

# Predictors of first pass effect of mechanical thrombectomy for treating acute ischemic stroke with large vessel occlusion

CHEN Zhengwen, LI Peicheng, LIU Yizhi, LI Bo, YUAN Chen,  
HOU Kaiwen, CHEN Long\*

(Department of Intervention, the First Affiliated Hospital of Soochow University,  
Suzhou 215006, China)

**[Abstract]** **Objective** To screen the predictors of first pass effect (FPE) of mechanical thrombectomy (MT) for treating acute ischemic stroke with large vessel occlusion (AIS-LVO). **Methods** Data of 207 AIS-LVO patients who underwent MT were retrospectively analyzed. The patients were divided into FPE group ( $n=66$ ) and non-FPE group ( $n=141$ ) according to whether FPE was observed or not. The general data, surgical data and postoperative conditions were compared between groups, and those being different ( $P<0.1$ ) between groups were enrolled for logistic regression analysis to screen the predictors of FPE. Nomogram model was constructed, and its prediction efficiency was analyzed. **Results** There were significant differences of patients' age, American National Institutes of Health stroke scale (NIHSS) score, Alberta stroke program early CT score (ASPECTS), clot burden score (CBS), occlusion location, operation method, operation time, symptomatic intracranial hemorrhage (sICH) rate and prognosis between groups. Age, hypertension, ASPECTS, CBS, occlusion location and operation method were all independent predictors of MT FPE. The obtained nomogram model had moderate efficacy for predicting FPE of MT for treating AIS-LVO, and the concordance index was 0.759 (95%CI [0.629, 0.889]). **Conclusion** AIS-LVO patient's age, hypertension, ASPECTS, CBS, occlusion location and operation method could be used to predict FPE of MT.

**[Keywords]** stroke; arterial occlusive diseases; mechanical thrombolysis; stents; nomograms

DOI:10.13929/j.issn.1672-8475.2022.06.005

## 机械取栓治疗大血管闭塞性急性缺血性脑卒中 首过效应预测因素

陈正文, 李沛城, 刘一之, 李波, 袁晨, 侯凯文, 陈珑\*

(苏州大学附属第一医学院介入科, 江苏 苏州 215006)

**[摘要]** **目的** 筛选机械取栓(MT)治疗大血管闭塞性急性缺血性脑卒中(AIS-LVO)获得首过效应(FPE)的预测因素。**方法** 回顾性分析 207 例接受 MT 治疗的 AIS-LVO 患者, 根据获得 FPE 与否分为 FPE 组( $n=66$ )和非 FPE 组( $n=141$ ); 比较组间一般资料、手术资料及术后情况, 并将其中  $P<0.1$  者纳入 logistic 回归分析, 筛选 FPE 预测因素; 构建列线图模型, 分析其预测效能。**结果** 2 组患者年龄、美国国立卫生研究院卒中量表(NIHSS)评分、艾伯塔卒中项目早期 CT 评分(ASPECTS)、血栓负荷评分(CBS)、闭塞位置、手术方式、手术时间、症状性颅内出血(sICH)率及预后差异均有统计学意义( $P$ 均 $<0.05$ )。年龄、高血压、ASPECTS、CBS、闭塞位置及手术方式均为 MT FPE 的独立预测因素; 据此构建的列线图模型预测 MT 治疗 AIS-LVO FPE 的效能中等, 其一致性指数为 0.759[95%CI(0.629, 0.889)]。**结论** 根据 AIS-

[第一作者] 陈正文(1994—), 男, 江苏宿迁人, 在读硕士。研究方向: 神经介入。E-mail: sudaczw@163.com

[通信作者] 陈珑, 苏州大学附属第一医院介入科, 215006。E-mail: lchen76@163.com

[收稿日期] 2022-01-16 [修回日期] 2022-05-07

LVO 患者年龄、高血压、ASPECTS、CBS、闭塞位置及手术方式可预测 MT FPE。

【关键词】 脑卒中；动脉闭塞性疾病；机械溶栓；支架；列线图

【中图分类号】 R743.3；R815 【文献标识码】 A 【文章编号】 1672-8475(2022)06-0338-05

急性缺血性脑卒中(acute ischemic stroke, AIS)是可致残障甚至死亡的重大疾病<sup>[1]</sup>；静脉溶栓(intravenous thrombolysis, IVT)为有效治疗方法,但用于治疗大血管闭塞性 AIS(AIS with large vessel occlusion, AIS-LVO)后,闭塞血管再通[改良脑梗死溶栓分级(modified thrombolysis in cerebral infarction, mTICI)2b~3 级]率仅为 7%~30%<sup>[2]</sup>。机械取栓(mechanical thrombectomy, MT)为目前治疗 AIS-LVO 的标准方法,术后闭塞血管再通率可达 90%以上<sup>[3-4]</sup>,但术后 90 天预后良好率仅约 50%<sup>[5]</sup>。ZAIDAT 等<sup>[6]</sup>于 2018 年提出首过效应(first pass effect, FPE),指于未行任何补救措施的前提下经单次取栓手术实现 AIS 闭塞血管完全再通(mTICI 3 级);随后多项研究<sup>[7-8]</sup>证实 FPE 与临床预后相关性更强。本研究观察可用于预测 MT 治疗 AIS-LVO 获得 FPE 的因素。

## 1 资料与方法

1.1 一般资料 收集 2017 年 1 月—2021 年 10 月 207 例于苏州大学附属第一医院接受 MT 的 AIS-LVO 患者,男 116 例,女 91 例,年龄 64~73 岁,中位年龄 68.0 岁;根据获得 FPE 与否将其分为 FPE 组( $n=66$ )和非 FPE 组( $n=141$ ):FPE 组男 33 例、女 33 例,年龄 62~72 岁、中位年龄 67 岁;非 FPE 组男 83 例、女 58 例,年龄 65~74 岁、中位年龄 69 岁。纳入标准:①术前数字减影血管造影(digital subtraction angiography, DSA)示前循环大血管(颈内动脉/大脑中动脉 M1 段/大脑中动脉 M2 近段)急性闭塞;②术前美国国立卫生研究院卒中量表(National Institutes of Health stroke scale, NIHSS)评分 $\geq 6$ 分;③发病时间至开始 MT 时间 $\leq 6$  h,或 $> 6$  h 且 $\leq 24$  h 并符合 DEFUSE3 试验纳入标准(脑核心梗死体积 $< 70$  ml、缺血组织/核心梗死体积 $\geq 1.8$  且缺血半暗带体积 $\geq 15$  ml)<sup>[9]</sup>。排除标准:①术前头颅 CT 显示脑出血;②术前艾伯塔卒中项目早期 CT 评分(Alberta stroke program early CT score, ASPECTS) $< 6$ 分;③术前改良 Rankin 量表(modified Rankin scale, mRS)评分 $> 1$ 分;④术前脑血管造影发现闭塞血管再通(血流恢复至 mTICI 2b~3 级);⑤术中判断为前循环大血管 T 型闭塞/串联病变/夹层;⑥临床资料不全或失

访。检查前患者或家属签署知情同意书。

1.2 MT 由 2 名具有 15 年以上神经介入工作经验的主任医师完成。首选于局麻下、必要时于全麻下进行操作。

1.2.1 单纯支架取栓 于常规导引导管引导下,将微导丝(Transend-Platinum, Boston Scientific)及微导管(Rebar18/Rebra27,美敦力)置入闭塞段血管腔内,将微导管送入远端非闭塞血管腔内,以碘克沙醇(320 mgI/ml,GE)进行造影,确认其位于血管真腔内;引入 Solitaire 支架(4 mm $\times$ 20 mm 或 6 mm $\times$ 30 mm,美敦力)并展开后,再次造影观察闭塞段血管内血流是否恢复前向,确认恢复后保持支架打开状态 5 min 后取出支架,未恢复则取出支架并重复上述步骤。

1.2.2 常规导引导管(conventional guide catheter, CGC)或球囊导引导管(balloon guide catheter, BGC)+颅内支撑导管抽吸联合支架取栓(CG/C/BGC 联合取栓) 以 CGC 或 BGC 引导送入 Navein(美敦力)或 ACE60(Penumbra)颅内支撑导管,将微导丝(Transend-Platinum, Boston Scientific)及微导管(Rebra18/Rebra27,美敦力)置入闭塞段血管管腔,将微导管送至远端非闭塞血管管腔内,引入 Solitaire 支架(4 mm $\times$ 20 mm 或 6 mm $\times$ 30 mm,美敦力)至闭塞段血管,展开支架并保持 5 min;将颅内支撑导管推送至支架近端,充盈 BGC 球囊以维持颅内支撑导管及 BGC 双重负压(BGC 联合取栓),或直接维持颅内支撑导管负压(CG/C 联合取栓);最后取出支架并立即解除 BGC 球囊充盈状态(BGC 联合取栓)。

术后即刻复查 DSA,如闭塞血管前向血流恢复至 mTICI $\geq 2b$ 级且可维持 15 min 则结束治疗;若未恢复至 mTICI $\geq 2b$ 级,或虽恢复至 mTICI $\geq 2b$ 级但无法维持 15 min,则行再次取栓术。术后 24 h 复查头颅 CT,观察有无颅内出血;酌情予口服抗血小板药物。

1.3 评价标准 记录发病至入院后首次接受影像学检查的时间(door to imaging time, DTI)、发病至穿刺股动脉的时间(door to puncture time, DTP)及 MT 时间。

术后由上述 2 名医师评价疗效,意见产生分歧时,经协商达成一致。FPE 标准<sup>[6]</sup>:经单次 MT 实现闭塞血管下游区域血流恢复至 mTICI 3 级,且未采取任何

补救措施。采用 NIHSS 评价神经功能,共 0~42 分,分数越高,表示神经受损越严重。以术后头颅 CT 平扫发现任意型颅内出血且 NIHSS 评分上升 $\geq 4$ 分为症状性颅内出血 (symptomatic intracranial hemorrhage, sICH)<sup>[10]</sup>。根据文献[11]方法评价血栓负荷评分 (clot burden score, CBS):共 10 分,颈内动脉床突下段闭塞减 1 分,颈内动脉床突上段闭塞减 2 分,大脑中动脉 M1 近段、远段闭塞各减 2 分,大脑中动脉 M2 段两分支闭塞各减 1 分,大脑前动脉 A1 段闭塞减 1 分;依照 CBS 标准<sup>[12]</sup>分为 $\geq 6$ 分与 $< 6$ 分。术后第 90 天采用 mRS 评价预后:mRS 评分 $\leq 2$ 分为预后良好, $> 2$ 分为预后不良。

1.4 统计学分析 采用 SPSS 22.0 统计分析软件。以中位数(上下四分位数)表示非正态分布计量资料,组间行 Mann-Whitney U 检验;以 $\chi^2$ 检验或 Fisher 精确概率法比较计数资料。将单因素分析显示 $P < 0.1$ 者纳入 logistic 回归分析,以 rms 程序包构建列线图模型,并根据一致性指数 (concordance index, C-index)判断列线图的预测效能:C-index 0.50~0.70 为预测效能较低,0.71~0.90 为效能中等, $> 0.90$ 为效能较高。 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

## 2 结果

组间患者年龄、NIHSS 评分、ASPECTS、CBS、闭塞位置、手术方式、手术时间、sICH 率及预后差异均有统计学意义( $P$ 均 $< 0.05$ ,表 1、2 及图 1)。多因素分析结果显示,年龄、高血压、ASPECTS、CBS、闭塞位置及手术方式为 MT FPE 的独立预测因素,且 CGC 联合取栓与 BGC 联合取栓预测 FPE 的效能无明显差异( $OR = 0.516$ ,表 3)。基于多因素分析结果构建列线图模型(图 2),其 C-index 为 0.759[95%CI(0.629,0.889)],即预测 MT 治疗 AIS-LVO FPE 的效能中等。

## 3 讨论

既往 MT 研究<sup>[13]</sup>表明,取栓次数及闭塞血管再灌注程度是 AIS-LVO 患者预后的影响因素。ZAIDAT 等<sup>[6]</sup>发现,单次取栓可实现 AIS 闭塞血管完全再通与更好的临床预后相关;但该研究纳入的 AIS 患者均仅接受单纯支架取栓。以颅内支撑导管辅助支架 MT 为代表的综合性取栓技术目前已广泛用于临床。本研究纳入接受颅内支撑导管抽吸联合支架取栓的 AIS-LVO 患者,发现联合取栓较单纯支架取栓更易实现 FPE,且 CGC 联合取栓与 BGC 联合取栓预测 FPE 的效能无明显差异,但尚需进一步验证。

表 1 MT 后获得与未获得 FPE 的 AIS-LVO 患者一般资料比较

| 组别                 | 年龄(岁)           | 男/女<br>(例) | 高血压<br>(例) | 糖尿病<br>(例) | 高脂血症<br>(例) | 心房颤动<br>(例) | 吸烟史<br>(例) | 卒中史<br>(例) | NIHSS 评分           | ASPECTS<br>(分)   |
|--------------------|-----------------|------------|------------|------------|-------------|-------------|------------|------------|--------------------|------------------|
| FPE 组( $n=66$ )    | 67.0(62.0,72.0) | 33/33      | 49         | 13         | 10          | 23          | 15         | 8          | 14.00(9.00,17.25)  | 9.00(8.00,10.00) |
| 非 FPE 组( $n=141$ ) | 69.0(65.0,74.0) | 83/58      | 87         | 28         | 19          | 55          | 33         | 11         | 15.00(11.00,19.00) | 9.00(8.00,9.00)  |
| $U/\chi^2$ 值       | -2.403          | 1.434      | 3.137      | 0.001      | 0.105       | 0.331       | 0.012      | 1.006      | -2.003             | 3.986            |
| $P$ 值              | 0.018           | 0.231      | 0.077      | 0.978      | 0.746       | 0.565       | 0.914      | 0.316      | 0.046              | $< 0.001$        |

| 组别                 | CBS $\geq 6$ 分<br>(例) | IVT<br>(例) | 闭塞位置(例)    |             |       | 卒中类型(例) |       |      |
|--------------------|-----------------------|------------|------------|-------------|-------|---------|-------|------|
|                    |                       |            | 大脑中动脉 M1 段 | 大脑中动脉 M2 近段 | 颈内动脉段 | 动脉粥样硬化型 | 心源性栓塞 | 原因不明 |
| FPE 组( $n=66$ )    | 50                    | 46         | 47         | 4           | 15    | 32      | 22    | 12   |
| 非 FPE 组( $n=141$ ) | 74                    | 84         | 67         | 4           | 70    | 78      | 43    | 20   |
| $U/\chi^2$ 值       | 4.230                 | 1.972      |            | 13.725      |       | 0.975   |       |      |
| $P$ 值              | $< 0.001$             | 0.160      |            | 0.001       |       | 0.614   |       |      |

表 2 MT 后获得与未获得 FPE 的 AIS-LVO 患者术中及术后情况比较

| 组别                 | 手术方式(例)     |             |            | 局部麻醉<br>(例) | DTI(min)                  | DTP(min)                  | 手术时间(min)                 | sICH<br>(例) | 预后良好<br>(例) |
|--------------------|-------------|-------------|------------|-------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|-------------|-------------|
|                    | BGC<br>联合取栓 | CGC<br>联合取栓 | 单纯支架<br>取栓 |             |                           |                           |                           |             |             |
| FPE 组( $n=66$ )    | 14          | 48          | 4          | 36          | 200.00<br>(123.00,294.75) | 311.00<br>(240.00,438.50) | 120.00<br>(90.00,150.00)  | 3           | 42          |
| 非 FPE 组( $n=141$ ) | 31          | 77          | 33         | 65          | 210.00<br>(150.00,300.00) | 340.00<br>(248.00,431.50) | 150.00<br>(120.00,150.00) | 20          | 62          |
| $U/\chi^2$ 值       |             | 10.022      |            | 1.284       | -0.980                    | -0.708                    | -6.140                    | 6.682       | 6.954       |
| $P$ 值              |             | 0.007       |            | 0.257       | 0.619                     | 0.480                     | $< 0.001$                 | 0.040       | 0.008       |

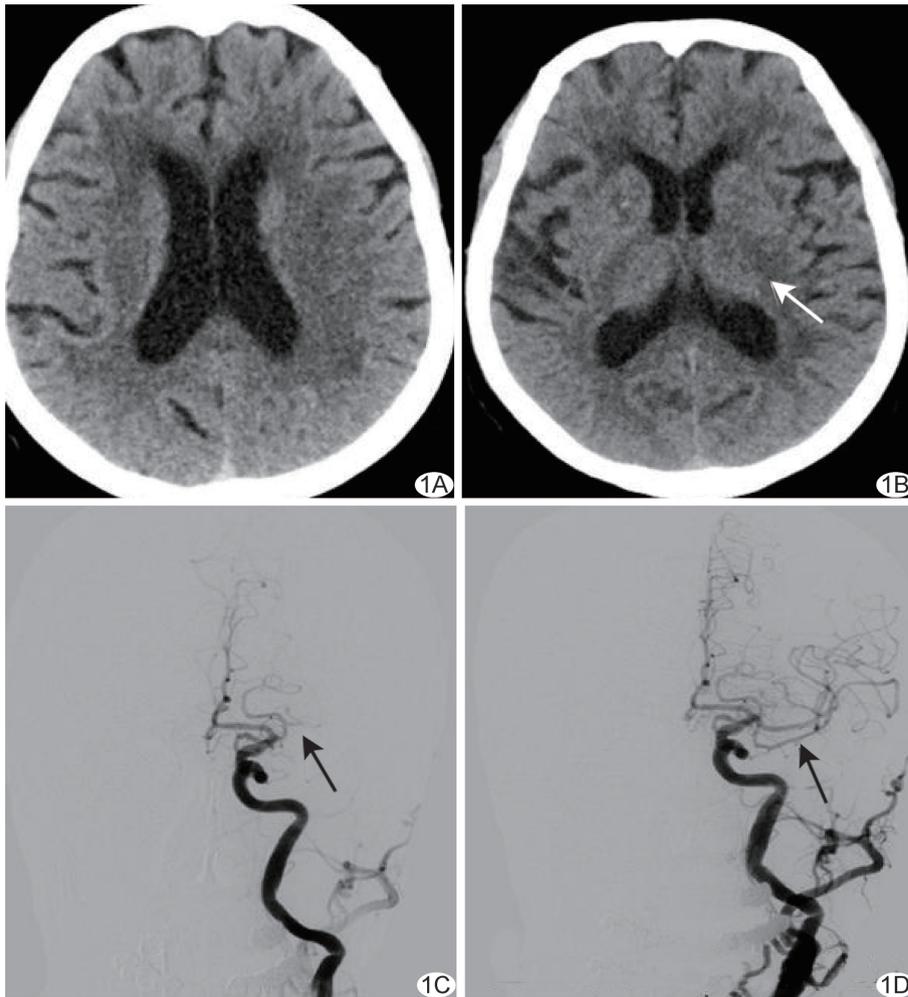


图 1 AIS-LVO 患者,男,64 岁,FPE 组 A、B. 术前头颅平扫 CT 图示左侧内囊区低密度灶(B, 箭),ASPECTS 9 分; C. 术前 DSA 图示大脑中动脉闭塞(箭),CBS 6 分; D. CGC 联合取栓术中 DSA 图,单次取栓后,闭塞段大脑中动脉完全恢复前向血流(箭)

表 3 影响 AIS-LVO 患者 MT 手术 FPE 的多因素分析结果

| 因素             | Wald 值 | OR     | 95%CI         | P 值    |
|----------------|--------|--------|---------------|--------|
| 年龄             | 8.961  | 0.941  | (0.897,0.978) | 0.003  |
| 高血压            | 5.621  | 0.361  | (0.157,0.827) | 0.016  |
| NIHSS 评分       | 1.547  | 0.969  | (0.913,1.029) | 0.310  |
| ASPECTS        | 6.602  | 1.526  | (1.105,2.107) | 0.010  |
| CBS $\geq$ 6 分 | 13.688 | 0.234  | (0.108,0.505) | <0.001 |
| 闭塞位置           |        |        |               | 0.012  |
| 大脑中动脉 M1 段     | —      | 1(参考值) | —             |        |
| 大脑中动脉 M2 近段    | 3.008  | 0.171  | (0.049,1.202) |        |
| 颈内动脉段          | 0.344  | 0.503  | (0.135,2.949) |        |
| 手术方式           |        |        |               | 0.035  |
| BGC 联合取栓       | —      | 1(参考值) | —             |        |
| CGC 联合取栓       | 2.483  | 0.516  | (0.227,1.175) |        |
| 单纯支架取栓         | 5.195  | 0.262  | (0.083,0.892) |        |

VELASCO GONZALEZ 等<sup>[14]</sup>发现 AIS 患者颈动脉迂曲,可致导管入路困难而增加手术时间、降低 BGC 取栓效率,使闭塞血管首次术后再通率下降约

30%。高血压和高龄均为颈动脉迂曲的高危因素,高血压患者可因血管重构而增加弹性大动脉病变风险<sup>[15]</sup>,而高龄人群血管壁弹性纤维和平滑肌纤维减少,导致血管弹性下降、纵向张力降低,引起血管伸长、迂曲<sup>[16]</sup>。本研究结果显示,年龄较小且无高血压的 AIS-LVO 患者接受 MT 时更易获得 FPE。此外,颈动脉迂曲还可增加栓子逃逸风险;栓子逃逸可发生于取栓全程,而将支架回收入导管时更需提高警惕:经迂曲血管回撤支架时,支架直径可发生变化而致贴壁不良,增加栓子逃逸风险。本研究结果显示,联合取栓较单纯支架取栓更易实现 FPE,分析原因,主要在于颅内支撑导管可减少支架与血管的接触面积,缩短栓子在血管内的拖拽距离,配合颅内支撑导管负压抽吸,可有效降低栓子逃逸风险而增加 FPE 概率。

此外,本研究发现 ASPECTS、CBS 及闭塞位置亦为预测 MT FPE 的独立因素;其中,ASPECTS 较高、CBS $\geq$ 6 分及大脑中动脉 M1 段闭塞时较易获得 FPE,原因可能在于低 CBS 患者受累血管多为前循环主要动脉近端血管,且受累的主要动脉较多,侧支血管不丰富;对低 CBS 患者行 MT 时,常因支架难以完全包裹血栓而致血管开通困难,且栓子逃逸概率增加,难以实现 FPE。

本研究的主要不足:①为回顾性研究;②样本量不足;③未量化评估血管情况对 FPE 的影响;④既往研究<sup>[17]</sup>证实血栓成分与 FPE 相关,但本研究未能取得血栓病理;⑤因接受单纯抽吸取栓患者较少,未将单纯抽吸取栓纳入手术方式进行分析;⑥未对列线图模型进行外部验证,有待进

FPE 相关,但本研究未能取得血栓病理;⑤因接受单纯抽吸取栓患者较少,未将单纯抽吸取栓纳入手术方式进行分析;⑥未对列线图模型进行外部验证,有待进

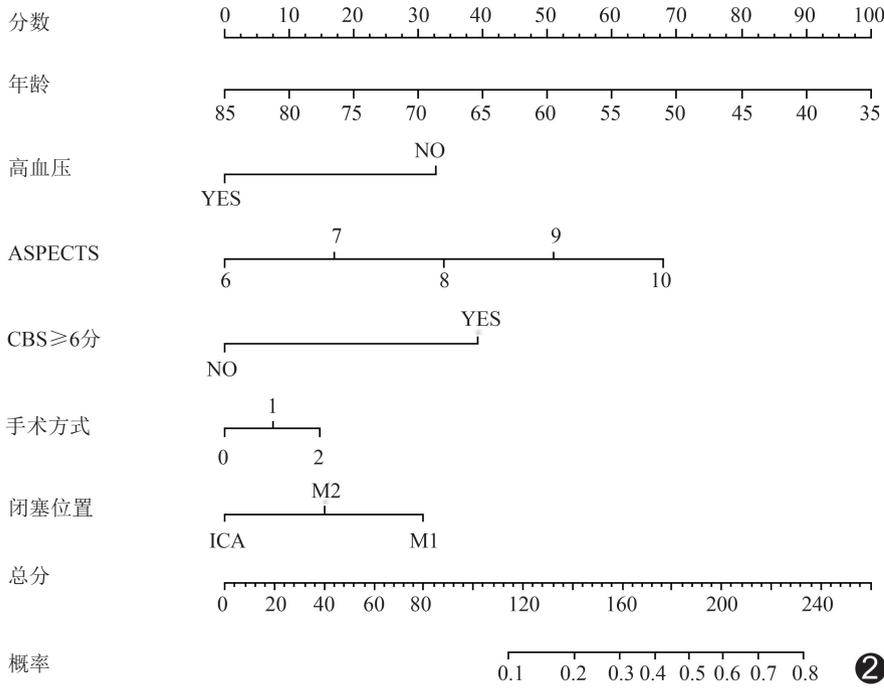


图 2 预测 MT 治疗 AIS-LVO 患者 FPE 的列线图 (取栓方式中, 0 代表单纯支架取栓, 1 代表 CGC 联合取栓, 2 代表 BGC 联合取栓)

一步完善。

综上, AIS-LVO 患者年龄、高血压、ASPECTS、CBS、闭塞位置及手术方式可用于预测 MT FPE。

[参考文献]

[1] 宋青泽, 张继. 多模态 CT 用于急性缺血性脑卒中进展[J]. 中国介入影像与治疗学, 2021, 18(11): 691-694.

[2] MENON B K, AL-AJLAN F S, NAJM M, et al. Association of clinical, imaging, and thrombus characteristics with recanalization of visible intracranial occlusion in patients with acute ischemic stroke[J]. JAMA, 2018, 320(10):1017-1026.

[3] JOVIN T G, CHAMORRO A, COBO E, et al. Thrombectomy within 8 hours after symptom onset in ischemic stroke[J]. N Engl J Med, 2015, 372(24):2296-2306.

[4] SAVER J L, GOYAL M, BONAFE A, et al. Stent-retriever thrombectomy after intravenous t-PA vs. t-PA alone in stroke[J]. N Engl J Med, 2015, 372(24):2285-2295.

[5] 龚洪敏, 赵立波, 刘曙东. 不同方法治疗急性大脑中动脉 M2 段闭塞效果[J]. 中国介入影像与治疗学, 2021, 18(2): 74-78.

[6] ZAIDAT O O, CASTONGUAY A C, LINFANTE I, et al. First pass effect a new measure for stroke thrombectomy devices[J]. Stroke, 2018, 49(3):660-666.

[7] MEMON M Z, DANIEL D, CHAUDHRY M R A, et al. Clinical impact of the first pass effect on clinical outcomes in patients with near or complete recanalization during mechanical

thrombectomy for large vessel ischemic stroke[J]. J Neuroimaging, 2021, 31(4):743-750.

[8] HASSAN A E, DIBAS M, SARRAJ A, et al. First pass effect vs multiple passes complete reperfusion: A retrospective study[J]. Neuroradiol J, 2021:19714009211042886.

[9] ALBERS G W, MARKS M P, KEMP S, et al. Thrombectomy for stroke at 6 to 16 hours with selection by perfusion imaging [J]. N Engl J Med, 2018, 378(8): 708-718.

[10] 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.

[11] PUETZ V, DZIALOWSKI I, HILL M D, et al. Intracranial thrombus extent predicts clinical outcome, final infarct size and hemorrhagic transformation in ischemic stroke: The clot burden score[J]. Int J Stroke, 2008, 3(4):230-236.

[12] TAN I Y, DEMCHUK A M, HOPYAN J, et al. CT angiography clot burden score and collateral score: Correlation with clinical and radiologic outcomes in acute middle cerebral artery infarct [J]. AJNR Am J Neuroradiol, 2009, 30(3): 525-531.

[13] 张羽乔, 陆敏, 候健康, 等. 血管内治疗后再灌注程度对急性缺血性卒中患者预后的影响[J]. 中华神经科杂志, 2019, 52(12): 1031-1038.

[14] VELASCO GONZALEZ A, GÖRLICH D, BUERKE B, et al. Predictors of successful first-pass thrombectomy with a balloon guide catheter: Results of a decision tree analysis [J]. Transl Stroke Res, 2020, 11(5):900-909.

[15] FAGGIOLI G L, FERRI M, FREYRIE A, et al. Aortic arch anomalies are associated with increased risk of neurological events in carotid stent procedures [J]. Eur J Vasc Endovasc Surg, 2007, 33(4):436-441.

[16] KAMENSKIY A V, PIPINOS II, CARSON J S, et al. Age and disease-related geometric and structural remodeling of the carotid artery[J]. J Vasc Surg, 2015, 62(6):1521-1528.

[17] BRINJIKJI W, DUFFY S, BURROWS A, et al. Correlation of imaging and histopathology of thrombi in acute ischemic stroke with etiology and outcome: A systematic review [J]. J Neurointerv Surg, 2017, 9(6):529-534.