

远端中型动脉闭塞性脑梗死机械取栓的研究进展

张立红 尹琳

大连医科大学附属第二医院神经内科, 大连 116023

通信作者: 尹琳, Email: 1436996064@qq.com

【摘要】 目前,远端中型动脉闭塞性脑梗死的发病率、致残致死率均较高,并且 1/2~2/3 的患者行单纯静脉溶栓不能获得良好的血管再通,同时动脉溶栓及机械取栓也尚缺乏高级别的推荐证据。不过,随着介入材料及技术的发展,机械取栓对于经过筛选的远端中型动脉闭塞性脑梗死患者或许会成为一种极具前景的治疗方式。本文现围绕近年来远端中型动脉闭塞性脑梗死机械取栓的研究进展进行综述,以期为临床上该病的治疗提供更多的参考借鉴。

【关键词】 远端中型动脉闭塞; 脑梗死; 机械取栓

DOI:10.3760/cma.j.cn115354-20230412-00229

Recent advance in mechanical thrombectomy for distal medium arterial occlusive cerebral infarction

Zhang Lihong, Yin Lin,

Department of Neurology, Second Hospital Affiliated to Dalian Medical University, Dalian 116023, China

Corresponding author: Yin Lin, Email: 1436996064@qq.com

【Abstract】 Distal medium arterial occlusive cerebral infarction has high incidence and high disability and mortality rates. At present, 1/2-2/3 patients cannot benefit from intravenous thrombolysis alone; no high-level recommendations for arterial thrombolysis or mechanical thrombectomy are noted either. However, with the development of interventional materials and technologies, mechanical thrombectomy may be an effective treatment for selected distal medium arterial occlusive cerebral infarction patients. This article reviews the recent research progress of mechanical thrombectomy in distal medium occlusive cerebral infarction in order to guide its treatment.

【Key words】 Distal medium arterial occlusion; Cerebral infarction; Mechanical thrombectomy

DOI:10.3760/cma.j.cn115354-20230412-00229

2014年MR CLEAN研究首次证实了血管内支架取栓对于急性大动脉闭塞性脑梗死患者的获益,2015年ESCAPE、EXTEND-IA、SWIFT PRIME、REVASCAT等随机对照试验进一步证实了机械取栓对急性颈内动脉及大脑中动脉M1段闭塞性脑梗死患者的获益,2015年美国心脏协会/美国卒中协会(American Heart Association/American Stroke Association, AHA/ASA)发布的《急性缺血性脑卒中早期管理指南》将机械取栓作为急性颈内动脉、大脑中动脉M1段闭塞性脑梗死的最高级别治疗推荐(I类推荐、A级证据)。但随着近二十年来机械取栓临床实践的不断深入,人们也发现了诸多具有挑战性、亟待解决的问题,例如针对椎-基底动脉闭塞性脑梗死、大核心梗死、远端中型动脉闭塞性脑梗死、轻型卒中中伴大动脉闭塞性脑梗死的机械取栓材料、设备及介入技术等^[1]。其中,远端中型动脉闭塞性脑梗死的发病率、致残致死率目前均较高,且1/2~2/3的患者行单纯静脉溶栓不能获得良好的血管再通,动脉溶栓及机械取栓也尚缺乏

高级别的推荐证据,同时对机械取栓较药物治疗的安全性、有效性差异也存在一定的争议。本文现围绕远端中型动脉闭塞性脑梗死机械取栓的近期研究进展进行综述,以期为临床上该病的治疗提供更多的参考借鉴。

一、远端中型动脉闭塞的定义

目前,不同的血管分型系统对远端中型动脉闭塞的定义存在差异,其尚无统一标准。主流的近端中型动脉闭塞定义为大脑中动脉M2/M3段、大脑前动脉A2/A3段和大脑后动脉P2/P3段的闭塞^[2]。其中,虽然目前多数临床病例研究把大脑中动脉M2段闭塞纳入在远端中型动脉闭塞的范畴内,但因大脑中动脉M2段闭塞特别是主要分支血管的闭塞可引起与大脑中动脉M1段闭塞相同的临床症状,故也有研究者将大脑中动脉M2段闭塞纳入轻型卒中中伴大动脉闭塞的范畴内^[3]。另外,也有个别文献报道远端中型动脉闭塞包括了大脑前动脉A2~A5段闭塞、大脑中动脉M2~M4段闭

塞、大脑后动脉P2~P4段闭塞、小脑后下动脉闭塞、小脑下前动脉闭塞、小脑上动脉闭塞等^[4-5]。值得一提的是,目前学界认为需要将血管解剖和临床神经功能缺损程度参数纳入到远端中型动脉闭塞的定义中,因为有些侧支循环良好患者即使为大动脉闭塞,其临床表现也可能十分轻微,而有些侧支循环不良的远端中型动脉闭塞性脑梗死患者也可能伴有严重症状。掌握好远端中型动脉闭塞的定义,对于该类患者机械取栓材料、设备的选择及介入技术(如抽吸取栓、支架取栓等)的应用具有指导价值。

二、远端中型动脉闭塞性脑梗死的流行病学及分型

目前,关于远端中型动脉闭塞性脑梗死的流行病学研究尚较少,只是估计其占有急性缺血性脑卒中的25%~40%,与轻型脑卒中伴大动脉闭塞性脑梗死的发病率相似^[3]。根据其潜在机制,可以分为原发性和继发性远端中型动脉闭塞性脑梗死,前者为常见发病类型,而后者主要继发于轻型脑卒中伴大动脉闭塞性脑梗死后血栓迁移或碎裂时,可以在静脉溶栓后或机械取栓期间自发性或医源性发生^[6-7]。继发性远端中型动脉闭塞按发生区域可以分为3种情况^[3]:(1)新区域闭塞,即闭塞区域在主要的原发闭塞血管区域之外;(2)远端区域闭塞,即闭塞区域在主要的原发闭塞血管区域的下游区域;(3)一种罕见的亚型是“并发远端中型动脉闭塞”,即与其他大动脉闭塞同时发生的远端中型动脉闭塞,它们可能是“栓子雨”的一部分,或者可能是由更近端的血栓碎片造成。认真区分继发性远端中型动脉闭塞的发生区域,有助于临床工作者根据患者的临床表现而判断出可以对哪些血管给予适当的治疗。

三、远端中型动脉闭塞性脑梗死的治疗

(一)静脉溶栓

阿替普酶静脉溶栓为国际公认的超早期脑梗死桥接治疗的基础。一项包括26项研究共2 063例患者的荟萃分析发现,静脉注射阿替普酶可使52%的大脑中动脉M2/M3段闭塞患者部分或完全血管再通,相比之下,大脑中动脉M1段闭塞的部分或完全血管再通率仅为35%,颈内动脉闭塞仅为13%,基底动脉闭塞也仅为13%^[8]。INTERSECT研究发现,若机械取栓前给予静脉内阿替普酶注射,大脑中动脉M3段闭塞的血管再通率为43%,大脑中动脉M2段闭塞的血管再通率为37%,而大脑中动脉M1段和颈内动脉闭塞的血管再通率分别为22%和11%^[9]。虽然静脉溶栓对远端中型动脉闭塞性脑梗死的血管再通率高于大动脉闭塞性脑梗死,但阿替普酶静脉溶栓仍无法使1/2~2/3的远端中型动脉闭塞性脑梗死患者获得血管再通^[4]。

众所周知,血栓成分是影响血管再通的主要因素。例如目前发现心源性血栓与动脉源性血栓因其形成的病理生理机制不同而致血栓成分不同。来自中国人群的一项研究认为左心耳血栓与内膜剥脱血栓的病理成分相似,红细胞数量最高,大动脉粥样硬化血栓的红细胞数量其次;心脏瓣膜病的血栓中纤维蛋白占比最高,心源性栓塞和未明原因的脑卒中的血栓中纤维蛋白占比其次^[10]。钙化血栓研究则认为其

主要来源为大动脉,常发生在大脑中动脉、颈内动脉等前循环系统中,基底动脉中发生较少^[11]。血栓成分影响着静脉溶栓效果。例如钙化血栓因可能与富含纤维蛋白有关,且形成时间长、质地硬,致其孔隙更小、更紧密,组织型纤溶酶原激活剂(tissue-type plasminogen activator, t-PA)浸润效果较差,静脉溶栓对其似乎效果欠佳;而富含红细胞的血栓结构松散,对t-PA的敏感性明显增加^[12-13]。另外,血栓外壳由致密的血栓成分构成,包括纤维蛋白、血管性血友病因子(von Willebrand factor, vWF)和聚集的血小板,而与血栓内核相比,外壳对t-PA介导的静脉溶栓敏感性低^[14]。有研究认为基于vWF和DNA的富含血小板的血栓以及致密纤维蛋白是静脉溶栓失败的主要原因^[15]。这是因为血栓孔隙度和压力驱动的渗透性是决定血栓中药物渗透速率的主要因素,相较于富含纤维蛋白的血栓,富含红细胞的血栓对于静脉溶栓更敏感,其原因是红细胞破坏了纤维蛋白网的完整性。在静脉溶栓过程中纤维蛋白溶解反应主要发生在双相纤维蛋白中,而纤维结构的渗透性是由孔隙率和纤维直径决定的,孔隙率越大,药物渗透性越好,即与粗纤维凝胶相比,细纤维凝胶压力驱动渗透的阻力更大。远端中型动脉闭塞性脑梗死的病因主要为原发性小的心源性血栓或继发于近端动脉栓塞的血栓。对于拟行静脉溶栓患者,鉴别其发病的病因分型非常重要,这可以提示血栓成分,预判静脉溶栓效果。在未来的静脉溶栓药物研发方面,从血栓成分角度而言,要针对影响静脉溶栓效果的关键因素研发靶点药物,使得静脉溶栓治疗更行之有效。

(二)动脉溶栓

《中国急性缺血性脑卒中诊治指南2018》曾推荐,对于发病6 h内的大脑中动脉供血区的急性缺血性脑卒中,当不适合静脉溶栓或静脉溶栓无效且无法实施机械取栓时,经严格筛选后患者可以予动脉溶栓(I类推荐,B级证据)^[16]。但因动脉溶栓效果缺乏最新的循证医学证据,《中国急性缺血性卒中早期血管内介入诊疗指南2022》中仅推荐在机械取栓后血管未良好再通情况下应用动脉溶栓作为补救措施^[17]。动脉溶栓是将静脉溶栓药物通过介入方式在血管闭塞局部进行应用,以达到减少药物用量、靶向溶解血栓、降低全身出血不良事件发生等目的。但作为机械取栓不完全成功后的补救治疗措施,动脉溶栓会在机械取栓的血管损伤基础上增加再灌注损伤,而提高出血转化发生风险。2013年发表的PROACT II研究及2014年对PROACT II、IMS I、IMS II研究进行的汇总分析显示:动脉溶栓治疗大脑中动脉M2段闭塞的血管再通率为43%~82%,患者90 d的良好临床预后率为41%~76%,即相比静脉溶栓,动脉溶栓的血管再通率更高,但90 d临床预后却并未明显改善^[18-19]。目前继PROACT II研究后,动脉溶栓治疗缺乏高级别的随机对照临床试验。CHOICE试验曾研究了动脉溶栓作为机械取栓的辅助手段价值,发现动脉内阿替普酶或安慰剂的应用效果并未显著优于安慰剂,且该研究受新冠疫情影响而提前终止,故其研究结果缺乏可靠性^[20]。不过,另外一项关于急性后循环动脉闭塞患者机械取栓后动脉注射替奈普酶和标准药物治疗的前瞻性、随机对照研究结果表明,在症状发作后24 h内出现急

性后循环动脉闭塞患者中,在机械取栓成功后,动脉内辅助替奈普酶应用的疗效及安全性优于标准药物治疗^[21]。但遗憾的是,目前尚无专门针对大脑中动脉 M2/M3 段、大脑前动脉 A2/A3 段或大脑后动脉 P2/P3 段等远端中型动脉闭塞性脑梗死患者的机械取栓后辅助动脉溶栓研究,上述研究结论对远端中型动脉闭塞性脑梗死的指导价值有待商榷。

(三)机械取栓

《2019 ASA/AHA 急性缺血性卒中患者早期管理指南》指出,针对大脑中动脉 M2/M3 段闭塞的患者,在发病 6 h 内进行可回收支架机械取栓(经股动脉穿刺)可能是合理的,推荐等级为 II b 级(弱推荐)、证据水平为 B-R(中等质量)^[22]。目前,对远端中型动脉闭塞性脑梗死机械取栓研究较多的病变部位为大脑中动脉 M2 段。一项针对机械取栓治疗大脑中动脉 M2 段优势干闭塞的安全性、有效性的 MR CLEAN 研究的亚组分析表明,与大脑中动脉 M1 段闭塞组患者相比,大脑中动脉 M2 段闭塞组患者的血管成功开通率、神经功能恢复情况无显著差异,手术并发症发生率及颅内出血发生情况亦无显著差异,但后者的手术时间更短,首次血管成功开通率更高^[23]。一项包含 15 项研究共 1 105 例孤立性大脑中动脉 M2 段闭塞患者的 Meta 分析显示,机械取栓后再灌注成功的患者占 75.4%,预后良好者占 58.3%,症状性颅内出血发生率为 5.1%,3 个月内死亡率为 12.2%,这表明机械取栓治疗大脑中动脉 M2 段闭塞具有良好的安全性^[24]。一项针对大脑后动脉 P2/P3 段闭塞的回顾性、多中心、病例对照研究提示,与静脉溶栓或非静脉溶栓药物治疗相比,机械取栓具有更高的临床安全性、技术可行性^[25]。总之,随着介入技术的进步及介入材料的发展,经过筛选的远端中型动脉闭塞性脑梗死患者应用机械取栓治疗可以取得良好的效果。不过,关于该类患者的机械取栓适应证、机械取栓前的影像学评估、取栓技术及设备应用、串联病变处理及颅内动脉粥样硬化性狭窄取栓急性期是否需支架植入、血栓成分与机械取栓效果的关联性以及机械取栓预后影响因素等方面均值得重点探讨。

1. 适应证:现阶段,大动脉闭塞性脑梗死机械取栓的适应证主要根据患者的临床表现、美国国立卫生研究院卒中量表(National Institute of Health stroke scale, NIHSS)评分、Alberta 卒中项目早期 CT(Alberta stroke program early CT, ASPECT)评分、发病时间等进行明确,有条件的医院还会根据 RAPID 软件分析 CT 灌注成像资料,同时是否行机械取栓也与临床医生的决策有关。但由于远端中型动脉闭塞性脑梗死的梗死灶体积小,可挽救的缺血半暗带相对小,故需要更加精确的评估方法。而 ASPECT 评分只适用于大脑中动脉病变的评价,目前临床上常用的灌注分析阈值也是基于大脑中动脉 M1 段病变设计的, $T_{max}>6$ s、脑血流量<30% 体积这些指标不太适用于远端中型动脉闭塞性脑梗死;另外,远端中型动脉闭塞性脑梗死患者的 NIHSS 评分相对于大动脉闭塞患者偏低,以及其发病时累及皮层情况较常见,易出现认知障碍等问题,以改良 Rankin 量表评估预后,可能出现预后良好率偏高(天花板效应),从而无法评估预后良好率的细微差别。因此,需要新的评测量表和影像筛查指标来适配远端中型动脉闭塞性脑梗死的临床研究要求。

一项在多中心开展的 STOP 卒中中研究曾根据颅内动脉闭塞产生的神经功能缺损程度反向验证闭塞动脉位置,发现大脑中动脉 M2 段闭塞脑梗死患者的初始平均 NIHSS 评分为 11.5 分,大脑前动脉 A1 段的为 8.5 分,大脑前动脉 A2 段的为 12.4 分,大脑后动脉 P1 段的为 16.3 分,大脑后动脉 P2 段的为 10.4 分^[26]。可见远端中型动脉闭塞性脑梗死如果累及运动功能区,NIHSS 评分并不低于大动脉闭塞性脑梗死,但是,部分大脑前动脉供血区域闭塞引起患者肢体单侧瘫痪的同时可能也会导致排尿障碍、认知障碍等症状,而这会误导临床医生开展机械取栓时发生选择偏倚。因此,针对远端中型动脉闭塞性脑梗死患者,以 NIHSS 评分高低来决定是否进行机械取栓,存在局限性。

目前,针对大动脉闭塞性脑梗死的筛查量表主要包括洛杉矶运动量表、快速动脉闭塞评分、辛辛那提卒中诊断评估工具、卒中现场评估及分类转运量表、院前急性卒中严重程度量表、凝视-面部-肢体-语言-时间评分量表、洛桑急性卒中登记分析、威斯康星州卒中网络量表,以及 NIHSS 简化版本 5、8 量表,院前急救简化版 NIHSS 量表,视力、失语、忽视评估量表,急救卒中评估量表、3 项内容卒中量表^[27]。但是,这些量表主要针对前循环大动脉闭塞性脑梗死患者而设计,对远端中型动脉闭塞性脑梗死患者的筛查作用则需要进一步研究,例如这些量表或许只是适用于具有明显躯体神经功能缺损的前循环的远端中型动脉闭塞性脑梗死患者。

相对于大动脉闭塞性脑梗死患者的脑部受累区域,远端中型动脉闭塞性脑梗死由于累及相对小的动脉,皮层受累更常见,其 ASPECT 评分相对更高,因为内囊、豆状核和尾状核等在远端中型动脉闭塞性脑梗死患者中不太可能受到影响,ASPECT 评分所涉及的皮层 6 个区域中也只有少数区域会受到远端中型动脉闭塞的影响,因此 ASPECT 评分的应用在远端中型动脉闭塞性脑梗死机械取栓的适应证明确中也受到限制。

研究发现,静脉溶栓后大动脉血栓碎裂移动到远端,可引起近端供血动脉分支闭塞症状或新的供血动脉支配区域出现症状,而在近端大动脉闭塞性脑梗死机械取栓过程中可以出现上述分支动脉闭塞或新流域的梗死,使得术后 6 个月功能预后降低及死亡率提高^[28]。近端闭塞动脉机械取栓继发远端动脉栓塞也是引起血管再通与良好预后不匹配的原因。对于这些远端中型动脉闭塞引起的急性脑梗死,如果症状重、致残及致死性高,静脉溶栓效果不好可选择血管内治疗。另外,关于远端中型动脉闭塞性脑梗死的治疗方式,国外也曾进行过一项横断面调查,神经科医师对采用机械取栓治疗原发性远端中型动脉闭塞性脑梗死患者具有不同偏好,其中支持机械取栓治疗的大部分为介入医师,而且不同地域的取栓技术方法有所不同^[28]。

2. 影像学评估:RAPID 软件分析 CT 灌注成像结果以评估缺血半暗带的准确性容易受患者因素、技术因素等影响,对后循环缺血的指导价值偏低。另外,由于 RAPID 软件分析的 CT 灌注成像是针对大脑中动脉 M1 段闭塞性脑梗死的缺血半暗带和梗死核心设计的阈值,其对远端中型动脉闭塞性脑梗死分析的准确性有待研究。富含红细胞的远端中型

动脉闭塞性血栓可产生高密度血管征象。有研究发现,在大脑中动脉 M2/M3 段闭塞中,这些高密度血管征象表现为侧裂三角中的圆形高密度影,即 CT 点征,而 CT 点征预测大脑中动脉 M2/M3 段血栓形成具有高度特异性(100%)和中度敏感性(38%),阳性预测值为 100%,阴性预测值为 68%,总体准确率为 73%^[29]。在头颅 MR 影像上,富含红细胞的远端中型动脉闭塞性血栓会产生易感血管体征,其在 SWI 上表现为血管内管状低强度信号;而少红细胞的远端中型动脉闭塞性血栓呈等信号,CT 平扫及 MRI 均无法观察到^[30-32]。CTA 和 MRA 可以高精度地检测大脑中动脉 M2 段、大脑前动脉 A1 段、大脑后动脉 P1 段和小脑近端动脉的闭塞,然而,对于更远端的分支闭塞,它们不太可靠,因为减小的动脉口径和分支解剖结构的变异性,会使得人们很难确定远端血管信号的丢失是由于闭塞所致还是解剖变异所致。小波变换血管成像 CTA 和 7T MRA 可清楚地显示远端中型动脉闭塞,但目前尚未在临床上广泛使用^[33-34]。多相 CTA 衍生组织图有助于检测远端中型动脉闭塞,CT 灌注成像有助于间接提示远端中型动脉闭塞的存在,例如与大脑前动脉、大脑中动脉、大脑后动脉或小脑远端分支动脉的典型区域相匹配的楔形区域低灌注强烈提示供血动脉闭塞^[35-37]。另外,由于大脑凸面的较短侧支通路,远端中型动脉可能比近端大动脉的血流延迟少,因此, $T_{max} > 6$ s 这个缺血半暗带阈值对于远端中型动脉闭塞性脑梗死与近端大动脉闭塞性脑梗死的意义可能有所不同,针对远端中型动脉相应调整 T_{max} 阈值可能更合理。目前有研究应用 CT 灌注成像的低灌注指数(hypoperfusion index, HI)以评估远端中型动脉闭塞性脑梗死患者 24 h 内的初始梗死核心进展速度,结果发现在这部分患者中,HI>0.5 的梗死核心进展速度为 0.30 mL/min,而 HI≤0.5 的梗死核心进展速度为 0.03 mL/min,可见因 HI 的不同,梗死核心体积进展速度可相差 10 倍^[37]。还有研究应用低灌注强度比(hypoperfusion intensity ratio, HIR)定量测量侧支循环,研究侧支循环是否与原发远端中型动脉闭塞性脑梗死成功血管再通后的梗死灶增大及临床预后相关,结果发现,HIR≥0.3 的患者梗死灶增大高于 HIR<0.3 的患者,HIR<0.3 是反应良好侧支循环的最佳阈值,患者良好再通后有预后良好的趋势^[38]。脑血管造影仍为检查远端中型动脉闭塞的金标准,但由于远端中型动脉闭塞时侧支血流减少区域的比例可能范围较小难以量化,且侧支血流通常流动得更快,使用美国介入和治疗性神经放射学会/美国介入放射学学会分级来表征侧支血流可能很困难,更加精细的脑梗死溶栓分级可能更适用于远端中型动脉闭塞性脑梗死患者。综上,适用于大动脉闭塞性脑梗死患者的机械取栓前影像学评估方法可能不适用于远端中型动脉闭塞性脑梗死患者,针对远端中型动脉闭塞的影像学评估需要进一步研究,例如是否考虑应用更加精准的定量检测方法来评估脑部动脉闭塞,尤其是远端中型动脉闭塞性脑梗死患者的侧支循环。

3. 技术及设备:相对于颅内大动脉,远端中型动脉更长、通路更曲折、动脉壁更薄、管径更小,这些因素可能会增加夹层、穿孔和血管痉挛的罹患风险,并且远端中型动脉闭塞较小的缺血半暗带体积也限制了潜在的再灌注获益。随着导

管技术的改进,足够小且可导航以应用于远端中型动脉闭塞的取栓设备已经迭代进步,这使得远端中型动脉闭塞性脑梗死患者行机械取栓更加便利。例如最初的适合大动脉闭塞性脑梗死的支架取栓器的径向直径为 6 mm、4 mm,而最近发布了更小的装置,包括径向直径 3 mm 的 Catch Mini、pReset LITE、Mindframe Capture LP、Trevor XP ProVue 及径向直径 2.5 mm 的 Tigertriever 13,以及使用可调节滑块让操作员控制径向开口量的设备^[39-43]。一项 Meta 分析提示, Tigertriever 13 与其他取栓装置具有相似的再灌注成功率和症状性颅内出血发生率^[44]。另外随着材料的更新,也衍生出各种取栓技术。针对远端中型动脉闭塞性脑梗死的取栓技术主要包括 ADAPT 技术、SOLUMBRA 技术和 SWIM 技术。目前针对大动脉闭塞机械取栓的一线技术为导管抽吸及支架取栓。一项关于大动脉与远端中型动脉闭塞脑梗死机械取栓治疗的多中心队列研究表明:导管抽吸及支架取栓技术同样适用于远端中型动脉闭塞性脑梗死,限制抽吸时间及取栓次数可获得更高的治疗安全性及有效性^[45]。血栓抽吸装置材料及技术的进步提高了远端中型动脉闭塞性脑梗死机械取栓的适用性,包括增加了灵活性、减少了血管损伤及更适应的抽吸力。针对不同的远端中型动脉闭塞性脑梗死可以应用不同的取栓技术,以最经济、最迅速的方法达到首次血管再通,如果血管再通失败可应用补救治疗措施。远端中型动脉闭塞性脑梗死的机械取栓技术方面主要采用小型支架取栓、导管抽吸及抽拉结合,也有将微导管抽吸、动脉溶栓作为补充治疗措施,以尽量做到首次血管再通。2019 年美国一个团队首次描述了盲交换微钳夹脑血管取栓技术应用用于远端中型动脉闭塞性脑梗死的机械取栓治疗^[46]。另外,目前针对远端中型动脉闭塞性脑梗死的导管抽吸与支架取栓孰优孰劣尚无定论。一项来自 44 个国家的 1 400 名脑卒中医师参与的国际性、横断面、匿名调查发现^[47]:关于远端中型动脉闭塞性脑梗死治疗得出 5 个方案:单独支架取栓,单独导管抽吸,支架取栓和导管抽吸相结合,动脉溶栓,不治疗。其中在治疗方式方面有着明显的地域差异,在美国和加拿大,43.3% 的医师选择接触抽吸,其是最常用的一线方法,而在欧洲,35.3% 的医师选择联合导管抽吸和支架取回器。另外,还有 61.5% 的医师认为现有的远端中型动脉闭塞性脑梗死的血管内治疗装置需要改进。国内目前可以对远端中型动脉闭塞性脑梗死进行机械取栓治疗的中心主要集中在具备经验丰富的神经介入医师的三级医院。目前国内神经介入材料生产公司研发出了部分适合远端中型动脉闭塞性脑梗死的取栓材料,但是很多医院因各种原因无法获得这些材料,加上取栓技术受限,无法开展远端中型动脉闭塞性脑梗死的机械取栓治疗。笔者认为远端中型动脉闭塞性脑梗死的机械取栓治疗,需要经验丰富的术者结合患者条件、闭塞位置、手术区域和适当工具的可用性,选择靶向血管特异性机械取栓治疗方案,以达到机械取栓治疗的安全性和有效性目标。

4. 串联病变:串联病变指同一血管近端存在狭窄或夹层等病变的基础上合并远端血管堵塞。狭义的串联病变定义包括颅外颈内动脉+颅内颈内动脉、大脑中动脉、大脑前动脉

病变,广义的定义还包括椎动脉+基底动脉病变。机械取栓病例中,串联病变患者占比约为15%~30%^[50]。造成串联病变的病因主要为动脉粥样硬化(89%)及夹层(11%)。近端动脉重度狭窄或闭塞可引起远端动脉栓塞或慢血流,其血栓通常比较松软,负荷量不大。常见的串联病变为近端大动脉粥样硬化狭窄,斑块或血栓脱落引起远端动脉栓塞,其中包括远端中型动脉闭塞。近端及远端中型动脉闭塞的治疗方案影响着患者预后。目前焦点问题为逆行开通还是逆行开通?急性期是否需要一期植入支架也为当前研究的热点且存在争议。最新一项多中心随机对照临床试验认为逆行开通较逆行开通获益更大,分析可能原因,前者有利于迅速恢复缺血组织的血流灌注,防止血栓逃逸及快速实施颈动脉支架植入^[48]。为防止近端血栓逃逸,也有研究者应用半逆行技术,于近端支架前应用保护伞以防止栓子逃逸,于远端行机械取栓治疗^[49]。在排除高灌注损伤及颅内动脉取栓出血的情况下,一期植入支架可能是安全的,而一期植入支架较未植入支架会具有更好的预后^[50]。但是否行球囊扩张或一期植入支架,目前无定论。笔者认为逆行开通/逆行开通哪种方案更好不是单纯地分析治疗方案优劣问题,更重要的是结合患者的实际情况综合分析,给予个性化治疗,实现闭塞动脉有效再通,以保证治疗的安全性和有效性。

5. 血栓成分:远端中型动脉闭塞性脑梗死血栓主要来源于大动脉粥样硬化或心源性栓塞,很少来源于动脉夹层,其成分与近端大动脉闭塞性脑梗死血栓成分相似。研究表明纤维蛋白含量丰富的血栓具有较高的摩擦特性,而由于这一特性,会导致取栓次数增加和血管再通时间延长,以及取栓支架更易受压迫^[51]。最新的机械取栓后血栓成分研究认为,若血栓中出现中性粒细胞来源的中性粒细胞陷阱,而因DNA和组蛋白可改变纤维蛋白结构,可使其对机械破坏血栓更具有抵抗性^[52]。随着时间的推移,闭塞部位血栓血管壁的稳定性和粘附力会增加,从而使血栓的清除变得更加困难。机械取栓移除血栓的力量受血栓与血管壁交互作用的影响,抽吸血栓的力量应大于作用于血栓近端的血流压力-血栓远端侧支逆行血流的压力即血流压力差以及血栓与血管壁粘连程度即粘滞力之和^[52]。富含纤维蛋白的血栓结构致密,取出难度大;富含红细胞的血栓容易取出,但更容易碎裂逃逸,造成继发性栓塞。继发性栓塞与血栓成分的关系尚存在争议。韩国首尔 Chung-Chung Ang 大学医院在接受动脉内血栓切除术的急性缺血性脑卒中患者中,对取出的包括大动脉粥样硬化、房颤心源性栓塞和心脏瓣膜病心源性栓塞的血栓进行了microRNA微阵列分析,使用qRT-PCR验证显示,在心源性栓塞血栓中,miR-378f、miR-450b-450p水平显著升高,而这两种microRNA与超声心动图的射血分数呈负相关关系;与神经系统稳定患者相比,早期神经系统恶化患者的血栓表现出较高水平的miR-1993-1995p和较低水平的miR-1996-1995p^[54]。因此,可以通过反映血栓来源器官的潜在病理状态来提供有关脑卒中机制的信息以及探索针对血栓的精准治疗。

6. 预后影响因素:在一项远端中型动脉闭塞性脑梗死的单中心系列研究中,对69例罹患大脑前动脉闭塞(43%)或大

脑中动脉M3段闭塞(54%)或大脑后动脉闭塞(10%)脑梗死患者进行了机械取栓,83%患者实现完全或接近完全再灌注[(改良脑梗死溶栓分级(mTICI)2b~3级],45%患者实现了完全再灌注(mTICI分级3级);在使用血栓抽吸术的患者中74%实现了完全或接近完全再灌注,使用支架取栓器中92%实现了完全或接近完全再灌注;90 d功能预后良好(改良Rankin量表评分<3分)者占32.2%,期间死亡率为20%^[56]。由此可见,该研究良好的血管再通率与90 d功能独立率不成正比,分析原因为机械取栓后脑实质出血增加了死亡率。目前远端中型动脉闭塞性脑梗死机械取栓的前瞻性、多中心、随机对照研究较少,机械取栓的预后影响因素尚存争议,但总体认为血管再通的速度和程度是影响预后的主要因素。一项最新的远端中型动脉闭塞性脑梗死机械取栓研究认为,年龄较大、穿刺至血管再通时间较长和基线梗死核心体积较大降低良好临床预后,而血管成功再通(mTICI分级为2c或3级)与更好的功能预后相关^[56]。一项远端中型动脉闭塞性脑梗死的多中心回顾性大样本研究认为,血管成功再通(mTICI分级≥2b级)是良好预后的独立预测因素,年龄小、桥接治疗和入院时低NIHSS评分也是良好预后的预测因素,导管抽吸和支架取栓技术对预后的影响无显著差异,同时,无论采用何种技术,手术时间≤1 h或取栓次数≤3次都是良好预后的独立预测因素,然而该研究对侧支循环对预后的影响尚无定论^[57]。总之,影响远端中型动脉闭塞性脑梗死患者机械取栓预后的因素可能包括患者因素、医生选择及技术等多方面。

四、总结

远端中型动脉闭塞性脑梗死的发病率并不低于大动脉闭塞性脑梗死,且患者致残致死率较高。受溶栓药物及血栓成分影响,单纯静脉溶栓无法使1/2~2/3的远端中型动脉闭塞性脑梗死患者实现血管成功再通。目前国际上及国内技术成熟的卒中中心在尝试应用支架取栓或导管抽吸技术再通闭塞的远端中型动脉,但因远端中型动脉闭塞性脑梗死患者的动脉解剖特点、脑梗死病理生理机制、影像及神经功能评估手段不完全等同于大动脉闭塞性脑梗死患者等因素的影响,造成机械取栓适应证的标准并不统一,大部分的介入医师只是凭本中心的治疗优势选择相应的治疗方案。机械取栓经验丰富的卒中中心医生会选择适合的患者开展支架或抽吸取栓治疗,但目前可选的取栓材料相对不足。由于远端中型动脉直径小、管壁薄、路径远、弯度大,针对大动脉的取栓材料不适用中型动脉,某些针对大动脉闭塞性脑梗死的取栓技术不适合远端中型动脉性脑梗死患者,故仍需要进一步研发适合远端中型动脉结构及力学的取栓材料及技术。目前针对远端中型动脉闭塞性脑梗死患者机械取栓的推荐等级不高,临床上仍需要进行多中心、前瞻性、随机对照研究,挖掘可从机械取栓中获益的患者,研究影响其预后的独立危险因素,从而为临床上远端中型动脉闭塞性脑梗死的标准药物治疗或机械取栓治疗的精准选择提供依据。

利益冲突 所有作者均声明不存在利益冲突

作者贡献声明 张立红:文章撰写;尹琳:文章选题及撰写指导

参 考 文 献

- [1] Fiehler J, Nawka MT, Meyer L. Persistent challenges in endovascular treatment decision-making for acute ischaemic stroke[J]. *Curr Opin Neurol*, 2022, 35(1): 18-23. DOI: 10.1097/WCO.0000000000001006.
- [2] Goyal M, Ospel JM, Menon BK, et al. MeVO: the next frontier[J]. *J Neurointerv Surg*, 2020, 12(6): 545-547. DOI: 10.1136/neurintsurg-2020-015807.
- [3] Ospel JM, Goyal M. A review of endovascular treatment for medium vessel occlusion stroke[J]. *J Neurointerv Surg*, 2021, 13(7): 623-630. DOI: 10.1136/neurintsurg-2021-017321.
- [4] Saver JL, Chapot R, Agid R, et al. Thrombectomy for distal, medium vessel occlusions: a consensus statement on present knowledge and promising directions[J]. *Stroke*, 2020, 51(9): 2872-2884. DOI: 10.1161/STROKEAHA.120.028956.
- [5] Amukotwa SA, Wu A, Zhou K, et al. Distal medium vessel occlusions can be accurately and rapidly detected using tmax maps [J]. *Stroke*, 2021, 52(10): 3308-3317. DOI: 10.1161/STROKEAHA.120.032941.
- [6] Goyal M, Kappelhof M, McDonough R, et al. Secondary medium vessel occlusions: when clots move north[J]. *Stroke*, 2021, 52(3): 1147-1153. DOI: 10.1161/STROKEAHA.120.032799.
- [7] Ospel JM, Cimflova P, Marko M, et al. Prevalence and outcomes of medium vessel occlusions with discrepant infarct patterns[J]. *Stroke*, 2020, 51(9): 2817-2824. DOI: 10.1161/STROKEAHA.120.030041.
- [8] Seners P, Turc G, Maier B, et al. Incidence and predictors of early recanalization after intravenous thrombolysis: a systematic review and Meta-analysis[J]. *Stroke*, 2016, 47(9): 2409-2412. DOI: 10.1161/STROKEAHA.116.014181.
- [9] Menon BK, Al-Ajlan FS, Najm M, et al. Association of clinical, imaging, and thrombus characteristics with recanalization of visible intracranial occlusion in patients with acute ischemic stroke[J]. *JAMA*, 2018, 320(10): 1017-1026. DOI: 10.1001/jama.2018.12498.
- [10] Liao Y, Guan M, Liang D, et al. Differences in pathological composition among large artery occlusion cerebral thrombi, valvular heart disease atrial thrombi and carotid endarterectomy plaques[J]. *Front Neurol*, 2020, 11: 811. DOI: 10.3389/fneur.2020.00811.
- [11] Maurer CJ, Dobrocky T, Joachimski F, et al. Endovascular thrombectomy of calcified emboli in acute ischemic stroke: a multicenter study[J]. *AJNR Am J Neuroradiol*, 2020, 41(3): 464-468. DOI: 10.3174/ajnr.A6412.
- [12] Bardon M, Hanson J, O'Brien B, et al. Calcified cerebral emboli: Incidence and implications[J]. *J Med Imaging Radiat Oncol*, 2018. DOI: 10.1111/1754-9485.12730.
- [13] Jolugbo P, Ariens R. Thrombus composition and efficacy of thrombolysis and thrombectomy in acute ischemic stroke[J]. *Stroke*, 2021, 52(3): 1131-1142. DOI: 10.1161/STROKEAHA.120.032810.
- [14] Staessens S, Denorme F, Francois O, et al. Structural analysis of ischemic stroke thrombi: histological indications for therapy resistance[J]. *Haematologica*, 2020, 105(2): 498-507. DOI: 10.3324/haematol.2019.219881.
- [15] Di Meglio L, Desilles JP, Ollivier V, et al. Acute ischemic stroke thrombi have an outer shell that impairs fibrinolysis[J]. *Neurology*, 2019, 93(18): e1686-e1698. DOI: 10.1212/WNL.0000000000008395.
- [16] 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. 中国急性缺血性脑卒中诊治指南 2018[J]. *中华神经科杂志*, 2018, 51(9): 666-682. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1006-7876.2018.09.004. Chinese Society of Neurology, Chinese Stroke Society. Chinese guidelines for diagnosis and treatment of acute ischemic stroke 2018[J]. *Chin J Neurol*, 2018, 51(9): 666-682. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1006-7876.2018.09.004.
- [17] 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. DOI: 10.3760/cma.j.cn113694-20220225-00137. Chinese Society of Neurology, Chinese Stroke Society, Neurovascular Intervention Group of Chinese Society of Neurology. Chinese guidelines for the endovascular treatment of acute ischemic stroke 2022[J]. *Chin J Neurol*, 2022, 55(6): 565-580. DOI: 10.3760/cma.j.cn113694-20220225-00137.
- [18] Rahme R, Abruzzo TA, Martin RH, et al. Is intra-arterial thrombolysis beneficial for M2 occlusions subgroup analysis of the PROACT-II trial[J]. *Stroke*, 2013, 44(1): 240-242. DOI: 10.1161/STROKEAHA.112.671495.
- [19] Rahme R, Yeatts SD, Abruzzo TA, et al. Early reperfusion and clinical outcomes in patients with M2 occlusion: pooled analysis of the PROACT II, IMS, and IMS II studies[J]. *J Neurosurg*, 2014, 121(6): 1354-1358. DOI: 10.3171/2014.7.JNS131430.
- [20] Renú A, Millán M, San Román L, et al. Effect of intra-arterial alteplase vs placebo following successful thrombectomy on functional outcomes in patients with large vessel occlusion acute ischemic stroke: the CHOICE randomized clinical trial[J]. *JAMA*, 2022, 327(9): 826-835. DOI: 10.1001/jama.2022.1645.
- [21] Tao C, Li R, Sun J, et al. Intra-arterial tenecteplase following endovascular therapy in patients with acute posterior circulation arterial occlusion: study protocol and rationale[J]. *J Neurointerv Surg*, 2023: jnis-2023-021076. DOI: 10.1136/jnis-2023-021076.
- [22] Powers WJ, Rabinstein AA, Ackerson T, et al. Guidelines for the early management of patients with acute ischemic stroke: 2019 update to the 2018 guidelines for the early management of acute ischemic stroke: a guideline for healthcare professionals from the American Heart Association/American Stroke Association[J]. *Stroke*, 2019, 50(12): e344-e418. DOI: 10.1161/STR.0000000000000211.
- [23] Compagne K, van der Sluijs PM, van den Wijngaard IR, et al. Endovascular treatment: the role of dominant caliber m2 segment occlusion in ischemic stroke[J]. *Stroke*, 2019, 50(2): 419-427. DOI: 10.1161/STROKEAHA.118.023117.
- [24] Findakly S, Maingard J, Phan K, et al. Endovascular clot retrieval for M2 segment middle cerebral artery occlusion: a systematic review and meta-analysis[J]. *Intern Med J*, 2020, 50(5): 530-541.



- DOI: 10.1111/imj.14333.
- [25] Meyer L, Stracke CP, Jungi N, et al. Thrombectomy for primary distal posterior cerebral artery occlusion stroke: the TOPMOST study[J]. *JAMA Neurol*, 2021, 78(4): 434-444. DOI: 10.1001/jamaneurol.2021.0001.
- [26] Smith WS, Lev MH, English JD, et al. Significance of large vessel intracranial occlusion causing acute ischemic stroke and TIA[J]. *Stroke*, 2009, 40(12): 3834-3840. DOI: 10.1161/STROKEAHA.109.561787.
- [27] Panichpisal K, Erpenbeck S, Vilar P, et al. Stroke network of wisconsin (SNOW) scale predicts large vessel occlusion stroke in the prehospital setting[J]. *J Patient Cent Res Rev*, 2022, 9(2): 108-116. DOI: 10.17294/2330-0698.1892.
- [28] Cimflova P, Kappelhof M, Singh N, et al. Factors influencing thrombectomy decision making for primary medium vessel occlusion stroke[J]. *J Neurointerv Surg*, 2022, 14(4): 350-355. DOI: 10.1136/neurintsurg-2021-017472.
- [29] Leary MC, Kidwell CS, Villablanca JP, et al. Validation of computed tomographic middle cerebral artery "dot" sign: an angiographic correlation study[J]. *Stroke*, 2003, 34(11): 2636-2640. DOI: 10.1161/01.STR.0000092123.00938.83.
- [30] Kaesmacher J, Boeckh-Behrens T, Simon S, et al. Risk of thrombus fragmentation during endovascular stroke treatment[J]. *AJNR Am J Neuroradiol*, 2017, 38(5): 991-998. DOI: 10.3174/ajnr.A5105.
- [31] Wong GJ, Yoo B, Liebeskind D, et al. Frequency, determinants, and outcomes of emboli to distal and new territories related to mechanical thrombectomy for acute ischemic stroke[J]. *Stroke*, 2021, 52(7): 2241-2249. DOI: 10.1161/STROKEAHA.120.033377.
- [32] Park MG, Oh SJ, Baik SK, et al. Susceptibility-weighted imaging for detection of thrombus in acute cardioembolic stroke[J]. *J Stroke*, 2016, 18(1): 73-79. DOI: 10.5853/jos.2015.01417.
- [33] Kunz WG, Sommer WH, Havla L, et al. Detection of single-phase CTA occult vessel occlusions in acute ischemic stroke using CT perfusion-based wavelet-transformed angiography[J]. *Eur Radiol*, 2017, 27(6): 2657-2664. DOI: 10.1007/s00330-016-4613-y.
- [34] Stamm AC, Wright CL, Knopp MV, et al. Phase contrast and time-of-flight magnetic resonance angiography of the intracerebral arteries at 1.5, 3 and 7 T[J]. *Magn Reson Imaging*, 2013, 31(4): 545-549. DOI: 10.1016/j.mri.2012.10.023.
- [35] McDonough RV, Qiu W, Ospel JM, et al. Multiphase CTA-derived tissue maps aid in detection of medium vessel occlusions[J]. *Neuroradiology*, 2022, 64(5): 887-896. DOI: 10.1007/s00234-021-02830-8.
- [36] Becks MJ, Manniesing R, Vister J, et al. Brain CT perfusion improves intracranial vessel occlusion detection on CT angiography[J]. *J Neuroradiol*, 2019, 46(2): 124-129. DOI: 10.1016/j.neurad.2018.03.003.
- [37] Nomani AZ, Kamtchum Tatuene J, Rempel JL, et al. Association of CT-based hypoperfusion index with ischemic core enlargement in patients with medium and large vessel stroke[J]. *Neurology*, 2021, 97(21): e2079-e2087. DOI: 10.1212/WNL.0000000000012855.
- [38] Guenego A, Farouki Y, Mine B, et al. Hypoperfusion intensity ratio predicts infarct growth after successful thrombectomy for distal medium vessel occlusion[J]. *Clin Neuroradiol*, 2022, 32(3): 849-856. DOI: 10.1007/s00062-022-01141-6.
- [39] Hofmeister J, Kulcsar Z, Bernava G, et al. The Catch Mini stent retriever for mechanical thrombectomy in distal intracranial occlusions[J]. *J Neuroradiol*, 2018, 45(5): 305-309. DOI: 10.1016/j.neurad.2018.01.051.
- [40] Dobrocky T, Bellwald S, Kurmann R, et al. Stent retriever thrombectomy with mindframe capture LP in isolated M2 occlusions[J]. *Clin Neuroradiol*, 2020, 30(1): 51-58. DOI: 10.1007/s00062-018-0739-4.
- [41] Kühn AL, Wakhloo AK, Lozano JD, et al. Two-year single-center experience with the 'Baby Trevo' stent retriever for mechanical thrombectomy in acute ischemic stroke[J]. *J Neurointerv Surg*, 2017, 9(6): 541-546. DOI: 10.1136/neurintsurg-2016-012454.
- [42] Kurre W, Aguilar-Pérez M, Martínez-Moreno R, et al. Stent retriever thrombectomy of small caliber intracranial vessels using preset lite: safety and efficacy[J]. *Clin Neuroradiol*, 2017, 27(3): 351-360. DOI: 10.1007/s00062-016-0497-0.
- [43] Kara B, Selcuk HH, Erbahceci Salik A, et al. Single-center experience with the tigerretriever device for the recanalization of large vessel occlusions in acute ischemic stroke[J]. *J Neurointerv Surg*, 2019, 11(5): 455-459. DOI: 10.1136/neurintsurg-2018-014196.
- [44] Adusumilli G, Kobeissi H, Ghozy S, et al. Comparing tigerretriever 13 to other thrombectomy devices for distal medium vessel occlusion: a systematic review and meta-analysis[J]. *Interv Neuroradiol*, 2023: 15910199231152510. DOI: 10.1177/15910199231152510.
- [45] Alawieh AM, Chalhoub RM, Al Kasab S, et al. Multicenter investigation of technical and clinical outcomes after thrombectomy for distal vessel occlusion by frontline technique [J]. *J Neurointerv Surg*, 2023, 15(e1): e93-e101. DOI: 10.1136/jnis-2022-019023.
- [46] 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. DOI: 10.1136/neurintsurg-2019-015205.
- [47] Kashani N, Cimflova P, Ospel JM, et al. Endovascular device choice and tools for recanalization of medium vessel occlusions: insights from the MeVO FRONTIERS international survey[J]. *Front Neurol*, 2021, 12: 735899. DOI: 10.3389/fneur.2021.735899.
- [48] Feil K, Herzberg M, Dorn F, et al. Tandem lesions in anterior circulation stroke: analysis of the german stroke registry-endovascular treatment[J]. *Stroke*, 2021, 52(4): 1265-1275. DOI: 10.1161/STROKEAHA.120.031797.
- [49] 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. DOI: 10.1016/j.wneu.2018.02.052.
- [50] Grossberg JA, Rebello LC, Haussen DC, et al. Beyond large vessel occlusion strokes: distal occlusion thrombectomy[J].



- Stroke, 2018, 49(7): 1662-1668. DOI: 10.1161/STROKEAHA.118.020567.
- [51] Duffy S, Farrell M, McArdle K, et al. Novel methodology to replicate clot analogs with diverse composition in acute ischemic stroke[J]. J Neurointerv Surg, 2017, 9(5): 486-491. DOI: 10.1136/neurintsurg-2016-012308.
- [52] Staessens S, François O, Brinjikji W, et al. Studying stroke thrombus composition after thrombectomy: what can we learn? [J]. Stroke, 2021, 52(11): 3718-3727. DOI: 10.1161/STROKEAHA.121.034289.
- [53] Nikoubashman O, Nikoubashman A, Büsen M, et al. Necessary catheter diameters for mechanical thrombectomy with ADAPT[J]. AJNR Am J Neuroradiol, 2017, 38(12): 2277-2281. DOI: 10.3174/ajnr.A5401.
- [54] Kim JM, Byun JS, Kim J, et al. Analysis of microRNA signatures in ischemic stroke thrombus[J]. J Neurointerv Surg, 2022, 14(5): DOI: 10.1136/neurintsurg-2021-017597.
- [55] Grossberg JA, Rebello LC, Haussen DC, et al. Beyond large vessel occlusion strokes: distal occlusion thrombectomy[J]. Stroke, 2018, 49(7): 1662-1668. DOI: 10.1161/STROKEAHA.118.020567.
- [56] Hulscher F, Farouki Y, Mine B, et al. Predictors of good clinical outcome after thrombectomy for distal medium vessel occlusions [J]. World Neurosurg, 2022, 160: e566-e572. DOI: 10.1016/j.wneu.2022.01.067.
- [57] Alawieh AM, Chalhoub RM, Al Kasab S, et al. Multicenter investigation of technical and clinical outcomes after thrombectomy for distal vessel occlusion by frontline technique [J]. J Neurointerv Surg, 2023, 15(e1): e93-e101. DOI: 10.1136/jnis-2022-019023.
- (收稿日期: 2023-04-12)
(本文编辑: 刘凯)

· 读者·作者·编者 ·

中华医学会系列杂志论文作者署名规范

为尊重作者的署名权,弘扬科学道德和学术诚信精神,中华医学会系列杂志论文作者署名应遵守以下规范。

一、作者署名

中华医学会系列杂志论文作者姓名在题名下按序排列,排序应在投稿前由全体作者共同讨论确定,投稿后不应再作改动,确需改动时必须出示单位证明以及所有作者亲笔签名的署名无异议书面证明。

作者应同时具备以下四项条件:(1)参与论文选题和设计,或参与资料分析与解释;(2)起草或修改论文中关键性理论或其他主要内容;(3)能按编辑部的修改意见进行核修,对学术问题进行解答,并最终同意论文发表;(4)除了负责本人的研究贡献外,同意对研究工作各方面的诚信问题负责。仅参与获得资金或收集资料者不能列为作者,仅对科研小组进行一般管理也不宜列为作者。

二、通信作者

每篇论文均需确定一位能对该论文全面负责的通信作者。通信作者应在投稿时确定,如在来稿中未特殊标明,则视第一作者为通信作者。集体署名的论文应对该文负责的关键人物列为通信作者。规范的多中心或多学科临床随机对照研究,如主要责任者确实超过一位的,可酌情增加通信作者。无论包含几位作者,均需标注通信作者,并注明其 Email 地址。

三、同等贡献作者

不建议著录同等贡献作者,需确定论文的主要责任者。

确需著录同等贡献作者时,可在脚注作者项后另起一行著录“前×位作者对本文有同等贡献”,英文为“×× and ×× contributed equally to the article”。英文摘要中如同等贡献者为第一作者且属不同单位,均需注册其单位,以*、#、Δ、※等顺序标注。

同一单位同一科室作者不宜著录同等贡献。作者申请著录同等贡献时需提供全部作者的贡献声明,期刊编辑委员会进行核查,必要时可将作者贡献声明刊登在论文结尾处。

四、致谢

对给予实质性帮助但不符合作者条件的单位或个人可在文后给予致谢,但必须征得致谢人的书面同意。被致谢者包括:(1)对研究提供资助的单位和个人、合作单位;(2)协助完成研究工作和提供便利条件的组织和个人;(3)协助诊断和提出重要建议的人;(4)给予转载和引用权的资料、图片、文献、研究思想和设想的所有者;(5)做出贡献又不能成为作者的人,如提供技术帮助和给予财力、物力支持的人,此时应阐明其支援的性质;(6)其他。不宜将应被致谢人放在作者的位置上,混淆作者和被致谢者的权利和义务。