

· 智慧医疗 · doi:10.3969/j.issn.1671-8348.2022.03.030

网络首发 <https://kns.cnki.net/kcms/detail/50.1097.R.20211025.1441.044.html>(2021-10-25)

以糖尿病为例分析人工智能在基层社区慢性病防控中的应用*

吕宏尧¹, 易旻晗², 尹宏鹏², 朱彩蓉^{1△}

(1. 四川大学公共卫生学院, 成都 610041; 2. 重庆大学自动化学院 400044)

[摘要] 慢性病指不传染、长期积累形成机体形态损害的疾病总称, 防控不及时将造成生命、经济等方面的危害。基层医疗资源缺乏、慢性病防控体系欠缺是我国慢病防控的焦点问题。用人工智能助力慢性病防控是解决基层慢性病防控问题的重要思路。本文提出了基层慢性病防控急需解决的重要问题, 对人工智能在医学领域的应用进行了概述, 对人工智能在慢性病防控领域的作用进行了分析, 并以糖尿病为例, 详细阐述了人工智能在糖尿病防控和紧急救治等方面的应用, 指出在基层社区内可利用人工智能辅助糖尿病患者救治、指导居民血糖管理、推送疾病管理健康指南等, 体现了人工智能的非凡效率。这些措施不仅可用在糖尿病上, 也可推广到心脑血管病、肿瘤等其他慢性病上。人工智能对防控慢性病、保障人民生命健康具有重要意义。

[关键词] 人工智能; 社区; 慢性病防控; 糖尿病

[中图法分类号] R587.1

[文献标识码] A

[文章编号] 1671-8348(2022)03-0499-05

Application of artificial intelligence in the prevention and control of chronic diseases in grassroots communities using diabetes as an example*

LYU Hongyao¹, YI Minhan², YIN Hongpeng², ZHU Cairong^{1△}

(1. School of Public Health, Sichuan University, Chengdu, Sichuan 610041, China;

2. School of Automation, Chongqing University, Chongqing 400044, China)

[Abstract] Chronic diseases refer to a general term for diseases that are not contagious and accumulate over time to form damage to the body. Inadequate prevention and control will cause harm to life, economy and other aspects. The lack of primary medical resources and the lack of chronic disease prevention and control system are the focal issues of chronic disease prevention and control in China. The use of artificial intelligence (AI) to help prevent and control chronic diseases is an important idea to solve the problem of preventing and controlling chronic diseases at the grassroots level. This study presents some important issues that need to be urgently addressed in the prevention and control of chronic diseases at the grassroots level. An overview of the application of AI in the medical field is given. The role of AI in the field of chronic disease prevention and control is analyzed. It also elaborates on the application of AI in diabetes prevention and control and emergency treatment, using diabetes as an example. It is pointed out that AI can be used within grassroots communities to assist in the rescue and treatment of diabetic patients, guide residents in blood glucose management, and push out health guidelines for disease management. The extraordinary efficiency of artificial intelligence is demonstrated. These measures can be applied not only to diabetes, but also to other chronic diseases such as cardiovascular and cerebrovascular diseases and oncology. Artificial intelligence is important for the prevention and control of chronic diseases and the protection of people's lives and health.

[Key words] artificial intelligence; community; chronic disease prevention and control; diabetes

近 40 年来, 我国经历了工业化、城市化、老龄化等社会经济快速转型, 慢性病(简称慢病)患者不断增加, 目前确诊的非传染性疾病患者已超过 2.6 亿^[1-2]。慢病已成为影响我国经济社会发展的重大公共卫生

* 基金项目: 国家自然科学基金面上项目(81673273)。 作者简介: 吕宏尧(1999—), 本科, 主要从事公共卫生与预防医学的研究。

△ 通信作者, E-mail: cairong.zhu@hotmail.com。

问题,预计到2030年,非传染性疾病将成为所有低、中收入国家中最大的发展障碍^[3],并且是世界上引起死亡最广泛的因素^[4]。根据国务院发布的《中国居民营养与慢性病状况报告(2015年)》,慢病导致的死亡占总死亡人数的86.6%。更为严峻的是,由于疾病谱的变化和人口老龄化的快速发展,预计未来10~15年,我国慢病仍呈快速增长态势^[5]。我国因基层人力资源缺乏、相关专业人员不足、管理手段落后等问题,造成在基层的慢病防控上仍然存在诸多欠缺。近年来,随着大数据、人工智能(AI)和社区服务体系的不断完善,慢病防控取得长足的进步,特别是AI技术,有可能成为基层慢病防控的重要手段。

1 目前慢病防控中存在的主要问题

目前,我国慢病防治领域存在的主要问题是“重治疗、轻预防”,我国慢病防控体系仍处于初级阶段,缺乏健全的综合管理^[2,6]。

1.1 慢病防控意识不足

我国基层疾病预防控制中心工作人员对慢病的快速发病趋势及其严重的危害性认识不足,防治重视不够,甚至认为慢病只影响富裕人口和老年人,其发生完全是由自身相关因素引起的,它们的控制是无效的或过于昂贵的^[4]。此外社会人群对慢病认识不足、缺乏应有的慢病防控意识,往往等到慢病急性发作、疾病进展才进入医院就医,这在一定程度上影响了疗效^[2,7]。

1.2 经济制约因素

基层财政财力不足,缺乏财政支持阻碍了大多数基层地区预防、治疗和研究的能力发展,并且近年全球经济因素对慢病风险的影响阻碍了慢病防治进展。卫生政策与医疗资源向急症救护的方向倾斜,一定程度上限制了慢病防控体系的发展^[4]。我国基层社区医疗资源缺乏、交通不便,加上我国幅员辽阔,全国各地发展不均衡,在防控中更注重经济效益,而忽略了社会效益,一定程度上限制了慢病防控的发展。

1.3 人力影响因素

基层防病机构人力资源短缺,人才断档问题严重,人员知识结构欠合理、专业化水准不高、更新不及时等,也制约了慢病防控的发展^[7]。

2 利用AI技术解决当前难题

AI技术和方法使计算机能够模拟人类的思维过程,完成学习、规划等任务,解决相对独立的智能问题,代替人员更快速更精确地进行繁重的科学和工程计算^[8-9]。

慢病防控良好的高收入国家经验表明:应对措施必须是全面和多部门的,整合健康促进、预防和治疗战略,并让社区和卫生部门参与进来。这种多维度联

合防控手段的实施需要运作良好的卫生系统来保障^[3]。但我国基层人力资源缺乏、相关专业人员不足、管理手段落后等问题,限制了卫生系统的高速、高效运作。近30年AI技术逐渐发展成熟,为解决基层人力资源和专业化不足等矛盾起到了非常重要的作用。

当前AI已在医学领域得到重要的应用。AI已经成功应用于放射医学、病理学和皮肤病学等图像分析,并且在未来的其他医疗实践中也有更广泛的应用前景^[10]。利用AI可以让有限的医疗资源得到充分利用,解决人力资源不足和数据分析烦琐等缺陷,提高慢病防控的管理质效。因此,利用AI技术助力慢病防控是解决基层慢病防控问题的重要思路,对保障人民生命健康意义重大,当前AI助力慢病防控成为新的重要方向。

3 AI在医学领域应用现状

AI在复杂图像识别与处理、深度学习、专家决策与咨询、大数据分析等方面具有人类无法比拟的优势,在医学领域已得到广泛应用。

3.1 远程会诊

远程会诊技术已相当成熟且初具规模。全国已有多家医院与第三方平台合作搭建远程医疗平台,借助AI不仅可以为患者提供远程医疗服务,会诊时医生在远程医疗平台获取患者的疾病相关资料、诊疗经过等数据,而且系统还能参考目前最前沿的国际诊疗方案及临床试验项目情况,为患者规划个体化的治疗方案或建议^[11]。

3.2 辅助影像诊断技术

医学影像学、医学检测与AI相结合的AI辅助影像诊断技术发展前景良好、成果丰硕,大大缓解了影像学从业人员短缺、诊断速度慢、图像分析精准度不高等缺点。利用AI辅助影像诊断技术可以分析临床病理特征与检验结果,依靠卷积神经网络、Hopfield神经网络、生成式对抗网络技术实现图像分类、目标检测、物体分割和图像生成,为临床诊疗提供高效服务^[12]。

3.3 智慧医疗

融合物联网、云计算等技术,以患者数据为中心的智慧医疗结合新型传感器、物联网、通信等技术,构建出以电子健康档案为中心的区域医疗信息平台,整合各医院业务流程,优化区域医疗资源,实现跨医疗机构的在线预约和双向转诊,缩短病患就诊流程、缩减相关手续、合理化分配医疗资源。

3.4 慢病防控

目前我国较多地区已经以AI技术为基础,搭建了众多慢病管理平台,应用效果良好。传统的慢病管

理主要是患者自我管理和医生定期管理,而患者自我管理的效果并不理想,医生因为工作繁忙,有时对于患者的管理也不够细致、到位。而 AI 可在监测血压、血糖管理、用药提醒等方面给予指导,督促患者谨遵医嘱,保持健康的行为习惯,以控制心血管病。帅仁俊等^[13]研究设计了一种基于 AI 的慢病高危管理及管理效果自动评估系统。该系统以患者病历、个人信息等建立健康档案,并用 AI 技术对此类患者进行风险评估,从而进行监控和跟踪,取得了很好的效果。LABOVITZ 等^[14]研究表明,依托 AI 的实时监测有可能增加患者的依从性并纠正不当行为。陈瑶等^[15]指出 AI 在肿瘤筛查过程中大大减轻了人工负担,提高了准确率,有利于早期诊断、早期治疗,提高了肿瘤的预防和控制效果;而基于数字病理学的乳腺癌诊断则拥有海量数据信息,数据量化分析与神经网络相结合,能显著提高病理医生的诊断时效与准确率,为后期精准治疗提供科学依据。

我国城乡发展不均衡、医疗资源分配不合理的特点,决定了解决基层慢病防控存在问题具有重要的现实意义。相较于传统方式,AI 与慢病管理的融合提高了患者的依从性和慢病管理的效率,节约了宝贵的医疗资源和成本。当前,远程会诊、AI 辅助诊断和智慧医疗、医学继续教育方面已经取得了一些重要的经验,可在基层社区和医疗卫生部门推广应用,助力慢病防控。

4 AI 在基层社区糖尿病防控中的应用

调查显示,目前我国 18 岁以上 II 型糖尿病和糖尿病前期患病率分别高达 11.6% 和 50.1%,且仍呈上升趋势,目前我国糖尿病的知晓率、治疗率及控制率均未超过 50%,在糖尿病的预防和管理中仍需面对医疗资源短缺的难题^[16]。改变生活方式、控制危险因素是主要的预防手段,而定期监测血糖水平、随访调整药物剂量是主要的治疗方式。如何有效地、个体化地实现糖尿病预防及治疗是领域内研究的热点。

近年来,AI 技术不断涌入糖尿病防治领域^[17]。国家代谢性疾病临床医学研究中心主任宁光院士团队,与阿里健康 AI 实验室共同研发的“瑞宁知糖”,就是通过结合大量的临床数据,利用机器学习算法建立模型,从而预测出个体 3 年后患糖尿病的概率,这种智能糖尿病筛查手段具有创伤较小、可及性高的特点^[18]。在此基础上,该合作团队还在积极探索糖尿病及其并发症的预测、预测后干预、糖尿病知识智能问答等领域,并拓展到其他疾病的预测与诊疗中。基于此,利用 AI 助力糖尿病综合防控平台的建立可能是未来研究的重点。

在预防方面,通过 AI 综合防控平台分析出个体

的危险因素,预测出糖尿病患病风险,提出个体化的生活方式干预及危险因素防控策略,提高个人的健康意识,降低糖尿病的发病率^[19]。

在治疗方面,对于使用胰岛素降糖的患者,结合目前已有的“闭环式人工胰岛”的模式,通过 AI 给出个体化的血糖监测方案,以及相应的胰岛素剂量调整方案,自动完成血糖-胰岛素剂量闭环调整过程^[20]。对于口服药物的患者,可通过 AI 分析出适合个体生活方式的最优血糖监测方案,患者完成血糖监测后,根据血糖数据指导调整药物剂量,最终实现智能化、个体化的血糖调控^[21]。

在并发症防治方面,借助 AI 眼底图像识别技术、免散瞳眼底照相机及互联网组成的筛查单元,可以帮助非眼科专业的基层医生初步完成糖尿病眼底病变的筛查与诊疗服务^[22]。

AI 综合防控平台在基层的应用,随着深度神经网络、超限学习机方法、支持向量机方法及自然语言处理等技术的发展,AI 技术正在逐渐适应临床日常实践,有助于糖尿病患者自我管理和高效诊疗。因此,这些方法为提高患者的生活质量提供了强有力的工具^[23-24]。

而针对基层医疗资源缺乏的问题,基层医疗机构可以为社区居民(或患者)提供监测血糖的设备,该设备在进行数据的收集之后,会立即将数据传回慢病管理平台^[25];同时慢病管理平台会与基层卫生系统相连接,这有利于医生了解其血糖情况,减少了医生的随访压力,缓解了基层人力资源不足的现状;并且利用 AI 技术对血糖数据进行智能分析,可以及时将血糖异常情况反馈给患者本人或医生,通过及时用药调节血糖至正常范围,这也改变了往常固定时间给药的模式,对于个体化血糖控制和并发症预防至关重要。在分级诊疗方面,利用 AI 根据患者身体状况为患者智能化推荐医院,这样不仅有利于医院尽早地全方位了解患者病情,进行针对性的有效救治;其次促进、完善分级诊疗的发展,避免“小病大治”,缓解综合性医院看病难的矛盾;同时也为患者节省了时间,节约医疗费用,提高经济效益。若患者出现急性并发症等,需要立刻抢救,而基层医疗救助能力有限,慢病管理平台可以利用 AI 技术进行智能分析,辅助医生进行救治;当 AI 技术难以处理时将自动发起远程会诊,由上级医院医生指导基层医生进行救治;当基层的医疗条件不能够满足治疗患者的需求时,还可使用智能救护车向上级医院转诊,这些 AI 手段已在糖尿病防治领域得到推广应用^[17]。

近年来在糖尿病患者紧急救治方面,AI 的作用也越显突出。DANANJAYAN 等^[26]报道了 5G 技术

可以运用于救护车提供紧急救护服务,配备在救护车上的 5G 传感器和移动健康监测系统将患者的生命体征实时传递给医生,且不会出现任何网络问题,在随车救护人员的帮助下,为急送途中患者提供必要紧急救治,为后续救护服务提供了宝贵的时间。智能救护车不仅能更好地保障患者的生命健康,在运送患者的过程中,还能够更平稳、更安全,这样提高了救治效率,使得患者存活的概率也大大地提高了。

此外,当患者遇上突发情况无法及时就医,而且身边也没有药物时,可以使用无人机进行药物运输。THIELS 等^[27]报道了利用无人机进行医疗物资运输,探讨了使用无人机运送医疗产品(包括血液衍生物和药品)的优点、可行性及应用前景。在患者得到良好的救治,顺利地恢复了健康以后,AI 系统还可以根据每个患者不同的身体状态进行不同的智能推荐和健康教育指导^[28]。患者在了解、学习慢病有关知识后,个人健康意识会有所增强,这也利于慢病的防控。

5 未来与展望

AI 慢病防控领域近年来发展良好,但仍然存在相关知识水平不够、专业性不够强、应用效率低下、效果不佳的矛盾,诸多方面的问题需尽快提出优质的办法进行解决,并且高端智慧医疗模式面对资源互通、数据共享和系统链接方面和政策力度方面仍面临诸多挑战^[23]。为解决这些问题,可使用优化的 AI 技术。机器(计算机)通过分层数学模型(算法)处理海量数据集(大数据)来学习使用生物统计学检测无法破译的模式,纠正算法错误(培训)增加了 AI 预测模型的信心等方法进行解决,提高 AI 在慢病防控领域中的效能;此外,通过 AI 可以优化慢病患者的护理轨迹,实施复杂疾病的精确治疗,减少医疗错误^[10]。这些 AI 技术不仅可以用在糖尿病上,也能推广到心脑血管病、肿瘤等其他慢病上。

在我国提出“中国制造 2025”规划的今天,AI 作为最新一轮科技产业革命的产物,已经到达国家战略的高度,兼具医学、数学、计算机、物理等领域技术,本文列举的医学领域相关应用技术只是其中一部分,相信 AI 能够改进现有技术的不足,探索更多先进的技术解决方案,加速医学发展进程,创造更加先进的医疗体系,造福人类。

志谢:陆军军医大学附属第二医院神经外科张作鑫博士、曹勇勇硕士在文献整理和分析方面的帮助。

参考文献

[1] COCKERHAM W C, HAMBY B W, OATES G R. The social determinants of chronic disease

[J]. *Am J Prev Med*, 2017, 52(1S1): S5-S12.

[2] LI X M, RASOOLY A, PENG B, et al. An analysis on intersectional collaboration on non-communicable chronic disease prevention and control in China: a cross-sectional survey on main officials of community health service institutions[J]. *BMC Health Serv Res*, 2017, 17(1): 711.

[3] ROBINSON H M, HORT K. Non-communicable diseases and health systems reform in low-and-middle-income countries [J]. *Pac Health Dialog*, 2012, 18(1): 179-190.

[4] YACH D, HAWKES C, GOULD C L, et al. The global burden of chronic diseases - Overcoming impediments to prevention and control[J]. *JAMA*, 2004, 291(21): 2616-2622.

[5] 国家卫生计生委疾病预防控制局. 中国居民营养与慢性病状况报告-2015 年[M]. 北京:人民卫生出版社, 2015.

[6] RANI M, NUSRAT S, HAWKEN L H. A qualitative study of governance of evolving response to non-communicable diseases in low-and middle-income countries: current status, risks and options[J]. *BMC Public Health*, 2012, 12: 877.

[7] HAN M, SHI X M, CAI C, et al. Evolution of non-communicable disease prevention and control in China[J]. *Glob Health Promot*, 2019, 26(4): 90-95.

[8] TOPOL E J. High-performance medicine: the convergence of human and artificial intelligence [J]. *Nat Med*, 2019, 25(1): 44-56.

[9] HWANG J, KIM J Y, CHOI H. A review of magnetic actuation systems and magnetically actuated guidewire- and catheter-based microrobots for vascular interventions [J]. *Intell Serv Robot*, 2020, 13(1): 1-14.

[10] MILLER D D, BROWN E W. Artificial intelligence in medical practice: the question to the answer? [J]. *Am J Med*, 2018, 131(2): 129-133.

[11] LIANG J, ZHENG X, CHEN Z, et al. The experience and challenges of healthcare-reform-driven medical consortia and Regional Health Information Technologies in China: A longitudinal study [J]. *Int J Med Inform*, 2019, 131: 103954.

- [12] WATANABE A, HIROSE N, KIM H, et al. Convolutional neural network (CNNs) based image diagnosis for failure analysis of power devices[J]. *Microelectronics Reliability*, 2019, 100-101:113399.
- [13] 帅仁俊, 陈平, 马力, 等. 基于 AI 的慢病高危管理系统研究与设计[J]. *中国数字医学*, 2019, 14(1):21-23.
- [14] LABOVITZ D L, SHAFNER L, GIL M R, et al. Using artificial intelligence to reduce the risk of nonadherence in patients on anticoagulation therapy[J]. *Stroke*, 2017, 48(5):1416.
- [15] 陈瑶, 吕青. 人工智能在乳腺癌筛查与诊断中的研究现状[J]. *中国普外基础与临床杂志*, 2019, 26(5):625-630.
- [16] 中华医学会糖尿病学分会. 中国 2 型糖尿病防治指南(2017 年版)[J]. *中国实用内科杂志*, 2018, 38(4):292-344.
- [17] BUCH V, VARUGHESE G, MARUTHAPPU M. Artificial intelligence in diabetes care[J]. *Diabet Med*, 2018, 35(4):495-497.
- [18] 渝小苏. 国人糖尿病风险评估方案今日出炉, 3 年患病风险一键知晓[OL]. [2017-11-14](2021-07-11). https://www.sohu.com/a/204307809_377330.
- [19] EGHBALI-ZARCH M, TAVAKKOLI-MOGH ADDAM R, ESFAHANIAN F, et al. Pharmacological therapy selection of type 2 diabetes based on the SWARA and modified MULTI-MOORA methods under a fuzzy environment [J]. *Artif Intell Med*, 2018, 87:20-33.
- [20] CAPPON G, VETTORETTI M, MARTURANO F, et al. A Neural-Network-Based approach to personalize insulin bolus calculation using continuous glucose monitoring[J]. *J Diabetes Sci Technol*, 2018, 12(2):265-272.
- [21] WANG L, GAO P, ZHANG M, et al. Prevalence and ethnic pattern of diabetes and prediabetes in China in 2013 [J]. *JAMA*, 2017, 317(24):2515-2523.
- [22] RAJALAKSHMI R, SUBASHINI R, ANJANA R M, et al. Automated diabetic retinopathy detection in smartphone-based fundus photography using artificial intelligence [J]. *Eye (Lond)*, 2018, 32(6):1138-1144.
- [23] CONTRERAS I, VEHI J. Artificial intelligence for diabetes management and decision support: literature review[J]. *J Med Internet Res*, 2018, 20(5):e10775.
- [24] YOM-TOV E, FERARU G, KOZDOBA M, et al. Encouraging physical activity in patients with diabetes: intervention using a reinforcement learning system[J]. *J Med Internet Res*, 2017, 19(10):e338.
- [25] LIYANAGE H, LIAW S T, KUZIEMSKY C, et al. Ontologies to improve chronic disease management research and quality improvement studies - a conceptual framework [J]. *Stud Health Technol Inform*, 2013, 192:180-184.
- [26] DANANJAYAN S, RAJ G M. 5G in health-care: how fast will be the transformation? [J]. *Ir J Med Sci*, 2021, 190(2):497-501.
- [27] THIELS C A, AHO J M, ZIETLOW S P, et al. Use of unmanned aerial vehicles for medical product transport[J]. *Air Med J*, 2015, 34(2):104-108.
- [28] LI J, HUANG J, ZHENG L, et al. Application of artificial intelligence in diabetes education and management: present status and promising prospect[J]. *Front Public Health*, 2020, 8:173.

(收稿日期:2021-04-16 修回日期:2021-09-12)