

## 瑞芬太尼与舒芬太尼在特发性脊柱侧弯麻醉术中唤醒的效果和安全性观察

田春朋, 苏冠文

北京优联医院 北京

**【摘要】目的** 观察瑞芬太尼与舒芬太尼在特发性脊柱侧弯矫形术中唤醒环节的应用效果和安全性, 为临床麻醉方案优化提供参考依据。**方法** 选取2025年11月至2026年2月我院收治的84例行后路特发性脊柱侧弯矫形内固定术患者作为研究对象, 采用随机数字表法分为常规组和试验组, 每组各42例。常规组术中维持输注舒芬太尼复合丙泊酚, 试验组术中维持输注瑞芬太尼复合丙泊酚。比较两组患者的术中唤醒时间、唤醒质量、唤醒期间血流动力学波动幅度、不良反应发生率及术后镇痛效果5项核心观察指标。**结果** 试验组术中唤醒时间显著短于常规组, 唤醒优良率高于常规组 ( $P < 0.05$ ); 试验组唤醒期间平均动脉压 (MAP)、心率 (HR) 波动幅度小于常规组 ( $P < 0.05$ ); 试验组术中及术后24h内不良反应总发生率低于常规组 ( $P < 0.05$ ); 试验组术后2h、6h、12h、24h视觉模拟评分法 (VAS) 评分均低于常规组 ( $P < 0.05$ )。**结论** 与舒芬太尼相比, 瑞芬太尼应用于特发性脊柱侧弯矫形术中唤醒, 可缩短唤醒时间、提升唤醒质量, 维持唤醒期间血流动力学稳定, 降低不良反应发生率, 且术后镇痛效果更优, 安全性更高, 更适合术中唤醒的麻醉管理需求。

**【关键词】** 瑞芬太尼; 舒芬太尼; 特发性脊柱侧弯; 术中唤醒; 麻醉安全; 术后镇痛

**【收稿日期】** 2026年2月19日

**【出刊日期】** 2026年3月26日

**【DOI】** 10.12208/j.ijcr.20260148

### Observation of the efficacy and safety of remifentanyl versus sufentanil during wake-up test in anesthesia for idiopathic scoliosis surgery

Chunpeng Tian, Guanwen Su

Youlian Hospital, Beijing

**【Abstract】 Objective** To observe the effect and safety of remifentanyl and sufentanil in the wake-up of idiopathic scoliosis surgery, and to provide a reference basis for the optimization of clinical anesthesia scheme. **Methods** From November 2025 to February 2026, 84 patients who underwent posterior idiopathic scoliosis deformity correction and internal fixation surgery in our hospital were selected as the research objects. They were divided into the control group and the experimental group by randomized numerical table method, with 42 cases in each group. The control group was maintained with sufentanil combined with propofol during the operation, and the group was maintained with remifentanyl combined with propofol during the operation. The five core observation indexes of the operation wake-up time, wake-up quality, fluctuation amplitude of hemodynamic during wake-up period, the incidence of adverse reactions and the postoperative analgesic effect were compared between the two groups. **Results** The operation wakeup time in the experimental group was significantly shorter than that in the control group, and the rate of excellent wake-up was higher than that in the control group ( $P < .05$ ). The average arterial pressure (MAP) and heart rate (HR) fluctuations in the experimental group were less than those in the control group during wake-up ( $P < 0.05$ ). The total incidence of adverse reactions in the experimental group was lower than that in the control group during the operation and within 24 hours the operation ( $P < 0.05$ ). The visual analog score (VAS) scores at 2, 6, 12, and 24 after the operation in the experimental group were lower than those in the control group ( $P < 0.05$ ). **Conclusion** Compared with Sufentanil can shorten the wake-up time, improve the quality of wake-up, maintain the stability of hemodynamics during wake-up, reduce the incidence of reactions, and provide better postoperative analgesic effect and higher safety for the anesthetic management needs of wake-up during

surgery.

**【Keywords】** Remifentanyl; Sufentanyl; Idiopathic scoliosis; Intraoperative awakening; Anesthetic safety; Operative analgesia

特发性脊柱侧弯是青少年群体高发的脊柱畸形疾病, 重度畸形需行后路矫形内固定术治疗, 术中唤醒试验是预防脊髓损伤的关键核心技术。该试验要求麻醉药物具备起效快、代谢快、可控性强的特点, 以实现快速唤醒患者配合肢体活动评估, 随后迅速恢复麻醉状态。舒芬太尼作为临床常用的长效阿片类镇痛药, 镇痛作用强但消除半衰期长, 药物蓄积易导致唤醒延迟、唤醒质量下降<sup>[1-2]</sup>; 瑞芬太尼为超短效阿片类药物, 通过非特异性酯酶快速代谢, 停药后药效迅速消退, 更契合术中唤醒的麻醉需求。基于此, 本研究通过对照试验探讨瑞芬太尼与舒芬太尼在术中唤醒及术后镇痛中的应用价值, 旨在为临床麻醉方案选择提供全面参考, 现对具体内容做出如下报告。

## 1 资料与方法

### 1.1 一般资料

选取 2025 年 11 月至 2026 年 2 月我院收治的 84 例行后路特发性脊柱侧弯矫形内固定术患者作为研究对象, 采用随机数字表法将 84 例患者分为常规组和试验组, 每组各 42 例。常规组中男 19 例, 女 23 例; 年龄 12~47 岁, 平均 (27.15±8.25) 岁。试验组中男 20 例, 女 22 例; 年龄 13~48 岁, 平均 (27.85±7.98) 岁。两组患者一般比较差异不明显 ( $P>0.05$ ), 具有可比性。

纳入标准: ①符合特发性脊柱侧弯诊断标准, Cobb 角  $>45^\circ$ , 需行后路脊柱侧弯矫形内固定术; ②年龄 12~48 岁; ③美国麻醉医师协会 (ASA) 分级 I~II 级; ④意识清晰, 能够理解并配合术中唤醒指令及术后疼痛评估; ⑤患者或家属签署知情同意书。

排除标准: ①对瑞芬太尼、舒芬太尼、丙泊酚等麻醉药物过敏者; ②合并严重心、肝、肾、肺等脏器功能障碍者; ③术前长期服用镇静镇痛药物; ④妊娠期或哺乳期女性。

### 1.2 麻醉方法

两组患者术前均禁食 8h、禁饮 4h, 进入手术室后建立外周静脉通路, 常规监测心电图 (ECG)、平均动脉压 (MAP)、心率 (HR)、血氧饱和度 ( $SpO_2$ ) 及脑电双频指数 (BIS)。

#### 1.2.1 麻醉诱导

两组诱导方案一致: 静脉注射丙泊酚 1.5~2.0

mg/kg+维库溴铵 0.1mg/kg, 常规组加用舒芬太尼 0.3 $\mu$ g/kg, 试验组加用瑞芬太尼 1 $\mu$ g/kg。待患者意识消失、睫毛反射消失、BIS 值降至 40~60 时, 行气管插管并连接呼吸机机械通气, 通气参数: 潮气量 8~10ml/kg, 呼吸频率 12~14 次/min, 吸呼比 1: 2。

#### 1.2.2 麻醉维持

常规组: 持续静脉泵注丙泊酚 4~8mg $\cdot$ kg<sup>-1</sup> $\cdot$ h<sup>-1</sup>+舒芬太尼 0.1~0.15 $\mu$ g $\cdot$ kg<sup>-1</sup> $\cdot$ h<sup>-1</sup>, 间断静脉注射维库溴铵维持肌松。

试验组: 持续静脉泵注丙泊酚 4~8mg $\cdot$ kg<sup>-1</sup> $\cdot$ h<sup>-1</sup>+瑞芬太尼 0.1~0.2 $\mu$ g $\cdot$ kg<sup>-1</sup> $\cdot$ min<sup>-1</sup>, 间断静脉注射维库溴铵维持肌松。

两组术中均维持 BIS 值在 40~60, 根据患者血流动力学变化调整药物泵注速率。

#### 1.2.3 术中唤醒操作

当手术进行至脊柱内固定植入后、脊柱矫形前, 实施术中唤醒试验。常规组停用舒芬太尼, 将丙泊酚泵注速率降至 1~2mg $\cdot$ kg<sup>-1</sup> $\cdot$ h<sup>-1</sup>; 试验组停用瑞芬太尼, 将丙泊酚泵注速率降至 1~2mg $\cdot$ kg<sup>-1</sup> $\cdot$ h<sup>-1</sup>。待患者自主呼吸恢复、呼之能应后, 指令患者完成双侧足趾屈伸、踝关节背伸动作, 评估脊髓功能<sup>[3-4]</sup>。完成评估后, 立即恢复原有麻醉维持方案, 继续手术。手术结束前 30min 停用所有麻醉药物, 待患者意识清醒、自主呼吸恢复良好后拔除气管插管。

## 1.3 观察指标

1.3.1 对比分析两组患者术中唤醒时间: 记录从停用阿片类药物至患者能够遵嘱完成双侧下肢活动指令的时间。

1.3.2 对比分析两组患者术中唤醒质量: 根据患者唤醒后配合度及肢体活动完成情况分级: ①优: 呼之即醒, 10s 内准确完成双侧下肢活动指令; ②良: 呼之能醒, 需重复 1 次指令才能完成双侧下肢活动; ③差: 唤醒延迟  $>5$ min, 或无法配合完成肢体活动指令。优良率 = (优例数+良例数) / 总例数  $\times 100\%$ 。

1.3.3 对比分析两组患者唤醒期间血流动力学波动幅度: 记录两组患者唤醒前 5min ( $T_0$ )、唤醒时 ( $T_1$ )、唤醒后 5min ( $T_2$ ) 3 个时间点的 MAP 和 HR, 计算  $T_1$ 、 $T_2$  与  $T_0$  的波动幅度 (波动幅度 = |各时间点数值 -  $T_0$  数值|), 取平均值进行比较。

1.3.4 对比分析两组患者不良反应发生率: 记录两组患者术中及术后 24h 内出现的不良反应, 包括术中低血压(MAP<60mmHg)、心动过缓(HR<50 次/min)、呼吸抑制(SpO<sub>2</sub><90%)、术后恶心呕吐、术后躁动等, 计算总发生率<sup>[5-6]</sup>。

1.3.5 对比分析两组患者术后镇痛效果: 采用视觉模拟评分法(VAS)评估患者术后 2h、6h、12h、24h 的疼痛程度, 评分范围 0~10 分, 0 分表示无痛, 10 分表示剧痛, 评分越低表示镇痛效果越好。

#### 1.4 统计学方法

采用 SPSS 25.0 软件进行数据处理, 计量资料采用

“( $\bar{x} \pm s$ )”表示,  $t$  检验; 计数资料采用“n/%”表示, 用  $\chi^2$  检验, 当  $P < 0.05$  表示有统计学意义。

## 2 结果

### 2.1 两组患者术中唤醒时间比较

试验组术中唤醒时间短于常规组 ( $P < 0.05$ )。

### 2.2 两组患者术中唤醒质量比较

由表 1 可见, 试验组术中唤醒质量优良率高于常规组 ( $P < 0.05$ )。

### 2.3 两组患者唤醒期间血流动力学波动幅度比较

由表 2 可见, 试验组唤醒期间 MAP、HR 波动幅度小于常规组 ( $P < 0.05$ )。

表 1 两组患者术中唤醒质量比较[n (%) ]

唤醒质量等级	常规组 (n=42)	试验组 (n=42)	$\chi^2$	P
优	12 (28.57)	30 (71.43)	—	—
良	20 (47.62)	11 (26.19)	—	—
差	10 (23.81)	1 (2.38)	—	—
优良率	32 (76.19)	41 (97.62)	7.408	0.006

表 2 两组患者唤醒期间血流动力学波动幅度比较 ( $\bar{x} \pm s$ )

指标	常规组 (n=42)	试验组 (n=42)	t	P
MAP 波动幅度 (mmHg)	16.52±3.85	7.85±2.12	12.784	0.000
波动幅度 (次/min)	19.35±4.25	8.95±2.35	13.878	0.000

### 2.4 两组患者不良反应发生率比较

试验组术中及术后不良反应总发生率低于常规组 ( $P < 0.05$ )。

### 2.5 两组患者术后不同时间点 VAS 评分比较

试验组术后 2h、6h、12h、24h VAS 评分均低于常规组 ( $P < 0.05$ )。

## 3 讨论

术中唤醒试验是特发性脊柱侧弯矫形术的“安全防线”, 其成功与否直接取决于麻醉药物的药代动力学特性<sup>[7-8]</sup>。舒芬太尼作为长效阿片类药物, 镇痛作用强但消除半衰期长达 2.5h, 药物在体内易蓄积, 停药后药效消退缓慢, 这是常规组唤醒时间长、唤醒质量差的核心原因。而瑞芬太尼通过血液和组织中的非特异性酯酶快速水解, 消除半衰期仅 3~5min, 停药后患者意识可迅速恢复, 且无蓄积效应, 因此试验组能够在更短时间内达到唤醒标准, 且配合度更高。

在血流动力学稳定性方面, 常规组唤醒期间 MAP、HR 波动幅度更大, 主要是因为舒芬太尼药效消退不均, 易出现“镇痛不足-应激反应”的恶性循环; 而瑞芬太

尼药效消退平稳, 既能在唤醒阶段快速恢复患者自主呼吸和意识, 又能避免因镇痛空白引发的血压升高、心率加快, 从而维持血流动力学稳定, 降低心肌缺血、脑灌注异常等风险。

安全性评估结果显示, 试验组不良反应总发生率仅为 14.29%, 远低于常规组的 76.19%。瑞芬太尼对呼吸中枢的抑制作用呈剂量依赖性且可逆, 停药后呼吸功能可快速恢复, 因此未出现呼吸抑制病例; 同时, 其术后恶心呕吐、躁动发生率更低, 减轻了患者术后不适感。而术后镇痛效果的优势则得益于瑞芬太尼与丙泊酚的协同作用, 既能在术中提供稳定镇痛, 又能减少术后镇痛药物的用量需求。

综上所述, 与舒芬太尼相比, 瑞芬太尼应用于特发性脊柱侧弯矫形术中唤醒, 可缩短唤醒时间、提升唤醒质量, 维持血流动力学稳定, 降低不良反应发生率, 且术后镇痛效果更优, 值得临床推广应用。

## 参考文献

- [1] 李洁, 赵晓峰, 曾琪, 等. 青少年特发性脊柱侧弯进展的影响

- 因素及列线图预测模型构建[J].中国组织工程研究,2026,30(11):2727-2735.
- [2] 李红伟,徐进,王洁,等.脊柱畸形矫形术中提高唤醒试验质量的临床应用进展[J].中国药物与临床,2024,24(22):1492-1496.
- [3] 曾丽萍,谢鑑辉.医护康合作康复训练模式在特发性脊柱侧弯患儿中的应用效果[J].当代护士(下旬刊),2024,31(01):54-57.
- [4] 周雪丹,张科,吴卫,等.麻醉诱导前给予右美托咪定对脊柱侧弯矫形术患者的影响[J].西部医学,2023,35(02):282-286+292.
- [5] 许颖,何龙,王洁,等.脊柱侧弯矫形术患者术后慢性疼痛的危险因素[J].临床麻醉学杂志,2022,38(09):944-948.
- [6] 李爽,王永生,梁猛.右美托咪定在瑞芬太尼复合七氟醚麻醉下脊柱侧弯矫正手术唤醒试验中的应用[J].医疗装备,2022,35(05):120-123.
- [7] 李强,曾菲,陈涛,等.极重度脊柱侧凸矫形术中唤醒质量的影响因素分析[J].实用骨科杂志,2022,28(02):103-108.
- [8] 蒋瑞,朱昭琼.儿童脊柱后凸畸形矫正术中唤醒麻醉管理一例[J].现代医学,2021,49(05):577-579.

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

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



**OPEN ACCESS**