

老年脑卒中患者髌部骨折危险因素预测模型的建立和验证

杜丽^{1,2}, 马一鸣^{1,3}, 赵辉^{1,2}, 崔桂云^{1,2}, 祖洁^{1,2}<https://doi.org/10.12307/2024.671>

投稿日期: 2023-08-10

采用日期: 2023-09-18

修回日期: 2023-11-25

在线日期: 2023-12-19

中图分类号:

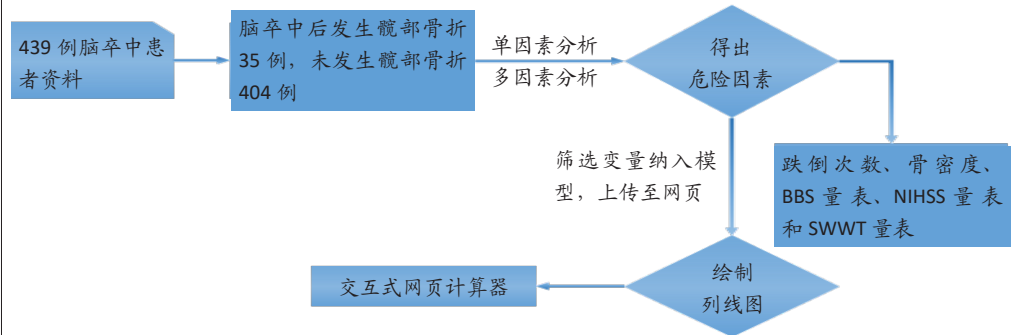
R459.9; R319; R274.1

文章编号:

2095-4344(2024)36-05793-06

文献标识码: A

文章快速阅读: 脑卒中后发生髌部骨折的危险因素



文题释义:

髌部骨折:指股骨近端骨折, 主要包括股骨颈骨折及股骨转子间骨折, 是中老年人常见的一类骨质疏松性骨折。随着中国人口老龄化的加剧, 髌部骨折患者数量逐年上升, 目前已成为影响老年人生活质量的主要疾病之一, 具有高致残率、高致死率的特点。

列线图预测模型:构建多因素回归模型, 根据模型中各个危险因素对结局变量的影响对每个危险因素结果量化并赋分, 再将各个评分相加得到总分, 最后计算出该个体结局事件的预测值并以列线图形式表现。列线图又称诺莫图, 是一种图形描述, 将复杂的回归方程转变为可视化图形, 使预测模型结果更具有可读性, 方便对患者进行评估。将该模型制作成网页, 为医患提供更便捷的交互体验。

摘要

背景:脑卒中后骨折的预防非常重要, 目前尚无预测脑卒中后发生髌部骨折的模型。

目的:探讨导致脑卒中患者发生髌部骨折的危险因素, 并建立风险预测模型将风险可视化。

方法:选择2014年6月至2017年6月徐州医科大学附属医院收治的脑卒中患者439例, 男107例, 女332例, 平均(71.38±9.74)岁, 根据脑卒中后有无髌部骨折分为骨折组($n=35$)和非骨折组($n=404$)。采用单因素和多因素分析确定脑卒中后发生髌部骨折的危险因素。将数据随机分为训练集(70%)和测试集(30%), 基于多因素分析结果, 建立预测髌部骨折发生风险列线图, 并使用受试者工作特征曲线、校准曲线和决策曲线对其性能进行评价。开发一个网络计算器用于给临床医生提供更方便的交互体验。

结果与结论:①单因素分析显示, 两组间跌倒次数、吸烟、高血压、糖皮质激素、卒中次数、简易智能精神状态检查量表、视力水平、美国国立卫生研究院卒中量表、Berg平衡量表、交谈时停止步行测试比较差异均有显著性意义($P < 0.05$); ②多因素分析显示, 跌倒次数[OR=17.104, 95%CI(3.727–78.489), $P=0.000$]、美国国立卫生研究院卒中量表[OR=1.565, 95%CI(1.193–2.052), $P=0.001$]、交谈时停止步行测试[OR=12.080, 95%CI(2.398–60.851), $P=0.003$]是与脑卒中后髌部骨折呈正相关的独立危险因素, 骨密度[OR=0.155, 95%CI(0.044–0.546), $P=0.012$]和Berg平衡量表[OR=0.840, 95%CI(0.739–0.954), $P=0.007$]与脑卒中后髌部骨折呈负相关; ③在训练集和测试集中, 列线图的曲线下面积AUC值分别为0.956和0.907, 校准曲线显示预测值与实际状态吻合度较高, 决策曲线下面积分别为0.038和0.030; ④结果显示, 跌倒次数多、骨密度低、Berg平衡量表评分低、美国国立卫生研究院卒中量表评分高、交谈时停止步行测试阳性是脑卒中后髌部骨折的危险因素。在此基础上建立列线图预测模型, 并开发了一个网络计算器(<https://stroke.shinyapps.io/DynNomapp/>)。

关键词:脑卒中; 骨质疏松; 髌部骨折; 跌倒风险; 列线图; 预测模型

Establishment and validation of a prediction model of hip fracture risk factors in elderly stroke patients

Du Li^{1,2}, Ma Yiming^{1,3}, Zhao Hui^{1,2}, Cui Guiyun^{1,2}, Zu Jie^{1,2}¹First Clinical Medical College, Xuzhou Medical University, Xuzhou 221001, Jiangsu Province, China; ²Department of Neurology, ³Department of Spine Surgery, Affiliated Hospital of Xuzhou Medical University, Xuzhou 221006, Jiangsu Province, China

Du Li, Master candidate, First Clinical Medical College, Xuzhou Medical University, Xuzhou 221001, Jiangsu Province, China; Department of Neurology, Affiliated Hospital of Xuzhou Medical University, Xuzhou 221006, Jiangsu Province, China

Corresponding author: Zu Jie, MD, Chief physician, Master's supervisor, First Clinical Medical College, Xuzhou Medical University, Xuzhou 221001, Jiangsu Province, China; Department of Neurology, Affiliated Hospital of Xuzhou Medical University, Xuzhou 221006, Jiangsu Province, China¹徐州医科大学第一临床医学院, 江苏省徐州市 221001; 徐州医科大学附属医院, ²神经内科, ³脊柱外科, 江苏省徐州市 221006**第一作者:**杜丽, 女, 1997年生, 山东省临沂市人, 汉族, 徐州医科大学在读硕士, 主要从事帕金森与运动障碍疾病相关方面的研究。**通讯作者:**祖洁, 博士, 主任医师, 硕士生导师, 徐州医科大学第一临床医学院, 江苏省徐州市; 徐州医科大学附属医院神经内科, 江苏省徐州市 221006<https://orcid.org/0009-0004-4939-7077> (杜丽)**基金资助:**江苏省高校重点实验室开放课题项目(XZSYSKF2022039), 项目负责人: 祖洁; 江苏省重点研发计划(社会发展)项目(BE2021630), 项目负责人: 崔桂云**引用本文:**杜丽, 马一鸣, 赵辉, 崔桂云, 祖洁. 老年脑卒中患者髌部骨折危险因素预测模型的建立和验证[J]. 中国组织工程研究, 2024, 28(36):5793-5798.

Abstract

BACKGROUND: Prevention of fractures after stroke is very important, and there are currently no models to predict the occurrence of hip fractures after stroke. **OBJECTIVE:** To investigate the risk factors leading to hip fracture in stroke patients and to establish a risk prediction model to visualize this risk.

METHODS: A total of 439 stroke patients were selected from the Affiliated Hospital of Xuzhou Medical University from June 2014 to June 2017, including 107 males and 332 females, with a mean age of (71.38±9.74) years. They were divided into fracture group ($n=35$) and non-fracture group ($n=404$) according to the presence or absence of hip fracture. Univariate and multivariate analyses were used to determine the risk factors for hip fracture after stroke. The data were randomly divided into training set (70%) and test set (30%). Nomogram predicting the risk of hip fracture occurrence was created based on the results of the multifactor analysis, and performance was evaluated using receiver operating characteristic curve, calibration curves, and decision curve analysis. A web calculator was created to facilitate a more convenient interactive experience for clinicians.

RESULTS AND CONCLUSION: (1) Univariate analysis showed significant differences between the two groups in the number of falls, smoking, hypertension, glucocorticoids, number of strokes, Mini-Mental State Examination, visual acuity level, National Institute of Health Stroke Scale, Berg Balance Scale, and Stop Walking When Talking scale scores ($P < 0.05$). (2) Multivariate analysis showed that number of falls [$OR=17.104$, 95% CI (3.727–78.489), $P=0.000$], National Institute of Health Stroke Scale [$OR=1.565$, 95% CI (1.193–2.052), $P=0.001$], Stop Walking When Talking [$OR=12.080$, 95% CI (2.398–60.851), $P=0.003$] were independent risk factors positively associated with new hip fractures. Bone mineral density [$OR=0.155$, 95% CI (0.044–0.546), $P=0.012$] and Berg Balance Scale [$OR=0.840$, 95% CI (0.739–0.954), $P=0.007$] were negatively associated with new hip fractures after stroke. (3) The AUC values of nomogram were 0.956 and 0.907 in the training and test sets, respectively, and the calibration curves showed a high agreement between predicted and actual status with an area under the decision curve of 0.038 and 0.030, respectively. (4) These findings conclude that the number of falls, low bone mineral density, low Berg Balance Scale score, high National Institute of Health Stroke Scale score, and positive Stop Walking When Talking are risk factors for hip fracture after stroke. Based on this, a nomogram with high accuracy was developed and a web calculator (<https://stroke.shinyapps.io/DynNomapp/>) was created.

Key words: stroke; osteoporosis; hip fracture; fall risk; nomogram; prediction model

Funding: Open Project of Key Laboratory of Colleges and Universities in Jiangsu Province, No. XZSYSKF2022039 (to ZJ); Key Research & Development Program (Social Development) of Jiangsu Province, No. BE2021630 (to CGY)

How to cite this article: DU L, MA YM, ZHAO H, CUI GY, ZU J. Establishment and validation of a prediction model of hip fracture risk factors in elderly stroke patients. Zhongguo Zuzhi Gongcheng Yanjiu. 2024;28(36):5793-5798.

0 引言 Introduction

脑卒中主要是由于脑血管破裂导致脑出血或者是脑血管阻塞导致脑梗死,进而引发脑部局部血液循环障碍,从而损伤脑组织,是老年患者致残、日常自理和户外活动能力低于正常人的常见原因之一。脑卒中是严重危害老年患者健康的疾病,其发病率、致残率和死亡率都很高。3%–6%的脑卒中患者在发病后1年内发生过骨折^[1-6],脑卒中患者髋部骨折的风险是正常人群的2–4倍^[2, 7-8],对这一现象的解释可能是:跌倒风险增加,尤其是偏瘫;制动后活动减少导致骨量减少和钙质丢失;髋部骨折和脑卒中的一些潜在的常见危险因素^[9-10]。

预防脑卒中后骨折是非常关键的,骨折是脑卒中后的一种严重并发症,会增加患者的病残率和死亡率,其中多达1/3的髋部骨折患者在急性事件发生后1年内死亡,此外,存活的患者还面临残疾、疼痛和丧失自理能力等问题^[11-13]。目前认为髋部骨折可能是脑卒中最严重的致残、致死性并发症,因此非常有必要及早识别出脑卒中后可能并发髋部骨折的高危人群。对于骨折风险较大的个体,脑卒中后的预防发挥着重要作用,如加强个人护理、抗骨质疏松治疗和康复训练^[14]。该研究进一步明确脑卒中后发生髋部骨折的危险因素,并在此基础上建立和验证风险预测模型,在临床医疗及防护方面使用。

1 对象和方法 Subjects and methods

1.1 设计 回顾性病例分析,组间比较采用独立样本 t 检验或卡方检验。

1.2 时间及地点 试验于2014年6月至2017年6月在徐州医科大学附属医院神经内科及脊柱外科完成。

1.3 对象 纳入2014年6月至2017年6月徐州医科大学附属医院收诊并经头颅CT或MRI确诊的脑卒中患者439例,其中男107例,女332例;平均(71.38±9.74)岁。所有患者

或家属均对此次研究表示知情同意并签署知情同意书。按脑卒中后有无髋部骨折分为骨折组($n=35$)和非骨折组($n=404$)。该研究方案已获得徐州医科大学附属医院伦理委员会批准。

纳入标准: 经头颅CT或MRI诊断为脑卒中;经X射线片或CT检查(图1)确诊为髋部骨折;随访时间≥6个月;所有患者均未发生病理性骨折;基础资料记录完整,患者均完成随访。



图1 | 脑卒中患者髋部骨折CT片

Figure 1 | Hip fracture CT image of stroke patient

排除标准: 听力理解障碍者;语言表达障碍者;肿瘤脑卒中;双侧大脑半球脑卒中;卧床不起、严重瘫痪者;无完整基础资料记录,不愿完成随访患者。

1.4 方法 记录患者性别、年龄、体质量指数、跌倒次数、既往骨折史、吸烟、糖尿病、高血压、使用糖皮质激素、骨密度、脑卒中次数、下肢肌力、Berg平衡量表(Berg Balance Scale, BBS)、简易智能精神状态检查量表(Mini-mental State Examination, MMSE)、美国国立卫生研究院卒中量表(National Institute of Health stroke scale, NIHSS)、视力水平、交谈时停止步行测试(Stops Walking When Talking, SWWT)。

BBS: 用来评估患者在不同姿势下保持平衡的能力^[15]。该量表包括由坐到站、无支持站立、无靠背坐下、由站到坐、床椅转移、双脚并拢站立、闭眼站立、上肢前伸、弯腰拾物、转身向后看、转身1周、双脚交替踏台阶、双脚前后站立和单腿站立共14个项目,根据测量时间或距离评分,最高分为56分^[16]。得分越低表示平衡性越差,跌倒风险越大。

MMSE: 目前使用最广泛的认知障碍筛查量表之一^[17]。

该量表包括定向力、即刻和延迟记忆力、注意力及计算、语言能力和视空间等方面，满分 30 分^[18]，分数越高表示患者具有越好的认知能力；该量表受教育程度的影响，认知功能损害标准为：文盲≤17 分；小学≤20 分；中学（包括中专）≤22 分；大学（包括大专）≤23 分。

NIHSS^[19]：用于评价神经功能缺损程度。该量表从意识水平、凝视及视野、面瘫、上下肢运动和共济失调、感觉、语言及构音障碍等方面进行评分，总分为 42 分，分值越高神经受损越严重。

视力水平：分为正常或受损，视力下降或视野缺损为视力受损。

SWWT：用“止步交谈”现象预测跌倒事件发生。在 10 s 内从评估室步行到休息区（30 m）进行评估，评估医师与研究对象结伴而行，评估医师开始一项对话，如果研究对象停止步行至少 1 s，测试即为阳性。当研究对象停止行走时，评估医师继续行走，以确保评估医师不会发起或鼓励任何“停止”。

1.5 主要观察指标 脑卒中患者发生髋部骨折的危险因素。

1.6 统计学分析 计量资料采用 $\bar{x} \pm s$ 表示，计数资料采用比率进行描述，两组间差异性检验采用 χ^2 检验和 t 检验。将数据集按照 7 : 3 的比例随机分为两个队列，包括训练队列及内部验证队列，利用训练队列建立预测模型，进一步在验证队列上进行模型效能验证。

多因素分析采用 Logistic 回归分析，对数据集中的变量进行筛选，将 $P < 0.05$ 的自变量作为预测因子纳入模型。使用 R 软件中“rms”包来构建模型，绘制列线图。采用 Bootstrap 法进行放回试 1 000 次重采样，对模型进行内部验证并绘制校准图来确定模型的一致性，通过基于 caret 10 倍交叉验证评估模型预测能力。绘制受试者工作特征曲线，并利用曲线下面积从特异度和灵敏度角度衡量模型性能，曲线下面积越大，模型预测准确率越高。同时绘制决策曲线评估模型的临床应用价值。通过使用上述相同方法，进一步在测试队列中检验模型的能力。

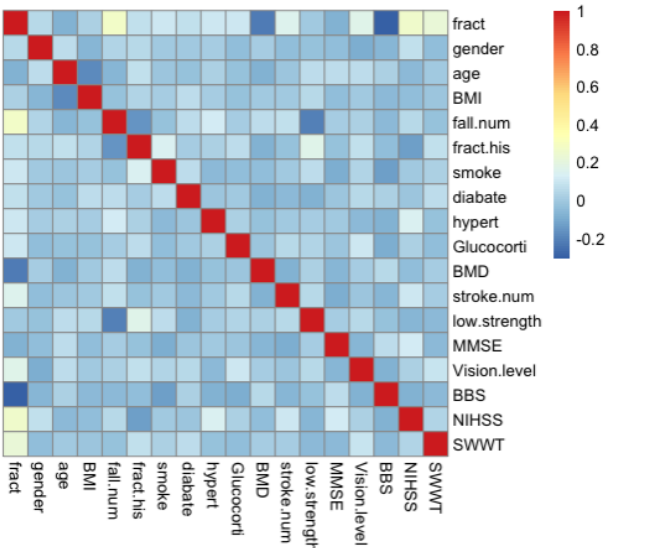
采用 SPSS 软件 (Version 25.0) 和 R-Studio 软件 (Version 3.6.2) 进行统计分析，使用 rms 和 caret、ggDCA、ggplot 及 pROC 等 R 工具包绘制列线图、校准图及决策曲线、热图和受试者工作特性曲线。 $P < 0.05$ 为差异有显著性意义。文章统计学方法已经徐州医科大学生物统计学专家审核。

2 结果 Results

2.1 参与者数量分析 共计 439 例脑卒中患者，全部进入结果分析。

2.2 数据集变量之间的相关性热图 见图 2。

2.3 单因素分析结果 单因素分析显示，两组之间跌倒次数、吸烟、高血压、使用糖皮质激素、脑卒中次数、骨密度 T 值、视力水平、NIHSS、BBS、SWWT 比较差异均有显著性意义 ($P < 0.05$)，见表 1。



图注：fract 为骨折，gender 为性别，age 为年龄，fall.num 为跌倒次数，fract.his 为既往骨折史，smoke 为吸烟，diabate 为糖尿病，hypert 为高血压，Glucocorti 为糖皮质激素，BMD 为骨密度，stroke.num 为脑卒中次数，low.strength 为下肢肌力，MMSE 为简易精神状态检查量表，Vision.level 代表视力水平，BBS 为 Berg 平衡量表，NIHSS 为美国国立卫生研究院卒中量表，SWWT 为交谈时停止步行测试。

图 2 | 数据集变量之间的相关性热图
Figure 2 | Heatmap of the correlation between variables in the dataset

表 1 | 脑卒中后发生髋部骨折的单因素分析
Table 1 | Univariate analysis of hip fracture after stroke

变量	骨折组 (n=35)	非骨折组 (n=404)	统计值	P 值
男 / 女 (n)	6/29	101/303	$\chi^2=1.079$	0.299
年龄 ($\bar{x} \pm s$, 岁)	68.69±10.39	71.61±9.66	$t=1.711$	0.088
体质质量指数 ($\bar{x} \pm s$, kg/m ²)	23.75±2.42	23.44±3.57	$t=-0.700$	0.487
跌倒次数 ($\bar{x} \pm s$, 次)	1.17±0.71	0.61±0.52	$t=-5.986$	0.000
既往骨折史 (有 / 无, n)	23/12	318/86	$\chi^2=3.139$	0.076
吸烟史 (有 / 无, n)	24/11	338/66	$\chi^2=5.072$	0.024
糖尿病 (有 / 无, n)	20/15	283/121	$\chi^2=2.509$	0.113
高血压 (有 / 无, n)	13/22	226/178	$\chi^2=4.589$	0.032
糖皮质激素 (有 / 无, n)	20/15	300/104	$\chi^2=4.775$	0.029
骨密度 T 值 ($\bar{x} \pm s$)	-1.65±0.81	-1.16±0.55	$t=3.485$	0.001
脑卒中次数 ($\bar{x} \pm s$, 次)	1.31±0.47	1.12±0.34	$t=-2.433$	0.020
下肢肌力 ($\bar{x} \pm s$)	3.74±0.89	3.75±0.78	$t=0.087$	0.931
MMSE ($\bar{x} \pm s$, 分)	21.20±3.96	22.26±3.86	$t=1.547$	0.122
视力水平 (正常 / 受损, n)	19/16	322/82	$\chi^2=12.000$	0.000
BBS ($\bar{x} \pm s$, 分)	37.60±6.07	43.25±4.62	$t=5.369$	0.000
NIHSS ($\bar{x} \pm s$, 分)	8.60±3.76	5.93±2.52	$t=-4.118$	0.000
SWWT (阳性 / 阴性, n)	19/16	343/61	$\chi^2=20.873$	0.000

表注：MMSE 为简易精神状态检查量表，BBS 为 Berg 平衡量表，NIHSS 为美国国立卫生研究院卒中量表，SWWT 为交谈时停止步行测试。

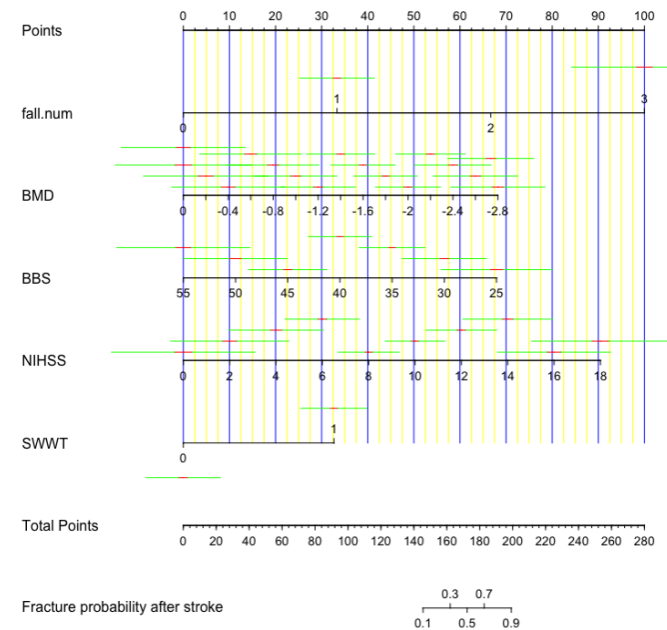
2.4 多因素 Logistic 回归分析结果 多因素分析显示，跌倒次数 [OR=17.104, 95%CI(3.727-78.489), $P=0.000$]、NIHSS [OR=1.565, 95%CI(1.193-2.052), $P=0.001$]、SWWT [OR=12.080, 95%CI(2.398-60.851), $P=0.003$] 与脑卒中后并发髋部骨折呈正相关，骨密度 [OR=0.155, 95%CI(0.044-0.546), $P=0.012$]、BBS [OR=0.840, 95%CI(0.739-0.954), $P=0.007$] 与脑卒中后并发髋部骨折呈负相关，见表 2。

多因素 Logistic 回归分析得到独立预测因素，最终将 5 个预测因子纳入模型：跌倒次数、骨密度、BBS、NIHSS 和 SWWT (图 3)。根据 nomogram 预测模型制作网页计算器 (图 4)

表 2 | 脑卒中后发生髋部骨折的多因素分析

Table 2 | Multivariate analysis of hip fracture after stroke

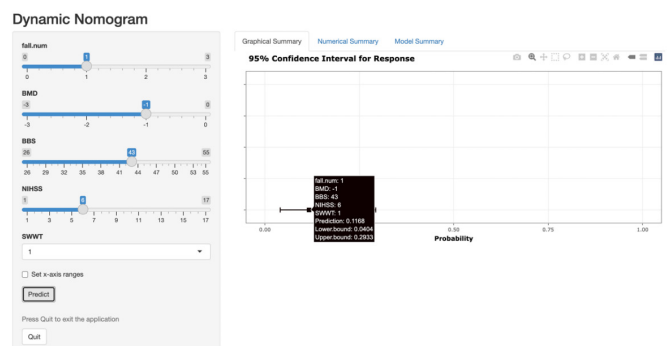
变量	P 值	OR 值	95%CI 值
跌倒次数	0.000	17.104	3.727–78.489
骨密度 T 值	0.012	0.155	0.044–0.546
Berg 平衡量表	0.007	0.840	0.739–0.954
美国国立卫生研究院卒中量表	0.001	1.565	1.193–2.052
交谈时停止步行测试	0.003	12.080	2.398–60.851



图注: fall.num 为跌倒次数, BMD 为骨密度 T 值, BBS 为 Berg 平衡量表, NIHSS 为美国国立卫生研究院卒中量表, SWWT 为交谈时停止步行测试。

图 3 | 老年脑卒中患者髋部骨折危险因素预测列线图

Figure 3 | Nomogram of prediction of risk factors for hip fracture in elderly stroke patients



图注: 通过滑动网页上的滑块, 选择每个患者这些变量所对应的分数, 并点击“预测”, 可获得该患者脑卒中后发生髋部骨折的概率。

图 4 | 网页计算器

Figure 4 | Web calculator

(<https://stroke.shinyapps.io/DynNomapp/>)。列线图中每个影响因素对应刻度线段上的分数, 将每个影响因素的得分相加计算出最终分值, 从而得到其对应的结局概率。

2.5 列线图效能验证 采用曲线下面积、校准曲线及决策曲线分析验证模型效能。在训练队列中, ROC-AUC 为 0.956[95%CI(0.924–0.988)], 说明该模型具有良好的预测脑卒中后发生髋部骨折风险的效能。校准曲线显示列线图的预测

值与实际值之间具有较好的一致性(图 5), 决策曲线下面积为 0.038。将列线图应用于验证队列, 计算验证队列 AUC 为 0.907[95%CI(0.820–0.993)], 校准曲线与标准曲线贴合较好, 决策曲线下面积为 0.030(图 6)。

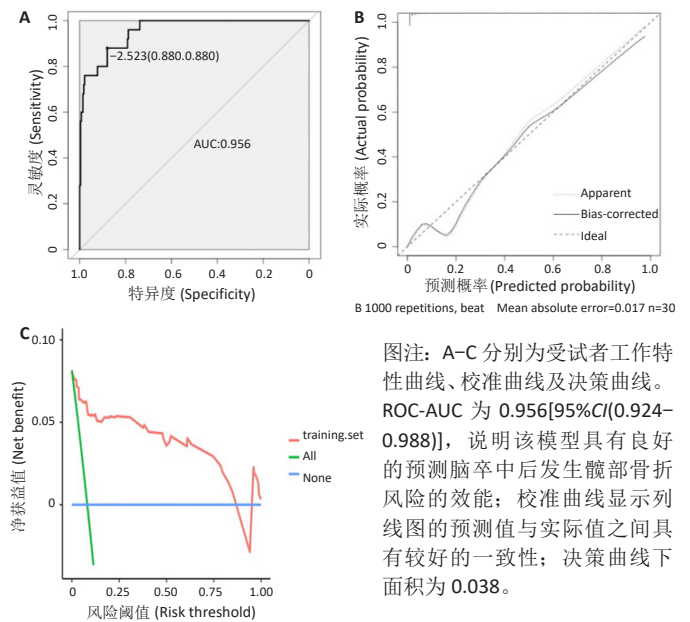


图 5 | 训练集受试者工作特征曲线、校准曲线及决策曲线

Figure 5 | Receiver operating characteristic curve, calibration curve, and decision curve of training set

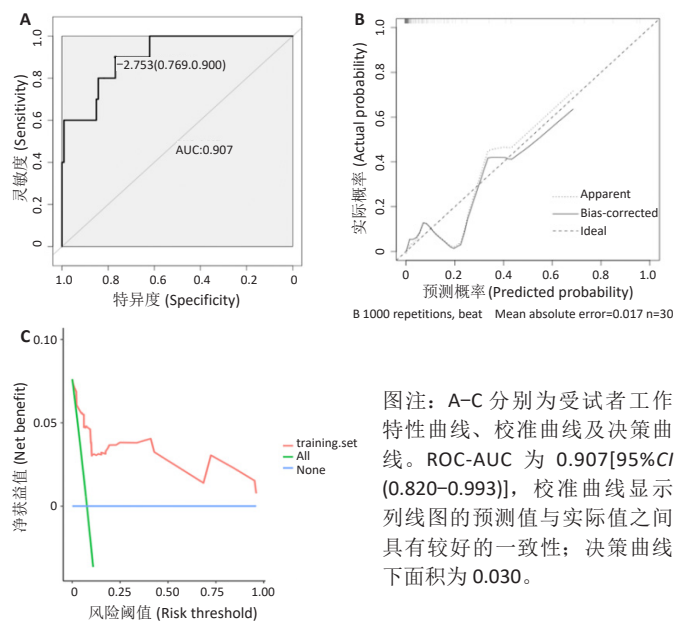


图 6 | 测试集受试者工作特征曲线曲线、校准曲线及决策曲线

Figure 6 | Receiver operating characteristic curve, calibration curve, and decision curve of testing set

3 讨论 Discussion

髋部骨折是老年人常见的致命疾病, 可引起昏迷、功能丧失甚至死亡等并发症。随着中国居民平均预期寿命和骨质疏松风险的增加, 髋部骨折的发生率逐年上升^[20]。髋部骨折是一种不稳定性骨折, 常伴有腹腔或盆腔脏器、泌尿

生殖系统、盆腔神经和血管损伤及下肢骨折^[21]。由于老年髌部骨折持续时间长、恢复缓慢,常伴有深静脉血栓形成、压疮、心血管栓塞等并发症,患者疼痛难忍,死亡率相对较高^[22-23]。

3.1 跌倒次数 脑卒中患者频繁跌倒的风险比一般老年人群高,跌倒的重要风险因素是平衡和步态缺陷^[24]。小脑卒中后可出现肢体姿势平衡障碍,导致患者跌倒风险增加,脑卒中后视觉或本体感觉系统等功能损害也会增加跌倒相关损伤的发生概率,进而引发对再次跌倒的恐惧,甚至最终导致卧床不起,这些情况都可能会进一步限制脑卒中患者日常活动。早期的研究指出,脑卒中发病后6个月内37%患者至少有一次跌倒,其中37%跌倒受伤,8%跌倒发生骨折^[25]。在脑卒中后2年内,约60.7%患者发生2次以上跌倒,23.4%发生骨折。WANG等^[26]在41 895例脑卒中患者的队列研究中发现,任何偶发性骨折、髌部骨折、脊柱骨折和其他骨折的5年发生率分别为8.03%,3.42%,1.87%和3.05%,这与此次研究结果相似,此次研究有7.97%($n=35$)患者脑卒中后发生髌部骨折。

3.2 身体平衡能力 身体平衡能力下降是脑卒中患者跌倒的原因之一。平衡能力不良在老年人中很常见,它预示着多种并发症,如跌倒、骨折、创伤性颅脑损伤、残疾甚至死亡。URRUNAGA-PASTOR等^[27]研究表明,与平衡不良相关的因素包括饮酒、疲劳、步速及最近1年内至少跌倒1次。跌倒的次数越多,随之而来的骨折风险就越高。此次研究也表明髌部骨折风险与跌倒次数呈正相关[OR=17.104, 95%CI(3.727-78.489), $P=0.000$]。

3.3 骨密度 骨密度降低可能是脑卒中后髌部骨折风险增加的一个重要诱发因素^[28-31]。脑卒中中偏瘫患者丧失作用于骨骼上的肌肉力量,造成骨量丢失,并且运动障碍使患者阳光照射减少、运动量减低及随后的维生素D缺乏,骨量将继续丢失^[32-34]。另外,脑卒中后相关药物(尤其是肝素)治疗可能会加剧老年患者骨质疏松及骨折风险^[35-36]。与之前的研究一致^[37],骨质疏松与脑卒中后骨折有关。此次研究发现的危险因素可能有助于医生发现脑卒中患者易发生髌部骨折的人群,并提供骨密度筛查和预防性治疗,以降低脑卒中后髌部骨折的发生率。识别脑卒中后骨折的危险因素及高危患者,是预防脑卒中后并发骨折以及改善预后的关键^[38]。脑卒中后负重康复训练有助于提高患侧的骨密度。PANG等^[39]评估了偏瘫患者胫骨远端骨密度指数下降与肌肉量、活动度和心血管功能之间的关系,发现较高的骨密度与更大的肌肉质量和更好的活动能力相关。这些观察性研究表明,康复锻炼等干预措施可能在降低脑卒中人群骨量丢失和髌部骨折风险方面发挥重要作用。

3.4 神经功能缺损程度 既往一项荟萃分析显示,脑卒中是髌部骨折的独立危险因素,脑卒中患者发生髌部骨折的风险是正常人群的2倍^[40]。利用NIHSS评估脑卒中患者神经功能缺损的严重程度,其中分数越高表明脑卒中严重程度越高,

神经功能改善效果越低。NIHSS是一种有效可靠的量表,被广泛应用于医学研究和临床实践^[41-43]。SCHMID等^[41]研究表明,脑卒中严重程度的增加会导致较高的跌倒风险,且脑卒中严重程度在日常临床实践中通过NIHSS较易测量,可方便评估患者的跌倒风险,从而及早干预。

3.5 注意力障碍 脑卒中患者反应缓慢和注意力障碍等因素与平衡障碍和跌倒风险有关。SWWT与其他量表评估一样便于测试^[44]。LUNDIN-OLSSON等^[44]研究显示,脑卒中患者通过双重任务训练的SWWT阳性预测值为83%(10/12),特异性高(95%, 35/37),但敏感性中等(48%, 10/21)。双重任务步态评估的基本原理是比较步态和注意力的表现,如走路时喝水或与人交谈。由于加入了干扰因素,更便于观察脑卒中患者两项任务之间的相互协调能力,进而评估患者的认知和行动能力。此次研究发现,SWWT阳性患者脑卒中后发生髌部骨折的风险比阴性患者高12.08倍[95%CI(2.398-60.851)]。

跌倒是导致髌部骨折最直接的影响因素,因此针对跌倒风险的评估应成为每位脑卒中患者的常规筛查项目。此次研究模型中所包含的这些易于获取的量表和因素可及早发现脑卒中患者步态缺陷和跌倒风险,有助于及时实施有针对性干预措施,以改善步态进而降低跌倒风险。

3.6 研究的优势与不足 该研究尚有局限性:①作为一项单中心研究,纳入的患者范围不够广泛;②该模型没有得到外部临床数据的验证。该研究也有以下优点:①既往关于脑卒中后发生髌部骨折的风险研究较少,此次研究使用列线图 and 基于网页的风险计算器,以一种直观、便捷、交互性强的方式可视化这一风险,方便医生和患者;②纳入模型中的5个因素很易获得,且价格低廉,减轻了患者经济负担,在临床中更易推广。

总之,此次研究建立并验证了列线图预测模型,为脑卒中患者发生髌部骨折的预测提供了一个简便可靠的工具,有助于降低脑卒中患者的髌部骨折风险并改善预后。未来的研究中会继续纳入诸如血脂水平、康复治疗等其他因素及更多中心的更大样本来进行验证,使更多脑卒中患者可以从及时的个体化骨密度筛查和跌倒风险评估中受益,以期提高其生存质量。

作者贡献: 杜丽、祖洁进行试验设计,试验实施为杜丽、马一鸣、赵辉,试验评估为祖洁、崔桂云,资料收集为杜丽、马一鸣、赵辉,杜丽成文,祖洁审核。

利益冲突: 文章的全部作者声明,在课题研究和文章撰写过程中不存在利益冲突。

开放获取声明: 这是一篇开放获取文章,根据《知识共享许可协议》“署名-非商业性使用-相同方式共享4.0”条款,在合理引用的情况下,允许他人以非商业性目的基于原文内容编辑、调整和扩展,同时允许任何用户阅读、下载、拷贝、传递、打印、检索、超级链接该文献,并为之建立索引,用作软件的输入数据或其它任何合法用途。

版权转让: 文章出版前全体作者与编辑部签署了文章版权转让协议。

出版规范: 该研究遵守《观察性临床试验研究报告指南》(STROBE指南)。文章出版前已经过专业反剽窃文献检测系统进行3次查重。文章经小同行外审专家双盲外审,同行评议认为文章符合期刊发稿宗旨。

4 参考文献 References

- [1] LISABETH LD, MORGENSTERN LB, WING JJ, et al. Poststroke fractures in a bi-ethnic community. *J Stroke Cerebrovasc Dis.* 2012;21(6):471-477.
- [2] RAMNEMARK A, NYBERG L, BORSSÉN B, et al. Fractures after stroke. *Osteoporos Int.* 1998;8(1):92-95.
- [3] KERSE N, PARAG V, FEIGIN VL, et al. Auckland Regional Community Stroke (ARCOS) Study Group. Falls after stroke: results from the Auckland Regional Community Stroke (ARCOS) Study, 2002 to 2003. *Stroke.* 2008;39(6):1890-1893.
- [4] CALLALY EL, NI CHROININ D, HANNON N, et al. Falls and fractures 2 years after acute stroke: the North Dublin Population Stroke Study. *Age Ageing.* 2015;44(5):882-886.
- [5] WHITSON HE, PIEPER CF, SANDERS L, et al. Adding injury to insult: fracture risk after stroke in veterans. *J Am Geriatr Soc.* 2006;54(7):1082-1088.
- [6] ZHOU M, WANG H, ZENG X, et al. Mortality, morbidity, and risk factors in China and its provinces, 1990-2017: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2017. *Lancet.* 2019;394(10204):1145-1158.
- [7] DENNIS MS, LO KM, MCDOWALL M, et al. Fractures after stroke: frequency, types, and associations. *Stroke.* 2002;33(3):728-734.
- [8] POUWELS S, LALMOHAMED A, LEUFKENS B, et al. Risk of hip/femur fracture after stroke: a population-based case-control study. *Stroke.* 2009;40(10):3281-3285.
- [9] MARSDEN J, GIBSON LM, LIGHTBODY CE, et al. Can early onset bone loss be effectively managed in post-stroke patients? An integrative review of the evidence. *Age Ageing.* 2008;37(2):142-150.
- [10] JØRGENSEN L, JACOBSEN BK. Functional status of the paretic arm affects the loss of bone mineral in the proximal humerus after stroke: a 1-year prospective study. *Calcif Tissue Int.* 2001;68(1):11-15.
- [11] POOLE KE, REEVE J, WARBURTON EA. Falls, fractures, and osteoporosis after stroke: time to think about protection? *Stroke.* 2002;33(5):1432-1436.
- [12] KEENE GS, PARKER MJ, PRYOR GA. Mortality and morbidity after hip fractures. *BMJ.* 1993;307(6914):1248-1250.
- [13] NHO JH, LEE YK, KIM YS, et al. Mobility and one-year mortality of stroke patients after hip-fracture surgery. *J Orthop Sci.* 2014;19(5):756-761.
- [14] VAN DER BURG DA, DIEPSTRATEN M, WOUTERSE B. Long-term care use after a stroke or femoral fracture and the role of family caregivers. *BMC Geriatr.* 2020;20(1):150.
- [15] JANSSEN S, SÖDERLUND A. A new treatment programme to improve balance in elderly people--an evaluation of an individually tailored home-based exercise programme in five elderly women with a feeling of unsteadiness. *Disabil Rehabil.* 2004;26(24):1431-1443.
- [16] SAHIN F, YILMAZ F, OZMADEN A, et al. Reliability and validity of the Turkish version of the Berg Balance Scale. *J Geriatr Phys Ther.* 2008;31(1):32-37.
- [17] PATNODE CD, PERDUE LA, ROSSOM RC, et al. Screening for Cognitive Impairment in Older Adults: Updated Evidence Report and Systematic Review for the US Preventive Services Task Force. *JAMA.* 2020;323(8):764-785.
- [18] FOLSTEIN MF, FOLSTEIN SE, MCHUGH PR. "Mini-mental state". A practical method for grading the cognitive state of patients for the clinician. *J Psychiatr Res.* 1975;12(3):189-198.
- [19] KWAH LK, DIONG J. National Institutes of Health Stroke Scale (NIHSS). *J Physiother.* 2014;60(1):61.
- [20] BENTLER SE, LIU L, OBRIZAN M, et al. The aftermath of hip fracture: discharge placement, functional status change, and mortality. *Am J Epidemiol.* 2009;170(10):1290-1299.
- [21] FISHER AA, DAVIS MW, RUBENACH SE, et al. Outcomes for older patients with hip fractures: the impact of orthopedic and geriatric medicine cocare. *J Orthop Trauma.* 2006;20(3):172-178; discussion 179-180.
- [22] VERONESE N, MAGGI S. Epidemiology and social costs of hip fracture. *Injury.* 2018;49(8):1458-1460.
- [23] SING CW, LIN TC, BARTHOLOMEW S, et al. Global Epidemiology of Hip Fractures: Secular Trends in Incidence Rate, Post-Fracture Treatment, and All-Cause Mortality. *J Bone Miner Res.* 2023;38(8):1064-1075.
- [24] WEERDESTREYN V, DE NIET M, VAN DUINHOFEN HJ, et al. Falls in individuals with stroke. *J Rehabil Res Dev.* 2008;45(8):1195-1213.
- [25] CALLALY EL, NI CHROININ D, HANNON N, et al. Falls and fractures 2 years after acute stroke: the North Dublin Population Stroke Study. *Age Ageing.* 2015;44(5):882-886.
- [26] WANG HP, SUNG SF, YANG HY, et al. Associations between stroke type, stroke severity, and pre-stroke osteoporosis with the risk of post-stroke fracture: A nationwide population-based study. *J Neurol Sci.* 2021;427:117512.
- [27] URRUNAGA-PASTOR D, MONCADA-MAPELLI E, RUNZER-COLMENARES FM, et al. Factors associated with poor balance ability in older adults of nine high-altitude communities. *Arch. Gerontol. Geriatr.* 2018;77:108-114.
- [28] BORSCHMANN K, PANG MY, BERNHARDT J, et al. Stepping towards prevention of bone loss after stroke: a systematic review of the skeletal effects of physical activity after stroke. *Int J Stroke.* 2012;7(4):330-335.
- [29] SCHNITZER TJ, HARVEY RL, NACK SH, et al. Bone mineral density in patients with stroke: relationship with motor impairment and functional mobility. *Top Stroke Rehabil.* 2012;19(5):436-443.
- [30] POOLE KE, REEVE J, WARBURTON EA. Falls, fractures, and osteoporosis after stroke: time to think about protection? *Stroke.* 2002;33(5):1432-1436.
- [31] ENG JJ, PANG MY, ASHE MC. Balance, falls, and bone health: role of exercise in reducing fracture risk after stroke. *J Rehabil Res Dev.* 2008;45(2):297-313.
- [32] JØRGENSEN L, JACOBSEN BK. Changes in muscle mass, fat mass, and bone mineral content in the legs after stroke: a 1-year prospective study. *Bone.* 2001;28(6):655-659.
- [33] KAPRAL MK, FANG J, ALIBHAI SM, et al. Risk of fractures after stroke: Results from the Ontario Stroke Registry. *Neurology.* 2017;88(1):57-64.
- [34] POOLE KE, LOVERIDGE N, BARKER PJ, et al. Reduced vitamin D in acute stroke. *Stroke.* 2006;37(1):243-245.
- [35] SIGNORELLI SS, SCUTO S, MARINO E, et al. Anticoagulants and Osteoporosis. *Int J Mol Sci.* 2019;20(21):5275.
- [36] LUTSEY PL, NORBY FL, ENSRUD KE, et al. Association of Anticoagulant Therapy With Risk of Fracture Among Patients With Atrial Fibrillation. *JAMA Intern Med.* 2020;180(2):245-253.
- [37] SMITH EE, FANG J, ALIBHAI SM, et al. Derivation and External Validation of a Scoring System for Predicting Fracture Risk After Ischemic Stroke in a Canadian Cohort. *JAMA Neurol.* 2019;76(8):925-931.
- [38] HSIEH CY, SUNG SF, HUANG HK. Drug treatment strategies for osteoporosis in stroke patients. *Expert Opin Pharmacother.* 2020;21(7):811-821.
- [39] PANG MY, ASHE MC, ENG JJ. Compromised bone strength index in the hemiparetic distal tibia epiphysis among chronic stroke patients: the association with cardiovascular function, muscle atrophy, mobility, and spasticity. *Osteoporos Int.* 2010;21(6):997-1007.
- [40] LUAN L, LI R, WANG Z, et al. Stroke increases the risk of hip fracture: a systematic review and meta-analysis. *Osteoporos Int.* 2016;27(11):3149-3154.
- [41] SCHMID AA, KAPOOR JR, DALLAS M, et al. Association between stroke severity and fall risk among stroke patients. *Neuroepidemiology.* 2010;34(3):158-162.
- [42] PERSSON CU, HANSSON PO. Determinants of falls after stroke based on data on 5065 patients from the Swedish Väststroke and Riksstroke Registers. *Sci Rep.* 2021;11(1):24035.
- [43] XU TQ, LIN WZ, FENG YL, et al. Leukoaraiosis is associated with clinical symptom severity, poor neurological function prognosis and stroke recurrence in mild intracerebral hemorrhage: a prospective multi-center cohort study. *Neural Regen Res.* 2022;17(4):819-823.
- [44] LUNDIN-OLSSON L, NYBERG L, GUSTAFSON Y. "Stops walking when talking" as a predictor of falls in elderly people. *Lancet.* 1997;349(9052):617.

(责任编辑: GW, ZN, QY, ZLJ)