

【DOI】 10.3969 / j.issn.1671-6450.2026.06.013

论著 · 临床

# 超快通道麻醉技术在胸腔镜肺叶切除术中的应用及对循环系统的影响

张衣强, 汤子宜, 王争君, 贺桂文, 姚曙东, 黄巧玲



基金项目: 黄石市卫生健康科研项目 (WJ2024038)

作者单位: 435000 湖北黄石 湖北理工学院附属医院 / 黄石市中心医院麻醉科

通信作者: 汤子宜, E-mail: 18872187599@163.com

**【摘要】** 目的 探讨超快通道麻醉 (UFTA) 技术在胸腔镜肺叶切除术中的麻醉效果及对循环系统的影响。方法 回顾性选取 2023 年 1 月—2025 年 8 月黄石市中心医院心胸血管外科收治的胸腔镜肺叶切除术患者 594 例为研究对象 根据麻醉技术分为常规组 (传统麻醉技术  $n=286$ ) 和 UFTA 组 (超快通道麻醉技术  $n=308$ ) 比较 2 组麻醉效果、循环系统指标、应激指标、镇静效果、疼痛程度及不良反应。结果 UFTA 组手术时间、麻醉时间、拔管时间、麻醉复苏室时间、重症监护室时间、术后住院时间短于常规组, 手术室拔管例数高于常规组 ( $t/P=4.682/<0.001、3.641/<0.001、62.108/<0.001、28.791/<0.001、58.672/<0.001、29.507/<0.001 \chi^2/P=317.483/<0.001$ ); 气管插管即刻 (T2)、气管拔管后 5 min (T3) 时, UFTA 组心率 (HR)、有创动脉压 (IBP)、中心静脉压 (CVP)、肺动脉楔压 (PAWP) 低于常规组 (T2:  $t/P=7.093/<0.001、5.026/<0.001、4.545/<0.001、5.966/<0.001$ ; T3:  $11.219/<0.001、5.491/<0.001、3.939/<0.001、5.541/<0.001$ ); 术后, UFTA 组皮质醇 (Cor)、髓过氧化物酶 (MPO) 水平低于常规组, 超氧化物歧化酶 (SOD) 水平高于常规组 ( $t/P=8.047/<0.001、9.487/<0.001、15.873/<0.001$ ); 术后 2、6、12 h, UFTA 组视觉模拟评分 (VAS) 低于常规组 ( $t/P=11.685/<0.001、8.789/<0.001、9.356/<0.001$ ), Ramsay 镇静评分高于常规组 ( $t/P=4.455/<0.001、7.999/<0.001、2.393/0.017$ ); 2 组不良反应总发生率比较差异无统计学意义 ( $P>0.05$ )。结论 UFTA 技术可优化胸腔镜肺叶切除术患者的麻醉管理, 维持循环系统稳定, 减轻应激反应, 改善镇静镇痛效果, 促进术后康复, 具有重要临床推广价值。

**【关键词】** 超快通道麻醉技术; 胸腔镜肺叶切除术; 麻醉效果; 循环系统

**【中图分类号】** R614 **【文献标识码】** A

**Application of ultrafast channel anesthesia technique in thoracoscopic lobectomy and Its Impact on the circulatory system** Zhang Yiqiang, Tang Ziyi, Wang Zhengjun, He Guiwen, Yao Shudong, Huang Qiaoling. Department of Anesthesiology, Huangshi Central Hospital, Hubei Huangshi 435000, China

Funding program: Huangshi Health Science Research Project (WJ2024038)

Corresponding author: Tang Ziyi, E-mail: 18872187599@163.com

**【Abstract】 Objective** To investigate the anesthetic efficacy and impact on the circulatory system of ultra-fast-track anesthesia (UFTA) in thoracoscopic lobectomy. **Methods** A total of 594 patients undergoing thoracoscopic lobectomy in the Department of Cardiovascular Surgery, Huangshi Central Hospital from January 2023 to August 2025 were retrospectively selected as the research subjects. They were divided into a conventional group (traditional anesthesia technique,  $n=286$ ) and a UFTA group (ultra-fast-track anesthesia technique,  $n=308$ ) according to the anesthesia technique used. Anesthesia effects, circulatory system indicators, stress indicators, sedative effect, pain degree, and adverse reactions were compared between the two groups. **Results** Operative time, anesthesia time, extubation time, anesthesia recovery room stay, intensive care unit stay, and postoperative hospital stay were significantly shorter in the UFTA group than in the conventional group, and the number of patients extubated in the operating room was significantly higher in the UFTA group than in the conventional group ( $t/\chi^2/P=4.682, 3.641, 62.108, 28.791, 58.672, 29.507$ ; all  $P<0.001$ ). Immediately after tracheal intubation (T2) and 5 minutes after tracheal extubation (T3), heart rate (HR), invasive arterial pressure (IBP), central venous pressure (CVP), and pulmonary artery wedge pressure (PAWP) were significantly lower in the UFTA group than in the conventional group ( $t/P=7.093, 11.219, 5.026, 5.491, 4.545, 3.939, 5.966, 5.541$ ; all  $P<0.001$ ). Cortisol (Cor) and myeloperoxidase (MPO) levels were significantly

lower in the UFTA group than in the conventional group, while superoxide dismutase (SOD) levels were significantly higher ( $P=8.047, 9.487, 15.873$ ; all  $P<0.001$ ). At 2, 6, and 12 hours postoperatively, the VAS score was lower in the UFTA group than in the conventional group, and the Ramsay sedation score was higher ( $P=4.455, 7.999, 2.393 / <0.001, <0.001, 0.017$ ). There was no statistically significant difference in the incidence of adverse reactions between the two groups ( $P>0.05$ ). **Conclusion** UFTA technique can optimize anesthesia management for patients undergoing thoracoscopic lobectomy, maintain circulatory stability, reduce stress responses, enhance sedation and analgesic effects, and promote postoperative recovery, making it highly valuable for clinical promotion.

**【Key words】** Ultra-fast-track anesthesia; Thoracoscopic lobectomy; Anesthetic efficacy; Circulatory system

肺叶切除术是治疗肺癌等肺部疾病的常见胸外科手术<sup>[1]</sup>。随着加速康复外科理念在胸外科领域的深入推广,胸腔镜手术因其创伤小、恢复快等优势,已成为肺叶切除术的常规术式<sup>[2]</sup>。然而,该术式在麻醉管理方面仍面临诸多挑战,尤其在麻醉效果与循环系统稳定性方面。传统麻醉技术虽具备一定的麻醉、镇痛与镇静效果,但常伴随苏醒时间延长、术后镇痛不足及血流动力学波动等问题,从而影响患者恢复并延长住院时间<sup>[3]</sup>。超快通道麻醉技术(ultra-fast track anesthesia, UFTA)通过优化麻醉方案,可实现患者术后快速苏醒、早期拔管和良好镇痛,进而加速术后康复进程<sup>[4]</sup>。UFTA 强调短效、速效药物的应用,已在多种手术中显示出良好效果<sup>[5]</sup>。目前,UFTA 在胸腔镜肺叶切除术中的应用研究仍较为有限,尤其在麻醉效果与循环系统稳定性方面的系统评估尚不充分。因此,本研究通过比较 UFTA 与传统麻醉技术在胸腔镜肺叶切除术中的应用效果,评估其在麻醉效果、循环系统稳定性等方面的差异,旨在为临床优化麻醉方案、提高患者术后恢复质量提供参考依据,报道如下。

1 资料与方法

1.1 临床资料 回顾性选取 2023 年 1 月—2025 年 8 月黄石市中心医院心胸血管外科收治的胸腔镜肺叶切除术患者 594 例为研究对象,根据麻醉技术分为常规组(传统麻醉技术  $n=286$ )和 UFTA 组(超快通道麻醉技术  $n=308$ )。2 组临床资料比较,差异无统计学意义( $P>0.05$ ),具有可比性,见表 1。本研究符合《赫尔辛基宣言》基本准则,且已通过医院伦理委员会审核批准(伦快审 2025-135 号),患者或家属知情同意并签署知情同意书。

1.2 病例选择标准 (1) 纳入标准:①符合《中国胸腔镜肺叶切除临床实践指南》<sup>[6]</sup>中胸腔镜肺叶切除术的适应证;②年龄 $>18$ 岁,具有完整的临床资料;③患者对本研究所使用的麻醉药物无过敏反应;④认知功能、精神状态正常。(2) 排除标准:①合并严重心律失常、脑卒中等严重心脑血管疾病;②合并慢性阻塞性肺

表 1 常规组与 UFTA 组临床资料比较

Tab.1 Comparison of clinical data of patients in the conventional group and UFTA group

| 项 目                          | 常规组<br>( $n=286$ ) | UFTA 组<br>( $n=308$ ) | $t/\chi^2$ 值 | $P$ 值 |
|------------------------------|--------------------|-----------------------|--------------|-------|
| 性别 [例( % )]                  | 男 135( 47.20)      | 141( 45.78)           | 0.121        | 0.728 |
|                              | 女 151( 52.80)      | 167( 54.22)           |              |       |
| 年龄( $\bar{x}\pm s$ , 岁)      | 61.79 $\pm$ 9.84   | 61.87 $\pm$ 10.09     | 0.098        | 0.922 |
| 身高( $\bar{x}\pm s$ , cm)     | 164.57 $\pm$ 10.20 | 165.60 $\pm$ 11.48    | 1.153        | 0.250 |
| 体质量( $\bar{x}\pm s$ , kg)    | 59.76 $\pm$ 6.82   | 60.43 $\pm$ 7.19      | 1.163        | 0.245 |
| 吸烟史 [例( % )]                 | 112( 39.16)        | 128( 41.56)           | 0.354        | 0.552 |
| 基础疾病 [例( % )]                | 高血压 140( 48.95)    | 159( 51.62)           | 0.424        | 0.515 |
|                              | 糖尿病 28( 9.79)      | 33( 10.71)            | 0.137        | 0.711 |
| 病因 [例( % )]                  |                    |                       |              |       |
| 非小细胞肺癌                       | 187( 65.39)        | 193( 62.66)           | 1.080        | 0.782 |
| 局限期小细胞肺癌                     | 51( 17.83)         | 64( 20.78)            |              |       |
| 孤立性肺转移瘤                      | 24( 8.39)          | 23( 7.47)             |              |       |
| 肺隔离症                         | 24( 8.39)          | 28( 9.09)             |              |       |
| 左心室射血分数( $\bar{x}\pm s$ , %) | 69.14 $\pm$ 4.13   | 68.75 $\pm$ 4.20      | 0.711        | 0.255 |

疾病急性加重期等严重肺功能不全;③合并肝硬化、肾衰竭等肝肾脏器质性损害;④合并精神疾病、严重血液系统疾病;⑤合并自身免疫性疾病、严重感染性疾病。

1.3 麻醉方法 (1) UFTA 组:采用超快通道麻醉技术。连接监测设备,包括:心电图、无创血压袖带、脉搏血氧饱和度探头,行桡动脉穿刺置管监测有创动脉压,术中持续监测患者血氧饱和度、心电图及有创动脉压等生命体征,同时采用麻醉深度监测仪与肌肉松弛监测仪分别评估麻醉深度及肌松水平。麻醉诱导:静脉注射丙泊酚 1~2 mg/kg 至患者睫毛反射消失,推注顺阿曲库铵 0.15 mg/kg 和舒芬太尼 0.3~0.6  $\mu$ g/kg,待脑电双频指数降至 60 以下,行气管插管,连接麻醉机行机械通气,设置参数(如潮气量 6~8 ml/kg,呼吸频率 12~14 次/min,吸呼比 1:2)。麻醉维持:以 3 mg  $\cdot$  kg<sup>-1</sup>  $\cdot$  h<sup>-1</sup> 的速率持续泵注丙泊酚,以 0.2  $\mu$ g  $\cdot$  kg<sup>-1</sup>  $\cdot$  min<sup>-1</sup> 的速率持续泵注瑞芬太尼,并以 3  $\mu$ g  $\cdot$  kg<sup>-1</sup>  $\cdot$  min<sup>-1</sup> 的速率输注顺阿曲库铵,将七氟醚挥发罐浓度调至 1%~2%,与氧气/空气混合气体一起吸入。于手术切皮前 5 min,静脉追加芬太尼

0.2 μg/kg ,全程舒芬太尼总用量控制在 1~2 μg/kg 范围内。根据肌松监测结果酌情静脉追加顺阿曲库铵 0.02~0.03 mg/kg ,并依据患者循环状态调整血管活性药物。术毕采用 0.375% 罗哌卡因行切口局部阻滞 ,术后静脉给予纳布啡 10 mg、氟比洛芬酯 50 mg 用于镇痛。(2) 常规组:采用传统麻醉技术。麻醉诱导:舒芬太尼 0.5 μg/kg、依托咪酯 0.3 mg/kg 和罗库溴铵 0.6 mg/kg 静脉注射 ,麻醉维持:丙泊酚 3 mg · kg<sup>-1</sup> · h<sup>-1</sup>、芬太尼 0.05~0.10 μg · kg<sup>-1</sup> · min<sup>-1</sup> 持续泵注 ,并以顺阿曲库铵 3 μg · kg<sup>-1</sup> · min<sup>-1</sup> 速率输注 ,辅以 1%~2% 七氟醚间断吸入。其余操作与 UFTA 组一致。

1.4 观察指标与方法

1.4.1 麻醉效果:记录并比较手术时间、麻醉时间、是否手术室拔管、拔管时间、是否重新插管、麻醉复苏室时间、重症监护室时间及术后住院时间等。

1.4.2 循环系统指标:于麻醉诱导前 5 min( T<sub>0</sub>)、麻醉诱导后( T<sub>1</sub>)、气管插管即刻( T<sub>2</sub>)、气管拔管后 5 min( T<sub>3</sub>) 观察患者心率( HR)、有创动脉压( IBP)、中心静脉压( CVP)、肺动脉楔压( PAWP) 等。

1.4.3 应激指标检测:于术前、术后 1 d 采集患者空腹肘静脉血 4 ml ,离心收集上层血清 ,通过酶联免疫吸附试验检测皮质醇( cortisol ,Cor) ( 试剂盒货号 CSB-EQ027342 ,武汉华美生物公司)、髓过氧化物酶( myeloperoxidase ,MPO) ( 试剂盒货号 CSB-E08721h ,武汉华美生物公司) 水平;采用分光光度计法检测超氧化物歧化酶( superoxide dismutase ,SOD) 水平。

1.4.4 镇静效果及疼痛程度评估:术后 2、6、12、24 h ,通过 Ramsay 镇静评分法对患者镇静效果进行评估。患者表现出躁动或焦虑 ,评 1 分;情绪平稳、配合操作 ,评 2 分;呈嗜睡状态但对于指令反应快 ,评 3 分;处于浅睡状态且能被唤醒 ,评 4 分;深度睡眠、呼叫无应答 ,评 5 分;对任何刺激均无反应 ,评 6 分。评分 5~6 分提示镇静过深 ,2~4 分为理想镇静 ,<2 分则表示镇静不足<sup>[7]</sup>。采用视觉模拟评分法( visual analogue scale ,VAS) 对患者疼痛程度进行评估 ,由患者根据主观感受在一把标尺上标记代表其疼痛程度的数值:0 分表示无痛 ,1~3 分表示轻微疼痛 ,4~6 分代表明显疼痛 ,7~10 分为剧烈疼痛<sup>[8]</sup>。

1.4.5 不良反应:记录患者呼吸抑制、心动过缓、胃肠道反应、低血压、头痛头晕等不良反应。

1.5 统计学方法 采用 SPSS 23.0 软件对数据进行统计分析。计数资料以频数或构成比( % ) 表示 ,组间比较采用 χ<sup>2</sup> 检验或 Fisher 确切概率法;符合正态分布的计量资料以  $\bar{x} \pm s$  表示 ,2 组间比较采用独立样本 t 检

验。P<0.05 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 2 组麻醉效果比较 UFTA 组手术时间、麻醉时间、拔管时间、麻醉复苏室时间、重症监护室时间、术后住院时间短于常规组 ,手术室拔管例数高于常规组 ( P<0.01) ,见表 2。

表 2 常规组与 UFTA 组麻醉效果比较

Tab.2 Comparison of anesthesia effects of patients in the conventional group and UFTA group

| 项 目                            | 常规组<br>( n = 286) | UFTA 组<br>( n = 308) | t/χ <sup>2</sup> 值 | P 值     |
|--------------------------------|-------------------|----------------------|--------------------|---------|
| 手术时间( $\bar{x} \pm s$ ,min)    | 157.83±66.88      | 130.89±72.91         | 4.682              | <0.001  |
| 麻醉时间( $\bar{x} \pm s$ ,min)    | 227.52±70.19      | 205.37±77.51         | 3.641              | <0.001  |
| 手术室拔管[例( % )]                  | 0                 | 217( 70.45)          | 317.483            | <0.001* |
| 拔管时间( $\bar{x} \pm s$ ,min)    | 75.41±14.26       | 21.35±5.28           | 62.108             | <0.001  |
| 重新插管[例( % )]                   | 15( 5.24)         | 14( 4.54)            | 0.156              | 0.693   |
| 麻醉复苏室时间( $\bar{x} \pm s$ ,min) | 66.37±8.21        | 47.42±7.83           | 28.791             | <0.001  |
| 重症监护室时间( $\bar{x} \pm s$ ,h)   | 26.38±5.17        | 8.29±1.54            | 58.672             | <0.001  |
| 术后住院时间( $\bar{x} \pm s$ ,d)    | 12.49±1.65        | 8.64±1.53            | 29.507             | <0.001  |

注:\* 采用 Fisher 确切概率法。

2.2 2 组循环系统指标比较 不同时间点 2 组内 HR、IBP、CVP、PAWP 比较: T<sub>2</sub>>T<sub>3</sub>>T<sub>1</sub>、T<sub>0</sub>( P<0.01); T<sub>0</sub>、T<sub>1</sub> 时 2 组 HR、IBP、CVP、PAWP 比较差异无统计学意义( P>0.05); T<sub>2</sub>、T<sub>3</sub> 时 UFTA 组 HR、IBP、CVP、PAWP 低于常规组( P<0.01) ,见表 3。

2.3 2 组应激指标比较 术前 2 组 Cor、SOD、MPO 比较差异无统计学意义( P>0.05); 术后 UFTA 组 Cor、MPO 水平低于常规组 ,SOD 水平高于常规组 ,差异均有统计学意义( P<0.01) ,见表 4。

表 4 常规组与 UFTA 组应激指标比较 (  $\bar{x} \pm s$ )

Tab.4 Comparison of stress indexes of patients in conventional group and UFTA group

| 组 别                  | 时 间 | Cor( pg/L)    | SOD( U/ml)    | MPO( μg/L)    |
|----------------------|-----|---------------|---------------|---------------|
| 常规组<br>( n = 286)    | 术前  | 280.51±32.62  | 97.14±5.23    | 55.12±4.58    |
|                      | 术后  | 365.72±43.06  | 81.63±4.78    | 79.52±4.67    |
| UFTA 组<br>( n = 308) | 术前  | 282.13±33.10  | 97.25±5.26    | 55.30±4.59    |
|                      | 术后  | 337.84±41.37  | 85.37±4.82    | 73.46±4.63    |
| t/P 常规组内值            |     | 26.677/<0.001 | 37.020/<0.001 | 63.085/<0.001 |
| t/P UFTA 组内值         |     | 18.454/<0.001 | 29.224/<0.001 | 48.885/<0.001 |
| t/P 术后组间值            |     | 8.047/<0.001  | 9.487/<0.001  | 15.873/<0.001 |

2.4 2 组镇静效果及疼痛程度比较 不同时间点 2 组内 VAS 评分比较: 术后 6 h>术后 2 h>术后 12 h>术后 24 h ,不同时间点 2 组内 Ramsay 镇静评分: 术后 6 h<术后 2 h<术后 12 h、术后 24 h( P<0.05); 术后 2、6、

12 h ,UFTA 组 VAS 评分低于常规组 ,Ramsay 镇静评分高于常规组 ,差异有统计学意义( $P<0.05$ ) ,见表 5。

表 5 常规组与 UFTA 组镇静效果及疼痛程度比较 ( $\bar{x}\pm s$ ,分)

Tab.5 Comparison of sedation effect and pain degree of patients in routine group UFTA

| 组 别               | 时 间     | VAS 评分                   | Ramsay 镇静评分             |
|-------------------|---------|--------------------------|-------------------------|
| 常规组<br>(n=286)    | 术后 2 h  | 3.25±0.52                | 2.62±0.47               |
|                   | 术后 6 h  | 4.03±0.64 <sup>a</sup>   | 2.23±0.42 <sup>a</sup>  |
|                   | 术后 12 h | 2.57±0.59 <sup>ab</sup>  | 2.86±0.40 <sup>ab</sup> |
|                   | 术后 24 h | 1.81±0.48 <sup>abc</sup> | 2.90±0.33 <sup>ab</sup> |
| UFTA 组<br>(n=308) | 术后 2 h  | 2.78±0.46                | 2.79±0.44               |
|                   | 术后 6 h  | 3.59±0.58 <sup>a</sup>   | 2.48±0.34 <sup>a</sup>  |
|                   | 术后 12 h | 2.14±0.53 <sup>ab</sup>  | 2.93±0.31 <sup>ab</sup> |
|                   | 术后 24 h | 1.74±0.45 <sup>abc</sup> | 2.92±0.29 <sup>ab</sup> |
| F/P 常规组内值         |         | 813.280/<0.001           | 335.304/<0.001          |
| F/P UFTA 组内值      |         | 838.633/<0.001           | 282.251/<0.001          |
| t/P 术后 2 h 组间值    |         | 11.685/<0.001            | 4.455/<0.001            |
| t/P 术后 6 h 组间值    |         | 8.789/<0.001             | 7.999/<0.001            |
| t/P 术后 12 h 组间值   |         | 9.356/<0.001             | 2.393/0.017             |

注:与同组术后 2 h 比较,<sup>a</sup> $P<0.05$ ;与同组术后 6 h 比较,<sup>b</sup> $P<0.05$ ;与同组术后 12 h 比较,<sup>c</sup> $P<0.05$ 。

2.5 2 组不良反应发生率比较 2 组不良反应总发生率比较 ,差异无统计学意义( $\chi^2/P=0.106/0.745$ ) ,见表 6。

### 3 讨 论

近年来 ,胸腔镜手术由于术后疼痛轻、恢复周期短

以及术野显露良好等显著的微创优势 ,已成为临床肺部疾病诊疗的核心术式。然而 ,胸腔镜肺叶切除术往往操作复杂、耗时较长 ,因此对麻醉管理提出了较高要求。理想的麻醉技术需在术中维持患者呼吸与血流动力学稳定 ,并能提供适宜的麻醉深度及良好的麻醉效果 ,以确保手术顺利进行。超快通道麻醉技术通过优化麻醉药物组合 ,因其麻醉深度可控性强、苏醒迅速、拔管时间较短等优势 ,不仅能有效提高镇痛、镇静效果 ,降低医疗成本 ,还在减轻手术所致的应激反应、降低术后并发症风险方面具有一定的临床价值<sup>[9-10]</sup>。基于此 ,本研究旨在探讨超快通道麻醉与传统麻醉用于胸腔镜肺叶切除术患者的麻醉效果及对循环系统的影响 ,以期优化胸外科手术麻醉方案提供可靠的临床证据。

UFTA 组手术时间、麻醉时间、拔管时间、麻醉复苏室时间、重症监护室时间及术后住院时间显著缩短 ,且手术室拔管例数更高 ,这与 UFTA 核心药物瑞芬太尼的药代动力学特性密切相关。瑞芬太尼作为超短效阿片受体激动剂 ,不被肝肾功能代谢 ,可被血液和组织中非特异性酯酶迅速水解 ,在体内无蓄积<sup>[11]</sup>。丙泊酚作为短效镇静催眠药 ,亦具有高脂溶性 ,能迅速从中央室分布到周边室 ,可被肝脏快速代谢<sup>[12]</sup>。因此 ,超快通道麻醉技术通过系统性使用短效、无蓄积的药物 ,可最大限度地减少麻醉药物残留效应 ,使患者意识、呼吸和肌力等的生理功能在手术刺激结束后得以迅速、同

表 3 常规组与 UFTA 组循环系统指标比较 ( $\bar{x}\pm s$ )

Tab.3 Comparison of circulatory system indexes of patients in conventional group and UFTA group

| 组 别               | 时 间 | HR( 次/min)               | IBP( mmHg)               | CVP( mmHg)              | PAWP( mmHg)              |
|-------------------|-----|--------------------------|--------------------------|-------------------------|--------------------------|
| 常规组<br>(n=286)    | T0  | 78.61±5.54               | 85.71±6.24               | 5.86±1.39               | 9.94±2.38                |
|                   | T1  | 79.13±5.60               | 86.09±6.27               | 5.91±1.42               | 10.28±2.40               |
|                   | T2  | 91.29±8.42 <sup>a</sup>  | 98.52±7.34 <sup>a</sup>  | 8.54±1.65 <sup>a</sup>  | 15.37±3.22 <sup>a</sup>  |
|                   | T3  | 85.50±7.83 <sup>ab</sup> | 93.26±7.16 <sup>ab</sup> | 8.06±1.57 <sup>ab</sup> | 13.65±2.81 <sup>ab</sup> |
| UFTA 组<br>(n=308) | T0  | 78.84±5.56               | 85.63±6.25               | 5.82±1.41               | 9.72±2.37                |
|                   | T1  | 78.97±5.63               | 85.94±6.28               | 5.87±1.43               | 10.21±2.43               |
|                   | T2  | 86.67±7.45 <sup>a</sup>  | 95.48±7.39 <sup>a</sup>  | 7.93±1.62 <sup>a</sup>  | 13.80±3.19 <sup>a</sup>  |
|                   | T3  | 82.12±6.36 <sup>ab</sup> | 89.15±6.87 <sup>ab</sup> | 7.54±1.51 <sup>ab</sup> | 12.46±2.75 <sup>ab</sup> |
| F/P 常规组内值         |     | 522.564/<0.001           | 441.112/<0.001           | 476.936/<0.001          | 813.280/<0.001           |
| F/P UFTA 组内值      |     | 303.594/<0.001           | 309.273/<0.001           | 365.236/<0.001          | 347.495/<0.001           |
| t/P T2 时组间值       |     | 7.093/<0.001             | 5.026/<0.001             | 4.545/<0.001            | 5.966/<0.001             |
| t/P T3 时组间值       |     | 11.219/<0.001            | 5.491/<0.001             | 3.939/<0.001            | 5.541/<0.001             |

注:与同组 T1 比较,<sup>a</sup> $P<0.05$ ;与同组 T2 比较,<sup>b</sup> $P<0.05$ 。

表 6 常规组与 UFTA 组不良反应发生率比较 [例( % )]

Tab.6 Comparison of the incidence of adverse reactions in the conventional group and UFTA group

| 组 别    | 例数  | 呼吸抑制      | 心动过缓      | 胃肠道反应     | 低血压       | 头痛头晕      | 总发生率( % ) |
|--------|-----|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| 常规组    | 286 | 10( 3.50) | 11( 3.84) | 16( 5.59) | 9( 3.15)  | 14( 4.90) | 20.98     |
| UFTA 组 | 308 | 9( 2.92)  | 13( 4.22) | 19( 6.17) | 12( 3.90) | 15( 4.87) | 22.08     |

步恢复,从而缩短拔管时间、麻醉复苏室时间等,提高麻醉效果。相比之下,传统方案中的芬太尼蓄积倾向更为明显,易导致苏醒延迟。

在循环系统稳定性方面,UFTA 组在 T<sub>2</sub>、T<sub>3</sub> 时间点的 HR、IBP、CVP、PAWP 升高幅度均较常规组更小,提示血流动力学波动更为平缓。这一优势可能源于超快通道麻醉中的丙泊酚对心肌收缩力的轻度抑制与外周血管的舒张作用,以及瑞芬太尼可通过激活中枢 μ 受体抑制交感神经-肾上腺系统的激活、减少儿茶酚胺的释放的双重机制,因此在维持血流动力学稳定中具有积极作用<sup>[13-14]</sup>。与超快通道麻醉比较,传统麻醉中使用芬太尼剂量较高,容易影响患者的通气功能和循环系统功能,进而影响血流动力学,对心率与血压的抑制作用可能掩盖了插管拔管时的交感反应。而 UFTA 通过精确、合理应用短效麻醉药物,降低心率加快、心肌收缩力增强和外周血管收缩导致的血压升高的幅度,更贴合手术刺激的动态变化,有利于维持循环系统的稳定。

在氧化应激调控方面,UFTA 组术后 2、6、12 h VAS 评分、Cor、MPO 水平更低,术后 2、6、12 h Ramsay 镇静评分、SOD 水平更高,提示该技术能够有效抑制手术应激与氧化损伤。Cor 的生物合成受下丘脑-垂体-肾上腺轴调控,其由前体物质 11-脱氧皮质醇经 11β-羟化酶催化生成,其血浆浓度能够灵敏地反映机体应激反应的强度<sup>[15]</sup>。而瑞芬太尼可通过作用于中枢神经系统,抑制促肾上腺皮质激素释放激素和促肾上腺皮质激素的释放,阻断了 Cor 等应激激素大量合成的信号通路,抑制全身应激反应。MPO 作为重要的过氧化物酶,能催化生成大量氧自由基,其过量产生会引发显著的氧化应激,导致组织损伤加剧<sup>[16]</sup>。SOD 是一种抗氧化酶,可以特异性催化并清除超氧阴离子自由基,有效维持机体的氧化还原平衡,其活性水平可评估患者氧化应激状态<sup>[17-18]</sup>。UFTA 术后辅用的非甾体抗炎药物氟比洛芬酯能通过抑制环氧合酶,阻断前列腺素等强效炎性介质的合成,发挥镇痛、镇静作用,间接减少 MPO 等的释放,维持体内氧化-抗氧化平衡稳态,这一结果与徐慧等<sup>[19]</sup>在应用氟比洛芬酯可减轻宫腔镜手术患者应激反应的结论一致。因此,超快通道麻醉技术通过优化镇痛药物管理及多模式镇痛策略,有利于患者从术中到术后镇痛的平稳过渡,改善氧化应激状态。

#### 4 结论

本文通过系统比较超快麻醉与传统麻醉用于胸腔镜肺叶切除术的效果,证实 UFTA 技术可优化围手术期管理。该技术显著缩短了麻醉、拔管及术后恢复时间,提高了手术拔管率,在气管插管与拔管阶段更稳定

地维持患者心率、血压及中心静脉压力。术后应激指标显示,UFTA 能有效降低 Cor 与 MPO 水平,提升 SOD 活性,同时提供了更优的镇静与镇痛效果,且未增加不良反应发生风险。但本研究仍存在一定的局限性:本研究为单中心回顾性分析,样本代表性可能存在局限,且不同麻醉医师的操作细节可能存在差异。未来需通过多中心、前瞻性随机对照研究进一步验证结论的可靠性,并探索 UFTA 对患者长期恢复质量、医疗资源消耗等的影响,以推动该技术的规范化应用。

利益冲突:所有作者声明无利益冲突

作者贡献声明

张衣强:提出研究方向,设计研究方案,实施研究过程,论文撰写;汤子宜:实施研究过程,起草、修订论文;王争君:实施研究过程,资料数据收集;贺桂文、姚曙东:指导研究实施,技术指导;黄巧玲:实施研究过程,资料搜集整理,分析试验数据

参考文献

- [1] Fiorelli A, Forte S, Santini M, et al. Did conversion to thoracotomy during thoracoscopic lobectomy increase post-operative complications and prejudice survival? Results of best evidence topic analysis [J]. *Thorac Cancer*, 2022, 13 ( 15 ): 2085-2099. DOI: 10.1111/1759-7714.14525.
- [2] Ma JL, Li XY, Zhao SF, et al. Robot-assisted thoracic surgery versus video-assisted thoracic surgery for lung lobectomy or segmentectomy in patients with non-small cell lung cancer: A meta-analysis [J]. *BMC Cancer*, 2021, 21 ( 1 ): 498. DOI: 10.1186/s12885-021-08241-5.
- [3] 邹志瑶, 朱达, 陈一鸣, 等. 经导管二尖瓣缘对缘修复术的超快通道麻醉经验总结 [J]. *中国介入心脏病学杂志*, 2024, 32 ( 05 ): 250-256. DOI: 10.3969/j.issn.1004-8812.2024.05.003.
- [4] Jiang T, Xu L, Zheng Q, et al. Implementing ultra-fast-track cardiac anesthesia in minimally invasive cardiac surgery [J]. *J Cardiothorac Vasc Anesth*, 2025, 39 ( 8 ): 2031-2039. DOI: 10.1053/j.jvca.2025.04.009.
- [5] Jiang T, Wang LX, Teng HK, et al. Ultra-fast-track cardiac anesthesia in minimally invasive cardiac surgery: A retrospective observational study [J]. *Cardiovasc Diagn Ther*, 2024, 14 ( 5 ): 740-752. DOI: 10.21037/CDT-24-175.
- [6] 中华医学会胸心血管外科学分会胸腔镜外科学组, 中国医师协会胸外科医师分会微创胸外科专家委员会. 中国胸腔镜肺叶切除临床实践指南 [J]. *中华医学杂志*, 2018, 98 ( 47 ): 3832-3841. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0376-2491.2018.47.005.
- [7] 陈岚, 白毅平, 谢延红, 等. 不同剂量布比卡因脂质体用于后路腰方肌阻滞在剖宫产术后镇痛中的应用效果 [J]. *中国药房*, 2025, 36 ( 18 ): 2291-2296. DOI: 10.6039/j.issn.1001-0408.2025.18.13.
- [8] 李云飞, 陈静, 王艾红. 多发性骨髓瘤伴骨痛患者感知配偶疼痛回应现状及影响因素 [J]. *护理学杂志*, 2025, 40 ( 18 ): 22-26. DOI: 10.3870/j.issn.1001-4152.2025.18.022.
- [9] Jiang T, Xu LT, Wang HZ, et al. A novel nomogram for predicting the implementation of ultra-fast-track cardiac anesthesia for minimally invasive cardiac surgery [J]. *Sci Rep*, 2025, 15 ( 1 ): 23773. DOI: 10.1038/S41598-025-04374-W. (下转 721 页)

- rhage by activating the ferroptosis suppressor protein 1/coenzyme Q10 system [J]. *Acta Biomater* , 2024 , 179: 325-339. DOI: 10.1016/j.actbio.2024.03.023.
- [19] Yan D , Liu X , Xu H , et al. Platelets induce endothelial-mesenchymal transition and subsequent fibrogenesis in endometriosis [J]. *Reprod Biomed Online* , 2020 , 41 ( 3) : 500-517. DOI: 10.1016/j.rbmo.2020.03.020.
- [20] Li W , Liang L , Liu S , et al. FSP1: A key regulator of ferroptosis [J]. *Trends Mol Med* , 2023 , 29 ( 9) : 753-764. DOI: 10.1016/j.molmed.2023.05.013.
- [21] Zhang W , Liu Y , Liao Y , et al. GPX4 , ferroptosis , and diseases [J]. *Biomed Pharmacother* , 2024 , 174: 116512. DOI: 10.1016/j.biopha.2024.116512.
- [22] Sun X , Huang N , Li P , et al. TRIM21 ubiquitylates GPX4 and promotes ferroptosis to aggravate ischemia/reperfusion-induced acute kidney injury [J]. *Life Sci* , 2023 , 321: 121608. DOI: 10.1016/j.lfs.2023.121608.
- [23] Sun J , Lin XM , Lu DH , et al. Midbrain dopamine oxidation links ubiquitination of glutathione peroxidase 4 to ferroptosis of dopaminergic neurons [J]. *J Clin Invest* , 2023 , 133 ( 10) : e165228. DOI: 10.1172/JCI165228.
- [24] Nulianti R , Bayuaji H , Ritonga MA , et al. Correlation of ferritin and glutathione peroxidase 4 ( GPX4) level as a marker of ferroptosis process in endometrioma [J]. *Sci Rep* , 2025 , 15 ( 1) : 4357. DOI: 10.1038/s41598-024-85017-4.
- [25] Huang B , Wang H , Liu S , et al. Palmitoylation-dependent regulation of GPX4 suppresses ferroptosis [J]. *Nat Commun* , 2025 , 16 ( 1) : 867. DOI: 10.1038/s41467-025-56344-5.
- [26] Pang C , Zhang H , Liu Y , et al. Glutathione peroxidase 4 restrains temporomandibular joint osteoarthritis progression by inhibiting ferroptosis [J]. *J Cell Mol Med* , 2024 , 28 ( 9) : e18377. DOI: 10.1111/jcmm.18377.
- [27] 陈亚娟 谢津 赵静 等.参芪活血消癥汤联合地诺孕素片治疗子宫内位症的疗效及对妊娠、复发的影响 [J]. *河北中医* , 2023 , 45 ( 9) : 1468-1471. DOI: 10.3969/j.issn.1002-2619.2023.09.014.
- [28] 张婧 周金婷 付冰冰.地诺孕素与炔雌醇环丙孕酮治疗子宫内位症患者效果及血清可溶性白细胞 2 受体的差异性表达 [J]. *中国临床实用医学* , 2022 , 13 ( 6) : 6-10. DOI: 10.3760/cma.j.cn115570-20221112-02321.
- [29] 黄莉莉 张智勤 杜瑜 等.醋酸戈舍瑞林联合安宫黄体酮对子宫内位症患者可溶性人类白细胞抗原-G、E-钙黏附蛋白影响 [J]. *临床军医杂志* , 2023 , 51 ( 3) : 315-317 , 320. DOI: 10.16680/j.1671-3826.2023.03.27.
- [30] Radosinska D , Jasenovc T , Golianova A , et al. Controlled coffee intake enhances erythrocyte deformability , Na<sup>+</sup> , K<sup>+</sup>-ATPase activity , and GSH/GSSG ratio in healthy young adults [J]. *Biomedicines* , 2024 , 12 ( 11) : 2570. DOI: 10.3390/biomedicines12112570.
- [31] Liu J , Li F , Zeng Q , et al. Dysregulated bile acid metabolism drives lipid peroxidation and ferroptosis in NAFLD: Therapeutic potential for traditional Chinese medicine [J]. *Front Pharmacol* , 2025 , 16: 1669805. DOI: 10.3389/fphar.2025.1669805.
- [32] 采丽 吴萍 唐海旭 等.巨噬细胞来源 SHP2 通过 PI3K/PTEN 通路促进氧化应激和血管生成对子宫内位症凋亡表型的影响 [J]. *临床误诊误治* , 2024 , 37 ( 16) : 80-87. DOI: 10.3969/j.issn.1002-3429.2024.16.015.
- [33] 雷玉荣 刘宇 陈玉花 等.辛伐他汀辅助治疗对子宫内位症术后患者氧化应激状态及 IGF-1、VEGF 水平的影响 [J]. *疑难病杂志* , 2022 , 21 ( 10) : 1058-1062. DOI: 10.3969/j.issn.1671-6450.2022.10.011.
- [34] Ding J , Zhao Q , Zhou Z , et al. Huayu jiedu fang protects ovarian function in mouse with endometriosis iron overload by inhibiting ferroptosis [J]. *Evid Based Complement Alternat Med* , 2022 , 2022: 1406820. DOI: 10.1155/2022/1406820.

( 收稿日期: 2026-01-04)

( 上接 715 页)

- [10] Fang NN , Ma B , Liu K , et al. Feasibility and safety of ultra-fast track anesthesia for totally thoracoscopic closure of ventricular septal defect: A randomized controlled trial [J]. *Heliyon* , 2023 , 9 ( 5) : e15741. DOI: 10.1016/j.heliyon.2023.e15741.
- [11] 张瑾瑾 张达颖.瑞芬太尼诱发痛觉过敏机制及防治策略的研究新进展 [J]. *中国疼痛医学杂志* , 2024 , 30 ( 9) : 697-701. DOI: 10.3969/j.issn.1006-9852.2024.09.009.
- [12] 吴健 王波 皮勇 等.丙泊酚联合不同浓度七氟烷维持全麻对老年腹腔镜手术患者苏醒时间及术后认知功能的影响 [J]. *中国老年学杂志* , 2024 , 44 ( 16) : 3901-3903. DOI: 10.3969/j.issn.1005-9202.2024.16.017.
- [13] 张漪丹 张杰 孙悦 等.丙泊酚对脓毒症心肌收缩功能障碍的改善作用及机制 [J]. *陆军军医大学学报* , 2023 , 45 ( 22) : 2310-2318. DOI: 10.16016/j.2097-0927.202303171.
- [14] 肖丽珠 邹小华 钟涛 等.不同靶浓度瑞芬太尼对丙泊酚闭环靶控输注稳定性的影响 [J]. *临床麻醉学杂志* , 2020 , 36 ( 12) : 1186-1190. DOI: 10.12089/jca.2020.12.010.
- [15] Prussien KV , Burke MM , Gollomp K , et al. Cortisol in sickle cell disease: A systematic review and meta-analysis [J]. *Blood Adv* , 2025 , 9 ( 16) : 4136-4150. DOI: 10.1182/BloodAdvances.2024015425.
- [16] Rivera Antonio AM , Padilla Martínez II , Torres-Ramos MA , et al. Myeloperoxidase as a therapeutic target for oxidative damage in Alzheimer's disease [J]. *J Enzyme Inhib Med Chem* , 2025 , 40 ( 1) : 2456282. DOI: 10.1080/14756366.2025.2456282.
- [17] Anwar S , Sarwar T , Khan AA , et al. Therapeutic applications and mechanisms of superoxide dismutase ( SOD ) in different pathogenesis [J]. *Biomolecules* , 2025 , 15 ( 8) : 1130. DOI: 10.3390/biom15081130.
- [18] 张伟 朱贤林 吴帮林 等.基于 PI3 K/Akt 通路探究丙泊酚对七氟烷诱导大鼠神经细胞凋亡的保护作用 [J]. *疑难病杂志* , 2022 , 21 ( 1) : 80-83 , 89. DOI: 10.3969/j.issn.1671-6450.2022.01.016.
- [19] 徐慧 彭慧 杨婷.宫腔镜手术超前镇痛中辅助中药穴位贴敷镇痛效果及对术后康复的影响 [J]. *中国计划生育学杂志* , 2025 , 33 ( 05) : 1071-1075. DOI: 10.3969/j.issn.1004-8189.2025.05.014.

( 收稿日期: 2025-12-08)