

引用格式:班贵兰,李茶香,陈健,等.急性缺血性脑卒中患者机械取栓后出血转化风险预测模型构建[J].巴楚医学,2025,8(3):81-87. DOI: 10.3969/j.issn.2096-6113.2025.03.013

Cite as: Ban G L, Li C X, Chen J, et al. Development of a Predictive Model for Hemorrhagic Transformation After Mechanical Thrombectomy in Patients with Acute Ischemic Stroke[J]. Bachu Medical Journal, 2025, 8(3): 81-87. DOI: 10.3969/j.issn.2096-6113.2025.03.013

急性缺血性脑卒中患者机械取栓后 出血转化风险预测模型构建

班贵兰¹ 李茶香² 陈健³ 雷燕萍⁴

(1. 三峡大学健康医学院,湖北宜昌 443002; 2. 三峡大学第一临床医学院[宜昌市中心人民医院]护理部,湖北宜昌 443003; 3. 三峡大学第一临床医学院[宜昌市中心人民医院]神经外科,湖北宜昌 443003; 4. 三峡大学第一临床医学院[宜昌市中心人民医院]神经内科,湖北宜昌 443003)

摘要:目的:探讨急性缺血性脑卒中患者机械取栓后出血转化(HT)的独立危险因素,构建风险预测模型。方法:回顾性分析2019年1月—2024年12月宜昌市中心人民医院行机械取栓的急性缺血性脑卒中患者222例,根据术后是否发生HT分为HT组($n=66$)与非HT组($n=156$)。采用单因素及多因素Logistic回归分析,评估急性缺血性脑卒中患者机械取栓后发生HT的独立危险因素,构建风险预测模型,通过受试者工作特征(ROC)曲线、校准曲线及Bootstrap法评估模型效能。结果:机械取栓后HT的发生率为29.73%。多因素分析结果显示,高血压($OR=2.162, 95\%CI:1.092, 4.279$)、取栓次数增多($OR=1.306, 95\%CI:1.053, 1.620$)、甘油三酯(TG)水平升高($OR=1.588, 95\%CI:1.063, 2.373$)、低密度脂蛋白胆固醇(LDL-C)/高密度脂蛋白胆固醇(HDL-C)升高($OR=1.893, 95\%CI:1.231, 2.912$)、中性粒细胞水平升高($OR=1.126, 95\%CI:1.018, 1.246$)及凝血酶原时间延长($OR=1.663, 95\%CI:1.255, 2.203$)为发生HT的独立危险因素(均 $P<0.05$)。联合预测模型的ROC曲线下面积为0.791,敏感度为0.864,特异度为0.583,Bootstrap验证显示模型校准度良好(Hosmer-Lemeshow检验 $P>0.05$)。结论:高血压、取栓次数增多、TG水平升高、LDL-C/HDL-C升高、中性粒细胞水平升高、凝血酶原时间延长是急性缺血性脑卒中患者机械取栓后发生HT的独立危险因素,该预测模型具有较好的预测效能。

关键词:急性缺血性脑卒中; 出血转化; 影响因素

中图分类号: R743.31

文献标志码: A

文章编号: 2096-6113(2025)03-0081-07

开放科学(资源服务)标识码(OSID):



Development of a Predictive Model for Hemorrhagic Transformation After Mechanical Thrombectomy in Patients with Acute Ischemic Stroke

Ban Guilan¹ Li Chaxiang² Chen Jian³ Lei Yanping⁴

(1. Health Sciences Medical College, China Three Gorges University, Yichang 443002, China; 2. Department of Nursing, Yichang Central People's Hospital, The First College of Clinical Medical Science, China Three Gorges University, Yichang 443003, China; 3. Department of Neurosurgery, Yichang Central People's Hospital, The First College of Clinical Medical Science, China Three Gorges University, Yichang 443003, China; 4. Department of Neurology, Yichang Central People's Hospital, The First College of

基金项目:湖北省自然科学基金创新联合发展基金项目(2024AFD164)

作者简介:班贵兰, E-mail: 2045677318@qq.com

通信作者:李茶香,副教授, E-mail: 45595280@qq.com

Clinical Medical Science, China Three Gorges University, Yichang 443003, China)

Abstract Objective: To explore the independent risk factors for hemorrhagic transformation (HT) following mechanical thrombectomy in patients with acute ischemic stroke and to develop a predictive risk model. **Methods:** A retrospective analysis was conducted on 222 patients with acute ischemic stroke who underwent mechanical thrombectomy at Yichang Central People's Hospital from January 2019 to December 2024. Patients were categorized into an HT group ($n=66$) and a non-HT group ($n=156$) based on the occurrence of HT after the procedure. Univariate and multivariate Logistic regression analyses were performed to identify independent risk factors associated with HT. A predictive model was constructed and validated using the receiver operating characteristic (ROC) curve, calibration curve, and bootstrap method. **Results:** The incidence of HT after mechanical thrombectomy was 29.73%. Multivariate analysis revealed that hypertension ($OR=2.162, 95\%CI:1.092, 4.279$), increased number of thrombectomy passes ($OR=1.306, 95\%CI:1.053, 1.620$), elevated triglyceride (TG) levels ($OR=1.588, 95\%CI:1.063, 2.373$), increased low-density lipoprotein cholesterol (LDL-C) / high-density lipoprotein cholesterol (HDL-C) ratio ($OR=1.893, 95\%CI:1.231, 2.912$), higher neutrophil count ($OR=1.126, 95\%CI:1.018, 1.246$), and prolonged prothrombin time ($OR=1.663, 95\%CI:1.255, 2.203$) were independent risk factors for HT (all $P<0.05$). The area under the ROC curve for the combined predictive model was 0.791, with a sensitivity of 0.864 and specificity of 0.583. Bootstrap validation and the Hosmer-Lemeshow test ($P>0.05$) indicated good model calibration. **Conclusion:** Hypertension, increased thrombectomy attempts, elevated TG levels, higher LDL-C/HDL-C ratio, elevated neutrophil count, and prolonged prothrombin time are independent risk factors of HT following mechanical thrombectomy in acute ischemic stroke patients. The proposed predictive model demonstrates good performance and may provide valuable guidance for clinical decision-making.

Keywords acute ischemic stroke; hemorrhagic transformation (HT); influencing factors

脑卒中是导致我国居民死亡的第二大原因,具备高死亡率、高致残率、高发病率、高复发率以及沉重经济负担等显著特征^[1]。缺血性脑卒中最为常见,占脑卒中的69.6%~72.8%^[2-3]。最新指南指出^[4],机械取栓已经成为大血管闭塞的首选治疗方案。机械取栓虽可迅速实现血管再通,但也伴有一定术后并发症,其中出血转化(hemorrhagic transformation, HT)最为严重^[5]。HT是指在实施血管内治疗之前,缺血性脑卒中患者的头颅影像学检查未见出血迹象,在术后24~72 h内进行头颅影像学复查时,发现梗死区域内或远离梗死部位出现出血的现象^[6]。研究指出^[7],机械取栓后HT的发生率为15.2%~36%。HT不仅延长患者的住院时间,甚至会增加死亡风险。既往研究^[8-9]多聚焦于探讨HT的影响因素或溶栓后的HT,机械取栓后HT的风险预测模型鲜有报道。本研究旨在构建基于常规指标的实用风险预测模型,期为医护人员预防机械取栓后发生HT提供参考。

1 资料与方法

1.1 研究对象

分析2019年1月—2024年12月在宜昌市中心

人民医院实施机械取栓治疗的急性缺血性脑卒中患者222例。根据术后是否发生HT,分为HT组($n=66$)与非HT组($n=156$)。本研究已通过宜昌市中心人民医院伦理委员会审查批准(批号:2024-441-01)。

纳入标准:①符合指南规定的急性缺血性脑卒中的诊断标准^[2],并经计算机断层扫描(computed tomography, CT)或磁共振成像(magnetic resonance imaging, MRI)证实有脑梗死病灶;②年龄 ≥ 18 岁;③行机械取栓。排除标准:①术前CT提示颅内出血;②存在严重心、肝、肾等系统性疾病的患者;③凝血功能障碍及合并脑外伤患者;④有机械取栓禁忌证的患者,如严重的血管畸形;⑤其他研究数据缺失。

1.2 资料收集

1.2.1 HT诊断标准

根据颅脑CT或MRI影像学特征,将HT分为两类:①梗死区域内出血;②远离梗死区域的新发出血。所有病例由两名神经影像医师独立评估,分歧通过共识解决。在早期CT检查中,由于难以准确区分造影剂渗漏与HT,因而需要对患者进行多次头颅CT复查以明确诊断。患者在首次复查CT后48~72 h内,CT图像显示高密度影持续存在且未见消退或减轻时,可将其定义为HT;而若在首次复查CT后

48 h, CT 图像提示高密度影完全消失或明显变淡, 则可将该情况定义为非 HT^[10]。

1.2.2 其他指标

收集两组患者一般临床资料, 包括年龄、性别、是否吸烟、饮酒、有无合并症(高血压、糖尿病、房颤、冠心病)、发病至治疗时间、取栓次数等。所有患者入院 24 h 内进行血液相关指标检测(空腹状态), 包括传统血脂参数: 胆固醇(toal chlesterl, TC)、甘油三酯(triglyceride, TG)、高密度脂蛋白胆固醇(high density lipoprotein cholesterol, HDL-C)、低密度脂蛋白胆固醇(low-density lipoprotein cholesterol, LDL-C); 非传统血脂参数: TC/HDL-C、TG/HDL-C、HDL-C/LDL-C、非高密度脂蛋白胆固醇(non-high-density lipoprotein cholesterol, non-HDL-C); 炎症指标: 淋巴细胞、中性粒细胞、中性粒细胞/高密度脂蛋白胆固醇比值(neutrophil to high-density lipoprotein cholesterol ratio, NHR); 凝血功能指标: 凝血酶原时间、活化部分凝血活酶时间(activated partial thromboplastin time, APTT)、纤维蛋白。

1.3 统计学方法

采用 SPSS 26.0 进行数据统计分析。服从正态

分布的计量资料以 $\bar{x} \pm s$ 表示, 不符合正态分布的计量资料以 $M(P_{25}, P_{75})$ 表示, 两组间比较采用独立样本 t 检验或 Mann-whitney U 检验; 计数资料以 $n(\%)$ 表示, 组间比较采用 χ^2 检验。采用多因素 Logistic 回归分析机械取栓后发生 HT 的独立危险因素, 并借助 R 语言绘制列线图。绘制受试者工作特征(receiver operator characteristic, ROC) 曲线, 计算曲线下面积(area under the curve, AUC)。采用拟合优度检验及校准曲线评估模型效能, Bootstrap 法对模型进行内部验证。 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 两组患者一般资料比较

两组患者性别、吸烟、饮酒、糖尿病、房颤、冠心病、发病至治疗时间、HDL-C、淋巴细胞计数、凝血酶原时间、APTT、纤维蛋白差异无统计学意义(均 $P > 0.05$)。两组患者高血压、取栓次数、TG、TC、LDL-C、TG/HDL-C、TC/HDL-C、LDL-C/HDL-C、non-HDL-C、中性粒细胞、NHR 及凝血酶原时间具有明显差异(均 $P < 0.05$), 见表 1。

表 1 两组患者一般资料比较 [$(\bar{x} \pm s), n(\%), M(P_{25}, P_{75})$]

| 项目 | 无 HT 组($n=156$) | HT 组($n=66$) | $t/\chi^2/Z$ | P | |
|----------------|-------------------|-----------------|--------------|--------|-------|
| 年龄/岁 | 67.59±11.62 | 65.64±12.80 | 1.108 | 0.269 | |
| 性别 | 男 | 99(63.46) | 42(63.64) | 0.001 | 0.980 |
| | 女 | 57(36.54) | 24(36.36) | | |
| 吸烟 | 否 | 94(60.26) | 41(62.12) | 0.068 | 0.795 |
| | 是 | 62(39.74) | 25(37.88) | | |
| 饮酒 | 否 | 91(58.33) | 41(62.12) | 0.276 | 0.599 |
| | 是 | 65(41.67) | 25(37.88) | | |
| 高血压 | 否 | 86(55.13) | 26(39.39) | 4.572 | 0.032 |
| | 是 | 70(44.87) | 40(60.61) | | |
| 糖尿病 | 否 | 129(82.69) | 52(78.79) | 0.467 | 0.494 |
| | 是 | 27(17.31) | 14(21.21) | | |
| 房颤 | 否 | 117(75.00) | 47(71.21) | 0.343 | 0.558 |
| | 是 | 39(25.00) | 19(28.79) | | |
| 冠心病 | 否 | 138(88.46) | 58(87.88) | 0.015 | 0.902 |
| | 是 | 18(11.54) | 8(12.12) | | |
| 发病至治疗时间/h | 4(2,5) | 4(2,6) | -1.073 | 0.283 | |
| 取栓次数/次 | 1(1,2) | 2(1,3) | -3.072 | 0.002 | |
| TC/(mmol/L) | 4.16(3.41,4.90) | 4.44(4.10,4.94) | -3.146 | 0.002 | |
| TG/(mmol/L) | 0.99(0.69,1.45) | 1.19(0.87,1.67) | -2.874 | 0.004 | |
| HDL-C/(mmol/L) | 1.31±0.36 | 1.23±0.26 | 1.633 | 0.104 | |
| LDL-C/(mmol/L) | 2.41(1.81,2.97) | 2.77(2.48,3.18) | -4.207 | <0.001 | |
| TG/HDL-C | 0.79(0.51,1.20) | 0.97(0.74,1.47) | -3.124 | 0.002 | |
| TC/HDL-C | 3.27(2.77,3.74) | 3.69(3.26,4.30) | -4.287 | <0.001 | |
| LDL-C/HDL-C | 1.93(1.46,2.39) | 2.39(1.94,2.81) | -4.453 | <0.001 | |

续表 1 两组患者一般资料比较 $[(\bar{x} \pm s), n(\%), M(P_{25}, P_{75})]$

| 项目 | 无 HT 组(n=156) | HT 组(n=66) | t/ χ^2 /Z | P |
|---------------------------|---------------------|---------------------|----------------|--------|
| non-HDL-C/(mmol/L) | 2.84(2.29, 3.41) | 3.33(2.88, 3.79) | -4.132 | <0.001 |
| 中性粒细胞/($\times 10^9$ /L) | 6.15(4.38, 8.06) | 7.50(5.79, 10.02) | -3.512 | <0.001 |
| 淋巴细胞/($\times 10^9$ /L) | 0.97(0.61, 1.51) | 0.95(0.71, 1.38) | 0.288 | 0.773 |
| NHR | 4.79(3.36, 6.83) | 6.41(4.86, 8.74) | -3.994 | <0.001 |
| 凝血酶原时间/s | 13.85(13.20, 14.70) | 14.25(13.50, 15.23) | -2.373 | 0.018 |
| APTT/s | 36.15(32.80, 39.85) | 35.35(32.02, 39.08) | -0.381 | 0.703 |
| 纤维蛋白/(g/L) | 3.02(2.56, 3.80) | 3.01(2.56, 3.66) | -0.370 | 0.711 |

注:TC:胆固醇; TG:甘油三酯; HDL-C:高密度脂蛋白胆固醇; LDL-C:低密度脂蛋白胆固醇; non-HDL-C:非高密度脂蛋白胆固醇; NHR:中性粒细胞/高密度脂蛋白胆固醇比值; APTT:活化部分凝血活酶时间; HT:出血转化。

2.2 机械取栓后发生 HT 的独立危险因素分析及列线图模型构建

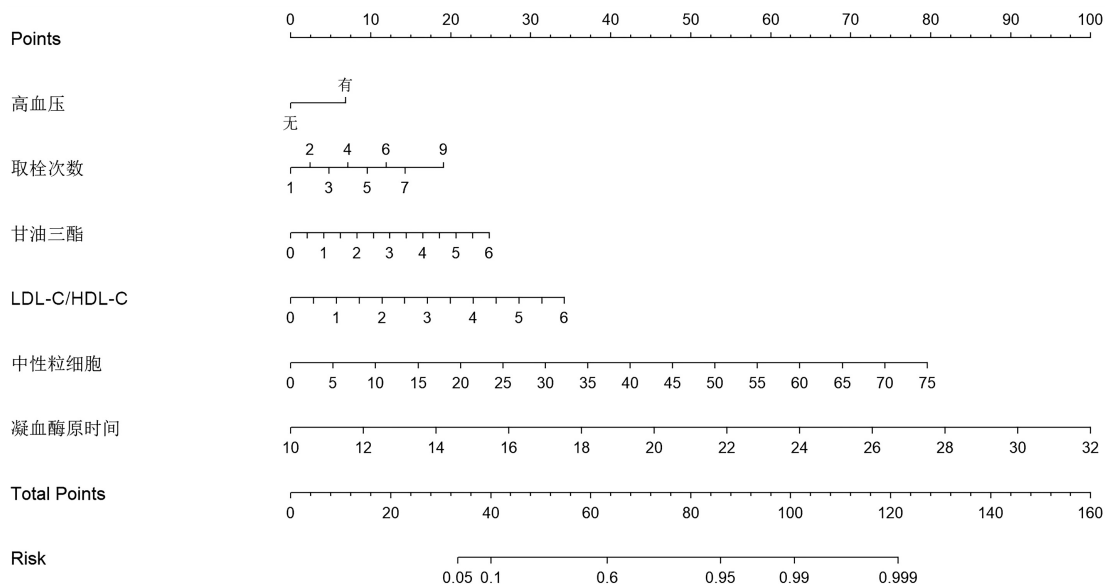
将单因素分析中有统计学意义的指标纳入行多因素 Logistic 回归分析,以患者机械取栓后是否发生 HT 为因变量(赋值:0=否,1=是),自变量高血压为二分类变量(赋值:0=否,1=是),其余变量均为连续性变量。结果显示,高血压(OR = 2.162, 95% CI: 1.092, 4.279)、取栓次数增多(OR = 1.306, 95% CI:

1.053, 1.620)、TG 升高(OR = 1.588, 95% CI: 1.063, 2.373)、LDL-C/HDL-C 升高(OR = 1.893, 95% CI: 1.231, 2.912)、中性粒细胞水平升高(OR = 1.126, 95% CI: 1.018, 1.246)及凝血酶原时间延长(OR = 1.663, 95% CI: 1.255, 2.203)为机械取栓后发生 HT 的独立危险因素,见表 2。将预测的危险因素纳入列线图风险模型中,利用 R 软件绘制列线图,见图 1。

表 2 机械取栓后发生 HT 的多因素 Logistic 分析

| 变量 | β | SE | Wald | P | OR | 95%CI |
|---------------------------|---------|-------|--------|--------|-------|-------------|
| 高血压 | 0.771 | 0.348 | 4.895 | 0.027 | 2.162 | 1.092~4.279 |
| 取栓次数/次 | 0.267 | 0.110 | 5.902 | 0.015 | 1.306 | 1.053~1.620 |
| TG/(mmol/L) | 0.462 | 0.205 | 5.093 | 0.024 | 1.588 | 1.063~2.373 |
| LDL-C/HDL-C | 0.638 | 0.220 | 8.436 | 0.004 | 1.893 | 1.231~2.912 |
| 中性粒细胞/($\times 10^9$ /L) | 0.119 | 0.052 | 5.280 | 0.022 | 1.126 | 1.018~1.246 |
| 凝血酶原时间/s | 0.509 | 0.144 | 12.543 | <0.001 | 1.663 | 1.255~2.203 |
| 常量 | -12.029 | 2.343 | 26.365 | <0.001 | - | - |

注: TG:甘油三酯; LDL-C:低密度脂蛋白胆固醇; HDL-C:高密度脂蛋白胆固醇; HT:出血转化。



注: LDL-C:低密度脂蛋白胆固醇; HDL-C:高密度脂蛋白胆固醇; HT:出血转化。

图 1 机械取栓后发生 HT 的列线图风险模型

2.3 ROC 曲线分析

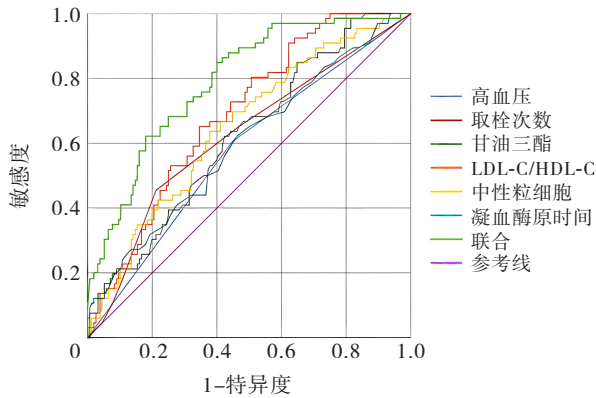
ROC 曲线分析显示,高血压、取栓次数增多、TG 升高、LDL-C/HDL-C 升高、中性粒细胞水平升高及凝血酶原时间延长的 AUC 分别为 0.579、0.622、0.622、0.689、0.649、0.601,各危险因素联合预测

AUC 为 0.791,敏感度为 0.864,特异度为 0.583(见表 3 和图 2),提示模型具有良好的诊断价值。通过 Bootstrap 自抽样法对模型进行内部验证,结果显示预测值与真实值之间的平均绝对误差为 0.037,其校准曲线见图 3。

表 3 各危险因素预测价值分析

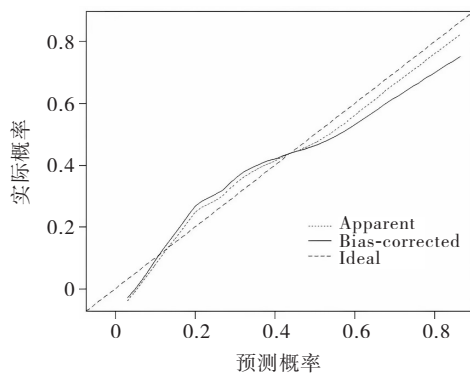
| 项目 | AUC | 95%CI | 敏感度/% | 特异度/% |
|---------------------------|-------|-------------|-------|-------|
| 高血压 | 0.579 | 0.497~0.661 | 0.606 | 0.583 |
| 取栓次数/次 | 0.622 | 0.540~0.704 | 0.455 | 0.551 |
| TG/(mmol/L) | 0.622 | 0.544~0.700 | 0.848 | 0.353 |
| LDL-C/HDL-C | 0.689 | 0.618~0.760 | 0.652 | 0.654 |
| 中性粒细胞/($\times 10^9$ /L) | 0.649 | 0.572~0.726 | 0.636 | 0.622 |
| 凝血酶原时间/s | 0.601 | 0.519~0.683 | 0.621 | 0.622 |
| 联合 | 0.791 | 0.729~0.853 | 0.864 | 0.583 |

注: TG:甘油三酯; LDL-C:低密度脂蛋白胆固醇; HDL-C:高密度脂蛋白胆固醇; HT:出血转化。



注: LDL-C:低密度脂蛋白胆固醇; HDL-C:高密度脂蛋白胆固醇。

图 2 模型 ROC 曲线



注: HT:出血转化。

图 3 机械取栓后发生 HT 的风险预测模型校准曲线

3 讨论

本研究发现,急性缺血性脑卒中患者机械取栓后 HT 的发生率为 29.73%,与既往研究结果相似^[7]。高血压、取栓次数增多、TG 水平升高、LDL-C/HDL-C

升高、中性粒细胞水平升高及凝血酶原时间延长为机械取栓后发生 HT 的独立危险因素,根据上述独立危险因素构建风险预测模型,联合预测 AUC 为 0.791。采用该模型对急性缺血性脑卒中患者机械取栓后 HT 进行早期识别,尽快采取干预措施,降低 HT 的发生风险。

研究显示^[11],高血压病史是机械取栓后发生 HT 的独立危险因素。高血压患者脑血管压力较高,从而破坏血管和血脑屏障,增加 HT 的发生风险。证据显示^[12],高血压特别是收缩压升高,与脑出血有关。并且出血风险有随血压增加而升高的趋势,因此血压管理至关重要^[13]。指南^[14]指出,术前血压偏高的脑卒中患者,机械取栓治疗后更容易发生 HT。研究发现^[15],术中及术后有效控制血压波动并合理管理高血压,能够降低再灌注后发生 HT 的风险。取栓次数也是发生 HT 的影响因素。机械取栓时操作次数增多、手术时间延长以及血管内反复操作损伤血管内皮,均会增加 HT 的发生风险^[16-17]。研究显示^[18],取栓操作次数 > 3 的患者脑实质出血的风险是取栓次数 ≤ 3 患者的 2.62 倍。

血脂参数与 HT 存在相关性^[19-20]。血脂异常通过多种机制影响血脑屏障完整性进而参与 HT 形成^[21]。血脂异常引发氧化应激,导致血管内皮细胞脂质过氧化和线粒体功能障碍,破坏细胞膜结构与功能,增加血脑屏障通透性;同时激活炎症反应,释放促炎细胞因子和激活微胶质细胞,破坏紧密连接蛋白,进一步损害血脑屏障;还会干扰内皮细胞信号通路代谢,降低一氧化氮生成,影响内皮细胞功能,削弱紧密连接。此外,激活基质金属蛋白酶,降解细胞外基

质与紧密连接蛋白,破坏血脑屏障结构;并影响载脂蛋白 E 功能,干扰血脂代谢与炎症、氧化应激调节,加剧血脑屏障损伤,最终促进 HT 发生^[22]。还有研究发现^[23],非传统血脂参数相较于单一血脂参数更能反映血脂之间的相互作用。血脂比值可较为客观地体现“胆固醇平衡”状况。在病理状态初期,尽管各项血脂单项指标尚未出现明显异常,但血脂指标间的比值可能已经发生改变^[24]。本研究发现,LDL-C/HDL-C 是急性缺血性脑卒中患者机械取栓后发生 HT 的独立危险因素之一,LDL-C/HDL-C 的 AUC 为 0.689,提示非传统脂质参数在预测机械取栓后发生 HT 具有一定的预测价值。既往研究报告^[25],LDL-C/HDL-C 与 HT 发生风险有关,该项研究也证实了非传统血脂参数在预测 HT 风险方面通常优于传统脂质参数。

中性粒细胞水平升高也会影响 HT,原因如下:①中性粒细胞和小胶质细胞可共同介导神经元死亡,增加了血脑屏障的通透性^[26];②中性粒细胞经由蛋白酶的蛋白分解产物引发直接的神经毒性效应,促使基质金属蛋白酶等物质释放,破坏血脑屏障,导致 HT^[27]。也有研究认为^[28],中性粒细胞水平升高是接受机械取栓患者发生 HT 的独立危险因素。值得注意的是,NHR 是一种与急性缺血性卒中相关的新危险因素,这一比值既反映了身体的炎症情况,又反映了心血管的健康状态^[29]。既往研究显示^[30],NHR 对缺血性脑卒中患者发生 HT 具有预测价值。但在本研究中该变量没有成为最终预测变量,推测可能与研究样本大小、纳入混杂因素等有关。未来将进一步扩大样本量,优化研究设计和统计分析方法,同时结合其他相关指标进行综合分析,以更准确地评估 NHR 在 HT 预测中的价值。凝血酶原时间作为反映外源性凝血功能的关键指标,与机械取栓后 HT 的发生密切相关。若患者凝血酶原时间延长,表明凝血功能存在障碍,血管受损后,难以迅速形成有效的血栓来止血,从而增加 HT 的风险。相关研究表明^[31],术前凝血酶原时间延长的患者,术后 HT 的发生率显著高于凝血酶原时间正常者,这与本研究结果一致。

本研究仍存在一定的局限性,溶栓药物及给药时间是脑卒中患者发生 HT 的重要因素,但本研究未系统收集溶栓药物的具体选择(如重组组织型纤溶酶原激活剂、尿激酶)及给药时间数据,主要原因是纳入对象均为急性缺血性脑卒中行机械取栓的患者。根据临床实践,符合机械取栓适应证的患者通常直接行血管内治疗,溶栓后桥接取栓的情况较为罕见。因此,溶栓药物对 HT 的影响在本研究中未做分析,未来前

瞻性研究可扩展至桥接治疗患者。另外,术中及术后抗血小板/抗凝药物(如替罗非班、阿加曲班)的使用可能影响 HT 的发生。研究发现^[32],替罗非班可降低血栓再形成风险,但可能增加出血并发症。后续应开展多中心、大样本的高质量临床研究,进一步提高该预测模型的准确性。

综上所述,高血压、取栓次数增多、TG 水平升高、LDL-C/HDL-C 升高、中性粒细胞水平升高、凝血酶原时间延长是急性缺血性脑卒中患者机械取栓后发生 HT 的独立危险因素,该预测模型具有较好的预测效能,可为临床决策提供参考。

参考文献:

- [1] 国家心血管病中心,中国心血管健康与疾病报告编写组,胡盛寿.中国心血管健康与疾病报告 2023 概要[J].中国循环杂志,2024,39(7):625-660.
- [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.中国急性缺血性卒中诊治指南 2023[J].中华神经科杂志,2024,57(6):523-559.
- [3] 《中国卒中中心报告 2022》编写组,王陇德.《中国卒中中心报告 2022》概要[J].中国脑血管病杂志,2024,21(8):565-576.
- [4] 李光硕,赵性泉.《中国急性缺血性卒中诊治指南 2023》解读[J].中国卒中杂志,2024,19(8):956-961.
- [5] 康志明,梅斌.急性大血管闭塞性卒中机械取栓术后出血转化的研究进展[J].中国卒中杂志,2024,19(1):94-104.
- [6] 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.中国急性脑梗死后出血转化诊治共识 2019[J].中华神经科杂志,2019,52(4):252-265.
- [7] Ironside N, Chen C J, Chalhoub R M, et al. Risk factors and predictors of intracranial hemorrhage after mechanical thrombectomy in acute ischemic stroke: insights from the Stroke Thrombectomy and Aneurysm Registry (STAR)[J]. J Neurointerv Surg, 2023, 15(e2): e312-e322.
- [8] 邵癸文,王峰.急性缺血性脑卒中患者机械取栓后出血转化的影响因素[J].中国医学影像技术,2022,38(5):783-786.
- [9] Li X W, Xu C Y, Shang C M, et al. Machine learning predicts the risk of hemorrhagic transformation of acute cerebral infarction and in-hospital death[J]. Comput Methods Programs Biomed, 2023, 237: 107582.
- [10] 陈煜.急性缺血性脑卒中取栓术后出血转化的危险因素分析[D].大连医科大学,2022.
- [11] Zubair A S, Sheth K N. Hemorrhagic conversion of acute ischemic stroke[J]. Neurotherapeutics, 2023, 20

- (3): 705-711.
- [12] 王增武, 王 圣, 冯彩霞, 等. 中国卒中患者高血压管理专家共识[J]. 中国卒中杂志, 2024, 19(6): 672-698.
- [13] Ghozy S, Mortezaei A, Elfil M, et al. Intensive vs conventional blood pressure control after thrombectomy in acute ischemic stroke; a systematic review and meta-analysis[J]. JAMA Netw Open, 2024, 7(2): e240179.
- [14] 霍晓川, 高 峰. 急性缺血性卒中血管内治疗中国指南2023[J]. 中国卒中杂志, 2023, 18(6): 684-711.
- [15] Raychev R, Saver J L, Jahan R, et al. The impact of general anesthesia, baseline ASPECTS, time to treatment, and IV tPA on intracranial hemorrhage after neurothrombectomy: pooled analysis of the SWIFT PRIME, SWIFT, and STAR trials[J]. J Neurointerv Surg, 2020, 12(1): 2-6.
- [16] Zhang X H, Xie Y, Wang H M, et al. Symptomatic intracranial hemorrhage after mechanical thrombectomy in Chinese ischemic stroke patients: the ASIAN score [J]. Stroke, 2020, 51(9): 2690-2696.
- [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] Bourcier R, Saleme S, Labreuche J, et al. More than three passes of stent retriever is an independent predictor of parenchymal hematoma in acute ischemic stroke[J]. J Neurointerv Surg, 2019, 11(7): 625-629.
- [19] 许 杰, 李子孝. 中国缺血性卒中及短暂性脑缺血发作患者血脂长期管理科学声明[J]. 中国卒中杂志, 2024, 19(4): 440-451.
- [20] Sun J P, Zhang J, Xin B L, et al. Traditional and non-traditional lipid parameters in relation to parenchymal hemorrhage following endovascular treatment for acute ischemic stroke in anterior circulation[J]. Clin Interv Aging, 2024, 19: 891-900.
- [21] 叶 一, 曾 勇. 血脂与轻度认知障碍相关性的研究进展[J]. 中华脑血管病杂志(电子版), 2024, 18(1): 14-18.
- [22] 王 欣, 吴小三, 胡轶阳, 等. 高密度脂蛋白胆固醇与急性缺血性卒中静脉溶栓后出血转化相关性研究进展[J]. 中国脑血管病杂志, 2024, 21(2): 130-137.
- [23] Ming C, Toh E M S, Yap Q V, et al. Impact of traditional and non-traditional lipid parameters on outcomes after intravenous thrombolysis in acute ischemic stroke[J]. J Clin Med, 2022, 11(23): 7148.
- [24] Zhao Z, Wang H R, Hou Q, et al. Non-traditional lipid parameters as potential predictors of carotid plaque vulnerability and stenosis in patients with acute ischemic stroke[J]. Neurol Sci, 2023, 44(3): 835-843.
- [25] Luo Y, Chen J, Yan X L, et al. Association of non-traditional lipid parameters with hemorrhagic transformation and clinical outcome after thrombolysis in ischemic stroke patients[J]. Curr Neurovasc Res, 2020, 17(5): 736-744.
- [26] Gao H M, Chen H, Cui G Y, et al. Damage mechanism and therapy progress of the blood-brain barrier after ischemic stroke[J]. Cell Biosci, 2023, 13(1): 196.
- [27] 王 丹, 王功锦, 赵学渊, 等. 血清基质金属蛋白酶9预测大血管闭塞性脑卒中患者机械取栓术后出血转化的临床研究[J]. 中华老年心脑血管病杂志, 2023, 25(7): 720-724.
- [28] Chen L, Cui L, Ji Y F, et al. The role of neutrophil and LDL-C levels in predicting intracranial hemorrhage following endovascular thrombectomy in patients with acute ischemic stroke[J]. J Stroke Cerebrovasc Dis, 2024, 33(11): 107925.
- [29] Yu L N, Ma K, Hao J, et al. Neutrophil to high-density lipoprotein cholesterol ratio, a novel risk factor associated with acute ischemic stroke [J]. Medicine (Baltimore), 2023, 102(26): e34173.
- [30] Zhang R R, Jin F F, Zheng L L, et al. Neutrophil to high-density lipoprotein ratio is associated with hemorrhagic transformation in patients with acute ischemic stroke[J]. J Inflamm Res, 2022, 15: 6073-6085.
- [31] 黄 淮, 徐正虎, 国树超, 等. 老年颅内大血管急性闭塞患者短期内出血转化的风险及相关危险因素研究[J]. 中华老年心脑血管病杂志, 2023, 25(4): 357-360.
- [32] Xu J C, Yan N, Wang C L, et al. Platelet-mimicking nanospheres for functional reversal of antiplatelet agents [J]. Circ Res, 2023, 132(3): 339-354.

[收稿日期 2025-03-17]