

· 专题 · 神经电生理监测在小儿神经外科的应用 ·

弯型对青少年特发性脊柱侧凸矫形手术中神经电生理监测的影响研究



全文二维码

刘万友^{1,2} 邱俊荫² 史本龙^{1,2} 李洋² 刘臻^{1,2} 孙旭^{1,2} 朱泽章^{1,2} 邱勇^{1,2}¹ 徐州医科大学鼓楼临床学院脊柱外科, 南京 210008; ² 南京大学医学院附属鼓楼医院骨科, 脊柱外科, 南京 210008

通信作者: 朱泽章, Email: zhuzezhang@126.com

【摘要】 目的 比较分析不同弯型青少年特发性脊柱侧凸 (adolescent idiopathic scoliosis, AIS) 患儿矫形手术中神经电生理监测 (intraoperative neurophysiological monitoring, IONM) 结果, 探讨弯型对 AIS 患儿 IONM 监测的影响。 **方法** 回顾性分析 2015 年 6 月至 2019 年 12 月于南京大学医学院附属鼓楼医院脊柱外科行手术治疗的 400 例女性 AIS 患儿临床资料, 按照弯型, 分成单胸弯组、胸腰弯组/腰弯组、双胸弯组及胸腰双弯组, 每组各 100 例。比较组内及组间左右侧体感诱发电位 (somatosensory evoked potential, SSEP) 和经颅电刺激运动诱发电位 (transcranial electric motor evoked potential, TcMEP) 的潜伏期及波幅差异, 计算不同弯型病例组间不对称性 SSEP 的发生率。 **结果** 单胸弯组及双胸弯组组内左右侧 SSEP 及 TcMEP 的潜伏期和波幅比较, 差异均无统计学意义 ($P > 0.05$)。胸腰弯/腰弯组左侧 TcMEP 潜伏期较右侧显著延长 ($P = 0.032$), 胸腰双弯组左侧 SSEP-P37 潜伏期 ($P = 0.002$) 和 SSEP-N45 潜伏期 ($P < 0.001$) 较右侧显著延长。不对称性 SSEP 的发生率: 单胸弯组为 33.0%, 胸腰弯/腰弯组为 34.0%、双胸弯组为 27.0%、胸腰双弯组为 37.0% ($P = 0.495$), 差异无统计学意义。 **结论** AIS 患儿矫形术中双下肢 SSEP 和 TcMEP 的潜伏期和波幅存在不对称现象。弯型不是 AIS 患儿矫形术中不对称性 SSEP 的风险因素。

【关键词】 脊柱侧凸; 病理学; 神经外科手术; 矫形外科手术; 神经电生理监测; 青少年

基金项目: 江苏省自然科学基金青年基金 (BK20170126); 南京市医学科技发展资金一般性课题 (CZLB1480-2020)

DOI: 10.3760/cma.j.cn101785-202203027-007

Impact of curve patterns on intraoperative neurophysiological monitoring during correction surgery for adolescent idiopathic scoliosis

Liu Wanyou^{1,2}, Qiu Junyin², Shi Benlong^{1,2}, Li Yang², Liu Zhen^{1,2}, Sun Xu^{1,2}, Zhu Zezhang^{1,2}, Qiu Yong^{1,2}

¹ Department of Spine Surgery, Nanjing Drum Tower Hospital Clinical College of Xuzhou Medical University, Nanjing 210008, China; ² Division of Spine Surgery, Department of Orthopedic Surgery, Nanjing Drum Tower Hospital, The Affiliated Hospital of Nanjing University Medical School, Nanjing 210008, China

Corresponding author: Zhu Zezhang, Email: zhuzezhang@126.com

【Abstract】 Objective To compare the results of intraoperative neurophysiological monitoring (IONM) during posterior spinal correction surgery for adolescent idiopathic scoliosis (AIS) patients with different curve patterns and examine the impact of curve pattern on IONM results. **Methods** From June 2015 to December 2019, 400 AIS females undergoing operations were retrospectively reviewed, including single thoracic curve (ST, $n = 100$), thoracolumbar/lumbar curve (TL/L, $n = 100$), double thoracic curve (DT, $n = 100$) and double major curve (DM, $n = 100$). Absolute values of latency and amplitude for somatosensory evoked potential (SSEP) and transcranial electric motor evoked potential (TcMEP) between bilateral lower limbs and the incidence of asymmetric SSEP between patients with different curve patterns were compared. **Results** The latencies and amplitudes of SSEP and TcMEP demonstrated marked asymmetry between left and right lower limbs ($P > 0.05$). The latency of TcMEP was longer in left lower limb than right lower limb in TL/L group ($P = 0.032$) while the latencies of SSEP-P37 ($t = 3.166, P = 0.002$) and SSEP-N45 ($t = 4.089, P < 0.001$) were signif-

icantly longer in left lower limb than right lower limb in DM group. The incidence of asymmetric SSEP was 33% in ST group, 34% in TL/L group, 27% in DT group and 37% in DM group ($P=0.495$). **Conclusion** Asymmetric latencies and amplitudes of SSEP and TCeMEP between bilateral lower limbs are frequently noted in AIS patients. Therefore curve pattern is not a risk factor for asymmetric SSEP in AIS.

【Key words】 Scoliosis; Pathology; Neurosurgical Procedures; Orthopedic Procedures; Neurophysiological Monitoring; Adolescent

Fund program: Natural Science Foundation of Youth Project of Jiangsu Province (BK20170126); Nanjing Medical Science & Technology Development Foundation (CZLB1480-2020)

DOI:10.3760/cma.j.cn101785-202203027-007

近年来,术中神经电生理监测(intraoperative neurophysiological monitoring, IONM)已成为脊柱外科矫形手术中必不可少的辅助技术,其中体感诱发电位(somatosensory evoked potential, SSEP)和经颅电刺激运动诱发电位(transcranial electric motor evoked potential, TCeMEP)最为常用^[1]。良好的 IONM 监测可及时发现术中可能的医源性神经损伤,指导临床医师采取恰当的处理措施,从而改善患儿预后。

既往文献研究表明,脊柱畸形的病因学及严重程度、术前是否合并神经损害及椎管内异常等,均为影响 IONM 监测的重要因素,较多学者建议对该类患儿实施脊柱矫形手术应予多模式、多通路及多肌肉的综合 IONM 监测模式,以获得可靠的监测效果^[2-4]。另一方面,探究脊柱矫形手术中 IONM 监测的其他可能影响因素已被认为是进一步提高脊柱矫形术中 IONM 可靠性的重要前提。有研究表明,不同弯型的青少年特发性脊柱侧凸(adolescent idiopathic scoliosis, AIS)可能具有截然不同的发病机制,我们进而猜想弯型可影响 AIS 患儿的 IONM 监测^[5]。因此,本研究分析不同弯型的 AIS 患儿 IONM 资料,目的在于比较不同弯型 AIS 患儿左右侧 IOINM 监测的差异性,同时探讨弯型对 AIS 患儿 IONM 监测的影响。

材料与方法

一、临床资料

回顾性分析 2015 年 6 月至 2019 年 12 月于南京鼓楼医院脊柱外科行手术治疗的女性 AIS 患儿临床资料。纳入标准:①年龄 10~18 岁;②行单一脊柱后路矫形内固定术;③术前有站立全脊柱正侧位片等影像学资料,胸弯凸向右侧、腰弯凸向左侧;④术前查体无明显神经损害(双下肢感觉、反射、肌力、肌张力均正常);⑤术前 CT、MRI 未见椎管内异

常;⑥有术中 SSEP 及 TCeMEP 等监测资料;⑦既往无脊柱外伤史和脊柱手术史。根据脊柱侧凸研究学会(Scoliosis Research Society, SRS)对于弯型的定义(上胸弯顶椎位于 T2~T5、主胸弯顶椎位于 T5~T12、胸腰弯顶椎位于 T12~L1、腰弯顶椎位于 L2~L4)将患儿分为单胸弯组、胸腰弯/腰弯组、双胸弯组及胸腰双弯组,每组各选取 100 例患儿^[6]。本研究通过南京鼓楼医院脊柱外科伦理委员会审核批准(2019-398-01),患儿家属均签署知情同意书。

400 例患儿年龄为 (14.8 ± 2.3) 岁,身高为 (159.2 ± 10.2) cm,术前最大侧凸 Cobb 角为 $57.1^\circ \pm 8.0^\circ$ ($45^\circ \sim 101^\circ$),顶椎偏移 (56.7 ± 9.4) mm ($37.2 \sim 83.4$ mm),顶椎旋转 $28.1^\circ \pm 7.5^\circ$ ($13^\circ \sim 43^\circ$)。四组患儿组间年龄、身高、Cobb 角、顶椎偏移及顶椎旋转的差异均无统计学意义($P>0.05$)。见表 1。

二、麻醉方案

均使用统一的全静脉麻醉方案,且在成功诱导和插管完成后均不再使用肌松药^[7]。麻醉诱导使用顺式阿曲库铵(0.2 mg/kg)、芬太尼(3 μ g/kg)、咪达唑仑(0.06 mg/kg)、丙泊酚($2 \sim 3$ mg/kg)。诱导完成后应用丙泊酚($80 \sim 120$ μ g \cdot kg⁻¹ \cdot min⁻¹)、右美托咪定(0.2 μ g \cdot kg⁻¹ \cdot h⁻¹)、瑞芬太尼($0.2 \sim 1$ μ g \cdot kg⁻¹ \cdot min⁻¹)维持。术中保持脑电双频指数介于 40~60,并实时干预。

三、IONM 监测方案

①SSEP:将记录点放置于头颅脑电图国际 10~20 系统的 Cz,将参照点放置于 Fz,于双侧内踝上 2~3 cm 处分别刺激胫后神经。②TCeMEP:记录点分别放置于双下肢拇展肌、胫前肌和上肢拇短展肌, C3 和 C4 点放置刺激电极,记录刺激引发的复合型肌肉动作电位^[3]。本研究仅将双下肢 SSEP 及下肢拇展肌 TCeMEP 的基线数据纳入统计分析。

表 1 400 例不同弯型 AIS 患儿人口测量学及术前影像学检查信息($\bar{x} \pm s$)Table 1 Demographic and imaging data of AIS patients with different curve patterns($\bar{x} \pm s$)

分组	例数	年龄(岁)	身高(cm)	Cobb 角(°)	顶椎偏移(mm)	顶椎旋转(°)
单胸弯组	100	14.6 ± 2.3	159.1 ± 10.6	56.9 ± 9.1	55.3 ± 9.7	27.4 ± 6.9
胸腰弯/腰弯组	100	15.0 ± 2.3	161.3 ± 9.4	57.2 ± 9.3	56.2 ± 10.2	28.9 ± 7.3
双胸弯组	100	14.9 ± 2.5	158.5 ± 10.5	57.9 ± 7.4	57.3 ± 9.5	28.6 ± 8.2
胸腰双弯组	100	14.7 ± 2.1	158.0 ± 10.2	56.2 ± 6.3	56.4 ± 9.0	27.0 ± 7.3
P 值	-	0.617	0.106	0.733	0.539	0.212

注 AIS:青少年特发性脊柱侧凸

四、测量参数

人口测量学参数包括年龄、身高等;影像学测量参数为最大侧凸 Cobb 角、顶椎偏移距离及顶椎旋转度数;IONM 测量参数为双下肢 SSEP 的潜伏期(P37 和 N45)及波幅、TCeMEP 的潜伏期及最大波幅。另外,根据既往文献,本研究将不对称性 SSEP 定义为:①双侧 P37 潜伏期不对称性 ≥ 2.5 个标准差(standard deviation,SD);②波幅差值的绝对值 $\geq 1 \mu V$ ^[8]。SSEP 的标准值采用 Chen 等^[9]研究结果。

五、统计学处理

应用 SPSS22.0 进行统计学分析。采取配对样本 *t* 检验比较同一组内患儿双侧 SSEP 和 TCeMEP 潜伏期及波幅的差异;采用 χ^2 检验比较不同弯型组间不对称性 SSEP 的发生率;采用单因素方差分析比较不同弯型组间左右侧 SSEP 和 TCeMEP 潜伏期及波幅的差异。 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

结 果

一、组内 IONM 的差异性

配对样本 *t* 检验结果显示:左右侧 SSEP 潜伏期和波幅及 TCeMEP 潜伏期和波幅在单胸弯组及双胸弯组内比较,差异均无统计学意义($P > 0.05$)。而胸腰弯/腰弯组患儿左侧 TCeMEP 潜伏期较右侧显著延长($t = 2.289, P = 0.032$),胸腰双弯组左侧 SSEP-P37 潜伏期($t = 3.166, P = 0.002$)和 SSEP-N45 潜伏期($t = 4.089, P < 0.001$)较右侧均显著延长,差异有统计学意义。见表 2。

二、弯型对 IONM 的影响

本研究中不对称性 SSEP 发生率:单胸弯组为 33.0%,胸腰弯/腰弯组为 34.0%,双胸弯组为 27.0%,胸腰双弯组为 37.0%,不同弯型患儿不对称性 SSEP 的发生率差异无统计学意义($P = 0.548$)。双胸弯组右侧 SSEP-P37 潜伏期较单胸弯组及胸腰双弯组显著延长($P = 0.003$),胸腰弯/腰

弯组、双胸弯组及胸腰双弯组右侧 SSEP 波幅较单胸弯组显著降低($P = 0.027$),单胸弯组及胸腰弯/腰弯组的右侧 TCeMEP 波幅较双胸弯组及胸腰双弯组显著降低($P = 0.029$)。

讨 论

既往文献报道 IONM 的监测结果受多种因素影响。Cheng 等^[10]报道侧凸角大于 45° 的 AIS 患儿具有更高的异常 SSEP 发生率(27.6% 比 11.9%, $P < 0.001$),且合并小脑扁桃体低位的患儿异常 SSEP 的发生率明显升高(66.7% 比 10.0%, $P < 0.001$),表明小脑扁桃体低位是影响 SSEP 监测结果的重要因素。Scaramuzza 等^[11]回顾性分析了 88 例 AIS 患儿,发现合并脊髓空洞的患儿 IONM 监测的失败率为 64.3%,不合并脊髓空洞的患儿 IONM 监测失败率为 20%,两组差异有统计学意义($P < 0.01$),提示术前合并椎管内异常患儿术中 IONM 监测失败的风险明显升高。因此,探讨 IONM 监测的影响因素对提高监测的成功率和可靠性具有重要临床意义。

不同病因的脊柱侧凸患儿,其凹凸侧之间 IONM 监测的差异性目前仍无定论。Mohamed 等^[12]报道 AIS 患儿的 TCeMEP 波幅在双下肢之间没有显著差异,但该研究并未深入区分弯型对监测结果的影响。Cheng 等^[13]研究发现,虽然 AIS 患儿与正常人群相比,SSEP 波幅和潜伏期差异无统计学意义,但 AIS 患儿 SSEP 在左右侧之间差异的绝对值显著高于正常人群。Qiu 等^[14]认为,神经纤维瘤病伴脊柱侧凸患儿主弯凹侧下肢 TCeMEP 波幅较凸侧显著降低($P = 0.030$)。Shi 等^[3]报道术前无明显神经损害的 Chiari 畸形伴脊柱侧凸患儿的 TCeMEP 波幅分别为凹侧 537.0 μV 、凸侧 448.4 μV ,AIS 患儿的 TCeMEP 波幅分别为凹侧 530.5 μV 、凸侧 474.8 μV ,提示患儿双下肢存在 TCeMEP 波幅不对称情况。本研究在前期结果的基础上进一步比较了同

表 2 不同弯型 AIS 患儿 IONM 的差异性比较

Table 2 Comparison of IONM results between AIS patients with different curve patterns

分组	例数	SSEPs-P37 潜伏期($\bar{x} \pm s$, ms)			P 值	SSEPs-N45 潜伏期($\bar{x} \pm s$, ms)			P 值	SSEPs 波幅($\bar{x} \pm s$, μV)			P 值
		左侧	右侧			左侧	右侧			左侧	右侧		
单胸弯组	100	37.2 \pm 3.2	36.9 \pm 2.6	0.195		46.6 \pm 4.3	46.1 \pm 3.7	0.171		2.4 \pm 1.3	2.5 \pm 1.4	0.057	
胸腰弯/腰弯组	100	36.8 \pm 2.9	37.2 \pm 2.6	0.150		45.9 \pm 3.6	46.4 \pm 3.7	0.238		2.3 \pm 1.1	2.1 \pm 1.1	0.200	
双胸弯组	100	37.9 \pm 3.0	38.1 \pm 3.0	0.481		47.1 \pm 4.0	46.7 \pm 4.0	0.414		2.1 \pm 1.5	2.1 \pm 1.3	0.967	
胸腰双弯组	100	37.4 \pm 3.3	36.5 \pm 2.7	0.002		46.9 \pm 4.0	45.4 \pm 3.9	<0.001		2.1 \pm 1.1	2.2 \pm 1.3	0.395	
P 值		0.158	0.003			0.255	0.121			0.391	0.027		

分组	例数	TCeMEP 潜伏期($\bar{x} \pm s$, ms)			P 值	TCeMEP 波幅($\bar{x} \pm s$, μV)			P 值	不对称性 SSEP 例数(例)
		左侧	右侧			左侧	右侧			
单胸弯组	100	38.4 \pm 3.3	38.6 \pm 3.6	0.453		604.0 \pm 692.9	624.5 \pm 763.0	0.669		33
胸腰弯/腰弯组	100	38.9 \pm 2.7	38.0 \pm 3.2	0.032		637.6 \pm 760.6	540.1 \pm 555.8	0.162		34
双胸弯组	100	39.5 \pm 4.0	38.7 \pm 3.7	0.127		836.0 \pm 761.9	836.6 \pm 989.1	0.996		27
胸腰双弯组	100	38.9 \pm 4.5	38.4 \pm 4.9	0.591		697.0 \pm 855.1	800.2 \pm 795.9	0.240		37
P 值		0.455	0.632			0.172	0.029			0.495

注 AIS:青少年特发性脊柱侧凸; IONM:术中神经电生理监测

一弯型 AIS 患儿组内左右侧 SSEP 潜伏期和波幅及 TCeMEP 波幅的绝对值,结果表明,胸腰弯/腰弯组患儿左侧 TCeMEP 潜伏期较右侧显著延长 ($P = 0.032$),而胸腰双弯组患儿左侧 SSEP-P37 潜伏期 ($P = 0.002$) 和 SSEP-N45 潜伏期 ($P < 0.001$) 同样较右侧显著延长。因此,脊柱侧凸患儿可能普遍存在凹凸侧 IONM 监测不对称的现象,但其具体机制目前仍不明确。

大量文献研究表明,IONM 可极为可靠地应用于 AIS 矫形手术中,成功率可达 98.5%~100%,敏感性和特异性分别为 100%、98%~100%^[5,15-16]。然而,亦有研究发现 AIS 患儿中仍存在一定的不对称性 SSEP 发生率。Schneider 等^[17]首次报道 45 例非手术治疗的 AIS 患儿中有 26 例(26/45, 57.8%)出现双下肢 SSEP 不对称。Shi 等^[3]分析了 210 例 AIS 患儿的 IONM 数据,发现 65 例(65/210, 31.0%)出现异常 SSEP 监测结果。Chen 等^[5]回顾性分析了 46 例按 Lenke 分型标准分为 1 型的 AIS 患儿(即单胸弯患儿),发现有 15 例(15/46, 32.6%)出现不对称性 SSEP。本研究首次探讨了不同弯型对 AIS 患儿异常 SSEP 监测的影响,结果显示各组不对称性 SSEP 的发生率与既往研究类似(单胸弯组 33.0%、胸腰弯/腰弯组 34.0%、双胸弯组 27.0%、胸腰双弯组 37.0%),且组间无显著差异。本研究结果表明,虽然 AIS 患儿常出现 SSEP 不对称现象,但弯型并非影响因素。

本研究存在一定的局限性。①研究样本量有限,存在一定的选择偏倚。②虽然本中心脊柱矫形

手术中均使用统一全静脉麻醉,但麻醉用药的个体差异仍会影响研究结果。③本研究四组患儿的年龄、身高等人口测量学参数及影像学参数并非一对一匹配,这对本文结果也可产生一定影响。

AIS 患儿矫形术中双下肢 SSEP 和 TCeMEP 的潜伏期和波幅存在不对称现象。弯型不是 AIS 矫形术中出现不对称性 SSEP 的风险因素。

利益冲突 所有作者声明不存在利益冲突

作者贡献声明 文献检索为刘万友,论文调查设计为刘万友、史本龙、朱泽章,数据收集与分析为刘万友、邱俊荫、史本龙、李洋、刘臻、孙旭、朱泽章、邱勇,论文结果撰写为刘万友、邱俊荫,论文讨论分析为刘万友、邱俊荫、史本龙、朱泽章

参 考 文 献

- [1] 冯磊,张学军. 儿童脊柱侧凸矫正手术中神经电生理监测方案的选择及技术难点[J]. 临床小儿外科杂志, 2020, 19(2): 93-97. DOI:10.3969/j.issn.1671-6353.2020.02.001. Fei L, Zhang XJ. Protocol selecting and technical dilemmas of intraoperative neurophysiological monitoring during corrective procedures for pediatric scoliosis[J]. J Clin Ped Sur, 2020, 19(2): 93-97. DOI:10.3969/j.issn.1671-6353.2020.02.001.
- [2] Wang S, Zhang J, Tian Y, et al. Intraoperative motor evoked potential monitoring to patients with preoperative spinal deficits: judging its feasibility and analyzing the significance of rapid signal loss[J]. Spine J, 2017, 17(6): 777-783. DOI:10.1016/j.spinee.2015.09.028.
- [3] Shi B, Qiu J, Xu L, et al. Somatosensory and motor evoked potentials during correction surgery of scoliosis in neurologically asymptomatic chiari malformation-associated scoliosis: a comparison with idiopathic scoliosis[J]. Clin Neurol Neurosurg, 2020, 191:105689. DOI:10.1016/j.clineuro.2020.105689.
- [4] 文海韬,王潜阳,陈小燕,等. 多模式神经电生理监测在儿童脊髓栓系松解术中的应用价值研究[J]. 临床小儿外科杂志, 2020, 19(9): 830-836. DOI:10.3969/j.issn.1671-6353.

- 2020.09.014.
- Wen HT, Wang QY, Chen XY, et al. Application value of multi-mode neuroelectrophysiological monitoring during spinal cord loosening for tethered cord syndrome in children[J]. J Clin Ped Sur, 2020, 19(9): 830-836. DOI: 10.3969/j.issn.1671-6353.2020.09.014.
- [5] Chen Z, Qiu Y, Ma W, et al. Comparison of somatosensory evoked potentials between adolescent idiopathic scoliosis and congenital scoliosis without neural axis abnormalities[J]. Spine J, 2014, 14(7): 1095-1098. DOI: 10.1016/j.spinee.2013.07.465.
- [6] Lowe T, Berven SH, Schwab FJ, et al. The SRS classification for adult spinal deformity: building on the King/Moe and Lenke classification systems[J]. Spine (Phila Pa 1976), 2006, 31(19 Suppl): S119-S125. DOI: 10.1097/01.brs.0000232709.48446.be.
- [7] 刘海雁, 朱泽章, 史本龙, 等. 体感诱发电位联合运动诱发电位在 Chiari 畸形伴脊柱侧凸后路矫形手术中的应用价值[J]. 中国脊柱脊髓杂志, 2016, 26(4): 299-303. DOI: 10.3969/j.issn.1004-406X.2016.04.03.
- Liu HY, Zhu ZZ, Shi BL, et al. Use of somatosensory evoked potentials and transcranial electric motor evoked potentials in surgical correction of scoliosis secondary to chiari malformation[J]. Chinese Journal of Spine and Spinal Cord, 2016, 26(4): 299-303. DOI: 10.3969/j.issn.1004-406X.2016.04.03.
- [8] Chiappa KH, Ropper AH. Evoked potentials in clinical medicine (second of two parts)[J]. N Engl J Med, 1982, 306(20): 1205-1211. DOI: 10.1056/NEJM198205203062004.
- [9] 陈志军, 邱勇, 马薇薇. 青少年胫后神经皮层体感诱发电位正常参考值研究[J]. 实用骨科杂志, 2009, 15(3): 186-190. DOI: 10.3969/j.issn.1008-5572.2009.03.009.
- Chen ZJ, Qiu Y, Ma WW. Posterior tibial nerve cortical somatosensory evoked potentials in adolescent: normative values[J]. Journal of Practical Orthopaedics, 2009, 15(3): 186-190. DOI: 10.3969/j.issn.1008-5572.2009.03.009.
- [10] Cheng JC, Guo X, Sher AH, et al. Correlation between curve severity, somatosensory evoked potentials, and magnetic resonance imaging in adolescent idiopathic scoliosis[J]. Spine (Phila Pa 1976), 1999, 24(16): 1679-1684. DOI: 10.1097/00007632-199908150-00009.
- [11] Scaramuzzo L, Giudici F, Archetti M, et al. Clinical relevance of preoperative mri in adolescent idiopathic scoliosis: is hydromyelia a predictive factor of intraoperative electrophysiological monitoring alterations? [J]. Clin Spine Surg, 2019, 32(4): E183-E187. DOI: 10.1097/BSD.0000000000000820.
- [12] Mahmoud M, Sadhasivam S, Salisbury S, et al. Susceptibility of transcranial electric motor-evoked potentials to varying targeted blood levels of dexmedetomidine during spine surgery[J]. Anesthesiology, 2010, 112(6): 1364-1373. DOI: 10.1097/ALN.0b013e3181d74f55.
- [13] Cheng JC, Guo X, Sher AH. Posterior tibial nerve somatosensory cortical evoked potentials in adolescent idiopathic scoliosis[J]. Spine (Phila Pa 1976), 1998, 23(3): 332-337. DOI: 10.1097/00007632-199802010-00009.
- [14] Qiu J, Li Y, Liu W, et al. Intra-operative neurophysiological monitoring in patients with dystrophic neurofibromatosis type 1 scoliosis[J]. Somatosens Mot Res, 2021, 38(2): 95-100. DOI: 10.1080/08990220.2020.1850438.
- [15] Pastorelli F, Di Silvestre M, Plasmati R, et al. The prevention of neural complications in the surgical treatment of scoliosis: the role of the neurophysiological intraoperative monitoring[J]. Eur Spine J, 2011, 20(Suppl 1): S105-S114. DOI: 10.1007/s00586-011-1756-z.
- [16] Krishnakumar R, Srivatsa N. Multimodal intraoperative neuromonitoring in scoliosis surgery: A two-year prospective analysis in a single centre[J]. Neurol India, 2017, 65(1): 75-79. DOI: 10.4103/0028-3886.198189.
- [17] Schneider E, Niethard FU, Schiek H, et al. How idiopathic is idiopathic scoliosis? Results of neurological studies with somatosensory evoked potentials (SSEP) in children and adolescents[J]. Z Orthop Ihre Grenzgeb, 1991, 129(4): 355-361. DOI: 10.1055/s-2008-1040255.

(收稿日期: 2022-03-10)

本文引用格式: 刘万友, 邱俊荫, 史本龙, 等. 弯型对青少年特发性脊柱侧凸矫形手术中神经电生理监测的影响研究[J]. 临床小儿外科杂志, 2022, 21(10): 936-940. DOI: 10.3760/cma.j.cn101785-202203027-007.

Citing this article as: Liu WY, Qiu JY, Shi BL, et al. Impact of curve patterns on intraoperative neurophysiological monitoring during correction surgery for adolescent idiopathic scoliosis[J]. J Clin Ped Sur, 2022, 21(10): 936-940. DOI: 10.3760/cma.j.cn101785-202203027-007.

本刊关于工作单位的书写要求

原则上 1 位作者仅能标注 1 个单位(著录个人隶属的行政机构, 如果作者隶属的行政机构与完成课题选题、研究方案设计、进行研究工作 and 提供研究条件的机构不一致, 或作者隶属不同机构时, 以提供研究条件和完成研究工作的机构为作者单位), 确需标注多个单位的, 需在投稿介绍信加盖所有著录单位的公章(所有公章盖在同一张纸上), 且第一作者单位必须为资料来源单位。

中文作者单位著录, 在作者署名下方列出作者单位的名称(到科室, 单位名称以公章为准)、城市名和邮政编码。如单位名称已体现城市名, 邮政编码前仍需标注城市名, 无论是否为省会城市或知名城市, 城市名称前的省自治区名均可省略。