

· 专题综述 ·

# 急性缺血性卒中血管再通治疗不良预后的预测研究进展

■ 郑国将<sup>1,2</sup>, 卓子良<sup>2</sup>, 聂志余<sup>2</sup>

## 作者单位

<sup>1</sup>201000 上海

上海健康医学院附属嘉定区中心医院神经内科

<sup>2</sup>同济大学附属同济医院神经内科

## 通信作者

聂志余

nzhiyu2002@sina.com

**【摘要】** 急性缺血性卒中 (acute ischemic stroke, AIS) 治疗的关键在于早期血管再通, 挽救缺血半暗带。然而早期再通的效果存在个体差异, 难以早期预测, 且增加了脑梗死后出血转化的风险。为了能够早期判断AIS患者早期血管再通的预后及出血转化风险, 多年来国内外学者一直致力于这方面预测模型的研发及应用, 相关评分预测模型也层出不穷。本文对近年一些相关预测模型的研究进展进行回顾, 以期对未来的临床工作及科学研究提供帮助和启示。

**【关键词】** 缺血性卒中; 静脉溶栓; 血管内治疗; 预后; 出血转化; 评分

**【DOI】** 10.3969/j.issn.1673-5765.2019.06.012

## Advances in Predicting Adverse Prognosis after Vascular Recanalization in Acute Ischemic Stroke

ZHENG Guo-Jiang<sup>1,2</sup>, ZHUO Zi-Liang<sup>2</sup>, NIE Zhi-Yu<sup>2</sup>. <sup>1</sup>Department of Neurology, Jiading District Central Hospital, Shaighai University of Medicine & Health Sciences, Shanghai 201000, China;

<sup>2</sup>Department of Neurology, Tongji Hospital of Tongji University, Shanghai 200065, China

Corresponding Author: NIE Zhi-Yu, E-mail: nzhiyu2002@sina.com

**【Abstract】** The key of acute ischemic stroke (AIS) treatment is early vascular recanalization to save ischemic penumbra. However, the effect of early recanalization has individual differences, which is difficult to predict early, and the risk of hemorrhagic transformation often increases after recanalization. In order to predict the prognosis and risk of hemorrhagic transformation early in AIS patients, scholars at home and abroad have been devoting themselves to the development and application of prediction models in this field for many years, and related scoring prediction models have emerged in endlessly. This paper reviewed the progress of some prediction models in recent years in order to provide help and inspiration for future clinical work and scientific research.

**【Key Words】** Ischemic stroke; Intravenous thrombolysis; Endovascular treatment; Prognosis; Hemorrhagic transformation; Score

卒中是威胁人类生命健康的主要疾病之一, 而急性缺血性卒中 (acute ischemic stroke, AIS) 作为卒中的主要形式, 依然是现今预防、治疗的重点<sup>[1-3]</sup>。AIS治疗的关键在于早期血管再通, 恢复缺血区域的血流灌注, 挽救缺血半暗带。目前, 已证实有效的血管再通方法主要有静脉注射rt-PA溶栓及以机械取栓、颅内动脉支架置入为代表的血管内治疗。但其治疗效果及风险难以早期预测。为了能早期迅速、准确地预测血管再通后的效果及风险, 近年来诸多学者相继研发出多种用于预测血管再通预后

及风险的预测模型, 并在国内外进行了大量的研究验证。本文对近年一些相关研究进展进行回顾与总结, 以期对临床工作提供一定的帮助。

### 1 急性缺血性卒中血管再通治疗预后及出血转化评判标准

目前对于AIS早期血管再通治疗预后的评判标准尚未统一。既往研究多以90 d时患者mRS评分和Barthel指数 (Barthel index, BI) 作为评定卒中患者结局的标准<sup>[4-5]</sup>。mRS评分0~1分、BI≥95分或mRS评分0~2分、BI≥90分

作为预后良好的评判标准<sup>[5]</sup>；90 d时患者mRS评分2~6分、BI<95分或mRS评分3~6分、BI<90分或接受静脉溶栓后mRS评分5~6分为预后不良的评判标准<sup>[5-8]</sup>。

静脉溶栓最严重的并发症为溶栓后出血转化(hemorrhagic transformation, HT)。HT是指在AIS患者发病后一段时间内出现的出血性卒中<sup>[9-11]</sup>。HT根据影像学表现中是否有血肿占位效应,可将其分为脑血肿形成和出血性梗死<sup>[10]</sup>；又可根据有无临床症状恶化分为症状性颅内出血(symptomatic intracranial hemorrhage, sICH)和无症状性颅内出血。目前常用的sICH定义包括以下3种标准:美国国立神经疾病与卒中研究院(National Institute of Neurological Disorders and Stroke, NINDS)卒中静脉溶栓研究标准、欧洲急性卒中协作研究II(European Cooperative Acute Stroke Study II, ECASS II)标准和静脉溶栓安全实施监测研究(Safe Implementation of Thrombolysis in Stroke-Monitoring Study, SITS-MOST)标准<sup>[9-11]</sup>。sICH在各标准的具体定义为:①NINDS标准:血管再通治疗后36 h内出现任何临床恶化的表现,同时CT显示脑出血;②ECASS-II标准:血管再通治疗后7 d内相对基线或最低NIHSS评分增加 $\geq 4$ 分,CT显示脑出血;③SITS-MOST标准:血管再通治疗后22~36 h内相对基线NIHSS评分增加 $\geq 4$ 分,CT/MRI显示有占位效应的血肿<sup>[9-11]</sup>。

## 2 急性缺血性卒中静脉溶栓预后预测评分

**2.1 NIHSS评分** NIHSS评分于1989年问世,该评分早期主要用于评估卒中的严重程度,后续研究证实NIHSS评分与AIS的预后及血管再通治疗后sICH具有一定的相关性<sup>[12-13]</sup>。人们在NIHSS评分的基础上进行了拓展,使其对新型治疗方式预后预测更加准确,如2013年Junya Aoki等<sup>[14]</sup>基于NIHSS评分结合发病至开始治疗时间(onset-to-treatment time, OTT)评

价了该改良评分与预后的相关性,通过对日本10个卒中中心的rt-PA溶栓患者的数据分析得出该评分的计算公式:NIHSS-time score=初始NIHSS评分 $\times$ OTT(h),当分值 $\leq 20$ 分时提示预后良好, $\geq 40$ 分时提示预后不良。此外,Kenichi Todo等<sup>[15]</sup>也对该评分在血管内治疗的患者人群中进行了预后验证,证实NIHSS-time score预测血管内治疗患者的预后准确性良好(OR 0.372, 95%CI 0.175~0.789)。

**2.2 ASPECTS和pc-ASPECTS评分** Alberta卒中项目早期CT评分(Alberta stroke program early CT score, ASPECTS)模型于2000年问世,是基于Alberta卒中项目研发的一种以NCCT为基础的AIS早期CT评分,评价AIS患者大脑中动脉供血区早期缺血性改变,是一种简单、可靠、系统化的方法,主要用于预测溶栓效果和远期预后,进而对溶栓病例进行早期选择<sup>[16]</sup>。ASPECTS评分是一种半定量的预后评价指标,通过评估AIS早期缺血改变预测患者临床结局,效果等同于临床使用的NIHSS评分。早期研究发现ASPECTS评分与预后呈负相关,并在后来的相关研究中得到证实,ASPECTS评分 $< 6$ 分提示预后不良及溶栓后发生sICH可能性大<sup>[17]</sup>。对于接受rt-PA治疗的患者,ASPECTS评分分值较高时更有可能获得良好的预后。后续相关研究证明该评分在CTP和多模式MRI的DWI、PWI中也适用,且对静脉溶栓及机械取栓患者预后及出血转化的评估具有更高的敏感度和特异性<sup>[18-20]</sup>。

后来,研究者们又研发出专门针对后循环的ASPECTS评分(posterior circulation ASPECTS, pc-ASPECTS)<sup>[21]</sup>。pc-ASPECTS评分对双侧小脑半球、双侧丘脑、双侧枕叶各赋予1分,脑桥、中脑各赋予2分。Volker Puetz等<sup>[22]</sup>证实,基于CTP的pc-ASPECTS评分更有益于探查后循环缺血组织,以预测急性基底动脉梗死患者的功能结局及死亡概率。此外,文献报道基于多模MRI影像的该评分能更加有

效地评估椎基底动脉系统梗死患者血管再通治疗(静脉溶栓或血管内治疗)后的结局,是独立预测因子<sup>[23-24]</sup>。

2.3 HAT评分 溶栓后出血(hemorrhage after thrombolysis, HAT)评分是2008年由哈佛医学院学者M.Lou等<sup>[25]</sup>提出,总分5分,纳入变量包括糖尿病史/基础血糖超过11.1 mmol/L、治疗期NIHSS评分及发病后首次头颅NCCT大脑中动脉供血区低密度面积,该评分只用于前循环,结果显示HAT评分得分越高,sICH发生率越高,HAT得分为0、1、2、3和>3分的患者,其sICH的发生率分别为2%、5%、10%、15%和44%;同时研究表明,该评分对90 d预后也有很好的预测作用,其得分与90 d的不良结局风险呈正相关。

2.4 SEDAN评分 SEDAN (ugar, early infarct signs, dense artery, age and NIHSS)评分2012年由Daniel Strbian等<sup>[26]</sup>提出,用于评估溶栓后颅内出血风险,作者研发该评分是基于一项队列研究,共纳入974例患者,纳入基础血糖、CT早期梗死征象、年龄、NIHSS评分共4项内容,总分6分,研究发现SEDAN评分与AIS静脉溶栓后sICH风险呈近似线性相关,受试者工作特征(receiver operating characteristic, ROC)曲线下面积为0.77。值得一提的是,研究者纳入了足够数量的后循环梗死的患者显示该评分对后循环梗死的预测仍有效。

2.5 ASTRAL评分 洛桑急性卒中登记分析(acute stroke registry and analysis of Lausanne, ASTRAL)评分是2012年由瑞士洛桑佛多斯大学医学研究中心的学者提出,包括年龄、NIHSS评分、到院时间、视野缺损情况、急性期血糖和意识水平共6个评分项目,计算过程相对简单,且不需头颅影像学检查结果,具有很强的实用性<sup>[27]</sup>。该模型最初主要用于未接受血管再通治疗患者的预后评估预测,后续研究表明该模型对静脉溶栓患者的预后预测也

有效果。近年来国内外对该评分模型的研究较为热门,多次验证了该评分的准确性。

2.6 DRAGON评分 DRAGON (dense artery, mRS, age, glucose, onset to treatment time and NIHSS)评分2012年由芬兰D.Strbian等<sup>[28]</sup>对1319例接受rt-PA静脉溶栓治疗的前循环梗死患者数据统计分析得出,涉及变量包括卒中前mRS评分、发病到接受治疗时间、入院头颅CT大脑中动脉高密度征及早期梗死征象、年龄、入院时血糖水平、发病时NIHSS评分,总分10分。该评分纳入发病前的mRS评分,使预后评估效果更加准确,研究表明该评分与静脉溶栓后90 d预后的高度相关性,其分值越高,预后越差。Guillaume Turc等<sup>[29]</sup>对DRAGON评分优化,加入DWI-ASPECTS,使该模型预测效果更加准确。

2.7 Stroke-TPI评分 卒中溶栓预测模型(stroke-thrombolytic predictive instrument, Stroke-TPI)为美国波士顿塔夫茨大学医学院研究者基于NINDS 1-2、阿替普酶急性非介入溶栓治疗缺血性卒中研究(Alteplase Thrombolysis for Acute Noninterventional Therapy in Ischemic Stroke, ATLANTIS) A和ATLANTIS B、ECASS II共5个研究研发的应用于AIS患者静脉溶栓预后的预测模型。该模型包括预后良好预测模型和预后不良预测模型,模型涉及的变量主要包括静脉溶栓治疗、年龄、收缩压、糖尿病、男性、NIHSS评分、既往卒中、发病时间窗、ASPECTS评分等。其中,预后良好预测模型内部验证C值(等同于ROC曲线下面积)为0.79,预后不良预测模型C值为0.78(临床模型)、0.79(临床模型+ASPECT评分)<sup>[30-31]</sup>。该评分预测效能较高,但涉及变量多、计算公式非常复杂,需要使用专用的机器进行计算,无法在临床上快速方便地使用。

2.8 MOST评分 卒中溶栓多模式结局(multimodal outcome scale for stroke

thrombolysis, MOST) 评分由西班牙学者研发,共纳入177例大脑中动脉区域的急性缺血性非腔隙性卒中患者,总分为7分,研究显示当MOST评分为0~2分时,3个月时良好预后的可能性是0.82;3~4分时,良好预后的可能性是0.51;5~7分时,良好预后的可能性是0.15。MOST评分以4分为界值时,预测灵敏度为77%,特异度为82.1%<sup>[32]</sup>。

2.9 SPAN-100评分 SPAN (stroke prognostication using age and NIHSS, SPAN) -100评分是2013年由加拿大多伦多大学学者研发,涉及变量少,仅有年龄与发病时NIHSS评分,使用快速简便,但同时该评分涉及的变量过少,导致其临床预测准确性较低<sup>[33]</sup>。

2.10 TURN评分 TURN评分[TURN评分= $-4.65 + (\text{mRS评分} \times 0.27) + (\text{NIHSS评分} \times 0.10)$ ]是2015年由美国耶鲁大学David Asuzu等<sup>[34]</sup>经过一系列研究分析制定,该评分最初用于AIS患者静脉溶栓后sICH的风险预测。随后Asuzu等<sup>[34-35]</sup>又用TURN评分预测静脉溶栓治疗的AIS患者90 d预后,发现尽管其计算简单,但预测准确性与现有的其他多种评分(DRAGON、ASTRAL、HAT、SEDAN、SPAN-100评分)相比,在预测溶栓后sICH和90 d预后上优于其他评分,同时证实该评分可以预测脑水肿情况。

2.11 iScore评分 缺血性卒中风险预测评分(ischemic stroke predictive risk score, iScore) 2011年由加拿大卒中网络注册数据分析得出,纳入了年龄、性别、加拿大神经功能量表(Canadian neurological scale, CNS)评分、基线血糖、卒中亚型、院前生活状态、基础心脏疾病(心房颤动、充血性心力衰竭)和并发症(如癌症、肾功能衰竭)等相关指标,研究发现iScore评分对AIS患者静脉溶栓预后预测效能良好<sup>[36-37]</sup>。但涉及的变量多,计算相对复杂,在临床上难以快速方便地应用。

2.12 GRASPS模型 GRASPS模型由基线血糖

水平(glucose at presentation)、种族(race)、年龄(age)、性别(sex)、基线收缩压水平(systolic blood pressure at presentation)和基线NIHSS评分(severity of stroke at presentation) 6项指标构成,是基于10 242例发病3 h内静脉溶栓病例建立的sICH预测模型<sup>[38]</sup>。

研发者同时对该评分进行了内、外部数据验证,内部验证的C值为0.71,而使用NINDS数据库外部验证的C值为0.67。该模型首次纳入种族这一变量,证实种族差异为sICH的风险因素<sup>[38]</sup>。

2.13 SITS预测模型 SITS预测模型是基于SITS-MOST研发的,旨在预测sICH风险和选择合适的静脉溶栓病例的评估工具<sup>[39]</sup>。该模型涉及8项指标,包括基线NIHSS评分、血糖水平、收缩压、年龄、体重、发病时间、溶栓前抗血小板聚集药物服用情况和高血压病史,对应的内部数据验证C值为0.70。研究证实该模型对各种不同的sICH定义标准(NINDS、ECASS-II和SITS-MOST标准)均有较好的适用性,并证实SITS模型的总评分为7分时,对应的sICH风险将升高2倍,该评分将7分作为sICH风险评估的界值<sup>[39]</sup>。

2.14 MSS预测模型 多中心卒中调查(multi-center stroke survey, MSS) 预测模型2008年由Brett Cucchiara等<sup>[40]</sup>基于综合多中心的卒中调查结果提出,该评分相对简单,用于静脉溶栓出血风险预测,涉及变量4个:年龄、基线NIHSS评分、基线血糖和血小板计数,总分为4分,对应的C值为0.69。

2.15 IST研究评分 国际卒中研究(International Stroke Trial, IST) 评分是以IST-3试验中1515例患者为基础研发的,预测静脉溶栓出血,IST-3评分纳入变量包括年龄、NIHSS评分、血糖水平、高血压病史、心房颤动、抗血小板药物、糖尿病、脑白质疏松和CT可见梗死灶。该评分预测sICH的C值为0.68,预测预后不良的C值为0.71<sup>[41]</sup>。

2.16 SIHS评分 症状性颅内出血评分

(symptomatic intracranial hemorrhage score, SIHS) 是根据泰国一项多中心研究结果研发的, 该模型涉及6项变量, 包括: 瓣膜性心脏病、溶栓前抗血小板聚集药物服用情况、溶栓前收缩压、基线NIHSS评分、血小板计数和溶栓过程中是否静脉使用抗高血压药物。该研究内部验证ROC曲线下面积为0.75。该研究同时对该评分与HAT、MSS、SITS-SICH、SEDAN、GRASPS评分做比较, 结果显示该评分与上述几种评分相比具有较好的预测效果<sup>[42]</sup>。

### 3 急性缺血性卒中血管内治疗预后预测评分

**3.1 THRIVE评分** 血管事件总体健康风险量表 (totaled health risks in vascular events, THRIVE) 评分2010年由A.C.Flint等<sup>[43]</sup>根据两个多中心临床试验数据制定, 用于预测血管内治疗的预后, 由基线NIHSS评分、年龄、高血压、糖尿病及心房颤动5项指标组成, 总分9分, THRIVE评分对良好预后的预测OR值为0.608 ( $P < 0.05$ )。后续外部验证证实该模型对血管再通后出血转化风险也有很好的预测效果<sup>[44]</sup>。

**3.2 HIAT评分** 休斯敦动脉内血管再通治疗 (Houston intra-arterial recanalization therapy, HIAT) 评分是2009年由美国学者Hen Halleivi等<sup>[45]</sup>通过对在休斯敦卒中中心接受血管内治疗的190例患者进行回顾性分析制订, 最终确定相关变量包括年龄、NIHSS评分、血糖水平3项, 总分为3分, 研究发现HIAT评分和接受血管内治疗患者出院时预后呈负相关。后续人们对该评分又进行了改进升级, 在该评分的基础上加入了ASPECTS评分, 并对相关变量给予重新赋值, 成为改进版的HIAT2评分。其分值为0~10分, 各项分值为: 年龄 ( $\leq 59$ 岁: 0分; 60~79岁: 2分;  $\geq 80$ 岁: 4分), 血糖 ( $< 150$  mg/dL: 0分;  $\geq 150$  mg/dL: 1分), NIHSS评分 ( $\leq 10$ 分: 0分; 11~20分: 1分;  $\geq 21$ 分: 2分), ASPECTS评分 (8~10分: 0分;  $\leq 7$ 分:

3分)。研究证实, HIAT2评分 $\geq 5$ 分时患者出院时预后较差<sup>[46]</sup>。

**3.3 SAD评分** SAD (stanford age and diffusion-weighted imaging, SAD) 评分是美国学者2015年制定, 选入年龄和DWI的梗死灶体积两个独立相关因素, 结果表明SAD评分对接受血管内治疗患者出院时预后具有预测价值<sup>[47]</sup>。

**3.4 PRE评分** 匹兹堡血管内治疗反应 (Pittsburgh response to endovascular therapy score, PRE) 评分是基于多中心卒中血管内治疗数据库研发的, 用于预测急性前循环闭塞血管内开通患者的预后。通过对多种因素分析推导, 最终得出分值计算公式为: PRE评分 = 年龄 (年) + 2 × NIHSS评分 - 10 × ASPECTS评分。在模型研发之初, 研究者认为评分在-24~49分时, 血管再通治疗后更有可能得到好的预后, 同时研究者还对该评分与多种评分 (SPAN、THRIVE、HIAT2、iScore评分) 进行了比较, 结果表明PRE评分优于这些评分模型<sup>[48]</sup>。

## 4 总结和展望

方便而又准确的AIS血管再通治疗预后预测模型能为临床医师制订诊疗方案提供有力的帮助, 大大提高脑梗死早期治疗的效果, 减少不良预后; 同时, 便于患者和家属了解病情, 促使患者及家属配合医师对治疗方案做出更合适的选择, 使医疗资源得到充分合理的利用; 甚至, 在未来进行相关科学研究时, 对病例的快速筛选也有所帮助。

不同的预测模型有其各自的优势和局限性, 一个优秀的AIS早期预测模型首先应该具有较高的灵敏度及特异度, 同时涉及的相关变量应尽可能少, 依赖较通用、快速的辅助检查方式, 通过简单的计算, 能快速适用于临床实践。综合上述评分发现各种评分所涉及的变量多有交叉、近似, 通过优化、创新能在很大程度上提

高预测评分模型的准确性。相信未来随着相关研究的不断深入,有关评估模型也在不断优化、推陈出新,在不远的将来将会有更多高效的预测模型为临床、科研服务。

#### 参考文献

- [1] WANG W, JIANG B, SUN H, et al. Prevalence, incidence and mortality of stroke in China: results from a nationwide population-based survey of 480, 687 adults[J]. *Circulation*, 2017, 135 (8) : 759-771.
- [2] BENJAMIN E J, VIRANI S S, CALLAWAY C W, et al. Heart disease and stroke statistics-2018 update: a report from the American Heart Association[J/OL]. *Circulation*, 2018, 137 (12) : e67-e492. <https://doi.org/10.1161/CIR.0000000000000558>.
- [3] 陈伟伟, 高润霖, 刘力生, 等. 中国心血管病报告2017概要[J]. *中国循环杂志*, 2018, 33 (1) : 1-8.
- [4] VAN SWIETEN J C, KOUDSTAAL P J, VISSER M C, et al. Interobserver agreement for the assessment of handicap in stroke patients[J]. *Stroke*, 1988, 19 (5) : 604-607.
- [5] QUINN T J, PETER L, STOTT D J. Barthel index for stroke trials development, properties, and application[J]. *Stroke*, 2011, 42 (4) : 1146-1151.
- [6] KAY R, WONG K S, PEREZ G, et al. Dichotomizing stroke outcomes based on self-reported dependency[J]. *Neurology*, 1997, 49 (6) : 1694-1696.
- [7] SULTER G, STEEN C, DE KEYSER J. Use of the Barthel index and modified Rankin scale in acute stroke trials[J]. *Stroke*, 1999, 30 (8) : 1538-1541.
- [8] UYTENBOOGAART M, STEWART R E, VROOMEN P C, et al. Optimizing cutoff scores for the Barthel index and the modified Rankin scale for defining outcome in acute stroke trials[J]. *Stroke*, 2005, 36 (9) : 1984-1987.
- [9] The National Institute of Neurological Disorders and Stroke rt-PA Stroke Study Group. Tissue plasminogen activator for acute ischemic stroke[J]. *N Engl J Med*, 1995, 333 (24) : 1581-1588.
- [10] HACKE W, KASTE M, FIESCHI C, et al. Randomised double-blind placebo-controlled trial of thrombolytic therapy with intravenous alteplase in acute ischaemic stroke (ECASS II) . Second European-Australasian Acute Stroke Study Investigators[J]. *Lancet*, 1998, 352 (9136) : 1245-1251.
- [11] WAHLGREN N, AHMED N, DÁVALOS A, et al. Thrombolysis with alteplase for acute ischaemic stroke in the Safe Implementation of Thrombolysis in Stroke Monitoring Study (SITS-MOST) : an observational study[J]. *Lancet*, 2007, 369 (9558) : 275-282.
- [12] ADAMS H P, DAVIS P H, LEIRA E C, et al. Baseline NIH Stroke Scale score strongly predicts outcome after stroke A report of the Trial of Org 10 172 in Acute Stroke Treatment (TOAST) [J]. *Neurology*, 1999, 53 (1) : 126-131.
- [13] BANG O Y, PARK H Y, YOON J H, et al. Predicting the long-term outcome after subacute stroke within the middle cerebral artery territory[J]. *J Clin Neurol*, 2005, 1 (2) : 148-158.
- [14] AOKI J, KIMURA K, KOGA M, et al. NIHSS-time score easily predicts outcomes in rt-PA patients: the SAMURAI rt-PA registry[J]. *J Neurol Sci*, 2013, 327 (1-2) : 6-11.
- [15] TODO K, SAKAI N, KONO T, et al. National institutes of health stroke scale-time score predicts outcome after endovascular therapy in acute ischemic stroke: a retrospective single-center study[J]. *J Stroke Cerebrovasc Dis*, 2016, 25 (5) : 1187-1191.
- [16] BARBER P A, DEMCHUK A M, ZHANG J, et al. Validity and reliability of a quantitative computed tomography score in predicting outcome of hyperacute stroke before thrombolytic therapy. ASPECTS Study Group. Alberta Stroke Programme Early CT Score[J]. *Lancet*, 2000, 355 (9216) : 1670-1674.
- [17] MACCALLUM C, CHURILOV L, MITCHELL P, et al. Low Alberta Stroke Program Early CT Score (ASPECTS) associated with malignant middle cerebral artery infarction[J]. *Cerebrovasc Dis*, 2014, 38 (1) : 39-45.
- [18] BUTCHER K, PARSONS M, ALLPORT L, et al. Rapid assessment of perfusion-diffusion mismatch[J]. *Stroke*, 2008, 39 (1) : 75-81.
- [19] PADRONI M, BERNARDONI A, TAMBORINO C, et al. Cerebral blood volume ASPECTS is the best predictor of clinical outcome in acute ischemic stroke: a retrospective, combined semi-quantitative and quantitative assessment[J/OL]. *PLoS One*, 2016, 11 (1) : e0147910. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0147910>.
- [20] DESILLES J P, CONSOLI A, REDJEM H, et al. Successful reperfusion with mechanical thrombectomy is associated with reduced disability and mortality in patients with Pretreatment diffusion-weighted Imaging-Alberta stroke program early computed tomography score  $\leq 6$ [J]. *Stroke*,

- 2017, 48 (4) : 963-969.
- [21] PUETZ V, SYLAJA P N, COUTTS S B, et al. Extent of hypoattenuation on CT angiography source images predicts functional outcome in patients with basilar artery occlusion[J]. *Stroke*, 2008, 39 (9) : 2485-2490.
- [22] PUETZ V, KHOMENKO A, HILL M D, et al. Extent of hypoattenuation on CT angiography source images in basilar artery occlusion: prognostic value in the Basilar Artery International Cooperation Study [J]. *Stroke*, 2011, 42 (12) : 3454-3459.
- [23] KARAMESHEV A, ARNOLD M, SCHROTH G, et al. Diffusion-weighted MRI helps predict outcome in basilar artery occlusion patients treated with intra-arterial thrombolysis[J]. *Cerebrovasc Dis*, 2011, 32 (4) : 393-400.
- [24] MUNDIYANAPURATH S, MÖHLENBRUCH M, RINGLEB P A, et al. Posterior circulation acute stroke prognosis early computed tomography score using hypointense vessels on susceptibility weighted imaging independently predicts outcome in patients with basilar artery occlusion[J/OL]. *PLoS One*, 2015, 10 (7) : e0132587. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0132587>.
- [25] LOU M, SAFDAR A, MEHDIRATTA M, et al. The HAT score a simple grading scale for predicting hemorrhage after thrombolysis[J]. *Neurology*, 2008, 71 (18) : 1417-1423.
- [26] STRBIAN D, ENGELTER S, MICHEL P, et al. Symptomatic intracranial hemorrhage after stroke thrombolysis: the SEDAN Score [J]. *Ann Neurol*, 2012, 71 (5) : 634-641.
- [27] NTAIOS G, FAOUZI M, FERRARI J, et al. An integer-based score to predict functional outcome in acute ischemic stroke: the ASTRAL score[J]. *Neurology*, 2012, 78 (24) : 1916-1922.
- [28] STRBIAN D, MERETOJA A, AHLHELM F J, et al. Predicting outcome of IV thrombolysis-treated ischemic stroke patients: the DRAGON score[J]. *Neurology*, 2012, 78 (6) : 427-432.
- [29] TURC G, AGUETTAZ P, PONCHELLE-DEQUATRE N, et al. External validation of the MRI-DRAGON score: early prediction of stroke outcome after intravenous thrombolysis[J/OL]. *PLoS One*, 2014, 9 (6) : p. e99164. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0099164>.
- [30] KENT D M, SELKER H P, RUTHAZER R, et al. The stroke thrombolytic predictive instrument: a predictive instrument for intravenous thrombolysis in acute ischemic stroke[J]. *Stroke*, 2006, 37 (12) : 2957-2962.
- [31] UYTENBOOGAART M, STEWART R E, VROOMEN P C, et al. Utility of the stroke-thrombolytic predictive instrument[J]. *J Neurol Neurosurg Psychiatry*, 2008, 79 (9) : 1079-1081.
- [32] MOLINA C A, ALEXANDROV A V, DEMCHUK A M, et al. Improving the predictive accuracy of recanalization on stroke outcome in patients treated with tissue plasminogen activator[J]. *Stroke*, 2004, 35 (1) : 151-156.
- [33] PAN Y, JING J, ZHANG R, et al. Poor performance of stroke prognostication using Age and National Institutes of Health Stroke Scale-100 to Predict 3-and 12-month outcomes of ischemic stroke in China National Stroke Registry[J]. *J Stroke Cerebrovasc Dis*, 2014, 23 (9) : 2335-2340.
- [34] ASUZU D, NYSTRÖM K, SCHINDLER J, et al. TURN Score predicts 90-day outcome in acute ischemic stroke patients after IV thrombolysis[J]. *Neurocrit Care*, 2015, 23 (2) : 172-178.
- [35] ASUZU D, NYSTRÖM K, AMIN H, et al. TURN: a simple predictor of symptomatic intracerebral hemorrhage after IV thrombolysis[J]. *Neurocrit Care*, 2015, 23 (2) : 166-171.
- [36] GUSTAVO S, STAVROULA R, KAPRAL M K, et al. The iScore predicts poor functional outcomes early after hospitalization for an acute ischemic stroke[J]. *Stroke*, 2011, 42 (12) : 3421-3428.
- [37] ZHANG N, LIU G, ZHANG G, et al. External validation of the iScore for predicting ischemic stroke mortality in patients in China[J]. *Stroke*, 2013, 44 (7) : 1924-1929.
- [38] MENON B K, SAVER J L, PRABHAKARAN S, et al. Risk score for intracranial hemorrhage in patients with acute ischemic stroke treated with intravenous tissue-type plasminogen activator[J]. *Stroke*, 2012, 43 (9) : 2293-2299.
- [39] MAZYA M, EGIDO J A, FORD G A, et al. Predicting the risk of symptomatic intracerebral hemorrhage in ischemic stroke treated with intravenous alteplase: Safe Implementation of Treatments in Stroke (SITS) symptomatic intracerebral hemorrhage risk score[J]. *Stroke*, 2012, 43 (6) : 1524-1531.
- [40] CUCCHIARA B, TANNE D, LEVINE S R, et al. A risk score to predict intracranial hemorrhage after recombinant tissue plasminogen activator for acute ischemic stroke[J]. *J Stroke Cerebrovasc Dis*, 2008, 17 (6) : 331-333.
- [41] WHITELEY W N, THOMPSON D, MURRAY G, et al. Targeting recombinant tissue-type plasminogen activator in acute ischemic stroke based on risk of

- intracranial hemorrhage or poor functional outcome; an analysis of the third international stroke trial[J]. Stroke, 2014, 45 (4) : 1000-1006.
- [42] LOKESKRAWEE T, MUENGTAWEEPONGSA S, PATUMANOND J, et al. Prediction of symptomatic intracranial hemorrhage after intravenous thrombolysis in acute ischemic stroke; the Symptomatic Intracranial Hemorrhage Score[J]. J Stroke Cerebrovasc Dis, 2017, 26 (11) : 2622-2629.
- [43] FLINT A C, CULLEN S P, FAIGELES B S, et al. Predicting long-term outcome after endovascular stroke treatment; the totaled health risks in vascular events score[J]. AJNR Am J Neuroradiol, 2010, 31 (7) : 1192-1196.
- [44] FLINT A C, FAIGELES B S, CULLEN S P, et al. THRIVE score predicts ischemic stroke outcomes and thrombolytic hemorrhage risk in VISTA[J]. Stroke, 2013, 44 (12) : 3365-3369.
- [45] HALLEVI H, BARRETO A D, LIEBESKIND D S, et al. Identifying patients at high risk for poor outcome after intra-arterial therapy for acute ischemic stroke[J]. Stroke, 2009, 40 (5) : 1780-1785.
- [46] SARRAJ A, ALBRIGHT K, BARRETO A D, et al. Optimizing prediction scores for poor outcome after intra-arterial therapy in anterior circulation acute ischemic stroke[J]. Stroke, 2013, 44 (12) : 3324-3330.
- [47] LIGGINS J T P, YOO A J, MISHRA N K, et al. A score based on age and DWI volume predicts poor outcome following endovascular treatment for acute ischemic stroke[J]. Int J Stroke, 2015, 10 (5) : 705-709.
- [48] RANGARAJU S, AGHAEBRAHIM A, STREIB C, et al. Pittsburgh Response to Endovascular therapy (PRE) score; optimizing patient selection for endovascular therapy for large vessel occlusion strokes[J]. J Neurointerv Surg, 2015, 7 (11) : 783-788.

(收稿日期: 2019-01-01)



【点睛】 本文回顾总结了近年国内外研发的急性缺血性卒中血管再通治疗预后预测模型的研究进展。