

机器人辅助心脏手术现状及进展

蒋连勇 综述 丁芳宝* 审校

(上海交通大学医学院附属新华医院心胸外科, 上海 200092)

中图分类号: R654.2

文献标识: A

文章编号: 1009-6604(2012)11-0979-03

随着心脏外科技术的发展以及临床医生经验的不断丰富,大多数心脏外科手术已经基本趋于成熟,而患者对于美观及微创的要求越来越高,微创心脏外科已经成为各大心脏中心研究的热点,从小切口心脏手术到传统腔镜心脏手术再到现在的机器人辅助下心脏手术,正在不断努力以求取得更加完美的治疗效果。近 10 年来,经过各大临床中心的不断研究和临床应用,机器人辅助心脏手术技术取得了巨大的进步。自从 1999 年 Mohr 等^[1]在达芬奇系统的帮助下完成了首例冠状动脉旁路移植手术后,各大临床中心相继完成了二尖瓣手术、心房纤颤射频消融、左室起搏导线安置、房间隔缺损修补、室间隔缺损修补等各种手术,并且取得了令人鼓舞的效果。本文将机器人辅助心脏手术做一简要综述。

1 冠状动脉旁路移植术

冠状动脉旁路移植术(CABG)是机器人技术在心外科最早介入的领域,也是目前机器人技术应用最广、技术最为成熟的领域。1999 年德国 Mohr 等^[1]使用达芬奇系统完成了世界首例机器人辅助下冠状动脉旁路移植术, Loulmet 等^[2]在 Heart-port 技术帮助下完成了首例完全腔镜下 CABG。随后 Falk 等^[3]借助腔镜专用的心脏固定器完成了首例非体外循环完全腔镜下 CABG。如今,机器人辅助下 CABG 已经成为一股热潮席卷全球,各大临床中心已完成数千例手术,积累了丰富的经验。Srivastava 等^[4]报道 150 例机器人辅助下 CABG,所有患者均顺利完成手术,无心肌梗死、卒中、切口感染等并发症,无死亡病例,4 例因出血再次开胸,平均住院时间仅 3.6 天,术后 3 个月对 55 例行 CTA 检查,无桥血管狭窄。2010 年 Thierry 等^[5]报道 56 例机器人辅助 CABG,包括单支或双支冠状动脉病变,9 例改为小切口辅助或正中开胸手术,其余均在机器人辅助腔镜下完成手术,结果显示术后 1 年桥

血管通畅率达 92%,生存率达 96%。Argebzuano 等^[6]报道多家临床中心完成 85 例全机器人 CABG,除 5 例转为传统开胸手术外,其余均在完全机器人腔镜下完成手术,无死亡病例及脑卒中发生,术后 3 个月通畅率达 91%。

当然,机器人辅助下 CABG 仍然面临着诸多挑战。首先,机器人辅助下 CABG 对患者的筛选标准非常严格,尽管各大中心的标准并不非常一致,但一般都只限于单支冠状动脉病变,而对于冠状动脉钙化严重,心功能低下[一般指射血分数(EF) < 0.30],肺部病变严重不能耐受单肺通气(如肺水肿、严重慢性阻塞性肺病、严重肺纤维化等),循环不稳定,解剖变异如心肌桥或有胸部手术史导致胸腔粘连等,均不适合机器人辅助 CABG。其次,机器人辅助 CABG 手术时间较传统手术明显延长。Thierry 等^[5]报道 23 例全腔镜下 CABG,手术时间平均 372 min。高长青等^[7]报道 58 例全腔镜下 CABG,平均手术时间 336 min。手术时间的延长也正是限制机器人辅助全腔镜下完成多支冠状动脉病变 CABG 的重要原因,尽管近年来有少量报道机器人辅助下完成双支或三支 CABG,但手术时间较单支 CABG 更是大大延长^[8,9],如 Bonatti 等^[8]报道 10 例双支 CABG,手术时间平均 500 min。所以大多数研究中心在处理双支或三支冠状动脉病变时多选择另外加用一小切口完成血管口的吻合,或直接改用传统手术^[4,10]。再次,根据多家心脏中心的统计,完全腔镜机器人辅助下 CABG 吻合口通畅率较传统手术低,约 90%^[11,12],增加了患者的再手术几率,因而如何提高吻合口通畅率也成为亟待解决的问题。当然,除外以上各种不足之外,机器人辅助 CABG 还有一些困难,如目标血管显露、吻合区选择、术中出血控制等。但我们更应该看到它的优点,机器人辅助下 CABG 切口小、疼痛轻、患者恢复快,还能进行远程手术,避免了正中开胸带来的诸多并发症,这些都是传统手术所无法替代的。

* 通讯作者, E-mail: dmail1969@yahoo.com.cn

2 二尖瓣手术

1998 年, Carpentier 等^[13]在达芬奇系统的帮助下完成第一例二尖瓣修复手术; 2003 年, 在美国食品药品监督管理局 (FDA) 的支持下, East Carolina 大学的 Nifong 等^[14]对 20 例二尖瓣病变进行了试验性手术, 该试验的最初结果表明, 除了手术时间较传统手术长以外, 其他方面的结果均令人满意。随后, 他们又进行了大量手术, 并在 2005 年对其最初进行的 200 例手术做了详细的报道^[15], 其中包括瓣叶矩形切除、腱索转移、腱索缩短、成形环安置等, 除 4 例死亡外, 其他均存活, 所有患者平均住院时间 (4.8 ± 0.2) d, 而术后随访结果也令人非常满意 (仅 5 例出现中度以上反流)。2011 年, Lehr 等^[16]统计了 11 家 933 例机器人辅助二尖瓣手术, 结果显示除 2.6% 的患者因各种原因转换手术方式, 其余全部成功进行了机器人辅助下二尖瓣手术, 这些病例中总的手术死亡率约 0.6%, 卒中的发生率约 1.6%, 而手术时间相对于传统胸腔镜下二尖瓣修复术短。2011 年, Mihaljevic 等^[17]回顾了 759 例单纯二尖瓣病变手术, 并对其中的机器人手术和传统的开胸手术进行对比, 结果显示两组间的死亡率差异无显著性, 尽管手术时间及主动脉阻断时间较传统手术长, 但是住院时间较传统手术明显缩短。值得注意的是, 该报道中后期手术较前期手术体外循环时间和心肌缺血时间缩短将近 50%, 也就是说, 随着手术熟练程度的增加, 手术时间将会大幅度缩短。Turner 等^[18]报道, 相对于传统开胸二尖瓣手术, 机器人二尖瓣手术患者恢复正常工作的时间明显缩短, 44% 的患者术后 4 周内即能恢复正常工作, 而 78% 的患者术后 12 周内能恢复正常工作, 其余患者恢复时间也较传统手术短。同样, Morgan 等^[19]报道 15 例全机器人二尖瓣手术, 并与小切口二尖瓣手术进行对比, 结果显示, 在恢复过程中无论是身体上的疼痛还是精神上的压力, 机器人手术都要明显减小, 这对于患者来说无疑是相当重要的。

3 先天性心脏病手术

随着机器人辅助 CABG 及瓣膜手术的成功开展, 各大临床中心开始把机器人应用到先天性心脏病的治疗上来, 近年来不断有机器人系统辅助治疗先心病的报道, 包括房间隔缺损修补、动脉导管结扎、血管环切除及室间隔缺损修补等, 其中报道最多的是房间隔缺损修补手术。早在 2001 年 Torracea 等^[20]就报道了 6 例全机器人房间隔缺损修补, 随后又有多家临床中心^[21, 22]进行了报道, 根据他们的报道, 除手术时间比较长, 另外有少数病例需要转为正中开胸外, 在死亡率、修补效果方面均取得了非常好的效果。高长青等^[23]在 2007 年也报道了 15 例全

机器人房间隔缺损修补病例, 手术均取得成功, 无残余分流及恶性心律失常等并发症, 术中及术后出血明显减少, 24 小时内引流量仅 40 ~ 100 ml, 术后恢复明显加快, 术后 2 天即能基本恢复日常活动。2009 年他们开展了不停跳下全机器人房间隔缺损修补术^[24], 至 2010 年 12 月进行了 40 例手术, 并全部取得成功, 无死亡, 无低心排血量综合征、恶性心律失常、空气栓塞等严重并发症发生, 相对于不停跳组, 手术时间、体外循环时间、机器人使用时间均明显缩短。动脉导管未闭 (PDA) 结扎及血管环切除的报道也不少。2002 年 Le Bret 等^[25]报道 28 例机器人辅助下 PDA 结扎术, 并与电视胸腔镜下 PDA 结扎进行对比, 结果显示, 除手术时间相对较长外, 插管时间、住院时间、术后引流量及膈神经损伤等并发症与电视胸腔镜手术差异无显著性。Suematsu 等^[26]2005 年报道 6 例全机器人血管环切除, 除 1 例因严重胸膜粘连转为开胸手术外, 其余 5 例均顺利完成手术, 术后平均随访 20 个月, 未发现残余分流及气道狭窄等并发症。其他如封堵器取出、主动脉缩窄矫治及室间隔缺损修补等也有少量报道。可以看出, 机器人手术治疗先天性心脏病安全、有效, 是先天性心脏病治疗的发展方向, 而随着手术技术的不断成熟, 手术器械的不断更新, 相信机器人手术将会越来越广泛地应用到先天性心脏病的矫治中。

4 左心室起搏导线的安置

已有研究显示, 左心室起搏导线的安置有助于提高慢性心力衰竭患者的心室功能、活动耐量以及生活质量。然而, 由于冠状静脉窦或冠状静脉的变异, 应用传统的经皮穿刺方法, 10% ~ 15% 的患者不能成功进行起搏导线的安置, 而且此方法近远期死亡率均较高^[27]。Kronborg 等^[28]报道 179 例经皮穿刺左室起搏导线植入病例, 1 年死亡率 15%, 5 年死亡率 53%。应用机器人腔镜技术, 左室起搏导线的安置失败率明显下降, 死亡率也大大降低。2004 年 Deroose 等^[29]率先报道 13 例机器人辅助左室起搏导线安置 (其中 6 例有 CABG 史), 均成功安置起搏导线, 无死亡, 无出血、心律失常等并发症。2005 年 Joshi 等^[30]报道 42 例机器人辅助左室起搏导线安置 (其中 21 例为二次手术), 仅 2 例因胸膜粘连行胸部小切口手术, 其余 40 例均在机器人腔镜下顺利完成手术。Kamath 等^[31]对 78 例机器人辅助左室起搏导线安置患者进行了长期随访 (44 ± 21) 月, 78 例均成功安置左室起搏导线 (其中 70 例为经皮穿刺安置失败者), 随访 1 年死亡率 11%, 3 年死亡率 22%; 相对于经皮穿刺安置左室起搏导线, 不但成功率高, 而且近期及远期死亡率都明显降低。结果显示, 机器人腔镜下起搏导线安置安全可靠, 近期及远期效果均令人满意。这给了我们极大的鼓舞, 也为

那些需要安置心室起搏器的患者带来了福音,相信在不远的将来,机器人辅助起搏导线安置将会越来越广泛。

5 小结

相对于传统的心脏外科而言,机器人辅助微创心脏外科的发展刚刚起步,尽管在较多方面仍然还不成熟,临床运用还存在较多的限制,但它的优势无疑是巨大的,如出血少、创伤小、住院时间短、恢复快、生活质量提高等,而且这些优势随着科学技术的发展及我们临床经验的增加将越来越明显,而相应的运用限制将日趋减少。我们有理由相信,随着科学技术的不断发展,在不远的将来,机器人辅助心脏手术在心胸外科的应用将会越来越广泛。

参考文献

- Mohr FW, Falk V, Diegeler A, et al. Computer-enhanced coronary artery bypass surgery. *J Thorac Cardiovasc Surg*, 1999, 177 (6): 1212 - 1214.
- Loulmet D, Carpentier A, Attellis N, et al. Endoscopic coronary artery bypass grafting with the aid of robotic assisted instruments. *J Thorac Cardiovasc Surg*, 1999, 188(1): 4 - 10.
- Falk V, Diegeler A, Walther T, et al. Total endoscopic off-pump coronary artery bypass grafting. *Heart Surg Forum*, 2000, 3(1): 29 - 31.
- Srivastava S, Gadasalli S, Agusala M, et al. Use of bilateral internal thoracic arteries in CABG through lateral thoracotomy with robotic assistance in 150 patients. *Ann Thorac Surg*, 2006, 81(3): 800 - 806.
- Thierry A, Dibie FA, Philippe R, et al. Robotic coronary artery bypass grafting. *J Robotic Surg*, 2010, 4(4): 241 - 246.
- Argebuano M, Katz M, Bonatti J, et al. Results of the prospective multicenter trial of robotically assisted totally endoscopic coronary artery bypass grafting. *Ann Thorac Surg*, 2006, 81(5): 1666 - 1674.
- Gao CQ, Yan M, Wu Y, et al. Early and midterm results of totally endoscopic coronary artery bypass grafting on the beating heart. *J Thorac Cardiovasc Surg*, 2011, 142(4): 843 - 849.
- Bonatti J, Schachner T, Bonaros N, et al. Robotic totally-endoscopic double-vessel bypass grafting: a further step toward closed-chest surgical treatment of multivessel coronary artery disease. *Heart Surg Forum*, 2007, 10(3): E239 - E242.
- Farhat F, Aubert S, Blanc P, et al. Totally endoscopic off-pump bilateral internal thoracic artery bypass grafting. *Eur J Cardiothorac Surg*, 2004, 26(4): 845 - 847.
- Subramanian VA, Patel NU, Patel NC, et al. Robotic assisted multivessel minimally invasive direct coronary artery bypass with port-access stabilization and cardiac positioning: paving the way for outpatient coronary surgery? *Ann Thorac Surg*, 2005, 79(5): 1590 - 1596.
- de Canniere D, Wimmer-Greinecker G, Cichon R, et al. Feasibility, safety, and efficacy of totally endoscopic coronary artery bypass grafting; multicenter European experience. *J Thorac Cardiovasc Surg*, 2007, 134(3): 710 - 716.
- Damiano RJ Jr, Ehrman WJ, Ducko CT, et al. Initial United States clinical trial of robotically assisted endoscopic coronary artery bypass

- grafting. *J Thorac Cardiovasc Surg*, 2000, 119(1): 77 - 82.
- Carpentier A, Loulmet D, Aupeple B, et al. Computer assisted open-heart surgery. First case operated on with success. *C R Acad Sci III*, 1998, 321(5): 437 - 442.
- Nifong LW, Chu VF, Bailey BM, et al. Robotic mitral valve repair: experience with the da Vinci system. *Ann Thorac Surg*, 2003, 75(2): 438 - 442.
- Nifong LW, Reade CC, Chitwood WR. 200 Consecutive robotic mitral valve repairs. *Circulation*, 2005, 112(17): II - 496.
- Lehr EJ, Rodriguez E, Nifong LW, et al. Robotic mitral valve surgery. *Eur Surg*, 2011, 43(4): 205 - 211.
- Mihaljevic T, Jarrett CM, Gillinov AM, et al. Robotic repair of posterior mitral valve prolapsed versus conventional approaches: potential realized. *J Thorac Cardiovasc Surg*, 2011, 141(1): 72 - 80.
- Turner M, Botti M, Watts R, et al. Intermediate and long-term outcomes following robotic cardiac surgery in an Australian cohort. *Heart Lung Circ*, 2007, 16(2): S99.
- Morgan JA, Argenziano M, Smith CR. Robotic valve surgery: how does the future look? *Adv Cardiol*, 2004, 41: 157 - 163.
- Torracca L, Ismeno G, Alfieri O. Totally endoscopic computer-enhanced atrial septal defect closure in six patients. *Ann Thorac Surg*, 2001, 72(4): 1354 - 1357.
- Bonaros M, Schachner T, Oehlinger A, et al. Experience on the way to totally endoscopic atrial septal defect repair. *Heart Surg Forum*, 2004, 7(5): E440 - E445.
- Morgan JA, Peacock JC, Kohmoto T, et al. Robotic techniques improve quality of life in patients undergoing atrial septal defect repair. *Ann Thorac Surg*, 2004, 77(4): 1328 - 1333.
- 高长青, 杨明, 王刚, 等. 全机器人不开胸房间隔缺损修补术. *中华心胸血管外科杂志*, 2007, 23(5): 298 - 300.
- 杨明, 高长青, 肖苍松, 等. 全机器人心脏不停跳下房间隔缺损修补术. *中华心胸血管外科杂志*, 2011, 27(7): 395.
- Le Bret E, Papadatos S, Folliguet T, et al. Interruption of patent ductus arteriosus in children: robotically assisted versus videothoracoscopic surgery. *J Thorac Cardiovasc Surg*, 2002, 123(5): 973 - 976.
- Suematsu Y, Mora BN, Mihaljevic T, et al. Totally endoscopic robotic-assisted repair of patent ductus arteriosus and vascular ring in children. *Ann Thorac Surg*, 2005, 80(6): 2309 - 2313.
- 张琪, 姜萌, 金艳, 等. 678例双腔起搏器安置术中导线入路的回顾性研究. *中国心脏起搏与电生理杂志*, 2010, 24(4): 307 - 309.
- Kronborg MB, Kirkfeldt RE, Nielsen JC. Very long-term follow-up of cardiac resynchronization therapy: Clinical outcome and predictors of mortality. *Eur J Heart Fail*, 2008, 10(8): 796 - 801.
- Derosé JJ Jr, Belsley S, Swistel DG, et al. Robotically assisted left ventricular epicardial lead implantation for biventricular pacing: the posterior approach. *Ann Thorac Surg*, 2004, 77(4): 1472 - 1474.
- Joshi S, Steinberg JS, Ashton RC, et al. Follow-up of robotically assisted left ventricular epicardial leads for cardiac resynchronization therapy. *J Am Coll Cardiol*, 2005, 46(12): 2358 - 2359.
- Kamath GS, Balaram S, Choi A, et al. Long-term outcome of leads and patients following robotic epicardial left ventricular lead placement for cardiac resynchronization therapy. *Pacing Clin Electrophysiol*, 2011, 34(2): 235 - 240.

(收稿日期: 2012-07-03)

(修回日期: 2012-08-14)

(责任编辑: 王惠群)