

摘 要

基于术中 DSA 影像的急性缺血性卒中大血管闭塞病因预测模型的建立与验证

背景和目的:

由大血管闭塞引起的急性缺血性卒中 (acute ischemic stroke due to large vessel occlusion, AIS-LVO) 患者可以从血管内血栓切除术 (endovascular thrombectomy, EVT) 中获益。血管内治疗技术及设备对不同病因导致的闭塞效果各异。术中数字减影血管造影 (digital subtraction angiography, DSA) 影像, 即术中造影征象 (intraprocedural angiographic sign, IPAS) 对卒中病因有较好预测价值。在这项研究中, 我们旨在使用已有的术中造影征象, 建立一个针对 AIS-LVO 病因的临床预测模型, 从而指导临床实践。

方法:

回顾性分析 2019 年 5 月至 2022 年 5 月在吉林大学中日联谊医院接受动脉取栓治疗的急性颈内动脉供血区缺血性卒中患者, 从病历及影像学资料中收集其人口学信息 (年龄、性别)、危险因素 (高血压、糖尿病、血脂异常、心房纤颤、吸烟)、NIHSS 评分、静脉溶栓、卒中病因、术中造影征象 (截断征、爪形征、轨道征、锥形征)。锥形征 (tapered sign) 是指闭塞处造影剂表现为顺着血流方向的凸出形态, 呈圆锥或铅笔样。

采用多变量 Logistic 回归建立卒中病因的预测模型。使用加强

Bootstrap 法进行内部验证。一致性统计量和校准图被用来评估模型的区分度和校准度。

结果：

本研究共纳入 116 名患者。血脂异常（OR 3.18; 95% CI, 1.16-9.01; $P=0.03$ ）、心房纤颤（OR 0.13; 95% CI, 0.04-0.37; $P<0.01$ ）和锥形征（OR 6.24; 95% CI, 1.93-22.77; $P<0.01$ ）为卒中病因的独立预测因素，被整合到预测模型中。在内部验证中，一致性统计量为 0.86，表明该模型区分度较好。根据校准图，该模型的校准度是可以接受的。

结论：

由血脂异常、心房纤颤和锥形征组成的预测模型，可以预测 AIS-LVO 患者的病因，这个模型可以帮助神经介入医生及时调整手术策略。

关键词：

急性缺血性卒中，机械取栓，术中造影征象，病因

Abstract

Finding the origin of occlusions with intraprocedural angiographic signs observed during endovascular thrombectomy: A clinical prediction model

Background and Purpose:

Patients with acute ischemic stroke due to large vessel occlusion (AIS-LVO) could benefit from endovascular thrombectomy (EVT). The response of an occlusion to different EVT techniques or devices may vary due to specific etiologies. Intraprocedural angiographic sign (IPAS) has showed potential predictive value on stroke etiology. In this study, we aimed to combine currently accepted IPASs and develop a prediction model for the etiologies of occlusions in AIS-LVOs, thereby validating its benefits for alternative options of EVT treatment.

Methods:

Consecutive AIS-LVO patients who underwent EVT at a high-volume comprehensive hospital between May 2019 and May 2022 were included in this study retrospectively. Baseline clinical data, details of IPASs, and outcomes were recorded in patient records and DSA images. The prediction model for stroke etiology was developed using multivariate logistic regression analysis. The Concordance statistics(C-statistics) and calibration plot with bootstraps of 500

resamples were used to assess discrimination and calibration of the model.

Results:

116 patients were included in our study. Dyslipidemia (OR 3.18, 95% CI, 1.16-9.01, $P=0.03$) , atrial fibrillation (OR 0.13, 95% CI, 0.04-0.37, $P<0.01$) and tapered sign (OR 6.24, 95%CI, 1.93-22.77, $P<0.01$) were independent predictors of etiology and were integrated into prediction model after adjustment for potential confounders. The C-statistics was 0.86. According to the calibration plot, the calibration of the model is acceptable.

Conclusions:

The prediction model comprised of dyslipidemia, atrial fibrillation and tapered sign can predict the etiology of AIS-LVO patients, which could help interventionists adjust intra- and postprocedural strategies timely.

Key Words:

acute ischemic stroke, endovascular thrombectomy, intraprocedural angiographic sign, etiology

英文缩略词索引表

英文全称	英文缩写	中文全称
acute ischemic stroke	AIS	急性缺血性卒中
acute ischemic stroke due to large vessel occlusion	AIS-LVO	由大血管闭塞引起的急性缺血性卒中
anterior cerebral artery	ACA	大脑前动脉
branching-site occlusion	BSO	分叉型闭塞
calibration plot		校正曲线
occlusive clot sign		血栓征象
claw sign		爪形征
Concordance statistics	C-tatistics	一致性统计量
contact aspiration	CA	抽吸取栓
cutoff/nonjaggy sign		截断征
digital subtraction angiography	DSA	数字减影血管造影
embolism		栓塞
endovascular thrombectomy	EVT	动脉取栓术
fixed focal stenosis	FFS	固定的局灶性狭窄
glycoprotein IIb/IIIa inhibitor	GPI	糖蛋白 II b/IIIa 受体拮抗剂
in-stent thrombus sign		支架内血栓征
internal carotid artery	ICA	颈内动脉
intracranial atherosclerosis stenosis-related large vessel occlusion	ICAS-LVO	颅内动脉粥样硬化性狭窄所致大血管闭塞
intracranial atherosclerotic stenosis	ICAS	颅内动脉粥样硬化性狭窄
intraprocedural angiographic sign	IPAS	术中造影征象
intraventricular hemorrhage		脑室出血
ipsilateral intermittent claudication		同侧间歇性跛行
large vessel occlusion	LVO	大血管闭塞
mean absolute error	MAE	平均绝对误差
meniscus sign		半月板征

英文全称	英文缩写	中文全称
microcatheter first-pass effect		微导管首通效应
middle cerebral artery	MCA	大脑中动脉
modified Rankin Scale	mRS	改良 Rankin 评分
modified Thrombolysis in Cerebral Infarction score	mTICI	改良脑梗死溶栓评分
National Institute of Health stroke scale	NIHSS	美国国立卫生研究院卒中量表
nomogram		列线图
parenchymal hematoma		脑实质出血
stent retriever	SR	支架取栓
stent-clot interaction sign		支架-血栓接触征
subarachnoid hemorrhage		蛛网膜下腔出血
susceptibility vessel sign		磁敏感血管征
symptomatic intracranial hemorrhage	sICH	症状性颅内出血
tapered/tapering/jet-like sign		锥形征
tram-track sign		轨道征
transient ischemic attack	TIA	短暂性脑缺血发作
truncal-type occlusion	TTO	主干型闭塞
water hammer effect		水锤效应

目 录

第 1 章 引言	1
第 2 章 文献综述	3
第 3 章 材料与方法.....	9
3.1 研究对象	9
3.2 纳入及排除标准.....	9
3.3 结局事件定义.....	10
3.4 血管造影征象的定义	11
3.5 统计学方法.....	14
3.6 列线图的解读.....	14
第 4 章 结果	16
4.1 纳入患者的基线特征	16
4.2 纳入患者的治疗细节及预后	17
4.3 预测模型的开发.....	18
4.4 预测模型的验证.....	21
第 5 章 讨论	22
第 6 章 结论	29
参考文献.....	30
作者简介及在学期间所取得的科研成果	41
致 谢.....	43

第1章 引言

随着介入治疗的发展，包括支架取栓(stent retriever, SR)和吸取栓(contact aspiration, CA)在内的血管内血栓切除术(endovascular thrombectomy, EVT)已经成为大血管闭塞所致急性缺血性卒中(acute ischemic stroke due to large vessel occlusion, AIS-LVO)患者的推荐治疗方法。^[1]随机对照研究已经证明了血管内血栓切除术对大血管闭塞导致的急性缺血性卒中患者的疗效。^[2-8]然而，在真实世界的实践中，介入医生需要在血管内治疗期间对取栓术式及设备进行个体化选择，以便尽快再通。作为血管内治疗方案决策前的重要信息收集过程，准确解读术中的影像学表现有重要意义。^[9]

最近，人们越来越关注术中数字减影血管造影(digital subtraction angiography, DSA)影像，即术中造影征象(intraprocedural angiographic sign, IPAS)对卒中病因和患者预后的预测作用，从而促进术中和术后策略的及时调整。^[9]然而，既往的研究表明，接受机械取栓治疗的患者的临床结局与术中造影征象关联并不十分密切，因为除了术中造影征象外，还有多种因素(如再通时间、术后护理等)都可能影响患者的临床结局。^[10-12]因此，在基线数据不同的情况下，很难准确的分析术中造影征象与接受血管内治疗的急性缺血性卒中患者的临床结局之间的关系。

与临床结局不同，术中造影征象用于预测卒中病因时受其他因

素干扰较小，因此更容易获得证据。此外，由于不同病因引起的大血管闭塞，对不同的血管内治疗技术或设备，如支架取栓或抽吸取栓的反应可能不同。^[13-15]精准治疗与滞后诊断之间的矛盾需要通过新的诊断方案来解决。因此，使用术中造影征象确定 AIS-LVO 患者血管闭塞的病因，将有助于确定治疗策略。然而，只有少数研究对单一种类的术中造影征象与卒中病因之间的关联进行了报告。本研究的目的是结合目前已有与病因相关的术中造影征象，为 AIS-LVO 的闭塞病因建立多变量预测模型，从而指导临床实践。

第2章 文献综述

术中 DSA 影像对急性缺血性卒中大血管闭塞病因的预测作用

脑卒中具有高发病率、高致残率、高死亡率、高复发率和高经济负担五大特点，是我国成年人致残及致死的主要疾病。^[16]多项随机对照研究表明，机械取栓能够改善由大血管闭塞引起的急性缺血性脑卒中患者的预后，明显降低其致残率和致死率。^[2-8]机械取栓的方法包括支架取栓、抽吸取栓、球囊扩张成形术、支架置入术等。准确判断脑卒中患者的病因有助于选择合适的设备和术式。已有研究表明，影像学表现有助于判断血管闭塞病因，如 CT 平扫中的大脑中动脉高密度征、磁敏感成像中的磁敏感血管征（susceptibility vessel sign）均提示栓塞性病变。^[17,18]此外，一些术中造影征象对血管闭塞的病因有一定的预测能力，如爪形征、锥形征、主干型闭塞、微导管首通效应等。^[9,19,20]本文就术中 DSA 影像对卒中病因的预测作用作一综述。

大血管闭塞病因诊断的金标准是血管再通后在 DSA 中显示的残余狭窄程度。^[21]目前对于狭窄程度临界值的判断并不统一，部分研究认为残余狭窄 $\geq 50\%$ 即可诊断颅内动脉粥样硬化性狭窄所致大血管闭塞（intracranial atherosclerosis stenosis-related large vascular occlusion, ICAS-LVO），但也有研究将 70% 设置为诊断的临界值，此外当闭塞程度不满足临界值时，血管远端血流量及充盈速度较正常差或者有明显的再闭塞倾向时，也考虑诊断为 ICAS-LVO。^[22-27]

但这种方法仍存在不足。在抗血小板聚集治疗的影响下，颅内动脉粥样硬化性狭窄的动脉粥样硬化斑块可能在治疗期间被完全清除，导致再通后没有观察到固定的病灶狭窄或者再闭塞倾向，这样的病人可能被分配到栓塞组，导致对于病因的误判。更准确的病因学诊断可能有赖于对血栓的病理分析。^[28]

血栓征象（occlusive clot sign），是指闭塞动脉再通前造影时，血栓近端显示的形态。^[29]在现有的研究中，血栓征象被分为截断征（cutoff sign）、爪形征（claw sign）、半月板征（meniscus sign）、轨道征（tram-track sign）、锥形征（tapered sign）。其中截断征、爪形征、锥形征可能是卒中病因的潜在预测因素。^[9]

截断征是指血栓近端与造影剂之间分界明确，分界线平滑而笔直。^[29]一项纳入了 25 名患者的回顾性研究发现，在血栓征象显示为截断征（nonjaggy type）的患者中，病因为心源性栓塞的比例要大于非截断征（jaggy type）的患者（88.0% VS 50.0%, $P=0.059$ ）。单变量分析及多变量分析显示，非心源性栓塞可能是非截断征的预测因子[单变量分析：OR 4.25, 95%CI（0.97-18.57）, $P=0.059$, 多变量分析：OR 7.5, 95%CI（0.91-56.78）, $P=0.051$]。^[30]在另一项研究显示，栓塞组的患者更容易出现截断征（46.4% VS 24.3%, $P=0.01$ ）。^[31]这表明，截断征可能对栓塞具有一定的预测价值。动物研究显示，截断征的外观可能是由血压波动产生的水锤效应（water hammer effect）致栓子压缩产生的后果。^[32]

爪形征是指闭塞处造影剂表现为凹陷形，形似螃蟹的爪子。^[33]

一项纳入了 73 名患者的单中心回顾性研究中显示,相较于爪形征阴性组,爪形征阳性的患者中有心房纤颤病史 (48.3% VS 25.0%, $P=0.040$) 的患者更多,但经过统计学校正后,该差距不再具有统计学意义。^[9]此外,爪形征阳性提示患者卒中病因为栓塞 (93.1% VS 72.7%, $P=0.036$) 的发生率更高,包括心源性栓塞、动脉到动脉栓塞和其他不明原因的栓塞。^[33]另一项回顾性研究表明,爪形征在 ICAS 组及栓塞组的分布并没有统计学差异 (14.9% VS 24.7%, $P=0.093$)。^[31]

锥形征是指闭塞处造影剂表现为顺着血流方向的凸出形态,呈圆锥或铅笔样。^[9]这种外观可能是由是由血管壁中的动脉粥样硬化导致的管腔逐渐变窄引起的,所以其提示大血管闭塞的原因可能为颅内动脉粥样硬化性狭窄。^[34]在锥形征阳性组中,急性大血管闭塞的病因为颅内动脉粥样硬化性狭窄更常见 (54.8% VS 18.0%, $P<0.001$),更需要补救性措施来维持血管再通 (51.6% VS 14.1%, $P<0.001$)。^[14]在另一项研究中,锥形征阳性组 (jet-like sign) 的 ICAS-LVO 发生率较高 (82.9% VS 8.5%, $P<0.001$),补救性措施的使用率也更高 (74.3% VS 12.4%, $P<0.001$)。多因素回归分析显示,锥形征是 ICAS-LVO 的独立预测因子 [(OR 180.813, 95% CI (17.966, 1819.733), $P<0.001$)]。此外,锥形征对预测 ICAS-LVO 的敏感性、特异性和准确性分别为 73%、95%和 90%。^[35]在一项回顾性的倾向性得分匹配研究中,ICAS-LVO 在锥形征 (tapering sign) 阳性组更常见 [(92.9% (39/42) VS 10.7% (9/84), $P<0.001$)]。^[34]最新的研究

显示，将锥形征纳入的临床预测模型对 ICAS-LVO 具有较好的预测效能。^[31]值得注意的是，由动脉夹层诱发的闭塞也可能表现为锥形征。可以通过闭塞处是否存在固定的原位狭窄来区分夹层和 ICAS-LVO。^[35]此外，内膜瓣和双腔征是夹层最明显的特征，也有助于区分夹层和 ICAS-LVO。^[36]

主干型闭塞（truncal-type occlusion, TTO）是指动脉闭塞部位在血管主干，未累及血管分支及远端分叉。与之对应的是分叉型闭塞（branching-site occlusion, BSO），即闭塞累及了血管分叉处，如颈内动脉末端、大脑中动脉 M1 段及 M2 段交汇处、基底动脉末端等。^[37]主干型闭塞被视为颅内动脉粥样硬化性狭窄所引起的急性血管闭塞的标志物，其可通过 CT 血管造影或脑血管造影来明确。^[20,38-41]主干型闭塞的患者在血管内治疗期间更容易发生再闭塞，再通时间较长，往往需要补救性治疗措施，如球囊扩张成形术或支架置入术。^[20]主干型闭塞是 ICAS-LVO 潜在的预测因子，可能的原因是 ICAS 多发生在基底动脉的中下段、颈内动脉虹吸段和大脑中动脉分叉前的主干，而栓子更容易停留在血管的分叉处。^[20,37,42]

需要注意的是，对闭塞类型的评估往往基于闭塞段远端的血流情况，而要在术中明确远端的情况，需要在微导管越过血栓后进行微导管造影或者是对侧明确代偿情况，这往往需要额外的术中操作。

支架-血栓接触征（stent-clot interaction sign）与卒中病因有关，包括支架的膨胀程度以及支架内血栓征（in-stent thrombus sign）。支

支架膨胀程度的计算是通过支架在闭塞部位的直径除以附近正常动脉的直径来计算的。支架内血栓征是指支架部署后支架内存在充盈缺损。^[43]

支架部署后的形态可以展示展现支架受压区域及贴壁情况，有助于提示潜在的原位狭窄，支架的膨胀程度可用于评价血栓的性质（如软、硬）。^[43]与支架膨胀良好组相比（支架膨胀度 $>70\%$ ），支架膨胀不良组（支架膨胀度 $\leq 70\%$ ）中，ICAS-LVO 的发生率更高（ 43.8% VS 3.6% , $P=0.002$ ）。^[44]在另一项研究中，ICAS 组患者支架膨胀率的中位数要小于栓塞组的患者 [31% （ $20\%-40\%$ ）VS 45% （ $33\%-63\%$ ）, $P<0.01$]^[43]但是需要注意的是，在血管内治疗期间，支架膨胀不良、支架变形，可能是由于原位狭窄或是栓子比较硬，仅从支架的膨胀程度不足以辨别到底是何种原因引起。

支架内血栓征的产生可能是因为血栓与支架严密结合，多出现于因栓塞引起的大血管闭塞（ 87% VS 10% , $P<0.01$ ），但经过统计学校正后无显著差异。^[9,43]

支架-血栓接触征只有在取栓支架部署后进行造影才可以评估，当使用抽吸取栓时，则无法获取，这大大限制了这类征象的适用性。

微导管首通效应（microcatheter first-pass effect）是指在微导管穿过闭塞节段后立刻回撤，血流能够通过闭塞部位。^[19]微导管首通效应能够很好的预测 ICAS-LVO。在一项单中心回顾性研究中，ICAS 组的微导管首通效应阳性率高于栓塞组（ 90.9% VS 12.8% , $P<0.001$ ），其识别 ICAS-LVO 的敏感度、特异度和阳性预测值分

别为 90.9%、87.2%、88.5%。^[19]微导管首通效应可能是由于在原位狭窄基础上新生成的血栓比较脆弱，容易由微导管穿过。^[26]当微导管越过完全堵塞的动脉时，一块新的血栓可能被移入远端血管。因此，形成了一个通道，当微导管在病变的近端被收回时，可能会观察到血液暂时的缓慢流动。^[19]

目前，大血管闭塞术中病因诊断是基于血管再通后显示的残余狭窄程度以及是否血管具有再闭塞倾向。^[21]但由于诊断标准模糊，即使在血管造影后，卒中病因也往往难以确定，延误了术者对于患者病情的判断以及术式器械的选择。基于此，开发了不同的术中造影征象来帮助临床医生做出判断，这些征象都显示了对于大血管闭塞病因的潜在预测价值。

尽管术中造影征象具有预测能力，但仍有一些不足。首先，需要额外的操作来评估术中造影征象。例如，越过血栓的微导管造影和支架部署后的血管造影，这些额外的操作可能会增加并发症的风险。^[45]此外，在特定的术式中，一些征象无法判断，如在进行抽吸取栓的患者中，无法评估支架-血栓接触征以及微导管首通效应。^[37]

在上述的这些征象中，血栓征象显示了尚可的预测价值。此外不需要额外的操作对其进行评估，且在取栓前就可以完成。根据闭塞的血管造影表现判断病因是一种简单快速的方法。^[14]所以，根据血管造影表现来判断是否存在潜在的 ICAS 较为合适。^[34]

第3章 材料与方法

3.1 研究对象

本研究为回顾性研究。纳入 2019 年 5 月至 2022 年 5 月期间在吉林大学中日联谊医院接受机械取栓治疗的急性缺血性卒中患者，并对纳入患者的信息进行了匿名处理。人口学信息（年龄、性别）、危险因素（高血压、糖尿病、血脂异常、心房纤颤、吸烟）、美国国立卫生研究院卒中量表（National Institute of Health stroke scale, NIHSS）评分（总分 0-42 分，0 分表示神经功能良好，评分越高表示神经功能缺损程度越重）、静脉溶栓、卒中病因（颅内动脉粥样硬化性狭窄，栓塞）、手术细节（术中造影征象）均从患者病历及影像学资料中收集。

3.2 纳入及排除标准

纳入标准：①由颈内动脉供血区大血管闭塞引起的急性缺血性卒中患者并于我院接受机械取栓治疗。颈内动脉供血区大血管闭塞包括颈内动脉（internal carotid artery, ICA）颅内段、大脑中动脉（middle cerebral artery, MCA）M1 和 M2 段以及大脑前动脉（anterior cerebral artery, ACA）A1 段的闭塞；②入院前改良 Rankin 评分（modified Rankin Scale, mRS） ≤ 2 分。^[46]

排除标准：①由以下原因之一引起的颅内大血管闭塞：动脉夹层、血管炎和 Moyamoya 病；②再通失败；③串联病变；④影像质

量差，无法评估征象。

3.3 结局事件定义

卒中病因：根据机械取栓期间的血管造影，大血管闭塞引起的急性缺血性卒中的病因被分为颅内动脉粥样硬化性狭窄(intracranial atherosclerotic stenosis, ICAS)或栓塞(embolism)。^[47]颅内动脉粥样硬化性狭窄被定义为在机械取栓期间闭塞部位存在固定的局灶性狭窄(fixed focal stenosis, FFS)。固定的局灶性狭窄定义为：①狭窄程度 $\geq 70\%$ ；②任意程度的狭窄，但是血管远端血流量及充盈速度较正常差；③在机械取栓后血管有明显的再闭塞倾向。^[27]栓塞组的定义是在机械取栓后的血管造影上没有固定的局灶性狭窄。^[48]

成功再通被定义为改良脑梗死溶栓评分(modified Thrombolysis in Cerebral Infarction score, mTICI) 2b 级或 3 级。(表 3.1)^[49]

表 3.1 mTICI 分级标准

mTICI分级 (级)	描述
0	无血流灌注
1	仅有微量血流通过闭塞段
2a	远端缺血区有部分血流灌注 (<50%)
2b	远端缺血区有血流灌注 (>50%)
3	远端缺血区血流完全恢复灌注

症状性颅内出血(symptomatic intracranial hemorrhage, sICH)定义为颅内出血，包括脑实质出血(parenchymal hematoma)、蛛网膜下腔出血(subarachnoid hemorrhage)、脑室出血(intraventricular-

hemorrhage), 且 NIHSS 评分增加 ≥ 4 分。[50]

预后良好定义为 90 天 mRS ≤ 2 分。(表 3.2) [46]

表 3.2 改良 Rankin 评分

评分	描述
0	完全无症状
1	尽管有症状但并不是很严重, 无显著残疾; 能完成一般事情或行为
2	轻度残障; 不能完成所有以前能从事的活动, 但能处理个人事物而不需要帮助
3	中度残障; 需要一些协助, 但行走不需要协助
4	重度残障; 离开他人协助不能行走, 以及不能照顾自己的身体需要
5	严重残障; 卧床不起、大小便失禁、须持续护理和照顾
6	死亡

3.4 血管造影征象的定义

本研究评估了血管造影征象中的血栓征象 (occlusive clot sign), 包括截断征 (cutoff sign)、爪形征 (claw sign)、轨道征 (tram-track sign)、锥形征 (tapered sign)。两名神经内科医师独立对血栓征象进行分类, 评估的一致性由 Kappa 值表示, 分歧通过协商统一。

锥形征是指闭塞处造影剂表现为顺着血流方向的凸出形态, 呈圆锥或铅笔样。(图 3.1 A 和图 3.2 A) [9]

轨道征是指闭塞处一侧或者双侧有造影剂通过。(图 3.1 B 和图 3.2 B) [29]

爪形征是指闭塞处造影剂表现为凹陷形, 形似螃蟹的爪子。(图 3.1 C 和图 3.2 C) [33]

截断征是指血栓近端与造影剂之间分界明确，分界线平滑而笔直。（图 3.1 D 和图 3.2 D）^[29]

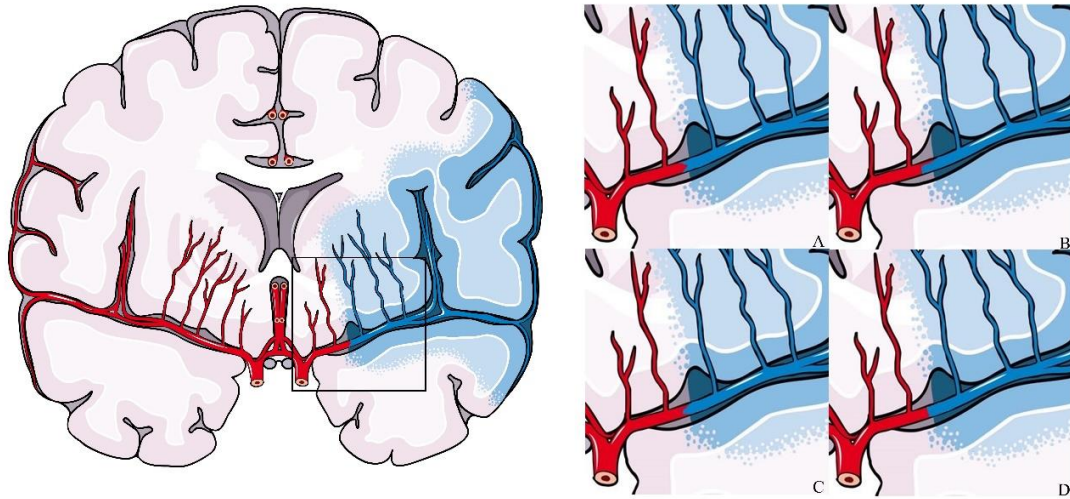


图 3.1 血栓征象的示意图

A:锥形征；B:轨道征；C:爪形征；D:截断征。

（根据 Creative Commons Attribution 3.0 Unported License 许可，示意图部分由 Servier Medical Art 的 “Ischemic Stroke” 改编）

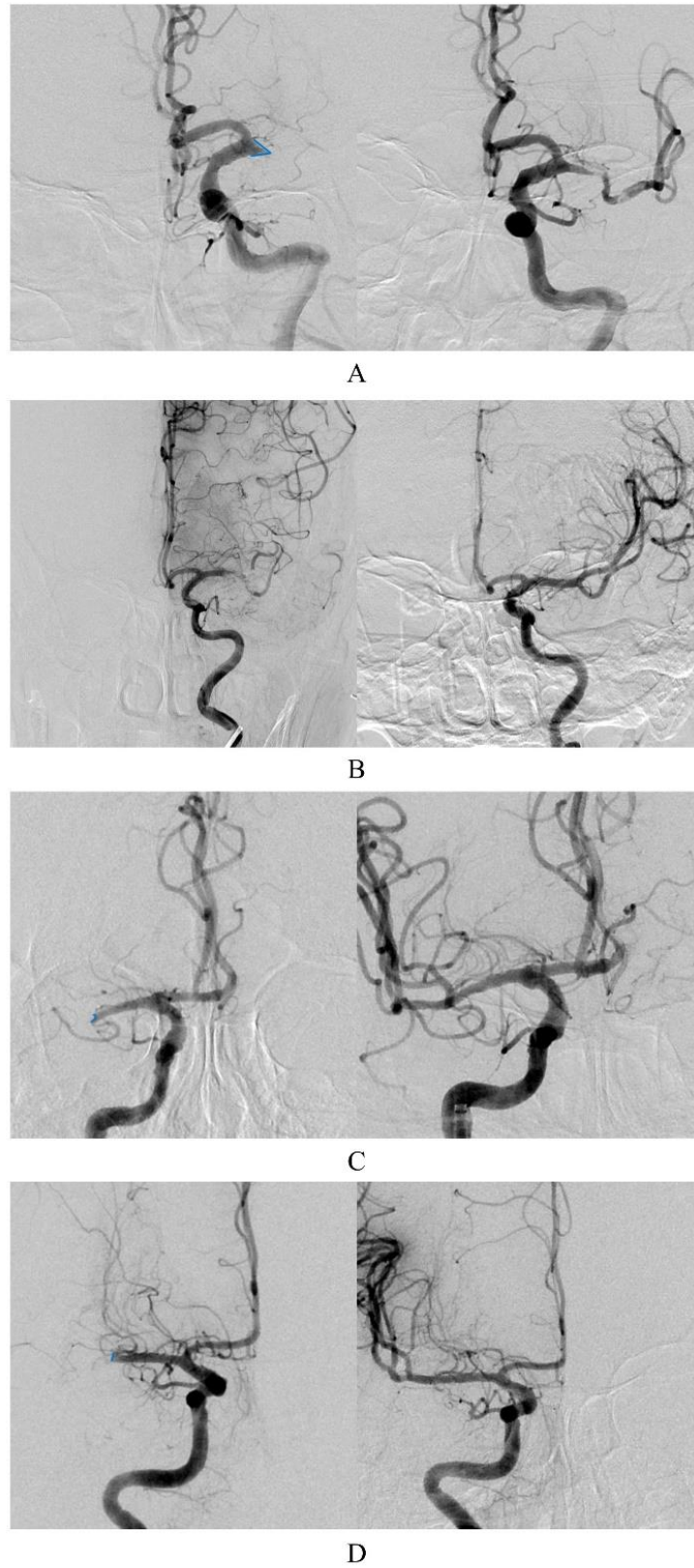


图 3.2 血栓征象的 DSA 表现(左侧为再通前, 右侧为再通后)
A:锥形征; B:轨道征; C:爪形征; D:截断征。

3.5 统计学方法

对于计量资料（如年龄、NIHSS 评分），使用 Kolmogorov-Smirnov 检验进行正态性检验。符合正态分布的计量资料，结果以均数±标准差（ $\bar{x} \pm s$ ）表示，组间比较使用 t 检验。不符合正态分布的计量资料，结果以中位数（四分位数间距） $[M(Q_1, Q_3)]$ 表示，组间比较使用 Mann-Whitney U 检验。对于计数资料（如性别、是否进行静脉溶栓），结果以例数（百分率）表示，组间比较使用卡方检验或者 Fisher 精确概率法。

先使用单因素 Logistic 回归筛选可能的预测因子，将单因素回归中 $P \leq 0.05$ 的变量纳入多因素 Logistic 回归。再通过多因素 Logistic 回归确定病因为颅内动脉粥样硬化性狭窄的独立预测因子。使用独立预测因子构建列线图（nomogram）。列线图的区分度由一致性统计量（Concordance statistics, C-statistics）来表示，一致性统计量越接近 1，说明该列线图的预测结果与实际结果的一致性越好。使用校正曲线（calibration plot）来评估临床预测模型的预测效能与实际诊断效能的一致性，并使用加强 Bootstrap 法重抽样 500 次进行内部验证。^[51]

数据缺失的患者被排除在统计学分析之外。所有的统计分析均由 R 软件（Version 4.1.3）和 Edge 软件（Version 0.40）完成。 $P < 0.05$ 定义为差异存在统计学意义。

3.6 列线图的解读

在列线图中，独立预测因子的每一个刻度都对应着图像上方相应的分数，在评估完所有独立预测因子后，将所有分数相加可得到总分，总分对应着图像下方该卒中患者血管闭塞病因为颅内动脉粥样硬化性狭窄的预测概率。

第4章 结果

4.1 纳入患者的基线特征

共有 116 名患者被纳入我们的研究中,平均年龄为 63.37 ± 10.36 岁, 41 名 (35.34%) 为女性, 其中 56 人 (48.28%) 闭塞病因为颅内动脉粥样硬化性狭窄。与栓塞组相比, ICAS 组的患者年龄较小 (60.55 ± 10.2 VS 66 ± 9.88 , $P < 0.01$), 血脂异常 (62.50% VS 23.33%, $P < 0.01$)、吸烟 (58.93% VS 25.00%, $P < 0.01$) 的几率更大, 女性 (25.00% VS 45.00%, $P = 0.02$)、心房纤颤 (14.29% VS 68.33%, $P < 0.01$) 的几率更小。而在 NIHSS 评分、ASPECTS 评分、高血压病史、糖尿病病史和闭塞位置方面未显示出统计学差异。(表 4.1)

对 IPAS 的评估, Kappa 值为 0.74, 显示了高度的一致性。出现频率依次为截断征 (36.21%)、锥形征 (33.62%)、爪形征 (18.10%) 和轨道征 (13.79%)。其中, ICAS 组的锥形征较多 (55.36% VS 13.33%, $P < 0.01$)、轨道征较少 (7.14% VS 20.00%, $P = 0.04$)。(表 4.1)

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：<https://d.book118.com/096113015123010052>