缺血性中风的研究进展

涂国龙

中南大学湘雅医学院附属海口医院神经外科, 海南省海口市 570208

摘要: 中风是严重危害人类健康的脑损伤性疾病, 包括了出血和缺血两种, 到目前为止, 在所有造成我国人口死亡的原因里面, 中风独占鳌头, 不仅会给患者本身的肢体功能的改善和生活方面的提高带来严重的不便, 还会给其家庭带来不可估计的影响, 也会增大社会的负担。并且随着经济和生活水平的提高, 近年来中风的发病率不断创新高, 且中风的年轻人的数量日益增加。我们国家和全世界各国都非常重视和关心中风的研究和治疗, 有研究显示, 中风是由于遗传和环境两方面的原因共同引起的, 但具体原因尚不明确。为有效防治中风的发生, 保护人类的健康, 本文就中风的流行病学调查、影响因素、临床和实验室诊断方法、治疗进展作一综述, 以提高广大研究者对此疾病的认识。

关键词: 中风, 流行病学, 诊断, 治疗, 溶栓

Research progress on ischemic stroke

Guolong Tu

Haikou Affiliated Hospital of Central South University Xiangya school of Medicine, Haikou 570208, China

Abstract: Stroke is a severe brain injury disease that endangers human health, including both hemorrhagic and ischemic types. So far, stroke has been the leading cause of death among all factors causing death in our country. It not only brings serious inconvenience to the improvement of patients' physical functions and their quality of life but also has an immeasurable impact on their families and increases the burden on society. Moreover, with the improvement of the economy and living standards, the incidence of stroke has been hitting new highs in recent years, and the number of young people suffering from stroke is increasing. Both our country and countries around the world attach great importance to and are concerned about the research and treatment of stroke. Studies have shown that stroke is caused by a combination of genetic and environmental factors, but the specific reasons are still unclear. To effectively prevent and treat the occurrence of stroke and protect human health, this article reviews the epidemiological investigation, influencing factors, clinical and laboratory diagnostic methods, and treatment progress of stroke to enhance the understanding of this disease among researchers.

Keywords: stroke, epidemiology, diagnosis, treatment, thrombolysis

1. 引言

中风 (stroke) 是严重危害人类健康的脑损伤性疾病, 包括了出血和缺血两种, 到目前为止, 在所有造成我国人口死亡的原因里面, 中风独占鳌头⁽¹⁾, 在全世界范围内也一样, 对于世界人民来说, 中风无论何时都是严重的威胁, 它让数以万计的人再也站不起来、让多少家庭支离破碎^(1,2)。世界卫生组织称中风是21世纪即将到来的流行病, 可见其影响之深, 危害之大。缺血性中风

约占中风的80%以上⁽³⁾, 广义来说就是指脑梗塞, 是由于血栓形成、栓塞、颈动脉狭窄等一系列原因引起起来的脑组织缺血缺氧损伤而出现一系列症状, 按照发病速度来说可以分为急性脑梗塞和慢性脑梗塞。对于我们普通人来说, 中风让我们感到可怕和痛恨的不仅仅是能够让我们和亲人、朋友相见, 对于侥幸活下来的人来说也是很沉重的打击, 让他们不得不去面对各种各样的后遗症, 可能还会遭受世人的非议, 可能让他们生不如死, 这不仅仅是对于他们自己, 他们的亲人也会面临更多的痛苦, 经济上、精神上的打击都不言而喻, 甚至对于整个社会, 耗费大量的人力、物力及医疗资源去救助中风人群, 也会造成无法估计的重担。正因为如此, 如何去更好的预防和治疗中风就显得尤为重要。目前, 如何防治中风已成为世界各国研究的热点和焦点。为有效防治中风的发生, 提高广大人民对中风的认识, 保护人类的健康, 本文就中风的流行病学调查、危险因素、临床和实

收稿日期: 2025-4-18; 修回日期: 2025-5-26

基金项目: 无

通讯作者/Corresponding author: 涂国龙/Guolong Tu, E-mail: 631139231@qq.com

实验室诊断方法、治疗进展作一综述。

2. 流行病学

近年来,每年数以万计的人因为中风而死亡,或因为中风而成为了永远的残疾,多少家庭分崩离析,支离破碎。据文献报道,在过去的30年里,我国的中风负担一直在增加,在农村地区尤为严重⁽²⁾;在2004年,我国一次因中风而住院的平均费用是农村居民年收入的两倍,在2003年至2007年期间,由政府资助的医院的中风护理费用每年增长117%⁽³⁾。中风作为一种多发且非死即残的疾病,给我们的健康带来了巨大的威胁。2012年至2013年的中国卒中全国流行病学调查(national epidemiological survey of stroke in China, NESS-中国)涉及来自31个省的480,687个人(年龄 ≥ 20 岁),该报告显示我国中风的年龄标准化整体人群的患病率高达1115/10万人,新近发生IS发病率也不低,为247/10万人,据报道的死亡率115/10万人可以估算我国每年数十万的人死于中风⁽⁴⁾,且存活的患者中多数还留有言语不利、手脚活动不灵、痴呆甚至是植物状态⁽⁴⁾。在我国,每年约有240万人新患中风,在这两百多万人中大约有75%的人因中风而生活在不同程度的残疾中。根据我国最新流行病学调查结果显示⁽⁵⁾,就我们国家内部而言,城市中风风险低于农村地区,且治疗和预后都较农村地区好,这是因为我国医疗水平分布差异大,城市医疗条件较好,交通便利,生活在城市的人们了解的医疗常识较多,重视对血压、血糖等控制,吸烟相对较少,所以中风发生率也相对较低,且经济条件较好,使得他们能够在中风时间窗之内获得有效的治疗,死亡率和致残率也跟着降低,而大部分农村地区医疗就治水平差,生活在农村的人们大部分缺乏相关医疗常识,平时不注意高血压、糖尿病等病的治疗,加之他们出行基本靠走,每年收入低,基本解决温饱问题,遥远的距离和昂贵的治疗费用使他们很容易错过脑卒中治疗的最佳时间窗,这也是我国卒中患者死亡率和致残率居高不下的原因。虽然由于我国整体医疗水平改善,我国脑卒中死亡率较往年相比已有所下降,但与发达国家相比,还是任重而道远。

3. 危险因素

有研究表明,大约85%的中风是可以预防的⁽⁶⁾,生活方式的改变对预防中风特别有意义,在过去30年中,拥有高收入的发达国家因为提高了人民对于中风的认识,人民不由自主的改变了不良的生活方式,使得中风的发病率下降了接近一半,而在低收入层次的发展中国家,因为生活所迫,尤其是工业化导致了不良生活方式的形成,中风的患病率增加了一倍以上,这一观察结果表明了生活方式和饮食习惯的重要作用⁽⁷⁾。流行病学的研究表明⁽⁵⁾,环境因素在缺血性中风的发病过程中起着举足轻重的作用,各种危险因素影响着中风的发生,“三高”在缺血性中风的发病过程中有着不言而喻的影响,未经控制的高血压、糖尿病及其并发症、未服药控制的高脂血症等是诱发中风最常见的危险因素。作为三高之首的高血压经研究表明卒中最重要和可改变的危险因素,不受控制的高血压也是认知障碍和痴呆的主要原因,收缩

压降低2mmHg与中风减少25%相关,而舒张压降低导致中风减少50%⁽⁸⁾。有效降低血压比选择抗高血压药物对预防中风更重要和必要。药物类别的选择应根据病人情况而定。一些研究和荟萃分析表明,钙拮抗剂和血管紧张素转换酶阻滞剂是一种有益的趋势⁽⁹⁾,而没有心脏病的高血压患者使用-受体阻滞剂对预防中风的保护作用似乎较弱。Rothwell PM⁽⁹⁾的一项研究表明,血压的高变异性与更高的中风风险相关,这再次支持钙拮抗剂治疗。此外,使用噻嗪类利尿剂或-受体阻滞剂治疗有代谢危险因素的患者似乎有更高的糖尿病新发病风险⁽¹⁰⁾。同样作为三高一的糖尿病,在引起中风的过程中也起着重要的作用,糖尿病患者发生血管事件的风险更高。Elliott WJ等人发现,糖尿病似乎更愿意招惹那些存在代谢异常的高血压患者,他们在使用噻嗪类利尿剂治疗后似乎有更高的风险引起中风⁽¹¹⁾,这样来说,这些患者不仅因为高血压未得控制而可能引起中风,更有可能因糖尿病而使自己处于更危险的境地,然而这一点不仅仅在这种药物上有所发现,在使用受体阻滞剂时同样如此。此外,根据一项前瞻性观察研究,2型糖尿病患者中风的发生率高于心肌梗死的发生率⁽¹²⁾。糖尿病能促进大脑微血管病变,引起腔隙型中风。目前的数据表明二甲双胍可能有助于糖尿病脑卒中的预防⁽¹³⁾。强化对高血糖的控制可以减少微血管并发症,而对大血管并发症如卒中的影响尚不明确,此外,他汀类药物的使用已被证明可以显著降低中风风险,在一项关于他汀类药物Meta分析中发现,低密度脂蛋白胆固醇每降低1mmol/l,中风风险降低五分之一^(14,15);吸烟作为世界上每天数亿人都在做的事,不仅可以通过影响高血压来引发患者中风,更是作为中风的独立危险因素而存在,它还能增强其他危险因素如房颤的效果。最近的研究也表明了被动吸烟和中风之间的联系^(16,17),一个长期吸烟的人在戒烟一年后,比长期吸烟的人降低了一半以上的风险,戒烟一年就有如此改善,在那些戒烟5年的人身上观察到,基本上与正常不吸烟者的风险相当⁽¹⁸⁾。

4. 诊断

缺血性脑卒中发生在颈部或脑血管阻塞时,堵塞可能是由颅内或颈部血管内的血栓形成引起的,或者有身体其他部分的栓子运送到大脑形成堵塞,或者是通向大脑的动脉血管不通,或迂曲,或狭窄,或梗阻。且由于中风类型多种多样,导致其诊断困难,也是导致中风患者得不到及时治疗的原因之一,针对这种情况,美国心脏协会/美国中风协会(American Heart Association / American Stroke Association, AHA/ASA)介绍了中风诊断的最佳实践指南⁽¹⁹⁾,包括病人病史、检查和中风量表,以及诊断测试等多个方面。如果患者的病史和体格检查提示有缺血性中风,应进行详细的偏瘫、失语等神经查体,美国国立卫生研究院卒中量表(national institutes of health stroke scale, NIHSS)评分表或其他标准化脑卒中量表可协助评估脑卒中的严重程度。颅脑成像可以区分缺血性脑卒中和出血性脑卒中,识别脑卒中的亚型,通常还可以识别脑卒中的病因;血管成像是可以确定动脉阻塞的部位和原因的影像学检查,还可以评估卒中复发的高风险患者;除此之外,CT平扫、

MRI、B超、CTA、MRA以及DSA等也被广泛应用于确定卒中的亚型和病因。

5. 治疗

脑细胞是一种极其脆弱的细胞，对于缺血缺氧的耐受性极差，有研究显示仅5-10分钟完全缺血就可以导致脑组织的死亡⁽²⁰⁾。脑动脉血栓形成并出现临床症状后并不代表该动脉供应的脑组织完全处于缺血状态，脑缺血梗死的进展程度快慢取决于血栓形成的速度、侧支循环的代偿、机体纤溶状态等因素。所以溶栓治疗的时间窗存在较大的个体化差异。尽管临床上对于溶栓治疗的时间窗仍存在较大争议，但不管差异多大，越快进行治疗，打通梗死的血管，恢复血流都是脑梗塞治疗所必须的。目前对于急性脑梗塞治疗的方法主要有静脉溶栓、动脉溶栓以及机械取栓等。

5.1. 静脉溶栓

静脉溶栓 (intravenous thrombolysis, IVT)，即在静脉血管内应用溶解血栓类药物，以达到血管再通的目的。目前所用的药主要有链激酶 (streptokinase, SK)、尿激酶 (urokinase, UK)、重组组织型纤溶酶原激活剂 (recombinant tissue-type plasminogen activator, rt-PA) 等，rt-PA是目前国内外使用时间最久、效果最好的药物。早在1995年，NINDS研究小组建议，在急性缺血性中风发生后3小时内，用rt-PA进行静脉治疗是有益的，可以改善临床结果⁽²¹⁾。根据2008年Hacke等人报道的一项研究结果，在常规临床实践中，建议的开始静脉rt-PA的有效时间为急性缺血性脑卒中 (acute ischemic stroke, AIS) 出现后4.5小时内⁽²²⁾。然而，接受IVT治疗的患者中，近50%在90天后不能达到生活自理 (改良mRS等级0-1级)⁽²¹⁻²³⁾。这可能是由于已经因中风而缺氧损伤的脑组织因为在rt-PA的纤溶作用下增加了脑损伤，引起血脑屏障破坏或者还有其他我们现在还没有发现的影响^(24,25)。这也是为什么在接受IVT治疗的患者出现出血性转化的风险高于未接受IVT的患者，其颅内出血的发生率为9-27%，有症状的为2.1-5%⁽²¹⁻²³⁾。

5.2. 动脉溶栓

动脉溶栓是通过脑血管介入使用导管将溶栓药物送至血栓使其溶解的一种方法，相比于静脉溶栓，这种方式可以有更长的时间让已经闭塞的血管重新流通，由于直接将药物送到血栓处所以血栓局部的溶栓药物的浓度会比静脉溶栓更高，这样就可以减少溶栓药物的用量从而降低全身出血的风险，且经PROACT II⁽²⁶⁾和MELT⁽²⁷⁾两个临床试验证实，在6小时时间窗内，动脉注射尿激酶对于急性缺血性中风患者来说是有益的，Shuyi Shang等人最近发现⁽²⁸⁾，由小分支血管闭塞引起的AIS患者可从动脉内尿激酶溶栓中获益，而颅内出血的风险不显著增加。

5.3. 机械取栓

机械取栓作为血管内治疗缺血性中风的另一种方

式，主要是指借助取栓装置、球囊机械性捣碎、超声、激光等非药物措施击碎血栓，使闭塞血管再通。其起源可以追溯到1998年，当时Amplatz鹅颈提取环首次用于从大脑提取血栓，并把这一技术成功的在哥德堡得到了应用⁽²⁹⁾。2015年发表的五项新的随机试验-The MR CLEAN⁽³⁰⁾、the ESCAPE trail⁽³¹⁾、The Solitaire Retriever Study (SWIFT-PRIME)⁽³²⁾、The EXTEND-IA study⁽³³⁾、The REVASCAT trial⁽³⁴⁾-成功地证明了血管内治疗的益处，改变了缺血性中风的的治疗方法，并把急性缺血性中风治疗的时间延长到了24小时之内，其由于应用物理方法打通大中动脉，许多细小动脉未通，可显著减少药物溶栓溶通细小动脉后微循环再灌注引起的出血。根据国际卒中大会发布2018版指南⁽¹²⁾指出，在控制好气道、血压、血氧饱和度、体温等因素下，在0-3小时 (I级推荐，A级证据) 时间窗内的AIS患者若无溶栓禁忌症，首选rt-PA溶栓治疗，对于3-4.5小时内 (IIa级推荐，B级证据) 的患者选择rt-PA溶栓也是合理的；对于大脑中动脉梗死的AIS患者来说，他们获得救治的时间可能相对来说会更长一些，从动脉途径治疗可以让他们在相对更长的6小时内获益 (I级推荐，B级证据)；此外，还包括那些有静脉注射alteplase禁忌证的患者也是可行的，虽然其后果尚不清楚 (IIb级推荐，C级证据)；对于前循环梗塞的病号，在AIS后6小时内 (股动脉穿刺) 满足以下标准的前提下 (1) 改良Rankin量表评1分以下；(2) 年满18周岁；(3) NIHSS评分在六分以上者可考虑行DSA并行血栓取出术 (I级推荐，A级证据)，对于M2或M3段闭塞的患者，使用机械取栓术可能是合理的 (IIb级推荐，B级证据)，虽然其获益尚未确定；对于大多数患者来说很可能错过6小时时间窗，尤其对于那些夜间睡梦中发作的患者来说，其中某些前循环大血管梗塞 (I级推荐，A级证据) 的患者，如果没有其他禁忌症，机械取栓也是不错的选择。当然还是要符合DAWN或DEFUSE-3的标准，不然也是有害无利，不过他们的救治时间也相对延长到了16小时；对于16-24小时内的患者进行机械取栓可能也是合理的，虽然其获益并未明确 (IIa级推荐，B级证据)。综上所述，机械取栓对于急性缺血性中风患者来说，在一定程度上可以延长部分病人的时间窗至24小时，虽然不是所有患者都存在这个机会，但也不失为一种良好的方法。

6. 溶栓治疗并发症

6.1. 脑出血

中国最新2018版急性缺血性中风指南⁽³⁵⁾中指出，根据研究发现在脑梗死的自然病程中约有8.5-30%的病人脑梗死转化为脑出血，在这些出血的患者中症状性颅内出血的约为1.5-5%。有研究表明⁽²⁴⁾，在接受IVT治疗的患者中出现出血性转化的风险高于未接受IVT的患者，这可能是由于已经因中风而缺氧损伤的脑组织因为在rt-PA的纤溶作用下增加了脑损伤，引起血脑屏障破坏，从而导致出血的风险增加。此外，指南还指出心源性栓子导致的梗死、影像学显示存在明显的占位效应、70岁以上老年人、抗栓、抗凝及、溶栓药物的应用会增加出血性转化的风险，所以在进行溶栓前要密切关注栓子的来源、病

人的年龄等内容, 尽量减少脑出血的发生。普遍认为出血是溶栓后病人死亡的主要原因。

6.2. 血管再闭塞

脑梗塞患者进行溶栓治疗血管再通后并不意味着梗塞的血管不会再闭塞, 有研究表明, 部分病人仍会出现血管再次闭塞, 大约有1/10至1/5的患者会发生⁽³⁶⁾, 发生再闭塞的原因目前仍不是十分清楚, 可能存在以下几方面的原因, 其一可能是血管内皮细胞由于缺血缺氧而引起损伤从而激发体内凝血系统, 再与体内抗凝、纤溶机制相互制约的结果。其二, 梗阻的血管再次开通后, 患者的部分功能在一定程度上得到改善, 但由于原有的动脉硬化斑块仍然存在, 动脉仍有狭窄, 很容易在原位再次形成血栓。血管再闭塞给患者造成严重神经功能障碍, 所以在溶栓后辅助溶栓治疗的抗凝和抗血小板治疗是必需的。

6.3. 缺血再灌注损伤

缺血脑组织早期获得再灌注, 可使局部脑组织缺血、缺氧造成的神经功能损害症状和体征得到缓解, 但恢复血流后仍有部分脑组织可能再次遭受损失。这种在缺血的组织或器官由于血管再通恢复血流后, 不仅受损的功能尚未得以恢复, 反而使功能、代谢障碍等破坏更加严重, 乃至完全不能恢复的现象被称为缺血再灌注损伤。虽然人们一直致力于脑缺血再灌注损伤的研究, 但其过程中一级和二级损伤机制仍然不是很清楚, 可能涉及过度产生自由基、兴奋性氨基酸 (excitatory amino acids, EAA) 的兴奋毒性、细胞内钙超载、血脑屏障被破坏等多个环节。由于脑细胞在耐受性方面的敏感性, 所以在早期获得再灌注的基础上, 如何防治再灌注损伤也成了目前研究的重点。

7. 治疗后评估

溶栓治疗后疗效如何需要通过临床及影像学来评价。

7.1. 临床评估

临床评估在患者溶栓治疗后的疗效判断中具有重要意义, 通常通过术前术后的神经系统查体、NIHSS评分、认知与日常生活能力等评价量表进行综合分析。神经功能评估方面, NIHSS评分用于衡量神经功能缺损程度, 评分越高表明缺损越严重; 而改良Rankin量表 (modified Rankin scale, mRS) 评分则用于评估患者的功能独立性, 分数越低表示功能越好。临床结局评估包括血管再通率、神经症状改善情况以及是否出现出血转化等并发症。时间窗评估主要关注从发病到溶栓的时间, 时间越短, 治疗效果越理想, 通常要求在4.5小时内完成溶栓治疗。生化指标方面, 血液检查可监测凝血功能和血小板计数等指标。生活质量评估常采用SF-36量表来判断患者的生活状况。此外, 还需进行长期随访, 评估中风的复发率以及神经功能的长期恢复情况。患者满意度也是重要参考之一, 可通过满意度调查了解患者对治疗的主观

评价。最后, 经济学评估通过成本效益分析来判断治疗措施的经济合理性, 为临床决策提供依据。

7.2. 影像学评估

数字减影血管造影 (digital subtraction angiography, DSA) 作为脑血管病检查的金标准, 可以提供血流动态或动脉期、静脉期方面的变化。溶栓治疗是否成功的主要评价标准是溶栓后血管是否再通以及再通后有无出血、再梗塞等情况发生, 而评价血管是否再通可以通过比较溶栓前及溶栓后的DSA影像学改变, 有无出血可通过CT来判断。

8. 总结和展望

中风是影响人健康的重大隐患, 是威胁人类健康的疑难杂症, 世界各国都未停止过对它的研究, 溶栓治疗是目前治疗的首选方法, 随着科学技术的进步, 神经介入的开展, 动脉溶栓、机械取栓等为中风的治疗提供了更多的方法和思路, 在全世界的不懈努力下, 总有一天会找到更多更好的方法, 降低中风对我们的威胁。

利益冲突: 所有作者均声明不存在利益冲突。

致谢: 无。

作者贡献声明: 无。

参考文献

1. Yang G, Wang Y, Zeng Y. *et al.* Rapid health transition in China, 1990-2010: Findings from the Global Burden of Disease Study 2010. *Lancet.* 2013;381:1987-2015.
2. Zhou M, Wang H, Zhu J, *et al.* Cause-specific mortality for 240 causes in China during 1990-2013: A systematic subnational analysis for the Global Burden of Disease Study 2013. *Lancet.* 2016;387:251-272.
3. Wang YL, Wu D, Liao X, *et al.* Burden of stroke in China. *Int J Stroke.* 2007;2:211-213.
4. Wang W, Jiang B, Sun H, *et al.* Prevalence, incidence, and mortality of stroke in China: Results from a nationwide population-based survey of 480,687 adults. *Circulation.* 2017;135:759-771.
5. Wang W, Wang D, Liu H, *et al.* Trend of declining stroke mortality in China: Reasons and analysis. *Stroke Vasc Neurol.* 2017;2:132-139.
6. O'Donnell M J, Xavier D, Liu L. *et al.* Risk factors for ischaemic and intracerebral haemorrhagic stroke in 22 countries (the INTERSTROKE study): A case-control study. *Lancet.* 2010;376:112-123.
7. Hankey GJ: Nutrition and the risk of stroke. *Lancet Neurol.* 2012;11:66-81.
8. Psaty BM, Lumley T, Furberg CD, *et al.* Health outcomes associated with various antihypertensive therapies used as first-line agents: A network meta-analysis. *JAMA.* 2003;289:2534-2544.
9. Rothwell PM. Limitations of the usual blood-pressure hypothesis and importance of variability, instability, and episodic hypertension. *Lancet.* 2010;375:938-948.
10. Elliott WJ, Meyer PM: Incident diabetes in clinical trials of

- antihypertensive drugs: A network meta-analysis. *Lancet*. 2007;369:201-207.
11. Martin S, Schramm W, Schneider B, *et al*. Epidemiology of complications and total treatment costs from diagnosis of Type 2 diabetes in Germany (ROSSO 4). *Exp Clin Endocrinol Diabetes*. 2007;115:495-501.
 12. UK Prospective Diabetes Study (UKPDS) Group. Effect of intensive blood-glucose control with metformin on complications in overweight patients with type 2 diabetes (UKPDS 34). *Lancet*. 1998;352:854-865.
 13. ACCORD Study Group, Gerstein HC, Miller ME, *et al*. Long-term effects of intensive glucose lowering on cardiovascular outcomes. *N Engl J Med*. 2011;364:818-828.
 14. Horenstein RB, Smith DE, Mosca L. Cholesterol predicts stroke mortality in the Women's Pooling Project. *Stroke*. 2002;33:1863-1868.
 15. Sacco RL, Benson RT, Kargman DE, *et al*. High-density lipoprotein cholesterol and ischemic stroke in the elderly: The Northern Manhattan Stroke Study. *JAMA*. 2001;285:2729-2735.
 16. Gaede P, Vedel P, Larsen N, *et al*. Multifactorial intervention and cardiovascular disease in patients with type 2 diabetes. *N Engl J Med*. 2003;348:383-393.
 17. Shah RS, Cole JW. Smoking and stroke: The more you smoke the more you stroke. *Expert Rev Cardiovasc Ther*. 2010;8:917-932.
 18. Powers WJ, Rabinstein AA, Ackerson T, *et al*. 2018 guidelines for the early management of patients with acute ischemic stroke: A guideline for healthcare professionals from the American Heart Association/American Stroke Association. *Stroke*. 2018;49:e46-e110.
 19. Broussalis E, Killer M, McCoy M, *et al*. Current therapies in ischemic stroke. Part A. Recent developments in acute stroke treatment and in stroke prevention. *Drug Discov Today*. 2012;17:296-309.
 20. National Institute of Neurological Disorders and Stroke rt-PA Stroke Study Group. Tissue plasminogen activator for acute ischemic stroke. *N Engl J Med*. 1995;333:1581-1587.
 21. Hacke W, Kaste M, Bluhmki E, *et al*. Thrombolysis with alteplase 3 to 4.5 hours after acute ischemic stroke. *N Engl J Med*. 2008;359:1317-1329.
 22. Anderson CS, Robinson T, Lindley RI, *et al*. Low-dose versus standard-dose intravenous alteplase in acute ischemic stroke. *N Engl J Med*. 2016;374:2313-2323.
 23. Adibhatla RM, Hatcher JF. Tissue plasminogen activator (tPA) and matrix metalloproteinases in the pathogenesis of stroke: Therapeutic strategies. *CNS Neurol Disord Drug Targets*. 2008;7:243-253.
 24. Benarroch EE. Tissue plasminogen activator: Beyond thrombolysis. *Neurology*. 2007;69:799-802.
 25. Furlan A, Higashida R, Wechsler L, *et al*. Intra-arterial prourokinase for acute ischemic stroke. The PROACT II study: A randomized controlled trial. *Polysyll in Acute Cerebral Thromboembolism*. *JAMA*. 1999;282:2003-2011.
 26. Ogawa A, Mori E, Minematsu K, *et al*. Randomized trial of intraarterial infusion of urokinase within 6 hours of middle cerebral artery stroke: The middle cerebral artery embolism local fibrinolytic intervention trial (MELT) Japan. *Stroke*. 2007;38:2633-2639.
 27. Shang S, Zhao W, Li C, *et al*. Intra-arterial thrombolysis improves the prognosis of acute ischemic stroke patients without large vessel occlusion. *Eur Neurol*. 2018;80:277-282.
 28. Rentzos A, Lundqvist C, Karlsson JE, *et al*. Mechanical embolectomy for acute ischemic stroke in the anterior cerebral circulation: The Gothenburg experience during 2000-2011. *AJNR Am J Neuroradiol*. 2014;35:1936-1941.
 29. Berkhemer OA, Fransen PS, Beumer D, *et al*. A randomized trial of intraarterial treatment for acute ischemic stroke. *N Engl J Med*. 2015;372:11-20.
 30. Goyal M, Demchuk AM, Menon BK, *et al*. Randomized assessment of rapid endovascular treatment of ischemic stroke. *N Engl J Med*. 2015;372:1019-1030.
 31. Saver JL, Goyal M, Bonafe A, *et al*. Solitaire™ with the intention for thrombectomy as primary endovascular treatment for acute ischemic stroke (SWIFT PRIME) trial: Protocol for a randomized, controlled, multicenter study comparing the Solitaire revascularization device with IV tPA with IV tPA alone in acute ischemic stroke. *Int J Stroke*. 2015;10:439-448.
 32. Campbell BC, Mitchell PJ, Kleinig TJ, *et al*. Endovascular therapy for ischemic stroke with perfusion-imaging selection. *N Engl J Med*. 2015;372:1009-1018.
 33. Jovin TG, Chamorro A, Cobo E, *et al*. Thrombectomy within 8 hours after symptom onset in ischemic stroke. *N Engl J Med*. 2015;372:2296-2306.
 34. 钟迪,张舒婷,吴波. 《中国急性缺血性脑卒中诊治指南2018》解读. *中国现代神经疾病杂志*. 2019;19:897-901.
 35. 王耀山,王晔. 脑梗死介入治疗的临床应用. *中国实用内科杂志*. 2001;21:494.
-
- [引用本文 / Article Citation:](#)
- 涂国龙. 缺血性中风的研究进展. *医学新视角*. 2025;2(2):53-57. doi:10.5582/npjm.2025.02011
- Guolong Tu. Research progress on ischemic stroke. *The New Perspectives Journal of Medicine*. 2025;2(2):53-57. doi:10.5582/npjm.2025.02011