

应用多支动脉桥经左胸小切口与正中切口行冠状动脉旁路移植术的临床效果比较*

傅元豪 宫一宸 张鲁锋 吴 松 凌云鹏**

(北京大学第三医院心脏外科, 北京 100191)

【摘要】 目的 探讨应用多支动脉桥进行左胸小切口微创冠状动脉旁路移植术 (minimally invasive cardiac surgery-coronary artery bypass grafting, MICS CABG) 的早期临床效果。 **方法** 回顾性分析 2018 年 1 月 ~ 2020 年 12 月我科应用多支动脉桥行单纯非体外循环冠状动脉旁路移植术 (off-pump coronary artery bypass grafting, OPCABG) 123 例, 根据患者需求及术者倾向选择正中切口 (正中切口组, $n = 51$) 或左胸小切口 (左胸小切口组, $n = 72$) 入路, 在患者出院前利用冠状动脉 CT 或冠状动脉造影进行桥血管评估, 术后随访终点指标为主要心脑血管不良事件 (major adverse cardiac and cerebrovascular event, MACCE) 和再次血运重建。 **结果** 左胸小切口组远端吻合口 (2.7 ± 0.7) 个, 正中切口组 (3.0 ± 0.8) 个, 差异无显著性 ($t = -1.885, P = 0.062$)。左胸小切口组全动脉化比例较高 [$91.7\% (66/72)$ vs. $41.2\% (21/51)$, $\chi^2 = 36.762, P = 0.000$], 围术期输血量较低 [$31.9\% (23/72)$ vs. $64.7\% (33/51)$, $\chi^2 = 12.920, P = 0.000$]。正中切口组围术期死亡 1 例。出院前对 100 例进行桥血管评估, 其中左胸小切口组 70 例, 正中切口组 30 例, 复查吻合口共 280 个, 2 组桥血管总体通畅率 (FitzGibbon A 级) 差异无显著性 [$94.2\% (179/190)$ vs. $94.4\% (85/90)$, $\chi^2 = 0.006, P = 0.937$]。118 例随访中位时间 24 个月 (6 ~ 36 个月), 2 组 MACCE 发生率 [$2.9\% (2/70)$ vs. $6.3\% (3/48)$, $\chi^2 = 0.808, P = 0.369$] 和再次血运重建率 [$2.9\% (2/70)$ vs. $2.1\% (1/48)$, $\chi^2 = 0.000, P = 1.000$] 差异均无显著性。 **结论** MICS CABG 应用多支动脉桥可行, 手术策略更倾向于应用全动脉化旁路移植, 桥血管通畅率、术后早期随访结果不亚于正中切口手术, 且可减少围术期输血。

【关键词】 微创冠状动脉旁路移植术; 主要心脑血管不良事件; 桥血管

文献标识: A 文章编号: 1009 - 6604 (2023) 03 - 0208 - 08

doi: 10.3969/j.issn.1009-6604.2023.03.009

Comparison of Clinical Effects Between Left Chest Small Incision and Median Incision Multi-arterial Coronary Artery Bypass Grafting Fu Yuanhao, Gong Yichen, Zhang Lufeng, et al. Department of Cardiovascular Surgery, Peking University Third Hospital, Beijing 100191, China

Corresponding author: Ling Yunpeng, E-mail: micsling@pku.edu.cn

【Abstract】 Objective To evaluate early clinical outcomes of minimally invasive cardiac surgery-coronary artery bypass grafting (MICS CABG) using multi-arteries via left chest small incision. **Methods** Clinical data of 123 cases of off-pump multi-arterial CABG from January 2018 to December 2020 in our department were retrospectively analyzed. According to the needs of the patient and the tendency of the surgeon, the median incision (median incision group, $n = 51$) or left chest small incision (left chest small incision group, $n = 72$) was applied. Coronary CT or coronary angiography were used to evaluate the bypassing vessels before discharge, and early follow-up was performed after operation. The end point of follow-up was major adverse cardiac and cerebrovascular event (MACCE) and repeated revascularization. **Results** There were (2.7 ± 0.7) distal anastomoses in the left chest small incision group and (3.0 ± 0.8) in the median incision group, without significant difference ($t = -1.885, P = 0.062$). The left chest small incision group had a higher ratio of total arterial revascularization [$91.7\% (66/72)$ vs. $41.2\% (21/51)$, $\chi^2 = 36.762, P =$

* 基金项目: 首都卫生发展科研专项项目 (首发 2020 - 2 - 4096); 北京大学第三医院队列建设项目 (BYSYDL2019016)

** 通讯作者, E-mail: micsling@pku.edu.cn

0.000] and less perioperative transfusion [31.9% (23/72) vs. 64.7% (33/51), $\chi^2 = 12.920$, $P = 0.000$] than the median incision group. One patient dead in the median incision group due to myocardial infarction. A total of 100 patients underwent coronary CT angiography before discharge, including 30 in the median incision group and 70 in the left chest small incision group. A total of 280 grafts were reviewed, and there were no significant differences in overall graft patency rate (FitzGibbon grade A) between the two groups [94.2% (179/190) vs. 94.4% (85/90), $\chi^2 = 0.006$, $P = 0.937$]. A total of 118 patients received follow-ups with a median of 24 months (range, 6–36 months), and the incidences of MACCE [2.9% (2/70) vs. 6.3% (3/48), $\chi^2 = 0.808$, $P = 0.369$] and repeated revascularization [2.9% (2/70) vs. 2.1% (1/48), $\chi^2 = 0.000$, $P = 1.000$] were not significantly different between the two groups. **Conclusions** MICS CABG using multi-arteries is a feasible alternative. The surgical strategy is more inclined to perform total arterial bypass grafting. The graft patency rate and early follow-up results are all not inferior to median incision surgery, with MICS CABG being associated with less transfusion.

【Key Words】 Minimally invasive cardiac surgery-coronary artery bypass grafting; Major adverse cardiac and cerebrovascular event; Bypassing vessel

冠状动脉旁路移植术 (coronary artery bypass grafting, CABG) 是冠状动脉血运重建的“金标准”, 尤其对于冠状动脉多支病变患者^[1,2]。传统 CABG 需要正中开胸和体外循环, 手术创伤大, 并发症多, 影响患者的术后康复进程^[3]。近年来, 微创冠状动脉旁路移植术 (minimally invasive cardiac surgery-coronary artery bypass grafting, MICS CABG) 发展迅速, 随着技术的进步得到推广应用^[4~6]。此术式经左胸小切口入路, 在保持胸骨完整的同时, 可以进行多支靶血管的血运重建, 达到完全再血管化的目的, 符合患者日益增长的微创需求^[7~9]。另一方面, 动脉桥血管的远期通畅率显著高于静脉桥血管, CABG 术中应用多支动脉作为桥血管, 甚至进行全动脉化, 是患者获得良好远期预后的重要保障^[10~12]。动脉桥虽然远期通畅率高, 但围术期存在一定比率的桥血管痉挛, 而且流量与血压、循环状态关系较大。因此, 术前判定心功能差、靶血管条件差、术中预期出现血流动力学不稳定的患者, 不会采用多支动脉旁路移植, 多支动脉旁路移植一般都会选择基础状况及心功能相对稳定的患者。应用多支动脉进行 MICS CABG, 在满足手术微创化的同时, 可以使患者预期获得良好的远期预后。MICS CABG 需要通过小切口进行乳内动脉获取、冠状动脉旁路移植等操作, 手术操作空间受限, 技术难度较大, 需要经过一定的经验积累。在此基础上结合多支动脉旁路移植, 明显增加手术的复杂性。因此, 该术式仅在少数中心开展, 相关研究报道较少。正中切口入路进行多支动脉桥 CABG 甚至全动脉化 CABG 的技术相对成熟, 研究报道也较多。本文回顾性比较我科 2018 年 1

月~2020 年 12 月 123 例应用多支动脉桥经左胸小切口与正中切口行冠状动脉旁路移植术的临床效果, 旨在探讨左胸小切口 MICS CABG 的早期临床效果。

1 临床资料与方法

1.1 一般资料

本研究 123 例, 男 113 例, 女 10 例。年龄 (59.7 ± 9.8) 岁。BMI 25.5 ± 3.3。不稳定性心绞痛 93 例, 稳定性心绞痛 16 例, 急性非 ST 抬高心肌梗死 8 例, 急性 ST 抬高性心肌梗死 6 例。美国纽约心脏病学会 (New York Heart Association, NYHA) 心功能分级 I 级 40 例, II 级 71 例, III 级 12 例。合并原发性高血压 79 例 (64.2%), 糖尿病 41 例 (33.3%), 高脂血症 27 例 (22.0%), 慢性肾功能衰竭需肾替代治疗 3 例 (2.4%)。既往脑卒中占 21.1% (26/123), 心肌梗死占 19.5% (24/123), 行冠状动脉介入治疗占 15.4% (19/123)。

本研究将术前心功能 NYHA IV 级、靶血管条件差、术中预期出现血流动力学不稳定的患者排除在外, LVEF > 60%, NYHA I、II 级患者占 90.2% (111/123)。根据患者需求及术者倾向选择正中切口或左胸小切口入路, 其中左胸小切口微创入路 72 例 (左胸小切口组), 正中切口入路 51 例 (正中切口组)。2 组患者一般资料除年龄外差异无统计学意义 ($P > 0.05$), 见表 1。

病例选择标准: 冠心病诊断明确, 冠状动脉造影提示存在多支冠状动脉病变, 符合冠状动脉旁路移植术的手术指征, 预计靶血管吻合部位 ≥ 2 个; 应用桡动脉作为桥血管的病变冠状动脉狭窄程度 ≥

90%。排除标准:①既往左肺手术史、左胸放疗病史、严重胸廓畸形及合并严重慢性阻塞性肺疾病(未吸氧动脉血气 PaO₂ < 60 mm Hg);②术前血流动力学不稳定需急诊手术;③左心室射血分数(left

ventricular ejection fraction, LVEF) ≤ 30%, 左室舒张末内径 ≥ 60 mm, 术中易出现血流动力学不稳定;④同期行瓣膜手术或其他心内手术;⑤严重心力衰竭或心源性休克, 或合并多脏器功能不全, 无法耐受手术。

表 1 左胸小切口组与正中切口组一般资料比较($\bar{x} \pm s$)

组别	年龄(岁)	性别		BMI	吸烟史	高血压*	2型糖尿病	高脂血症
		男	女					
左胸小切口组(<i>n</i> = 72)	61.3 ± 9.7	67	5	25.08 ± 3.23	40	47	25	13
正中切口组(<i>n</i> = 51)	57.3 ± 9.5	46	5	26.11 ± 3.24	27	32	16	14
<i>t</i> (χ ²) 值	<i>t</i> = 2.295	χ ² = 0.327		<i>t</i> = -1.732	χ ² = 0.082	χ ² = 0.083	χ ² = 0.151	χ ² = 1.538
<i>P</i> 值	0.023	0.568		0.086	0.774	0.773	0.698	0.215
组别	肾功能不全 (eGFR <60 ml/min)	脑血管 疾病史	外周血 管疾病	既往心 肌梗死	术前肌酐水平 (μmol/L)	术前 LVEF (%)	病变支数 (支)	
左胸小切口组(<i>n</i> = 72)	2	14	3	13	85.2 ± 20.8	65.3 ± 9.1	2.7 ± 0.7	
正中切口组(<i>n</i> = 51)	1	12	6	11	86.8 ± 27.9	61.6 ± 11.3	3.0 ± 0.8	
<i>t</i> (χ ²) 值	χ ² = 0.000	χ ² = 0.299	χ ² = 1.544	χ ² = 0.235	<i>t</i> = -0.371	<i>t</i> = 1.983	<i>t</i> = -1.734	
<i>P</i> 值	1.000	0.585	0.214	0.628	0.712	0.050	0.085	
组别	NYHA 分级				ASA 分级			
	I 级	II 级	III 级		II 级	III 级		
左胸小切口组(<i>n</i> = 72)	20	46	6		16	56		
正中切口组(<i>n</i> = 51)	20	25	6		14	37		
<i>t</i> (χ ²) 值	χ ² = 2.705				χ ² = 0.443			
<i>P</i> 值	0.259				0.506			

* 根据《中国高血压防治指南(2018 年修订版)》, 高血压患者伴发心脏疾病, 包括心肌梗死史、心绞痛及冠状动脉血运重建, 危险分层均属于很高危

LVEF: 左心室射血分数; NYHA: 美国纽约心脏病学会; ASA: 美国麻醉医师协会

1.2 方法

1.2.1 左胸小切口多支冠状动脉旁路移植术 采用平卧位, 左侧抬高 15°。全身麻醉双腔气管插管。左胸前外侧小切口入路, 一般为第 5 肋间, 切口长度 6 ~ 8 cm。应用特殊牵开器(美国 Medtronic 公司或德国 Fehling 公司)牵开肋间, 悬吊胸壁, 带蒂游离左乳内动脉(left internal mammary artery, LIMA)。手术全程在非体外循环心脏跳动下完成。直视下完成左乳内动脉 - 前降支(left anterior descending, LAD)吻合。获取大隐静脉、桡动脉(radial artery, RA)或右乳内动脉(right internal mammary artery, RIMA)等桥血管, 第二桥血管中至少含 1 支动脉桥。近端一般吻合于升主动脉, 部分患者应用原位右乳内动脉进行旁路移植, 或将右乳内动脉或桡动脉端侧吻合于 LIMA 等桥血管, 形成 Y 型桥或 I 型桥。术中使用微创直杆式稳定器(美国 Medtronic 公司或中国航天卡迪技术开发研究所), 借助心包悬吊线、垫纱布等手段, 实现对角支(diagonal branch, D)、回旋支(left circumflex, LCX)及右冠状动脉(right coronary

artery, RCA)的暴露, 局部固定心脏, 完成靶血管远端吻合, 吻合方式包括端侧吻合、侧侧吻合(序贯吻合)。放置引流, 关闭切口。

1.2.2 正中切口多支冠状动脉旁路移植术 采用平卧位, 全身麻醉。正中劈开胸骨并牵开, 获取 LIMA 及其他桥血管, 第二桥血管至少含 1 支动脉桥。近端吻合、远段吻合策略基本同 MICS CABG。手术在非体外循环心脏不停跳下完成。放置引流, 固定胸骨, 关闭切口。

1.2.3 术后药物治疗 规范应用冠心病二级预防治疗。抗血小板治疗方面, 全动脉化 CABG 应用阿司匹林抗血小板; 采用大隐静脉进行 CABG 的患者, 应用阿司匹林联合氯吡格雷或替格瑞洛, 进行双联抗血小板治疗至少 1 年。此外, 采用桡动脉进行 CABG 的患者, 应用钙离子拮抗剂, 如地尔硫卓口服 1 年, 预防桡动脉桥血管痉挛。

1.3 观察指标

术后机械通气时间、ICU 停留时间、术后住院时间(出院标准: 临床心功能恢复良好, 日常活动能力

恢复,切口愈合良好)、围术期有无输血、新发心房颤动以及主要心脑血管不良事件(major adverse cardiac and cerebrovascular event, MACCE)、桥血管通畅性(冠状动脉造影或冠状动脉 CTA)。

术后机械通气时间为经气管插管/气管切开进行有创呼吸机辅助通气的时间,包含再次气管插管后机械通气时间。患者术后即刻转入 ICU,ICU 停留时间为术后即刻到由 ICU 转回普通病房的时间。MACCE 定义为非致死性心肌梗死、非致死性脑卒中及全因死亡。桥血管通畅性按照 FitzGibbon 分级进行判定:A 级,桥血管无狭窄或狭窄直径 < 50%;B 级,桥血管狭窄直径 50% ~ 99%;O 级,桥血管完全闭塞。FitzGibbon A 级判定为桥血管通畅^[13]。

1.4 随访

出院后 1、3、6、12、24、36 个月由专门随访人员进行定期随访,随访内容包括是否再次入院、是否再次血运重建(包括冠状动脉介入治疗及 CABG)、MACCE、是否肾功能不全、是否戒烟、是否规律进行

冠心病二级预防治疗以及抗血小板治疗药物种类。随访终点指标包括 MACCE、再次血运重建。

1.5 统计学处理

采用 SPSS23.0 统计学软件进行数据分析。正态分布的计量资料用 $\bar{x} \pm s$ 表示,采用独立样本 *t* 检验;非正态分布的计量资料用 $M(P_{25}, P_{75})$ 表示,采用 Mann-Whitney *U* 检验;计数资料采用 χ^2 检验;采用 Kaplan-Meier 曲线对 MACCE 累积发生率进行描述。 $P < 0.05$ 差异有统计学意义。

2 结果

2.1 手术情况

2 组旁路移植数量无统计学差异($P > 0.05$),左胸小切口组全动脉化旁路移植比例较高,围术期输血率明显低于正中切口组。2 组术后机械通气时间、ICU 停留时间、术后住院时间、再次气管插管、再次手术以及 MACCE 均无显著差异($P > 0.05$),见表 2。正中切口组 1 例围术期因心肌梗死死亡。

表 2 左胸小切口组与正中切口组围术期指标比较($\bar{x} \pm s$)

组别	远端吻合口数	手术时间 (min)	全动脉化	术后机械通气 时间(h)	术后 ICU 停留 时间(h) *	术后住院 时间(d)
左胸小切口组(<i>n</i> = 72)	2.7 ± 0.7	371.6 ± 91.0	66	15(10,22)	26(17,49)	10.0 ± 4.4
正中切口组(<i>n</i> = 51)	3.0 ± 0.8	337.1 ± 90.8	21	14(10,16)	25(18,50)	10.1 ± 5.1
<i>t</i> (χ^2 , <i>Z</i>) 值	<i>t</i> = -1.885	<i>t</i> = 2.080	χ^2 = 36.762	<i>Z</i> = -1.316	<i>Z</i> = -0.280	<i>t</i> = -0.100
<i>P</i> 值	0.062	0.040	0.000	0.188	0.780	0.920
组别	围术期输血	术后再次气管插管	术后再次手术	围术期心肌梗死	围术期卒中	围术期死亡
左胸小切口组(<i>n</i> = 72)	23	1	3	2	0	0
正中切口组(<i>n</i> = 51)	33	0	3	1	0	1
<i>t</i> (χ^2 , <i>Z</i>) 值	χ^2 = 12.920		χ^2 = 0.000	χ^2 = 0.000		
<i>P</i> 值	0.000	1.000 **	1.000	1.000	1.000 **	0.415 **

* 数据偏态分布,用 $M(P_{25}, P_{75})$ 表示

** Fisher 精确检验

2.2 桥血管评估

100 例(左胸小切口组 70 例,正中切口组 30 例)出院前进行桥血管评估,评估率 81.3% (100/123),90 例采用冠状动脉造影,10 例采用冠状动脉 CT 评估,共评估远端吻合口 280 个。除 1 例死亡外,其余 22 例因心功能不全、肾功能不全、患者意愿等原因未行桥血管评估。桥血管通畅率 94.3% (264/280),其中左胸小切口组 94.2% (179/190),正中切口组 94.4% (85/90),2 组通畅率差异无显著性(χ^2 = 0.006, P = 0.937)。左胸小切口组应用全动脉化策

略比例较高[91.7% (66/72) vs. 41.2% (21/51), χ^2 = 36.762, P = 0.000],应用复合动脉桥也较多。

对获取的桥血管种类进行亚组分析:左胸小切口组动脉桥血管应用比例较高,达 96.3% (183/190)。应用动脉桥血管的种类及吻合方式也较多,其中 32.1% (61/190) 的吻合口应用复合动脉桥,复合动脉桥包括 LIMA-RIMA、LIMA-RA、RIMA-RA 等类型的 T 型桥或 I 型桥,通畅率 96.7% (59/61)。桥血管应用种类及通畅率的亚组分析见表 3。

将吻合的靶血管部位分为前降支、对角支、回旋

支、右冠状动脉 4 种不同的冠状动脉系统,对分属不同冠状动脉系统的吻合口通畅性进行亚组分析:左胸小切口组中,LAD 旁路移植有 4 例 FitzGibbon O 级,均为 LIMA-LAD 进行吻合;2 例为 LIMA-LAD 旁

路移植,桥血管闭塞;2 例采用 LIMA 行序贯旁路移植,最后一站吻合口为 LAD,于此处吻合口闭塞。2 组各靶血管系统的通畅性情况见表 4。

表 3 左胸小切口组与正中切口组桥血管通畅性比较(桥血管分类亚组)

组别	桥血管分类					
	LIMA	RIMA	RA	复合动脉桥	大隐静脉	合计
左胸小切口组(<i>n</i> = 190)						
FitzGibbon A 级	70	10	33	59	7	179(94.2%)
FitzGibbon B 级	1	0	1	0	0	2(1.1%)
FitzGibbon O 级	5	0	2	2	0	9(4.7%)
合计	76	10	36	61	7	190(100.0%)
正中切口组(<i>n</i> = 90)						
FitzGibbon A 级	28	0	29	5	23	85(94.4%)
FitzGibbon B 级	1	0	0	0	0	1(1.1%)
FitzGibbon O 级	1	0	2	1	0	4(4.4%)
合计	30	0	31	6	23	90(100.0%)

LIMA:左乳内动脉;RIMA:右乳内动脉;RA:桡动脉

表 4 左胸小切口组与正中切口组桥血管通畅性比较(靶血管分系统亚组)

组别	冠状动脉系统				
	LAD(LAD)	LAD(D)	LCX(RI/OM/LCX)	RCA(RCA/PDA/PLV)	合计
左胸小切口组(<i>n</i> = 190)					
FitzGibbon A 级	65	20	56	38	179(94.2%)
FitzGibbon B 级	1	0	1	0	2(1.1%)
FitzGibbon O 级	4	0	2	3	9(4.7%)
合计	70	20	59	41	190(100.0%)
正中切口组(<i>n</i> = 90)					
FitzGibbon A 级	28	7	28	22	85(94.4%)
FitzGibbon B 级	1	0	0	0	1(1.1%)
FitzGibbon O 级	1	0	2	1	4(4.4%)
合计	30	7	30	23	90(100.0%)

LAD:左前降支;LCX:回旋支;D:对角支;RI:中间支;OM:钝缘支;RCA:右冠状动脉;PDA:后降支;PLV:左室后支

2.3 术后随访

随访 118 例,其中左胸小切口组 70 例,正中切口组 48 例,失访率 4.1%(5/123)。随访时间中位数 24 个月(6~36 个月)。随访时间≥12 个月左胸小切口组 55 例(78.6%),正中切口组 42 例(87.5%);随访时间≥24 个月左胸小切口组 26 例(37.1%),正中切口组 34 例(70.8%)。

左胸小切口组 1 例术后 2 周死于再发心肌梗死,1 例术后 1 个月因再发心肌梗死再次入院,MACCE 发生率 2.9%(2/70);正中切口组 1 例术后 6 个月心源性猝死,2 例分别于术后 1、3 年脑梗死,MACCE 发生率 6.3%(3/48)。再次血运重建左胸小切口组 2 例,正中切口组 1 例,均以冠状动脉介入

方式进行,无再次 CABG。2 组 MACCE 发生率[2.9%(2/70) vs. 6.3%(3/48)], $\chi^2 = 0.808, P = 0.369$]与再次血运重建率[2.9%(2/70) vs. 2.1%(1/48)], $\chi^2 = 0.000, P = 1.000$]无统计学差异。2 组 MACCE 累积免除率差异无统计学意义(log-rank $\chi^2 = 0.309, P = 0.578$),Kaplan-Meier 曲线见图 1。

3 讨论

3.1 冠状动脉旁路移植术的微创化与动脉化趋势
心脏外科已进入微创化时代,以 MICS CABG 为代表的微创冠脉外科在世界范围内广泛开展。目前,MICS CABG 仍以左胸小切口单支 CABG 为主。2009 年 McGinn 等^[4]首次报道左胸小切口多支

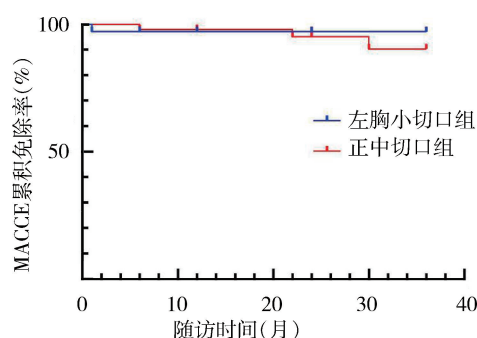


图1 左胸小切口组与正中切口组 MACCE 免除率 Kaplan-Meier 曲线

CABG 的临床结果,并定义了 MICS CABG 的主要技术特点,证实 MICS CABG 的可行性,完全血运重建率达到 90% 以上,获得不亚于常规 CABG 的效果。MICS CABG 可以避免胸骨劈开,加快术后康复进程,使患者受益。对于高龄患者,MICS CABG 的 5 年全因死亡率显著低于正中开胸 CABG,远期临床结果良好^[14]。后续其他研究也证实了 MICS CABG 的有效性与安全性,在减少围术期输血、降低切口感染方面具有明显优势^[5,6]。

对于 CABG,提高桥血管和吻合口的通畅率,是避免围术期心肌梗及获得良好远期预后的重要前提。应用多支动脉桥血管,或者应用全动脉化旁路移植,是提高桥血管远期通畅率的重要措施,可明显改善患者远期预后^[11,15]。第二动脉桥血管应用 RIMA 或 RA,与应用大隐静脉相比,均能显著提高桥血管远期通畅率,降低再次血运重建风险^[10,12]。2018 ESC/EACTS 冠状动脉血运重建指南推荐,除乳内动脉外,应采用其他动脉移植血管进行移植(Ⅱa 类推荐,B 级证据)^[16]。本研究入组 MICS CABG 的病例中,全动脉化旁路移植率 91.7% (66/72),符合最新指南的推荐,潜在具备良好的远期预后,该组病例需要长期随访进一步验证。

3.2 应用多支动脉桥进行 MICS CABG 的安全性与有效性

无论是 MICS CABG 或是应用多支动脉桥血管进行旁路移植,均相应增加手术时间和操作难度。虽然这两类手术的近远期临床结果都是得到认可的,但将两者结合必须考虑手术操作难度增加、手术时间延长等多方面对患者预后的影响,这也是制约心脏外科医生开展此类手术的最大顾虑。Une

等^[17]对 MICS CABG 的学习曲线研究表明,至少需要经过 40 例 MICS CABG 才可使手术时间达到可接受水平,完成此类手术需要成熟术者与成熟团队的配合。

应用多支动脉桥进行 MICS CABG 已有报道,但均局限于单组队列报道,缺乏对照研究。Nambiar 等^[6]报道 819 例 MICS CABG,是目前为止最大样本量的 MICS CABG 报道,手术均采用双侧乳内动脉(bilateral internal mammary artery, BIMA)进行旁路移植,将 RIMA 离断后近端吻合于原位 LIMA 中段,形成 Y 型桥,然后进行各靶血管的远端吻合操作。这种手术策略结合微创手术及全动脉化的技术特点,平均旁路移植 3.1 支,死亡率为 0.7%,0.4% 的患者需要再次血运重建,手术时间(175.8 ± 21.6) min。该研究证实左胸小切口应用多支动脉桥进行冠脉旁路移植这一术式可以在不延长手术时间的同时,获得良好的临床结果。Kikuchi 等^[18]将接受 MICS CABG 患者分为应用单支乳内动脉与 BIMA 2 组,BIMA 组手术时间(336.2 ± 73.2) min,2 组术后早期临床结果无显著差异,表明 BIMA 可以通过左胸小切口在直视下可以安全地收获,使用 BIMA 进行微创冠脉旁路移植可能获得长期生存效益,且使分期冠脉杂交手术有了更多选择。Davierwala 等^[19]应用 BIMA 进行 MICS CABG,同样采用 Y 型桥策略,术后早期进行冠状动脉造影,桥血管通畅率达 96.8%。以上多项研究均证实了利用多支动脉桥进行 MICS CABG 是可行的,且术后早期临床结果良好。本研究左胸小切口组远端吻合口数(2.7 ± 0.7)支,手术时间(371.6 ± 91.0) min,死亡率与再次血运重建率均较低,验证了 MICS CABG 的可重复性及可推广性。

本研究病例选择倾向于基础状况及心功能相对稳定的患者。应用动脉桥血管虽然远期通畅率高,但围术期存在潜在的桥血管痉挛风险,尤其是桡动脉,且桥血管的流量与血流动力学因素关系较大。本研究将术前心功能 NYHA Ⅳ级、靶血管条件差、术中预期出现血流动力学不稳定的患者排除在外,LVEF > 60%,NYHA Ⅰ、Ⅱ级患者占 90.2% (111/123),根据患者需求及术者倾向选择正中切口或左胸小切口入路。

本研究 2 组年龄存在统计学差异($t = 2.295$,

$P=0.023$),可能与正中切口组更多应用桡动脉,患者年龄相对较小有关。但年龄本身对于手术策略选择无影响,且在通用的风险评估模型中,所占权重系数不高^[20],且 2 组平均年龄相差 4 岁,对预后影响不大。本研究 MACCE 累积免除率 2 组差异无显著性($P=0.578$),中期随访结果满意。

目前,多数文献报道应用冠状动脉 CT 评估桥血管通畅性,本研究采用冠状动脉造影验证术后早期桥血管通畅性,相比冠状动脉 CT,冠状动脉造影评估更准确,特别对于 FitzGibbon 分级为 B 级的桥血管狭窄程度判断更为精准。因冠状动脉造影属于有创检查,部分患者由于意愿、术后恢复、肾功能问题,采用冠状动脉 CT 作为替代的评估方式。术后早期的桥血管通畅性受诸多因素影响,手术因素包括外科吻合技术、桥血管的选择及获取质量等,非手术因素包括抗血小板药物应用、靶血管条件(狭窄程度、靶血管直径、是否弥漫钙化、与桥血管匹配程度等)、肝素化及鱼精蛋白中和程度等。本研究表明,切口入路对于桥血管通畅性无影响,2 组桥血管通畅率无统计学差异($P>0.05$)。

本研究左胸小切口组 32.1% (61/190) 的吻合口应用复合动脉桥,包括 Y 型桥及 I 型桥,采用主动 no-touch 技术,能更有效地避免围术期脑血管不良事件的发生,且减少潜在的因主动脉操作引起的出血风险。在 MICS CABG 过程中进行主动脉操作,围术期脑卒中发生率为 0.4% ~ 0.6%^[4,8]。在 MICS CABG 手术操作中,主动脉近端吻合口为距手术切口最远的吻合部位,应用复合动脉桥,近端吻合部位距离切口较近,因此,这种策略在避免主动脉操作的同时,也简化了手术方式。

综上所述,应用多支动脉桥进行 MICS CABG 是安全有效的,可以实现全动脉化旁路移植,早期临床效果良好。MICS CABG 无需胸骨劈开,没有胸骨切口愈合不良的后顾之忧,相比正中切口,MICS CABG 对于 BIMA 的应用具备天然的优势。但是 MICS CABG 手术操作空间受限,获取双侧乳内动脉、复合动脉桥的吻合、靶血管的暴露及远端吻合都需要相应的手术经验积累,相比正中切口 CABG,手术难度大,手术时间长,而且术中单肺通气时间长,因此,患者的选择和手术指征的把握应更严格^[21]。除基础的心肺功能评估外,还需兼顾胸廓形态、患者

体型等因素。此外,建议成熟的 MICS CABG 术者开展小切口多支动脉桥 CABG,术者需要具备主动脉近端吻合或腋动脉吻合的操作基础,以备乳内动脉损伤或取材长度不足时,应用大隐静脉替代旁路移植。

应用多支动脉桥进行 MICS CABG 是安全有效的,可减少围术期输血,早期临床结果及桥血管通畅率与正中切口 CABG 无显著差异。MICS CABG 更倾向于应用全动脉化旁路移植策略,可能获得潜在更良好的远期预后。本研究为回顾性研究,且样本量较少,需要更大样本量的前瞻性研究进一步验证,远期预后需要长期随访验证。

参考文献

- 1 Thuijs D, Kappetein AP, Serruys PW, et al. Percutaneous coronary intervention versus coronary artery bypass grafting in patients with three-vessel or left main coronary artery disease: 10-year follow-up of the multicentre randomised controlled SYNTAX trial. *Lancet*, 2019, 394(10206):1325–1334.
- 2 Serruys PW, Morice MC, Kappetein AP, et al. Percutaneous coronary intervention versus coronary-artery bypass grafting for severe coronary artery disease. *N Engl J Med*, 2009, 360(10):961–972.
- 3 Brown PP, Kugelmass AD, Cohen DJ, et al. The frequency and cost of complications associated with coronary artery bypass grafting surgery: results from the United States medicare program. *Ann Thorac Surg*, 2008, 85(6):1980–1986.
- 4 McGinn JT Jr, Usman S, Lapierre H, et al. Minimally invasive coronary artery bypass grafting: dual-center experience in 450 consecutive patients. *Circulation*, 2009, 120(11 Suppl):S78–S84.
- 5 Kikuchi K, Mori M. Minimally invasive coronary artery bypass grafting: a systematic review. *Asian Cardiovasc Thorac Ann*, 2017, 25(5):364–370.
- 6 Nambiar P, Kumar S, Mittal CM, et al. Minimally invasive coronary artery bypass grafting with bilateral internal thoracic arteries: Will this be the future? *J Thorac Cardiovasc Surg*, 2018, 155(1):190–197.
- 7 Lapierre H, Chan V, Sohmer B, et al. Minimally invasive coronary artery bypass grafting via a small thoracotomy versus off-pump: a case-matched study. *Eur J Cardiothorac Surg*, 2011, 40(4):804–810.
- 8 Rabindranauth P, Burns JG, Vessey TT, et al. Minimally invasive coronary artery bypass grafting is associated with improved clinical outcomes. *Innovations (Phila)*, 2014, 9(6):421–426.
- 9 宫一宸,凌云鹏,吴松,等.小切口全动脉化冠状动脉旁路移植术的早期临床结果. *中华医学杂志*, 2019, 99(14):1063–1068.
- 10 Gaudino M, Benedetto U, Fremes S, et al. Radial-artery or saphenous-vein grafts in coronary-artery bypass surgery. *N Engl J*

Med,2018,378(22):2069–2077.

11

Samadashvili Z, Sundt TR, Wechsler A, et al. Multiple versus single arterial coronary bypass graft surgery for multivessel disease. J Am Coll Cardiol,2019,74(10):1275–1285.

12

Hwang HY, Lee Y, Sohn SH, et al. Equivalent 10-year angiographic and long-term clinical outcomes with saphenous vein composite grafts and arterial composite grafts. J Thorac Cardiovasc Surg,2021,162(5):1535–1543.

13

Fitzgibbon GM, Burton JR, Leach AJ. Coronary bypass graft fate: angiographic grading of 1400 consecutive grafts early after operation and of 1132 after one year. Circulation,1978,57(6):1070–1074.

14

Barsoum EA, Azab B, Shah N, et al. Long-term mortality in minimally invasive compared with sternotomy coronary artery bypass surgery in the geriatric population (75 years and older patients). Eur J Cardiothorac Surg,2015,47(5):862–867.

15

Rocha RV, Tam DY, Karkhanis R, et al. Long-term outcomes associated with total arterial revascularization vs non-total arterial revascularization. JAMA Cardiol,2020,5(5):507–514.

16

Neumann FJ, Sousa-Uva M, Ahlsson A, et al. 2018 ESC/EACTS guidelines on myocardial revascularization. Eur Heart J,2019,40(2):87–165.

17

Une D, Lapierre H, Sohmer B, et al. Can minimally invasive coronary artery bypass grafting be initiated and practiced safely?: a learning curve analysis. Innovations (Phila),2013,8(6):403–409.

18

Kikuchi K, Chen X, Mori M, et al. Perioperative outcomes of off-pump minimally invasive coronary artery bypass grafting with bilateral internal thoracic arteries under direct vision. Interact Cardiovasc Thorac Surg,2017,24(5):696–701.

19

Daviewala PM, Verevkin A, Sgouropoulou S, et al. Minimally invasive coronary bypass surgery with bilateral internal thoracic arteries: Early outcomes and angiographic patency. J Thorac Cardiovasc Surg,2021,162(4):1109–1119.

20

Nashef SA, Roques F, Sharples LD, et al. EuroSCORE II. Eur J Cardiothorac Surg,2012,41(4):734–745.

21

宫一宸,崔仲奇,张鲁峰,等. 左胸小切口多支动脉化冠状动脉旁路移植术 64 例的有效性和安全性分析. 中国胸心血管外科临床杂志,2021,28(2):191–197.

(收稿日期:2022–12–28)

(修回日期:2023–02–24)

(责任编辑:李贺琼)