

## 老年患者潜在不适当用药的评估和干预进展

陈园园<sup>1,2</sup>, 高远<sup>3</sup>, 杜辉<sup>1</sup>, 霍霞<sup>1</sup>, 邵梦琪<sup>1</sup>, 祁佩瑶<sup>4</sup>, 徐艳荣<sup>1</sup>, 皮红英<sup>5</sup>

<sup>1</sup>解放军总医院第二医学中心心内科, 北京 100853; <sup>2</sup>解放军医学院, 北京 100853; <sup>3</sup>解放军总医院第一医学中心护理部, 北京 100853; <sup>4</sup>解放军总医院第二医学中心内分泌科, 北京 100853; <sup>5</sup>解放军总医院卫勤训练中心, 北京 100853

**摘要:**潜在不适当用药(potentially inappropriate medications, PIM)是指预期风险超过临床获益的药物, 是老年患者发生跌倒、衰弱、再住院和死亡的重要风险因素, 也是多重用药管理领域的研究热点。本文基于国内外研究进展, 系统梳理了PIM的评估工具与干预策略, 对美国老年医学会 Beers 标准、老年人不适当处方筛查工具(screening tool of older persons' prescriptions, STOPP)/老年人处方遗漏筛查工具(screening tool to alert to right treatment, START)标准, 以及中国PIM标准进行了比较分析; 阐述了处方精简干预、多学科团队协作干预以及人工智能支持下的创新干预策略, 探讨了各类策略在实践中的效果与面临的挑战, 旨在为提升老年患者合理用药水平提供参考。

**关键词:**潜在不适当用药; 老年医学; 处方精简; 人工智能; 临床决策支持系统

中图分类号: R979.9

文献标志码: A

文章编号: 2095-5227(2026)05-0557-06

DOI: 10.12435/j.issn.2095-5227.26010703

引用本文: 陈园园, 高远, 杜辉, 等. 老年患者潜在不适当用药的评估和干预进展 [J]. 解放军医学院学报, 2026, 47 (5): 557-562.

## Assessment and intervention advances for potentially inappropriate medications in older adults

CHEN Yuanyuan<sup>1,2</sup>, GAO Yuan<sup>3</sup>, DU Hui<sup>1</sup>, HUO Xia<sup>1</sup>, SHAO Mengqi<sup>1</sup>, QI Peiyao<sup>4</sup>, XU Yanrong<sup>1</sup>, PI Hongying<sup>5</sup>

<sup>1</sup>Department of Cardiology, the Second Medical Center of PLA General Hospital, Beijing 100853, China; <sup>2</sup>Chinese PLA Medical School, Beijing 100853, China; <sup>3</sup>Department of Nursing, the First Medical Center of PLA General Hospital, Beijing 100853, China; <sup>4</sup>Department of Endocrinology, the Second Medical Center of PLA General Hospital, Beijing 100853, China; <sup>5</sup>Medical Service Training Center, Chinese PLA General Hospital, Beijing 100853, China

Corresponding author: PI Hongying. Email: pihongying@301hospital.com

**Abstract:** Potentially inappropriate medications (PIM) refer to drugs whose expected risks outweigh their clinical benefits. They represent a significant risk factor for falls, frailty, rehospitalization, and mortality in older adults and have thus become a research focus in the field of polypharmacy management. Based on recent domestic and international research advances, this article systematically reviews the assessment tools and intervention strategies for PIM. In terms of assessment, a comparative analysis is conducted on three major tools: the internationally recognized American Geriatrics Society Beers Criteria, the screening tool of older persons' prescriptions (STOPP) / screening tool to alert to right treatment (START) criteria, and the Chinese PIM criteria. Regarding interventions, the strategies of deprescribing, the multidisciplinary team collaboration model, and innovative artificial intelligence - supported interventions are elaborated. The article further discusses the effectiveness and challenges of these strategies in clinical practice, aiming to provide a reference for improving rational medication use in older patients.

**Keywords:** potentially inappropriate medication; geriatrics; deprescription; artificial intelligence; clinical decision support systems

**Cited as:** Chen YY, Gao Y, Du H, et al. Assessment and intervention advances for potentially inappropriate medications in older adults[J]. Acad J Chin PLA Med Sch, 2026, 47(5): 557-562.

随着全球人口老龄化进程加速, 全球预期寿命预计将从2022年的73.6岁增加到2050年的78.2岁<sup>[1]</sup>。我国拥有世界上五分之一的老年人口, 第七

次全国人口普查结果显示, 65岁及以上人口比例从8.9%增至13.5%, 增幅达4.6个百分点<sup>[2]</sup>。随着老年人口不断增长, 慢性病负担日益加重, 多重用药现象日趋普遍。老年人因生理功能衰退、药代动力学改变, 面临更高的药物相互作用和药物不良反应风险。在此背景下, 用药安全成为老年医疗的核心议题。潜在不适当用药(potentially inappropriate medications, PIM)指预期风险超过获

收稿日期: 2026-01-07

基金项目: 国家重点研发计划(2023YFC3603905)

第一作者: 陈园园, 在读硕士, 主管护师。Email: a17812207837@163.com

通信作者: 皮红英, 博士, 主任护师。Email: pihongying@301hospital.com.cn

益的药物,是导致跌倒、骨质疏松、再住院和死亡的重要风险因素<sup>[3-4]</sup>,也是近年多重用药相关研究的热点。本文基于近期研究进展,系统梳理PIM的评估标准与干预策略,分析其效果与实施挑战。

## 1 老年患者潜在PIM的评估

PIM评估标准是临床工作者系统识别老年患者潜在在不适当用药的重要工具,目前应用较广泛的包括美国老年医学会Beers标准、老年人不适当处方筛查工具(screening tool of older persons' prescriptions, STOPP)/老年人处方遗漏筛查工具(screening tool to alert to right treatment, START)及中国PIM标准。这些标准已被多国借鉴使用,各标准在适用范围、评估维度和药物清单上各有侧重,共同为老年患者的用药安全提供循证筛查依据。

### 1.1 美国老年医学会Beers标准

Beers标准最初由Mark H Beers等于1991年制定,是一个明确的药物清单,旨在通过识别PIM,优化老年患者的药物治疗<sup>[5]</sup>。其核心目标是减少多重用药带来的风险,促进个体化治疗决策。作为国际广泛应用的表型标准,Beers标准适用于≥65岁人群的门诊、急诊及长期照护场景。其2023年更新版涵盖五类PIM:老年人应避免使用的药物、疾病状态相关应避免使用的药物、应谨慎使用的药物、药物相互作用及需根据肾功能调整剂量的药物<sup>[3]</sup>。临床实践中,该标准常被整合至电子病历系统或处方审核工具,辅助快速识别PIM。

研究显示,Beers标准在临床场景中具有较高敏感性。例如,一项针对髋部骨折老年患者的研究发现,83.96%的患者存在至少一种PIM<sup>[6]</sup>;另一项针对65岁以上患者出院处方的回顾性分析显示,29.2%的处方存在PIM<sup>[7]</sup>。该标准也可应用于特殊人群,如在老年失眠患者中检测出20%存在PIM,而在失眠伴阿尔茨海默病患者中,PIM检出率达35%<sup>[8]</sup>。此外,该标准可作为处方精简的依据,通过系统评估药物必要性并结合患者目标,实现个体化用药优化<sup>[9-10]</sup>。其应用亦延伸至政策监管和风险控制,例如,一项基于2020年公共处方数据的研究发现,在5 600万张处方中,16%存在PIM<sup>[11]</sup>。在干预层面,有研究应用该标准进行药物审查,使干预组严重药物相互作用的发生率降为0(而对照组为88.73%)<sup>[6]</sup>。该标准还可结合数字化工具应用,一项国内研究通过构建药理学知识库并嵌入医

院信息系统,使PIM发生率从13.6%降至6.4%<sup>[12]</sup>。

Beers标准的主要优势在于其权威性、清晰性和广泛的影响力。作为由专业学会定期更新的循证工具,它已成为全球性基准。该标准以清单形式清晰列出风险药物,便于临床快速筛查与教育,极大地提升了全球对老年用药安全的重视,并被多国纳入合理用药政策与质量指标体系<sup>[13]</sup>。

然而,该标准也存在一定局限性。其内容主要基于美国的药品供应与临床实践制定,在其他国家的适用性受限。此外,作为普适性筛查工具,它对患者个体具体情况的考量不足,在指导共病患者的复杂治疗决策时存在局限。因此,应用Beers标准时需注意结合临床判断与患者意愿,避免机械套用;跨文化应用时需进行适当调整,以契合本地医疗实践与药物情况<sup>[14]</sup>。

### 1.2 老年人不适当处方筛查工具(STOPP)/老年人处方遗漏筛查工具(START)

STOPP和START由爱尔兰学者开发,于2023年更新至第三版,该标准包含两部分:STOPP旨在筛查PIM,START则提示潜在处方遗漏(potential prescribing omissions, PPO)。其内容按生理系统分类,注重疾病特异性风险,其优势在于同步识别PIM与PPO,尤适用于多重用药患者<sup>[15]</sup>。

研究证实,STOPP/START标准可有效改善处方质量。一项社区调查显示,31.0%的老年人存在PIM,36.2%存在PPO,这为优化处方质量提供了依据<sup>[16]</sup>。该标准在国际上应用广泛,一项调查显示其在意大利医护人员中的使用率为34%,略低于Beers标准(38%)<sup>[17]</sup>,而在其研发地爱尔兰的使用则更为广泛。另一项国外研究发现,STOPP/START标准的检出率(75.6%)高于Beers标准(51.2%),原因在于前者同时涵盖PIM和PPO<sup>[18]</sup>。

国内研究常采用回顾性方法对Beers标准与STOPP/START标准进行分析比较。一项针对261例老年住院患者的研究发现,Beers、STOPP、START标准的检出率分别为70.50%、21.84%和34.48%<sup>[19]</sup>。另一项纳入398例患者的研究则显示,三者的检出率分别为72.36%、48.74%和38.94%<sup>[20]</sup>。这些研究表明,Beers标准在识别PIM时更为敏感,而STOPP/START标准在全面性上具有优势,两者在实践中可互为补充。研究显示,STOPP/START标准的应用与老年患者再住院风险降低相关,并可能降低死亡率<sup>[21-22]</sup>。在临床应用

中,该标准可嵌入电子病历系统以实现自动化提示,并结合患者偏好进行个体化用药管理,从而促进其有效落地。

STOPP/START 标准的主要优势在于其评估的全面性与清晰的临床导向。它不仅筛查 PIM,还系统识别 PPO,从而能对方剂进行更全面的优化。其每条准则均与具体的临床不良后果相关联,使得基于该标准的干预理由更充分,临床接受度较高。同时,该标准按生理系统分类,与临床诊疗的思维模式相匹配,便于医师在实践中对照使用<sup>[15]</sup>。此外,该标准基于欧洲的实践与研究证据制定,并保持定期更新,确保了其临床适用性。

STOPP/START 标准也存在一定局限性与应用挑战。首先,其内容比 Beers 标准更为详细,在记忆和应用上存在一定门槛,对快速筛查有一定影响。其次,与许多国际标准一样,其主要基于欧洲的药品和临床指南制定,在其他地区直接应用时可能需要本地化适配。再次,尽管比 Beers 标准更关注临床结局,但它对患者个体化治疗目标、价值观及预期寿命的考量仍然有限<sup>[23]</sup>。最后,该标准主要侧重于评估单个药物与特定疾病或状态的关系,对于多重用药患者中复杂的药物间相互作用,其提供的指导相对有限<sup>[24]</sup>。

### 1.3 中国 PIM 标准

中国 PIM 标准是中华医学会老年医学分会等基于德尔菲法制订的本土化工具。该标准契合中国老年人的疾病谱、生理特点及用药实践,内容分为“独立于疾病的 PIM 目录”和“与疾病状态相关的 PIM 目录”两大部分,重点关注高风险药物类别及药物与疾病的相互作用,适用于门诊、住院及社区等各类医疗场景中的老年患者用药评估<sup>[25]</sup>。

大型流行病学研究显示,我国老年患者 PIM 问题突出,2021 年门诊 PIM 发生率为 29.00%,且呈上升趋势<sup>[26]</sup>。然而,PIM 标准的临床应用仍面临挑战,一项调查显示有 54.9% 的医师对其不了解,且电子化整合不足,限制了标准的广泛推广<sup>[27]</sup>。在中国 PIM 标准与其他标准的比较研究中,结论不尽相同。有研究发现国际标准(如 Beers 标准)检出率更高<sup>[28]</sup>;亦有研究显示中国标准检出率(70.99%)显著高于 Beers 标准(43.51%)<sup>[29]</sup>。一项同时比较多种标准的研究显示,Beers、中国 PIM、STOPP、START 标准的检出率分别为 66.30%、55.07%、26.45% 和 64.13%,标准间一致性较

低<sup>[30]</sup>。这表明在临床实践中,需根据具体场景灵活选择或联合应用不同标准,以提高评估准确性。

为保持标准的时效性与临床适用性,学术界于 2024 年再次采用德尔菲法对其进行了系统更新,新增了“药物-药物相互作用”和“肾功能不全用药调整”等关键模块,并提供了替代治疗方案与证据等级,实用性显著增强<sup>[31-32]</sup>。

该标准的核心优势在于其本土化、内容全面且结构清晰,便于与国内医疗信息系统整合,从而嵌入合理用药考核体系,实现自动化风险提示。该标准的主要局限在于:一是 2017 年首发,在基层的知晓率和应用广度仍有待提升;二是对患者个体差异与复杂共病情况的考量不足;三是其效能的充分发挥有赖于医疗机构的信息化水平与医护人员培训,在资源分布不均的环境中可能面临推广障碍<sup>[31]</sup>。

## 2 老年患者潜在在不适当用药的干预

针对老年患者生理功能衰退、多病共存及多重用药等问题,老年患者的 PIM 干预具有复杂性。目前干预策略注重提高患者参与度和提升干预可行性,主要包括处方精简干预、多学科团队干预以及人工智能支持下的创新干预策略。

### 2.1 处方精简

处方精简是老年患者用药优化的主要策略,是指有计划、有监督地减少或停用可能不必要或获益低于风险的药物。其核心在于以老年患者为中心的个体化用药管理,通常包含 3 个关键步骤:评估所有用药的持续必要性,在医患共享决策的基础上制定计划,以及对停药可能出现的反应进行监测<sup>[10]</sup>。Beers 标准常作为评估工具,为此过程提供循证依据。

研究表明,处方精简在多数情况下安全有效,平均可减少 1~2 种药物<sup>[33]</sup>。然而,其成功实施依赖于系统的方法和老年患者的参与。一项针对养老院老年患者的研究发现,尽管干预组在 8 个月后 PIM 有所减少,但由于部分药物重新启用,与对照组相比未显示出统计学差异<sup>[34]</sup>。结构化的路径可维持长期干预效果。国际老年糖尿病学会提出的“4S”路径包括探寻诱因、共享决策、设定目标和简化方案,为老年糖尿病患者 PIM 干预提供了框架范本<sup>[35]</sup>。

老年患者的态度是影响用药精简成功的关键。调查显示,尽管 79.9% 的 PIM 患者愿意在医师建议

下精简用药,但认知不足是主要障碍,凸显了健康教育的重要性<sup>[36]</sup>。质性研究发现,老年患者对停药后果的担忧、对药物的依赖及医患沟通不足是主要阻碍因素,而医患相互理解、信任及详细的减药计划则是主要促进因素<sup>[37]</sup>。一项针对血液透析老年患者的研究表明,充分考虑患者意愿可有效且持续地精简近半数药物<sup>[38]</sup>。

一项真实世界研究表明,基于行为科学理论设计的分步式提示能显著提高初级医疗中的处方精简率,且效果优于简单提醒<sup>[39]</sup>。处方精简是优化老年用药的主要策略,能直接减少PIM并提升用药合理性。科学的处方精简方案设计可提高干预的可行性;干预需在监测下进行以预防停药风险;医患充分沟通可维持长期干预效果;而干预的延续性则有赖于将精简流程无缝、常规地整合到现有临床工作之中。

## 2.2 多学科团队干预

老年患者的用药问题往往涉及医疗、营养、康复与心理等多因素,单一医师难以全面把控。多学科团队干预则针对老年患者用药的复杂性,通常由医师、药师、护士等专业人员协同实施,系统性地评估和优化老年患者的用药方案<sup>[40]</sup>。为确保干预的规范与有效,此类协作多遵循结构化流程,包括定期召开多学科病例讨论会、对相关医护人员进行教育与培训、开展药物使用审计并建立反馈机制,以及为老年患者制定个体化、连续性的干预计划,从而保障效果的持续性<sup>[41]</sup>。

多项研究证明了多学科团队干预的有效性。Crotty等<sup>[41]</sup>通过每6~12周举行跨学科会议,有效促进了团队沟通与共同决策。Westbury等<sup>[42]</sup>实施的“减少镇静药物使用”项目,通过用药审计与多学科审核,显著减少了养老院老年患者中抗精神病药和苯二氮草类药物的使用。Hui等<sup>[43]</sup>则通过“机构内延服务”,在老年患者出院时向社区团队传递药物精简计划,实现了用药管理的连续性。一项针对住院老年患者的干预研究,采用多学科团队模型优化患者用药方案,显著减少了患者出院时平均用药数量,且效果可维持至干预后12个月<sup>[44]</sup>。

多学科团队融合了诊断、药学与护理等多维度专业判断,能更全面地识别药物相关问题,减轻单一医师的决策压力;通过多角度沟通,能更有效地向老年患者解释干预必要性,从而提升干预依从性。研究表明,该方法能显著降低老年患

者PIM使用率及相关不良临床结局<sup>[42]</sup>。但是,干预的成功实施需要充足的专业资源、制度支持和持续的资金投入<sup>[45]</sup>。在干预初期,可优先考虑PIM使用率较高的老年患者群体,也可在用药变更环节进行预试验,从而为干预优化提供空间。

## 2.3 人工智能支持下的创新干预

人工智能(artificial intelligence, AI)与数字化工具为老年患者PIM管理提供了创新思路与方法,其形式包括临床决策支持系统、机器学习模型及大数据分析模型。这些工具具备自动筛查、个性化风险评估、方案优化和依从性预测等多重功能,能够整合复杂的临床信息<sup>[46]</sup>。AI可嵌入医院电子病历系统,也可作为独立的移动应用或网络平台,为医护人员和患者提供辅助<sup>[47]</sup>。

**2.3.1 临床决策支持系统** 临床决策支持系统(clinical decision support systems, CDSS)是一种可持续的干预工具,通常集成于电子健康记录中,通过内置Beers、STOPP/START等标准自动识别PIM,并向医师发送用药提示。研究表明,CDSS可自动识别超过60%老年患者的处方问题<sup>[48]</sup>。MedSafer®系统能将PIM停药率从29.8%提升至55.4%,并使处方精简实施率提高22.2%<sup>[49-50]</sup>。一项大型研究证实,CDSS能有效提高急诊科医师对老年合理用药建议的依从性<sup>[51]</sup>。然而,CDSS存在警报疲劳、与现有系统兼容性不足以及医师实际使用率不高等问题。此外,现有研究大多随访周期较短,关于CDSS对再住院率、病死率等主要临床结局长期影响的证据有限<sup>[52]</sup>。

**2.3.2 机器学习算法与大数据分析** 机器学习算法能整合老年患者的年龄、检验指标、器官功能、用药史等多维临床数据,实现个性化用药优化。国内研究显示,基于XGBoost、CatBoost等集成学习算法构建的预测模型,在识别老年患者PIM方面准确率可达97.93%<sup>[53]</sup>,并能有效预警特定药物短期内的不良事件风险<sup>[54]</sup>。大型数据分析项目,如旨在实现多病共存动态处方优化的人工智能动态处方优化与照护整合(artificial intelligence for dynamic prescribing optimisation and care integration in multimorbidity, DynAIRx)系统,通过挖掘海量老年患者数据,进一步证实了PIM与不良临床结局之间的显著关联<sup>[55]</sup>。智能聊天机器人可模拟临床决策,为处方精简提供建议,与专家判断的一致率达95%,但其针对复杂临床情境的分析判断能力有限,主要作为辅助临床决策的工具<sup>[56]</sup>。

AI支持的创新干预策略可分析老年慢性病患者的临床数据,实现动态、个性化的用药风险预测,并自动运用多种评估标准提升PIM筛查的效率,减少人为疏漏。然而,该方法在临床实践中仍面临诸多问题。首先,AI与现有医疗系统互操作性不足,导致其难以在老年患者连续性照护中应用<sup>[57]</sup>;同时,CDSS普遍存在警报疲劳问题,对于用药较多的老年患者尤为突出。其次,由于AI决策过程不透明,医护人员对AI建议的采纳率较低;老年患者尤其是高风险疾病患者对AI的信任度也较低<sup>[58-59]</sup>;若AI建议不能契合现有临床 workflow,将进一步降低其采纳率<sup>[60]</sup>。此外,AI辅助决策还存在医疗责任界定困难及患者隐私泄露等问题。为应对上述问题,首先需优化技术以提升系统兼容性,并依据人因工程学优化警报机制,减少误报和漏报。其次,在AI应用中应保障老年患者的知情选择权,以提升其对治疗方案的依从性。可构建 Human-in-the-loop 混合智能模式,将临床经验与人工智能深度结合,使AI服务于而非替代医师对老年患者的综合评估<sup>[61-62]</sup>。同时,需加强医护人员AI素养培训,并在技术设计中融入人文关怀,以推动AI在处方优化领域安全、有效地落地。

### 3 结语和展望

目前老年患者PIM管理已形成评估与干预的初步体系:评估可联合使用各有侧重的国际Beers、STOPP/START标准与本土化中国PIM标准,兼顾检出率与适用场景差异;干预以处方精简为核心,依托多学科协作,正借助CDSS与AI工具提效。但当前仍存在关键临床结局证据不足,以及警报疲劳、系统整合难、医患接受度低等挑战。针对我国老龄化下日益严峻的PIM问题,需推动相关系统性评估与干预措施落地。

#### 3.1 推动评估工具的落地、整合与持续优化

目前,国家政策高度重视老年患者健康与合理用药,支持相关标准的推广应用;同时,国内医疗机构信息化水平普遍提升,为临床决策支持系统的整合奠定了技术基础。在此基础上,应基于《2024版中国老年人潜在不适当用药判断标准》,在不同医疗机构中进行验证并优化,开发更具针对性的专科评估工具<sup>[31]</sup>。充分利用信息技术,将标准嵌入电子病历系统与临床工作流程,实现处方审核环节的自动化、实时化风险警示与决策支持<sup>[63]</sup>。此外,可将PIM相关质量指标纳入医院

合理用药考核体系。

#### 3.2 构建以患者价值为中心的干预模式

干预目标不应局限于减少用药数量,而应是与老年患者共同商定的个体化健康目标,如改善功能状态、提升生活质量等。为此,需全面推行医患共享决策,并为医护人员提供沟通技能支持<sup>[64]</sup>。同时,应针对不同健康素养水平的患者及家庭,开发形式多样的健康教育材料,普及精简用药理念。随着公众健康意识日益增强,老年患者对安全用药的需求不断增加,这有利于形成合理用药的社会共识,也可降低后续干预措施的实施阻力。以患者为中心的干预能提升治疗依从性,减少因治疗失败或药物不良反应导致的额外医疗成本,具备长期成本效益。

#### 3.3 强化技术支撑,推动高质量证据生成

目前,国内AI与大数据技术发展迅速,为临床支持工具的研发提供了技术基础;同时,越来越多的研究者关注PIM领域,为开展高质量的本土临床研究积累了人才与方法学基础。在此基础上,可研发基于真实世界数据的AI风险预测模型,以实现更精准的个性化风险预警。此外,应扩大研究规模,开展纵向研究,评估PIM干预对再住院率、病死率、生活质量等关键指标的长期影响。

综上所述,应对老年患者PIM问题,既依赖科学、规范的评估工具与干预策略,也有赖于系统、协同的多方合力。构建以患者福祉为核心的合理用药环境,才能为应对人口老龄化带来的长期健康挑战提供可持续支撑。

**作者贡献** 陈国园:论文撰写,论文修订;祁佩瑶、徐艳荣、邵梦琪:论文撰写;杜辉、霍霞:论文修订;高远、皮红英:监督与指导。

**利益冲突** 所有作者声明无利益冲突。

#### 参考文献

- 1 Murray CJL. The global burden of disease study at 30 years [J]. Nat Med, 2022, 28 (10): 2019-2026.
- 2 周倩,杨胜慧.积极应对人口老龄化政策背景下我国老年人口健康状况分析——基于第六次、第七次全国人口普查数据的比较分析[J].人口与健康,2023,7:49-53.
- 3 By the 2023 American Geriatrics Society Beers Criteria® Update 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.
- 4 Li M, Wei N, Shi HY, et al. Prevalence and clinical implications of polypharmacy and potentially inappropriate medication in elderly patients with heart failure: results of six months' follow-up [J]. J Geriatr Cardiol, 2023, 20 (7): 495-508.
- 5 Beers MH. Explicit criteria for determining inappropriate

- medication use in nursing home residents [J]. Arch Intern Med, 1991, 151 (9): 1825.
- 6 Hu TT, Wang Y, Wu RZ, et al. Pharmacist-led deprescribing to improve medication safety in older patients with hip fractures [J]. BMC Geriatr, 2025, 25 (1): 602.
- 7 Alanazi SA, Al Amri A, Almuqbil M, et al. Use of potentially inappropriate medication for elderly patients in tertiary care hospital of Riyadh, Saudi Arabia [J]. Saudi Pharm J, 2024, 32 (4): 102015.
- 8 Chekani F, Mirchandani K, Zaki S, et al. Utilization of potentially inappropriate sedative-hypnotic and atypical antipsychotic medications among elderly individuals with insomnia and Alzheimer's disease [J]. Sleep, 2025, 48 (4): zsaf003.
- 9 Vasilevskis EE, Shah AS, Hollingsworth EK, et al. Deprescribing medications among older adults from end of hospitalization through postacute care: a shed-MEDS randomized clinical trial [J]. JAMA Intern Med, 2023, 183 (3): 223.
- 10 Thompson W, McDonald EG. Polypharmacy and deprescribing in older adults [J]. Annu Rev Med, 2024, 75: 113-127.
- 11 Borrelli EP. Assessing the prevalence of Beers medication utilization in the Medicare Part D population in 2020 [J]. J Am Geriatr Soc, 2024, 72 (9): 2800-2806.
- 12 张慧丽, 田京辉, 徐贞贞, 等. 基于Beers标准的门诊老年患者不合理用药分析及干预 [J]. 中南药学, 2025, 23 (11): 3376-3382.
- 13 Lau ECY, Chen WS, Hilmer SN, et al. High-risk prescribing in older people with and without dementia in Australia: a nationwide cross-sectional study [J]. J Am Med Dir Assoc, 2026, 27 (2): 106006.
- 14 凌建新, 李燕华, 陈颖哲, 等. 基于2019版Beers标准评价某三级甲等医院老年2型糖尿病患者潜在不适当用药情况 [J]. 中国药业, 2023, 32 (23): 142-146.
- 15 O' Mahony D, Cherubini A, Guiteras AR, et al. STOPP/START criteria for potentially inappropriate prescribing in older people: version 3 [J]. Eur Geriatr Med, 2023, 14 (4): 625-632.
- 16 Doherty AS, Moriarty F, Boland F, et al. Prevalence of potentially inappropriate prescribing in community-dwelling older adults: an application of STOPP/START version 3 to The Irish Longitudinal Study on Ageing (TILDA) [J]. Eur Geriatr Med, 2025, 16 (4): 1389-1402.
- 17 Donati M, Giunchi V, Grillini G, et al. Attitudes, barriers, and facilitators toward tools supporting appropriate prescribing among healthcare professionals: a cross-sectional study [J]. Eur J Clin Pharmacol, 2025, 81 (8): 1155-1165.
- 18 Bjerre LM, Catley C, Smith G, et al. Prevalence and predictors of potentially inappropriate prescribing using codified STOPP-START and Beers criteria: a retrospective cohort study in Ontario's older population [J]. J Clin Epidemiol, 2025, 187: 111932.
- 19 管文婕, 陈延杰, 陈尚京. 2023版Beers标准联合STOPP/START标准对心内科老年患者潜在不适当用药评价分析 [J]. 安徽医学, 2025, 46 (05): 552-557.
- 20 李晨, 陈孟莉. Beers标准和STOPP/START标准对老年住院患者潜在不适当用药的评价 [J]. 解放军医学院学报, 2019, 40 (40): 201-206.
- 21 Alassaad A, Melhus H, Hammarlund-Udenaes M, et al. A tool for prediction of risk of rehospitalisation and mortality in the hospitalised elderly: secondary analysis of clinical trial data [J]. BMJ Open, 2015, 5 (2): e007259.
- 22 Orenstein L, Chetrit A, Laufer K, et al. A prospective study on potentially inappropriate drug use and all-cause mortality in community-dwelling older adults [J]. J Am Geriatr Soc, 2025, 73 (9): 2828-2838.
- 23 Dijk MT, Pouw CAM, Hertogh CMPM, et al. Medication appropriateness for older nursing home patients with a limited life expectancy: from STOPP/START version 2 to the ReNeWAL criteria [J]. J Am Med Dir Assoc, 2024, 25 (9): 105143.
- 24 M R S, Amarnath R, Avanti S, et al. Comparison of beers criteria and STOPP/START (screening tool of older persons' prescriptions/screening tool to alert to right treatment) criteria for assessing inappropriate drug use among elderly patients [J]. Cureus, 2026, 18 (1): e102621.
- 25 中国老年保健医学研究会老年合理用药分会, 中华医学会老年医学分会, 中国药学会老年药专业委员会, 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.
- 26 田方圆. 中国老年患者门诊潜在不适当处方的流行特征及预测模型研究 [D]. 成都: 四川大学, 2024.
- 27 Tian FY, Chen ZY, Zhang Y, et al. Impact of Chinese criteria on potentially inappropriate medication use in China [J]. J Glob Health, 2025, 15: 04063.
- 28 李娜, 陈慧, 张馨, 等. 基于潜在不适当用药标准分析心内科老年患者出院带药处方情况及其影响因素 [J]. 现代药物与临床, 2024, 39 (3): 753-759.
- 29 刘昀, 袁兵源, 周志聪. 两种标准分析某老年医院住院患者潜在不适当用药情况 [J]. 中国处方药, 2023, 21 (11): 82-86.
- 30 Zhu XJ, Zhang F, Zhao Y, et al. Evaluation of potentially inappropriate medications for the elderly according to beers, STOPP, START, and Chinese criteria [J]. Front Pharmacol, 2024, 14: 1265463.
- 31 Xing XX, Wang K, Wang ZZ, et al. Updating the potentially inappropriate medication (PIM)-China criteria for 2024: a Delphi consensus study for improved medication safety in older adults [J]. Int J Clin Pharm, 2026, 48 (1): 118-126.
- 32 杨文娟, 辛传伟, 张美玲. 《2024版中国老年人潜在不适当用药 (PIM-China) 标准》更新解读 [J/OL]. <https://kns.cnki.net/kcms/detail/13.1222.R.20260213.2112.010.html>.
- 33 Canio WC. Polypharmacy in older adults [J]. Clin Geriatr Med, 2022, 38 (4): 621-625.
- 34 Fournier A, Anrys P, Beuscart JB, et al. Use and deprescribing of potentially inappropriate medications in frail nursing home residents [J]. Drugs Aging, 2020, 37 (12): 917-924.
- 35 Munshi M, Kahkoska AR, Neumiller JJ, et al. Realigning diabetes regimens in older adults: a 4S Pathway to guide simplification and deprescribing strategies [J]. Lancet Diabetes Endocrinol, 2025, 13 (5): 427-437.
- 36 Achterhof AB, Rozsnyai Z, Reeve E, et al. Potentially inappropriate medication and attitudes of older adults towards deprescribing [J]. PLoS One, 2020, 15 (10): e0240463.
- 37 Pickering AN, Richardson S, Rogal S, et al. Facilitators of and barriers to deprescribing diabetes medications in older adults: a qualitative study [J]. J Am Geriatr Soc, 2025, 73 (8): 2447-2456.
- 38 Gerardi S, Sperlea D, Levy SO, et al. Implementation of targeted deprescribing of potentially inappropriate medications in patients on hemodialysis [J]. Am J Health Syst Pharm, 2022, 79 (Supplement 4): S128-S135.
- 39 Lauffenburger JC, Sung M, Glynn RJ, et al. Electronic health record intervention and deprescribing for older adults: a randomized clinical trial [J]. Jama, 2026, 335 (12): 1060.
- 40 Chae H, Ah YM, Jang S, et al. Resolving medication-related problems in older adults through a multidisciplinary approach in Korea's hospital-based polypharmacy program [J]. Yonsei Med J, 2026, 67 (2): 154.
- 41 Crotty M. An outreach geriatric medication advisory service in

- residential aged care: a randomised controlled trial of case conferencing [J]. *Age Ageing*, 2004, 33 (6): 612-617.
- 42 Westbury JL, Gee P, Ling T, et al. RedUSE: reducing antipsychotic and benzodiazepine prescribing in residential aged care facilities [J]. *Med J Aust*, 2018, 208 (9): 398-403.
- 43 Hui JH, Parikh S, Kouladjian O' Donnell L, et al. Pharmacist-led medication review in a residential in-reach service leads to deprescribing [J]. *Australas J Ageing*, 2023, 42 (4): 675-682.
- 44 Ie K, Hirose M, Sakai T, et al. Medication optimization protocol efficacy for geriatric inpatients: a randomized clinical trial [J]. *JAMA Netw Open*, 2024, 7 (7): e2423544.
- 45 You CL, Zhao JY, Fan TY, et al. Navigating fragmented care: a qualitative study on multimorbidity management challenges in Beijing's tiered healthcare system [J]. *BMC Prim Care*, 2025, 26 (1): 270.
- 46 Dickinson H, Teltsch DY, Feifel J, et al. The unseen hand: AI-based prescribing decision support tools and the evaluation of drug safety and effectiveness [J]. *Drug Saf*, 2024, 47 (2): 117-123.
- 47 Zuo ZR, Wang PL, Chen XW, et al. SWnet: a deep learning model for drug response prediction from cancer genomic signatures and compound chemical structures [J]. *BMC Bioinform*, 2021, 22 (1): 434.
- 48 Sallevelt BTGM, Huibers CJA, Heij JMJO, et al. Frequency and acceptance of clinical decision support system-generated STOPP/START signals for hospitalised older patients with polypharmacy and multimorbidity [J]. *Drugs Aging*, 2022, 39 (1): 59-73.
- 49 McDonald EG, Wu PE, Rashidi B, et al. The MedSafer study: electronic decision support for deprescribing in hospitalized older adults: a cluster randomized clinical trial [J]. *JAMA Intern Med*, 2022, 182 (3): 265.
- 50 McDonald EG, Wu PE, Rashidi B, et al. The MedSafer study: a controlled trial of an electronic decision support tool for deprescribing in acute care [J]. *J Am Geriatr Soc*, 2019, 67 (9): 1843-1850.
- 51 Elder GA, King K, Willner M, et al. Implementation of geriatric clinical decision support in the emergency department for potentially inappropriate medications [J]. *Acad Emerg Med*, 2026, 33: e70059.
- 52 van Hylckama Vlieg MAM, Pot IE, Visser HPJ, et al. Appropriate medication use in Dutch terminal care: study protocol of a multicentre stepped-wedge cluster randomized controlled trial (the AMUSE study) [J]. *BMC Palliat Care*, 2024, 23 (1): 6.
- 53 Hu QZ, Zhao MN, Teng F, et al. A model for identifying potentially inappropriate medication used in older people with dementia: a machine learning study [J]. *Int J Clin Pharm*, 2024, 46 (4): 937-946.
- 54 Kouladjian O' Donnell L, Sawan M, Reeve E, et al. Implementation of the Goal-directed Medication review Electronic Decision Support System (G-MEDSS) © into home medicines review: a protocol for a cluster-randomised clinical trial in older adults [J]. *BMC Geriatr*, 2020, 20 (1): 51.
- 55 Walker LE, Abuzour AS, Bollegala D, et al. The DynAIRx Project Protocol: Artificial Intelligence for dynamic prescribing optimisation and care integration in multimorbidity [J]. *J Multimorb Comorb*, 2022, 12: 26355565221145493.
- 56 Bužančić I, Belec D, Držaić M, et al. Clinical decision-making in benzodiazepine deprescribing by healthcare providers vs. AI-assisted approach [J]. *Brit J Clinical Pharma*, 2024, 90 (3): 662-674.
- 57 Shervani S, Madden W, Gleason LJ. Electronic health record interoperability: why electronically discontinued medications are still dispensed [J]. *JAMA Intern Med*, 2021, 181 (10): 1383.
- 58 Juravle G, Boudouraki A, Terziyska M, et al. Trust in artificial intelligence for medical diagnoses [J]. *Prog Brain Res*, 2020, 253: 263-282.
- 59 Bou Malham C, El Khatib S, Cestac P, et al. Management of potentially inappropriate medication use among older adult's patients in primary care settings: description of an interventional prospective non-randomized study [J]. *BMC Prim Care*, 2024, 25 (1): 213.
- 60 Rieckert A, Reeves D, Altiner A, et al. Use of an electronic decision support tool to reduce polypharmacy in elderly people with chronic diseases: cluster randomised controlled trial [J]. *Bmj*, 2020: m1822.
- 61 Demir KA, Döven G, Sezen B. Industry 5.0 and human-robot co-working [J]. *Procedia Comput Sci*, 2019, 158: 688-695.
- 62 Slade P, Atkeson C, Donelan JM, et al. On human-in-the-loop optimization of human - robot interaction [J]. *Nature*, 2024, 633 (8031): 779-788.
- 63 Mouazer A, Léguillon R, Boudegzame N, et al. ABiMed: An intelligent and visual clinical decision support system for medication reviews and polypharmacy management [J]. *BMC Med Inform Decis Mak*, 2025, 25 (1): 173.
- 64 《医患共同决策临床实践专家共识 (2026年)》制订专家组. 医患共同决策临床实践专家共识 (2026年) [J]. *中华心血管病杂志 (网络版)*, 2026, 9 (1): 1-8.

(责任编辑:孟晓彤)

(上接第556页)

- 77 Cloutier M, Yu CC, Talarico R, et al. Prenatal exposure to fine particulate matter components and autism risk in childhood[J]. *JAMA Netw Open*, 2025, 8(10): e2538882.
- 78 Lane M, Oyster E, Luo YL, et al. The effects of air pollution on neurological diseases: a narrative review on causes and mechanisms [J]. *Toxics*, 2025, 13 (3): 207.
- 79 Amato-Lourenço LF, Dantas KC, Júnior GR, et al. Microplastics in the olfactory bulb of the human brain [J]. *JAMA Netw Open*, 2024, 7 (9): e2440018.
- 80 Kaushik A, Singh A, Gupta VK, et al. Nano/micro-plastic, an invisible threat getting into the brain [J]. *Chemosphere*, 2024, 361: 142380.
- 81 Kumar P, Kumar A, Kumar D, et al. Microplastics influencing aquatic environment and human health: A review of source, determination, distribution, removal, degradation, management strategy and future perspective [J]. *J Environ Manag*, 2025, 375: 124249.
- 82 Stevens S, McPartland M, Bartosova Z, et al. Plastic food packaging from five countries contains endocrine- and metabolism-disrupting chemicals [J]. *Environ Sci Technol*, 2024, 58 (11): 4859-4871.
- 83 Zaheer J, Kim H, Ko IO, et al. Pre/post-natal exposure to microplastic as a potential risk factor for autism spectrum disorder [J]. *Environ Int*, 2022, 161: 107121.

(责任编辑:孟晓彤)