

分类号：
学 号：20222114071

密 级：公开
单位代码：10759

石河子大学 硕 士 学 位 论 文



补救性支架植入治疗急性缺血性脑卒中患者血 栓病理成分及其预后关系的研究

学 位 申 请 人	康天博
指 导 教 师	赵冬教授
申 请 学 位 类 别	专业硕士
专 业 名 称	临床医学
研 究 领 域	外科学
所 在 学 院	医学院

中国 新疆 石河子

2025 年 5 月

分类号：
学 号：20222114071

密 级：公开
单位代码：10759

石河子大学

硕 士 学 位 论 文



补救性支架植入治疗急性缺血性脑卒中患者血 栓病理成分及其预后关系的研究

学 位 申 请 人	康天博
指 导 教 师	赵冬教授
申 请 学 位 类 别	专业硕士
专 业 名 称	临床医学
研 究 领 域	外科学
所 在 学 院	医学院

中国 新疆 石河子

2025 年 5 月

**Thrombo-pathologic features and prognosis of acute ischemic stroke
patients treated with remedial stent implantation**

A Dissertation Submitted to

Shihezi University

In Partial Fulfillment of the Requirements

for the Degree of

Master of Clinical Medicine

By

Kang Tianbo

(Neurosurgery)

Dissertation Supervisor: Prof. Zhao Dong

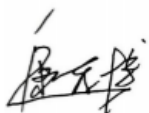
May, 2025

石河子大学学位论文独创性声明及使用授权声明

学位论文独创性声明

本人所提交的学位论文是在我导师的指导下进行的研究工作及取得的研究成果。据我所知，除文中已经注明引用的内容外，本论文不包含其他个人已经发表或撰写过的研究成果。对本文的研究做出重要贡献的个人和集体，均已在文中作了明确的说明并表示谢意。

研究生签名：



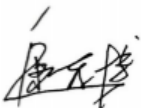
时间：

2025年5月23日

使用授权声明

本人完全了解石河子大学有关保留、使用学位论文的规定，学校有权保留学位论文并向国家主管部门或指定机构送交论文的电子版和纸质版。有权将学位论文在学校图书馆保存并允许被查阅。有权自行或许可他人将学位论文编入有关数据库提供检索服务。有权将学位论文的标题和摘要汇编出版。保密的学位论文在解密后适用本规定。

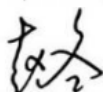
研究生签名：



时间：

2025年5月23日

导师签名：



时间：

2025年5月23日

摘要

目的：机械性取栓已广泛应用于急性缺血性脑卒中患者。然而，仍有部分患者在血栓清除后无法实现有效血流再灌注，可能需要进行补救性支架植入。研究表明，除了血栓位置、大小和血管通路外，血栓病理成分在血栓可去除性和血流再灌注中起着至关重要的作用。本研究旨在比较接受补救性支架植入术和非补救性支架植入术的血栓病理学特征，并探索补救性支架植入术患者血栓病理学成分与其预后之间的相关性。

方法：本研究纳入了2023年1月至2024年6月在石河子大学第一附属医院卒中中心行机械性取栓治疗的急性缺血性脑卒中患者。收集患者的临床资料（性别、年龄、脑血管病危险因素、房颤、冠心病、住院NIHSS评分、术前收缩压、术前血清葡萄糖、TOAST病因分型、血栓栓塞部位、术前mTICI分级和出血性转化）及脑血栓标本。根据机械性取栓后mTICI分级，将患者分为补救支架植入组（mTICI<2b/3或狭窄>70%）和非补救性支架植入组（mTICI≥2b/3）。采用免疫组织化学染色和苏木精-伊红染色对病理组织切片染色，通过图像分析软件测量血栓病理成分中CD163、CD147、Actin、CRP、vWF、NET等成分的平均光密度值及F/P、RBC的面积占比。用t检验（对正态连续变量）、Mann-Whitney U检验（对非正态连续变量）比较两组AIS患者临床资料差异及血栓病理成分在两组患者中的表达水平差异。使用Logistic回归分析补救性支架组治疗的患者血栓病理成分与该组患者90天mRS评分预后不良的关系。

结果：我们的研究中总共收集了89例接受血管内治疗的AIS患者，男性22（24.7%）例，女性67（75.3%）例。其中行补救性支架植入的患者39例，非补救性支架植入患者50例。研究发现补救性支架组和非补救性支架组两组患者心房颤动、抽烟、血栓闭塞部位、TOAST病因分型存在统计学差异（ $P<0.05$ ）。在性别、年龄、高血压、糖尿病、住院时NIHSS评分、术前收缩压、术前血清葡萄糖、术前mTICI分级和出血性转化等无显著统计学差异（ $P>0.05$ ）。在补救性支架组和非补救性支架组患者血栓病理成分中CD163[0.31（0.23,0.38）vs.0.21（0.18,0.23）， $P<0.0001$]、CRP[0.33（0.26,0.42）vs.0.27（0.22,0.33）， $P<0.05$]，NET[0.41（0.34,0.61）vs.0.36（0.31,0.40）， $P<0.05$]的表达在两组患者中存在显著的统计学差异（ $P<0.05$ ）。在两组患者的血栓病理成分中发现vWF、CD147、Actin、F/P和RBC无明显统计学意义。通过根据单因素和多因素Logistic回归发现CD163（OR: 4,838.64，95% CI: 1.86-1.26×10⁷）和vWF（OR: 2.87×10⁶，95% CI: 14.44-5.71×10¹¹）与补救性支架植入患者不良预后相关。

结论:

- 1.补救性支架植入术患者血栓病理成分中表达的 CD163、CRP、NET 等细胞因子标志物比非补救性支架植入术患者血栓病理成分中表达的更高。
- 2.补救性支架治疗的患者血栓病理成分中 vWF、CD163 是患者 90 天 mRS 评分不良预后的独立危险因素。

关键词: 急性缺血性脑卒中; 补救性支架植入; 血栓病理成分; 临床预后

Abstract

Objective: Mechanical thrombectomy is widely performed in patients with acute ischemic stroke (AIS). However, certain patients fail to achieve effective reperfusion after thrombectomy and may require further rescue stent implantation. Research indicates that in addition to the location, size, and vascular access of the thrombus, the pathological composition of the thrombus plays a key role in thrombectomy success and reperfusion. This study aimed to compare the pathological characteristics of thrombi between patients who underwent rescue stent implantation and those who did not and to explore the correlation between the pathological composition of thrombi and the prognosis of patients receiving rescue stent implantation.

Methods: Patients with AIS who underwent vascular therapy via the Stroke Center of the First Affiliated Hospital of Shihezi University from January 2023 to June 2024. We collected clinical data from these patients, including sex, age, cerebrovascular disease risk factors, atrial fibrillation, coronary heart disease, NIHSS score at admission, preoperative systolic blood pressure, preoperative serum glucose levels, TOAST etiology classification, site of thrombo-occlusion, preoperative mTICI grading, and hemorrhagic transformation, as well as brain thrombus specimens. According to the mTICI grading after mechanical thrombectomy, patients were divided into rescue stenting (mTICI<2b/3 or stenosis>70%) and non-rescue stenting groups (mTICI≥2b/3). The pathological tissue sections were used to stain Immunohistochemical and hematoxylin-eosin. Measurement of the area percentage of platelets/fibrin, erythrocytes and the mean optical density values of CD163, CD147, Actin, CRP, VWF, NET and other components of the thrombus by image analysis software. Differences of clinical data between the two groups of patients with AIS, as well as the differences in the expression levels of cellular components and cytokines in the thrombus between the two patient groups were analyzed using the t-test (for normally distributed continuous variables) and Mann–Whitney U test (for non-normally distributed continuous variables). The relationship between the thrombopathological components of patients in the remedial stent group and poor 90-d mRS prognosis in this group was used to analyze logistic regression.

Results: In our study, data from 89 patients with AIS who underwent endovascular treatment were collected, including 22 males (24.7%) and 67 females (75.3%). Of these patients, 39 underwent rescue stenting, and 50 underwent non-rescue stenting. Statistical differences were observed between patients in the remedial stent implantation group and the non-remedial stent group in terms of atrial fibrillation,

smoking, site of thromboembolic occlusion, and TOAST etiologic typing between the two groups of patients ($P < 0.05$). No statistically significant differences were observed in sex, age, hypertension, diabetes mellitus, NIHSS score at admission, preoperative systolic blood pressure, preoperative serum glucose level, preoperative mTICI classification, or hemorrhagic transformation ($P > 0.05$). CD163 (0.31 [0.23, 0.38] vs. 0.21 [0.18, 0.23], $P < 0.0001$) of CRP (0.33 [0.26, 0.42] vs. 0.27 [0.22, 0.33], $P < 0.05$) and NET (0.41 [0.34, 0.61] vs. 0.36 [0.31, 0.40], $P < 0.05$) were significantly different between the two groups ($P < 0.05$). No statistically significant differences in VWF, CD147, actin, fibrin/platelets, or erythrocytes were observed between the thrombi of the two groups. CD163 (OR: 4,838.64, 95% CI: 1.86–1.26 $\times 10^7$) and VWF (OR: 2.87 $\times 10^6$, 95% CI: 14.44–5.71 $\times 10^{11}$) were observed to be associated with poor prognosis in patients with remedial stent implantation by according to univariate and multivariate logistic regression analysis.

Conclusion: (1) In patients who underwent rescue stenting, the expression of inflammatory cytokines such as CD163, CRP, and NET in the thrombi was higher than that in patients without rescue stenting. (2) Thrombopathologic components of vWF and CD163 in patients treated with remedial stenting were independent risk factors for poor prognosis in patients' 90-d mRS scores

Key words: Acute ischemic stroke; Rescue stenting implantation; Thrombopathological components; Clinical outcome

目录

摘要.....	I
Abstract	III
目录.....	V
学科门类名称中英文对照表.....	VII
第1章 绪论.....	1
第2章 资料与方法.....	4
2.1 研究对象.....	4
2.2 纳入排除标准.....	4
2.2.1 纳入标准.....	4
2.2.2 排除标准.....	4
2.3 分组标准.....	4
2.4 收集资料.....	5
2.5 术后随访.....	5
2.6 研究方法及实验材料.....	5
2.6.1 血管内治疗.....	5
2.6.2 血栓病理染色方法.....	7
2.6.3 实验所需的试剂和仪器.....	7
2.6.4 IHC 染色操作步骤.....	8
2.6.5 HE 染色操作步骤.....	9
2.6.6 IHC 和 HE 染色数据整理.....	10
2.7 统计学方法.....	10
第3章 结果.....	11
3.1 一般资料.....	11
3.2 血栓分布特点.....	13
3.3 血栓病理成分比较.....	14
3.4 支架治疗的患者血栓病理成分与预后的关系.....	16
第4章 讨论.....	21
第5章 结论.....	26
第6章 文献综述.....	27
6.1 血栓形成的基本机制.....	28

6.1.1 血管内皮损伤.....	28
6.1.2 血流动力学的改变.....	28
6.1.3 血液凝固性的改变.....	28
6.2 血栓病理学特征.....	29
6.2.1 血栓成分与卒中病因的关系.....	29
6.2.2 血栓病理成分与血管内治疗.....	30
6.2.3 血栓病理成分与静脉溶栓.....	31
6.3 影像学对血栓病理组织的诊断.....	32
6.4 总结.....	33
参考文献.....	34
致谢.....	43
作者简介.....	44
导师评阅表.....	46

学科门类名称中英文对照表

中文名称	英文缩写	英文名称
急性缺血性脑卒中	AIS	Acute ischemic stroke
补救性支架植入	RS	Remedial stenting
非补救性支架植入	NRS	Non remedial stenting
机械性血栓切除	MT	Mechanical thrombectomy
改良 Rankin 量表	mRS	Modified Rankin Scale
脑梗死溶栓分级	mTICI	Thrombolysis in Cerebral Infarction
出血性转化	HTs	Hemorrhagic transformations
收缩压	SPB	Systolic blood pressure
红细胞	RBC	Red blood cell
纤维蛋白/血小板	F/P	fibrin/platelet
美国国立卫生研究院卒中量表	NIHSS	The National Institutes of Health Stroke Scale
中性粒细胞胞外陷阱	NET	Neutrophil extracellular trap
C-反应蛋白	CRP	C-reactive protein
血管性血友病因子	VWF	Von Willebrand Factor
免疫组化染色	ICH	Immunohistochemical
伊红-苏木素染色	HE	Hematoxylin-eosin
冠心病	CHD	Coronary heart disease
心房颤动	AF	Atrial fibrillation
优势比	OR	Odds ratio
置信区间	CI	Confidence interval
脑血管造影	DSA	Digital subtraction angiography
颈内动脉	ICA	Internal carotid artery
大脑中动脉	MCA	Middle carotid artery
大脑前动脉	ACA	Anterior carotid artery
大脑后动脉	PCA	Posterior carotid artery
椎动脉	VA	Vertebral carotid artery
基底动脉	BA	Basilar carotid artery
大动脉粥样硬化型	LAA	Large-artery atherosclerosis
心源型	CE	Cardiac origin
小动脉闭塞型	SAO	Small-Artery Occlusion
其他已知梗死型	OTH	Other determined etiology
不明原因梗死型	SUE	Undetermined etiology
活性氧	ROS	Reactive-oxygen species
低密度脂蛋白	LDL	Low-density lipoprotein
重组组织型纤溶酶原激活剂	r-tPA	Recombinant tissue plasminogen activator

第1章 绪论

脑卒中是导致残疾和死亡的主要原因，影响着全世界 1 亿多人。急性缺血性脑卒中(Acute ischemic stroke, AIS)是所有卒中类型中最为常见的，占脑卒中的 69.6~70.8%，且亚洲人群的发病率显著高于欧美国家^[1]。缺血性脑卒中是颅内一支或多支动脉堵塞的结果，血栓形成或栓子阻断血流而引起^[2]。AIS 具有高发病率、死亡率及致残率的特点^[3]。我国一项 2012 年至 2013 年开展的脑卒中流调显示，脑卒中每年发病率为 1115/10 万人，患病率每年 247/10 万人，其中缺血性脑卒中每年患病率 166.9/10 万人，超过了恶性肿瘤疾病和心血管疾病的发病率，已是我国成年人致死致残的首要原因^[4]。由此可见，积极有效治疗 AIS 的关键是急性期闭塞血管的快速再通，拯救缺血半暗带区域可逆性神经元细胞，尽量减少神经功能丧失。

缺血性脑卒中的治疗策略从重组组织纤溶酶原激活剂(Recombinant tissue plasminogen activator, rt-PA)即阿替普酶给予静脉溶栓逐渐发展到动脉导管溶栓、机械性取栓(Mechanical thrombectomy, MT)及补救性支架植入(Rescue stenting, RS)等治疗手段^[5]。静脉溶栓的治疗成效已经被获得临床上广泛的认可，因其治疗费用低、操作简便的优点被普遍推广于临床治疗。目前，指南将静脉溶栓的时间窗由原来的 4.5 小时拓宽到 9 小时^[6]。由于静脉内溶栓有着时间限制，仅只有不到 3%缺血性卒中患者能够通过其获益。研究表明，静脉溶栓主要对于 AIS 合并大血管闭塞或病情严重的患者治疗效果欠佳，其血管成功再通几率降低至 13~18%，且再通时间延迟及溶栓后症状性颅内出血转化风险增高^[7]。动脉溶栓治疗是借助血管内介入术，将溶栓药物经导管选择性作用于血栓局部，通过提高局部的药物浓度，更好地发挥其溶栓效率和治疗效果^[8]。相比静脉溶栓，动脉溶栓治疗通过局部少量用药来降低出血风险，但同样受制于严格的溶栓禁忌证限制，因此动脉溶栓的实际应用并不广泛。多项血管内治疗研究表明，通过动脉导管溶栓治疗的患者往往获益较低，其常可作为补救性治疗方法，而不是主要治疗方法^[9]。然而，MT 则是采用介入技术利用微导管将支架取栓装置放置于血栓近端和远端，从而行远端结合捕获或者近端负压抽吸的方法将血栓从责任血管内取出。随着 5 大随机对照试验结果的发表意味着 MT 时代的到来，DAWN 和 DEFUSE 3 试验将大脑前循环大血管堵塞 AIS 患者的取栓再通的时间窗延长到 16~24 h，ATTENTION 和 BAOCHE 补充了后循环取栓的依据其已经作为 AIS 的标准治疗写入指南，并以最高等级推荐。机械性取栓治疗具有治疗时间窗长、开通效果快速直接、出血并发症少等优点，在治疗大血管闭塞导致的急性缺血性卒中方面存在显著优势^[10]。

然而, 尽管 MT 在临床上已作为广泛应用, 但仍有约 20~30% 患者因首次取栓失败 (mTICI 分级 <2b/3 或闭塞部位狭窄 >70%) 或术后再闭塞需要接受 RS^[11]。

RS 治疗作为近年来的一项创新技术, 能够在 MT 失败或药物治疗无效的情况下, 通过恢复血流灌注从而改善脑卒中患者的预后。支架植入治疗主要是通过责任血管内放置支架来重新扩张血管, 从而恢复前向血流并减少缺血时间, 减轻脑细胞的损伤。目前, RS 的适应症与疗效仍然存在争议。DAWN 和 DEFUSE 3 试验的亚组分析表明, 前循环 LVO 患者中 RS 组血管再通率显著优于单纯 MT 组 (89.2% vs. 67.5%), 但并发症发生率升高至 14.6%^[12,13]。相反, BAOCHE 试验发现后循环 RS 可降低 90 天死亡率, 但功能预后无统计学差异^[14]。这种矛盾可能与血栓-血管壁相互作用机制有关, 脑卒中过程本身除了缺血性坏死, 还伴随着免疫炎症的发生, 缺血性坏死的神经细胞诱导胶质细胞活化及细胞因子的释放, 进一步促进血小板及凝血因子的聚集形成血栓。在动脉粥样硬化性狭窄基础上形成的血栓在取栓后由于内皮细胞的损伤更容易导致血管再闭或无法维持有效血流灌注, 从而需要通过 RS 治疗来稳定血流。因此血栓病理成分、结构以及形成机制等因素可能影响支架植入后的恢复效果, 进而影响患者的长期预后。

近年来, 血栓病理成为预防和分析 MT 患者治疗方面的研究热点, 研究主要集中于血栓病理成分与卒中病因及其取栓的难易程度之间的关系。已有研究显示, 血栓的类型和病理成分对治疗效果具有重要意义, 从病理学的观点可将血栓分为红色血栓、白色血栓、混合型血栓和透明血栓。红色血栓主要由纤维蛋白包裹大量红细胞和散在分布的少量白细胞组成; 白色血栓表现为由丰富的血小板及其少量纤维蛋白所组成; 混合血栓主要由大量纤维蛋白网络红细胞充满小梁间和血小板组成; 透明血栓主要发生于微循环的血管内, 其主要由嗜酸性同质性的纤维蛋白构成, 然而这一原则在颅内血栓的研究中并不一致^[15]。在不同病因亚型的缺血性脑卒中患者血栓病理成分存在显著差异。临床上根据 TOAST 分型将缺血性脑卒中的病因分为以下五大类型^[16]: 大动脉粥样硬化闭塞型 (LAA); 小动脉闭塞型 (SAO); 心源性闭塞型 (CE); 其他已知病因梗死型 (OTH); 不明原因梗死型 (SUE)。在 LAA 型血栓病理成分中红细胞比例最高, 其次是纤维蛋白, 血小板及白细胞, 白细胞中主要以 CD3⁺T 细胞多见, 而血小板的分布主要聚集于纤维蛋白层, 并定位于血栓边缘; 在 CE 型血栓中纤维蛋白含量最丰富, 其次是红细胞, 血小板、白细胞, 其白细胞比例较 LAA 型占比高, 由于中性粒细胞释放大量的中性粒细胞外陷阱 (Neutrophil extracellular trap, NET), 并为血小板、红细胞提供黏附支架, 进一步促进血栓的形成; 病因不明型血栓病理成分中各组分 (纤维蛋白、血小板、红细胞、白细胞) 的比例与 CE 型血栓成分占比极其相似。而血管性血友病因子 (Von Willebrand Factor, vWF) 是由血管内皮细胞释放, 在血栓中 vWF 含量其主要与血小板和纤维蛋白含量相关^[17]。

在取栓难易程度方面，血管内治疗的成功再通率及取栓次数与血栓病理成分和结构有关。Maekawa^[18]等人研究发现，AIS 患者富含红细胞的血栓对取栓支架的粘附性更强，更容易取出，但是也更容易破碎、逃窜从而导致再次栓塞，有更高的远端栓塞风险。相反，富含纤维蛋白血栓的刚性和摩擦性使得血栓更不容易破，血栓黏弹性降低，而这增加了机械性取栓的难度，进而增加了取栓的次数。另外，其他研究者发现 AIS 血栓的组成是异质性的，血栓有一个紧密压实的血栓成分组成的外壳，包括纤维蛋白、NET、vWF 和聚集的血小板，形成一个连续的层，血栓外壳存在染色阳性的 rt-PA 直接抑制剂（如纤溶酶原激活物抑制剂和蛋白酶连接蛋白），内核含有较少聚集和清晰可识别的红细胞、纤维蛋白和血小板。而血栓所特有的外壳，也增加了血栓的硬度，粘附性降低，从而导致取栓的次数增加及手术时间延长^[19]。

因此，基于血栓病理成分在不同病因的差异及其取栓难易程度等方面的背景，我们提出假设，AIS 患者补救性支架治疗的血栓病理成分和非补救性支架治疗的患者血栓病理成分之间可能存在差异，这种差异可能与补救性支架患者并发症和预后相关。本研究通过连续单中心回顾性分析石河子大学第一附属医院卒中中心收治的行机械性取栓治疗的 AIS 患者，根据是否行补救性支架植入分为两组（补救性支架植入组和非补救性支架植入组），进而分析两组患者之间血栓病理成分是否存在差异，并探讨补救性支架组血栓病理成分对该组患者临床预后的影响，旨在为 AIS 的精准治疗提供新证据。研究结果有望优化血管内治疗决策流程，降低并发症风险，最终改善患者长期功能结局。

第2章 资料与方法

2.1 研究对象

选取 2023 年 1 月至 2024 年 6 月在中国石河子大学第一附属医院卒中中心行血管内治疗的 AIS 患者。明确诊断为脑大血管闭塞行血管内治疗且成功获得血栓标本者，收集临床和实验室资料、脑血栓标本。本研究课题已获得医院伦理委员会的批准，所有程序均遵循相关机构的规范。

2.2 纳入排除标准

2.2.1 纳入标准

(1) 根据符合我国 AIS 的诊断标准，年龄 >18 岁；(2) 美国国立卫生研究院卒中量表(NIHSS)评分 ≥ 6 分；(3) 术前脑部计算机扫描血管造影(Computed Tomographic Angiography, CTA)或核磁共振血管造影(Magnetic Resonance Angiography, MRA)等多模式影像学检查明确存在大血管闭塞(大血管包括: ICA、ACA、MCA、PCA、BA、VA)；(4) 所有行机械性取栓的 AIS 患者；(5) 手术过程中成功收集到完整的血栓，取出的血栓可用于进行组织病理学检查；(6) 发病至穿刺时间 ≤ 24 h。

2.2.2 排除标准

(1) 明确对麻醉药品或造影剂有过敏的患者；(2) 术前影像学检查提示存在颅内出血或急性大面积脑梗死(梗死面积超过大脑半球 $1/3$)；(3) 存在脑动脉瘤、脑血管畸形等导致出血性脑血管疾病；(4) 存在心、肝、肾等脏器器官严重衰竭者；(5) 资料不完善者；(6) 既往改良 Rankin 量表(Modified Rankin Scale, mRS)评分 >2 分；(7) 拒绝行血管内治疗或与影像学结果不相符的。

2.3 分组标准

(1) 根据机械性取栓后责任血管狭窄程度及血管再闭塞或反复血栓形成等情况，使用 mTICI 量表评分评估患者是否可以进行支架植入，将患者分为补救支架植入组(mTICI $<2b/3$ 或狭窄 $>70\%$)和非补救性支架植入组(mTICI $\geq 2b/3$)^[20]。

(2) 补救性支架植入定义为：经机械性取栓开通闭塞血管后，血管残留狭窄或再

次闭塞导致前向血流无法维持的患者进一步行颅内支架植入^[20]；非补救性支架植入被定义为：经机械性取栓开通闭塞血管后未见明显狭窄，患者血流再灌注良好。

2.4 收集资料

(1) 基线资料：性别、年龄、脑血管病危险因素（如抽烟史、喝酒史、高血压病史、糖尿病史）、心房颤动、冠心病史等。

(2) 术前评估：住院时美国国立卫生研究院卒中量表(NIHSS)评分、TOAST分型、脑血管血栓闭塞部位、术前脑梗死溶栓分级(mTICI)、术前收缩压(SBP)水平、术前血糖水平、出血性转化(HT)。

出血性转化定义：为脑梗死住院后首次头部CT/MRI未明确发现梗死灶内出血，术后24小时内复查头部CT/MR检查在低密度梗死灶内发现颅内高密度影，或依据首次头部CT/MRI可以确定的出血性梗死^[7]。

(3) 术后评估：术后90天患者改良Rankin量表(mRS)评分。

2.5 术后随访

在出院90天后使用mRS评分表评估AIS患者的功能预后。预后良好mRS评分则为0~2分，预后不良mRS评分则为3~6分。mRS评分由医疗专业人员在出院3个月通过电话进行随访评估。

2.6 研究方法及实验材料

2.6.1 血管内治疗

根据《急性缺血性脑卒中血管内治疗中国指南2023》，所有入院患者均需常规进行头部CT扫描，以排除脑出血。由患者或其直系家属签署手术知情同意后，方可进行血管内介入治疗。患者经局部麻醉或全身麻醉下生效后，采用改良Seldinger技术通过股动脉进行6F/8F导管鞘穿刺，接着通过股动脉入路将球囊导管引导至目标动脉，明确闭塞的位置。通过微导管和球囊导管双重注射造影剂来评估闭塞长度及侧支循环情况。通过测量闭塞血管的管腔直径，选用合适规格的SolitaireAB或FR支架，将其放置在血栓部位。支架释放后大约停留5分钟左右，随后在Penumbra负压抽吸导管抽吸的同时撤出支架和微导管，从而完成一次血管内取栓操作。每次完成一次取栓后，都需要通过行脑血管造影再次进行评估血管开通情况，根据造影结果判断是否需要再次进行血管内继