中国临床医学
Chinese Journal of Clinical Medicine
ISSN 1008-6358
CN 31-1794/R

非体外循环冠状动脉旁路移植术中2种近端吻合方式的临床对照研究

陈振航，沈金强，贾昊，邵孟平，季强，刘琛，潘荪，赖颢，孙勇新，魏来，丁文军，王春生

引用本文:
陈振航, 沈金强, 贾昊, 等. 非体外循环冠状动脉旁路移植术中2种近端吻合方式的临床对照研究[J]. 中国临床医学, 2021, 28(5): 823–827.

在线阅读 View online: https://doi.org/10.12025/j.issn.1008-6358.2021.20211660

您可能感兴趣的其他文章

Articles you may be interested in

一站式杂交手术治疗冠状动脉三支血管病变近期疗效观察

Short-term curative effect of one-stop hybrid treatment for triple-vessel lesions of the coronary artery

中国临床医学. 2018, 25(2): 226–229 https://doi.org/10.12025/j.issn.1008-6358.2018.20160790

脂蛋白(a)与冠状动脉病变严重程度的关系及对不良心血管事件的影响

Relationship between lipoprotein (a) and the severity of coronary artery disease and its influence on major adverse cardiovascular events

中国临床医学. 2021, 28(1): 70–74 https://doi.org/10.12025/j.issn.1008-6358.2021.20202220

非阻塞性与阻塞性冠状动脉心肌梗死临床特征分析

Differences of clinical characteristics between non-obstructive and obstructive coronary myocardial infarction

中国临床医学. 2021, 28(4): 635–639 https://doi.org/10.12025/j.issn.1008-6358.2021.20211231

320排探测器CT单心动周期扫描应用于心律不齐患者冠状动脉成像的可行性

Feasibility of single cardiac cycle 320 detector CT scan in patients with arrhythmia undergoing coronary angiography

中国临床医学. 2021, 28(2): 236–240 https://doi.org/10.12025/j.issn.1008-6358.2021.20210100

国产与进口雷帕霉素洗脱支架在冠状动脉粥样硬化性心脏病中的疗效比较

Effect comparison of domestic rapamycin eluting stent versus imported rapamycin eluting stent in patients with coronary atherosclerotic heart disease

中国临床医学. 2016, 23(6): 744–748 https://doi.org/10.12025/j.issn.1008-6358.2016.20150294

DOI：10.12025/j.issn.1008-6358.2021.20211660

·短篇论著·

非体外循环冠状动脉旁路移植术中 2 种近端吻合方式的临床对照研究

陈振航，沈金强，贾　昊，邵孟平，季　强，刘　琛，潘　荪，赖　颢，孙勇新，魏　来，丁文军，王春生*
复旦大学附属中山医院心外科，上海市心血管病研究所，上海　200032

引用本文　陈振航，沈金强，贾　昊，等. 非体外循环冠状动脉旁路移植术中 2 种近端吻合方式的临床对照研究[J]. 中国临床医学，2021，28(5)：823-827. CHEN Z H，SHEN J Q，JIA H，et al. Comparison of two aortic proximal anastomotic strategies during off-pump coronary artery bypass grafting[J]. Chinese Journal of Clinical Medicine，2021，28(5)：823-827.

［**摘要**］　**目的**：探讨 Heartsting 近端吻合装置和部分阻断法这 2 种近端吻合方式在非体外循环冠状动脉旁路移植术中的临床疗效。**方法**：回顾性分析 2018 年 5 月至 2021 年 5 月复旦大学附属中山医院心脏外科收治的非体外循环冠状动脉旁路移植术 258 例患者的临床资料，其中男性 220 例，女性 38 例，平均年龄(68.6±8.2)岁。根据近端吻合方式分为 Heartstring 近端吻合装置组(HS 组，n=86)和部分阻断组(PC 组，n=172)。**结果**：术后死亡 2 例(0.78%)，HS 组与 PC 组各 1 例，差异无统计学意义。术后脑卒中 7 例(2.13%)，HS 组 1 例，PC 组 6 例，差异无统计学意义。**结论**：Heartstring 近端吻合装置可减少主动脉操作，对于高危患者应用此装置可获得良好的近期效果。

［**关键词**］　主动脉近端吻合装置；非体外循环冠状动脉旁路移植术；冠状动脉粥样硬化性心脏病
［**中图分类号**］　R 541.4　　［**文献标志码**］　A

Comparison of two aortic proximal anastomotic strategies during off-pump coronary artery bypass grafting

CHEN Zhen-hang，SHEN Jin-qiang，JIA Hao，SHAO Meng-ping，JI Qiang，LIU Chen，PAN Sun，LAI Hao，SUN Yong-xin，WEI Lai，DING Wen-jun，WANG Chun-sheng*
Department of Cardiology，Zhongshan Hospital，Fudan University，Shanghai Institute of Cardiovascular Diseases，Shanghai 200032，China

［**Abstract**］　**Objective**：To explore the clinical efficacy of two different aortic proximal anastomotic strategies：Heartstring device (HS) and partial clamping (PC) during off-pump coronary artery bypass grafting (OPCAB). **Methods**：Clinical data of 258 patients who underwent OPCAB procedure at the Department of Cardiovascular Surgery，Zhongshan Hospital，Fudan University from May 2018 to May 2021 were retrospectively analyzed，including 220 males and 38 females，with a mean age of 68.6±8.2 years. Patients were grouped according to different intraoperative aortic manipulation strategies：Heartstring clampless facilitating device group (HS，n=86) and partial clamp group (PC，n=172). **Results**：There were two cases of postoperative death (0.78%，one case in each group)，and there were 7 cases of postoperative stroke 7 (2.13%；1 in the HS group and 6 in the PC group，P=0.430). **Conclusions**：The Heartstring proximal anastomosis device can reduce aortic operation，and good short-term effects can be obtained for high-risk patients.

［**Key Words**］　aortic proximal anastomotic device；off-pump coronary artery bypass grafting；coronary atherosclerotic cardiopathy

不停跳冠状动脉旁路移植术(off-pump coronary artery bypass grafting，OPCAB)可避免体外循环对心肺脑等器官功能的损伤，同时减少心肌的缺血再灌注损伤，降低围手术期死亡率和并发症发生率，特别是减少术后中风的发生率[1-3]。然而，OPCAB 仍需要对患者升主动脉进行钳夹、打孔等操作，尤其是对主动脉进行钳夹的操作，可能引起主动脉内膜斑块破裂脱落导致围手术期脑血管意外[4-5]。因此，有学者采用各种技术避免对升主动脉钳夹，其中常用的有(1)近端吻合装置：目前常用 Heartstring 近端吻合装置(Guidant Inc.，美国)[6]、En-close 近端吻合装置(Novare Surgical Systems Inc. 美国)[7]和水囊阻断法[8]等；(2)No ouch 技术：双侧乳内动脉、桡动脉、乳内动脉上 Y-graft 等吻合

［**收稿日期**］　2021-07-20　　［**接受日期**］　2021-09-29
［**作者简介**］　陈振航，硕士，主治医师. E-mail：andy0256243@163.com
*通信作者(Corresponding author). Tel：021-64041990，E-mail：wang.chunsheng@zs-hospital.sh.cn

技术[4];(3)近端吻合至无名动脉等。

2018 年 5 月至 2021 年 5 月复旦大学附属中山医院心脏外科共完成 86 例应用 Heartstring 近端吻合装置行 OPCAB,与同期进行的 172 例升主动脉侧壁钳部分阻断患者对比,分析 2 组患者术中、术后资料,现将结果报告如下。

1 资料与方法

1.1 *研究对象和分组* 本研究为回顾性观察性研究。收集 2018 年 5 月至 2021 年 5 月复旦大学附属中山医院心外科接受 OPCAB 的患者临床资料,共 91 例应用 Heartstring 近端吻合装置,其中 5 例术中因血流动力学不稳定中转体外循环予以排除,余 86 例患者纳入 Heartstring 近端吻合装置组(HS 组)。对照组为部分阻断钳组(PC 组,$n=172$),纳入标准为研究期内行升主动脉部分阻断钳近端吻合的 OPCAB 病例,排除标准为术中中转体外循环;样本量按 HS 组样本量 1∶2 匹配,根据住院号电脑随机抽取。本研究经复旦大学附属中山医院伦理委员会批准并遵守赫尔辛基宣言,患者或其委托的监护人均知情且签署知情同意书。

1.2 *应用 Heartstring 近端吻合装置的标准* 所有手术均由具有丰富冠状动脉外科手术经验的医生主刀。是否应用 Heartstring 主要取决于升主动脉粥样硬化病变的程度,其判断依据如下:(1)术前胸部 CT 表现;(2)术中触诊升主动脉;(3)术中食管心超提示升主动脉内膜斑块或钙化。对升主动脉粥样硬化的严重程度分级参照 Biancari 等[9]关于 Heartstring 对冠脉术后中风影响的 Meta 分析中的方法,分为 3 个等级:1 级,正常升主动脉;2 级,病变仅累及升主动脉后壁;3 级,病变累及升主动脉前壁或侧壁。多在 2 级或 3 级患者应用。术前 CT 分级图例详见图 1。

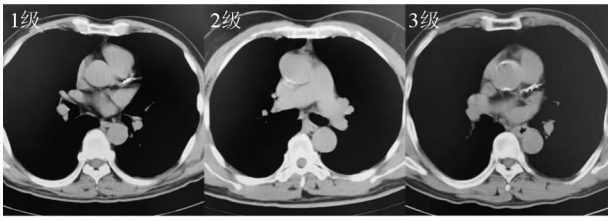

图 1 术前 CT 分级图例

1.3 *手术操作* 所有患者均经胸骨正中切口完成手术,乳内动脉经由骨骼化方式获取,大隐静脉为开放式获取,术中采用 Meditim VQ4122 (Medistim Butterfly Flow Meter,挪威)测定桥血管流量。全身肝素化后(1 mg/kg),使 ACT>300 s,根据吻合部位悬吊心包,采用 Octopus 固定器(Octopus, Medtronic Corporation, 美国)辅助完成,通常先行左乳内动脉与左前降支吻合,再依次对角支、钝缘支、右冠状动脉旁路移植。

PC 组采用侧壁钳钳夹部分升主动脉后完成升主动脉和大隐静脉近端手工吻合,排气后开放侧壁钳。HS 组具体操作步骤为(1)吻合部位选择:在升主动脉前壁选择无明显内膜粥样斑块的部位;(2)尺寸选择:根据已获取的大隐静脉的尺寸选择合适的 Heartstring 型号,目前常用的有 3.8 cm 和 4.3 cm;(3)升主动脉打孔和植入:用附带的打孔器于定位处打孔,此时打孔器应垂直于升主动脉,勿损伤主动脉侧壁和后壁,将 Heartstring 植入主动脉孔内;(4)吻合:根据术者习惯应用 6-0 或 5-0 prolene 缝线行大隐静脉与主动脉的端侧吻合;对于局部渗血可用吹雾管暴露术野,同时请麻醉师维持控制性降压以减少出血;(5)装置取出:吻合完成后,剪断固定线,抽出 Heartstring,排气并打结。

1.4 *术后处理* 患者于手术前、围手术期和术后随访期间,均予以标准药物治疗。记录手术情况包括手术时间,移植血管数量及流量,呼吸机辅助时间,术后住院天数,ICU 天数,术后血管活性药物使用情况,术后并发症(中风、低心排血量综合征、围手术期心肌梗死、IABP 置入、肺部感染、肾功能不全、延迟拔管等并发症)发生率,术后 30 d 内死亡率等指标。

1.5 *统计学处理* 采用 SPSS 22.0 对数据进行分析。符合正态分布的计量资料以 $\bar{x}\pm s$ 表示,采用独立样本 t 检验进行比较;计数资料以 n(%)表示,采用 χ^2 检验进行比较,不满足 χ^2 检验条件者行 Fisher 确切概率法;双侧检验,检验水准(α)为 0.05。

2 结 果

2.1 *术前资料分析* 结果(表 1)显示:共纳入 258 例患者,女性 38 例,男性 220 例。HS 组较 PC 组患者升主动脉粥样硬化分级更高[(2.35±0.59) *vs* (1.28±0.55)级,$P<0.001$],其中 3 级比例更高(40.7% *vs* 4.7%,$P<0.001$),提示 HS 组升主动脉粥样硬化病变程度较 PC 组严重。余术前资料 2 组基本匹配。HS 组 86 例患者中 57 例采用 3.8

mm，29 例采用 4.3 mm，全组均顺利完成近端吻合，无操作失败导致更换吻合装置。

表 1　所有患者术前、术中资料

指标	HS 组 (n=86)	PC 组 (n=172)	P 值
术前资料			
年龄/岁	69.7±7.1	68.1±8.6	0.139
BMI/kg·m^{-2}	24.3±3.6	23.5±2.8	0.104
男性 n(%)	76(88.4)	144(83.7)	0.320
术前房颤 n(%)	3(3.5)	10(5.8)	0.553*
吸烟史 n(%)	36(41.9)	62(36.0)	0.364
COPD n(%)	2(2.3)	6(3.5)	0.723*
糖尿病 n(%)	34(39.5)	58(33.7)	0.358
高血压 n(%)	67(77.9)	126(73.3)	0.417
高脂血症 n(%)	11(12.8)	24(14.0)	0.797
外周动脉狭窄 n(%)	22(25.6)	44(25.6)	1.000
肾功能不全 n(%)	3(3.5)	8(4.7)	0.756*
脑卒中史 n(%)	11(12.8)	22(12.8)	1.000
PCI 史 n(%)	15(17.4)	43(25.0)	0.170
心肌梗死史 n(%)	24(27.9)	40(23.3)	0.415
不稳定性心绞痛 n(%)	31(36.0)	52(30.2)	0.346
LVEF/%	58.2±9.7	57.7±5.3	0.646
LVEDD/mm	49.6±6.0	48.6±3.8	0.208
LVESD/mm	37.2±5.3	38.8±6.2	0.064
主动脉病变分级	2.35±0.59	1.28±0.55	<0.001
主动脉病变为 3 级 n(%)	35(40.7)	8(4.7)	<0.001
术中资料			
移植血管数量	3.0. ±0.7	2.9±0.7	0.743
LIMA 流量/mL·min^{-1}	57.1±32.5	58.3±26.9	0.783
SVG 总流量/mL·min^{-1}	98.1±40.4	99.0±39.2	0.883
内膜剥脱 n(%)	11(12.8)	26(15.1)	0.615
术后 IABP n(%)	2(2.3)	6(3.5)	0.723*

BMI：体质指数；COPD：慢性阻塞性肺疾病；PCI：经皮冠状动脉介入治疗；LVEF：左心室射血分数；LVEDD：左心室舒张末内径；LVESD：左心室收缩末内径；LIMA：左乳内动脉；SVG：大隐静脉；IABP：主动脉内球囊反博. * Fisher 确切概率法计算得到。

2.2　手术资料　HS 组和 PC 组移植血管数量分别为(3.0±0.7)和(2.9±0.7)根，2 组间差异无统计学意义。HS 组和 PC 组分别有 6 例和 10 例患者因各种原因未能使用 LIMA，余均为 LIMA-LAD，其中 LIMA 的流量分别为(57.1±32.5)mL/min 和(58.3±26.9)mL/min，2 组间差异无统计学意义(P=0.783)，静脉桥血管总流量分别为(98.1±40.4)mL/min 和(99.0±39.2)mL/min，差异无统计学意义(P=0.883)。8 例患者术中、术后因血流动力学不稳定需 IABP 支持治疗，HS 组和 PC 组分别为 2 例和 6 例，差异无统计学意义(P=1.000)。

2.3　术后病死率和并发症　结果(表 2)显示：2 例患者院内死亡(病死率为 0.78%)，2 组各有 1 例，差异无统计学意义(P=1.000)。其中 HS 组患者为 85 岁高龄男性患者，术前心功能Ⅳ级，术后出现严重低心排综合征，但因严重外周血管疾病未能置入 IABP 支持治疗，术后第 1 天因心功能衰竭死亡；PC 组患者为 67 岁男性，术后第 5 天出现大面积脑梗，请神经内科会诊后予急诊脑血管介入治疗，于大脑中动脉取出部分血栓，但患者术后未能好转，后因多脏器功能衰竭死亡。术后中风共 7 例(发生率为 2.7%)，其中 HS 组和 PC 组分别有 1 例(1.2%)和 6 例(3.5%)，差异无统计学意义(P=0.430)；HS 组仅 1 例，术后出现 1 侧肢体偏瘫，内科保守治疗后稍好转；PC 组 6 例中 3 例为一侧肢体偏瘫，内科保守治疗，另 3 例为术后昏迷，其中 1 例死亡，2 例经神经内科介入治疗后好转。

表 2　所有患者术后资料

指标	HS 组 (n=86)	PC 组 (n=172)	P 值
死亡 n(%)	1(1.2)	1(0.6)	1.000*
低心排综合征 n(%)	6(7.0)	7(4.1)	0.746*
围术期心肌梗死 n(%)	2(2.3)	5(2.9)	1.000*
术后 24 h 引流/mL	281±132	272±81	0.750
术后房颤 n(%)	14(16.3)	30(17.4)	0.815
机械通气>24 h n(%)	7(8.1)	18(10.5)	0.552
肺部感染 n(%)	1(1.2)	5(2.9)	0.667*
肾功能不全 n(%)	12(14.0)	20(11.6)	0.593
脑卒中 n(%)	1(1.2)	6(3.5)	0.430*
监护室停留时间/d	2.3±1.9	2.4±2.0	0.618
术后住院时间/d	7.3±2.1	7.2±2.5	0.695

* Fisher 确切概率法计算得到。

3　讨　论

虽然 OPCAB 避免了体外循环对升主动脉的插管和完全阻断等涉及升主动脉的操作，在一定程度上降低了术后脑血管并发症的发生率[1-3]。但多项大型前瞻性随机对照试验[10-11]均未能显示 OPCAB 相比体外循环下搭桥手术对于防止术后中风发生的优势。由于大部分 OPCAB 仍需部分钳夹升主动脉，仍有一定风险导致升主动脉上附着的斑块松动

脱落。因此有学者提出,主动脉钳夹本身,而非钳夹的类型(完全阻断或部分阻断),尤其是移除主动脉阻断钳的动作,可引起栓子的爆发[12]。文献[13]报道,连续多普勒超声监测发现Heartstring近端吻合装置和部分阻断钳大脑中动脉中血栓信号。

随着人口老龄化和内科介入技术的持续进步,接受外科手术的冠心病患者高龄比例升高,术前并发症增多,存在不同程度、甚至弥漫性升主动脉钙化或内膜粥样斑块。对此类患者,不进行升主动脉钳夹是更好的选择。由于动脉移植物数量及长度有限,全动脉"No-touch"技术无法常规实施,对于合并升主动脉粥样斑块的多支血管病变患者,近端吻合装置可避免钳夹主动脉,且容易实施[5-6]。本研究近端主动脉处理方式主要依靠术前CT、术中触诊及术中食管心超判断,对主动脉粥样斑块病变分级较重(2~3级)的患者多采用Heartstring近端吻合装置。

尽管本研究发现HS组与PC组术后中风的发生率差异无统计学意义($P=0.430$),但HS组术前主动脉病变程度较重,提示HS对中风高危患者具有潜在保护作用。本研究HS组术后中风发生率为1.2%,与Douglas等[14]报道的应用Heartstring术后中风发生率为0.8%相近。Biancari等[9]在关于Heartstring应用的Meta分析中指出,多项研究未证实Heartstring可降低冠脉旁路移植术后中风的发生风险,但在升主动脉粥样硬化斑块较重的患者,HS组术后中风的发生率更低。这与本研究的结论类似。

此外,本研究上述3种判断升主动脉病变方法各有优缺点:(1)术前CT检查可提示升主动脉内壁粥样硬化的范围及程度,但对软斑块判断能力不足,无法准确定位。(2)术中触诊升主动脉可以快速明确病变部位,操作时予以避开,但精确度不高,且对软斑块判断能力不足。(3)术中食管心超可以和主刀医生实时定位并调整,但不作为搭桥手术的常规操作,判断需要有经验的心超医生,且对远端升主动脉病变显示能力较弱。有文献报道[15-16],通过术中主动脉周超声检查(EAU)能更敏感地检测到主动脉粥样斑块,特别是软斑块,指导外科医师调整手术策略。

Heartstring的应用并不改变手术方式及近期效果。本研究HS组与PC组在桥血管数量、桥血管流量及术后各项并发症发生率情况差异均无统计学意义,提示Heartstring可靠有效,其中远期效果有待进一步验证。

Heartstring有一定的学习曲线,根据我中心经验,应注意以下几个方面:(1)吻合部位的选定需通过术前胸部CT及术中升主动脉触诊及大隐静脉的走行及长度等综合判断;(2)Heartstring靠盘状的密封伞隔断升主动脉,因此可能不能提供完全的无血环境,此时可通过控制性降压、吹雾管等帮助吻合,在保证吻合质量的同时尽快完成近端吻合;(3)打孔时须注意不损伤主动脉侧壁或后壁,以免造成局部血肿甚至主动脉夹层;(4)吻合时需把握好运针的角度和深度,特别注意不要缝到密封伞,以免Heartstring不能取出。当然Heartstring近端吻合装置也有局限性,例如目前我院仅能提供2种口径的打孔器,分别为38 mm和43 mm,对于大隐静脉内径偏粗或偏细的患者,可能导致吻合口口径不匹配,且对于合并大隐静脉曲张需采用右侧乳内动脉或桡动脉,该近端吻合装置可能不适用。另外,如多支血管病变需血运重建,需做多个主动脉近端吻合口时,需采用多套吻合装置,可增加医疗费用。文献报道[8],也有术者采用导尿管水囊阻断法或者Enclose近端吻合装置,前者易于获取,且价格低廉,但存在出血可能性大,术野无血环境更差,容错率低,对吻合技术要求高等。而Enclose近端吻合装置[17-18],临床较为广泛,相对于Heartstring近端吻合装置,价格相近,且可自行选择桥血管内径,适用于不同内径的桥血管,同时可以行多次近端吻合,但Enclose装置需在升主动脉操作2处,可能增加斑块脱落、脑血管意外的风险。对于升主动脉全程弥漫性粥样硬化或瓷化升主动脉患者,上述近端吻合装置均不适用,需采用双侧原位乳内动脉旁路移植术或桥血管Y-graft至乳内动脉,亦有术者把桥血管吻合口吻合至无名动脉处。

本研究为单中心回顾性临床研究,有以下局限性:(1)非随机对照研究,且样本量较小,结果可能存在偏倚;(2)为回顾性临床研究,部分数据未在手术记录上体现,因此未能比较,比如2组术式近端吻合时间,出血量,是否需补针控制出血等;(3)本研究仅仅比较2组患者近期效果,中远期效果仍待进一步随访。

综上所述,Hearstring近端吻合装置可有效应用于升主动脉多发粥样硬化斑块的OPCAB患者,替代对升主动脉进行钳夹,提供一个相对无血的术

野。高危患者应用时,近期效果满意,远期疗效还有待进一步观察。

利益冲突:所有作者声明不存在利益冲突。

参考文献

[1] PUSKAS J D, HALKOS M E, BALKHY H, et al. Evaluation of the PAS-Port Proximal Anastomosis System in coronary artery bypass surgery (the EPIC trial)[J]. J Thorac Cardiovasc Surg, 2009, 138(1):125-132.

[2] WOLF L G, ABU-OMAR Y, CHOUDHARY B P, et al. Gaseous and solid cerebral microembolization during proximal aortic anastomoses in off-pump coronary surgery: the effect of an aortic side-biting clamp and two clampless devices[J]. J Thorac Cardiovasc Surg, 2007, 133(2):485-493.

[3] MISFELD M, BRERETON R J L, SWEETMAN E A, et al. Neurologic complications after off-pump coronary artery bypass grafting with and without aortic manipulation: meta-analysis of 11, 398 cases from 8 studies[J]. J Thorac Cardiovasc Surg, 2011, 142(2):e11-e17.

[4] EMMERT M Y, SEIFERT B, WILHELM M, et al. Aortic no-touch technique makes the difference in off-pump coronary artery bypass grafting[J]. J Thorac Cardiovasc Surg, 2011, 142(6):1499-1506.

[5] HAMMON J W, STUMP D A, BUTTERWORTH J F, et al. Coronary artery bypass grafting with single cross-clamp results in fewer persistent neuropsychological deficits than multiple clamp or off-pump coronary artery bypass grafting [J]. Ann Thorac Surg, 2007, 84(4):1174-1178.

[6] MEDALION B, MEIRSON D, HAUPTMAN E, et al. Initial experience with the Heartstring proximal anastomotic system[J]. J Thorac Cardiovasc Surg, 2004, 128(2): 273-277.

[7] WOLF L G, ABU-OMAR Y, CHOUDHARY B P, et al. Gaseous and solid cerebral microembolization during proximal aortic anastomoses in off-pump coronary surgery: the effect of an aortic side-biting clamp and two clampless devices[J]. J Thorac Cardiovasc Surg, 2007,133(2): 485-493.

[8] 于 洋,顾承雄,陈长城,等. 水囊封堵法在OPCAB术近端吻合中的应用[J]. 中华胸心血管外科杂志,2006,22(1):38-39. YU Y, GU C X, CHEN C C, et al. Application of water bag closure in proximal anastomosis of OPCAB[J]. Chin J Thorac Cardiovasc Surg, 2006, 22(1): 38-39.

[9] BIANCARI F, YLI-PYKY S. Meta-analysis on the use of the Heartstring anastomotic device to prevent stroke in patients undergoing off-pump coronary artery bypass grafting[J]. Eur J Cardiothorac Surg, 2011, 40(5):1236-1240.

[10] LAMY A, DEVEREAUX P J, PRABHAKARAN D, et al. Effects of off-pump and on-pump coronary-artery bypass grafting at 1 year[J]. N Engl J Med, 2013, 368(13): 1179-1188.

[11] SHROYER A L, GROVER F L, HATTLER B, et al. On-pump versus off-pump coronary-artery bypass surgery[J]. N Engl J Med, 2009, 361(19):1827-1837.

[12] MOTALLEBZADEH R, BLAND J M, MARKUS H S, et al. Neurocognitive function and cerebral emboli: randomized study of on-pump versus off-pump coronary artery bypass surgery[J]. Ann Thorac Surg, 2007, 83(2):475-482.

[13] EL ZAYAT H, PUSKAS J D, HWANG S, et al. Avoiding the clamp during off-pump coronary artery bypass reduces cerebral embolic events: results of a prospective randomized trial[J]. Interact Cardiovasc Thorac Surg, 2012, 14(1): 12-16.

[14] DOUGLAS J M JR, SPANIOL S E. A multimodal approach to the prevention of postoperative stroke in patients undergoing coronary artery bypass surgery[J]. Am J Surg, 2009, 197(5):587-590.

[15] AKPINAR B, GUDEN M, SAGBAS E, et al. Clinical experience with the Novare Enclose Ⅱ manual proximal anastomotic device during off-pump coronary artery surgery [J]. Eur J Cardiothoracic Surg, 2005, 27(6):1070-1073.

[16] KAPETANAKIS E I, STAMOU S C, DULLUM M K C, et al. The impact of aortic manipulation on neurologic outcomes after coronary artery bypass surgery: a risk-adjusted study [J]. Ann Thorac Surg, 2004, 78(5):1564-1571.

[17] BOOVA R S, TRACE C, LESHNOWER B G. Initial experience with the enclose proximal aortic anastomosis device during off-pump coronary artery bypass: an alternative to aortic side clamping[J]. Heart Surg Forum, 2006, 9(2): E607-E611.

[18] 方 颖,顾承雄,韦 华,等. Enclose在非体外循环冠状动脉旁路移植术中的应用[J]. 中华医学杂志,2005, 85(11):790-792. FANG Y, GU C X, WEI H, et al. Application of close in off-pump coronary artery bypass grafting[J]. National Medical Journal of China, 2005, 85(11):790-792.

[本文编辑] 翟铖铖