

老年人潜在不适当用药风险预测模型的系统评价

周晓丽, 柴世兵, 张严颢, 段翔译, 尹蝶, 尹东锋

Systematic evaluation of a predictive model for the potential risk of inappropriate medication usage in older adults

ZHOU Xiaoli, CHAI Shibing, ZHANG Yanhao, DUAN Xiangyi, YIN Die, YIN Dongfeng

在线阅读 View online: <http://yxsj.smmu.edu.cn/cn/article/doi/10.12206/j.issn.2097-2024.202503043>

您可能感兴趣的其他文章

Articles you may be interested in

钠-葡萄糖协同转运蛋白2抑制剂相关非高血糖性酮症酸中毒的影响因素分析及预测模型建立

Risk factors analysis and prediction model construction of SGLT2 inhibitor-associated euglycemic diabetic ketoacidosis

药学实践与服务. 2026, 44(5): 247-252 DOI: 10.12206/j.issn.2097-2024.202403056

脑胶质瘤微流控芯片模型的构建及中药半枝莲药效评价应用研究

Construction of glioma microfluidic chip model and its application research on evaluation the medicinal efficacy of the Chinese medicine *Scutellaria barbata*

药学实践与服务. 2025, 43(2): 59-66 DOI: 10.12206/j.issn.2097-2024.202409034

粉-液双室袋产品的综合评价

Comprehensive evaluation of powder-liquid double-chamber bag products: a systematic review

药学实践与服务. 2025, 43(2): 92-96 DOI: 10.12206/j.issn.2097-2024.202312009

卡培他滨致小鼠手足综合征模型的建立及评价

Establishment of mouse model of hand-foot syndrome induced by capecitabine

药学实践与服务. 2024, 42(9): 385-388, 398 DOI: 10.12206/j.issn.2097-2024.202308045

机器学习在肾病综合征患者他克莫司个体化用药中的应用

Application of machine learning in individualized medication of tacrolimus in patients with nephrotic syndrome

药学实践与服务. 2024, 42(6): 227-230, 243 DOI: 10.12206/j.issn.2097-2024.202310007

七味脂肝方对非酒精性脂肪性肝炎动物模型的药效学评价

Pharmacodynamic effects of Qiwei Zhigan prescription on non-alcoholic steatohepatitis in animal model

药学实践与服务. 2024, 42(9): 389-398 DOI: 10.12206/j.issn.2097-2024.202404096



关注微信公众号, 获得更多资讯信息

· 综述 ·

老年人潜在不适当用药风险预测模型的系统评价

周晓丽^{1,2}, 柴世兵³, 张严颢^{1,2}, 段翔译^{1,2}, 尹 蝶³, 尹东锋² (1. 石河子大学药学院, 新疆 石河子 832000; 2. 新疆军区总医院药剂科, 新疆 乌鲁木齐 830000; 3. 陆军第九四八医院药剂科, 新疆 乌苏 83300)

【摘要】 目的 采用系统分析的方法评价老年人潜在不适当用药的风险预测模型。**方法** 本研究检索了多个数据库, 包含 Pubmed、Web of science、Embase、The Cochrane library、中国知网(CNKI)、万方数据库、维普数据库(VIP)、中国生物医学文献数据库(CBM), 筛选截至 2025 年 2 月 28 日关于老年患者潜在不适当用药(PIM)风险预测模型的相关研究。由 2 名药师独立完成文献筛选与数据提取, 并采用偏倚风险评估工具(PROBAST)对纳入文献进行方法学质量评价, 以及风险偏倚与适用性评估。**结果** 共纳入 7 项研究, 包含 9 个预测模型, 所有研究均为回顾性队列研究。大多数模型采用 logistic 回归或机器学习方法进行建模。7 项研究均进行了内部验证, 其中 3 项研究也进行了外部验证。模型的区分度(AUC)范围为 0.576 5 至 0.99, 预测因子数量介于 3 至 12 个之间, 常见的预测因子包括: 合并用药数量、疾病数量、年龄、住院天数等。5 项研究对模型进行了校准, 且多数模型呈列线图形式展示。总体而言, 纳入的预测模型在适用性方面表现良好, 但存在较高的偏倚风险。**结论** 本研究构建的 PIM 风险预测模型大多表现出良好的预测性能, 但仍存在一定的偏倚风险, 且多数模型尚未经过充分的外部验证。建议后续研究可参照 PROBAST 指南, 进一步规范模型的开发与验证流程, 以提升模型的稳健性与泛化能力。

【关键词】 老年人; 潜在不适当用药(PIM); 预测模型; 系统评价

【文章编号】 2097-2024(2026)00-0001-06

【DOI】 [10.12206/j.issn.2097-2024.202503043](https://doi.org/10.12206/j.issn.2097-2024.202503043)

Systematic evaluation of a predictive model for the potential risk of inappropriate medication usage in older adults

ZHOU Xiaoli^{1,2}, CHAI Shibing³, ZHANG Yanhao^{1,2}, DUAN Xiangyi^{1,2}, YIN Die³, YIN Dongfeng² (1. School of Pharmacy, Shihezi University, Shihezi, 832000, China; 2. Department of Pharmacy, General Hospital of Xinjiang Military Command, Urumqi, 830000, China; 3. Department of Pharmacy, 948th Hospital of PLA, Wusu, 833000, China)

【Abstract】 Objective To systematically analyze and evaluate the risk prediction models for potential inappropriate medication usage in older adults. **Methods** Articles reporting risk prediction model for potentially inappropriate medication (PIM) in elderly published prior to February 28th, 2025 were searched in the online databases of Pubmed, Web of Science, Embase, The Cochrane Library, CNKI, Wanfang, VIP, and CBM. Two researchers independently screened the literature, extracted the data, evaluated the quality of the included literature, and assessed the risk of bias and adaptability according to the risk of bias assessment scale (PROBAST). **Results** A total of 9 models from 7 studies were included, all of which were retrospective cohort studies; most of the included models were modeled using logistic regression and machine learning; all 7 studies were internally validated, and only 3 studies were externally validated; the differentiation (AUC) of the model construction groups ranged from 0.5765 to 0.99; the range of the predictors in the studies ranged from 3 to 12, and the common predictive factors included: number of comorbid medications, number of diseases, age, and length of hospitalization; model calibration was performed in five studies; and the model presentation was mainly in the form of a column-line graph. The predictive models of the included studies had good applicability but a high risk of bias. **Conclusion** Most of the PIM risk prediction models in this study performed well, but there was some risk of bias, and most of the models need further external validation. Future researchers should be encouraged to standardize the construction and validation of models concerning the PROBAST statement to develop better models.

【Key words】 elderly; potentially inappropriate medication(PIM); prediction model; systematic evaluation

潜在不适当用药(PIM)首次是由美国的老年

医学专家 Beers 在 1991 年提出, 是指药物有效性尚未确立和/或药物的潜在不良事件风险超过预期获益^[1], 属于高风险用药。PIM 是引起老年人药物不良反应的主要危险因素之一^[2]。研究表明, PIM

【作者简介】 周晓丽, 副主任药师, 研究方向: 临床药学, Tel: (0991)4992849, E-mail: 373218892@qq.com

【通信作者】 尹东锋, 主任药师, E-mail: ydf1112@163.com

不仅明显降低老年人的生活质量,还会延长其住院周期并增加死亡率^[3]。高效准确的评估老年人潜在不合理用药,以患者为中心制定个体化的药物治疗方案,能够有效的降低药源性疾病的发生风险,从而提高患者用药安全性^[4]。

为了降低这些风险,国内外已经开发了各种为临床医生和药师提供识别和评估潜在不适当用药的评估工具。这些评价标准包括:由美国老年病学会(AGS)负责制定并更新的 Beers 标准^[5]、欧洲范围内使用最广泛的 STOPP/START 标准^[6]、中国多学会联合于 2017 年发布的《中国老年人潜在不适当用药判断标准》^[7]等。在临床实践中,PIM 的识别通常依赖于药师、医师或护士依据相关标准进行人工评价。该方法不仅流程繁琐且工作负荷重,还易因医务人员经验不足或任务繁重而出现疏漏。潜在不适当用药风险预测模型可辅助医疗人员快速评估患者用药情况。近年来,此类预测模型的研究逐渐增多,但其方法学质量存在差异。因此,本研究旨在系统评价现有 PIM 风险预测模型,目的在于为后续模型的开发、优化与选择提供循证支持,以助力于医务人员识别老年人潜在不适当用药的精确度与工作效率。

1 资料与方法

1.1 文献检索策略

检索数据库包含 Pubmed、Web of science、Embase、The Cochrane library、中国知网(CNKI)、万方数据库、维普数据库(VIP)、中国生物医学文献数据库(CBM)。检索时间范围为各数据库建库起至 2025 年 2 月 28 日,限定研究对象为关于老年患者潜在不适当用药(PIM)风险预测模型的相关研究。中文检索词为:潜在不适当用药(PIM)、潜在性不适当用药、预测模型、风险预测模型、模型、预测因子、风险评估、机器学习、回归分析、列线、诺莫图、模型。英文检索词为:Potentially Inappropriate Medication List、Potentially Inappropriate Medications、Inappropriate Medication、Potentially、Inappropriate Medications、Potentially、Medication、Potentially Inappropriate、Medications、Potentially Inappropriate、Potentially Inappropriate Medication、PIM List、PIM Lists、Medication Appropriateness Index、Appropriateness Indices、Medication、Index、Medication Appropriateness、Indices、Medication Appropriateness、Medication Appropriateness Indices、Beers Criteria、predictive、

prediction、Prediction Algorithms、Algorithm、Prediction、Predictive Learning Models、Machine Predictive Model 等。以 Pubmed 为例,具体检索策略为 Search:((“Potentially Inappropriate Medication List” [Mesh])OR((((Potentially Inappropriate Medication)OR(PIM)OR(BeersCriteria)OR(STOPP STARTCriteria))))AND((AlgorithmPrediction)OR(Prediction Algorithm))OR((((Learning Model, Predictive)OR(Predictive Learning Model))OR(Predictive Models, Machine))OR((prediction)OR(predictive))))Sort by: Most Recent.

1.2 文献纳入与排除标准

纳入标准:①研究对象限定为 60 岁及以上的就诊患者;②研究内容涉及老年人发生 PIM 的风险预测模型构建或验证的研究。③详细说明了 PIM 的评价标准;④中、英文文献。排除标准:①患者年龄<60 岁;②仅有影响因素研究,无相关预测模型构建或验证;③重复文献;④非原始研究,如会议摘要、综述等;⑤无法获取全文的研究。

1.3 文献筛选及数据提取

文献筛选与数据提取工作由两名研究者独立进行。如遇分歧通过协商或咨询第三位研究者裁定解决。具体筛选过程包括:利用 NoteExpress 4.0 软件剔除重复文献,并结合人工审查;基于题目和摘要进行初筛,排除明显不相符文献;对可能符合纳排标准的文献进一步阅读全文复筛,以确定最终纳入对象。参考 CHARMs 清单制定资料提取表,所提取的信息涵盖研究基本信息、样本量、预测因子、PIM 评价标准及发生率、模型开发与验证方法、模型性能指标等。

1.4 偏倚风险和适用性评价

纳入研究的方法学质量评价由两名研究者采用 PROBAST 工具独立进行,存在的分歧由第三方裁决达成一致。偏倚风险评价框架涵盖研究对象、预测因子、结局和统计分析四个层面,共 20 个条目;适用性评价包括研究对象、预测因子和结局三个组成部分。综合评价模型整体偏倚风险和适用性,结果为“低风险”、“高风险”和“不清楚”。

1.5 统计学方法

各研究间在结局指标、评价标准、预测因子方面存在较大差异,模型性能参数也存在显著的异质性。综合以上原因,本研究未进行定量合并(Meta 分析),而是采用描述性分析策略对收集数据进行定性综合。

2 结果

2.1 文献筛选流程及结果

初检出文献 956 篇,经逐层筛选,最终 7 篇文献纳入分析^[8-14]。文献筛选流程及结果详见图 1。

2.2 纳入文献的基本特征

纳入文献的研究主要来源于中国,发表年份为 2022 年—2025 年。2 项研究^[9,13]的研究对象为门诊病人,5 项^[8,10-12,14]为住院病人。6 项研究^[9-14]限定了患者病种,其中 3 项研究^[9,10,14]对象主要为心血管疾病患者,2 项研究^[12,13]为肿瘤患者,1 项研究^[11]为精神科患者。构建人群样本量范围为 105~48 569,中位数为 404。所有预测模型的建立均为回顾性队列研究,模型类型均为开发及验证。

有 4 项研究^[9,11-13]使用评价标准为 Beers 标准,有 2 项研究^[8,10]使用的评价标准为《中国老年人潜在不适当用药判断标准》(2017 年),仅有 1 项研究^[14]的评价标准为 STOPP/START criteria; PIM 的发生率为 0.06%~81%。见表 1。

2.3 纳入预测模型的基本特征

纳入的 7 项研究共涉及 9 个模型,预测因子的范围为 3~12 个,常见的预测因子为药物数量(n=6)、疾病数量(n=5)、年龄(n=4)、住院时间(n=3)、付费方式(n=2)等;6 项研究使用 logistic 回归建模^[8-13],1 项研究采取机器学习的方法(ML)^[14];9 个预测模型报告了模型建立组的区分度(AUC/C-index),范围为 0.576 5~0.99,仅有 4 个预测模型报

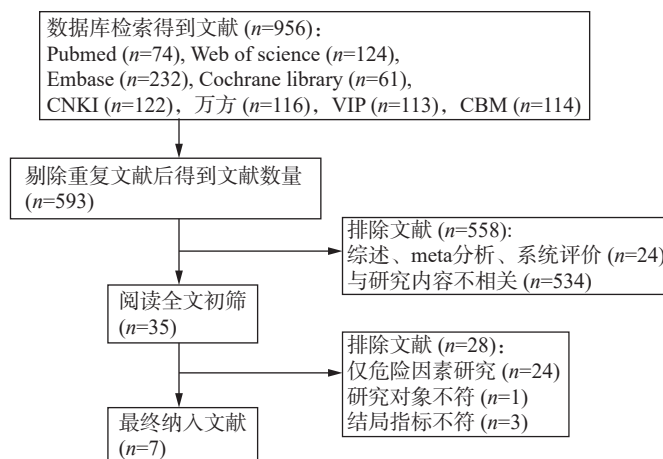


图 1 文献筛选流程图

表 1 纳入文献基本特征

作者	发表年份	国家/地区	研究对象来源及样本量	模型类型	结局指标	评估标准	样本量/例	PIM发生率
王娜 ^[8]	2025	中国	2023年1月~12月住院高龄慢病患者(≥80岁)(n=358)	开发及验证	是否发生PIM	《中国老年人潜在不适当用药判断标准》(2017)	A:250 B:108	69%
Lee,C.Y ^[9]	2024	中国台湾	2012~2021年两个医疗机构门诊诊断为心血管疾病(CVD)患者(≥65岁)(n=48,569)	开发及验证	是否发生PIM	AGS Beers Criteria(2023)	A:20781 B:5197 C:22591	-
叶根深 ^[10]	2024	中国	2020年1月~12月诊断为高血压合并脑梗死的住院患者(≥65岁)(n=105)	开发及验证	是否发生PIM	《中国老年人潜在不适当用药判断标准》(2017)	-	81%
宋礼彬 ^[11]	2024	中国	2022年3月至2024年2月在精神科住院老年患者(≥60岁)(n=389)	开发及验证	是否发生PIM	AGS Beers Criteria(2019)	-	0.64%
蒋雪花 ^[12]	2023	中国	2020年7月~12022年6月收治的老年肿瘤住院患者为研究对象(≥65岁)(n=536)	开发及验证	是否发生PIM	AGS Beers Criteria(2019)	-	13.43%
Tian,F ^[13]	2023	中国	2019年1月~2020年12月65岁以上肺癌门诊患者(≥65岁)(n=3030)	开发及验证	是否发生PIM	AGS Beers Criteria(2019)	A:1718 B:739 C:843	24.95%
Xingwei,W ^[14]	2022	中国	2017年1月~2018年6月老年心脏病科住院患者(≥65岁)(n=404)	开发及验证	是否发生PIM ¹	STOPP/START criteria(version 2)	A+B:323 C:81	27.70%

注: A为模型建立组; B为模型内部验证组; C为外部验证组; 1: 研究分别对PIP、PIM和PPO进行预测模型的验证开发,表中只列举PIM预测模型部分

告了置信区间的范围。5 项研究^[8, 10-13]进行了模型校准, 7 项研究均进行了内部验证, 仅有 3 项研究进行了外部验证^[9, 13, 14]; 模型呈现形式主要以列线图为主。见表 2。

表 2 纳入预测模型基本特征

第一作者	预测因子	建模方法	区分度(95%CI)	校准方法	验模方法	模型呈现形式
王娜 ^[8]	吸烟、慢性阻塞性肺疾病、药物相互作用、住院时间、药物数量、疾病数量	Logistic回归	AUC 0.786(0.726 ~ 0.846)	H-L拟合优度检验(P=0.833)	内部验证 (Bootstrap法)	列线图
Lee,C.Y ^[9]	M1:调整总胆固醇、LDL-C、HbA1c、肌酐、尿酸、AST、ALT、脑血管意外、高血压、糖尿病、肾脏疾病和CCI; M2:调整总胆固醇、LDL-C、HbA1c、肌酐、尿酸、AST、ALT、脑血管意外、高血压、糖尿病、肾脏疾病 M3:校正总胆固醇、LDL-C、HbA1c、肌酐、尿酸、AST、ALT和CCI	Logistic回归	AUC M1:0.6122(-) M2:0.6118(-) M3:0.5765(-)	-	内部验证+外部验证	列线图
叶根深 ^[10]	年龄、药物数量、糖尿病	Logistic回归	AUC 0.853(0.772 ~ 0.933)	H-L拟合优度检验+校准曲线	内部验证 (Bootstrap法)	列线图
宋礼彬 ^[11]	年龄、药物数量、疾病数量、付费方式、住院时间	Logistic回归	AUC 0.99(-)	校准曲线+H-L拟合优度检验(P=3.74)	内部验证 (Bootstrap法)	列线图
蒋雪花 ^[12]	年龄、住院时间、CFS评分、疾病数量、药物数量和责任医师职称	logistic回归	C-index 0.846(0.816 ~ 0.876)	校准曲线	内部验证	列线图
Tian,F ^[13]	付费方式、疾病数量、药物数量、费用、失眠和疼痛	Logistic回归	AUC 0.835(0.812 ~ 0.859)	H-L拟合优度检验(P=0.180)	内部验证+外部验证	列线图

注: 1: 研究通过5种数据采样方法和3种特征筛选方法生成了15个数据集, 每个数据集分别使用了18种机器学习算法, 总共开发了270个模型。机器学习方法包括: 逻辑回归、决策树、高斯朴素贝叶斯、伯努利朴素贝叶斯、多项式朴素贝叶斯、被动攻击、AdaBoost、装袋、梯度提升、XGBoost、KNN、LDA、QDA、RF、SGD、SVM、额外树和集成学习。表中所列为PIM预测模型区分度、校准度是最优的模型结果

2.4 纳入模型偏倚风险和适用性评价结果

2.4.1 偏倚风险

根据 PROBAST 评估结果显示, 7 项研究总体偏倚均为较高偏倚风险。主要集中在预测因子和分析方面, 涉及以下: ①研究对象: 7 项研究设计为回顾性研究, 均被评为高偏倚风险; ②统计分析方面: 7 项^[8-14]研究均没有说明是否缺失数据及如何处理; 所有研究^[8-14]均未报告数据中的复杂性是否存在或适当说明的信息; 有 3 项研究^[9, 12, 14]未报告预测模型的校准度的信息, 1 项研究^[10]校准度未进行评估; 1 项研究^[11]基于单因素分析; 有 1 项研究^[10]在处理变量时, 将连续变量转化成 ≥ 2 类别的变量; 有 3 项研究^[9, 12, 13]未报告内部验证法的信息。整体偏倚性风险为高风险。详见表 3。

2.4.2 适用性评价

综合评估显示, 7 项研究^[8-14]在研究对象、预测因子、结局领域均为低风险。整体适用性风险均为低风险, 在不同领域和整体上均显示出较好的适用性, 见表 3。

3 讨论

本研究系统检索了 PIM 风险预测模型的相关研究共 7 项, 共涉及 9 个 PIM 风险预测模型, 均由

中国学者构建或验证, 发表时间集中在近 4 年。这些预测模型的呈现方式多以列线图为主^[8-13], 列线图是基于个体预测变量的数值来计算每项得分, 再根据总分计算 PIM 发生风险的概率。但这些预测模型并没有真正地推广到临床实践中, 因此, 系统分析现有预测模型的性能、归纳总结各模型的特点、帮助医务工作者选择或构建合适的 PIM 风险预测模型是亟需解决的问题。

3.1 模型性能及偏倚风险分析

本文所纳入的研究, 除了 Lee C Y^[9]的研究外, 其余 6 项研究的预测模型的区分度(AUC/C-index)范围在 0.706 1 ~ 0.99(一般情况下, AUC 值在 0.7 ~

表 3 纳入研究的偏倚风险与适用性评价

纳入研究	偏倚风险				适应性评价			整体	
	研究对象	预测因子	结局	统计分析	研究对象	预测因子	结局	偏倚风险	适用性风险
王娜 ^[8]	-	+	+	-	+	+	+	-	+
Lee,C.Y ^[9]	-	?	+	-	+	+	+	-	+
叶根深 ^[10]	-	+	+	-	+	+	+	-	+
宋礼彬 ^[11]	-	?	+	-	+	+	+	-	+
蒋雪花 ^[12]	-	+	+	-	+	+	+	-	+
Tian,F ^[13]	-	?	+	-	+	+	+	-	+
Xingwei,W ^[14]	-	+	+	-	+	+	+	-	+

注: “+”为低风险, “-”为高风险, “?”为不清楚

0.9 之间表明模型有一定的准确率; AUC 值大于 0.9 显示模型的准确率高^[15]), 说明模型具有不错的预测潜力。所有预测模型都进行了内部验证, 但是有 3 项研究^[9, 12, 13]没有明确内部验证的方法, 不适当的内部验证方法(如随机拆分验证法)容易使模型过度拟合而高估模型性能^[16]。相对于内部验证, 外部验证的目的是考察模型的有效性和推广性^[17]。本研究中只有 Lee C Y^[9]、Tian F^[13]、Xing wei W^[14]对预测模型进行了外部验证。

本研究显示纳入的模型均存在较高的偏倚风险, 主要表现为: 7 篇研究均为回顾性研究, 这种方法学上的局限性可能造成信息偏倚, 从而制约了结果的准确性与可靠性; 有 3 项研究的预测模型没有评估校准度, 校准度是衡量模型概率的“程度”, 例如: 王娜^[8]的研究中, Hosmer-Lemeshow 拟合优度检验结果分别为 $\chi^2=4.405(P=0.883)$ 、 $\chi^2=6.645(P=0.674)$, $P>0.05$ 说明两组实际发生频数和模型预测频数比较吻合; 本研究中所有的模型均没有报告任何处理缺失数据的方法, 无法确定在模型构建过程中是否有合格的研究对象因缺失数据被不合理地排除^[16], 若研究简单地删除缺失值或所采用的处理方法存在重大缺陷, 将直接损害模型的预测性能^[18]; 1 项研究^[10]将连续性变量转化成 ≥ 2 类别的变量, 而连续型变量应保持其连续性, 如果将其转化为分类变量会导致信息丢失, 使模型预测力下降^[19]。

3.2 预测因子的分析

本研究中的 9 个预测模型共纳入预测因子 28 个, 大致归类为: 一般信息(如: 年龄、性别、付费方式、住院时长等)、合并疾病(如: 疾病数量、合并用药数量、CCI 评分等)、临床检查结果等。虽然各模型的预测因子有差异, 但仍表现出一定的共性。合并用药数量、疾病数量、年龄和住院时间均为高频出现的预测因子。值得注意的是, 杨子江^[20]等的研究发现年龄、合并冠心病、合并疾病数量、用药数量和医生职称与 PIM 的发生显著相关。。80 岁以上的高龄患者通常比一般老年人群健康状况更差, 合并疾病更多、合并用药更多, 因此更有可能发生 PIMs^[21]。在另一项中国老年患者中多药治疗和 PIM 患病率的 meta 分析中^[22], 发现多药治疗是 PIM 的独立危险因素。每增加一种 PIM 标准中的药物, PIM 暴露风险增加 5.2%^[23]。预测因子的选择对于模型表现、经济性、实用性等都具有重要的影响, 甚至具有决定性作用。模型开发者除了共性的预测因子外, 针对不同的研究人群, 还应该综

合考虑临床专家意见和统计分析结果、预测因子与结局指标的关系以及重视预测因子的可获取性, 以提高模型的适用范围。

3.3 PIM 预测模型的局限性

首先, 本研究所纳入的模型均由中国学者开发, 且多数基于单中心数据构建, 仅有 3 项^[9, 13, 14]研究采用多中心的外部验证, 因此存在一定的地域与人群的偏倚, 限制了其推广应用。未来需开展全国范围、多中心、大样本的验证研究, 以提升模型的普适性。其次, 尽管大多数模型显示出良好的预测性能, 但由于普遍缺乏外部验证、未充分报告缺失数据处理方法等问题, 整体证据质量仍较低。建议在 PIM 预测模型的开发和验证中应遵守 PROBAST 声明^[16, 24]的研究框架。此外, BMJ 于 2024 年发布了《开发临床预测模型的分步指南》^[25], 可以帮助研究者开发和评估临床预测模型, 减少因方法学缺陷带来的局限性。最后, 中成药在中国老年患者中应用广泛, 但现有的潜在不适当用药(PIM)的评价标准^[5-7]均未涵盖中成药, 也缺乏相关规范对其进行系统评估, 导致当前所有模型均无法对中成药相关的潜在用药风险进行预测。

4 结论

本研究系统评价显示, 大部分 PIM 风险预测模型虽表现出较好的判别性能, 但仍存在一定偏倚风险, 且多数模型缺乏充分的外部验证, 泛化能力有待进一步验证。建议后续研究参考 PROBAST 工具规范模型的构建与验证流程, 减少方法学偏差, 开发出性能优良、实用性高的 PIM 风险预测工具, 以更好地服务于临床实践。

【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] HYTTINEN V, JYRKÄ J, SAASTAMOINEN L K, et al. The association of potentially inappropriate medication use on health outcomes and hospital costs in community-dwelling older persons: a longitudinal 12-year study[J]. *Eur J Health Econ*, 2019, 20(2): 233-243.
- [3] HSU Y H, CHOU M Y, CHANG W C, et al. Association between changes in potentially inappropriate medication use and adverse outcomes during hospitalization in older adults: a retrospective study[J]. *Arch Gerontol Geriatr*, 2024, 116: 105139.
- [4] 沈杰, 高宁舟, 郑松柏, 等. 老年人多重用药评估与管理中国专家共识(2024)[J]. *中华老年医学杂志*, 2024, 43(3): 269-278.
- [5] BY the 2023 American Geriatrics Society Beers Criteria® Up-

- date Expert Panel. 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.
- [6] O'MAHONY D, CHERUBINI A, GUITERAS A R, et al. STOPP/START criteria for potentially inappropriate prescribing in older people: version 3[J]. *Eur Geriatr Med*, 2023, 14(4): 625-632.
- [7] 王育琴, 沈芊, 闫妍, 等. 中国老年人潜在不适当用药判断标准(2017 年版)[J]. *药物不良反应杂志*, 2018, 20(1): 2-8.
- [8] 王娜, 尚伟, 林凤梅, 等. 高龄慢病患者潜在不适当用药风险预测模型的构建与验证 [J]. *实用药物与临床*, 2025, 28(1): 26-32.
- [9] LEE C Y, CHUANG Y S, KOR C T, et al. Development of a predictive model for potentially inappropriate medications in older patients with cardiovascular disease[J]. *Drugs Aging*, 2024, 41(8): 675-683.
- [10] 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(7): 529-534.
- [11] 宋礼彬, 张英姿, 余颖. 老年精神科患者潜在不适当用药评价及列线图预测模型的建立 [J]. *中国药物与临床*, 2024, 24(18): 1219-1224.
- [12] 蒋雪花, 胡营珂. 老年肿瘤住院患者潜在不适当用药情况分析 & 预警模型的构建 [J]. *临床药物治疗杂志*, 2023, 21(8): 76-81.
- [13] TIAN F Y, CHEN Z Y, WU B. Development and validation of a nomogram to predict the risk of potentially inappropriate medication use in older lung cancer outpatients with multimorbidity[J]. *Expert Opin Drug Saf*, 2023, 22(8): 725-732.
- [14] WU X W, CHANG H, LI M T, et al. A machine learning-based risk warning platform for potentially inappropriate prescriptions for elderly patients with cardiovascular disease[J]. *Front Pharmacol*, 2022, 13: 804566.
- [15] STEYERBERG E W. Clinical Prediction Models: A Practical Approach to Development, Validation, and Updating[M]. Cham: Springer International Publishing, 2019.
- [16] 陈香萍, 张奕, 庄一渝, 等. PROBAST: 诊断或预后多因素预测模型研究偏倚风险的评估工具 [J]. *中国循证医学杂志*, 2020, 20(6): 737-744.
- [17] RILEY R D, ARCHER L, SNELL K I E, et al. Evaluation of clinical prediction models(part 2): how to undertake an external validation study[J]. *BMJ*, 2024, 384: e074820.
- [18] RUBIN D B. Inference and missing data[J]. *Biometrika*, 1976, 63(3): 581-592.
- [19] MACCALLUM R C, ZHANG S B, PREACHER K J, et al. On the practice of dichotomization of quantitative variables[J]. *Psychol Methods*, 2002, 7(1): 19-40.
- [20] 杨子江, 康华. 中国老年患者门诊潜在不适当用药现状及影响因素的 Meta 分析 [J]. *中国现代医生*, 2024, 62(19): 54-60.
- [21] LAI X X, ZHU H W, HUO X P, et al. Polypharmacy in the oldest old(≥ 80 years of age)patients in China: a cross-sectional study[J]. *BMC Geriatr*, 2018, 18(1): 64.
- [22] TIAN F Y, CHEN Z Y, WU J H. Prevalence of polypharmacy and potentially inappropriate medications use in elderly Chinese patients: a systematic review and meta-analysis[J]. *Front Pharmacol*, 2022, 13: 862561.
- [23] MILLER G E, SARPONG E M, DAVIDOFF A J, et al. Determinants of potentially inappropriate medication use among community-dwelling older adults[J]. *Health Serv Res*, 2017, 52(4): 1534-1549.
- [24] MOONS K G M, 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.
- [25] EFTHIMIOU O, SEO M, CHALKOU K, et al. Developing clinical prediction models: a step-by-step guide[J]. *BMJ*, 2024, 386: e078276.
- [收稿日期] 2025-03-19 [修回日期] 2025-09-23
[本文编辑] 费永和