

DOI: 10.13376/j.cblls/2024005

文章编号: 1004-0374(2024)01-0030-09



袁天蔚, 中国科学院上海营养与健康研究所生命科学信息中心馆员, 主要从事生命健康与生物医药领域战略情报研究。近年来重点围绕慢性病防控与健康促进、神经科学与类脑智能、人工智能医学应用等领域开展战略规划和学科情报研究。



张丽雯, 中国科学院上海营养与健康研究所生命科学信息中心馆员, 主要从事生命科学与生物技术领域的科技情报研究, 参与国家自然科学基金委、中国科协、中国科学院等来源项目十余项, 发表中英文文章十余篇。

2023年慢性病防控领域发展态势

袁天蔚, 阮梅花, 朱成姝, 张学博, 熊 燕, 张丽雯*

(中国科学院上海生命科学信息中心, 中国科学院上海营养与健康研究所, 上海 200031)

摘要: 慢性病是威胁人类生命健康的“头号杀手”, 近年来发病率不断上升, 且呈现年轻化趋势, 防控形势十分严峻。本文围绕慢性病防控的政策支持、技术革新、场景应用 3 个方面分析了 2023 年的主要进展。政策支持方面, 各国家/地区持续布局, 推动慢性病防控科技创新发展; 技术革新方面, 医疗大模型赋能慢性病防控进入新阶段; 场景应用方面, 慢性病“预防-诊断-治疗”持续取得新进展, 出现了更加主动的预防模式、更加精准的诊断方法、更加多样的治疗手段; 并提出慢性病防控的未来发展趋势为“精准化”“个体化”“数智化”“一体化”。

关键词: 慢性病; 预防控制; 精准化; 数智化

中图分类号: G353 **文献标志码:** A

Progress of prevention and control of chronic diseases in 2023

YUAN Tian-Wei, RUAN Mei-Hua, ZHU Cheng-Shu, ZHANG Xue-Bo, XIONG Yan, ZHANG Li-Wen*

收稿日期: 2024-01-05; 修回日期: 2024-01-10

基金项目: 中国科学院文献情报能力建设专项(E3290422)子课题“生命科学与健康领域科技态势分析与服务”

*通信作者: E-mail: zhangliwen@sinh.ac.cn

(Shanghai Information Center for Life Sciences, Shanghai Institute of Nutrition and Health,
Chinese Academy of Sciences, Shanghai 200031, China)

Abstract: Chronic diseases are the most important threats of human life and health. In recent years, the incidence rate has been rising and the patients have been younger, making the prevention and control situation extremely severe. This paper analyzes the main progress of prevention and control of chronic diseases in 2023 from three aspects: policy support, technological innovation, and application scenario. In terms of policy support, countries/regions continue to lay out strategies and programs. In terms of technological innovation, medical large models empower a new stage in the prevention and control of chronic diseases. In terms of application scenario, continuous progress has been made in the process of “prevention-diagnosis-treatment” of chronic diseases, which include more proactive prevention methods, more accurate diagnostic techniques, and more diverse therapies. Finally, this article looks forward to the future development prospects of prevention and control of chronic diseases.

Key words: chronic diseases; prevention and control; precision; digitalization and intelligitization

慢性非传染性疾病(以下简称慢性病)起病缓、病程长、发作反复、治疗效果不显著,有些几乎不能治愈。慢性病发病受到经济社会、生态环境、生活方式、遗传等多种因素的影响,尤其是人口老龄化、不健康生活习惯。近年来,慢性病发病率上升且呈年轻化趋势,造成的经济负担不断增大,慢性病防控压力仍然巨大。各主要国家/地区面向慢性病防控制定了多项政策规划,2023年以来持续布局,推动慢性病防控科技创新发展。我国将“慢性病综合防控”上升为国家战略。在“大数据+大算力+强算法”的推动下,医疗大模型等技术重塑慢性病防控手段,在慢性病的“预防-诊断-治疗”方面持续取得新进展。本文重点梳理了慢性病防控领域在政策支持、技术革新以及场景应用等方面的进展与举措,展望了慢性病防控的“精准化”“个体化”“数智化”“一体化”发展趋势与前景。

1 慢性病概况

随着全球人口健康状况不断改善,预期寿命显著增加,慢性病已成为全球最大的疾病负担,防控工作面临巨大挑战。据世界卫生组织(WHO)2023年5月发布的《2023世界卫生统计报告》(World Health Statistics 2023),2019年全球近3/4(4 100万)的死亡与慢性病有关,其中,心血管疾病、癌症、慢性呼吸系统疾病、糖尿病这4种主要慢性病导致约3 330万人死亡,包括心血管疾病1 790万、癌症930万、慢性呼吸系统疾病410万、糖尿病200万^[1]。同时,糖尿病成为导致伤残调整生命年(DALYs)的主要因素之一。2021年全球各年龄段的糖尿病患者约有5.29亿,2型糖尿病占80%以上,与肥胖、饮食、环境、吸烟等因素有关,预计到

2050年将增加至13.1亿人^[2]。

近年来我国医疗水平不断提高,重大慢性病的过早死亡率呈现下降趋势,从2015年的18.5%下降到2022年的15.2%,降幅达到17.8%^[3]。而随着人口老龄化程度的不断加剧、居民生活方式的深刻变化,慢性病发病率上升且呈年轻化趋势。超过1.9亿老年人患有慢性病,18岁及以上居民高血压患病率达25%,血脂异常达40%^[4];6~17岁儿童、青少年超重肥胖率达19.0%^[5],儿童、青少年肥胖问题不断凸显。慢性病死亡人数占居民总死亡的比例超过80%,导致的疾病负担占疾病总负担的70%以上。随着以“健康为中心”理念的不断加强,需要把“以预防为主”摆在更加突出的位置,促进慢性病的早筛查、早发现、早诊断、早治疗、早康复。总体而言,我国慢性病预防控制工作形势严峻,压力巨大,不容放松。

2 慢性病防控领域的现状

2.1 政策支持,持续布局推动慢性病防控科技创新发展

WHO呼吁加强肿瘤的预防筛查与诊治,2023年2月发布了最新的全球乳腺癌行动框架,为实现“到2040年避免250万人死于乳腺癌”的目标提供路线图。美国公布了2024财年总统科学、技术、创新的预算计划,包括78亿美元用于支持国家癌症研究所的“癌症登月计划”、25亿美元用于支持国家精神卫生研究所来应对心理健康危机、10亿美元用于生物医学高级研究与开发局的创新医疗对策研发,并支持研发癌症早筛与预防工具,解决环境和毒性物质暴露带来的潜在健康影响等。英国国家医疗服务体系(NHS)已制定五年战略“加速NHS

中的基因组学”，利用基因组学研究来改善护理，并加速研究和创新。2023年6月，澳大利亚医学研究未来基金投资1370万美元支持应对慢性病的“数字健康革命”。

我国全面实施并持续推进慢性病综合防治战略，防控能力进一步提升，防控水平进一步改善。《“十四五”国民健康规划》明确提出实施慢性病综合防控策略，加强国家慢性病综合防控示范区建设，将“慢性病综合防控”上升为国家战略。建成国家慢性病综合防控示范区488个；累计有2880个县市区开展全民健康生活方式行动，覆盖率达97.3%；公民健康素养水平从2012年的8.8%提升到2022年的27.8%^[6]。《健康中国行动2023年工作要点》提出要加强高血压、糖尿病等慢性病患者健康管理，推进医防融合，提升服务质量^[7]。2023年10月，国家卫生健康委联合多个部门制定《健康中国行动——心脑血管疾病防治行动的实施方案(2023-2030)》和《健康中国行动——癌症防治行动实施方案(2023-2030)》，提出进一步完善心脑血管疾病防治和癌症防治体系建设，有助于推进“以治病为中心”向“以健康为中心”的转变，提升群众的健康素养水平，为增进群众健康福祉、共建共享健康中国奠定良好基础。

加强科技布局，将健康科技创新放到优先发展的位置。《“十四五”卫生与健康科技创新专项规划》将慢性病的防治科研工作列入发展的重点，提出加强“重大慢性非传染性疾病防控研究”等重点专项的组织实施，聚焦基础研究、前沿技术和临床研究，形成一批高质量的循证医学研究成果。2023年持续布局科技项目，加强慢性病相关科技创新攻关。国家卫生健康委于2023年11月发布科技创新2030—“癌症、心脑血管、呼吸和代谢性疾病防治研究”重大项目申报指南^[8]，拟资助8.2亿元人民币(基础前沿约1.97亿、临床研究约5.3亿、其他约0.93亿)促进技术及成果转化研究，并设置青年科学家项目及青年人才培养计划，培养慢性病研究领域青年人才，为青年科研人员“增机会”。

此外，我国十分重视中医药在慢性病防控中的应用，聚焦中医药创新，关注中医药创新药质量。2023年先后发布《中医药振兴发展重大工程实施方案》《“十四五”中医药文化弘扬工程实施方案》《医药工业高质量发展行动计划(2023-2025年)》以及《关于进一步加强中药科学监管 促进中药传承创新发展若干措施的通知》等。

2.2 技术革新，医疗大模型赋能慢性病防控进入新阶段

自2022年11月ChatGPT发布后，人工智能(Artificial Intelligence, AI)大模型、生成式人工智能(Generative AI, GAI)、通用人工智能(Artificial General Intelligence, AGI)发展与应用如火如荼，尤其是在医疗健康与药物研发领域，在“大数据+大算力+强算法”的推动下，为通用医疗人工智能(Generalist Medical Artificial Intelligence, GMAI)的发展提供新的可能。通过不断微调、更新迭代升级，AI大模型可以适应不同领域的细分任务，为癌症、心血管疾病、代谢性疾病等慢性病的预防与控制提供高效、准确、个性化的支持，推进医疗服务的数字化转型升级。

通用医疗AI大模型具有较好的文本信息处理和多模态信息融合能力，2023年主要在医疗大语言模型、视觉-语言大模型、图学习大模型、多模态大模型的构建与应用方面取得新突破与新进展。模型框架从自然语言处理逐步扩展到计算机视觉、多模态，增强了AI的交互性、泛化性、通用性，规模更大、理解能力更强、应用场景更广泛、预测精度更高，可以更好地融合、分析各种类型的生物医学数据，有效提升临床研究、疾病诊断、药物发现的能力和品质，赋能生命健康与医药产业快速发展。谷歌与Deepmind开发的多模态大模型Med-PaLM、Med-PaLM-2，斯坦福基础模型研究中心和MosaicML开发的可解释生物医学语言的BioMedLM(Pub-MedGPT)，佛罗里达大学开发的电子病例大模型GatorTron和John Snow Labs开发的Clinical QA BioGPT，可以处理包括临床文本、医学图像和基因组学数据在内的多种医疗健康数据。斯坦福大学医学院的研究显示，ChatGPT在回答复杂临床护理问题方面的能力可以超过斯坦福大学医学院一年级和二年级的医学生^[9]。Med-PaLM^[10]、Med-PaLM-2^[11]医疗大模型可以处理医疗问答、影像分类、基因预测、辅助诊断等多种数据类型和任务，促进医疗知识的发现和应用。其中，Med-PaLM-2在美国医疗执照考试(United States Medical Licensing Examination, USMLE)中的准确率达到86.5%，比Med-PaLM提高了19%，已在妙佑医疗国际(Mayo Clinic)等医疗机构进行实测。微软研发的LLaVA-Med大模型，使用生物医学图像文本大型数据集来训练多模态医疗大模型，可根据CT、X光图片等推测出患者的病理状况，并生成有关图像的问答^[12]。

国内研究团队也开展了相关探索, 发布了医联 MedGPT、微脉 CareGPT、商汤大医、百度灵医、京东医千询、腾讯混元等大语言模型, 引领医疗服务进入数字化 2.0 时代。医联发布的我国首款医疗大语言模型 MedGTP 可以整合多种医学检验检测能力, 实现了从疾病预防、诊断、治疗到康复的全流程智能化诊疗。2023 年 5 月发布时 MedGPT 已覆盖第 10 版国际疾病分类 (ICD-10) 中 60% 的疾病病种, 到 2023 年底可以满足 80% 的常见病就诊需求, 预计到 2024 年 6 月这一比例将上升至 99%^[13]。中国科学院计算机网络信息中心基于 Transformer 和层次图注意力网络开发的药物-靶点相互作用预测模型 MHTAN-DTI, 能够发现可作用于特定蛋白质的潜在药物, 在药物重定位、药物副作用预测、多重药理学和耐药性的研究中发挥重要作用^[14]。上海人工智能实验室牵头推出的医疗多模态基础模型群“OpenMEDLab 浦医”, 覆盖医学图像、医学文本、生物信息、蛋白质工程等 10 余种医疗数据模态, 可以促进基于医疗基础模型的跨领域、跨疾病、跨模态科研突破, 也为大模型在医疗领域的高效落地提供基础^[15]。

专病 AI 大模型也在特定疾病或特定领域中发挥着重要作用, 成为辅助决策和诊疗的重要力量。加拿大 Klick 健康科技公司研发的 AI 大模型, 可以在患者说话的 6~10 s 内判断是否患有 2 型糖尿病, 其中女性准确率达 89%, 男性准确率为 86%, 同时发现音调和音调标准差是诊断 2 型糖尿病的主要特征之一^[16]。复旦大学开发的 2 型糖尿病胰岛素决策 AI 大模型 RL-DITR, 从计算机模拟、专家评估、真实世界患者疗效评估等方面证实了模型的有效性和准确性, 为 2 型糖尿病患者提供个性化、精准、动态的胰岛素治疗新策略^[17]。福建医科大学等发布的首个针对肝病和肝癌的 AI 大模型——孟超大模型, 具有可循证、多引擎、规范化等特点, 能应用于基层医院、临床诊疗决策辅助支持、循证医学和多学科联合会诊 (MDT) 等多种场景, 实现了大模型在以肝病和肝癌为代表的诊疗场景落地^[18]。卡内基梅隆大学基于 GPT-3.5、GPT-4 等大语言模型开发的智能代理系统 Coscientist, 可以从信息检索、方案设计到设备控制、数据分析等, (半) 自主完成化学实验的设计、规划和运行, 成功实现了阿斯匹林、对乙酰氨基酚和布洛芬等药物分子的合成, 且在几分钟内优化了 2010 年诺贝尔化学奖成果钌催化交叉偶联反应^[19]。

此外, 中医药“未病先防、已病防变、预后防复”的理念在慢性病防控中的作用日益凸显, 尤其是随着 AI 大模型如“雨后春笋”般涌现, 2023 年中医药大模型研究也不断加速推进, 其中包括岐黄问道·大模型、神农中医药大模型 (ShenNong-TCM)、仲景 (CMLM-ZhongJing)、皇帝 (Huang-Di)、本草 (BenTsao)、华佗 (HuaTuo)、扁鹊 (BianQue) 等。灵医智惠与固生堂联合开发的岐黄问道·大模型包含基于已确诊疾病的临床诊疗大模型, 基于症状、体征的临床诊疗大模型以及中医养生调理大模型 3 个子模型, 在疾病诊疗中分别发挥作用。例如, 使用已确诊疾病的临床诊疗大模型, 输入患者“疾病-症状-体征”信息, 可以输出辨证结果、治则治法和中药方剂。哈尔滨工业大学构建的智能问诊模型“华佗”对 LLaMa 模型进行了指令微调, 在智能问诊方面表现出色^[20]。

2.3 场景应用, 慢性病预防-诊断-治疗持续取得新进展

2.3.1 更加主动的预防模式

合理膳食、适量运动、戒烟限酒等生活方式的改善, 在慢性病的预防与控制中起到非常重要的作用。研究发现, 80% 的冠心病、90% 的 2 型糖尿病、1/3 的癌症可以通过控烟限酒、健康饮食、维持正常体重等措施来预防。

多项研究表明, 更加主动的健康生活方式可显著降低部分慢性疾病的发生风险。合理膳食方面, 加拿大曼尼托巴大学等通过比较七种主要的结构化饮食方案发现, 地中海饮食在预防心血管疾病及相关死亡方面效果最好^[21]; 哈佛大学发现摄入红肉或与 2 型糖尿病患病风险增加有关, 利用健康的植物性蛋白来源食物 (如坚果和豆类) 或适当的乳制品代替红肉可降低患 2 型糖尿病风险^[22]。同时, 减少人群钠摄入是高血压及慢性病防治的重要策略, 如研究证实低钠盐可安全降低血压、减少心血管事件^[23]; 中国疾控中心国家慢性病和非传染性疾病预防控制中心发现, 家庭版减盐方案可显著降低人群的 24 h 尿钠水平、收缩压和舒张压^[24]。适量运动与戒烟限酒方面, 不喝酒、不抽烟、定期运动及积极与社会接触等健康的生活方式可延缓老年人记忆衰退^[25]; 每天运动和周末运动都可以降低心房颤动、心肌梗死、心力衰竭和中风等心血管疾病的风险^[26], 且每天持续 5~10 min 的中度至剧烈间歇性运动 (moderate-to-vigorous intermittent lifestyle physical activity, MV-ILPA) 可以显著降低心脏病和死亡风

险^[27]。此外,睡眠与健康密切相关。例如,研究发现规律的睡眠^[28]与改善机体深度睡眠^[29]可以延缓大脑衰老,预防阿尔茨海默病的发生,而睡眠不足(平均每天睡眠时间少于6小时)人群整体认知能力下降得更快^[30]。

移动应用程序和可穿戴设备等数字健康工具越来越多地用于慢性病的控制和预防,有助于主动、动态监测重要健康指标,并提供个性化建议。例如,随身佩戴的智能手表能够在佩戴者心率过高或过低时发送预警通知,也能够监测睡眠呼吸暂停情况等,有效助力健康管理;MyFitnessPal、Fitbit、Keep等健康管理应用程序可以更好地监测心率、血压、血糖等生命体征,记录体重、睡眠质量、饮食习惯等,提供合理的膳食指南和运动计划,能够有效辅助慢性病的预防和控制。

2.3.2 更加精准的诊断方法

成像技术、组学技术,以及深度学习、神经网络等技术、算法的进步,为慢性病的诊断提供了更多选择,有助于早期发现疾病,提高诊断准确性。

成像技术向更高时空分辨率、高灵敏度、高特异性、低噪声水平推进,促进更好实现疾病的“定量可视”。体积电子显微镜(volume electron microscopy)被*Nature*评为2023年最值得关注的7项新技术之一^[31],它通过动态成像充分观察细胞内细节,为多种疾病的早期诊断和治疗提供新思路。计算光学成像、光热显微成像、单像素成像、荧光寿命成像、定量光声层析成像、冷冻光电关联成像等新型成像技术不断取得突破。例如,结合超声波和光学断层成像的定量光声层析成像技术可以提供更加清晰的图像、癌变组织的位置和阶段信息,辅助肿瘤诊断^[32]。与此同时,InVision成像系统、EXPLORER AIR II术中成像系统、血管内成像系统HyperVue™、最高频超高清双频血管内超声成像系统、在体双光子显微成像系统、无创无辐射肺部气体磁共振成像系统等成果相继面世,在心血管疾病、肿瘤等疾病的早期识别、风险评估以及实时可视化方面发挥重要作用,实现了疾病的在体、原位、实时、无创、动态、精准检测与诊断。

组学技术可以分析基因、蛋白质、代谢产物等多种生物标志物,随着技术的不断进步与成本的降低,在疾病精准分型与诊断中的作用日益凸显。3D空间蛋白质组学技术DISCO-MS能够实现阿尔茨海默病等疾病的早期诊断^[33];利用反向代谢组学(reverse metabolomics)技术发现了数百种新的分子,

促进发现诊断和治疗炎症性肠病的生物标志物^[34];影像组学可以无创精准判断三阴性乳腺癌的分型^[35];人类基因组约束图谱更好助力根据基因差异进行疾病诊断^[36];利用放射组学来预测鉴定心脏病发作^[37]、心力衰竭^[38];联合全基因组、表观基因组、转录组和蛋白质组等多组学技术对食管鳞癌进行精准分型^[39]等。这些为慢性病医学研究和临床实践提供了新的视角和方法。同时,空间多组学技术入选*Nature* 2022年值得关注的7大年度技术之一^[40],并被世界经济论坛《2023年十大新兴技术报告》评为2023年10大新兴技术之一,2023年也持续取得进展。例如,联合利用单细胞转录组、空间转录组、空间蛋白质组技术构建了全球最大的人类乳腺细胞图谱,为乳腺癌等疾病的精准诊断与治疗提供参考^[41]。

深度学习、神经网络等机器学习算法持续助力肿瘤、心血管疾病、肺部疾病等的诊断与检测。肿瘤诊断方面,神经网络分类器Sturgeon辅助术中快速肿瘤分类^[42];开发的深度迁移学习框架,能够根据乳腺密度及X光片准确估计癌症风险^[43];基于Transformer的神经网络算法发现新的结直肠癌标志物,提高患者诊疗的便利性和准确性^[44];预测蛋白质错义变异的深度学习模型AlphaMissense可用于鉴定致病性错义突变,提升疾病诊断效率^[45];基于深度学习开发了胰腺癌人工智能检测(PANDA)方法,通过平扫CT图像检测和分类胰腺病变,实现了高精度的诊断与早期筛查,在2万余例患者中发现了31例临床漏诊病变^[46]。相关临床试验也在持续推进。诺丁汉大学医院NHS信托基金会正在进行的一项随机对照试验,涵盖6家英国医院,共有15万名患者参与,拟测试利用人工智能算法辅助分析X光片能否缩短早期肺癌的诊断时间^[47]。

液体活检、生物传感也能够有效助力慢性病的诊断及提高诊断效率,如基于循环肿瘤DNA(ctDNA)的液体活检促进肿瘤诊断^[48]、以细菌作为生物传感器来检测肿瘤DNA^[49]、研发检测神经变性疾病蛋白的新型生物传感器^[50]等。

2.3.3 更加多样的治疗手段

慢性病的治疗手段多样化,包括药物治疗、物理治疗、手术治疗、心理治疗等。2023年,美国食品药品监督管理局(FDA)批准上市55款新药,慢性病治疗领域的主要适应证包括肿瘤(乳腺癌、急性髓系白血病、多发性骨髓瘤等)、心血管疾病(心力衰竭)、肠道疾病(溃疡性结肠炎)、神经性疾病(阿尔茨海默病、肌萎缩侧索硬化症、TTR淀粉样变性

多发性神经病等)以及2型糖尿病等。日本卫材株式会社和瑞典生物制药公司BioArctic联合开发的Leqembi (Lecanemab)于2023年7月获批上市,是首款靶向 β 淀粉样蛋白以及20年来首款获得FDA完全批准(不带附加条件)上市的阿尔茨海默病药物。美国TheracosBio公司获批上市的口服SGLT2抑制剂Bexagliflozin (BRENZAVVY)可在饮食和运动的基础上改善2型糖尿病患者的血糖控制。肥胖是糖尿病的主要危险因素之一,胰高血糖素样肽-1 (glucagon-like peptide-1, GLP-1)靶点近年来为研究热点。“GLP-1类减肥药有望战胜肥胖”为2023年度*Science*十大科学突破之一。2014、2021年,美国FDA先后批准GLP-1R激动剂药物Liraglutide、Semaglutide上市;2023年,我国批准全球首款完全人源的GLP-1R激动剂贝那鲁肽(商品名:菲塑美)上市,丰富了肥胖患者的选择。

与此同时,基因治疗、脑机接口等新技术、新疗法不断进入到临床,为慢性病及其他复杂疾病提供了新的治疗理念和手段。

基因治疗在肿瘤、遗传性疾病治疗方面发挥重要作用,针对神经系统疾病、代谢性疾病、心血管疾病等适应证的研究也取得积极进展。肿瘤方面,首次在人体中进行的新型溶瘤疱疹病毒CAN-3110治疗复发胶质瘤的I期临床试验结果良好^[51];双内含子靶向CRISPR-Cas9治疗方法为白血病治疗带来希望^[52];基于基因编辑+基因工程的疗法可以增强黑色素瘤治疗效果^[53]。神经系统疾病方面,神经环路特异性基因疗法为帕金森病临床治疗提供了潜在的精准干预手段^[54];新型基因疗法能够促进治疗局灶性皮质发育不良,减少癫痫发作^[55]。代谢性疾病方面,研究人员应用离体基因治疗技术植入表达CPT1AM蛋白的脂肪细胞,可有效治疗小鼠肥胖与2型糖尿病^[56]。心血管疾病方面,I期临床研究结果表明,RNA干扰药物Zilebesiran能够安全有效地降低高血压患者的血压,注射一次可维持6个月的长期降压效果^[57];基于腺相关病毒(AAV)递送的PKP2基因治疗方法可治疗心律失常性心肌病,将于2024年开展临床试验^[58]。同时,多个针对慢性病的基因治疗产品获批上市。美国FDA2023年批准通过了5款基因疗法,包括首款治疗ALS的基因靶向疗法Qalsody、首款A型血友病基因疗法Roctavian、杜氏肌营养不良症基因疗法Elevidys等。

脑机接口通过电刺激、磁刺激、神经反馈、神经调控等手段诊治抑郁症、帕金森病等疾病,在精

神及神经性疾病治疗领域具有广泛应用前景,2023年取得重要进展。约翰·霍普金斯大学开发的治疗ALS的脑机接口,能够在3个月内保持90%的准确率,且无需重新训练或重新校准算法;瑞士洛桑联邦理工学院开发的脑-脊髓接口装置可以帮助手臂和腿部瘫痪患者自然站立和行走^[59]。相关临床试验也在积极推进。Neuralink研发的侵入式脑机接口设备已获得FDA许可进行临床试验,其通过神经手术机器人,将柔性电极植入大脑皮层中,有望帮助治疗记忆力衰退、颈脊髓损伤及其他神经系统疾病。

3 未来展望

随着慢性病的年轻化、重大疾病的慢性病化,慢性病发病率不断攀升,疾病负担不断加重,防控形势严峻,“治已病”“防未病”的意义日益凸显。同时,不断涌现的新发现、新技术、新工具、新成果将推动慢性病防控向“精准化”“个体化”“数智化”“一体化”发展,促进更好实现“科学健康”,更好助力健康中国建设。

一是加强全生命周期管理推动慢性病防控精准化,实现精准健康。借助可穿戴设备或家用健康监测设备实时动态地监测健康数据,慢性病防控不断向全人群、全方位、从婴幼儿到中老年的全生命周期管理发展,覆盖健康管理全流程的预防、筛查、诊断、治疗、康复的技术向精准化、高效化、多样化发展,如新型成像技术、组学技术、生物传感、液体活检等检测技术,以及基因治疗、细胞治疗、脑机接口等治疗方法,共同促进实现防控慢性病的“关口前移”,实现慢性病的精准诊断与精准治疗。

二是增强民众的责任意识推动慢性病防控个体化,实现主动健康。慢性病防控与每个人息息相关,加强个人的健康监管对于慢性病防控至关重要。维护自身健康是个人的首要责任,随着健康知识的普及、健康理念的变化、健康素养的提高,未来慢性病防控个体责任意识将进一步提高。健康“第一责任人”的观念将更加深入人心,更多人群由“被动健康”迈向“主动健康”,积极、主动、持续地采取健康的生活方式。

三是深化医疗大模型应用推动慢性病防控数智化,实现智慧健康。数字技术与智能技术在慢性病防控领域有重要的应用前景,包括数据采集和分析、远程监测等。未来,数智技术将成为慢性病防控的关键工具。以大模型为代表的数智引擎正重塑医疗

健康服务,通用医疗大模型、各类慢性病专病大模型的持续深入发展,将覆盖健康监测+风险预估、疾病诊断+药械治疗、诊后追踪+康护管理全流程。

四是构建广泛的生态模式推动慢性病防控一体化,实现同一健康。通过社区、个人、医疗机构、保险机构、政策制定者、教育机构等多方面的协同配合,实现慢性病综合防控和管理。未来,一体化防控生态模式将更加完善。同时,生态环境与人类健康密切相关,粮食、水资源、气候是防控慢性病发生发展的关键因素,实现人类-动物-植物-环境的同一健康发展日益重要。“同一健康”联合行动计划(2022–2026年)“One Health Joint Plan of Action (2022–2026)”^[60]旨在全球、区域和国家层面上可持续地平衡和改善人类、动物、植物和生态系统的健康,对各国相关计划的实施起重要指导作用。

[参 考 文 献]

- [1] World Health Organization. World Health Statistics 2023[EB/OL]. (2023-05-19)[2023-12-25]. https://cdn.who.int/media/docs/default-source/gho-documents/world-health-statistic-reports/2023/world-health-statistics-2023_20230519_.pdf
- [2] Ong KL, Stafford LK, McLaughlin SA, et al. Global, regional, and national burden of diabetes from 1990 to 2021, with projections of prevalence to 2050: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2021. *Lancet*, 2023, 402: 203-34
- [3] 中新网. 国家卫健委:我国重大慢性病过早死亡从2015年的18.5%降到2022年的15.2%[EB/OL]. (2023-11-15)[2023-12-25]. <https://www.chinanews.com/shipin/cns-d/2023/11-15/news975482.shtml>
- [4] 国家卫生健康委员会宣传司. 国家卫生健康委员会2023年11月15日新闻发布会文字实录[EB/OL]. (2023-11-15)[2023-12-25]. <http://www.nhc.gov.cn/xcs/s3574/202311/53b7a4cfc1804f0e9eb1f369cf4e21f7.shtml>
- [5] 中国营养学会. 中国居民膳食指南: 2022[M]. 北京: 人民卫生出版社, 2022
- [6] 中华人民共和国中央人民政府. 我国慢性病防控取得积极进展[EB/OL]. (2023-10-22)[2023-12-25]. https://www.gov.cn/govweb/yaowen/liebiao/202310/content_6910843.htm
- [7] 健康中国行动推进委员会办公室. 健康中国行动推进委员会办公室关于印发健康中国行动2023年工作要点的通知[EB/OL]. (2023-03-06)[2023-12-25]. <http://www.nhc.gov.cn/guihuaxxs/s7788/202303/1a6c05141f9547768ba1f7792c0313d0.shtml>
- [8] 国家卫生健康委科教司. 关于发布科技创新2030-“癌症、心脑血管、呼吸和代谢性疾病防治研究”重大项目2023年度公开项目申报指南的通知[EB/OL]. (2023-12-14)[2023-12-18]. <http://www.nhc.gov.cn/qjjys/s3593k/202312/5eb253619cb94a9b9bd25352e0214bef.shtml>
- [9] Strong E, DiGiammarino A, Weng Y, et al. Chatbot vs medical student performance on free-response clinical reasoning examinations. *JAMA Intern Med*, 2023, 183: 1028-30
- [10] Singhal K, Azizi S, Tu T, et al. Large language models encode clinical knowledge. *Nature*, 2023, 620: 172-80
- [11] Singhal K, Tu T, Gottweis J, et al. Towards expert-level medical question answering with large language models[EB/OL]. (2023-05-16)[2023-12-25]. <https://arxiv.org/pdf/2305.09617.pdf>
- [12] Microsoft. LLaVA-Med: training a large language-and-vision assistant for biomedicine in one day[EB/OL]. [2023-12-26]. <https://www.microsoft.com/en-us/research/publication/llava-med-training-a-large-language-and-vision-assistant-for-biomedicine-in-one-day/>
- [13] 医联. 一图读懂医联MedGPT[EB/OL]. (2023-07-19)[2023-12-26]. <https://medlinker.com/news/200>
- [14] Zhang R, Wang Z, Wang X, et al. MHTAN-DTI: metapath-based hierarchical transformer and attention network for drug-target interaction prediction. *Brief Bioinform*, 2023, 24: bbad079
- [15] 上海市科学技术委员会. 上海AI实验室开源全球首个医疗基础模型群,“OpenMEDLab浦医”问世[EB/OL]. (2023-06-30)[2023-12-26]. <https://stscm.sh.gov.cn/xwzx/kjzl/20230630/c783c30d8e62494e83073535f841675f.html>
- [16] Kaufman JM, Thommandram A, Fossat Y. Acoustic analysis and prediction of type 2 diabetes mellitus using smartphone-recorded voice segments. *Mayo Clinic Proc Digital Health*, 2023, 1: 534-44
- [17] Wang G, Liu X, Ying Z, et al. Optimized glycemic control of type 2 diabetes with reinforcement learning: a proof-of-concept trial. *Nat Med*, 2023, 29: 2633-42
- [18] 福建省卫生健康委员会. 福建发布首个面向肝病和肝癌的医疗大模型[EB/OL]. (2023-10-20)[2023-12-26]. https://wjw.fujian.gov.cn/ztlz/sxzygwzxsqzx/202310/t20231020_6279317.htm
- [19] Boiko DA, MacKnight R, Kline B, et al. Autonomous chemical research with large language models. *Nature*, 2023, 624: 570-8
- [20] Wang H, Liu C, Xi N, et al. HuaTuo: tuning llama model with chinese medical knowledge[EB/OL]. (2023-08-14)[2023-12-25]. <https://arxiv.org/pdf/2304.06975v1.pdf>
- [21] Karam G, Agarwal A, Sadeghirad B, et al. Comparison of seven popular structured dietary programmes and risk of mortality and major cardiovascular events in patients at increased cardiovascular risk: systematic review and network meta-analysis. *BMJ*, 2023, 380: e072003
- [22] Gu X, Drouin-Chartier JP, Sacks FM, et al. Red meat intake and risk of type 2 diabetes in a prospective cohort study of United States females and males. *Am J Clin Nutr*, 2023, 118: 1153-63
- [23] Yuan Y, Jin A, Neal B, et al. Salt substitution and salt-supply restriction for lowering blood pressure in elderly care facilities: a cluster-randomized trial. *Nat Med*, 2023, 4: 973-81
- [24] Zhang X, Zhang P, Shen D, et al. Effect of home cook

- interventions for salt reduction in China: cluster randomised controlled trial. *BMJ*, 2023, 382: e074258
- [25] Jia J, Zhao T, Liu Z, et al. Association between healthy lifestyle and memory decline in older adults: 10 year, population based, prospective cohort study. *BMJ*, 2023, 380: e072691
- [26] Khurshid S, Al-Alusi MA, Churchill TW, et al. Accelerometer-derived “weekend warrior” physical activity and incident cardiovascular disease. *JAMA*, 2023, 330: 247-52
- [27] Ahmadi MN, Hamer M, Gill JMR, et al. Brief bouts of device-measured intermittent lifestyle physical activity and its association with major adverse cardiovascular events and mortality in people who do not exercise: a prospective cohort study. *Lancet Public Health*, 2023, 8: e800-10
- [28] Yiallourou SR, Cribb L, Cavuoto MG, et al. Association of the sleep regularity index with incident dementia and brain volume. *Neurology*, 2024, 102: e208029
- [29] Himali JJ, Baril AA, Cavuoto MG, et al. Association between slow-wave sleep loss and incident dementia. *JAMA Neurol*, 2023, 80: 1326-33
- [30] Bloomberg M, Brocklebank L, Hamer M, et al. Joint associations of physical activity and sleep duration with cognitive ageing: longitudinal analysis of an English cohort study. *Lancet Healthy Longev*, 2023, 4: e345-53
- [31] Eisenstein M. Seven technologies to watch in 2023. *Nature*, 2023, 613: 794-7
- [32] University of Texas at Arlington. New imaging technique could provide clearer images for oncologists[EB/OL]. (2023-08-29)[2023-12-27]. <https://www.uta.edu/news/news-releases/2023/08/29/new-imaging-technique-could-provide-clearer-images-for-oncologists>
- [33] Bhatia HS, Brunner AD, Öztürk F, et al. Spatial proteomics in three-dimensional intact specimens. *Cell*, 2022, 185: 5040-58
- [34] Gentry EC, Collins SL, Panitchpakdi M, et al. Reverse metabolomics for the discovery of chemical structures from humans. *Nature*, 2023, DOI:10.1038/s41586-023-06906-8
- [35] Jiang L, You C, Xiao Y, et al. Radiogenomic analysis reveals tumor heterogeneity of triple-negative breast cancer. *Cell Reps Med*, 2022, 3: 100694
- [36] Chen S, Francioli LC, Goodrich JK, et al. A genomic mutational constraint map using variation in 76,156 human genomes. *Nature*, 2024, 625: 92-100
- [37] Chen Q, Pan T, Wang YN, et al. A coronary CT angiography radiomics model to identify vulnerable plaque and predict cardiovascular events. *Radiology*, 2023, 307: e221693
- [38] Szabo L, Salih A, Pujadas ER, et al. Radiomics of pericardial fat: a new frontier in heart failure discrimination and prediction. *Eur Radiol*, 2023, DOI:10.1007/s00330-023-10311-0
- [39] Liu Z, Zhao Y, Kong P, et al. Integrated multi-omics profiling yields a clinically relevant molecular classification for esophageal squamous cell carcinoma. *Cancer Cell*, 2023, 41: 181-95
- [40] Eisenstein M. Seven technologies to watch in 2022. *Nature*, 2022, 601: 658-61
- [41] Kumar T, Nee K, Wei R, et al. A spatially resolved single cell genomic atlas of the adult human breast. *Nature*, 2023, 620: 181-91
- [42] Vermeulen C, Pagès-Gallego M, Kester L, et al. Ultra-fast deep-learned CNS tumour classification during surgery. *Nature*, 2023, 622: 842-9
- [43] Squires S, Harkness E, Gareth Evans D, et al. Automatic assessment of mammographic density using a deep transfer learning method. *J Med Imaging*, 2023, 10: 024502
- [44] Wagner SJ, Reisenbüchler D, West NP, et al. Transformer-based biomarker prediction from colorectal cancer histology: a large-scale multicentric study. *Cancer Cell*, 2023, 41: 1650-61.e4
- [45] Cheng J, Novati G, Pan J, et al. Accurate proteome-wide missense variant effect prediction with AlphaMissense. *Science*, 2023, 381: eadg7492
- [46] Cao K, Xia Y, Yao J, et al. Large-scale pancreatic cancer detection via non-contrast CT and deep learning. *Nat Med*, 2023, 29: 3033-43
- [47] Arnold C, Webster P. 11 clinical trials that will shape medicine in 2024. *Nat Med*, 2023, 29: 2964-8
- [48] Alig SK, Esfahani MS, Garofalo A, et al. Distinct Hodgkin lymphoma subtypes defined by noninvasive genomic profiling. *Nature*, 2023, DOI:10.1038/s41586-023-06903-x
- [49] Cooper RM, Wright JA, Ng JQ, et al. Engineered bacteria detect tumor DNA. *Science*, 2023, 381: 682-6
- [50] Kavungal D, Magalhães P, Kumar ST, et al. Artificial intelligence-coupled plasmonic infrared sensor for detection of structural protein biomarkers in neurodegenerative diseases. *Sci Adv*, 2023, 9: eadg9644
- [51] Ling AL, Solomon IH, Landivar AM, et al. Clinical trial links oncolytic immunoactivation to survival in glioblastoma. *Nature*, 2023, 623: 157-66
- [52] Neldeborg S, Soerensen JF, Møller CT, et al. Dual intron-targeted CRISPR-Cas9-mediated disruption of the *AML RUNX1-RUNX1T1* fusion gene effectively inhibits proliferation and decreases tumor volume *in vitro* and *in vivo*. *Leukemia*, 2023, 37: 1792-801
- [53] Kanaya N, Kitamura Y, Lopez Vazquez M, et al. Gene-edited and-engineered stem cell platform drives immunotherapy for brain metastatic melanomas. *Sci Transl Med*, 2023, 15: eade8732
- [54] Chen Y, Hong Z, Wang J, et al. Circuit-specific gene therapy reverses core symptoms in a primate Parkinson’s disease model. *Cell*, 2023, 186: 5394-410.e18
- [55] Almacellas Barbanoj A, Graham RT, Maffei B, et al. Anti-seizure gene therapy for focal cortical dysplasia. *Brain*, 2023, doi: 10.1093/brain/awad387
- [56] Soler-Vázquez MC, del Mar Romero M, Todorovic M, et al. Implantation of CPT1A-expressing adipocytes reduces obesity and glucose intolerance in mice. *Metab Eng*, 2023, 77: 256-72

- [57] Desai AS, Webb DJ, Taubel J, et al. Zilebesiran, an RNA interference therapeutic agent for hypertension. *New Engl J Med*, 2023, 389: 228-38
- [58] Kyriakopoulou E, Versteeg D, de Ruyter H, et al. Therapeutic efficacy of AAV-mediated restoration of PKP2 in arrhythmogenic cardiomyopathy. *Nat Cardiovasc Res*, 2023, 2: 1262-76
- [59] Lorach H, Galvez A, Spagnolo V, et al. Walking naturally after spinal cord injury using a brain-spine interface. *Nature*, 2023, 618: 126-33
- [60] World Health Organization. One health joint plan of action (2022–2026): working together for the health of humans, animals, plants and the environment[EB/OL]. [2023-12-31]. <https://www.who.int/publications/i/item/9789240059139>