

## 临床论著

## 皮节体感诱发电位监测在腰椎滑脱复位手术中的应用

保国锋<sup>1</sup>, 崔志明<sup>1</sup>, 周许辉<sup>2</sup>, 李卫东<sup>1</sup>, 徐冠华<sup>1</sup>

(1 南通大学第二附属医院脊柱外科 226001 江苏省南通市; 2 上海长征医院骨科 200003 上海市)

**【摘要】目的:**探讨节段性皮神经刺激体感诱发电位(DSEP)监测在腰椎滑脱手术中的应用价值。**方法:**32例Ⅰ度~Ⅲ度腰椎滑脱患者,男14例,女18例,年龄37~72岁,均有下肢疼痛、麻木等症状。行椎弓根固定并后外侧植骨融合术18例,椎弓根固定并后路椎体间融合器植骨融合术14例。术中应用丹迪Keypoint型诱发肌电仪进行节段性皮神经刺激体感诱发电位监测,以P40波的潜伏期及波幅为观察指标,潜伏期较基准线延长10%和/或波幅低于基准线的50%时,判为DSEP异常。**结果:**4例患者术中或滑脱复位后出现DSEP异常,经积极处理,2例波形恢复至基本正常者术后无神经功能障碍,2例波形恢复欠佳者术后出现神经功能障碍;10例患者滑脱复位后出现P40波的潜伏期缩短、波幅上升,术后患者下肢疼痛、麻木等症状均明显改善;18例患者术中监测波形稳定,术后2例患者出现下肢肌力下降,假阴性率为6.25%。**结论:**节段性皮神经刺激体感诱发电位可及时发现术中神经根潜在的损伤,但是存在一定的假阴性率,需联合其他监测方法提高手术安全性。

**【关键词】**皮节体感诱发电位;腰椎滑脱症;术中监测

中图分类号:R681.5,R741.044 文献标识码:A 文章编号:1004-406X(2008)-06-0451-04

**The intra-operation dermatomere somatosensory evoked potentials in lumbar spondylolisthesis surgery/BAO Guofeng, CUI Zhiming, ZHOU Xuhui, et al//Chinese Journal of Spine and Spinal Cord, 2008, 18(6): 451-454**

**【Abstract】Objective:** To explore the efficacy and defect of the intra-operative dermatomere somatosensory evoked potentials(DSEP) monitoring in lumbar spondylolisthesis surgery. **Method:** There were 32 patients including 14 males and 18 females. The patients were ranged from 37 to 72 years old (mean 54.5). There were 14 cases of degree of grade I, 14 cases of degree of grade II and 4 cases of degree of grade III. 14 cases of lumbar spondylolisthesis were treated with cage and pedicle screw fixation. 18 cases were treated with pedicle screw fixation without cage. All patients accepted intra-operative DSEP monitoring through keypoint spinal cord monitoring system. P40 latency data were acquired and the diagnostic standards of abnormal DSEP was that P40 latency prolonged over 10% than the baseline. **Result:** 4 cases had DSEP abnormality during the surgery, among them 2 cases remained nervous functional impairment after positive treatment. Neural function of 10 cases promoted after the surgery, whose DSEP wave improved during the surgery. 18 cases had not any intra-operative abnormal DSEP wave, among which 2 cases with stable recordings occurred motor dysfunction. The rate of false negative was 6.25%. **Conclusion:** DSEP can be useful in avoiding paralysis postoperatively and predicting the clinical outcome. But it exists false negative sometime; it can make the surgery safe combined with other monitoring methods.

**【Key words】** Dermatomere somatosensory evoked potentials; Lumbar spondylolisthesis; Intra-operative monitoring

**【Author's address】** Department of Spinal Surgery, Second Affiliated Hospital of Nantong University, Nantong, Jiangsu, 226001, China

**基金项目:** 江苏省六大人才高峰资助项目 (06-8-053); 江苏省“333 高层次人才培养工程”; 南通市市级科技计划项目 (编号: S2007019)

**第一作者简介:** 男 (1979-), 住院医师, 医学硕士, 研究方向: 脊柱外科

电话: (0513) 85061245 E-mail: baodianone@yahoo.com.cn

通讯作者: 崔志明

腰椎滑脱的保守治疗往往疗效欠佳, 随着对滑脱病因、病理和生物力学的深入认识, 内固定材料的革新, 越来越多的患者选择手术治疗。理想的手术包括解除神经压迫、恢复脊柱序列和加强脊柱的稳定性, 但临床大量病例证实, 术中满意的复位、融合、内固定与患者术后症状、体征、功能恢复程度并非一致<sup>[1-3]</sup>。盲目的术中复位, 特别对严重

的腰椎滑脱可能导致双下肢麻木、疼痛或乏力症状加重。我院 2004 年 3 月~2006 年 6 月利用节段性皮神经刺激体感诱发电位 (dermatome somatosensory evoked potentials, DSEP) 技术在腰椎滑脱术中进行监测, 为能在最大限度复位滑脱、解除症状的同时, 减少神经并发症提供安全、快捷、无创的监测方法。

## 1 资料与方法

### 1.1 一般资料

本组 32 例腰椎滑脱症患者, 男 14 例, 女 18 例, 年龄 37~72 岁, 平均 54.5 岁。均存在神经根损伤表现, 有下肢疼痛、麻木等症状。其中 L4/5 滑脱 12 例, L5/S1 滑脱 20 例。根据 Meyerding 滑脱分级标准, I 度滑脱 14 例, II 度滑脱 14 例, III 度滑脱 4 例。椎弓峡部裂滑脱 24 例; 退行性滑脱 8 例。

### 1.2 手术方法

均采用全身静脉麻醉, 采用椎弓根螺钉固定并后外侧植骨融合 18 例, 椎弓根螺钉固定并后路椎体间融合器植骨融合 14 例, 术中通过椎间关节松解和提拉钉的提拉复位, 术中 C 型臂 X 线机监测滑脱复位距离, 所有患者滑脱分级术后均较术前椎体滑脱程度减少 1 级 26 例, 滑脱程度减少 2 级 6 例, 所有患者均接受术中诱发电位监测。

### 1.3 诱发电位监测方法及观察指标

应用丹迪公司 Keypoint 型便携式 4 通道肌电诱发电位仪, 参照国际临床神经生理学联盟 (International Federation of Clinical Neurophysiology, IFCN) 建议的短潜伏期躯体感觉诱发电位 (SSEP) 记录标准和腰骶神经根 DSEP 的记录方法<sup>[4]</sup>, 按国际脑电图学会制定的系统 (10~20 系统), 记录电极放置于颅顶 Cz 点, 参考电极置于前额 Fpz 点, 接地电极置于腿部刺激电极上端 5cm 处。鞍状表面刺激电极放置于相应皮节: L5 神经选用腓浅神经皮区, 即第 1 跖趾关节内侧; S1 神经选用刺激腓肠神经皮区, 即第 5 跖趾关节内侧。

采用恒流式电刺激器及双极刺激电极, 刺激脉冲波宽 0.2ms, 刺激频率 2Hz, 刺激电极极间阻抗 <5kHz, 负极朝向近心端, 双极相距 3cm。选择带通范围 20Hz~2kHz, 分析时间 100ms, 叠加 200~600 次, 强度 20~30mA。以暴露到椎板时监测到的波幅及潜伏期为基准, 测定分析 P40 潜伏期及 P40~N50 的波幅, 连续监测记录 DSEP 信号,

并将记录结果与基准线对照比较, 潜伏期大于基准线的 10% 和/或波幅低于基准线的 50% 者为异常<sup>[5]</sup>。术中如出现 DSEP 异常则重复记录, 若变化持续超过 10~15min 无改善, 则停止手术操作并进行积极处理。术中保持患者麻醉深度和其他主要生理参数稳定。

## 2 结果

32 例患者术中监测均得以记录 (表 1), 4 例患者监测中出现 DSEP 异常, 其中 1 例 II 度滑脱患者术中发现椎弓根螺钉突破部分椎弓根下壁于椎间孔处压迫神经根, 调整螺钉位置给予重新固定, 波形于 10min 后基本恢复, 术后未出现明显的神经根损伤症状; 其余 3 例患者在滑脱复位后出现 DSEP 异常, 其中 III 度滑脱 2 例, II 度滑脱 1 例, 经减少滑脱复位程度, 1 例 II 度滑脱患者 P40 波恢复至基本正常 (图 1), 2 例 III 度滑脱患者波形恢复欠佳, 术后出现双下肢不完全性瘫痪, 经术中甲基强的松龙冲击及术后神经营养药物、针灸和高压氧治疗后有所恢复。

10 例患者滑脱复位后监测的波形与基准线比较出现 P40 波的潜伏期缩短、波幅上升, 术后患者下肢疼痛均明显改善, 下肢麻木改善 8 例。18 例患者术中监测波形稳定, 但 2 例患者术后出现肌力下降, 经对症治疗恢复, 其余 16 例术后未出现神经系统并发症, 假阴性率为 6.25%。

## 3 讨论

腰椎滑脱时病变椎体向前滑移, 使腰椎管迂曲变形, 附着在椎板上的黄韧带增厚, 从而造成腰椎管狭窄、腰骶部后凸引起腰腿痛症状。长期的椎体滑移向前时, 理论上可以引起相应神经根缩短, 如果将椎体向后强行复位, 神经根被动拉长而破坏这种适应, 可引起神经根牵拉损伤。目前对腰椎滑脱是否需要复位以及复位的程度有争论。原位融合存在融合率低、滑脱进展、腰骶部畸形等缺陷。但滑脱复位本身可引起神经根损伤等并发症, Hu 等<sup>[6]</sup>的报道表明, 复位术后持久的运动障碍发生率为 25%, 一过性神经损伤的几率更高。术中如何最大限度复位滑脱椎体并避免神经根和马尾神经出现损伤, 是脊柱外科目前急需解决的问题。

DSEP 方法简单, 无创伤, 应用于腰椎滑脱复位术中, 可以及时发现复位过程中神经根潜在的



图1 患者女性,46岁,L4 II度滑脱 a 麻醉平稳后DSEP波形,P40波潜伏期为35.2ms,P40-N50峰间波幅为2.4 $\mu$ V b 滑脱复位过程中,P40波潜伏期延长至39.7ms,P40-N50峰间波幅为0.8 $\mu$ V c 完全复位后示P40波形低平,接近消失,P40波潜伏期进一步延长至42.2ms,波幅平坦 d 退螺钉减少滑脱复位后10min,P40波潜伏期回落至36.2ms,P40-N50峰间波幅为1.2 $\mu$ V

表1 32例滑脱患者复位前后P40波潜伏期和波幅

| 编号 | 滑脱程度 | 复位前P40波 |              | 复位后P40波 |              |
|----|------|---------|--------------|---------|--------------|
|    |      | 潜伏期(ms) | 波幅( $\mu$ V) | 潜伏期(ms) | 波幅( $\mu$ V) |
| 1  | I度   | 40.3    | 2.1          | 40.1    | 2.5          |
| 2  | I度   | 38.5    | 2.9          | 38.7    | 2.7          |
| 3  | I度   | 39.6    | 2.7          | 40.2    | 3.1          |
| 4  | I度   | 36.4    | 2.5          | 37.5    | 2.3          |
| 5  | I度   | 42.6    | 1.2          | 38.1    | 2.6          |
| 6  | I度   | 40.4    | 2.6          | 39.8    | 2.3          |
| 7  | I度   | 41.6    | 2.3          | 40.6    | 2.6          |
| 8  | I度   | 39.8    | 2.1          | 40.3    | 1.8          |
| 9  | I度   | 38.5    | 1.6          | 39.6    | 1.8          |
| 10 | I度   | 42.9    | 1.8          | 38.6    | 2.9          |
| 11 | I度   | 40.6    | 2.0          | 39.4    | 1.8          |
| 12 | I度   | 45.6    | 1.2          | 40.2    | 2.6          |
| 13 | I度   | 39.8    | 1.6          | 41.3    | 1.5          |
| 14 | I度   | 40.6    | 2.3          | 38.6    | 2.1          |
| 15 | II度  | 41.6    | 1.8          | 42.6    | 1.9          |
| 16 | II度  | 45.8    | 0.9          | 41.2    | 2.1          |
| 17 | II度  | 35.2    | 2.4          | 36.2    | 1.2          |
| 18 | II度  | 38.6    | 2.1          | 39.4    | 1.9          |
| 19 | II度  | 43.6    | 1.3          | 40.9    | 2.5          |
| 20 | II度  | 38.6    | 1.5          | 39.1    | 1.2          |
| 21 | II度  | 36.1    | 2.8          | 40.3    | 1.2          |
| 22 | II度  | 42.1    | 1.1          | 37.4    | 2.4          |
| 23 | II度  | 38.6    | 1.6          | 37.5    | 2.1          |
| 24 | II度  | 40.2    | 1.1          | 37.1    | 2.3          |
| 25 | II度  | 37.1    | 1.6          | 38.6    | 1.3          |
| 26 | II度  | 42.6    | 1.3          | 37.1    | 2.8          |
| 27 | II度  | 40.1    | 1.9          | 41.2    | 2.1          |
| 28 | II度  | 40.3    | 1.2          | 37.6    | 2.5          |
| 29 | III度 | 35.1    | 1.8          | 39.5    | 1.1          |
| 30 | III度 | 42.1    | 1.2          | 37.2    | 2.6          |
| 31 | III度 | 37.5    | 2.3          | 41.6    | 0.9          |
| 32 | III度 | 40.2    | 1.8          | 41.3    | 1.6          |

损伤,腰骶神经根受到牵拉、骨性或软性根管的卡压,影响神经传导纤维的去极化而发生传导功能障碍,表现为术中诱发电位波形潜伏期的延长和不同程度的波幅下降,严重者波形增宽,峰值下降,形成离散波形,甚至波形消失。Thorsteinn等<sup>[7]</sup>报道DSEP在术中出现有统计学意义的异常波形的患者,术后出现神经损伤的几率高达94.7%。本组4例患者术中出现P40波形的潜伏期延长、波幅下降,经过处理后2例患者波形恢复至基本正常,术后未引起明显的神经根损伤症状;2例波形恢复欠佳者术后出现双下肢不完全性瘫痪,证实术中DSEP监测可以敏感地反映麻醉状态下患者的神经功能,早期提示神经根损伤,以便及时纠正,避免不可逆损伤的发生<sup>[8,9]</sup>。本组中10例患者复位后P40波的潜伏期缩短、波幅上升,术后患者症状改善明显,提示可以根据术中DSEP改善情况判断患者的预后。

DSEP临床监测难以监测到平稳的DSEP波形,原因是皮节的终末感觉纤维数量少,兴奋后所产生的神经冲动较弱。我们在术前非麻醉状态下监测DSEP的波形难以平稳,原因是弱小的神经冲动被脑电波干扰。所以我们均在麻醉平稳后,脑电及其他干扰波最小的情况下完成,且以此作为基线,与复位后进行比较。骨科手术室有较强的抗辐射要求,屏蔽效果好;在术中波形欠稳定时我们通过调节叠加次数,最高达600次;带通范围设为20Hz~2kHz,因为在20Hz~100Hz之间的信号可能被交流电干扰,所以良好的接地线(0电位)相当

重要;另外尽可能减小刺激电极与皮肤的电阻,诱发电位仪尽可能远离麻醉机等干扰源。通过上述的调整往往可以得到较平稳的波形。对于受监测神经根的定位,我们术前常规行腰椎 CT 或 MRI 来确定滑脱节段,从而确定可能受到损伤的神经根,L4/5 滑脱监测 L5 神经根,而 L5/S1 椎体滑脱监测 S1 神经根。

椎弓根螺钉固定并后外侧植骨融合或椎弓根螺钉固定并后路椎体间融合器植骨融合术广泛应用于腰椎滑脱,术中椎弓根螺钉的置入、滑脱复位后,对可能出现的神经根损伤 DSEP 均能及时提醒术者,但也存在一定的假阴性率。本组术中 2 例患者 DSEP 监测未见明显异常,术后出现肌力下降,假阴性率为 6.25%,原因可能在于 DSEP 主要监测节段性皮神经的浅感觉通路,而对运动神经通路监测欠准确。临床上用于术中神经功能监测的诱发电位包括体感诱发电位(SEP)、诱发电肌电监测(EMG)、运动诱发电位(MEP),如果能联合应用<sup>[10]</sup>,可以弥补单独使用的缺陷,减少假阴性率的发生。

#### 4 参考文献

1. 贾连顺,李家顺.脊柱外科临床手册[M].上海:第二军医大学出版社,1999.278-279.
2. 张强,邹德威,海涌,等.后路椎弓根钉棒复位椎间融合器固定

术治疗腰椎退行性滑脱[J].中国脊柱脊髓杂志,2006,16(7):489-492.

3. 李危石,陈仲强,郭昭庆,等.椎间植骨融合与横突间植骨融合治疗腰椎滑脱症比较[J].中国脊柱脊髓杂志,2005,15(1):20-23.
4. Kraft GH. Dermatomal somatosensory-evoked potentials in the evaluation of lumbosacral spinal stenosis[J]. Phys Med Rehabil Clin N Am, 2003, 14(1): 71-75.
5. 杨大志,王多,镇万新.体感诱发电位量化监护在腰椎滑脱复位内固定术中的应用[J].脊柱外科杂志,2003,1(5):274-277.
6. Hu SS, Bradford DS, Transfeldt EE, et al. Reduction of high-grade spondylolisthesis using Edwards instrumentation[J]. Spine, 1996, 21(3): 367-371.
7. Thorsteinn M, Eskenazi M, Bendo J. Somatosensory evoked potential monitoring of lumbar pedicle screw placement for in situ posterior spinal fusion[J]. Spine J, 2003, 3(5): 370-376.
8. Osawa T, Ogura T, Hayashida T. Evaluation of lumbosacral nerve root lesions using evoked potentials recorded by a surface electrode technique[J]. Spine, 2003, 28(5): 496-501.
9. Tsai TM, Tsai CL, Lin TS. Value of dermatomal somatosensory evoked potentials in detecting acute nerve root injury: an experimental study with special emphasis on stimulus intensity[J]. Spine, 2005, 30(18): 540-546.
10. 齐宗华,王德春,季爱玉,等.体感诱发电位在脊柱手术中的监测应用[J].中国脊柱脊髓杂志,2005,15(5):278-280.

(收稿日期:2007-06-18 末次修回日期:2008-03-03)

(英文编审 郭万首)

(本文编辑 彭向峰)

## 消息

### 第二届全国骨关节结核病专题研讨会延期通知

因受四川省汶川大地震的影响,原定于 2008 年 6 月 6~8 日在宁夏回族自治区银川市召开的“第二届全国骨关节结核病专题研讨会”,延期至 2008 年 8 月 29~31 日(之前各种通知的时间全部作废,以此通知为准)。所投稿件仍然有效,召开地点仍然在宁夏回族自治区银川市。届时将会发出正式会议通知。

欢迎继续投稿,投稿截止日期 2008 年 7 月 31 日。

研讨会的形式、讨论议题等与以往所发通知一样,采取分专题发言、座谈讨论、专家总结点评的形式,对脊柱结核基础研究进展(病原学、病理学、抗痨药物药代动力学等),脊柱结核的化疗方案,手术治疗及其效果(诊治原则、手术方法与时机、适应证、病灶未治愈与复发问题、疗效判定标准、病灶的处理、微创手术、脊柱结核合并严重畸形、截瘫的诊治)等方面进行深入细致的研讨,力求在某些方面达成一些共识。

**时间安排:**2008 年 8 月 29 日全天报到,30 日全天及 31 日上午学术研讨,31 日下午撤离。

**报到地点:**宁夏回族自治区银川市宁丰宾馆(银川市兴庆区解放东街 236 号)。

**会务费:**1000 元人民币。

**联系地址:**宁夏回族自治区银川市兴庆区胜利街 804 号 宁夏医学院附属医院骨科;邮编:750004;联系人:乔永东 13709581257, (0951)6743242;李平 13895078503, (0951)6743328。投稿及报名 E-mail: nyfyguke@126.com。通过 E-mail 报名者,请按姓名、性别、职务职称、工作单位、联系电话等信息自行编写后发至本邮箱。

由于本次会议的更期举办给您的工作及行程安排造成诸多不便,我们深表歉意,并请求您的谅解和支持!