

不同策略血栓抽吸对于急性 ST 段抬高心肌梗死患者疗效的研究进展

陈佳伦¹ 李树仁²

(1. 华北理工大学研究生院, 河北 唐山 063000; 2. 河北省人民医院心血管内科, 河北 石家庄 050000)

【摘要】 血栓抽吸在急性 ST 段抬高心肌梗死(STEMI)患者直接经皮冠状动脉介入治疗中的作用是目前研究和争论的热点,血栓抽吸可能是 STEMI 患者远端栓塞和改善微血管灌注的有效方法,特别是对于具有高血栓负荷的 STEMI 患者。虽然最近的随机对照临床试验 TASTE 和 TOTAL 未提供支持 STEMI 患者常规使用血栓抽吸的证据,但对于介入心脏病医师来说,在实际治疗时,血栓抽吸仍然是一种治疗选择。现综述不同策略血栓抽吸对于 STEMI 患者的疗效以及血栓抽吸导致卒中的机制,以便正确理解指南并指导临床决策。

【关键词】 血栓抽吸;ST 段抬高心肌梗死;经皮冠状动脉介入治疗

【DOI】 10.16806/j.cnki.issn.1004-3934.2021.07.005

Different Strategies of Thrombus Aspiration in Patients with Acute ST Segment Elevation Myocardial Infarction

CHEN Jialun¹, LI Shuren²

(1. College of Graduate School, North China University of Science and Technology, Tangshan 063000, Hebei, China;

2. Department of Cardiology, Hebei General Hospital, Shijiazhuang 050000, Hebei, China)

【Abstract】 The role of thrombus aspiration in primary percutaneous coronary intervention for acute ST segment elevation myocardial infarction(STEMI) is a hot topic in current research and debate. Thrombus aspiration may be an effective method for distal embolization and improving microvascular perfusion in patients with STEMI, especially for STEMI patients with high thrombus load. Although recent randomized controlled clinical trials(TASTE and TOTAL) did not provide evidence to support the routine use of thrombus aspiration in STEMI patients, thrombus aspiration is still a treatment option for STEMI patients for interventional cardiologists in actual treatment. This article reviews the efficacy of different strategies of thrombus aspiration in STEMI patients and the mechanism of stroke induced by thrombus aspiration, so as to correctly understand the guidelines and guide clinical decision-making.

【Key words】 Thrombus aspiration; ST segment elevation myocardial infarction; Percutaneous coronary intervention

过去的 10 年中,中国急性 ST 段抬高心肌梗死(ST segment elevation myocardial infarction, STEMI) 患者的发生率从 3.5/10 万增加到 15.4/10 万^[1]。直接经皮冠状动脉介入治疗(primary percutaneous coronary intervention, PPCI) 在目前的指南中被推荐为 STEMI 患者的标准治疗,PPCI 的一个主要局限是球囊扩张或支架植入后导致的微血管栓塞所致的组织灌注不足,血栓抽吸之前一直被认为是可以改善微血管损伤的有效技术。然而最近这一常识受到了挑战。单中心 TAPAS 试验的结果显示,常规血栓抽吸可改善微血管灌注的主要结果^[2],并在 1 年的随访中显著降低长期死亡率^[3]。但最近两个主要的随机多中心试验的结果,即 TASTE^[4] 和 TOTAL^[5] 试验挑战了这一观点,这

两项研究并未显示在 PPCI 期间常规使用血栓抽吸的益处,此外, TOTAL 研究表明, STEMI 患者经皮冠状动脉介入治疗(percutaneous coronary intervention, PCI) 期间的常规血栓抽吸甚至与 1 年随访期间卒中风险的增加有关。但当介入医师面对某些特定情况,尤其血栓负荷较大的病变时,血栓抽吸仍是有效的治疗方案之一。因此,了解不同策略血栓抽吸对于 STEMI 患者的临床疗效以及血栓抽吸导致卒中的机制,使其更好地运用,具有重要的意义。

1 血栓形成的机制及其影响

STEMI 仍然是目前导致死亡的主要原因之一,它是由于动脉粥样硬化斑块破裂导致的血小板聚集以及血栓形成堵塞心外膜冠状动脉所致。冠状动脉内

基金项目:河北省医学适用技术跟踪项目(G2019002)

通信作者:李树仁, E-mail: lsr64@126.com

血栓的成分主要为纤维蛋白、血小板、红细胞、白细胞和胆固醇结晶等。血栓的成分与缺血的时间相关,随着缺血时间的延长,血栓中的纤维蛋白成分增加,而血小板的成分减少^[6]。血栓的性质与远端栓塞、心肌灌注、左心室功能和远期病死率相关。有报道称,PPCI 术中富含红细胞的抽吸血栓可能与远端栓塞的发生有关^[7]。且 STEMI 患者冠状动脉内血栓抽吸物的炎症标志物也可能是导致远端栓塞、心肌再灌注、再狭窄和死亡的重要原因^[4]。因此,在 PPCI 时应用血栓抽吸,理论上能改善患者的临床预后。

2 溶栓药物联合血栓抽吸的临床疗效

有研究发现,对于高血栓负荷患者,经抽吸导管冠状动脉内注射药物也可改善心肌灌注^[8]。血小板在微血栓的早期形成过程中起关键作用,理论上,糖蛋白 II b/III a 抑制剂可减少微血栓的形成及其对微循环的破坏作用,从而提高心肌再灌注水平。糖蛋白 II b/III a 抑制剂包括替罗非班、阿昔单抗和整合素等药物。Kandzari 等^[9]将先前的研究结果汇总发现,PPCI 时联合阿昔单抗可显著提高 PCI 的疗效,并且显著降低 30 d 内再发心肌梗死、心血管死亡以及靶血管血运重建的发生率(*OR* 0.54)。其中,紧急靶血管重建时的益处最为明显(*OR* 0.46),并且阿昔单抗与 PCI 联合治疗的益处可持续至术后 6 个月(*OR* 0.80)。近来研究表明,血栓抽吸与冠状动脉内糖蛋白 II b/III a 抑制剂联合治疗与患者 30 d 死亡率的改善相关^[10]。但因阿昔单抗的价格较为昂贵,所以对于替罗非班的使用进行了进一步的研究。Basuoni 等^[11]对 100 例大面积前壁 STEMI 患者进行前瞻性随机对照研究,病例被随机分为冠状动脉内使用替罗非班试验组和不使用替罗非班的对照组,所有患者均采用 6 F 血栓抽吸导管。将抽吸装置冲洗干净后,通过抽吸装置在血栓负荷高的部位局部注射替罗非班。结果表明,与对照组相比,早期出现大面积前壁 STEMI 的患者,抽吸取栓后冠状动脉内注射替罗非班可显著缩小 30 d 时的心肌梗死面积。但该研究样本量较小,且非完全盲法,介入医师本身了解随机分组的结果,因此一些偏倚不能被排除。Geng 等^[12]将 150 例 STEMI 患者根据随机数表法分为 A 组(单纯血栓抽吸)和 B 组(冠状动脉内使用替罗非班加血栓抽吸),经过 6 个月的随访, B 组在心肌灌注、梗死面积和左室射血分数方面均好于 A 组,差异有统计学意义。两组患者主要不良心血管事件(major adverse cardiovascular events, MACE)及出血事件发生率无差异。该研究表明血栓抽吸联合替罗非班治疗可改善心肌灌注,缩小梗死面积,且不会增加额外的 MACE 及出血事件的发生率。Zhang 等^[13]对包括 122 例 STEMI 患者进行了一项研究,参与者被随机分为 A 组和 B 组, A 组在血栓抽吸完成后通

过抽吸导管在梗死相关动脉内注射替罗非班, B 组单纯静脉注射替罗非班。两组均在 PPCI 期间进行血栓抽吸。对两组患者分别记录冠状动脉造影、心电图和超声心动图结果以及 MACE。结果显示, A 组患者术后 TIMI 血流 2 级和 3 级的比率均低于 B 组, 差异有统计学意义。A 组的缓血流发生率明显低于 B 组, B 组无 ST 段回落的发生率增加。A 组 MACE 较 B 组少, 但差异无统计学意义。结果表明在 PPCI 术中经抽吸导管选择性地在冠状动脉内注射替罗非班可改善血栓负荷较大的 STEMI 患者的心肌再灌注。但该研究仅用 TIMI 血流及 ST 段回落率评价心肌灌注, 未进一步通过心肌灌注分级和 TIMI 帧数进行评价, 可能使研究结果受到限制。

综上所述, 血栓抽吸能抽吸出冠状动脉内大部分的血栓物质, 冠状动脉内使用替罗非班可进一步溶解残留血栓和微血管中的微栓子。因此, 在有较重血栓负荷的病变中, 无血栓抽吸的情况下单一冠状动脉内使用替罗非班的价值可能有限。血栓抽吸联合冠状动脉内应用溶栓药物可减少远端栓塞, 有助于心功能的恢复, 改善患者短期临床结局, 且有研究指出, 糖蛋白 II b/III a 抑制剂出血事件可能性较小^[14]。但对于该策略的长期预后, 还需进一步研究分析。

3 血栓抽吸作用于高血栓负荷患者的临床疗效

2017 年冠状动脉血栓抽吸临床应用专家共识^[15]指出, 基于现有临床研究证据, 血栓抽吸在 STEMI 患者 PPCI 中的应用建议如下: (1) PPCI 时不推荐常规血栓抽吸; (2) 血栓负荷较重、TIMI 血流 0~1 级、血管直径或供血范围较大的患者, 应用血栓抽吸可能获益; 然而最近的几项研究得出了不同的观点。Firman 等^[16]纳入 45 例接受 PPCI 治疗的血栓分级为 4 级和 5 级(定义为高血栓负荷)与 TIMI 血流 0~2 级的患者, 术后立即测量微循环阻力指数。所有患者在 PPCI 术后 24 h、3 个月和 6 个月均行超声心动图测量左心室整体纵向应变来反映左心室功能。结果表明血栓抽吸组与常规 PCI 组微循环阻力指数无明显差异, 血栓抽吸组 PPCI 后 TIMI 血流更差, 随访 6 个月, 两组间左心室整体纵向应变无差异。该研究发现抽吸组较单纯 PCI 组在术后有更多的 TIMI 血流为 0~2 级的患者, 这可能与血栓抽吸导致远端栓塞, 加重微血管阻塞有关, 术者的技术和操作也有可能引起这一发现。在远端和侧支栓塞的情况下, 尤其是高血栓负荷, 血栓抽吸可能会增加血栓破裂。Jolly 等^[17]评价了纳入 TOTAL 试验中的高血栓负荷(TIMI 分级 ≥ 3 级)的患者, 结果抽吸组与对照组在 1 年的心血管死亡、心肌梗死、心源性休克或心力衰竭的主要结局方面均无显著差异, 而且在高血栓负荷患者中, 血栓抽吸术后 30 d 卒中的发生率更高。该研究指出, 如果血栓抽吸装置

及操作能避免卒中风险的增加,那么血栓抽吸可能会降低死亡率。综上,目前对于高血栓负荷患者进行血栓抽吸的选择性策略的获益证据还不充分,有必要设计随机对照试验来回答这一重要问题。且目前对于高血栓负荷的定义仍有争议。目前最常用的标准是由 Gibson 等^[18]建立的,其将 TIMI 血栓分级 ≥ 4 级定义为高血栓负荷。然而,血管完全闭塞虽被定义为 5 级,但其实际血栓线性尺寸或血栓负荷未必最大。Sianos 等^[19]的研究显示,初始血栓分级为 5 级的患者,在导丝或 1.5 mm 的小球囊通过(或扩张)以恢复血流后再次进行血栓分级,最后有 0.4% 的患者仍为 5 级,1/3 的患者转变为 4 级,其余多数患者转变为 1~3 级。由此可见,冠状动脉急性血栓极不稳定,对于血管完全闭塞的患者,在导丝或小球囊通过(或扩张)后进行血栓分级可能更为合理。

4 不同总缺血时间进行血栓抽吸的临床疗效

临床研究显示,缺血时间每延长 30 min,心肌坏死增加 37%,1 年死亡率增加 7.5%。血栓抽吸的效果也可能受到总缺血时间的影响^[20],但目前的几项研究结果并不一致。Hugelshofer 等^[21]对 STEMI 患者行 PCI 时,无论是否伴有血栓抽吸,均按短(< 3 h)、中(3~6 h)和长(> 6 h)总缺血时间进行分层。主要终点是院内全因死亡率;次要终点为住院 MACE,包括全因死亡、心肌再梗死和卒中。2008—2014 年共纳入 4 154 例患者(血栓抽吸患者占 48%),结果表明,在 STEMI 患者中,无论总缺血时间如何,与单纯 PCI 相比,血栓抽吸与较低的住院全因死亡率无关,但与 MACE 的风险显著增加相关。在总缺血时间较长(> 6 h)的患者中,与单纯 PCI 相比,血栓抽吸与更高的风险调整后 MACE 的发生率相关。Sim 等^[22]分析了 5 641 例患者行 PPCI 治疗时的临床资料。将患者分为两组:血栓抽吸组(1 245 例)和单纯 PCI 组(4 396 例)。根据不同的总缺血时间(≤ 2 h、2~4 h、4~6 h 和 > 6 h),比较各组间 12 个月后的临床结果。结果表明 12 个月的死亡率和 MACE(包括死亡、再发心肌梗死、靶血管重建术和冠状动脉旁路移植术)在两组之间无差别。在倾向性匹配的队列中,血栓抽吸对 12 个月结果的影响与总缺血时间呈 U 型关系:总缺血时间 4~6 h 的患者与较低的死亡率(HR 0.53, 95% CI 0.24~1.19, $P=0.01$)和 MACE(HR 0.28, 95% CI 0.12~0.66, $P=0.01$)相关。Freund 等^[23]研究了 144 例在症状出现后 12~48 h 的 STEMI 患者,根据行 PCI 期间有无血栓抽吸按 1:1 比例随机分为两组,主要终点为心脏磁共振成像评估的微血管阻塞的程度,结果两组间无显著差异。长期临床随访 4 年,4 年的总体死亡率为 18%。在死亡率和 MACE(死亡、再发心肌梗死和靶血管重建术的组合)方面,两组之间无显著差异。在多变量 Cox 回归

模型中,入院时肾小球滤过率、左室射血分数、心源性休克与时间依赖性死亡事件独立相关。该研究表明,症状出现较晚的 STEMI 患者常规血栓抽吸术与单纯 PCI 相比,在长期临床终点方面无显著差异。之前的研究^[24]发现,在接受 PPCI 的 STEMI 患者中,缺血时间的延长与心肌灌注受损、较大的梗死面积和较高的 1 年死亡率有关。在近期的一项研究^[25]中,纳入了症状出现后 12~48 h 的亚急性 STEMI 患者,根据接受 PPCI 期间是否进行血栓抽吸按 1:1 的比例随机分为两组。主要终点是入院时和 4 d 后用单光子发射计算机断层成像评估的心肌挽救指数。该研究表明,血栓抽吸可能与再灌注的改善和更多的心肌挽救有关,特别是在症状出现 12 h 后的 STEMI 患者。该研究中血栓抽吸对于患者预后的改善可能归因于晚期 STEMI 患者的血栓负荷较重。从上述研究中可见,血栓抽吸对于 STEMI 患者的疗效可能与总缺血时间有关,但目前研究的结果存在差异,这可能与上述研究未能将研究对象进行细化分组,纳入的患者并非真正的高风险人群有关。对于不同总缺血时间进行血栓抽吸的临床疗效,仍需进一步的分组研究进行探讨。

5 血栓抽吸导致卒中的机制

在 TOTAL 试验^[26]中表明,与单纯 PCI 相比,常规血栓抽吸与 30 d 内卒中的发生率增加有关。Qin 等^[27]回顾性分析了 2011 年 1 月—2012 年 11 月所有纳入 TOTAL 试验的中国 STEMI 患者,共 563 例,根据是否使用血栓抽吸将患者分为 2 组。主要疗效结果是 5 年 MACE,包括心血管死亡、再发心肌梗死、心源性休克或心力衰竭住院,主要的安全结果是 5 年的卒中。与单纯 PCI 相比,血栓抽吸与 5 年时卒中风险增加近 7 倍显著相关(HR 7.32, 95% CI 1.33~40.31)。但该研究中所有 12 个月内的卒中事件均在术后至少 1 个月后才出现,考虑到血栓抽吸所导致的卒中通常发生在 48 h 以内,所以该研究中的长期卒中风险不大可能是手术导致的。其次,该研究中的卒中患者本身的 CHA₂DS₂-VASc 评分也较高。Brown 等^[28]已报道了 PPCI 期间血栓抽吸可能导致卒中的潜在机制:首先,不能完全吸入的血栓有破裂的风险并可能脱落进入血管系统,特别是因为血栓被抽出到导管中时血栓碎片会被切割。其次,不能通过血栓抽吸导管完全抽吸的血栓有可能完整地导管中脱落并进入血管系统,特别是在导管退出时没有保持抽吸的状态下。在这两种情况下,当拔出抽吸导管时,如果指引导管不在冠状动脉内,风险可能会特别地增加。但也有一些其他的因素可很容易地导致更高的卒中风险,如术中额外的导管更换以及总体较长的手术时间等。

6 总结

综上所述,虽然目前指南建议 PPCI 期间不进行

常规血栓抽吸,但在实际临床工作中,联合溶栓药物进行血栓抽吸,选择在高血栓负荷患者中进行血栓抽吸等方式,可能是正确的。上述大量研究由于是单中心,样本量较小,未采用随机化等特点,对于血栓抽吸在 STEMI 患者中应用的研究结果可能存在局限性。对于血栓抽吸中应用溶栓药物,还需进行长期预后的临床研究。对于血栓抽吸在高血栓负荷患者中的应用,仍需严格的随机对照试验以及进一步的血栓负荷判断标准。对于血栓抽吸在不同总缺血时间中的疗效是否有差异,如何避免血栓抽吸后卒中事件,以及规范正确的抽吸操作,需进行进一步严格的临床研究以评价血栓抽吸对于患者的临床获益。

参考文献

- [1] Li J, Li X, Wang Q, et al. ST-segment elevation myocardial infarction in China from 2001 to 2011 (the China PEACE-retrospective acute myocardial infarction study): a retrospective analysis of hospital data[J]. *Lancet*, 2015, 385(9966): 441-451.
- [2] Svilaas T, van der Horst IC, Zijlstra F. Thrombus aspiration during percutaneous coronary intervention in acute myocardial infarction study (TAPAS)—Study design[J]. *Am Heart J*, 2006, 151(3): 597. e1-597. e7.
- [3] Vlaar PJ, Svilaas T, van der Horst IC, et al. Cardiac death and reinfarction after 1 year in the Thrombus Aspiration during Percutaneous coronary intervention in Acute myocardial infarction Study (TAPAS): a 1-year follow-up study[J]. *Lancet*, 2008, 371(9628): 1915-1920.
- [4] Yunoki K, Naruko T, Sugioaka K, et al. Thrombus aspiration therapy and coronary thrombus components in patients with acute ST-elevation myocardial infarction[J]. *J Atheroscler Thromb*, 2013, 20(6): 524-537.
- [5] Jolly SS, Cairns JA, Yusuf S, et al. Outcomes after thrombus aspiration for ST elevation myocardial infarction: 1-year follow-up of the prospective randomised TOTAL trial[J]. *Lancet*, 2016, 387(10014): 127-135.
- [6] Mauri L, Cox D, Hermiller J, et al. The PROXIMAL trial: proximal protection during saphenous vein graft intervention using the Proxis Embolic Protection System: a randomized, prospective, multicenter clinical trial[J]. *J Am Coll Cardiol*, 2007, 50(15): 1442-1449.
- [7] Yunoki K, Naruko T, Inoue T, et al. Relationship of thrombus characteristics to the incidence of angiographically visible distal embolization in patients with ST-segment elevation myocardial infarction treated with thrombus aspiration[J]. *JACC Cardiovasc Interv*, 2013, 6(4): 377-385.
- [8] Gatto L, di Landro A, Romagnoli E, et al. A comparison of intracoronary treatment strategies for thrombus burden removal during primary percutaneous coronary intervention: a COCTAIL II substudy[J]. *Coron Artery Dis*, 2018, 29(3): 186-193.
- [9] Kandzari DE, Hasselblad V, Tchong JE, et al. Improved clinical outcomes with abciximab therapy in acute myocardial infarction: a systematic overview of randomized clinical trials[J]. *Am Heart J*, 2004, 147(3): 457-462.
- [10] Stone GW, Maehara A, Witenbichler B, et al. Intracoronary abciximab and aspiration thrombectomy in patients with large anterior myocardial infarction: the INFUSE-AMI randomized trial[J]. *JAMA*, 2012, 307(17): 1817-1826.
- [11] Basuoni A, El-Naggar W, Mahdy M, et al. Effect of intracoronary tirofiban following aspiration thrombectomy on infarct size, in patients with large anterior ST-segment elevation myocardial infarction undergoing primary percutaneous coronary intervention[J]. *Coron Artery Dis*, 2020, 31(3): 255-259.
- [12] Geng T, Zhang JG, Song ZY, et al. Aspiration thrombectomy and intracoronary tirofiban in ST-segment elevation myocardial infarction: combination treatment for patients undergoing primary percutaneous coronary intervention[J]. *Herz*, 2016, 41(8): 732-740.
- [13] Zhang Z, Li W, Wu W, et al. Myocardial reperfusion with tirofiban injection via aspiration catheter: efficacy and safety in STEMI patients with large thrombus burden[J]. *Herz*, 2018, 45(3): 280-287.
- [14] Schneider DJ. Anti-platelet therapy: glycoprotein II b-III a antagonists[J]. *Br J Clin Pharmacol*, 2011, 72(4): 672-682.
- [15] 郭金成, 韩雅玲, 季福绥, 等. 冠状动脉血栓抽吸临床应用专家共识[J]. *中华医学杂志*, 2017, 97(21): 1624-1632.
- [16] Firman D, Alkatiri AA, Taslim I, et al. Effect of thrombus aspiration on microcirculatory resistance and ventricular function in patients with high thrombus burden[J]. *BMC Cardiovasc Disord*, 2020, 20(1): 153.
- [17] Jolly SS, Cairns JA, Lavi S, et al. Thrombus aspiration in patients with high thrombus burden in the TOTAL trial[J]. *J Am Coll Cardiol*, 2018, 72(14): 1589-1596.
- [18] Gibson CM, de Lemos JA, Murphy SA, et al. Combination therapy with abciximab reduces angiographically evident thrombus in acute myocardial infarction: a TIMI 14 substudy[J]. *Circulation*, 2001, 103(21): 2550-2554.
- [19] Sianos G, Papafakis MI, Daemen J, et al. Angiographic stent thrombosis after routine use of drug-eluting stents in ST-segment elevation myocardial infarction: the importance of thrombus burden[J]. *J Am Coll Cardiol*, 2007, 50(7): 573-583.
- [20] Tarantini G, Cacciavillani L, Corbetti F, et al. Duration of ischemia is a major determinant of transmural and severe microvascular obstruction after primary angioplasty: a study performed with contrast-enhanced magnetic resonance[J]. *J Am Coll Cardiol*, 2005, 46(7): 1229-1235.
- [21] Hugelshofer S, Roffi M, Witassek F, et al. Impact of total ischemic time on manual thrombus aspiration benefit during primary percutaneous coronary intervention[J]. *Am Heart J*, 2018, 204: 34-42.
- [22] Sim DS, Jeong MH, Ahn Y, et al. Manual thrombus aspiration during primary percutaneous coronary intervention: impact of total ischemic time[J]. *J Cardiol*, 2017, 69(2): 428-435.
- [23] Freund A, Schock S, Stiermaier T, et al. Thrombus aspiration in patients with ST-elevation myocardial infarction presenting late after symptom onset: long-term clinical outcome of a randomized trial[J]. *Clin Res Cardiol*, 2019, 108(11): 1208-1214.
- [24] de Luca G, van't Hof AW, de Boer MJ, et al. Time-to-treatment significantly affects the extent of ST-segment resolution and myocardial blush in patients with acute myocardial infarction treated by primary angioplasty[J]. *Eur Heart J*, 2004, 25(12): 1009-1013.
- [25] Rezaq A, Saad M. Thrombus aspiration in late presenters with ST-elevation myocardial infarction: a single-center randomized trial[J]. *J Interv Cardiol*, 2018, 31(5): 632-639.
- [26] Jolly SS, Cairns JA, Yusuf S, et al. Randomized trial of primary PCI with or without routine manual thrombectomy[J]. *N Engl J Med*, 2015, 372(15): 1389-1398.
- [27] Qin X, Luo J, Qin L, et al. Long-term impact of thrombus aspiration in patients with ST-elevation myocardial infarction undergoing primary percutaneous coronary intervention[J]. *Am J Cardiol*, 2020, 125(10): 1471-1478.
- [28] Brown ED, Blankenship JC. A mechanism for stroke complicating thrombus aspiration[J]. *Catheter Cardiovasc Interv*, 2017, 89(1): 93-96.

收稿日期: 2020-11-04