

快速康复麻醉策略在心血管手术中的应用进展

白松杰 曾冰 彭梦姿 黄志勇

心血管疾病是当前国内外发病率和致死率最高的疾病,外科手术是治疗心血管疾病的重要方法。然而,心血管外科手术创伤大、术程长,麻醉实施难度远高于其他手术。加速康复外科(enhanced recovery after surgery, ERAS)旨在通过外科、麻醉科、重症医学科及护理等多个学科进行合作,优化围术期干预措施,促进患者康复,已有效地应用于结直肠外科、骨科和泌尿外科等多个领域^[1-2]。目前,已有研究将 ERAS 初步应用于心血管手术,以促进心血管外科患者术后康复,但其应用仍缺乏相应的临床指南,且存在一定争议^[3]。本文对快速康复策略在心血管手术麻醉中的应用进展作一综述,为心血管麻醉的实施提供参考。

快通道麻醉

上世纪 90 年代,为加快心脏手术患者康复,麻醉科医师提出了快通道麻醉(fast-track anesthesia, FTA)的理念。传统心血管麻醉阿片类药物用量大,术后机械通气时间长,而 FTA 则通过合理优化围术期阿片类药物的使用及时间导向的拔管策略实现术后 6 h 内快速拔管。在优化阿片类药物的使用上,FTA 建议在维持足够麻醉深度的前提下,减少阿片类药物的用量,如采用半衰期较短的瑞芬太尼,或者联用镇静药物,如右美托咪定。在拔管策略上,FTA 则建议加强对心脏术后患者体温、血压及引流量的监测,在患者充分清醒、血压平稳、不需要正性肌力药物支持且没有明显出血的情况下,尽早进行呼吸锻炼,脱离呼吸机。此外,术后在手术室内拔管及术后 4 h 内拔管又被称为超快通道麻醉(ultra-fast-track anesthesia, UFTA)。

为了研究 FTA 的可行性及安全性, Akhtar 等^[3] 纳入了 290 例心肺转流(cardiopulmonary bypass, CPB)下心脏手术,当患者术后意识清楚、核心体温 $>36^{\circ}\text{C}$ 、血流动力学稳定、胸腔引流量 $<100\text{ ml/h}$ 、 $\text{PaO}_2 > 60\text{ mmHg}$ 、 $\text{PaCO}_2 < 45\text{ mmHg}$ 、 $\text{Hb} > 80\text{ g/L}$,且各项指标稳定 2 h 以上时,开始进行脱机及拔管,结果表明 FTA 的成功率为 51.9%,失败率为 48.1%,再次插管率为 0.74%。其中,成功实施 FTA 的患者围术期肾功能不全发生率明显降低,ICU 住院时间明显缩短,而血流动力学不稳定、出血、咳嗽和呕吐是 FTA 失败的主要原因。Waseem 等^[4] 回顾性分析了 1 704 例 FTA 心脏手术患者,结

果表明 FTA 的失败率为 11.6%,其失败的独立危险因素为年龄 >70 岁、女性、手术时间延长及主动脉阻断时间延长。

此外, Probst 等^[5] 将 200 例择期心脏手术患者随机分为术后 ICU 治疗组和 PACU 治疗组。在 PACU 治疗中,当患者意识清楚、血流动力学稳定、 $\text{PaO}_2 > 70\text{ mmHg}$ 、 $\text{PaCO}_2 < 50\text{ mmHg}$ 、胸部 X 线片和 ECG 正常时,即可开始脱机及拔管,结果表明患者在 PACU 的拔管时间明显短于 ICU (90 min vs 478 min),而早期拔管并未增加二次插管的风险及其他术后并发症的发生。由于各研究间手术种类和拔管标准存在一定差异,导致了 FTA 的成功率有所不同,但大量临床研究表明,FTA 仍是一种安全有效的措施,可以促进心脏手术患者康复。Wong 等^[6] 研究纳入了 28 项随机对照试验(randomized controlled trial, RCT),共 4 438 例心脏手术患者,结果表明,FTA 平均缩短拔管时间 7.4 h,缩短 ICU 住院时间 3.7 h,但未能降低术后死亡率。

FTA 和 UFTA 同样适用于小儿心脏外科。在一项 RCT 中,刘晓麟等^[7] 将 114 例先天性心脏病手术患儿随机分为 UFTA 组和常规麻醉组,UFTA 组在手术室内拔管,拔管指征包括:意识清醒、体温 $>36^{\circ}\text{C}$ 、血流动力学稳定、无明显活动性出血、在 $\text{FiO}_2 \leq 50\%$ 的情况下 $\text{SpO}_2 > 95\%$ 且 $\text{PaCO}_2 < 50\text{ mmHg}$,常规麻醉组则术毕停药送入 ICU 适时评估拔管,结果表明 UFTA 可以明显缩短先心病患儿的拔管时间、ICU 住院时间及术后住院时间,且未增加术后气道梗阻及躁动的发生率。此外, Akhtar 等^[8] 对 29 个国家 144 家小儿心脏外科中心进行了问卷调查,结果表明,有 76% 的麻醉科医师实施过 UFTA。麻醉科医师的积极参与有效地促进了心脏手术患儿的康复,但值得注意的是,UFTA 主要适用于低/中风险的手术患儿,而大出血、氧合情况较差、长时间 CPB 及需要大剂量血管活性药物支持仍是无法实施 UFTA 的主要原因。

因此,传统心血管麻醉阿片类药物用量大,术后苏醒缓慢,机械通气时间及 ICU 住院时间长,不利于患者术后康复。而 FTA 和 UFTA 则是一种安全有效的方法,通过优化麻醉方案及加强术后监测,在不增加二次插管风险的前提下,缩短术后拔管时间,促进患者术后康复。值得注意的是,FTA 和 UFTA 并不适用于所有心血管手术患者,对于术后血流动力学不稳定,需要大量血管活性药物支持或合并其他脏器功能不全的高风险患者,不能为了追求早期拔管,而过度放宽拔管指征,FTA 和 UFTA 的实施应当做到个体化和精细化。

肺保护性通气

肺保护性通气(lung protective ventilation, LPV)是指采

DOI: 10.12089/jca.2020.12.021

基金项目:深圳市科创委知识创新计划基础研究项目(JCYJ20170307161610240)

作者单位:518000 中国医学科学院阜外医院深圳医院麻醉科
通信作者:黄志勇,Email: huzhyg@gmail.com

用小潮气量(6~8 ml/kg)、适宜 PEEP(5~10 cmH₂O)、低平台压(<30 cmH₂O)、手法肺复张及适当允许高碳酸血症等策略改善患者的氧合情况,减少呼吸机导致的肺损伤。LPV 最早应用于治疗各种原因导致的 ARDS,此后研究表明,LPV 可以减少术后肺部并发症,逐渐将其应用于全麻手术患者^[9]。

Mathis 等^[10]回顾性分析了 4 694 例 CPB 心脏手术患者,结果表明术后肺部并发症的发生率为 10.9%,而术中 LPV 则可以有效降低术后肺部并发症发生率并缩短机械通气时间,其中维持平台压<16 cmH₂O 对减少术后肺部并发症有重要作用。Zamani 等^[11]将 64 例冠状动脉旁路移植术(coronary artery bypass grafting, CABG)患者随机分为常规通气组和 LPV 组,LPV 组术中采用潮气量 6 ml/kg,PEEP 10 cmH₂O 及每 30 分钟实施一次手法肺复张,常规通气组只采用潮气量 9 ml/kg,结果表明 LPV 组术后肺部并发症发生率更低(6% vs 17%)。

由于 CPB 心脏手术需经历缺血-再灌注损伤、炎性因子释放及肺塌陷和复张等过程,导致患者术后肺部并发症的发生率高于其他手术。LPV 可以有效促进肺复张,减轻肺损伤,值得在心血管麻醉及术后机械通气中进一步应用与推广。

目标导向液体治疗

目标导向液体治疗(goal directed fluid therapy, GDFT)是 ERAS 的重要措施之一,GDFT 以患者血流动力学指标为导向,在保证足够的器官灌注和组织氧供的前提下,实现精准补液。Osawa 等^[12]将 126 例心脏手术患者随机分为 GDFT 组和常规治疗组,GDFT 组以心脏指数为导向进行输液,结果表明 GDFT 组患者术后死亡及并发症发生率更低(27.4% vs 45.3%),并且 ICU 住院时间及总住院时间明显缩短。此外,Li 等^[13]对 GDFT 应用于心脏手术进行了 Meta 分析,研究纳入了 9 项 RCT,共 1 148 例患者,结果表明 GDFT 可以明显缩短住院时间,但未能降低术后死亡率。

在心血管麻醉中,围术期液体治疗一直备受争议,补液过多会导致高血容量综合征,增加心肺及肾脏负担,而补液不足则易导致血流动力学不稳定,器官灌注不足。无论是补液过量或不足都将增加患者术后并发症及死亡率^[14]。而 GDFT 则为其提供了有效的方法,尽管目前 GDFT 是否可以降低心脏手术患者术后死亡率还存在一定争议,但其可优化围术期补液,缩短患者住院时间,为心血管手术快速康复的重要组成部分。

围术期血糖管理

受手术强烈应激反应、胰岛素抵抗及代谢紊乱等因素影响,CPB 心脏手术围术期易出现血糖波动。高血糖可能会增加术后感染发生率,而低血糖则可能引发神经系统并发症。加强围术期血糖管理对改善心脏手术患者预后具有重要意义,但其控制范围仍存在争议。

Azarfarin 等^[15]将 120 例择期 CABG 手术患者随机分为严格控制血糖组和自由控制血糖组,结果表明术中将血糖严格控制在 110~126 mg/dl 可以减少术中严重高血糖的发生,并且可以减少术后早期并发症(16.9% vs 32.7%)。然而,在另一项大样本多中心 RCT 中,Agus 等^[16]将 980 例心脏手术患儿随机分为严格控制血糖组和标准治疗组,严格控制血糖组患儿围术期血糖控制在 4.4~6.1 mmol/L,结果表明与常规治疗比较,严格控制血糖并未降低心脏手术患儿术后感染发生率及住院期间死亡率。由于研究结果的不一致,曹亚楠等^[17]对 CPB 心脏手术患儿围术期严格控制血糖进行了 Meta 分析,研究纳入 5 篇 RCT,共 3 372 例患儿,分析结果表明,将患儿围术期血糖控制在 3.9~8.8 mmol/L 有助于降低术后感染发生率,但低血糖发生率却明显升高。

高血糖会明显增加心脏手术患者术后并发症及死亡率,严格的血糖管理有助于减少术后并发症,但需警惕低血糖的发生。由于心血管手术的复杂性,其围术期血糖管理需要麻醉科医师、CPB 医师、ICU 医师及护士的共同协作与努力。

围术期血液管理

随着 CPB 技术和心血管外科水平的提高,每年可获得手术治疗的心血管病患者不断增多。然而,心血管外科的异体输血率也不断升高,并已成为异体输血量最多的临床科室^[18]。

为了减少出血和输血,合理利用宝贵的血液资源,世界卫生组织(WHO)提出了患者血液管理(patient blood management, PBM)这一理念,即在循证医学的基础上,通过多学科协作,减少异体输血,促进患者转归^[19]。目前国内外已经发布 PBM 应用于心血管手术的临床指南^[20-21],其具体措施包括:纠正术前贫血、减少手术出血、术中应用抗纤溶药物、自体输血、减少血液稀释、加强围术期凝血功能监测、注重保温及采用限制性输血策略。目前已有足够的临床研究支持 PBM 应用于心血管麻醉,麻醉科医师应当及时更新输血理念,根据手术类型及病情轻重,制定个体化的围术期血液管理方案。

围术期经食道超声心动图监测

经食管超声心动图(transesophageal echocardiography, TEE)是指通过置入食管的超声探头,探查心脏及周围血管的解剖结构并对其进行功能评估的超声监测方法。由于其具有图像清晰,可连续性监测的优点,TEE 已广泛应用于心血管麻醉。TEE 的适应证也从心脏功能的评估扩展至了血流动力学监测、指导液体治疗、引导心脏介入治疗及评价手术疗效等多个方面。此外,Singh 等^[22]研究表明,TEE 可以监测术中肠系膜上动脉内径及血流信号,提示 TEE 可以作为反映围术期肠道灌注的方法之一。美国心脏协会和美国心脏病学会将术中 TEE 监测作为二尖瓣修补术和感染性心内膜炎患者的 I 类推荐^[23]。鉴于心血管手术的独特性,TEE 应当作为心血管麻醉中的重要辅助手段。

多模式镇痛

心血管手术患者多经正中开胸,手术创面大,术后疼痛剧烈。良好的术后镇痛不仅可以增加患者满意度,并且有利于早期下床活动,促进术后恢复。多模式镇痛(multimodal analgesia, MMA)旨在联用不同的镇痛药物及方法,在增加镇痛效果的同时,降低药物剂量,减轻不良反应。心血管麻醉中常见的 MMA 措施包括:口服非阿片类镇痛药、切口浸润麻醉、区域神经阻滞及吗啡鞘内注射。

Greisen 等^[24]研究表明,全麻复合胸段硬膜外镇痛可以减少心脏手术患者的应激反应,从而降低高血糖的发生率,减少胰岛素的用量,因此有效的镇痛是控制围术期应激反应的关键。此外,Markham 等^[25]研究表明,联合口服加巴喷丁、术中双侧胸横肌平面阻滞及持续输注右美托咪定可以促进心脏手术患者早期拔管,并且减少术后阿片类药物用量。Zhang 等^[26]对胸段硬膜外麻醉应用于心脏手术进行了 Meta 分析,研究纳入了 25 项 RCT,3 062 例患者,结果表明胸段硬膜外麻醉复合全麻可以减少心脏手术患者的拔管时间及 ICU 住院时间。因此, MMA 可以减少围术期阿片类药物用量,促进患者术后康复,是心血管麻醉术后重要的措施。

小 结

麻醉学正向着围术期医学发展,麻醉科医师不仅需要关注患者的术中安全,更要着重关注患者的术后康复。精细化的麻醉管理是促进患者术后康复的关键。心血管手术创伤大,术后多并发症及高死亡率给心血管麻醉带来了不小的挑战。快速康复麻醉策略可以减少术后并发症,促进患者康复,对心血管麻醉的实施有重要的参考价值。由于心血管手术的复杂性及高风险性,在心血管麻醉中实施快速康复策略应做到个体化和精细化,对于不同风险的心血管手术应制定不同的麻醉方案。

参 考 文 献

- [1] Du X, Patel A, Anderson CS, et al. Epidemiology of cardiovascular disease in China and opportunities for improvement: JACC international. *J Am Coll Cardiol*, 2019, 73(24): 3135-3147.
- [2] Ljungqvist O, Scott M, Fearon KC. Enhanced recovery after surgery: a review. *JAMA Surg*, 2017, 152(3): 292-298.
- [3] Akhtar MI, Sharif H, Hamid M, et al. Fast track extubation in adult patients on pump open heart surgery at tertiary care hospital. *J Ayub Med Coll Abbottabad*, 2016, 28(4): 639-643.
- [4] Waseem Z, Lindner J, Sgouropoulou S, et al. Independent risk factors for fast-track failure using a predefined fast-track protocol in preselected cardiac surgery patients. *J Cardiothorac Vasc Anesth*, 2015, 29(6): 1461-1465.
- [5] Probst S, Cech C, Haentschel D, et al. A specialized post anaesthetic care unit improves fast-track management in cardiac surgery: a prospective randomized trial. *Crit Care*, 2014, 18(4): 468.
- [6] Wong WT, Lai VK, Chee YE, et al. Fast-track cardiac care for adult cardiac surgical patients. *Cochrane Database Syst Rev*, 2016, 9: CD003587.
- [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] Akhtar MI, Momeni M, Szekely A, et al. Multicenter international survey on the clinical practice of ultra-fast-track anesthesia with on-table extubation in pediatric congenital cardiac surgery. *J Cardiothorac Vasc Anesth*, 2019, 33(2): 406-415.
- [9] Zochios V, Klein AA, Gao F. Protective invasive ventilation in cardiac surgery: a systematic review with a focus on acute lung injury in adult cardiac surgical patients. *J Cardiothorac Vasc Anesth*, 2018, 32(4): 1922-1936.
- [10] Mathis MR, Duggal NM, Likosky DS, et al. Intraoperative mechanical ventilation and postoperative pulmonary complications after cardiac surgery. *Anesthesiology*, 2019, 131(5): 1046-1062.
- [11] Zamani MM, Najafi A, Sehat S, et al. The effect of intraoperative lung protective ventilation vs conventional ventilation, on postoperative pulmonary complications after cardiopulmonary bypass. *J Cardiovasc Thorac Res*, 2017, 9(4): 221-228.
- [12] Osawa EA, Rhodes A, Landoni G, et al. Effect of perioperative goal-directed hemodynamic resuscitation therapy on outcomes following cardiac surgery: a randomized clinical trial and systematic review. *Crit Care Med*, 2016, 44(4): 724-733.
- [13] Li P, Qu LP, Qi D, et al. Significance of perioperative goal-directed hemodynamic approach in preventing postoperative complications in patients after cardiac surgery: a meta-analysis and systematic review. *Ann Med*, 2017, 49(4): 343-351.
- [14] Romagnoli S, Rizza A, Ricci Z. Fluid status assessment and management during the perioperative phase in adult cardiac surgery patients. *J Cardiothorac Vasc Anesth*, 2016, 30(4): 1076-1084.
- [15] Azarfarin R, Sheikhzadeh D, Mirinazhad M, et al. Do non-diabetic patients undergoing coronary artery bypass grafting surgery require intraoperative management of hyperglycemia. *Acta Anaesthesiol Taiwan*, 2011, 49(2): 41-45.
- [16] Agus MS, Steil GM, Wypij D, et al. Tight glycaemic control versus standard care after pediatric cardiac surgery. *N Engl J Med*, 2012, 367(13): 1208-1219.
- [17] 曹亚楠, 高晓薇, 李曼, 等. 心肺转流下心脏手术患儿围术期严格控制血糖与常规控制血糖对相关并发症影响的 Meta 分析. *临床麻醉学杂志*, 2017, 33(2): 157-161.
- [18] Robich MP, Koch CG, Johnston DR, et al. Trends in blood utilization in United States cardiac surgical patients. *Transfusion*, 2015, 55(4): 805-814.
- [19] Mueller MM, Van Remoortel H, Meybohm P, et al. Patient blood management: recommendations from the 2018 frankfurt consensus conference. *JAMA*, 2019, 321(10): 983-997.
- [20] Pagano D, Milojevic M, Meesters MI, et al. 2017 EACTS/EAC-TA guidelines on patient blood management for adult cardiac surgery. *Eur J Cardiothorac Surg*, 2018, 53(1): 79-111.

- [21] 中国心胸血管麻醉学会血液管理分会. 心血管手术患者血液管理专家共识. 中国输血杂志, 2018, 31(4): 321-325.
- [22] Singh NG, Nagaraja PS, Gopal D, et al. Feasibility of measuring superior mesenteric artery blood flow during cardiac surgery under hypothermic cardiopulmonary bypass using transesophageal echocardiography: an observational study. *Ann Card Anaesth*, 2016, 19(3): 399-404.
- [23] Nishimura RA, Otto CM, Bonow RO, et al. 2014 AHA/ACC guideline for the management of patients with valvular heart disease: a report of the American college of cardiology/American heart association task force on practice guidelines. *J Thorac Cardiovasc Surg*, 2014, 148(1): e1-1e132.
- [24] Greisen J, Nielsen DV, Sloth E, et al. High thoracic epidural analgesia decreases stress hyperglycemia and insulin need in cardiac surgery patients. *Acta Anaesthesiol Scand*, 2013, 57(2): 171-177.
- [25] Markham T, Wegner R, Hernandez N, et al. Assessment of a multimodal analgesia protocol to allow the implementation of enhanced recovery after cardiac surgery: retrospective analysis of patient outcomes. *J Clin Anesth*, 2019, 54:76-80.
- [26] Zhang S, Wu X, Guo H, et al. Thoracic epidural anesthesia improves outcomes in patients undergoing cardiac surgery: meta-analysis of randomized controlled trials. *Eur J Med Res*, 2015, 20: 25.

(收稿日期:2019-11-18)

· 继续教育 ·

单肺通气期间低氧血症的发生机制及防治策略

邓惠民 冯迪 吕欣

单肺通气(one-lung ventilation, OLV)是保障胸科手术顺利进行的关键技术。但 OLV 期间约有 9%~27% 的患者发生低氧血症^[1],给手术顺利进行带来风险。低氧血症会增加患者在围术期发生认知功能障碍、房颤、肾衰竭和肺动脉高压等并发症的风险^[2]。因此,在进行 OLV 时低氧血症的预防和处理是术中麻醉管理的重要问题。本文就近年来 OLV 期间低氧血症的发生机制和防治策略的研究进展作一综述。

低氧血症的原因与机制

支气管导管错位 胸科手术进行 OLV 时,发生低氧血症最常见的原因是双腔支气管导管位置不正确。研究表明,摆放好体位后发生双腔支气管导管移位的几率为 32%,经纤维支气管镜调整后,双腔支气管导管移位的几率依然高达 25%,双腔支气管导管移位的患者,97% 会出现低氧血症^[3]。同时,非胸外科专科麻醉科医师所做的双腔支气管插管,位置不正确情况发生的几率高达 39%^[4]。近年来,随着可视双腔支气管导管的使用,支气管内插管位置的准确率有所提高,但其在术中发生移位的几率仍然有 35.1%^[5]。OLV 时,双腔支气管导管位置过深、过浅,以及导管发生旋转、堵塞左上叶开口,进入右主支气管或右肺上叶支气管开口堵塞等情况都会影响通气,导致低氧血症的发生。

异常呼吸生理 OLV 时,非通气侧肺的持续灌流和通

气侧肺的扩张不充分,手术中的麻醉药物和患者体位改变均可影响肺内分流。通气侧肺的通气/血流(V/Q)比值异常是导致低氧血症的原因之一。侧卧位时,受重力影响,患侧肺血液更多流向健侧肺,有利于减少低氧血症的发生,但由于受到腹腔脏器压迫等原因,而使下侧膈肌抬高,下肺顺应性低于上肺,闭合气量明显增加,功能残气量减少,V/Q 比值下降,如通气稍有不足易发生肺不张,从而导致 PaO₂ 下降。由于右肺的血流量占心排出量的 55%,而左肺占 45%,因此,右肺手术时低氧血症的发生率高于左肺手术^[6]。OLV 期间,混入的静脉血预计占总心输出量的 20%~25%^[7]。在纯氧通气的情况下,双肺通气期间 PaO₂ 约为 350~400 mmHg,当改为 OLV 时,PaO₂ 约为 150~200 mmHg^[2]。此外,OLV 还会对通气侧肺和萎陷的非通气侧肺造成不同程度的损伤^[8],OLV 引起的肺损伤也会影响术中患者的氧合,及增加术后肺部并发症^[9]。

缺氧性肺血管收缩(hypoxic pulmonary vasoconstriction, HPV)受抑制 HPV 是肺循环特有的一种适应性机制,可促使缺氧肺泡区的血液转流向通气好的肺泡区,从而改善 V/Q 失调。当肺泡氧分压降低时可激发 HPV,使缺氧区的肺毛细管前小动脉收缩,血管阻力增加,血流量减少,更多的血液流向通气好的肺泡区从而减少肺内的分流。许多因素如麻醉药物、酸碱失衡、温度、血管舒张药和肺部操作等均可能影响非通气侧肺的 HPV 机制,肺泡缺氧刺激产生多种血管活性物质,如肽类内皮素、血栓素 A、血小板激活因子和白三烯,这些血管活性物质都有很强的血管收缩作用^[7]。麻醉期间使用的许多药物都会对 HPV 产生抑制,所有挥发性麻醉药均以剂量依赖性方式抑制 HPV。因此,HPV 受到抑制

DOI: 10.12089/jca.2020.12.022

基金项目:国家自然科学基金(81671947);上海市科委产学研合作项目(16DZ1930307)

作者单位:200433 同济大学附属上海市肺科医院麻醉科
通信作者:吕欣,Email: xinlv@126.com