

e002922.

[31] Health Quality Ontario. Effect of early follow-up after hospital discharge on outcomes in patients with heart failure or chronic obstructive pulmonary disease: a systematic review [J]. *Ont Health Technol Assess Ser*, 2017,17(8):1-37.

[32] Koellingt M, Johnson J L, Cody R J, et al. Discharge education improves clinical outcomes in patients with chronic heart failure[J]. *Circulation*, 2005, 111(2): 179-185.

[33] Van Spall H G C, Lee S F, Xie F, et al. Effect of patient-centered transitional care services on clinical outcomes in patients hospitalized for heart failure: the PACT-HF randomized clinical trial[J]. *JAMA*, 2019, 321(8):753-761.

[34] Ding H, Jayasena R, Maiorana A, et al. Innovative Tele-monitoring Enhanced Care Programme for Chronic Heart Failure (ITEC-CHF) to improve guideline compliance and collaborative care: protocol of a multicentre randomised controlled trial[J]. *BMJ Open*, 2017, 7(10):e017550.

[35] 涂惠, 郭婷, 孙兴兰, 等. 慢性心衰患者容量管理方案的

制订与实践[J]. *中国护理管理*, 2021, 21(4):570-575.

[36] Verbrugge F H, Bertrand P B, Willems E, et al. Global myocardial oedema in advanced decompensated heart failure[J]. *Eur Heart J Cardiovasc Imaging*, 2017, 18(7):787-794.

[37] Braam B, Cupples W A, Joles J A, et al. Systemic arterial and venous determinants of renal hemodynamics in congestive heart failure[J]. *Heart Fail Rev*, 2012, 17(2): 161-175.

[38] Colombo P C, Onat D, Harxhi A, et al. Peripheral venous congestion causes inflammation, neurohormonal, and endothelial cell activation[J]. *Eur Heart J*, 2014, 35(7):448-454.

[39] Beattie R M. Symposium 6: young people, artificial nutrition and transitional care; nutrition, growth and puberty in children and adolescents with Crohn's disease [J]. *Proc Nutr Soc*, 2010, 69(1):174-177.

[40] Williams G, Akroyd K, Burke L, et al. Evaluation of the transitional care model in chronic heart failure[J]. *Br J Nurs*, 2019, 19(22):1402-1407.

(本文编辑 吴红艳)

缺血性脑卒中患者残疾水平预测模型的系统评价

徐菲¹, 李鸿艳¹, 党一凡², 卢美珍¹, 袁俊¹

Prognostic models for disability in ischemic stroke: a systematic review Xu Fei, Li Hongyan, Dang Yifan, Lu Meizhen, Yuan Jun

摘要:目的 对缺血性脑卒中患者残疾水平预测模型进行系统评价,为卒中康复护理实践提供依据。**方法** 检索 PubMed、Web of Science、Embase、Cochrane 图书馆、中国生物医学文献数据库、中国知网和万方数据库中有关脑卒中残疾水平预测模型的研究,检索时间为建库起至 2021 年 11 月。由 2 名研究员交叉独立筛选文献和提取数据,应用 PROBST 分析纳入文献的偏倚风险和适用性。**结果** 共纳入 41 篇文献,模型偏倚风险高。最常用的 4 个预测因子分别是年龄($n=68, 95.8\%$)、美国国立卫生院神经功能缺损评分($n=66, 93.0\%$)、卒中前 mRS 得分($n=42, 59.2\%$)和糖尿病($n=37, 52.1\%$)。**结论** 对年龄较大、神经功能较差、存在卒中前残疾及糖尿病的患者,应给予高度重视。应进一步完善脑卒中患者残疾水平预测模型,对现有模型进行外部验证,开发长期残疾水平预测模型,以指导临床康复护理实践。

关键词:脑卒中; 脑梗死; 残疾; 日常生活活动能力; 神经功能; 糖尿病; 预测模型; 系统评价

中图分类号:R473.74 **文献标识码:**B **DOI:**10.3870/j.issn.1001-4152.2022.21.046

脑卒中的致残率高,据调查,由缺血性脑卒中导致的伤残调整寿命年由 2005 年的 975/10 万上升至 2017 年的 1 007/10 万^[1]。为降低残疾风险,美国卒中协会建议对患者进行残疾评估,并将评估结果作为护理过渡和出院指导的参考依据^[2]。因此国内外学者进行了缺血性脑卒中患者残疾水平预测与验证,旨在用于早期干预和分层管理,使患者达到最佳康复水平。但在研究对象、建模方法、随访时间、结局指标上存在较大差异。一项系统评价分析了中重度卒中患者能否达到

完全康复的模型^[3],但约半数患者无法达到完全康复,仍需要辅助护理^[4],建议将预测结局为中重度活动受限的模型纳入分析。另一项系统评价检索了 2015 年 9 月以前发表的缺血性卒中后病死率和活动结果的预后模型^[5],但纳入模型的方法学质量欠佳、偏倚风险较高,研究者建议在现有模型的基础上进行模型更新与验证。近年来,出现了大量的脑卒中预后模型研究,笔者检索更新的文献进行缺血性脑卒中患者残疾水平预测模型的系统评价,旨在为医护人员及时了解最新研究成果并进行针对性干预提供参考。

1 资料与方法

1.1 文献检索策略 检索 PubMed、Web of Science、Embase、Cochrane 图书馆、中国生物医学文献数据库、中国知网和万方数据库中有关缺血性脑卒中患者日

作者单位:南昌大学 1. 护理学院 2. 第一临床医学院(江西 南昌, 330036)

徐菲:女,硕士在读,学生

通信作者:李鸿艳,Janet_lhy@163.com

收稿:2022-06-02;修回:2022-07-08

常生活活动能力预测模型的研究,检索时间自建库起至 2021 年 11 月。检索式:中文检索为“缺血性脑卒中 OR 脑栓塞 OR 脑梗死 OR 脑梗塞”AND“活动 OR 日常生活活动能力 OR 自理能力 OR 残疾”AND“预测模型 OR 预后模型”;英文检索为“ischemic stroke OR embolic strokes OR thrombotic stroke OR brain infarction”AND“predictive model OR prognostic model OR score OR validation”AND“activities of daily living OR ADL OR self-care OR functional independence OR physical functional performance OR disability”。限定语言为中文或英文。

1.2 文献纳入和排除标准 文献纳入标准:①研究对象经影像学检查确诊为缺血性脑卒中,患者年龄 ≥ 18 岁;②模型描述了模型的建立、验证和评价过程;③结局指标的评估工具为改良 Rankin 量表或 Barthel 指数;④研究类型为队列研究。文献排除标准:①仅为危险因素分析,没有构建模型;②仅为外部验证,未进行模型更新;③会议摘要、灰色文献等非正式发表文献;④数据不全无法提取有效信息;⑤动物试验;⑥重复发表。

1.3 文献筛选和数据提取 2 名研究员独立进行文献的筛选和数据提取,最后进行交叉核对,分歧通过讨论得到解决,若讨论未达成一致,则咨询第 3 名研究员。首先阅读标题和摘要完成初筛,再按照纳入和排除标准进一步剔除无效文献。通过阅读全文进一步筛选符合的文献并提取数据。

1.4 方法学质量评估 个体预后或诊断多变量预测模型的透明报告(Transparent Reporting of a Multi-variable Prediction Model for Individual Prognosis or Diagnosis, TRIPOD)^[6]用于评判开发、验证模型研究的透明度,参考该报告从标题与摘要、前言、结果、讨论和其他信息对纳入文献进行质量评价。使用预测模型研究偏倚风险评估工具(Prediction Model Risk of Bias Assessment Tool, PROBST)^[7]评估纳入文献的偏倚风险和适用性。由 2 名研究员独立进行评价后交叉核对,存在分歧且经讨论无法达成一致时,寻求第三方意见,最终达成一致。

1.5 资料分析方法 由于纳入文献存在异质性,无法进行定量分析,因此采用描述性分析。

2 结果

2.1 文献筛选结果 通过检索得到相关文章 7 460 篇,查重剔除 3 069 篇。通过阅读题目和摘要进一步剔除 4 288 篇文献。剔除原因包括:研究对象包括出血性脑卒中或儿童,研究内容不是模型开发,结局事件为死亡、复发、住院天数、出院目的地,综述、Meta 分析类研究。剩余 103 篇潜在可纳入文献,进一步阅读全文,纳入参考书目 41 篇,排除预后因素分析 67 篇,可用信息不全 36 篇,最终纳入 41 篇文献^[8-48],共计 87 个模型。

2.2 纳入文献的一般情况 35 篇(85.4%)为回顾性队列研究,6 篇(14.6%)为前瞻性队列研究。治疗方案($n=26, 63.4\%$)、发病后停滞时长($n=18, 43.9\%$)、梗阻血管部位($n=9, 22.0\%$)以及卒中前身体活动情况($n=9, 22.0\%$)作为主要的纳入或排除标准。5 个模型用于预测卒中后 3 个月以内的结局,80 个模型用于预测卒中后 3~6 个月的结局,2 个模型用于预测卒中后 6 个月以上的结局。纳入文献的一般情况见表 1。

2.3 模型建立情况 共建立 87 个预测模型,56 个为 logistic 模型,31 个为机器学习算法建立的模型。建模样本量为 66~15 862 例,缺失数据 7~438 例。常用内部验证方法包括 bootstrap($n=15, 36.6\%$)、交叉验证($n=13, 31.7\%$)和分组验证($n=11, 26.8\%$)。30 个模型(34.5%)经过外部验证,其中 5 篇文献^[11,14,16,18,27]经过中国本土外部验证。

2.4 模型性能及预测因子 37 篇文献(90.2%)报道了区分度,AUC 值为 0.69~0.93。在模型校准方面,共 28 篇文献(68.3%)报告了校准方法,其中 17 篇文献绘制了校准图。在预测因子方面,共 71 个模型报告了 60 个有效预测因子,其中出现频次最高的 4 个有效预测因子分别是年龄($n=68, 95.8\%$)、NIHSS 得分($n=66, 93.0\%$)、卒中前残疾情况($n=42, 59.2\%$)和糖尿病($n=37, 52.1\%$)。模型呈现方式包括公式、评分表、列线图、树形图、网络计算器。

2.5 文献质量评估 纳入文献的质量均为中等。项目信息缺失程度依次为样本量的计算(98.0%),自变量和因变量测量的盲法细节(46.3%),候选变量与结局指标的关系(46.3%),无结局的研究对象的数量及随访情况(41.5%),数据集、研究方法或网页计算器的提供(34.1%),详细的摘要报告(34.1%),完整模型的提供(31.7%)。

2.6 偏倚风险和适用性评价 纳入文献的总体偏倚风险高,37 篇文献(90.2%)在统计分析方面存在高偏倚风险,4 篇文献偏倚风险不清楚^[13,24,28,33]。25 篇文献(61.0%)适用性低。

3 讨论

3.1 年龄、NIHSS 得分、卒中前残疾情况和糖尿病的预测价值 本研究结果显示,年龄、NIHSS 得分、卒中前残疾情况和糖尿病是最常见的预测因子。老年患者身体功能下降,较年轻人更容易合并多种慢性病导致卒中预后不佳^[36]。NIHSS 得分反映了患者的神经功能情况,分数越高则神经功能越差^[23]。在之前的系统评价中也发现,NIHSS 是预测患者完全康复的预测因子^[3]。纳入文献以卒中前 mRS 得分评价卒中前残疾水平,即使是轻度残疾($mRS>0$)也有可能影响预后^[34],并且卒中前 $mRS>2$ 的患者很难得到良好的功能结局^[35]。这可能与人群特征有关,比如卒中前残疾

的患者年龄更大或是合并痴呆等疾病^[34]。糖尿病已被多数研究证明是脑卒中发病和预后不良的预测因素,可能与糖尿病对脑血管的潜在病理改变从而加重缺血

性损伤有关^[49]。因此,对年龄较大、神经功能较差、存在卒中前残疾及糖尿病的患者,应给予高度重视,及时采取针对性措施,以降低缺血性脑卒中患者残疾水平。

表 1 纳入文献基本特征

研究	纳入和排除标准	结局时间(卒中后)	结局指标
Johnston 等 ^[8]	纳入:发病后 6 h 内治疗	3 个月	BI \geq 95, \leq 60
Baird 等 ^[9]	纳入:首次卒中。排除:后循环卒中	3 个月	BI \geq 90
Weimar 等 ^[10]	纳入:卒中前 RS \leq 4;卒中后 24 h 内入院	100 d	BI \leq 95
Kent 等 ^[11]	纳入:发病后 6 h 内治疗。排除:NIHSS \leq 4	3 个月	mRS \leq 1, \geq 5
Johnston 等 ^[12]	纳入:肢体无力;卒中前活动独立。排除:昏迷;蛛网膜下腔出血;急性高血压;肝肾受损	3 个月	BI \geq 95, \leq 60; mRS \leq 2, \geq 5
Halleivi 等 ^[13]	纳入:发病后 8 h 内动脉内治疗	出院时	mRS \leq 3
Flint 等 ^[14]	纳入:动脉内治疗;NIHSS \geq 8	3 个月	mRS \leq 2
Muscari 等 ^[15]	纳入:发病后 72 h 内治疗;卒中前 mRS \leq 4。排除:溶栓治疗;昏迷	9 个月	mRS \leq 2
O'Donnell 等 ^[16]	排除:溶栓治疗	出院时	mRS \geq 5
Ntaios 等 ^[17]	排除:卒中前 mRS \geq 3	3 个月	mRS \leq 2
Strbian 等 ^[18]	纳入:发病后 4.5 h 内阿替普酶治疗	3 个月	mRS \geq 5
Turc 等 ^[19]	纳入:发病后 4.5 h 内阿替普酶治疗;前循环卒中	3 个月	mRS \geq 2
Ji 等 ^[20]	排除:动脉溶栓	出院时,卒中后 3、6、12 个月	mRS \leq 2
Prabhakaran 等 ^[21]	纳入:血管内治疗;前循环卒中	3 个月	mRS \leq 2
van Seeters 等 ^[22] *	纳入:血管内治疗;症状持续时间 \leq 9 h;NIHSS \geq 2(使用重组组织型纤溶酶原激活剂 \geq 1)	3 个月	mRS \geq 3
Liggins 等 ^[23] *	纳入:发病后 12 h 内血管内治疗;NIHSS \geq 5	3 个月	mRS \leq 3
Kent 等 ^[24]	纳入:发病后 6 h 内治疗。排除:NIHSS \leq 4	3 个月	mRS \leq 1, \leq 2, \geq 5
Flint 等 ^[25]	纳入:重组组织纤溶酶原激活剂治疗	3 个月	mRS \leq 2
Venema 等 ^[26]	纳入:NIHSS \geq 2;前循环卒中;发病后 6 h 内血管内治疗	3 个月	mRS \leq 2
Turcato 等 ^[27]	纳入:发病后 12 h 内入院;发病后 6 h 内进行静脉溶栓。排除:血管内治疗	3 个月	mRS \geq 3
de Ridder 等 ^[28]	纳入:卒中前 mRS \leq 2;卒中后 12 h 内治疗	出院时、卒中后 3 个月	BI \geq 19; mRS \geq 3
van Os 等 ^[29]	纳入:血管内治疗;前循环卒中	3 个月	mRS \leq 2
Cappellari 等 ^[30]	纳入:卒中前 mRS \leq 2;卒中后 4.5 h 内静脉溶栓	3 个月	mRS \geq 3
Widhi 等 ^[31]	排除:血管内治疗	1 个月	mRS \geq 5
Monteiro 等 ^[32] *	纳入:阿替普酶治疗	3 个月	mRS \geq 3
De Marchis 等 ^[33]	纳入:卒中后 24 h 内入院	3 个月	mRS \geq 3
Sallustio 等 ^[34]	纳入:前循环卒中;卒中后 6 h 内行腹股沟穿刺;NIHSS $>$ 10	3 个月	mRS \geq 3
Nishi 等 ^[35]	排除:后循环卒中	3 个月	mRS \leq 2
Song 等 ^[36]	纳入:机械血栓切除术;前循环卒中	3 个月	mRS \geq 3
Sun 等 ^[37]	排除:血管内治疗	6 个月	mRS \geq 3
Heo 等 ^[38] *	纳入:卒中后 7 d 内血管内治疗;卒中前 mRS \geq 3	3 个月	mRS \leq 2
Li 等 ^[39]	纳入:卒中后 7 d 内入院	6 个月	mRS \leq 2
Meng 等 ^[40]	排除:静脉溶栓	3 个月	mRS \geq 3
Ramos 等 ^[41]	纳入:血栓切除术	3 个月	mRS \geq 5
Kim 等 ^[42]	未提及	3 个月	mRS \leq 2
Lesenne 等 ^[43]	纳入:卒中前 mRS \leq 2;短暂性脑缺血发作	3 个月	mRS \leq 2, \geq 5
Ben Hassen 等 ^[44]	纳入:前循环卒中;机械血栓切除术	3 个月	mRS $>$ 2
Wang 等 ^[45]	纳入:首次卒中;卒中前独立活动	3 个月	mRS \leq 2
Kappelhof 等 ^[46] *	排除:既往神经系统疾病、严重 MRI 伪影	3 个月	mRS \geq 5
Chi 等 ^[47] *	纳入:卒中后 6.5 h 内血管内治疗;颅内近端血管梗死	3 个月	mRS \leq 2
Chiu 等 ^[48]	排除:癌症;神经退行性疾病	3 个月	mRS \leq 2, \geq 5

注:RS(Rankin Scale)为 Rankin 评分, mRS(Modified Rankin Scale)为改良 Rankin 评分, NIHSS(National Institute of Health Stroke Scale)为美国国立卫生院神经功能缺损评分, BI(Barthel Index)为 Barthel 指数。*为前瞻性研究设计,其余均为回顾性队列研究。

3.2 模型的方法学评价 现有预测模型普遍存在偏倚风险,尤其表现在方法学质量不足。研究者应确保纳入研究对象的随机性,对于死亡、中途退出的研究对象应进行基线比较后再剔除,对于部分数据缺失的研究对象应采用多重插补。其次,研究者应报告自变量测量方法、变量分析结果、模型的区分度和校准度以及模型最终形态,以便后来的研究者进行验证更新。自变量较多而样本量不足时容易出现过度拟合,建议根据以往文献选择出现频数高的预测因子构建模型,采用 bootstrap 或交叉验证进行内部验证。在未来研究中,研究者可根据建模指南^[6-7]完善研究设

计,开发高质量的预测模型。

3.3 长期残疾水平预测模型的开发 研究表明,患者在卒中后 5 年内,仍有功能改变^[4]。开发患者长期残疾水平预测模型可能有助于院外疾病管理。而目前模型的预测时间点多为卒中后 3 个月,仅有 2 项研究分别构建了卒中后 9 个月和 12 个月的残疾水平预测模型,有效预测因子为年龄、性别、糖尿病、房颤、卒中前 mRS 等入院前或住院期间的数据。可见长期预测模型开发不足,并且构建内容较少涉及随访数据。一项范围综述发现,卒中后活动能力、社会支持、心理等因素与长期残疾水平有关^[50]。因此,有必要开发

长期预测模型并将随访数据纳入候选变量,以提高长期预后模型的准确度。

4 小结

本研究分析了现有的卒中后残疾水平预测模型,均存在不同程度的偏倚风险。年龄、NIHSS 得分、卒中前残疾情况和糖尿病是卒中患者残疾情况的常见预测因子。研究者应完善模型构建的方法学,宜开展前瞻性、多中心的验证更新,同时可利用随访数据开发卒中患者长期预后模型。本研究由于纳入文献存在异质性,无法进行定量分析。其次,部分文献因没有描述完整的建模过程而被排除在研究之外,可能导致部分预测模型缺失。

参考文献:

- [1] Wang Y J, Li Z X, Gu H Q, et al. China stroke statistics 2019: a report from the National Center for Healthcare Quality Management in Neurological Diseases, China National Clinical Research Center for Neurological Diseases, the Chinese Stroke Association, National Center for Chronic and Non-communicable Disease Control and Prevention, Chinese Center for Disease Control and Prevention and Institute for Global Neuroscience and Stroke Collaborations[J]. *Stroke Vasc Neurol*, 2020, 5(3):211-239.
- [2] Powers W J, Rabinstein A A, Ackerson T, et al. 2018 guidelines for the early management of patients with acute ischemic stroke: a guideline for healthcare professionals from the American Heart Association/American Stroke Association[J]. *Stroke*, 2018, 49(3):e344-e418.
- [3] Jampathong N, Laopaiboon M, Rattanakanokchai S, et al. Prognostic models for complete recovery in ischemic stroke: a systematic review and meta-analysis[J]. *BMC Neurol*, 2018, 18(1):26-37.
- [4] Rejnö Å, Nasic S, Bjälkelfur K, et al. Changes in functional outcome over five years after stroke[J]. *Brain Behav*, 2019, 9(6):145-155.
- [5] Fahey M, Crayton E, Wolfe C, et al. Clinical prediction models for mortality and functional outcome following ischemic stroke: a systematic review and meta-analysis[J]. *PLoS One*, 2018, 13(1):e185402.
- [6] Moons K G, Altman D G, Reitsma J B, et al. Transparent Reporting of a multivariable prediction model for Individual Prognosis or Diagnosis (TRIPOD): explanation and elaboration[J]. *Ann Intern Med*, 2015, 162(1):W1-W73.
- [7] Moons K G, Wolff R F, Riley R D, et al. PROBAST: a tool to assess risk of bias and applicability of prediction model studies: explanation and elaboration[J]. *Ann Intern Med*, 2019, 170(1):W1-W33.
- [8] Johnston K C, Connors A F, Wagner D P, et al. A predictive risk model for outcomes of ischemic stroke[J]. *Stroke*, 2000, 31(2):448-455.
- [9] Baird A E, Dambrosia J, Janket S J, et al. A three-item scale for the early prediction of stroke recovery[J]. *Lancet*, 2001, 357(9274):2095-2099.
- [10] Weimar C, Ziegler A, König I R, et al. Predicting functional outcome and survival after acute ischemic stroke[J]. *J Neurol*, 2002, 249(7):888-895.
- [11] 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.
- [12] Johnston K C, Wagner D P, Wang X, et al. Validation of an acute ischemic stroke model — Does diffusion-weighted imaging lesion volume offer a clinically significant improvement in prediction of outcome? [J]. *Stroke*, 2007, 38(6):1820-1825.
- [13] 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.
- [14] 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]. *Am J Neuroradiol*, 2010, 31(7):1192-1196.
- [15] Muscari A, Puddu G M, Santoro N, et al. A simple scoring system for outcome prediction of ischemic stroke[J]. *Acta Neurol Scand*, 2011, 124(5):334-342.
- [16] O'Donnell M J, Fang J, D'Uva C, et al. The PLAN score: a bedside prediction rule for death and severe disability following acute ischemic stroke[J]. *Arch Intern Med*, 2012, 172(20):1548-1556.
- [17] 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.
- [18] 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.
- [19] Turc G, Apoil M, Naggara O, et al. Magnetic Resonance Imaging-DRAGON score: 3-month outcome prediction after intravenous thrombolysis for anterior circulation stroke[J]. *Stroke*, 2013, 44(5):1323-1328.
- [20] Ji R, Du W, Shen H, et al. Web-based tool for dynamic functional outcome after acute ischemic stroke and comparison with existing models[J]. *BMC Neurol*, 2014, 14:214.
- [21] Prabhakaran S, Jovin T G, Tayal A H, et al. Posttreatment variables improve outcome prediction after intra-arterial therapy for acute ischemic stroke[J]. *Cerebrovasc Dis*, 2014, 37(5):356-363.
- [22] van Seeters T, Biessels G J, Kappelle L J, et al. The prognostic value of CT angiography and CT perfusion in acute ischemic stroke[J]. *Cerebrovasc Dis*, 2015, 40(5-6):258-269.
- [23] Liggins J T, 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.
- [24] Kent D M, Ruthazer R, Decker C, et al. Development and validation of a simplified Stroke-Thrombolytic Predictive Instrument [J]. *Neurology*, 2015, 85 (11): 942-949.
- [25] Flint A C, Rao V A, Chan S L, et al. Improved ischemic stroke outcome prediction using model estimation of outcome probability: the THRIVE-c calculation[J]. *Int J Stroke*, 2015, 10(6):815-821.
- [26] Venema E, Mulder M, Roozenbeek B, et al. Selection of patients for intra-arterial treatment for acute ischaemic stroke: development and validation of a clinical decision tool in two randomised trials[J]. *BMJ*, 2017, 357: j1710.
- [27] Turcato G, Cervellini G, Cappellari M, et al. Early function decline after ischemic stroke can be predicted by a nomogram based on age, use of thrombolysis, RDW and NIHSS score at admission[J]. *J Thromb Thrombolysis*, 2017, 43(3):394-400.
- [28] de Ridder I R, Dijkland S A, Scheele M, et al. Development and validation of the Dutch Stroke Score for predicting disability and functional outcome after ischemic stroke: a tool to support efficient discharge planning[J]. *Eur Stroke J*, 2018, 3(2):165-173.
- [29] van Os H J A, Ramos L A, Hilbert A, et al. Predicting outcome of endovascular treatment for acute ischemic stroke: potential value of machine learning algorithms [J]. *Front Neurol*, 2018, 9:784-792.
- [30] Cappellari M, Turcato G, Forlivesi S, et al. The START nomogram for individualized prediction of the probability of unfavorable outcome after intravenous thrombolysis for stroke[J]. *Int J Stroke*, 2018, 13(7):700-706.
- [31] Widhi N A, Arima H, Takashima N, et al. The JAGUAR Score predicts 1-month disability/death in ischemic stroke patient ineligible for recanalization therapy[J]. *J Stroke Cerebrovasc*, 2018, 27(10):2579-2586.
- [32] Monteiro M, Fonseca A C, Freitas A T, et al. Using machine learning to improve the prediction of functional outcome in ischemic stroke patients [J]. *IEEE/ACM Trans Comput Biol Bioinform*, 2018, 15(6):1953-1959.
- [33] De Marchis G M, Dankowski T, König I R, et al. A novel biomarker-based prognostic score in acute ischemic stroke[J]. *Neurology*, 2019, 92(13):e1517-e1525.
- [34] Sallustio F, Toschi N, Mascolo A P, et al. Selection of anterior circulation acute stroke patients for mechanical thrombectomy[J]. *J Neurol*, 2019, 266(11):2620-2628.
- [35] Nishi H, Oishi N, Ishii A, et al. Predicting clinical outcomes of large vessel occlusion before mechanical thrombectomy using machine learning [J]. *Stroke*, 2019, 50(9):2379-2388.
- [36] Song B, Liu Y, Nyame L, et al. A COACHS nomogram to predict the probability of three-month unfavorable outcome after acute ischemic stroke in Chinese patients [J]. *Cerebrovasc Dis*, 2019, 47(1-2):80-87.
- [37] Sun C, Li X, Song B, et al. A NADE nomogram to predict the probability of 6-month unfavorable outcome in Chinese patients with ischemic stroke[J]. *BMC Neurol*, 2019, 19(1):274-282.
- [38] Heo J, Yoon J G, Park H, et al. Machine learning-based model for prediction of outcomes in acute stroke[J]. *Stroke*, 2019, 50(5):1263-1265.
- [39] Li X, Pan X, Jiang C, et al. Predicting 6-month unfavorable outcome of acute ischemic stroke using machine learning[J]. *Front Neurol*, 2020, 11:539509-539517.
- [40] Meng L, Wang H, Yang H, et al. Nomogram to predict poor outcome after mechanical thrombectomy at older age and histological analysis of thrombus composition [J]. *Oxid Med Cell Longev*, 2020, 25:8823283.
- [41] Ramos L A, Kappelhof M, van Os H J A, et al. Predicting poor outcome before endovascular treatment in patients with acute ischemic stroke [J]. *Front Neurol*, 2020, 11:580957.
- [42] Kim T J, Lee J S, Oh M, et al. Predicting functional outcome based on linked data after acute ischemic stroke: S-SMART score[J]. *Transl Stroke Res*, 2020, 11(6):1296-1305.
- [43] Lesenne A, Grieten J, Ernon L, et al. Prediction of functional outcome after acute ischemic stroke: comparison of the CT-DRAGON score and a reduced features set [J]. *Front Neurol*, 2020, 11:718-726.
- [44] Ben Hassen W, Raynaud N, Bricout N, et al. MT-DRAGON score for outcome prediction in acute ischemic stroke treated by mechanical thrombectomy within 8 hours[J]. *J NeuroInterv Surg*, 2020, 12(3):246-251.
- [45] Wang H, Sun Y, Ge Y, et al. A clinical-radiomics nomogram for functional outcome predictions in ischemic stroke[J]. *Neurol Ther*, 2021, 10(2):819-832.
- [46] Kappelhof N, Ramos L A, Kappelhof M, et al. Evolutionary algorithms and decision trees for predicting poor outcome after endovascular treatment for acute ischemic stroke[J]. *Comput Biol Med*, 2021, 133:104414-104425.
- [47] Chi N F, Chang T H, Lee C Y, et al. Untargeted metabolomics predicts the functional outcome of ischemic stroke[J]. *J Formos Med Assoc*, 2021, 120(1 Pt 1):234-241.
- [48] Chiu I, Zeng W, Cheng C, et al. Using a multiclass machine learning model to predict the outcome of acute ischemic stroke requiring reperfusion therapy[J]. *Diagnostics*, 2021, 11(1):80-87.
- [49] Pikula A, Howard B V, Seshadri S. *Diabetes in America* [M]. 3rd ed. Philadelphia: National Institute of Diabetes and Digestive and Kidney Diseases, 2018:32-33.
- [50] Luker J, Lynch E, Bernhardsson S, et al. Stroke survivors' experiences of physical rehabilitation: a systematic review of qualitative studies[J]. *Arch Phys Med Rehabil*, 2015, 96(9):1698-1708.