

Stanford B型主动脉夹层腔内修复的发展现状

蔡仕炜, 冯耀光

(南华大学附属第一医院胸心血管外科, 湖南省衡阳市 421001)

[关键词] 主动脉夹层; 血管内手术; 胸主动脉腔内修复术; 血管重塑

[摘要] 主动脉夹层(AD)是临床常见的灾难性主动脉疾病,其自然预后极差。随着介入治疗技术与相关材料学的发展,胸主动脉腔内修复术(TEVAR)已作为复杂型Stanford B型主动脉夹层(cTBAD)的首选治疗方式,得到了大量开展,随之也产生了许多新的手术方式。本文结合相关文献,对TEVAR的各手术方式进行阐述,并对各种方式的术后动脉重塑情况进行综述,力求对动脉重塑技术的现状进行全面评估。

[中图分类号] R543.1

[文献标识码] A

Development of endovascular repair of stanford type B aortic dissection

CAI Shiwei, FENG Yaoguang

(Department of Cardiovascular Surgery, the First Affiliated Hospital, University of South China, Hengyang, Hunan 421001, China)

[KEY WORDS] aortic dissection; endovascular procedures; thoracic endovascular aortic repair; vascular remodeling

[ABSTRACT] Aortic dissection (AD) is a common and catastrophic aortic disease in clinic, and its natural prognosis is very poor. With the development of interventional therapy technology and related materials science, thoracic endovascular aortic repair (TEVAR), as the first choice for the treatment of complicated stanford type B aortic dissection (cTBAD), has been extensively developed, and a bunch of new surgical techniques have also been produced. Combined with the relevant literature, this paper describes the surgical techniques of TEVAR, summarizes the postoperative arterial remodeling in each surgical way and strives to evaluate the current situation of arterial remodeling technology comprehensively.

主动脉夹层(aortic dissection, AD)是由于各种原因导致的主动脉内膜与中膜撕裂、分离,动脉血液进入其间形成的腔隙内,沿主动脉长轴方向使其被分隔为真腔与假腔,使血流动力学发生显著变化^[1]。1965年DeBakey等根据破口的位置及夹层累及的范围将AD分为I型、II型、III型,其中III型AD分为a、b两个亚型,随后Daily等于1970年根据夹层累及的范围提出Stanford分型,将AD分为A、B两型。Stanford B型主动脉夹层(stanford type B aortic dissection, TBAD)累及胸降主动脉及其远端,相当于DeBakey III型。临床上按发病时间将TBAD分为超急性期(≤ 24 h)、急性期(≤ 14 天)、亚急性期(15~90天)及慢性期(>90 天)^[2];急性TBAD若经药物治疗仍有疼痛、血压控制不佳、器官灌注不

良或出现胸腔积血等动脉破裂征象,则称为复杂型TBAD(complicated stanford type B aortic dissection, cTBAD),否则称为非复杂型TBAD(uncomplicated stanford type B aortic dissection, uTBAD)^[3]。1999年,Dake等首次提出胸主动脉腔内修复术(thoracic endovascular aortic repair, TEVAR)的概念,使得TBAD拥有微创治疗的可能,20年来,随着介入技术以及相关材料学的发展,对于TBAD的治疗不再仅以封堵第一破口为目的,尽可能还原主动脉血流动力学的生理形态成了当代血管外科医师的努力方向,对于TEVAR术后动脉重塑的评价也涌现出不同的标准。本文对近年来TEVAR的各手术方式进行简述,并对各种方式的术后动脉重塑情况进行综述,力求对动脉重塑技术的现状进行全面评估。

[收稿日期] 2021-01-18

[修回日期] 2021-03-06

[基金项目] 湖南省社会发展领域重点研发项目(2019SK2021)

[作者简介] 蔡仕炜,硕士研究生,住院医师,研究方向为胸心血管外科疾病的诊治,E-mail为csw511121325@outlook.com。通信作者冯耀光,博士,主任医师,硕士研究生导师,研究方向为胸心血管外科疾病的诊治,E-mail为fengyaog@hotmail.com。

1 单支架植入

1.1 单覆膜支架植入

1991 年 Parodi 等开始应用腔内支架治疗腹主动脉瘤,1994 年 Dake 等将腔内支架应用于胸主动脉瘤的治疗,此后,1999 年 Dake 等与 Nienaber 等首次提出胸主动脉腔内修复术(thoracic endovascular aortic repair,TEVAR)的概念,随着介入技术以及相关材料学的发展,如今标准 TEVAR 得到广泛运用,在一定范围内取代了外科手术,成为 TBAD 的首选治疗方法^[4]。

标准 TEVAR 以覆膜支架封闭 TBAD 的原发破口,支架扩张真腔,并一定程度上压缩假腔,从而使主动脉的血流动力学得已恢复,改善远端缺血分支血管的血流供应,防止夹层破裂,促进动脉重塑。

文献^[5]通过对 50 例急性复杂型 TBAD 患者 5 年的随访研究显示,受试者中 89% 支架段假腔血栓完全形成,94% 支架段真腔直径稳定或增大,77% 假腔直径稳定或缩小。表明标准 TEVAR 对急性复杂型 TBAD 的长期疗效良好。文献^[6]通过对 2004 年至 2017 年在欧洲多中心的 47 例钝性主动脉损伤(blunt traumatic aortic injuries,BTAI)进行随访研究,发现标准 TEVAR 术后,除 1 例晚期壁内血肿需要再次介入手术治疗,其余受试者未出现相关并发症。其术后 1 年、6 年和 10 年的主动脉重构率分别为 14.9%、69.1% 和 75.3%。表明从中长期来看,BTAI 患者行标准 TEVAR 安全有效。文献^[7]通过对 18 例马方综合征(marfan syndrome,MFS)受试者的前瞻性研究发现,通过准确地血管建模并且选择合适的覆膜支架,标准 TEVAR 对于 MFS 患者有确切的疗效。术后无死亡、脊髓缺血、卒中或夹层逆撕发生;I b 型内漏 1 例。表明标准 TEVAR 对于 MFS 患者也存在确切疗效。

标准 TEVAR 由于应用较早、技术要求相对较低等优势得到广泛开展,其适应证也逐步扩大,然而单一覆膜支架在特定情况下并不能良好重塑主动脉,如对于慢性 TBAD 患者,其内、中膜增厚,支架支撑力不足以完全扩张真腔,导致疗效不肯定。同时,文献^[8]提出 TEVAR 所促进的动脉重塑常局限于内移植物水平,并且支架远端边缘会磨损内膜,形成支架诱导的新破口(stent-graft-induced new entry,SINE)。

综合上述,对于 cTBAD,标准 TEVAR 仍是业界的首选治疗方式,并且针对其各种不足,发展出许多新型治疗方式。

1.2 开窗技术

1.2.1 原位开窗技术 由于传统 TEVAR 对支架的近端锚定区有一定要求,对于累及左锁骨下动脉(left subclavian artery,LSA)的 TBAD 曾一度以封闭 LSA 换取足够的锚定区,文献^[9]于 2004 年首次报道了对于传统 TEVAR 的原位开窗术(in situ fenestration,ISF),用以恢复传统 TEVAR 所覆盖的 LSA 血供。首次 ISF 使用介入导丝的尾端经 LSA 对植入支架行血管内开窗,此后相继出现使用各类穿刺针、激光、射频导管等新型开窗工具^[10]。

ISF 由分支血管逆向开窗,最大程度确保了开窗位置的准确性,但值得一提的是,包括 LSA 在内的主动脉弓部分支,其核心功能是为中枢供血,在支架覆盖到成功开窗的过程中,中枢的保护至关重要。

1.2.2 预开窗技术 预开窗技术(preprocedural fenestrated technique)是指在精确血管建模的基础上,将欲植入支架体外展开,并根据患者分支血管位置开一个或多个窗口,随后将支架收入输送系统,并根据术中造影定位释放,使各窗口与靶血管吻合,保证各支血供。文献^[11]在多中心行前瞻性实验,针对 30 位腹主动脉瘤受试者行重建内脏分支的腔内修复术,并证实带孔的腔内支架植入术是安全有效的。由于 ISF 手术步骤繁杂、技术要求较高,学术界逐渐将预开窗应用于累及 LSA 的 TBAD,如今弓部三侧枝的预开窗技术也日趋成熟^[12]。

值得注意的是,预开窗技术不可避免地破坏原有覆膜支架的完整性,势必影响其功能,但由于现有研究不充分,术后是否发生内漏、锚定是否牢固等均不明确。其次,预开窗技术受术者手术经验影响极大,若窗口与靶血管吻合不良,则可能面临手术失败的风险。

1.3 覆膜分支支架植入

文献^[13]使用改进的带单分支覆膜支架对 8 头猪的升主动脉及头臂干进行了覆盖植入,术后 3 月受试动物均健康存活,且动脉造影,CTA 和动物尸检显示 8 例支架固定良好。代表单分支覆膜支架理论上可用于人体。

文献^[14]设计并使用了一系列带分支、开窗或二者均有的覆膜支架,并成功植入并治疗了受试的 51 例慢性 AD 患者,除 1 例腔内术后 6 天死于夹层逆撕外,其余受试者随访期间(14~66 月)无额外的并发症或死亡发生。所有受试者的主动脉弓假腔内均有完整的血栓形成,术后 12 月 CTA 提示不同水

平的胸主动脉中假腔缩小,真腔扩大。提示带覆膜的分支支架成功用于临床。

文献^[15]报道一项多中心前瞻性临床实验,在2013年4月至2015年3月期间,在11家中国三级医院中,使用带LSA分支的独臂覆膜支架(castor单分支支架)治疗了73例TBAD患者。其中急性50例,慢性23例。手术成功率为97%(71/73),内漏率为5%(4/73),住院期间死亡1例,其余受试者均无重大并发症。术后随访期间(48~72月),一年内死亡率为5%(4/73),六年内死亡率为7%(5/73),其中2例死因不明,3例死因与主动脉无关。表明对于需要在LSA根部附近锚定的TBAD患者,Castor单分支支架植入易于操作,安全且有效。

2 多支架植入

2.1 “裙衬”技术

文献^[16]报道了针对TBAD远端破口的新技术,“裙衬”技术(proximal extension to induce complete attachment, PETTICOAT)基于标准TEVAR改进,在近端覆膜支架植入的基础上,实行远端裸支架加固,以达到封闭远端破口的目的。

在此基础上,文献^[17]提出“扩张裙衬”策略(extended PETTICOAT Strategy, e-PETTICOAT),即在PETTICOAT的基础上,远端裸支架于肾动脉下缘平面植入带有两髂总动脉分支的覆膜支架,用以加强腹主动脉内裸支架的径向张力,从而达到扩大真腔,重塑主动脉血流动力学的目的。

文献^[18]的一项临床回顾性研究纳入48例患者(PETTICOAT组及标准TEVAR组均为24例),对比两组术后2年的主动脉重塑及相关不良事件情况,发现尽管两组在随访期间均显示胸、降主动脉重塑,但PETTICOAT组在腹主动脉中的主动脉重塑效果明显好于标准TEVAR组,且主动脉相关不良事件明显少于标准TEVAR组(8% vs 54%)。在一定程度上提示PETTICOAT技术优于标准TEVAR。

2.2 “灯笼裤”技术

文献^[19]提出针对慢性TBAD远端破口回流的一项新技术,称为“灯笼裤”技术(knickbocker technique)。其在PETTICOAT的基础上,利用顺应性球囊强行扩张一小段远端主体覆膜支架。其目的是为了打破部分内膜,将主体支架延展覆盖至假腔,以达到在尽可能减小主体支架直径的同时,阻断经远端破口的血液回流,促进假腔血栓形成。

理论上该技术不仅能扩大真腔直径,且能扩大主体支架于血管的接触面积,从中段封闭假腔,理想状态下可使假腔自近端破口至支架延展段完全封闭,从而使血栓完全形成。但该技术人为地破坏了主动脉内膜的完整性,打断了主动脉管腔轴向的线性变化,对主动脉内的血流动力学有何种影响尚不可知。且目前关于该技术的报道较少,无法得知其术后动脉重塑情况,仍需要未来更详细的研究来证明其效果。

2.3 “潜浮”或“烟囱”技术及其衍生技术

由于标准TEVAR要求近端有充足的锚定区,而累及主动脉弓部分支的TBAD往往无法满足标准TEVAR的要求,若直接覆盖LSA势必影响颅脑血供。为解决这一难题,文献^[20]首次提出理念,文献^[21-22]整合应用了一项新的技术,即“潜浮”或“烟囱”技术(snorkeling or chimney technique, Ch-EVAR),在标准TEVAR的基础上,用小型裸支架或覆膜支架从近端沿主动脉内膜与标准TEVAR覆膜支架的间隙,伸入欲保留的动脉分支内,从而达到保留被标准TEVAR覆膜支架覆盖的重要动脉分支。此后,此技术便用以保护弓部分支及腹腔分支。

为了适应不同个体病变的特异性,学界从Ch-EVAR衍生出“潜望镜”技术(periscope technique)及“三明治”技术(sandwich technique),二者于Ch-EVAR的共同点在于,保护分支血管的小支架均与标准TEVAR的主体支架并行,且均于患者主动脉内膜于主体支架间走行。“潜望镜”技术又称反向“烟囱”技术(reverse chimney technique),小支架由主体支架远端正常锚定区与主动脉内膜间隙进入,直至欲保护的动脉分支腔内,逆行灌注分支。“三明治”技术应用于主动脉内需植入两枚主体支架的病例,小支架自近端主体支架末端与远端主体之间头端的间隙内伸出,至欲保护的动脉分支腔内,顺行灌注分支。

Ch-EVAR可用以延长主体覆膜支架的近端锚定区,“潜望镜”技术可用以延长主体覆膜支架的近端锚定区,“三明治”技术则可视作延长主体覆膜支架整体长度,三者相互搭配应用,理论上可以达到从升主动脉到髂动脉的完全覆盖,以达到降低早期死亡率与不良事件发生率,提高远期通畅率的目的^[23-25]。值得一提的是,最初的Ch-EVAR仅作为一项补救措施用以保障肾动脉的血供^[20],将小支架置于主体支架与主动脉壁的间隙内,减少了主体支架的贴合面积,势必会影响主体支架的锚定效果,增加术后I型内漏的风险。另外,分支小支架术后

面临着扭曲、狭窄等形态学变化的风险。综上所述,在具备充分术前准备前提下,Ch-EVAR 及其衍生技术安全,有效。

2.4 “章鱼”技术

针对结构复杂的胸腹主动脉瘤,使用 GORE 公司的 EXCLUDER 支架与 VIABAHN 支架组合,形成多分支腔内系统,使腹主动脉各分支恢复血供。因其腹部分支酷似章鱼触须,命名为“章鱼”技术(octopus technique)。由于该技术拥有不需要单独定制体内植入支架,不需要精确吻合各动脉分支,植入支架柔韧性较好并可耐受一定程度的形变等诸多优势,该技术此后多次用于慢性 TBAD,特别是曾接受过各类 TEVAR 的再次手术患者^[26-27]。

值得一提的是,“章鱼”技术由于支架分支众多,术中由双侧腋动脉置入导丝引导,为避免腹腔及更远端脏器缺血,术中应经双侧股动脉灌注以确保血供,从而带来如感染、凝血功能紊乱等风险。另外,由于无法消除各支架分支间的间隙,理论上晚期Ⅲ型内漏的风险较标准 TEVAR 升高。

文献^[28]对单中心 11 例接受“章鱼”技术的病例进行临床回顾。平均手术时间和透视时间分别为 562 min(324~840 min)和 183 min(73~338 min),术后 1 月内有 3 例患者死亡,其余患者的平均随访时间为 26.3 月(8~42 月)。主体支架置入的技术成功率为 89.7%(35/39)。术后不良事件发生率为 45.5%(5/11)。提示该技术术后死亡率及不良事件发生率较高。

总体来说,“章鱼”技术不需要定制或改变成品支架,可用于治疗需紧急处理或结构复杂的慢性主动脉夹层或动脉瘤。但现有各研究报告有限,且手术步骤复杂,技术难度大,术后动脉重塑情况需要学界长时间的研究得出进一步结论。

3 小 结

综上所述,TEVAR 因创伤小、中远期效果良好在 TBAD 中的应用逐渐推广。但由于各中心及各病例的特异性,并没有针对 TBAD 特定的术式。自标准 TEVAR 在上个世纪末得已应用开始,学术界就其优缺点不断加以改进,TEVAR 的适应证在不断扩大,并不断涌现出新颖的理念及术式。目前,针对 TBAD 的腔内治疗总体疗效良好,术后主动脉重塑情况较为理想,随着学界各研究的不断跟进,TEVAR 的安全性与有效性将得已进一步论证。

[参考文献]

- [1] 中国医师协会心血管外科分会大血管外科专业委员会. 主动脉夹层诊断与治疗规范中国专家共识[J]. 中华胸心血管外科杂志, 2017, 33(11): 641-654.
- [2] LOMBARDI J V, SHUGHES G C, APPOO J J, et al. Society for vascular surgery (SVS) and society of thoracic surgeons (STS) reporting standards for type B aortic dissections [J]. *Ann Thorac Surg*, 2020, 109(3): 959-981.
- [3] ERBEL R, ABOYANS V, BOILEAU C, et al. 2014 ESC guidelines on the diagnosis and treatment of aortic diseases: document covering acute and chronic aortic diseases of the thoracic and abdominal aorta of the adult. the task force for the diagnosis and treatment of aortic diseases of the European[J]. *Eur Heart J*, 2014, 35(41): 2873-2926.
- [4] RIAMBAU V, BOECKLER D, BRUNKWALL J, et al. Editor's choice-management of descending thoracic aorta diseases clinical practice guidelines of the European society for vascular surgery (ESVS)[J]. *Eur J Vasc Endovasc Surg*, 2017, 53(1): 4-52.
- [5] BAVARIA J E, BRINKMAN W T, Hughes G C, et al. Five-year outcomes of endovascular repair of complicated acute type B aortic dissections[J]. *J Thorac Cardiovasc Surg*, 2020. DOI:10.1016/j.jtcvs.2020.03.162
- [6] GENNIA S, LEONE N, ANDREOL F, et al. Influence of thoracic endovascular repair on aortic morphology in patients treated for blunt traumatic aortic injuries: long term outcomes in a multicentre study [J]. *Eur J Vasc Endovasc Surg*, 2020, 59(3): 428-436.
- [7] PELLENC Q, GIRAULT A, ROUSSEL A, et al. Optimising aortic endovascular repair in patients with marfan syndrome [J]. *Eur J Vasc Endovasc Surg*, 2020, 59(4): 577-585.
- [8] HAULON S, FABRE D, SOBOCINSKI J, et al. Commentary: endovascular repair of postdissection aneurysms involving the thoracoabdominal aorta[J]. *J Endovasc Ther*, 2017, 24(1): 112-114.
- [9] MCWILLIAMS R G, MURPH M, HARTLEY D, et al. In situ stent-graft fenestration to preserve the left subclavian artery[J]. *J Endovasc Ther*, 2004, 11(2): 170-174.
- [10] GLORION M, COSCAC R, MCWILLIAMS R G, et al. A comprehensive review of in situ fenestration of aortic endografts[J]. *Eur J Vasc Endovasc Surg*, 2016, 52(6): 787-800.
- [11] GREENBERG R K, STERNBERGH W C 3rd, MAKAROUN M, et al. Intermediate results of a United States multicenter trial of fenestrated endograft repair for juxtarenal abdominal aortic aneurysms [J]. *J Vasc Surg*, 2009, 50(4): 730-737.
- [12] ZHU J, DAI X, NOINIYOM P, et al. Fenestrated thoracic endovascular aortic repair using Physician-Modified stent grafts (PMSGs) in Zone 0 and Zone 1 for aortic arch diseases[J]. *Cardiovasc Intervent Radiol*, 2019, 42(1): 19-27.
- [13] LIN C, LU Q, LIAO M, et al. Endovascular repair of the half aortic arch in pigs with an improved, single-branched stent graft system for the brachiocephalic trunk[J]. *Vascular*, 2011, 19(5): 242-249.
- [14] LU Q, FENG J, ZHOU J, et al. Endovascular repair by customized branched stent-graft: A promising treatment for chronic aortic dissection involving the arch branches[J]. *J Thorac Cardiovasc Surg*, 2015, 150(6): 8. e5-1631.

- [15] JING Z, LU Q, FENG J, et al. Endovascular repair of aortic dissection involving the left subclavian artery by castor stent graft: a multicentre prospective trial[J]. *Eur J Vasc Endovasc Surg*, 2020, 60(6): 854-861.
- [16] MOSSOP P J, MCLACHLAN C S, AMUKOTUWA S A, et al. Staged endovascular treatment for complicated type B aortic dissection[J]. *Nat Clin Pract Cardiovasc Med*, 2005, 2(6): 316-321; quiz 322.
- [17] KAZIMIERCZAK A, RYNIO P. Extended petticoat strategy in type B aortic dissection[J]. *Eur J Vasc Endovasc Surg*, 2019, 57(2): 302.
- [18] MATSUOKA T, HASHIZUME K, HONDA M, et al. The PETTICOAT technique is associated with abdominal aortic remodeling and reduces aorta-related adverse events after aortic dissection[J]. *J Vasc Surg*, 2020. DOI:10.1016/j.jvs.2020.11.038
- [19] KÖLBEL T, CARPENTER S W, LOHRENZ C, et al. Addressing persistent false lumen flow in chronic aortic dissection: the knickerbocker technique[J]. *J Endovasc Ther*, 2014, 21(1): 117-122.
- [20] GREENBERG RK, CLAIR D, SRIVASTAVA S, et al. Should patients with challenging anatomy be offered endovascular aneurysm repair? [J]. *J Vasc Surg*, 2003, 38(5): 990-996.
- [21] CRIADO F J. A percutaneous technique for preservation of arch branch patency during thoracic endovascular aortic repair (TEVAR): retrograde catheterization and stenting[J]. *J Endovasc Ther*, 2007, 14(1): 54-58.
- [22] CRIADO F J. Chimney grafts and bare stents: aortic branch preservation revisited[J]. *J Endovasc Ther*, 2007, 14(6): 823-824.
- [23] LINDBLAD B, BIN JABR A, HOLST J, et al. Chimney grafts in aortic stent grafting: hazardous or useful technique? systematic review of current data[J]. *European Journal of Vascular and Endovascular Surgery*, 2015, 50(6): 722-731.
- [24] LOBATO A C, CAMACHO-LOBATO L. The sandwich technique to treat complex aortoiliac or isolated iliac aneurysms: results of midterm follow-up[J]. *J Vasc Surg*, 2013, 57(2 Suppl): 26S-34S.
- [25] WU Z Y, CHEN Z G, DIAO Y P, et al. Endovascular repair of complex aortoiliac aneurysm with the sandwich technique in sixteen patients[J]. *Ann Vasc Surg*, 2019, 54: 233-239.
- [26] KASIRAJAN K. Branched grafts for thoracoabdominal aneurysms: off-label use of FDA-approved devices [J]. *J Endovasc Ther*, 2011, 18(4): 471-476.
- [27] XIONG J, GE Y, LIU X, et al. Use of the octopus endograft technique to reconstruct renovisceral arteries arising from the false lumen of a rapidly expanding type B aortic dissection after endovascular repair[J]. *J Endovasc Ther*, 2017, 24(1): 107-111.
- [28] HSU M Y, SU T W, SU I H, et al. Use of the octopus technique for endovascular treatment of complex aortic lesions[J]. *J Vasc Interv Radiol*, 2019, 30(4): 495-502.
- (此文编辑 李小玲)

(上接第 362 页)

- [23] GE L, ZHOU X, JI W J, et al. Neutrophil extracellular traps in ischemia-reperfusion injury-induced myocardial no-reflow: therapeutic potential of DNase-based reperfusion strategy [J]. *Am J Physiol Heart Circ Physiol*, 2015, 308(5): H500-H509.
- [24] OZCAN F, KARAKAS M F, OZLU M F, et al. Effect of serum gamma-glutamyl transferase levels on myocardial perfusion and long-term prognosis after primary angioplasty in patients with acute ST-elevation myocardial infarction [J]. *J Investig Med*, 2012, 60(8): 1186-1193.
- [25] GONZÁLEZ-MONTERO J, BRITO R, GAJARDO A I, et al. Myocardial reperfusion injury and oxidative stress: therapeutic opportunities[J]. *World J Cardiol*, 2018, 10(9): 74-86.
- [26] EITEL I, NOWAK M, STEHL C, et al. Endothelin-1 release in acute myocardial infarction as a predictor of long-term prognosis and no-reflow assessed by contrast-enhanced magnetic resonance imaging[J]. *Am Heart J*, 2010, 159(5): 882-890.
- [27] NIU X, ZHANG J, BAI M, et al. Effect of intracoronary agents on the no-reflow phenomenon during primary percutaneous coronary intervention in patients with ST-elevation myocardial infarction: a network Meta-analysis [J]. *BMC Cardiovasc Disord*, 2018, 18(1): 3.
- [28] TRESCHER K, BAUER M, DIETL W, et al. Improved myocardial protection in the failing heart by selective endothelin-A receptor blockade[J]. *J Thorac Cardiovasc Surg*, 2009, 137(4): 1005-1011, 1011e1.
- [29] CHEN Z, CHEN X, LI S, et al. Nicorandil improves myocardial function by regulating plasma nitric oxide and endothelin-1 in coronary slow flow[J]. *Coron Artery Dis*, 2015, 26(2): 114-120.
- [30] WANG Q, SHEN H, MAO H, et al. Shock index on admission is associated with coronary slow/no reflow in patients with acute myocardial infarction undergoing emergent percutaneous coronary intervention[J]. *J Interv Cardiol*, 2019: 7873468.
- [31] PEPE M, ZANNA D, CAFARO A, et al. Role of plasma glucose level on myocardial perfusion in ST-segment elevation myocardial infarction patients[J]. *J Diabetes Complications*, 2018, 32(8): 764-769.
- [32] KHALFALLAH M, ABDELMAJED R, ELGENDY E, et al. Incidence, predictors and outcomes of stress hyperglycemia in patients with ST elevation myocardial infarction undergoing primary percutaneous coronary intervention[J]. *Diab Vasc Dis Res*, 2020, 17(1): 1479164119883983.
- [33] CHEN W R, TIAN F, CHEN Y D, et al. Effects of liraglutide on no-reflow in patients with acute ST-segment elevation myocardial infarction[J]. *Int J Cardiol*, 2016, 208: 109-114.
- [34] ASKIN L, AKTÜRK E. Association between SYNTAX II score and electrocardiographic evidence of no-reflow in patients with ST-segment elevation myocardial infarction [J]. *Turk Kardiyol Dern Ars*, 2018, 46(6): 455-463.
- (此文编辑 蒋湘莲)