

# 快通道拔管在全动脉冠脉旁路 移植术的多中心临床效果

国科,陈绪军,郑宝石,施超,黄克力,曹勇,陈军,吴东凯,张晓慎,罗俊辉,  
申林,莫绪明,杨岷,王晓武,雷印胜,田茂州,王振东,孟自力,孙忠东,李有金,  
陆辉辉,孟春营,高峰,陈黔苏,郭能瑞,柳德斌,张楠,林宇,陈文生,宋保国,  
方智,王海晨,廖晓波,徐朝军

(作者单位见文后)

**摘要:**目的 评价全动脉重建(total arterial revascularization, TAR)冠脉旁路移植术(coronary bypass grafting, CABG)实施快通道拔出气管插管(fast-track extubation, FTE)的安全与效果。方法 收集2018年1月至2024年5月34所心脏中心进行TAR患者术后FTE(定义为术后6h以内拔出气管插管)的临床资料,对围手术期病例资料与随访数据等进行分析。结果 640例TAR中,共有221例患者行FTE,其中男180例、女41例,年龄( $55.5 \pm 11.7$ )岁。三支病变171例,双支病变50例。其中,左主干病变70例。术前合并糖尿病75例。TAR均为体外循环下单纯CABG术,共取左内乳动脉桥201支、左桡动脉桥221支、右桡动脉桥200支、游离右内乳桥21支。复合Y或T型桥31支,单支桥612支。远端吻合口( $3.35 \pm 0.7$ )个。气管插管时间( $3.5 \pm 2.7$ )h,ICU时间( $23.5 \pm 12.9$ )h。术后住院时间( $7.5 \pm 3.1$ )d。手术死亡1例。其他病例无再次插管。17例术中安装主动脉球囊反搏。新发房颤22例,前臂血肿11例,低氧血症13例,急性肾功能不全6例,均治愈出院。无胸骨感染发生。随访( $54.3 \pm 7.5$ )个月,随访率90.91%;同术前相比,左室射血分数有显著性改善[( $60.0\% \pm 5.3\%$ ) vs. ( $55.1\% \pm 7.3\%$ ),  $t = 11.16$ ,  $P < 0.001$ ],左室舒张末内径减小[( $51.6 \pm 2.2$ )mm vs. ( $55.0 \pm 7.5$ )mm,  $t = 9.77$ ,  $P < 0.001$ ];随访期间患者全部存活、无重要心脑血管血管事件发生。结论 本研究表明FTE在TAR中可能安全有效。

**关键词:**冠状动脉旁路移植术;全动脉重建;快通道气管拔管;多中心;治疗效果

中图分类号:R654

文献标志码:A

## Multi-center clinical outcomes of fast-track extubation in total arterial coronary bypass grafting in China

GUO Ke, CHEN Xujun, ZHENG Baoshi, SHI Chao, HUANG Keli, CAO Yong, CHEN Jun, WU Dongkai,  
ZHANG Xiaoshen, LUO Junhui, SHEN Lin, MO Xumin, YANG Min, WANG Xiaowu, LEI Yinsheng,  
TIAN Maozhou, WANG Zhendong, MENG Zili, SUN Zhongdong, LI Youjin, LU Huihui, MENG Chunying,  
GAO Feng, CHEN Qiansu, GUO Nengrui, LIU Debin, ZHANG Nan, LIN Yu, CHEN Wensheng,  
SONG Baoguo, FANG Zhi, WANG Haichen, LIAO Xiaobo, XU Chaojun

**Abstract: Objective** To evaluate the safety and efficacy of fast-track extubation (FTE) in total arterial revascularization (TAR) in coronary bypass grafting (CABG) by a multi-center study. **Methods** The clinical data of all the patients who underwent TAR in 34 heart centers in China between January 2018 and May 2024 were retrospectively analyzed. The perioperative medical records and follow-up data of patients undergoing TAR with FTE (defined as extubation within 6 hours after surgery) were studied. **Results** Of 640 patients underwent TAR, a total of 221 patients (180 males and 41 females), with an age of ( $55.5 \pm 11.7$ ) years, who accepted ETE, were included in this study. There

were 171 cases of triple-vessel and 50 of double-vessel disease, with 70 of left main coronary artery lesions. Seventy-five patients had diabetes mellitus. All patients underwent TAR by on pump CABG. A total of 201 left internal mammary artery, 221 left radial artery, 200 right radial arteries, and 21 right internal mammary artery conduits were harvested to construct 612 single and 31 composite Y grafts. The number of distal anastomosis was  $3.35 \pm 0.7$ . The time for tracheal intubation duration, ICU stay and postoperative hospital stay was ( $3.5 \pm 2.7$ ) hours, ( $23.5 \pm 12.9$ ) hours and ( $7.5 \pm 3.1$ ) days, respectively. There was one surgical death. There was no other postoperative reintubation. Intra-aortic balloon pump was implanted in 17 patients. There were 22 patients with new-set atrial fibrillation, 11 with forearm hematoma, 13 with hypoxemia and 6 with acute renal insufficiency. No chest bone infection occurred. The follow-up duration was ( $54.3 \pm 7.5$ ) months, with a follow-up rate of 90.91%. Compared to those of before operation, there was a significant improvement in left ventricular ejection fraction [ $(60.0\% \pm 5.3\%)$  vs. ( $55.1\% \pm 7.3\%$ ),  $t = 11.16$ ,  $P < 0.001$ ] and an obvious decrease in left ventricular end diastolic diameter [ $(51.6 \pm 2.2)$  mm vs. ( $55.0 \pm 7.5$ ) mm,  $t = 9.77$ ,  $P < 0.001$ ]. All patients survived without major adverse cardiovascular and cerebrovascular event during follow-up. **Conclusion** This study suggests that FTE in TAR appears to be safe and effective.

**Key words:** Coronary artery bypass grafting; Total arterialization revascularization; Fast-track extubation; Multi-center; Clinical outcomes

加速康复外科(enhanced recovery after surgery, ERAS)冠状动脉旁路移植术(coronary artery bypass grafting, CABG)以其并发症少、恢复快、住院周期短、患者满意度高,日益受到业内重视<sup>[1-2]</sup>。术后快速拔出气管插管(fast-track extubation, FTE)是ERAS重要内容之一<sup>[2-3]</sup>。尽管目前尚无统一实施标准,但多数研究中FTE定义为术后6h拔出气管插管<sup>[2-3]</sup>。动脉桥具有围手术期安全、中远期桥通畅率高、远期生存好等优点,全动脉冠脉旁路移植术(total arterial revascularization, TAR)已成为国际上当今CABG的重要发展方向<sup>[4-9]</sup>,在笔者团队以前的研究中也取得较好的治疗效果<sup>[10-11]</sup>。有关TAR患者术后实施FTE罕有报道。本文回顾分析TAR术后6h内实施FTE的多中心患者资料,以期明确ETE在TAR中应用的临床效果。

## 1 资料与方法

### 1.1 研究对象

选取2018年1月至2024年5月我国34所医院的心脏病中心进行TAR且术后实施FTE的221例患者,其中,男180例、女41例,年龄13~70( $55.5 \pm 11.7$ )岁。ETE定义为出手术室6h内拔管。本研究符合《赫尔辛基宣言》的要求,所有患者术前签署手术知情同意书。

纳入标准:①单纯全动脉CABG术;②冠脉重度狭窄(左心系统 $\geq 70\%$ ,右冠系统 $\geq 85\%$ );③术前影像学评估证实,动脉桥没有明显的狭窄及粥样硬化,其中桡动脉桥(radial artery, RA)的管径 $\geq 1.5$  mm,手掌的尺-桡动脉侧枝循环良好;④心功能良好,左室射血分数(left ventricular ejection frac-

tion, LVEF)  $\geq 45\%$ ,左室舒张末内径 $\leq 6.0$  cm;⑤肺功能良好,没有严重的通气/换气功能障碍;⑥术前肝、肾功能正常;⑦年龄 $\leq 70$ 岁。

排除标准:①再次手术;②合并需要手术处理的瓣膜病;③术前心、肺、肝、肾功能明显受损;④高龄( $>70$ 岁)患者。

入选病例术前均静脉给白蛋白+口服小剂量利尿剂5d,积极进行呼吸功能锻炼、下床走路。

### 1.2 手术方式

手术均采用同一种质控标准<sup>[10-11]</sup>,即同一种手术方案、同一种技术策略。

#### 1.2.1 麻醉及经食道超声

全麻及气管插管,经股动脉或RA置管行术中压力监测。所有病例均使用经食道心脏超声,术中明确瓣膜的病变性质及瓣膜的功能,各心腔大小及左室的功能,心脏复跳后撤离体外循环前,明确左室收缩情况。止血关胸时停用中长效镇静/镇痛剂与肌松剂,持续泵入短效镇静剂(丙泊酚、右美、瑞芬太尼)。

#### 1.2.2 血管采集

按照文献<sup>[10-11]</sup>的方法,原位采集带蒂左内乳动脉(left internal mammary artery, LIMA)与RA桥。经RA造影者,等待2周,常距穿刺点近端1.0~1.5 cm离断RA;右内乳动脉(right internal mammary artery, RIMA)获取同LIMA,为游离带蒂获取,从第3肋间到远端分叉。

#### 1.2.3 CABG

心脏手术均采用胸骨正中切口,升主动脉-右心房插管,心肌保护采用顺行del Nido停搏液或HTK液。体外循环CABG手术在浅低温下进行,静脉使

用全量肝素; CABG 按照文献[10-11]方法进行手术。远端吻合 7-0 Prolene 线, 远端冠状动脉切口 1.0~1.5 cm, 确保“脚尖”通过 1.5 mm 的探条(德国 Fehling)。RA 桥的近端吻合位于升主动脉, 近端吻合 6-0 Prolene 线。体外循环过程中, 保持平均灌注压 70~75 mmHg (1 mmHg=0.133 kPa) 左右, 术中常规进行超滤, 停机时血红蛋白  $\geq 100$  g/L、红细胞压积  $\geq 30\%$ 。停机时快速给予血小板 1 人份快速滴注, 常规给予鱼精蛋白中和肝素。术中给予甲强龙, 1 mg/kg。心包与纵隔放置引流管各 1 根。

#### 1.2.4 血管桥/靶血管的匹配及抗痉挛策略

优先 LIMA 吻合于左前降支, 左 RA 常规吻合于右冠主干或后降支或钝缘支, 右 RA 常规吻合对角支/中间支/钝缘支。如果 LIMA 血流不满意或长度有限, 将右 RA 远端吻合于左前降支, LIMA 吻合于对角支或中间支, 或弃用。抗痉挛策略同既往研究<sup>[10-11]</sup>: ①非接触技术带蒂获取动脉桥, 远端离断时动脉桥有良好的血流, 局部使用罂粟碱/肝素溶液; ②选择直径  $\geq 1.5$  mm、远端 runoff 好的靶血管吻合; ③体外循环下手术, 保持吻合口精度、宽大通畅, “脚尖”必须通过 1.5 mm 探条, 弥漫性狭窄需要使用原位冠脉成型技术; ④远端吻合完成后早期使用钙离子拮抗剂地尔硫卓与硝酸甘油来扩血管舒张动脉桥; ⑤保证动脉桥长度适宜, 避免牵拉、成角; ⑥通过超滤、给小剂量强心药、积极使用主动脉内球囊反搏装置(intra-aortic balloon pumps, IABP)等方式, 减轻心脏负荷、增加心肌收缩, 维持有效灌注(平均动脉压 70~75 mmHg), 严格避免使用血管收缩血管药物。

#### 1.2.5 术后处理

补足容量, 有创平均血压维持 70~75 mmHg, 泵入地尔硫卓与硝酸甘油(24~48 h), 给予少量强心药物[多巴胺 3~5  $\mu\text{g}/(\text{kg}\cdot\text{min})$  和/或肾上腺素 0.01~0.05  $\mu\text{g}/(\text{kg}\cdot\text{min})$ ]。给予低分子肝素, 拔管 6 h 内口服拜阿司匹林 100 mg, 24~48 h 后氯吡格雷口服 75 mg; 保持胸管通畅, 当胸引量  $\leq 20\sim 30$  mL/h 且连续持续 1~3 h, 拔出胸管; 鼓励 48~72 h 内早下床活动行心脏康复锻炼。

#### 1.2.6 拔管指征

基于以往经验<sup>[10-11]</sup>, 拔管指征主要包括: ①当呼吸机吸入气氧浓度 40%, 血气氧分压( $\text{PO}_2$ )  $\geq 65$  mmHg; ②肌力四级; ③胸引量  $\leq 20\sim 30$  mL/h, 连续 1~3 h; ④神志清楚; ⑤正性肌力药物少, 循环

稳定。

拔管后予以“面罩+高流量吸氧”, 多雾化咳痰, 术后如果 36~48 h 发生低氧血症, 给予甲强龙(40 mg/d, 连续 72 h)或运用无创呼吸机。

#### 1.2.7 围手术期观察

围手术期观察常见各种并发症, 并发症的定义参照文献[10-11]。

#### 1.2.8 随访

主要临床终点为主要心脑血管不良事件(major adverse cardiovascular and cerebrovascular event, MACCE), 包含死亡、心肌梗死及卒中。次要临床终点为死亡、心因性死亡、心肌梗死、卒中、靶血管再次血运重建、纽约心脏病学会(New York Heart Association, NYHA)心功能分级、加拿大心血管病学会(Canadian Cardiovascular Society, CCS)心绞痛分级。通过电话、微信、邮件或门诊随访的方式对患者进行随访。随访内容为上述主要及次要临床终点。术后每 3~6 月进行 1 次随访, 随访者进行心电图、心脏超声, 以后每年复查 1 次。

### 1.3 统计学处理

采用 SPSS 22.0 统计软件。符合正态分布的计量资料以  $\bar{x}\pm s$  表示, 两组间手术前后比较采用配对样本  $t$  检验。计数资料以  $n(\%)$  表示, 组间比较采用 Fisher 确切概率法。 $P < 0.05$  为差异有统计学意义。

## 2 结 果

### 2.1 患者一般资料

在 34 所医院的心脏病中心同期共有 6 730 例 CABG 患者中, 其中 TAR 640 例。在 640 例患者中, 共纳入 FTE 患者 221 例, 其中 13 岁儿童川崎病 1 例, 纳入病例的一般情况具体见表 1。TAR 并 FTE 占全部 TAR 的 34.53%(221/640)。

表 1 TAR 并 FTE 病例患者基本特征( $n=221$ )

Table 1 Baseline characteristics of TAR patients with FTE( $n=221$ )

项目	数据
年龄/岁	55.5 $\pm$ 11.7
性别	
男	180(81.45)
女	41(18.55)
体质量指数*/( $\text{kg}/\text{m}^2$ )	28.5 $\pm$ 4.2
高血压	200(90.49)
高血脂	211(95.46)
II 型糖尿病	75(33.94)

续表

项目	数据
外周血管疾病	17(7.69)
中风史	6(2.72)
肾功能减退	3(1.36)
长期吸烟病史	179(81)
慢性阻塞性肺疾病	5(2.26)
左室舒张末内径*/mm	55±7.5
左室射血分数*	55.1±7.3
心功能(NYHA 分级, II级以上)	190(85.97)
心绞痛分级(CCS 分级, III级以上)	203(91.86)
冠脉血管病变	
三支病变	171(77.38)
双支病变	50(22.62)
左主干病变(狭窄≥70%)	50(22.62)
支架内再狭窄	33(14.93)
急性冠脉综合征	27(14.93)

注: \* 以  $\bar{x}\pm s$  表示,其他以  $n(\%)$  表示。

## 2.2 手术结果

升主动脉阻断时间 54~77(57.5±11.4) min, 体外循环时间 79~117(113.4±19.2) min。221 例手术中, 共取 LIMA 201 支(吻合于 LAD 109 支, 对角支 10 支、中间支 2 支)、左 RA 221 支(吻合于右冠系统 125 支, 钝缘支 55 支, 对角支 40 支)、右 RA 200 支(吻合 LAD 20 支, 回旋支 173 支, 中间支 7 支)、RIMA 31 支(吻合于对角支)。复合 Y 型动脉桥 31 支(均为左冠状动脉系统), 其余均为单支桥。远端吻合口数 2~5(3.35±0.7) 个。术中超滤 1 500~3 700(2 440±730) mL。

气管插管时间 1~6(3.5±2.7) h, 其中 1 h 拔管 24 例。拔管时间 2018 年为(5.2±0.37) h, 以后逐步加快, 2024 年拔管时间为(1.24±0.37) h, 变化趋势见图 1。ICU 时间 12~117(23.5±12.9) h, 术后住院时间 7~15(7.5±3.1) d。

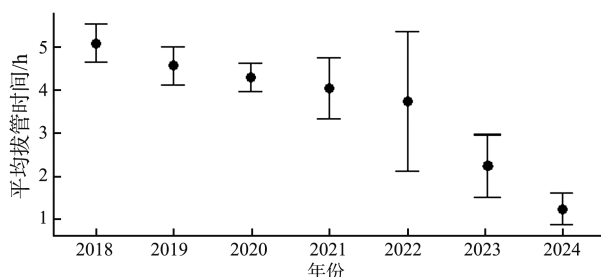


图 1 不同年份全动脉冠脉旁路移植术快速拔管时间  
Figure 1 Extubation duration of TAR patients in different year

所有手术病例顺利停机。17 例(7.69%, 17/221) 术中安装 IABP, 均为重度左主干病变, 术后均安全撤离体外循环并于术后 1~3 d 撤离 IABP。术后新发生心房颤动 22 例, 前臂血肿 11 例, 术后

左胸腔出血 7 例需要行闭式引流, 低氧血症 13 例, 给予无创呼吸机 5~12 h 低氧缓解, 急性肾功能不全 6 例(4 例行持续肾替代治疗), 均治愈出院。

手术死亡 1 例(1/221, 0.45%), 于术后 13 d 死亡, 死亡原因为术后难治性霉菌性感染并感染性休克。死亡率 0.45%(1/221) 低于同期 34 家心脏中心传统 CABG(LIMA+静脉) 2.14%(144/6 730), 但差异无统计学意义( $P=0.093$ )。术后无再次气管插管病例。

## 2.3 随访

本研究中随访成功定义为能通过通信方式联系到患者本人能到就近医院复查并提供复查资料。随访 2~75(54.3±7.5) 个月, 随访率 90.91%(200/220)。左室射血分数较术前有显著性改善[(60.0%±5.3%) vs. (55.1%±7.3%),  $t=11.16, P<0.001$ ]。左室舒张末内径较术前减小[(51.6±2.2) mm vs. (55.0±7.5) mm,  $t=9.77, P<0.001$ ]。随访患者全部存活, 无 MACCE 发生。

## 3 讨论

### 3.1 FTE 在 TAR 中的意义

ERAS 在 CABG 受到越来越多的重视, ERAS 涉及多学科, 包括手术、麻醉、气管插管、积极康复训练等<sup>[2-3]</sup>。研究证明, FTE 在减少包括呼吸机肺炎在内的术后严重并发症、降低死亡率、加快住院周转、减少 ICU 与住院周期、提高患者满意度等方面有重要意义<sup>[1-3]</sup>。本研究中 FTE 患者气管插管时间(3.5±2.7) h, 其中 1 h 拔管 24 例。FTE 需要多学科协同<sup>[2-3]</sup>, 经验积累更重要, 本研究中 2018 年为(5.2±0.37) h, 以后逐步加快, 2024 年拔管时间为(1.24±0.37) h。目前 FTE 的定义普遍认为是术后 6 h<sup>[2]</sup>, 最近有研究证实, 可以在更短的时间内, 如术后 3 h 内超快气管拔管(ultra-fast-track extubation, UFTE)<sup>[12]</sup>, 甚至在术后手术室安全拔管<sup>[3]</sup>。本研究中, 2024 年的拔管时间达到 UFTE 的标准, 相信随着病例积累、研究深入、流程优化与经验增加, 可以达到部分病例在手术室直接拔出气管插管。

TAR 具有围手术期安全、中远期桥通畅率高、远期生存好等优点<sup>[5-9]</sup>, 已成为国际上当今 CABG 的重要发展方向。目前有关 TAR 实施 FTE 在国内未见文献报道, 本研究可望为减少 TAR 术后并发症、缩短住院时间并加强 TAR 患者的周转、节约住

院医疗成本及医保资源、提高患者的满意度等方面,提供新的思路、新的方向。

### 3.2 本研究 TAR 实施 FTE 的经验

本研究初步结果表明,TAR 中 FTE 是安全的。经验及技术策略包括以下几点。

#### 3.2.1 病例的良好选择与术前细致准备

本研究病例中均为单纯的 CABG 术,不包括合并其他手术的 TAR 术,左心功能均在 LVEF 0.45 以上,85.97%(190/221)例患者心功能 II 级以上。患者相对年轻,术前肺、肝、肾功能多正常。术前准备充分,都经过呼吸功能锻炼、给高蛋白饮食、静脉补充白蛋白并口服利尿剂 5 d 以上,并积极要求进行下地步行、康复训练。

#### 3.2.2 动脉桥的选择与左冠状动脉解剖完全再血管化(anatomic complete revascularization, ACR)

原位带蒂 LIMA 长度有限,RA 长达 18~22 cm,而且 RA 的管径比 LIMA 粗,可以有更好的桥血流,足够满足左、右心冠脉靶血管的吻合,因此本研究共取带蒂 LIMA 201 支、左 RA 221 支、右 RA 200 支、RIMA 21 支,这种技术策略在以前的研究中得到证实<sup>[10-11,13]</sup>。为确保完全再血管化及吻合口精度,每一个远端吻合口的“脚尖”在打节前必须通过 1.5 mm 的探条,在以前的研究中也得到证实<sup>[10-11,13]</sup>。本研究涉及 34 所医院的心脏病中心,各中心冠脉外科发展不一,时间跨度达 5 年,LIMA 使用比例偏低。相信随病例积累,在未来的研究中将会进一步提高 LIMA 使用比例。

鉴于左冠状动脉的再血管化对于心功能有重要意义,本研究中力争在左冠系统直径 1.5 mm,狭窄 $\geq 75\%$ 的靶血管(包括中间支与对角支)一律进行完全血运重建,达到 ACR。近年研究证实 ACR<sup>[14-17]</sup>常有更好的心功能与中-远期生活质量。本研究三支病变 171,双支病变 50 例,获取动脉桥数总共为 653 支,31 例患者获取了 4 支动脉桥(LIMA、RIMA 与左 RA、右 RA),远端吻合口数  $3.35\pm 0.7$ ,达到 ACR。随访结果表明患者平均左室射血分数较术前有显著性改善、左室舒张末内径较术前减小,也说明左冠脉系统 ACR 的重要性。

#### 3.2.3 体外循环下手术的重要意义

有体外循环的保护,平均动脉压 70~75 mmHg 可以持续维持稳定的脑灌注,避免低灌注导致的脑卒中,保证肾灌注,避免术后急性肾功能不全。本研

究中术后未发生苏醒延迟,顺利拔管也说明体外循环的重要意义。另外,心肌保护液均采用 del Nido 或 HTK 停搏液。del Nido 停搏液含血,近年来在冠脉外科广泛使用,效果良好<sup>[18]</sup>。利用体外循环可以积极超滤,在减少炎症因子及减少心脏(容量)前负荷、避免低心排、减少对肾上腺素及多巴胺等药物的使用量、避免使用去甲肾上腺素方面有重要意义,而且超滤有利于缓解肺水肿、改善低氧、快速拔管、改善脑水肿和苏醒<sup>[10-11,13]</sup>。

#### 3.2.4 IABP 的应用

病变严重的冠心病患者,重度左主干+三支病变者在本研究中需要积极考虑准备使用 IABP。IABP 可提高心肌灌注压,减少血管活性药物的使用,减少动脉痉挛的发生。本研究中,停机前循环不稳定者,17 例(7.69%)术中安装 IABP,术后均顺利撤离。

#### 3.2.5 麻醉药物的使用与管理

术中关胸时停用常见的中长效镇静/镇痛药物(包括肌松剂),使用短效麻醉剂,如德布利麻、右旋咪唑等。体外循环停机后停止使用肌松剂,回监护室后立即停止任何镇静剂/镇痛药物,均有利于快速拔管。美国胸外科医师协会最新的指南提示,术中短效镇静/镇痛药物的使用对于 FTE 尤为重要<sup>[19]</sup>。

#### 3.2.6 拔管指征与拔管后的给氧

本研究的拔管指征较宽,拔管后立即给予高流量氧疗并进行雾化吸入。未发生再次插管,说明拔管指征可行。7 例拔管后使用 3~15 h 无创呼吸机。

#### 3.2.7 止血/抗凝策略

术后关胸止血/抗凝策略治疗非常重要。多支动脉桥引流偏多,在关胸时要严格细致止血。动脉桥侧枝多、细小,容易疏忽,吻合口大(1~1.5 cm)、边距窄、转机时间偏长,易渗血。在停机时,快速滴 1 人份血小板,可明显减少术后引流,缩短关胸时间,避免出血/输血相关并发症(肺、脑、肾等)。建议使用硅塑胸引管(心包纵隔),小心心包积液或堵塞。依据经验<sup>[10-11,13]</sup>采取以下策略:①抗凝早。术后 4~6 h 内,使用低分子肝素(每 12 h 一次,连续性 2~3 次)。②抗凝强。拔管 $\leq 6$  h,阿司匹林 100 mg;24 h 内同时联用波立维 75 mg。③抗血小板持久。波立维持续 1 年;阿司匹林终身服用。

### 3.2.8 积极补充胶体、激素,加强利尿

本研究中,术后补充足量的白蛋白,使体内蛋白含量达到正常水平,同时给予小剂量利尿剂,保证72 h 负平衡。另外,从术中体外循环开始补充小剂量甲强龙,持续72 h,可以明显改善氧合、减少肺水肿,有利于早拔管同时避免再次插管。

### 3.2.9 改善动脉桥通畅率、防治动脉桥痉挛

TAR 中应积极防治动脉桥痉挛,为此,本研究的策略是<sup>[10-11,20-25]</sup>:①在术前选择靶血管时要保证术中尽量有使竞争血流最小化;术中操作严格采用非接触技术,内乳动脉与 RA 均为带蒂获取。②积极使用扩血管药物。术中复跳后积极静脉泵入钙离子通道阻滞剂与硝酸甘油,多巴胺与肾上腺素持续泵入,术后72 h 内保持平均动脉压70~75 mmHg;严格避免使用去甲肾上腺素等缩血管药物。③IABP 可以改善心肌灌注提高收缩血压10~15 mmHg,本研究中7.69%重度左主干患者使用了IABP,对于减少血管活性药物、预防性动脉痉挛有重要意义;积极超滤,有利于改善心脏前负荷,减少血管活性药物使用剂量。④术后持续口服12个月钙离子通道阻滞剂等。

## 3.3 总结与展望

本研究系国内首次报道 TAR 术后 ETE 的多中心研究,初步结果表明其可能安全有效。但尚存在一些不足之处,如本研究系回顾性研究、病例数相对有限、缺乏随机对照、病例多选择年轻心功能好的患者等。相信随着病例的积累,ETE 的 TAR 将会在冠心病患者治疗中发挥越来越重要的作用。

### 作者单位:

国科 遵义医科大学附属医院心脏大血管外科,贵州遵义 563003  
陈绪军 华中科技大学同济医学院武汉市第一医院心外科,湖北武汉 430022  
郑宝石 广西医科大学第一附属医院心脏外科,广西南宁 530021  
施超 蚌埠医科大学第一附属医院心外科,安徽蚌埠 233004  
黄克力 四川省人民医院心外科,四川成都 610072  
曹勇 高州市人民医院心外科,广东高州 525200  
陈军 中南大学湘雅医院心脏大血管外科,湖南长沙 410008  
吴东凯 华中科技大学同济医学院附属同济医院心外

科,湖北武汉 430030

张晓慎 暨南大学附属第一医院心外科,广东广州 510630  
罗俊辉 中国人民解放军联勤部队 989 医院心胸外科,河南洛阳 471031  
申林 重庆医科大学附属第二医院心胸外科,重庆 401336  
莫绪明 南京市儿童医院心胸外科,江苏南京 210019  
杨岷 江南大学附属医院心胸外科,江苏无锡 214122  
王晓武 南方医科大学珠江医院心外科,广东广州 510280  
雷印胜 山东第一医科大学附属第一医院心外科,山东济南 250014  
田茂州 烟台毓璜顶医院心外科,山东烟台 264000  
王振东 临汾市人民医院心外科,山西临汾 041000  
孟自力 河北省胸科医院心胸外科,河北石家庄 050000  
孙忠东 潍坊市人民医院心外科,山东潍坊 261000  
李有金 宁夏回族自治区人民医院心外科,宁夏银川 750002  
陆辉辉 湖南省直中医院心胸外科,湖南株洲 412000  
孟春营 深圳市市人民医院心外科,广东深圳 518000  
高峰 西安交通大学附属第二医院心外科,陕西西安 710114  
陈黔苏 贵州医科大学附属医院心外科,贵州贵阳 550004  
郭能瑞 运城市人民医院心外科,山西运城 044000  
柳德斌 海南省人民医院心血管外科,海南海口 570133  
张楠 沧州中心医院心外科,河北沧州 061015  
林宇 广东省中医院心胸外科,广东广州 510120  
陈文生 西安高新医院心外科,陕西西安 710075  
宋保国 陕西省人民医院心外科,陕西西安 710068  
方智 四川大学华西医院心外科,四川成都 610044  
王海晨 西安交通大学第一附属医院心外科,陕西西安 710061  
廖晓波 中南大学湘雅二医院心外科,湖南长沙 410008  
徐朝军 湖南中医药大学附属第一医院心胸外科,湖南长沙 410021

## 参考文献:

- [1] Mondal S, Bergbower EAS, Cheung E, et al. Role of cardiac anesthesiologists in intraoperative enhanced recovery after cardiac surgery (ERACS) protocol: a retrospective single-center study analyzing preliminary results of a yearlong ERACS protocol implementation [J]. J Cardiothorac Vasc Anesth, 2023, 37(12): 2450-2460.

- [2] Schneider C, Marguerite S, Ramlugun D, et al. Enhanced recovery after surgery program for patients undergoing isolated elective coronary artery bypass surgery improves postoperative outcomes [J]. *J Thorac Cardiovasc Surg*, 2024, 168(2): 597-607.
- [3] Teman NR, Strobel RJ, Bonnell LN, et al. Operating room extubation for patients undergoing cardiac surgery: a national society of thoracic surgeons database analysis [J]. *Ann Thorac Surg*, 2024, 118(3): 692-699.
- [4] Schwann TA, Habib RH, Wallace A, et al. Operative outcomes of multiple-arterial versus single-arterial coronary bypass grafting [J]. *Ann Thorac Surg*, 2018, 105(4): 1109-1119.
- [5] Gaudino M, Benedetto U, Fremes S, et al. Radial-artery or saphenous-vein grafts in coronary-artery bypass surgery [J]. *N Engl J Med*, 2018, 378(22): 2069-2077.
- [6] Rocha RV, Tam DY, Karkhanis R, et al. Long-term outcomes associated with total arterial revascularization vs non-total arterial revascularization [J]. *JAMA Cardiol*, 2020, 5(5): 507-514.
- [7] Ren J, Tian DH, Gaudino M, et al. Survival benefit of multiple arterial revascularization with and without supplementary saphenous vein graft [J]. *J Am Heart Assoc*, 2023, 12(22): e031986. doi:10.1161/JAHA.123.031986.
- [8] Shapira OM. Radial artery as the preferred second conduit for coronary bypass [J]. *N Engl J Med*, 2018, 378(22): 2134-2135.
- [9] Sabik JF 3rd, Mehaffey JH, Badhwar V, et al. Multiarterial vs single-arterial coronary surgery: 10-year follow-up of 1 million patients [J]. *Ann Thorac Surg*, 2024, 117(4): 780-788.
- [10] 陈绪军, 郑宝石, 张永, 等. 冠脉旁路移植术双桡动脉桥多中心应用的中期结果 [J]. *中华医学杂志*, 2019, 99(14): 1069-1074.  
CHEN Xujun, ZHENG Baoshi, ZHANG Yong, et al. Mid-term multi-center outcomes of bilateral radial artery as conduits in coronary artery bypass grafting [J]. *National Medical Journal of China*, 2019, 99(14): 1069-1074.
- [11] 刘达兴, 陈绪军, 郑宝石, 等. 体外循环下全动脉冠状动脉旁路移植治疗左室功能低下冠心病多中心临床观察 [J]. *中华医学杂志*, 2020, 100(18): 1390-1395.  
LIU Daxing, CHEN Xujun, ZHENG Baoshi, et al. Multi-center clinical observation of total arterial coronary artery bypass grafting under cardiopulmonary bypass in the treatment of coronary heart disease with left ventricular dysfunction [J]. *National Medical Journal of China*, 2020, 100(18): 1390-1395.
- [12] Bianchi P, Constantine A, Costola G, et al. Ultra-fast-track extubation in adult congenital heart surgery [J]. *J Am Heart Assoc*, 2021, 10(11): e020201. doi:10.1161/JAHA.120.020201
- [13] 刘达兴, 陈绪军, 张建, 等. 左桡动脉桥冠状动脉旁路移植术治疗右主干重度狭窄的中期结果 [J]. *中华医学杂志*, 2019, 99(42): 3313-3317.  
LIU Daxing, CHEN Xujun, ZHANG Jian, et al. Mid-term results of coronary artery bypass grafting with left radial artery bridge in the treatment of severe right main stenosis [J]. *National Medical Journal of China*, 2019, 99(42): 3313-3317.
- [14] Mavromatis K, Jones PG, Ali ZA, et al. Complete revascularization and angina-related health status in the ISCHEMIA trial [J]. *J Am Coll Cardiol*, 2023, 82(4): 295-313.
- [15] Stone GW, Ali ZA, O'Brien SM, et al. Impact of complete revascularization in the ISCHEMIA trial [J]. *J Am Coll Cardiol*, 2023, 82(12): 1175-1188.
- [16] Bianco V, Kilic A, Aranda-Michel E, et al. Complete revascularization during coronary artery bypass grafting is associated with reduced major adverse events [J]. *J Thorac Cardiovasc Surg*, 2023, 166(1): 104-113.
- [17] Schaefer A, Conradi L, Schneeberger Y, et al. Clinical outcomes of complete versus incomplete revascularization in patients treated with coronary artery bypass grafting: insights from the TiCAB trial [J]. *Eur J Cardiothorac Surg*, 2020; ezaa330. doi:10.1093/ejcts/ezaa330
- [18] Misra S, Srinivasan A, Jena SS, et al. Myocardial protection in adult cardiac surgery with del Nido versus blood cardioplegia: a systematic review and meta-analysis [J]. *Heart Lung Circ*, 2021, 30(5): 642-655.
- [19] Gregory AJ, Arora RC, Chatterjee S, et al. Enhanced Recovery After Surgery (ERAS) cardiac turnkey order set for perioperative pain management in cardiac surgery: Proceedings from the American Association for Thoracic Surgery (AATS) ERAS Conclave 2023 [J]. *JTCVS Open*, 2024, 22: 14-24. doi:10.1016/j.jxon.2024.08.018
- [20] 陈绪军, 程兆云, 郑宝石, 等. 北美胸外科医师协会冠状动脉旁路移植术动脉桥临床应用指南解读 [J]. *中华医学杂志*, 2018, 98(36): 2857-2860.  
CHEN Xujun, CHENG Zhaoyun, ZHENG Baoshi, et al. Interpretation of the guidelines for clinical application of coronary artery bypass grafting by the North American Association of Thoracic Surgeons [J]. *National Medical Journal of China*, 2018, 98(36): 2857-2860.
- [21] 陈绪军, 刘达兴, 黄克力, 等. 2021 美国胸外科协会缺血性心脏病伴心力衰竭冠状动脉旁路移植术专家共识解读 [J]. *中华医学杂志*, 2021, 101(36): 2825-2830.  
CHEN Xujun, LIU Daxing, HUANG Keli, et al. Interpretation of the American Association for Thoracic Surgery expert consensus document: coronary artery bypass grafting in patients with ischemic cardiomyopathy and heart failure in 2021 [J]. *National Medical Journal of China*, 2021, 101(36): 2825-2830.