

术中诱发肌电图刺激值与椎弓根螺钉位置的关系研究

董伊隆, 钱约男, 张侠, 蔡春元, 汤呈宣, 杨国敬

(温州医学院附属第三医院, 浙江 瑞安 325200)

摘要 目的:探讨术中诱发肌电图刺激值与椎弓根螺钉至椎体后壁内侧之间距离的关系。**方法:**对 33 例闭合性腰椎骨折患者行后路椎弓根螺钉固定, 并采用 Endeavor 术中神经监护仪对椎弓根螺钉进行电流刺激并记录刺激值, 术后通过 CT 平扫及重建, 确定每个椎弓根螺钉植入的位置并测量螺钉与椎体后壁内侧之间的距离。对诱发肌电图刺激值与相应椎弓根螺钉至椎体后壁内侧之间的距离进行线性回归分析, 并建立回归方程。**结果:**33 例患者共置入 132 枚椎弓根螺钉, 其中 5 枚椎弓根螺钉置入失败, 建立的回归预测方程为 $\hat{Y} = 5.22 + 2.22X (t = 5.479, P = 0.003)$ 。**结论:**术中诱发肌电图监测对于最大限度地保证椎弓根螺钉准确置入、避免神经根损伤具有重要意义。利用建立的回归方程, 术者可以在术中实时了解和评估椎弓根螺钉的位置, 从而有效提高椎弓根置钉的成功率, 减少神经损伤。

关键词 脊柱骨折 回归分析 肌电图 治疗, 临床研究性

Study on the relationship between stimulus values of intraoperative evoked electromyography and the position of pedicle screws DONG Yi-long*, QIAN Yue-nan, ZHANG Xia, CAI Chun-yuan, TANG Cheng-xuan, YANG Guo-jing. *The Third Affiliated Hospital of Wenzhou Medical College, Rui'an 325200, Zhejiang, China

ABSTRACT Objective: To explore the relationship between stimulus values of intraoperative evoked electromyography and the distance between pedicle screw and medial posterior wall of vertebral body. **Methods:** Thirty-three patients with closed lumbar fracture were administrated with posterior fixation of pedicle screw, then their pedicle screws were stimulated by current with the help of Endeavor neuromonitoring instrument, and the stimulus values were recorded. After the operation, the position of pedicle screws were determined and the distance between screw and medial posterior wall of vertebral body was measured through CT scan and reconstruction. Linear regression analysis was made on the values of intraoperative evoked electromyography and distance between the relevant pedicle screw and medial posterior wall of vertebral body, and the corresponding regression equation was also established. **Results:** There were 132 pedicle screws implanted into lumbar vertebrae of 33 patients in total, while 5 screws were found to be failed in the implantation. The predicting equation of regression was established as $\hat{Y} = 2.22x + 5.22 (t = 5.479, P = 0.003)$. **Conclusion:** Intraoperative evoked electromyography monitoring has great importance on the maximum assurance of accurate implantation of pedicle screw without nerve root injury. With the help of the established regression equation, surgeon can effectively improve the success rate of screw implantation in pedicle with lower probability of injuring the nerve root through real-time understanding and estimation of the pedicle screw position during the operation.

Key words Spinal fractures; Regression analysis; Electromyography; Therapies, investigational

术中神经电生理监测的目的是通过电生理技术向手术医生及时反馈术中神经功能完整性的变化情况, 以避免神经的不可逆损害, 降低术后神经功能缺损的风险。常用的监测方法有短潜伏期体感诱发电位、运动诱发电位和肌电图 (electromyography, EMG) 等。由于各种监测方法都有自身的局限性, 所以我们对单根神经根采用诱发 EMG 监测。2009 年 1 月至 2010 年 10 月, 笔者对行后路腰椎椎弓根螺钉固定治疗的 33 例腰椎骨折患者进行诱发 EMG 刺激值监测, 并探讨术中诱发 EMG 刺激值与椎弓根螺钉位置的关系。

1 临床资料

1.1 一般资料 符合要求的患者共 33 例, 男 22 例, 女 11 例。年龄 28 ~ 62 岁, 中位数 39 岁。致伤原因: 高处坠落 18 例, 交通事故 9 例, 日常生活摔倒 4 例, 运动创伤 2 例。合并跟骨骨折者 5 例, 合并骨盆骨折者 2 例。伤后至手术时间 2 ~ 14 d, 中位数 6 d。

1.2 纳入标准 ①闭合性腰椎骨折; ②年龄 18 ~ 65 岁; ③手术时间在伤后 14 d 内; ④术前 X 线、CT 检查排除椎弓根畸形; ⑤手术由本文第 2 作者钱约男医生完成。

1.3 排除标准 ①合并严重骨质疏松及神经损伤者;②既往有神经肌肉病变病史者;③既往有代谢性疾病及精神病病史者。

2 方法

2.1 麻醉方法 采用快诱导静吸复合全身麻醉,术中连续静脉注射丙泊芬($50 \mu\text{g} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$)、罗库溴胺维持麻醉,辅以 0.5 MAC 异氟醚。除诱导麻醉时使用肌松药外,术中不再给予肌松药。

2.2 手术及监测方法 术中采用 Weinslein 定位法选择进钉点,进钉方向与中线成角 $10^\circ \sim 15^\circ$ 。在置入椎弓根螺钉(美敦力枢法模公司提供)后,在螺帽处连接刺激电极,测定诱发 EMG 中动作电位出现的时间、频率、振幅、肌群,重复 3 次以上并记录刺激值。检测设备采用美国 Nicolet 公司 Endeavor 术中神经监护仪,设置频率 20 ~ 2 000 Hz,水平偏转因数 $100 \text{ ms} \cdot \text{D}^{-1}$,灵敏度 $100 \mu\text{V}$ 。刺激电极连接在椎弓根螺钉上,记录电极为一次性针电极,参考电极距记录电极 5 mm。记录部位: L_2 —内收肌, L_3 —股四头肌, L_4 —胫骨前肌, L_5 —腓肠肌, S_1 —腓肠肌。术后通过 CT 平扫及重建,确定每个椎弓根螺钉置入的位置并测量螺钉与椎体后壁内侧之间的距离,若螺钉穿破椎弓根外,距离为负值。

2.3 统计学方法 应用 SPSS12.0 统计软件完成各相关测量指标的描述性统计分析后,对每个螺钉平均刺激值与相应椎弓根螺钉至椎体后壁内侧之间的距离进行线性回归分析,并建立回归方程,检验水准 $\alpha = 0.05$ 。

3 结果

本组 33 例患者共置入 132 枚椎弓根螺钉,术后 2 例患者左侧出现肌力下降,术后 CT 发现椎弓根螺钉穿破椎弓根进入椎管,其术中相应的刺激电流小于 2.2 mA;术中 2 例患者右侧及 1 例患者左侧刺激电流达 60 mA 仍然没诱发出 EMG,术后 CT 扫描发现椎弓根螺钉穿破椎弓根在椎体之外。除去置钉失败的 5 枚椎弓根螺钉,建立直线回归方程: X 代表椎弓根螺钉与椎体后壁内侧之间的距离,代表相应的刺激电流,回归预测方程为: $\hat{Y} = 5.22 + 2.22X (t = 5.479, P = 0.003)$ 。(图 1)

4 讨论

后路椎弓根螺钉内固定在脊柱外科手术中应用广泛,该技术对维持术后腰椎的稳定性有重要作用。

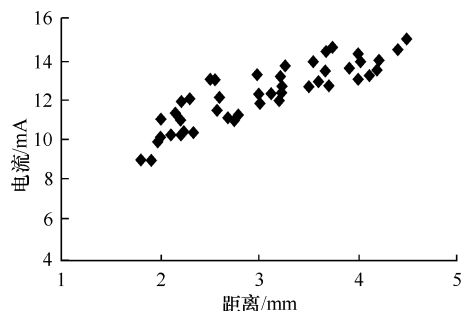


图 1 刺激电流与螺钉距离的关系

然而由于腰骶神经根靠近椎弓根,椎弓根螺钉置入时有可能穿透骨质而对神经根造成损伤。术中监测的肌电活动可以间接地反映对应神经的功能状态,因此脊柱手术中 EMG 监测已成为避免神经根损伤的主要监测手段^[1]。以往在此类手术中多应用 C 形臂 X 线机透视以保证椎弓根螺钉的准确置入,但由于成像不够清晰以及对侧椎弓根螺钉的阻挡,很难准确判断置钉是否成功。而近 30% 的医源性神经根损伤都与椎弓根螺钉置钉失败有关^[2]。

术中诱发 EMG 的原理是把椎弓根螺钉通电,刺激邻近的神经根,从而使该神经支配的肌肉出现复合动作电位。在正常置钉情况下,由于螺钉与神经根之间骨壁的阻抗作用,需要一定的刺激强度才能使神经去极化而导致肌肉出现电反应。所以骨壁的厚度决定了刺激强度的大小,若骨壁破坏或螺钉置入椎管,诱发肌电反应所需的刺激电流值将降低;若螺钉置入椎弓根之外,那么所需的刺激电流值将升高。如果在置入螺钉过程中给螺钉持续加以安全阈值的电刺激,记录相应肌肉电活动,一旦在安全阈值电刺激下出现危险信号,即可提醒术者采取措施。

由于 EMG 监测技术较为敏感,易受到温度、神经肌肉组织湿度、麻醉深度、记录电极位置及深度等多种因素的影响,导致患者的电生理阈值和电刺激脊神经根时的肌电反应具有明显的个体差异,如长期受到压迫的神经根刺激值会明显增加。另外,由于使用的神经电生理仪、记录方法、操作环境、判断方法等不同,因而文献报道的肌电监测数据差异较大,无法确定一个统一可行的数据标准。许多学者对于刺激阈值进行了研究,所得出的结果为 6 ~ 10 mA^[3-4]。所以本研究建立的回归方程仅能在相同实验条件下,为术者了解椎弓根螺钉位置提供客观依据。而每个手术室或操作者可以根据自身的具体因素,建立符合自身的回归方程。

型,即松质骨型、髓腔型、皮质型、多发型,但程瑞新等^[6]对此提出异议。本组患者病灶均位于骨端的松质骨内,应属松质骨型。慢性局限性骨脓肿在 X 线片上表现为骨端的圆形或类圆形透亮影,边界清楚,周围有硬化带,部分可见骨膜反应。对于不典型的病例,CT 检查能进一步显示病变情况,如有无死骨、骨皮质破坏、骨膜反应等。SPECT-CT 对于骨骼炎性病变具有高度灵敏性^[7],其显像以病变部位血供及骨质代谢活跃程度为基础,炎性病变区的血流量增多及骨质代谢异常活跃均可导致显像剂的浓聚。本组 1 例患者进行 SPECT-CT 检查,其 CT 片显示病灶呈局限性溶骨性破坏,边界清楚,周围有明显骨硬化反应带;SPECT-CT 融合图像显示病灶区放射性核素异常浓聚,呈“晕轮”样改变,即放射性核素的浓聚以病灶周围骨硬化区为著,中央破坏区较轻。这是由于病变部位血供及骨代谢活跃程度不同所造成的,病灶周围骨硬化区的血供丰富、骨代谢旺盛,显像剂浓聚较多,而病灶内充满了炎性渗出物,骨代谢活跃程度较低,显像剂浓聚较少。那些仅有轻微临床症状,而常规 X 线和 CT 检查正常的患者,SPECT-CT 检查能够及时准确地做出诊断,而常规 CT 检查一般在发病后 4 周才显示阳性^[8]。MRI 检查对慢性骨脓肿的诊断有重要价值^[9],其特征性的 MRI 表现为干骺端骨髓腔内的“靶征”或“晕征”,本组中 2 例出现“晕征”。即病灶内炎性渗出物为等长或略长 T1、长 T2 信号,周围环绕的纤维肉芽组织壁呈稍短 T1、长 T2 高信号环,其外侧骨质硬化区呈长 T1、短 T2 低信号,部分患者出现骨膜反应及软组织水肿,与文献报道一致^[10]。

总之,慢性局限性骨脓肿典型病例通过常规 X 线检查即可做出诊断,对于不典型病例需结合 CT、SPECT-CT 及 MRI 检查,以提高诊断的准确性。

5 参考文献

- [1] Kowalewski M, Swiatkowski J, Michałowska I, et al. Radiological diagnosis of Brodie's abscess[J]. Ortop Traumatol Rehabil, 2002, 4(6): 679-682.
- [2] 曹来宾. 实用骨关节影像诊断学[M]. 济南: 山东科学技术出版社, 1998: 273-275.
- [3] 李景学, 孙鼎元. 骨关节 X 线诊断学[M]. 北京: 人民卫生出版社, 1992: 215.
- [4] 匡勇, 俞仲翔, 常跃文, 等. 非典型 Brodie 骨脓肿的影像学及临床表现[J]. 临床骨科杂志, 2006, 9(6): 489-491.
- [5] 李凯. Brodie 骨脓肿的 X 线分型及特点分析[J]. 广西医科大学学报, 2000, 17(5): 897-898.
- [6] 程瑞新, 詹松华, 陈瑶, 等. Brodie's 骨脓肿的影像诊断与鉴别诊断[J]. 实用放射学杂志, 2009, 25(8): 1152-1154.
- [7] 张敏, 陈亚玲, 刘玉珂, 等. 应用图像融合技术诊断骨骼炎症[J]. 中医正骨, 2010, 22(11): 22-26.
- [8] Silva F, Laguna R, Acevedo M, et al. Scintigraphic findings in a Brodie's abscess[J]. Clin Nucl Med, 1995, 20(10): 913-915.
- [9] 徐爱德, 徐文坚, 刘吉华. 骨关节 CT 和 MRI 诊断学[M]. 济南: 山东科学技术出版社, 2002: 283-286.
- [10] Martí-Bonmatí L, Aparisi F, Poyatos C, et al. Brodie abscess: MR imaging appearance in 10 patients[J]. J Magn Reson Imaging, 1998, 3(3): 543-546.

(2011-05-20 收稿 2011-12-15 修回)

(上接第 25 页)

术中诱发 EMG 监测对于最大限度地保证椎弓根螺钉准确置入、避免神经根损伤具有重要意义。利用本研究建立的回归方程, 术者可以在术中实时了解和评估椎弓根螺钉的位置, 从而有效提高椎弓根置钉的成功率, 减少神经损伤。

5 参考文献

- [1] Calancie B, Madsen P, Lebowitz N. Stimulus-evoked EMG monitoring during transpedicular lumbosacral spine instrumentation. Initial clinical results[J]. Spine, 1994, 19(24):

2780-2786.

- [2] West JL 3rd, Ogilvie JW, Bradford DS. Complications of the variable screw plate pedicle screw fixation[J]. Spine, 1991, 16(5): 576-579.
- [3] 马薇薇, 邱勇, 王斌. 下腰椎椎弓根螺丝钉植入时的神经根监护[J]. 中华创伤杂志, 2005, 21(12): 903-906.
- [4] Ozgur BM, Berta S, Khiatani V, et al. Automated intraoperative EMG testing during percutaneous pedicle screw placement[J]. Spine, 2006, 30(6): 708-713.

(2011-07-13 收稿 2011-09-23 修回)