

· 论著 · 获得性心脏病 ·

# 不停跳冠状动脉旁路移植术治疗 70 岁以上冠心病患者的疗效分析



房磊, 王丕杉, 金琪琳, 师闯, 王坡

首都医科大学大兴教学医院 心脏外科(北京 102600)

**【摘要】** 目的 探讨总结 160 例不停跳冠状动脉旁路移植术治疗 70 岁以上冠心病患者的临床疗效分析。方法 2013 年 1 月至 2017 年 12 月, 总共 160 例 70 岁以上冠状动脉粥样硬化性心脏病患者均在我院行非体外循环不停跳冠状动脉旁路移植术, 其中男 94 例, 女 66 例, 年龄 70 岁~85 岁, 平均年龄(76.67±2.33)岁。采用胸骨正中切口, 采用大隐静脉、乳内动脉, 使用心肌表面局部固定器、分流栓辅助完成。结果 全组病例均在非体外循环下完成手术, 其中应用乳内动脉桥+大隐静脉桥 62 例, 全静大隐静脉桥 98 例。手术均成功, 无死亡病例, 术后心功能明显改善, 随访 1~4 年, 所有患者心绞痛均明显缓解。结论 不停跳冠状动脉旁路移植术治疗高龄冠心病患者疗效好, 手术安全, 尤其适用于肾功能不全、脑血管病、呼吸系统疾病、严重左心功能不全的患者。

**【关键词】** 冠心病; 高龄患者; 冠状动脉旁路移植术

## Off-pump coronary artery bypass grafting analysis of curative effect of coronary artery disease over 70 years

FANG Lei, WANG Peishan, JIN Qilin, SHI Chuang, WANG Po

Department of Cardiac Surgery, Capital Medical University Daxing Teaching Hospital, Beijing, 102600, P.R.China

Corresponding author: FANG Lei, Email: Fanglei868@163.com

**【Abstract】 Objective** To evaluate the clinical efficacy of coronary artery bypass grafting in the treatment of coronary artery disease patients aged over 70 years. **Methods** A total of 160 patients with coronary atherosclerotic heart disease underwent off-pump coronary artery bypass grafting from January 2013 to December 2017. There were 94 males and 66 females at age of 70–85 (76.67±2.33) years. Surgical methods using sternal median incision, the saphenous vein, internal mammary artery, the use of local myocardial surface fixator, shunt plug assisted. **Results** All the patients were performed off-pump coronary artery bypass grafting successful without death or perioperative myocardial infarction. There were 62 patients with the internal mammary artery bridge and 98 patients with the whole vein bridge. All the patients were successfully treated with no death, and the cardiac function improved significantly. All the patients were followed-up for 1 to 4 years. All the patients had obvious relief of angina pectoris. **Conclusion** Off-pump coronary artery bypass grafting for the treatment of elderly patients with coronary heart disease is an effective, safe operation, especially for renal insufficiency, cerebrovascular disease, respiratory disease, severe left ventricular dysfunction in patients.

**【Key words】** Coronary heart disease; elderly patients; coronary artery bypass grafting

心血管疾病诊疗中, 最常见的疾病就是冠心病, 冠心病全称为冠状动脉粥样硬化性心脏病, 指供给心脏自身营养物质的冠状动脉(冠脉)发生严重粥样硬化或痉挛, 使冠状动脉狭窄或阻塞, 以及血栓形成造成管腔闭塞, 导致心肌缺血缺氧或梗塞的一种心脏病, 也称为缺血性心脏病。随着我国人

口趋势进入老龄化和人们生活习惯的改变, 冠状动脉粥样硬化性心脏病已成为严重危害中老年人生命的主要疾病。冠状动脉旁路移植术(coronary artery bypass grafting, CABG)是冠状动脉粥样硬化性心脏病的主要治疗方法之一, 特别对于冠状动脉主干血管及多支病变血管, 能够有效改善心肌缺血、恢复心肌功能, 缓解心绞痛, 改善生活质量, 延长寿命。乳内动脉因具有良好的远期通畅率, 目前

DOI: 10.7507/1007-4848.201812001

通信作者: 房磊, Email: Fanglei868@163.com

为首选移植血管。但因其取材有限,故常用其移植左前降支,而对于多支病变的其他血管,大隐静脉仍为最常用的移植血管<sup>[1]</sup>。但是,高龄、体外循环仍是围手术期死亡的危险因子<sup>[2]</sup>。随着人口老龄化社会的提前到来,人们期待着高龄患者 CABG 的手术成绩得到快速提高。本研究对 2013 年 1 月至 2017 年 12 月在我院心脏中心心脏外科,总共 160 例 70 岁以上冠状动脉粥样硬化性心脏病患者行不停跳冠状动脉旁路移植术的手术方法及临床疗效进行回顾性分析,总结经验方法。

## 1 资料与方法

### 1.1 临床资料

本组共 160 例,其中男 94 例、女 66 例,年龄 70 岁~85 岁,平均年龄(76.67±2.33)岁。术前合并糖尿病 124 例,高血脂 142 例,高血压 127 例,慢性阻塞性肺病 26 例,脑梗塞后遗症 12 例。160 例患者手术前心功能评测(NYHA 分级)Ⅲ级患者 25 例,Ⅱ级患者 135 例,Ⅰ级患者 20 例。其中 105 例患者以不稳型心绞痛入院,另外 55 例患者以急性非 ST 段抬高型心肌梗死。手术前常规经胸心脏超声检查:左室舒张末期内径(LVEDD)42~70(57.3±5.6)mm,左室射血分数 40%~68%(51.3%±6.7%)。所有患者行冠状动脉造影检查均提示为左主干病变或三支主要血管病变。

纳入标准:年龄>70 岁,冠脉造影提示左主干和/或三支病变。排除标准:体外循环下/体外并行下完成冠状动脉旁路移植术患者,不停跳中转体外循环患者。急诊开胸冠状动脉旁路移植术患者[包括急性 ST 段抬高型心梗、经皮冠状动脉介入术(PCI)术中破裂患者]。

### 1.2 手术方法

本组患者均在不停跳体外循环下行冠状动脉旁路移植术,手术入路为胸部正中切口,术前行乳内动脉超声评估乳内远端直径,术中探查乳内动脉条件良好患者,决定应用左乳内动脉及大隐静脉为桥血管,术中探查乳内动脉条件较差患者,采用全静脉桥完成。在乳内动脉离断时或近端桥血管吻合时,给予小剂量肝素(1.0~1.5 mg/kg),并监测 ACT 达 300 s。术中在吻合远端靶血管时,通过即时调整手术床体位,血管药物支持并联合应用心肌稳定器负压吸引系统暴露靶血管。老年患者主动脉常有钙化,在桥血管近端吻合时,应用“易扣”吻合器辅助完成,使用 6-0 Prolene 单根双头线将大隐

静脉桥血管与升主动脉的近端吻合。在桥血管与靶血管吻合时采用 8-0 Prolene 单根双头线连续吻合带蒂左乳内动脉与左前降支。余靶血管采用大隐静脉顺行序贯式吻合技术完成,在吻合前降支及后降支时,多应用冠状动脉内分流栓(inshunt)。其中乳内动脉+大隐静脉符合桥 62 例,全静脉桥 98 例,其中 94 例完成两个近端大隐静脉桥血管与升主动脉的吻合,4 例因主动脉钙化严重完成 1 个近端吻合,行 Y 形桥吻合。其中 38 例患者在 IABP 辅助下完成。术中应用冠脉流量仪(Transit time flow meter, TTFM)测定流量,均满足搏动指数 PI≤5,平均流量 Q≥15 ml/min。吻合完成测量桥血管及静脉桥近端流量,止血后关闭心包,放置心包纵隔引流管后关胸。

### 1.3 术后处理

术后心外监护室呼吸机辅助呼吸,常规监测生命体征,观察心电监护及定期抽取血气调整药物治疗。联合应用硝酸酯类或(和)正性肌力药物如多巴胺或(和)去甲肾上腺素等血管活性药物,控制收缩压不低于 100 mm Hg,保证心脏冠脉及桥血管流量的灌注;心率控制 70 次/min 左右。术后第 1 d 拔除气管插管,给予口服抗血小板、β受体阻滞剂控制心率、硝酸酯类扩血管等药物治疗。术后第 2 d 拔出心包及纵隔引流管。

### 1.4 观察指标

从电子病历中查阅患者术前一般情况、患者冠脉造影冠脉病变程度、手术方法以及术后恢复情况。术后以门诊预约方式进行病例随访,常规行超生心电图测定左心室舒张期末内径(LVEDD)、左室射血分数(LVEF)评估患者心脏功能变化。

### 1.5 统计学分析

术后定期门诊复查,长期口服药物治疗。统计方法采用 SPSS19.0 统计软件分析,计数资料用频数和百分比表示,连续变量采用均数±标准差( $\bar{x} \pm s$ )表示, $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

## 2 结果

本组患者均在不停跳下行冠状动脉旁路移植术。桥血管吻合数目共 664 个,平均(4.15±0.62)个/例。其中 6 支桥 5 例,5 支桥 42 例,4 支桥 85 例,3 支桥 28 例;手术时间(180.33±27.26)min,术后当日纵隔引流量(198.67±58.33)ml,当日心包引流量(42.23±21.45)ml,术后监护室呼吸机使用时间(12.67±2.23)h,住监护室时间(30.46±5.24)h。围手术期无死亡病例。其中 38 例患者在主动脉球囊

反搏 (IABP) 辅助下完成, 术后低心排量综合征 3 例, 经给予血管活性药物联合应用脉搏指示连续心输出量 (PICCO)、IABP 治疗患者均治愈。术后 15 例发生心房颤动, 经胺碘酮治疗后均转窦。急性肾功能衰竭 2 例, 经连续肾脏替代治疗 (CRRT) 治疗肾功能逐渐恢复。患者术中及术后情况, 见表 1。

随访 1~4 年, 患者出院后采用门诊预约方式随诊及电话随访。所有患者术后 1 年均复查心电图及心脏彩超。2 例发现偶有心绞痛发作, 复查造影时发现, 因竞争血流导致局部桥血管血流变慢。80 例患者行冠脉造影, 24 例行冠脉 CTA 检查提示桥血管均通畅。余患者心绞痛症状均消失, 活动量增加而无明显不适。手术前与手术后 1 年复查超声心动图时比较, LVEDD 及 LVEF 均显著改善 ( $P<0.01$ ); 见表 2。

### 3 讨论

体外循环下行冠状动脉旁路移植手术是目前一种比较成熟的治疗方式, 但是体外循环技术对患者心脏功能及身体损害较大<sup>[3]</sup>。体外循环更不适合肾功能不全、脑血管病、呼吸系统疾病、严重左心功能不全的高龄患者。老年心血管疾病患者逐年增多, 目前严重冠心病 3 支病变或左主干+3 支病变及冠脉支架植入术后再狭窄患者也日益增多, 冠状动脉旁路移植手术可绕过冠状动脉严重狭窄及阻塞的血管, 实现靶血管远端供血以改善缺血区域的血液供应<sup>[4]</sup>。非体外循环下行冠状动脉旁路移植手术是指在心脏未停止跳动的情况下给予冠状动脉旁路移植手术, 具有住院时间和手术时间短等优点, 已经成为临床外科冠状动脉旁路移植手术的新趋势<sup>[5-6]</sup>。非体外循环不停跳冠状搭桥术有降低高危患者手术风险和减少术后并发症的特点, 且随着临床设备的不断完善, 心脏稳定器及桥血管流量仪的有力保障, 非体外循环下不停跳冠状动脉搭桥术已被广泛应用于临床<sup>[7]</sup>。左侧乳内动脉因术中更容易获取, 且便于与前降支或对角支吻合, 术后远期通畅率高等特点, 目前被学者认为是左前降支首选移植血管, 但对于多支冠脉病变的靶血管, 大隐静脉仍为最常用的移植血管<sup>[8]</sup>。

对于 70 岁以上高龄冠心病患者, 采用非停跳冠状动脉旁路移植术, 尤其是合并糖尿病、呼吸系统疾病、弥漫性脑血管或周围血管疾病、肾功能不全、严重左心室功能不全等基础疾病重的患者, 非体外循环不停跳冠状动脉旁路移植手术与传统的冠状动脉旁路移植术比较, 避免对患者实施体外循

表 1 160 例患者术中及术后情况 [ $\bar{x}\pm s/n$  (%) ]

临床资料	数值
桥血管吻合数目 (个/例)	4.15±0.62
乳内动脉桥血管 (例)	62 (38.8)
手术时间 (min)	180.33±27.26
当日纵膈引流量 (ml)	198.67±58.33
当日心包引流量 (ml)	42.23±21.45
呼吸机使用时间 (h)	12.67±2.23
住监护室时间 (h)	30.46±5.24

表 2 术前术后超声心动图指标比较 ( $\bar{x}\pm s$ )

时间	LVEDD (mm)	LVEF (%)
术前	57.3±5.6	51.3±6.7
术后 1 年	56.6±4.7	55.6±8.2
t 值	6.7	8.3
P 值	<0.01	<0.01

环, 避免心脏停跳、体外循环插管及转机抗凝的影响, 缩短手术时间, 减少心律失常等情况的发生, 同时可减少输血、监护室监护时间及相关心血管活性药物的使用量, 同样也减少了手术总费用<sup>[9-10]</sup>。

本组研究患者术前均行锁骨下动脉超声+乳内动脉超声评估乳内远端直径, 术中探查乳内动脉条件良好患者, 决定应用左乳内动脉及大隐静脉为桥血管。术前超声提示乳内动脉直径较细, 流速较快, 术中发现乳内动脉搏动差, 采用全大隐静脉搭桥。冠状动脉旁路移植的基本原则是尽量完全的再血管化, 但是对于高龄冠心病患者避免过大的手术侵袭也十分重要。对于高龄的 CABG 患者, 不能仅考虑采用动脉移植血管, 还要多考虑采用 OPCAG 及静脉移植血管相结合等低侵袭性手术方法, 并建议术后早期下床进行康复训练。对于使用动脉移植血管, 英国学者 Baskett<sup>[11]</sup> 统计研究认为, 使用动脉移植血管和静脉移植血管组合行冠状动脉旁路移植术可以降低围手术期死亡率。也有学者认为对于 75 岁以上高龄患者, 只采用静脉移植血管的冠状动脉旁路移植术会增加围手术期及远期追踪死亡率。因此许多报道认为<sup>[12]</sup>, 对重要病变血管采用动脉移植血管, 其他部位的病变血管采用静脉移植血管作为辅助是较好的手术方法, 特别是左冠状动脉病变采用乳内动脉移植血管, 右冠状动脉病变血管采用大隐静脉移植血管。在本研究中, 发现大隐静脉移植血管有较好的手术效果, 可考虑作为旋支及右冠脉的桥血管使用, 与国外报道



相似<sup>[13]</sup>。目前,学者们对于70岁以上高龄冠心病患者是否采用双侧乳内动脉移植血管有不同意见,既有采用双侧乳内动脉不会增加围手术期危险性的报道,又有对于心功能低下、慢性肺部疾病的高危人群应采用单侧乳内动脉的报道。有学者研究认为采用双侧乳内动脉移植血管可以提高远期追踪生存率,但随着年龄的增长其远期追踪生存率下降,特别是70岁以上高龄患者表现得更加明显。还有对于患有慢性肺部疾病及急诊患者使用双侧乳内动脉会增加胸骨感染危险的报道<sup>[14]</sup>。本组病例在非体外循环不停跳下完成手术,其中应用乳内动脉桥+大隐静脉桥62例(38.8%),全大隐静脉桥98例(61.2%)。本组患者平均吻合桥血管数(4.15±0.62)个/例,病例中多数患者为左主干及3支冠脉弥漫性病变,其中5例前降支弥漫性多节段狭窄的病例,首先采用1根大隐静脉序贯前降支完成前降支再血管化,再采用另一根大隐静脉序贯吻合其他血管的方法。本组手术均成功,围手术期无死亡病例,术后心功能明显改善,随访1~4年,对比术前术后1年超声心电图显示LVEDD及LVEF均较前改善,所有患者心绞痛均明显缓解,近期效果满意。虽然为高龄患者,但对于乳内动脉条件好的患者,我们仍建议主张采用乳内动脉+大隐静脉结合行冠脉旁路移植完成再血管化。

随着冠状动脉的显露和固定技术的发展,非体外循环不停跳冠状动脉旁路移植术(OPCAB)成为更加容易和安全的操作方法<sup>[15]</sup>。术中血管分流栓的应用使冠状动脉吻合能在冠状动脉血流不中断的条件下进行。近年来不断涌现各种机械稳定装置可减低靶血管局部心脏运动幅度,为完成冠状动脉吻合创造良好条件,从而使得非体外循环冠状动脉搭桥术的范围和适应症越来越宽<sup>[16]</sup>。冠状动脉旁路移植吻合时,对于心脏前壁血管(前降支、对角支),右冠状动脉前中段的血管处理时,对患者心脏搬动较小,对血流动力学影响较小,而对心脏下壁(后降支、左室后支、钝缘支),侧壁右冠远端(回旋支、钝缘支)干预时,由于对心脏进行了搬动、扭曲等,导致血流动力学改变,同时要采用变化体位,改善患者,通常采用调整手术床的角度,例如使患者呈头低右转位,通过心脏重心的移位可帮助改变心脏的位置。本研究发现在非体外循环冠状动脉旁路移植时,建议患者血压维持在80~100 mm Hg/40~60 mm Hg,心率维持在60~70次,在心脏相对较空,心率相对较慢的情况下进行操作,对于冠脉病变较重的患者建议给予冠

脉分流栓,避免因冠脉耐氧能力差缺血导致心梗、心律失常发生。

循环不稳定是显露和稳定过程中常常出现的情况,大多表现为一过性血压下降,但将心脏放回原位后,血压很快自动回升至正常值。搬动心脏前将手术床呈头低右转位,可使操作更加容易。可通过缝置心包牵引线或垫纱布改变心脏重心位置。冠脉吻合时,外科医生与麻醉医生之间的密切配合尤为重要。外科医生操作轻柔,通过心包牵引或垫纱布和体外变化逐步改变心脏位置能减少甚至避免血压下降。麻醉医生术前留置动脉监测和中心静脉导管,严重左心功能不良的患者留置Swan-Ganz导管监测中心血氧饱和度、肺动脉压及心功能等,麻醉医生在掌握好麻醉深度和容量负荷的基础上,使用适量正性肌力药物和血管收缩药物来维持血流动力学的稳定。在显露和阻断冠状动脉过程中有时会发生心律不齐,多表现为室性期前收缩,偶尔可发生心室颤动。许多麻醉医生主张在搬动心脏之前应用抗心律失常的药物,如利多卡因,能预防室性心律失常的发生。对于心脏搬动前出现较多室性期前收缩的患者,我们发现采用硝酸甘油1支1 ml+利多卡因20 ml混合后喷洒于心脏表面配合麻醉静脉给药,可减少室性早搏的发生。一旦出现心室颤动,应立即将心脏放回原位,并且尽快实施除颤复苏,绝大多数室颤都可通过电击转复,立即用手指挤压心脏有时可很快转复,必要时需建立体外循环完成冠状动脉旁路移植。

但同时要注意如患者心功能较差,急性大面积心肌梗死冠脉病变较重时,建议体外并行下行冠状动脉旁路移植手术,避免术中搬动心脏搭桥时出现血压低,室颤再紧急建立体外循环。重症患者从非体外循环冠状动脉旁路移植术(OPCAB)中获得的收益比轻症患者更多,国内外对此结论报道相同。对于左主干病变狭窄大于80%,左心室射血分数低于40%,住院期间药物不能控制的频繁心绞痛患者,严重心肌梗死患者,在手术前放置IABP<sup>[17]</sup>,有力于手术中患者的血流动力学稳定,手术后短期即可撤离,效果满意,需注意术后抗凝,避免主动脉球囊反搏形成血栓。本组病例中38例患者应用IABP,术后效果满意。值得注意的是,对于严重左主干分叉病变,右冠脉闭塞或严重狭窄时,建议手术前植入IABP。如患者在麻醉诱导时即出现明显血压低、心率慢,建议开胸前植入IABP,术中通过与麻醉师沟通,调整血管活性药物,应用IABP辅助,分流栓供血,快速改善前降支血流,降低心肌

梗死、心室颤动或紧急上机风险。

对于病情较重的患者可联合采用 CABG 治疗和 PCI 治疗,即“杂交技术”达到完全性再血管化,在减少手术风险的同时可远期疗效。有报道认为,对于 70 岁以上高龄冠心病患者完全性血运重建比缩短手术时间更为重要,不完全性血运重建是围手术期及 1 年后死亡的危险因子。还有报道,完全性血运重建可以降低围手术期死亡率及提高 25% 的远期生存率<sup>[18]</sup>。所以,对于基础疾病较多的高龄冠心病患者采用支架置入术与 OPCAB 相结合也是一种较好的治疗手段。近年来我院对高风险的患者开始使用冠脉支架置入术与 OPCAB 相结合的治疗方法。

术中应用冠脉流量仪(transit time flow meter, TTFM)测定流量时,按照 TTFM 要求平均压 $\geq 65$  mm Hg,满足搏动指数(PI) $\leq 5$ ,舒张期充盈百分比(DF) $\geq 50\%$ ,平均流量(Q) $\geq 15$  ml/min。通过术中桥血管 TTFM 测量可以获得桥血管平均流量、搏动指数和舒张期充盈率及流量波形图等参数。综合分析各参数才能正确解释桥血流,判断桥血管通畅性。一般情况下桥血管高流量、低 PI 说明桥血管通畅,相反则说明桥血管可能存在问题,需要修正。在排除吻合口狭窄、探头位置大小、平均血压等情况时,我们发现对于处理闭塞靶血管时,应用 TTFM 测量桥血管流量更高,而对于处理冠脉狭窄不是很严重的靶血管时,由于不完全闭塞,吻合后桥血管血流量相对较低,考虑与竞争血流相关<sup>[19-20]</sup>。

在非体外循环不停跳冠状动脉旁路移植术前,仔细评估患者个体差异,术前与麻醉医生及监护室医生沟通评估患者病情,术中应用 IABP、血管分流栓、麻醉药物和体位变化,应用 TTFM 测量桥血管流量,手术医生与麻醉医生的有效沟通来维持血流动力学稳定并做好心肌保护,术后即时与监护室医生沟通,可进一步保证非体外循环不停跳冠状动脉旁路移植术的实施。OPCAB 治疗 70 岁以上冠心病患者疗效好,手术安全,尤其对于术前有肾功能异常、呼吸系统疾病、中枢神经系统疾病及严重动脉硬化、严重左心功能不全的老年患者,能够获得更多的手术治疗机会。

#### 参考文献

1 Lamy A, Tong W, Devereaux PJ, et al. The cost implications of off-pump versus on-pump coronary artery bypass graft surgery at one year. *Ann Thorac Surg*, 2014, 98(5): 1620-1625.

- 2 Barandon L, Richehe P, Munos E, et al. Off-pump coronary artery bypass surgery in very high-risk patients: adjustment and preliminary result. *Interact Cardiovasc Thorac surg*, 2008, 7: 789-793.
- 3 Magnus D, Torbjörn I, Martin J, et al. Long-term survival after off-pump coronary artery bypass surgery: a swedish nationwide cohort study. *Ann Thorac Surg*, 2013, 96(6): 2054-2060.
- 4 Chuntao Wu, M D, P hD, Fabian T. Camacho, M S, et al Long-term mortality of coronary artery bypass graft surgery and stenting with drug-eluting stents. *Ann Thorac Surg*, 2013, 95(4): 1297-1305.
- 5 Wu C, Camacho FT, Zh ao, et al. Off-Pump versus on-pump coronary revascularization: meta-analysis of mid- and long-term outcomes. *Ann Thorac Surg*, 2014, 98(2): 563-572.
- 6 Christian M, Stephen M, Christina V, et al. Trends in patient characteristics and outcomes of coronary artery bypass grafting in the 2000 to 2012 medicare population. *Ann Thorac Surg*, 2016, 102(1): 132-138.
- 7 Dalén M, Ivert T, Holzmann MJ, et al. Long-term survival after off-pump coronary artery bypass surgery: a swedish nationwide cohort study. *Ann Thorac Surg*, 2013, 96(6): 2054-2060.
- 8 Lisboa LA, Mejia OA, Dallan LA, et al. Which patients will benefit more from off-pump coronary artery bypass grafting? *J Thorac Cardiovasc Surg*, 2014, 147(1): 540-541.
- 9 Damien J, Castigliano M, Bhamidipati, et al. Is off-pump coronary artery bypass grafting superior to conventional bypass in octogenarians? *Thorac Cardiovasc Surg*, 2011, 141(1): 81-90.
- 10 Takahashi H, Okada K, Matsumori M, et al. Off-pump coronary artery by-pass grafting in an octogenarian with situs inversus and dextrocardia; report of a case. *Surg Today*, 2011, 41(8): 1130-1132.
- 11 Baskett R, Cafferty F, Powell S, et al. Total arterial revascularization in safe: multicenter ten-year analysis of 71470 coronary procedures. *Ann Thorac Surg*, 2006, 81: 1243-1248.
- 12 Dreifaldt M, Mannion JD, Bodin L, et al. The no-touch saphenous vein as the preferred second conduit for coronary artery bypass grafting. *Ann Thorac Surg*, 2013, 96(1): 105-111.
- 13 Ho Y, Kyung-Hak L, Jung W, et al. Equivalency of saphenous vein and arterial composite grafts: 5-year angiography and midterm clinical follow-up. *Ann Thorac Surg*, 2016, 102(2): 580-588.
- 14 Mohammadi S, Dagenaia F, Doyle D, et al. Age cut-off for the loss of benefit from bilateral internal thoracic artery grafting. *Eur J Cardiothorac*, 2008, 33: 977-982.
- 15 Kit V, Thomas F, Robert W, M D, et al. Safety and efficacy of off-pump coronary artery bypass grafting. *Ann Thorac Surg*, 2000, 69(3): 704-710.
- 16 Tsutomu M, Shinsuke M, Tomohito K, et al. A safe technique for using an enclose ii anastomosis assist device during off-pump coronary bypass. *Ann Thorac Surg*, 2016, 102(6): 581-582.
- 17 Vito M, Luigi D, Vincenzo D, et al. Preoperative intraaortic balloon pump for off-pump coronary arterial revascularization. *Ann Thorac Surg*, 2012, 96(3): 804-809.
- 18 Benjamin D, Kozower M, Marc R, et al. Impact of complete revascularization on long-term survival after coronary artery bypass grafting in octogenarians. *Ann Thorac Surg*, 2005, 80(1): 112-117.
- 19 Rossi M, Jiritano F, Malta E, Renzulli A, et al. Competitive flow between a vein and an arterial graft at transit-time flow measurement. *Interact Cardiovasc Thorac Surg*, 2012, 15(2): 288-289.

- 20 Amin S, Werner RS, Madsen PL, *et al.* Intraoperative Bypass graft flow measurement with transit time flowmetry: a clinical assessment. *Ann Thorac Surg*, 2018, 106(2): 532-538.

收稿日期: 2018-12-17 修回日期: 2019-02-14

本文编辑: 刘雪梅