

微创冠状动脉旁路移植术的进展

王苏豫 张鹏 杨洁 王志农

【摘要】 传统的冠状动脉旁路移植术(CABG)手术创伤大,近年来微创 CABG 发展较快,该文介绍了微创直视下 CABG、胸腔镜下 CABG、机器人辅助下 CABG 以及杂交冠状动脉血运重建的进展,并对微创 CABG 研究方向进行展望。

【关键词】 微创冠状动脉旁路移植术;胸腔镜;机器人;杂交冠状动脉血运重建

doi:10.3969/j.issn.1673-6583.2018.06.005

自 1962 年冠状动脉旁路移植术(CABG)问世以来,已经造福了全球数百万冠状动脉病变患者。但是,传统的正中开胸体外循环下 CABG 手术创伤大,潜在并发症多,术后恢复时间长。随着微创技术的发展,近年来微创 CABG 发展较快,具有围手术期死亡率低,输血需求低,手术部位感染率低,术后恢复时间短等优点^[1]。

1 微创直视下 CABG(MIDCAB)

1.1 MIDCAB 的定义及发展

1996 年,Calafiore 等^[2]引入左前小切口开胸术进行 CABG,这种手术被命名为 MIDCAB。最初,通过左前小切口开胸在直视下对左乳内动脉和前降支进行吻合是 MIDCAB 的标准程序^[3-4],即最初的手术适应证局限于前降支病变。这项技术至今已经进行多方面的改进和扩展,手术的适应证不断扩大^[5]。Aubin 等^[6]在左前小切口开胸的基础上,在胸骨右缘第三肋间切口,通过右胸的小切口做主动脉和桥血管的近端吻合,进而对多支冠状动脉病变的患者行血运重建术。因此,通过 5~10 cm 左前胸廓切术或胸骨下段“L”形小切口行 MIDCAB,很有可能替代传统正中开胸 CABG^[7]。

1.2 MIDCAB 的预后

一项包括 1 768 例接受 MIDCAB 治疗的患者的单中心研究表明,MIDCAB 术后死亡率为 0.8%,术后常规血管造影提示移植血管通畅率为 95.5%,5 年和 10 年生存率分别为 88.3% 和 76.6%^[8]。一项包括 159 对患者的倾向匹配分析显示,与传统

正中开胸 CABG 对前降支血运重建相比,MIDCAB 的手术切口感染率更低,就其他手术并发症发生率和住院时间而言,二者相似,但 MIDCAB 术后疼痛比正中开胸更明显^[9-10]。尽管如此,MIDCAB 术后恢复更快,生活质量有所改善。因此,对于单独前降支病变的患者,推荐行 MIDCAB^[3,11]。

2 胸腔镜辅助下 CABG

2.1 胸腔镜辅助下 CABG 的定义及指征

胸腔镜辅助下 CABG 是借助胸腔镜及电子屏幕所提供的视野,通过胸壁小切口在非体外循环下完成 CABG^[12]。一般是指胸腔镜游离左侧乳内动脉,通过胸壁小切口行左乳内动脉-前降支的旁路移植术^[13]。该手术的指征为:(1)年轻患者,由于病情进展需要再次手术者;(2)高龄患者;(3)合并其他高危因素而无法行体外循环的患者;(4)既往曾行心脏手术或正中开胸,再次正中开胸风险较高者;(5)前降支或右冠状动脉病变且无支架置入指征者。

2.2 胸腔镜辅助下 CABG 的特点

借助胸腔镜获取乳内动脉具有以下优点:(1)能很好地观察手术视野中的组织结构;(2)能够完整地获取乳内动脉并离断其分支,避免发生冠状动脉窃血;(3)获取的血管长度较长,可避免血管扭曲及张力的产生;(4)损伤小,不需损伤肋骨,只需 4~6 cm 的切口即可剥离乳内动脉^[14];(5)与传统正中开胸及小切口获取乳内动脉相比,胸腔镜下获取乳内动脉能明显减轻术后疼痛。该术式的缺点在于术者需要通过长期的学习才能达到技术要求^[15]。陈海生等^[16]报道了采用全胸腔镜进行非体外循环下 CABG 的动物实验,提出家猪是良好的手术训练动物模型。全胸腔镜非体外循环下 CABG

手术切口更小,费用较低,但目前处于动物实验阶段^[17]。

3 机器人 CABG

3.1 机器人内镜辅助下 CABG

在大多数临床中心,机器人 CABG 是指通过机器人系统获取左乳内动脉,随后在心脏不停跳、不切除肋骨、不扩大切口的条件下,通过左前小切口手动吻合左乳内动脉和前降支。其手术时间比传统正中开胸 CABG 更长,但二者短期预后相似^[18]。研究显示,机器人 CABG 的安全性好,仅有 2.5% 的手术需要转为正中开胸^[19]。有研究对 199 例行机器人 CABG 的患者在出院前行冠状动脉造影检查,结果显示 95% 的患者吻合口通畅^[18]。对机器人 CABG 术后患者进行长达 8 年的随访发现,左乳内动脉与前降支吻合口的通畅率为 92.7%^[20-21]。

3.2 全机器人内镜下 CABG (TECAB)

机器人 CABG 的另一重含义指,获取左乳内动脉及左乳内动脉与前降支的吻合都在机器人内镜下完成。Loulmet 团队在 1998 年采用第一代达芬奇机器人系统完成了世界上第一例 TECAB,目前能进行 TECAB 的达芬奇机器人包括达芬奇 S、达芬奇 Si 和达芬奇 Xi^[22]。TECAB 已经应用于单支前降支病变和多支病变,目前该手术适用于大多数低风险患者。TECAB 绝对禁忌证为:心源性休克、血流动力学不稳定、严重的呼吸功能不全、冠状动脉心肌桥、升主动脉内径 >4 cm 或需要主动脉球囊反搏术支持。TECAB 相对禁忌证为:胸膜黏连、因肥胖或心脏扩大引起的手术空间狭小、胸廓畸形、再次心脏手术、股动脉狭窄、严重的外周动脉或升主动脉钙化和粥样斑块^[23]。在一项多中心研究中,98 例患者拟行 TECAB,其中 13 例患者在术中因股动脉插管失败或手术空间不足而中止手术,这说明患者的选择对于手术的成功非常重要^[24]。

TECAB 的缺点:外周建立体外循环失败或手术空间狭小而转为正中开胸的比例高达 15%~20%^[25-26],手术难度高,术者学习曲线比较长,目前没有统一的操作标准,手术费用较高^[27]。

4 杂交冠状动脉血运重建 (HCR)

4.1 HCR 的定义

HCR 是指 MIDCAB 吻合左乳内动脉和前降支与经皮冠状动脉介入术 (PCI) 联合治疗其他冠状动脉病变,此方法集合了两种治疗的优点^[28]。Angelini 等^[29]在 1996 年首次介绍了这种方法,其

理论基础是左乳内动脉-前降支 CABG 优于 PCI,而且药物洗脱支架优于隐静脉-非前降支 CABG 的研究结果^[26,29]。美国心脏病学会和美国心脏协会推荐先行 CABG 再行 PCI^[30],但临床中应用 HCR,需要治疗团队对患者进行个体化评估后再做决定^[26,31]。

4.2 HCR 的指征

HCR 的选择性很强,手术指征比较有限。美国胸外科医师协会成人心脏手术数据库 (2011~2013 年) 分析了美国行 CABG 的近 20 万例患者,发现仅有 0.5% 的患者实施 HCR^[32]。HCR 的手术指征主要包括:(1) 前降支近端病变且能通过 MIDCAB 或机器人 MIDCAB 进行治疗;(2) 其他冠状动脉病变能通过 PCI 治疗,且 SYNTAX 评分一般为中度病变;(3) 没有抗血小板治疗的禁忌证。

4.3 HCR 的特点及预后

HCR 的优点:(1) 不需要体外循环,手术输血少,减少了体外循环及输血相关的并发症(心律失常、卒中、肾功能不全、凝血功能障碍等)^[33];(2) 在 MIDCAB 后、行 PCI 前可通过冠状动脉造影评估吻合口通畅度,结合了 CABG 与 PCI 的优点;(3) 在内镜或机器人技术辅助下手术更加精准,手术创伤小,患者术后恢复快,住院时间短。

HCR 的缺点:(1) 虽然近中期随访预后较满意,但 5 年以上的远期随访研究较少;(2) 手术指征范围狭窄,不适用于有抗血小板治疗禁忌证的患者;(3) 手术及术中造影增加肾功能损害的风险^[23]。为评估 HCR 安全性,有研究将 200 例患者随机分配至 HCR 与 CABG 组,两组术后随访 1 年,主要不良心脑血管事件发生率(死亡、心肌梗死、卒中、大出血及再次血运重建)无统计学差异^[34]。另有一项多中心观察试验,对 HCR 与 PCI 患者术后随访 1 年,发现组间主要不良心脑血管事件也没有统计学差异^[35]。有研究比较 HCR 与 CABG 术后 3 年的主要心血管不良事件发生率,HCR 组的死亡、心肌梗死、卒中等并发症的发生率明显低于 CABG 组^[36]。一项回顾性分析对比了 HCR 与不停跳 CABG,发现 HCR 组手术时间较短,出血量少,机械通气时间短,输血量少^[37]。此外,HCR 组患者相比 CABG 组患者康复更快,住院时间缩短^[38]。

微创 CABG 与传统正中开胸 CABG 相比有诸多优点,但是目前我国微创 CABG 进展较慢,仅有少数大型临床中心开展了此类手术。作为心脏外

科医生,应了解微创 CABG 技术的发展现状,学习 CABG 微创技术。

参 考 文 献

- [1] Reser D, Holubec T, Caliskan E, et al. Left anterior small thoracotomy for minimally invasive coronary artery bypass grafting[J]. *Multimed Man Cardiothorac Surg*, 2015, 2015.
- [2] Calafiore AM, Angelini GD, Bergsland J, et al. Minimally invasive coronary artery bypass grafting[J]. *Ann Thorac Surg*, 1996, 62(5):1545-1548.
- [3] Raffa GM, Malvindi PG, Ornaghi D, et al. Minimally invasive direct coronary artery bypass in the era of percutaneous coronary intervention[J]. *J Cardiovasc Med (Hagerstown)*, 2015, 16(2):118-124.
- [4] Martinovic I, Lindemann S, Iqbal M, et al. Minimally invasive direct coronary bypass surgery via distal mini-sternotomy : promising clinical results with anaortic, multivessel, all-arterial technique[J]. *Herz*, 2018, Apr 10. [Epub ahead of print]
- [5] Piatek J, Kedziora A, Konstanty-kalandyk J, et al. Minimally invasive coronary artery bypass as a safe method of surgical revascularization. The step towards hybrid procedures[J]. *Postepy Kardiol Interwencyjnej*, 2017, 13(4):320-325.
- [6] Aubin H, Akhyari P, Lichtenberg A, et al. Additional right-sided upper " Half-Mini-Thoracotomy " for aortocoronary bypass grafting during minimally invasive multivessel revascularization[J]. *J Cardiothorac Surg*, 2015, 10:130.
- [7] Head SJ, Mилоjevic M, Taggart DP, et al. Current practice of state-of-the-art surgical coronary revascularization [J]. *Circulation*, 2017, 136(14):1331-1345.
- [8] Holzhey DM, Cornely JP, Rastan AJ, et al. Review of a 13-year single-center experience with minimally invasive direct coronary artery bypass as the primary surgical treatment of coronary artery disease[J]. *Heart Surg Forum*, 2012, 15(2):e61-e68.
- [9] Raja SG, Benedetto U, Alkizwini E, et al. Propensity score adjusted comparison of MIDCAB versus full sternotomy left anterior descending artery revascularization[J]. *Innovations (Phila)*, 2015, 10(3):174-178.
- [10] Trehan N, Malhotra R, Mishra Y, et al. Comparison of ministernotomy with minithoracotomy regarding postoperative pain and internal mammary artery characteristics[J]. *Heart Surg Forum*, 2000, 3(4):300-306.
- [11] Blazek S, Rossbach C, Borger MA, et al. Comparison of sirolimus-eluting stenting with minimally invasive bypass surgery for stenosis of the left anterior descending coronary artery: 7-year follow-up of a randomized trial[J]. *JACC Cardiovasc Interv*, 2015, 8(1 Pt A):30-38.
- [12] Kopjar T, Ivankovic S, Lima ML, et al. Endoscopic or no-touch vein harvesting for CABG: what is best for the patient? [J]. *Braz J Cardiovasc Surg*, 2016, 31(6):461-464.
- [13] Bakaeen F. CABG: a continuing evolution[J]. *Cleve Clin J Med*, 2017, 84(12 Suppl 4):e15-e19.
- [14] 陈海生, 刘盛华, 吴丽映, 等. 胸腔镜辅助冠状动脉旁路移植术的应用[J]. *岭南现代临床外科*, 2015, 15(2):191-193.
- [15] Moscarelli M, Harling L, Ashrafian H, et al. Challenges facing totally endoscopic robotic coronary artery bypass grafting[J]. *Int J Med Robot*, 2015, 11(1):18-29.
- [16] 陈海生, 刘盛华, 吴丽映, 等. 全胸腔镜非体外循环下冠状动脉旁路移植术的动物实验研究[J]. *现代医院*, 2014, 14(9):29-30.
- [17] Gorki H, Liu J, Poelzing F, et al. On-pump nonrobotic total endoscopic coronary artery bypass grafting: an animal study [J]. *Thorac Cardiovasc Surg*, 2016, 64(3):230-235.
- [18] Halkos ME, Liberman HA, Devireddy C, et al. Early clinical and angiographic outcomes after robotic-assisted coronary artery bypass surgery [J]. *J Thorac Cardiovasc Surg*, 2014, 147(1):179-185.
- [19] Halkos ME, Vassiliades TA, Myung RJ, et al. Sternotomy versus nonsternotomy LIMA-LAD grafting for single-vessel disease[J]. *Ann Thorac Surg*, 2012, 94(5):1469-1477.
- [20] Yang M, Wu Y, Wang G, et al. Robotic total arterial off-pump coronary artery bypass grafting: seven-year single-center experience and long-term follow-up of graft patency [J]. *Ann Thorac Surg*, 2015, 100(4):1367-1373.
- [21] Currie ME, Romsa J, Fox SA, et al. Long-term angiographic follow-up of robotic-assisted coronary artery revascularization [J]. *Ann Thorac Surg*, 2012, 93(5):1426-1431.
- [22] Canale LS, Mick S, Mihaljevic T, et al. Robotically assisted totally endoscopic coronary artery bypass surgery [J]. *J Thorac Dis*, 2013, 5(Suppl 6):S641-649.
- [23] Ejiofor II, Leacche M, Byrne JG. Robotic CABG and hybrid approaches: the current landscape[J]. *Prog Cardiovasc Dis*, 2015, 58(3):356-364.
- [24] Argenziano M, Katz M, Bonatti J, et al. Results of the prospective multicenter trial of robotically assisted totally endoscopic coronary artery bypass grafting[J]. *Ann Thorac Surg*, 2006, 81(5):1666-1674.
- [25] Bonatti J, Schachner T, Bonaros N, et al. Robotically assisted totally endoscopic coronary bypass surgery [J]. *Circulation*, 2011, 124(2):236-244.
- [26] Voudris K, Avgerinos DV, Feldman D, et al. Hybrid coronary revascularization: present indications and future perspective[J]. *Curr Treat Options Cardiovasc Med*, 2015, 17(3):364.
- [27] Leyvi G, Schechter CB, Sehgal S, et al. Comparison of index hospitalization costs between robotic CABG and conventional CABG: implications for hybrid coronary revascularization [J]. *J Cardiothorac Vasc Anesth*, 2016, 30(1):12-18.
- [28] Panoulas VF, Colombo A, Margonato A, et al. Hybrid coronary revascularization: promising, but yet to take off

- [J]. J Am Coll Cardiol, 2015, 65(1):85-97.
- [29] Angelini GD, Wilde P, Salerno TA, et al. Integrated left small thoracotomy and angioplasty for multivessel coronary artery revascularisation [J]. Lancet, 1996, 347 (9003): 757-758.
- [30] Hillis LD, Smith PK, Anderson JL, et al. 2011 ACCF/AHA guideline for coronary artery bypass graft surgery; a report of the American College of Cardiology Foundation/American Heart Association Task Force on Practice Guidelines [J]. Circulation, 2011, 124(23):e652-e735.
- [31] Harskamp RE, Bonatti JO, Zhao DX, et al. Standardizing definitions for hybrid coronary revascularization [J]. J Thorac Cardiovasc Surg, 2014, 147(2):556-560.
- [32] Harskamp RE, Brennan JM, Xian Y, et al. Practice patterns and clinical outcomes after hybrid coronary revascularization in the United States: an analysis from the society of thoracic surgeons adult cardiac database [J]. Circulation, 2014, 130 (11):872-879.
- [33] 姜明泽, 曹建军, 陈浩, 等. 分站式杂交技术在多支冠状动脉血运重建中的应用 [J]. 海南医学, 2017, 28(4):634-636.
- [34] Gasior M, Zembala MO, Tajstra M, et al. Hybrid revascularization for multivessel coronary artery disease [J]. JACC Cardiovasc Interv, 2014, 7(11):1277-1283.
- [35] Puskas JD, Halkos ME, Derosé JJ, et al. Hybrid coronary revascularization for the treatment of multivessel coronary artery disease: a multicenter observational study [J]. J Am Coll Cardiol, 2016, 68(4):356-365.
- [36] Shen L, Hu S, Wang H, et al. One-stop hybrid coronary revascularization versus coronary artery bypass grafting and percutaneous coronary intervention for the treatment of multivessel coronary artery disease: 3-year follow-up results from a single institution [J]. J Am Coll Cardiol, 2013, 61 (25):2525-2533.
- [37] Wu S, Ling Y, Fu Y, et al. Mid-term follow-up outcomes of 2-staged hybrid coronary revascularization compared with off-pump coronary artery bypass for patients with multivessel coronary artery disease [J]. Wideochir Inne Tech Maloinwazyjne, 2017, 12(2):178-185.
- [38] Foik J, Brzek A, Gierlotka MJ, et al. Effect of hybrid treatment on rehabilitation and clinical condition of patients with multivessel coronary artery disease [J]. Pol Arch Intern Med, 2018, 128(2):77-88.
- (收稿:2018-04-18 修回:2018-06-28)
(本文编辑:丁媛媛)

~~~~~  
(上接第 331 页)

- [19] Sakaguchi M, Hasegawa T, Ehara S, et al. New insights into spotty calcification and plaque rupture in acute coronary syndrome: an optical coherence tomography study [J]. Heart Vessels, 2016, 31(12):1915-1922.
- [20] Kataoka Y, Puri R, Hammadah M, et al. Spotty calcification and plaque vulnerability in vivo: frequency-domain optical coherence tomography analysis [J]. Cardiovasc Diagn Ther, 2014, 4(6):460-469.
- [21] Burgmaier M, Hellmich M, Marx N, et al. A score to quantify coronary plaque vulnerability in high-risk patients with type 2 diabetes: an optical coherence tomography study [J]. Cardiovasc Diabetol, 2014, 13:117.
- [22] Kennedy MW, Fabris E, Ijsselmuiden AJ, et al. Combined optical coherence tomography morphologic and fractional flow reserve hemodynamic assessment of non-culprit lesions to better predict adverse event outcomes in diabetes mellitus patients: COMBINE (OCT-FFR) prospective study. Rationale and design [J]. Cardiovasc Diabetol, 2016, 15 (1): 144.
- [23] Ueda T, Uemura S, Watanabe M, et al. Thin-cap fibroatheroma and large calcification at the proximal stent edge correlate with a high proportion of uncovered stent struts in the chronic phase [J]. Coron Artery Dis, 2016, 27 (5):376-384.
- [24] Reith S, Battermann S, Jaskolka A, et al. Predictors and incidence of stent edge dissections in patients with type 2 diabetes as determined by optical coherence tomography [J]. Int J Cardiovasc Imaging, 2013, 29(6):1237-1247.
- [25] Batty JA, Subba S, Luke P, et al. Intracoronary imaging in the detection of vulnerable plaques [J]. Curr Cardiol Rep, 2016, 18(3):28.
- (收稿:2018-06-07 修回:2018-10-20)  
(本文编辑:白洋)