

·综述 General review·

急性重型缺血性脑卒中支架型取栓装置的研究进展

邵秋季, 朱良付, 李天晓

【摘要】 急性重型缺血性脑卒中保守治疗预后极差, 血管内治疗可及时开通颅内急性闭塞的大血管而改善预后。近年来, 以 SolitaireAB/FR 为代表的支架型复流取栓装置克服了药物溶栓和 MERCI、Penumbra 等早期机械开通装置的不足, 实现了即刻复流和安全取栓的结合, 延长了脑卒中开通时间窗, 提高了闭塞血管开通率并改善了预后。本文对此类装置机械开通急性重型缺血性脑卒中颅内闭塞血管的研究进展进行了综述。

【关键词】 脑卒中; 取栓; 支架; Solitaire; 再通

中图分类号: R743.3 文献标志码: A 文章编号: 1008-794X(2013)-09-0786-05

Research progress of stent retriever in treatment of acute severe ischemic stroke SHAO Qiu-ji, ZHU Liang-fu, LI Tian-xiao. Department of Interventional Therapy, Affiliated Henan Provincial People's Hospital, Zhengzhou University, Zhengzhou 450003, China

Corresponding author: LI Tian-xiao, E-mail: dr.litianxiao@vip.163.com

【Abstract】 The prognosis of acute severe ischemic stroke treated by conservative therapy is very poor. Endovascular treatment can promptly recanalize acutely - obstructed large intracranial vessel and thus effectively improve stroke outcomes. For recent years, stent retrievers, represented by SolitaireAB/FR stent, have overcome the shortages of thrombolytic therapy as well as the mechanical insufficiency of some initially-developed thrombectomy devices such as MERCI retriever, Penumbra system, etc. and these stent retrievers have brought about the combination of instant flow-restoration and reliable thrombectomy, benefited by which the therapeutic window for ischemic stroke is greatly prolonged, and the recanalization rate is markedly increased, which enables the patient to obtain a favorable outcome. This paper is intended to make a comprehensive review about recent progress in stent retrievers used for acute severe ischemic stroke. (J Intervent Radiol, 2013, 22: 786-790)

【Key words】 stroke; thrombectomy; stent; solitaire; recanalization

1 急性重型缺血性脑卒中的定义探讨

颅内、外大血管急性闭塞且侧支循环差所致的缺血性脑卒中具下列临床特征: ① 临床症状重。多数研究示该类缺血性脑卒中的 NIHSS(美国国立卫生研究院卒中量表)评分 $\geq 8 \sim 10$ 分^[1-2]。② 病灶体积大。如前循环病灶最大径 ≥ 5 cm, 跨一个脑叶以上; 后循环暂无共识, 通常其血管闭塞部位比病灶大小更重要。③ 血栓负荷量大, 静脉溶栓开通率低。如大脑中动脉闭塞开通率为 30%, 颈内动脉

终端则仅为 6% 左右, 基底动脉 30%^[3]。其主因是大血管闭塞多血栓负荷量大, 文献已显示血栓长度 ≥ 8 mm 时, 静脉溶栓开通率不及 1%^[4]。④ 保守治疗预后极差。如恶性大脑中动脉梗死病死率为 78%, 基底动脉急性闭塞病死率可达 80% ~ 90%。以上 4 点是缺血性脑卒中抢救性诊疗的难点、重点和焦点, 建议将符合上述 4 条者定义为急性重型缺血性脑卒中。

2 溶栓治疗

治疗急性重型缺血性脑卒中梗死灶的核心措施之一是改善循环, 而最有效的改善循环措施是使颅内闭塞的大血管及时再通复流。系列临床研究和荟萃分析均显示早期实现血管再通能显著改善急

DOI: 10.3969/j.issn.1008-794X.2013.09.021

作者单位: 450003 郑州大学附属河南省人民医院 河南省介入治疗中心脑血管病病区

通信作者: 李天晓 E-mail: dr.litianxiao@vip.163.com

性脑卒中临床预后^[5-6]。虽然静脉溶栓时间窗已由 3 h 扩展至 4.5 h^[7],但仍然太窄;且如前述,静脉溶栓对颅内大血管闭塞开通率太低。动脉溶栓虽将时间窗扩展至 6 h,将急性大脑中动脉闭塞开通率提高至 66%,但其开通过程费时(如 PROACT II 期试验的平均溶栓时间达到了 2.1 h),开通率仍有待提高^[8-9]。动脉溶栓面对血栓负荷量较大的闭塞(如颈内动脉 T 型闭塞)时这些不足则更显见^[10]。总之,药物溶栓治疗急性重型缺血性脑卒中中较难克服时间窗窄、开通率低和预后差等不足^[7-9,11]。

3 早期的机械取栓装置

2004 年,美国食品药品监督管理局(FDA)批准了首个治疗急性重型缺血性脑卒中的机械取栓装置——MERCİ,其由镍钛记忆金属丝构成,是机械取栓治疗急性缺血性脑卒中的里程碑。使用方法是将该装置经穿越血栓的微导管送至血栓尾端以远,回撤微导管后该装置自行释放呈螺旋锥形,回撤该装置则多可捕获血栓。多次试验已证实用 MERCİ 开通发病 8 h 内的急性缺血性脑卒中安全有效^[12-14]。如前瞻性非随机的多中心研究示早期 X 型的 MERCİ 取栓装置对 151 例发病 8 h 内有静脉溶栓禁忌证患者的开通率为 46%,明显高于颅内大血管急性闭塞的 18%自通率^[8];临床意义的操作相关并发症和症状性颅内出血率分别为 7.1%和 7.8%;血管开通和未开通者 3 个月后良好预后率(改良 Rankin 量表 mRS ≤ 2 分)分别为 46%和 10%(RR: 4.4;95%CI, 2.1 ~ 9.3; $P < 0.01$),两者的病死率分别为 32%和 54%(RR: 0.59;95%CI, 0.39 ~ 0.89; $P = 0.01$)^[13]。合并应用改良 L5 型 MERCİ 取栓装置后血管开通率可达 57.3%,若辅以动脉溶栓或其他机械开通则血管开通率可达到 69.5%,有临床意义的操作相关并发症和症状性颅内出血率分别为 5.5%和 9.8%,3 个月后良好预后率(mRS ≤ 2 分)为 36%,病死率为 34%^[14]。

2008 年,美国 FDA 批准了第 2 个机械取栓装置——Penumbra,其主要由再灌注导管和分离器组成。使用方法:先使再灌注导管越过血栓到达血栓尾端以远,再缓慢回撤导管(同时在导管体外端予以负压抽吸),多可将血栓抽吸出来;少数病例尚须合并应用泪滴形的分离器。近年来,有关该装置的试验不断公布。如纳入了 125 例发病 8 h 内、NIHSS 评分中位数为 18 分的试验示 Penumbra 的血管开通率达 81.6%,操作相关的并发症及症状性颅内出

血率分别为 12.8%和 11.2%,90 d 后良好预后率(mRS ≤ 2 分)为 25%,病死率为 32.8%^[15]。韩国学者还报道仅用 Penumbra 再灌注导管抽吸(不需合用分离器)血管开通率和 90 d 的良好预后率(mRS ≤ 2 分)可达到 81.9%和 45.5%^[16]。相比标准的 Penumbra 系统,该抽吸方法在技术上更为简单、吸栓用时更短、开通器械花费更少。尤其针对目标血管直径较大、更利于装置通过的近端闭塞(如颈内动脉终末端闭塞等)具有一定优势。

相应于这些研究结果,MERCİ 和 Penumbra 系统在临床应用也日益增加。但 MERCİ 和 Penumbra 均不易实现装置到位后即刻复流;另外 MERCİ 操作相对复杂,开通率较低,而 Penumbra 也到位较困难。

4 颅内支架

颅内支架可实现急性重型缺血性脑卒中闭塞血管的即刻开通。系列研究表明在急性缺血性脑卒中抢救性治疗中直接应用 Wingspan、Neuroform、Enterprise 等自膨式支架可有效重建血流^[17-18]。Linfaite 等^[19]的研究还显示对应用药物溶栓和 MERCİ、Penumbra 开通不佳者急症植入支架(Wingspan 或 Enterprise)开通率可达 95%,42%患者 30 d 的 mRS ≤ 2 分,支架均能成功释放,症状性出血率为 16%。但支架植入有下列不足:①需植入异物;②急性期需抗凝和双抗血小板,使本来保守治疗出血转化率就高的重型缺血性脑卒中(尤其是前循环脑卒中)面临更高的症状性出血的风险;③长期需双抗或单抗血小板治疗;④颅内支架植入后有高达 30%血管再狭窄可能;⑤其他,如支架内血栓形成等问题。上述缺点使其不易成为急性脑卒中治疗的首选方案,而被用为溶栓或取栓失败后的补救措施,或被用为颅内原位血栓形成者溶栓或取栓成功后仍合并重度狭窄的辅助措施^[20-21]。

5 支架型复流取栓装置

近年来,以 Solitaire AB/FR 为代表的可完全回收的支架型取栓装置(stent retriever)相继面世,其既克服了传统支架急症治疗时植入的不足,又实现了即刻复流与快速取栓的结合,故也被称为支架型复流取栓装置。该装置的开通效能和临床结果虽已在大量非随机、小样本动物和临床试验中体现,但直到世界上第 1 个多中心、前瞻性、随机双盲、直接对比不同取栓装置治疗急性重型缺血性脑卒中的 SWIFT 试验(Solitaire With the Intention For

Thrombectomy Trial)结果的问世,才真正展现了此类装置在抢救性开通中的光明前景。

5.1 Solitaire AB/FR

Solitaire AB 支架和 Solitaire FR 支架结构相同,但注册使用范围不同。Solitaire AB 支架注册应用于颅内动脉瘤栓塞的辅助治疗,2008 年被首次用于急性缺血性脑卒中的抢救性开通治疗^[22],后以 Solitaire FR 注册获批使用于急性缺血性脑卒中开通治疗。Solitaire AB/FR 由激光雕刻的闭环支架和附于其上的镍推送导丝组成,头端为开放设计,直径有 4 mm(长度 15 mm 或 20 mm)和 6 mm(长度 20 mm 或 30 mm)2 种,输送回收的微导管内径分别为 0.021 或 0.027 英寸。使用方法为先使支架经穿越血栓的微导管到达血栓尾端以远,再回撤微导管使支架自行释放,多数闭塞血管可即刻获开通复流,数分钟后(通常 3 ~ 5 min)血栓可逐渐被压到支架壁和(或)支架内,将微导管和支架一起撤出时血栓可被取出^[23]。Machi 等^[24]对 56 例急性脑梗死患者采用 Solitaire FR 机械取栓后,89%患者实现了有效开通,支架释放后 53.5%患者 NIHSS 评分 ≤ 1 ,3 个月后良好预后率(mRS ≤ 2 分)达 46%,同时 9%脑卒中患者出现了操作相关的并发症。类似的结果已在大量临床试验中出现,但这些试验大多样本偏小、并为非随机设计^[25-26]。一项囊括 MERCI、Penumbra 和支架型取栓装置的荟萃分析(16 篇文献,925 例患者,各装置的相关患者分别为 357、455、113)显示支架型取栓装置操作时间较前两者短,而开通率和临床改善率较前两者高。如 MERCI、Penumbra 和支架型取栓装置的具体平均操作时间分别为 120 min (95%CI,105.7 ~ 134.2)、64.6 min (95%CI,44.4 ~ 84.8) 和 54.7 min (95%CI,47.3 ~ 62.2);开通率分别为 59.1%、86.6% 和 92.9%;良好预后率(mRS ≤ 2 分)分别为 31.5%、36.6% 和 46.9%^[27],但该研究仍是回顾性的。

可喜的是,近来 SWIFT 试验结果得以公布^[28],该研究设计科学严谨,专门设置了供研究者熟悉 Solitaire FR 装置的导入期(31 例在此期间接受了治疗),且将“成功开通而无症状性颅内出血”这一联合指标设为了主要终点指标。共 113 例患者被随机分为 Solitaire FR 组(58 例)和 MERCI 组(55 例)。结果显示 Solitaire FR 组患者较 MERCI 组更多的达到了主要终点指标(61%比 24%);Solitaire FR 组的下列各项次要终点指标也明显优于 MERCI 组:如 90 d 的良好预后(58%比 33%)、症状性颅内出血(2%比

11%)、所有颅内出血(17%比 38%)、90 d 的病死率(17%比 38%)等^[1]。显示 Solitaire FR 较 MERCI 具压倒性的优势,使 SWIFT 试验有幸在纳入 144 例患者后就提前终止了(原计划 200 例),进而使 Solitaire FR 成为了第 3 个获 FDA 批准用于急性脑卒中取栓的装置,也使 Solitaire FR 有充分的证据应用于急性重型缺血性脑卒中的抢救性开通治疗。不过,同其他类型机械取栓装置一样,使用 Solitaire AB/FR 取栓也具有一定的远端分支栓塞、血管损伤等风险。有学者就针对 Solitaire AB 作为急性缺血性脑卒中一线治疗装置局限性方面的研究中指出该装置具有“取栓次数相对较多、支架永久置入后移动困难等缺点^[29]”。

5.2 TREVO

另一种新型的支架型复流取栓装置——TREVO 也获准用于急性缺血性脑卒中的治疗。TREVO 由直径 4 mm,长度 44 mm 的闭环支架组成,头尾各以 10 mm 长的半支架形成锥形过渡,以实现到达更细远端血管(最小目标直径为 1.5 mm),其使用方法类似 Solitaire AB/FR。San Roman 等^[30]在对 60 例采用 TREVO 装置进行机械开通的急性重型缺血性脑卒中患者(入院时平均 NIHSS 为 18 分)的研究获得较理想的初步结果:如仅使用 TREVO 取栓装置机械开通的患者血管开通率为 73.3%,若联合其他装置或者静脉溶栓则开通率可达 86.7%;45%患者 mRS ≤ 2 分,病死率和颅内出血的发生率分别为 28.3%和 11.7%。TREVO 的优势在前瞻、多中心、平行开放、随机的 TREVO 2 试验中也获证实。TREVO 2 将 178 例发病 8 h 以内的急性缺血性脑卒中患者按 1 : 1 随机分配后接受 Solitaire FR 和 MERCI 治疗。结果显示:TREVO 组 86%的患者术后达到了主要效率终点,高于 MERCI 组的 60%;且 TREVO 组住院时间更短、良好预后的比例更高;虽然两者在实现主要安全性终点方面没有明显的差异[TREVO 组的 13 例(15%)比 MERCI 组 21 例(23%); $P = 0.182 6$],但 MERCI 组的血管穿孔率却为 TREVO 组的 10 倍^[2]。

5.3 其他支架型复流取栓装置

除 Solitaire AB/FR 和 TREVO 外,还有一些结构改良的支架型复流取栓装置不断涌现,如 Aperio、Revive 等。这些装置目前尚处于动物实验或初期临床试验阶段,理论上其改良结构较 Solitaire AB/FR 设计更合理,有望进一步提高开通率和改善预后。如 Aperio 采用杂环设计,具有柔软性高、贴壁性好

及血栓固定稳定等特点,在与 Solitaire FR 进行比较的猪模型试验中已证明是安全有效的;以远端闭合式篮网设计为主要技术革新的 Revive 在初期的小样本试验中尚实现了比 Solitaire 更高的血管开通率和更好的临床预后^[31-32]。但样本较小、单中心的临床试验并没有发现 Solitaire 和 TREVO 在开通效率和临床预后等方面有明显差别^[33]。无疑,这些新型的复流取栓装置的疗效和安全性仍需多中心、随机、双盲的大样本临床试验进一步检测。

5.4 多模式开通治疗

机械取栓装置较高的血管开通率主要是针对近端的大血管而言,受装置本身设计的容积大小限制,目前多数的机械取栓装置尚不推荐用于直径小于 1.5 mm 以下的血管,而药物溶栓对发生在 M2 段以远的血栓可有效,因此,目前的血管内治疗仍然主要是集机械取栓优势与药物溶栓治疗为一体的多模式治疗,尤其是对于串联闭塞、颈内动脉末端闭塞、基底动脉闭塞等^[34-36]。同样,加入了 Solitaire AB/FR 等新型复流取栓装置的多模式治疗也实现了更高的血管开通率和临床转归^[37-39]。不过,最近以验证“联合动静脉溶栓治疗优于标准静脉溶栓治疗”为目的 IMS III 及 SYNTHESIS Expansion 试验其结果均未能证明联合治疗(包括 FDA 批准的取栓装置)优于单纯的静脉溶栓治疗^[40-41]。

概言之,急性重型缺血性脑卒中的抢救性诊疗是临床的重点和难点。Solitaire AB/FR 为典型代表的支架型复流取栓装置具操作简单、即刻复流、开通率高、不需植入、临床预后好等诸多优点。部分此类装置已获循证医学证据。此类装置应用于急性重型缺血性脑卒中的抢救性开通治疗前景广阔。因支架型复流取栓装置多能实现较高的开通率(近 90%),故开通率应不是其将来临床研究的主要问题,如何进一步提高远期临床预后和降低装置相关并发症或许才是此类装置改进的方向。

[参考文献]

- [1] Saver JL, Jahan R, Levy EI, et al. Solitaire flow restoration device versus the MERCI Retriever in patients with acute ischaemic stroke (SWIFT): a randomised, parallel-group, non-inferiority trial[J]. Lancet, 2012, 380: 1241 - 1249.
- [2] Nogueira RG, Lutsep HL, Gupta R, et al. TREVO versus MERCI retrievers for thrombectomy revascularisation of large vessel occlusions in acute ischaemic stroke (TREVO 2): a randomised trial[J]. Lancet, 2012, 380: 1231 - 1240.
- [3] Alexandrov AV. Current and future recanalization strategies for acute ischemic stroke[J]. J Intern Med, 2010, 267: 209 - 219.
- [4] Riedel CH, Zimmermann P, Jensen - Kondering U, et al. The importance of size: successful recanalization by intravenous thrombolysis in acute anterior stroke depends on thrombus length [J]. Stroke, 2011, 42: 1775 - 1777.
- [5] Hacke W, Donnan G, Fieschi C, et al. Association of outcome with early stroke treatment: pooled analysis of ATLANTIS, ECASS, and NINDS rt-PA stroke trials[J]. Lancet, 2004, 363: 768 - 774.
- [6] Rha JH, Saver JL. The impact of recanalization on ischemic stroke outcome: a meta-analysis [J]. Stroke, 2007, 38: 967 - 973.
- [7] Hacke W, Kaste M, Bluhmki E, et al. Thrombolysis with alteplase 3 to 4.5 hours after acute ischemic stroke[J]. N Engl J Med, 2008, 359: 1317 - 1329.
- [8] Del Zoppo GJ, Higashida RT, Furlan AJ, et al. PROACT: a phase II randomized trial of recombinant pro - urokinase by direct arterial delivery in acute middle cerebral artery stroke. PROACT Investigators. Prolyse in Acute Cerebral Thromboembolism[J]. Stroke, 1998, 29: 4 - 11.
- [9] Furlan A, Higashida R, Wechsler L, et al. Intra - arterial prourokinase for acute ischemic stroke. The PROACT II study: a randomized controlled trial. Prolyse in Acute Cerebral Thromboembolism[J]. JAMA, 1999, 282: 2003 - 2011.
- [10] Arnold M, Nedeltchev K, Mattle HP, et al. Intra - arterial thrombolysis in 24 consecutive patients with internal carotid artery T occlusions [J]. J Neurol Neurosurg Psychiatry, 2003, 74: 739 - 742.
- [11] Brekenfeld C, Remonda L, Nedeltchev K, et al. Symptomatic intracranial haemorrhage after intra - arterial thrombolysis in acute ischaemic stroke: assessment of 294 patients treated with urokinase [J]. J Neurol Neurosurg Psychiatry, 2007, 78: 280 - 285.
- [12] Gobin YP, Starkman S, Duckwiler GR, et al. MERCI 1: a phase 1 study of Mechanical Embolus Removal in Cerebral Ischemia[J]. Stroke, 2004, 35: 2848 - 2854.
- [13] Smith WS, Sung G, Starkman S, et al. Safety and efficacy of mechanical embolectomy in acute ischemic stroke: results of the MERCI trial[J]. Stroke, 2005, 36: 1432 - 1438.
- [14] Smith WS, Sung G, Saver J, et al. Mechanical thrombectomy for acute ischemic stroke: final results of the Multi MERCI trial[J]. Stroke, 2008, 39: 1205 - 1212.
- [15] Penumbra Pivotal Stroke Trial Investigators. The penumbra pivotal stroke trial: safety and effectiveness of a new generation of mechanical devices for clot removal in intracranial large vessel occlusive disease[J]. Stroke, 2009, 40: 2761 - 2768.
- [16] Kang DH, Hwang YH, Kim YS, et al. Direct thrombus retrieval using the reperfusion catheter of the penumbra system: forced - suction thrombectomy in acute ischemic stroke [J]. Am J Neuroradiol, 2011, 32: 283 - 287.
- [17] Levy EI, Rahman M, Khalessi AA, et al. Midterm clinical and

- angiographic follow - up for the first Food and Drug Administration - approved prospective, Single - Arm Trial of Primary Stenting for Stroke; SARIS (Stent-Assisted Recanalization for Acute Ischemic Stroke) [J]. *Neurosurgery*, 2011, 69: 915 - 920.
- [18] Mocco J, Hanel RA, Sharma J, et al. Use of a vascular reconstruction device to salvage acute ischemic occlusions refractory to traditional endovascular recanalization methods[J]. *J Neurosurg*, 2010, 112: 557 - 562.
- [19] Linfante I, Samaniego EA, Geisbüsch P, et al. Self-expandable stents in the treatment of acute ischemic stroke refractory to current thrombectomy devices [J]. *Stroke*, 2011, 42: 2636 - 2638.
- [20] Diener HC, Bogousslavsky J, Brass LM, et al. Aspirin and clopidogrel compared with clopidogrel alone after recent ischaemic stroke or transient ischaemic attack in high - risk patients (MATCH): randomised, double - blind, placebo - controlled trial[J]. *Lancet*, 2004, 364: 331 - 337.
- [21] Albuquerque FC, Levy EI, Turk AS, et al. Angiographic patterns of Wingspan in - stent restenosis [J]. *Neurosurgery*, 2008, 63: 23 - 27.
- [22] Kelly ME, Furlan AJ, Fiorella D. Recanalization of an acute middle cerebral artery occlusion using a self - expanding, reconstrainable, intracranial microstent as a temporary endovascular bypass[J]. *Stroke*, 2008, 39: 1770 - 1773.
- [23] Mordasini P, Frabetti N, Gralla J, et al. In vivo evaluation of the first dedicated combined flow - restoration and mechanical thrombectomy device in a swine model of acute vessel occlusion [J]. *Am J Neuroradiol*, 2011, 32: 294 - 300.
- [24] Machi P, Costalat V, Lobotesis K, et al. Solitaire FR thrombectomy system: immediate results in 56 consecutive acute ischemic stroke patients[J]. *J Neurointerv Surg*, 2012, 4: 62 - 66.
- [25] Dávalos A, Pereira VM, Chapot R, et al. Retrospective multicenter study of Solitaire FR for revascularization in the treatment of acute ischemic stroke[J]. *Stroke*, 2012, 43: 2699 - 2705.
- [26] Mordasini P, Brekenfeld C, Byrne JV, et al. Technical feasibility and application of mechanical thrombectomy with the Solitaire FR Revascularization Device in acute basilar artery occlusion[J]. *Am J Neuroradiol*, 2013, 34: 159 - 163.
- [27] Almekhlafi MA, Menon BK, Freiheit EA, et al. A meta-analysis of observational intra - arterial stroke therapy studies using the MERCI device, Penumbra system, and retrievable stents[J]. *Am J Neuroradiol*, 2013, 34: 140 - 145.
- [28] Mokin M, Kass - Hout T, Levy EI. Solitaire FR—a promising new device for acute ischemic stroke treatment [J]. *World Neurosurg*, 2012, 78: 557 - 558.
- [29] Kim TK, Rhim JK, Lee CJ, et al. The limitations of thrombectomy with solitaire AB as first-line treatment in acute ischemic stroke: a single center experience [J]. *J Cerebrovasc Endovasc Neurosurg*, 2012, 14: 203 - 209.
- [30] San Román L, Obach V, Blasco J, et al. Single - center experience of cerebral artery thrombectomy using the TREVO device in 60 patients with acute ischemic stroke [J]. *Stroke*, 2012, 43: 1657 - 1659.
- [31] Roth C, Junk D, Papanagiotou P, et al. A comparison of 2 stroke devices: the new Aperio clot - removal device and the solitaire AB/FR[J]. *Am J Neuroradiol*, 2012, 33: 1317 - 1320.
- [32] Rohde S, Haehnel S, Herweh C, et al. Mechanical thrombectomy in acute embolic stroke: preliminary results with the revive device[J]. *Stroke*, 2011, 42: 2954 - 2956.
- [33] Mendonca N, Flores A, Pagola J, et al. TREVO versus Solitaire a Head - to - Head Comparison Between Two Heavy Weights of Clot Retrieval[J]. *J Neuroimaging*, 2012. DOI: 10.1111/j.1552 - 6569.
- [34] Dababneh H, Guerrero WR, Khanna A, et al. Management of tandem occlusion stroke with endovascular therapy[J]. *Neurosurg Focus*, 2012, 32: E16.
- [35] Egashira Y, Yoshimura S, Enomoto Y, et al. Efficacy and limitations of multimodal endovascular revascularization other than clot retrieval for acute stroke caused by large - vessel occlusion[J]. *J Stroke Cerebrovasc Dis*, 2012.
- [36] Pfefferkorn T, Holtmannspotter M, Schmidt C, et al. Drip, ship, and retrieve: cooperative recanalization therapy in acute basilar artery occlusion[J]. *Stroke*, 2010, 41: 722 - 726.
- [37] Brekenfeld C, Schroth G, Mordasini P, et al. Impact of retrievable stents on acute ischemic stroke treatment [J]. *Am J Neuroradiol*, 2011, 32: 1269 - 1273.
- [38] Costalat V, Machi P, Lobotesis K, et al. Rescue, combined, and stand-alone thrombectomy in the management of large vessel occlusion stroke using the solitaire device: a prospective 50 - patient single - center study: timing, safety, and efficacy [J]. *Stroke*, 2011, 42: 1929 - 1935.
- [39] Dorn F, Stehle S, Lockau H, et al. Endovascular treatment of acute intracerebral artery occlusions with the solitaire stent: single-centre experience with 108 recanalization procedures[J]. *Cerebrovasc Dis*, 2012, 34: 70 - 77.
- [40] Broderick JP, Palesch YY, Demchuk AM, et al. Endovascular therapy after intravenous t-PA versus t-PA alone for stroke [J]. *N Engl J Med* 2013, 368: 893 - 903.
- [41] Ciccone A, Valvassori L, Nichelatti M, et al. Endovascular treatment for acute ischemic stroke e [J]. *N Engl J Med*, 2013, 368: 904 - 910.

(收稿日期:2013-03-10)

(本文编辑:俞瑞纲)