

DOI: 10.55111/j.issn2709-1961.20250410005

· 综述 ·

老年脑卒中患者衰弱影响因素及 风险预测模型的研究进展

余 月

(中日友好医院 神经内科, 北京, 100029)

摘要: 随着全球老龄化进程的加速,脑卒中已成为老年人群中主要的致残和致死原因之一。衰弱作为老年人常见的多系统功能障碍综合征,显著增加了脑卒中患者的死亡率和功能依赖性。因此,构建有效的风险预测模型以识别衰弱状态,对老年脑卒中患者的预后评估具有重要意义。本研究从社会人口学因素、躯体健康相关因素、疾病相关因素、心理社会因素等多个维度,综述了近年来老年脑卒中患者衰弱发生的影响因素,并从不同构建方式等角度归纳了脑卒中患者风险预测模型的研究进展,旨在为临床医护人员提供系统的理论依据和实践指导,以便更精准地识别高危患者,制定个性化干预方案,优化临床管理流程。

关键词: 脑卒中; 衰弱; 风险评估; 预测模型; 研究进展; 高血压; 糖尿病

中图分类号: R 473.5 文献标志码: A 文章编号: 2709-1961(2025)04-0154-07

Research progress on influencing factors and risk prediction models of frailty in elderly stroke patients

YU Yue

(Department of Neurology, China-Japan Friendship Hospital, Beijing, 100029)

ABSTRACT: With the acceleration of the global aging, stroke has become one of the main causes of disability and death among the elderly population. Frailty, as a common multisystem dysfunction in the elderly, significantly increases the mortality rate and functional dependence of stroke patients. Therefore, constructing an effective risk prediction model to identify the frailty state is particularly important for the prognosis assessment of elderly stroke patients. This study reviews the influencing factors of frailty in elderly stroke patients in recent years from aspects such as sociodemography, physical health-related factors, disease-related factors, and psychosocial factors. It also summarizes the research progress of risk prediction models for stroke patients from different construction methods and other perspectives. The results show that multiple factors lead to the occurrence of frailty in elderly stroke patients. Most of the currently constructed models lack effective external validation. It is suggested that multi-center studies can be carried out in the future and the external validation of the models can be strengthened to identify and intervene in the occurrence of frailty in elderly stroke patients as early as possible.

KEY WORDS: stroke; frailty; risk assessment; prediction model; research progress; hypertension; diabetes mellitus

脑卒中,亦称脑血管意外,是一种由脑血管急性病变引发的常见神经系统疾病^[1]。该疾病具有发病率高、致残率高、死亡率高以及复发率高的特点^[2]。衰弱是老年人群中一种常见的临床综合征,其发病机制复杂,涉及多种因素的交互作用。其主要特征为生理储备的减少以及机体自我平衡

能力的破坏,导致身体变得脆弱,应对各种应激事件的能力显著降低。衰弱状态具有系统性、动态性及可逆性等特点,且与住院风险增加、跌倒频率上升、功能障碍加重以及死亡率升高等不良后果密切相关^[3-4]。既往研究证实,衰弱与心血管疾病的发生风险及死亡率之间存在显著关联^[5]。老年

收稿日期:2025-03-22

<https://www.zxyjhhl.hk>OPEN ACCESS
CC BY-NC-ND 4.0

人由于生理机能的自然衰退、疾病的影响以及心理因素的综合作用,常表现为抵抗力下降和脆弱性增强。在老年脑卒中患者中,衰弱现象尤为普遍,国内相关调查显示其发生率高达86.9%^[6]。这一现象不仅不利于患者的功能恢复,还严重影响其生活质量。因此,早期识别老年脑卒中患者的衰弱状态,对于制定个性化治疗方案和精准干预措施具有重要意义。近年来,众多研究聚焦于开发针对老年脑卒中患者衰弱程度的风险预测模型,旨在辅助临床医生在患者入院初期即对其衰弱状态进行精准评估,从而优化临床管理和干预效果。本研究拟对近年来该领域的研究进展进行系统回顾,以期为老年脑卒中患者的临床护理优化提供理论依据和实践指导。

1 老年脑卒中患者衰弱的影响因素

1.1 社会人口学相关因素

1.1.1 性别:性别是影响脑卒中患者衰弱状况的重要因素。研究^[7]表明,女性患者出现衰弱的比例通常高于男性。这一现象可能与女性更年期后雌激素水平的降低和维生素D缺乏有关。雌激素水平的下降和维生素D的不足均可能导致肌肉力量减弱及功能受损,进而增加衰弱的风险。此外,女性在妊娠、分娩以及绝经过程中所经历的心血管和代谢系统的变化,可能对其后续健康产生潜在的不利影响,从而加速衰弱的进展过程^[8]。

1.1.2 年龄:研究^[9]指出,患者的年龄与衰弱发生风险呈显著正相关。随着年龄增长,机体不可避免地出现退行性变化,生理功能逐渐衰退。此外,老年人常因活动量减少,导致肌肉收缩能力下降及骨密度降低,进而使个体的脆弱性显著增加,抗应激能力减弱。因此,老年人群被认为是衰弱的高风险群体。这一现象提示护理人员在临床实践中应根据患者年龄制定个性化干预方案,尤其对高龄患者应给予更多关注与精准护理^[10]。

1.1.3 婚姻状况:研究^[11]发现,婚姻状况对老年脑卒中患者的衰弱状态具有重要影响。已婚的老年脑卒中患者往往能够获得配偶的情感支持与生活照料,从而在心理和生理层面获得更多的慰藉与帮助。相比之下,丧偶患者因缺乏配偶的日常照顾与情感依托,其生活自理能力及心理调适能力可能受到较大影响,进而导致其衰弱风险显著增加。

1.1.4 文化程度:研究^[12]表明,衰弱程度较高的老

年脑卒中患者更可能具有小学及以下的文化程度,而受教育年限越长的患者其衰弱风险则越低。这可能与教育水平较高的患者更注重健康知识、生活方式的改善以及对疾病管理能力更强有关,从而有助于延缓衰弱的进展。

1.1.5 居住情况:独居的老年脑卒中患者面临较高的衰弱风险。相较于与家人同住的患者,独居老年脑卒中患者更易出现衰弱现象。这是因为与子女或配偶同住的老年人更有机会参与家庭和社会活动,并且能够获得更多的关心和帮助,从而有效促进他们的身心机能恢复。相对而言,独居的老年人因缺乏家庭陪伴、生活自理能力较弱以及物质支持不足等因素,导致衰弱的风险增加。因此,在临床实践中,应特别关注那些入院时标记为独居的患者,并加强对他们身心健康的支持和干预^[13]。

1.2 躯体健康相关因素

1.2.1 既往跌倒史:老年脑卒中患者常因脑损伤导致感觉和神经整合功能受损,从而出现平衡感障碍、身体稳定性差以及步态不对称等问题,进而增加行走时跌倒的风险。跌倒对患者的身心健康产生深远影响,并可能进一步增加衰弱的风险^[14]。

1.2.2 躯体功能障碍:研究^[15]显示,躯体功能障碍与脑卒中患者的衰弱程度呈正相关。出现躯体功能障碍的脑卒中患者通常伴随患侧肢体肌力下降、痉挛和协调性减弱等问题,这些问题最终可能导致肌肉萎缩和关节变形,进而增加患者跌倒和再入院的风险。躯体功能障碍不仅降低了患者的自理能力,还严重影响了生活质量,并可能妨碍正常的工作与社交活动,从而引发焦虑和抑郁等多种心理问题,进一步增加了脑卒中患者衰弱的发生风险。

1.2.3 生活自理能力:生活自理能力是影响衰弱发生和发展的一个重要风险因素。日常活动能力较低的老年脑卒中患者通常会表现出更为严重的衰弱症状。这些患者往往伴随不同程度的肢体功能障碍,导致自理能力和身体活动受到限制。在脑卒中的恢复期,进行适当的运动锻炼可以有效提高患者的日常生活活动能力,并有助于减缓衰弱的发生和进展^[16]。

1.2.4 握力:握力是老年缺血性脑卒中患者衰弱的重要保护因素。当握力超过15.05 kg时,衰弱的风险处于较低水平。这主要是因为患者的肌肉力量可以反映其躯体功能状态,肌肉力量较弱的

个体生理储备较低,难以适应和调节脑卒中造成的偏瘫、失语等功能障碍,从而更易陷入衰弱状态^[17]。

1.3 疾病相关因素

1.3.1 营养状况:研究^[18]表明,营养风险是导致患者发生衰弱的一个重要危险因素。脑卒中患者由于部分器官功能减退,往往会出现食欲不振和吞咽困难,这会影响营养素的吸收,使身体处于负氮平衡状态。营养不良可能进一步导致肌少症,而营养、肌少症和衰弱之间则存在相互影响的关系。

1.3.2 NIHSS评分:美国国立卫生研究院卒中量表(NIHSS)是一种用于评估脑卒中患者神经损伤严重程度的工具,NIHSS评分越高,表示神经损伤程度越重,衰弱的发生风险越高。此外,神经损伤的程度被认为是预测脑卒中患者不同衰弱状态的一个重要因素。这可能因为脑功能区受损越严重,患者在身体运动、感觉、认知和情绪反应方面更容易出现障碍,导致其适应外界刺激的能力下降,从而增加了衰弱的风险^[19]。

1.3.3 多病共存:患有高血压、糖尿病、缺血性心脏病等多种慢性病的脑卒中患者与衰弱的发生率密切相关。夏晗月等^[20]的研究表明,患者合并的疾病数量越多,衰弱评分也越高。这可能与多种慢性疾病叠加导致的生理缺陷累积有关,使得机体平衡更容易被打破,活动能力下降,进而增加失能和死亡风险。此外,多病共存患者需服用多种药物,这不仅加重了机体的药物代谢负担,还提高了药物间及药物与疾病间的不良相互作用风险。这些综合因素共同作用,导致患者的衰弱风险增加^[21]。

1.3.4 化验指标:临床上通常使用C反应蛋白来反映个体的炎症状态。研究^[22]表明,C反应蛋白是一种与衰弱相关的危险因素。在炎症状态下,促炎细胞因子会诱导某些炎症介质的表达,而这些介质可以作为促萎缩因子引起肌肉萎缩。此外,为了维持炎症信号的传导,机体的肌肉蛋白合成减少,分解增加,导致骨骼肌的分解代谢增强,使骨骼肌质量进一步下降,从而加速躯体衰弱的发生。脑卒中患者的低密度脂蛋白胆固醇异常与衰弱也有密切关联^[8]。血红蛋白和白蛋白是常用的反映机体营养状况的指标,可以辅助评估患者的营养状况,并被视作潜在的衰弱生物学指标^[23]。

1.4 心理社会因素

1.4.1 心理因素:研究^[24]表明,抑郁和自我效能感

是影响脑卒中患者衰弱的重要因素。抑郁情绪可能导致患者在治疗和康复过程中缺乏信心和依从性,从而影响身体功能的恢复,增加衰弱的风险。自我效能感较高的患者往往具备更强的心理适应能力,面对疾病的治疗和康复时能够采取更加积极的应对策略,体验较多的正面情绪,这有助于促进身体康复,并降低衰弱发生的风险^[25]。

1.4.2 社会支持:研究^[26]发现,社会支持对老年缺血性脑卒中患者的衰弱具有一定的保护作用。这可能是因为面对脑卒中时,社会支持水平较高的患者能够获取更多的社会资源,从而在治疗和康复过程中更容易获得充分的物质和精神支持,这种支持能够有效降低衰弱的发生风险。

2 老年脑卒中患者风险预测模型的研究进展

2.1 基于随机森林算法构建的脑卒中患者衰弱风险预测模型

随机森林是一种集成学习方法,通过训练时构建多个决策树并结合它们的预测结果,以提高整体性能并减少单棵决策树可能出现的过拟合。在随机森林的分类问题中,每棵子树(单个决策树)对样本进行分类,最终类别标签通过所有子树的投票结果确定^[27]。

近年来,随机森林算法广泛应用于疾病风险的预测、预警及预后评估,并能对变量进行重要性排序,从而帮助识别关键影响因素。马玉婷等^[28]研究中,对322例老年轻型缺血性脑卒中患者进行整群抽样,根据衰弱筛查量表将其分为衰弱组和非衰弱组,利用随机森林算法探讨了脑卒中患者衰弱的影响因素及风险预测效果。结果显示,这些患者的衰弱发生率为18.94%;模型的准确性为88.28%,敏感性为88.24%,特异度为88.89%,F1得分为0.933,曲线下面积为0.816。此外,通过变量重要性评分,研究对老年轻型缺血性脑卒中患者的衰弱影响因素进行了排序,前五位重要预测变量包括:患病种类(≥ 2 种)、睡眠情况、36项简明健康调查问卷得分、日常生活活动能力量表得分和个人月收入(< 2000 元人民币)。该研究指出,利用随机森林算法建立的衰弱风险预测模型能够识别出重要影响变量,为临床医护人员早期识别衰弱提供了理论依据,以便进行早期发现、识别和干预。然而,本研究的局限性在于仅在单一医院开展,建模结果尚需进一步验证。未来研究

可纳入更多患者进行外部验证,以提升模型的普适性与可靠性。

2.2 基于分类回归树算法构建的脑卒中患者衰弱风险预测模型

与传统的 Logistic 回归方法相比,决策树模型在构建预测模型时具有无需考虑变量共线性、高可视化程度和良好解释性的优势,这些特性使其能够为临床决策提供有效的建议和依据^[29]。张玲慧等^[30]研究中,从某三级甲等综合性医院便捷抽取了 485 例脑卒中患者,依据 Tilburg 衰弱量表对患者进行衰弱评估,将其分为衰弱组和非衰弱组。通过单因素分析和二元 Logistic 回归分析,本研究筛选了影响老年脑卒中患者衰弱的相关因素,并使用分类回归树算法构建了决策树模型。结果表明,NIHSS 评分、抑郁状态、握力、一般自我效能感以及社会支持在决定老年脑卒中患者衰弱的决策树模型中起着关键作用。其中,影响最大的三个变量依次是 NIHSS 评分(贡献率为 45.34%)、抑郁(26.12%)和握力(15.30%)。该模型在训练集和测试集的准确率分别为 0.88 和 0.87,敏感性为 0.74 和 0.76,特异性为 0.94 和 0.93,ROC 曲线下面积为 0.94 和 0.92,显示出它在临床应用中的良好潜力。然而,本研究的数据仅来源于一家三级甲等医院,样本量较小,且模型仅进行了内部验证。因此,未来研究需扩大样本规模并进行外部验证,以更好地评估模型的稳定性和泛化能力。李洋^[31]从某三级甲等医院神经内科抽取了 432 例老年脑卒中患者,基于决策树构建了脑卒中患者衰弱风险预测模型,结果显示老年脑卒中患者的衰弱发生率为 70.8%。关键预测因素包括年龄、NIHSS 评分和居住方式,其中年龄是最为重要的因素。决策树模型的 ROC 曲线下面积为 0.854,灵敏度为 94.60%、特异度为 76.30%、约登指数为 0.709。验证结果表明模型的准确率为 89.23%,显示出该模型的区分能力较强,能够有效识别高危的老年脑卒中衰弱患者,具备一定的临床应用价值。然而,该预测模型尚未进行外部验证和实际应用测试,其泛化能力仍需进一步研究。未来可根据后续研究结果对模型进行优化,以进一步提高预测的准确性和稳定性。

2.3 基于多因素 Logistic 回归和列线图构建的脑卒中患者衰弱风险预测模型

张楠^[32]从某三甲医院神经内科便利抽取了 395 名急性缺血性脑卒中患者作为研究对象,运

用多因素 Logistic 回归模型进行分析,构建了风险评估模型。结果显示,该模型包含 6 个独立预测因子:年龄、BMI、家庭居住地、高密度脂蛋白、查尔森合并症指数和五维三量表评分。回归方程为: $\text{Logit}(p) = 0.030 \times \text{年龄} + 0.103 \times \text{BMI} - 0.658 \times \text{家庭居住地}(\text{城镇}=1) - 0.879 \times \text{家庭居住地}(\text{市区}=1) - 0.972 \times \text{高密度脂蛋白} + 0.603 \times \text{查尔森合并症指数} + 0.381 \times (\text{EQ}-5\text{D}-3\text{L}) - 0.139 \times \text{糖化血红蛋白} - 0.014 \times \text{入院 ADL} - 0.020 \times \text{社会支持评定量表} - 4.135$ 。经过 H-L 拟合优度检验,结果显示卡方值为 8.066,显著性水平为 0.427(>0.05),表明回归模型的预测与实际发生概率之间无显著差异,说明模型的拟合度较好。ROC 曲线分析结果表明,AUC 为 0.812,依据约登指数最大原则,计算出的灵敏度为 74.6%,特异度为 75.8%,显示该模型具有较高的预测价值。

丁丽等^[33]通过回顾性分析 132 例脑卒中患者的临床资料,分为衰弱组和非衰弱组,采用多因素 Logistic 回归和列线图方法筛选影响脑卒中患者衰弱的因素,建立了一个包含 5 个风险因素的衰弱风险预测模型,这些因素包括:年龄、糖尿病、营养不良、入院的 NIHSS 评分和抑郁情绪。该模型的 ROC 曲线下面积为 0.928%,列线图模型的灵敏度为 84.30%,特异度为 89.80%,准确率为 83.33%。

高晓^[34]采用横断面研究方法,便捷地选取了 340 例在山东省神经内科和老年康复科住院治疗的老年缺血性脑卒中患者,其中 59.21% 的患者处于衰弱状态。多因素 Logistic 回归分析显示,脑卒中复发、运动障碍、多病共存、营养不良、神经功能较差和自理能力下降等因素是患者衰弱的独立影响因素。将这些影响因素纳入列线图模型后,结果显示模型的 ROC 曲线下面积为 0.937,灵敏度为 80.1%,特异度为 96.3%。

张鑫宇等^[9]采用横断面研究方法,选取了锦州市的 532 例老年脑卒中患者,发现衰弱发生率为 46.8%。通过 Logistic 回归分析筛选出影响衰弱发生的因素,结果显示,患者的年龄、日常锻炼、合并多种慢性疾病、卒中复发情况及日常生活能力等均为预测因子。基于列线图算法和神经网络算法构建的风险预测模型,其 ROC 曲线下面积分别为 0.908 和 0.904。

仲晓娟等^[35]对 195 例苏州市缺血性脑卒中合并吞咽障碍的患者进行了回顾性分析,结果显示

衰弱发生率为64.10%。通过多因素 Logistic 回归分析发现,高龄、吞咽障碍持续时间长、独居、自费就医、经济水平较低、合并症数量多、服药种类多、肢体运动障碍、抑郁情绪、营养不良和低社会支持水平都是患者衰弱的危险因素。建模组和验证组的列线图预测模型的曲线下面积分别为0.853和0.844,灵敏度分别为78.31%和76.19%。

陈张静等^[36]回顾性收集了156例急性缺血性脑卒中患者的临床资料,并运用多因素 Logistic 回归分析构建了一种适用于急性缺血性脑卒中患者的衰弱风险预测模型,纳入了年龄、糖尿病、大面积脑梗死和吞咽困难4个预测因素。该模型在训练集和验证集上的 ROC 曲线下面积分别为0.840和0.676。然而,上述研究均基于单一医疗机构的数据,尚未开展外部验证。因此,这些模型在我国其他地区的适用性仍需进一步探讨与验证。

3 小结

老年脑卒中患者常面临较高的衰弱风险,其衰弱状态受多种因素的综合影响,包括年龄、合并疾病、生活方式、心理状态等。衰弱的发生发展严重影响老年脑卒中患者康复进程和生活质量。目前,关于建立脑卒中患者衰弱预测模型的研究多采用传统的 Logistic 回归方法。然而,该方法仅适用于自变量与因变量之间存在线性关系的数据,难以有效处理复杂的临床数据交互,从而影响模型的预测性能。此外,现有的研究大多采用横断面或回顾性设计,无法明确识别潜在影响因素与衰弱发生之间的因果关系。近年来,机器学习算法如决策树和随机森林等逐渐被应用于相关研究。与 Logistic 回归模型相比,随机森林算法在准确性上表现更好,并能有效避免模型过度拟合。然而,目前的研究主要在单一医疗机构中进行,且缺乏有效的外部验证,限制了其在不同地区和人群中的普适性。未来的研究应致力于进一步优化和验证这些模型,扩大样本来源,进行多中心研究,并通过外部验证提高模型的准确性和稳定性,以更好地指导临床实践和患者管理。

利益冲突声明:作者声明本文无利益冲突。

参考文献

[1] FEIGIN V L, BRAININ M, NORRVING B, et al.

World stroke organization (WSO): global stroke fact sheet 2022 [J]. *Int J Stroke*, 2022, 17(1): 18–29.

[2] 《中国卒中中心报告2022》编写组.《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.

REPORT ON STROKE CENTER IN CHINA WRITING GROUP. Brief report on stroke center in China, 2022 [J]. *Chin J Cerebrovasc Dis*, 2024, 21(8): 565–576. (in Chinese)

[3] PIZZONIA M, GIANNOTTI C, CARMISCIANO L, et al. Frailty assessment, hip fracture and long-term clinical outcomes in older adults [J]. *Eur J Clin Invest*, 2021, 51(4): e13445.

[4] TAYLOR-ROWAN M, HAFDI M, DROZDOWSKA B, et al. Physical and brain frailty in ischaemic stroke or TIA: Shared occurrence and outcomes. A cohort study [J]. *Eur Stroke J*, 2023, 8(4): 1011–1020.

[5] SHRAUNER W, LORD E M, NGUYEN X T, et al. Frailty and cardiovascular mortality in more than 3 million US veterans [J]. *Eur Heart J*, 2022, 43(8): 818–826.

[6] 刘玲玲. 老年脑卒中患者衰弱现状及其影响因素研究[D]. 长沙: 湖南中医药大学, 2022.

LIU L L. Research on the Current Situation of Frailty and Its Influencing Factors in Elderly Patients with Cerebral Stroke [D]. Changsha: Hunan University of Chinese Medicine, 2022. (in Chinese)

[7] HUANG Y N, YAN F H, WANG X Y, et al. Prevalence and risk factors of frailty in stroke patients: a meta-analysis and systematic review [J]. *J Nutr Health Aging*, 2023, 27(2): 96–102.

[8] KILKENNY M F, PHAN H T, LINDLEY R I, et al. Utility of the hospital frailty risk score derived from administrative data and the association with stroke outcomes [J]. *Stroke*, 2021, 52(9): 2874–2881.

[9] 张鑫宇, 张磊, 隋汝波. 基于 Logistic 回归和人工神经网络构建老年脑卒中患者衰弱预测模型[J]. *军事护理*, 2023, 40(2): 10–14, 19.

ZHANG X Y, ZHANG L, SUI R B. Prediction model for frailty in elderly stroke patients based on logistic regression and artificial neural network [J]. *Mil Nurs*, 2023, 40(2): 10–14, 19. (in Chinese)

[10] 姜效灵, 李敏, 王玲. 老年缺血性脑卒中病人衰弱影响因素分析及风险预测模型构建[J]. *蚌埠医学院学报*, 2024, 49(6): 784–789.

- JIANG X L, LI M, WANG L. Analysis of the influencing factors of frailty in elderly patients with ischemic stroke and construction of risk prediction model [J]. *J Bengbu Med Coll*, 2024, 49(6): 784-789. (in Chinese)
- [11] 刘蕾, 何春渝, 杨嘉欣, 等. 脑卒中患者衰弱发生率与不良结局的系统评价[J]. *现代医学*, 2023, 51(6): 823-830.
- LIU L, HE C Y, YANG J X, et al. A systematic review of the incidence of frailty and adverse outcomes in stroke patients [J]. *Mod Med J*, 2023, 51(6): 823-830. (in Chinese)
- [12] ROJAS HUERTA A V. Trajectories of frailty and related factors of elderly people in Mexico [J]. *Poblac Salud Mesoam*, 2022, 19(2).
- [13] LEE C, PARK Y H, CHO B. Leveraging network analysis to determine sex differences in factors associated with frailty among older adults living alone [J]. *BMC Geriatr*, 2023, 23(1): 38.
- [14] 黎娜楠, 王燕娇. 老年脑卒中住院患者跌倒影响因素研究进展[J]. *中国医学创新*, 2023, 20(24): 169-172.
- LI N N, WANG Y J. Research progress on influencing factors of falls in elderly stroke inpatients [J]. *Med Innov China*, 2023, 20(24): 169-172. (in Chinese)
- [15] 侯静, 杨瑞, 程建兰. 穴位贴敷联合穴位按摩对脑卒中患者康复护理效果的影响[J]. *华夏医学*, 2023, 36(5): 99-103.
- HOU J, YANG R, CHENG J L. Effects of using acupoint application combined with acupoint massage on rehabilitation nursing in stroke patients [J]. *Acta Med Sin*, 2023, 36(5): 99-103. (in Chinese)
- [16] LIU S Q, LIU H X, YANG L, et al. A review of rehabilitation benefits of exercise training combined with nutrition supplement for improving protein synthesis and skeletal muscle strength in patients with cerebral stroke [J]. *Nutrients*, 2022, 14(23): 4995.
- [17] 崔华, 王朝晖, 吴剑卿, 等. 老年人肌少症防控干预中国专家共识(2023) [J]. *中华老年医学杂志*, 2023(2): 144-153.
- CUI H, WANG Z H, WU J Q, et al. Chinese expert consensus on prevention and intervention for elderly with sarcopenia (2023) [J]. *Chin J Geriatr*, 2023(2): 144-153. (in Chinese)
- [18] 李雪嘉, 杨开庆, 黎伟娟, 等. 中国老年住院患者衰弱影响因素的 Meta 分析 [J]. *老年医学研究*, 2023, 4(2): 1-6.
- LI X J, YANG K Q, LI W J, et al. Factors influencing frailty in elderly inpatients in China: a meta-analysis [J]. *Geriatr Res*, 2023, 4(2): 1-6. (in Chinese)
- [19] PILOTTO A, BRASS C, FASSBENDER K, et al. Premorbid frailty predicts short- and long-term outcomes of reperfusion treatment in acute stroke [J]. *J Neurol*, 2022, 269(6): 3338-3342.
- [20] 夏晗月, 曹倩, 周丹丹. 老年脑卒中患者衰弱现状及影响因素分析 [J]. *上海护理*, 2022, 22(1): 28-32.
- XIA H Y, CAO Q, ZHOU D D. Analysis on status quo and influencing factors of frailty in elderly patients with stroke [J]. *Shanghai Nurs*, 2022, 22(1): 28-32. (in Chinese)
- [21] 皇姣姣, 李星辰, 周金金. 老年住院脑卒中患者衰弱状况评估及其影响因素 [J]. *中国卫生工程学*, 2023, 22(4): 484-486.
- HUANG J J, LI X C, ZHOU J J. Evaluation of debilitating status of elderly inpatients with stroke and its influencing factors [J]. *Chin J Public Health Eng*, 2023, 22(4): 484-486. (in Chinese)
- [22] 汤路路, 冯加义, 袁书逸, 等. 肌少症与衰弱共同生物标志物与干预措施研究进展 [J]. *全科护理*, 2024, 22(4): 676-680.
- TANG L L, FENG J Y, YUAN S Y, et al. Research progress on common biomarkers and intervention measures of sarcopenia and asthenia [J]. *Chin Gen Pract Nurs*, 2024, 22(4): 676-680. (in Chinese)
- [23] MORISHITA-SUZUKI K, NAKAMURA-UEHARA M, ISHIBASHI T. The improvement effect of working through the Silver Human Resources Center on pre-frailty among older people: a two-year follow-up study [J]. *BMC Geriatr*, 2023, 23(1): 265.
- [24] 林卫, 苏俐莉, 余天智, 等. 老年缺血性脑卒中后遗症患者衰弱状况调查及其危险因素分析 [J]. *中华老年心脑血管病杂志*, 2021, 23(5): 499-502.
- LIN W, SU L L, YU T Z, et al. Frailty and its risk factors in elderly ischemic stroke patients with sequelae [J]. *Chin J Geriatr Heart Brain Vessel Dis*, 2021, 23(5): 499-502. (in Chinese)
- [25] 方向阳, 陈清, 侯原平, 等. 社区老年人抑郁症状与衰弱相关性 [J]. *中国老年学杂志*, 2022, 42(1): 211-214.
- FANG X Y, CHEN Q, HOU Y P, et al. Correlation between depressive symptoms and weakness of the el-

- derly in community[J]. *Chin J Gerontol*, 2022, 42(1): 211-214. (in Chinese)
- [26] 屠杭佳, 张书怡, 方雨慧, 等. 衰弱老年人社会支持研究进展[J]. *护理研究*, 2023, 37(11): 1988-1991.
- TU H J, ZHANG S Y, FANG Y H, et al. Research progress of social support for frail elderly[J]. *Chin Nurs Res*, 2023, 37(11): 1988-1991. (in Chinese)
- [27] GOLDMAN-MELLOR S J, BHAT H S, ALLEN M H, et al. Suicide risk among hospitalized versus discharged deliberate self-harm patients: generalized random forest analysis using a large claims data set[J]. *Am J Prev Med*, 2022, 62(4): 558-566.
- [28] 马玉婷, 王小燕, 窦丽. 基于随机森林算法的老年轻型缺血性脑卒中患者衰弱现状及风险模型构建[J]. *中华老年心脑血管病杂志*, 2025, 27(2): 187-191.
- MA Y T, WANG X Y, DOU L. Frail status of elderly patients with mild ischemic stroke and construction of a prediction risk model based on random forest algorithm[J]. *Chin J Geriatr Heart Brain Vessel Dis*, 2025, 27(2): 187-191. (in Chinese)
- [29] 刘鲁华, 邹晓银, 章芬. 3种机器学习算法对剖宫产产妇中低体温风险预测性能比较[J]. *全科护理*, 2025, 23(5): 923-927.
- LIU L H, ZOU X Y, ZHANG F. Comparison of three machine learning algorithms in predicting the risk of hypothermia during cesarean section[J]. *Chin Gen Pract Nurs*, 2025, 23(5): 923-927. (in Chinese)
- [30] 张玲慧. 老年脑卒中患者衰弱发生影响因素分析及预测模型的构建[D]. 青岛: 青岛大学, 2024.
- ZHANG L H. Analysis of factors affecting frailty in elderly ischaemic stroke patients and construction of a disk prediction model[D]. Qingdao: Qingdao University, 2024. (in Chinese)
- [31] 李洋. 基于决策树的老年脑卒中患者衰弱风险预测模型的构建[D]. 兰州: 兰州大学, 2024.
- LI Y. Construction of a risk prediction model for frailty in elderly stroke patients based on decision tree[D]. Lanzhou: Lanzhou University, 2024. (in Chinese)
- nese)
- [32] 张楠. 急性缺血性脑卒中患者衰弱风险预测模型的构建与验证[D]. 郑州: 郑州大学, 2024.
- ZHANG N. Construction and Validation of Debilitating Risk Prediction Model for Patients with Acute Ischemic Stroke[D]. Zhengzhou: Zhengzhou University, 2024. (in Chinese)
- [33] 丁丽, 乐云, 程建兰, 等. 脑卒中后衰弱的Nomogram预测模型的构建及验证[J]. *临床护理杂志*, 2023, 22(6): 26-29.
- DING L, LE Y, CHENG J L, et al. Construction and verification of nomogram prediction model for post-stroke weakness[J]. *J Clin Nurs*, 2023, 22(6): 26-29. (in Chinese)
- [34] 高晓. 老年缺血性脑卒中患者衰弱影响因素分析及风险列线图预测模型构建[D]. 济南: 山东中医药大学, 2023.
- GAO X. Analysis of the influencing factors of frailty in elderly patients with ischemic stroke and construction of risk prediction model[D]. Jinan: Shandong University of Traditional Chinese Medicine, 2023. (in Chinese)
- [35] 仲晓娟, 刘兴潮. 老年急性脑梗死后吞咽障碍患者发生衰弱的风险预测列线图模型构建与验证[J]. *中华老年多器官疾病杂志*, 2023, 22(12): 924-929.
- ZHONG X J, LIU X C. Construction and validation of a risk-prediction nomogram model for frailty in elderly patients with dysphagia after acute cerebral infarction[J]. *Chin J Mult Organ Dis Elder*, 2023, 22(12): 924-929. (in Chinese)
- [36] 陈张静, 孔斓波, 王国宾, 等. 老年急性缺血性脑卒中患者治疗后发生老年衰弱综合征预测模型的建立及验证[J]. *中华老年心脑血管病杂志*, 2023, 25(12): 1336-1339.
- CHEN Z J, KONG X B, WANG G P, et al. Establishment and validation of a prediction model for geriatric frailty syndrome in elderly patients with AIS after treatment[J]. *Chin J Geriatr Heart Brain Vessel Dis*, 2023, 25(12): 1336-1339. (in Chinese)