

经导管主动脉瓣置换术中循环崩溃 单中心经验分析*

方毅 徐凯* 王斌 王耿 梁振洋 李洋 郑凌飞 王艳秋 周微微 荆全民 韩雅玲

中国人民解放军北部战区总医院心内科, 辽宁沈阳 110016

摘要 目的:总结经导管主动脉瓣置换术(TAVR)治疗的主动脉瓣狭窄(AS)患者术中发生循环崩溃可能的原因、危险因素及有效的处理方法。方法:本研究为单中心回顾性研究,选取2016年5月-2021年8月北部战区总医院心内科住院行TAVR术中发生循环崩溃的AS患者。记录患者术中循环崩溃的发生情况、处理方式及随访结果,并逐一分析病例特点。结果:完成TAVR手术200例,术中发生循环崩溃10例(5%),预扩张前(2例,20%)、预扩张后(3例,30%)、瓣膜植入中及植入后(5例,50%)均有发生;其中5例(50%)左室射血分数(LVEF)≤40%,最低达23%;左室舒张末期内径(LVDD)≤42 mm合并室间隔(IVS)≥13 mm共3例(30%);陈旧性心肌梗死2例(20%)。分析发生循环崩溃可能的原因:冠状动脉闭塞2例(20%),自杀左心室2例(20%),预扩后大量反流2例(20%),对瓣膜释放时冠脉缺血无法耐受2例(20%),心功能过差无法耐受麻醉2例(20%);其中转外科开胸1例(10%),心肺复苏(CPR)5例(50%),应用体外循环或体外膜肺氧合(ECMO)3例(30%),快速球囊扩张或植入瓣膜6例(60%),单纯大量血管活性药1例(10%)。住院期间死亡1例(10%);随访1、3及6个月(8例入窗),9例均存活。结论:循环崩溃的发生率并不低,低LVEF、小心室并心肌肥厚、心肌梗死病史可能是术中发生循环崩溃的高危因素;冠脉堵塞、球囊扩张后大量反流、自杀左心室、心功能过差无法耐受麻醉可能是循环崩溃的原因;持续有效的心肺复苏,迅速置入瓣膜及循环辅助装置是使血流动力学恢复的主要措施;出现循环崩溃的患者经积极处理预后较好。

关键词 主动脉瓣狭窄;经导管主动脉瓣置换术;循环崩溃

中图分类号 R542.5⁺2 文献标识码 A DOI 10.11768/nkjwzzzz20210603

Circulatory collapse in patients undergoing transcatheter aortic valve replacement: a single-center experience

FANG Yi, XU Kai*, WANG Bin, WANG Geng, LIANG Zhen-yang, LI Yang, ZHENG Ling-fei, WANG Yan-qiu, ZHOU Wei-wei, JING Quan-min, HAN Ya-ling. Department of Cardiology, General Hospital of Northern Theater Command, Shenyang 110016, China

Corresponding author: XU Kai, Email: xukai2001@sina.com

Abstract Objective: To summarize the possible causes, risk factors and effective management of circulatory collapse in patients with aortic stenosis (AS) treated by transcatheter aortic valve replacement (TAVR). Methods: This study was a single center retrospective study. From May 2016 to August 2021, As patients with circulatory collapse during TAVR operation hospitalized in the Department of Cardiology of the General Hospital of Northern Theater Command were selected. The occurrence, treatment and follow-up results of intraoperative circulatory collapse were recorded, and the characteristics of cases were analyzed. Results: A total of 200 cases of TAVR were completed, and 10 cases (5%) had circulatory collapse during operation, which occurred before predilation (2 cases, 20%), after predilation (3 cases, 30%), during and after valve implantation (5 cases, 50%); among them, 5 cases (50%) had left ventricular ejection fraction (LVEF) ≤40%, and the lowest was 23%; there were 3 patients (30%) with left ventricular end diastolic diameter ≤42 mm and ventricular septum ≥13 mm; old myocardial infarction occurred in 2 cases (20%). The possible causes of circulatory collapse were analyzed: coronary artery occlusion in 2 cases (20%), suicidal left ventricle in 2 cases (20%), massive regurgitation after predilation in 2 cases (20%), coronary ischemia during valve release in 2 cases (20%), and poor cardiac function in 2 cases (20%); among them, 1 case (10%) was converted to surgical thoracotomy, 5 cases (50%) were given CPR, 3 cases (30%) were treated with cardiopulmonary bypass or ECMO, 6 cases (60%) were treated with rapid balloon dilatation or valve implantation, and 1 case (10%) was treated with a large amount of vasoactive drugs. During hospitalization, 1 case (10%) died; after follow-up, 9 cases survived at 1st month, 3rd month and 6th month (8 cases entering the time window).

*基金项目:辽宁省自然科学基金资助计划(No:2020-MS-040)

*通信作者:徐凯,E-mail:xukai2001@sina.com,辽宁省沈阳市沈河区文化路83号

Conclusion: The incidence of circulatory collapse is not low. Low LVEF, small left ventricle with hypertrophy and history of myocardial infarction are the possible high risk factors of circulatory collapse during operation. Coronary artery occlusion, massive regurgitation after balloon dilatation, suicidal left ventricle, poor cardiac function and intolerable anesthesia are the possible causes of circulatory collapse. Continuous and effective cardiopulmonary resuscitation, rapid implantation of valves and circulation auxiliary devices are the main measures to restore hemodynamics. The prognosis of patients with circulatory collapse is better after active treatment.

Key words Aortic valve stenosis; Transcatheter aortic valve replacement; Circulatory collapse

主动脉瓣狭窄(aortic stenosis, AS)目前已是临床常见的心脏瓣膜疾病,重度 AS 严重威胁患者生命^[1]。经导管主动脉瓣置换术(transcatheter aortic valve replacement, TAVR)近十余年得到迅速发展,适应证已从有外科手术禁忌或高危 AS 患者拓展至中低危 AS 患者^[2,3]。TAVR 围术期并发症也越来越受到关注。循环崩溃是其中最危险的一种情况,不同原因处理方式不同,结局也不同。本文对 TAVR 术中循环崩溃患者特点及其处理和随访情况进行回顾性分析。

资料与方法

一般资料 本研究为单中心回顾性研究。收集 2016 年 5 月-2021 年 8 月解放军北部战区总医院住院诊治并行 TAVR 治疗的重度 AS 患者的临床资料。所有患者入院后完善胸主动脉、股髂动脉及锁骨下动脉和冠状动脉 CT 血管成像(CTA)检查,全面评估主动脉根部解剖、手术路径及冠状动脉病变情况;完善经胸超声心动图,测量瓣口面积、跨瓣压差、血流速度、心腔大小、左心室射血分数(LVEF),经心脏团队会诊综合评估符合 TAVR 手术指征、无禁忌证。本研究严格遵守赫尔辛基宣言的伦理原则。

临床资料收集 通过查阅电子病历方式,收集并记录所有入选患者的性别、年龄、既往史及共病(高血压、糖尿病、房颤、陈旧性心肌梗死、陈旧性脑梗死)等,术前常规实验室检查(如 NT-proBNP)及超声心动图、主动脉根部及外周入路 CTA 等检查结果,TAVR 手术相关资料。循环崩溃定义:循环系统在很短时间内发生衰竭,不能满足机体供血、供氧的需求,包括心源性或血管源性。心源性循环崩溃的患者,心脏在某种诱因下瞬间衰竭至停搏,临床表现为极短期内(数分钟甚至数秒内)血压迅速下降、心率逐渐降低变成电机械分离或心脏停搏。手术成功定义为于主动脉合适的解剖位置置入人工主动脉瓣,恢复瓣膜功能,术中及术后即刻未发生死亡。

统计学分析 采用 SPSS 22.0 统计学软件。符

合正态分布的计量资料以($\bar{x} \pm s$)表示。计数资料采用例(%)表示。

结果

发生循环崩溃患者的基线资料 200 例患者中,发生循环崩溃的患者 10 例,发生率 5%,见表 1。

表 1 行 TAVR 术中循环崩溃患者的基线资料(n=10)

项目	数值
年龄(岁, $\bar{x} \pm s$)	72.25 \pm 7.17
身高(cm, $\bar{x} \pm s$)	167.88 \pm 8.87
体重(kg, $\bar{x} \pm s$)	67.56 \pm 12.15
男性[例(%)]	7 (70)
高血压[例(%)]	4 (40)
糖尿病[例(%)]	6 (60)
冠心病[例(%)]	5 (50)
术前心肌梗死史[例(%)]	2 (20)
PCI史[例(%)]	3 (30)
房颤[例(%)]	3 (30)
卒中史[例(%)]	3 (30)
慢性肾功能不全[例(%)]	1 (10)
2 周内的 NYHA 分级[例(%)]	
IV 级	6 (60)
III 级	4 (40)
血红蛋白(g/L, $\bar{x} \pm s$)	130.52 \pm 15.88
肌酐($\mu\text{mol/L}$, $\bar{x} \pm s$)	91.61 \pm 23.08
NT-proBNP(pg/L, $\bar{x} \pm s$)	6186.67 \pm 3804.5
主动脉峰值流速(m/s, $\bar{x} \pm s$)	4.58 \pm 0.31
主动脉平均压差(mmHg, $\bar{x} \pm s$)	49.00 \pm 6.96
主动脉瓣口面积(cm^2 , $\bar{x} \pm s$)	0.46 \pm 0.09
LVEF(% , $\bar{x} \pm s$)	46.8 \pm 15.19
LVDD(mm, $\bar{x} \pm s$)	54.75 \pm 13.55
室间隔(mm, $\bar{x} \pm s$)	13
IVS(mm, $\bar{x} \pm s$)	77.86 \pm 5.8
二叶式主动脉瓣[例(%)]	5(50)
三叶式主动脉瓣[例(%)]	5(50)
主动脉瓣钙化[例(%)]	
重度	3(30)
中度	3(30)
轻度	4(40)

注:PCI:经皮冠状动脉介入术;LVDD:左室舒张末期径;

IVS:室间隔

发生循环崩溃患者手术资料 10例患者发生循环崩溃,其中4例因发生循环崩溃后由监测下麻醉转为全身麻醉,其余6例均始终采用监测下麻醉,均以股动脉为主入路,瓣膜植入均成功,均使用不可回收瓣膜,均为自展膜,均行预扩张,行瓣中瓣植入1例,见表2。

表2 循环崩溃患者 TAVR 术中相关资料(n=10)

项目	数值
主入股动脉[例(%)]	10(100)
全身麻醉[例(%)]	4(40)
监测下麻醉[例(%)]	6(60)
预扩张[例(%)]	10(100)
球囊大小(mm, $\bar{x} \pm s$)	21.2 \pm 1.72
不可回收瓣膜[例(%)]	10(100)
自展瓣膜[例(%)]	10(100)
瓣膜直径(mm)[例(%)]	
24	1(10)
26	8(80)
27	1(10)
瓣中瓣植入[例(%)]	1(10)

发生循环崩溃的可能原因及处理措施 循环崩溃在预扩张前(2例,20%)、预扩张后(3例,30%)、瓣膜植入中及植入后(5例,50%)均有发生;可能的原因有冠状动脉闭塞2例(20%),自杀左心室2例(20%),预扩后大量反流2例(20%),对瓣膜释放时冠脉缺血无法耐受2例(20%),心功能过差无法耐受麻醉2例(20%)。分析可能的危险因素:低LVEF,5例(50%) LVEF \leq 40%,最低达23%;小心腔合并心肌肥厚, LVDD \leq 42 mm 合并 IVS \geq 13 mm 共3例(30%);陈旧心肌梗死2例(20%)。处理措施为快速球囊扩张或植入瓣膜6例(60%),心肺复苏(cardiopulmonary resuscitation, CPR) 5例(50%),应用体外循环或体外膜肺氧合(extracorporeal membrane oxygenation, ECMO) 3例(30%),呼吸机辅助3例(30%),成功开通冠状动脉1例(10%),转外科开胸行冠状动脉旁路移植术1例(10%),单纯大量血管活性药1例(10%)。

循环崩溃患者的随访情况 出院前患者心脏超声的主动脉峰值流速、平均压差及主动脉瓣瓣口面积均有明显改善,但LVEF与术前相当,出院后至术后12个月随访LVEF明显好转。围术期发生冠状动脉闭塞2例,其中1例转外科开胸行旁路移植术,次日因心力衰竭死亡。另1例接受介入治疗,成功开通闭塞冠状动脉。因新发高度房室传导阻滞置入永久起搏器1例,因下肢动脉栓塞出现右足趾干性

坏疽1例。经随访1、3及6个月(8例入窗),9例均存活,且无其他事件发生,见表3。

表3 行 TAVR 术中循环崩溃患者的院内事件及随访情况(n=10)

项目	数值
出院前心脏超声	
主动脉峰值流速(m/s, $\bar{x} \pm s$)	2.50 \pm 0.51
主动脉平均压差(mmHg, $\bar{x} \pm s$)	13.43 \pm 5.9
主动脉瓣口面积(cm ² , $\bar{x} \pm s$)	1.79 \pm 0.41
LVEF(% , $\bar{x} \pm s$)	46.67 \pm 11.70
住院期间事件[例(%)]	
死亡	1(10.0)
术后植入永久起搏器	1(10.0)
下肢动脉栓塞一侧足趾坏疽	1(10.0)
术后1个月存活[例(%)]	9(90.0)
术后3个月存活[例(%)]	9(90.0)
术后6个月存活(共8例入窗)[例(%)]	7(87.5)
术后1~12个月LVEF(% , $\bar{x} \pm s$)	58.11 \pm 8.09

讨论

随着 TAVR 技术的成熟和器械的不断改进,应用于中低危患者,整体并发症发生率有下降趋势,但接受 TAVR 手术的患者部分病情较危重,术中易出现不良事件。其中,循环崩溃是非常危急的事件。其机制可能是重症心脏病患者心脏功能非常脆弱,其储备心肌能量有限,在突然受到过大负荷后,潜在能量迅速耗竭,心脏自身产生的能量不能满足其需求,逐渐衰竭。同时动脉血压降低,冠状动脉供血减少,心脏衰竭进入恶性循环,直至心脏停搏。心源性循环崩溃在 TAVR 术中并不少见,严重 AS 患者的心肌储备有限,特别是存在左室功能障碍、肥厚或冠心病的情况下,因此任何原因的低血压都可迅速导致休克^[4,5]。本研究观察到,10例患者中,其中5例患者LVEF \leq 40%,最低达23%;小心腔合并心肌肥厚, LVDD \leq 42 mm 同时 IVS \geq 13 mm,共3例;陈旧性心肌梗死2例。是否与循环崩溃相关,需要进一步行大型研究来确认。

循环崩溃是引起患者术中发生死亡的主要原因,一旦出现,常需要术者在短时间内及时识别、处理。最常见引起循环崩溃的原因为血管入路损伤、瓣环破裂、主动脉夹层及破裂、心包填塞、冠状动脉阻塞和急性主动脉瓣关闭不全,其他原因包括急性二尖瓣关闭不全、传导阻滞、卒中、自杀左心室等^[6]。本研究中循环崩溃原因包括冠脉堵塞、对瓣膜释放时冠脉缺血无法耐受、预扩后大量反流、自杀左心室、心功能过差不能耐受麻醉,未出现血管入路损伤、瓣环破裂、主动脉夹层及破裂、心包填塞等

原因。故本研究发生的循环崩溃更多因为患者自身心脏条件,而非操作相关。对于病情危重,有发生循环崩溃风险的患者,建议从以下几方面预防^[7]:①使用较小球囊(16~20 mm)进行预扩张,可以避免主动脉瓣反流明显增加;②缩短堵住瓣口时间,必要时回撤导管及输送系统,短暂停止后再继续手术;③预先解决冠状动脉狭窄的问题;④球囊或输送系统跨瓣前血压不宜太低。同时在 TAVR 术前,提前建立体外循环,或植入循环辅助装置(主动脉内球囊反搏、体外膜肺氧合、左心辅助装置等),具有一定的治疗作用^[6,8]。Alkhalil 等^[9]发现 TAVR 术中应用器械心脏支持(包括主动脉球囊反搏、ECMO、左心室辅助装置)的患者预后更差,其中 1/4 的患者在住院期间死亡,原因在于应用器械心脏支持的 TAVR 患者本身病情更重且术中出现严重并发症。本研究有 3 例患者术中应用了体外膜肺氧合或体外循环,其中 1 例死亡,本研究患者均为补救性应用,预防性应用可能会进一步减少术中循环崩溃的发生及降低死亡率。

我院心内科自 2016 年开展 TAVR 以来术中发生循环崩溃 10 例,除 1 例死亡,其他均抢救成功。总结 TAVR 术中出现循环崩溃的处理策略如下:①及时进行持续有效的 CPR,包括胸外按压、机械通气、积极给予血管活性药等;②室颤患者若除颤效果差,建议在持续 CPR 下,尽快行球囊扩张及释放瓣膜;③AS 患者进行胸外按压时,血流流出左心室困难,有时胸外按压效果差。循环辅助装置应保证时刻为备用状态,迅速建立体外循环或 ECMO。应注意,高效胸外按压是赢得手术时间,为完成球囊扩张或释放瓣膜后恢复心脏功能创造可能性,同时球囊扩张或瓣膜释放时,速度要快,操作要准确,这对术者有较高的要求。潘文志等^[7]建议在尽量避免胸外按压中断原则下,进行球囊扩张或瓣膜释放的关键步骤时,可以暂停胸外按压(10~20 s),确保术者准确进行操作。球囊扩张或瓣膜释放后,仍应继续胸外按压,有时需要持续数十分钟,直至患者心脏复跳。

在 TAVR 术中出现循环崩溃时,手术团队应及时寻找原因并及时处理^[10,11]。应尽量避免起搏时间过长,反复球囊扩张导致瓣环破裂,超硬导丝引起左心室穿孔等;出现低血压状态应及时行主动脉根部造影和超声检查,评估支架瓣膜功能、位置、反流情况,左右冠状动脉是否显影、室壁运动情况,是否有主动脉夹层及破裂、瓣环撕裂、二尖瓣损伤、心脏

压塞和心脏破裂,观察有无房室传导阻滞,并及时进行处理。同时要重视血管入路损伤、腹膜后血肿等情况。

冠状动脉阻塞属于 TAVR 术后严重并发症,发生率<1%,但猝死率较高^[12]。本研究中有 2 例冠状动脉阻塞病例,其中 1 例发生急性心肌梗死,术后紧急转外科行体外循环下冠状动脉旁路移植术,次日因心力衰竭死亡;另 1 例在 ECMO 和呼吸机辅助下,经介入治疗顺利出院。TAVR 术后发生冠状动脉阻塞后果严重,术前 CTA 提示冠状动脉阻塞高风险的患者,应采取积极保护策略,如提前置入冠状动脉导丝或在导丝上预先安装冠状动脉球囊或支架^[13]、应用可回收和重新定位的心脏瓣膜系统,可减少由于冠状动脉阻塞而导致循环崩溃的发生。

本研究经随访发现,发生循环崩溃的患者如经积极处理短时间血流动力学恢复,预后良好。但住院期间 LVEF 未见明显恢复可能与发生循环崩溃造成心肌顿抑有关,之后的随访发现心功能明显好转,提示心肌功能恢复需要较长时间。

本研究为单中心经验探讨,病例数较少,如为多中心分析可能会提供更多的信息、更客观的结果和不同的处理策略,为循环崩溃提出更全面的见解。

降低手术并发症是提高 TAVR 手术成功率的关键,这要求手术团队术前对患者进行仔细、全面的评估,充分掌握循环崩溃的常见原因、治疗措施,建立应急预案,对循环崩溃高危患者预先置入循环辅助装置,术中细致操作,出现循环崩溃时,手术团队的判断要及时准确,进行高效 CPR 的同时,把握时机协调一致快速释放瓣膜至关重要,可能是 AS 患者出现循环崩溃后最有效的治疗手段。

参考文献

- 1 Arora S, Misenheimer JA, Ramaraj R. Transcatheter aortic valve replacement: comprehensive review and present status [J]. *Tex Heart Inst J*, 2017, 44(1): 29-38.
- 2 Mack MJ, Leon MB, Thourani VH, et al. Transcatheter aortic-valve replacement with a balloon-expandable valve in low-risk patients [J]. *N Engl J Med*, 2019, 380(18): 1695-1705.
- 3 Popma JJ, Deeb GM, Yakubov SJ, et al. Transcatheter aortic-valve replacement with a self-expanding valve in low-risk patients [J]. *N Engl J Med*, 2019, 380(18): 1706-1715.
- 4 Jensen PB, Andersen C, Nissen H. Transcatheter aortic valve implantation in a patient with circulatory collapse using the LUCAS chest compression system [J]. *Catheter Cardiovasc Interv*, 2013, 81(6): 1084-1086.

导的动脉粥样硬化斑块破裂,进而诱发血管损伤和堵塞^[15]。PTX3是长链正五聚体蛋白,主要由血管单核细胞和内皮细胞合成并分泌,且储存于中性粒细胞中,其可由白细胞介素等炎性因子诱发而大量增殖。曲华清等^[16]报道,血清PTX3在AMI患者体内异常升高,且其动态变化与AMI诊断、预后评估有一定的关系。CD11b是常见的粘附因子,其正常情况下仅在中性粒细胞和单核细胞中低水平表达;而当机体发生炎症反应时,其可通过细胞粘附因子-1介导白细胞和内皮细胞,损伤血管,诱发心肌梗死、冠脉粥样硬化等病理改变。本研究表明,治疗后,2组患者血PTX3和CD11b水平明显降低,且观察组明显低于对照组($P < 0.05$),提示术前滴注替罗非班可有效降低PTX3和CD11b水平,改善患者炎症反应,优化患者病情状态。

综上所述,替罗非班可有效提高AMI患者心肌灌注情况,恢复心功能,降低PTX3、CD11b水平及MACE发生率。

参考文献

- 侯剑飞,罗雅月,董能斌,等.红芪多糖对急性心肌梗死大鼠心肌氧化损伤及ERK/Nrf2/HO-1通路的影响[J].内科急危重症杂志,2020,26(2):143-147.
- 甘小勤,周强,贾丽,等.区域协同体系对不具备急诊冠脉介入能力医院急性心肌梗死患者救治的影响[J].内科急危重症杂志,2019,25(6):446-449.
- 张连芹,石梦竹,顾天楚,等.心肌缺血-再灌注损伤处理策略的研究进展[J].临床麻醉学杂志,2018,34(9):921-923.
- Al-Lamee R, Thompson D, Dehbi HM, et al. Percutaneous coronary intervention in stable angina (ORBITA): a double-blind randomized controlled trial[J]. Lancet, 2018, 391(10115): 31-40.
- Kim SH, Kim TG, Kong MH. Intra-arterial and intravenous tirofiban infusion for thromboembolism during endovascular coil embolization of cerebral aneurysm[J]. J Korean Neurosurg Soc, 2017, 60(5): 518-526.

- Qin S, Chen X, Gao M, et al. Prenatal exposure to lipopolysaccharide induces PTX3 expression and results in obesity in mouse offspring [J]. Inflammation, 2017, 40(1): 1847-1861.
- Faridi MH, Khan SQ, Zhao W, et al. CD11b activation suppresses TLR-dependent inflammation and autoimmunity in systemic lupus erythematosus. [J]. J Clin Invest, 2017, 127(4): 1271-1283.
- 中华医学会心血管病学分会, 中华心血管病杂志编辑委员会. 急性ST段抬高型心肌梗死诊断和治疗指南[J]. 中华心血管病杂志, 2010, 38(8): 675-690.
- Gwag HB, Park TK, Song YB, et al. Morphine does not affect myocardial salvage in ST-Segment elevation myocardial infarction [J]. Plos One, 2017, 12(1): e0170115.
- Zaki T, Labib S, El-Abbady M, et al. Local intracoronary infusion of glycoprotein IIb/IIIa inhibitors via a perfusion catheter versus intracoronary guiding catheter injection during primary percutaneous coronary intervention: A pilot observational study [J]. Acta Cardiologica Sinica, 2017, 33(3): 258-265.
- Ahmed SM, Hoque AM, Rahman MS, et al. Correlation of Mean Platelet Volume with ST Segment Resolution after Thrombolytic Therapy in Patients with ST Elevation Myocardial Infarction. [J]. Mymensingh Med J, 2020, 29(3): 553-559.
- Kwok CS, Potts J, Gulati M, et al. Effect of gender on unplanned readmissions after percutaneous coronary intervention (from the Nationwide Readmissions Database). [J]. Am J Cardiol, 2018, 121(7): 810-817.
- 许晴鹤,周炳凤,徐少东,等.急诊经皮冠状动脉介入术治疗的急性心肌梗死患者围术期联合使用替罗非班、阿司匹林和氯吡格雷的疗效和安全性[J].广西医学,2019,41(18):2309-2313,2325.
- 翁友忠,林文果,刘丽,等.早期应用替罗非班对急性冠脉综合征择期冠脉介入治疗心肌微循环灌注及左心室功能的影响[J].四川医学,2016,37(10):1152-1156.
- Ibanez B, James S, Agewall S, et al. 2017 ESC Guidelines for the management of acute myocardial infarction in patients presenting with ST-segment elevation: The Task Force for the management of acute myocardial infarction in patients presenting with ST-segment elevation of the European Society of Cardiology (ESC). [J]. Eur Heart J, 2018, 39(2): 119-177.
- 曲华清,唐强,刘坤.急性冠脉综合征患者血清五聚素3水平及与近期预后的相关性研究[J].临床和实验医学杂志,2015,14(08):655-658.

(2020-07-20 收稿 2021-10-13 修回)

(上接第456页)

- Masson JB, Kovac J, Schuler G, et al. Transcatheter aortic valve implantation: review of the nature, management, and avoidance of procedural complications [J]. JACC Cardiovasc Interv, 2009, 2: 811-820.
- EL-Gamel A. Cardiovascular collapse during transcatheter aortic valve replacement: diagnosis and treatment of the "perilouspentad" [J]. Aorta (Stamford), 2013, 1(6): 276-282.
- 潘文志,张蕾,张晓春,等.经导管主动脉瓣置换术中循环崩溃成功抢救2例[J].中国介入心脏病学杂志,2017,25(3):172-173.
- Trenkwalder T, Pellegrini C, Holzamer A, et al. Prophylactic ECMO during TAVI in patients with depressed left ventricular ejection fraction [J]. Clin Res Cardiol, 2019, 108(4): 366-374.
- Alkhalil A, Hajjar R, Ibrahim H, et al. Mechanical circulatory support in transcatheter aortic valve implantation in the United States (from the National Inpatient Sample) [J]. Am J Cardiol, 2019, 124(10):

1615-1620.

- Salaun E, Pibarot P, Rodés-Cabau J. Transcatheter aortic valve replacement: procedure and outcomes [J]. Cardiol Clin, 2020, 38(1): 115-128.
- 李龙君,王华炜,彭云珠,等.经导管主动脉瓣置换术中循环崩溃一例[J].华西医学,2020,35(4):471-475.
- Ribeiro HB, Webb JG, Makkar RR, et al. Predictive factors, management, and clinical outcomes of coronary obstruction following transcatheter aortic valve implantation: insights from a large multicenter registry [J]. J Am Coll Cardiol, 2013, 62(17): 1552-1562.
- Vollema EM, Delgado V, Bax JJ. Echocardiography in transcatheter aortic valve replacement [J]. Heart Lung Circ, 2019, 28(9): 1384-1399.

(2021-09-22 收稿)