

老年缺血性脑卒中住院患者潜在不适当用药 预测模型的构建与验证

Development and validation of a prediction model for potentially inappropriate medications in elderly inpatients with ischemic stroke

赵宇晗, 张 宁, 陈 君,
熊伟根, 谭小芳

(复旦大学附属金山医院 药剂科, 上海 201508)

ZHAO Yu-han, ZHANG Ning,
CHEN Jun, XIONG Wei-gen,
TAN Xiao-fang

(Department of Pharmacy, Jinshan
Hospital of Fudan University, Shanghai
201508, China)

基金项目: 上海市金山区卫生健康委员会青年
科研基金资助项目 (JSKJ-KTQN-
2023-01)

作者简介: 赵宇晗 (1989-), 女, 硕士研究生, 主
要从事医院药物警戒方面的研究

通信作者: 谭小芳, 主管药师
MP: 18930810592
E-mail: glimmer2015@163.com

摘要:目的 探讨老年缺血性脑卒中住院患者潜在不适当用药(PIM)情况及相关影响因素,并构建相应的PIM风险预测模型,为识别高危患者,保障临床合理用药提供决策支持。**方法** 回顾性分析2021年1月至2023年12月本院收治的老年缺血性脑卒中住院患者病历,使用Beers标准(2023版)评估患者PIM情况,采用单因素和多因素Logistic回归分析方法筛选老年缺血性脑卒中患者PIM发生的危险因素,利用赤池信息准则(AIC)决定最优模型并绘制列线图。并评价了模型的区分度、校准度和临床实用性。**结果** 本研究共纳入1 797例患者,共有866例(48.19%)患者发生PIM,涉及1 756例次PIM。通过多因素Logistic回归分析发现,女性、药品种数 ≥ 10 种、美国国立卫生研究院卒中量表(NIHSS)评分 > 5 分、合并脑梗死个人史、2型糖尿病、冠心病和心房颤动是PIM发生的危险因素(均 $P < 0.05$, $P < 0.001$)。列线图预测模型验证结果显示,受试者工作特征曲线下面积为0.73; Hosmer-Lemeshow拟合优度检验结果显示 P 值 > 0.05 ,模型拟合效果良好,校准曲线和理想曲线重合程度较好;临床决策曲线分析(DCA)结果显示,当阈值概率介于15%~87%之间时,净获益值较高,具有临床应用价值。**结论** 本研究构建的列线图模型具有较好的区分度、校准效果及临床使用价值,可准确预测老年缺血性脑卒中患者PIM的风险,有助于临床早期识别风险并实施干预措施。

关键词: 缺血性脑卒中; 老年患者; 潜在不适当用药; 预测模型; 列线图

DOI: 10.13699/j.cnki.1001-6821.2025.22.013

中图分类号: R96 文献标志码: B

文章编号: 1001-6821(2025)22-3234-07

Abstract: Objective To investigate the prevalence and associated influencing factors of potentially inappropriate medications (PIM) in elderly hospitalized patients with ischemic stroke, and to construct a risk prediction model for this population. This study aimed to provide decision support for identifying high-risk patients and ensuring rational clinical medication use. **Methods** Retrospective analysis was performed on the medical records of elderly hospitalized patients with ischemic stroke admitted to our hospital from January 2021 to December 2023. The 2023 version of the Beers Criteria was adopted to assess PIM. Univariate and multivariate Logistic regression analyses were applied to identify risk factors associated with PIM, and the optimal model was ascertained via the Akaike information criterion (AIC) followed by nomogram development. The discriminative ability, calibration, and clinical utility of the model were evaluated systematically. **Results** A total of 1 797

patients were included, among whom 866 (48.19%) had PIM, involving 1 756 PIM episodes. Multivariate Logistic regression analysis revealed that female gender, number of medications ≥ 10 types, National Institutes of Health Stroke Scale (NIHSS) score of > 5 points, personal history of cerebral infarction, type 2 diabetes mellitus, coronary heart disease, and atrial fibrillation were independent risk factors for PIM ($P < 0.05$, $P < 0.001$). Validation of the nomogram model showed an area under curve (AUC) of the receiver operating characteristic of 0.73. The Hosmer – Lemeshow goodness – of – fit test showed a P – value > 0.05 , meaning the model fit well, and there was good agreement between the calibration curve and the ideal curve. Clinical decision curve analysis (DCA) demonstrated that when the threshold probability ranged from 15% to 87%, the model achieved a high net benefit, confirming its clinical practical value. **Conclusion** The constructed nomogram model exhibits good discriminative ability, calibration, and clinical applicability. It can accurately predict the risk of PIM in elderly patients with ischemic stroke, facilitating early clinical risk identification and targeted intervention implementation.

Key words: ischemic stroke; elderly patient; potentially inappropriate medication; prediction model; nomogram

潜在不适当用药 (potentially inappropriate medication, PIM) 指潜在不良风险超过预期获益的药物^[1], 其使用会增加药物不良事件发生风险。PIM 在临床中发生率较高且呈上升趋势^[2], 尤其老年群体因代谢减慢、容易合并多种慢性病, 导致多重用药现象普遍, PIM 发生率显著升高, 进而增加跌倒、骨折等不良事件风险, 甚至升高残疾率与死亡率, 严重威胁老年患者健康^[3-5]。脑卒中是全球第三大死亡原因, 也是我国致残的首要病因, 随着老龄化加剧, 给社会和家庭造成沉重的疾病负担^[6]。有研究显示, 老年卒中患者 PIM 发生率高达 69.36%^[7], 远高于中国普通老年人群, 因此早期精准识别 PIM 高危个体至关重要, 可减少发生率、降低用药安全风险并改善生活质量。Beers 标准是国际广泛使用的 PIM 评估工具, 目前已更新至第七版, 进一步优化了实用性^[8]。但现有筛查工具多依赖人工审查, 仅能判断是否存在 PIM, 无法确定发生风险, 且临床中易因医生认知不足、评估流程繁琐导致漏判, 难以实现早期干预。列线图可将复杂多因素回归结果转化为直观评分工具, 便于临床医生快速计算个体风险概率, 在疾病风险预测中实用性良好^[9-10]。本研究拟通过回顾性分析老年缺血性脑卒中住院患者的临床病历数据, 筛选 PIM 关键影响因素并构建列线图预测模型, 为临床早期识别该人群 PIM 风险、优化用药管理策略提供科学依据与实用工具。

材料与方法

1 研究对象

回顾性收集 2021 年 1 月至 2023 年 12 月复旦大学附属金山医院信息系统 (hospital information system, HIS) 老年缺血性脑卒中住院患者资料。本研究已通

过复旦大学附属金山医院伦理委员会审核批准 (伦理批号: JIEC 2024 – S11)。

纳入标准 ①年龄 ≥ 65 岁; ②符合《中国缺血性卒中诊治指南 2023》中关于缺血性脑卒中的诊断标准^[11], 患者为急性起病, 有局灶神经功能缺损, 少数为全面神经功能缺损, 且影像学出现责任病灶或症状/体征持续 24 h 以上, 并除外非血管性病因和脑 CT/MRI 排除脑出血, 最终被临床医生诊断为缺血性脑卒中的患者。

排除标准 ①住院时间 < 3 d 或 > 30 d; ②个人资料和数据不完整者。

2 数据收集

采用 Beers 标准 2023 年版评价纳入病例的 PIM 发生情况, 如 1 位患者出现多次 PIM, 累计统计^[8]。分析患者病例资料, 使用 Excel 表格规范登记患者资料信息, 包括: 性别、年龄、临床疾病诊断、用药种数、住院天数、美国国立卫生研究院卒中量表 (National Institutes of Health Stroke Scale, NIHSS) 评分、肝功能、肾功能、是否合并脑梗死个人史、高血压、糖尿病、心力衰竭、心房颤动、冠心病及查尔森合并症指数 (Charlson Comorbidity Index, CCI) 评分等指标。所有数据由两名中级及以上的药师独立录入并交叉核对, 确保准确性, 如出现分歧与第三位高级职称药师共同讨论达成一致。用药种类统计以住院期间长期医嘱记录为准, 合并疾病数依据患者出院诊断中慢性病及共患病数量汇总。

3 统计学处理

本研究采用 SPSS 27.0 软件进行所有统计分析, 绘图均使用 R 编程语言 (v4.4.0) 进行。分类变量用绝对数和百分比表示。分类变量的比较使用 χ^2 检验。基于训练集采用单因素和多因素 Logistic 回归分析,

将单因素分析中具有统计学意义($P < 0.05$)的变量纳入多因素二分类 Logistic 回归分析,将多因素分析中具有统计学意义($P < 0.05$)的变量用于构建列线图,列线图是 Logistic 回归结果的可视化呈现,通过将每个自变量的赋值投射到得分轴上,得出总得分,最终将总得分投射到风险轴上,即可得到具体患者发生 PIM 的概率。采用 Bootstrap 方法进行内部验证。通过受试者工作特征(receiver operating characteristic, ROC)和曲线下面积(area under the curve, AUC)、Hosmer – Lemeshow 拟合优度检验、校准曲线及决策曲线分析(decision curve analysis, DCA)评估模型的准确性和临床适用性。

结 果

1 研究人群特征

根据入选和排除标准筛查,本研究共纳入 1 797 例老年缺血性脑卒中住院患者,其中男性 1 054 例(58.65%)。根据 2023 版 Beers 标准,866 例患者发生 PIM, PIM 发生率为 48.19%,共发生 1 756 例次 PIM。将 1 797 例患者按 8:2 的比例随机分为训练集($n = 1\,437$)和内部验证集($n = 360$),训练集和内部验证集的 PIM 发生率为 48.57% 和 46.67%。两者的临床特征比较在统计学上差异均无统计学意义(均 $P > 0.05$)。患者基本特征见表 1。

2 老年缺血性脑卒中患者 PIM 影响因素的 Logistic 回归分析

以是否发生 PIM 为因变量(否 = 0,是 = 1),开展单因素 Logistic 回归分析,结果显示,性别、疾病数量、用药种数、住院天数、NIHSS 评分、脑梗个人史、肝功能不全、肾功能不全、2 型糖尿病、心力衰竭、心房颤动、CCI 评分与老年缺血性脑卒中住院患者 PIM 发生显著相关。进一步采用 Logistic 双向逐步回归法进行多因素回归分析显示,女性、用药种数 ≥ 10 种、NIHSS 评分 > 5 分、脑梗死个人史、合并 2 型糖尿病、心房颤动、冠心病是 PIM 发生的独立危险因素($P < 0.05$, $P < 0.001$),结果见表 2。

3 构建老年缺血性脑卒中患者 PIM 的风险预测列线图模型

基于多因素 Logistic 回归分析结果,以性别、用药种数、NIHSS 评分、脑梗死是否复发、是否有 2 型糖尿病、房颤、冠心病共 7 个变量为 PIM 的独立危险因素构建列线图预测模型,见图 1。

举例说明,某老年缺血性脑卒中住院患者为女性(得 23 分),存在严重的多重用药(得 100 分),NIHSS

表 1 老年缺血性卒中住院患者队列基线特征($n, \%$)

Table 1 Basic characteristics of the cohorts with older stroke in-patients($n, \%$)

Characteristics	Total ($n = 1\,797$)	Training ($n = 1\,437$)	Validation ($n = 360$)
PIM	866 (48.19)	698 (48.57)	168 (46.67)
Sex			
Male	1 054 (58.65)	845 (58.80)	209 (58.06)
Female	743 (41.35)	592 (41.20)	151 (41.94)
Age (years)			
65 – 74	881 (49.03)	700 (48.71)	181 (50.28)
75 – 84	662 (36.84)	535 (37.23)	127 (35.28)
≥ 85	254 (14.13)	202 (14.06)	52 (14.44)
Diseases			
< 5	112 (6.23)	90 (6.26)	22 (6.11)
≥ 5	1 685 (93.77)	1 347 (93.74)	338 (93.89)
No. of medication			
< 10	601 (33.44)	485 (33.75)	116 (32.22)
≥ 10	1 196 (66.56)	952 (66.25)	244 (67.78)
Length of hospitalization (days)			
3 – 10	943 (52.48)	749 (52.12)	194 (53.89)
11 – 20	817 (45.46)	661 (46.00)	156 (43.33)
21 – 30	37 (2.06)	27 (1.88)	10 (2.78)
NIHSS Score (points)			
0 – 5	1 398 (77.80)	1 115 (77.59)	283 (78.61)
> 5	399 (22.20)	322 (22.41)	77 (21.39)
Restroke			
No	1 209 (67.28)	971 (67.57)	238 (66.11)
Yes	588 (32.72)	466 (32.43)	122 (33.89)
Hepatic Insufficiency			
No	1 746 (97.16)	1 393 (96.94)	353 (98.06)
Yes	51 (2.84)	44 (3.06)	7 (1.94)
Renal Insufficiency			
No	1 610 (89.59)	1 291 (89.84)	319 (88.61)
Yes	187 (10.41)	146 (10.16)	41 (11.39)
Hypertension			
No	380 (21.15)	317 (22.06)	63 (17.50)
Yes	1 417 (78.85)	1 120 (77.94)	297 (82.50)
Type 2 Diabetes Mellitus			
No	1 111 (61.83)	900 (62.63)	211 (58.61)
Yes	686 (38.17)	537 (37.37)	149 (41.39)
Heart Failure			
No	1 770 (98.50)	1 412 (98.26)	358 (99.44)
Yes	27 (1.50)	25 (1.74)	2 (0.56)
Atrial Fibrillation			
No	1 548 (86.14)	1 233 (85.80)	315 (87.50)
Yes	249 (13.86)	204 (14.20)	45 (12.50)
Coronary Heart Disease			
No	1 571 (87.42)	1 256 (87.40)	315 (87.50)
Yes	226 (12.58)	181 (12.60)	45 (12.50)
CCI Score (points)			
< 5	789 (43.91)	646 (44.95)	143 (39.72)
≥ 5	1 008 (56.09)	791 (55.05)	217 (60.28)

PIM: Potentially inappropriate medication; NIHSS: National Institutes of Health Stroke Scale; CCI: Charlson Comorbidity Index.

表 2 潜在不适当用药(PIM)发生影响因素的单因素和多因素 Logistic 回归分析

Table 2 Univariate and multivariate logistic regression analyses of factors associated with potentially inappropriate medication (PIM) occurrence

Univariate Analysis			Multivariate Analysis		
Characteristics	OR	95% CI	Characteristics	OR	95% CI
Sex			Sex		
Male	Reference		Male	Reference	
Female	1.34 **	1.09 ~ 1.65	Female	1.26 *	1.01 ~ 1.58
Age			Age		
65 – 74	Reference		65 – 74		
75 – 84	1.08	0.86 ~ 1.35	75 – 84		
≥85	1.18	0.86 ~ 1.62	≥85		
Diseases			Diseases		
<5	Reference		<5		
≥5	1.61 *	1.03 ~ 2.48	≥5		
No. of medication			No. of medication		
<10	Reference		<10	Reference	
≥10	3.20 ***	2.54 ~ 4.04	≥10	2.78 ***	2.18 ~ 3.55
Length of hospitalization			Length of hospitalization		
3 – 10	Reference		3 – 10		
11 – 20	1.44 ***	1.16 ~ 1.77	11 – 20		
21 – 30	4.49 **	1.79 ~ 11.26	21 – 30		
NIHSS score			NIHSS score		
0 – 5	Reference		0 – 5	Reference	
>5	1.72 ***	1.34 ~ 2.21	>5	1.34 *	1.02 ~ 1.75
Restroke			Restroke		
No	Reference		No	Reference	
Yes	1.44 **	1.15 ~ 1.80	Yes	1.37 *	1.08 ~ 1.73
Hepatic insufficiency			Hepatic insufficiency		
No	Reference		No		
Yes	1.06	0.58 ~ 1.93	Yes		
Renal insufficiency			Renal insufficiency		
No	Reference		No		
Yes	1.49 *	1.06 ~ 2.11	Yes		
Hypertension			Hypertension		
No	Reference		No		
Yes	1.20	0.93 ~ 1.54	Yes		
Type 2 diabetes mellitus			Type 2 diabetes mellitus		
No	Reference		No	Reference	
Yes	1.76 ***	1.42 ~ 2.18	Yes	1.58 ***	1.25 ~ 1.99
Heart failure			Heart failure		
No	Reference		No		
Yes	4.33 **	1.62 ~ 11.60	Yes		
Atrial fibrillation			Atrial fibrillation		
No	Reference		No	Reference	
Yes	2.65 ***	1.93 ~ 3.63	Yes	2.39 ***	1.70 ~ 3.37
Coronary heart disease			Coronary heart disease		
No	Reference		No	Reference	
Yes	1.96 ***	1.42 ~ 2.70	Yes	1.53 *	1.08 ~ 2.16
CCI score			CCI score		
<5	Reference		<5		
≥5	1.70 ***	1.38 ~ 2.10	≥5		

NIHSS: National Institutes of Health Stroke Scale; CCI: Charlson Comorbidity Index; Compared the PIM group with the Non – PIM group, * $P < 0.05$, ** $P < 0.01$, *** $P < 0.001$.

评分10分(得28分)、无脑梗个人史(得0分)、合并房颤(得85分)、合并冠心病(得41分),总得分277分,对应的PIM发生风险约为80%。

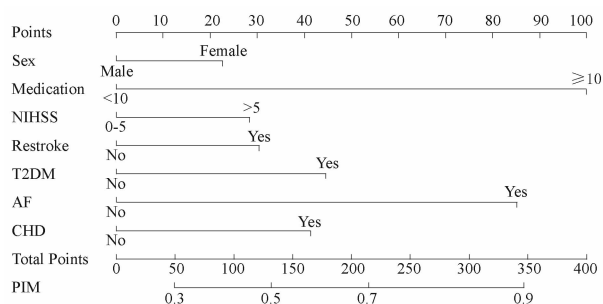


图1 老年缺血性脑卒中患者PIM的列线图预测模型

Figure 1 Nomogram prediction model for PIM in elderly patients with ischemic stroke

NIHSS: National Institute of Health Stroke Scale; T2DM: Type 2 diabetes mellitus; AF: Atrial fibrillation; CHD: Coronary heart disease; PIM: Potentially inappropriate medication

4 预测模型的预测效力评估

使用重复抽样1 000次的Bootstrap检验方法进行模型验证,通过ROC曲线下面积评价列线图预测模型的区分度,结果显示,训练集和内部验证集的ROC-AUC为0.70(95% CI:0.67-0.72)和0.73(95% CI:0.67-0.78)(图2),表明该列线图对老年缺血性脑卒中住院患者PIM的预测效能良好且稳定性高。

列线图的校准度采用Hosmer-Lemeshow拟合优度检验和校准曲线评估,训练集和验证集的 P 值均 >0.05 ,表明模型的预测值与临床实际观测结果之间没有显著差异,模型具有良好的拟合效能。PIM发生率的校准曲线显示,训练集和内部验证集中列线图预测值与实际观测值吻合度高,校准效果良好,见图3。

老年缺血性脑卒中住院患者决策曲线分析(DCA)结果显示,在阈值概率为15%~87%情况下,该列线图的净获益高于“所有患者进行干预”或“不对任何患者进行干预”的策略,见图4。

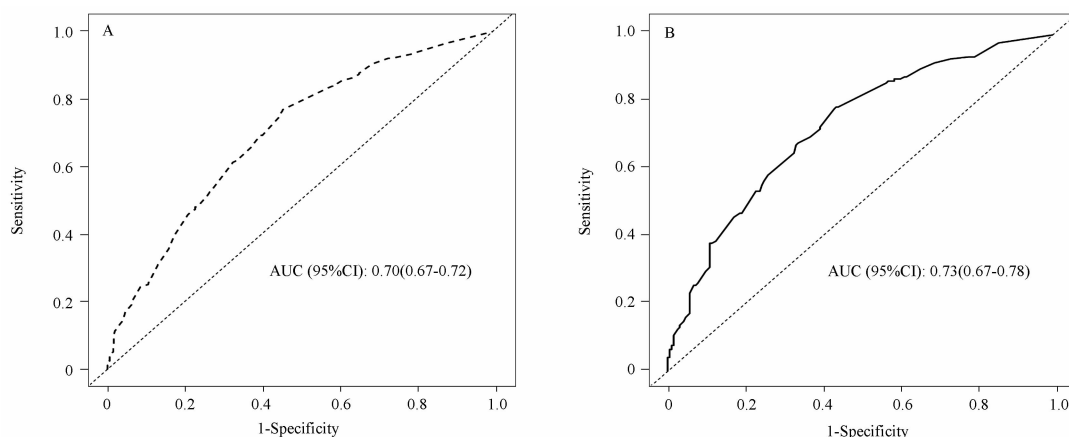


图2 训练集(A)与内部验证集(B)的受试者工作特征曲线

Figure 2 Receiver operating characteristic curve for training set (A) and internal validation set (B)

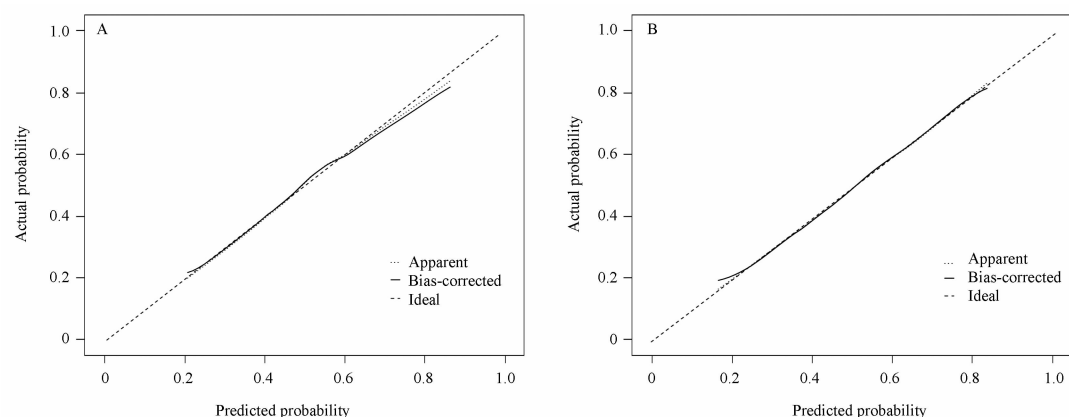


图3 训练集(A)与内部验证集(B)的校准曲线

Figure 3 Calibration curve for the training set (A) and the internal validation set (B)

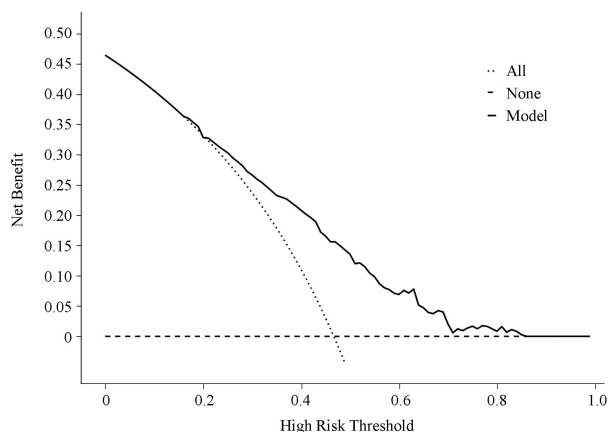


图4 内部验证集的临床决策曲线

Figure 4 Clinical decision curve for the internal validation set

讨 论

老年缺血性脑卒中患者是PIM的极高危群体,PIM危害明确,对患者健康及医疗资源利用效率产生长期负面影响。国际主流PIM评估体系中,明确标准(如Beers标准、STOPP/START标准)应用最广,具客观性与效率,但存在本质局限:仅能处方后回溯判断,无法提前预测风险,且依赖专业知识熟练掌握,难以适配住院诊疗“病情急、周转快、多学科协作压力大”的场景,无法满足实时决策支持需求。针对上述痛点,本研究首次聚焦老年缺血性脑卒中住院患者这一特定人群,创新性构建PIM风险预测列线图。该人群病情更复杂,PIM提前干预需求更迫切,模型纳入的预测变量贴合卒中患者病理生理特点,针对性更强。列线图可助力缺乏深度PIM知识背景的住院医师快速计算患者PIM风险概率,便于对高风险患者及时开展重点监测与干预,填补了该人群PIM可视化预测工具的空白。

本研究显示,1 797例老年缺血性脑卒中住院患者中PIM发生率为48.19%,共涉及1 756例次PIM,该结果与现有研究存在一些差异:低于王明明等^[7]报道的老年脑卒中住院患者69.36%和CATHERINE等^[12]聚焦神经科重症监护室患者报道的PIM发生率81.3%,但高于王亚力等^[13]依据2019版Beers标准报道老年脑卒中患者出院带药的PIM发生率41.15%。这种差异的产生可能由于本研究人群为综合医院卒中住院患者,与神经重症监护室或社区人群在病情严重程度、治疗方案上存在差异,可能导致PIM检出率不同。本研究采用了2023版Beers标准评价PIM,该标准新增了部分高风险药物的评估条目,且对药物剂量、合并症禁忌的界定更严格,可能导致PIM检出率高于使用旧版标准的研究。

本研究构建的列线图共纳入女性、多重用药、

NIHSS评分>5分、有脑梗死个人史、2型糖尿病、心房颤动和冠心病7个变量。其中女性 and 多重用药已被我们的既往研究^[14]证明是卒中患者PIM的危险因素。NIHSS评分>5分提示患者神经功能中重度缺损,患者病情重、并发症多致用药种类增加,且不良反应感知与反馈受影响,升高PIM风险。有脑梗死个人史的患者再发缺血性脑卒中后,临床强化抗栓调脂治疗及危险因素控制,强化药物使用,进而增加PIM可能性。2型糖尿病作为老年缺血性脑卒中常见合并症^[15],这类患者多存在肝肾功能减退、低血糖风险高的特点,部分降糖药易致低血糖,Beers标准2023版在长效磺脲类药物基础上新增了对短效磺脲类和钠-葡萄糖协同转运蛋白2(sodium-glucose cotransporter 2, SGLT-2)抑制剂类降糖药物的风险建议,其均被视为PIM;叶根深等^[16]通过Lasso-logistic回归分析发现,糖尿病是脑梗死老年患者的PIM发生的危险因素,且构建了预测性能良好的列线图模型。另有研究表明合并T2DM的患者的卒中后临床结局、神经功能结局及安全性结局仍更差^[17],这些均增加了PIM发生风险。本研究结果还显示心房颤动和冠心病是老年缺血性脑卒中患者PIM的高危因素,提示有心脑血管疾病的患者均是PIM的高危人群,医务人员需格外关注其相关用药,提高用药安全。

列线图模型摒弃了传统公式的繁琐形式,转而以直观的可视化图形呈现预测风险,操作便捷直观,且可为临床决策提供前置支持。为防止模型过度拟合,保障模型预测的准确性,本研究对模型的区分度、校准度和临床实用性等开展了多维度验证,验证集ROC的AUC为0.73, Hosmer-Lemeshow拟合优度检验结果显示,验证集P值>0.05,校准曲线与理想曲线重合度好,说明模型预测的PIM发生概率与实际发生率高度一致,无明显偏倚;决策曲线分析显示,验证集当阈值概率处于15%~87%范围时,模型的净获益值较高,这一阈值覆盖了临床中多数老年缺血性脑卒中住院患者的风险区间,表明模型可切实指导临床实践。因此,在临床诊疗中可基于此预测模型为缺血性脑卒中患者提供针对性预防对策,个性化降低PIM发生风险。降低患者PIM发生风险的方法包括:①重点加强合并多个慢性疾病的脑梗复发老年女性患者的用药监测;②多重用药患者定期开展用药重整和梳理,精简处方,选用PIM风险低的药物。

本研究构建模型的变量在临床均可方便获得,临床实用性强,便于医生更准确、快速地识别老年缺血性脑卒中患者的PIM发生率,提高审核效率,节省时间和成本,大幅降低人工审核误差率,更好地促进合理用药。

未来临床实践中可广泛应用于多个场景,比如将该模型整合入电子病历系统,自动抓取特征变量,实时计算患者 PIM 发生率,实时早期全程监测和预警;模型还可嵌入科室临床路径管理系统,对新入院患者自动提取关键特征并生成风险评分,为医生在临床实践中制定个体化诊疗策略提供参考,如高风险患者优先安排进一步检查或加强监护。此外,还可简化制作成轻量化工具,比如评分表或小程序,满足健康管理及随访需求,针对出院患者,模型可结合随访数据动态评估远期风险,为随访频率调整、干预措施优化提供依据,助力实现从院内诊疗到院外管理的连续化健康服务。

研究构建的预测模型初步效果满意,但仍存在一定的局限性:首先,本研究为单中心回顾性研究,仅纳入三级医院的住院患者数据,设计存在偏倚,样本外推性受限,且未开展外部验证,因此该 PIM 列线图是否适用于社区诊所和基层医院尚不明确,尚不明确模型是否能在不同人群、不同时间或不同环境下保持稳定的预测效果;其次,研究变量未纳入药物类型、剂量、疗程等具体细化指标,因此不清楚这些因素是否对 PIM 有影响,可能影响预测精准度;最后,分析的数据为多病共存老年缺血性脑卒中患者住院期间的 PIM 情况,PIM 对此类患者长期健康结局的影响尚不明确,也未验证基于模型的干预措施对患者预后的实际获益。未来考虑开展多中心更大队列数据和前瞻性研究,纳入社区和其他地区医疗机构的人群,在外部样本人群中验证模型的泛化能力,补充药物细节与潜在混杂因素,以提升模型性能,增加普适性,以期获得更加精准的 PIM 预测模型,更好的辅助临床决策。

本研究证实,女性、药品种数 ≥ 10 种、NIHSS 评分 >5 分、合并脑梗死个人史、2 型糖尿病、冠心病及心房颤动是老年缺血性脑卒中患者 PIM 发生的关键影响因素。基于上述因素构建的列线图模型具有良好的区分度、校准度及临床适用性,可快速、准确地预测患者 PIM 风险,为医生、药师、护士管理 PIM 提供了可视化工具,进一步提高了老年人 PIM 管理工具的可解释性,有助于提高住院患者用药安全。

参考文献:

- [1] BEERS M H, OUSLANDER J G, ROLLINGER I, *et al.* Explicit criteria for determining inappropriate medication use in nursing home residents. UCLA Division of Geriatric Medicine [J]. *Arch Intern Med*, 1991, 151(9): 1825—1832.
- [2] TIAN F Y, CHEN Z Y, ZENG Y, *et al.* Prevalence of use of potentially inappropriate medications among older adults worldwide [J/OL]. *JAMA Netw Open*, 2023, 6(8): e2326910. 2023-08-01 [2025-10-02]. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/37531105/>
- [3] WALLACE E, MCDOWELL R, BENNETT K, *et al.* Impact of

- potentially inappropriate prescribing on adverse drug events, health related quality of life and emergency hospital attendance in older people attending general practice: A prospective cohort study [J]. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*, 2017, 72(2): 271—277.
- [4] ZHOU Y, PAN Y F, XIAO Y, *et al.* Association between potentially inappropriate medication and mortality risk in older adults: A systematic review and Meta-analysis [J/OL]. *J Am Med Dir Assoc*, 2025, 26(2): 105394. 2024-12-06 [2025-10-02]. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/39653327/>.
 - [5] MOON A, JANG S, KIM J H, *et al.* Risk of falls or fall-related injuries associated with potentially inappropriate medication use among older adults with dementia [J]. *BMC Geriatr*, 2024, 24(1): 699.
 - [6] LIU J Y, XU A X, ZHAO Z F, *et al.* Epidemiology and future trend predictions of ischemic stroke based on the global burden of disease study 1990-2021 [J]. *Commun Med (Lond)*, 2025, 5(1): 273.
 - [7] 王明明, 翁琰, 崔佳, 等. 老年脑卒中住院患者潜在不适当用药情况分析[J]. 西北药学杂志, 2021, 36(6): 1013—1018.
 - [8] American Geriatrics Society 2023 updated AGS Beers Criteria for potentially inappropriate medication use in older adults [J]. *J Am Geriatr Soc*, 2023, 71(7): 2052—2081.
 - [9] WU C X, ZHU S P, WANG Q Z, *et al.* Development, validation, and visualization of a novel nomogram to predict depression risk in patients with stroke [J]. *J Affect Disord*, 2024, 365: 351—358.
 - [10] YANG X D, YE Q Q, ZHANG M X, *et al.* Development and validation of a machine-learning model for the risk of potentially inappropriate medications in elderly stroke patients [J/OL]. *Front Pharmacol*, 2025, 16: 1565420. 2025-05-23 [2025-10-02]. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/40487390/>.
 - [11] 中华医学会神经病学分会, 中华医学会神经病学分会脑血管病学组. 中国急性缺血性卒中诊治指南 2023 [J]. 中华神经科杂志, 2024, 57(6): 523—559.
 - [12] CATHERINE K F, PATRICIA W S, SPENCER E H, *et al.* Potentially inappropriate medication use is associated with clinical outcomes in critically ill elderly patients with neurological injury [J]. *Neurocrit Care*, 2014, 21(3): 526—533.
 - [13] 王亚力, 方晓嘉, 张倩, 等. 脑卒中老年患者出院带药处方中潜在不适当用药情况调查及影响因素分析[J]. 药物不良反应杂志, 2020, 22(11): 619—624.
 - [14] TAN X F, LV X Q, XIONG W G, *et al.* Prevalence and factors associated with potentially inappropriate medications in elderly stroke patients: A comparison of Beers 2019 and 2023 criteria [J]. *Saudi Pharm J*, 2025, 33(4): 27.
 - [15] XIE Z L, WANG C C, HUANG X, *et al.* Prevalence and risk factors of stroke in inpatients with type 2 diabetes mellitus in China [J]. *Curr Med Sci*, 2024, 44(4): 698—706.
 - [16] 叶根深, 吴纪霞, 余兴群, 等. 高血压合并脑梗死老年患者潜在用药安全风险及 Lasso-logistic 回归分析[J]. 中国新药与临床杂志, 2024, 43(07): 529—534.
 - [17] FORTI P, MAIOLI F, NATIVIO V, *et al.* Association of prestroke glycemic status with stroke mortality [J/OL]. *BMJ Open Diabetes Res Care*, 2020, 8(1): e000957. 2020-02-19 [2025-10-02]. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32079614/>.

(收稿日期 2025-10-13)