

# 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

张国栋<sup>1</sup> 秦俊超<sup>1</sup> 张显贵<sup>1</sup> 韩增强<sup>1</sup> 赵舟<sup>1</sup> 高卿<sup>1</sup> 刘晶<sup>1</sup> 陈彧<sup>1</sup>

**[摘要]** 目的:探讨原位左侧乳内动脉重建前降支术中瞬时血流(TTFM)指标,在右冠和回旋系统血流参数满意的3支病变患者中,对术后死亡和主要不良事件的预测价值。方法:回顾性分析2017年10月—2019年12月在本中心接受单纯初次传统正中切口的3支病变患者230例,均接受LIMA-LAD,且均满足右冠和回旋系统桥血管血流参数满意( $PI < 5$ ,  $MGF > 20$  ml/min)。其中ON-PUMP 111例,OFF-PUMP 119例,分别按前降支PI与MGF满意与否分组,分别对比PI和MGF满意与否对术后死亡和主要并发症的影响。结果:对OFF-PUMP手术分析结果发现,LIMA-LAD桥血管 $PI > 5$ 组(5例)较 $PI \leq 5$ 组(114例),术后死亡(20.0% : 0%,  $P = 0.042$ )、术后IABP使用率(20.0% : 0%,  $P = 0.042$ )及术后新发肾衰需CRRT治疗(40.0% : 0.9%,  $P = 0.004$ )、术后重返手术室(40.0% : 1.8%,  $P = 0.008$ )及术后二次插管(20.0% : 0%,  $P = 0.042$ )发生率更高,复合终点事件有更高的趋势(50.0% : 8.8%,  $P = 0.079$ )。OFF-PUMP手术前降支MGF不满意组(24例)较满意组(95例),术后重返手术室(12.5% : 1.1%,  $P = 0.026$ )及术后复合终点事件(25.0% : 6.3%,  $P = 0.015$ )发生率更高,围术期心肌梗死发生率有更高趋势(16.7% : 4.2%,  $P = 0.051$ )。但单独ON-PUMP手术,按前降支PI和MGF分组,均未发现死亡和主要并发症方面有明显区别。结论:TTFM参数中PI和MGF在OFF-PUMP手术对围术期不良事件的预测价值更高。OFF-PUMP前降支桥血管 $PI > 5$ 发生术后死亡、术后需要IABP治疗、术后新发肾衰需CRRT治疗、术后二次插管率更高。前降支桥血管血流 $< 20$  ml/min发生术后重返手术室及术后复合终点事件发生率更高。但本研究未发现在ON-PUMP手术前降支血流和PI对不良事件的预测价值。

**[关键词]** 冠状动脉旁路移植术;术中瞬时血流测定;左侧胸廓内动脉;前降支;围术期不良事件

doi:10.13201/j.issn.1001-1439.2020.09.018

[中图分类号] R541.4 [文献标志码] A

## The predictive value of parameters of transit-time flow measurement in left anterior descending artery for perioperative adverse events

ZHANG Guodong QIN Junchao ZHANG Xiangui HAN Zengqiang  
ZHAO Zhou GAO Qing LIU Jing CHEN Yu

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

Corresponding author: CHEN Yu, E-mail: chen Yudocor@163.com

**Abstract Objective:** To investigate the predictive value of parameters of transit time flow measurement (TTFM) in left anterior descending artery (LAD) reconstructed by left internal mammary artery (LIMA) for perioperative adverse events. **Method:** We analyzed a total of 230 patients with triple diseased vessels who underwent coronary artery bypass grafting (CABG) with LIMA-LAD. The TTFM parameters of all involved patients in right artery and left circumflex artery system were both satisfactory ( $PI < 5$ ,  $MGF > 20$  ml/min). Perioperative adverse events were compared according to the satisfied ( $PI < 5$ ,  $MGF > 20$  ml/min) LIMA-LAD and unsatisfied ( $PI < 5$ ,  $MGF > 20$  ml/min) LIMA-LAD. **Result:** In OFF-PUMP CABGs, more postoperative death were in abnormal PI group, compared with normal PI group, (20.0% vs 0%,  $P = 0.042$ ), the same as postoperative IABP use (20.0% vs 0%,  $P = 0.042$ ), postoperative new renal failure requiring CRRT (40.0% vs 0.9%,  $P = 0.004$ ), postoperative re-opening (40.0% vs 1.8%,  $P = 0.008$ ), and postoperative reintubation (20.0% vs 0%,  $P = 0.042$ ). In OFF-PUMP CABGs, compared with normal MGF group, more re-opening (12.5% vs 1.1%,  $P = 0.026$ ) and postoperative composite end point events rates (25.0% vs 6.3%,  $P = 0.015$ ) were in abnormal MGF group. However, there was no significant difference in death and major complications in two groups according both the PI and MGF in ON-PUMP CABGs. **Conclusion:** TTFM parameters have higher predictive value for perioperative adverse events in OFF-PUMP CABGs. In OFF-PUMP CABGs, the abnormal PI group has more death, postoperative IABP insertion, new renal failure and postoperative re-intubation.

**Key words** coronary artery bypass grafting; transit time flow measurement; left internal mammary artery; left anterior descending artery; perioperative adverse events

<sup>1</sup> 北京大学人民医院心脏外科(北京,100044)  
通信作者:陈彧, E-mail: chen Yudocor@163.com

冠心病是严重威胁人类健康,并且导致死亡的主要慢性疾病之一<sup>[1]</sup>。自从1961年Robert Goetz第1次报道冠状动脉旁路移植术(CABG)应用于人类,目前该术式成为重要的冠心病再血管化方式之一,尤其在糖尿病患者和3支病变患者中<sup>[2-3]</sup>。既往研究发现CABG术中吻合口质量可能影响患者围术期和中远期预后,因此,确定吻合口质量对于术中识别和校正有问题的移植物显得至关重要。术中瞬时血流监测(transit-time flow measurement, TTFM)因其快速准确,被广泛应用于术中进行吻合口质量监测,减少因技术原因导致的早期桥血管失败,目前指南推荐等级(IIa)<sup>[4]</sup>。但关于TTFM指标与临床预后的相关研究甚少,且结果不尽相同。既往研究发现不同手术方式、不同桥血管材料、不同靶血管区域的TTFM指标存在一定差异,既往关于TTFM与临床预后的相关研究,未对不同冠状动脉(冠脉)区域进行划分,因为不同冠脉区域对预后影响权重不等,前降支作为最重要的血管,其桥血管质量对预后存在较大影响<sup>[5]</sup>。本研究主要目的为探讨回旋和右冠系统桥血管TTFM指标满意的3支病变患者,原位左侧乳内动脉(LIMA)重建前降支血管TTFM指标满意与否对术后死亡和围术期主要并发症的影响。

## 1 对象与方法

### 1.1 对象

收集2017年10月—2019年12月在本院完成的663例单纯初次CABG术患者的围术期资料。其中排除小切口219例(单支),排除资料不全56例,排除右冠或回旋系统血流参数不达标患者125例,排除非原位LIMA重建前降支33例,最后纳入230例符合标准且围术期资料齐全患者,其中ON-PUMP 111例,OFF-PUMP 119例。

### 1.2 手术方法

常规气管插管静吸复合麻醉,所有患者均行正中全胸骨切开术。患者接受100~200 U/kg的肝素,以维持体外循环手术的ACT大于300,而体外循环的ACT大于480。非体外手术利用组织稳定器和冠脉内分流栓辅助完成吻合。体外循环术中,常规应用升主动脉插管和右心房二级静脉插管建立体外循环,所有吻合均在心脏停搏下进行。

### 1.3 TTFM指标

术中使用Medistim VQ2011型号TTFM测量。全部桥血管吻合完毕后,鱼精蛋白中和后,待循环稳定根据桥直径选择合适尺寸的超声探头在近吻合口处直接测量。对于测量结果不满意者,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。

研究终点与相关定义:①围术期死亡;②主要

终点事件:再次插管、重返手术室、围术期心肌梗死、术后主动脉内球囊反搏(IABP)治疗、术后新发肾衰需连续肾脏替代疗法(CRRT)治疗、术后脑梗死及以上事件的复合终点事件。

分组:将230例患者根据手术方式分为ON-PUMP手术(111例)和OFF-PUMP(119例)。进一步将不同手术方式患者,分别根据前降支桥血管搏动指数(pulse index, PI)值和平均流量(mean graft flow, MGF)分为满意组和不满意组。其中119例OFF-PUMP手术,PI满意组( $PI \leq 5$ )114例,不满意组( $PI > 5$ )5例;MGF满意组( $MGF \geq 20$  ml/min)95例,不满意组( $MGF < 20$  ml/min)24例。111例ON-PUMP手术,PI满意组108例,不满意组3例;MGF满意组98例,不满意组13例。

### 1.4 统计学处理

采用SPSS 26.0软件进行分析,正态分布的计量资料用 $\bar{x} \pm s$ 表示,组间比较应用 $t$ 检验;非正态分布的计量资料用中位数及四分位数间距表示,组间比较用Mann-Whitney U检验;计数资料用频数和百分比表示,计数资料的组间比较采用卡方检验或Fisher精确概率检验。根据手术方式,即ON-PUMP或OFF-PUMP手术,探讨前降支血流参数满意组与非满意组在术后死亡和主要并发症方面的差异, $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

## 2 结果

共纳入230例患者,其中ON-PUMP 111例(48.3%),OFF-PUMP 119例(51.7%)。OFF-PUMP手术组中位年龄64.0(58.0~69.0)岁,其中男83例(69.7%)、女36例(30.3%),急性心肌梗死者33例(27.7%),左主干病变者16例(13.4%),合并高血压患者73例(61.3%),术前左心室中位射血分数(EF)值为63.6%(55.7%~70.2%)。

ON-PUMP手术组中位年龄64.0(57.0~69.0)岁,其中男79例(71.2%)、女32例(28.8%),急性心肌梗死者30例(27.0%),左主干病变者27例(24.3%),合并高血压患者78例(70.3%),术前左心室中位EF值为62.3%(53.0%~68.0%)。

对OFF-PUMP手术患者按LIMA-LAD桥血管PI值分组, $PI > 5$ 组(5例)与 $PI \leq 5$ 组(114例)两组在术前基线资料方面无明显差异( $P > 0.05$ )。但LIMA-LAD桥血管 $PI > 5$ 组较 $PI \leq 5$ 组,术后死亡(20.0% : 0%,  $P = 0.042$ )、术后IABP使用率(20.0% : 0%,  $P = 0.042$ )及术后新发肾衰需CRRT治疗(40.0% : 0.9%,  $P = 0.004$ )、术后重返手术室(40.0% : 1.8%,  $P = 0.008$ )及术后二次插管(20.0% : 0%,  $P = 0.042$ )发生率更高,复合终点事件有更高的趋势(50.0% : 8.8%,  $P =$

0.079),见表1。

**表1 前降支PI正常组与异常组术后死亡及并发症**  
**Table 1 Postoperative death and complications in normal or abnormal PI groups** 例(%)

项目	正常PI (114例)	异常PI (5例)	P
新发术后房颤	30(26.3)	3(60.0)	0.130
再次插管	0(0)	1(20.0)	0.042
重返手术室	2(1.8)	2(40.0)	0.008
围术期心梗	8(7.0)	0(0)	1.000
术后IABP	0(0)	1(20.0)	0.042
CRRT	1(0.9)	2(40.0)	0.004
术后脑梗死	2(1.8)	0(0)	1.000
死亡	0(0)	1(20.0)	0.042
复合终点事件	10(8.8)	2(50.0)	0.079

对 OFF-PUMP 手术患者按 LIMA-LAD 桥血管 MGF 值分组, MGF > 20 ml/min 组(95 例)与 MGF ≤ 20 ml/min 组(24 例)两组在术前基线资料方面无明显差异(P > 0.05)。但 LIMA-LAD 桥血管 MGF ≤ 20 ml/min 组较 MGF > 20 ml/min 组, 术后重返手术室(12.5% : 1.1%, P = 0.026)及术后复合终点事件(25.0% : 6.3%, P = 0.015)发生率更高, 围术期心肌梗死发生率有更高趋势(16.7% : 4.2%, P = 0.051), 在死亡及其他主要并发症方面未发现明显统计学差异, 见表2。

**表2 前降支MGF正常组与异常组术后死亡及并发症**  
**Table 2 Postoperative death and complications in normal or abnormal MGF groups** 例(%)

项目	正常MGF (95例)	异常MGF (24例)	P
新发术后房颤	26(27.4)	7(29.2)	1.000
再次插管	0(0)	1(4.2)	0.202
重返手术室	1(1.1)	3(12.5)	0.026
术后心梗	4(4.2)	4(16.7)	0.051
术后IABP	0(0)	1(4.2)	0.202
CRRT	1(1.1)	2(8.3)	0.103
术后脑梗	2(2.1)	0(0)	1.000
死亡	0(0)	1(4.2)	0.202
复合终点事件	6(6.3)	6(25.0)	0.015

对 ON-PUMP 手术患者按 LIMA-LAD 桥血管 PI 值分组, PI > 5 组(3 例)与 PI ≤ 5 组(108 例)两组在术前基线资料及术后死亡及主要并发症方面, 均未发现明显统计学差异(P > 0.05)。对 ON-PUMP 手术患者按 LIMA-LAD 桥血管 MGF 值分组, MGF > 20 ml/min 组(98 例)与 MGF ≤ 20 ml/min 组(13 例), 同样两组在术前基线资料及术后死

亡及主要并发症方面均未发现明显统计学差异(P > 0.05)。

### 3 讨论

目前术者对于 CABG 术中桥血管质量评价越来越重视, 术中桥血管闭塞多数无明显征象, 比如血流动力学不稳定、心电图变化、新发的室壁运动异常<sup>[6-7]</sup>; 另外对于技术依赖高的精细操作, 容错性低的手术应该有相应的验证方法, 像瓣膜手术中经食管超声的应用, TTFM 可以快速、可靠地进行术中桥血管质量的评价<sup>[7-8]</sup>。既往关于 TTFM 相关研究主要集中在 TTFM 指标与术后早期及远期桥血管通畅性研究, 对于 TTFM 与临床预后研究较少, 且结果不尽一致<sup>[9-11]</sup>。有研究纳入连续的 1 000 支动脉桥血管, 结果发现高 PI 值提示手术中动脉移植物吻合技术上的不足, 即使所有其他术中评估表明移植物良好, 高 PI 值在一定程度上可以预测围术期结果, 尤其是围术期死亡, 非急诊手术 PI > 5 的患者病死率明显高于 PI ≤ 5 的患者病死率(9% : 2%, P = 0.02)<sup>[12]</sup>。研究纳入 985 例 CABG 患者, 包括动脉桥血管和静脉桥血管, 同样发现术中桥血管较差的血流参数与术后早期院内不良事件存在相关性, 在对协变量进行调整后, 不良心脏事件的复合终点事件的发生率在异常血流组中更为普遍(31% : 17%; P < 0.01), OR 值为 1.7 (95%CI 1.1~2.7)<sup>[13]</sup>。既往研究报道 TTFM 相关指标在不同手术方式、不同桥材料选择以及不同左右冠脉区域有一定差异, 但以上关于 TTFM 与临床预后研究没有将此考虑在内, 尤其不同靶位点桥血管对预后影响权重不一<sup>[5]</sup>。因此本研究分不同手术方式, 选择同一靶位点即前降支靶血管, 选择同一桥血管材料且搭桥策略相同即原位 LIMA 重建前降支, 并且保证 3 支病变患者的右冠和回旋系统接受干预的桥血管血流参数均符合指南推荐标准, 仅对 LIMA-LAD 桥血管血流参数满意与否对围术期不良事件的影响。结果发现 OFF-PUMP 手术 LIMA-LAD 桥血管 PI > 5 组较 PI ≤ 5 组, 术后死亡、术后 IABP 使用率、术后新发肾衰需 CRRT 治疗、术后重返手术室及术后二次插管发生率更高, 复合终点事件有更高的趋势; 前降支平均血流不满意组较满意组, 术后重返手术室及术后复合终点事件发生率更高, 围术期心肌梗死发生率有更高趋势。但单独 ON-PUMP 手术, 按前降支 PI 和 MGF 分组, 均未发现死亡和主要并发症方面有明显区别。

既往关于桥血管 TTFM 参数在 ON-PUMP 与 OFF-PUMP 手术差异的研究发现, 尽管 OFF-PUMP 手术平均动脉压要高, 但 OFF-PUMP 术的平均流量要低于 ON-PUMP 手术, PI 要稍高, 可能和 ON-PUMP 手术主动脉阻断有关, 尽管心脏停

搏,但仍会造成心肌缺血,进而冠脉扩张,从而导致主动脉开放后有一定时间的心肌高灌注<sup>[5,14]</sup>。本研究仅在 OFF-PUMP 手术中发现 TTFM 参数包括不满意的 PI 和 MGF 与术后不良事件相关,ON-PUMP 手术未发现阳性结果,可能术后早期主动脉开放后的冠脉高灌注对 TTFM 参数存在一定影响,今后研究需要进一步大样本,深入研究 ON-PUMP 手术血流参数与围术期不良事件的关系,可能  $PI < 5, MGF > 20$  ml/min 不完全适用于 ON-PUMP 手术对于围术期不良事件的预测。

尽管 TTFM 的应用减少了因技术原因所导致的早期桥血管失败,TTFM 可以在术中,尤其是 OFF-PUMP CABGs 术中即刻对桥血管吻合质量的评估。指南推荐  $PI < 5, MGF > 20$  ml/min 为可接受的桥血管。既往纳入 35 个研究的荟萃分析结果显示大约 2.0% 的桥血管(4.3% 的搭桥患者)发生因不满意 TTFM 血流参数而进行的重新吻合<sup>[15]</sup>。对于血流参数不满意的桥血管,本单位术者根据桥血流参数、靶血管条件等进行综合评估,决定是否进行重新吻合。本研究因单纯前降支 TTFM 参数不满意进行重新吻合的比例为 1.4%,要低于既往研究,可以解释为本研究主要针对前降支桥血管,前降支桥血管位于心脏前壁,较回旋、右冠系统易于暴露和吻合。另一点是尽管有一些桥血管血流参数达不到满意标准,但没有心电图改变、循环不稳定,食管超声也没有新发室壁运动异常,术者可能综合评估后没有进行重新吻合。TTFM 参数的影响因素除了吻合口的质量,一定程度上还受监测时的循环状态比如心率、血压、靶血管的质量、直径以及远端血管床的条件等影响。另外靶血管本身狭窄程度在一定程度上影响血流参数,狭窄程度越重,桥血管血流 MGF 越高,PI 值越低<sup>[16]</sup>。一些患者靶血管条件极差,前降支弥漫钙化,难以达到理想的 TTFM 指标满意的桥血管。但无论何种原因,本研究发现 LIMA-LAD 桥血管血流参数不满意组,围术期不良事件发生要更高,提示我们在进行血运重建,尤其前降支的血运重建,要尽可能满足桥血管血流参数满意,即  $MGF > 20$  ml/min,  $PI < 5$ 。对于确实不能达到满意血流标准的患者,术后强化的二级预防药物治疗可能会对延缓桥血管衰败有一定作用。TTFM 不仅对术中吻合口即时监测,还可以为术后治疗随访提供参考。

OFF-PUMP 手术  $PI > 5$  的 5 例患者中,同时有 3 例患者流量  $< 20$  ml/min,另外两例流量  $> 20$  ml/min。24 例  $MGF < 20$  ml/min 患者,同时有 4 例患者  $PI > 5$ ,其余 20 例患者单纯  $MGF < 20$  ml/min。PI 值用于评估 PI 移植物和远端靶血管的阻力。其值由收缩期峰值流量减去舒张期峰值流量除以平均流量 ( $PI = [Q_{max} - Q_{min}] /$

$Q_{mean}$ )。既往研究表明在预测桥血管失败方面 PI 的敏感性要高于 MGF,PI 对近远期预后的预测价值同样不错。本研究结果同既往研究结果一致,  $PI = 5$  可作为预测围术期不良事件的最佳截断值。研究结果显示至少 1 支桥血管  $PI > 5$  的患者术后发生围术期心肌梗死、重返手术室以及术后发生低心排综合征的风险明显增加<sup>[13]</sup>。所以前降支血流 PI 高、同时流量低的患者尤其要注意,是否存在技术原因,是否可以重新吻合达到更好的血流参数的桥血管,以减少患者发生围术期不良事件的风险。

本研究最大局限性在于为回顾性研究;另外本研究桥血管血流参数非满意组,尤其 PI 值不满意组样本量较少,虽然本研究采用了 Fisher 精确概率检验,但对于本结果的解读需慎重。本研究只对比了 LIMA-LAD 参数对围术期死亡及不良事件的影响,未来需要更大样本量的研究。

综上,TTFM 参数中 PI 和 MGF 在 OFF-PUMP 手术对围术期不良事件的预测价值更高。OFF-PUMP 手术前降支桥血管  $PI > 5$  发生术后死亡、术后需要 IABP 治疗、术后新发肾衰需 CRRT 治疗、术后二次插管率更高。前降支桥血管血流  $< 20$  ml/min 发生术后重返手术室及术后复合终点事件发生率更高。但本研究未发现在 ON-PUMP 手术前降支血流和 PI 对不良事件的预测价值。

#### 参考文献

- [1] Voudris KV, Kavinsky CJ. Advances in management of stable coronary artery disease: the role of revascularization? [J]. *Curr Treat Options Cardiovasc Med*, 2019, 21(3): 15.
- [2] Rocha E. Fifty years of coronary artery bypass graft surgery[J]. *Braz J Cardiovasc Surg*, 2017, 32(4): II-III.
- [3] 梅运清, 胡大一, 汤楚中, 等. 体外循环与非体外循环下冠状动脉旁路移植术疗效的对比研究[J]. *临床心血管病杂志*, 2003, 19(2): 69-71.
- [4] Takami Y, Takagi Y. Roles of transit-time flow measurement for coronary artery bypass surgery[J]. *Thorac Cardiovasc Surg*, 2018, 66(6): 426-433.
- [5] Sanaz A, Per Lav M, Raphael SW, et al. Intraoperative flow profiles of arterial and venous bypass grafts to the left coronary territory[J]. *Eur J Cardiothorac Surg*, 2019, 56(1): 64-71.
- [6] Teresa Mary K, Sarah R, Ryszard K, et al. Transit-time flow predicts outcomes in coronary artery bypass graft patients: a series of 1000 consecutive arterial grafts[J]. *Eur J Cardiothoracic Surg*, 2010, 38(2): 155-162.
- [7] Kieser TM, Taggart DP. The use of intraoperative graft assessment in guiding graft revision[J]. *Ann Cardiothorac Surg*, 2018, 7(5): 652-662.

## 全皮下埋藏式心律转复除颤器发展现状\*

庞军<sup>1</sup> 俞杉<sup>1</sup> 安亚平<sup>1</sup> 吴强<sup>1</sup>

**[提要]** 全皮下埋藏式心律转复除颤器为全皮下植入 ICD,可以避免静脉导线相关的并发症,减少感染风险。本文就全皮下埋藏式心律转复除颤器发展现状作一综述。

**[关键词]** 心脏性猝死;全皮下埋藏式心律转复除颤器

**doi:**10.13201/j.issn.1001-1439.2020.09.019

**[中图分类号]** R541.7 **[文献标志码]** A

## Development status of subcutaneous cardioverter defibrillator

PANG Jun YU Shan AN Yaping WU Qiang

(Guizhou Province People's Hospital, Guiyang, 550002, China)

Corresponding author: YU Shan, E-mail: Yusha1218@126.com

**Summary** Subcutaneous implantable cardioverter defibrillator (S-ICD) is implanted subcutaneously, which avoids the complications of venous lead and reduce the risk of infection. This article reviews the current status of the development of total subcutaneous buried cardioverter defibrillators.

**Key words** sudden cardiac death; total subcutaneous implantable cardioverter defibrillator

心脏性猝死(SCD)是导致心血管疾病患者死亡的重要原因。当前,埋藏式心脏转复除颤器(ICD)是预防高危 SCD 人群的一线治疗方法<sup>[1-3]</sup>,可降低远期病死率。

### 1 全皮下埋藏式心律转复除颤器定义

经静脉植入式心律转复除颤器为传统 ICD 植

入系统,需通过静脉系统将除颤电极置于右室,有发生心脏穿孔、血气胸、电极导线脱位、心包填塞、囊袋感染等相关院内及远期并发症风险<sup>[4]</sup>。全皮下埋藏式心律转复除颤器(S-ICD)为全皮下植入 ICD,可以避免上述静脉导线相关的并发症。下面针对 S-ICD 的发展现状作一综述。

### 2 S-ICD 系统组成、植入方法及程控

S-ICD 系统包括脉冲发生器、皮下电极、电极植入工具及程控装置。脉冲发生器经皮下置于左侧胸壁,电极经皮下置于胸骨旁,由两个感知电极

\*基金项目:国家临床重点专科建设项目(No:国卫办医函[2013]544号);贵州省科学技术厅临床研究中心项目[No:黔科合平台人才(2017)5405号]  
<sup>1</sup>贵州省人民医院(贵阳,550002)  
通信作者:俞杉,E-mail:Yusha1218@126.com

[8] Kieser TM, Taggart DP. Current status of intra-operative graft assessment: Should it be the standard of care for coronary artery bypass graft surgery? [J]. J Card Surg, 2018, 33(5): 219-228.  
[9] Tokuda Y, Song MH, Oshima H, et al. Predicting midterm coronary artery bypass graft failure by intra-operative transit time flow measurement [J]. Ann Thorac Surg, 2008, 86(2): 532-536.  
[10] Gabriele Di Giammarco, Marco Pano, Sergio Cirmeni, Piero Pelini, et al. Predictive value of intraoperative transit-time flow measurement for short-term graft patency in coronary surgery [J]. J Thorac Cardiovasc Surg, 2006, 132(3): 468-474.  
[11] Paone G. Commentary: Is routine use of transit-time flow measurement and high frequency ultrasound assessment in coronary bypass grafting ready for prime time, or a waste of time? [J]. J Thoracic Cardiovasc Surg, 2020, 159(4): 1295-1296.  
[12] Kieser TM, Rose S, Kowalewski R, et al. Transit-time flow predicts outcomes in coronary artery bypass graft patients: a series of 1000 consecutive arterial

grafts [J]. Eur J Cardiothorac Surg, 2010, 38(2): 155-162.  
[13] Herman C, Sullivan JA, Buth K, et al. Intraoperative graft flow measurements during coronary artery bypass surgery predict in-hospital outcomes [J]. Interact Cardiovasc Thorac Surg, 2008, 7(4): 582-585.  
[14] Silva M, Rong LQ, Naik A, et al. Intraoperative graft flow profiles in coronary artery bypass surgery: A meta-analysis [J]. J Card Surg, 2020, 35(2): 279-285.  
[15] Daniel J F M Thuijs, Margreet W A Bekker, David P Taggart, et al. Improving coronary artery bypass grafting: a systematic review and meta-analysis on the impact of adopting transit-time flow measurement [J]. Eur J Cardio Thoracic Surg, 2019, 56(4): 654-663.  
[16] Honda K, Okamura Y, Nishimura Y, et al. Graft flow assessment using a transit time flow meter in fractional flow reserve-guided coronary artery bypass surgery [J]. J Thorac Cardiovasc Surg, 2015, 149(6): 1622-1628.