



(扫描二维码查看原文)

• 新进展 •

接受机械取栓治疗的急性脑梗死患者血栓特征研究进展

杨洁¹, 区腾飞², 杨新光¹

【摘要】 急性脑梗死是威胁我国人民健康的重大疾病, 其致死率及致残率均较高, 造成了沉重的社会负担。及时开通导致梗死的责任血管以恢复脑灌注是治疗该病的关键。机械取栓技术的应用使得患者的血栓组织能够被获取并得到研究。本文介绍了近年来通过机械取栓术获取的血栓的相关研究发现, 以纤维蛋白为主的血栓是造成取栓困难的重要组织学原因, 影像学方法可以在术前评估血栓特征。这些发现提示临床工作者可以积极开发新型血栓取出装置用于处理难治性血栓, 并有必要探索精确便捷的血栓特征影像学评价方法, 从而提高机械取栓疗效。

【关键词】 脑梗死; 机械取栓; 血栓; 综述

【中图分类号】 R 743.33 **【文献标识码】** A DOI: 10.12114/j.issn.1008-5971.2022.00.007

杨洁, 区腾飞, 杨新光. 接受机械取栓治疗的急性脑梗死患者血栓特征研究进展 [J]. 实用心脑肺血管病杂志, 2022, 30 (1) : 132-136. [www.syxnf.net]

YANG J, OU T F, YANG X G. Research progress on characteristics of thrombus in patients with acute cerebral infarction treated by mechanical thrombectomy [J]. Practical Journal of Cardiac Cerebral Pneumal and Vascular Disease, 2022, 30 (1) : 132-136.

Research Progress on Characteristics of Thrombus in Patients with Acute Cerebral Infarction Treated by Mechanical Thrombectomy YANG Jie¹, OU Tengfei², YANG Xinguang¹

1. Department of Neurology, the Second Affiliated Hospital of Guangzhou Medical University, Guangzhou 510260, China

2. Department of Neurology, Foshan Second People's Hospital, Foshan 528000, China

Corresponding author: YANG Xinguang, E-mail: yangxinguang0926@163.com

【Abstract】 Acute cerebral infarction is a major disease threatening people's health in China. Its mortality and disability rate are high, resulting in a heavy social burden. Timely recanalizing the responsible vessels leading to infarction to restore cerebral perfusion is the key to the treatment of the disease. The application of mechanical thrombectomy technology enables the thrombus tissue of patients to be obtained and studied. This paper introduces the related studies of thrombus obtained by mechanical thrombectomy in recent years. It is found that thrombus dominated by fibrin is an important histological reason for the difficulty of thrombus removal, and imaging methods can evaluate the characteristics of thrombus before operation. These findings suggest that clinicians can actively develop new thrombus removal devices for the treatment of refractory thrombus, and it is necessary to explore accurate and convenient imaging evaluation methods for thrombus characteristics, so as to improve the curative effect of mechanical thrombectomy.

【Key words】 Brain infarction; Mechanical thrombectomy; Thrombus; Review

脑卒中是我国成年人第3位致死病因, 已成为威胁我国居民身体健康的重大疾病之一^[1]。《中国卒中报告2019(中文版)》^[1-3]显示, 在系统登记的301万例急性脑卒中患者中, 急性脑梗死(acute ischemic stroke, AIS)患者占82%。且仅在1年之内, 脑梗死所承担的医疗支出高达340亿元, 社会负担巨大^[3]。AIS的发生是动脉粥样硬化、心源性栓塞

及血管炎等原因引起脑供血动脉闭塞, 导致脑组织急性缺血缺氧坏死, 最终出现神经功能缺损。而神经功能的保持与供血动脉能否在有效时间内再通密切相关。目前全球通用的AIS治疗手段有静脉溶栓、动脉溶栓、机械取栓、血管成形术及联合治疗^[4]。

静脉溶栓是AIS血管再通的重要方式^[5], 其中重组人组织型纤溶酶原激活物(recombinant human tissue plasminogen activator, rt-PA)静脉溶栓因受时间窗限制, 存在溶栓禁忌证, 且闭塞大血管的再通率低^[6], 血管再通后短期内易发生再狭窄^[7], 治疗有效率较低。而2015年发表的“五大取栓研究”开启了急性前循环梗死治疗的机械取栓时代^[8], 机械取栓主要适用于前循环大血管闭塞所致AIS的治疗, 治疗时间窗较宽, 且可以提高闭塞大血管的再通率, 目前已经成为急性前

基金项目: 国家自然科学基金青年科学基金项目(81801304); 广东省自然科学基金项目(粤科规财字[2017]105号); 广州市卫生健康科技项目(2021A011081)

1.510260 广东省广州市, 广州医科大学附属第二医院神经内科

2.528000 广东省佛山市第二人民医院神经内科

通信作者: 杨新光, E-mail: yangxinguang0926@163.com

循环梗死早期血管再通的一线治疗方案^[4]。然而, 机械取栓的临床效果受多种因素影响, 包括患者特征、发病到取栓时间、取栓方式、血栓特征等, 其中血栓特征会影响病因判断及取栓方式选择, 对患者预后影响较大。基于此, 本文归纳了接受机械取栓治疗的 AIS 患者血栓特征的研究进展, 以期提高专科工作者对血栓特征的认识, 并探讨基于血栓特征提高机械取栓治疗效果的方法。

1 了解 AIS 患者血栓特征的重要意义

血管内手术的出现创造了通过机械手段清除血栓的机会, 同时提供了血栓材料以进行进一步研究。研究显示, 脑梗死患者的血栓具有高度异质性和不可预测性^[9]。AIS 的治疗需要更好地了解血栓特征, 包括明确脑卒中病因、选择手术方式及改善疾病预后^[10]。近期受到关注的血栓特征参数包括: 颜色和质地、大小 (长度 / 直径 / 体积) 以及形状或形态^[11]。此外, 血栓成像可能有助于明确血栓特征, 为治疗决策的选择提供信息并揭示脑卒中病因以指导二级预防, 具有一定临床意义。

至少有 3 个方面决定了研究血栓结构和组成的重要性^[12]。首先, 了解细胞和非细胞成分及其变异性有助于了解血栓形成的病理生理机制。其次, 比较血栓起源和血栓栓塞的形态学特性可为理解血栓破裂和栓塞的机制提供线索。第三, 血栓的结构和组成成分决定了机械取栓的阻力和抗溶性。因此, 了解血栓特征对溶栓、血栓切除术和其他血栓溶解措施的选择具有重要意义。

2 血栓成分与 AIS 病因的关系

已有研究发现, 脑动脉血栓以及其他部位的血栓均由纤维蛋白、血小板、红细胞和白细胞组成^[13-14]。尽管多种情况下血栓成分相同, 但其他方面却差异较大, 包括各成分的空间分布、细胞和非细胞结构的数量及比例。MARDER 等^[15]将血栓成分的多样性归因于血栓形成及生长部位的随机性以及血栓形成及生长部位混乱的血流和没有规律的剪切力。研究显示, 动脉粥样硬化患者血栓中的红细胞体积分数明显高于心源性栓塞患者血栓, 而心源性栓塞患者血栓与动脉粥样硬化患者血栓相比, 纤维蛋白含量更高^[12]。但仍有研究提出相反的结果, 即心源性栓塞患者的血栓中红细胞含量较高, 而纤维蛋白含量较低^[16]。因此, 目前仍未能确定红细胞、纤维蛋白成分与 AIS 病因之间的关联。部分研究开始转向其他细胞类型, 包括白细胞不同亚组在内的成分分析^[17]。CD₃⁺T 淋巴细胞已被证明是动脉粥样硬化病变的标志性细胞成分^[18]。DARGAZANLI 等^[18]通过机械取栓连续取出 54 个血栓, 发现来自动脉粥样硬化斑块的血栓中 T 淋巴细胞数量明显多于来自心源性栓塞的血栓, 也支持了动脉粥样硬化斑块中 T 淋巴细胞数量更多的结论。MUÑOZ 等^[19]利用蛋白质组学技术研究血栓, 结果发现了参与纤连蛋白与 14-3-3 蛋白质、转化生长因子 β (transforming growth factor- β , TGF- β) 信号传导和 TCP 复合网络相互作用的蛋白质簇。这些尝试为探索潜在的 AIS 新型生物标志物做了铺垫。

简言之, 目前尚不完全清楚血栓成分与 AIS 病因的关系, 仅通过传统的组织学方法得到的分析结果还无法明确 AIS 的

确切病因, 而在该领域引入更多的新型研究手段, 如蛋白质组学技术结合临床实践, 可能是下一阶段研究的方向。

3 血栓的影像学研究进展

3.1 血栓组织成分的影像学研究进展 传统成像技术 (即非对比增强 CT 和 MRI) 在评估血栓成分方面相当准确。研究提示, CT 上的大脑中动脉高密度影 (hyperdense middle cerebral artery sign, HMCAS) 提示血栓富含红细胞^[20]。体外研究表明, 双能 CT 在区分富含红细胞和富含纤维蛋白的血栓方面可能有一定作用^[21]。在 MR 成像方面, T2* 成像上的低信号血栓已被证明具有更高的红细胞含量, 因为富含红细胞的血栓中铁密度的增加产生了晕染伪影^[20]; 而若 T2* 成像上没有 HMCAS 或晕染伪影, 则提示该血栓富含纤维蛋白^[22]。

基于影像学的血栓成分的评估已开始用于取栓策略的选择。FROEHLER 等^[23]研究机械取栓操作中的首次设备选择与疗效的关系, 结果显示, 与使用接触抽吸装置相比, 具有 HMCAS 的患者对支架取栓器的反应可能更好。另有研究显示, 对于无 HMCAS 的患者, 支架取栓作为一线治疗时其获益最大^[24]。由于目前研究结果尚不统一, 无法单纯根据 HMCAS 选择临床取栓策略, 未来可以通过纳入更大的样本量或寻求新的影像学方法来进一步验证 HMCAS 的价值。

3.2 血栓物理特征的影像学研究进展 既往用于诊断脑梗死核心区和可挽救区域的成像方法往往针对脑组织和动脉结构, 但血栓本身才是血管再通的治疗靶点。因此, 对血栓特征进行影像学评估非常关键。血栓成像作为间接的血栓评估手段, 对于预测静脉推注 rt-PA 或血管内治疗的效果至关重要^[25]。采用非增强 CT 扫描评估血栓时, 建议使用薄层 CT (< 2.5 mm), 因为薄层 CT 在识别高密度血栓方面具有更高的灵敏度和特异度, 并且可更准确地测量血栓长度^[26]。CT 血管成像 (CT angiography, CTA) 通过识别血栓近端和远端之间的对比间隙来评估血栓长度, 从而有助于选择手术装置, 尤其是支架 - 栓子取出器的装置类型和长度^[25]。CTA 也可用于进行血栓负荷评分, 这是测量血栓范围的半定量方法^[27]。延迟期 CTA 在评估血栓负荷和血栓长度方面有特定优势, 因为造影剂需要一定时间才能到达血栓的远端。此外, MR 影像中的磁敏感加权成像是血栓成像的主要手段, 但磁敏感加权成像中出现白化伪影会导致高估血栓长度, 这个问题可以通过使用增强 MRA 来避免, 且增强 MRA 的最大强度投影 (maximum intensity projection, MIP) 的三维厚板重建法被证明是评估血栓长度的有效工具^[28]。

然而, 上述关于血栓的影像学评价方法各有局限性, 包括: (1) CT 上的血栓测量需要重建薄层切片 (至少 < 2.5 mm), 对操作者及软件要求较高; (2) CTA 测量血栓长度及血栓负荷时会受侧支循环的影响, 可能会过度评估; (3) MR 及 MRA 上的血栓评价则明显延长了急诊患者术前的评估时间, 不利于临床操作。

综上, 目前的血栓影像学评价方法各有优劣, 有必要探索更便捷及精确的标准化血栓影像学评价方法, 特别是基于 CT 的评估方法, 使取栓操作医生能够迅速明确血栓位置、长度、体积和密度, 从而选择最优取栓方案, 提高治疗效果。

4 血栓成分与机械取栓

4.1 血栓成分与机械取栓效果的关系 血栓成分是决定其对机械取栓方法敏感性的关键因素。血栓的精确组成在很大程度上取决于其来源和病因。如前所述, 血栓通常由纤维蛋白和红细胞以及少量白细胞组成^[29]。研究表明, 富含红细胞血栓的血管再通率较高, 可能是由于此类血栓硬度低, 使得其与装置的相互作用增加, 同时血栓与血管壁的摩擦减少, 因此更容易被取出^[17]。而血栓的机械稳定性, 即韧性、弹性和刚度, 在很大程度上取决于纤维蛋白^[30]。富含纤维蛋白的血栓比富含红细胞的血栓具有更高的摩擦系数^[31], 因而其取出的难度较大。另外, 血栓中白细胞含量也被证明与血栓取出的难易程度和手术时间有关, 血栓中白细胞含量升高可能会导致前循环梗死患者血管的再通困难和较差的临床结果^[32]。血栓中白细胞含量和迁移程度是血栓成熟度的替代标志, 即在更成熟的血栓中, 白细胞有更多的时间从血液中迁移至血栓中, 这与血栓的机化程度增加有关, 其可使血栓弹性增加且难以取出^[29]。另外, 血栓的边缘部分出现内皮化改变提示血栓的早期机化和成熟^[33]。而血栓出现内皮化改变与更难去除的成熟血栓有关。此外, 含有其他成分的血栓, 如钙化斑块, 可能更难取出, 甚至导致患者发生围术期不良事件^[34]。

综上, 血栓成分复杂且异质性大, 会影响机械取栓效果, 确实有必要开发更多基于不同血栓成分的取栓装置或方式进行针对性治疗。

4.2 血栓成分与机械取栓策略选择 由于血栓成分直接影响机械取栓操作的难易程度, 其既可用于检测新型取栓装置的效果^[35], 又有助于医生选择血管再通策略^[22], 因此逐渐受到关注。体外研究显示, 红色血栓(红细胞为主要成分)可以通过单独的抽吸操作被取出, 需要的操作次数较少, 造成的远端栓塞也较少; 而白色血栓(纤维蛋白为主要成分)会阻塞抽吸导管的尖端, 需采用支架回收器和球囊引导导管取出; 可见取出不同成分的血栓需要采用不同的操作方式^[36]。一项单中心前瞻性登记研究也提示, 对于以纤维蛋白为主要成分的血栓, 选择支架回收器作为一线设备实现血管完全再通的可能性更高^[24]。还有研究对接受桥接溶栓的患者(桥接治疗组)和接受直接取栓的患者(直接取栓组)的血栓标本进行了对比, 结果显示, 桥接治疗组血栓较小且纤维蛋白和血小板含量较少; 然而该研究并未发现两组间的一线取栓策略(直接抽吸取栓与使用支架回收装置取栓)的疗效有差异^[37]。

综上, 目前关于血栓成分与机械取栓策略选择的探索还比较有限, 并没有令人信服的证据支持如何根据血栓成分选择最优的取栓策略。但以纤维蛋白为主要成分的血栓更难取出是一个较为普遍的看法, 因此有必要探索基于该成分的首选机械取栓方式。

5 小结与展望

综上, 对 AIS 患者血栓特征的研究表明, 血栓的组织学特征对血栓来源的判断及取栓操作的成功率有一定影响。除了普遍使用的组织学方法之外, 还可以使用包括蛋白质组学在内的新型分析方法对血栓成分进行深入研究。关于血栓特征对治疗效果的影响, 由于以纤维蛋白为主要成分的血栓取

出难度高, 所以应该积极开发具有针对性的新型取栓装置来提高此类血栓的血管再通率。另外, 探索精确而便捷的影像学方法来识别不同性质的血栓, 以指导取栓操作者优化血栓取出策略, 从而提升 AIS 的治疗效果, 也是未来血栓研究的重要方向。

作者贡献: 杨新光进行文章的构思与设计, 质量控制及审校, 并对文章整体负责、监督管理; 杨洁、区腾飞进行文献/资料收集、整理; 杨洁撰写与修订论文。

本文无利益冲突。

参考文献

- [1] 王拥军, 李子孝, 谷鸿秋, 等. 中国卒中报告 2019(中文版) (1) [J]. 中国卒中杂志, 2020, 15 (10) : 1037-1043. DOI: 10.3969/j.issn.1673-5765.2020.10.001. WANG Y J, LI Z X, GU H Q, et al. China stroke statistics 2019 (1) [J]. Chinese Journal of Stroke, 2020, 15 (10) : 1037-1043. DOI: 10.3969/j.issn.1673-5765.2020.10.001.
- [2] 王拥军, 李子孝, 谷鸿秋, 等. 中国卒中报告 2019(中文版) (2) [J]. 中国卒中杂志, 2020, 15 (11) : 1145-1155. DOI: 10.3969/j.issn.1673-5765.2020.11.001. WANG Y J, LI Z X, GU H Q, et al. China stroke statistics 2019 (2) [J]. Chinese Journal of Stroke, 2020, 15 (11) : 1145-1155. DOI: 10.3969/j.issn.1673-5765.2020.11.001.
- [3] 王拥军, 李子孝, 谷鸿秋, 等. 中国卒中报告 2019(中文版) (3) [J]. 中国卒中杂志, 2020, 15 (12) : 1251-1263. DOI: 10.3969/j.issn.1673-5765.2020.12.001. WANG Y J, LI Z X, GU H Q, et al. China stroke statistics 2019 (3) [J]. Chinese Journal of Stroke, 2020, 15 (12) : 1251-1263. DOI: 10.3969/j.issn.1673-5765.2020.12.001.
- [4] 万敏, 宋西方, 贾伟华. 急性脑梗死的血管再通研究进展 [J]. 卒中与神经疾病, 2021, 28 (1) : 110-113. DOI: 10.3969/j.issn.1007-0478.2021.01.025.
- [5] 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.
- [6] BHATIA R, HILL M D, SHOBHA N, et al. Low rates of acute recanalization with intravenous recombinant tissue plasminogen activator in ischemic stroke: real-world experience and a call for action [J]. Stroke, 2010, 41 (10) : 2254-2258. DOI: 10.1161/strokeaha.110.592535.
- [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 (13) : 1317-1329. DOI: 10.1056/nejmoa0804656.
- [8] GOYAL M, MENON B K, VAN ZWAM W H, et al. Endovascular thrombectomy after large-vessel ischaemic stroke: a meta-analysis of individual patient data from five randomised trials [J]. Lancet, 2016, 387 (10029) : 1723-1731. DOI: 10.1016/S0140-6736(16)00163-X.

- [9] BROUWER P A, BRINJIKJI W, DE MEYER S F. Clot pathophysiology: why is it clinically important? [J]. *Neuroimaging Clin N Am*, 2018, 28 (4) : 611–623. DOI: 10.1016/j.nic.2018.06.005.
- [10] USUI G, HASHIMOTO H, SUGIURA Y, et al. Aortogenic embolic stroke diagnosed by a pathological examination of endovascularly removed thrombus: an autopsy report [J]. *Intern Med*, 2019, 58 (19) : 2851–2855. DOI: 10.2169/internalmedicine.2857–19.
- [11] DE MEYER S F, ANDERSSON T, BAXTER B, et al. Analyses of thrombi in acute ischemic stroke: a consensus statement on current knowledge and future directions [J]. *Int J Stroke*, 2017, 12 (6) : 606–614. DOI: 10.1177/1747493017709671.
- [12] WEISEL J W, LITVINOV R I. Visualizing thrombosis to improve thrombus resolution [J]. *Res Pract Thromb Haemost*, 2021, 5 (1) : 38–50. DOI: 10.1002/rth2.12469.
- [13] DI MEGLIO L, DESILLES J P, OLLIVIER V, et al. Acute ischemic stroke thrombi have an outer shell that impairs fibrinolysis [J]. *Neurology*, 2019, 93 (18) : e1686–1698. DOI: 10.1212/WNL.00000000000008395.
- [14] MAEGERLEIN C, FRIEDRICH B, BERNDT M, et al. Impact of histological thrombus composition on preinterventional thrombus migration in patients with acute occlusions of the middle cerebral artery [J]. *Interv Neuroradiol*, 2018, 24 (1) : 70–75. DOI: 10.1177/1591019917733733.
- [15] MARDER V J, CHUTE D J, STARKMAN S, et al. Analysis of thrombi retrieved from cerebral arteries of patients with acute ischemic stroke [J]. *Stroke*, 2006, 37 (8) : 2086–2093. DOI: 10.1161/01.str.0000230307.03438.94.
- [16] KIM S K, YOON W, KIM T S, et al. Histologic analysis of retrieved clots in acute ischemic stroke: correlation with stroke etiology and gradient-echo MRI [J]. *AJNR Am J Neuroradiol*, 2015, 36 (9) : 1756–1762. DOI: 10.3174/ajnr.A4402.
- [17] BRINJIKJI W, DUFFY S, BURROWS A, et al. Correlation of imaging and histopathology of thrombi in acute ischemic stroke with etiology and outcome: a systematic review [J]. *J Neurointerv Surg*, 2017, 9 (6) : 529–534. DOI: 10.1136/neurintsurg–2016–012391.
- [18] DARGAZANLI C, RIGAU V, EKER O, et al. High CD₃⁺ cells in intracranial thrombi represent a biomarker of atherothrombotic stroke [J]. *PLoS One*, 2016, 11 (5) : e0154945. DOI: 10.1371/journal.pone.0154945.
- [19] MUÑOZ R, SANTAMARÍA E, RUBIO I, et al. Mass spectrometry-based proteomic profiling of thrombotic material obtained by endovascular thrombectomy in patients with ischemic stroke [J]. *Int J Mol Sci*, 2018, 19 (2) : E498. DOI: 10.3390/ijms19020498.
- [20] LIEBESKIND D S, SANOSSIAN N, YONG W H, et al. CT and MRI early vessel signs reflect clot composition in acute stroke [J]. *Stroke*, 2011, 42 (5) : 1237–1243. DOI: 10.1161/STROKEAHA.110.605576.
- [21] BRINJIKJI W, MICHALAK G, KADIRVEL R, et al. Utility of single-energy and dual-energy computed tomography in clot characterization: an in-vitro study [J]. *Interv Neuroradiol*, 2017, 23 (3) : 279–284. DOI: 10.1177/1591019917694479.
- [22] JOLUGBO P, ARIËNS R A S. 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.
- [23] FROEHLER M T, TATESHIMA S, DUCKWILER G, et al. The hyperdense vessel sign on CT predicts successful recanalization with the Merci device in acute ischemic stroke [J]. *J Neurointerv Surg*, 2013, 5 (4) : 289–293. DOI: 10.1136/neurintsurg–2012–010313.
- [24] HERNÁNDEZ–FERNÁNDEZ F, RAMOS–ARAUQUE M E, BARBELLA–APONTE R, et al. Fibrin–platelet clots in acute ischemic stroke. Predictors and clinical significance in a mechanical thrombectomy series [J]. *Front Neurol*, 2021, 12: 631343. DOI: 10.3389/fneur.2021.631343.
- [25] HEO J H, KIM K, YOO J, et al. Computed tomography-based thrombus imaging for the prediction of recanalization after reperfusion therapy in stroke [J]. *J Stroke*, 2017, 19 (1) : 40–49. DOI: 10.5853/jos.2016.01522.
- [26] RIEDEL C H, ZOUBIE, ULMER S, et al. Thin-slice reconstructions of nonenhanced CT images allow for detection of thrombus in acute stroke [J]. *Stroke*, 2012, 43 (9) : 2319–2323. DOI: 10.1161/STROKEAHA.112.649921.
- [27] KASCHKA I N, KLOSKA S P, STRUFFERT T, et al. Clot burden and collaterals in anterior circulation stroke: differences between single-phase CTA and multi-phase 4D-CTA [J]. *Clin Neuroradiol*, 2016, 26 (3) : 309–315. DOI: 10.1007/s00062–014–0359–6.
- [28] GANESHAN R, NAVAR A H, SCHEITZ J F, et al. Assessment of thrombus length in acute ischemic stroke by post-contrast magnetic resonance angiography [J]. *J NeuroInterv Surg*, 2018, 10 (8) : 756–760. DOI: 10.1136/neurintsurg–2017–013454.
- [29] YEO L L L, BHOGAL P, GOPINATHAN A, et al. Why does mechanical thrombectomy in large vessel occlusion sometimes fail? : a review of the literature [J]. *Clin Neuroradiol*, 2019, 29 (3) : 401–414. DOI: 10.1007/s00062–019–00777–1.
- [30] TUTWILER V, SINGH J, LITVINOV R I, et al. Rupture of blood clots: mechanics and pathophysiology [J]. *Sci Adv*, 2020, 6 (35): eabc0496. DOI: 10.1126/sciadv.abc0496.
- [31] GUNNING G M, MCARDLE K, MIRZA M, et al. Clot friction variation with fibrin content; implications for resistance to thrombectomy [J]. *J Neurointerv Surg*, 2018, 10 (1) : 34–38. DOI: 10.1136/neurintsurg–2016–012721.
- [32] BOECKH–BEHRENS T, SCHUBERT M, FÖRSCHLER A, et al. The impact of histological clot composition in embolic stroke [J]. *Clin*

- Neuroradiol, 2016, 26 (2) : 189–197.DOI: 10.1007/s00062-014-0347-x.
- [33] ALMEKHLAFI M A, HU W Y, HILL M D, et al. Calcification and endothelialization of thrombi in acute stroke [J]. Ann Neurol, 2008, 64 (3) : 344–348.DOI: 10.1002/ana.21404.
- [34] DOBROCKY T, PIECHOWIAK E, CIANFONI A, et al. Thrombectomy of calcified emboli in stroke. Does histology of thrombi influence the effectiveness of thrombectomy? [J]. J Neurointerv Surg, 2018, 10 (4) : 345–350.DOI: 10.1136/neurintsurg-2017-013226.
- [35] YUKI I, KAN I, VINTERS H V, et al. The impact of thromboemboli histology on the performance of a mechanical thrombectomy device [J]. AJNR Am J Neuroradiol, 2012, 33 (4) : 643–648.DOI: 10.3174/ajnr.A2842.
- [36] MADJIDYAR J, PINEDA VIDAL L, LARSEN N, et al. Influence of Thrombus composition on thrombectomy: ADAPT vs. balloon guide catheter and stent retriever in a flow model [J]. Rofo, 2020, 192 (3) : 257–263.DOI: 10.1055/a-0998-4246.
- [37] ROSSI R, MOLINA S, MEREUTA O M, et al. Does prior administration of rtPA influence acute ischemic stroke clot composition? Findings from the analysis of clots retrieved with mechanical thrombectomy from the RESTORE registry [J]. J Neurol, 2021, 1–8.DOI: 10.1007/s00415-021-10758-5.

(收稿日期: 2021-08-24; 修回日期: 2021-11-29)

(本文编辑: 崔丽红)

• 指南 • 共识 • 标准 •

《急性主动脉夹层合并冠心病的诊断与治疗策略 中国专家共识(2021)》节选

急性主动脉夹层 (AAD) 合并冠心病患者的诊断与治疗仍面临诸多挑战, 需要在较短时间内对患者进行风险评估并制定正确的急救策略。本共识联合多个相关学科的临床专家, 结合相关文献以及临床经验, 对 AAD 合并冠心病患者的诊断、治疗以及随访等多个方面进行总结, 目的在于提高临床医生对这种临床情况的认识, 避免因漏诊、误诊带来的严重不良后果。

1 AAD 合并冠心病患者诊断与鉴别诊断的推荐建议

首诊医师接诊急性胸痛患者时, 在病史采集时需详细了解患者胸痛发作时的特点, 常规进行心电图检查。对于有心电图改变的患者, 需结合病史怀疑是 AAD 合并冠状动脉低灌注, 还是既往冠心病患者发生了 AAD。

疑诊 AAD 合并冠心病患者首选多排螺旋 CT (MSCT) 血管造影检查, 如有可能优先选择胸痛三联 CT 血管造影检查, 一次扫描同时明确主动脉、冠状动脉以及肺动脉血管是否存在病变。需要特别指出的是 AAD 合并急性冠脉综合征 (ACS) 患者的病情进展较快, 在进行辅助检查时, 应该使用带除颤功能的监护仪进行持续心电监测。

AAD 患者出现心肌损伤标志物升高, 提示 AAD 累及了冠状动脉或 AAD 导致患者已经存在的冠心病病情发生了恶化。

发病 24 h 内, 如果患者 D- 二聚体水平 $< 500 \mu\text{g/L}$, 或可溶性 ST2 (sST2) 水平 $< 34.6 \mu\text{g/L}$, 则提示急性胸痛患者为 AAD 的可能性不高, 需要寻找导致胸痛的其他原因, 如 ACS 或急性肺栓塞。

多普勒超声成像 (DUS) 在评估近端主动脉及其附属结构上具有较为明显的优势, 超声发现的 AAD 和 / 或冠心病的特征性影像学改变不仅具有诊断价值, 而且对预后有预测意义。

对急性胸痛患者的鉴别可借鉴 AAD 危险积分系统, 选择相应的辅助检查, 进一步明确是否为 AAD 合并 ACS。

2 总体治疗策略建议

对于 AAD 合并慢性冠脉综合征 (CCS) 患者, 首先采取升主动脉置换处理 Stanford A 型夹层 (TAAD) 或采取血管内主动脉修复术 (EVAR) 处理 Stanford B 型夹层 (TBAD) 是合适的, 可同期或择期处理冠状动脉病变 [冠状动脉旁路移植术 (CABG) 或经皮冠状动脉介入治疗 (PCI)]。

对于 AAD 合并 ACS 患者, 应该根据风险评估结果采取不同的治疗策略, 合并 ST 段抬高型心肌梗死 (STEMI) 或极高危 ACS 患者同时处理主动脉与冠状动脉病变是合适的。合并非极高危 ACS 患者倾向于采取同时处理或先处理好主动脉疾病、择期再处理冠状动脉病变的策略。

AAD 合并 STEMI 患者不适合溶栓治疗。

AAD 合并 ACS 患者不适合置入循环辅助装置主动脉内球囊反搏。

(来源: https://mp.weixin.qq.com/s?src=11×tamp=1640230220&ver=3513&signature=9Kmlyz7N-RWslMKo9iww-03L0nZBkQaAz8FrI6sdByGIxoiOLDWt6Fe1qSoPpM8oJmX0mH8Egw0rJaSPooG2gK8XaF3qB1b*r8ZOOgoRJ-hQuyBqhBdBSQy012WLtBF9&new=1)