



[DOI] 10.3969/j.issn.1001-9057.2023.07.005

<http://www.lcnkzz.com/CN/10.3969/j.issn.1001-9057.2023.07.005>

· 综述与讲座 ·

# 急性缺血性卒中机械取栓治疗技术概述

郭志良 肖国栋

**[摘要]** 随着精准的筛选和材料的改进,机械取栓已成为急性大血管闭塞卒中推荐等级最高的治疗方案。技术的命名是基于材料的发展,机械取栓材料主要包括取栓支架及抽吸导管。支架及抽吸导管单独或联合使用产生了眼花缭乱的技术命名。本文对急性缺血性卒中机械取栓治疗技术进行概述,并对我国人群发病更高的颅内动脉粥样硬化性大血管闭塞的取栓技术进行梳理。

**[关键词]** 卒中; 机械取栓; 技术; 材料

**[中图分类号]** R563.3

**[文献标识码]** A

急性缺血性卒中早期的主要治疗是急诊血管再通治疗恢复缺血区域血流灌注,目前被证实有效的大血管闭塞卒中早期血管再通的治疗方法是血管内治疗,并已获得国内外指南的一致推荐<sup>[1]</sup>。血管内治疗通常被称作机械取栓,近年来,随着介入材料的创新和相关技术的发展,机械取栓数量出现井喷式增长,手术技术也出现百家争鸣<sup>[2]</sup>。技术的命名基于材料的进步,甚至部分技术是服务于材料,本文基于取栓材料对机械取栓治疗技术进行概述,并对我国人群发病更高的颅内动脉粥样硬化性(ICAS)大血管闭塞的取栓技术进行梳理<sup>[1-4]</sup>。

## 一、取栓材料

1. 取栓支架:第一代 Merci 取栓装置是一种螺旋形、如红酒开瓶器样的设备,由美国加州大学洛杉矶分校的 Gobin 医生设计;2004 年,美国食品药品监督管理局(FDA)批准该装置用于取栓治疗<sup>[5]</sup>。基于第一代取栓装置进行的取栓治疗持续了十年左右,其使命逐渐终结于 2013 年发表的 3 项阴性临床试验及 2 项对比实验<sup>[6-10]</sup>;研究结果提示这些大部分基于第一代取栓设备的取栓治疗并不能使患者从中获益<sup>[6-8]</sup>。

随着材料的进步,以 Solitaire (Medtronic, 美国) 及 Trevo 装置 (Stryker, 美国) 为代表的可回收支架取栓技术,最早在 Solitaire 对比 Merci 装置治疗急性缺血性卒中试验 (SWIFT) 和 Trevo 对比 Merci 装置治疗大血管闭塞急性缺血性卒中试验 (TREVO-2) 中被证实其临

床疗效优于传统取栓装置<sup>[9-10]</sup>。这两项对比试验正式确立了以 Solitaire 和 Trevo 为代表的第二代取栓支架时代的到来。结合更严谨的患者筛选,大部分基于第二代取栓装置进行的 6 大临床试验获得阳性结果,宣告血管内治疗的春天到来<sup>[11]</sup>。2015 年,在国内外指南给予最高证据级别的推荐后,全球机械取栓的数量出现井喷式增长<sup>[2]</sup>。2015 ~ 2020 年间,我国机械取栓的数量增长超过了 10 倍,2020 年取栓数量超过 4 万例<sup>[2]</sup>。各地的卒中中心在机械取栓的技术普及、质量改进及科普宣传方面都在不断进步。成为第二代取栓支柱的 Solitaire 及 Trevo 等支架为更好地推广自己的产品,使更多的患者能从这种治疗中获益,一系列基于取栓材料的技术命名应运而生,如基于 Solitaire 产生的 SWIM 技术和 Solumbra 技术 (Solitaire + Penumbra)、基于 Trevo 产生的 TRAP 技术等<sup>[11-12]</sup>。

虽然第二代取栓装置已成为急性缺血性卒中治疗的中流砥柱,但新的取栓支架也已开发出来。这些支架期望在现有装置成功的基础上,通过提高首次再通率、减少血栓破碎逃逸、降低并发症发生率来提高支架的性能。然而,目前关于使用这些以 Embotrap 为代表的第三代取栓装置的数据表明,与第二代取栓支架相比,首次再通率或临床结局并未显著改善,且所述的装置开发目标仍然难以完全实现;期待将来进行第三代取栓支架与第二代取栓支架的直接对比研究,如同既往 SWIFT 及 TREVO-2 研究,完全超越上一代产品,成为真正的“第三代”<sup>[11]</sup>。

2. 中间导管:目前常用的取栓系统是三轴操作系统:外层的长鞘、内层的微导管及介于二者之间的导管,这些介于长鞘和微导管之间的导管命名复杂,包含支撑导管、导引导管、抽吸导管、远端通路导管、支持导

基金项目:苏州市医疗卫生科技创新项目 (SKY2022160);江苏省科教能力提升工程江苏省医学重点学科项目 (ZDXK202217)

作者单位:215000 江苏苏州,苏州大学附属第二医院神经内科

通讯作者:肖国栋, E-mail: yarrowshaw@hotmail.com

管、中间导管等;由于其介于长鞘和微导管之间,在此将其统称为中间导管<sup>[12-13]</sup>。中间导管主要是用来提供支撑或抽吸功能。不同厂家的结构设计、材料的生产工艺及装配能力决定了中间导管的最终性能和质量均一性;设计和材料选择是基础,但稳定的产品质量输出同样关键<sup>[3]</sup>。中间导管由内到外一般分为 4 层:极薄的光滑衬里(内层)通常是聚四氟乙烯(PTFE);常由金属材料构造的支撑骨架(中间层);聚合物护套(外层);亲水涂层(最外层)通常限于装置远端部分<sup>[3]</sup>。其中,导管中间层为各个厂家设计时考量的重点。中间层采用的材料主要为镍钛合金或不锈钢,镍钛合金为记忆金属,具有更好的抗折性和柔顺性;不锈钢则具有更好的力学传导性能和支撑性。中间层采用的工艺主要有绕簧(线圈)和编织两种工艺。绕簧具有更好的抗折性和更强的头端形状保持能力,螺距(线圈缠绕之间的距离)显著影响刚度、抗扭结性和可推动性,螺距越大柔软度越好,但扭结风险越大,可推动性越差。编织则具有更强的抗拉强度、扭矩传递及可推动性<sup>[3]</sup>。一根良好的中间导管要求远端柔顺可塑,且头端具有一定的形态保持能力,以避免被吸瘪;近端则要求支撑、扭控性和推送性足够强;更重要的是在近端和远端之间要有良好且充分的过渡段,避免直接由近端的硬突变为远端的软,造成导管到位性能差和过渡区易打折。

目前市面上常用的中间导管品种繁多,如早期 2014 年上市的 Navien 导管采用的是绕簧工艺,其通过绕簧的疏密变化来平衡近端支撑性及远端柔顺性,但其远端柔软长度仅 8 cm 造成推进不如其他导管那般丝滑。2018 年上市的 Catalyst 6 导管的绕簧工艺和多阶段设计保证了其良好的跟踪性,但 0.060 英寸的内径使其在众多 0.068 英寸起步的导管面前相形见绌。不过,随着 2022 年国内开始上市 Catalyst 7 导管,使这个系列的导管内腔也达到 0.068 英寸级别。2019 年上市 Sofia Plus 导管近端为不锈钢材质,大部分中间层采用了编织联合绕簧两种工艺,基本达到了一个优秀导管具备的近端强支撑、远端柔软可塑的要求,但其头端仅采用编织工艺,推测做抽吸使用时可能无法在持续负压下维持管腔的圆整性。为了强调其编织联合绕簧复合工艺造就的良好扭转反馈及通过性,提出了 SNAKE 技术,其主要是 Sofia 抽吸导管不通过微导丝及微导管,直接在长鞘到位后推送至病变处进行取栓<sup>[14]</sup>。2019 年上市的另一款中间导管 React™ 68 同样采用编织联合绕簧两种工艺,包括头端;头端的这种双重混合工艺这也造成了头端硬度可能较高。2018 年和 2021 年先后上市的 ACE60 及 ACE68 导管则是具

有抽吸适应症的中间导管,其分段设计理念(ACE68: 不锈钢+3 股镍钛绕簧 113.5 cm、2 股镍钛绕簧 16.5 cm、1 股镍钛绕簧 2 cm)使其近端能够提供强支撑,中间段双股镍钛兼顾支撑和柔软,远端一股镍钛绕簧则保证了柔软及管腔圆整性保持能力;但其单一的 132 cm 规格可能并不普适我国人群,一是因为联合支架取栓时 150 cm 长的微导管有时不能到到血栓远端(132 cm+9 cm Y 阀),二是因为我国人群 ICAS 病因不少,需要后续补救球囊扩张等治疗时部分球囊导管露管太短影响操作<sup>[4,15]</sup>。COMPASS 研究显示在 90 天功能预后方面导管吸栓不劣于支架取栓<sup>[16]</sup>;遂改写指南,将基于 ACE60、ACE68 导管的直接抽吸取栓(ADAPT)技术升级为 Ib 类推荐<sup>[1,16]</sup>。近年来,国产中间导管发展同样迅猛且规格齐全,告别了进口中间导管垄断的时代,在支撑及抽吸性能上也不亚于国外同类产品。

## 二、取栓技术概述

SWIM 技术是以 Solitaire 支架取栓为基石,联合中间导管接触抽吸从而实现“支架抓取”和“导管抽吸”双重机制的综合技术。其来源于 Solitaire 和 Penumbra 结合的 Solumbra(Solitaire + Penumbra)技术;演变到我国的过程中,因当时 Penumbra 产品还未在我国应用,美敦力公司将 Solitaire 和 Navien 结合,推广出 SWIM 技术。所以最开始 SWIM 仅用于描述 Solitaire 结合 Navien 导管的取栓技术,后来演变为取栓支架结合中间导管取栓技术<sup>[13]</sup>。其为我国取栓医生们摸索和筛选出的一种兼顾效果和花费的具有我国特色的取栓方案。那些包含球囊指引导管、抽吸导管等之类的技术不能称之为 SWIM 技术。SWIM 技术中支架取出方式有两种:一种是取栓支架从中间导管拉出,随后中间导管原位抽吸;另一种是取栓支架半回收入中间导管头端,锁定后整体撤出。第一种方式可归结为一种以中间导管作为取栓通道,高到位后支架取栓+中间导管原位抽吸方案,尤其适用于大脑中动脉闭塞等栓子负荷小能拉入/吸入中间导管的情况。第二种方式可归结为一种双重固定钳夹并联合抽吸的取栓技术,适用于体积大质地坚韧的机化栓子,如颈内末端 T 型大负荷血栓或反复采用第一种方式仍不能拉入/吸入中间导管的质硬栓子。

如果说 SWIM 技术是我国特色,Solumbra 技术则是国外起源并推广。与 SWIM 技术一样,Solumbra 技术最初仅用于描述 Solitaire 和 Penumbra 的结合,其后演变为取栓支架结合抽吸导管的取栓技术。Solumbra 技术操作步骤与 SWIM 技术基本一致,细节上不同于 SWIM 技术中的中间导管贴紧血栓,Solumbra 技术中



抽吸导管则不接触血栓<sup>[13]</sup>。为弥补标准 Solumbra 技术不直接接触血栓的缺陷并达到更好的取栓效果,在此基础上进一步改进为 ARTS 技术。主要改良在近端需要使用球囊导引导管及抽吸时抽吸导管贴紧血栓近端;且不像标准 Solumbra 技术中既可回拉支架入抽吸导管保留抽吸导管原位抽吸,又可支架和抽吸导管作为一个整体同时撤出体外,ARTS 技术要求取栓支架、抽吸导管作为同一系统撤出;这种严格限定的底气来自于近端球囊封堵,否则作为整体撤出时在支架头端血栓仍有可能在过弯时甩掉栓塞远端<sup>[17]</sup>。国外对 Solumbra 技术的研究较多,有研究评估从 ADAPT 技术转化为 Solumbra 技术对再通率的影响,结果发现转化为 Solumbra 技术可将再通率提高 13.3% (79.3% 比 92.6%);且闭塞血管直径越大,越可能采用转换策略 ( $OR = 1.12, 95\% CI 1.03 \sim 1.22, P = 0.006$ ),提示我们对于闭塞血管直径粗、血栓负荷大患者,直接优先 Solumbra 技术可能更为合适<sup>[18]</sup>。

ADAPT 技术是指以直接抽吸作为首选技术的取栓方式。在早期,ADAPT 标准操作是抽吸导管吸住血栓一部分,然后抽吸导管和血栓作为整体一起撤出体外;但这种操作方式在回撤过程中可能会发生血栓断裂、逃逸,没有发挥自己抽吸的优势,以己之短(仅导管头吸住了部分血栓,外部飘摇的血栓主体随时可能断裂)搏人之长(支架型取栓器固定的是血栓整体)。这也提示彼时将血管内治疗带入春天的也只能是支架取栓,而非抽吸<sup>[1]</sup>。不过,随着抽吸导管的改良和换代,新型的抽吸导管具有更好的头端到位能力和更大内腔,提供了更强的抽吸能力,大多数血栓得以从原位直接抽吸出导管外。其标准操作流程也正式更改为现在的抽吸导管接触血栓后持续负压抽吸,在原位将血栓抽吸至体外直至负压消失、血流通畅;除非体积大质地坚韧的机化栓子不能从导管内完全吸出体外,这种情况应尽早转化为 Solumbra 技术通过抽吸导管和支架双重固定钳夹作为整体移出体外可能更合适<sup>[12,18]</sup>。

BADDASS 技术是 2019 年提出的一种联合取栓技术,即近端球囊导引导管封堵并抽吸 + 大腔中间导管抽吸 + 远端的取栓支架取栓。BADDASS 技术的标准操作要求取栓支架、中间导管作为同一整体撤出,这种限定削弱了 BADDASS 技术中全部材料的优势。对于血栓负荷不大、松软的栓子,在支架回撤过程中到达粗大的血管时,由于支架的膨胀、支架导丝的张力,嵌入支架的血栓易于脱落。此类患者采用取栓支架从中间导管拉出,随后中间导管原位抽吸的取栓方式可能更为妥当。如支架已取出血栓,中间导管继续抽吸可抽出被导管头端切掉的血栓碎片;如血栓未被取出,中间

导管继续抽吸取栓,相当于连续进行支架取栓和抽吸取栓。此外,BADDASS 技术较标准 SWIM 技术操作繁琐,部分患者可能延误远端灌注恢复;且整个取栓系统费用很高,对于部分简单的患者较为奢侈。但是,对于血栓负荷大、质硬的复杂患者,BADDASS 技术可能更能体现自己的优势。总之,BADDASS 技术的优越性及最佳适宜人群有待进一步的研究数据支持,而非个案分享<sup>[12,19]</sup>。

上述 4 项技术囊括大部分临床常见取栓操作,其他技术基本是对这几项技术进行细节的改良或材料的更改。如取栓支架的推拉释放技术,即首先以标准脱鞘技术释放支架前段,使支架锚定后主动向前推送支架输送导丝,直至支架完全释放,增加支架对血栓切割能力,但并不是所有的支架都适合这种释放技术。裸导丝技术即保留支架输送导丝,利用支架锚定作用,撤出微导管;中间导管内仅保留支架输送导丝,增加内腔面积,可使中间导管获得更大的抽吸血流<sup>[12]</sup>。应用在远端血管闭塞取栓中的 BEMP 技术是指在远端血管闭塞取栓时,利用取栓支架导丝作为交换导丝,实施微导管和抽吸导管“盲交换”,并使用小型取栓装置(小型支架 + 小内径抽吸导管)进行微钳夹取栓<sup>[20]</sup>。负压锁定支架取栓(SAVE)技术对 Solumbra 技术进一步细节改良,将指引导管/长鞘链接负压抽吸泵予持续负压抽吸防止血栓远逃<sup>[12]</sup>。中间导管推进取栓支架(ADVANCE)技术可能更适用于血栓负荷不大或支架位置放置不当改抽吸为主时<sup>[12,21]</sup>。将取栓支架限定为 Trevo 支架的 TRAP 技术操作步骤与 BADDASS 技术基本一致<sup>[12-13]</sup>。

相较于国外多以栓塞为主,ICAS 大血管闭塞在我国更为常见<sup>[4,22-23]</sup>。由于血小板激活及残余重度狭窄,ICAS 患者取栓后再闭塞率高,可能需要更多的取栓次数及更长的手术时间,这均是导致取栓失败的重要原因<sup>[22-23]</sup>。目前常用的 ICAS 取栓技术有 ARES、SPACEMAN 及 BASIS 技术等<sup>[22-23]</sup>。ARES 技术指首次取栓后快速球囊成型的手术技术;取栓支架放置后,观察支架打开后的血管形态;取栓操作的同时上拉中间导管尽可能接近病变处,首次取栓后保留中间导管在原位,进行快速交换球囊成型。要求只有一次取栓,减少血管内皮的损伤,同时采用快交球囊。SPACEMAN 技术是在 ADVANCE 技术的基础上进一步发展,取栓支架释放后,抽吸导管负压抽吸并缓慢通过血栓置于支架远端,在保持抽吸导管位置的情况下,持续负压抽吸并拉出支架,确保无栓子后,路图下将微导丝通过抽吸导管置于病变远端,抽吸导管后撤到病变近端造影,评估狭窄程度和前向血流,通过抽吸导管输送球囊和(或)支架进行血管成形术。但 SPACEMAN 技术直接推

送抽吸导管可能通过 ICAS 狭窄病变处困难。BASIS 技术则是在支架释放后通过裸导丝技术退出微导管,沿支架导丝送入球囊进行扩张,利用支架/球囊锚定技术前推中间导管回收支架并原位抽吸,随后经中间导管释放颅内支架。虽然技术很重要,但流畅的诊治流程同样重要;首先根据病史、影像结果初步怀疑 ICAS,随后取栓支架释放后根据支架打开情况进一步确认 ICAS,然后根据本中心适宜的技术进行取栓。取栓后开通无狭窄则无须后续处理,残余轻中度狭窄可予替罗非班观察,残余重度狭窄或未开通可能予替罗非班+球囊±支架成形更为合适;因反复同样的支架取栓或转换为抽吸取栓并未增加再通率<sup>[22-23]</sup>。

串联病变处理困难,是否一期置入支架及近端和远端的处理顺序仍存争议。目前报道的取栓技术有 Pears 技术和 BAT 技术等,其处理要点在于:首先长鞘要快速通过近端闭塞处,方法可采用同轴技术或者球囊锚定技术,长鞘通过后在微导丝微导管引导下中间导管负压前进、抽吸清除狭窄远端瘀滞的血栓;随后进行标准的 SWIM 取栓,远端血管再通后通过长鞘直接释放保护伞;最后后撤长鞘到狭窄近端进行造影,根据情况进行近端血管成形术<sup>[24-25]</sup>。

### 三、总结

随着介入材料的创新发展和技术的下沉,机械取栓数量出现井喷式增长,手术技术也百家争鸣。技术的命名基于材料的进步,甚至部分技术是服务于材料,因此理解技术产生的背景和优缺点对确定适宜本中心的标准化取栓方案及进一步推广普及尤为重要。根据自身条件分类制定栓塞、ICAS、串联等病因的标准技术流程,缩短年轻医生培养周期,减少患者不必要的耗材尝试和再通时间,最终更好地推动神经介入的发展,减轻缺血性脑血管病造成的医疗和社会负担。

### 参 考 文 献

- [1] 中华医学会神经病学分会,中华医学会神经病学分会脑血管病学组,中华医学会神经病学分会神经血管介入协作组.中国急性缺血性卒中早期血管内介入诊疗指南 2022[J].中华神经科杂志,2022,55(6):565-580.
- [2] 缪中荣,霍晓川.未来已来:急性缺血性卒中血管内治疗中国现状[J].中国卒中杂志,2021,16(11):1085-1090.
- [3] Bilgin C, Hutar J, Li J, et al. Catheter design primer for neurointerventionalists[J]. J Neurointerv Surg, 2022; jnis-2022-019567.
- [4] Wang Y, Zhao X, Liu L, et al. Prevalence and outcomes of symptomatic intracranial large artery stenoses and occlusions in China: the Chinese Intracranial Atherosclerosis (CICAS) Study[J]. Stroke, 2014, 45(3): 663-669.
- [5] Katz JM, Gobin YP. Merci Retriever in acute stroke treatment[J]. Expert Rev Med Devices, 2006, 3(3): 273-280.
- [6] Kidwell CS, Jahan R, Gombin J, et al. A trial of imaging selection and endovascular treatment for ischemic stroke[J]. N Engl J Med, 2013,

- 368(10):914-923.
- [7] 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(10):893-903.
- [8] Ciccone A, Valvassori L, Nichelatti M, et al. Endovascular treatment for acute ischemic stroke[J]. N Engl J Med, 2013, 368(10):904-913.
- [9] 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(9849):1241-1249.
- [10] 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(9849):1231-1240.
- [11] Ahmed SU, Chen X, Peeling L, et al. Stentriever: An engineering review[J]. Interv Neuroradiol, 2023, 29(2):125-133.
- [12] Munoz A, Jabre R, Orenday-Barraza JM, et al. A review of mechanical thrombectomy techniques for acute ischemic stroke[J]. Interv Neuroradiol, 2022; 15910199221084481.
- [13] Leung V, Sastry A, Srivastava S, et al. Mechanical thrombectomy in acute ischaemic stroke: a review of the different techniques[J]. Clin Radiol, 2018, 73(5):428-438.
- [14] Heit JJ, Wong JH, Mofatt AM, et al. Sofia intermediate catheter and the SNAKE technique: safety and efficacy of the Sofia catheter without guidewire or microcatheter construct[J]. J Neurointerv Surg, 2018, 10(4):401-406.
- [15] Alawieh A, Chatterjee AR, Vargas J, et al. Lessons Learned Over More than 500 Stroke Thrombectomies Using ADAPT With Increasing Aspiration Catheter Size[J]. Neurosurgery, 2020, 86(1):61-70.
- [16] Turk AS 3rd, Siddiqui A, Fifi JT, et al. Aspiration thrombectomy versus stent retriever thrombectomy as first-line approach for large vessel occlusion (COMPASS): a multicentre, randomised, open label, blinded outcome, non-inferiority trial[J]. Lancet, 2019, 393(10175):998-1008.
- [17] Massari F, Henninger N, Lozano JD, et al. ARTS (Aspiration-Retriever Technique for Stroke): Initial clinical experience[J]. Interv Neuroradiol, 2016, 22(3):325-332.
- [18] Pampana E, Fabiano S, De Rubeis G, et al. Switch Strategy from Direct Aspiration First Pass Technique to Solumbra Improves Technical Outcome in Endovascularly Treated Stroke[J]. Int J Environ Res Public Health, 2021, 18(5):2670.
- [19] Ospel JM, Volny O, Jayaraman M, et al. Optimizing fast first pass complete reperfusion in acute ischemic stroke-the BADDASS approach (Balloon guide with large bore Distal Access catheter with dual aspiration with Stent-retriever as Standard approach)[J]. Expert Rev Med Devices, 2019, 16(11):955-963.
- [20] Haussen DC, Al-Bayati AR, Eby B, et al. Blind exchange with mini-pinning technique for distal occlusion thrombectomy[J]. J Neurointerv Surg, 2020, 12(4):392-395.
- [21] Gurus E, Akpinar CK, Aytac E. ADVANCE: An effective and feasible technique in acute stroke treatment[J]. Interv Neuroradiol, 2017, 23(2):166-172.
- [22] Wu Y, Wang J, Sun R, et al. A Novel Endovascular Therapy Strategy for Acute Ischemic Stroke Due to Intracranial Atherosclerosis-Related Large Vessel Occlusion: Stent-Pass-Aspiration-resCuE-Microwire-Angioplasty (SPACEMAN) Technique[J]. Front Neurol, 2022, 13:798542.
- [23] Yi TY, Wu YM, Lin DL, et al. Application of Balloon Angioplasty with the distal protection of Stent Retriever (BASIS) technique for acute intracranial artery atherosclerosis-related occlusion[J]. Front Neurol, 2022, 13:1049543.
- [24] Yi TY, Chen WH, Wu YM, et al. Another Endovascular Therapy Strategy for Acute Tandem Occlusion: Protect-Expand-Aspiration-Revascularization-Stent (PEARS) Technique[J]. World Neurosurg, 2018, 113: e431-e438.
- [25] Nagy C, Héger J, Balogh G, et al. Endovascular Recanalization of Tandem Internal Carotid Occlusions Using the Balloon-assisted Tracking Technique[J]. Clin Neuroradiol, 2022, 32(2):375-384.

(收稿日期:2023-06-20)

(本文编辑:高婷)