

微创左侧胸壁切口多支冠状动脉旁路移植术前降支 平行侧侧吻合方式的尝试*

赵舟¹ 韩增强¹ 范枕溥¹ 王璇¹ 廉波¹ 陈彧¹

[摘要] **目的:**初步探讨左胸前外侧小切口微创冠状动脉(冠脉)旁路移植(CABG)手术在前降支(LAD)靶血管上实施平行侧侧吻合的可行性和近期安全性。**方法:**选取2019年11月—2022年2月于我院心外科经左胸前外侧小切口微创CABG手术LAD实施侧侧吻合患者共计29例,其中男21例,女8例。平均移植(2.07±0.26)支。全部患者均采用原位左侧乳内动脉(LIMA)与桡动脉(RA)或大隐静脉(SVG)构成复合桥,并依次完成至前降支靶血管的侧侧吻合以及其他靶血管序贯吻合。通过对术中瞬时血流参数、围术期心肌酶水平以及术后1周冠脉CTA结果观察LAD侧侧吻合的围术期临床表现。**结果:**所有29例患者均按照原定计划顺利完成手术。术中对28例LIMA-LAD桥血管进行了瞬时流量仪测量,桥流量为(26.29±14.60)mL/min[对照组(29.72±20.93)mL/min, $P=0.431$]、搏动指数为2.93±1.02(对照组2.64±1.01, $P=0.166$)以及舒张期血供比例为71.21±10.09(对照组74.04±7.09, $P=0.190$),与对照组端侧吻合基线数据比较差异无统计学意义。术中1例患者未实施术中瞬时血流参数测定,但术后1周冠脉CTA显示复合桥血管通畅。本次研究中3例(10.3%)患者(6支桥)因各种原因未行术后1周冠脉CTA检查。其余26例冠脉CTA共发现桥血管闭塞2支,分别是1例为乳内动脉桥和SVG组成的复合桥第2站钝缘支吻合口闭塞,另1例为乳内动脉与RA组成的复合桥第2站后降支吻合口闭塞,桥血管闭塞率为3.77%;2例患者复合桥中第2站桥血管(RA-PDA)和第2、3站桥血管(RA-PL-PDA)显影略浅淡,但吻合口显示通畅,考虑存在“线样征”可能;1例患者复合桥第1站与第2站吻合口间桥血管显影浅淡,但与第1站和第2站吻合口位置显影良好,且断层观察显影良好,考虑与冠脉CTA成像相关。围术期心肌酶高于正常肌酸激酶同工酶界限10倍以上2例,即为上述出现桥血管闭塞人群(与对照组比较无统计学差异; $P=0.110$)。29例患者均存活并顺利出院,无伤口并发症。所有患者围术期无神经系统并发症。**结论:**经左胸前外侧小切口微创CABG手术LAD侧侧吻合是一种可行的备选方案。

[关键词] 非体外循环冠状动脉旁路移植术;侧侧吻合;微创;左胸前外侧小切口

DOI:10.13201/j.issn.1001-1439.2022.11.014

[中图分类号] R541.4 [文献标志码] A

An attempt to applicate parallel side to side anastomosis in LAD by minimally invasive coronary artery bypass grafting via left lateral chest wall

ZHAO Zhou HAN Zengqiang FAN Guangpu WANG Xuan LIAN Bo CHEN Yu

(Department of Cardiac Surgery, Heart Center, People's Hospital of Peking University, Beijing 100044, China)

Corresponding author: CHEN Yu, E-mail: chenyu@pkuph.edu.cn

Abstract Objective: To investigate the feasibility and short-term safety of LIMA bypassing to LAD using parallel side to side anastomosis by left lateral thoracic small incision for minimally invasive coronary artery bypass grafting. **Methods:** A total of 29 patients, including 21 males and 8 females, were selected from November 2019 to February 2022 in the department of Cardiology of PKUPH. In all patients, the composite grafts were formed by in situ left internal mammary artery(LIMA) and radial artery(RA) or great saphenous vein(SVG), and anastomotic method is parallel side to side anastomosis in LAD and sequential anastomosis of other target vessels were successively completed. The perioperative clinical manifestations of parallel side to side anastomosis in LAD were observed by measuring intraoperative transient parameters of graft blood flow, perioperative myocardial enzyme levels and CCTA results one week after operation. **Results:** All 29 patients underwent surgery as scheduled. Intraoperative flow parameters of graft of LIMA-LAD were measured by TTFM in 28 patients. TTFM parameters in-

*基金项目:北京大学人民医院研究与发展基金(No:RDY2019-32)

¹北京大学人民医院心脏中心心脏外科(北京,100044)

通信作者:陈彧,E-mail:chenyu@pkuph.edu.cn

cluded MGF(26.29 ± 14.60 mL/min vs 29.72 ± 20.93 mL/min in the control group, $P=0.431$), pulse index (PI)(2.93 ± 1.02 vs 2.64 ± 1.01 in the control group, $P=0.166$) and DF(71.21 ± 10.09 vs 74.04 ± 7.09 in the control group, $P=0.190$), which showed no statistical difference from the baseline data of end-to-end anastomosis in the control group. Intraoperative TTFM was not performed in one patient, but CCTA showed that the composite graft was unobstructed one week after surgery. In this study, 3 patients(10.3%)(6 Bridges) did not undergo coronary CCTA examination 1 week after surgery due to various reasons. In the other 26 cases of CCTA, two grafts occlusion were found, namely, occlusion of graft to OM in the second station of composite graft composed of LIMA and SVG in one case, occlusion of graft to PDA in the second station of composite graft composed of LIMA and RA in the other case, and the graft occlusion rate was 3.77%. The results of CCTA in two composite grafts showed the second section graft(RA-PDA) and the second and third sections graft(RA-PL-PDA) were slightly shallow, but the anastomosis showed unobstructed, suggesting the possibility of "string sign". The result of CCTA in one composite graft showed between the anastomotic sites at the first and second stations of the graft was shallow, but imaging was good in two anastomotic sites, and the CT section image was good, which was considered to be related to CCTA imaging. Two patients with perioperative myocardial enzymes more than 10 times higher than the normal CK-MB threshold were also patients with graft's occlusion. No statistical difference compared with the control group; $P=0.110$. All 29 patients survived and were discharged without wound complications. There were no perioperative neurological complications in all patients. **Conclusion:** The application of parallel side to side anastomosis in LAD by minimally invasive coronary artery bypass grafting via left lateral chest wall is a viable alternative.

Key words off-pump coronary aortic bypass grafting; side-to-side anastomosis; minimally invasive; minimally invasive cardiac surgery

冠心病近年来在中国的发病率和病死率呈逐年上升的趋势,给个人、家庭乃至社会带来了沉重的负担^[1]。随着医学科学进步和冠状动脉(冠脉)旁路移植(CABG)技术的不断成熟,常规复杂多支血管病变手术围手术期安全性日益提升^[2],在此基础上,微创手术的比例也呈逐年增加的趋势。

对于最为经典的左侧乳内动脉(LIMA)至前降支(LAD)的吻合,大多数外科医生均选择了常规的端侧吻合。众所周知,端侧吻合必然会形成桥血管与心脏平面之间的夹角,而在真实世界中由于肺、心包及周围脂肪组织的压迫,可能会影响正常桥血管的空间走行,从而引起形态改变。另一方面,微创左侧胸壁切口多支移植,最主要的一个难点便是非原位血管的近端吻合。考虑到上述两个因素,本次研究选择目前鲜有尝试的使用原位乳内动脉作为序贯桥的供血端,与桡动脉(RA)或大隐静脉(SVG)组成复合桥,在序贯桥第1站与LAD血管实施平行侧侧吻合的方式,通过术中瞬时血流参数(TTFM)、围术期心肌酶水平以及术后1周冠脉CTA结果,观察其围术期的临床表现,初步探讨在LAD靶血管上实施侧侧吻合的可行性。

1 对象与方法

1.1 对象

选取2019年11月—2022年2月于我院心外科实施微创左侧胸壁切口多支CABG的LAD实施侧侧吻合患者共计29例,选择同一时间段329例实施非体外循环下CABG患者作为参照。

1.2 入选标准和排除标准

按照随机结果选择是否微创CABG手术,并

由单一术者完成所有病例。对入选人群术前行经胸乳内动脉超声检查,明确双侧乳内动脉血管有无狭窄或斑块形成(如有狭窄或斑块影响血流者弃用)。术中使用TTFM测量桥血管血流量、搏动指数(PI值)和舒张期血供比例等相关参数。

入选标准:确诊冠心病,优先选择双支病变患者;初次单纯CABG者。

排除标准:急诊手术;严重肺部疾病,不能耐受单肺通气;心功能明显下降,左室射血分数 $<40\%$;严重心律失常,血流动力学不稳定;严重肝肾功能不全;严重胸廓和脊柱畸形。

1.3 手术方法

患者取仰卧位,右前及左后胸壁贴自动除颤电极,左侧垫高 $20^\circ \sim 30^\circ$,留置动脉血压监测,诱导后实施双腔气管插管静脉吸入复合全身麻醉。根据术前胸部CT选择合适肋间入路,切口通常位于第5肋间锁骨中线偏外侧,长度5~10 cm。低频电刀游离LIMA,同时获取RA或SVG。全身肝素化后离断后乳内动脉,首先完成乳内动脉与SVG或RA之间的端端吻合或端侧吻合。然后,使用固定器在心脏不停跳的状态下完成LIMA和LAD间的吻合,吻合方式为平行侧侧吻合,即LIMA和LAD血管长轴平行的侧侧吻合。复合桥远段完成与第2站和(或)第3站的靶血管间的吻合。序贯桥中间站吻合方式为垂直侧侧吻合,最后一站为端侧吻合(图1)。

1.4 围手术期管理

术前完善常规化验和检查,同时完善胸部CT或大动脉CTA,评估主动脉条件和胸廓情况。

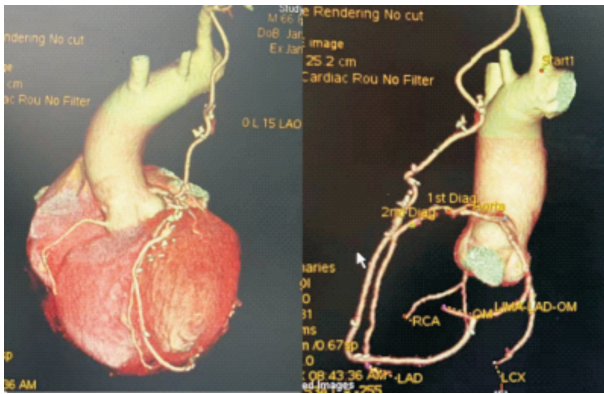


图 1 术后复查冠脉 CTA 结果

Figure 1 Results of postoperative coronary CTA

术中使用 Medistim VQ2011 型号 TTFM 测量桥血管。全部桥血管吻合完毕后,分别在给鱼精蛋白中和前后循环稳定时使用合适尺寸的超声探头(2 或 3)测量。在测量 LIMA 和 LAD 过程中使用 Bulldog 对吻合口以远桥血管进行加闭。对于测量结果不满意者,调整测量角度或对桥血管进行骨骼化处理后再次进行测量。必要时需反复检查吻合口及移植血管,甚至重新吻合后再次测量^[3]。

术后拔除气管插管后开始服用阿司匹林(100 mg/d)和氯吡格雷(75 mg/d)双联抗血小板治疗,术后 1 周行冠脉 CTA 评价吻合口。

1.5 统计学处理

所有数据使用 EpiDate3.1 软件建立数据库,分别 2 次平行录入数据,并对录入数据进行逻辑查错、整理和对异常值进行分析处理后形成最终分析数据库。应用 SPSS 20.0 统计软件包进行相关分析。所有描述性计量资料通过 $\bar{X} \pm S$ 来表示,组间连续变量比较使用 *t* 检验。计数资料比较使用 χ^2 检验。理论频数过小者采用 Fisher 确切概率法。 $P < 0.05$ 认为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 患者基线资料

本次研究共计患者 29 例,其中男 21 例,女 8 例。平均移植血管(2.07 ± 0.26)支。术中 1 例患者未实施 TTFM 血流测定,但术后 1 周冠脉 CTA 显示全部血管通畅。术后 3 例(10.3%)患者因各种原因未行术后 1 周冠脉 CTA 检查。围术期发生心肌酶严重升高[定义高于正常肌酸激酶同工酶(CK-MB)界值 10 倍以上]2 例,术后冠脉 CTA 证实 1 例为乳内动脉桥和 SVG 组成的复合桥中第 2 站钝缘支桥血管闭塞,另一例为乳内动脉与 RA 组成的复合桥第 2 站后降支闭塞。另外有 2 例患者复合桥中第 2 站桥血管(RA-PDA)和第 2、3 站桥血管(RA-PL-PDA)显影略浅淡,但吻合口位置显示通畅,考虑存在“线样征”可能。有 1 例患者复合

桥第 1 站与第 2 站吻合口间桥身显影略浅淡,但与第 1 站和第 2 站吻合口位置显影良好,且断层观察显影良好,考虑与冠脉 CTA 成像相关。29 例患者均存活并顺利出院,无伤口并发症。所有患者围术期无神经系统并发症。具体结果见表 1。

表 1 29 例患者基线资料

项目	参数
年龄/岁	61.9 ± 10.18
男性/例(%)	21(72.4)
移植支数/支	2.07 ± 0.26
BMI/(kg · m ⁻²)	25.8 ± 3.38
术前射血分数/%	63.56 ± 8.55
左室舒张末内径/cm	4.96 ± 0.61
糖尿病/例(%)	8(27.6)
高血压/例(%)	20(69.0)
高脂血症/例(%)	13(44.8)
外周血管疾病/例(%)	1(3.4)
既往脑血管意外/例(%)	6(20.7)
NYHA 分级/级	2.31 ± 0.47
既往陈旧性心肌梗死/例(%)	8(27.6)
既往 PCI/例(%)	8(27.6)
慢性肾功能不全/例(%)	4(13.8)
围术期神经系统并发症/例(%)	0(0)
术后 1 周 CTA 桥血管失败率*/例(%)	2**/53 [#] (3.8)
围术期 CK-MB 高于上限 10 倍/例(%)	2/29(6.9)

* 共计 3 例患者(共计 6 支桥)未行术后 1 周冠脉 CTA 检查,包括 1 例术后出现过敏事件;2 例拒绝造影检查;** 2 支桥分别为 LIMA-SVG-LAD-OM2 中的 OM2 和 LIMA-RA-LAD-PDA 中的 PDA;[#] 排除 1 例 AO-SVG-LCX 桥血管。

2.2 CABG 手术的方案和复合桥构成

本组 29 例患者共实施血管移植 60 支,其中使用乳内动脉和 SVG 构成复合桥的 5 例,使用乳内动脉和 RA 构成复合桥的 24 例(表 2)。复合桥第 1 站靶血管均为 LAD,序贯后几站余靶血管位点为回旋系统和右冠系统。29 例患者中 28 例复合桥有 2 个吻合口,1 例有 3 个序贯吻合口(LIMA-RA-LAD-PDA-PL),位置分布于左冠系统 12 例,右冠系统 17 例。有 1 例患者在实施复合桥移植同时完成了 1 支静脉桥至回旋支的移植,其近端吻合于升主动脉(AO-SVG-LCX)。

2.3 两组参数比较

术中对实施平行侧侧吻合 LIMA-LAD 进行了瞬时流量计测量,与对照组 LAD 端侧吻合基线参数相比,微创左侧胸壁切口实施的侧侧吻合移植在桥流量[(26.29 ± 14.60) mL/min vs (29.72 ± 20.93) mL/min 对照, $P = 0.431$]、搏动指数

[(2.93±1.02) vs (2.64±1.01)对照, $P=0.166$] 和舒张期血供比例[(71.21±10.09) vs (74.04±7.09)对照, $P=0.190$]上无统计学差异。

表2 实施 CABG 手术的方案和复合桥构成
Table 2 CABG operation and composite bridge structure

复合桥构成	比例
LIMA-SVG-LAD-PL	2(6.9)
LIMA-SVG-LAD-OM2	1(3.4)
LIMA-SVG-LAD-LCX	1(3.4)
LIMA-SVG-LAD-Dx	1(3.4)
LIMA-RA-LAD-RCA	2(6.9)
LIMA-RA-LAD-PL	2(6.9)
LIMA-RA-LAD-PL-PDA	1(3.4)
LIMA-RA-LAD-PDA	10(34.5)
LIMA-RA-LAD-OM	2(6.9)
LIMA-RA-LAD-LCX	7(24.1)
总和*	29(100)

LCX:回旋支;RCA:右冠脉,PDA:后降支;PL:左室后支;OM:钝缘支;Dx:对角支。*总和 中不包括微创侧切口下实施的 1 支 AO-SVG-LCX 移植。

3 讨论

随着冠脉外科技术的不断进步和发展,自 2012 年起我中心经左胸前外侧小切口微创 CABG 手术的比例也呈逐年上升趋势^[4]。LIMA 至 LAD 的端侧吻合一直以来被认为是 CABG 手术中最经典的治疗方案^[5]。外科医生对端侧吻合方式更为熟悉且其方法相对简单,不过其空间的走行角度在真实世界中可能受各种因素干扰而产生弯折甚至扭转,一定程度上给这种经典的吻合方式带来了一些不确定性^[6-7]。很多流体力学研究显示,桥血管与靶血管夹角越小,局部血流动力学越好^[8-9]。而侧侧吻合被认为是一种夹角为 0°的端侧吻合,这种移植方式在流体力学界备受推崇^[10]。同样在临床工作中的某些特殊情况下,比如桥血管与靶血管直径差异过大出现不匹配,侧侧吻合也不失为一种良好的备选方案^[11]。

平行侧侧吻合与垂直侧侧吻合究竟有无差异呢?有计算机模拟研究显示,平行侧侧吻合可能相较于垂直侧侧吻合具有更佳血流动力学表现,且对桥血管存在着某种保护效应^[12]。临床研究中同样有人通过对移植术后冠脉 CTA 研究发现,在序贯吻合中如果桥血管长轴与靶血管长轴间夹角越小,其远期通畅率越好,也在一定程度上从侧面证实了平行侧侧吻合的优势^[13]。但在实际临床工作中,侧侧吻合多见于非 LAD 血管区域,并且多见于序贯桥中非最后一站的桥血管吻合,在 LAD 区域更是鲜有报道。本次研究选择在 LAD 实施侧侧吻

合,在微创手术当中减少了主动脉触碰,降低了远程操作的潜在风险,并且未发现围术期相关手术风险明显增加,认为在 LAD 区域实施侧侧吻合且乳内动脉作为第 2 支桥和第 3 支桥提供血流是一种可行的备选方案。

本次研究中 29 例患者中有 2 例发现最远一站吻合口闭塞(位置分别在 OM 和 PDA),且心肌酶 CK-MB 上升高于正常范围 10 倍,但与对照组心肌酶升高比例基线数据相比未见统计学差异($P=0.110$)。有意思的是 1 例男性患者,复合桥组成为 LIMA-RA-LAD-LCX,术后 1 周冠脉 CTA 回报 RA-LCX 显影浅淡,但术后半年再次复查冠脉 CTA 提示显影改善,桥血管通畅。研究发现闭塞或显影浅淡桥血管情况多见于序贯桥最后一站,有研究也显示类似问题的存在^[14]。考虑可能原因与乳内动脉桥输出端压力偏低,且最后一站多位于收缩期早期存在瞬时高压现象的位点(尤其在左冠系统),造成 CTA 显影不佳,此时冠脉造影可能是更为合理的复查手段^[15]。

临床中使用乳内动脉和 RA 组成复合桥为多支靶血管供血移植,最让外科医生顾虑的是:①围术期桡动脉桥是否会发生痉挛,导致严重的心血管事件;②乳内动脉是否有足够的流量储备可以供应 2~3 根靶血管。以往多个中心研究发现,围术期桡动脉“线样征”发生概率更高,可能与自身结构、围术期某些药物的使用、性别以及自身冠脉狭窄程度不够等因素相关^[16-17]。与我中心对照组基线数据相比,本次研究桡动脉桥线样征比例相对较低,考虑原因可能与近端吻合于乳内动脉相关。以往也有类似研究认为原位乳内动脉的内分泌功能对于预防桡动脉桥痉挛可能有一定帮助^[14]。关于原位乳内动脉桥的血流储备是否足够,既往有文献显示^[18],由于存在内皮介导的调节机制,可能会让乳内动脉桥其内径粗细和流量大小可以随着心肌需求增加而变化和调整,而在术中所测量的瞬时流量可能相对偏低。术后半年冠脉 CTA 发现 1 例桥血管显影改善的患者,可能在一定程度上也佐证了后期流量改善的观点。与对照组相比,本组病例术中 LAD 桥流量、PI 值和舒张期血供比例无统计学差异。

本次研究中对 LAD 桥血流的测量多在全移植结束鱼精蛋白中和后,在吻合口以远位置夹闭序贯桥血管的状态下完成,有可能因压力变化影响流量等参数的准确性,但能否依据总流量减除序贯桥第 2 站和(或)第 3 站的流量来估测第 1 站 LAD 血流量情况目前仍无定论。本次研究为单中心研究,样本量偏小,有待长期随访研究进一步证实。

利益冲突 所有作者均声明不存在利益冲突

参考文献

[1] Ahn JM. Comparison of stenting versus bypass sur-

- gery according to the completeness of revascularization in severe coronary artery disease; patient-level pooled analysis of the SYNTAX, PRECOMBAT, and BEST Trials [J]. *JACC Cardiovasc Interv*, 2017, 10 (14):1415-1424.
- [2] Head SJ. Mortality after coronary artery bypass grafting versus percutaneous coronary intervention with stenting for coronary artery disease; a pooled analysis of individual patient data [J]. *Lancet*, 2018, 391 (10124):939-948.
- [3] 赵舟,张显贵,张国栋,等. 非常规情况下使用大隐静脉替代左侧乳内动脉实施前降支再血管化治疗的围术期表现[J]. *临床心血管病杂志*, 2020, 36(12):1125-130.
- [4] 杨威,陈彧,陈生龙,等. 微创单支冠状动脉旁路移植术单中心 505 例经验[J]. *中华胸心血管外科杂志*, 2021, 37(7):4.
- [5] Kawajiri I, Hidetak E. Bilateral internal thoracic artery grafting: in situ or composite? [J]. *Ann Cardiothoracic Surg*, 2018, 7(5):673-680.
- [6] 张国栋,秦俊超,张显贵,等. 原位左侧乳内动脉重建前降支血管术中瞬时血流参数对围术期不良事件的预测价值[J]. *临床心血管病杂志*, 2020, 36(9):863-867.
- [7] 韩增强,张国栋,刘刚,等. 原位或游离右侧乳内动脉用于双侧乳内动脉冠状动脉旁路移植术[J]. *临床心血管病杂志*, 2020, 36(7):640-643.
- [8] Staalsen NH. The anastomosis angle does change the flow fields at vascular end-to-side anastomoses in vivo [J]. *J Vascular Surg*, 1995, 21(3):460-471.
- [9] Tsuku I, Hiroyuk I. Longer coronary anastomosis provides lower energy loss in coronary artery bypass grafting[J]. *Heart and Vessels*, 2017, 32(1):83-89.
- [10] LaDis A, John F Jr. Computational simulations demonstrate altered wall shear stress in aortic coarctation patients treated by resection with end-to-end anastomosis[J]. *Congenital Heart Disease*, 2011, 6(5):432-443.
- [11] Wei ZH. Distal end side-to-side anastomosis of sequential coronary bypass for size mismatched saphenous vein grafts and coronary arteries[J]. *Perfusion*, 24 May. 2022, doi:10.1177/02676591221100738.
- [12] Boner T, Michae L. A numerical study of blood flow in coronary artery bypass graft side-to-side anastomoses[J]. *Ann Biomedical Engineer*, 2002, 30(5):599-611.
- [13] Tinic A, Grigor E. Long-term graft patency after coronary artery bypass grafting: Effects of surgical technique [J]. *Experimental and Therapeutic Medicine*, 2019, 17(1):359-367.
- [14] Shimahar A, Yusuk E. Optimal target vessel selection for composite and sequential radial artery grafting with an in situ internal thoracic artery [J]. *J Cardiac Surg*, 2017, 32(10):613-620.
- [15] Akasaka T. Flow dynamics of angiographically no-flow patent internal mammary artery grafts [J]. *JACC*, 1998, 31(5):1049-1056.
- [16] Kho T, Umesh N. Radial artery bypass grafts have an increased occurrence of angiographically severe stenosis and occlusion compared with left internal mammary arteries and saphenous vein grafts [J]. *Circulation*, 2004, 109(17):2086-2091.
- [17] He GW. Arterial grafts for coronary artery bypass grafting: biological characteristics, functional classification, and clinical choice [J]. *Annals Thoracic Surgery*, 1999, 67(1):277-284.
- [18] Walpot H, Beat H. Vascular adaptation of the internal thoracic artery graft early and late after bypass surgery [J]. *J Thoracic Cardiovasc Surg*, 2008, 136(4):876-883.

(收稿日期:2022-07-18)