

## “大数据时代”下慢性病防控新模式的研究进展



扫描二维码  
查看原文

解夕黎<sup>1</sup>, 孙明<sup>1</sup>, 贾雯涵<sup>1</sup>, 皮静波<sup>2</sup>, 马亚楠<sup>1\*</sup>

**【摘要】** 我国慢性非传染性疾病防控仍面临慢性病患者率持续上升、患者防治依从性差及个体化诊疗开展率低等挑战。“大数据时代”的到来为突破慢性病防控“瓶颈”、解决慢性病防控中的突出问题提供了创新模式。本文简述了“大数据”的概念与特征,概述了“大数据”对慢性病防控的重要意义,并结合“大数据”在国内外慢性病防控中的应用情况,介绍了将“大数据”运用于慢性病风险预测及慢性病防控平台建设所取得的效果。在此基础上,通过对现有基于“大数据”的慢性病风险预测模型及慢性病防控平台的优势与局限性进行梳理,提出有助于提高模型解释力和优化平台建设的建议,旨在为智能化慢性病防控工作的深入开展提供参考与依据。

**【关键词】** 大数据; 慢性病; 预防与控制; 模式; 综述

**【中图分类号】** R-056 R 36 **【文献标识码】** A DOI: 10.12114/j.issn.1007-9572.2022.0165

解夕黎, 孙明, 贾雯涵, 等. “大数据时代”下慢性病防控新模式的研究进展[J]. 中国全科医学, 2022, 25(22): 2811-2814. [www.chinagp.net]

XIE X L, SUN M, JIA W H, et al. Recent advances in models using big data techniques for the prevention and control of noncommunicable diseases [J]. Chinese General Practice, 2022, 25(22): 2811-2814.

### Recent Advances in Models Using Big Data Techniques for the Prevention and Control of Noncommunicable Diseases

XIE Xili<sup>1</sup>, SUN Ming<sup>1</sup>, JIA Wenhao<sup>1</sup>, PI Jingbo<sup>2</sup>, MA Yanan<sup>1\*</sup>

1. Department of Health Statistics, School of Public Health, China Medical University, Shenyang 110122, China

2. Program of Environmental Toxicology, School of Public Health, China Medical University, Shenyang 110122, China

\*Corresponding author: MA Yanan, Professor, Doctoral supervisor; E-mail: ynma@cmu.edu.cn

**【Abstract】** Currently, increasing prevalence of noncommunicable diseases (NCDs), poor patient compliance, and scarcity of personalised diagnosis and treatment are still the primary challenges for the prevention and control of NCDs in China. The arrival of era of big data provides supports for establishing new models to unblock the bottlenecks and solve the prominent problems in NCDs containment. We briefly introduced the concept and characteristics of big data, outlined its importance in the prevention and control of NCDs, and analysed current applications of big data technique-based models in containing NCDs as well as the achievements in the construction of platforms for NCDs risk prediction and containment using big data techniques. After that, we reviewed the advantages and limitations of the above-mentioned NCDs risk prediction models and platforms for NCDs risk prediction and containment, then put forward recommendations for strengthening the explanatory power of the models and optimising the development of the platforms. All of these are for further development of intelligent containment of NCDs.

**【Key words】** Big Data; Chronic diseases; Prevention and Control; Model; Review

随着我国社会经济的发展、城市化进程的不断加快、居民生活行为/方式等的改变,以癌症、高血压等为代表的慢性非传染性疾病(简称慢性病)的患病率逐年升高,慢性病正

严重威胁着我国居民的健康<sup>[1]</sup>。2019年,我国因慢性病死亡人数占总死亡人数的88.5%<sup>[2]</sup>。纵观全球,慢性病已成为全球性的重大公共卫生问题,全球因慢性病死亡人数占全因死亡人数的60%以上<sup>[3]</sup>。近年来,信息技术和互联网的飞速发展,使我国医疗卫生领域积累了种类繁多、形式多样的健康“大数据”资源<sup>[4]</sup>。“大数据时代”的到来,为我国慢性病防控难题的解决提供了新模式、新方法。在信息化快速发展的大背景下,如何利用“大数据”制定出新的信息化慢性病防控方案,以适应居民日益增长的慢性病管理需求,改善日益严峻的慢性病防控形势,已成为当今慢性病管理领域的一大研究热点<sup>[5]</sup>。本文通过对“大数据”在国内外慢性病防控中的应用情况进行梳理,以期对慢性病防控新模式的开发与深入

基金项目:国家重点研发计划项目(2018YFC1311600);国家自然科学基金面上项目(72074221);辽宁省“兴辽英才计划”项目(XLYC2007006)

1.110122 辽宁省沈阳市,中国医科大学公共卫生学院卫生统计学教研室

2.110122 辽宁省沈阳市,中国医科大学公共卫生学院环境毒理学教研室

\*通信作者:马亚楠,教授,博士生导师;

E-mail: ynma@cmu.edu.cn

本文数字出版日期:2022-04-28

研究提供参考与依据。

## 1 “大数据”在慢性病防控中的意义

传统慢性病管理模式主要包括生物医学管理模式、认知行为干预模式和心理动力干预模式，是长久以来医学各领域通过积极探索而形成的有效模式<sup>[6]</sup>。然而，传统慢性病管理模式仍存在一定不足：（1）人群监测范围受限，监测的危险因素种类少，监测数据的准确性、连续性和完整性难以保证；（2）预防和管理策略多具有通用性，在制定和实施时未能充分考虑个体需求的差异；（3）个体自我管理能力较弱、缺乏慢性病相关知识、依从性较差，导致健康干预效果减弱<sup>[6]</sup>。而“大数据”的利用成为改变现状、突破“瓶颈”的关键点。

近年来，在数据爆炸式增长的背景下，“大数据”这一术语应运而生。“大数据”的特点可用“3v”概括，即大量（volume）、高速（velocity）和多样（variety）；还有一部分学者认为“大数据”具有“5v”特点，即大量（volume）、高速（velocity）、多样（variety）、价值（value）和真实性（veracity）<sup>[7-9]</sup>。在“大数据时代”，数据已成为世界各国的基础性战略资源。做好数据治理不仅有助于提高政府的社会治理能力，还有利于提升公共服务水平。此外，“大数据”技术的产生与发展也推动了信息技术的飞速发展。过去的二十年里，组学、可穿戴设备、传感器、人工智能、数字医疗与创新技术取得了巨大的进步，并被应用于精准化、个体化医疗领域<sup>[10]</sup>。移动健康管理设备可通过人体体征传感器获取个体的健康“大数据”，如慢性病特征（心率、血压、血糖等）及生活/行为习惯（吸烟、饮酒、睡眠情况等）等方面的信息，并将其上传至云平台，进而使患者/医务人员能够随时随地对自身/患者的健康状况进行监测，有效地改善了传统慢性病管理模式，人群健康数据可获得性水平较低、连续性不足和时效性较差等问题<sup>[11]</sup>。除了可助益个体水平上的慢性病防控外，医疗健康“大数据”的应用还能群体水平上的慢性病防控带来新模式，助力实现慢性病群体特征刻画、慢性病发展预测等，进而可促进慢性病并发症风险防范和预警效果、慢性病防治工作水平的提升<sup>[12]</sup>。随着“大数据”逐步应用于慢性病防治管理领域，国内外许多学者对慢性病防控新模式开展了研究，且相关研究工作已取得了一定的成效。

## 2 “大数据”在慢性病风险预测中的应用

随着“大数据时代”的到来，“大数据”逐渐成为产学两界共同关注的焦点。作为分析“大数据”价值的关键技术，机器学习技术使研究人员能够更好地分析健康医疗“大数据”复杂多变的内部联系，已被广泛应用于数据挖掘、病因探索等领域，在疾病早期预测与诊断及预后评估中发挥着重要作用<sup>[13]</sup>。周阳等<sup>[14]</sup>选取了约20万份居民健康档案，通过机器学习中的逻辑回归、随机森林和支持向量机算法建立了3种高血压风险预测模型，并对3种模型在高血压风险预测中的应用价值进行比较、分析。研究结果显示，基于支持向量机建立的高血压风险预测模型的预测性能最为优异，预测准确率达87%。GUIDA等<sup>[15]</sup>利用逻辑回归算法构建了基于循环蛋白生物标志物的肺癌风险预测模型。相比于传统基于吸烟情况建立的肺癌风险预测模型，该模型的灵敏度和特异度

均得到明显改善。根据美国预防服务工作组（USPSTF）发布的筛选标准：（1）当总体特异度为0.83时，基于循环蛋白生物标志物、吸烟情况建立的肺癌风险预测模型的灵敏度分别为0.63、0.43；（2）当总体灵敏度为0.42时，基于循环蛋白生物标志物、吸烟情况构建的肺癌风险预测模型的特异度分别为0.95、0.86。REZAEI等<sup>[16]</sup>通过递归特征消除法（RFE）自动筛选用于预测的最佳变量集（变量集中的变量不仅包括传统危险因素，还包括多种血液生物标志物和合并症），构建了具有良好预测性能和可重复性的异质性心血管疾病风险预测模型，该模型对冠状动脉疾病、卒中的区分能力均处于中等水平（C指数分别为0.794、0.778）。未来仍需要在大量人群中对上述基于生物标志物建立的疾病风险预测模型进行验证和校准。

而在人工智能技术探索的道路上，更多高性能、灵活性更强的机器学习算法被开发出来。WANG等<sup>[17]</sup>利用纵向监测病例随访队列信息数据库，基于长短时记忆循环神经网络（RNN）开发了一种多疾病风险预测模型，该模型能够较好地预测患者未来发生疾病的风险。我国学者黄旭等<sup>[18]</sup>采用随机森林、梯度提升决策树和极端梯度提升3种集成学习算法对慢性病进行分类，将多疾病风险预测问题转化为多标签分类问题，并进一步建立了神经网络模型，以实现多种疾病风险的预测。虽然该方法提高了模型对数据的适应能力、运算速度和高维参数寻优速度，但研究者仍需进一步利用不同数据处理方法，构建更为复杂多变的神经网络模型，同时在进行问题转化的过程中也要考虑标签间关联性的问题。此外，在基因测序等技术快速发展的背景下，研究者也尝试将多组学研究引入慢性病风险预测领域。CHOI等<sup>[19]</sup>考虑了逐步逻辑回归（SLR）等变量选择和预测方法对2型糖尿病风险预测模型性能的影响，以及单核苷酸多态性（SNP）数据集对风险预测效能的影响，发现包含人口统计变量和遗传变量的预测模型与仅包含人口统计变量的预测模型相比，在预测2型糖尿病发生上更准确。MARS等<sup>[20]</sup>评价了全基因组多基因风险评估（PRS）在冠心病、2型糖尿病等5种慢性病风险预测中的附加价值，并评估了不同PRS水平下个体的终生患病风险及不同PRS水平对疾病发病和风险预测的影响。研究结果显示，与平均PRS水平相比，高PRS可能会导致个体终生患病风险增加21%~38%、疾病发病时间提前4~9年。调整年龄和性别的影响后，PRS还有助于改善模型对2型糖尿病、心房颤动、乳腺癌和前列腺癌的预测价值。除传统的三大组学外，转录组学、表观基因组学等新兴组学的出现也促进了研究者对疾病风险预测的理解<sup>[21]</sup>。但值得注意的是，多基因、多组学技术在临床中的实际应用效果仍有待进一步研究确认。

疾病风险预测是预防控制慢性病的有效措施之一。近年来，各种算法和模型不断被应用于慢性病风险预测领域，多疾病、多基因、多组学研究取得的成果也进一步推动了慢性病风险预测研究的深入开展。但目前，国内外相关风险预测模型中变量的种类较为局限，模型构建时使用的算法较为单一。同时，训练数据集和测试数据集的代表性不足，也可能导致研究结果的论证强度受限。未来在开展慢性病风险预测

研究时应注意以下3点：(1)将膳食、睡眠等健康相关因素和生物标志物纳入模型；(2)合理选择建模方法，提高模型的实用价值；(3)利用针对不同地区、人群开展的大型队列研究数据对模型进行验证。此外，还应注重对慢性病风险预测模型的转化及推广，进而助力实现慢性病的早期发现、慢性病防控“关口前移”。疾病风险预测模型的开发也为慢性病综合防控平台的搭建奠定了坚实的基础。

### 3 “大数据”慢性病综合防控平台的建设

截至2020年8月，我国已经建成了488个国家级慢性病综合防控示范区<sup>[22]</sup>。北京、上海等地均已启动并初步完成了省级卫生信息化平台建设。上海市基于3000多万份居民电子健康档案数据和100亿条临床诊疗记录，建立了“上海健康云”信息平台，该平台不仅能够为居民提供慢性病管理、预约挂号、预防接种、家庭医生等线上服务，还支持通过个体健康风险评估细化对慢性病患者的分类管理，可更好地为居民提供覆盖全生命周期的慢性病健康服务<sup>[23]</sup>。徐汇区将营养干预与“互联网+”深度融合，基于糖尿病患者的健康数据研发并启用了“合理营养自评系统”和“营养门诊咨询管理系统”，两大系统的应用使糖尿病患者的血糖、血脂水平得到了有效改善，并为系统化的慢性病营养干预模式的建立奠定了基础；闵行区利用居民电子健康档案开展糖尿病等疾病患者的筛查、管理及干预工作，通过采用基于“大数据”构建的、具备自动评分与识别功能的糖尿病筛查评分系统对辖区居民进行糖尿病筛查，目前已使近万名糖尿病前期患者得到了及时治疗，这一措施有效地提高了慢性病的早期发现率、筛查准确率<sup>[24]</sup>。近年来，浙江省宁波市鄞州区基于“互联网+健康”推出了系列管理工具。2015年搭建了“健康教育云平台”，已助力健康教育宣传在全区医疗卫生服务机构实现“全覆盖”，并逐步走向家庭；自2016年起，逐步开发和使用的“大数据”平台也为高脂血症、糖尿病及高血压等慢性病的筛查和干预提供了更加科学、精确的依据，使慢性病管理工作的效率及效果得到了明显的提高，全区高脂血症患者规范管理率达到了85.5%<sup>[25]</sup>。

然而，不同地区在工作开展机制、资源禀赋、经济基础和适宜技术开展情况等方面存在差异，要建立符合自身特色的慢性病综合防控平台还需要不断探索。因此，许多学者也开展了慢性病综合防控平台搭建研究。冯阳等<sup>[26]</sup>通过整合互联网、APP、“大数据”云计算等技术，实现了各级医疗卫生机构患者健康信息的交流共享，并结合临床经验、专业知识构建了慢性病健康网，开发了“以患者为中心”、基于移动互联的慢性病个体化管理与诊疗平台。该平台具有移动化、个性化和精准化三大特征，通过收集患者基本信息、身体体征、日常运动、健康体检等方面的数据，并利用以国内外风险评估模型为基础，结合“大数据”算法所形成的新型、具备动态运算能力的风险评估模型，为慢性病患者提供具有针对性的个体化健康管理及干预方案，提高了慢性病防控工作的质和量。陈平等<sup>[27]</sup>开发了基于“大数据”技术和医疗线上到线下(O<sub>2</sub>O)模式的“慢性病防控云平台”。“慢性病防控云平台”不仅可以提供“南京都市圈”中各医疗卫生机构的诊疗信息，

还可实现对慢性病高危人群及患者的远程监测与管理。此外，“慢性病防控云平台”还能够收集患者生命体征、就诊信息等方面的数据，并支持采用谷歌Word2Vec模型、BP神经网络模型等对输入的数据进行自然语言处理和语义识别，最终实现智能应答，即将智能搜索结果通过应答输出模块输出给用户。慢性病本体知识库系统也为智能咨询提供了基础支撑，使慢性病患者随时自诊自查成为可能。

可穿戴设备和传感器等技术的创新使得医务人员能够为更多慢性病(如轻度认知障碍、年龄相关障碍等)患者及重点人群(如老年人、儿童等)提供健康管理服务，也为慢性病综合防控平台的建设提供了更多创新思路。KYRIAZAKOS等<sup>[28]</sup>提出打造一个基于云的开源电子健康平台——eWALL。“eWALL”面向慢性病患者和衰弱的老年人群，主要由“eWALL家庭”和“eWALL云”两部分组成。“eWALL家庭”承载了整体感知功能，负责收集环境、生活、健康等方面的相关参数，上传、储存并追踪患者各项数据；“eWALL云”负责管理和分析来自患者家庭的数据。“eWALL”还提供了多种应用程序，以帮助患者进行自我健康管理，有效地减轻了患者及其家庭的负担。

基于“大数据”的慢性病综合防控平台覆盖范围广、服务类型多，能够提升慢性病健康管理系统整体效益，充分发挥医疗健康“大数据”的价值，让优质的慢性病防控资源惠及更多患者，为慢性病及精准医疗领域研究深入开展提供了不竭动力。今后，应进一步根据国家各项政策措施，扩大基于“大数据”的慢性病综合防控平台的推广和使用范围，充分调动慢性病患者参与积极性，进而提高其对慢性病综合防控平台的知晓率和使用率。并且，随着信息化技术的发展，应不断完善、创新平台建设，提高慢性病患者健康相关数据上传的实时性，优化平台/APP的服务功能和细节问题，努力实现对患者全生命周期电子健康记录的采集、储存和管理，最终助力数字医疗发展。

### 4 小结

尽管我国慢性病防控策略与技术经过了多年的研究与发展，但慢性病仍是危害我国居民身体健康的重大公共卫生问题。若要进一步提升慢性病防治工作水平，最主要的就是顺应时代变化和发展，结合“大数据时代”背景下的多种新兴信息技术，搭建起包括遗传与环境交互作用效应评估、生活/行为方式评估、疾病风险预警评估等功能在内的智能化慢性病综合防控平台。慢性病综合防控平台通过对不同人群(包括健康人群、高危人群及慢性病患者)的健康医疗数据进行采集，并利用基于数据挖掘、深度机器学习、人工神经网络等技术构建的慢性病风险预测模型，可识别出个体发生慢性病的危险因素，为健康人群提供健康生活、行为方式等方面的指导，对高危人群发生慢性病的危险因素进行监测、评估和干预，为慢性病患者提供精准化的治疗方案及健康监测服务。总之，“大数据时代”的到来为慢性病综合防控带来了更多的可能。

作者贡献：解夕黎负责文章的构思与设计、可行性分析、论文撰写与修订；孙明负责文献/资料收集；贾雯涵负责文献/资料整理；皮静波负责文章的质量控制及审核；马亚楠对

文章整体负责, 监督管理。

本文无利益冲突。

### 参考文献

- [1] 吕兰婷, 邓思兰. 我国慢性病管理现状、问题及发展建议 [J]. 中国卫生政策研究, 2016, 9 (7): 1-7. DOI: 10.3969/j.issn.1674-2982.2016.07.001.  
LYU L T, DENG S L. The current status and development strategies of chronic disease management in China [J]. Chinese Journal of Health Policy, 2016, 9 (7): 1-7. DOI: 10.3969/j.issn.1674-2982.2016.07.001.
- [2] 国务院新闻办公室. 《中国居民营养与慢性病状况报告 (2020年)》发布会图文实录 [EB/OL]. (2020-12-23) [2021-03-06]. <http://www.scio.gov.cn/xwfbh/xwfbh/wqfbh/42311/44583/wz44585/Document/1695276/1695276.htm>.
- [3] GUO Y, LIU X, PENG S, et al. A review of wearable and unobtrusive sensing technologies for chronic disease management [J]. Comput Biol Med, 2021, 129 (2): 104163. DOI: 10.1016/j.compbiomed.2020.104163.
- [4] 周光华, 辛英, 张雅洁, 等. 医疗卫生领域大数据应用探讨 [J]. 中国卫生信息管理杂志, 2013, 10 (4): 296-300. DOI: 10.3969/j.issn.1672-5166.2013.04.04.
- [5] 胡秀静, 王怡, 王家骥, 等. 慢性病管理的信息化建设研究与实践探讨 [J]. 慢性病学杂志, 2018, 19 (12): 1625-1628. DOI: 10.16440/j.cnki.1674-8166.2018.12.002.
- [6] 孟群, 尹新, 陈禹. 互联网+慢病管理的研究与实践 [J]. 中国卫生信息管理杂志, 2016, 13 (2): 119-123. DOI: 10.3969/j.issn.1672-5166.2016.02.03.
- [7] RUMSFELD J S, JOYNT K E, MADDOX T M. Big data analytics to improve cardiovascular care: promise and challenges [J]. Nat Rev Cardiol, 2016, 13 (6): 350-359. DOI: 10.1038/nrcardio.2016.42.
- [8] 孟小峰, 慈祥. 大数据管理: 概念、技术与挑战 [J]. 计算机研究与发展, 2013, 50 (1): 146-169.
- [9] 葛海燕, 美国跃, 祭伟, 等. 基于大数据的慢性病健康管理服务研究进展 [J]. 健康教育与健康促进, 2019, 14 (1): 56-60. DOI: 10.16117/j.cnki.31-1974/r.201901017.
- [10] SUBRAMANIAN M, WOJTUSCISZYN A, FAVRE L, et al. Precision medicine in the era of artificial intelligence: implications in chronic disease management [J]. J Transl Med, 2020, 18 (1): 472. DOI: 10.1186/s12967-020-02658-5.
- [11] 叶天瑜, 王高玲. 医疗健康大数据在慢性病管理中的应用研究 [J]. 卫生经济研究, 2017, 24 (2): 67-69.
- [12] 张翼鹏, 黄竹青, 陈敏. 公共卫生大数据应用模式探讨 [J]. 中国数字医学, 2019, 14 (1): 33-35. DOI: 10.3969/j.issn.1673-7571.2019.01.010.
- [13] 孙涛, 徐秀林. 基于机器学习的医疗大数据分析与应用 [J]. 软件导刊, 2019, 18 (11): 10-14. DOI: 10.11907/rjdk.191047.
- [14] 周阳, 王妮, 黄艳群, 等. 基于社区居民健康大数据预测高血压的患病风险 [J]. 医学信息, 2020, 33 (6): 1-4. DOI: 10.3969/j.issn.1006-1959.2020.
- [15] GUIDA F, SUN N, BANTIS L E, et al. Assessment of lung cancer risk on the basis of a biomarker panel of circulating proteins [J]. JAMA Oncol, 2018, 4 (10): e182078. DOI: 10.1001/jamaoncol.2018.2078.
- [16] REZAEI M, PUTRENKO I, TAKEH A, et al. Development and validation of risk prediction models for multiple cardiovascular diseases and type 2 diabetes [J]. PLoS One, 2020, 15 (7): e235758. DOI: 10.1371/journal.pone.0235758.
- [17] WANG T, TIAN Y, QIU R G. Long short-term memory recurrent neural networks for multiple diseases risk prediction by leveraging longitudinal medical records [J]. IEEE J Biomed Health Inform, 2020, 24 (8): 2337-2346. DOI: 10.1109/JBHI.2019.2962366.
- [18] 黄旭, 贺松, 席欢欢, 等. 基于 Xgboost 和 Keras 框架的多疾病风险预测 [J]. 智能计算机与应用, 2020, 10 (9): 109-112. DOI: 10.3969/j.issn.2095-2163.2020.09.026.
- [19] CHOI S, BAE S, PARK T. Risk prediction using genome-wide association studies on type 2 diabetes [J]. Genomics Inform, 2016, 14 (4): 138-148. DOI: 10.5808/GI.2016.14.4.138.
- [20] MARS N, KOSKELA J T, RIPATTI P, et al. Polygenic and clinical risk scores and their impact on age at onset and prediction of cardiometabolic diseases and common cancers [J]. Nat Med, 2020, 26 (4): 549-557. DOI: 10.1038/s41591-020-0800-0.
- [21] TAHIR U A, GERSZTEN R E. Omics and cardiometabolic disease risk prediction [J]. Annu Rev Med, 2020, 71: 163-175. DOI: 10.1146/annurev-med-042418-010924.
- [22] 中国新闻网. 国家卫健委新增 123 个慢性病综合防控示范区 [EB/OL]. (2021-08-22) [2021-09-04]. <https://www.chinanews.com/gn/2020/08-22/9271603.shtml>.
- [23] 上海市卫生健康委员会, 上海市中医药管理局. 创新信息化引领: 上海健康云助力构建医防融合的整合型健康服务 [EB/OL]. (2020-06-12) [2021-05-04]. <http://wsjkw.sh.gov.cn/gzdt/1/20200612/be28434a191a4aed98141868ebfbee9e.html>.
- [24] 刘丹妮, 杨群娣, 郑杨, 等. 上海市第一批国家慢性病综合防控示范区健康环境建设及成效评估 [J]. 上海预防医学, 2020, 32 (6): 492-496. DOI: 10.19428/j.cnki.sjpm.2020.19550.
- [25] 李辉, 陈奇, 林鸿波, 等. 信息化和大数据应用助推示范区建设精准发力: 浙江省宁波市鄞州区慢性病综合防控示范区建设经验 [J]. 中国慢性病预防与控制, 2018, 26 (3): 212-213. DOI: 10.16386/j.cjpcd.issn.1004-6194.2018.03.013.
- [26] 冯阳, 冯益国. 基于移动互联网的慢病管理诊疗平台的建设研究 [J]. 软件产业与工程, 2016, 7 (2): 39-42. DOI: 10.3969/j.issn.1674-7933.2016.02.002.
- [27] 陈平, 帅仁俊, 郭汉, 等. 面向慢性非传染病综合防控云平台的开发与应用 [J]. 中国医疗设备, 2019, 34 (3): 87-90. DOI: 10.3969/j.issn.1674-1633.2019.03.024.
- [28] KYRIAZAKOS S, PRASAD R, MIHOVSKA A, et al. EWALL: an open-source cloud-based eHealth platform for creating home caring environments for older adults living with chronic diseases or frailty [J]. Wireless Pers Commun, 2017, 97 (2): 1835-1875. DOI: 10.1007/s11277-017-4656-7.

(收稿日期: 2021-10-22; 修回日期: 2022-02-07)

(本文编辑: 陈俊杉)