

左胸廓内动脉联合桡动脉行冠状动脉旁路移植术早期临床疗效

张熙伟¹,任琳玮²,张辉³,张歆杰³,刘伟国⁴,王东^{1,3}

(1.山东省千佛山医院心血管外科学,山东大学齐鲁医学院,山东 济南 250012;2.潍坊医学院临床医学院,山东 潍坊 261053;

3.山东第一医科大学第一附属医院(山东省千佛山医院)心血管外科学,山东省心脏移植与材料工程科技研究中心,

山东 济南 250014;4.山东第一医科大学第一附属医院(山东省千佛山医院)临床药学,

山东省儿童药物临床评价与研发工程技术中心,山东省医药卫生临床药学重点实验室,山东 济南 250014)

摘要:目的 探讨体外循环与非体外循环下左胸廓内动脉(left internal thoracic artery, LITA)联合桡动脉(radial artery, RA)行全动脉化冠状动脉旁路移植术(total arterialized coronary artery bypass grafting, TA-CABG)的早期临床效果。方法 回顾性分析山东省千佛山医院心脏外科2020年1月至2022年6月接受全动脉化冠状动脉搭桥术105例患者临床资料,其中不停跳冠状动脉旁路移植术(off-pump coronary artery bypass grafting, OPCAB)患者59例,为OPCAB组,体外循环下冠状动脉旁路移植术(on-pump coronary artery bypass grafting, ONCAB)患者46例,为ONCAB组。分析包括术前资料、术中桥血管获取及吻合方式、术后并发症及处理措施,所有患者术后12个月复查冠状动脉CT血管造影(computed tomography angiography, CTA),并评估桥血管通畅率及不良心血管事件发生率。结果 ONCAB组手术时间高于OPCAB组,术后住院时间小于OPCAB组,差异有统计学意义($P=0.006$),两组术中吻合口个数、桥血管流量差异无统计学意义($P>0.05$),术后机械通气时间、术后24h引流量、心律失常、围术期心肌梗死、切口感染及前臂并发症差异无统计学意义($P>0.05$),两组患者均无院内死亡及术后脑血管事件发生。结论 体外循环与非体外循环下LITA联合RA行冠状动脉旁路移植术近期临床效果满意;ONCAB组术后住院时间少于OPCAB组;RA获取时应注意桡神经分支保护;术中及术后抗痉挛治疗十分重要。

关键词:冠状动脉旁路移植术;全动脉化;桡动脉;通畅率;早期

中图分类号:R654.2

文献标志码:A

Early clinical efficacy of left internal thoracic artery plus radial artery in total arterialized coronary artery bypass grafting

ZHANG Xiwei¹, REN Linwei², ZHANG Hui³, ZHANG Xinjie³, LIU Weiguo⁴, WANG Dong^{1,3}

(1. Department of Cardiovascular Surgery, Shandong Provincial Qianfoshan Hospital, Cheeloo College of Medicine, Shandong University, Jinan 250012, Shandong, China; 2. Clinical Medical College Weifang Medical University, Weifang 261053, Shandong, China; 3. Department of Cardiovascular Surgery, The First Affiliated Hospital of Shandong First Medical University & Shandong Provincial Qianfoshan Hospital, Shandong Engineering Research Center for Health Transplant and Material,

Jinan 250014, Shandong, China; 4. Department of Clinical Pharmacy, The First Affiliated Hospital of Shandong First Medical University & Shandong Provincial Qianfoshan Hospital, Shandong Engineering and Technology Research

Center for Pediatric Drug Development, Shandong Medicine and Health Key Laboratory of Clinical Pharmacy,

Jinan 250014, Shandong, China)

Abstract: Objective To investigate the early clinical efficacy of left internal thoracic artery (LITA) plus radial artery

收稿日期:2023-07-31

基金项目:山东省科技发展计划(2014GSF118090)

通信作者:王东。E-mail:wangdong9859@sina.com

刘伟国。E-mail:liuweiguoy@163.com

(RA) in total arterialized coronary artery bypass grafting (TA-CABG). **Methods** The clinical data of 105 patients who underwent total TA-CABG during Jan. 2020 and Jun. 2022 in the Department of Cardiovascular Surgery of Shandong Provincial Qianfoshan Hospital were retrospectively analyzed, including 59 who underwent off-pump coronary artery bypass grafting (OPCAB) and 46 who underwent on-pump coronary artery bypass grafting (ONCAB). Preoperative data, intraoperative graft acquisition and anastomosis methods, postoperative complications and management measures were included. Computed tomography angiography (CTA) was conducted in all patients 12 months after surgery to evaluate the graft patency rate and incidence of adverse cardiovascular events. **Results** The operation time of ONCAB group was longer than that of OPCAB group, while the postoperative hospital stay was shorter, with statistically significant difference ($P=0.006$). However, there were no statistically significant differences in the number of anastomosis, flow in grafts, postoperative mechanical ventilation time, 24 h postoperative drainage, arrhythmia, perioperative myocardial infarction, incision infection and forearm complications ($P>0.05$). No death or postoperative cerebrovascular events occurred in either groups. **Conclusion** LITA plus RA yields satisfactory early clinical outcomes in TA-CABG. ONCAB group needs shorter hospital stay than OPCAB group. Protection of radial nerve branch is important when RA is obtained. Intraoperative and postoperative antispasmodic therapy is essential.

Key words: Coronary artery bypass grafting; Total arterialization; Radial artery; Patency rate; Early phase

心血管疾病 (cardiovascular diseases, CVD) 在全球居民疾病死亡构成比中占首位,最新的流行病学调查显示我国 CVD 人数约 3.3 亿,其中冠状动脉粥样硬化性心脏病 (coronary atherosclerotic heart disease, CAD) 1 139 万,约占全球患病人数的 5.8%^[1-2]。冠状动脉旁路移植术 (coronary artery bypass grafting, CABG) 是冠状动脉多支病变主要治疗方法。大隐静脉 (great saphenous vein, GSV) 作为除左胸廓内动脉 (left internal thoracic artery, LITA) 外应用最广泛的桥血管,其 10 年通畅率仅为 50%~60%^[3]。当前冠心病发病年龄日益“年轻化”,桥血管材料通畅率成为当下研究热点,“第二桥血管”的选择尚未达成共识。已有研究表明,接受全动化搭桥患者桥血管远期通畅率高于静脉桥^[4-5]。近年来提出“全动脉化”搭桥概念,在多支动脉桥在 CABG 血管使用率方面,欧美在 27% 左右,我国已有数据在 8.3% 左右,其中全动脉桥仅为 3.6%,仍有较高提升空间^[6]。2021 年美国心脏病学会将桡动脉 (radial artery, RA) 作为旁路血管从 II a 类推荐提升为 I 类推荐^[7],当前国内外学者推荐桡动脉为 CABG 第二血管桥^[8-9]。本研究对接受体外循环下冠状动脉旁路移植术 (on-pump coronary artery bypass grafting, ONCAB) 与非体外循环下冠状动脉旁路移植术 (off-pump coronary artery bypass grafting, OPCAB) 患者的临床资料进行回顾性分析,评估两种手术方式下使用端-侧方式吻合 RA 行全动脉化冠脉搭桥早期临床效果,总结 RA 获取、保存、手术方式及术后临床管理经验,为提高桡动脉在血运重建手术中的使用提供依据。

1 资料与方法

1.1 临床资料

回顾性分析 2020 年 1 月至 2022 年 6 月山东省千佛山医院心脏外科行 LITA 联合 RA 冠状动脉搭桥患者 105 例 (表 1), 其中 OPCAB 组 59 例, ONCAB 组 46 例; 32~69 岁, 其中男 62 例, 女 43 例, 经皮冠状动脉介入治疗 (percutaneous coronary intervention, PCI) 25 例。两组患者纳入标准: ① 年龄不大于 70 周岁; ② Allen 试验阴性, 术前桡动脉超声检查无异常; ③ 冠状动脉靶血管直径不低于 1.5 mm; ④ 患者接受非紧急冠状动脉旁路移植术。两组患者排除标准: ① 冠状动脉病变不适合冠脉搭桥; ② 合并锁骨下动脉狭窄; ③ 术前冠状动脉 CT 血管造影 (computed tomography angiography, CTA) 提示乳内动脉狭窄或钙化; ④ 上肢术前有外伤史; ⑤ 患者患有自身免疫性疾病。

表 1 患者术前一般资料
Table 1 Preoperative data of patients

项目	ONCAB 组 (n=46)	OPCAB 组 (n=59)	P
性别/n(%)			
男	26(56.5)	36(61.0)	0.642
女	20(43.5)	23(39.0)	
年龄(岁)	54.02±7.34	52.00±8.55	0.204
BMI	28.18±3.10	27.59±2.79	0.302
合并症/n(%)			
高血压	20(43.5)	30(50.8)	0.453
糖尿病	14(30.4)	20(33.9)	0.707
高脂血症	16(34.8)	25(42.4)	0.429

续表

项目	ONCAB 组 (n=46)	OPCAB 组 (n=59)	P
慢阻肺	5(10.9)	8(13.6)	0.678
脑血管疾病	4(8.7)	10(16.9)	0.217
心梗	17(37.0)	24(40.7)	0.698
既往 PCI	10(21.7)	15(25.4)	0.660
术前超声			
LVEF/%	52.80±7.50	54.86±7.87	0.176
LVEDd/mm	50.30±4.00	49.36±5.75	0.322
右 RA 内径/mm	2.02±0.17	2.05±0.19	0.386
右 RA 峰流速/(cm/s)	59.57±4.08	60.80±3.75	0.111
左 RA 内径/mm	2.01±0.16	2.06±0.15	0.081
左 RA 峰流速/(cm/s)	59.51±3.81	60.83±3.17	0.064
LITA 内径/mm	1.97±0.28	1.99±0.29	0.671
LITA 峰流速/(cm/s)	50.72±5.21	51.63±3.43	0.309

注: BMI: 体质量指数; LVEF: 左室射血分数; LVEDd: 左室舒张末内径。

1.2 方法

1.2.1 桥血管评估

所有患者术前均行 RA 及 LITA 超声检查。RA 首先行 Allen 试验, 双手同时按压一侧尺、桡动脉, 嘱患者用力握拳后张开 5~7 次, 待手掌血供被阻断后变得苍白, 松开尺动脉, 若 10 s 内手掌恢复红润则试验阴性。若 10 s 内患者手掌无法恢复红润, 则试验阳性。排除阳性者, 阴性患者术前行超声检测, 双前臂保持水平放置台面, 掌心向上, 使用多普勒超声诊断仪自桡骨茎突沿 RA 解剖走行至肘关节下方 5 cm 水平, 观察 RA 是否存在狭窄、迂曲及钙化等异常情况, 分别测量桡骨茎突、肘关节下方 5 cm 及二者中点三处平面的血管内径及血流峰值速度 (peak systolic velocity, PSV), 取三处平均值作为统计。若术前经 RA 行冠状动脉造影检查, 则术后 2 周行超声为宜。测量 LITA 时患者取平卧位, 于患者胸骨左缘第二肋间旁开 1.5 cm 测量 LITA 内径及 PSV。

1.2.2 桡动脉的解剖及“no-touch”获取技术

桡动脉起自肱动脉肱二头肌肌腱近端, 在前臂近端桡动脉沿肱桡肌下缘走行, 远端走行于肌肉表面、前臂筋膜之下, 位于肱桡肌肌腱与桡侧腕屈肌之间, 桡骨及旋前方肌之前, 桡动脉发出侧支供应肌肉, 桡动脉全程伴有丰富静脉。桡动脉平均长度为 18~22 cm, 管腔直径 2~3 mm^[10]。

将上臂外展置于平台上, 常规消毒铺巾, 以桡骨茎突、桡侧腕屈肌肌腱、肱桡肌、肱二头肌作为解剖标志, 于平腕横纹桡骨茎突内侧 1 cm 处为切口起点, 由远端至近端沿肱桡肌肌腹做斜形切口, 皮下锐

性分离并做探查, 使用钛夹止血, 沿肱桡肌与桡侧腕屈肌肌腹之间分离其表面筋膜, 并将其向两侧分开, 显露桡动脉及伴行静脉血管鞘。首先显露前臂中段桡动脉, 以此作为桡动脉游离起点, 仔细游离桡动脉背面分支, 用钛夹处理分支时, 禁忌牵拉血管鞘, 完全游离桡动脉后 (图 1), 离断远心端, 由断端向腔内注入罂粟碱/肝素混合液, 再使用血管夹阻断, 近心端于肱动脉分叉下 1 cm 切断桡动脉, 断端使用 7 号线结扎, 将获取的桥血管置于肝素/罂粟碱的温动脉血保存备用。同时注意前臂外侧皮神经、桡神经浅表支保护, 前者位于肱桡肌肌腹表面, 走行贴近内侧缘, 若损伤可导致前臂桡侧麻木。后者位于肱桡肌下方, 在前臂近端 2/3 区域与桡动脉并行, 损伤桡神经浅表支会引起拇指及手背部麻木, 减少肱桡肌外侧牵拉可避免损伤到此神经^[11]。



图 1 术中游离桡动脉及出院时切口愈合情况

A: 术中游离桡动脉; B: 切口愈合状况。

Figure 1 Intraoperative free radial artery and wound healing at discharge

A: The radial artery was dissociated during operation; B: Healing status of wound.

1.2.3 预防桡动脉痉挛措施

术中将盐酸地尔硫卓注射液 20 mg 配至 0.9% 氯化钠溶液 50 mL 中, 以 2 mL/h 速度持续泵入预防桡动脉痉挛。采用“no-touch (非-接触)”技术获取 RA, 保护好桡动脉伴行静脉及周围组织鞘, 获取过程避免使用电刀, 防止热传导损伤桥血管, 减少对桡动脉的刺激, 使用盐酸罂粟碱浸润注射桡动脉周围组织。若桡动脉远端离断后喷血欠佳, 可血管腔内注射罂粟碱/肝素注射液解除痉挛, 将离断 RA 置于含肝素/罂粟碱的温动脉血中保存备用。术后继续静脉泵入盐酸地尔硫卓注射液预防痉挛, 拔除气

管插管后改盐酸地尔硫卓缓释胶囊口服3~6个月。

1.2.4 LITA联合RA全动脉化冠状动脉搭桥手术

全组105例患者选用静脉复合麻醉,麻醉成功后气管插管辅助通气,经前胸正中切口开胸,为尽量减少主动脉操作,依据术前胸部CT检查,在主动脉前壁出现钙化的情况下应进行非体外循环技术(Ⅱ类推荐),否则采用体外循环技术^[12]。LITA采用“骨骼化”方式获取,在LITA游离完成后,给予全身肝素化处理(1.0~3.0 mg/kg),监测ACT达380 s,离断LITA,腔内注射盐酸罂粟碱。ONCAB组采用浅低温,主动脉根部灌注冷血停搏液保护心肌;OPCAB组采用心脏表面稳定器,配合使用二氧化碳吹管及分流栓,保证手术视野相对干净及靶血管远端供血。选取LITA吻合位点,将LITA远端修剪成足跟样斜面,冠脉刀切开靶血管长约8 mm,使用1.5 mm探条测试靶血管远端是否通畅。105例患者LITA均吻合于LAD,所有RA吻合口均采用端-侧吻合,6-0Prolene或7-0Prolene线连续缝合桥血管近端与远端。术中根据RA实际长度选择靶血管吻合位置,离断RA后,若桥血管内见少量新鲜血栓,使用罂粟碱/肝素注射液腔内冲洗血栓或裁减适量桥血管,直至桥血管通畅;若出现大量血栓,则弃用桥血管。RA优先吻合于狭窄>75%的回旋支及狭窄>90%右冠系统。心脏不停跳行回旋支血运重建时,采用头低足高位,增加回心血量,维持血压,同时心尖侧面垫适量湿纱布,显露吻合位置,若血压持续下降,可小剂量应用去甲肾上腺素;心脏不停跳右冠血运重建时,为防止发生心律失常,靶血管应选择优势的后降支或左室后支;桡动脉桥血管分支较多,完成血运重建后需反复检查确保止血有效;为防止术后桥血管出现扭曲、打折及渗血,影响吻合口血流通畅,可用蛋白胶将桥血管固定在心脏表面。术后第2天起皮下注射肝素5 000 IU Q12H抗凝治疗,待患者拔出胸腔引流管后,改为口服拜阿司匹林及氯吡格雷抗血小板治疗。

1.2.5 随访

术后12个月时,对全部患者电话或微信联系,

来我院门诊复查,完成心肌酶、肌钙蛋白I、BNP等化验检查及心电图、胸部CT、心脏彩超、冠状动脉CTA等辅助检查。

1.3 统计学处理

采用SPSS26.0软件。计量资料以 $\bar{x}\pm s$ 表示,两组间计量资料比较采用 t 检验,对计数资料应用例数及百分数(%)表示;计数资料比较采用 χ^2 检验,非正态分布计量资料采用中位数(四分位数)[$M(IQR)$]表示,检验水准 $\alpha=0.05$ 。

2 结果

2.1 术前基本资料

两组患者术前年龄、BMI、高血压、2型糖尿病、高脂血症、慢性阻塞性肺疾病、脑血管疾病、心脏病史、既往PCI手术史、RA内径与PSV、LITA内径与PSV无统计学意义。在术前合并高血压、2型糖尿病、高脂血症、慢性阻塞性肺疾病、脑血管疾病、心脏病史及既往PCI术、左室射血分数(left ventricular ejection fraction, LVEF)和左室舒张末内径(left ventricular end diastolic diameter, LVEDd)无统计学差异($P>0.05$),见表1。

2.2 术中桥血管吻合

患者手术情况见表2。所有患者LITA均吻合于LAD(图2A);RA桥均采用端-侧吻合方式,根据术前造影结果,选用单侧或双侧RA,若一侧RA住院期间行造影检查,则在术后2周行多普勒评估RA管腔有无狭窄或血栓形成,术中RA近端与升主动脉侧壁端-侧吻合(图2B),远侧吻合于靶血管(2C)。两组患者术中吻合完成后行桥血管流量测定,两组对比,ONCAB组手术时间明显高于OPCAB组,差异有统计学意义($P<0.001$,表2)。术中总吻合口个数、远端吻合口个数、LITA平均流量与PI、RA平均流量与PI差异无统计学意义($P>0.05$,表2)。术中无桥血管流量小于10 mL/min或PI大于5。

表2 患者手术情况汇总
Table 2 Summary of operations

项目	ONCAB组($n=46$)	OPCAB组($n=59$)	P
吻合口个数(个,[$M(IQR)$])	5.00(1.00)	5(1.00)	0.391
远端吻合口(个,[$M(IQR)$])	3(1.00)	3(1.00)	0.396
LITA	—	—	—
流量/(mL/min)	29.43±5.12	31.22±4.33	0.056
搏动指数/PI	2.24±0.25	2.25±0.28	0.743
RA	—	—	—

续表

项目	ONCAB 组 (n=46)	OPCAB 组 (n=59)	P
流量/(mL/min)	29.96±4.23	30.14±4.57	0.837
搏动指数/PI	2.41±0.33	2.42±0.36	0.885
手术时间/min	405.67±45.29	360.27±41.76	0.000

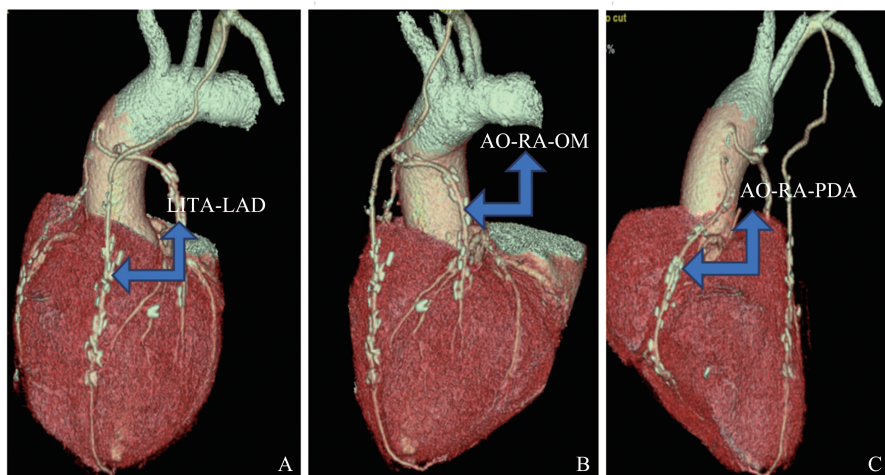


图2 CTA显示桥血管通畅

A: 左侧胸廓内动脉吻合于前降支; B: 桡动脉吻合于钝缘支; C: 桡动脉吻合于后降支。

AO: 升主动脉; LAD: 左前降支; LITA: 左侧胸廓内动脉; OM: 钝缘支; PDA: 后降支; RA: 桡动脉。

Figure 2 CTA showed patency of the grafts

A: LITA was anastomosed to the anterior descending branch; B: RA was anastomosed to the obtuse marginal branch; C: RA was anastomosed to the posterior descending branch.

AO: Aorta; LAD: Left anterior descending artery; LITA: Left internal thoracic artery; OM: Obtuse marginal branch; PDA: Posterior descending branch; RA: Radial artery.

2.3 术后并发症处置

ONCAB 组术后平均住院时间小于 OPCAB 组, 差异有统计学意义 ($P=0.006$, 表 3), 术后 ICU 停留时间、呼吸机辅助时间、术后 24h 引流量差异无统计学意义; 两组相比, 术后 IABP (intra-aortic balloon pump, IABP) 置入、心律失常、术后心梗等并发症差异无统计学意义; 所有患者均恢复良好, 痊愈出院, 无再次气管插管、二次开胸探查及切口愈合不良, 无围术期死亡、脑血管事件及再血管化等发生。

表3 术后并发症

Table 3 Postoperative complications

项目	ONCAB 组 (n=46)	OPCAB 组 (n=59)	P
ICU 时间 (d, [M(IQR)])	3.00(1.00)	3(2.00)	0.307
呼吸机辅助时间 (h, [M(IQR)])	24(22.00)	26(26.00)	0.781
住院天数 (d, [M(IQR)])	12.00(3.00)	14(2.00)	0.006
24 h 引流量/mL	471.48±69.60	459.90±92.82	0.482
术后并发症/n(%)			
IABP 辅助	4(8.7)	2(3.4)	0.249
死亡	0	0	—

续表

项目	ONCAB 组 (n=46)	OPCAB 组 (n=59)	P
心律失常	2(4.3)	6(10.2)	0.269
脑卒中	0	0	—
术后心梗	5(10.9)	6(10.2)	0.909
切口感染	0	0	—
前臂并发症	10(21.7)	13(22.0)	0.971

2.4 随访情况

术后患者常规服用盐酸地尔硫卓缓释胶囊、阿司匹林、氯吡格雷或替格瑞洛、他汀类药物治疗。术后 12 月复查时, 心肌酶、肌钙蛋白 I、BNP 等化验检查结果均在正常范围内, 两组患者 LVEF 均较术前改善, 但差异无统计学意义 ($P>0.05$, 表 4)。冠脉 CTA 示动脉桥血管总体通畅良好 (图 3), 9 例患者有手掌桡侧皮肤麻木感 (表 4)。

表4 术后 12 个月随访

Table 4 Follow-up results 12 months after operation

项目	ONCAB 组 (n=46)	OPCAB 组 (n=59)	P
LVEDd/mm	48.37±3.87	48.97±4.98	0.505
LVEF	54.61±4.81	56.10±6.16	0.179
前臂并发症/n(%)	4(8.7)	5(8.5)	0.968

续表

项目	ONCAB 组 (n=46)	OPCAB 组 (n=59)	P
切口感染	0	0	—
桥血管通畅度(LITA)/n(%)			
正常	43(93.5)	55(93.2)	0.959
轻度狭窄(<50%)	3(6.5)	3(5.1)	0.756
中度狭窄(51%~75%)	0(0)	1(1.7)	0.380
重度狭窄(>75%)	0	0	—
桥血管通畅度(RA)/n(%)			
正常	40(87.0)	52(88.1)	0.857
轻度狭窄(<50%)	5(10.9)	7(11.9)	0.875
中度狭窄(51%~75%)	1(2.2)	0(0)	0.259
重度狭窄(>75%)	0(0)	0(0)	

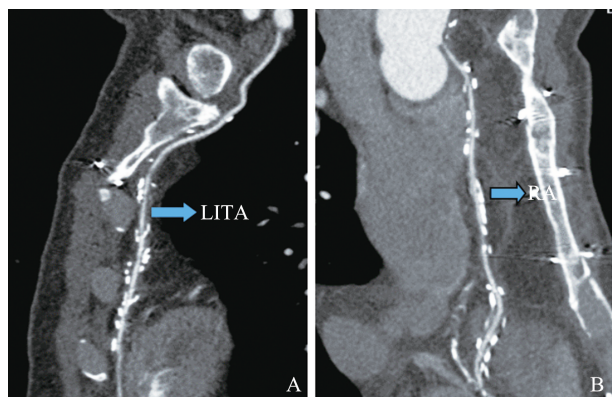


图3 术后12个月随访时CTA示桥血管通畅
A: 左侧胸廓内动脉桥血管; B: 桡动脉桥血管。

Figure 3 CTA showed the grafts unobstructed after 12 months of operation

A: LITA grafts; B: RA grafts.

3 讨论

目前CVD死亡率仍位居全球第一,发病率处于持续上升阶段。对于冠脉左主干或多支病变患者,CABG是首选治疗方法,而桥血管良好的远期通畅率是患者高质量生存的基础。LITA-LAD 10年通畅率达到93%^[3],是动脉桥血管选择“金标准”。GSV作为应用最广泛的桥血管,10年通畅率仅为40%~50%^[13]。近20年来,我国冠状动脉搭桥技术发展迅速,当前研究表明CABG患者动脉桥血管使用数量越多,远期效果越好^[13-18]。

Gaudio等^[8]进行了RA与SVG远期通畅率多中心随机对照临床研究,平均随访(60±30)个月,RA组主要临床复合终点指标为全因死亡、心肌梗死或再次血运重建,发生率显著低于SVG组($HR=0.67, P=0.01$)。研究^[19-21]归纳RA优点:相对位置浅表,易获取;围术期安全,不增加手术时间及难

度;长度足够,平均长度20 cm,管径2.5 mm,可以到达冠脉任一支;不增加胸骨感染及不愈合风险。当前推荐其在CABG中作为“第二血管桥”。本研究获取动脉桥血管经验是:①动脉血管获取时避免牵拉,结扎离断侧支时操作轻柔,保护好血管鞘;②动脉血管特别是RA,离断后要向腔内注入罂粟碱/肝素混合液,再使用血管夹阻断,将获取的桥血管置于肝素/罂粟碱的温动脉血保存备用,能有效的预防围术期动脉桥血管痉挛,也是保证桥血管远期高通畅率的关键因素;③配合血管鞘内注射罂粟碱溶液,防止动脉桥血管痉挛效果更佳;④患者回旋支冠脉血管狭窄≥75%,右冠血管狭窄>90%,RA血运重建后桥血管流量更好,可有效避免竞争血流导致RA桥血管发生痉挛。

国内外关于使用RA序贯搭桥报道有很多,优点是通过增加吻合口数量而增加血运重建面积^[22-23]。本研究采用吻合方式为单纯端-侧吻合,大大缩短了手术时间,有研究表明,RA桥血管序贯吻合与单纯端-侧吻合远期桥血管通畅率无明显差异^[24-25]。为保证血运重建效果手术设计时对靶血管的要求更高,RA吻合于管径粗、狭窄重(>75%)、远端run-off好的靶血管;当吻合于右冠系统(左室后支与后降支)时,狭窄程度需≥90%,减少因右冠较粗而狭窄较小发生竞争性血流的概率,增加桥血管的通畅性;为保证桥血管血流量,适当增大了吻合口的范围,必要时可达1.5 cm,确保“脚尖”顺利通过1.5 mm的探条,尤其是合并糖尿病的患者;在吻合结束后使用流量计监测桥血管流量,确保流量大于10 mL/min。

研究表明^[26-30],70岁以下患者接受全动脉化CABG的远期生存优势更显著。国内共识推荐多支动脉桥适用年龄65岁,本研究两组患者年龄总体控制在国内专家共识范围内,两组患者年龄比较差异无统计学意义。有研究表明^[28-29],相对于SVG,男女均可受益于RA。本研究两组患者女性比例均低于男性比例,在术后预后,两组差异无统计学意义。

本研究两组患者术后均未出现脑卒中、切口感染及院内死亡。共有6例患者应用IABP,5例患者术前心功能差,预防性应用,1例ONCAB组患者在拔除气管插管后出现收缩压低于90 mmHg(1 mmHg=0.133 kPa),心电图见ST-T段压低,后置入IABP辅助治疗,停止盐酸去甲肾上腺素泵入,血压可见明显升高并维持在120 mmHg以上,急查肌钙蛋白未见明显升高,患者最终顺利撤出IABP,术后12个月随访冠脉CTA显示桥血管通畅,在排除桥血管闭塞原

因后,考虑与桥血管一过性痉挛有关。心律失常是冠脉搭桥术后常见的并发症,往往会伴随血流动力学改变,增加充血性心力衰竭以及血栓栓塞事件发生的风险,本研究 ONCAB 组围术期心律失常发生率小于 OPCAB 组,差异无统计学意义;ONCAB 组手术时间多于 OPCAB 组,差异有统计学意义($P=0.000$,表 2),结合实际,主要与体外循环的建立与撤除有关。另外,1 例 OPCAB 组患者术后第二天出现室颤,立即电除颤转为窦性心律,结合患者心电图及血气分析结果,认为是低钾血症引起。此外,出院时仍有 23 例患者桡侧手掌皮肤麻木感,体外循环下 10 例,非体外循环下 13 例,这与桡神经浅表支配区域相符合^[7],考虑与术中肱桡肌过度牵拉损伤有关,因此强调在 RA 获取过程中需注意保护好桡神经。

患者术后 12 个月来院复查,心肌酶、肌钙蛋白 I、BNP 等化验检查结果均在正常范围内,两组患者 LVEF 与 LVEDd 均较术前改善,9 例随访时仍有桡侧手掌皮肤麻木感,OPCAB 组 5 例,ONCAB 组 4 例,较出院时症状减轻,差异无统计学意义($P>0.05$,表 4)。冠脉 CTA(图 2、图 3)示桥血管总体保持通畅,LITA 共 7 例出现狭窄,其中中度狭窄 1 例,认为与我们采取“骨骼化”获取 ITA 方式有关,在保留胸骨周围侧支血管同时,增加 ITA 的直接接触,这易导致血管痉挛^[26]。ONCAB 组中 5 例 RA 桥出现轻度狭窄,1 例出现中度狭窄,OPCAB 组 7 例出现轻度狭窄,这些患者并未出现心绞痛症状,其发生与竞争血流有关。RA 在竞争性血流情况下可能出现功能性血管收缩,发生率约 7%^[31],而糖尿病患者 RA 对血管活性药物更加敏感^[32]。有报道称 RA 桥远心端较近心端有更高的血管痉挛倾向,原因是 RA 的远端部分通常具有较小的内径,并且中膜的肌肉成分比其近端部分的肌肉成分厚^[33]。本研究采用“带蒂”技术获取 RA,减少与 RA 直接接触,并尽可能避免使用 RA 的远端部分。本研究两组患者根据实际病情选择单侧或双侧 RA,术前行超声检查排除血栓及管腔狭窄,术中获取 RA 时,严格按“no-touch”技术操作,将 RA 优先吻合于狭窄 $>75\%$ 的回旋支及狭窄 $>90\%$ 右冠系统,减轻竞争血流影响,围术期尽量避免使用去甲肾上腺素等 α 受体激动剂与钙剂,减少对血管内皮的刺激损伤,术中、术后静脉泵入盐酸地尔硫卓注射液预防 RA 痉挛,拔出气管插管后衔接服用地尔硫卓缓释胶囊。

随着桡动脉获取和保护技术的提高、再血管化手术方式的优化、围术期管理措施的改进和经验积累,RA 作为桥血管在临床中的应用会日趋成熟。

本研究表明体外循环与非体外循环下采用端-侧吻合 RA,联合 LITA 行冠状动脉旁路移植术是有效的,近期临床效果满意,围术期及术后随访无严重并发症发生。

本研究为单中心小样本回顾性研究,尚存在不足之处。临床实践中患者个人主观感觉、超声医师技术、术者个人习惯会对统计造成影响。另外,患者相对年轻、术前心功能好、病例数有限而且随访时间短也会造成结果偏倚。我们将继续对患者进行远期随访。

参考文献:

- [1] Safiri S, Karamzad N, Singh K, et al. Burden of ischemic heart disease and its attributable risk factors in 204 countries and territories, 1990-2019[J]. *Eur J Prev Cardiol*, 2022, 29(2): 420-431.
- [2] 中国心血管健康与疾病报告编写组.中国心血管健康与疾病报告 2021 概要[J]. *中国循环杂志*, 2022, 37(6): 553-578.
- [3] Loof D, Lytle BW, Cosgrove DM, et al. Influence of the internal-mammary-artery graft on 10-year survival and other cardiac events[J]. *N Engl J Med*, 1986, 314(1): 1-6.
- [4] Rayol S, Van den Eynde J, Cavalcanti L, et al. Total arterial coronary bypass graft surgery is associated with better long-term survival in patients with multivessel coronary artery disease: a systematic review with meta-analysis[J]. *Braz J Cardiovasc Surg*, 2021, 36(1): 78-85.
- [5] Royse A, Ren J, Royse C, et al. Coronary artery bypass surgery without saphenous vein grafting: JACC review topic of the week[J]. *J Am Coll Cardiol*, 2022, 80(19): 1833-1843.
- [6] 韩家炜,张恒,郑哲.全动脉冠状动脉旁路移植术的临床应用现状与策略[J]. *中国胸心血管外科临床杂志*, 2024, 31(2): 304-310.
- [7] Lawton J, Tamis-Holland J, Bangalore S, et al. 2021 ACC/AHA/SCAI Guideline for coronary artery revascularization: executive summary: a report of the American college of cardiology/American Heart Association Joint Committee on Clinical Practice Guidelines[J]. *Circulation*, 2022, 145(3): e4-e17.
- [8] 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.
- [9] Shapira O. Radial artery as the preferred second conduit for coronary bypass[J]. *N Engl J Med*, 2018, 378(22): 2134-2135.
- [10] Notenboom M, Khamooshian A, Sjatskig J, et al. Conventional open harvesting of the radial artery as a conduit for coronary artery bypass grafting[J]. *Multimed Man*

- Cardiothorac Surg, 2021. doi: 10.1510/mmcts.2021.042.
- [11] Aguirre V, Marchand K, Viana F, et al. The radial artery: open harvesting technique[J]. *Multimed Man Cardiothorac Surg*, 2021, 10: 2021. doi: 10.1510/mmcts.2021.048.
- [12] Neumann F, Sousa-Uva M, Ahlsson A, et al. 2018 ESC/EACTS guidelines on myocardial revascularization [J]. *Eur Heart J*, 2019, 40(2): 87-165.
- [13] Ogawa S, Tsunekawa T, Hosoba S, et al. Bilateral internal thoracic artery grafting: propensity analysis of the left internal thoracic artery versus the right internal thoracic artery as a bypass graft to the left anterior descending artery[J]. *Eur J Cardiothorac Surg*, 2020, 57(4): 701-708.
- [14] Kando Y, Shiiya N, Tsuda K, et al. Radial artery vs saphenous vein grafts for sequential coronary bypass grafting as a second conduit for the left coronary territory[J]. *Gen Thorac Cardiovasc Surg*, 2022, 70(10): 862-870.
- [15] Nappi F, Bellomo F, Nappi P, et al. The use of radial artery for CABG: an update[J]. *Biomed Res Int*, 2021, 2021: 5528006. doi: 10.1155/2021/5528006.
- [16] Taggart D, Gerry S, Gray A. Radial artery versus saphenous vein versus right internal thoracic artery for coronary artery bypass grafting: different conduits or different trials? [J]. *Eur J Cardiothorac Surg*, 2022, 63(1): ezac562. doi: 10.1093/ejcts/ezac562.
- [17] Khan M, Patel K, Franklin S, et al. Radial artery spasm: reviews and updates[J]. *Ir J Med Sci*, 2020, 189(4): 1253-1258.
- [18] Gaudino M, Kurlansky P, Fremez S. The use of the radial artery for coronary artery bypass grafting improves long-term outcomes; And now what? [J]. *Thorac Cardiovasc Surg*, 2021, 162(5): 1548-1552.
- [19] Chen XJ, Zheng BS, Xing WH, et al. Hotspot issue of clinical practice of multiple arterial grafting in coronary artery bypass surgery in China[J]. *Zhonghua Yi Xue Za Zhi*, 2019, 99(14): 1048-1052.
- [20] 陈新忠, 陈绪军, 李伟栋, 等. 桡动脉桥在中国冠状动脉旁路移植术中地位的重新认识[J]. *中华医学杂志*, 2019, 99(42): 3284-3287.
CHEN Xinzhong, CHEN Xujun, LI Weidong, et al. Re-understanding of the role of radial artery bridge in coronary artery bypass grafting in China[J]. *Chinese Medical Journal*, 2019, 99(42): 3284-3287.
- [21] Maestri F, Formica F, Galligani A, et al. Radial artery versus saphenous vein as third conduit in coronary artery bypass graft surgery for multivessel coronary artery disease: a ten-year literature review[J]. *Acta Biomed*, 2022, 93(2): e2022049. doi: 10.23750/abm.v93i2.11370.
- [22] Tinica G, Chistol RO, Bulgaru ID, et al. Long-term graft patency after coronary artery bypass grafting: effects of surgical technique[J]. *Exp Ther Med*, 2019, 17(1): 359-367.
- [23] 吴立松, 董然, 党海明, 等. 桡动脉序贯吻合的冠状动脉旁路移植术近期临床疗效分析[J]. *中华医学杂志*, 2019, 99(42): 3308-3312.
WU Lisong, DONG Ran, DANG Haiming, et al. Recent clinical effect analysis of coronary artery bypass grafting with sequential radial artery anastomosis [J]. *Chinese Medical Journal*, 2019, 99(42): 3308-3312.
- [24] Kasahara H, Shin H, Takahashi T, et al. Comparison of patency of single and sequential radial artery grafting in coronary artery bypass [J]. *Interact Cardiovasc Thorac Surg*, 2022, 34(4): 515-522.
- [25] Dimagli A, Soletti GJ, Harik L, et al. Angiographic outcomes for arterial and venous conduits used in CABG [J]. *Clin Med*, 2023, 12(5): 2022.
- [26] Gaudino MF, Leonard JR, Taggart DP. Lessons learned from Radial Artery Database International ALLiance (RADIAL)[J]. *Ann Cardiothorac Surg*, 2018, 7(5): 598-603.
- [27] Tranbaugh RF, Schwann TA, Swistel DG, et al. Coronary artery bypass graft surgery using the radial artery, right internal thoracic artery, or saphenous vein as the second conduit[J]. *Ann Thorac Surg*, 2017, 104(2): 553-559.
- [28] Gaudino M, Benedetto U, Fremez S, et al. Association of radial artery graft vs saphenous vein graft with long-term cardiovascular outcomes among patients undergoing coronary artery bypass grafting: a systematic review and meta-analysis[J]. *JAMA*, 2020, 324(2): 179-187.
- [29] Garatti A, Parolari A, Canziani A, et al. Is female sex an independent risk factor for early mortality in isolated coronary artery bypass graft? A propensity-matched analysis[J]. *J Cardiovasc Med (Hagerstown)*, 2018, 19(9): 497-502.
- [30] Harky A, Sankaranarayanan V, Kong QG. Internal mammary artery: the primary conduit for surgical revascularization[J]. *Coron Artery Dis*, 2021, 32(1): 64-72.
- [31] Miwa S, Desai N, Koyama T, et al. Radial artery patency study investigators. radial artery angiographic string sign: clinical consequences and the role of pharmacologic therapy[J]. *Ann Thorac Surg*, 2006, 81(1): 112-118.
- [32] Xie Q, Huang J, Zhu K, et al. Percutaneous coronary intervention versus coronary artery bypass grafting in patients with coronary heart disease and type 2 diabetes mellitus: Cumulative meta-analysis [J]. *Clin Cardiol*, 2021, 44(7): 899-906.
- [33] Kasahara H, Shin H, Takahashi T, et al. Comparison of patency of single and sequential radial artery grafting in coronary artery bypass [J]. *Interact Cardiovasc Thorac Surg*, 2022, 34(4): 515-522.