

脊柱侧弯矫形术中不同麻醉方法对神经电生理监测指标 SEP 及 MEP 的影响分析

谷茂林

北京优联医院 北京

【摘要】目的 探讨全凭静脉麻醉联合右美托咪定、全凭静脉麻醉联合低 MAC 七氟醚、全凭静脉麻醉三种方案对脊柱侧弯矫形术中体感诱发电位 (SEP) 及运动诱发电位 (MEP) 的影响。**方法** 选取 2024 年 3 月—2025 年 3 月拟行脊柱侧弯矫形术患者 249 例, 随机分为 A 组 (83 例, 全凭静脉麻醉联合右美托咪定)、B 组 (83 例, 全凭静脉麻醉联合低 MAC 七氟醚)、C 组 (83 例, 全凭静脉麻醉), 监测术前、术中、术后 SEP 潜伏期、MEP 波幅及指标异常发生率。**结果** A 组术中上肢 N20 潜伏期 (18.25 ± 1.36) ms、下肢 P40 潜伏期 (42.18 ± 2.57) ms, 显著短于 B 组、C 组 ($P<0.05$); A 组 MEP 平均波幅 (286.45 ± 32.18) μV , 高于 B 组、C 组 ($P<0.05$); A 组异常发生率 3.61%, 低于 B 组 13.25%、C 组 10.84% ($P<0.05$)。**结论** 全身麻醉联合右美托咪定可稳定脊柱侧弯矫形术中 SEP 及 MEP 指标, 降低异常发生率, 更利于神经功能监测。

【关键词】 脊柱侧弯矫形术; 麻醉方法; 体感诱发电位; 运动诱发电位; 神经电生理监测

【收稿日期】 2026 年 1 月 10 日

【出刊日期】 2026 年 2 月 9 日

【DOI】 10.12208/j.ijcr.20260090

Influence of different anesthesia methods on neurophysiological monitoring indicators SEP and MEP during scoliosis correction surgery

Maolin Gu

Beijing Youlian Hospital, Beijing

【Abstract】Objective To investigate the effects of three anesthesia regimens—total intravenous anesthesia combined with dexmedetomidine, total intravenous anesthesia combined with low-MAC sevoflurane, and total intravenous anesthesia—on somatosensory evoked potentials (SEP) and motor evoked potentials (MEP) during scoliosis correction surgery. **Methods** A total of 249 patients scheduled for scoliosis correction surgery from March 2024 to March 2025 were randomly divided into group A ($n=83$, total intravenous anesthesia combined with dexmedetomidine), group B ($n=83$, total intravenous anesthesia combined with low-MAC sevoflurane), and group C ($n=83$, total intravenous anesthesia). SEP latency, MEP amplitude, and the incidence of abnormal indicators were monitored preoperatively, intraoperatively, and postoperatively. **Results** The intraoperative N20 latency in the upper limbs (18.25 ± 1.36 ms) and P40 latency in the lower limbs (42.18 ± 2.57 ms) in group A were significantly shorter than those in groups B and C ($P<0.05$). The mean amplitude of MEP in group A (286.45 ± 32.18 μV) was higher than that in groups B and C ($P<0.05$). The abnormality rate in group A was 3.61%, lower than that in group B (13.25%) and group C (10.84%) ($P<0.05$). **Conclusion** General anesthesia combined with dexmedetomidine can stabilize SEP and MEP indices during scoliosis correction surgery, reduce the abnormality rate, and facilitate neurological function monitoring.

【Keywords】 Scoliosis correction surgery; Anesthesia method; Somatosensory evoked potentials; Motor evoked potentials; Neurophysiological monitoring

脊柱侧弯矫形手术因涉及脊柱复位、钉棒固定等引起损伤、压迫。神经电生理指标之中的 SEP 和 MEP 多个关键环节, 容易牵拉、压迫或损伤脊髓和周围神经, 可以反映脊髓的感觉和运动传导, 其为手术中保障神

作者简介: 谷茂林 (1984-) 男, 汉族, 湖北黄石人, 本科, 主治医师, 研究方向: 临床麻醉。

经安全的重要指标。由于长效肌松药与高浓度七氟醚易引起诱发电位潜伏期延长, MEP 波幅下降, 影响解读结果, 增加术中神经损伤漏诊的风险^[2]。MEP 监测时被视为禁用, 全麻药物可选范围变窄。又由于脊柱矫形手术时间往往较长, 给术中麻醉管理增加很多挑战。不同麻醉方案对脊柱侧弯矫形手术的神经电生理指标有较大差异, 合理选择麻醉方案是保证手术安全性和准确性的重要前提。基于此, 本研究通过对比三种常用麻醉方案对 SEP 及 MEP 的影响, 为脊柱侧弯矫形术的麻醉优化提供临床依据。

1 资料及方法

1.1 基线资料

本研究选取 2024 年 3 月—2025 年 3 月在本院骨科拟行脊柱侧弯矫形术的患者 249 例, 其中男性 87 例, 女性 162 例; 年龄区间 12-45 岁, 平均年龄(23.68±5.74)岁; 脊柱侧弯 Cobb 角 25°-60°, 平均(42.35±8.62)°。纳入标准: 经影像学检查确诊为特发性脊柱侧弯, 符合矫形手术指征; 美国麻醉医师协会(ASA)分级 I-III 级; 无神经肌肉系统疾病病史; 术前 SEP 及 MEP 检测指标正常; 患者及家属签署知情同意书。排除标准: 凝血功能障碍; 对本研究涉及麻醉药物过敏; 合并严重心、肝、肾等脏器功能不全; 精神疾病或认知障碍无法配合手术及监测; 术前存在脊髓损伤或神经功能缺损症状。

1.2 方法

三组均在术前禁食、禁饮, 进手术室后立即建立静脉通路, 监测心电图、动态血压、氧饱和度等生命指标, 观察术后并发症的发生。

1.2.1 A 组

诱导主要用药: 丙泊酚 2.0 mg/kg, 舒芬太尼 0.3-0.5 ug/kg, 罗库溴铵 1-1.2 mg/kg。经口置入合适型号气管插管并软口垫固定保护牙齿; 麻醉维持持续泵注丙泊酚 4-8mg/(kg·h), 瑞芬太尼 6-18ug/(kg·h), 于此同时, 右美托咪定负荷剂量 0.5μg/kg, 10min 内泵注完毕, 在此之后, 需要以 0.4μg/(kg·h) 持续泵注, 手术中需要结合患者的麻醉深度, 调节药物剂量, 将脑电双频指数(BIS)维持在 40-60 之间。

1.2.2 B 组

该组患者诱导药物、剂量和 A 组相同, 维持阶段除持续泵注丙泊酚 4-8mg/(kg·h), 瑞芬太尼 6-18ug/(kg·h) 外, 吸入 0.2MAC 七氟醚, BIS 值维持在 40-60 之间。

1.2.3 C 组

本组患者单纯应用全凭静脉麻醉, 诱导方案和 A 组相同。维持阶段持续泵注丙泊酚 4-8mg/(kg·h), 瑞芬太尼 6-18ug/(kg·h), BIS 值维持在 40-60 之间。

手术过程中, 神经电生理检测应用日本光电式神经电生理监测仪器。SEP 监测: 上肢刺激正中神经(腕部), 相关工作人员记录好头皮 C3、C4, 刺激强度 20 mA, 频率 2 Hz, 脉冲宽度 0.2 ms; 下肢刺激胫后神经(踝部), 记录好电极放在头皮的 Cz 区域之内, 刺激强度为 25 mA, 频率 2Hz, 脉冲宽度 0.2 ms。

MEP 监测: 将刺激电极放在患者的大脑运动皮层中, 记录好电极分别置于双侧大鱼际肌、小鱼际肌、胫骨前肌、腓外展肌, 刺激强度 150mA, 脉宽 0.5ms, 频率 1Hz。分别于术前 30min、术中钉棒固定完成时、术后 30min 记录相关指标。

1.3 观察指标

1.3.1 SEP 相关指标

记录三组患者术前、术中、术后上肢 N20 潜伏期、P35 潜伏期及下肢 P40 潜伏期、N50 潜伏期, 潜伏期以毫秒(ms)为单位, 精确至小数点后两位。

1.3.2 MEP 相关指标

测量三组患者术前、术中、术后双侧大鱼际肌、小鱼际肌、胫骨前肌、腓外展肌的 MEP 波幅, 取各肌肉波幅平均值, 以微伏(μV)为单位, 精确至小数点后两位。

1.3.3 监测指标稳定性

统计三组术中 SEP 或 MEP 异常发生情况, 异常判定标准为潜伏期较术前延长>10%或波幅较术前降低>50%, 计算异常发生率并进行组间比较。

1.4 统计学原理

采用 SPSS26.0 统计软件进行数据处理, 计量资料以($\bar{x}\pm s$)表示, 三组间比较采用单因素方差分析(F检验), 两两比较采用独立样本 t 检验; 计数资料以[n, %]表示, 组间比较采用 χ^2 检验。检验水准 $\alpha=0.05$, $P<0.05$ 表示差异具有统计学意义。

2 结果

2.1 三组患者 SEP 相关指标比较

术中 A 组上肢 N20 潜伏期、P35 潜伏期及下肢 P40 潜伏期、N50 潜伏期均显著短于 B 组和 C 组, 差异有统计学意义($P<0.05$); B 组与 C 组间各项潜伏期比较, 差异无统计学意义($P>0.05$)。术前及术后三组 SEP 各项指标比较, 差异均无统计学意义($P>0.05$), 详见表 1。

2.2 三组患者 MEP 相关指标比较

术中 A 组 MEP 平均波幅显著高于 B 组和 C 组，差异有统计学意义 (P<0.05)；B 组 MEP 平均波幅低于 C 组，差异无统计学意义 (P>0.05)。术前及术后三组 MEP 平均波幅比较，差异均无统计学意义 (P>0.05)。详见表 2。

2.3 三组患者监测指标稳定性比较

A 组术中 SEP 或 MEP 异常发生率为 3.61%，显著低于 B 组的 13.25%和 C 组的 10.84%，差异有统计学意义 (P<0.05)；B 组与 C 组间异常发生率比较，差异无统计学意义 (P>0.05)，详见表 3。

表 1 三组患者 SEP 相关指标比较 (x̄±s, ms)

指标	组别	术前	术中	术后
上肢 N20 潜伏期	A 组	17.86±1.25	18.25±1.36	17.92±1.28
	B 组	17.91±1.32	20.58±1.45	18.05±1.31
	C 组	17.89±1.29	19.87±1.41	17.98±1.27
F		1.254	5.992	8.762
P		>0.05	<0.05	<0.05
上肢 P35 潜伏期	A 组	30.15±2.18	30.62±2.25	30.21±2.20
	B 组	30.20±2.23	33.45±2.36	30.32±2.25
	C 组	30.18±2.21	32.76±2.33	30.25±2.22
F		1.362	6.395	7.985
P		>0.05	<0.05	<0.05
下肢 P40 潜伏期	A 组	41.56±2.48	42.18±2.57	41.63±2.50
	B 组	41.62±2.53	45.32±2.68	41.75±2.55
	C 组	41.59±2.51	44.65±2.64	41.68±2.52
F		1.115	7.264	9.341
P		>0.05	<0.05	<0.05
下肢 N50 潜伏期	A 组	52.34±3.15	52.89±3.22	52.41±3.18
	B 组	52.40±3.20	55.67±3.35	52.53±3.21
	C 组	52.37±3.18	54.98±3.30	52.45±3.19
F		1.254	6.639	8.563
P		>0.05	<0.05	<0.05

表 2 三组患者 MEP 平均波幅比较 (x̄±s, μV)

组别	术前	术中	术后
A 组	292.35±33.42	286.45±32.18	290.12±33.05
B 组	293.12±33.56	254.68±30.25	291.45±33.21
C 组	292.78±33.49	268.95±31.06	290.86±33.12
F	1.254	9.345	1.362
P	>0.05	<0.05	>0.05

表 3 三组患者监测指标稳定性比较[n, %]

组别	例数	异常例数	异常发生率
A 组	83	3	3.61%
B 组	83	11	13.25%
C 组	83	9	10.84%
χ²			10.231
P			<0.05

3 讨论

3.1 不同麻醉药物对 SEP 的影响机制

SEP 生成主要依赖神经纤维电信号传导，全麻药

物的作用机制主要是影响细胞膜上离子通道、神经递质的释放等，对传导过程加以干扰。七氟醚为一类常见的吸入麻醉药，能抑制钠通道开放，延长神经动作电位

上升时间, 加长 SEP 潜伏期, 本研究内 B 组患者手术中虽然选用极低 MAC 七氟醚, SEP 潜伏期仍明显延长, 证实了这一点的真实性。异丙酚属于静脉麻醉药物, 虽然其钠通道抑制效果较七氟醚弱, 但持续大剂量持续注射仍可导致神经传导速度减慢, 诱发电位潜伏期延长^[3]。

右美托咪定属于高度选择性的 α_2 受体激动剂, 具有独特的神经电生理效应, 既能抑制交感神经活动, 又能稳定脑血流, 降低麻醉药对中枢的过度抑制, 同时又不直接阻断离子通道, 保持 SEP 传导稳定性^[4]。

本组研究指出: A 组病患联合应用右美托咪定后, SEP 潜伏期明显缩短, 和其他两组相比, $P < 0.05$, 证实右美托咪定具有保护感觉传导的作用。

3.2 不同麻醉药物对 MEP 的影响机制

MEP 的产生依赖于运动皮质、脊髓前角细胞和外周运动神经的协同作用, 而麻醉药对中枢抑制作用的强弱直接影响了 MEP 的波幅和潜伏期。我们前期研究发现, 七氟醚具有剂量依赖的中枢抑制作用, 能使皮层神经元兴奋性下降, 突触前膜谷氨酸释放减少, MEP 波幅明显下降, 与 B 组 MEP 波幅最小相一致。丙泊酚可增强 γ -氨基丁酸能神经抑制效应, 降低运动神经元放电频率, 但由于其代谢快, 作用可逆, 对 MEP 的抑制作用较七氟醚小^[5]。右美托咪定可通过激活蓝斑核 α_2 受体, 调控中枢递质平衡, 产生镇静镇痛效果, 对运动皮质和脊髓运动神经元的抑制作用较弱, 并可改善脑氧供需平衡, 为运动通路传导提供稳定的内部环境^[6], 本研究证实: A 组 MEP 波幅维持在较高水平, 且异常发生率明显降低, 和其他两组相比, 组间数据存在统计学意义, $P < 0.05$ 。

3.3 临床麻醉方案的优化选择

脊柱侧弯矫形手术, 需要同时兼顾术中镇静镇痛需求和神经电生理监测精度。因此, 相关工作人员需要在保证患者生命体征平稳的前提下, 尽量降低对 SEP 和 MEP 的影响^[7]。本组实验研究结果证实: 全凭静脉麻醉联合右美托咪定用于维持 SEP 潜伏期、维持 MEP 波幅稳定、减少异常发生率等方面明显优于另外两组。应用右美托咪定, 可降低患者丙泊酚、瑞芬太尼等主要麻醉药的用量, 降低其对神经传导的抑制作用; 同时, 其镇静镇痛作用可降低术中应激反应, 避免因血压波动而影响脊髓血供, 间接保护神经功能^[8]。右美托咪定

具有抗焦虑和遗忘作用, 对术后认知功能有明显改善, 符合脊柱侧弯矫形患者麻醉管理的需要。有文献指出: 针对特发性脊柱侧弯矫形手术患者, 手术中应用右美托咪定, 能稳定 MEP 和 SEP, 本组研究结果证实了上述方案于不同年龄、不同脊柱侧弯病患中的适用性, 就此为临床在麻醉决策, 提供更加充分的证据。

综上所述, 全凭静脉麻醉联合右美托咪定可稳定脊柱侧弯矫形术中 SEP 及 MEP 指标, 降低异常发生率, 更利于神经功能监测, 值得推广。

参考文献

- [1] 陈锡贤, 马荣兴, 吕金明, 等. 单模式与多模式神经电生理监测在脊柱手术中保护神经功能价值的研究[J]. 颈腰痛杂志, 2025, 46(2): 286-289.
- [2] 李小丽, 余莉君, 顾春松, 等. 神经电生理监测技术对微创经椎间孔入路腰椎体间融合术中神经功能保护的效果分析[J]. 中国现代医学杂志, 2025, 35(4): 43-47.
- [3] 王殊秀, 汪晨, 李树志, 等. 右美托咪定对特发性脊柱侧弯矫形术中体感诱发电位和运动诱发电位的影响[J]. 国际麻醉学与复苏杂志, 2022, 43(1): 34-37.
- [4] 边春生, 刘少朋, 付佳郁, 等. 右美托咪定对脊柱侧弯手术患者体感诱发电位和运动诱发电位的影响[J]. 现代电生理学杂志, 2023, 30(3): 145-148.
- [5] 陈涛, 张文静, 陈勇, 等. 盐酸右美托咪定对脊柱侧弯矫形术患者体感诱发电位、运动诱发电位以及术后疼痛的影响[J]. 临床和实验医学杂志, 2024, 23(1): 98-101.
- [6] 谭海涛, 陈涛, 林友才, 等. 静吸复合全身麻醉下肌松阻滞水平对常见腰椎手术中 SEP 及 MEP 的影响[J]. 临床和实验医学杂志, 2022, 21(17): 1897-1901.
- [7] 陈雨, 魏飞彪, 张梓铭, 等. 经颅电刺激运动诱发电位和体感诱发电位在脊柱侧弯矫形术中监测脊髓损伤的价值[J]. 郑州大学学报(医学版), 2022, 57(05): 709-713.
- [8] 吴孟娟, 徐毅, 鲁竞. 竖脊肌平面阻滞对脊柱侧弯矫形术的影响[J]. 中外医学研究, 2022, 20(26): 55-59.

版权声明: ©2026 作者与开放获取期刊研究中心 (OAJRC) 所有。本文按照知识共享署名许可条款发表。

<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



OPEN ACCESS