

# NLR及血小板标志物在急性脑梗死血管内治疗研究进展

冯一麟<sup>1</sup>, 满荣勇<sup>1,2\*</sup>

<sup>1</sup>南华大学怀化临床学院神经内科, 湖南 衡阳

<sup>2</sup>湖南医药学院总医院神经内科, 湖南 怀化

收稿日期: 2024年3月19日; 录用日期: 2024年4月13日; 发布日期: 2024年4月23日

## 摘要

静脉溶栓作为急性脑梗死的首选治疗方式, 因受治疗时间窗及溶栓不彻底等影响因素限制, 导致部分患者预后不佳, 故而血管内治疗或成为静脉溶栓的一种可行的补充或替代治疗方法。血管内治疗不仅能直观了解血栓堵塞情况, 更能尽快挽救缺血半暗带从而改善急性脑梗死预后, 具有良好的应用前景。血管内治疗后机体产生的一系列炎症应激反应是影响预后的重要因素, 因此, 探究常规且经济便捷的炎性因子既可预测急性脑梗死患者预后, 亦是目前临床亟待解决的热点问题。本文主要从血管内治疗后炎性因子与患者预后之间的关联性以及急性脑梗死血管内治疗方式两个方面进行阐述。综上, 研究血管内治疗与炎性因子相关性对急性脑梗死患者的治疗及预后具有重要意义。

## 关键词

急性脑梗死, 中性粒细胞与淋巴细胞比值, 血小板, 血管内治疗

# Research Progress in the Endovascular Treatment of NLR and Platelet Markers in Acute Cerebral Infarction

Yilin Feng<sup>1</sup>, Rongyong Man<sup>1,2\*</sup>

<sup>1</sup>Department of Neurology, Huaihua Clinical College, University of South China, Hengyang Hunan

<sup>2</sup>Department of Neurology, Hunan University of Medicine General Hospital, Huaihua Hunan

Received: Mar. 19<sup>th</sup>, 2024; accepted: Apr. 13<sup>th</sup>, 2024; published: Apr. 23<sup>rd</sup>, 2024

\*通讯作者。

文章引用: 冯一麟, 满荣勇. NLR 及血小板标志物在急性脑梗死血管内治疗研究进展[J]. 临床医学进展, 2024, 14(4): 1495-1501. DOI: 10.12677/acm.2024.1441185

## Abstract

Intravenous thrombolysis is the preferred treatment for acute cerebral infarction. Due to the limitations of therapeutic time window and incomplete thrombolysis and other influential factors, some patients have poor prognosis. Therefore, endovascular therapy may become a feasible complementary or alternative therapy for intravenous thrombolysis. Endovascular therapy can not only intuitively understand the situation of thrombosis, but also save the ischemic penumbra as soon as possible to improve the prognosis of acute cerebral infarction, which has a good application prospect. A series of inflammatory stress responses produced by the body after endovascular therapy is an important factor affecting the prognosis. Therefore, exploring several conventional and economical and convenient inflammatory factors can not only predict the prognosis of patients with acute cerebral infarction, but also become a hot issue to be solved urgently in clinic. In this paper, the relationship between inflammatory factors and prognosis of patients after endovascular therapy and the way of endovascular therapy for acute cerebral infarction were discussed. In conclusion, the study of the correlation between endovascular therapy and inflammatory factors is of great significance for the treatment and prognosis of patients with acute cerebral infarction.

## Keywords

Acute Cerebral Infarction (ACI), Neutrophil to Lymphocyte Ratio (NLR), Platelet (PLT), Endovascular Treatment

Copyright © 2024 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

## 1. 引言

急性脑血管疾病是一类在全世界范围内具有高发病率、高致残率、高致死率的疾病, 占我国患者死亡原因的首位。急性脑梗死(Acute Cerebral Infarction, ACI)是最常见的卒中类型, 占我国脑卒中 69.6%~70.8% [1]。与静脉溶栓相比, 血管内治疗(Endovascular Treatment, EVT)不仅能有效挽救缺血半暗带进而减少神经毒害作用, 还更大程度上缩短血运重建的时间, 大大提高了患者预后良好的比例, 一项研究证明血管内治疗组及静脉溶栓组症状性颅内出血发生率分别为 6.3%和 6.6%, 血管内治疗组 90 d 死亡率为 16%, 接近于安慰剂对照组和静脉溶栓组, 后两者分别为 24%和 21% [2]。国内外大量研究表明, 神经-炎症反应在急性脑梗死的病理生理学中起着重要作用, 因此, 炎症因子与脑梗死患者血管内治疗预后二者的相关性也是目前国内外学者的研究热点, 但结论尚未统一。

## 2. 急性脑梗死血管内治疗研究进展

我国指南明确提出, 急性脑梗死患者在发病 4.5 h 内以静脉溶栓作为血管再通的首选方法, 但考虑到其治疗时间窗的严格性以及我国各地区医疗发展不平衡, 农村乡镇人口常因就诊时间延长进而加重病情, 因此近年来血管内治疗技术飞速发展, 极大程度地弥补了静脉溶栓的缺陷。血管内介入治疗包括: 血管内机械取栓(Endovascular Mechanical Thrombectomy, EMT)、动脉溶栓(Intra-Arterial Thrombolysis, IAS)、血管成形术(Angioplasty)。

## 2.1. 血管内机械取栓

依据患者的整体状况选择合适的治疗方式对于后期神经功能恢复至关重要。目前, EMT 联合 IAS 已成为临床上治疗 ACI 的重要方式之一, 是最有效的再灌注治疗方法, 具有较高的治愈率[3]。

支架取栓术是一种以可回收支架为主, 置入血管内解除血栓堵塞, 进而确保缺血组织重新获得灌注和组织细胞功能恢复的有效治疗措施[2]。Renú A [4]等人的研究在西班牙的7个卒中中心进行2b期随机、双盲、安慰剂对照试验, 共纳入121例大血管闭塞急性缺血性脑卒中患者, 分为三组, 在卒中发病后24小时内分别接受取栓治疗、静脉溶栓治疗及二者联合治疗, 研究结果表明联合治疗组的90d功能预后患者比例更高, 三组之间症状性颅内出血率与病死率均无明显差异。

Carlton C [5]等人的研究共纳入1612例经EMT治疗的后循环ACI患者, 其3个月随访死亡率为30% (4%~64%), 约86%病例获得再灌注成功(范围为62%~100%), 结果表明EMT对后循环大动脉粥样硬化型ACI的总体风险效益是有利的。虽然溶栓在治疗上发挥着重要的再通作用, 且多项最新研究表明联合治疗与单独静脉溶栓相比患者术后颅内出血率无明显差异, 但就安全原则而言, 导致出血风险增加的因素多源于静脉溶栓, 因此目前是否联合治疗使用溶栓仍是一个热议的问题。

抽吸技术作为另一种机械取栓方式同样隶属于血管内治疗, 其主要是通过灌注导管与血栓接触, 再利用抽吸产生的负压来捕获血栓, 从而实现脑血管再灌注。与支架取栓相比, 其可减少支架取栓对血管的牵张作用, 从而减少血管内治疗后并发症[6]。Aquila [7]等人为对比研究抽吸技术与支架取栓二者间的优劣, 在2年内共纳入270名患者(134名接受抽吸作为一线治疗, 136名接受支架取回器作为一线治疗), 结论表明抽吸技术可替代支架取栓器作为中风患者血栓切除术的一线治疗。纵观国内外研究指南, 我国2022年发布的急性缺血性脑卒中早期血管内介入诊疗指南将首选抽吸取栓作为IIC级推荐[2]。2019年美国心脏协会/美国卒中协会关于急性缺血性卒中早期管理指南指出: 直接抽吸取栓作为首选的取栓方式, 效果不劣于支架取栓(II级推荐)[8]。

目前多项证据表明联合治疗不仅可以弥补单一技术的缺陷, 还可争分夺秒挽救缺血半暗带从而实现短时间内脑血管再通。就此而言, 无论是选择单一技术还是联合治疗作为一线治疗方式, 均需根据病人的实际情况制定个体化治疗方案, 已达到最佳的治疗效果。

## 2.2. 动脉溶栓

较静脉溶栓而言, 动脉溶栓优势之处在于可动态观察血栓位置并能通过动脉导管尽量靠近栓塞处, 具有以小剂量溶栓药达到高效血管内再通的特点, 在最短的时间内挽救缺血半暗带, 进而改善预后。Rha等[9]人研究对尿激酶动脉溶栓和rt-PA静脉溶栓治疗急性脑梗死的效果进行了荟萃分析, 发现动脉溶栓的血管再通率明显高于静脉溶栓。Sheng [10]等收集了2009~2014年经动脉溶栓治疗的164例急性脑梗死患者, 结果表明在治疗时间窗内对急性脑梗死患者进行动脉内溶栓治疗不仅有效且相对安全, 动脉注射rt-PA能有效提高血管再通率, 大大利于提高疗效, 减少溶栓药物的剂量, 从而减少药物不良反应的发生率。急性脑梗死具有较强的时间依赖性, 目前已有临床实践表明动静脉联合溶栓理论上可以互补两者间的优劣势, 提前脑梗死再通时间可以减轻梗死区缺血缺氧对神经不可逆损伤的危害, 但考虑到双重溶栓下颅内出血的风险大大提高反而可能进一步加重患者病情, 因而如何正确平衡不同程度ACI溶栓剂量的选控成为一个争议性话题, 后续仍需更多的临床数据进行循证研究。

除联合静脉溶栓外, 对于机械取栓失败或因取栓时细小血栓脱落导致远端细小血管堵塞等情况, 动脉溶栓辅助治疗可以大大提升再通率, 进一步提高血管内治疗的效果, 如文献报道, Baik [11]等人回顾性研究因前循环大血管闭塞而接受机械取栓术的急性缺血性卒中患者, 如难治性血栓而言, 以是否选用动脉内注射尿激酶作为机械取栓术的辅助治疗方法, 将患者分为两组: 尿激酶组和非尿激酶组。结果显

示, 与非尿激酶组相比, 尿激酶组显示出更高的再灌注成功率(82.2% vs 63.8%,  $P = 0.034$ ), 手术时间更低(54 vs 69 分钟,  $P = 0.137$ )。两组间良好的临床结局和有症状性颅内出血的发生率相似。William [12]等人对选用 EVT + IAT 与仅仅 EVT 进行荟萃分析, 共 1693 例 EVT 患者, 269 例患者接受联合 EVT + IAT 治疗, 1424 例患者接受仅 EVT 治疗。结果显示: EVT + IAT 在前循环大血管闭塞卒中患者中似乎是安全的, 并且较仅仅 EVT 治疗血管再通率较高。然而, 考虑到地区医疗发展情况以及介入操作者水平, EVT + IAT 在基层应用受限并且操作不当可能出现二次脑损伤, 因此该法还需进一步循证医学佐证以及技术普及。

### 2.3. 血管成形术

动脉粥样硬化作为急性脑梗死最常见的病因之一, 粥样斑块形成使得血管狭窄是导致缺血性脑卒中发生的重要因素。例如, 若因颈动脉狭窄引起缺血性脑卒中, 目前公认的手术方法是颈动脉内膜剥脱(Carotid Endarterectomy, CEA)和支架置入术(Carotidangioplasty and Stenting, CAS)。CEA 被认为是无论有无症状的颈动脉狭窄患者一级和二级卒中预防的金标准[13], 且其发展时间较长, 国内外研究比较较为成熟, 然而 CAS 作为一项微创颈动脉介入手术因手术创口小成为患者更容易接受的手术方式, 但该技术并未彻底去除血管斑块, 极易容易出现再狭窄以及斑块脱落导致远端栓塞的并发症。Carlos [14]等人进行一项多中心、前瞻性研究, 其纳入 CEA 765 名、CAS 237 名共 1002 名患者, 分析结果表明 CAS 远期发生卒中风险性及死亡率较 CEA 高。Yang [15]等人于 2020 年完成一项多中心、前瞻性的队列研究, 旨在评估比较 CEA 和 CAS 在中国颈动脉狭窄患者中的治疗效果, 本研究共纳入 2719 例患者, 结果显示 CEA 治疗组和 CAS 治疗组在主要结果方面并无差异, 且有着相似的短期结果。目前国内外对于两种手术方式的评价众说纷纭, 颈动脉狭窄患者最佳血管内治疗方案尚无定论。

随着国内外神经介入学日益发展, 近年来经颈动脉血管重建术(Transcarotid Artery Revascular, TCAR)联合血流逆转系统崭露头角, 较单纯 CEA 和 CAS 而言, 其治愈率以及神经功能预后情况明显提高。Mahmoud [16]等人就 TCAR 与经股动脉颈动脉支架置入术(Transfemoral Carotid Artery Stenting, TFCAS)进行比较, 结果显示, 与 TCAR 相比, TFCAS 的院内卒中发生率以及卒中后死亡发生率显著高于 TCAR (3.3% vs 1.9% [ $P = 0.04$ ]和 3.8% vs 2.2% [ $P = 0.04$ ]), 虽然经多变量调整后, 与 TCAR 相比, TFCAS 的卒中或死亡率有增加的趋势, 但无统计学意义(2.5% vs 1.7%;  $P = 0.25$ ; 优势比, 1.75, 95%置信区间, 0.85~3.62)。然而, 与 TCAR 相比, TFCAS 与院内不良神经系统事件和 TIA/卒中或死亡的几率是 TCAR 的两倍(优势比, 2.10; 95%置信区间, 1.08~4.08;  $P = 0.03$ )。Isaac [17]等人纳入 4012 名接受 TCAR 的患者旨在预估 TCAR 的 30 天卒中或死亡风险, 并将其与 TFCAS 和 CEA 进行比较, 亚组结果表明 TCAR 的围手术期卒中或死亡率与 CEA 相似, 但其颅脑神经损伤的风险较低。据现今国内外研究而言, TCAR 技术已进入临床实践阶段, 但考虑其安全性及预后仍缺乏大量前瞻性研究佐证, 其亦成为颈动脉狭窄治疗领域的研究热点。

## 3. 急性脑梗死患者血管内治疗后炎性因子的变化

研究认为, 炎症细胞因子不仅具有神经损伤以及神经毒性等特点, 并且不同类型因子间还存在相互作用, 彼此协同参与急性脑梗死的病理生理过程[18]。此外, 急性脑梗死患者的神经功能预后与病情严重程度及救治时间窗等因素息息相关, 进而准确预测疾病的发展和预后对急性脑梗死的治疗起着至关重要的作用。

### 3.1. 中性粒细胞与淋巴细胞比值

中性粒细胞属于炎症细胞, 能够激活炎症反应, 在脑梗死发病至转归过程中起着重要作用: 1) 脑组织急性缺血损伤时, 中性粒细胞作为第一个从外周血管迁移到损伤区的炎性细胞, 会迅速集聚在缺血和

再灌注区域, 通过释放多种炎性介质物质作用于细胞外基质纤维, 从而破坏血脑屏障[19] [20]; 2) 脑梗死发生后, 中性粒细胞可快速渗透到组织中被激活。激活后的中性粒细胞表达诱导一氧化氮合酶从而产生一氧化氮, 促进神经细胞死亡, 扩大脑梗死面积[21]; 3) 外周炎性细胞具有毒性作用, 可直接损伤脑细胞引起炎症反应和脑组织水肿, 中性粒细胞在微血管内聚集、浸润, 进一步诱导并加重脑组织损伤[22]。而淋巴细胞具有抗炎作用, 作为潜在的脑梗死保护因子, 淋巴细胞在脑梗死初期呈减少趋势[23], 可能是因内源性皮质类固醇在应激反应期间以脉冲释放的形式进入血液, 从而导致外周血淋巴细胞的调亡, 引致淋巴细胞数量逐渐下降[24]。有研究证实, 淋巴细胞计数在预测心脑血管疾病患者严重程度和 30 天不良预后中有明显意义[25]。因此, 两者之间的平衡一旦被打破即可能诱发炎症反应导致脑梗死神经毒害作用[26]。

Danielle [27]等人共纳入血管内治疗急性脑梗死患者 121 例, 术后 24 小时 NLR (调整后 OR 0.022, 95% CI, 0.009~0.34,  $P = 0.001$ )与神经功能预后有明显的相关性, 发现 NLR 更高的患者, 预后相对更差。Simona [28]等人旨在评估急性脑梗死血管内治疗 NLR 对于早期神经功能恶化(Early Neurological Deterioration, END)关系, 共纳入 211 例患者, 结果表示在接受 EVT 的 ACI 患者中, 较高的 NLR 值预示着较高的 END 风险。NLR 作为新型炎症介质比值, 不仅打破常规单一炎性介质预测预后, 更加客观阐述炎性介质在脑梗死发生发展的全过程, 为后期研究急性脑梗死分子生物学变化奠定了基础。

### 3.2. 血小板标志物

血小板在动脉粥样硬化、血栓形成和 ACI 中起着至关重要的角色。血小板的主要生理功能是血管损伤后止血, 首先血小板可以迅速在血管损伤处形成血栓, 并能刺激凝血酶生成促进凝血从而起到止血的功效[29]。血小板受到刺激时会释放粘附分子, 其能促进活化的血小板与白细胞和内皮细胞相互作用, 导致血管炎症, 从而推动粥样硬化的形成[30]。许多病理条件下, 如斑块致血管狭窄或其破裂会导致血小板功能异常, 血小板的过度活化和聚集可能加剧血栓形成和血管闭塞, 并进一步引发心脑血管事件[31]。

Chend 等人[32]研究 EVT 治疗后 ACI 患者血小板体积指数(血小板计数(PC)、平均血小板体积(MPV)、血小板分布宽度(PDW)和 MPV/PC 水平)与预后关系, 研究共纳入 257 名患者, 结果表示血小板体积指数增加预示着 ACI 患者在接受 EVT 后的神经功能预后不利结果。NLR 与血小板与淋巴细胞的比率(PLR)对 ACI 患者行 EVT 治疗后再灌注以及预后影响, 共纳入本国多中心样本 282 名接受 EVT 治疗的患者, 多因素分析显示, NLR 和 PLR 均与不成功的再灌注显著相关(校正比值比(95%可信区间): 1.11 (1.04~1.19), PLR: 1.004 (1.001~1.01)), 受试者工作特征曲线显示, NLR 和 PLR 的预测能力均接近良好(NLR 的曲线下面积(AUC)为 0.63, 95% CI (0.54~0.72),  $P < 0.001$ ; PLR 的 AUC 为 0.65, 95% CI (0.57~0.73),  $P < 0.001$ )。最后得出这两种生物标志物的联合应用可用于预测 EVT 术后的预后。

炎性因子的相互作用以及多机制作用是促发急性脑梗死发生发展至转归的一个重要机制, 因此炎性因子的变化对于急性脑梗死的预后起重要作用。在控制危险因素下, 如高血压、感染、代谢功能障碍及低营养状态等基础上, 了解炎性因子变化, 将更好地评估急性脑梗死治疗后预后的情况, 也可应用个体化的治疗方案, 增加治疗的效果。因此炎性因子的研究将可能有助于急性脑梗死的预防、早期诊断和预后。

## 4. 小结

在我国最新临床指南中, ACI 发生在时间窗内仍首选静脉溶栓作为一线治疗, 但实际上严格的时间窗限制、溶栓后出血风险大大提高以及溶栓不彻底等一系列不确定因素, 从而导致 EVT 的优势逐渐体现出来, 随着 EVT 技术不断普及以及国家卒中中心的建立, 我国 ACI 的救治水平不断提高, 在未来, EVT

治疗有望成为一种普及于基层的治方案, 无疑具有光明的前景。炎症因子是炎症反应的标志物, 对急性脑梗死血管内治疗的预后有着密切联系。目前炎症因子标志物正成为研究 ACI 的发生发展以及预后的热点话题, 如何在基层医院通过常规的炎症因子来大致判断预后成为目前的新思路, 既节约昂贵的检验成本又能有效预测急性脑梗死预后, 目前仍需要进一步研究及佐证并应用于临床。

## 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.
- [2] 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.
- [3] Jian, Y., Zhao, L., Jia, B., Tong, X., Li, T., Wu, Y., Wang, X., Gao, Z., Gong, Y., Zhang, X., Wang, H., Zhang, R., Zhang, L., Miao, Z., Zhang, G. and ANGEL-ACT Study Group (2021) Direct versus Bridging Mechanical Thrombectomy in Elderly Patients with Acute Large Vessel Occlusion: A Multicenter Cohort Study. *Clinical Interventions in Aging*, **16**, 1265-1274. <https://doi.org/10.2147/CIA.S313171>
- [4] Chamorro, Á. and Torres, F. (2022) Intra-Arterial Alteplase vs Placebo after Successful Thrombectomy and Functional Outcomes in Patients with Large Vessel Occlusion Acute Ischemic Stroke-Reply. *JAMA*, **327**, 2456. <https://doi.org/10.1001/jama.2022.7430>
- [5] Watson, C.C.L., Feria, A., Chen, C.J. and Camacho, A. (2021) Outcomes and Complications of Endovascular Mechanical Thrombectomy in the Treatment of Acute Posterior Circulation Occlusions: A Systematic Review. *World Neurosurgery*, **145**, 35-44. <https://doi.org/10.1016/j.wneu.2020.08.221>
- [6] 廖嘉川, 吴波. 急性缺血性脑卒中抽吸取栓的应用与研究进展[J]. 华西医学, 2022, 37(6): 921-925.
- [7] Turk III, A.S., Siddiqui, A., Fifi, J.T., De Leacy, R.A., Fiorella, D.J., Gu, E., Levy, E.I., Snyder, K.V., Hanel, R.A., Aghaebrahim, A., Woodward, B.K., Hixson, H.R., Chaudry, M.I., Spiotta, A.M., Rai, A.T., Frei, D., Almandoz, J.E.D., Kelly, M., Arthur, A., Baxter, B., English, J., Linfante, I., Fargen, K.M. and Mocco, J. (2019) 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. *Lancet*, **393**, 998-1008. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(19\)30297-1](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(19)30297-1)
- [8] Wang, G., Fang, B., Yu, X. and Li, Z. (2018) [Interpretation of 2018 Guidelines for the Early Management of Patients with Acute Ischemic Stroke]. *Chinese Critical Care Medicine*, **30**, 289-295.
- [9] Rha, J.H. and Saver, J.L. (2007) The Impact of Recanalization on Ischemic Stroke Outcome: A Meta-Analysis. *Stroke*, **38**, 967-973. <https://doi.org/10.1161/01.STR.0000258112.14918.24>
- [10] Shen, B., Liu, Q., Gu, Y., Wang, Y. and Zhang, Z. (2015) Efficacy and Safety Evaluation on Arterial Thrombolysis in Treating Acute Cerebral Infarction. *Cell Biochemistry and Biophysics*, **73**, 297-304. <https://doi.org/10.1007/s12013-015-0577-9>
- [11] Baik, S.H., Jung, C., Kim, J.Y., Shin, D.W., Kim, B.J., Kang, J., Bae, H.J. and Kim, J.H. (2021) Local Intra-Arterial Thrombolysis during Mechanical Thrombectomy for Refractory Large-Vessel Occlusion: Adjunctive Chemical Enhancer of Thrombectomy. *American Journal of Neuroradiology*, **42**, 1986-1992. <https://doi.org/10.3174/ajnr.A7264>
- [12] Diprose, W.K., Wang, M.T.M., Ghate, K., Brew, S., Caldwell, J.R., McGuinness, B. and Barber, P.A. (2021) Adjunctive Intra-Arterial Thrombolysis in Endovascular Thrombectomy: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Neurology*, **96**, 1135-1143. <https://doi.org/10.1212/WNL.00000000000012112>
- [13] 林浩, 朱庆斌, 倪小佳, 等. 中国神经血管手术防治卒中相关指南的系统评价[J]. 中国脑血管病杂志, 2018, 15(4): 169-176.
- [14] Timaran, C.H., Mantese, V.A., Malas, M., Brown, O.W., Lal, B.K., Moore, W.S., Voeks, J.H., Brott, T.G. and CREST Investigators (2013) Differential Outcomes of Carotid Stenting and Endarterectomy Performed Exclusively by Vascular Surgeons in the Carotid Revascularization Endarterectomy versus Stenting Trial (CREST). *Journal of Vascular Surgery*, **57**, 303-308. <https://doi.org/10.1016/j.jvs.2012.09.014>
- [15] Yang, B., Ma, Y., Wang, T., Chen, Y., Wang, Y., Zhao, Z., Chen, D., Wang, J., Xu, X., Luo, T., Hua, Y., Ling, F., Qureshi, A.I., Hong, B., Jiao, L. and RECas Trial Investigators (2021) Carotid Endarterectomy and Stenting in a Chinese Population: Safety Outcome of the Revascularization of Extracranial Carotid Artery Stenosis Trial. *Translational Stroke Research*, **12**, 239-247. <https://doi.org/10.1007/s12975-020-00835-8>
- [16] Malas, M.B., Dakour-Aridi, H., Wang, G.J., Kashyap, V.S., Motaganahalli, R.L., Eldrup-Jorgensen, J., Cronenwett, J.L. and Schermerhorn, M.L. (2019) Transcarotid Artery Revascularization versus Transfemoral Carotid Artery Stenting in

- the Society for Vascular Surgery Vascular Quality Initiative. *Journal of Vascular Surgery*, **69**, 92-103.E2. <https://doi.org/10.1016/j.jvs.2018.05.011>
- [17] Naazie, I.N., Cui, C.L., Osaghae, I., Murad, M.H., Schermerhorn, M. and Malas, M.B. (2020) A Systematic Review and Meta-Analysis of Transcarotid Artery Revascularization with Dynamic Flow Reversal versus Transfemoral Carotid Artery Stenting and Carotid Endarterectomy. *Annals of Vascular Surgery*, **69**, 426-436. <https://doi.org/10.1016/j.avsg.2020.05.070>
- [18] 孙红, 李夏, 胡晓飞, 等. 外周血炎症指标与血栓弹力图参数在急性脑梗死患者中的临床应用[J]. 中国卫生检验杂志, 2021, 31(23): 2890-2893.
- [19] Frangogiannis, N.G. (2014) The Inflammatory Response in Myocardial Injury, Repair, and Remodelling. *Nature Reviews Cardiology*, **11**, 255-265. <https://doi.org/10.1038/nrcardio.2014.28>
- [20] Tokgoz, S., Keskin, S., Kayrak, M., Seyithanoglu, A. and Ogmegul, A. (2014) Is Neutrophil/Lymphocyte Ratio Predict to Short-Term Mortality in Acute Cerebral Infarct Independently from Infarct Volume? *Journal of Stroke and Cerebrovascular Diseases*, **23**, 2163-2168. <https://doi.org/10.1016/j.jstrokecerebrovasdis.2014.04.007>
- [21] Wang, C., Zhang, Q., Ji, M., Mang, J. and Xu, Z. (2021) Prognostic Value of the Neutrophil-to-Lymphocyte Ratio in Acute Ischemic Stroke Patients Treated with Intravenous Thrombolysis: A Systematic Review and Meta-Analysis. *BMC Neurology*, **21**, Article No. 191. <https://doi.org/10.1186/s12883-021-02222-8>
- [22] 王美琴, 李东芳, 白波, 等. 炎症反应在脑梗死中的研究进展[J]. 中华临床医师杂志(电子版), 2019, 13(12): 947-951.
- [23] Chung, D., Lee, K.O., Choi, J.W., Kim, N.K., Kim, O.J., Kim, S.H., Oh, S.H. and Kim, W.C. (2020) Blood Neutrophil/Lymphocyte Ratio Is Associated with Cerebral Large-Artery Atherosclerosis but Not with Cerebral Small-Vessel Disease. *Frontiers in Neurology*, **11**, Article 1022. <https://doi.org/10.3389/fneur.2020.01022>
- [24] Wang, L., Song, Q., Wang, C., Wu, S., Deng, L., Li, Y., Zheng, L. and Liu, M. (2019) Neutrophil to Lymphocyte Ratio Predicts Poor Outcomes after Acute Ischemic Stroke: A Cohort Study and Systematic Review. *Journal of the Neurological Sciences*, **406**, Article ID: 116445. <https://doi.org/10.1016/j.jns.2019.116445>
- [25] 徐冬勤, 何斌, 刘强晖, 等. 外周血 D-二聚体和中性粒细胞-淋巴细胞比值快速诊断急性脑梗死患者的价值[J]. 中华卫生应急电子杂志, 2020, 6(6): 345-349.
- [26] Lux, D., Alakbarzade, V., Bridge, L., Clark, C.N., Clarke, B., Zhang, L., Khan, U. and Pereira, A.C. (2020) The Association of Neutrophil-Lymphocyte Ratio and Lymphocyte-Monocyte Ratio with 3-Month Clinical Outcome after Mechanical Thrombectomy Following Stroke. *Journal of Neuroinflammation*, **17**, Article No. 60. <https://doi.org/10.1186/s12974-020-01739-y>
- [27] Lattanzi, S., Norata, D., Broggi, S., Meletti, S., Świtońska, M., Sołmka, A. and Silvestrini, M. (2022) Neutrophil-to-Lymphocyte Ratio Predicts Early Neurological Deterioration after Endovascular Treatment in Patients with Ischemic Stroke. *Life*, **12**, Article 1415. <https://doi.org/10.3390/life12091415>
- [28] Koupenova, M., Clancy, L., Corkrey, H.A. and Freedman, J.E. (2018) Circulating Platelets as Mediators of Immunity, Inflammation, and Thrombosis. *Circulation Research*, **122**, 337-351. <https://doi.org/10.1161/CIRCRESAHA.117.310795>
- [29] Hou, Y., Carrim, N., Wang, Y., Gallant, R.C., Marshall, A. and Ni, H. (2015) Platelets in Hemostasis and Thrombosis: Novel Mechanisms of Fibrinogen-Independent Platelet Aggregation and Fibronectin-Mediated Protein Wave of Hemostasis. *The Journal of Biomedical Research*, **29**, 437-444. <https://doi.org/10.7555/JBR.29.20150121>
- [30] Franks, Z.G., Campbell, R.A., Weyrich, A.S. and Rondina, M.T. (2010) Platelet-Leukocyte Interactions Link Inflammatory and Thromboembolic Events in Ischemic Stroke. *Annals of the New York Academy of Sciences*, **1207**, 11-17. <https://doi.org/10.1111/j.1749-6632.2010.05733.x>
- [31] Liu, L., Chen, W., Zhou, H., Duan, W., Li, S., Huo, X., Xu, W., Huang, L., Zheng, H., Liu, J., Liu, H., Wei, Y., Xu, J., Wang, Y. and Chinese Stroke Association Stroke Council Guideline Writing Committee (2020) Chinese Stroke Association Guidelines for Clinical Management of Cerebrovascular Disorders: Executive Summary and 2019 Update of Clinical Management of Ischaemic Cerebrovascular Diseases. *Stroke and Vascular Neurology*, **5**, 159-176. <https://doi.org/10.1136/svn-2020-000378>
- [32] Lee, S.H., Jang, M.U., Kim, Y., Park, S.Y., Kim, C., Kim, Y.J. and Sohn, J.H. (2021) The Neutrophil-to-Lymphocyte and Platelet-to-Lymphocyte Ratios Predict Reperfusion and Prognosis after Endovascular Treatment of Acute Ischemic Stroke. *Journal of Personalized Medicine*, **11**, Article 696. <https://doi.org/10.3390/jpm11080696>