Neurophysiol, 2009, 120(2): 315-328.
9. Houlden DA, Ubriaco G, Stewart CP, et al. Optimal intraoperative somatosensory evoked potential stimulus intensity can be determined by nerve action potential amplitude[J]. J Clin

- Neurophysiol, 2012, 29(6): 509-513.
10. Raynor BL, Bright JD, Lenke LG, et al. Significant change or loss of intraoperative monitoring data: a 25-year experience in 12375 spinal surgeries[J]. Spine, 2013, 38(2): E101-108.
  11. Li F, Gorji R, Allott G, et al. The usefulness of intraoperative neurophysiological monitoring in cervical spine surgery: a retrospective analysis of 200 consecutive patients [J]. J Neurosurg Anesthesiol, 2012, 24(3): 185-190.
  12. 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(Suppl 2): S232-237.
  13. Plata Bello J, Perez-Lorensu PJ, Roldan-Delgado H, et al. Role of multimodal intraoperative neurophysiological monitoring during positioning of patient prior to cervical spine surgery[J]. Clin Neurophysiol, 2015, 126(6): 1264-1270.
  14. Malhotra NR, Shaffrey CI. Intraoperative electrophysiological monitoring in spine surgery[J]. Spine, 2010, 35(25): 2167-2179.
  15. Macdonald DB, Skinner S, Shils J, et al. Intraoperative motor evoked potential monitoring: a position statement by the American Society of Neurophysiological Monitoring [J]. Clin Neurophysiol, 2013, 124(12): 2291-2316.
  16. Costa P, Bruno A, Bonzanino M, et al. Somatosensory- and motor-evoked potential monitoring during spine and spinal cord surgery[J]. Spinal Cord, 2007, 45(1): 86-91.
  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. Cloud BA, Ball BG, Chen BK, et al. Hemisection spinal cord injury in rat: the value of intraoperative somatosensory evoked potential monitoring [J]. J Neurosci Methods, 2012, 211(2): 179-184.
  19. Grossauer S, Koeck K, Vince GH. Intraoperative somatosensory evoked potential recovery following opening of the fourth ventricle during posterior fossa decompression in Chiari malformation: case report[J]. J Neurosurg, 2015, 122(3): 692-696.
  20. Fehlings MG, Brodke DS, Norvell DC, et al. The evidence for intraoperative neurophysiological monitoring in spine surgery: does it make a difference [J]. Spine, 2010, 35(9 Suppl): S37-46.

(收稿日期:2015-05-11 末次修回日期:2015-06-09)

(英文编审 郑国权/贾丹彤)

(本文编辑 卢庆霞)

## 消息

### 脊柱外科基础与临床研究新技术学习班通知

由宁波市第六医院主办的脊柱外科基础与临床研究新技术学习班 [项目编号:2015-04-07-149 (国)] 将于 2015 年 10 月 29~31 日在宁波举行。我院已成功举办十届脊柱外科学习班,并不断总结往届学习班存在问题,借鉴国内、外学术会议的经验,努力打造品牌学术会议。参与者将授予国家级 I 类医学继续教育学分 10 分。本次学习班内容包含近年脊柱外科的热点话题,将以脊柱微创专题、脊柱退变性疾病专题、脊柱创伤专题等几大专题分类进行交流,具体内容包括:OLIF 在腰椎疾病的应用与前景、新型经皮椎弓根螺钉固定的临床应用、MISS-TLIF 技术、经皮椎体后凸成形技术及相关问题解析,脊柱内镜技术(MED),成人脊柱畸形(ASD)的治疗策略、严重颈椎后纵韧带骨化症的前后路手术比较、复杂寰枢椎损伤的手术技巧等。本次学习班将以专家理论授课和病例讨论两种形式进行学术交流,为基层骨科医师与脊柱专科医师提供国内外脊柱前沿的理念与技术,满足不同层次医师的继续教育需求。欢迎广大骨科、脊柱外科医师参加与交流。

学习班地址:宁波市江东区百丈东路 1088 号,宁波汉雅晶都酒店(百丈东路与福明路交叉口)。

学习班费用:500 元/人(包括注册、饮食、资料费等),住宿自理。

报名方式:邮箱报名:weiyujiang1210@163.com 或 2015 年 10 月 29 日下午 2:00~7:00 现场报到。

联系地址:浙江省宁波市中山东路 1059 号,宁波市第六医院脊柱外科。邮政编码:315040。

联系人:蒋伟宇[13205747589,(0574)87996113],于亮(18857401471)。