

· 临床研究 ·

比较获取不同乳内动脉行不停搏冠状动脉旁路移植术的早期效果

房磊 曹向戎 王丕杉 金琪琳 孟祥宽 王坡

【摘要】 目的:比较骨骼化乳内动脉 (IMA) 与带蒂 IMA 行不停搏冠状动脉旁路移植术 (OPCABG) 后的早期临床效果。 **方法:**选取 2020 年 10 月至 2022 年 4 月首都医科大学大兴教学医院 110 例单纯行胸骨正中切口的 OPCABG 患者, 搭桥方式均为左侧 IMA 与前降支吻合。其中男性 81 例, 女性 29 例, 平均年龄 (58.6 ± 8.7) 岁。根据术中 IMA 获取情况, 分为骨骼化 IMA 组 (54 例) 和带蒂 IMA 组 (56 例)。比较 2 组 IMA 获取时间、住院时间、吻合后血管流速、术后引流量、术后第 2 天 C 反应蛋白、胸部切口感染、胸骨哆开等情况。 **结果:**与带蒂 IMA 组比较, 骨骼化 IMA 组吻合后桥血管流速更快 [(73.56 ± 40.16) mL/min 对 (58.26 ± 33.27) mL/min], 获取时间更长 [(31.6 ± 7.8) min 对 (24.3 ± 8.1) min], 术后总引流量更少 [(428.6 ± 318.7) mL 对 (541.7 ± 332.5) mL], 2 组比较差异有统计学意义 ($P < 0.05$)。2 组术后第 2 天 C 反应蛋白、胸部切口感染、胸骨哆开及住院时间等差异无统计学意义。OPCABG 后平均随访 15 个月, 2 组主要不良心脑血管事件发生率、乳内动脉桥通畅率、大隐静脉桥通畅率的差异无统计学意义。 **结论:**获取骨骼化 IMA 比带蒂 IMA 时间长, 难度高, 但术后桥血管血流更好, 动脉桥更长, 可序贯弥漫病变前降支, 且术后总引流量更少, 骨骼化 IMA 在 OPCABG 中应用早期疗效满意。

【关键词】 冠状动脉旁路移植术; 冠状动脉粥样硬化性心脏病; 乳内动脉

doi: 10.3969/j.issn.1673-6583.2024.03.014

To compare the early effects of off-pump coronary artery bypass grafting with different internal mammary arteries FANG Lei¹, CAO Xiangrong², WANG Pishan¹, JIN Qilin¹, MENG Xiangkuan¹, WANG Po¹. 1. Department of Cardiac Surgery, Capital Medical University Daxing Teaching Hospital, Beijing 102600; 2. Department of Cardiac Surgery, Beijing Institute of Heart, Lung and Blood Vessel Diseases, Beijing Anzhen Hospital, Capital Medical University, Beijing 100029, China

【Abstract】 Objective: To compare and analyze the application effect of obtaining skeletonized or pedicled internal mammary artery (IMA) in off-pump coronary artery bypass grafting (OPCABG). **Methods:** 110 patients who underwent OPCABG were enrolled in the trial from October 2020 to April 2022. Of the 110 participated patients, 81 were male, 29 were female, with an average age of 58.6 ± 8.7 . Patients were divided into skeletonized group ($n=54$) and pedicled group ($n=56$) according to the intraoperative IMA acquisition. All patients were harvested LIMAs when they underwent OPCABG from median thoracic incision. LIMAs were anastomosed to the left anterior descending artery. The time of artery acquisition, hospital stay, postoperative flow, postoperative drainage, c-reactive protein (CRP), chest incision infection and sternum dehiscence were compared between the two groups. **Results:** The blood flow of internal mammary bridge in the skeletonized group was significantly higher than that in the pedicled group (73.56 ± 40.16 mL/min vs. (58.26 ± 33.27) mL/min, $P < 0.05$, and the IMA acquisition time in the skeletonized IMA group was significantly longer than that in the pedicled IMA group

作者单位: 102600 北京, 首都医科大学大兴教学医院心脏外科 (房磊, 王丕杉, 金琪琳, 孟祥宽, 王坡); 100029 首都医科大学附属北京安贞医院北京市心肺血管疾病研究所心外科 (曹向戎)
通信作者: 曹向戎, E-mail: 15510733568@163.com

(31.6 ± 7.8) min vs. (24.3 ± 8.1) min, $P < 0.05$. The blood flow of IMA in the skeletonized group was better than that in the pedicled group (428.6 ± 318.7) mL vs. (541.7 ± 332.5) mL, $P < 0.05$). while the c-reactive protein, chest wound infection, sternum dehiscence and hospital stay were not statistically significant. In 15 months of follow-up after surgery. There was no significant difference in MACCE events, patency rate of internal mammary artery bridge and great saphenous vein bridge between the two groups. **Conclusion:** Compared with obtaining the pedicled internal mammary artery, it is more difficult to obtain the skeletonized IMA. In the skeletonized group, the blood flow of the IMA bridge is better, the skeletonized internal mammary artery bridge is longer, and the anterior descending branch of the lesion can be diffused in sequence, and the skeletonized IMA had less total drainage. The skeletonized IMA has a satisfactory effect in the early outcomes of OPCABG.

【Key words】 Coronary artery bypass grafting; Coronary atherosclerotic heart disease; Internal mammary artery

冠状动脉粥样硬化性心脏病患者行不停搏冠状动脉旁路移植术 (OPCABG) 逐年增多, 乳内动脉 (IMA) 是最可靠的移植材料, 具有良好的远期通畅性, 目前 IMA 与冠状动脉前降支吻合成为桥血管通路的“金标准”^[1-2]。在 IMA 的获取方式上, 分为传统的带蒂 IMA 和骨骼化 IMA。与传统带蒂 IMA 相比, 骨骼化 IMA 可微创获取, 减少了对胸壁组织的破坏和术后胸骨疼痛及胸骨感染的发生, 且长度更长、可序贯前降支弥漫性病变^[3-5]。IMA 的获取在冠状动脉旁路移植术 (CABG) 中尤为重要, 本研究对比分析骨骼化 IMA 与带蒂 IMA 在 OPCABG 的早期临床效果。

1 对象与方法

1.1 研究对象

回顾性分析 2020 年 10 月至 2022 年 4 月首都医科大学大兴教学医院 110 例单纯行正中开胸 OPCABG 的患者, 纳入标准: (1) 冠状动脉造影及心脏彩色多普勒超声显示符合单纯行 OPCABG 者; (2) 术前锁骨下动脉及 IMA 超声心动图显示锁骨下动脉及 IMA 完整通畅, 无血管狭窄; (3) 纽约心脏病协会 (NYHA) 心功能分级 II ~ III 级; (4) 年龄 38 ~ 80 岁。排除标准: (1) 行急诊手术者; (2) 合并有肝肾功能不全、其他外科心脏手术史、精神病史者; (3) 左室射血分数 (LVEF) $< 35\%$ 者。54 例患者使用骨骼化 IMA, 56 例使用带蒂 IMA。其中 IMA 的获取均由同一术者完成。本研究经医院伦理委员会批准 (批号: 20230630KY-1-31)。

1.2 手术方式

110 例 OPCABG 患者均采用胸部正中切口。

正中开胸后打开胸骨并解剖胸骨后组织, 完善骨髓腔及胸骨切口缘止血。使用 IMA 撑开器抬高对侧胸骨, 仔细观察 IMA 走行及搏动。IMA 分离范围上至锁骨下静脉水平, 下至剑突 IMA 分叉后。获取带蒂 IMA 采用电刀 (30J) 沿 IMA 床纵向切开胸内筋膜, 从胸骨中下部开始将 IMA 及其周围结缔组织及血管 (乳内静脉、筋膜、脂肪组织等) 一同剥离胸骨。获取骨骼化 IMA 采用小频率电刀 (15J), 使用无损伤镊子打开胸骨中下部筋膜, 充分暴露 IMA 与乳内静脉 (IMV), 将 IMV 向上挑开与 IMA 分离, 并沿胸骨上下游离, IMA 分支充分游离后使用钛夹分离以减少损伤及血肿。IMV 在近胸骨柄处与 IMA 呈 “X” 型交叉状态, 需仔细分离。2 组患者均行充分肝素化后超锋利离断远端 IMA, 评估流量及搏动情况, 并用喷洒罂粟碱溶液的纱布包裹备用。2 组取材均为左侧 IMA, 行左侧乳内动脉 - 冠状动脉左前降支 (LIMA-LAD) 吻合。2 组桥血管吻合顺序相同, 静脉桥顺序行序贯吻合远端靶血管时, 序贯吻合顺序依次为对角支、钝缘支、回旋支终末支、左室后支、后降支, 中间各血管吻合采用大隐静脉与冠状动脉的侧 - 侧吻合, 最末端采用大隐静脉与冠状动脉的端 - 侧吻合。术后即刻使用流量仪测量 IMA 血流速度和搏动指数 (PI)。

1.3 统计学分析

统计方法采用 SPSS 20.0 统计软件分析, 正态分布计量资料以均数 \pm 标准差表示, 非正态分布计量资料采用中位数 (四分位数间距) 表示。2 组间比较采用独立样本 t 检验或非参数检验。计数资料采用频数 (百分率) 表示, 比较采用卡方检验。 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 2组临床资料的比较

骨骼化 IMA 组与带蒂 IMA 组术前临床资料比较,差异均无统计学意义($P>0.05$),具有可比性。见表 1。

2.2 2组患者术前超声检测IMA条件比较

骨骼化 IMA 组和带蒂 IMA 组患者术前血

管彩色多普勒超声检测 IMA 内径分别为(0.21 ± 0.03) cm 和(0.21 ± 0.02) cm,骨骼化 IMA 组 IMA 流速(78.67 ± 17.8) cm/s,带蒂 IMA 组 IMA 流速为(77.83 ± 19.6) cm/s。心脏超声心动图检测骨骼化 IMA 组 LVEF 为(58.7 ± 8.2)%,带蒂 IMA 组 LVEF 为(59.2 ± 9.2)%。2 组比较差异均无统计学意义($P>0.05$)。

表1 2组患者术前临床资料

项目	骨骼化IMA组 (n=54)	带蒂IMA组 (n=56)	P
年龄/岁	58.3±5.6	60.1±8.9	0.719
男性/例(%)	43 (79.6)	38 (67.9)	0.216
BMI/kg·m ⁻²	25.7±2.3	26.6±3.7	0.467
饮酒/例(%)	12 (22.2)	13 (23.2)	0.586
高血压/例(%)	25 (46.3)	30 (53.6)	0.373
心肌梗死病史/例(%)	3 (5.6)	6 (10.7)	0.067
高脂血症/例(%)	26 (48.1)	32 (57.1)	0.193
糖尿病/例(%)	18 (33.3)	20 (35.7)	0.548
合并脑血管病/例(%)	4 (7.4)	2 (3.6)	0.192
术前PCI史/例(%)	5 (9.3)	3 (5.4)	0.627
左主干病变/例(%)	3 (5.6)	5 (8.9)	0.193

注: BMI为体质量指数; PCI为经皮冠状动脉介入治疗

2.3 2组患者术中情况比较

骨骼化 IMA 组术中远端吻合口数略多于带蒂 IMA 组,2 组 PI 比较差异无统计学意义。骨骼化

IMA 组术中 IMA 桥血管流速快于带蒂 IMA 组,且获取 LIMA 时间长于带蒂 IMA 组,2 组比较差异有统计学意义($P<0.05$)。见表 2。

表2 2组患者围手术期情况比较

项目	骨骼化IMA组 (n=54)	带蒂IMA组 (n=56)	P
远端吻合口数/个	3.63±0.67	3.39±0.68	0.568
吻合后IMA流速/mL·min ⁻¹	73.56±40.16	58.26±33.27	0.011
PI/cm·s ⁻¹	2.15±0.67	2.26±0.59	0.437
获取LIMA时间/min	31.6±7.8	24.3±8.1	<0.001
手术时长/h	4.9±0.5	4.9±0.6	0.736

2.4 术后患者情况

骨骼化 IMA 组患者术后总引流量少于带蒂 IMA 组,2 组差异有统计学意义($P<0.05$)。而 2 组重症监护室(ICU)治疗时间和总住院时间比

较,差异均无统计学意义($P>0.05$)。术后第 2 天 C 反应蛋白水平、胸部切口感染、胸骨哆开等方面差异均无统计学意义。见表 3。

表3 2组患者术后早期情况比较

项目	骨骼化IMA组 (n=54)	带蒂IMA组 (n=56)	P
术后总引流量/mL	428.6±318.7	541.7±332.5	0.013
术后第2天C反应蛋白/mg·L ⁻¹	32.47±11.83	35.26±13.69	0.626
胸部切口感染/例(%)	2 (3.7)	3 (5.4)	0.217
胸骨哆开/例(%)	1 (1.9)	1 (1.8)	0.853
ICU治疗时间/d	1.21±0.36	1.20±0.38	0.896
总住院时间/d	11.5±2.9	11.3±3.8	0.743

随访采用门诊预约方式及电话、微信,术后平均随访 15 个月,无死亡病例,所有患者心绞痛症状缓解、心功能均较术前改善,活动量增加时也无明显不适。2 组主要不良心脑血管事件(MACCE)发生率、乳内动脉桥通畅率、大隐静脉桥通畅率的差异无统计学意义。见表 4。

表4 2组患者术后随访情况比较/%(例)

项目	骨骼化IMA组 (n=54)	带蒂IMA组 (n=56)	P
MACCE发生率	3.7(2)	5.4(3)	0.217
乳内动脉桥通畅率	98.1(53)	98.2(55)	0.853
大隐静脉桥通畅率	98.1(53)	96.4(54)	0.366

3 讨论

在 CABG 桥血管选材上,IMA 与桡动脉及大隐静脉相比,有着天然优势,血管直径与冠状动脉匹配,且均为动脉血管,研究表明 IMA 桥血管拥有较好的早、中、远期通畅率^[6]。IMA 的获取在 CABG 中尤为重要。微创及无损伤概念提出后,获取血管材料更加精准。由于 IMA 管壁主要依靠管腔内弥散滋养,骨骼化 IMA 可以在无外周滋养血管的情况下仍然保持其自身血管结构和功能完整性,且有研究发现骨骼化 IMA 和带蒂 IMA 的血管内皮依赖的舒张功能差异无统计学意义^[7-8]。有研究认为骨骼化 IMA 组术后胸部伤口感染、胸骨疼痛、住院时间以及肺功能保护等方面均优于带蒂 IMA 组^[9]。还有研究认为骨骼化 IMA 容易损伤动脉,诱发出血、血肿及夹层等不良血管事件,但与带蒂 IMA 组相比,术后的桥血管早、中期通畅率及远期临床效果差异无统计学意义^[10]。

本研究发现,CABG 后即刻应用流量仪测量桥血管流速,骨骼化 IMA 组高于带蒂 IMA 组,这可能与骨骼化 IMA 可获得更大的吻合口径、更清楚的吻合切面、更短的行程连接冠状动脉相关,理论上可获得的更小压力衰减和更大前向动能,在与自身冠状动脉血流对抗时有优势,可避免竞争血流的发生,进而获得更大的正向血流。Mannacio 等^[11]研究表明,骨骼化 IMA 与冠状动脉吻合前后的血流流速均高于带蒂 IMA,并且骨骼化 IMA 组患者围手术期血液肌钙蛋白的释放量明显少于带蒂 IMA 组。肌钙蛋白是患者围手术期不良心血管事件的重要预测指标^[12]。本研究发现骨骼

化 IMA 获取长度更长,多项临床研究显示在相同的游离范围内骨骼化 IMA 比带蒂 IMA 平均长 3 cm^[13-14],原因可能是骨骼化去除了周围筋膜组织的束缚,使得 IMA 变得“更直”,可自身序贯冠状动脉前降支的弥漫性病变,使其充分再血管化,再配合桡动脉序贯吻合,可实现桥血管全动脉化。

CABG 中获取桥血管 IMA 作为移植血管会使胸骨血供减少,增加术后胸部伤口及胸骨感染的风险。而获取骨骼化 IMA 时,可在开胸后更微创的处理胸骨后结缔组织及伴随血管。获取骨骼化 IMA 可以保护其周围血管组织的完整性,从而减少术后胸骨出血量、胸骨疼痛程度、胸部切口感染,加快病程恢复^[15-16]。然而,有学者发现骨骼化 IMA 组 CABG 患者术后 1 年 IMA 桥血管的狭窄率较高,且可能增加不良心血管事件发生率,导致患者术后生活质量下降,但该研究未对患者信息进行收集并且未明确具体手术方式^[17-18]。获取 IMA 时血管损伤风险增加,获取骨骼化 IMA 能够肉眼识别损伤部位,并早期采取补救措施,这对 CABG 后远期诊疗策略有积极意义。还有 meta 分析显示,骨骼化 IMA 组与带蒂 IMA 组的早、中期通畅率相似^[19-20]。本研究显示 2 种方法获取 IMA 行 OPCABG 后患者心绞痛症状缓解、心功能均较术前改善,活动量增加而无明显不适。同时,在比较 2 种 IMA 获取方式的优劣性时,也需考虑术者的手术经验这一影响因素。骨骼化 IMA 的获取,需要更严格遵循“无接触”原则,避免牵拉损伤和电刀热量扩散造成 IMA 不可逆损伤。此外,因骨骼化 IMA 全程分支及管壁清晰可见,利于检查桥血管质量,能够避免分支止血不确切而出现术后再出血需要二次开胸治疗,或出现血肿或夹层影响远期通畅率。若获取时发现血肿,需迅速打开外膜减压,并使用纱布止血,仔细判断是存在细小分支出血还是动脉壁损伤,细小分支可以钛夹止血,若动脉壁严重损伤导致血肿将使血管流量受限,应该弃用。

本研究发现与获取带蒂 IMA 相比,获取骨骼化 IMA 的难度更大,获取时间较长,但其总手术时间差异不大。骨骼化 IMA 组术后桥血管流速更快,且桥血管更长,可序贯前降支的弥漫病变,术后总引流量更少,在 OPCABG 中使用骨骼化 IMA 早期疗效满意。

本研究为单中心回顾性研究,且样本量较小,

早期 IMA 获取方式主要为带蒂 IMA, 后期主要以骨骼 IMA 为主, 可能对结果产生偏倚, 为了明确骨骼化 IMA 对 OPCABG 患者术后血管通畅率的影响, 仍需进一步研究。

参 考 文 献

- [1] Lawton JS, Tamis-Holland JE, Bangalore S, et al. 2021 ACC/AHA/SCAI guideline for coronary artery revascularization: a report of the American College of Cardiology/American Heart Association Joint Committee on clinical practice guidelines[J]. J Am Coll Cardiol, 2022, 79(2):e21-e129.
- [2] Gaudino M, Antoniadou C, Benedetto U, et al. Mechanisms, consequences, and prevention of coronary graft failure[J]. Circulation, 2017, 136(18):1749-1764.
- [3] Neumann FJ, Sousa-Uva M, Ahlsson A, et al. 2018 ESC/EACTS guidelines on myocardial revascularization[J]. Eur Heart J, 2019, 40(2):87-165.
- [4] Keeley SB. The skeletonized internal mammary artery[J]. Ann Thorac Surg, 1987, 44(3):324-325.
- [5] Nezić DG, Knezević AM, Cirković MV, et al. The dilemma of skeletonized internal thoracic artery sequential bypass versus proximal pedicled in situ internal thoracic artery plus coronary-coronary free internal thoracic artery bypass for multiple lesions of the left anterior descending coronary artery[J]. J Thorac Cardiovasc Surg, 2004, 127(6):1810-1812.
- [6] Goldman S, Zadina K, Moritz T, et al. Long-term patency of saphenous vein and left internal mammary artery grafts after coronary artery bypass surgery: results from a Department of Veterans Affairs Cooperative Study[J]. J Am Coll Cardiol, 2004, 44(11):2149-2156.
- [7] Shi J, Iesaki T, Kubota NZI, et al. Skeletonization with an ultrasonic scalpel is as safe as a non-skeletonized dissection in preserving the endothelial function of the human gastroepiploic artery[J]. Interact Cardiovasc Thorac Surg, 2009, 8(2):216-220.
- [8] Sasajima T, Wu MHD, Shi Q, et al. Effect of skeletonizing dissection on the internal thoracic artery[J]. Ann Thorac Surg, 1998, 65(4):1009-1013.
- [9] Fouquet O, Taniel F, Desulauze P, et al. Does a skeletonized internal thoracic artery give fewer postoperative complications than a pedicled artery for patients undergoing coronary artery bypass grafting?[J]. Interact Cardiovasc Thorac Surg, 2015, 20(5):663-668.
- [10] Calafiore AM, Vitolla G, Iaco AL, et al. Bilateral internal mammary artery grafting: midterm results of pedicled versus skeletonized conduits[J]. Ann Thorac Surg, 1999, 67(6):1637-1642.
- [11] Mannacio V, Di Tommaso L, De Amicis V, et al. Randomized flow capacity comparison of skeletonized and pedicled left internal mammary artery[J]. Ann Thorac Surg, 2011, 91(1):24-30.
- [12] Benoit MO, Paris M, Silleran J, et al. Cardiac troponin I: its contribution to the diagnosis of perioperative myocardial infarction and various complications of cardiac surgery[J]. Crit Care Med, 2001, 29(10):1880-1886.
- [13] Carrier M, Grégoire J, Tronc F, et al. Effect of internal mammary artery dissection on sternal vascularization[J]. Ann Thorac Surg, 1992, 53(1):115-119.
- [14] Cohen AJ, Lockman J, Lorberboym M, et al. Assessment of sternal vascularity with single photon emission computed tomography after harvesting of the internal thoracic artery[J]. J Thorac Cardiovasc Surg, 1999, 118(3):496-502.
- [15] Mazur P, Litwinowicz R, Tchanchaleishvili V, et al. Left internal mammary artery skeletonization reduces bleeding—a randomized controlled trial[J]. Ann Thorac Surg, 2021, 112(3):794-801.
- [16] Boodhwani M, Lam BK, Nathan HJ, et al. Skeletonized internal thoracic artery harvest reduces pain and dysesthesia and improves sternal perfusion after coronary artery bypass surgery: a randomized, double-blind, within-patient comparison[J]. Circulation, 2006, 114(8):766-773.
- [17] Lamy A, Browne A, Sheth T, et al. Skeletonized vs pedicled internal mammary artery graft harvesting in coronary artery bypass surgery: a post Hoc analysis from the COMPASS trial[J]. JAMA Cardiol, 2021, 6(9):1042-1049.
- [18] Gaudino M, Audisio K, Rahouma M, et al. Comparison of long-term clinical outcomes of skeletonized vs pedicled internal thoracic artery harvesting techniques in the arterial revascularization trial[J]. JAMA Cardiol, 2021, 6(12):1380-1386.
- [19] Dreifaldt M, Samano N, Geijer H, et al. Pedicled versus skeletonized internal thoracic artery grafts: a randomized trial[J]. Asian Cardiovasc Thorac Ann, 2021, 29(6):490-497.
- [20] Kusu-Orkar TE, Kermali M, Masharani K, et al. Skeletonized or pedicled harvesting of left internal mammary artery: a systematic review and meta-analysis[J]. Semin Thorac Cardiovasc Surg, 2021, 33(1):10-18.

(收稿:2023-08-20 修回:2024-04-10)

(本文编辑:洪玮)