

文章编号:1003-2754(2025)06-0523-06

doi:10.19845/j.cnki.zfysjbbzz.2025.0099

论著与经验总结

急性颅内前循环大血管闭塞性缺血性
脑卒中机械取栓术后出血转化的危险因素张文玉¹, 李中辰², 咎旭¹, 孙堂桂², 郭洪阳², 郝继恒², 张利勇²

摘要: **目的** 探究急性颅内前循环大血管闭塞性缺血性脑卒中患者机械取栓(MT)术后出血转化(HT)的潜在危险因素,为减少取栓术后 HT、改善患者预后提供科学依据。**方法** 本研究回顾分析了 605 例急性颅内前循环大血管闭塞性缺血性脑卒中(AIS-AC-LVO)患者数据。将患者临床数据资料进行 Logistic 回归分析,以 $P<0.05$ 为差异有统计学意义,分析了机械取栓术后 HT 的独立预测因素。**结果** 本研究共纳入 605 例患者,MT 术后发生 HT 的有 207 例(34.2%),未发生 HT 的有 398 例(65.8%)。通过统计分析,HT 的独立预测因素是多次取栓($OR=1.340$, $P=0.003$)、手术时间长($OR=1.005$, $P=0.024$)、术前 ASPECTS 评分低($OR=0.798$, $P<0.001$)、术后 mTICI $\leq 2a$ ($OR=6.329$, $P=0.032$)、术前血小板计数低($OR=0.995$, $P=0.008$)、术前血糖高($OR=1.088$, $P=0.009$);68 例(11.2%)患者发生了症状性颅内出血(sICH)。sICH 的独立预测因素是房颤病史($OR=3.151$, $P=0.003$)、术前 ASPECTS 评分低($OR=0.868$, $P=0.007$)、手术时间延长($OR=1.009$, $P<0.001$)、侧支循环不良(ASITN/SIR <2)($OR=2.307$, $P=0.035$)、术前血小板计数低($OR=0.993$, $P=0.012$)、术前 D-二聚体水平高($OR=1.050$, $P=0.012$)以及术前血糖水平高($OR=1.138$, $P=0.013$)。**结论** 多次取栓、手术时间延长、术前 ASPECTS 评分低、术后 mTICI $\leq 2a$ 、术前血小板计数低以及术前血糖水平高是 HT 的独立预测因素。房颤病史、术前 ASPECTS 评分低、手术时间延长、侧支循环不良(ASITN/SIR <2)、术前血小板计数低、术前 D-二聚体水平高以及术前血糖水平高是 sICH 的独立预测因素。识别这些危险因素对于减少 MT 术后 HT 的发生、提高取栓治疗效果具有重要意义。

关键词: 急性大血管闭塞; 缺血性脑卒中; 机械取栓; 出血转化

中图分类号:R743.3

文献标识码:A

Risk factors for hemorrhagic transformation after mechanical thrombectomy in acute ischemic stroke due to anterior circulation large vessel occlusion ZHANG Wenyu, LI Zhongchen, ZAN Xu, et al. (School of Clinical Medicine, Shandong Second Medical University, Weifang 261000, China)

Abstract: Objective To investigate the potential risk factors for hemorrhagic transformation (HT) after mechanical thrombectomy (MT) in patients with acute ischemic stroke due to anterior circulation large vessel occlusion (AIS-AC-LVO), and to provide a scientific evidence for reducing post-thrombectomy HT and improving the prognosis of patients.

Methods A retrospective analysis was performed for the data of 605 patients with AIS-AC-LVO. The Logistic regression analysis was performed for related clinical data to identify independent predictive factors for HT after MT, with a significance threshold of $P<0.05$.

Results A total of 605 patients were included in this study, among whom 207 (34.2%) developed HT after MT, while 398 (65.8%) did not experience HT. The statistical analysis showed that multiple attempts of thrombectomy ($OR=1.340$, $P=0.003$), a prolonged time of operation ($OR=1.005$, $P=0.024$), a low ASPECTS score before surgery ($OR=0.798$, $P<0.001$), postoperative mTICI $\leq 2a$ ($OR=6.329$, $P=0.032$), a low platelet count before surgery ($OR=0.995$, $P=0.008$), and a high level of blood glucose before surgery ($OR=1.088$, $P=0.009$) were independent predictive factors for HT. Symptomatic intracranial hemorrhage (sICH) was observed in 68 patients (11.2%), and a history of atrial fibrillation ($OR=3.151$, $P=0.003$), a low ASPECTS score before surgery ($OR=0.868$, $P=0.007$), a prolonged time of operation ($OR=1.009$, $P<0.001$), poor collateral circulation (ASITN/SIR <2) ($OR=2.307$, $P=0.035$), a low platelet count before surgery ($OR=0.993$, $P=0.012$), a high level of D-dimer before surgery ($OR=1.050$, $P=0.012$), and a high level of blood glucose before surgery ($OR=1.138$, $P=0.013$) were independent predictive factors for sICH.

Conclusion Multiple attempts of thrombectomy, a prolonged time of operation, a low ASPECTS score before surgery, postoperative mTICI $\leq 2a$, a low platelet count before surgery, and a high level of blood glucose before surgery are independent predictive factors for HT. A history of atrial fibrillation, a low ASPECTS score before surgery, a prolonged time of operation, poor collateral circulation (ASITN/SIR <2), a low platelet count before surgery, a high level of D-dimer before surgery, and a high level of blood glucose before surgery are independent predictive factors for sICH.

Identifying such risk factors is crucial for reducing HT after MT and improving the efficacy of thrombectomy.

Key words: Acute large vessel occlusion; Ischemic stroke; Mechanical thrombectomy; Hemorrhagic transformation

收稿日期:2025-01-10;修订日期:2025-04-17

基金项目:山东省医药卫生科技项目(202304040921);山东省医药卫生科技项目(202404041044)

作者单位:(1. 山东第二医科大学临床医学院,山东 潍坊 261000;2. 聊城市人民医院神经外科,山东 聊城 252000)

通信作者:张利勇, E-mail:13346256936@163.com

急性缺血性卒中(acute ischemic stroke, AIS)是全球致死和致残的主要原因之一,其主要病理机制是脑动脉闭塞导致的脑组织缺血缺氧^[1]。近年来,机械取栓术(mechanical thrombectomy, MT)因能迅速再通闭塞血管,已成为治疗急性颅内前循环大血管闭塞性缺血性脑卒中的重要手段,并可显著改善患者预后^[2-4]。然而,出血转化(hemorrhagic transformation, HT)作为一种常见且严重的并发症,对患者功能结局预后产生负面影响,成为当前临床关注的重点问题^[5,6]。

HT主要表现为血液外渗至缺血脑组织中^[7]。其中,症状性颅内出血(symptomatic intracranial hemorrhage, sICH)因其可引发急性神经功能恶化并显著增加死亡率而备受关注^[8]。HT和sICH的发生率在不同研究中存在较大差异,通常与MT技术、患者全身状况及术后管理密切相关^[9,10]。

本研究对聊城市人民医院血管神经外科确诊为急性颅内前循环大血管闭塞性缺血性脑卒中并接受MT治疗的患者的临床数据进行了回顾性分析,旨在明确取栓术后出现HT和sICH的危险因素,为减少取栓术后HT、改善患者预后提供科学依据。

1 资料与方法

1.1 一般资料

本研究回顾了2020年1月—2023年6月聊城市人民医院血管神经外科605例急性颅内前循环大血管闭塞性缺血性脑卒中接受MT治疗患者的临床资料。纳入标准:(1)年龄40~75岁;(2)发病6 h内入院;(3)影像学证实为前循环大血管闭塞(颈内动脉、大脑中动脉M1/M2段),适宜取栓治疗;(4)发病前mRS评分 ≤ 1 分。排除标准:(1)影像学检查显示颅内出血、脑室出血或蛛网膜下腔出血者;(2)合并重要脏器功能衰竭者;(3)药物无法控制的严重高血压;(4)合并凝血功能障碍或出血性疾病者。

1.2 治疗方法

1.2.1 术前评估 临床评估,如症状、体征、卒中严重程度及发病时间;辅助检查,如CT或MRI、CTA、CTP,心肺功能和其他实验室检查等。

1.2.2 治疗措施 溶栓治疗:根据患者的发病时间窗口和病情行静脉溶栓治疗。

取栓治疗:进行股动脉穿刺,置入股动脉鞘管,用猪尾导管行弓上血管造影及颈内动脉造影,定位闭塞部位。根据闭塞部位及血栓性质,使用直接抽吸取栓、支架取栓等。术后再次血管造影评估血管是否完全再通。

1.2.3 术后管理 监测患者生命体征和神经功能,必要时行抗血小板、抗凝和脑保护治疗。定期

进行NIHSS评分,评估神经功能恢复。术后通过头部CT或MRI检查监测新发梗死、HT和脑水肿情况。

1.3 结果评价指标

1.3.1 HT评估 术后规律复查头部CT检查评估有无HT。影像学分型参照欧洲急性脑卒中协作研究(ECASS) II分型^[11],HT分为出血性脑梗死(hemorrhagic infarct, HI)和脑实质出血(parenchymal hemorrhage, PH)。发生HT后,NIHSS评分增加 ≥ 4 分的为sICH,增加 < 4 分的为无症状性颅内出血。

1.3.2 结局评估 主要结果变量是HT的发生,自变量包括年龄、性别、合并症(如高血压、糖尿病)和手术因素(如手术时间)等。

1.4 统计学分析

正态分布连续变量用均值 $\pm$ 标准差表示,组间比较采用独立样本 t 检验;非正态分布数据用中位数(四分位数间距)[$M(P_{25}, P_{75})$]描述,Mann-Whitney U 检验评估组间差异。分类变量用频数(百分比)[$n(\%)$]表示, χ^2 检验用于差异性分析。采用单因素和多因素二元Logistic回归分析探讨变量间关系。统计分析采用Z stats 1.0和R 4.3.0软件完成,以 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

本研究共纳入了患者605例,其中男性患者378例(54.9%),女性227例(45.1%),年龄中位数68岁,中位基线NIHSS评分18分。MT术后成功再通(mTICI $> 2a$)患者597例(98.7%),行紧急补救性血管成形术的患者有281例(46.4%),术后发生HT患者207例(34.2%),其中发生sICH的患者68例(11.2%),未发生HT患者398例(65.8%)。术后90 d功能预后不良(mRS评分3~6分)的患者有311例(51.4%)。表1显示了HT组患者和非HT组患者之间的基线特征比较。两组间的饮酒史、房颤病史、既往卒中发病史、术前NIHSS评分、手术时间、补救性血管成形术、术前ASPECTS评分、取栓次数、术后mTICI、不良侧支循环(ASITN/SIR < 2)、术前血糖水平、术前血小板计数、外周血中性粒细胞与淋巴细胞的比值(neutrophil-lymphocyte ratio, NLR)及术前D-二聚体水平存在显著差异。

根据一般资料特征,对术前NIHSS评分、手术时间、取栓次数、术前ASPECTS评分和术前血糖水平等因素进行单因素和多因素二元Logistic回归分析,发现HT的独立预测因素是多次取栓($OR=1.340, P=0.003$),手术时间延长($OR=1.005, P=0.024$),术前ASPECTS评分低($OR=0.798, P<0.001$),术后mTICI $\leq 2a$ ($OR=6.329, P=0.032$),术前血小板计数低($OR=0.995, P=0.008$),术前血糖高($OR=1.088, P=0.009$)(见表2)。

表 1 出血转化(HT)的基线特征				
资料	HT 组(<i>n</i> =207)	非 HT 组(<i>n</i> =398)	统计值	<i>P</i> 值
年龄 [<i>M</i> (<i>P</i> ₂₅ , <i>P</i> ₇₅),岁]	69(60,74)	66(56,74)	<i>Z</i> =-1.331	0.183
男性 [<i>n</i> (%)]	121(58.5)	257(64.5)	$\chi^2=2.175$	0.140
吸烟史 [<i>n</i> (%)]	48(23.1)	116(29.1)	$\chi^2=2.446$	0.118
饮酒史 [<i>n</i> (%)]	50(24.1)	127(31.9)	$\chi^2=3.957$	0.047*
高血压病史 [<i>n</i> (%)]	145(70.0)	265(66.5)	$\chi^2=0.749$	0.387
糖尿病史 [<i>n</i> (%)]	53(25.6)	85(21.3)	$\chi^2=1.395$	0.238
心房颤动史 [<i>n</i> (%)]	92(44.4)	121(30.4)	$\chi^2=11.771$	0.001*
既往卒中史 [<i>n</i> (%)]	30(14.4)	85(21.3)	$\chi^2=4.167$	0.041*
术前 NIHSS 评分 [<i>M</i> (<i>P</i> ₂₅ , <i>P</i> ₇₅),分]	20(14,28)	16(10,24)	<i>Z</i> =-3.994	<0.001*
术前 ASPECTS 评分 [<i>M</i> (<i>P</i> ₂₅ , <i>P</i> ₇₅)]	6(3,8)	8(6,9)	<i>Z</i> =-7.958	<0.001*
临床分型 [<i>n</i> (%)]			$\chi^2=8.288$	0.004*
心源性栓塞	90(43.5)	126(31.7)		
其他原因	117(56.5)	272(68.3)		
闭塞血管 [<i>n</i> (%)]			$\chi^2=13.426$	0.004*
颈内动脉	67(32.4)	151(37.9)		
大脑中动脉 M1 段	126(60.9)	188(47.2)		
大脑中动脉 M2 段	12(5.8)	52(13.1)		
其他	2(1.0)	7(1.8)		
手术时间 [<i>M</i> (<i>P</i> ₂₅ , <i>P</i> ₇₅),min]	85(60,124)	78(56,105)	<i>Z</i> =-2.231	0.026*
补救性血管成形术 [<i>n</i> (%)]	81(39.1)	200(50.3)	$\chi^2=6.771$	0.009*
取栓次数 [<i>M</i> (<i>P</i> ₂₅ , <i>P</i> ₇₅),次]	2(1,3)	1(1,2)	<i>Z</i> =-4.940	<0.001*
mTICI, 2b/3 [<i>n</i> (%)]	201(97.1)	396(99.5)	$\chi^2=4.300$	0.038*
侧支循环 ASITN/SIR<2 [<i>n</i> (%)]	165(79.1)	281(70.60)	$\chi^2=5.830$	0.016*
术后 90 d mRS 评分 [<i>M</i> (<i>P</i> ₂₅ , <i>P</i> ₇₅)]	4(2,6)	2(0,4)	<i>Z</i> =-7.550	<0.001*
术前血糖 [<i>M</i> (<i>P</i> ₂₅ , <i>P</i> ₇₅),mmol/L]	7.93(6.50,9.46)	7.18(6.13,8.58)	<i>Z</i> =-3.319	<0.001*
术前血小板计数 [<i>M</i> (<i>P</i> ₂₅ , <i>P</i> ₇₅),mmol/L]	184(155,217)	196(170,237)	<i>Z</i> =-3.311	<0.001*
术前 NLR [<i>M</i> (<i>P</i> ₂₅ , <i>P</i> ₇₅)]	4.87(2.90,7.74)	3.70(2.22,6.14)	<i>Z</i> =-3.479	<0.001*
术前 D-二聚体 [<i>M</i> (<i>P</i> ₂₅ , <i>P</i> ₇₅),mmol/L]	0.55(0.3,1.20)	0.70(0.45,2.25)	<i>Z</i> =-3.828	<0.001*

注:HT,出血转化;NIHSS,美国国立卫生研究院卒中量表;ASPECTS,阿尔伯塔卒中项目早期 CT 评分;NLR,中性粒细胞与淋巴细胞的比值。*表示 *P*<0.05,差异具有统计学意义。

表 2 HT 预测因素的多因素回归分析		
资料	OR (95%CI)	<i>P</i> 值
取栓次数	1.340 (1.108~1.621)	0.003*
手术时间	1.005 (1.001~1.009)	0.024*
mTICI≤2a	6.329 (1.173~34.166)	0.032*
术前 ASPECTS 评分	0.798 (0.739~0.861)	<0.001*
术前血小板计数	0.995 (0.992~0.999)	0.008*
术前血糖	1.088 (1.022~1.160)	0.009*

注:ASPECTS,阿尔伯塔卒中项目早期 CT 评分。*表示 *P*<0.05,差异具有统计学意义。

以是否出现 sICH 分组,将患者分为 68 例 sICH 患者组和 537 例非 sICH 患者组。两组间糖尿病病史、房颤病史、取栓次数、术前 ASPECTS 评分、侧

支循环不良 (ASITN/SIR<2)、术前血糖、术前血小板计数及术前 D-二聚体水平差异有统计学意义 (见表 3)。

根据一般资料特征,将取栓次数、术前 ASPECTS 评分、不良侧支循环 (ASITN/SIR<2) 和术前血糖水平、术前血小板计数及术前 D-二聚体水平等因素进行单因素和多因素二元 Logistic 回归分析,发现 sICH 的独立预测因素是房颤病史 (*OR*=3.151, *P*=0.003)、术前 ASPECTS 评分低 (*OR*=0.868, *P*=0.007)、手术时间延长 (*OR*=1.009, *P*<0.001)、侧支循环不良 (ASITN/SIR<2) (*OR*=2.307, *P*=0.035)、术前血小板计数低 (*OR*=0.993, *P*=0.012)、术前 D-二聚体水平高 (*OR*=1.050, *P*=0.012) 以及术前血糖水平高 (*OR*=1.138, *P*=0.013) (见表 4)。

表 3 症状性出血转化(sICH)的基线特征

资料	sICH 组 (68)	非 sICH 组 (537)	统计值	P 值
年龄 [$M(P_{25}, P_{75})$, 岁]	70 (62, 75)	67 (57, 74)	$Z=-1.572$	0.116
男性 [$n(\%)$]	37(54.5)	341 (63.5)	$\chi^2=2.127$	0.145
吸烟史 [$n(\%)$]	13(19.1)	151(28.1)	$\chi^2=2.475$	0.116
饮酒史 [$n(\%)$]	16(23.5)	161(30.0)	$\chi^2=1.214$	0.271
高血压病史 [$n(\%)$]	44(64.7)	366(68.2)	$\chi^2=0.329$	0.566
糖尿病史 [$n(\%)$]	23(33.8)	115(21.4)	$\chi^2=5.278$	0.022*
心房颤动史 [$n(\%)$]	39(57.4)	174(32.4)	$\chi^2=16.472$	<0.001*
既往卒中史 [$n(\%)$]	10(14.7)	105(19.6)	$\chi^2=0.921$	0.337
术前 NIHSS 评分 [$M(P_{25}, P_{75})$]	20(15, 27)	17(11, 25)	$Z=-1.908$	0.056
术前 ASPECTS 评分 [$M(P_{25}, P_{75})$]	6 (3, 8)	7 (5, 9)	$Z=-4.385$	<0.001*
临床分型 [$n(\%)$]			$\chi^2=6.822$	0.009*
心源性栓塞	34(50.0)	182(33.9)		
其他原因	34(50.0)	355(66.1)		
闭塞血管 [$n(\%)$]			$\chi^2=4.478$	0.214
颈内动脉	22(32.4)	196(36.5)		
大脑中动脉 M1 段	42(61.8)	272(50.7)		
大脑中动脉 M2 段	3(4.4)	61(11.4)		
其他	1(1.5)	8(1.5)		
手术时间 [$M(P_{25}, P_{75})$, min]	87 (60, 135)	78 (57, 106)	$Z=-1.747$	0.081
补救性血管成形术 [$n(\%)$]	25(36.8)	256(47.7)	$\chi^2=2.887$	0.089
取栓次数 [$M(P_{25}, P_{75})$, 次]	2 (1, 3)	1(1, 2)	$Z=-2.385$	0.017*
mTICI, 2b/3 [$n(\%)$]	66(97.1)	531(98.9)	-	0.224
侧支循环 ASITN/SIR<2 [$n(\%)$]	59(86.8)	387(72.0)	$\chi^2=6.73$	0.009*
术后 90 d mRS 评分 [$M(P_{25}, P_{75})$]	6 (5, 6)	2(0, 4)	$Z=-9.48$	<0.001*
术前血糖 [$M(P_{25}, P_{75})$, mmol/L]	8.21 (6.79, 11.22)	7.24 (6.20, 8.81)	$Z=-3.305$	<0.001*
术前血小板计数 [$M(P_{25}, P_{75})$, mmol/L]	180 (153, 210)	195 (164, 232)	$Z=-2.559$	0.010*
术前 NLR [$M(P_{25}, P_{75})$]	4.24 (2.91, 7.47)	3.98 (2.43, 6.55)	$Z=-1.411$	0.158
术前 D-二聚体 [$M(P_{25}, P_{75})$, mmol/L]	0.70 (0.50, 2.33)	0.60 (0.30, 1.30)	$Z=-2.377$	0.017*

注:sICH,症状性颅内出血;NIHSS,美国国立卫生研究院卒中量表;ASPECTS,阿尔伯特卒中项目早期CT评分;NLR,中性粒细胞与淋巴细胞的比值。*表示 $P<0.05$,差异具有统计学意义。

表 4 sICH 预测因素的多因素回归分析

资料	OR (95%CI)	P 值
房颤	3.151 (1.480~6.708)	0.003*
术前 ASPECTS 评分	0.868 (0.783~0.962)	0.007*
手术时间	1.009 (1.003~1.014)	<0.001*
侧支循环 ASITN/SIR<2	2.307 (1.059~5.024)	0.035*
术前血糖	1.138 (1.028~1.261)	0.013*
术前 D-二聚体	1.050 (1.013~1.097)	0.009*
术前血小板计数	0.993 (0.988~0.999)	0.012*

注:ASPECTS,阿尔伯特卒中项目早期CT评分。*表示 $P<0.05$,差异具有统计学意义。

3 讨论

MT作为急性大血管闭塞性缺血性脑卒中的关键治疗措施,已被证实可显著改善患者的神经功能预后及生存结局^[2-4]。然而一项中国多中心随机对照研究报道指出,血管内治疗后sICH发生率为16.0%,显著高于5项RCT研究(4.4%)^[12]。因此本文分析了聊城市人民医院的急性颅内前循环大血管闭塞性缺血性脑卒中患者MT术后临床数据,以探究HT和sICH的独立预测因素。

本研究纳入患者605例,MT术后成功再通(mTICI>2a)患者597例(98.7%),术后发生HT的有207例(34.2%),此外发生sICH的患者68例(11.2%)。发生率与Hao等^[12]的中国多中心随机对照试验研究基本保持一致。研究结果显示,多次取

栓、手术时间延长、术前 ASPECTS 评分低、术后 mTICI $\leq$ 2a、术前血小板计数低以及术前血糖水平高是 MT 术后 HT 的独立预测因素。房颤病史、术前 ASPECTS 评分低、手术时间延长、侧支循环不良 (ASITN/SIR $<$ 2)、术前血小板计数低、术前 D-二聚体水平高以及术前血糖水平高与 sICH 独立相关。

其他研究也分析了 MT 术后 HT 的相关独立预测因素。Tian 等^[10]研究发现,多次取栓(超过 3 次)显著增加了 sICH 的风险 ($OR=4.42$)。Huang 等^[13]报告称,手术时间延长是 sICH 的独立危险因素,每延长 30 min, sICH 的发生风险增加 1.39 倍 ($P=0.029$)。本研究也发现多次取栓与 HT 显著相关,手术时间延长与 HT 和 sICH 都显著相关,可能是因为多次取栓意味着取栓装置在血管内反复操作,同时也不可避免的延长手术时间,多次取栓及手术时间的延长可能导致血管内膜持续受机械损伤,破坏血脑屏障,同时加重全身应激反应,加剧内皮损伤,增加出血风险^[14-16]。

本研究对 MT 术后未成功再通或残余狭窄行补救性血管成形术的患者也进行了分析,结果显示,行补救性血管成形术在 HT 组与非 HT 组间差异有统计学意义 (39.1% vs 50.3%, $P=0.009$), sICH (36.8% vs 47.7%, $P=0.089$) 组间差异无统计学意义,多因素 Logistic 回归校正后结果表明补救性血管成形术并非 HT 独立相关因素 ($OR=0.865$, $P=0.558$)。先前的研究与我们的研究结果基本一致。Al Kasab 等^[17]对 141 例接受补救治疗的患者与未接受补救治疗的对照组比较发现补救治疗组的取栓次数更高 ($P=0.001$),手术时间更长 ($P=0.004$),但 sICH 差异无显著性 ($P=0.211$)。结合既往研究分析认为补救性血管成形术可能通过手术时间等其他因素与 HT 相关,而非独立相关。此外,本研究纳入了 216 例 (35.7%) 心源性栓塞型卒中患者,这可能对结果产生选择偏倚。

Sugiura 等^[18]研究表明, ASPECTS 评分 <6 是 sICH 的独立预测因素 ($OR=2.27$, 95%CI 1.24~4.14),侧支循环不良 ($OR=1.97$, 95%CI 1.16~3.36) 也显著增加 sICH 发生风险。Duarte Armindo 等^[19]研究发现,低 TICI 评分 (≤ 2) 与 HT 风险显著增加相关。本研究结果与之相符。分析原因可能如下:较低的 ASPECTS 评分通常意味着更大范围的脑缺血和组织损伤,术前侧支循环评分越低,侧支循环代偿供血越差。因此,患者核心梗死区体积可能更大,术后再灌注损伤更严重,增加出血的发生率^[20]。mTICI 评分 ≤ 2 是指 MT 术后血管再通不完全或未成功再灌注,不完全再灌注意味着术后血流恢复不足或部分阻塞,局部脑组织在经历短暂再通后迅速进入再次缺血状态,缺血和再灌注损伤同时作用于血管内皮,激活炎

症反应,加剧内皮损伤^[21]。大血管未成功再通还可能导致局部脑血流灌注压力增加,血流剪切力增加,损伤血管壁从而增加出血的风险^[22]。

本研究发现,术前高血糖和低血小板计数是 HT 和 sICH 的另一个独立预测因素,术前 D-二聚体水平升高与 sICH 独立相关。Yang 等^[23]研究发现,在接受 MT 的急性大面积脑梗死患者中,术前血糖水平高 (≥ 6.95 mmol/L) 显著增加 sICH 发生率 ($OR=1.169$, $P<0.001$)。高血糖可能通过增加血脑屏障的通透性、加重脑水肿以及诱发氧化应激反应,从而增加出血的风险^[24]。Zheng 等^[25]研究指出,术前血小板计数 $<150\times 10^9/L$ 显著增加 sICH 发生率 ($OR=2.022$, $P=0.029$)。血小板减少可能削弱凝血功能,使出血的可能性增加。血小板对受损血管内皮具有修复作用,数量不足可能导致血管脆性增加^[26]。Jin 等^[27]报告称, D-二聚体升高 ($OR=1.095$, 95%CI 1.009~1.188, $P=0.030$) 是 sICH 的独立危险因素。D-二聚体最佳预测阈值为 4 185 $\mu g/L$ (AUC=0.760, 敏感度 76.0%, 特异度 81.3%)。D-二聚体是纤维蛋白降解的产物,其升高通常提示体内存在高凝状态或血栓负荷增加,反映了更严重的血管内皮损伤,这可能促进出血风险^[28,29]。

本研究存在局限性。首先,作为一项单中心的回顾性研究,结果可能存在选择偏倚,加之样本量有限,这可能会对结果的普适性产生影响。因此未来的研究应考虑开展多中心、大样本的前瞻性研究,以进一步验证本研究的结论。

4 结 论

本研究通过回顾性分析,发现多次取栓、手术时间延长、术前 ASPECTS 评分低、术后 mTICI $\leq$ 2a、术前血小板计数低以及术前血糖水平高是 MT 术后 HT 的独立预测因素。房颤病史、术前 ASPECTS 评分低、手术时间延长、侧支循环不良 (ASITN/SIR $<$ 2)、术前血小板计数低、术前 D-二聚体水平高以及术前血糖水平高是 sICH 的独立预测因素。通过识别这些危险因素,未来可在降低取栓次数、缩短手术时间以及优化术前代谢和凝血状态等方面采取针对性干预措施,减少 HT 的发生,改善患者预后。

伦理学声明: 本研究经聊城市人民医院伦理委员会审批 (批号:2023074),在中国临床试验注册中心注册 (注册号:ChiCTR2400084892),患者均签署知情同意书。

利益冲突声明: 所有作者均声明不存在利益冲突。

作者贡献声明: 张文玉负责论文构思与设计、撰写论文;李中辰负责研究的实施与可行性分析、指导论文的撰写;咎旭、孙堂桂、郭洪阳负责数据收集;咎旭、孙堂桂负责数据整理;张文玉负责统计学分析;张利勇、郝继恒负责论文质量控制及审校定稿。

[参考文献]

- [1] Landman TRJ, Schoon Y, Warlé MC, et al. Remote ischemic conditioning as an additional treatment for acute ischemic stroke[J]. *Stroke*, 2019, 50(7): 1934-1939.
- [2] Nogueira RG, Jadhav AP, Haussen DC, et al. Thrombectomy 6 to 24 hours after stroke with a mismatch between deficit and infarct[J]. *N Engl J Med*, 2018, 378(1): 11-21.
- [3] Jiang SW, Wang HR, Peng Y, et al. Mechanical thrombectomy by Solitaire stent for treating acute ischemic stroke: A prospective cohort study[J]. *Int J Surg*, 2016, 28: 2-7.
- [4] Wang W, Li M, Chen Q, et al. Hemorrhagic transformation after tissue plasminogen activator reperfusion therapy for ischemic stroke: Mechanisms, models, and biomarkers[J]. *Mol Neurobiol*, 2015, 52(3): 1572-1579.
- [5] Jickling GC, Liu D, Stamova B, et al. Hemorrhagic transformation after ischemic stroke in animals and humans[J]. *J Cereb Blood Flow Metab*, 2014, 34(2): 185-199.
- [6] Spronk E, Sykes G, Falcione S, et al. Hemorrhagic transformation in ischemic stroke and the role of inflammation[J]. *Front Neurol*, 2021, 12: 661955.
- [7] van Kranendonk KR, Treurniet KM, Boers AMM, et al. Hemorrhagic transformation is associated with poor functional outcome in patients with acute ischemic stroke due to a large vessel occlusion[J]. *J Neurointerv Surg*, 2019, 11(5): 464-468.
- [8] Shen H, Ma Q, Jiao L, et al. Prognosis and predictors of symptomatic intracranial hemorrhage after endovascular treatment of large vessel occlusion stroke[J]. *Front Neurol*, 2022, 12: 730940.
- [9] Kuang Y, Zhang L, Ye K, et al. Clinical and imaging predictors for hemorrhagic transformation of acute ischemic stroke after endovascular thrombectomy[J]. *J Neuroimaging*, 2024, 34(3): 339-347.
- [10] Tian B, Tian X, Shi Z, et al. Clinical and imaging indicators of hemorrhagic transformation in acute ischemic stroke after endovascular thrombectomy[J]. *Stroke*, 2022, 53(5): 1674-1681.
- [11] Larrue V, von Kummer R R, Müller A, et al. Risk factors for severe hemorrhagic transformation in ischemic stroke patients treated with recombinant tissue plasminogen activator: A secondary analysis of the European-Australasian Acute Stroke Study (ECASS II) [J]. *Stroke*, 2001, 32(2): 438-441.
- [12] Hao Y, Yang D, Wang H, et al. Predictors for symptomatic intracranial hemorrhage after endovascular treatment of acute ischemic stroke[J]. *Stroke*, 2017, 48(5): 1203-1209.
- [13] Huang X, Cai Q, Xiao L, et al. Influence of procedure time on outcome and hemorrhagic transformation in stroke patients undergoing thrombectomy[J]. *J Neurol*, 2019, 266(10): 2560-2570.
- [14] Luby M, Hsia AW, Nadareishvili Z, et al. Frequency of blood-brain barrier disruption post-endovascular therapy and multiple thrombectomy passes in acute ischemic stroke patients[J]. *Stroke*, 2019, 50(8): 2241-2244.
- [15] Lee YB, Yoon W, Lee YY, et al. Predictors and impact of hemorrhagic transformations after endovascular thrombectomy in patients with acute large vessel occlusions[J]. *J Neurointerv Surg*, 2019, 11(5): 469-473.
- [16] Leigh R, Seners P, Rousseau V, et al. Blood-brain barrier profile pretreatment is associated with hemorrhagic transformation after endovascular reperfusion [J]. *Ann Clin Transl Neurol*, 2024, 11(12): 3292-3299.
- [17] Al Kasab S, Almallouhi E, Alawieh A, et al. Outcomes of rescue endovascular treatment of emergent large vessel occlusion in patients with underlying intracranial atherosclerosis: Insights from STAR[J]. *J Am Heart Assoc*. 2021, 10(12):e020195.
- [18] Sugiura Y, Yamagami H, Sakai N, et al. Predictors of symptomatic intracranial hemorrhage after endovascular therapy in acute ischemic stroke with large vessel occlusion[J]. *J Stroke Cerebrovasc Dis*, 2017, 26(4): 766-771.
- [19] Duarte Armino R, Vilela P. Acute ischemic stroke hemorrhagic transformation at angiography before mechanical thrombectomy: A neurointerventional dilemma[J]. *Clin Neuroradiol*, 2020, 30(4): 875-878.
- [20] Cappellari M, Pracucci G, Saia V, et al. Predictors for hemorrhagic transformation and cerebral edema in stroke patients with first-pass complete recanalization[J]. *Int J Stroke*, 2023, 18(10): 1238-1246.
- [21] Feng X, Ye G, Cao R, et al. Identification of predictors for hemorrhagic transformation in patients with acute ischemic stroke after endovascular therapy using the decision tree model[J]. *Clin Interv Aging*, 2020, (15): 1611-1624.
- [22] Qiu H, Shen R, Chen L, et al. Low serum magnesium levels are associated with hemorrhagic transformation after mechanical thrombectomy in patients with acute ischemic stroke[J]. *Front Neurol*, 2022, 13: 831232.
- [23] Yang Y, Yang L, Shi X, et al. Blood glucose to predict symptomatic intracranial hemorrhage after endovascular treatment of acute ischemic stroke with large infarct core: a prospective observational study[J]. *Front Neurol*, 2024, 15: 1367177.
- [24] Yan J, Huang J, Pu T, et al. Association of admission hyperglycemia with clinical outcomes in patients with symptomatic intracranial hemorrhage after endovascular treatment for large vessel occlusive stroke[J]. *Clin Interv Aging*, 2024, 19: 1545-1556.
- [25] Zheng S, Liu F, Yu L, et al. Safety of mechanical thrombectomy for acute ischemic stroke in patients with thrombocytopenia[J]. *Curr Neurovasc Res*, 2024, 21(3): 286-291.
- [26] Vinholt PJ. The role of platelets in bleeding in patients with thrombocytopenia and hematological disease[J]. *Clin Chem Lab Med*, 2019, 57(12): 1808-1817.
- [27] Jin T, Chen D, Chen Z, et al. Post-thrombolytic D-dimer elevation predicts symptomatic intracranial hemorrhage and poor functional outcome after intravenous thrombolysis in acute ischemic stroke patients[J]. *Neuropsychiatr Dis Treat*, 2022, 18: 2737-2745.
- [28] 高 馨, 付守芝. 系统免疫炎症指数与脑卒中的相关性研究进展[J]. *中风与神经疾病杂志*, 2024, 41(10): 956-960.
- [29] Simes J, Robledo KP, White HD, et al. D-dimer predicts long-term cause-specific mortality, cardiovascular events, and cancer in patients with stable coronary heart disease: LIPID study[J]. *Circulation*, 2018, 138(7): 712-723.

引证本文: 张文玉, 李中辰, 咎 旭, 等. 急性颅内前循环大血管闭塞性缺血性脑卒中机械取栓术后出血转化的危险因素[J]. *中风与神经疾病杂志*, 2025, 42(6): 523-528.