

# 超快通道麻醉用于成年患者心肺转流冠状动脉搭桥术的效果

刘晓麟 胡奕瑾 方向楠 朱希霞

超快通道麻醉是合理应用短效的麻醉药物,在手术完成后 0~1 h 以内顺利拔除气管导管,促使患者全身脏器尽早恢复生理状态并迅速康复的麻醉方法,与心脏外科围术期快速康复的理念相一致<sup>[1]</sup>。有研究表明,心脏术后早期拔管安全、可行,不增加术后心肌缺血或紧急二次插管的风险<sup>[2-3]</sup>。中老年患者各种脏器退行性病变更严重,组织功能逐渐衰退,免疫组织功能也在逐渐下降,术前基础疾病较多,其特殊的病理生理状态使老年患者心脏术后容易并发肺部感染,所以如何更早地恢复自主呼吸、拔除气管导管、缩短术后呼吸机辅助通气时间、促进术后快速康复成为围术期的重要关注点。本研究观察超快通道麻醉用于老年患者心肺转流(cardiopulmonary bypass, CPB)下冠状动脉搭桥术(coronary artery bypass grafting, CABG)的效果,为临床提供参考。

## 资料与方法

**一般资料** 本研究已获得本院医学伦理委员会批准(临研审[2018]-0426-3号),所有患者以文件形式书面同意本研究。选择 2018 年 6 月至 2019 年 4 月择期全身麻醉 CPB 下行 CABG 患者,性别不限,年龄 55~75 岁,体重 50~90 kg,ASA II 或 III 级,术前 1 个月内无急性心肌梗死发作,肺功能各项指标在正常范围内或有轻度异常,其他脏器功能无明显异常且单纯接受 CABG。排除标准:急诊手术,射血分数<45%,术前需要主动脉内球囊反搏维持血压,术前有肺动脉高压,单支病变,麻醉前已实施机械通气,再次心脏手术。剔除标准:CPB 时间>2 h,手术时间>5 h,手术期间血流动力学参数波动范围较大。

**麻醉方法** 术前口服镇静药物地西洋 5~10 mg。入室后监测 ECG、BP、SpO<sub>2</sub> 和 BIS。静注咪达唑仑 0.05 mg/kg、依托咪酯 0.2~0.3 mg/kg、罗库溴铵 0.6 mg/kg 和舒芬太尼 0.5~1 μg/kg 行麻醉诱导,根据循环波动情况调整舒芬太尼用量及适当使用血管活性药物。气管插管成功后调整机械通气参数,维持 P<sub>ET</sub>CO<sub>2</sub> 在 35~45 mmHg。常规中心静脉置管测压。麻醉维持采用七氟醚、丙泊酚、顺式阿曲库铵和右美托咪定。切皮前根据循环指标追加咪达唑仑 0.05 mg/kg、舒芬太尼 0.5~1 μg/kg,维持 BIS 值 40~60。

**分组与处理** 患者随机分为两组:超快通道组(U组)和传统组(C组)。U组 CPB 前根据循环波动情况控制液体

平衡量,持续泵注多巴胺 1~3 μg·kg<sup>-1</sup>·min<sup>-1</sup>,使血压波动幅度控制在基础值的 20%,CVP 控制在 7~8 cmH<sub>2</sub>O。CPB 期间给予适量甲泼尼龙琥珀酸钠。CPB 后常规进行超滤,维持 Hb>80 g/L,胶体渗透压 20~25 mmHg。心脏复跳后停止继续应用顺式阿曲库铵,并静脉泵注瑞芬太尼 0.1~0.15 μg·kg<sup>-1</sup>·min<sup>-1</sup>。术中舒芬太尼总量≤2 μg/kg。所有患者缝皮开始停用麻醉药物(右美托咪定除外),右美托咪定全程泵注回监护室继续应用。术毕采用多模式镇痛(罗哌卡因肋间神经阻滞及皮下局部浸润+右美托咪定)。清理呼吸道及口腔分泌物并静脉给予氨茶碱 2~3 mg/kg,自主呼吸良好且符合拔管指征<sup>[4]</sup>在手术室内顺利拔除气管导管,面罩吸氧送回监护室继续治疗。严密监测循环及呼吸情况、内环境及凝血的变化、温度及尿量等,维持尿量不低于 0.5 ml·kg<sup>-1</sup>·h<sup>-1</sup>,必要时可根据尿量及循环情况给予呋塞米。若距缝皮完成后 30 min 患者仍未出现自主呼吸征象,则放弃实施超快通道麻醉,送患者入监护室继续治疗。C组采用常规麻醉方法与 CPB 方法,手术结束后直接送回监护室,等待拔管时机成熟后拔除气管导管并继续进行下一步治疗方案。术后 VAS 疼痛评分>4 分时持续泵注舒芬太尼 0.1~0.15 μg·kg<sup>-1</sup>·h<sup>-1</sup>,VAS 疼痛评分<2 分时停药。术后躁动评分(SAS)>5 分时持续泵注右美托咪定 0.2 μg·kg<sup>-1</sup>·h<sup>-1</sup>,SAS 评分<2 分时停药。

**观察指标** 记录麻醉及手术时间、CPB 及阻断时间、拔管时间(手术结束至拔管的时间间隔)、ICU 停留时间及总住院时间。记录术后 72 h 内肺部并发症及其他严重并发症。

**统计分析** 采用 SPSS 20.0 软件分析数据。正态分布计量资料以均数±标准差( $\bar{x}\pm s$ )表示,组间比较采用成组 *t* 检验,组内比较采用重复测量数据的方差分析。计数资料以例(%)表示,组间比较采用  $\chi^2$  检验。*P*<0.05 为差异有统计学意义。

## 结 果

本研究符合纳入标准患者 60 例,但 U 组 1 例患者因手术不顺利导致 CPB 时间过长,选择带管回监护室继续治疗而退出。两组患者性别、年龄、BMI、ASA 分级及麻醉与手术时间、阻断与 CPB 时间差异无统计学意义。与 C 组比较,U 组拔管时间、ICU 停留时间明显缩短(*P*<0.05),但总的住院时间两组差异无统计学意义(表 1)。

U 组和 C 组分别有 5 例(14%)和 8 例(26%)术后肺部并发症,差异无统计学意义。两组均未出现紧急二次插管及其他不良事件。

表 1 两组患者一般情况的比较

指标	U 组 (n=29)	C 组 (n=30)
男/女(例)	18/11	16/14
年龄(岁)	68.0±6.7	66.9±10.1
BMI(kg/m <sup>2</sup> )	26.1±3.2	25.2±3.1
ASA II/III级(例)	22/7	24/6
麻醉时间(min)	363.7±66.4	375.6±62.8
手术时间(min)	273.5±76.4	266.2±50.5
CPB 时间(min)	104.6±18.2	108.5±21.6
阻断时间(min)	85.2±13.2	92.9±16.4
拔管时间(min)	39.3±15.6 <sup>a</sup>	558.9±154.2
ICU 停留时间(h)	33.2±17.5 <sup>a</sup>	45.2±11.4
总住院时间(d)	14.9±3.9	17.0±3.4

注:与 C 组比较, <sup>a</sup>P<0.05

### 讨 论

美国胸外科医师协会将术后“早拔管”(6 h 内拔管)单独确定为衡量心脏外科重症的质量指标<sup>[5]</sup>。而超快通道麻醉管理技术是基于“早拔管”管理理念基础上的改进,通过合理应用短效的麻醉药物和日趋成熟的麻醉技术,在保证患者安全的前提下,符合拔管指征时更早地脱机拔管,进一步减少呼吸机辅助通气时间,降低呼吸机相关肺功能损伤的发生几率,使患者各脏器的功能及内环境尽早恢复,提高监护室及病房的病床周转率,降低整体医疗费用,也体现了心脏快速康复外科的优势<sup>[6]</sup>。本研究通过改进拔管策略, CABG 后由 ICU 内等待拔管转变为术毕 1 h 内在手术室拔管,实现了理念上的更新,目前已形成较完整且兼顾患者安全的工作模式<sup>[7]</sup>。同时,本研究注重维持患者术后体温>36.0℃,有助于维持患者体内酶的活性,加速患者体内药物的代谢;改善患者 CPB 及肝素化后的低凝状态,减少引流量;降低患者发生心肌缺血及严重心律失常的可能性,使其尽早恢复其自身生理状态。

超快通道麻醉理念包括优化围术期各项麻醉操作、麻醉管理及麻醉药物的使用。本研究中 U 组患者一方面于麻醉期间控制舒芬太尼总量<2 μg/kg,减少长效阿片类药物的使用,以超短效的镇痛药物代替,同时配合可控性较好的吸入药物及短效静脉麻醉药物以维持麻醉,帮助患者尽早脱机拔管,降低长时间机械通气导致肺部损伤的发生几率,同时可减少大量镇静药物带来的术后可能的精神状态的变化。同时长效药物舒芬太尼的用量减少,有助于患者胃肠功能的早期恢复,使其尽早恢复肠内营养及正常饮食,改善患者术后营养状况。早期脱机拔管可帮助患者早期进行康复治疗,减少长期制动所带来的肺栓塞等并发症<sup>[8-10]</sup>,改善临床预后。另一方面术中机械通气采用小潮气量、PEEP 模式等肺保护

措施的同时,尽可能减少液体输入、积极利尿和 CPB 超滤技术的改良,控制胶体渗透压在正常范围,减轻肺间质水肿,改善术后肺功能;提升血红蛋白至正常水平,提高血红蛋白运输氧的能力,有利于机体供氧情况的改善,促进术后早期拔管。此外,CPB 期间血液同循环管道和氧合器的表面接触、各脏器的缺血-再灌注损伤及手术带来的损伤,可激活机体的炎症反应,引起脏器功能的损伤,而 CPB 期间使用少量激素有助于降低炎症反应及缺血-再灌注损伤,以利于术毕手术室内尽早拔除气管导管,降低术后呼吸机相关肺部并发症风险<sup>[11-12]</sup>。

良好的术后镇痛是超快通道麻醉方案顺利实施的另一重要前提。心脏外科患者术后镇痛良好、有效咳嗽咳痰,可减轻术后肺不张及呼吸机相关性肺炎<sup>[13]</sup>。为减少单一镇痛药物的用量及其不良反应,U 组在多模式镇痛方案的辅助下,如联合采用局麻药神经阻滞、右美托咪定复合舒芬太尼静脉给药,于术毕患者达到拔管指征条件下进行拔管,不仅减少了其术后带管状态下对于睡眠和镇静药物的需求依赖,且不增加拔管时躁动等不良事件的发生,提高患者舒适度和满意度。

综上所述,超快通道麻醉可通过优化临床麻醉用药,改进麻醉方案,帮助患者术后实现早苏醒、早脱机、早拔管的临床目标,且围术期循环稳定、不增加术后肺部并发症及其他不良事件的发生。

### 参 考 文 献

- [1] Alghamdi AA, Singh SK, Hamilton BC, et al. Early extubation after pediatric cardiac surgery: systematic review, meta-analysis, and evidence-based recommendations. *J Card Surg*, 2010, 25(5): 586-595.
- [2] Zayat R, Menon AK, Goetzenich A, et al. Benefits of ultra-fast-track anesthesia in left ventricular assist device implantation: a retrospective, propensity score matched cohort study of a four-year single center experience. *J Cardiothorac Surg*, 2017, 12(1): 10.
- [3] Wong WT, Lai VK, Chee YE, et al. Fast-track cardiac care for adult cardiac surgical patients. *Cochrane Database Syst Rev*, 2016, 9: CD003587.
- [4] Borracci RA, Ochoa G, Ingino CA, et al. Routine operation theatre extubation after cardiac surgery in the elderly. *Interact Cardiovasc Thorac Surg*, 2016, 22(5): 627-632.
- [5] The Society of Thoracic Surgeons. STS quality webinar series. Prolonged ventilation [2018-12-06]. <https://www.sts.org/learningcenter/webinars>.
- [6] Alghamdi AA, Singh SK, Hamilton BC, et al. Early extubation after pediatric cardiac surgery: systematic review, meta-analysis, and evidence-based recommendations. *J Card Surg*, 2010, 25(5): 586-595.
- [7] 刘晓麟, 胡奕瑾, 方向楠, 等. 超快通道麻醉用于低体重患儿先天性心脏病手术的效果. *临床麻醉学杂志*, 2018, 34(10): 988-991.

- [8] Bhavsar R, Ryhammer PK, Greisen J, et al. Remifentanyl compared with sufentanil does not enhance fast-track possibilities in cardiac surgery—a randomized study. *J Cardiothorac Vasc Anesth*, 2016, 30(5): 1212-1220.
- [9] Zhu Y, Wang Y, Du B, et al. Could remifentanyl reduce duration of mechanical ventilation in comparison with other opioids for mechanically ventilated patients? A systematic review and meta-analysis. *Crit Care*, 2017, 21(1): 206.
- [10] Lomivorotov VV, Fominskiy EV, Efremov SM, et al. Hypertonic solution decreases extravascular lung water in cardiac patients undergoing cardiopulmonary bypass surgery. *J Cardiothorac Vasc Anesth*, 2013, 27(2): 273-282.
- [11] Groesdonk HV, Pietzner J, Borger M A, et al. The incidence of intraoperative awareness in cardiac surgery fast-track treatment. *J Cardiothorac Vasc Anesth*, 2010, 24(5): 785-789.
- [12] Zhou G, Feng Z, Xiong H, et al. A combined ultrafiltration strategy during pediatric cardiac surgery: a prospective, randomized, controlled study with clinical outcomes. *J Cardiothorac Vasc Anesth*, 2013, 27(5): 897-902.
- [13] Iodice FG, Thomas M, Walker I, et al. Analgesia in fast-track paediatric cardiac patients. *Eur J Cardiothorac Surg*, 2011, 40(3): 610-613.

(收稿日期:2019-07-05)

## · 临床经验 ·

## 两种丙泊酚药代动力学模型靶控输注在中海拔地区患者的麻醉效果

沈国灿 吴婕 张宇 杨雪辉 张顺吉 龚航 李建钢

高海拔环境可影响高血浆蛋白结合药物的药代动力学 (pharmacokinetic, PK)<sup>[1]</sup>。丙泊酚临床常用剂量范围内游离部分仅占 1%~3%<sup>[2]</sup>,属于高血浆蛋白结合药物。有研究显示,高海拔地区患者丙泊酚麻醉用量增加<sup>[3]</sup>。靶控输注 (target-controlled infusion, TCI) 丙泊酚为目前常用给药方式,这种基于 PK 模型的给药方式是否受所选模型参数、海拔高度的影响,其药效学特征和安全性等相关研究资料有限。因此,本研究通过观察中海拔地区 (平均海拔 2 000 m) 不同 PK 参数 TCI 丙泊酚血浆浓度的药效学差异,探讨适合中海拔地区人群的 PK 模型参数。

### 资料与方法

**一般资料** 本研究经曲靖市第一人民医院伦理委员会批准 (伦市一医 2019-43), 获得所有患者的书面知情同意。募集 2019 年 1—4 月拟于全麻下施行择期手术患者, 性别不限, 年龄 18~60 岁, 体重 44~79 kg, BMI 18.5~28.0 kg/m<sup>2</sup>, ASA I 或 II 级, 患者出生并长期居住于中海拔地区。排除标准: 神经外科手术史或神经肌肉疾病史, 丙泊酚或脂类过敏史, 长期服用精神类药物、镇痛药物、酒精成瘾及肝肾功能异常。采用随机数字法将患者随机分为两组: Schnider 模型<sup>[4]</sup>组 (S 组) 和 Marsh 模型<sup>[5]</sup>组 (M 组)。

**麻醉方法** 所有患者入手术室前均不使用术前药。患者进入手术室后, 常规经鼻导管吸氧 3 L/min, 监测 ECG、SpO<sub>2</sub>。开放上肢外周静脉输注复方乳酸钠。桡动脉穿刺置管监测有创动脉血压 (IBP)。S 组 TCI 系统 PK 参数采用

Schnider 模型, M 组 TCI 系统 PK 参数采用 Marsh 模型。设定并维持血浆靶浓度为 4.2 μg/ml<sup>[6]</sup>, 持续输注 15 min。TCI 系统由 Stelpump 程序、RS232 接口和 Graseby3500 泵组成。Marsh 模型 PK 参数<sup>[4]</sup>: 中央室容积 V<sub>1</sub> (L) = 0.228 × 体重 (kg), k<sub>10</sub> (min<sup>-1</sup>) = 0.119, k<sub>12</sub> (min<sup>-1</sup>) = 0.112, k<sub>21</sub> (min<sup>-1</sup>) = 0.055, k<sub>13</sub> (min<sup>-1</sup>) = 0.042, k<sub>31</sub> (min<sup>-1</sup>) = 0.003, k<sub>30</sub> (min<sup>-1</sup>) = 0.291。Schnider 模型 PK 参数<sup>[5]</sup>: V<sub>1</sub> (L) = 4.27, V<sub>2</sub> (L) = 18.9 - 0.391 × (年龄 - 53), V<sub>3</sub> (L) = 238, CL<sub>1</sub> (L/min) = 1.89 + (体重 - 77) × 0.046 + (瘦体重 - 59) × (-0.068) + (身高 - 177) × 0.062, CL<sub>2</sub> (L/min) = 1.29 - 0.024 × (年龄 - 53), CL<sub>3</sub> (L/min) = 0.836, k<sub>30</sub> (min<sup>-1</sup>) = 0.26。其中, 瘦体重根据文献 [5] 的方法计算。

输注丙泊酚期间若患者发生低血压 (MAP < 60 mmHg 并持续 3 min 以上) 则静脉推注多巴胺 2 mg, 如发生心动过缓 (HR < 50 次/分并持续 3 min 以上) 则静脉推注阿托品 0.5 mg。TCI 开始 15 min 后, 评估患者镇静深度, 依次静脉推注顺式阿曲库铵 1.5 mg/kg、舒芬太尼 0.3 μg/kg 行麻醉诱导, 待肌松效果满意后气管插管机械通气。术中麻醉维持采用静脉泵注丙泊酚 4~8 mg · kg<sup>-1</sup> · h<sup>-1</sup> 和瑞芬太尼 0.15~0.25 μg · kg<sup>-1</sup> · min<sup>-1</sup>, 维持 BIS 值在 40~60。术后根据患者需要选择 PCIA 或单次注射镇痛治疗。

**观察指标** TCI 开始后每 10 秒测试睫毛反射并记录睫毛反射消失时间 (主要指标), 记录睫毛反射消失时的 BIS 值和系统拟合的效应位 (室) 浓度, 记录 TCI 开始至睫毛反射消失时丙泊酚用量及 TCI 开始后 15 min 内丙泊酚总用量。记录 TCI 丙泊酚期间阿托品、多巴胺使用情况。记录血流动力学指标、BIS 和 TCI 相关参数 (由计算机以 10 s 间隔同步下载, 实际分析时取 1 min 间隔)。记录 TCI 丙泊酚期间的不良反应, 包括注射痛、呼吸抑制、呛咳、多语、自主运动等

DOI: 10.12089/jca.2020.08.019

作者单位: 655000 云南省曲靖市第一人民医院麻醉科  
通信作者: 李建钢, Email: 77684698@qq.com