

Metaverse in Medicine

ISSN 3006-4236

元宇宙医学



元宇宙医学

二〇二四年九月 第一卷第三期



2024 年 9 月 第 1 卷第 3 期

第1届医学新质生产力研讨会及 临床应用学习班通知

随着科技飞速发展，AI、物联网和元宇宙等一系列前沿技术如雨后春笋般涌现，逐渐成为推动医学新质生产力的核心动力。这些新质生产力是创新起主导作用，摆脱传统经济增长方式、生产力发展路径，符合新发展理念的先进生产力质态，具有高科技、高效能、高质量特征。在此大好形势下，元宇宙医学杂志、上海呼吸物联网医学工程技术研究中心、复旦大学附属中山医院呼吸与危重症医学科，上海市呼吸病研究所联袂国际元宇宙医学协会和联盟、中国肺癌防治联盟，将在11月23日—11月24日召开第1届医学新质生产力研讨会暨临床应用学习班，旨在构建“物联健康新契机，元面名家零距离，虚实互动有知音，智能惠众助推器”的国际化学术平台。

11月23日全天为临床应用学习班，包括（1）医学新质生产力肺结节诊治应用学习班；（2）医学新质生产力阻塞性睡眠呼吸暂停综合征（OSA）诊治管理学习班。

11月23日上午为学习班总论，将邀请相关专家做讲座：医学新质生产力总论；物联网篇；元宇宙篇；元宇宙肺结节诊治数字人；医学影像数据集的构建和机器学习模型方法的建立；人工智能辅助肺结节诊治的研究进展；人工智能的发展及其在元宇宙医学中的应用。

11月23日下午的肺结节诊治应用学习班实践部分包括肺结节诊治中国专家共识2024；肺结节影像鉴别诊断的关键问题；囊腔样肺癌的影像和病理对照研究；呼吸内镜肺癌诊治进展及新质生产力赋能展望；肺磨玻璃结节外科治疗的进展。

11月23日下午的OSA诊治管理学习班实践部分包括云加端OSA诊治新模式共识；应用医学新质生产力赋能OSA评估和管理；OSA防治的机遇与挑战；阻塞性睡眠呼吸暂停云加端模式的评估及诊断技术；阻塞性睡眠呼吸暂停常见共病诊治及管理新模式；云加端赋能OSA诊治新模式质控。

11月24日大会将邀请相关专家作报告：医学新质生产力之我见；AI医学应用进展及展望；新质生产力管理慢病的机遇与挑战；如何应用AI撰写医学论文或文章；应用app赋能肺癌诊治的研究及展望；隐球菌病的流行病学、快速诊断，致病机制及药物新靶点研究；新质生产力对呼吸临床及科研的价值；大语言模型赋能病人中心主义与知识潜入的智能诊疗咨询等。

欢迎诸位扫码积极参加IAMM第1届医学新质生产力研讨会暨临床应用学习班，与我们一同拥抱新质生产力开创医学新时代。



元宇宙医学

YUAN YU ZHOU YIXUE



季刊

2024 年创刊

第 1 卷第 3 期 (总第 3 期)

2024 年 9 月 30 日出版

主 办

复旦大学附属中山医院

编 辑

《元宇宙医学》编辑委员会

200032, 上海市枫林路 179 号

电话: (021) 51217570

网址: www.zentimepublishing.com

E-mail: metamedsh@vip.163.com

主 编

顾建英

白春学

副主编 (按拼音排序)

Nels H. Chavannes

陈荣昌

高承实

贾泽军

刘 雷

连 勇

Charles A. Powell

潘 毅

宋振举

Christoph Thüemmler

王伟林

杨达伟

编辑部主任

贾泽军

联合出版

《元宇宙医学》编辑部;

Zentime Publishing Corporation

Limited

ISSN 3006-4236

2024 年版权归复旦大学附属中山医院期刊中心《元宇宙医学》编辑部所有

本刊刊出的文章除特别声明外, 不代表主办单位和本刊编委会的观点。本刊如有印装质量问题, 请向本刊编辑部调换。

目 次

主编寄语

拥抱新质生产力, 开创医学新时代…… 顾建英, 宋振举, 白春学(1)

专题报道: 医学新质生产力

医学新质生产力之我见…… 白春学(3)

元宇宙医学与新质生产力…… 崔 岩, 吴海波, 高承实(11)

元宇宙赋能健康管理的意义及展望…… 白春学, 王悦虹, 蒋维芃(16)

医学新质生产力赋能阻塞性睡眠呼吸暂停诊疗新模式……

…… 白春学, 陆俊羽, 蒋维芃, 等(22)

医学新质生产力视角下的雾化治疗前景……

…… 朱文思, 王悦虹, 蔡沁怡, 等(29)

应用医学新质生产力辅助基层医院筛查和诊断早期肺癌……

…… 白春学, 韦 球, 魏雪梅, 等(36)

论 著

面向专病电子病历的实体语料库构建方法……

…… 陈思旭, 刘独玉, 谭小琴, 等(41)

方法学研究

基于真实世界评估 GPT 咨询在肺结节管理中的有效性

研究方案…… 杨达伟, 王宁舫, 王 源, 等(47)

MGPT 临床应用的真实世界研究设计方案……

…… 杨达伟, 宣建伟, 蒋维芃, 等(51)

摘要解读

Metaverse: Survey, Applications, Security, and Opportunities 摘要及解读 刘思彤,肖 奎(59)

The metaverse in medicine 摘要及解读 王悦虹(60)

Healthcare in metaverse: a survey on current metaverse applications in healthcare 摘要及解读
..... 朱娅琳,肖 奎(61)

The metaverse in industry 5.0: a human-centric approach towards personalized value creation
摘要及解读 陈娇娇,王 洵(62)

The promise of the metaverse in mental health: the new era of MEDverse 摘要及解读 闫 宇(63)

*Metaverse surgical planning with three-dimensional virtual models for minimally invasive
partial nephrectomy* 摘要及解读 阿里木·吐尔孙(64)

消 息

2025 年 ATS-ISR D 青年奖初评开始了 (50)

第七版《全球前 2% 顶尖科学家榜单 2024》榜单发布,元宇宙医学编委会多人入选 (58)

第 1 届医学新质生产力研讨会及临床应用学习班通知 (封二)

本期执行主编 白春学
本期责任编辑 孙梦瑶,殷 悦
本期责任校对 姬静芳,王 迪,翟铖铖

METaverse IN MEDICINE

Established in 2024; Volume 1, Number 3, September 30, 2024

Sponsor

Zhongshan Hospital, Fudan University

Editor

Editorial Committee of *Metaverse in Medicine*

179 Fenglin Road, Shanghai 200032, China

Tel:(86)21-51217570

http: www.zentimepublishing.com

E-mail: metamedsh@vip.163.com

Editor in Chief

GU Jianying

BAI Chunxue

Associate Editor

Nels H. Chavannes

CHEN Rongchang

GAO Chengshi

JIA Zejun

LIU Lei

LIAN Yong

Charles A. Powell

PAN Yi

SONG Zhenju

Christoph Thüemmler

WANG Weilin

YANG Dawei

Editorial Director

JIA Zejun

Co-publishing

Editorial Office of *Metaverse in Medicine* & Zentime Publishing Corporation Limited

ISSN 3006-4236

Copyright © 2024, Journal Center,
Zhongshan Hospital, Fudan University

CONTENTS IN BRIEF

Editorial

Embrace the new quality of productivity and create a new era of medicine
..... GU Jianying, SONG Zhenju, BAI Chunxue(1)

Monographic report: New quality productive forces in medicine

My view on new quality productive forces in medicine BAI Chunxue(3)

Metaverse in medicine and new quality productive forces CUI Yan, WU Haibo, GAO Chengshi(11)

The significance and prospect of metaverse empowering health management BAI Chunxue, WANG Yuehong, JIANG Weipeng(16)

A new model of diagnosis and treatment of obstructive sleep apnea with new quality productive forces in medicine BAI Chunxue, LU Junyu, JIANG Weipeng, et al(22)

The prospect of nebulizer therapy from the perspective of new quality productive forces in medicine ZHU Wensi, WANG Yuehong, CAI Qinyi, et al(29)

Apply new quality production forces in medicine to assist grassroots hospitals in screening and diagnosing early-stage lung cancer..... BAI Chunxue, WEI Qiu, WEI Xuemei, et al(36)

Original article

Construction methodology of entity corpus for special diseases electronic medical records CHEN Sixu, LIU Duyu, TAN Xiaoqin, et al(41)

Methodology

A real-world study evaluating the effectiveness of GPT-based consultations in lung nodule management YANG Dawei, WANG Ningfang, WANG Yuan, et al(47)

How to design a real-world study for the clinical application of MGPT.....	
.....	YANG Dawei, XUAN Jianwei, JIANG Weipeng, et al(51)

Abstract interpretation

The abstract interpretation of <i>Metaverse: Survey, Applications, Security, and Opportunities</i>	
.....	LIU Sitong, XIAO Kui(59)
The abstract interpretation of <i>The metaverse in medicine</i>	WANG Yuehong(60)
The abstract interpretation of <i>Healthcare in metaverse: a survey on current metaverse applications in healthcare</i>	
.....	ZHU Yalin, XIAO Kui(61)
The abstract interpretation of <i>The metaverse in industry 5.0: a human-centric approach towards personalized value creation</i>	CHEN Jiaojiao, WANG Xun(62)
The abstract interpretation of <i>The promise of the metaverse in mental health: the new era of MEDverse</i>	
.....	YAN Yu(63)
The abstract interpretation of <i>Metaverse surgical planning with three-dimensional virtual models for minimally invasive partial nephrectomy</i>	TURSUN·Alimjan(64)

Acquisitions editor BAI Chunxue

Executive editors SUN Mengyao, YIN Yue

Executive proofreaders JI Jingfang, WANG Di, ZHAI Chengcheng

DOI:10.61189/228913eqsvmy

· 主编寄语 ·

拥抱新质生产力,开创医学新时代

Embrace the new quality of productivity and create a new era of medicine

顾建英,宋振举,白春学

复旦大学附属中山医院,上海 200032



随着科技的飞速发展,人工智能(AI)、物联网(IoT)、元宇宙、GPT、人机融合等一系列前沿技术如雨后春笋般涌现,它们不仅具有高科技、高效能、高质量的特征,更在医学领域里展现出无穷的潜力。这些技术的不断进步与拓展,为它们在医学中的应用打下了坚实的基础,逐渐成为推动医学新质生产力的核心动力。

新质生产力是创新起主导作用,摆脱传统经济增长方式、生产力发展路径,具有高科技、高效能、高质量特征,符合新发展理念的先进生产力质态。新质生产力的基本内涵是相对于旧质生产力存在的,是科技创新交叉融合突破所产生的根本性成果。它以新技术深化应用为驱动,以新产业、新业态和新模式快速涌现为重要特征,构建起新型社会生产关系和社会制度体系的生产力。新质生产力的核心标志是全要素生产率大幅提升,这是其作为先进生产力的具体体现。新质生产力的核心要素包括科技创新、生产要素创新性配置和产业深度转型升级,理论公式=(科学技术革命性突破+生产要素创新性配置+产业深度转型升级)×(劳动力+劳动工具+劳动对象)优化组合。

参考上述理论依据,可以初步考虑将医学新质生产力定义为是将新质生产力应用于医学,创新起主导作用,摆脱传统经济增长方式、生产力发展路径,具有高科技、高效能、高质量特征,符合新发展理念的先进生产力质态。这些医学新兴技术的出现,利于推动当前医疗模式的深度转型升级,根本改变原有医疗模式的技术路线和生产方式,大幅度提升医疗和大健康水平。

1 人工智能

AI是一种模拟人类智能的技术,可通过计算机程序和系统实现。AI的应用领域非常广泛,包括自然语言处理、机器学习、图像识别、语音识别等。在医疗领域,AI可被用来帮助医生进行疾病诊断和治疗决策,例如在肺结节的诊断中,AI可以作为辅助工具来分析CT扫描图像,帮助医生发现潜在的肺结节,并对其性质进行评估。目前AI已经在医学影像诊断、疾病预测、药物研发等多个方面发挥了重要作用。其强大的数据处理能力和自我学习能力,可以使其能够快速准确地分析大量的医疗数据,为医生提供更加精准的诊疗建议。智能制药也正在应用大数据和人工智能技术,对药物研发和生产过程进行智能化改造,从而加速新药上市,降低药品成本,为患者提供更多优质、高效的治疗方案。虽然AI在医疗领域的应用越来越广泛,但是它仍然是一个辅助工具,最终的诊断和治疗决策应该由具有临床经验的医生做出。为了提高基层医院的肺结节诊断水平,中国肺癌防治联盟开展“双百行动”,旨在通过建立百家医院AI和元宇宙肺结节诊治分中心,组织专家培训,推广应用AI辅助评估肺结节,来提升基层医院的诊断能力。

2 物联网医学

IoT通过其全面感知、可靠传输和智能处理的特点,实现了医疗数据的实时采集、传输和分析。通过IoT医疗设备,医生可以实时全时空监测患者的生理数据,随时了解患者的健康状况,从而做出更加及时和准确的治疗决策。IoT能够构建一个庞大的医疗数据网络,为医生提供更加全面、准确的诊疗依据。同时,IoT还能够实现医疗服务的智能化和自动化,提高医疗机构的运营效率,降低运营成本,为患者提供更加便捷、高效的医疗服务。此外,IoT技术还可以应用于药品管理、医疗器械追踪等多个环节,确保医疗过程的安全性和可追溯性。IoT技术在远程医疗领域应用也具有巨大的潜力。借助IoT技术,医生可以通过远程视频、数据共享等方式,为地处偏远地区的患者提供及时的医疗服务。这不仅缓解了偏远地区医疗资源紧张的问题,还让更多患者享受到了高质量的医疗服务。这些技术的发展为个性化医疗和精准医疗提供了强大的动力。利于个性化医疗根据患者的个体差异,制定针对性的治疗方案。而精准医疗则可更进一步,通过对患

者的基因、生活方式等多维度数据进行深入分析,实现更为精确的诊断和治疗。随着物联网技术的不断发展,新质生产力将在医学领域发挥更大的作用。

3 元宇宙医学

元宇宙在医学领域的应用尚处于初级阶段,但其通过其八大特征:沉浸感、虚拟身份、社交属性、随时随地、多样性、低延迟、经济属性和全新的人机交互方式,和独特的虚拟现实技术,有望为医学教育、手术模拟、康复训练等方面提供全新的解决方案。虚拟现实技术可以为医学教育构建更加真实和生动的教学环境。通过手术模拟功能,元宇宙可以帮助医生在虚拟环境中进行手术训练和提高手术技能。而康复训练功能则可以为患者提供更加个性化和高效的康复方案。

元宇宙医学的兴起,不仅促进了医疗产业结构的优化,还为医疗行业的增长动力和质量发展带来深刻变革。物联网医学、元宇宙医学以及人机融合技术的成熟及其在临床实践中的应用,都充分证明了这一点。智能制药和可穿戴设备等技术也在疾病预防和治疗方面发挥了重要作用。这些技术的发展为个性化医疗和精准医疗提供了有力支持,使得医疗服务更加个性化和高效。

作为结合了人类智能与人工智能的新型智能科学体系,人机融合技术正逐渐潜移默化地改变着传统医疗模式,为医疗服务带来了前所未有的变革。人机融合技术更是将人与机器的智能完美结合,既保留了医生的专业知识和经验,又发挥了机器在数据处理和分析方面的优势,从而极大地提升了医疗服务的效率和质量,优化医疗资源配置。以机器人手术为例,医生通过与机器人的紧密协作,能够执行更为复杂、精细的手术任务。机器人在手术中的精准定位和操作,大大降低了手术风险,提高了手术成功率。同时,机器人手术还能减轻医生的工作负担,让他们有更多的精力去关注患者的术后康复。除了机器人手术,智能制药和可穿戴设备等技术也在疾病预防和治疗方面发挥了重要作用。

4 GPT

GPT是一种基于互联网的、可用数据训练的、文本生成的深度学习模型。GPT通过其强大的自然语言处理能力,实现了医疗文本信息的高效处理,不仅提高医生的工作效率,还为患者提供更加便捷和高效的医疗服务。同时,GPT还可以通过自主学习,为医生提供更加精准的诊断和治疗建议。

4 展 望

新质生产力在医学领域的应用前景广阔。随着技术的不断进步和发展,我们有理由相信这些新兴技术将为医疗健康事业带来革命性的变革并造福更多的患者。AI、物联网、元宇宙、GPT、人机融合等具有高科技、高效能、高质量特征的技术是医学新质生产力的基础。这些技术自然而然推动目前医疗模式深度转型升级,在此基础上产生的物联网医学和元宇宙医学,将促进目前医疗产业结构、增长动力和发展质量的变革。这些技术从根本上改变了原有医疗模式的技术路线和生产方式,大幅度提高诊断的效率和精准性。这些医学新质生产力将颠覆性提高一、二、三级预防效率,大幅度提升全要素生产率,如提高诊疗水平,改善长期生存率,成为以往医疗模式难以比拟的重要医疗模式。

展望未来,新质生产力在医学领域的应用前景广阔,有望为医疗健康事业带来革命性的变革。人机融合技术、智能制药、可穿戴设备以及物联网等技术的不断发展,将为医疗服务注入更多创新元素,让医疗服务更加智能化、个性化、高效化。我们有理由相信,在不久的将来,只要我们科学拥抱和发展新质生产力,将引领医学领域迈向一个更加美好的未来,开创崭新的医学新时代。

引用本文

顾建英,宋振举,白春学. 拥抱新质生产力,开创医学新时代[J]. 元宇宙医学,2024,1(3):1-2.

GU J Y, SONG Z J, BAI C X. Embrace the new quality of productivity and create a new era of medicine[J]. Metaverse Med, 2024,1(3):1-2.

DOI: 10.61189/145630jgnstt

· 专题报道 ·

医学新质生产力之我见

白春学*

复旦大学附属中山医院呼吸与危重症医学科, 上海 200032



[摘要] 医学新质生产力是一个相对较新的概念,它指的是应用现代科技手段,特别是互联网、大数据、人工智能和元宇宙等新兴技术,来提升医疗服务质量和效率的能力。这种能力的核心在于创新,包括技术创新、管理创新和服务创新。本文综述了医学新质生产力的技术基础及发展现状,为其发展指明方向,为构建现代医学体系和实现中华民族伟大复兴的中国梦贡献力量。

[关键词] 医学新质生产力;人工智能;物联网

[中图分类号] R-0 **[文献标志码]** A

My view on new quality productive forces in medicine

BAI Chunxue*

Department of Respiratory and Critical Care Medicine, Zhongshan Hospital, Fudan University, Shanghai 200032, China

[Abstract] Medical new quality productive forces (MNQPF) is a relatively new concept that refers to the ability to apply modern technological tools, especially emerging technologies like the internet, big data, artificial intelligence, and the metaverse, to improve the quality and efficiency of medical services. The core of this ability lies in innovation, including technological, managerial, and service innovation. This article reviews the technical foundations and current development status of MNQPF, points out the direction for its development, and aims to contribute to the construction of a modern medical system and the realization of the Chinese Dream of national rejuvenation.

[Key Words] new quality productive forces in medicine; artificial intelligence; internet of thing

随着科技飞速发展和社会的深度变革,生产力形态也在不断地演变和升级。其中,新质生产力作为一种全新的生产力形态,正逐渐引起人们广泛关注。发展新质生产力是推动高质量发展的内在要求和重要着力点^[1]。国务院国资委^[2]表示,将推动国资央企发展实体经济,积极扩大有效投资,优化投资布局结构,其中加快布局培育新质生产力是着力重点之一。“新质生产力”的起点是“新”,关键在“质”,落脚于“生产力”。与党的二十大强调的“科技是第一生产力、人才是第一资源、创新是第一动力”相呼应。实验室产生的新技术,只有通过新产业落地,才能转换为经济社会发展的动能。从经济学角度看,新质生产力代表一种生产力的跃迁。它是科技创新发挥主导作用的生产力,高效能、高质量,区别于依靠大量资源投入、高度消耗能源的生产力发展方式,是摆脱了传统增长路径、符合高质

量发展要求的生产力,是数字时代更具融合性、更体现新内涵的生产力^[3-5]。从医学角度看,新质生产力可创立“名医治未病、元医惠众生”的高格局医疗和大健康模式,可更好地赋能“健康中国 2030”。

1 医学新质生产力

1.1 新质生产力 新质生产力是指一种新生产力形态,能够推动社会经济发展,且具有创新性和前瞻性的概念。目前认为新质生产力具有如下特点^[6-9]:(1)科技含量高。新质生产力以新的科技成果为基础,广泛运用人工智能(artificial intelligence, AI)、大数据、云计算、物联网(internet of things, IoT)等先进技术,实现生产过程智能化、自动化和数字化。(2)创新性强。新质生产力注重创新,包括技术创新、管理创新、制度创新等,以便不断提升生产效率和产品质量。(3)绿色环保。新质生产力强调可

[收稿日期] 2024-09-21

[接受日期] 2024-09-29

[基金项目] 上海市科学技术委员会项目基金(21DZ2200600)。Supported by Fund of Shanghai Municipal Commission of Science and Technology (21DZ2200600)。

[作者简介] 白春学,教授、主任医师。

*通信作者(Corresponding author). Tel: 021-64041990, E-mail: bai.chunxue@zs-hospital.sh.cn

持续发展,注重资源节约和环境保护,通过绿色生产、循环经济等方式,实现经济和环境效益双赢。(4)全球化程度高。新质生产力的生产要素在全球自由流动和优化配置,实现资源共享和协同发展。

1.2 医学新质生产力 要将新质生产力的概念应用于医学,首先要理解新质生产力是否可以通过技术创新和管理优化,提高生产要素的效率和质量,进而提升整体生产效能和经济效益。在医学领域,

这涉及运用现代科技手段,如AI、大数据、IoT、元宇宙,虚拟现实(virtual reality, VR)、增强现实(augmented reality, AR)、混合现实(mixed reality, MR)、生成式预训练模型(generative pre-trained transformer, GPT)等,实现从传统服务模式向智能化、个性化、高效率的现代医疗服务模式转变,改善医疗服务质量、提高医疗效率和保障患者安全(表1)^[10-14]。

表1 新质生产力概念应用于医学的方法

方法	技术路线
AI和机器学习	通过开发智能算法,赋能医生进行更准确地诊断和治疗,并提供个性化治疗方案。
数据分析和挖掘	应用患者历史数据进行疾病预测和预防;优化医疗资源配置,提高医疗服务的针对性和有效性。
IoT技术应用	通过可穿戴设备和远程监测技术,实现对患者健康状况实时跟踪和管理,提高慢性病管理效率。
元宇宙技术	应用VR、AR、MR构建虚实互动环境,用于医学教育和培训,提高医护人员专业技能和应急处理能力。
质量控制和风险管理	建立全面医疗质量监控系统,及时识别和纠正潜在的风险和问题,确保医疗服务高标准和连续性。
持续改进和创新发展	鼓励医疗机构不断追求服务创新和技术革新,以适应医学领域快速发展,满足患者日益增长的需求。

AI:人工智能;IoT:物联网;VR:虚拟现实;AR:增强现实;MR:混合现实。

1.3 医学新质生产力与工业4.0的关系 医学新质生产力与工业4.0都致力于通过技术创新提升领域的核心竞争力^[13]。医学新质生产力主要指在医学领域内,通过引入和应用新兴技术和管理理念,以提高医疗服务质量、效率 and 创新能力的一种新型生产力。而工业4.0则代表了更高格局的制造业新时代,其核心特征是通过IoT、大数据、AI等技术实现高度数字化、网络化和自动化,从而提高生产效率和灵活性。这一革命性技术完全适用于现代医学,利于更高格局地提升医疗和大健康水平。在医学领域,工业4.0理念和技术正在逐渐被采纳,以推动医疗服务模式转型。例如,通过IoT技术实现医疗设备之间互联互通,实时监测和收集患者健康数据,为个性化诊疗提供支持。大数据分析和AI应用则有助于提高诊断准确性和治疗效率,同时通过机器学习不断优化治疗策略。此外,VR和AR技术在医学教育中的应用,也在不断提高医护人员技能和应变能力。

2 医学新质生产力基础

中国在医学新质生产力的发展中已取得显著进展,这对于推动医学领域创新和服务模式转型具有重要意义。一些研究团队^[15-16]已经在肺癌早期诊断、慢病管理等领域成功开发了基于AI的解决方案。这些系统通过学习大量医疗数据,能够提供更为精确的诊疗建议,从而提高医疗服务质量和效

率。IoT技术应用则使得医疗设备、患者和医护人员之间沟通变得更加流畅^[5,17-21]。通过IoT,可全时空监测患者生理参数,并将数据传输至云端进行分析处理。中国在医学物联网(medical internet of things, MIoT)方面的研究也处于全球领先地位,尤其在构建MIoT海量信息处理研究室和推动MIoT设备企业发展方面做出了积极努力。

2.1 医学新质生产力的AI基础 AI发展和应用推动医学领域从传统服务模式向智能化、个性化、高效率的现代医疗服务模式转变,这不仅提升了医疗工作的质量和效率,也为患者带来了更好的健康保障^[4-5,9-8,22-24]。

2.2 医学新质生产力的IoT基础 作为医学新质生产力重要的技术支撑,IoT不但对推动MIoT的发展起到了顶层设计和学术引领作用,同时也为元宇宙医学创立奠定了坚实基础(表2)。

2.3 医学新质生产力的元宇宙基础 元宇宙在医学领域的应用目前仍处于初级阶段,但潜力巨大。元宇宙技术能够提供一个沉浸式和交互式的虚实互动环境,可用于医学教育和培训、手术模拟、患者康复等方面^[25-27]。复旦大学附属中山医院终身荣誉教授白春学于2018年启动AR辅助MIoT的临床研究^[25],于2022年2月18日牵头召开了“元宇宙医学创立暨联盟成立大会”,并被选为国际元宇宙医学协会(International Association for Metaverse in Medicine, IAMM)主席。2022年8月出版的《未来已

表 2 基于 IoT 基础的医学新质生产力

方法	技术路线
全面感知	MIoT 通过部署各种传感器,如心率监测器、血压计、血糖仪等,可实时收集患者生理参数和大健康数据,为医生诊断和治疗提供准确的信息。
可靠传输	数据的稳定传输是实现有效医疗监护的关键。借助 IoT 通信技术,可将收集到的数据安全可靠地传输到数据中心或医生的手持设备上。
智能处理	MIoT 应用云计算和大数据技术,对收集到的海量数据进行存储、分析和处理。通过智能算法,可对患者的病情进行预测和预警,赋能医生制定个性化治疗方案。
分级诊疗	通过将患者按照病情轻重缓急进行分类,合理分配医疗资源,提高医疗服务的效率和质量。
远程医疗	医生可通过网络平台对患者,尤其对于偏远地区的患者,进行远程诊断和指导。
健康管理	通过可穿戴设备,用户可自我监测健康状况,并根据反馈调整生活习惯,达到预防疾病和促进健康的目的。

IoT:物联网;MIoT:医疗物联网。

来——我们需要的元宇宙医学》,成为全球首部集通识、科普和专业为一体的元宇宙医学参考书,与时俱进地在全球最早提出元宇宙医学。2023 年 9 月,白教授受中国科技出版社邀请,联袂高承实教授和杨达伟副教授主编《元宇宙医学》。Clinical eHealth 和《元宇宙医学》杂志,均被正式遴选为

IAMM 官方期刊^[28]。这些工作为元宇宙技术成为医学新质生产力之一奠定了坚实的基础,而医学新质生产力也在元宇宙的基础上得以拓展和深化,助力医疗服务更加智能化、个性化和高效化发展,提升医疗工作质量和患者的就医体验(表 3)。

表 3 医学新质生产力的元宇宙基础

基础	技术路线
VR 和 AR	在医学教育和培训中,VR 和 AR 技术能够提供沉浸式学习体验,帮助学生和医护人员更好地理解和掌握复杂的医学知识和技能。例如,通过 VR 技术,医生可进行手术模拟训练。
MR	MR 技术为医生和患者提供更加直观和生动的交互方式。例如,在远程医疗中,专家可通过 MR 技术与远端医生共享病历和诊断意见,共同制定治疗方案。
AI	AI 在元宇宙中扮演着智能决策和技术支持角色。通过机器学习和大语言模型,AI 能够协助医生更准确地诊断,提供个性化的治疗建议,并自动执行部分数据处理任务。
区块链	区块链技术能够保证医疗数据的安全性和隐私性,同时通过分布式账本技术,实现医疗信息的透明共享和可追溯管理。这对于跨机构、跨地域的医疗协作至关重要。
IoT	IoT 能够实现医疗设备的互联和智能化管理,通过收集和分析患者健康数据,为元宇宙医疗服务提供实时和精准的支持。

5G 和边缘计算 高速的 5G 网络和边缘计算技术保证了元宇宙中大量数据的高效传输和处理,提升了用户体验。

VR:虚拟现实;AR:增强现实;MR:混合现实;AI:人工智能;IoT:物联网。

2.4 医学新质生产力的 GPT 基础 GPT 作为一种基于大规模文本数据训练的生成式 AI 技术,具备处理和分析大量医疗文本数据的能力,这将在医学领域具有广泛的应用前景(表 4)^[28-30]。GPT 技术为医学新质生产力的发展提供了坚实的基础,使得医疗服务更加智能化、个性化和高效化,极大地提升了医疗工作的质量和患者的就医体验,BAIMGPT 即是其中之一^[28]。这是白春学教授团队研发的全球首个医学数字人 GPT,可为大众提供更便捷、高效的医疗

咨询服务,特别是可为肺结节和阻塞性睡眠呼吸暂停综合征患者提供准确、及时的诊治建议。同时,还能够与医生进行高效沟通和协作,提高医疗效率和质量。

2.5 综合应用医学新质生产力 AI、IoT、元宇宙和 GPT 的综合应用,可为医学新质生产力发展提供更强的技术支持,进一步推动医疗服务向智能化、个性化和高效化方向发展,可以更好发挥医学新质生产力的效益(表 5)^[5,27-30]。

表 4 医学新质生产力中的 GPT 基础

方法	技术路线
自然语言处理	GPT 可用于理解和分析医生的笔记、病历、科研论文等文本数据,从而辅助医生生成诊断和治疗决策。
智能辅助诊断	通过训练和优化,医学数字人 GPT 能够识别和分析医学影像关键特征,如病变位置、形态、大小等,从而辅助医生判断疾病类型和严重程度。此外,GPT 还能根据现有医学知识和经验,为医生提供诊断思路。
医学教育和培训	医学 GPT 可作为智能教学辅助工具,为实习、规培和继续医学教育提供个性化的学习资源及反馈。它还可模拟各种疾病和场景,提供实践机会,提高学生的临床技能和决策能力。
远程医疗服务	医学数字人 GPT 可实现医生和患者之间实时交流,提供精确高效的医疗服务。GPT 能够模拟医生专业知识和经验,进行初步问诊和咨询,辅助医生远程诊断和制定治疗方案。
个性化医疗服务	随着大数据和深度学习技术不断进步,GPT 将能更深入地理解个体差异和疾病特点,为用户提供更加个性化的医疗健康服务。

GPT:生成式预训练模型。

表 5 综合应用医学新质生产力的方法

方法	技术路线
数据整合与分析	应用 AI 技术,特别是机器学习和深度学习,可对医疗数据(生理参数、行为模式、情绪状态等),进行整合和分析,通过 AI 算法处理,可观察疗效,及时发现潜在疾病风险。
个性化治疗计划	结合 AI 的预测能力和 GPT 的自然语言处理能力,可为每个患者制定个性化治疗计划。GPT 可赋能医生理解患者病史和需求,而 AI 则可基于大量的医疗数据,为医生提供最优的治疗建议。
远程医疗与监护	IoT 和元宇宙技术结合,可构建远程医疗环境,医生可在其中为患者提供实时诊断和治疗建议。
医学教育与培训	应用元宇宙技术,可构建沉浸式医学教育环境,学生可在其中进行实践操作和技能培训。结合 GPT 技术,可提供个性化学习资源和建议,帮助学生更好地掌握医学知识和技能。
医疗质量控制与改进	应用 AI 技术,可对医疗服务全过程进行监控和评估,及时发现潜在问题和改进点。结合 GPT 技术,可为医护人员提供实时的指导和反馈,赋能他们提高服务质量和工作效率。
患者参与和自我管理	应用元宇宙技术,可构建虚拟患者社区。患者可在其中分享经验和资源,提高自我管理能力和。结合 GPT 技术,可为患者提供个性化健康建议和自我管理工具,帮助他们改善生活质量。

AI:人工智能;GPT:生成式预训练模型;IoT:物联网。

3 应用医学新质生产力提升医疗和大健康服务水平

3.1 医学新质生产力在大健康中的应用 医学新质生产力在大健康领域的应用包括预防保健、个性化健康管理、医疗服务质量提升、医学教育和培训、医学研究与创新,以及医疗资源共享等(表 6)^[8-9,26],不仅提高了大健康领域的服务水平,还为公众带来了更好的健康保障。

3.2 医学新质生产力在呼吸疾病中的应用 医学新质生产力在呼吸疾病中的应用包括早期诊断、个性化治疗、MIoT 辅助管理、元宇宙医学以及大数据分析 with AI 等(表 7)。这些技术的综合应用不仅提高了呼吸传染病防治的效果,还提高了患者的生活质量。

PNapp5A^[18-19]是白教授研发的全球首个将肺结节诊治共识指南和个体化评估管理规范融入程序

之中的系统(图 1)。2024 年,PNapp5A 进一步融合肺结节评估管理功能,将其提升为新质生产力一体机(图 2),可以赋能在线教学、科研和医疗服务,赋能评估管理肺结节、戒烟,提高同质化医疗和大健康水平。融合的功能包括(1)肺结节 BAIMGPT 1.0:含全球首个赋能肺结节评估的语音和文字交互兼容咨询系统;(2)自动计算风险概率和计算机软件系统 LCBP 模型:能够计算肺结节恶性风险,赋能提高强基层广覆盖式医疗水平。

3.4 医学新质生产力在阻塞性睡眠呼吸暂停防治中的应用 医学新质生产力赋能阻塞性睡眠呼吸暂停(obstructive sleep apnea, OSA)防治的效果主要体现在早期诊断、多元化治疗、康复治疗、患者教育、质量控制和风险管理以及“云+端”治疗与管理模式等方面(表 8)。这些技术的综合应用不仅提高了 OSA 的防治效果,还为患者带来了更好的生存质

表 6 医学新质生产力在大健康中的应用策略

策略	方法和技术路线
实现大健康资源共享	通过 IoT 技术,可实现医疗设备和资源互联互通,提高大健康服务可及性和便利性。例如,共享远程医疗设备和监测工具。
提高预防保健水平	通过 AI 技术,可分析大量健康数据,预测个体的健康问题,实现早期干预和预防。例如,应用 AI 算法对基因数据进行解读,可评估个体患某种遗传性疾病风险,并提供相应预防措施。
提升医疗服务质量	应用元宇宙技术,可构建一个虚拟医疗服务环境,医生可在其中为患者提供远程诊断和治疗建议。这种模式不仅方便了患者,尤其是偏远地区人群,还可提高医疗资源的应用效率。
个性化健康管理	结合 AI 和 IoT 技术,通过可穿戴设备收集的生理数据,结合个人生活习惯和遗传背景,为用户提供个性化健康建议,包括饮食、运动、睡眠等方面。
促进医学通识和科普教育	结合元宇宙和医学 GPT 技术,可创建一个沉浸式的通识和科普教育环境。用户可在虚拟环境中进行有关健康的实践操作和技能培训,而 GPT 则可提供个性化的学习资源和咨询服务。
推动医学研究与创新	应用 AI 技术,可对大量的医学文献和数据进行分析,帮助科研人员发现新的疾病关联和治疗方法。结合 GPT 技术,可自动生成假设和实验设计,加速医学研究的进程。

AI:人工智能;IoT:物联网;GPT:生成式预训练模型。

表 7 医学新质生产力在呼吸相关疾病中的应用

方法	技术路线
大数据分析 with AI	通过整合和分析患者数据,AI 可赋能医生预测疾病发展趋势,优化治疗方案,提高治疗效果。同时,这些技术也有助于发现潜在的风险因素,从而实现预防为主的目标。
早期诊断	应用 AI 深度学习技术,结合患者临床信息和 CT 影像,帮助医生提高疾病的早期诊断率。
个性化治疗	基于敏感基因检测和免疫标志物测定,帮助医生制定个体化治疗方案。此外,还可帮助研究人员发现新的治疗靶点和生物标志物,为精准治疗提供科学依据。
MIoT 辅助管理	通过传感器和移动设备,患者可在家中监测自己的健康状况,并及时将数据传送给医生,利于及时发现病情变化,调整治疗方案。
元宇宙医学实践	元宇宙技术为疾病防治提供了全新的视角和赋能方法。例如,通过构建 VR 环境,医生可以模拟手术训练,提高手术成功率。此外,元宇宙还可用于患者的康复训练和心理支持。

AI:人工智能;MIoT:医疗物联网;VR:虚拟现实。



图 1 PNapp5A

量。笔者团队在这方面研发的 OSapp 5A(图 3),也是全球首个将共识指南和个体化评估管理规范融入其中的部件,并有全球首个赋能 OSA 评估的语音

和文字交互兼容咨询系统 OSA BAIMGPT 1.0,可赋能强基层广覆盖式医疗。

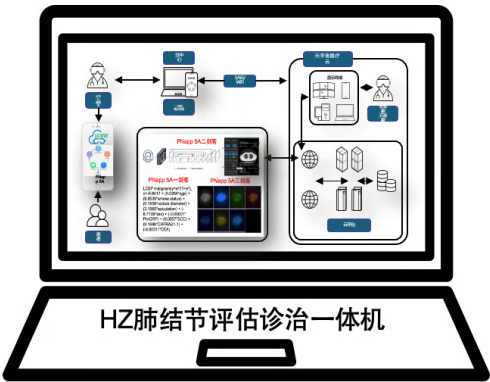


图2 肺结节评估诊治一体机

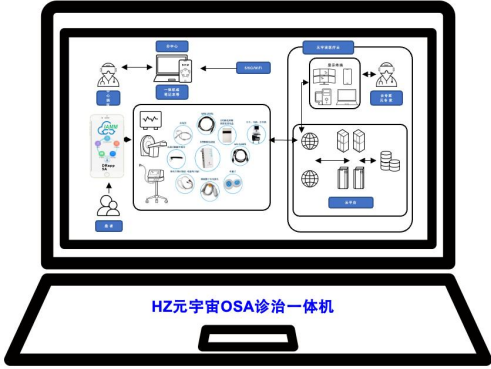


图3 元宇宙OSA诊疗管理一体机

4 克服医学新质生产力发展面临的挑战

医学新质生产力的发展虽然带来了诸多机遇，但也面临一系列困难和挑战(表9)^[31-33]。要想克服医学新质生产力发展面临的困难和挑战，需要多方

面的努力，并采取切实可行的策略及技术路线(表10)^[32-34]。其中，特别需要侧重以下四方面工作。(1)加强科技创新:加大研发投入，培育创新型人才，推动科技成果转化和应用。(2)深化医疗体制改革:深化经济和科技体制等相关领域的改革，打破制约新质生产力发展的体制机制障碍。(3)推动医疗产业

表8 医学新质生产力在OSA防治中的应用

应用	技术路线
“云+端”治疗与管理模式	结合云计算和边缘计算的优势,实现对OSA患者的连续、全方位的管理。这种模式不仅可提高治疗的便利性,还可促进医患之间的互动和合作。
早期诊断	可通过AI分析患者的睡眠模式,实现对OSA的早期诊断。AI系统可通过学习大量医疗数据,识别出可能导致OSA的风险因素,并据此为患者提供个性化的诊疗建议。
多元化治疗	新质生产力推动了OSA治疗方法创新,包括持续正压通气(CPAP)治疗、手术治疗以及生活方式的改变等。通过多学科团队协作,为患者提供更全面、个性化治疗。
康复治疗	应用IoT技术,可实现对患者康复过程中远程监控和管理。例如,通过可穿戴设备监测患者的睡眠质量,并将数据实时传输给医生,可赋能及时调整治疗方案。
患者教育	应用元宇宙技术,可创建VR环境,用于OSA患者的康复训练和生活方式改变的教育。这种沉浸式学习体验可提高患者的参与度和治疗效果。
质量控制和风险管理	大数据分析和AI技术可对OSA患者治疗过程进行实时监控和风险评估,这有助于及时发现潜在的问题,并采取相应预防措施,从而提高诊治安全性和有效性。

OSA:阻塞性睡眠呼吸暂停;AI:人工智能;IoT:物联网;VR:虚拟现实。

表9 医学新质生产力发展中将面临的挑战

挑战	原因
技术成熟度	AI、IoT、元宇宙等技术仍在不断发展,需要解决技术稳定性、可靠性等问题,以确保在实际应用效果。
数据安全和隐私保护	医学新质生产力的发展依赖于大量敏感的医疗数据,数据的安全和隐私保护是一个重要挑战。
技术接受程度	医生和患者对新兴技术的接受度不一,可能会影响到新技术的推广和应用。
成本问题	医学新质生产力发展需要一定研发和运维成本,这可能是在资源有限的地区推进新技术普及的障碍。
人才短缺	医学新质生产力的发展需要具备跨学科知识的人才,但目前这类人才相对匮乏。
法规和政策	随着医学新质生产力的发展,可能会出现一些新的法律和伦理问题。

AI:人工智能;IoT:物联网。

升级:加快传统模式转型升级,培育发展战略性新兴产业和高技术产业,构建现代医疗体系,提升其竞争力。(4)加强国际合作:积极参与国际分工与合作,加强与世界各国的经贸往来和技术交流,拓展新质生产力的发展空间。

表 10 克服医学新质生产力发展中挑战的策略

策略	技术路线
增加研发投入	为了进一步提高技术的成熟度和可靠性,需要持续投入资金研发,解决技术瓶颈问题。同时,也要关注技术的实际应用效果,确保其能够在临床环境中发挥作用。
加强数据安全和隐私保护	健全数据保护制度,采用先进的数据加密和访问控制技术,确保医疗数据的安全性。同时,也要加强对医务人员和数据管理人员的培训,提高他们的数据安全意识。
提高技术接受度	通过培训和研讨会,提高医务人员对新技术的认识和操作能力。同时,也要加强患者沟通,解释新技术的好处和安全性,争取理解和支持。
降低成本	通过规模化生产和优化资源配置,降低新技术的应用成本。同时,积极探索低成本的技术解决方案,如区块链的去中心化和数据共享技术,可使更多地区和人群能够受益。
培养专业人才	通过教育和培训,培养具备跨学科知识的人才,以满足医学新质生产力发展需求。同时,也要关注人才成长和发展,提高他们的工作满意度和忠诚度。
完善法规和政策	政府和相关机构需要不断完善相关法律法规,为新技术应用提供有力保障。同时,也要关注新技术带来的法律和伦理问题,及时进行政策调整和指导。

5 展 望

作为一种全新的生产力形态,新质生产力正以其独特的优势和巨大的潜力,引领社会生产的变革和发展。我们应该深刻认识到将新质生产力应用于医学之中的重要性和紧迫性,积极采取可行性措施推动其快速发展,为构建现代医学体系和实现中华民族伟大复兴的中国梦贡献力量。

医学新质生产力的发展前景非常广阔,预计将在以下几个方面取得显著进展。(1)精准预防:通过 AI 和大数据技术,将能够预测个体可能出现的健康问题,从而实现精准预防。这将有助于降低疾病的发生率,提高人群的整体健康水平。(2)智能健康管理:结合 AI 和 IoT 技术,可实现对个人健康的实时监控和管理。智能手环等设备可实时监测心率、血压、血糖等生理参数,帮助医生及时发现健康问题,并采取相应的干预措施。(3)智能化医疗服务:随着 AI 技术的不断进步,未来的医疗服务将更加智能化。智能诊断系统将能够自动分析医疗影像,提供精准的诊断建议;智能机器人将能够协助医生进行复杂的手术操作,提高手术的成功率和安全性。(4)个性化医疗:通过大数据分析和个人基因组学的研究,未来的医疗服务将更加个性化。医生将根据每位患者的遗传特征、生活习惯和环境因素,为其量身定制最佳的治疗方案和健康生活方式。(5)远程医疗和移动医疗:随着 IoT 和 5G/6G 技术的广泛应

用,患者在家中即可通过移动设备接受医疗服务,大大提高医疗服务的可及性和便利性。(6)元宇宙医学:元宇宙技术将为医学领域带来全新的应用场景。例如,通过 VR/AR/MR 技术,医生可在虚拟环境中进行手术训练,提高技能水平;患者也可在虚实互动环境中进行诊疗和康复训练,提高治疗效果。

综上所述,医学新质生产力的发展将为医疗服务带来革命性的变化,使医疗服务更加高效、个性化和智能化,从而大幅提升患者的生活质量,实现“物联健康新契机,元面名家零距离,虚实互动加质控,人机融合无人敌”的美好愿景。

伦理声明 无。
利益冲突 所有作者声明不存在利益冲突。
作者贡献 白春学:选题、撰写、修改、定稿。

参考文献

[1] 《求是》杂志评论员. 深刻认识和加快发展新质生产力[EB/OL]. [2024-7-13]. http://www.qstheory.cn/dukan/qs/2024-02/29/c_1130082954.htm#:~:text=2024%E5%B9%B4%E6%9C%88%E6%97%A5.

[2] 新华社. 国资央企今年将加快布局培育新质生产力[EB/OL]. [2024-7-13]. https://www.gov.cn/lianbo/bumen/202402/content_6929758.htm#:~:text=%E5%9B%BD%E5%8A%A1%E9%99%A2%E5%9B%BD%E8%B5%84%E5%A7%94%E8%BF%91%E6%9C%9F%E9%83%A8%E7%BD%B2.

[3] 刘晨曦,王茜,姚岚. 新质生产力助力健康中国建设研究[J]. 中国卫生经济, 2024, 43(7): 6-9.

- [4] YANG D, ZHOU J, SONG Y L, et al. Metaverse in medicine. *Clin eHealth*, 2022, 5: 39–43.
- [5] YANG D W, ZHOU J, CHEN R C, et al. Expert consensus on the metaverse in medicine[J]. *Clin eHealth*, 2022; 5: 1–9.
- [6] 黄凌波, 覃娴静, 冯启明. 新质生产力赋能数字医联体建设——内涵、逻辑与路径[J]. *广西医学*, 2024, 46(3): 329–332.
- [7] 谈在祥, 刘逸天. 卫生健康领域新质生产力的内涵特征及发展路径[J]. *卫生经济研究*, 2024, 41(6): 1–4.
- [8] HAUG C J, DRAZEN J M. Artificial intelligence and machine learning in clinical medicine, 2023[J]. *N Engl J Med*, 2023, 388(13): 1201–1208.
- [9] SCHWALBE N, WAHL B. Artificial intelligence and the future of global health[J]. *Lancet*, 2020, 395(10236): 1579–1586.
- [10] 白春学. 实用物联网医学[M]. 北京: 人民卫生出版社, 2014.
- [11] 白春学. 物联网医学分级诊疗手册[M]. 北京: 人民卫生出版社, 2015.
- [12] 白春学, 赵建龙. 物联网医学[M]. 北京: 科学出版社, 2016.
- [13] THÜEMMLER C, BAI C X. Health 4.0: how virtualization and big data are revolutionizing healthcare [M]. Cham: Springer International Publishing, 2017.
- [14] BAI C X. Letter from China[J]. *Respirology*, 2018, 23(7): 718–719.
- [15] LE V, YANG D W, ZHU Y, et al. Quantitative CT analysis of pulmonary nodules for lung adenocarcinoma risk classification based on an exponential weighted grey scale angular density distribution feature [J]. *Comput Methods Programs Biomed*, 2018, 160: 141–151.
- [16] ZHENG B B, YANG D W, ZHU Y, et al. 3D gray density coding feature for benign-malignant pulmonary nodule classification on chest CT [J]. *Med Phys*, 2021, 48(12): 7826–7836.
- [17] 中华医学会呼吸病学分会, 中国肺癌防治联盟专家组. 肺结节诊治中国专家共识(2024年版)[J]. *中华结核和呼吸杂志*, 2024, 47(8): 716–729.
- [18] 中国物联网辅助肺结节诊治专家组. 物联网辅助肺结节诊治中国专家共识[J]. *国际呼吸杂志*, 2017, 37(08): 561–568.
- [19] 中国物联网辅助评估管理肺结节专家组. 物联网辅助评估管理肺结节中国专家共识[J]. *国际呼吸杂志*, 2022, 42(01): 5–12.
- [20] 物联网在睡眠呼吸疾病诊治中的应用专家组. 物联网在睡眠呼吸疾病诊治中的应用专家共识[J]. *国际呼吸杂志*, 2013, 33(4): 241–244.
- [21] 国际元宇宙医学协会(IAMM)睡眠呼吸专家组. 云加端物联网辅助诊治睡眠呼吸暂停(OSA)专家共识(2022版)[J]. *复旦学报(医学版)*, 2023, 50(4): 613–619, 632.
- [22] NOY S, ZHANG W. Experimental evidence on the productivity effects of generative artificial intelligence [J]. *Science*, 2023, 381(6654): 187–192.
- [23] SILCOX C, ZIMLICHMANN E, HUBER K, et al. The potential for artificial intelligence to transform healthcare: perspectives from international health leaders [J]. *NPJ Digit Med*, 2024, 7(1): 88.
- [24] XU N, YANG D W, ARIKAWA K, et al. Application of artificial intelligence in modern medicine [J]. *Clin eHealth*, 2023, 6: 130–137.
- [25] 白春学. 未来已来——我们需要的元宇宙医学[M]. 上海: 上海科学技术出版社, 2022.
- [26] 白春学. 元宇宙医学的昨天、今天与明天[J]. *元宇宙医学*, 2024, 1(1): 3–12.
- [27] 宋振举, 顾建英, 白春学. 如何建设元宇宙医院?[J]. *元宇宙医学*, 2024, 1(1): 13–21.
- [28] 白春学. 《元宇宙医学》创刊词[J]. *元宇宙医学*, 2024, 1(1): 1–2.
- [29] 胡 洁. 元宇宙医学数字人GPT研究快报. *元宇宙医学*, 2024, 1(1): 2.
- [30] 韦 球, 蒋维芃, 杨超勉, 等. 医学数字人GPT的研究现状及展望[J]. *元宇宙医学*, 2024, 1(1): 43–51.
- [31] 张宇鸣, 白春学. 医学GPT的研发现状和应用前景[J]. *元宇宙医学*, 2024, 1(1): 52–58.
- [32] KOSTICK-QUENET K, RAHIMZADEH V. Ethical hazards of health data governance in the metaverse [J]. *Nat Mach Intell*, 2023, 5(5): 480–482.
- [33] SOLAIMAN B. Telehealth in the metaverse: legal & ethical challenges for cross-border care in virtual worlds [J]. *J Law Med Ethics*, 2023, 51(2): 287–300.
- [34] 周 雪, 毛荟妍, 王雪梅, 等. 新质生产力驱动卫生系统重塑的当前表现与潜在挑战[J]. *中国医院管理*, 2024, 44(5): 17–21

引用本文

白春学. 医学新质生产力之我见[J]. *元宇宙医学*, 2024, 1(3): 3–10.

BAI C X. My view on new quality productive forces in medicine[J]. *Metaverse Med*, 2024, 1(3): 3–10.

DOI: 10.61189/846082rvywxn

· 专题报道 ·

元宇宙医学与新质生产力

崔 岩¹, 吴海波¹, 高承实^{2*}

1. 北部战区总医院呼吸与危重症医学科, 沈阳 110015

2. 安徽栈谷科技有限公司, 池州 247100



[摘要] 数字技术的发展进步,驱动传统医学向元宇宙医学迈进。新质生产力是由技术的革命性突破、生产要素的创新性配置和产业的深度转型升级催生的,具有高科技、高效能、高质量特征。元宇宙医学既是新质生产力的重要组成部分,也将通过提升劳动者健康水平进而推动新质生产力水平向更高台阶迈进,更会在更大范围和更大程度上推动新质生产力的形成和作用发挥。因此,我们必须自觉在新质生产力理论的指导下,通过加速医学知识的数字化,借助人工智能生成医学新知识,勇于将元宇宙医学作用于更广阔的领域,以最大程度提升新质生产力水平,助力新质生产力的形成和作用发挥。

[关键词] 元宇宙医学;新质生产力;劳动者;人工智能;数字技术

[中图分类号] R19 **[文献标志码]** A

Metaverse in medicine and new quality productive forces

CUI Yan¹, WU Haibo¹, GAO Chengshi^{2*}

1. Department of Respiratory and Critical Care Medicine, Northern Theater General Hospital, Shenyang 110015, Liaoning, China

2. Anhui Stack Valley Technology Co., Ltd., Chizhou 247100, Anhui, China

[Abstract] The development and progress of digital technology is driving traditional medicine towards metaverse in medicine. New quality productive forces is generated by revolutionary technological breakthroughs, innovative allocation of production factors, and deep industrial transformation and upgrading. It features high technology, high efficiency, and high quality. Metaverse in medicine is both an important component of new quality production forces, and will promote the new quality productive forces to a higher level by improving health level of workers. It will also promote the formation and role of new quality productive forces on a larger scale and to a greater extent. To this end, we must consciously follow the guidance of the theory of new quality productive forces, accelerate the digitization of medical knowledge, utilize artificial intelligence to generate new medical knowledge, and bravely apply metaverse in medicine to broader fields, so as to maximize the improvement of new quality productive forces level, and promote the formation and operation of new quality productive forces.

[Key Words] metaverse in medicine; new quality productive forces; workers; artificial intelligence; digital technology

人类历史发展证明,技术的发展,一方面会带来生产力水平的巨大提升,另一方面,也会带来生产关系的重塑。在中观和微观层面,技术不但会赋予具体产业和行业中的生产力构成要素以新属性,而且还会重新定义具体产业和行业的内涵和外延,并在宏观上衍生和演化出新的生产关系。

数字技术的发展,在推动全社会快速进入到数字经济时代的同时,也使得整个时代的主要驱动力由传统的生产力构成要素快速迁移到新质生产力上来。在数字技术的加持下,医学的发展也将快速聚焦到元宇宙医学的构建和形成上,而元宇宙医学的快速发展,也将为新质生产力的形成和作用发

挥贡献更大力量。

1 医学与生产力的关系

马克思主义政治经济学认为,生产力是人类改造自然的能力,生产力包括劳动者、劳动对象和劳动工具3个基本要素。为了更好地改造自然,人类必然要持续对劳动工具进行改造。在这一过程中,劳动工具也就逐渐成为了一部分劳动者的劳动对象,劳动对象的内容因此变得更加丰富,衍生出复杂的工业生产和后续一系列产业活动。随着年龄的增长以及身体状态的变化,一部分劳动者必然也会成为其他劳动者的照顾护理对象。由此,劳

[收稿日期] 2024-09-19

[接受日期] 2024-09-27

[作者简介] 崔 岩, 副教授、副主任医师. E-mail: Cyan9010@qq.com

* 通信作者 (Corresponding author). Tel: 056-62028361, E-mail: 13838001036@163.com

动者本身也会成为劳动对象,衍生和演化出复杂的服务业和包括医学在内的专业服务。

医学是通过科学或技术手段处理人体各种疾病或病变的学科。如果将人认为是自然的一部分,那么人体所患的各种疾病也就是自然的一部分,医学就成为生产力的一个分支或构成部分,具有生产力三大基本要素的全部内容。在这种视角下,广大医护人员就是医学生产力构成要素中的劳动者,医学生产力中的劳动对象则包括了人体各种疾病或病变,和患有各种疾病或病变的人。而劳动工具,从狭义来讲,除了医疗器械和各种药剂,就是广大医护人员知识、技术和经验;从广义来讲,人类几千年文明积累和传承下来的各种医学知识,都属于医学生产力中的劳动工具。

如果我们认为人是独立于自然的,那么人体所患的各种疾病或病变,虽然可能来自于自然,但却作用于人体。在这种视角下,从生产力构成要素角度,医学就不能单独构成医学生产力,而只是通过科学或技术手段为劳动者处理各种疾病或病变的一个学科。医学帮助劳动者解除所患疾病或病变解除,恢复身体健康,由此提高人类生产力水平。从这个角度,医学是生产力形成和作用发挥的重要构成环节。

如果我们再进一步分析,人的身体构成肯定是自然的一部分。但人的精神活动是否隶属于自然这一范畴,这在学术界仍有争议。如果我们认为人类的精神活动属于自然,那么“医学作为一种生产力”的观点就是确定的。但如果我们认为人类精神活动不属于自然,那么人类生理上的疾病或病变仍然是自然的一部分,但心理或精神方面的疾病就不再是自然的。因此,对人类生理性疾病或病变进行专业化处理的医学,就能够单独构成医学生产力;而人类心理或精神方面的疾病或病变的处理,就只能成为生产力形成和作用发挥的重要构成环节。

综上所述,如果采用更加开阔和统一的视角,我们可以认为,医学既是生产力的一部分,同时也是生产力形成和作用发挥的重要构成环节。

2 元宇宙医学对生产力形成和作用发挥的促进

元宇宙医学是一个非常新的概念。复旦大学附属中山医院终身荣誉教授、元宇宙医学协会和联盟主席白春学^[1]教授开创性地将医学中的元宇宙应用定义为融合了全息构建、全息仿真、虚实融合、虚实互联等智能技术,使用AR和/或VR眼镜促进医疗物联网(MIoT)的平台。白春学教授及其团队从“全

息构建技术-全面感知”“全息仿真技术-智能处理”“虚实融合技术-质量控制”“虚实联动技术-人机融合”等方面,通过将共识指南融入AI肺结节管理程序(PNapp5A),基于全面感知,结合全息构建技术,应用PNapp5A虚实联动,同质化诊治肺结节中的早期肺癌,协助专家服务患者,提高同质化诊疗水平,也实施了同质化的教学、培训和会诊。

目前国内外学术界和产业界对元宇宙的理解和认知不同,部分企业基于其竞争优势通过舆论操控,将AR、VR、MR、XR等虚拟现实和现实虚拟相关技术定义为元宇宙。但我们认为,AR、VR、MR、XR这些内容仅仅是人类进入元宇宙世界的入口,而真正的元宇宙将是包含物理世界在内的,但主要以数字形态为呈现方式的未来完整的世界形态。

有鉴于此,我们在白春学教授定义基础上,基于高承实博士《元宇宙进化逻辑》^[2]一书的主要内容,对元宇宙医学的定义做了进一步的拓展和深化。我们认为,元宇宙医学是将所有可能的数字技术作用于医学所带来的医学内涵和外延的全方位重构。这些数字技术将赋能现有医学领域的各个层面,并在医学的研究对象、关注内容和使用工具等方面带来全方位拓展,而且还将改变传统的医学业务流程,最后全方位重构医学。由此,元宇宙医学就不仅仅是虚实结合的医学,而是当前和未来所有可能的数字技术深入作用到医学领域的每个环节和每个层面所带来的医学的革命性改变。因此,元宇宙医学就是由数字技术发展所驱动,进而对医学进行全方位变革的医学革命。

元宇宙医学将带来医疗方式和医学科研范式的变革。元宇宙医学视角下的医学科研,将借助数字技术手段,通过获取更加精准、维度更加丰富、更多与人体健康与疾病相关联的数据,再通过更多种数据挖掘和分析方法,挖掘出更多人体生理数据之间以及人体生理数据与外部环境的关系。而元宇宙医学视角下的医疗,将基于数据和指标变化做到及早预防,进而将医学重点从对疾病和病变的治疗转向大健康 and 预防。也只有在元宇宙医学视角下,人类才更有可能真正实现“元医治未病”。

元宇宙医学也将极大提升人类健康水平。多维度、丰富的医学健康信息,在多种数据挖掘算法的支持下,将被分割成不同细分学科的医学还原为关于“人”的整体性的健康科学。同时基于其他相关联数据和指标的改变,基于丰富的医学知识库的知识关联和匹配以及各种相关算法的智能计算,感知或预测人体已经出现,或即将出现的各种征兆。

也只有元宇宙医学视角下,人类才有可能真正实现“大”健康。

元宇宙医学不仅是对医学研究内容、研究方法的改写,更将给生产力主导要素中的劳动者带来更多裨益。如果医学生产力这个定义存在的话,那么元宇宙医学无疑是对医学生产力大强度的推进和解放。如果医学是生产力形成和作用发挥的重要构成环节的话,那么元宇宙医学也将通过提升劳动者健康水平进而推动生产力水平向更高台阶迈进。

3 元宇宙医学是新质生产力的具体体现和重要组成

3.1 新质生产力的概念和含义 新质生产力的起点是“新”,关键在“质”,落脚点是“生产力”。新质生产力是创新起主导作用,摆脱传统经济增长方式、生产力发展路径,具有高科技、高效能、高质量特征,符合新发展理念的先进生产力质态。新质生产力是面向新兴领域的先进生产力,是面向未来产业的先进生产力,是着力高质量发展的先进生产力^[3]。

新质生产力由技术革命性突破、生产要素创新性配置、产业深度转型升级而催生;以劳动者、劳动资料、劳动对象及其优化组合的跃升为基本内涵,以全要素生产率大幅提升为核心标志。新质生产力是生产力现代化的具体体现,是新类型、新结构、高技术水平、高质量、高效率、可持续的生产力,是以前没有的新的生产力种类和结构^[4]。基于以上分析,中国生产力促进中心协会副理事长兼秘书长王羽给出了新质生产力的理论公式^[5]:

新质生产力 = (科学技术^{革命性突破} + 生产要素^{创新性配置} + 产业^{深度转型升级}) × (劳动力 + 劳动工具 + 劳动对象)^{优化组合}。

3.2 国外专家学者对新质生产力作出高度评价 尼泊尔前总理、共产党(联社)资深领导人贾拉·纳特·卡纳尔(Jhala Nath Khanal)^[6]认为,新质生产力这一理念的提出,反映了中国通过科技革新,推动社会各领域生产力发展的路线。同时,他也认为,中国经济之所以蓬勃发展,正是因其将技术的革新与发展贯穿到社会主义建设过程当中。

美国库恩基金会主席罗伯特·库恩(Robert Kuhn)^[7]则认为,在科学技术领域,只有实现颠覆性创新,才能掌握最先进的技术,对于中国来说,这是一种全新的思路。新质生产力符合新发展理念的先进生产力质态,是摆脱了传统增长路径的生产力。而深化改革对于推动新质生产力的发展同样重要,尤其体现在现代化科技管理方面。在他看来,这种新质生产力的提升,预示着中国经济转型

升级,新动能取代旧动能,进而保障经济可持续发展。

意大利洛伦佐·梅迪奇国际关系研究所专家法比奥·马西莫·帕兰迪(Fabio Massimo Parenti)认为,基于诸如新质生产力这样的理念、概念,中国政府正在研究、制定新的经济发展模式。

柏林自由大学教授、欧委会经济高级顾问康保锐(Berthold Kuhn)^[7]认为,新质生产力这一提法,符合中国新发展理念,代表着“具有高科技、高效能、高质量特征的创新型生产力”。

3.3 元宇宙医学与新质生产力 元宇宙医学是对新质生产力相关阐述的具体而集中呈现。

3.3.1 元宇宙医学建立于科学技术的革命性突破 这种革命性突破,不仅体现在医学本身,更多体现在数字技术与医学的结合层面。数字技术与医学的结合,进而带来了上面所讲的医学研究和医疗方式的范式变革。

3.3.2 元宇宙医学构建生产要素的创新性配置 在传统做法上,医护人员是将医疗器械、药剂以及相应知识,基于自己经过若干年的教育培训而积累下来的知识和经验,应用在患者身上。而在元宇宙医学中,这些要素的匹配和组合,更多是依靠以人工智能为代表的数字技术来实现的,或者是在人工智能的帮助下由医护人员实现的。这一过程,一方面扩大了生产要素的选择范围和匹配空间,另一方面,使得各类生产要素的匹配更加精准,效果更好,效率更高。

人类个体所能掌握的医学知识以及积累的医学经验都是有限的。而人工智能通过汇聚全世界所有医生和科研人员以数据为载体的知识,其掌握的知识近乎是无限的;而其对医疗器械功能和药剂疗效的精准预测能力,也是人类所不能比拟的。2023年,ChatGPT即被报道可精准寻找到疑难杂症靶点^[8],而这类案例,正在以指数方式持续在增长。

3.3.3 元宇宙医学推动产业深度转型升级 元宇宙医学既会带来医疗产业本身的深度转型升级,同时也会带动其他产业的深度转型升级。在传统意义上,医疗产业是一个涵盖医疗服务、制药、医疗器械等多个领域的综合产业。在医疗服务领域,数字技术的深度介入和元宇宙医学的生成,将使得医疗服务的服务范围更加广泛,服务内容更加多元,元宇宙医学还将真正实现医疗服务从疾病或病变治疗到人类大健康的转变,而疾病预防将成为医疗服务领域内一个越来越重要的内容。此外,元宇宙医学还会使医疗服务的水平更高,服务更加精准,疾病

预防越来越有效。在制药领域,依靠数字技术和人工智能可以更精准预测疾病靶点,定向设计化合物,高通量筛选先导化合物,极大缩短药物研发进程和研发成本。在医疗器械研制领域,数字技术的介入,也将使得医疗器械更加智能,这些医疗器械无论是手术器具,还是影像工具,或者是对数字化影像的解读。

医疗产业的转型升级,还会给其他相关产业带来技术和产业升级的效果外溢。元宇宙医学将极大提高人类的健康水平,延长人类的寿命。从健康水平来讲,元宇宙医学将为更多产业带来更多更健康的劳动者;从延长人类寿命角度,元宇宙医学也将创造出更多新型产业,尤其是当前已经为公众所广为关注的银发经济和养老产业。此外,元宇宙医学在医疗产业以外,也将与其他相关联产业,比如医学教育,发生更广泛的联动,进而在相当程度上带来更多产业版图的重构。

基于以上3个方面的革命性变化,元宇宙医学中的劳动力的内涵和外延改变了,劳动工具更新了,劳动对象拓展了。而在数字技术,尤其是人工智能技术的作用下,生产力定义中这三大基本元素的组合方式,也必然会产生深刻的组合方式的变化。由此,如果我们认可医学本身就是生产力,那么元宇宙医学就是新质生产力的集中呈现;而且元宇宙医学也将在更大范围和更大程度上推动新质生产力的形成和作用发挥。如果我们认为医学是生产力形成和发挥的重要环节,那么,元宇宙医学也将直接推动和促进新质生产力的形成和作用发挥。元宇宙医学是生产力构成中的重要元素,也是创新性元素。在新质生产力构成中,元宇宙医学将发挥重要作用。

4 从新质生产力角度加快元宇宙医学的构建和发展

4.1 早期医学建设数字化的问题 虽然元宇宙医学概念提出时间还很短,学界业界对其的理解认识还没有完全形成定论,但将数字技术应用于医学及相关领域,应该说至少也有十几年的历史了。这十几年以来,各种信息业务系统纷纷出现,比如电子病历系统(Electronic Medical Record, EMR)、医院信息系统(Hospital Information System, HIS)、医学影像归档和通信系统(Picture Archiving and Communication Systems, PACS)、手术室信息系统(Operation Room Information System, ORIS)、医院资源管理系统(Hospital Resource Planning, HRP)等。而且随着医学影像设备向更高精度发展,人工智能技术也越来

越多地用于对医学影像的解读,帮助医生完成对各种医学影像资料的解读和研判。

但无论是早期那些医学医疗相关的业务系统,还是当前借助最新数字技术发展而建设的人工智能医学辅助系统,它们都是仅针对医学相关业务某个层面或某个环节开展的,无法充分连接系统信息和数据,这也导致医学医疗领域还存在相当多的盲点和空白点有待被进一步信息化和数字化;此外,相当多的系统还处于早期信息化阶段,而当前数字技术的发展已经可以使医学的更多方面的内容进入到数字化甚至是智能化阶段了。

如果说以前是数字技术本身的发展阶段局限或制约了数字医学或数字医疗的发展,那么当前的技术发展已经为元宇宙医学的更充分全面发展提供了更多的可能。随着数字基础设施的进一步完善和数字技术的进一步发展,元宇宙医学所描绘的宏大愿景,也将会更快得到实现。

4.2 以新质生产力理论为指导,自觉推动元宇宙医学发展 无论我们认为元宇宙医学本身可以构成一门单独的学科,还是元宇宙医学是数字技术与医学的融合,随着数字技术的发展和医学自身的发展,元宇宙医学肯定会向着更先进的方向迈进。但如果我们能够主动以新质生产力的构建理论来构建元宇宙医学,那么元宇宙医学无疑会发展得更快,发展质量也会更高。

4.2.1 高度重视医学知识数字化 无论是从数字经济角度,还是新质生产力角度,数据已经成为经济技术发展的最主要驱动力量。但是历史上人类遗留下来的医学知识,往往是口口相传,很多个人经验也被湮灭了。最近十几年以来虽然有了各种医疗业务管理系统,但其数据质量还存在相当多的问题,在完成最基础的清洗和标注工作之后,有质量保证的数据到底有多少,还存有相当大的疑问。因此,必须从现在开始,一方面是对历史上保存下来的医学知识和经验开展高质量的数字化工作,形成真实有效的数据;另一方面,对目前正在进行和开展的医学研究和医疗工作,通过最先进和完善的数字技术和工具,变成真正可用的医疗医学数据。

4.2.2 擅于借助人工智能生成更多新医学知识 将各种医学医疗知识和经验数字化之后形成数据的过程,是数字化的过程,也就是数字孪生的过程。但仅仅通过这一过程,人类还是无法完整地构建起能够面向未来和整个人类的医学知识库的。而在数字世界中,更多的知识,将以人工智能生成内容(artificial intelligence generated content, AIGC)的方

式被生成出来。当然,通过这一过程生成的知识肯定存在相当多的质量问题。比如当前通过大语言模型,无论是文生文,还是文生图,甚至文生视频,都会产生很多“幻觉”。用这种方式生成的医学知识给人进行疾病或病变诊断,肯定会出现各种问题,重点是人类如何对其生成的知识质量进行把控。这一问题,也不仅仅出现在医学领域,交通、工业生产等诸多领域的人工智能应用,也都面临相同的问题。因此,我们需要通过对工具的改进和选择,让人工智能这种先进的数字技术,能够更好地为我们所用。

4.2.3 勇于将元宇宙医学应用于更广阔的新质生产力领域 元宇宙医学是对传统医学的扩展和颠覆。在研究对象上,大健康、卫生保健也已经成为医学的研究内容。而且随着人们生活水平的提高和医学水平的提升,大健康 and 卫生保健可能会越来越成为医学的研究重点。而数字医学,作为当代医学的新分支,也必将成为元宇宙医学的重点研究对象和研究方法。数字技术在疾病治疗和大健康领域的作用,不仅包括了治疗、手术等环节,也包括在药剂研制、医疗器械研发等领域的应用。而元宇宙医学除了自身范畴内的三大生产力构成要素的重新定义和重新组合,这些被重新定义的要素以及其要素的重新组合,也将与更广阔的新质生产力的其他领域内容进行重新组合,推动元宇宙医学的快速发展,并在整体上推动新质生产力的加速形成和作用发挥,提升新质生产力的内在质量。

5 小 结

在生产力构成的诸多要素中,劳动者是其中的主动因素,也是生产力形成和作用发挥的内在驱动力。而在元宇宙医学形成过程中,同样需要更多不同行业职业人员的参与,首先是广大的医护人员;其次是掌握数字技术的专家和数字技术领域从业者;再次,涉及更大范围的,比如医药研究和开发领域专家、医疗器械研发领域专家,甚至患有疾病或病变的患者,甚至他们家属,甚至所有与之相关的人。每个人在元宇宙医学构建的某一个环节或

某几个环节中都会承担相应的任务,贡献相应的力量。

在以往的生产力三要素中,我们始终认为,劳动者是生产力要素构成中的主导因素,也是最关键要素。但在新质生产力生成过程以至效用发挥过程中,虽然人仍然是主导因素,但人可能已经不再是唯一的或完全的主导力量。就目前数字技术的发展来看,未来数据将成为最重要的驱动元素,而人工智能将配合人类,一起成为新质生产力的驱动力量。因此,在数字经济时代,新质生产力的构成和作用方式,可能也会面临与传统生产力不完全一样的方式。

伦理声明 无。

利益冲突 所有作者声明不存在利益冲突。

作者贡献 崔岩:撰写、修改论文;吴海波:修改论文;高承实:选题,修改论文。

参考文献

- [1] 白春学. 未来已来——我们需要的元宇宙医学[M]. 上海: 上海科学技术出版社, 2022.
- [2] 高承实. 元宇宙进化逻辑: 用确定性的逻辑诠释不确定的未来[M]. 上海: 上海科学技术出版社, 2023.
- [3] 新华社. 中共中央关于进一步全面深化改革推进中国式现代化的决定[EB/OL]. [2024-08-22]. https://www.gov.cn/zhengce/202407/content_6963770.htm.
- [4] 中国汽车新闻工作者协会. 王羽: 如何发展新质生产力?[EB/OL]. [2024-08-22]. https://baike.baidu.com/reference/63458194/533aYdO6cr3_z3kATPyDyilNyzHZ9T_773SAbpzqIP0XOpX5nyFls84d0-sPRoGUTGpIp1L45NzqaiThYZ.
- [5] 中国汽车新闻工作者协会. 新质生产力: 马克思主义生产力理论的中国创新与实践.[EB/OL]. [2024-08-22]. <http://www.cnaja.com/mtrw/897.html>.
- [6] 中国汽车新闻工作者协会. 新质生产力理论公式构建和思考[EB/OL]. [2024-08-22]. <http://www.cnaja.com/hyyw/898.html>.
- [7] 中国新闻网. 国际学者看新质生产力: 革新、创新、更新 | 世界观[EB/OL]. [2024-08-22]. <https://www.chinanews.com.cn/gj/2024/03-23/10185679.shtml>.
- [8] 澎湃新闻. ChatGPT救命: 4岁男孩3年求医17位专家无果, 大模型精准揪出病因[EB/OL]. [2024-08-22]. https://www.thepaper.cn/newsDetail_forward_24645139.

引用本文

崔 岩, 吴海波, 高承实. 元宇宙医学与新质生产力[J]. 元宇宙医学, 2024, 1(3): 11-15.

CUI Y, WU H B, GAO C S. Metaverse in medicine and new quality productive forces[J]. Metaverse Med, 2024, 1(3): 11-15.

元宇宙赋能健康管理意义及展望

白春学^{1*}, 王悦虹², 蒋维芃¹

1. 复旦大学附属中山医院呼吸与危重症医学科, 上海 200032

2. 浙江大学医学院附属第一医院呼吸内科, 杭州 310003



[摘要] 健康管理通过对个体或群体的健康状况进行全面监测、分析和评估, 以达到预防疾病、提高生活质量的目的。应用元宇宙技术可以进一步提升健康管理的全面性、精准性、互动性、创新性和个性化, 为人们的健康提供更好的保障。然而, 也需要注意到元宇宙技术在应用过程中可能存在的数据隐私、技术门槛等问题, 需要采取相应的措施进行防范和解决。

[关键词] 健康管理; 虚拟现实; 增强现实; 人工智能; 物联网; 元宇宙医学

[中图分类号] R-1 **[文献标志码]** A

The significance and prospect of metaverse empowering health management

BAI Chunxue^{1*}, WANG Yuehong², JIANG Weipeng¹

1. Department of Respiratory and Critical Care Medicine, Zhongshan Hospital, Fudan University, Shanghai 200032, China

2. Department of Respiratory Medicine, The First Affiliated Hospital, Zhejiang University School of Medicine, Hangzhou 310003, Zhejiang, China

[Abstract] Health management aims to prevent diseases and improve quality of life by comprehensively monitoring, analyzing, and evaluating the health status of individuals or groups. The application of metaverse technology can further enhance the comprehensiveness, accuracy, interactivity, innovation, and personalization of health management, providing better health protection for human. However, it is also necessary to note that metaverse technology may have problems such as data privacy and technical thresholds during application, which require corresponding measures to prevent and solve.

[Key Words] health management; virtual reality; augmented reality; artificial intelligence; internet of things; metaverse in medicine

作为对个体或群体健康状况的全面性监测、分析及评估手段, 健康管理旨在预防疾病、提升生活质量。随着元宇宙技术的崛起, 健康管理的效能和深度得到了前所未有的拓展。元宇宙为健康管理带来的革新主要表现在五大方面: (1) 健康数据的可视化与管理变得更为全面。元宇宙技术能够整合并直观展示个人的生理指标、生活习惯、饮食营养等多维度数据。通过虚拟现实(virtual reality, VR)和增强现实(augmented reality, AR)技术, 个体可实时查看自身健康数据, 实现对自己健康状态的深度了解, 便于及时发现问题并做出调整^[1-4]。(2) 健康监测与预警的精准度得到显著提升。结合物联网、人工智能等先进技术, 元宇宙能够实时监测个人健康状态, 提供针对性的健康建议和预警信息,

从而有效预防疾病的发生^[5-6]。(3) 支持并强化健康社交互动。元宇宙构建了一个虚拟社交空间, 供人们分享健康经验、交流治疗心得、参与健康活动。这种社交互动不仅增强了人们的健康意识, 还为人们提供了丰富的健康知识和情感支持^[7]。(4) 推动健康教育与培训方式创新。借助VR技术, 人们可以身临其境地体验各种健康管理方法和技能, 如运动锻炼、饮食控制等, 提高了学习兴趣, 帮助人们更好地掌握健康管理的知识和技能^[8]。(5) 提供更加个性化的健康管理服务。根据个人兴趣和需求, 元宇宙能够推荐合适的健康管理项目和服务方案, 实现个性化的健康管理, 从而提高人们的满意度, 助力他们更好地达成健康目标。然而, 我们也应警惕数据隐私泄露、技术门槛过高等潜在问题, 并采取相应

[收稿日期] 2024-09-20

[接受日期] 2024-09-29

[基金项目] 上海市科学技术委员会项目基金(21DZ2200600)。Supported by Fund of Shanghai Municipal Commission of Science and Technology (21DZ2200600)。

[作者简介] 白春学, 教授、主任医师。

*通信作者(Corresponding author). Tel: 021-64041990, E-mail: bai.chunxue@zs-hospital.sh.cn

的防范措施^[1-4,9-10]。

1 健康管理

健康管理是一门科学、标准化的干预措施,它通过对个体或群体的健康状况进行全面监测、分析和评估,以达到预防疾病、提高生活质量的目的。健康管理不仅需要专业的知识和技能,还需要高度的责任心和耐心,以确保为个体或群体提供高质量的健康服务^[11]。

(1)健康管理需要全面监测个体或群体的健康状况,包括收集和分析各种健康数据,如生理指标、生活习惯、遗传信息等,以便了解个体或群体的健康状况和潜在健康问题。这些数据可以通过各种健康设备、体检中心、医疗机构等渠道获取,然后进行整理和分析,以便进行健康风险评估。(2)健康管理需要对个体或群体的健康状况进行分析。这包括运用统计学、流行病学、生物信息学等方法,以发现健康问题的规律和趋势。(3)健康管理需要对个体或群体的健康状况进行评估。例如,运用健康风险评估模型评估个体的血压、血糖、血脂等指标,可以预测其未来发生心血管疾病的风险,从而为健康干预提供依据。(4)健康管理需要对个体或群体的健康状况进行干预,包括提供健康咨询、健康教育、健康促进等服务,以帮助个体或群体改变不良生活习惯,预防疾病发生,提高生活质量^[12-13]。

2 健康管理的意义与调整

2.1 健康管理的意义 (1)预防疾病:通过全面监测、分析和评估个体或群体的健康状况,发现潜在的健康问题,从而采取相应的干预措施,预防疾病的发生。(2)提高生活质量:通过提供专业的健康指导和咨询服务,帮助个体或群体养成健康的生活习惯,如合理饮食、规律运动等。此外,健康管理还关注心理健康,通过提供心理咨询、压力管理等服务,帮助个体或群体保持良好的心理状态,提高生活的满意度和幸福感。(3)节省医疗资源:健康管理可以及早干预,预防和延缓疾病的发生发展,减少医疗资源消耗,降低医疗成本,并缓解医疗机构的压力,促进医疗资源合理分配。(4)提供个性化服务:通过分析个体的健康数据,健康管理可以提供定制化的健康服务^[11,13-14]。

2.2 健康管理的挑战 (1)数据隐私问题:健康管理涉及到大量的个人健康数据,如果数据保护不当,可能会引发数据泄露、滥用等问题,侵犯个人隐私。(2)技术门槛高:健康管理需要专业的知识和技

能以及先进的技术设备,对于许多基层医疗机构来说,可能存在技术门槛高、投入成本大等问题。(3)服务质量参差不齐:目前市场上的健康管理服务良莠不齐,一些服务机构可能存在服务质量不高、专业性不强等问题,影响服务效果。(4)法规不健全:目前,我国的健康管理法规还不完善,可能导致健康管理服务在执行过程中出现问题^[12]。

3 如何应用元宇宙提升健康管理水平

3.1 提升疾病预防的潜力 (1)虚拟人与预测分析:元宇宙可以创建虚拟模型,结合个体的健康数据、遗传信息和生活习惯等,进行深度分析和预测。通过模拟不同情境下的身体反应,医生可以预测潜在的健康风险,从而提前采取干预措施,预防疾病的发生。(2)实时健康监测与预警系统:借助物联网和传感器技术,可以实时监测个体的生理指标,如心率、血压、血糖等。一旦数据出现异常,系统可以立即发出预警,提醒个体及时采取措施,防止病情恶化。(3)虚拟健康教育与宣传:元宇宙可以提供沉浸式的虚拟健康教育环境,通过互动式的教育方式,可以提高个体的健康意识和自我管理能力,从而降低疾病发生的风险。(4)个性化预防方案制定:基于元宇宙收集的大量健康数据,医生可以为个体制定更加精准的预防方案。结合个体的基因、环境、生活习惯等因素,提供定制化的饮食、运动、药物等建议,帮助个体更好地预防疾病^[5,7,15-17]。

3.2 进一步提高生活质量 元宇宙技术可带来沉浸式健康体验,如虚拟运动、康复,打破现实限制,提升参与度。同时,元宇宙构建虚拟社交空间,促进用户与医生、教练实时互动,分享经验,获得鼓励。个性化健康建议基于海量数据,涵盖生活各方面。虚拟健康旅游还可让用户心灵放松,提升生活幸福感(表1)^[8,18]。这些创新的应用场景将为用户带来更加丰富、便捷和愉悦的健康管理体验。

3.3 进一步节省医疗资源 健康管理在节省医疗资源方面已经展现出了显著的优势,而元宇宙技术的应用有望进一步强化这一优势。通过元宇宙的虚拟仿真、数据分析等技术,可增强健康预测与预防能力,降低疾病风险并减少医疗需求。这有助于医疗机构优化资源配置,确保高效利用。同时,元宇宙提供虚拟健康管理平台,提升患者自我管理能力,降低成本并改善生活质量。元宇宙还可推动远程医疗服务发展,使医患沟通更便捷,医疗资源利用更合理(表2)^[7,15,19]。通过增强预测与预防能力、优化资源配置、提升患者自我管理能力以及促进远

表 1 应用元宇宙进一步提高生活质量

策略	技术路线
沉浸式健康体验	为用户提供沉浸式健康体验,如虚拟运动、虚拟康复等,增加用户的参与度和兴趣,提高健康管理的效果。用户可以在元宇宙中模拟各种运动场景,进行身体锻炼和康复训练,无需受到现实环境的限制。
社交互动与支持	创建虚拟社交空间,让用户与其他健康管理者、医生、健身教练等进行实时互动和交流。这种社交互动可以为用户提供情感支持和动力,增加坚持健康管理的信心和决心。同时,用户还可以分享自己的健康成果和经验,获得他人的认可和鼓励,进一步提高生活质量。
个性化健康建议	基于元宇宙收集的大量健康数据,医生或健康管理者可以为用户提供更加个性化的健康建议,涵盖饮食、运动、睡眠、心理等各个方面,帮助用户建立健康的生活习惯,改善身体状况,提高生活质量。
虚拟健康旅游与放松	为用户提供虚拟健康旅游和放松体验。用户可以在元宇宙中游览各种美丽的自然景观、历史文化遗产等,进行心灵放松和压力释放。这种虚拟旅游方式可以让用户在繁忙的生活中找到片刻的宁静和愉悦,提高生活的幸福感和满意度。

程医疗服务发展,构建一个更加高效、节约和人性化的医疗健康体系^[10,19-20]。

表 2 应用元宇宙进一步节省医疗资源

策略	技术路线
增强预测与预防能力	通过虚拟仿真技术,基于健康数据、遗传信息、生活习惯等多维度分析,可以更加精准地预测个体或群体的健康走向,及早识别风险,并采取干预措施,能够显著降低急性病发和慢性病恶化的几率,从而减少医疗资源的突发性需求。
优化资源配置	元宇宙的实时数据监测和分析能力可以帮助医疗机构更加合理地分配资源。例如,通过监测不同地区的疾病发病率和趋势,可以预测未来一段时间内的医疗资源需求,从而提前进行资源调配,确保资源的高效利用。
提升患者自我管理能力	元宇宙可以为患者提供一个虚拟的健康管理平台,在这里,患者可以接收个性化的健康建议、进行康复训练、监测自己的生理指标等。这种自我管理方式不仅可以减少患者对医疗机构的频繁访问,降低医疗成本,还能提升患者的生活质量和对健康的掌控感。
促进远程医疗服务发展	借助 VR 和 AR 技术,医生可以为患者提供远程诊断、治疗和康复指导,节省患者的时间和金钱成本,并减轻医疗机构的接待压力,使有限的医疗资源得到更加合理的利用。

VR:虚拟现实;AR:增强现实。

3.4 支持个性化服务 可应用元宇宙技术深化健康数据收集与分析,创建个体虚拟健康画像,实现实时健康监测与智能反馈,提供全方位精准服务。元宇宙还可拓展个性化服务,如 VR 康复训练、AR 健康教育等,丰富用户体验。沉浸式体验会增强用户参与度和满意度,促进健康管理的认同感和归属感(表 3)^[8,10,21],开创更加精准、全面和人性化的健康管理新时代^[5,22]。

4 元宇宙赋能健康管理

4.1 保护数据隐私 随着健康管理服务的日益普及,个人健康数据的隐私保护问题愈发受到关注。元宇宙作为一种前沿的技术趋势,其独特的架构和功能为改善健康管理中的数据隐私问题提供了新的思路。元宇宙利用区块链加密与分布式存储确保健康数据安全,采用隐私保护算法保障研究同时

不侵犯隐私。实施访问控制和身份认证防泄露,提升数据处理透明度和用户控制权。遵守数据保护法律,建立安全审计和监控机制,全方位守护健康数据隐私安全(表 4)^[9,23]。

4.2 降低技术门槛 健康管理需要专业的知识和技能,以及先进的技术设备,这对于许多基层医疗机构来说,可能存在技术门槛高、投入成本大等问题。而元宇宙技术的应用有望改善这一不足(表 5)^[6,17,21,24]。

4.3 缩小服务质量差距 通过标准化服务流程、智能服务推荐、透明化服务评价、持续化服务改进以及专业化服务培训等手段的综合应用(表 6),我们可以构建一个更加优质、专业和高效的健康管理环境^[10,19,24-25]。

4.4 健全法规 随着元宇宙技术发展,健康管理领域迎来了新变革,法规创新成为迫切需求。应借鉴

表 3 应用元宇宙进一步赋能个性化服务

方法	技术路线
深化数据收集与分析	元宇宙技术能够更全面地收集个体的健康数据,包括生理指标、遗传信息、生活习惯等。通过先进的数据分析技术,可以对这些数据进行深度挖掘,从而更准确地了解个体的健康状况和需求。
创建虚拟健康画像	基于收集到的健康数据,元宇宙可以创建个体的虚拟健康画像。这个画像不仅包含了个体的生理特征,还包括心理、社会和环境等多维度信息。通过这个画像,医生或健康管理师可以更加全面地了解个体,为其提供更加精准的个性化服务。
实现实时健康监测与反馈	元宇宙技术可以实现实时健康监测,及时捕捉个体的健康变化。同时,结合智能反馈系统,可以为个体提供即时的健康建议和指导,确保其健康状况始终处于最佳状态。
拓展个性化服务范围	除了传统的饮食、运动建议外,元宇宙还可以为个体提供更加丰富的个性化服务。例如,通过 VR 技术,可以为个体提供定制化的康复训练、心理咨询等场景;通过 AR 技术,可以为个体提供实时的健康知识普及和教育等。
提升用户参与度和满意度	元宇宙的沉浸式体验可以吸引用户更加积极地参与健康管理过程。用户可以在元宇宙中与其他个体互动、分享经验,从而增强其对健康管理的认同感和归属感。同时,个性化的服务方式也能够提高用户的满意度和忠诚度。

VR:虚拟现实;AR:增强现实。

表 4 应用元宇宙全方位保护数据隐私

方法	技术路线
加密技术与分布式存储	利用区块链技术中的加密方法和分布式存储机制来确保健康数据的安全传输加密。同时,分布式存储避免了单点故障和数据泄露的风险。
隐私保护算法	引入差分隐私、联邦学习等隐私保护算法,可以在不暴露原始数据的前提下进行数据分析和学习。这样,医疗机构和研究人员可以在保护个人隐私的同时,利用健康数据进行科学研究和疾病预测。
访问控制和身份认证	实施严格的访问控制和身份认证机制,只有经过授权的用户才能访问特定的健康数据,而且每次访问都需要进行身份验证。这可以有效防止未经授权的访问和数据泄露。
透明度和用户控制权	提高数据处理的透明度,让用户清楚数据的流转过​​程。同时,赋予用户更多的数据控制权,例如允许用户查看、更正、删除或转移自己的健康数据。
合规性和法律保障	元宇宙平台应确保数据处理活动符合相关的数据保护法律和法规要求,并在发生数据泄露等事件时及时通知用户和监管机构。
安全审计和监控	定期进行安全审计和监控是预防数据泄露和滥用的重要手段,应建立完善的安全审计机制,定期检查系统的安全性和合规性,并实时监控异常活动和潜在威胁。

表 5 应用元宇宙降低健康管理的技术门槛

技术	技术路线
VR 和 AR	利用 VR 和 AR 技术,为健康管理提供直观、易用的界面,降低使用的技术门槛。例如,通过 VR 技术,人们可以在虚拟环境中进行健康管理,无需掌握复杂的技术操作。
AI	利用 AI 实现健康管理服务的自动化和智能化,提高服务的质量和效率。例如,AI 可以自动分析健康数据,提供个性化的健康建议,减少人为错误。
云计算	利用云计算技术,为健康管理提供强大的计算能力和存储空间,降低硬件设备的投入成本。
开放标准和接口	采用开放的标准和接口,使得各种健康设备和系统能够无缝集成,降低技术集成的难度。通过开放的标准和接口,医疗机构可以轻松地将各种健康设备连接到元宇宙平台,实现数据的互联互通。
培训和教育资源	元宇宙可以提供丰富的培训和教育资源,帮助基层医疗机构提升技术水平和业务能力。例如,通过 VR 技术,医疗机构可以在虚拟环境中进行技术培训,提高技术人员的操作技能。

VR:虚拟现实;AR:增强现实;AI:人工智能。

表 6 改善健康管理的服务质量

策略	技术路线
标准化服务流程	通过 VR 和 AR 技术,为健康管理提供标准化的服务流程,确保用户体验一致性。
智能服务推荐	利用人工智能技术,为用户提供个性化的服务推荐,提高服务的针对性和有效性。
透明化服务评价	提供透明化的服务评价系统,激励服务机构提高服务质量,同时也为用户提供了参考依据。
持续化服务改进	利用大数据和机器学习技术,对服务数据进行深度分析,发现服务的优势和不足,并持续改进。
专业化服务培训	利用 VR 和 AR 技术,提供丰富的在线培训课程,帮助服务机构提升专业水平。

元宇宙特点,完善健康管理法规,并强化执行力度,利用区块链等技术确保服务合规性。同时,元宇宙提供丰富的在线法规教育资源,助力提升行业法规意识。其便捷的反馈渠道优化了法规修订过程,而综合性法规平台则方便了各方查阅,共同推动健康管理领域的法治化进程(表 7)^[23,26]。通过推动法规创新、强化法规执行、提升法规教育、优化法规反馈以及建立法规平台等手段的综合应用,我们可以构建一个更加规范、公正和透明的健康管理环境^[9,23]。

表 7 完善健康管理法规

策略	技术路线
推动法规创新	政府和相关机构更具元宇宙的特点,健全法规,明确数据权益、责任归属等问题,为健康管理提供法律保障。
强化法规执行	提供透明化的服务过程,有助于监管机构有效执行法规。
提升法规教育	提供丰富的在线教育资源,帮助健康管理机构和人员了解最新的法规动态,提高执行水平。
优化法规反馈	提供便捷的法规反馈渠道,用户和机构可以通过元宇宙平台,向政府和相关机构反馈法规执行中的问题,为法规的修订和完善提供依据。
建立法规平台	建立综合性健康管理法规平台,集中发布和查询所有的健康管理法规,方便用户和机构查阅和使用。

4.5 赋能健康管理的教育和培训 元宇宙所具备的沉浸式体验为我们展示了巨大的教育潜力。传统的健康管理方式往往依赖于纸质教材、课堂讲解和实地实习,但这种方式受限于时间、地点和资源的限制,难以达到最佳的教学效果。而利用元宇宙创造一个虚拟环境,人们可以在这个环境中自由地学习和实践健康管理的方法。我们可以利用先进的 VR 技术,让人们亲身体验健康管理的过程,这种身临其境的学习方式将大大提高学习的兴趣和效果,使学员更加深入地理解和掌握健康管理的核心知识和技能。此外,元宇宙还可以设置各种健康管理场景,帮助人们应对不同情况下的健康管理挑战。元宇宙的引入将为健康管理的教育和培训带来巨大的变革。它不仅打破了传统教学方式的限制,提供了更加高效、生动的学习方式,还可能激发更多人参与健康管理的兴趣和热情。这将为我们当前的健康管理系统注入新的活力,培养出更多优秀的健康管理人才,为人类的健康事业做出更大的贡献。我们相信,在不久的将来,元宇宙将成为健康管理教育和培训领域的重要一环,引领我们走向更加美好的未来^[1-2,4,24,27]。

5 小 结

元宇宙健康管理是一种将先进技术与现代健康管理相结合的创新型健康管理模式。利用元宇宙的核心技术,如 VR、AR、物联网以及人工智能等,将个人的健康信息进行全方位、立体化的整合和处理,这使得个人能够更加全面、清晰地掌握自身的健康状况,实现了真正意义上的健康数据可视化与管理。元宇宙健康管理还引入健康社交,为用户搭建了一个充满活力的虚拟社交平台,借助 VR、AR 等前沿技术向大众普及和传播健康知识。

综上所述,元宇宙健康管理展现了极大的发展潜力和广阔的应用前景。它不仅能提升健康管理的效率和质量,还能为用户提供更加个性化、贴心的服务体验。但是,我们也要清醒地看到,在实际应用过程中,元宇宙健康管理还可能面临着数据隐私泄露、技术门槛高等挑战,需要全社会共同努力来寻求最佳的解决方案和应对策略。

伦理声明 无。
利益冲突 所有作者声明不存在利益冲突。

作者贡献 白春学:选题、撰写、修改、定稿;王悦虹、蒋维芃:撰写, 查核文献。

参考文献

- [1] YANG D W, ZHOU J, CHEN R C, et al. Expert consensus on the metaverse in medicine[J]. *Clin eHealth*, 2022;5:1-9.
- [2] YANG D W, ZHOU J, SONG Y L, et al. Metaverse in medicine [J]. *Clin eHealth*. 2022, 5: 39-43.
- [3] 孙梦婷, 杨达伟, 谢林杉, 等. 元宇宙医学在慢性疾病健康管理中应用的研究进展[J]. *复旦学报(医学版)*, 2023, 50 (2): 292-295,316.
- [4] 白春学. 元宇宙医学之我见[J]. *中国医药导刊*, 2023, 25 (1): 1-6.
- [5] KIM K, YANG H, LEE J H, et al. Metaverse wearables for immersive digital healthcare: a review[J]. *Adv Sci*, 2023, 10 (31): e2303234.
- [6] SHABAN-NEJAD A, MICHALOWSKI M, BUCKERIDGE D L. Health intelligence: how artificial intelligence transforms population and personalized health [J]. *NPJ Digit Med*, 2018, 1: 53.
- [7] WANG G, BADAL A, JIA X, et al. Development of metaverse for intelligent healthcare[J]. *Nat Mach Intell*, 2022, 4(11): 922-929.
- [8] ABEDI A, COLELLA T J F, PAKOSH M, et al. Artificial intelligence-driven virtual rehabilitation for people living in the community: a scoping review [J]. *NPJ Digit Med*, 2024, 7 (1): 25.
- [9] KOSTICK-QUENET K, RAHIMZADEH V. Ethical hazards of health data governance in the metaverse [J]. *Nat Mach Intell*, 2023, 5(5): 480-482.
- [10] CURTIS C, BROLAN C E. Health care in the metaverse [J]. *Med J Aust*, 2023, 218(1): 46.
- [11] SWARTHOUT M, BISHOP M A. Population health management: review of concepts and definitions. *Am J Health Syst Pharm*, 2017,74(18): 1405-1411.
- [12] VAN EDE A F T M, MINDERHOUT R N, STEIN K V, et al. How to successfully implement population health management: a scoping review [J]. *BMC Health Serv Res*, 2023, 23 (1): 910.
- [13] GAMA F, TYSKBO D, NYGREN J, et al. Implementation frameworks for artificial intelligence translation into health care practice: scoping review [J]. *J Med Internet Res*, 2022, 24 (1): e32215.
- [14] STEENKAMER B M, DREWES H W, HEIJINK R, et al. Defining population health management: a scoping review of the literature[J]. *Popul Health Manag*, 2017, 20(1): 74-85.
- [15] LI Y, GUNASEKERAN D V, RAVICHANDRAN N, et al. The next generation of healthcare ecosystem in the metaverse [J]. *Biomed J*, 2024, 47(3): 100679.
- [16] SHEIKH A, ANDERSON M, ALBALA S, et al. Health information technology and digital innovation for national learning health and care systems [J]. *Lancet Digit Health*, 2021, 3(6): e383-e396.
- [17] XU N, YANG D W, ARIKAWA K, et al. Application of artificial intelligence in modern medicine [J]. *Clin eHealth*, 2023, 6: 130-137.
- [18] SHARMA M, SHARMA S. A holistic approach to remote patient monitoring, fueled by ChatGPT and Metaverse technology: the future of nursing education [J]. *Nurse Educ Today*, 2023, 131: 105972.
- [19] SILCOX C, ZIMLICHMANN E, HUBER K, et al. The potential for artificial intelligence to transform healthcare: perspectives from international health leaders [J]. *NPJ Digit Med*, 2024, 7(1): 88.
- [20] TOROUS J, BUCCI S, BELL I H, et al. The growing field of digital psychiatry: current evidence and the future of apps, social media, chatbots, and virtual reality [J]. *World Psychiatry*, 2021, 20(3): 318-335.
- [21] YANG D W, SUN M T, ZHOU J, et al. Expert consensus on the “digital human” of metaverse in medicine [J]. *Clin eHealth*, 2023, 6: 159-163.
- [22] USMANI S S, SHARATH M, MEHENDALE M. Future of mental health in the metaverse [J]. *Gen Psychiatr*, 2022, 35 (4): e100825.
- [23] SOLAIMAN B. Telehealth in the metaverse: legal & ethical challenges for cross-border care in virtual worlds. *J Law Med Ethics*, 2023, 51(2): 287-300.
- [24] QIU C S, MAJEED A, KHAN S, et al. Transforming health through the metaverse [J]. *J R Soc Med*, 2022, 115 (12) : 484-486.
- [25] ESMAEILZADEH P. Challenges and strategies for wide-scale artificial intelligence (AI) deployment in healthcare practices: a perspective for healthcare organizations [J]. *Artif Intell Med*, 2024, 151: 102861.
- [26] KAPLAN B. Revisiting health information technology ethical, legal, and social issues and evaluation: telehealth/telemedicine and covid-19[J]. *Int J Med Inform*, 2020, 143: 104239.
- [27] GUNASEKERAN D V, TSENG R M W W, THAM Y C, et al. Applications of digital health for public health responses to COVID-19: a systematic scoping review of artificial intelligence, telehealth and related technologies [J]. *NPJ Digit Med*, 2021, 4(1): 40.

引用本文

白春学,王悦虹,蒋维芃. 元宇宙赋能健康管理的意义及展望[J]. *元宇宙医学*,2024,1(3):16-21.

BAI C X, WANG Y H, JIANG W P. The significance and prospect of metaverse empowering health management [J]. *Metaverse Med*,2024,1(3):16-21.

DOI: 10.61189/053293drpusv

· 专题报道 ·

医学新质生产力赋能阻塞性睡眠呼吸暂停诊疗新模式

白春学^{1*}, 陆俊羽², 蒋维芃¹, 王悦虹³

1. 复旦大学附属中山医院呼吸与危重症医学科, 上海 200032

2. 重庆市第五人民医院呼吸与危重症医学科, 重庆 400062

3. 浙江大学医学院附属第一医院呼吸内科, 杭州 310003

[摘要] 阻塞性睡眠呼吸暂停(obstructive sleep apnea, OSA)作为一种常见的睡眠障碍相关性疾病,因为其患病率高、负担重,已经引起了广泛关注。目前,OSA管理仍面临严峻挑战:缺乏专业的诊断设备、基层医生专业知识不足、医疗资源分配不均和疾病知晓率低。为了进一步应对这些挑战,我们需要应用新质生产力,建立基于“云+端”的元医疗OSA平台。这个平台将集成先进的医疗技术和大数据分析,克服专业性知识和特定设备的限制,为患者提供更为精准、个性化的诊疗方案。

[关键词] 阻塞性睡眠呼吸暂停;物联网;元宇宙;虚拟现实;增强现实

[中图分类号] R56 **[文献标志码]** A

A new model of diagnosis and treatment of obstructive sleep apnea with new quality productive forces in medicine

BAI Chunxue^{1*}, LU Junyu², JIANG Weipeng¹, WANG Yuehong³

1. Department of Respiratory and Critical Care Medicine, Zhongshan Hospital, Fudan University, Shanghai 200032, China

2. Department of Respiratory and Critical Care Medicine, Chongqing Fifth People's Hospital, Chongqing 400062, China

3. Department of Respiratory Medicine, The First Affiliated Hospital, Zhejiang University School of Medicine, Hangzhou 310003, Zhejiang, China

[Abstract] Obstructive sleep apnea (OSA), a common sleep-related disorder with a high prevalence and significant burden, has attracted widespread attention. Currently, OSA management faces several challenges: lack of professional diagnostic equipment, insufficient expertise among primary care physicians, uneven distribution of medical resources, and low awareness of the disease. To further address these challenges, we need to adopt new quality productive forces and establish a virtual OSA platform. This platform will integrate advanced medical technology and big data analysis to overcome limitations in professional knowledge and availability of specific equipment, thereby providing patients with more accurate and personalized diagnosis and treatment plans.

[Key Words] obstructive sleep apnea; internet of things; metaverse; virtual reality; augmented reality

阻塞性睡眠呼吸暂停(obstructive sleep apnea, OSA)的流行病学调查^[1-4]结果显示,我国乃至全球很多国家OSA防治的现状均不理想。尽管部分基层医生具有对OSA的认知和警惕性,熟悉OSA和相关慢性病的关系与特点,并掌握OSA的常见症状和体征,但是在OSA的诊疗方面,仍然存在很多不足和限制。

首先,专业诊断设备不足是一个普遍的问题。OSA诊断需要特定的设备来监测患者的睡眠状况和呼吸、心电、胸腹运动等情况,设备不足无疑增加

了诊断难度。许多基层医疗机构由于资金和条件的限制,难以购置昂贵的诊断工具,导致大量患者无法及时准确诊断。其次,OSA的诊断和治疗需要专业的医学知识和临床经验。目前许多基层医生缺乏相关培训和学习机会,对OSA的认识和处理能力有限,这直接影响了诊疗质量和效果。医疗资源分配不均也是一个不容忽视的问题,进一步加剧了OSA诊疗的困难。此外,公众对OSA的知晓率低,很多人对OSA的症状、危害和治疗方法知之甚少,这导致许多患者错过了最佳的治疗时机^[3]。

[收稿日期] 2024-09-20

[接受日期] 2024-09-29

[基金项目] 上海市科学技术委员会项目基金(21DZ2200600). Supported by Fund of Shanghai Municipal Commission of Science and Technology (21DZ2200600).

[作者简介] 白春学, 教授、主任医师。

*通信作者(Corresponding author). Tel: 021-64041990, E-mail: bai.chunxue@zs-hospital.sh.cn

为了改善这一状况,白春学教授于2013年牵头制定了全球首个物联网(internet of things, IoT)辅助睡眠呼吸暂停综合征的专家共识^[5],又在2023年提出“云+端”IoT辅助OSA诊疗^[6-7],旨在提高诊断效率和治疗效果。尽管这些努力取得了一定的积极效果,但仍不能全面克服这些限制。为进一步应对这些挑战,在此提出应用新质生产力赋能OSA的诊疗设想,旨在结合元宇宙医学的理论,建立基于“云+端”的元医疗OSA平台,克服专业性知识和特定设备的需求挑战,助力实现OSA三级预防,为患者提供更为全面和个性化的医疗服务。

1 应用新质生产力突破当前困境

要应用人工智能(artificial intelligence, AI)、IoT和元宇宙技术解决OSA诊治现状的不足及挑战,可以采取以下策略。(1)应用AI进行数据分析和处理:AI可以通过自动化的方式处理大量的患者数据,包括睡眠模式、呼吸频率、血氧饱和度等,从而帮助医生更准确地诊断OSA。此外,AI还可以用于分析患者的危险因素及并发症,如肥胖、高血压、冠心病、糖尿病、静脉血栓栓塞、肿瘤等,以提供个性化的治疗方案^[8]。(2)应用IoT技术进行远程监测和预警:通过IoT设备,如可穿戴传感器和家庭监控设备,可以实时监测患者的生理参数,在出现异常时及时发出警报,并采取相应治疗措施^[9-10]。(3)应用元宇宙技术提供沉浸式治疗体验:元宇宙可以构建高度逼真的虚拟环境,患者可以在其中体会行为疗法等治疗活动。这种沉浸式治疗可以提高患者的参与度、依从度和治疗效果^[11-12]。(4)结合AI、IoT和元宇宙技术建立智能诊疗系统:集成这3种技术建立一个能够自动收集和分析患者数据、提供诊断建议、制定个性化治疗方案,并在虚拟环境中进行治疗的智能系统。这将大大提高OSA诊治的效率和准确性。(5)加强技术研发和政策支持:政府和企业应加大对AI、IoT和元宇宙技术在医疗领域应用的研发投入和政策扶持,以推动这些技术的快速发展和广泛应用。(6)提高公众认知和教育:通过宣传教育活动,提高公众对OSA的认识,鼓励患者主动应用这些先进技术进行自我管理和治疗。(7)确保数据安全和隐私保护:在应用这些技术的过程中,必须严格遵守数据安全和隐私保护的法律法规,确保患者信息安全。

2 基于新质生产力创新“云+端”OSA诊疗模式

要克服OSA诊疗中较高的专业性知识和特定

设备的需求挑战,需要将新质生产力融合在多个层面的临床工作中,包括智能辅助诊疗系统的发展、云计算技术在医疗领域的应用,以及元宇宙医学应用模式的探索。

智能辅助诊疗系统如“OSapp 5A”已经在提高OSA综合诊疗的安全性和有效性方面变现重大作用。该系统能够通过实时上传和存储患者数据至云端,协助进行质量控制,形成端医师、专家和患者之间的三级联动,以确保医疗质量(图1),并优化医疗资源分配,提高诊疗效率^[5-7]。此外,“OSapp 5A”还能够根据共识指南自动生成提示,帮助“端”医师规范采集病史、进行检查及随访管理,进而提高诊治的同质性。在云计算技术应用方面,“云+端”平台有效地提升了基层医生对OSA综合诊疗的能力(图2)。同时,云计算框架下的海量信息深度挖掘功能,可辅助构建OSA综合诊疗数据模型、提供基于IoT的信息监测交互和在线医疗服务。对于元宇宙医学“云+端”模式的探索,则是借助虚拟现实(VR)、增强现实(AR)、扩展现实(XR)或混合现实(MR)技术与边缘云和云计算的结合,构建不同类型的三维云计算,以解决元宇宙技术运行过程中受到局域网影响的问题(图2)。这样的技术整合有助于实现全时空、高效的元医疗整合、深度挖掘与协调“OSapp 5A引擎”的信息,进一步提升OSA综合诊疗,特别是其同质化诊疗水平^[6, 11-13]。

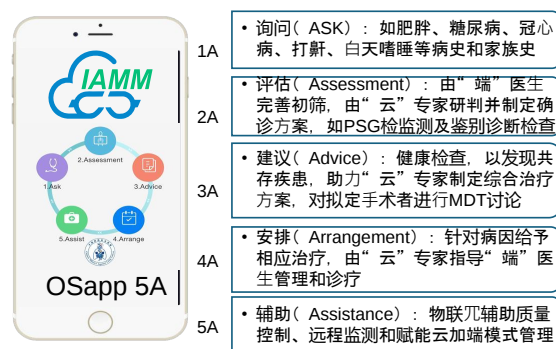


图1 OSapp 5A

3 应用新质生产力提高OSA筛查水平

3.1 推动OSA筛查 通过整合AI、IoT和元宇宙技术(表1),可以实现对OSA的有效筛查和管理,提高诊断的准确性和治疗的便捷性,改善患者预后^[14-17]。

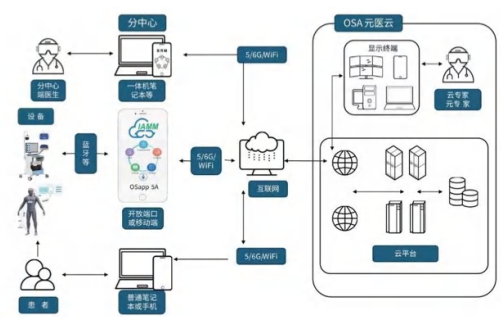


图2 “云+端”平台

3.2 筛查结果和管理高危人群 AI和IoT可辅助分析筛查结果和管理OSA的高危人群(表2),还能有效地管理和降低OSA高危人群的健康风险^[2,16]。

3.3 OSA筛查智能设备的要求 目前,OSA筛查设备主要包括便携式睡眠监测设备和基于云的医疗服务系统,通常要求这些设备具备以下特点^[6,18]:

(1)远程监控。通过IoT技术实现对患者睡眠状态的远程实时监控,使得专家可在任何地点访问和分

析数据。(2)智能分析。应用AI算法对收集到的生理数据(如心率、血氧饱和度、呼吸模式等)进行分析,以识别睡眠期间的异常呼吸事件。(3)随时随地。开发移动应用程序,允许用户随时随地记录自己的睡眠情况,并及时获取反馈。(4)数据共享。支持跨设备、跨平台的数据共享与整合,方便不同医疗机构和专业人员之间的协作。(5)集成服务。将筛查设备与后续的诊断和治疗服务相集成,形成一站式解决方案。(6)用户友好设计简洁直观的用户界面,使非专业用户也能轻松操作和理解结果。这样的设备不仅提高了筛查效率和准确性,还促进了医疗资源的有效分配,尤其对于基层医疗单位具有重要意义。

4 应用“云+端”模式赋能OSA诊断

4.1 赋能诊断 结合AI、IoT和元宇宙的技术优势(表3)^[6,19-20],可以有效提升基层广泛覆盖的OSA诊

表1 应用新质生产力推动OSA筛查的技术路线

技术方法	技术路线
远程监测和预警	结合AI和IoT技术,长期监测患者的睡眠模式,一旦发现异常,如呼吸暂停事件增多或夜间低血氧情况严重,系统可以自动预警,提醒患者及时就医。
数据收集和分析	应用IoT设备,如穿戴式传感器和智能家居监测系统,实时收集患者心率、血氧饱和度、睡眠质量等生理数据。这些数据经过AI分析后,可以帮助医生初步筛查患者是否存在OSA症状。
VR和AR的应用	在元宇宙环境中,可应用VR/AR技术为患者提供沉浸式睡眠教育,帮助患者理解OSA的风险因素、症状以及改善睡眠卫生的重要性。此外,VR/AR还可用于模拟不同的睡眠姿势,以寻找个体化睡眠方式。
医患沟通和协作	元宇宙平台允许医生与患者之间进行更有效的沟通,通过虚拟诊室进行远程咨询、多学科讨论,提高筛查的准确性。
教育和培训	应用元宇宙环境,可为基层医生和公众提供有关OSA的筛查教育和培训。

OSA:阻塞性睡眠呼吸暂停;IoT:无线网;AI:人工智能;VR:虚拟现实;AR:增强现实。

表2 筛查结果分析和OSA高危人群评估

方法	技术路线
数据收集	通过IoT设备,如智能床垫、可穿戴监测器等,收集OSA高危人群心率、血氧饱和度和睡眠模式等生理数据。
数据分析	应用AI算法对这些数据进行深度分析,识别OSA的危险因素和早期迹象,预测OSA发病风险。
风险评估	根据AI分析的结果,可通过建立风险评估模型对个体的OSA风险进行分级。
防治纠正	对于评估为OSA高风险的个体,实施针对性干预,包括改善生活方式(如减肥、戒烟、限制酒精摄入)、定期医疗监测,或者在必要时转诊给专科医生。
持续监测与管理	应用IoT设备进行持续监测,追踪干预措施的效果,并根据反馈调整管理策略。同时,AI系统可定期评估个体的OSA风险,确保及时更新风险管理计划。
教育与培训	通过AI驱动的应用程序或在线平台,向OSA高危人群提供OSA预防和识别方法。
质量控制与改进	AI系统可不断学习和优化其分析模型,以提高OSA筛查和管理的准确性。同时,通过对数据的持续分析,可发现潜在的问题和改进点,进而优化整个管理流程。

OSA:阻塞性睡眠呼吸暂停;IoT:无线网;AI:人工智能。

断水平,赋能“健康中国2030”。

表3 “云+端”模式赋能OSA诊断的方法和技术路线

方法	技术路线
应用IoT进行实时监测	部署IoT传感器和网络,实时监测患者的生理参数,并将数据传输至云端,经AI分析后辅助诊断。这有助于及时发现OSA的症状,尤其是在偏远或医疗资源匮乏的地区。
应用AI进行数据分析和处理	开发和应用AI算法来分析从IoT设备收集到的数据,识别OSA的迹象和风险因素,从而辅助医生做出更准确的诊断。
运用元宇宙进行教育和培训	应用元宇宙的VR和AR技术,为基层医疗工作者提供互动式OSA诊断和治疗培训,提高医疗人员对OSA的认识和诊断能力。
构建去中心化的医疗质控平台	应用元宇宙的去中心化特性,建立一个OSA医疗质量控制平台。该平台可实现医疗数据的实时采集、传输与分析,保障医疗质量的实时监控与反馈。
实施远程医疗质控	通过元宇宙技术,让专家远程指导基层医疗工作,提供实时的诊断和治疗建议,从而提高基层医疗服务的质量和效率。
进行医疗质量教育与培训	通过元宇宙技术,开展针对医护人员的医疗质量意识与技能培训,提升他们的专业诊断水平和服务质量。

OSA:阻塞性睡眠呼吸暂停;IoT:无线网;AI:人工智能;VR:虚拟现实;AR:增强现实。

4.2 赋能诊断分级 AI、IoT和元宇宙技术可赋能OSA诊断分级(表2),不仅能帮助分析筛查结果,还能有效管理和降低OSA高危人群的患病风险^[10,17,21]。

4.3 赋能个体化诊断 “云”专家可有效应用AI、IoT和元宇宙技术,帮助“端”医生提高OSA诊断水平,为广大患者提供更优质、高效的医疗服务^[6-7]。技术路线依次为:(1)数据共享和分析。通过元宇宙的去中心化数据共享技术,“云”专家可与“端”医生共享OSA相关数据,共同探索个体化诊断的方法和策略。(2)预警和干预。通过AI和IoT技术,“云”专家可实时监测患者的生理参数,一旦发现异常情况,立即通知“端”医生采取相应干预措施。(3)培训和指导。通过元宇宙平台,“云”专家可为“端”医生提供交互式培训和教育,帮助他们掌握最新的OSA个体化诊断技术和方法。(4)提供远程诊断支持。“云”专家可应用AI和IoT技术对“端”医生上传的患者数据进行分析 and 个体化诊断,提供专业的意见和支持。(5)案例讨论和协作。应用元宇宙的虚拟空间,可组织跨地域的多学科讨论,提高“端”医生在处理个体化OSA病例时的能力和信心。(6)质量控制和评估。应用AI和IoT技术,“云”专家可实时监控和评估“端”医生的个体化诊断过程和质量,确保诊断结果的准确性和可靠性。

5 应用“云+端”模式赋能OSA治疗

5.1 规划治疗方案 “云”专家可有效应用AI、IoT

和元宇宙技术,帮助“端”医生提高OSA诊断水平,为广大患者提供更优质、高效的医疗服务^[5-7]。技术路线依次为:预警和干预、提供远程诊断支持、培训和指导、数据共享和分析、案例讨论和协作、质量控制和评估。

5.2 赋能远程或居家治疗 “云”专家可有效应用AI、IoT和元宇宙技术,帮助“端”医生提高OSA远程或居家治疗水平,为广大患者提供更优质、高效的医疗服务^[6,19,22]。技术路线依次为:数据共享和分析、预警和干预、培训和指导、提供远程或居家治疗建议、质量控制和评估、案例讨论和协作。

5.3 赋能个体化治疗 “云”专家可有效应用AI、IoT和元宇宙技术,帮助“端”医生提高OSA个体化治疗水平,为广大患者提供更优质、高效的医疗服务^[6]。技术路线依次为:数据共享和分析、预警和干预、培训和指导、提供个性化治疗建议(“云”专家可应用AI技术分析患者的具体病情和生活习惯,为“端”医生提供个性化的治疗建议,包括药物选择、剂量调整等)、质量控制和评估、案例讨论和协作。

5.4 赋能康复治疗 “云”专家可有效应用AI、IoT和元宇宙技术,帮助“端”医生提高OSA康复治疗水平,为广大患者提供更优质、高效的医疗服务^[6,23-24]。

6 如何应用“云+端”模式赋能患者自我管理

“云”专家通过应用AI、IoT和元宇宙技术,可以在多个层面协助“端”医生提升OSA患者的自我管

理水平,实现强基层广覆盖的目标(表5)^[4,6,21,25]。

表 4 应用“云+端”模式康复治疗的方法和技术路线

技术方法	技术路线
去中心化技术	①深度挖掘和分析医疗数据,为康复治疗质量的持续改进提供依据。②构建去中心化的医疗质控平台,实现医疗数据的实时采集、传输和分析,实时监控和反馈医疗质量,有助于基层医生及时发现并纠正治疗过程中的问题,提高康复治疗效果。③实现远程的医疗质控,使得专家可远程指导和监督基层医疗机构的康复医疗工作。④进行医疗质量的教育和培训。
AI技术	分析和处理患者数据,从而发现OSA患者的共性和差异性,为基层医生提供康复治疗建议。同时,AI还可帮助医生预测患者的病情发展,及早治疗。
IoT技术	实时收集患者心率、血压、血氧饱和度等生理数据,便于及时调整康复治疗方案,实现进行远程监控和管理。
元宇宙技术	①为患者提供康复训练环境。在这种环境中,患者可根据自己的实际情况进行针对性的康复训练,而基层医生则可在元宇宙中对患者的训练过程进行实时指导和建议。②提供丰富的在线教育资源,并通过在线研讨会、问答环节等方式进行交流和讨论,帮助基层医生了解最新的OSA治疗方法和理念,提高康复治疗水平。

OSA:阻塞性睡眠呼吸暂停;IoT:无线网;AI:人工智能;VR:虚拟现实。

表 5 “云+端”模式赋能患者自我管理

方法	技术路线
AI技术	应用AI技术进行数据分析和处理,“云”专家可为“端”医生提供精准的患者自我管理建议,指导患者自我管理。
IoT技术	“云”专家可实现对患者生命体征的实时监测,并知道“端”医生及时调整患者自我管理策略。
元宇宙技术	为患者提供沉浸式自我管理教育,帮助患者更好地理解病情和管理方法,提高自我管理水平。
虚实互动服务	“云”专家还可应用这些技术为患者提供远程医疗服务,包括在线咨询、视频会诊等,使得医疗资源能够更有效地下沉到基层,惠及更广泛的人群。
新质生产力管理平台	通过建立基于AI、IoT和元宇宙技术的综合管理平台,“云”专家可帮助“端”医生实现对患者信息的集中管理和分析,提高患者自我管理工作效率和质量。

OSA:阻塞性睡眠呼吸暂停;IoT:无线网;AI:人工智能。

7 应用“云+端”模式的人员培训和要求

7.1 培训目的 “OSapp 5A”具有赋能基层医院医生同质化管理OSA患者的作用,尤其是在长期管理方面发挥重要作用。“OSapp 5A”令大部分患者在基层医院,甚至在家中即可得到睡眠呼吸监测和治疗。但是,这一新的诊疗模式刚刚出现,要想更好地服务患者,还需要初评医生和睡眠呼吸中心“云”专家、护士和技术人员接受相应的培训,积极参与临床实践,不断积累经验和及时改进,才能使其能更好地为OSA患者服务。

7.2 “云”专家的要求 首先,“云”专家应是接受过专业培训,在三甲医院工作的副高级职称医生,从事睡眠亚专科工作。“云”专家不仅需要了解OSA的定义、发病机制、初评和研判方法,还需要熟悉相关设备的操作和应用,能够精准判读检查结果。此外,

“云”专家还要熟悉相关疾病的鉴别诊断要点,特别是糖尿病、高血压、冠心病、心衰、心律失常和脑卒中等,并熟悉手术和非手术治疗的各自优缺点,以便为患者选择最佳治疗方案^[1,3,14]。

7.3 “端”医生和其他人员的要求 “端”医生、护士和技术人员,都应该接受专业培训,并经权威机构考核合格后方可准入。培训的内容包括OSA的定义、发病机制、诊断和鉴别诊断的方法、检测设备的操作和应用、结果判读等。

7.4 培训内容 常规培训内容包括:(1)OSapp 5A与云计算的连接和解读。(2)OSA基础知识。(3)规范化设备操作。“端”医生只需掌握Ⅲ~Ⅳ级睡眠呼吸监测设备的正确操作和结果解读。“云”专家还须熟悉脑电、眼动及肌电等各种电极的正确放置和信号的正确采集,判别信号的正常及异常的信号特征,能正确进行睡眠分期,正确区分不同呼吸事件

并进行正确的判断并修改。(4)无创正压呼吸机的规范化操作^[1,3-4]。对于确诊的OSA患者,可以由IoT睡眠呼吸医学分中心的社区/基层医护或技术人员给予无创呼吸机治疗,呼吸机压力及经皮氧饱和度等参数可同步上传至IoT睡眠呼吸医学中心的云服务器。医护或技术人员需掌握无创正压呼吸机的正确操作,并根据患者病情,选择合适的呼吸机工作模式及治疗参数。呼吸机治疗前的宣传教育及给予短期的医院内强化治疗对于提高呼吸机治疗的短期及长期依从性有益,也有益于提高呼吸机压力滴定期间的临床治疗效果。(5)伦理与隐私保护^[7,11]。在IoT睡眠呼吸医学医疗诊疗过程中,对患者的隐私保护和保护网络数据安全非常重要。医务人员应告知患者在IoT睡眠呼吸医学中心的运行过程中,存在潜在隐私问题和医学信息,获取患者的知情同意。建议积极应用先进的网络安全技术,以加强网络和所有数据安全。平台所有原始数据不能导出,分析结果的输出、下载必须经审核通过后才能导出。

8 应用“云+端”模式赋能质量控制

“云”专家可以应用AI、IoT和元宇宙技术来提高“端”医生对OSA患者管理的效率和覆盖面。以下是一些具体的应用方法:(1)“云”专家应用AI算法对这些数据进行深度分析,识别OSA的危险因素和早期迹象,预测OSA发病风险。(2)通过IoT设备,“云”专家可实时收集患者心率、血压、血氧饱和度等生理数据,并传输给“端”医生,便于及时调整康复治疗方案^[21-22,26]。(3)“云”专家可应用元宇宙平台创建OSA患者社区,让患者之间可互相交流经验和支持。此外,VR和AR技术可为“端”医生模拟临床场景,帮助提高临床技能和决策能力^[27]。(4)通过整合AI、IoT和元宇宙技术,可建立一个全面的OSA患者管理系统,提供实时健康监控和数据分析,还能够支持远程医疗咨询和在线教育,从而扩大服务的覆盖范围,并提高“端”医生的工作效率。“云”专家通过应用AI、IoT和元宇宙技术,可有效提高“端”医生对OSA患者的管理能力,尤其是在提高诊断准确性、治疗个性化和患者自我管理方面。这将有助于实现医疗资源的高效分配,并为更多OSA患者提供高质量的医疗服务^[11-12]。

9 小 结

“云”专家可以通过与“端”医生的互动,提供预防和治疗建议,并在此基础上拓展为简便易行的

“云+端”OSA患者自我管理方案。具体来说,“云”专家可应用医学GPT的技术优势,对大量的医学文献和临床数据进行深度分析和处理,从而获得丰富的医学知识和推理能力,指导“端”医生进行更准确的诊断和治疗,同时也可为患者提供个性化的健康管理建议。此外,“云”专家还可应用医学GPT进行医学教育和培训,提高“端”医生的专业素养和服务能力,从而更好地满足广大OSA患者的自我管理需求^[28-29]。

综上所述,AI、IoT、VR/AR和元宇宙技术等新质生产力具备解决目前OSA诊治限制的基础,基于这些新质生产力研发“云+端”OSA诊疗模式,可以提高OSA筛查水平,赋能OSA诊断、治疗和患者自我管理,进一步提升OSA综合诊疗的同质化诊疗水平,实现强基层广覆盖的目标。而要应用好这一新的诊疗模式,还需要做好各级医生、护士和技术人员的培训,并应用“云+端”模式赋能质量控制,从而为患者提供更高效、便捷和优质及个性化的医疗服务。

伦理声明 无。

利益冲突 所有作者声明不存在利益冲突。

作者贡献 陆俊羽、蒋维芃、王悦虹:修改;白春学:选题、撰写、修改。

参考文献

- [1] GOTTLIEB D J, PUNJABI N M. Diagnosis and management of obstructive sleep apnea: a review[J]. JAMA, 2020, 323(14): 1389-1400.
- [2] PREVENTIVE SERVICES TASK FORCE U S, BIBBINS-DOMINGO K, GROSSMAN D C, et al. Screening for obstructive sleep apnea in adults: us preventive services task force recommendation statement[J]. JAMA, 2017, 317(4): 407-414.
- [3] 中华医学会呼吸病学分会睡眠呼吸障碍学组. 成人阻塞性睡眠呼吸暂停基层诊疗指南(2018年)[J]. 中华全科医师杂志, 2019, 18(1): 21-29.
- [4] QASEEM A, HOLTY J E C, OWENS D K, et al. Management of obstructive sleep apnea in adults: a clinical practice guideline from the American College of Physicians[J]. Ann Intern Med, 2013, 159(7): 471-483.
- [5] 物联网在睡眠呼吸疾病诊治中的应用专家组. 物联网在睡眠呼吸疾病诊治中的应用专家共识[J]. 国际呼吸杂志, 2013, 33(4): 241-244.
- [6] 国际元宇宙医学协会睡眠呼吸专家组. 云加端物联网辅助诊治睡眠呼吸暂停(OSA)专家共识(2022版)[J]. 复旦学报(医学版), 2023, 50(4): 613-619, 632.
- [7] 中华医学会呼吸分会睡眠呼吸障碍学组. 互联网医疗在阻塞性睡眠呼吸暂停临床诊治中的质量控制专家共识[J]. 国

- 际呼吸杂志, 2022, 42(09): 644-650.
- [8] HAUG C J, DRAZEN J M. Artificial intelligence and machine learning in clinical medicine, 2023[J]. *N Engl J Med*, 2023, 388(13): 1201-1208.
- [9] LABARCA G, SCHMIDT A, DREYSE J, et al. Telemedicine interventions for CPAP adherence in obstructive sleep apnea patients: systematic review and meta-analysis[J]. *Sleep Med Rev*, 2021, 60: 101543.
- [10] KIM J, CAMPBELL A S, DE ÁVILA B E F, et al. Wearable biosensors for healthcare monitoring[J]. *Nat Biotechnol*, 2019, 37(4): 389-406.
- [11] Yang D W, Zhou J, Chen R C, et al. Expert consensus on the metaverse in medicine[J]. *Clin eHealth*, 2022, 5: 1-9.
- [12] Yang D W, Zhou J, Song Y L, et al. Metaverse in medicine[J]. *Clin eHealth*, 2022, 5: 39-43.
- [13] 白春学. 元宇宙医学之我见[J]. *中国医药导刊*, 2023, 25(1): 1-6.
- [14] 白春学. 如何制定元宇宙医学共识指南?[J]. *元宇宙医学*, 2024, 1(1): 66-72.
- [15] VENKATESAN M, MOHAN H, RYAN J R, et al. Virtual and augmented reality for biomedical applications[J]. *Cell Rep Med*, 2021, 2(7): 100348.
- [16] WANG G, BADAL A, JIA X, et al. Development of metaverse for intelligent healthcare[J]. *Nat Mach Intell*, 2022, 4(11): 922-929.
- [17] XU N, YANG D W, ARIKAWA K, et al. Application of artificial intelligence in modern medicine[J]. *Clin eHealth*, 2023, 6: 130-137.
- [18] MASA J F, CORRAL J, PEREIRA R, et al. Therapeutic decision-making for sleep apnea and hypopnea syndrome using home respiratory polygraphy: a large multicentric study[J]. *Am J Respir Crit Care Med*, 2011, 184(8): 964-971.
- [19] GOLDSWORTHY A, CHAWLA J, BIRT J, et al. Use of extended reality in sleep health, medicine, and research: a scoping review[J]. *Sleep*, 2023, 46(11): zsad201.
- [20] LEVY J, ÁLVAREZ D, DEL CAMPO F, et al. Deep learning for obstructive sleep apnea diagnosis based on single channel oximetry[J]. *Nat Commun*, 2023, 14(1): 4881.
- [21] HWANG D, CHANG J W, BENJAFIELD A V, et al. Effect of telemedicine education and telemonitoring on continuous positive airway pressure adherence. the tele-OA randomized trial[J]. *Am J Respir Crit Care Med*, 2018, 197(1): 117-126.
- [22] TURINO C, BATLLE J D, WOEHRLE H, et al. Management of continuous positive airway pressure treatment compliance using telemonitoring in obstructive sleep apnoea[J]. *Eur Respir J*, 2017, 49(2): 1601128.
- [23] PATIL S P, COLLOP N A, CHEDIAK A D, et al. Optimal NIV Medicare access promotion: patients with OSA: a technical expert panel report from the American college of chest physicians, the American association for respiratory care, the American academy of sleep medicine, and the American thoracic society[J]. *Chest*, 2021, 160(5): e409-e417.
- [24] BRUYNEEL M, NINANE V. Unattended home-based polysomnography for sleep disordered breathing: current concepts and perspectives[J]. *Sleep Med Rev*, 2014, 18(4): 341-347.
- [25] SINGH J, BADR M S, DIEBERT W, et al. American academy of sleep medicine (AASM) position paper for the use of telemedicine for the diagnosis and treatment of sleep disorders[J]. *J Clin Sleep Med*, 2015, 11(10): 1187-1198.
- [26] PÉPIN J L, JULIAN-DESAYES I, SAPÈNE M, et al. Multimodal remote monitoring of high cardiovascular risk patients with OSA initiating CPAP: a randomized trial[J]. *Chest*, 2019, 155(4): 730-739.
- [27] RAGHU SUBRAMANIAN C, YANG D A, KHANNA R. Enhancing health care communication with large language models-the role, challenges, and future directions[J]. *JAMA Netw Open*, 2024, 7(3): e240347.
- [28] Yang D W, Sun M T, Zhou J C, et al. Expert consensus on the "Digital Human" of metaverse in medicine[J]. *Clin eHealth*, 2023, 6: 159-63.
- [29] 郑郁婕, 孙梦婷, 白春学. BRM一体机应用于控烟[J]. *元宇宙医学* 2024, 1: 82-88.

引用本文

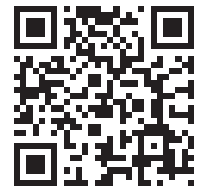
白春学, 陆俊羽, 蒋维芑, 等. 医学新质生产力赋能阻塞性睡眠呼吸暂停诊疗新模式[J]. *元宇宙医学*, 2024, 1(3): 22-28.

BAI C X, LU J Y, JIANG W P, et al. A new model of diagnosis and treatment of obstructive sleep apnea with new quality productive forces in medicine[J]. *Metaverse Med*, 2024, 1(3): 22-28.

DOI: 10.61189/868911sjhakl

· 专题报道 ·

医学新质生产力视角下的雾化治疗前景

朱文思¹, 王悦虹², 蔡沁怡¹, 白春学^{1*}

1. 复旦大学附属中山医院呼吸与危重症医学科, 上海 200032

2. 浙江大学医学院附属第一医院呼吸与危重症医学科, 杭州 310003

[摘要] 在数字经济时代,新质生产力以数字化、网络化、智能化的新技术为支撑,以科技创新为核心驱动力,以深化高技术应用为主要特征,具有广泛的渗透性和融合性,正深刻改变着各行各业的发展模式。医用雾化治疗是通过将液体药物转化为微小颗粒直接输送至肺部,有效治疗呼吸道疾病如哮喘和慢性阻塞性肺病的方式。新质生产力技术的应用,如物联网、人工智能和元宇宙,为雾化治疗带来了革命性变化。这些技术不仅实现了患者生理数据的实时监测和精准分析,支持个性化治疗方案的制定,还提升了治疗的便捷性和患者的依从性。通过物联网技术,医护人员能远程监控治疗过程,确保治疗的安全性和有效性。同时,人工智能技术的引入提高了数据驱动决策的效率,使得治疗方案更加精准和科学。然而,新质生产力赋能雾化治疗也面临技术接受度、数据安全与隐私保护、经济成本等挑战。未来,随着技术的不断发展和完善,新质生产力将在雾化治疗领域发挥更大作用,推动医疗服务体系的高质量发展。

[关键词] 医学新质生产力;雾化治疗;元宇宙医学**[中图分类号]** R-1 **[文献标志码]** A

The prospect of nebulizer therapy from the perspective of new quality productive forces in medicine

ZHU Wensi¹, WANG Yuehong², CAI Qinyi¹, BAI Chunxue^{1*}

1. Department of Pulmonary and Critical Care Medicine, Zhongshan Hospital, Fudan University, Shanghai 200032, China

2. Department of Respiratory and Critical Care Medicine, The First Affiliated Hospital, Zhejiang University School of Medicine, Hangzhou 310003, Zhejiang, China

[Abstract] In the era of digital economy, the new quality productive forces, supported by digital, networked and intelligent new technologies, with scientific and technological innovation as the core driving force, has a wide range of penetration and integration, and is profoundly changing the development mode of all walks of life. Nebulizer therapy is an effective way to treat respiratory diseases such as asthma and chronic obstructive pulmonary disease by converting liquid drugs into tiny particles and delivering them directly to the lungs. The application of new quality productive forces, such as the Internet of Things, artificial intelligence, and the metaverse, has revolutionized nebulizer therapy. These technologies not only enable real-time monitoring and accurate analysis of patient physiological data to support the development of personalized treatment plans, but also improve the convenience of treatment and patient compliance. Through IoT technology, healthcare professionals can remotely monitor the treatment process to ensure the safety and effectiveness of treatment. At the same time, the introduction of AI technology has improved the efficiency of data-driven decision-making, making treatment plans more precise and scientific. However, new quality productive forces enabling nebulizing therapy also face challenges such as technology acceptance, data security and privacy protection, and economic cost. In the future, with the continuous development and improvement of technology, new quality productive forces will play a greater role in the field of nebulizer therapy and promote the high-quality development of medical service system.

[Key Words] medical new quality productive forces; nebulizer therapy; metaverse in medicine

医用雾化治疗是将液体药物转化成微小颗粒,通过呼吸道直接输送至患者肺部的给药方法^[1]。这种治疗方式主要用于呼吸道疾病,如哮喘、慢性阻

塞性肺病(chronic obstructive pulmonary disease, COPD)、肺炎等的治疗。某些心脏病患者也需要雾化吸入硝酸甘油等药物,以迅速扩张血管,改善心

[收稿日期] 2024-09-20**[接受日期]** 2024-09-29**[基金项目]** 上海市科学技术委员会项目基金(21DZ2200600). Supported by Fund of Shanghai Municipal Commission of Science and Technology (21DZ2200600).**[作者简介]** 朱文思,主治医师. E-mail: zhu.siweng@zs-hospital.sh.cn

*通信作者(Corresponding author). Tel: 021-64041990. E-mail: bai.chunxue@zs-hospital.sh.cn

脏供血^[2]。对于细菌性或病毒性呼吸道感染,雾化治疗可以输送抗生素或抗病毒药物至呼吸道局部,提高病灶药物浓度。雾化治疗能够使药物直接作用于病灶,具有起效快、用药量少、全身不良反应小等优点^[3]。目前,雾化治疗在临床上得到了广泛的应用,许多医院和诊所都配备了雾化治疗设备,用于辅助临床治疗。随着医药科技的发展,雾化治疗技术也在不断进步。例如,智能雾化器可以根据患者的具体情况自动调整药物的剂量和雾化速度,以实现最佳的治疗效果。这种智能化的治疗方式不仅减少了人为操作带来的误差,也使得雾化治疗更加安全、高效^[4]。

在当今数字经济时代,新质生产力是以数字化、网络化、智能化的新技术为支撑,以科技创新为核心驱动力,以深化高技术应用为主要特征,具有广泛的渗透性和融合性的生产力形态^[5]。物联网,元宇宙和人工智能(artificial intelligence, AI)技术的出现,共同推动了新质生产力的实现,促进形成高效、高质量的医疗服务体系。新质生产力也为雾化

治疗的研究带来了新的机遇^[6]。通过新质生产力技术,研究人员可以收集大量患者的实时生理数据和治疗反馈信息。这些数据不仅可以用于评估现有治疗方案的有效性,还可以为新型治疗方法的研发提供有力支持。例如,对大数据分析有助于研究人员制定更加精准、高效的治疗方案。然而,尽管雾化治疗在临床上取得了显著的成果,但仍存在一些挑战,例如确保数据准确性、安全性、隐秘性等。但随着技术的不断进步和政策的逐步完善,这些问题也将得到有效解决。医用雾化治疗作为一种有效的治疗手段,将在临床上得到更加广泛的应用并不断发展。未来,随着科技的进步和创新疗法的开发,雾化治疗有望为更多患者带来福音。

1 医用雾化治疗的优势和限制

1.1 医用雾化治疗设备 医用雾化治疗需要使用特定的设备,即医用雾化器,主要有超声、网式和压缩3种(表1)^[7-8]。

表1 雾化治疗设备及特征

设备	特征及实践
超声雾化器	超声雾化器利用超声波的能量将液体药物打碎成微小的气溶胶颗粒。这种类型的雾化器产生的是较大颗粒的气溶胶,更适合用于口腔和咽喉疾病的治疗 ^[9] 。
网式雾化器	网式雾化器利用微型振动筛网将液体药物打碎成微小的气溶胶颗粒。这种类型的雾化器产生的是较小颗粒的气溶胶,更容易被患者吸收,适用于呼吸道疾病的治疗 ^[10] 。
压缩雾化器	压缩雾化器利用空气压缩机产生的高速气流将液体药物打碎成微小的气溶胶颗粒。这种类型的雾化器产生的是极小颗粒的气溶胶,具有更高的生物利用度,适用于重症患者的治疗 ^[11] 。
干粉吸入器	严格意义上讲,干粉吸入器并不属于雾化器,但它也是一种常用于呼吸道疾病治疗的设备。干粉吸入器将药物制成干燥的粉末状,患者通过吸入动作将药物吸入呼吸道。这种类型的设备适用于需要长期维持治疗的呼吸道疾病患者 ^[12] 。

1.2 医用雾化治疗的优点 医用雾化治疗主要用于呼吸道疾病,如哮喘、COPD和肺炎等,具有以下优点^[13]:(1)直接作用于病灶,提高局部药物浓度,从而增强治疗效果。(2)起效快。由于药物直接作用于病灶,雾化治疗通常具有较快的起效时间,可以在短时间内缓解症状。(3)用药量少。相比于口服或注射给药,雾化治疗所需的药物剂量通常较小,从而降低了药物的副作用风险。(4)全身不良反应小。由于药物主要作用于局部,减少了全身不良反应的发生。(5)治疗便利。雾化治疗过程相对简单,患者无须刻意配合即可完成治疗,提高了治疗的便利性。(6)适用于多种疾病。雾化治疗适用于多种疾病,包括哮喘、COPD、肺炎、感染性疾病和心脏病

等,具有广泛的临床应用价值。(7)安全性高。雾化治疗的安全性较高,适合各个年龄段的患者使用,包括儿童和老年人。

1.3 医用雾化治疗的限制 尽管医用雾化治疗在许多方面都具有显著优势,但在实际应用中,也面临着一些限制和挑战(表3)^[1, 14-15]。

2 新质生产力赋能雾化治疗

2.1 实时监测和收集生理数据 在个体化雾化治疗时,对患者生理状态的连续、精准监测至关重要。物联网技术的引入无疑是革命性的进步,它通过无线传感器和网络技术来实时监测和收集患者的生理数据^[16],显著提升了数据收集的效率和准确性。

表3 医用雾化治疗的限制和挑战

问题	限制和挑战
设备依赖性	雾化治疗需要依赖特定的设备,这在一定程度上限制了治疗的便利性。
药物选择有限	只有以液态形式存在的药物才能用于雾化治疗,限制了药物的种类。
需要专业指导	需要专业医疗人员指导正确使用雾化器、调整药物剂量等。
潜在的副作用	存在一些潜在的副作用,如口腔念珠菌感染等。
设备维护和清洁	雾化器需要定期维护和清洁,以降低设备损坏和交叉感染的风险。
患者依从性问题	部分患者可能因为各种原因无法按时按量完成雾化治疗,影响治疗效果。
费用问题	雾化治疗设备和药物的用较高,对于一些经济条件较差的患者来说可能难以承受。

患者的呼吸频率、心率、血氧饱和度等关键生理指标通过物联网实时、准确地传输到医疗中心的数据库中,便于专家分析和把控治疗进程(图1)。此外,研究人员能够对这些海量的数据进行深度挖掘和分析,从而更好地理解雾化治疗的作用机制^[17]。

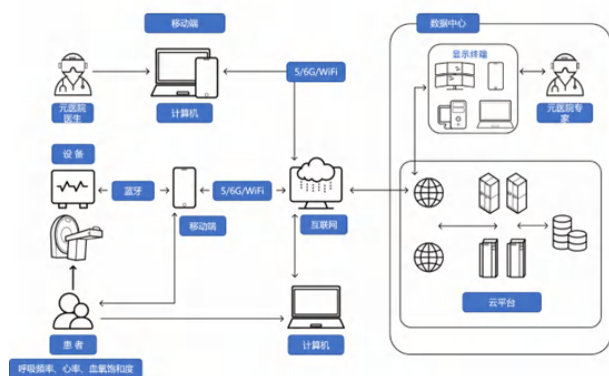


图1 实时检测患者健康数据

2.2 提高治疗便捷度 物联网技术的迅速发展为患者带来了前所未有的便捷治疗体验。其中,智能手机和智能雾化器的紧密结合,成为这一变革中的典型代表,智能化操作和管理,极大地提升了患者的治疗效率和舒适度。通过在智能手机上安装医疗应用程序,患者可以轻松查看自己的治疗计划,并实时记录自己的治疗进度,如每次治疗的时间、药物用量以及治疗后的感受等信息(图2)。这不仅有助于患者更好地了解自己的治疗情况,也为医生提供了宝贵的反馈信息。

智能雾化器的出现,将便捷性提升到了一个新的高度。智能雾化器的核心在于其精准的传感器和先进的算法。传感器能够实时监测患者的呼吸频率、吸入药物的量以及雾化过程中的各种参数,而算法则根据这些数据,迅速算出最适合患者的药物剂量和雾化速度^[4]。这种智能化的调整方式,确保了每位患者都能接受最适合自己的治疗方案。在传统的雾化治疗中,患者需要手动调节雾化器的

设置,不仅操作繁琐,而且容易出现误差。药物剂量过多可能会导致患者不适,甚至引发副作用;而药物剂量过少则可能无法达到预期的治疗效果。智能雾化器的出现,彻底解决了这一问题。它可以根据患者的实时生理数据,自动调整药物剂量和雾化速度,确保治疗过程既安全又有效^[18]。此外,智能雾化器还具备远程监控功能,医生可以通过手机或电脑端的应用程序,随时查看患者的治疗情况和反馈数据。这意味着,即使患者在家中雾化治疗,医生也能及时了解到他们的治疗进展,并在必要时给予远程指导。这种全新的治疗模式,不仅提高了治疗的便捷性,还加强了医患之间的沟通与互动。



图2 物联网智能辅助雾化治疗

2.3 辅助临床研究 借助物联网技术,研究人员可以收集到大量患者的实时生理数据和治疗效果信息。这些数据不仅可以用于评估现有治疗方案的有效性,还可以为新型治疗方法的研发提供有力支持^[19]。通过数据分析,研究人员可能会发现某些药物在特定人群中的效果更佳,或者特定雾化速度更能促进药物的吸收。这些发现将有助于开发出更加精准、高效的治疗方案。同时,物联网技术还为雾化治疗的普及和推广提供了便利。借助智能手

机和智能雾化器等设备,患者可以在家中轻松进行雾化治疗,无需频繁前往医院。这不仅减轻了患者的经济负担和时间成本,还使得雾化治疗更加易于接受和普及。

3 新质生产力为特征性雾化治疗奠定基础

3.1 物联网和元宇宙提高雾化治疗依从性 物联网系统可以通过智能提醒和交互设计来帮助患者更好地遵循治疗计划,从而提高他们对雾化治疗的依从性。这些系统通常包括移动应用程序、智能手表或其他可穿戴设备,它们可以提醒患者按时接受治疗,并提供有关如何正确进行雾化治疗的指导。一些系统还可以与社交媒体平台集成,允许患者分享他们的治疗进展并获得支持。结合元宇宙技术,我们可以为患者提供更加沉浸式的治疗体验。例如,在环境中模拟真实的治疗场景,帮助患者在心理上做好准备,或者利用增强现实(augmented reality, AR)技术在患者的视野中叠加重要信息,如治疗进度和生理指标,以提高患者的参与度和满意度。物联网和元宇宙技术的结合为改善患者的治疗依从性提供了新的可能性,不仅提高了治疗效果,也提升了患者的整体治疗体验。

3.2 物联网和元宇宙赋能实时监控雾化治疗 物联网和元宇宙技术的结合为实时监控雾化治疗提供了新的可能性。物联网技术可以实现对患者状态的实时监控,及时发现并处理可能的不良反应,这在雾化治疗过程中尤为重要。通过物联网设备,医生可以远程监测患者的生命体征和治疗反应,一旦发现异常,就可以立即采取措施,从而确保患者的安全^[20]。

3.3 物联网和元宇宙赋能预防性雾化治疗 物联网和元宇宙技术相结合,可以为预防性雾化治疗提供有力的支持。通过环境传感器数据的收集和分析,物联网系统能够识别出可能导致疾病发作的危险因素,并向患者发出预警。这可以帮助患者及时采取措施,避免病情恶化^[21, 22]。在元宇宙环境中,患者可以接收到更加直观和个性化的预警信息。例如,在VR或AR场景中,系统可以模拟出潜在的危险因素,并指导患者如何规避。此外,元宇宙平台还可以提供健康教育内容,帮助患者了解如何预防疾病的发生和发展。总的来说,物联网和元宇宙技术的结合为预防性雾化治疗提供了新的方法,有助于提高患者的健康水平和生活质量。

4 新质生产力赋能雾化治疗前景

4.1 提高个性化治疗水平 AI、物联网和元宇宙技术的融合正在革新个性化治疗的方式,通过精确的数据分析和沉浸式体验,提升治疗的针对性和效果。首先,AI技术能够处理大量数据,识别患者之间的差异,并根据这些信息定制个性化的治疗计划^[23]。例如,在雾化治疗中,AI可以分析患者的生理参数和历史治疗反应,自动调整药物剂量或治疗频率,以达到最佳疗效。其次,物联网设备的广泛应用使得实时监测和调整治疗成为可能。通过连接各种传感器和医疗设备,物联网系统可以持续收集患者数据,并及时反馈给医疗专业人员。这样,医生可以迅速响应患者的状况变化,及时调整治疗方案^[24]。最后,元宇宙技术的引入为患者提供了全新的治疗体验^[25]。在VR或AR环境中,患者可以参与到治疗过程中,这种沉浸式的体验可以提高患者依从性,并帮助他们更好地了解病情和治疗计划(图3)。



图3 BRM一体机的应用^[26]

4.2 提高远程医疗水平 AI、物联网和元宇宙技术的融合为远程医疗带来了革命性的变化,通过智能化数据分析、实时监控以及虚拟现实技术的应用,极大地提高了远程医疗的服务水平和可达性^[27]。AI技术能够处理和分析大量的医疗数据,帮助医生进行更准确的诊断和治疗建议。在远程医疗中,AI系统可以通过分析患者的电子健康记录、影像资料以及其他相关数据,为医生提供有价值的见解,从而提高诊疗的准确性^[28]。物联网技术的应用使得远程医疗成为可能。通过各种可穿戴设备和家用医疗仪器,物联网系统可以持续收集患者的生理数据,并及时将这些信息传递给医疗专业人员。这样,即便患者身处异地,医生也能及时了解患者的病情变化,并提供相应的医疗建议。元宇宙技术的引入为远程医疗提供了全新的交互方式。在VR或

AR 环境中,医生可以与患者进行面对面交流,这种沉浸式的体验能够提高患者的满意度和依从性。此外,元宇宙平台还可以用于医学教育和培训,帮助医护人员提高专业技能,从而提升整个远程医疗体系的水平^[26]。

4.3 提高智能设备功能 AI、物联网和元宇宙技术的结合正在推动智能设备功能的显著提升,这些技术相互协作,使智能设备更加智能化、自动化和用户友好。AI 技术通过机器学习和深度学习算法,使智能设备具备强大的数据处理和分析能力。这使得智能设备能够自主学习用户的偏好和行为模式,从而提供更个性化的服务^[24]。物联网技术的应用使智能设备能够互联互通,形成庞大的智能网络,实现实时交换数据和信息,协同工作;元宇宙技术的引入为智能设备提供了全新的交互方式。在 VR 或 AR 环境中,用户可以与智能设备进行自然、直观的交互,这种沉浸式体验大大增强了用户体验。简言之,AI、物联网和元宇宙技术的结合正在不断推高智能设备的功能上限,使它们变得更加智能、互

联和用户友好,从而改变我们的生活方式和工作模式。

4.4 提高数据驱动决策效率 AI、物联网和元宇宙技术的融合为医疗健康领域数据驱动决策提供了强大的支持,我们可以实现更高效的数据收集、分析和应用,从而提高决策的效率和质量^[29],为患者提供更好的治疗体验^[30]。物联网技术可以实时收集大量的医疗数据,包括患者的生理参数、治疗反应和环境因素等。这些数据为后续的分析和决策提供了宝贵的信息源。AI 技术可以对收集到的数据进行深入的分析和挖掘,识别出有用的模式和趋势。通过机器学习算法,AI 可以预测患者对特定治疗的反应,帮助医生制定个性化的治疗计划。元宇宙技术可以提供沉浸式和交互式的数据可视化平台,帮助医生和研究人员更好地理解 and 解释数据。在 VR 或 AR 环境中,用户可以直接与数据交互,探索数据的各个方面,从而做出更准确的决策(图 5)。

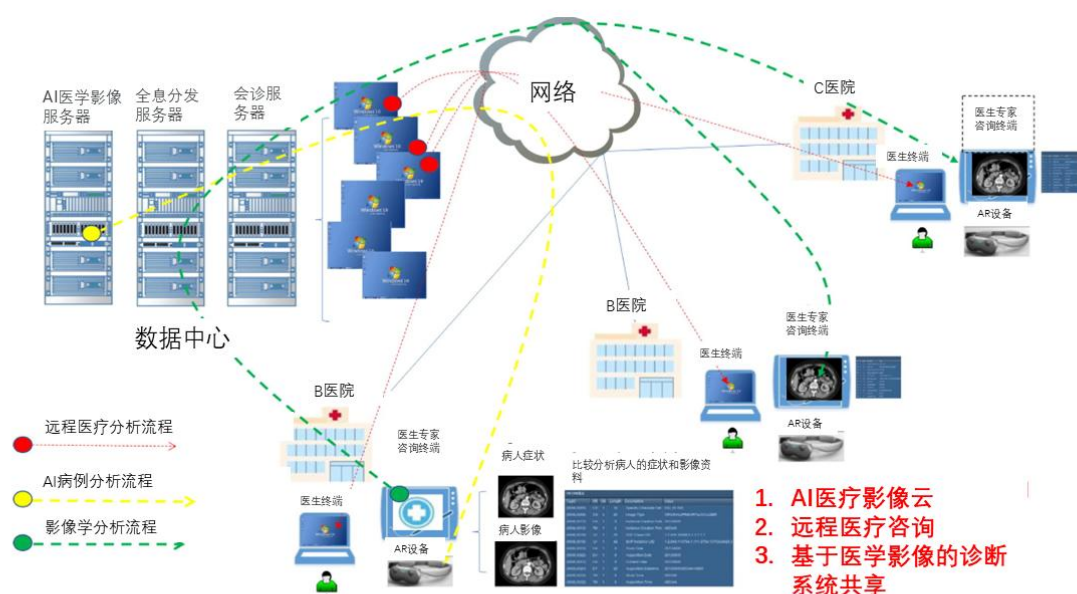


图 5 医学实用元宇宙^[26]

4.5 提高预防性医疗水平 物联网不仅可以用于治疗,还可以用于疾病预防。通过监测空气质量和其他环境因素,物联网可以帮助人们避免接触可能导致呼吸系统问题的物质。总的来说,新质生产力赋能雾化治疗的前景是光明的,它有可能改变我们进行雾化治疗的方式,使其更加有效、方便和个性化。然而,这也带来了一些挑战,如数据安全和隐私保护等问题。因此,在推动技术应用的同时,也需要

关注这些问题,以确保患者的安全和权益。

5 新质生产力赋能雾化治疗面临的挑战

新质生产力赋能雾化治疗虽然具有诸多优势和潜力,但在实施过程中也会面临一系列挑战(表 4)。克服这些挑战需要产业界、学术界和政策制定者共同努力,推动相关技术的发展,完善法规标准,提高公众意识,确保新质生产力赋能雾化治疗能够

在确保安全、有效的前提下,为患者带来更多 益处。

表 4 新质生产力赋能雾化治疗面临的挑战

挑战	对医疗实践影响
技术接受度	医务人员和患者对新技术的接受程度不一,影响物联网雾化治疗设备的推广和使用。
技术标准与规范缺失	由于物联网技术发展迅速,相关的技术标准与规范尚未完全成熟和统一,这在一定程度上限制了其在医疗领域的广泛应用。
数据安全与隐私保护	医疗数据属于高度敏感的信息,需保证数据传输与存储的安全性和保密性。
经济成本	物联网设备的部署和维护需要一定的经济投入,尤其是在资源有限的地区,高昂的成本可能成为推广的障碍。
法规与政策	现行医疗法规和政策尚未完全涵盖物联网技术带来的新变化,需要在法律框架内对现有规定进行相应调整和完善。
技术与医疗专业融合	将物联网技术与医疗专业知识紧密结合,确保技术服务于临床需求。

6 展 望

新质生产力赋能雾化治疗的未来展望是充满潜力的。随着技术的不断进步和创新,我们可以期待在以下几个方面看到显著的进展:(1)智能设备。随着物联网技术的发展,我们可以期待出现更多的智能雾化设备。这些设备将具备自我监测和自我调整的能力,以确保患者始终接受最有效的治疗。(2)数据驱动决策。物联网将产生大量的数据,这些数据可以用来支持临床决策。通过分析这些数据,医生可以更好地理解雾化治疗的效果和副作用,从而做出更好的治疗决策。(3)个性化医疗。物联网将使个性化医疗成为可能,通过收集和分析患者的生理数据,系统可以自动调整雾化治疗的参数,以适应每个患者的独特需求。(4)远程医疗。物联网将推动远程医疗的发展,使得患者无需亲自前往医院,就可以接受专业的雾化治疗。这将极大地提高医疗服务的可达性和便利性。(5)预防性医疗。物联网不仅可以用于治疗已经患病的人,还可以用于预防疾病。通过监测空气质量和其他环境因素,物联网可以帮助人们避免接触可能导致呼吸系统问题的物质。

综上所述,新质生产力赋能雾化治疗的未来是光明的,它有可能改变我们进行雾化治疗的方式,使其更加有效、方便和个性化。然而,这也带来了一些挑战,如数据安全和隐私保护等问题。因此,在推动技术应用的同时,也需要关注这些问题,以确保患者的安全和权益。

伦理声明 无。
利益冲突 所有作者声明不存在利益冲突。

作者贡献 朱文思,王悦虹,蔡沁怡:修改,检索参考文献,使用AI技术生成图片;白春学:选题、撰写、修改。

参考文献

[1] CHANDEL A, GOYAL A K, GHOSH G, et al. Recent advances in aerosolised drug delivery [J]. Biomedicine Pharmacother, 2019, 112: 108601.

[2] KARFUNKLE B, GILL J, SHIREY S, et al. COVID-19 acute respiratory distress syndrome and pulmonary embolism: a case report of nebulized nitroglycerin and systemic thrombolysis for right ventricular failure[J]. J Emerg Med, 2021, 61(5): e103-e107.

[3] MARTIN A R, FINLAY W H. Nebulizers for drug delivery to the lungs [J]. Expert Opin Drug Deliv, 2015, 12 (6) : 889-900.

[4] HÄUBERMANN S, ARENDSSEN L J, PRITCHARD J N. Smart dry powder inhalers and intelligent adherence management [J]. Adv Drug Deliv Rev, 2022, 191: 114580.

[5] 何 萍. 何谓新质生产力 [J]. 武汉大学学报(哲学社会科学版), 2024, 77(5): 5-17.

[6] 刘守英, 黄 彪. 从传统生产力到新质生产力[J]. 中国人民大学学报, 2024, 38(4): 16-30.

[7] POULAKOU G, MATTHAIU D K, NICOLAU D P, et al. Inhaled antimicrobials for ventilator-associated pneumonia: practical aspects[J]. Drugs, 2017, 77(13): 1399-1412.

[8] GELLER D E. Comparing clinical features of the nebulizer, metered-dose inhaler, and dry powder inhaler [J]. Respir Care, 2005, 50(10): 1313-1321;discussion 1321-1322.

[9] DALMORO A, BARBA A A, LAMBERTI G, et al. Intensifying the microencapsulation process: ultrasonic atomization as an innovative approach [J]. Eur J Pharm Biopharm, 2012, 80(3): 471-477.

[10] PRITCHARD J N, HATLEY R H, DENYER J, et al. Mesh nebulizers have become the first choice for new nebulized pharmaceutical drug developments [J]. Ther Deliv, 2018, 9 (2): 121-136.

[11] EDGE R, BUTCHER R. CADTH Rapid Response Reports

- [M]. Ottawa (ON); Canadian Agency for Drugs and Technologies in Health, 2019.
- [12] GAIKWAD S S, PATHARE S R, MORE M A, et al. Dry Powder Inhaler with the technical and practical obstacles, and forthcoming platform strategies [J]. *J Control Release*, 2023, 355: 292–311.
- [13] PAVIA D. Efficacy and safety of inhalation therapy in chronic obstructive pulmonary disease and asthma [J]. *Respirology*, 1997, 2(Suppl 1): S5–S10.
- [14] DHANANI J, FRASER J F, CHAN H K, et al. Fundamentals of aerosol therapy in critical care [J]. *Crit Care*, 2016, 20 (1): 269.
- [15] BARJAKTAREVIC I Z, MILSTONE A P. Nebulized therapies in COPD: past, present, and the future [J]. *Int J Chron Obstruct Pulmon Dis*, 2020, 15: 1665–1677.
- [16] DA COSTA C A, PASLUOSTA C F, ESKOFIER B, et al. Internet of Health Things: toward intelligent vital signs monitoring in hospital wards [J]. *Artif Intell Med*, 2018, 89: 61–69.
- [17] ALIVERTI A. Wearable technology: role in respiratory health and disease [J]. *Breathe*, 2017, 13(2): e27–e36.
- [18] DIERICK B J H, ACHTERBOSCH M, EIKHOLT A A, et al. Electronic monitoring with a digital smart spacer to support personalized inhaler use education in patients with asthma: the randomized controlled OUTERSPACE trial [J]. *Respir Med*, 2023, 218: 107376.
- [19] BABATUNDE A O, TOGUNWA T O, AWOSIKU O, et al. Internet of Things, Machine Learning, and Blockchain Technology: emerging technologies revolutionizing Universal Health Coverage [J]. *Front Public Health*, 2022, 10: 1024203.
- [20] DOBKIN B H. A rehabilitation–internet–of–things in the home to augment motor skills and exercise training [J]. *Neurorehabil Neural Repair*, 2017, 31(3): 217–227.
- [21] LEE H Y, LEE K H, LEE K H, et al. Internet of medical things–based real–time digital health service for precision medicine: empirical studies using MEDBIZ platform [J]. *Digit Health*, 2023, 9: 20552076221149659.
- [22] HAGHI M, THUROW K, STOLL R. Wearable devices in medical Internet of Things: scientific research and commercially available devices [J]. *Healthc Inform Res*, 2017, 23 (1): 4–15.
- [23] YADAV D, GARG R K, CHHABRA D, et al. Smart diagnostics devices through artificial intelligence and mechanobiological approaches [J]. *3 Biotech*, 2020, 10 (8): 351.
- [24] 白春学, 冯 瑞, 杨达伟. 一种手机云加端物联网医学系统及采用该系统的方法: CN102637291B [P]. 2015–05–20.
- [25] USMANI S S, SHARATH M, MEHENDALE M. Future of mental health in the metaverse [J]. *Gen Psychiatr*, 2022, 35 (4): e100825.
- [26] YANG D W, ZHOU J, SONG Y L, et al. Metaverse in medicine [J]. *Clin eHealth*, 2022, 5: 39–43.
- [27] KHEMASUWAN D, SORENSEN J S, COLT H G. Artificial intelligence in pulmonary medicine: computer vision, predictive model and COVID–19 [J]. *Eur Respir Rev*, 2020, 29(157): 200181.
- [28] HUANG S G, YANG J, SHEN N, et al. Artificial intelligence in lung cancer diagnosis and prognosis: current application and future perspective [J]. *Semin Cancer Biol*, 2023, 89: 30–37.
- [29] TAO P Z, LIU N, DONG C L. Research progress of MIIoT and digital healthcare in the new era [J]. *Clin eHealth*, 2024, 7: 1–4.
- [30] YANG D W, ZHOU J, CHEN R C, et al. Expert consensus on the metaverse in medicine [J]. *Clin eHealth*, 2022, 5: 1–9.

引用本文

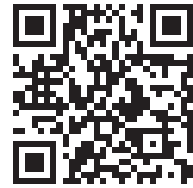
朱文思, 王悦虹, 蔡沁怡, 等. 医学新质生产力视角下的雾化治疗前景 [J]. 元宇宙医学, 2024, 1(3): 29–35.

ZHU W S, WANG Y H, CAI Q Y, et al. The prospect of nebulizer therapy from the perspective of new quality productive forces in medicine [J]. *Metaverse Med*, 2024, 1(3): 29–35.

DOI: 10.61189/690584dnrdza

· 专题报道 ·

应用医学新质生产力辅助基层医院筛查和诊断 早期肺癌

白春学^{1*}, 韦 球², 魏雪梅³, 朱文思¹, 胡 洁¹

1. 复旦大学附属中山医院呼吸与危重症医学科, 上海 200032

2. 南宁市第一人民医院呼吸内科, 南宁 530000

3. 新疆维吾尔自治区人民医院呼吸与危重症医学科, 乌鲁木齐 830001

[摘要] 基层医院在肺癌早期筛查与诊断中扮演着举足轻重的角色。这不仅能够大幅提升患者的生存与治愈率, 更能显著改善其生活质量, 同时减轻医疗体系的负担, 优化资源配置, 进而推动相关医疗产业和经济的同步发展。然而, 当前基层医院在肺癌筛查与早诊方面仍面临多重挑战。设备技术落后、人员水平参差不齐、资源分配不均、患者认知不足以及政策支持不够等问题尤为突出。为了克服这些难题, 我们需要从多个维度入手, 包括更新医疗设备、加强人员培训、优化资源分配、提升患者教育水平以及争取更多的政策支持。

[关键词] 肺结节; 肺癌; 基层医院; 筛查; 诊断; 人工智能**[中图分类号]** R-1 **[文献标志码]** A

Apply new quality production forces in medicine to assist grassroots hospitals in screening and diagnosing early-stage lung cancer

BAI Chunxue^{1*}, WEI Qiu², WEI Xuemei³, ZHU Wensi¹, HU Jie¹

1. Department of Respiratory and Critical Care Medicine, Zhongshan Hospital, Fudan University, Shanghai 200032, China

2. Department of Respiratory Medicine, First People's Hospital of Nanning, Nanning 530000, Guangxi, China

3. Department of Respiratory and Critical Care Medicine, The First Affiliated Hospital of Xinjiang Medical University, Urumqi 830001, Xinjiang, China

[Abstract] Primary hospitals play a crucial role in early screening and diagnosis of lung cancer. This not only significantly improves the survival and cure rates of patients, but also greatly enhances their quality of life, reduces the burden on the healthcare system, optimizes resource allocation, and promotes the synchronous development of related medical industries and the economy. However, primary hospitals still face multiple challenges in lung cancer screening and early diagnosis. Issues such as outdated equipment and technology, uneven levels of personnel, unequal distribution of resources, lack of patient awareness, and insufficient policy support are particularly prominent. To overcome these challenges, we need to address them from multiple dimensions, including updating medical equipment, enhancing personnel training, optimizing resource allocation, improving patient education levels, and seeking more policy support.

[Key Words] pulmonary nodules; lung cancer; primary hospital; screening; diagnosis; artificial intelligence

肺癌, 作为我国乃至全球范围内发病率和死亡率都极高的恶性肿瘤, 其早期诊断与治疗尤为重要^[1-2]。基层医院位于医疗体系的前线, 主要负责肺结节的预防和筛查, 以及患者的初步诊断^[3]。然而, 基层医院的诊断水平目前还参差不齐。由于历史、地域和经济原因, 部分基层医院可能面临着设备陈

旧、技术落后等问题, 使它们难以做出准确和及时的诊断^[3-5], 增加了肺癌漏诊、误诊的风险, 对患者的生命健康构成潜在威胁。

为了改变这一现状, 提高基层医院在肺癌筛查中的作用, 需要加强基层医院的设备和技术投入。只有让基层医院拥有先进的诊断设备和技术, 才能

[收稿日期] 2024-09-20**[接受日期]** 2024-09-29**[基金项目]** 上海市科学技术委员会项目基金(21DZ2200600)。Supported by Fund of Shanghai Municipal Commission of Science and Technology (21DZ2200600)。**[作者简介]** 白春学, 教授、主任医师。

*通信作者 (Corresponding author). Tel: 021-64041990, E-mail: bai.chunxue@zs-hospital.sh.cn

提高其诊断能力,确保患者在第一时间得到准确的诊断结果^[6]。此外,加强对基层医生的培训也至关重要。通过定期举办培训班、邀请专家授课、组织医生到上级医院进修等方式,可提高基层医生的理论水平和实际操作能力^[7-8]。建立基层医院和上级医院的双向转诊制度,利于提升基层医院肺癌筛查和诊断能力^[9]。由基层医院负责初筛工作,将疑似病例及时转诊到上级医院进行确诊和治疗;而上级医院在确诊和治疗过程中,也将相关信息及时反馈给基层医院,帮助基层医院总结经验、提高水平。同时,应用物联网技术可以实现基层医院和上级医院的互联互通^[10-11],从而提高整个医疗体系的运行效率和服务质量。

虽然基层医院在肺癌筛查中面临着一些挑战和困难,但是只要我们采取切实有效的措施进行改进和提升,就一定能够进一步发挥它们在肺癌筛查和早诊中的重要作用。让更多的患者能够在早期被发现和治疗,为他们的生命健康保驾护航。

1 筛查和诊断早期肺癌的意义

基层医院筛查和诊断早期肺癌意义^[12],可以从

社会和经济效益方面来体现。(1)提高生存率:早期肺癌的五年和十年生存率远高于晚期肺癌,通过早期筛查和诊断,可以及时发现肺癌,提高患者的生存率,甚至治愈率^[13]。(2)改善生活质量:早期肺癌的治疗效果通常比晚期肺癌要好,患者的生活质量可以得到保障。(3)减轻医疗负担:早期肺癌的治疗费用通常比晚期肺癌要低,可以减轻社会的医疗负担,还可以为家庭和国家做出进一步贡献。(4)提高医疗资源应用效率:通过早期筛查和诊断,可以将一部分肺结节患者分流到基层医院管理,减轻大医院的医疗压力,提高医疗资源的应用效率。(5)促进经济发展:早期肺癌的筛查和诊断产业的发展,可以带动相关产业的发展,产生事半功倍的社会经济效益。(6)提高全民健康水平:通过早筛和早诊,可提高全民的健康水平,减少因病致贫、因病返贫的现象,提高全民的生活质量。

2 基层医院在肺癌筛查和早诊中的现状

2.1 基层医院在肺癌筛查和早诊中的优势 基层医院具有覆盖面广、方便快捷、成本低等优势(表1),在肺癌筛查和早诊中具有不可替代的地位。

表 1 基层医院在肺癌筛查和早诊中的优势

策略或方法	技术路线
确定筛查人群	LDCT 筛查主要针对 40 岁以上肺癌高危人群 ^[14-15] ,包括长期大量吸烟者、职业暴露史者、家族肺癌史者等。
LDCT 检查	应用 LDCT 对筛查人群进行胸部扫描,可以发现早期肺部结节和早期肺癌。
评估肺结节	从影像征象学角度,可以根据肺结节的大小、形状、密度等因素,评估结节的恶性程度。
随访复查	对于发现的肺结节,需要定期复查,以监测结节的大小和性质的变化。
个体化管理	对于不同患者,可以采取个体化的管理方案。
健康的生活方式	保持健康的生活方式,如戒烟、减少饮酒、增加运动等,有助于肺部健康和减少肺结节的发生。

LDCT:低剂量计算机断层扫描。

2.2 基层医院在肺癌筛查和早诊中的限制 目前基层医院在肺癌筛查和早诊中的作用受到一些限制^[16]。(1)设备和技术限制:基层医院的医疗设备和技术相对落后,缺乏足够的诊断设备和技术。(2)人员水平限制:基层医院的医务人员水平参差不齐,缺乏足够的肺癌筛查和早诊的专业知识和技能,这影响了他们的诊断能力和服务质量。(3)资源分配限制:基层医院的患者众多但医疗资源有限,这导致他们在肺癌筛查和早诊中无法投入足够的资源和时间。(4)患者认知限制:许多患者对于肺癌的筛查和早诊的认识不足,他们往往在出现症状后才去医院就诊,这导致基层医院在肺癌筛查和早诊中的作用受到限制。(5)政策支持不足:肺癌筛查和早诊

方面的政策支持不足,如缺乏足够的资金投入,缺乏有效的政策引导等,影响了基层医院医疗实践。因此,要提高基层医院在肺癌筛查和早诊中的作用,需要从设备更新、人员培训、资源分配、患者教育、政策支持等多个方面进行努力。

3 应用物联网改善基层医院的肺癌筛查和早诊

3.1 应用低剂量计算机断层扫描(LDCT)筛查肺癌 近年来,LDCT在肺癌筛查领域崭露头角,其最大的优势在于能够捕捉到肺部微小的结节^[17],被公认为一种有效的早期肺癌检测方法。

进行 LDCT 检查是基层医院肺癌筛查过程的第一步。医生会应用低剂量 CT 设备对参与筛查的人

群进行胸部扫描^[18]。低剂量的设计意味着在保证图像质量的同时,最大限度地减少患者的辐射暴露。这样的扫描不仅能够捕捉到肺部的细微结构,还能发现那些直径仅有几毫米的肺部结节。医生依据主要包括结节的大小、形状、密度以及与周围组织的关系等多个方面,评对扫描结果中发现的结节的性质。对于发现的肺结节,应定期随访复查,便于医生把握结节的大小和性质的变化,及时采取有效的干预措施。

筛查过程中,制定个体化管理方案至关重要。每个人的身体状况、家族病史、生活习惯等各不相同,因此肺癌筛查不能采取统一标准。医生需根据患者情况制定个体化筛查和管理方案。LDCT筛查肺癌的同时,对肺部损伤极小^[19]。这得益于其低剂量设计,患者无需担心辐射风险,因此可以更放心地进行多次复查,确保肺部健康得到持续监测。当然,除了医学筛查外,保持健康的生活方式对于肺部健康同样重要。戒烟、减少饮酒、增加运动等健康习惯不仅能够降低肺癌的发生风险,还能提升整体的生活质量。因此,在关注肺癌筛查的同时,我们也应该重视生活方式的调整和改善。目前,LDCT作为一种有效的肺癌筛查方法,在基层医院的应用已广泛应用。

3.2 应用物联网便捷规范管理肺结节 在基层医院应用LDCT发现肺结节后,可应用PNapp5A进行常规管理(图1)。PNapp5A融合了肺结节诊治的中国专家共识^[11, 20-21]和亚太肺结节评估指南链接相应的云计算系统,深度挖掘、智能评估和管理肺结节。在临床实践中,医生可根据PNapp5A手机端与“云”专家交流互动,精准评估和科学管理肺结节。患者在线登记基本信息后,医生即可根据PNapp5A页面显示的1A-5A逐项上传相关信息或检查结果,实时在线评估和管理肺结节。

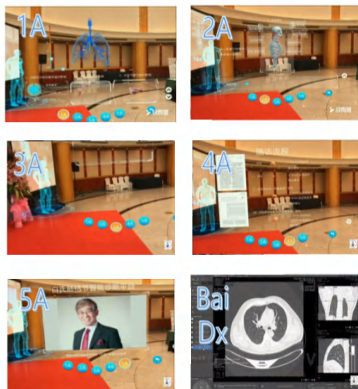


图1 应用PNapp5A管理肺结节

3.2.1 1A(Ask)询问 询问相关信息,包括吸烟史、被动吸烟史,个人和家族肿瘤病史,职业病史,慢阻肺和肺间质纤维化等慢性呼吸病史,抗生素和其它相应治疗史,通过在线选择答卷键反馈至“云”上。

3.2.2 2A(Assessment)评估 应用医学数字成像和通信(DICOM)格式的薄层CT评估肺结节直径、外观和密度,有无分叶、毛刺和胸膜凹陷征,有无钙化、空泡征和血管生成等影像学特征,以及配对比较随访过程中的变化。

3.2.3 3A(Advice)建议 根据共识指南,完善所需的肺结核、真菌和肿瘤标志物组合(LCBP)等鉴别诊断检查,以及AI和循环染色体异常细胞(CAC)等个体化检查。同时,根据AI辅助评估肺结节恶性风险模型,自动生成低、中、高度恶性概率,融入研判流程,辅助专家提出进一步诊疗意见。

3.2.4 4A(Arrangement)安排 研判专家可根据1A-3A信息和结果提出诊疗方案。有活检适应症者,可依次考虑选择气管镜、超声支气管镜(EBUS),或电磁导航气管镜(ENB)等检查。均不合适且考虑有转移可能者,可考虑经胸壁穿刺活检术(TTNB)。对不能排除外部感染者,可考虑经验性抗菌治疗1周,过3~6个月后复查(1 mm薄层CT,DICOM):肺结节<10 mm,可随访;肺结节>10 mm但无法确诊时,应进入研判流程。

3.2.5 5A(Assistance with IoT)物联网辅助 5A利于辅助常规管理、质控和个体化管理,也可根据患者要求参考病理结果和分期进行术后常规或个体化管理,如根据AI、CAC、表观遗传等信息,制定个体化防治复发和转移方案。

3.3 个体化管理 在基层医院,发现肺结节后,可以对于有需求的患者采取个体化管理方案。

3.3.1 AI辅助分析 AI可以帮助医生更准确地分析和评估肺结节,提高诊断准确性和效率(表2)^[22-24]。

3.3.2 检查循环染色体异常细胞(circulating genetically abnormal cell, CAC) CAC检查是一种新的早期肺癌筛查方法^[25]。CAC指的是外周血中带有肿瘤特异性染色体位点的细胞,包括染色体的扩增和缺失,与原发性肿瘤的基因异常相似^[22]。早期和晚期(I~IV期)非小细胞肺癌患者血液中均存有携带染色体异常信息的CAC,且CAC数量与患者复发和生存率相关^[26]。研究^[25]发现,CAC对≤10 mm肺结节诊断的灵敏度为70.5%,特异度为86.4%,对I期NSCLC的诊断灵敏度为67.2%,特异度为80.8%。一项中国多中心前瞻性队列研究^[27]发现,CAC和AI

表 2 应用 AI 辅助分析评估肺结节

策略	技术路线
了解危险因素	包括长期大量吸烟者,有无个人肿瘤史、职业暴露史、家族肿瘤史等。
AI 辅助分析	通过深度学习等技术,对 CT 图像进行分析,自动检测肺结节,并评估其恶性概率。
叠加人工阅片	医生结合自身经验和 AI 分析结果,评估结节性质。
随访复查	短时间不能确诊的肺结节,需要定期进行复查,以监测结节的大小和性质的变化,以便对其及早诊断和治疗。
个体化管理	因为每个人的身体状况和病情都是不同的,所以对于不同的患者,需要采取个体化的管理方案。

AI:人工智能;CT:计算机断层扫描。

两种工具在肺癌早期诊断中具有良好互补价值。发现肺结节后,可采用初评研判二流程(表 3)评估,并及时调整治疗方案,保证患者的安全。

3.3.3 初评研判二流程 基层医院应用 LDCT 筛查

表 3 初评研判二流程评估

方法	技术路线
初评	基层医生对 LDCT 的结果进行初评,包括观察肺部是否有结节,结节的大小、形状、密度等因素,以及结节的数量,初步估结节的性质。
研判	学科专家根据经验对初评结果进行研判。
讨论	如果基层医院的医生和上级医院的专家对结节恶性判断存在分歧,可进行讨论直至达成共识,确保患者得到准确管理。
管理方案制定与执行	根据初评和研判的结果,制定并执行个体化管理方案,包括定期复查 CT,观察结节的变化,或者进行进一步的检查,如支气管镜检查或胸腔镜手术,以获取病理诊断。
随访	在安全窗时段内,对患者进行随访,以监测病情的变化。

LDCT:低剂量计算机断层扫描。

4 全面提高基层医院诊疗水平的实践

中国肺癌防治联盟开展“双百行动”(在百家医院建立百家 AI 肺结节诊治分中心)以提高基层医院诊断水平。主要措施包括(1)提供专家支持:联盟组织了一批临床经验丰富的专家团队,为基层医院的医生提供专业的培训和指导。(2)提供新质生产力技术支持:联盟提供先进的 AI 技术,可以帮助医生更准确地分析和诊断肺部结节,提高诊断的准确性和效率。(3)提供质量控制:联盟对基层医院的诊断质量进行严格的质量控制,确保诊断结果的准确性和可靠性。(4)提供培训和教育:联盟定期举办各种培训和教育活动,帮助基层医院的医生提升专业技能和知识水平。(5)提供资源共享:联盟建立了资源共享平台,便于基层医生获取最新的医学信息、研究成果和临床经验,提升专业素养。

5 展 望

在基层医院筛查和诊断早期肺癌具有重要意义,主要包括(1)提高肺癌早期发现率:基层医院是医疗服务的第一线,通过在基层医院开展肺癌早期

筛查和诊断,可以大大提高肺癌的早期发现率,提高患者的生存率和生活质量。(2)减轻顶层医院的医疗压力:通过在基层医院开展肺癌早期筛查和诊断,可以将一部分肺结节患者分流到基层医院接受管理,减轻大医院的医疗压力,提高医疗资源的应用效率。(3)提高基层医院的医疗水平:通过接受专业的培训和指导,基层医院医生可以提高自己的专业技能和知识水平,提高基层医院医疗水平的作用。(4)赋能“健康中国 2030”:基层医院筛查和诊断早期肺癌,是实现“以预防为主,防治结合”的医疗卫生方针的重要举措。通过在基层医院开展肺癌早期筛查和诊断,可以提高全民的健康水平,减少因病致贫、因病返贫的现象,提高全民的生活质量,是实现全民健康的重要途径。

伦理声明 无

利益冲突 所有作者声明不存在利益冲突。

作者贡献 白春学:选题、撰写、修改、定稿;韦球、魏雪梅、朱文思、胡洁:撰写,修改,检索参考文献,绘制图片。

参考文献

- [1] BRAY F, LAVERSANNE M, SUNG H, et al. Global cancer statistics 2022: GLOBOCAN estimates of incidence and mortality worldwide for 36 cancers in 185 countries [J]. *CA Cancer J Clin*, 2024, 74(3): 229–263.
- [2] GBD DISEASES AND INJURIES COLLABORATORS. Global burden of 369 diseases and injuries in 204 countries and territories, 1990–2019: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2019 [J]. *Lancet*, 2020, 396(10258): 1204–1222.
- [3] 吴一龙, 周清. 中国县域肺癌临床诊疗路径(2023 版) [J]. *中华肿瘤杂志*, 2024, 46(1): 19–39.
- [4] 祝悦, 徐志杰, 毛润越, 等. 中国基层卫生机构的恶性肿瘤筛查分析现状[J]. *肿瘤*, 2019, 39(9): 756–761.
- [5] 石菊芳, 毛阿燕, 孙宗祥, 等. 我国城市地区癌症筛查项目人员对筛查工作意愿倾向的多中心调查及政策建议[J]. *中华流行病学杂志*, 2018, 39(2): 142–149.
- [6] 曹成霖, 曹文文, 孟飞跃, 等. 增权赋能视域下基层医疗卫生服务质量持续改进及实现路径研究[J]. *中国全科医学*, 2024, 27(1): 9–14.
- [7] 刘姗姗, 高秀, 陈英, 等. 上海市浦东新区社区卫生服务中心人力资源配置状况调查[J]. *中国初级卫生保健*, 2023, 37(2): 27–30.
- [8] 付波航, 于寄语. 我国医疗卫生体系资源配置与利用效率研究[J]. *中国医院*, 2023, 27(4): 前插 1.
- [9] 林建鹏, 吕汶鑫, 祝子翀, 等. 基于居民感知视角的双向转诊制度实施中的下转状况分析[J]. *医学与社会*, 2023, 36(4): 1–7.
- [10] HUSSAIN ALI Y, SABU CHOORALIL V, BALASUBRAMANIAN K, et al. Optimization system based on convolutional neural network and Internet of medical things for early diagnosis of lung cancer [J]. *Bioengineering*, 2023, 10(3): 320.
- [11] 中国肺癌防治联盟, 中华医学会呼吸病学分会肺癌学组, 中国医师协会呼吸医师分会肺癌工作委员会. 肺癌筛查与管理中国专家共识[J]. *国际呼吸杂志*, 2019, 39(21): 1604–1615.
- [12] 李为民, 赵爽, 刘伦旭. 肺癌早期诊断方法及临床意义[J]. *四川大学学报(医学版)*, 2017, 48(3): 331–335.
- [13] LEITER A, VELUSWAMY R R, WISNIVESKY J P. The global burden of lung cancer: current status and future trends [J]. *Nat Rev Clin Oncol*, 2023, 20(9): 624–639.
- [14] 中华医学会放射学分会心胸学组. 低剂量螺旋 CT 肺癌筛查专家共识[J]. *中华放射学杂志*, 2015, 49(5): 328–335.
- [15] LANCASTER H L, HEUVELMANS M A, OUDKERK M. Low-dose computed tomography lung cancer screening: clinical evidence and implementation research [J]. *J Intern Med*, 2022, 292(1): 68–80.
- [16] 吉桂宜, 杨茗, 李为民. 肺癌筛查的难点与对策[J]. *中华健康管理学杂志*, 2023, 17(2): 81–84.
- [17] OUDKERK M, LIU S Y, HEUVELMANS M A, et al. Lung cancer LDCT screening and mortality reduction – evidence, pitfalls and future perspectives [J]. *Nat Rev Clin Oncol*, 2021, 18(3): 135–151.
- [18] 中华医学会肿瘤学分会, 中华医学会杂志社. 中华医学会肺癌临床诊疗指南(2023 版) [J]. *中华医学杂志*, 2023, 103(27): 2037–2074.
- [19] MCCUNNEY R J, LI J. Radiation risks in lung cancer screening programs [J]. *Chest*, 2014, 145(3): 618–624.
- [20] 中国物联网辅助肺结节诊治专家组. 物联网辅助肺结节诊治中国专家共识 [J]. *国际呼吸杂志*, 2017, 37(8): 561–568.
- [21] 中国物联网辅助评估管理肺结节专家组. 物联网辅助评估管理肺结节中国专家共识 [J]. *国际呼吸杂志*, 2022, 42(1): 5–12.
- [22] LE V, YANG D W, ZHU Y, et al. Quantitative CT analysis of pulmonary nodules for lung adenocarcinoma risk classification based on an exponential weighted grey scale angular density distribution feature [J]. *Comput Methods Programs Biomed*, 2018, 160: 141–151.
- [23] VASUDEVAN A, SCHUKKEN K M, SAUSVILLE E L, et al. Aneuploidy as a promoter and suppressor of malignant growth [J]. *Nat Rev Cancer*, 2021, 21(2): 89–103.
- [24] YANG L, YANG D W, YAO M, et al. Concept and prospect of the Human-Computer Multi-Disciplinary team (MDT) in pulmonary nodule evaluation [J]. *Clin eHealth*, 2023, 6: 172–181.
- [25] YE M S, ZHENG X X, YE X, et al. Circulating Genetically Abnormal Cells Add Non-Invasive Diagnosis Value to Discriminate Lung Cancer in Patients With Pulmonary Nodules ≤ 10 mm [J]. *Front Oncol*, 2021, 11: 638223.
- [26] YE M S, TONG L, ZHENG X X, et al. A classifier for improving early lung cancer diagnosis incorporating artificial intelligence and liquid biopsy [J]. *Front Oncol*, 2022, 12: 853801.
- [27] KATZ R L, HE W G, KHANNA A, et al. Genetically abnormal circulating cells in lung cancer patients: an antigen-independent fluorescence *in situ* hybridization-based case-control study [J]. *Clin Cancer Res*, 2010, 16(15): 3976–3987.

引用本文

白春学, 韦球, 魏雪梅, 等. 应用医学新质生产力辅助基层医院筛查和诊断早期肺癌[J]. *元宇宙医学*, 2024, 1(3): 36–40.

BAI C X, WEI Q, WEI X M, et al. Apply new quality production forces in medicine to assist grassroots hospitals in screening and diagnosing early-stage lung cancer [J]. *Metaverse Med*, 2024, 1(3): 36–40.

DOI:10.61189/409428oucija

· 论 著 ·

面向专病电子病历的实体语料库构建方法

陈思旭¹, 刘独玉^{1*}, 谭小琴¹, 齐 星¹, 罗 彬²

1. 西南民族大学电气工程学院, 成都 610041

2. 四川互慧软件有限公司, 绵阳 621000

[摘要] 本研究针对医疗领域中电子病历命名实体识别任务资源匮乏问题,在医学专家的指导下制定了统一的专病实体语料库标注方法,并构建了2种专病实体语料库——儿童支气管肺炎实体语料库和糖尿病实体语料库。在BERT-BiLSTM-CRF和ERNIE-BiLSTM-CRF模型上,将儿童支气管肺炎实体语料库与公开数据集进行比较,验证本文提出的专病实体语料库标注方法的有效性;再将专病实体语料库标注方法重新应用于糖尿病电子病历,以评价模型鲁棒性。模型验证结果显示:2种自建专病实体语料库的 $F1$ 值均优于公开数据集,说明本文提出的专病实体语料库标注方法的鲁棒性。

[关键词] 电子病历;命名实体识别;语料库构建;儿童支气管肺炎实体语料库;糖尿病实体语料库

[中图分类号] R-3/TP391 **[文献标志码]** A

Construction methodology of entity corpus for special diseases electronic medical records

CHEN Sixu¹, LIU Duyu^{1*}, TAN Xiaoqin¹, QI Xing¹, LUO Bin²

1. College of Electrical Engineering, Southwest Minzu University, Chengdu 610041, Sichuan, China

2. Sichuan Huhui Software Co.,Ltd., Mianyang 621000, Sichuan, China

[Abstract] Addressing the issue of resource scarcity for named entity recognition tasks in the medical field, a unified annotation methodology for special diseases entity corpora was formulated under the guidance of medical experts, and two special diseases entity corpora were constructed, namely Pediatric Bronchopneumonia Entity Corpus and Diabetes Entity Corpus. To verify the effectiveness of the proposed special disease entity corpus annotation method, the Pediatric Bronchopneumonia Entity Corpus was first compared with the publicly available dataset using BERT-BiLSTM-CRF and ERNIE-BiLSTM-CRF models. Then, the methodology was reapplied to diabetes electronic medical records to evaluate the robustness of the model. The results showed that both special diseases entity corpora got higher $F1$ scores than the public datasets, which suggests that special diseases entity corpus annotation methodology proposed in this paper has good robustness.

[Key Words] electronic medical record; named entity recognition; corpus construction; Pediatric Bronchopneumonia Entity Corpus; Diabetes Entity Corpus

电子病历是医务人员在医疗活动过程中,使用医疗信息系统生成的文字、图表、影像、数据等,并实现存储、管理、传输和重现的数字化医疗信息^[1]。其中的文字记录大多是非结构化文本,如病程记录、出院小结等,蕴含丰富的医疗信息,能够帮助医生更好地了解患者情况,辅助临床诊断和决策。如果依靠人工分析电子病历需要耗费大量时间,目前常用自然语言处理(natural language processing, NLP)相关技术提取电子病历非结构化信息,以获得与患者相关的医学信息。

在NLP研究中,命名实体识别(named entity recognition, NER)是由Rau等^[2]提出的一项基本信息提取任务,主要目的是从句子中提取预定义的特定实体并识别其正确类型,例如电子病历中的疾病、检查、药物名称等。NER模型构建需依赖标注语料作为训练数据,并采用监督或半监督学习方法,所以NER模型的效果及性能与标注语料库的规模和质量密切相关。

由于电子病历对标注人员的专业性要求较高,使得中文医学共享语料库资源仍十分匮乏,并且标

[收稿日期] 2024-07-07 **[接受日期]** 2024-09-02

[基金项目] 国家重点研发计划(2021YFF0704100),西南民族大学中央高校基本科研业务费专项资金(2023NYXXS016). Supported by State Key Research and Development Project (2021YFF0704100), the Fundamental Research Funds for the Central Universities, Southwest Minzu University (2023NYXXS016).

[作者简介] 陈思旭, 硕士研究生. E-mail: chen1296647721@163.com

*通信作者(Corresponding author). Tel:15828397145, E-mail: liuduyu10000@163.com

注存在一定不足。因此,本文旨在构建专病电子病历实体语料库,期待能够提高NER任务的性能,并为医学领域的信息抽取和知识发现提供更丰富和深入的数据资源。

1 相关研究

目前,国外的医学电子病历NER语料库构建已取得一定进展。Meystre^[3]构建了涉及80种常见的医疗术语的命名实体标注语料,并且对每个医疗问题均标注其修饰词信息。2008年,美国梅奥诊所^[4]构建了包含160份文档的命名实体语料,并首次对实体和实体关系的修饰信息进行细致分类。Roberts等^[5]于2009年首次将实体类型扩展至6类;Campillos等^[6]构建了法语命名实体及实体关系语料库;Byun等^[7]利用ChatGPT构建了韩国第1个开源生物医学语料库(KBMC)。语料库由6150个句子组成,包括4162个疾病名称、841个身体部位和396个治疗方法,使医疗NER性能提高20%。

中文NER语料库也取得许多成果。Lei等^[8]参考2010年Informatics for Integrating Biology & the Bedside(I2B2)的实体分类,将治疗细分为药物和过程,在2名医生的参与下构建了包含800份文档的命名实体语料库。杨锦锋等^[9]结合中文电子病历的特点,构建了包含922份病历文本的标注语料库,命名实体的标注一致性(inter-annotation agreement, IAA)达到0.922。咎红英等^[10]在医学专家的指导下,制定了针对儿科学的命名实体和实体关系的标注体系及详细标注规范,共标注23603个命名实体和36513个实体关系。常洪阳等^[11]构建脑卒中专病电子病历实体及实体关系标注语料库(SEMRC),实体名标注一致率达到85.16%,且可以运用NLP技术实现命名实体信息提取。巩敦卫等^[12]将500份糖尿病患者的中文电子病历中的实体划分为疾病、症状、身体部位、药品和检查操作5类,在BiLSTM-CRF中融入字词形嵌入和注意力机制, $F1$ 值达到97.54%。屈丹丹等^[13]结合中医医案特点,将国医大师周仲瑛门诊治疗的2177条肺癌患者临床数据中的实体划分为临床表现、舌象、脉象、身体部位和程度5类,实现了四诊信息实体抽取,5类实体的 $F1$ 值均>93%。邓嘉乐等^[14]使用脱敏的500位肝癌患者的电子病历数据,定义了23类相关实体,IAA达到88%,测试集 $F1$ 值为85.46%。但这些中文电子病历NER语料库都是非公开的。

近年来,一些公开的语料库逐渐建立,丰富了NER和医疗信息提取的数据资源。目前为止,国内

使用最普遍的公开数据集是全国知识图谱与语义计算大会(CCKS)数据集,其中CCKS 2017最为常用。CCKS 2017的语料来源于真实电子病历记录,其中包含1596个带注释的实例,将医疗实体划分为症状、检查、疾病、治疗和身体部位5类。但是该数据集语料来源于多学科,划分的实体类型不适用于专病电子病历,临床应用价值不足。瑞金医院糖尿病数据集是目前最常用的公开数据集,其数据来源于糖尿病领域的中文权威杂志,共包含363篇文档,约250万字,医疗实体被划分为15种。但该数据集的数据来源并非真实电子病历,因此无法反映出临床医学文本的特点。CMeEE-V2数据集^[15]是中文医疗信息处理评测(CBLUE)中所使用的数据集。CMeEE-V2来源于医学文本,较CMeEE原始版本,提升了语料质量,共包含训练集数据15000条,验证集数据集5000条,测试集数据集3000条,实体共划分为9类。但其标注的实体中包含大量嵌套实体,增加了NER模型的识别难度。

基于对医院真实电子病历信息提取的需求,本文提出专病电子病历的实体语料库构建方法,并选取2个病种的电子病历作为标注对象,先后构建儿童支气管肺炎和糖尿病的真实电子病历实体语料库。通过与医学专家的合作和多轮迭代的标注流程,确保标注工作的专业性、准确性和一致性。与目前医学领域公开NER数据集相比,本文提出的专病实体语料库构建方法在语料库的标注规范和实体类型的划分上更加精准和深入。

2 中文专病医学实体语料库构建及评价

2.1 实体语料库构建

电子病历命名实体标注规范难度较大,既涉及专业的医疗知识,还涉及到对医疗实体的定义和分类。参考杨锦锋等^[9]的标注流程,采用多轮迭代的模式进行电子病历命名实体的标注工作(图1)。

2.1.1 第1阶段

在医学专家的指导下,总结中文电子病历文本的特点,制定标注规范,并确定特定病种的实体类型。标注方法采取2名标注人员为主,2名医学专家从旁指导的模式。为了便于实体标注,使用阿里云的实体标注工具,标注示例如图2所示。

2.1.2 第2阶段

本阶段为预标注阶段,旨在培训标注人员,将标注规范和专业指导相结合便于规范的完善以及后续问题的修正。预标注一共包含90份电子病历文本,分为3轮,每轮30份病历。每轮由2名标注人员根据相同的标注规范,完成相同病

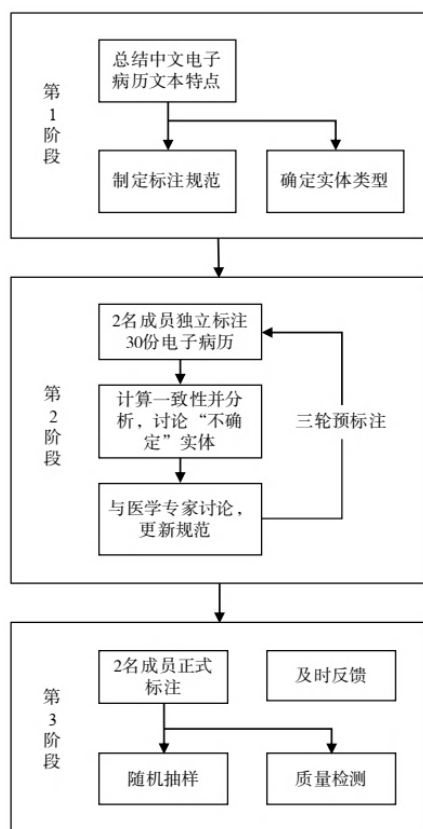


图1 语料库标记流程

历的标注任务。

具体流程:①第1轮抽取30份病历,根据标注规范进行标注,对于不确定实体,建立“不确定”实体分类,方便后续讨论并统一标注。②评价标注结果一致性,分析不一致的标注,对“不确定”实体进行讨论。③与医学专家进一步讨论,完善标注规范。④基于新的标注规范,按照流程①至④,开始第2轮和第3轮标注。经过3轮预标注,标注规范趋于稳定,IAA达到较高水平。

2.1.3 第3阶段 正式标注电子病历,其中包含预标注的90份病历文本。为保证标注进度及质量,采取如下措施:①及时反馈。标注人员及时反馈“不确定”的实体标签,避免相同问题的重复出现,经过

讨论后再确定标注的实体类型。②随机抽样。医学专家根据2名标注人员的进度不定时随机抽取20%标注结果进行检查,及时纠正标注错误。③质量检测。在正式标注过程中,2名标注人员在对方的标注结果中随机抽取50份病历文本重新标注,用于检测IAA。命名实体的标注原则遵循实体间不重叠、不嵌套、实体不含表示停顿的标点符号(、,。;:)和连接词(或、和、以及)。

2.2 标注一致性 IAA 常用 Kappa 值^[16]和 F 值^[17]计算。Kappa 值的计算需要确定的负例数量,常用于分类实验的一致性评价。在 NER 任务中,负例指的是没有标记的文字,通常难以统计。因此,在负例很多的情况下,常用 F 值评价标注一致性。

将2名标注人员记为 A 和 B。将 A 的标注结果作为正确答案,计算 B 标注结果的精确度 (precision, Pre) 和召回率 (recall, Rec),进而计算 F 值。计算公式如下:

$$Pre = \frac{\text{A和B标注一致数}}{\text{B标注总数}} \quad (1)$$

$$Rec = \frac{\text{A和B标注一致数}}{\text{A标注总数}} \quad (2)$$

$$F = \frac{(1 + \beta^2) \times Rec \times Pre}{(\beta^2 \times Pre) + Rec} \quad (3)$$

其中, β 表示精确率和召回率的相对权重。 $\beta > 1$, 表示召回率权重重大; $\beta < 1$, 表示精确率权重重大。本文不做召回率和精确率的权重设置,因此 $\beta = 1$ 。

2.3 NER 模型及评价指标 本文采用的电子病历 NER 模型由嵌入层、双向长短期 (bidirectional long short-term memory network, BiLSTM) 层和标签的解码层采用条件随机场 (conditional random field, CRF) 层组成 (图 3)。为了更好地理解字词含义、句法和语义信息,模型的嵌入层分别采用 BERT^[18] 和 ERNIE^[19] 预训练模型。BiLSTM^[20] 由前向 LSTM 和后向 LSTM 组成 (图 4), 用来获得更加全面的上下文信息并学习上下文之间的依赖关系。CRF^[21] 可以对标



图2 标注示例

签序列的内部依赖关系进行建模,能够有效解决标签之间的冲突和歧义关系,并且在训练过程中学习标签之间的依赖关系,从而避免一些语法错误。

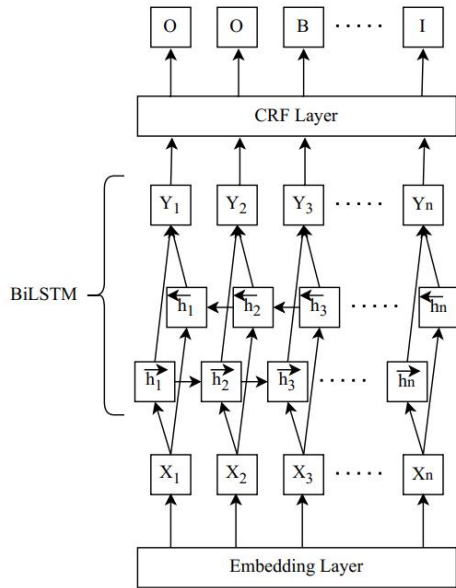


图3 模型结构图

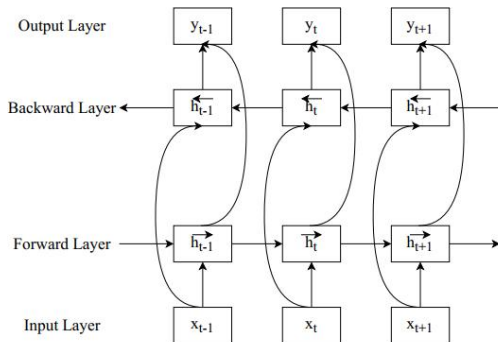


图4 BiLSTM网络结构

采用精确率 P 、召回率 R 和 $F1$ 值评估模型的性能。计算方法如下:

$$P = \frac{T_p}{T_p + F_p} \quad (4)$$

$$R = \frac{T_p}{T_p + F_n} \quad (5)$$

$$F1 = \frac{2PR}{P + R} \quad (6)$$

其中, T_p 表示真正例, F_p 表示假正例, F_n 表示假负例。

2.4 实验环境与设置 实验环境采用 Ubuntu18.04 操作系统,编程语言为 Python3.9, GPU 采用单卡 NVIDIA GeForce 4090,深度学习框架采用 Pytorch1.12.0。具体实验参数设置如表1所示。

3 实验结果与分析

3.1 儿童支气管肺炎实体语料库标注 儿童支气管

表1 实验参数设置

参数名称	参数值
训练集:测试集	7:3
最大序列长度	512
BiLSTM 隐含层维度	256
Dropout rate	0.2
学习率	1×10^{-5}
Batch size	128
Epoch	50
优化器	Adam

肺炎实体语料库的电子病历文本来源于四川省绵阳市某医院儿科及呼吸内科的 2 474 条数据,从中随机选取 1 000 份首次病程记录文本进行标注。经过与医学专家的讨论,本文将实体类型划分为 10 类,实体标注数量为 84 143 个(表2)。

IAA 结果(表3)显示:一致性随迭代标注流程递增。标注过程中的及时讨论,使得标注人员对规范的理解和运用趋于一致,说明通过预标注的方法进行修订标注规范是有效的。当 IAA 达到 0.8 时,可以认为语料库标注结果符合一致性要求^[22]。基于此,本文构建的语料库标注方法是可靠的。

表2 儿童支气管肺炎实体语料库实体类型和数量

实体类型	示例	数量	实体类型	示例	数量
疾病	支气管炎	5 751	辅助检查	肺部超声	13 564
既往史	异物吸入史	3 135	药物名称	沙丁胺醇	2 336
症状	咳嗽	22 749	治疗手段	雾化	3 468
体征	肿大	15 467	身体部位	扁桃体	11 432
体格检查	脉搏	5 273	护理	二级护理	968

表3 儿童支气管肺炎实体语料库标注一致性

标注阶段	Pre	Rec	F 值
第1轮预标注	0.75	0.81	0.78
第2轮预标注	0.83	0.89	0.86
第3轮预标注	0.94	0.96	0.95
正式标注	0.97	0.99	0.98

Pre:精确度;Rec:召回率。

3.2 儿童支气管肺炎实体语料库效果对比 为考察本文提出的专病医疗实体语料库标注方法对 NER 任务的有效性,采用 BERT-BiLSTM-CRF 和 ERNIE-BiLSTM-CRF 模型,将构建儿童支气管肺炎实体语料库与 CMeEE-V2 数据集进行比较。结果(表4)显示:儿童支气管肺炎实体语料库在 NER 任

务上的表现优于 CMeEE-V2 数据集。由于 CMeEE-V2 数据集的各类实体样本数量不均衡,并且包含大量的嵌套实体,增加了实体识别难度,在 BERT-BiLSTM-CRF 和 ERNIE-BiLSTM-CRF 上的 *F1* 值较低,分别为 60.58% 和 62.03%。而自建的儿童支气管肺炎实体语料库中不同实体类型间样本分布均匀,并且在标注时采取实体不嵌套原则,所以在任务中取得更好的效果,*F1* 值分别达到 80.23% 和 80.92%。

表 4 儿童支气管肺炎实体语料库效果对比结果

数据集	模型	<i>P</i> /%	<i>R</i> /%	<i>F1</i> /%
CMeEE-V2	BERT-	57.69	63.77	60.58
儿童支气管肺炎 实体语料库	BiLSTM- CRF	73.87	87.78	80.23
CMeEE-V2	ERNIE-	60.15	64.03	62.03
儿童支气管肺炎 实体语料库	BiLSTM- CRF	74.85	88.06	80.92

P:精确率;R:召回率。

3.3 糖尿病实体语料库标注 为了进一步验证专病实体语料库标注方法的鲁棒性,运用同样的标注方法重新标注糖尿病电子病历。电子病历文本来源于四川省绵阳市某医院内分泌科的 443 份首次病程和入院记录文本。糖尿病实体语料库中的实体类型划分为 15 类,实体标注数量为 53 129 个(表 5)。IAA 结果(表 6)显示:糖尿病实体语料库正式标注阶段的 IAA 为 0.95,该数据集的标注方法是可靠的。

表 5 糖尿病实体语料库实体类型和数量

实体类型	示例	数量	实体类型	示例	数量
疾病	糖尿病	5 255	持续时间	10 余年	1 751
既往史	糖尿病史	3 944	实验室检查	尿常规	4 347
症状	尿急	8 386	用药剂量	8 单位	322
体征	反跳痛	10 237	程度	加重	465
体格检查	心率	3 112	用药途径	皮下注射	649
药物名称	利尿剂	1 276	用药频率	三餐前	170
治疗手段	降糖	1 089	检查结果	18 次/分	6 236
身体部位	肝脾	5 890			

3.4 糖尿病实体语料库效果对比 将标注的糖尿病实体语料库和瑞金医院糖尿病数据集在 NER 任务上进行比较,结果(表 7)显示:瑞金医院糖尿病数据集以中文糖尿病领域权威期刊内容作为语料,其临床医学价值不及真实电子病历,并且在 BERT-BiLSTM-CRF 和 ERNIE-BiLSTM-CRF 上的 *F1* 值较

表 6 糖尿病实体语料库标注一致性

标注阶段	Pre	Rec	F 值
第 1 轮预标注	0.60	0.64	0.62
第 2 轮预标注	0.76	0.79	0.78
第 3 轮预标注	0.87	0.89	0.88
正式标注	0.93	0.97	0.95

Pre:精确度;Rec:召回率。

低,分别为 66.09% 和 67.37%。而自建的糖尿病语料库根据真实电子病历的特点重新划分了 15 类实体类型,可以覆盖病历中绝大多数实体,*F1* 值分别为 76.68% 和 78.24%。因此,较瑞金医院糖尿病数据集,自建的实体语料库在糖尿病专病 NER 任务中的价值和适用性更高。

表 7 糖尿病实体语料库效果对比结果

数据集	模型	<i>P</i> /%	<i>R</i> /%	<i>F1</i> /%
瑞金医院糖尿病数据集	BERT-	69.21	63.23	66.09
糖尿病实体语料库	BiLSTM-CRF	69.71	85.19	76.68
瑞金医院糖尿病数据集	ERNIE-	69.56	65.31	67.37
糖尿病实体语料库	BiLSTM-CRF	70.23	88.31	78.24

P:精确率;R:召回率。

4 结 论

针对医疗领域电子病历 NER 任务语料库匮乏的现状,本文构建了 2 个一致性较高的专病实体语料库——儿童支气管肺炎语料库和糖尿病语料库。在标注阶段,结合中文电子病历和专病病历的特点,划分了不同的实体类型,并制定了专病实体语料库标注规范。

将构建的儿童支气管肺炎实体语料库与 CMeEE-V2 数据集分别在 BERT-BiLSTM-CRF 和 ERNIE-BiLSTM-CRF 模型上进行比较,构建的实体语料库在 NER 任务中表现良好,说明 NER 模型可以根据电子病历进行准确的预测,证明了本文构建实体语料库方法的有效性。

按照相同的专病实体语料库标注方法重新构建糖尿病实体语料库,与公开数据集的比较分析结果提示,自建实体语料库的标注质量优于所对比的公开数据集,说明本文提出的专病电子病历实体语料库构建方法能够适应不同的特定病种,在增加实

体类型的情况下,仍然能够保持较高 *F1* 值,进一步证实本文构建的专病实体语料库标注方法具有鲁棒性。

未来将针对自建语料库改进 NER 模型,如引入自注意力机制,捕捉句子中长距离的依赖关系,准确识别实体边界和类型,提高 NER 任务的准确率。

伦理声明 无。

利益冲突 所有作者声明不存在利益冲突。

作者贡献 陈思旭:论文选题、撰稿;刘独玉、谭小琴、齐星、罗彬:论文修改。

参考文献

- [1] 中华人民共和国国家卫生和计划生育委员会. 电子病历应用管理规范(试行)[J]. 中国实用乡村医生杂志, 2017, 24(6): 1-2.
- [2] RAU L F. Extracting company names from text [C]//[1991] Proceedings. The Seventh IEEE Conference on Artificial Intelligence Application. Piscataway: IEEE, 1991: 29-32.
- [3] MEYSTRE S, HAUG P J. Natural language processing to extract medical problems from electronic clinical documents: performance evaluation [J]. J Biomed Inform, 2006, 39(6): 589-599.
- [4] SAVOVA G K, MASANZ J J, OGREN P V, et al. Mayo clinical text analysis and knowledge extraction system (cTAKES): architecture, component evaluation and applications [J]. J Am Med Inform Assoc, 2010, 17(5): 507-513.
- [5] ROBERTS A, GAIZAUSKAS R, HEPPLER M, et al. Building a semantically annotated corpus of clinical texts [J]. J Biomed Inform, 2009, 42(5): 950-966.
- [6] CAMPILLOS L, DELÉGER L, GROUIN C, et al. A French clinical corpus with comprehensive semantic annotations: development of the Medical Entity and Relation LIMS annotated Text corpus (MERLOT) [J]. Lang Resour Eval, 2018, 52(2): 571-601.
- [7] BYUN S, HONG J, PARK S, et al. Korean bio-medical corpus (KBMC) for medical named entity recognition[EB/OL]. [2024-06-03]. <http://arxiv.org/abs/2403.16158>.
- [8] LEI J B, TANG B Z, LU X Q, et al. A comprehensive study of named entity recognition in Chinese clinical text[J]. J Am Med Inform Assoc, 2014, 21(5): 808-814.
- [9] 杨锦峰, 关毅, 何彬, 等. 中文电子病历命名实体和实体关系语料库构建[J]. 软件学报, 2016, 27(11): 2725-2746.
- [10] 管红英, 刘涛, 牛常勇, 等. 面向儿科疾病的命名实体及实体关系标注语料库构建及应用[J]. 中文信息学报, 2020, 34(05): 19-26.
- [11] 常洪阳, 管红英, 马玉团, 等. 脑卒中疾病电子病历实体及实体关系标注语料库构建[J]. 中文信息学报, 2022, 36(8): 37-45.
- [12] 巩敦卫, 张永凯, 郭一楠, 等. 融合多特征嵌入与注意力机制的中文电子病历命名实体识别[J]. 工程科学学报, 2021, 43(9): 1190-1196.
- [13] 屈丹丹, 杨涛, 朱垚, 等. 基于字向量的 BiGRU-CRF 肺癌医案四诊信息实体抽取研究[J]. 世界科学技术-中医药现代化, 2021, 23(9): 3118-3125.
- [14] 邓嘉乐, 胡振生, 连万民, 等. 基于 RoBERTa-CRF 的肝癌电子病历实体识别研究[J]. 医学信息学杂志, 2023, 44(6): 42-47.
- [15] ZAN H Y, LI W X, ZHANG K L, et al. Building a pediatric medical corpus: word segmentation and named entity annotation [M]//Lecture notes in computer science. Cham: Springer International Publishing, 2021: 652-664.
- [16] JEAN C. Assessing agreement on classification tasks: the kappa statistic[J]. Comput Linguist, 1996, 22(2): 249-254.
- [17] HRIPCSAK G, ROTHCHILD A S. Agreement, the f-measure, and reliability in information retrieval[J]. J Am Med Inform Assoc, 2005, 12(3): 296-298.
- [18] DEVLIN J, CHANG M W, LEE K, et al. BERT: pre-training of deep bidirectional transformers for language understanding [EB/OL]. [2024-06-03]. <http://arxiv.org/abs/1810.04805>.
- [19] ZHANG Z Y, HAN X, LIU Z Y, et al. ERNIE: enhanced language representation with informative entities [EB/OL]. [2024-06-03]. <http://arxiv.org/abs/1905.07129>.
- [20] WANG Z H, YANG B. Attention-based bidirectional long short-term memory networks for relation classification using knowledge distillation from BERT [C]//2020 IEEE Intl Conf on Dependable, Autonomic and Secure Computing, Intl Conf on Pervasive Intelligence and Computing, Intl Conf on Cloud and Big Data Computing, Intl Conf on Cyber Science and Technology Congress (DASC/PiCom/CBDCom/CyberSciTech). Piscataway: IEEE, 2020: 562-568.
- [21] CHEN W L, ZHANG Y J, ISAHARA H. Chinese named entity recognition with conditional random fields [C]//Proceedings of the Fifth SIGHAN Workshop on Chinese Language Processing. Sydney: Association for Computational Linguistics, 2006: 118-121.
- [22] ARTSTEIN R, POESIO M. Inter-coder agreement for computational linguistics[J]. Comput Linguist, 2008, 34(4): 555-596.

引用本文

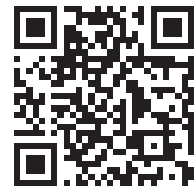
陈思旭, 刘独玉, 谭小琴, 等. 面向专病电子病历的实体语料库构建方法[J]. 元宇宙医学, 2024, 1(3): 41-46.

CHEN S X, LIU D Y, TAN X Q, et al. Construction methodology of entity corpus for special diseases electronic medical records [J]. Metaverse Med, 2024, 1(3): 41-46.

DOI:10.61189/719454mnggrc

· 方法学研究 ·

基于真实世界评估 GPT 咨询在肺结节管理中的有效性研究方案



杨达伟^{1,2,3,4,5,6}, 王宁舫^{1,3,4,6}, 王 源^{1,3,4,6}, 宋元林^{1,2,3,4,5,6}, 胡 洁^{1,2,3,4,5,6}, 张 勇^{1,3,4,5,6},
童 林^{1,3,4,5,6}, 刘 洁^{1,3,4,5,6}, 白春学^{1,2,3,4,5,6*}

1. 复旦大学附属中山医院呼吸与危重症医学科, 上海 200032
2. 复旦大学附属中山医院厦门医院呼吸与危重症医学科, 厦门 361015
3. 上海呼吸物联网医学工程技术研究中心, 上海 200032
4. 上海市呼吸病研究所, 上海 200032
5. 中国肺癌防治联盟, 上海 200032
6. 国际元宇宙医学协会, 苏州 215163

[摘要] 现代医学对于肺结节的全程管理主要集中在影像学筛查、病理诊断及对病理恶性诊断明确的结节进行干预。但是, 对于影像学诊断证据不足或暂不具备病理活检适应证的群体缺乏有效的治疗干预措施。将人工智能, 特别是 GPT, 融入医疗保健可以通过提供持续的个性化支持来革命性地改变患者管理。本研究方案旨在真实世界中评估, 与传统咨询相比, 基于 GPT 的咨询是否能够改善肺结节管理和患者满意度。通过将人工智能置于肺癌早筛的背景下, 本研究希望填补当前肺结节管理实践中的空白, 并提供可扩展的个性化解决方案。

[关键词] 肺结节; 生成式预训练模型; 真实世界研究

[中图分类号] R-1 **[文献标志码]** A

A real-world study evaluating the effectiveness of GPT-based consultations in lung nodule management

YANG Dawei^{1,2,3,4,5,6}, WANG Ningfang^{1,3,4,6}, WANG Yuan^{1,3,4,6}, SONG Yuanlin^{1,2,3,4,5,6}, HU Jie^{1,2,3,4,5,6}, JANG Yong^{1,3,4,5,6}, TONG Lin^{1,3,4,5,6},
Liu Jie^{1,3,4,5,6}, BAI Chunxue^{1,2,3,4,5,6*}

1. Department of Respiratory and Critical Care Medicine, Zhongshan Hospital, Fudan University, Shanghai 200032, China
2. Department of Respiratory and Critical Care Medicine, Xiamen Hospital, Zhongshan Hospital, Fudan University, Xiamen 361015, Fujian, China
3. Shanghai Center for Medical Engineering and Technology, Shanghai 200032, China
4. Shanghai Institute of Respiratory Diseases, Shanghai 200032, China
5. Chinese lung cancer prevention union, Shanghai 200032, China
6. International Society for meta-cosmology, Suzhou 215163, Jiangsu, China

[Abstract] Modern medicine's comprehensive management of pulmonary nodules primarily focuses on imaging screening, pathological diagnosis, and intervention for nodules with confirmed malignant pathology. However, there is a lack of effective treatment interventions for populations with insufficient imaging diagnostic evidence or who do not currently meet the indications for pathological biopsy. Integrating artificial intelligence, particularly GPT, into healthcare can revolutionize patient management by providing continuous personalized support. This real-world based research proposal aims to assess whether GPT-based consultations can improve pulmonary nodule management and patient satisfaction compared to traditional consultations. By placing artificial intelligence in the context of early lung cancer screening, this study hopes to fill the current gaps in pulmonary nodule management practices and

[收稿日期] 2024-09-22

[接受日期] 2024-09-30

[基金项目] 国家自然科学基金(82170110), 上海市浦江人才计划(20PJ1402400), 上海市健康科普人才能力提升专项(青年英才)(JKKPYC-2023-A20), 2020 年度上海工程技术研究中心建设项目(20DZ2254400), 福建省自然科学基金项目(2022D014). Supported by National Natural Science Foundation of China (82170110), Shanghai Pujiang Talent Program (20PJ1402400), Project of Promoting Ability of Medical Science Popularization for Young Talents in Shanghai (JKKPYC-2023-A20), Project of Establishment of Shanghai Engineering Technology Research Center in 2020(20DZ2254400), Natural Science Foundation of Fujian Province(2022D014).

[作者简介] 杨达伟, 副教授, 副主任医师. E-mail: yang.dawei@zs-hospital.sh.cn

*通信作者 (Corresponding author). Tel: 021-64041990, E-mail: bai.chunxue@zs-hospital.sh.cn

offer scalable personalized solutions.

[Key Words] pulmonary nodules; generative pre-trained transformer; real-world research

肺结节(pulmonary nodule, PN)表现为一个或多个直径小于3 cm的局灶性、类圆形、密度增高的实性或亚实性肺部阴影,可为恶性肿瘤或良性病变。其中,直径为5~10 mm的PN定义为小结节。随着电脑断层扫描(CT)的普及,特别是开展CT筛查肺癌之后,PN的检出率越来越高。一项肺癌筛查报告^[1]指出,低剂量电脑断层扫描(LDCT)的平均结节检出率达20%,其中1%患者最终确诊为肺癌。

PN的诊断一般采用“三加二式诊断法”^[2]。“三”为三步检查法,“二”为两个备用方案。三步检查法为采集病史、无创检查和有创检查;两个备用方案为手术切除和随访观察^[3]。不同病理性质结节的诊疗原则大相径庭,通常建议临床医生采取影像学随访的方式观察其生长特性,若恶性征象更为明显,再考虑进一步明确诊断或处理^[4-5]。现代医学对于PN的全程管理主要集中在影像学筛查、病理诊断及病理恶性诊断明确的结节进行干预。但是,对于影像学诊断证据不足或暂不具备病理活检适应证的群体缺乏有效的治疗干预措施。

生成式预训练模型(generative pre-trained transformer, GPT)作为一种大语言模型(large language model, LLM),能够提供个性化的实时咨询和支持,已在多种医疗应用中显示出潜力^[6],但基于GPT的咨询在PN管理中的有效性仍未得到充分探讨。将人工智能,特别是GPT,融入医疗保健可以通过提供持续的个性化支持来革命性地改变患者管理^[7]。本研究旨在评估与传统咨询相比,基于GPT的咨询是否能够改善PN管理和患者满意度,填补当前PN管理实践中的空白,并提供可扩展的个性化解决方案。

1 研究概况

1.1 整体的研究设计和计划 本研究为一项单盲的随机对照试验。经样本量计算,拟入组10 000例在复旦大学附属中山医院呼吸内科就诊的肺小结节患者(经薄层CT扫描确诊)。入组患者随机分为对照组和试验组,对照组互联网门诊就诊;试验组互联网门诊就诊加GPT咨询(BAIMGPT 1.0)。按照医师推荐建议在入组时、入组后3个月、入组后6个月、入组后12个月和入组后24个月在我院接受一次薄层CT扫描随访。

研究采用计算机随机程序生成随机分组序列,

确保每个病人以相同的概率被分配到试验组或对照组。分组完成后,确保受试者无法知道分组情况。为确保患者的安全和试验的顺利进行,参与的医疗人员需签署保密协议,确保不泄露相关信息。

所有参与者在入组前均需签署知情同意书,明确试验目的、方法、可能的风险和益处以及他们的权利和责任。知情同意书中明确告知受试者本试验为单盲试验。

1.2 研究人群 纳入标准:(1)受试者在研究期间就诊于我院,经临床医生诊断为肺小结节患者。(2)根据薄层CT扫描确诊为高危肺部结节(具体指直径5~20 mm的结节,经放射科医生稳定检测至少3个月且未自然消失)。(3)受试者同意参与本试验,签署书面知情同意书。(4)受试者年龄在18~90周岁。(5)具有智能终端设备,并可以在PN互联网门诊顺利在线登入就诊。

排除标准:(1)存在心血管、肺、胃肠道、肝、肾、神经、肌肉骨骼、内分泌、代谢、精神、身体损伤或肺移植等可能干扰治疗或评估、影响研究结果的情况。(2)研究者认为不适合参加研究的其他情况。

退出标准:(1)严重违反纳入、排除标准;(2)对方案的依从性差的病例;(3)发生严重不良事件或不可耐受的不良事件;(4)失访;(5)因妊娠原因中断治疗者;(6)研究者由于医学需要可以决定受试者是否退出;(7)受试者可在任何时间以任何理由主动要求退出试验。对于退出研究的患者,研究者必须询问其退出原因和是否发生任何不良事件。如果可能,研究者应对退出研究的患者进行访视和评定。退出原因和日期(最后一次用药的日期)必须要记录在病例报告表(CRF)。提前退出的受试者,CRF上需注明退出原因。由于不良事件退出者,应尽量完成(7±3)d跟踪随访。原定于治疗结束进行的测定项目(临床评估,实验室检测等)应在治疗终止时尽可能实施。

1.3 分组方法 事先拟定10 000个研究对象序号,用随机数字表法产生随机数字,规定随机数字为奇数的研究对象分到A组,偶数分到B组,规定A组为试验组,B组为对照组,留存随机分配方案的文件。在一个不透光的信封内保存随机分组方案,按入组顺序依次拆开信封,按照信封内的分配方案确定患者的分组情况。本研究在10 000个信封内分装随机化结果。信封分装完成后,将信封发放给研究

实施人员。出现第 1 例患者时,根据纳入排除标准判断是否纳入研究。

1.4 研究步骤

1.4.1 筛选期 (1)筛选入组病例:审核受试者入选与排除标准,筛选合格者入选。(2)签署知情同意书:由研究者在公开场合向受试者或其家属解释、提供研究目的相关的信息和可能发生的后果,并邀请其签署知情同意书。

1.4.2 访视期(入组后 24 h 内) (1)受试者信息:签署知情同意书后,由研究者在复旦大学附属中山医院病历系统中采集受试者相关临床信息,包括人口统计学(年龄和性别);住院号、医技号、住址、邮政编码、既往病史;既往用药史;个人史。(2)临床信息:包括前瞻性的实验室检查(肿瘤标志物谱、肺癌 7 种自身抗体等)和影像学检查(薄层胸部 CT)。(3)一般信息:包括患者症状(是否有咳嗽咳痰,近 3 个月内是否有急性加重的呼吸系统感染)和临床转归(是否手术切除,如有,病理类型)。

1.4.3 随访期 (1)临床信息:包括前瞻性的实验室检查(肿瘤标志物谱、肺癌 7 种自身抗体等)和影像学检查(薄层胸部 CT)。(2)一般信息:包括患者症状(是否有咳嗽咳痰,近 3 个月内是否有急性加重的呼吸系统感染)和临床转归(是否手术切除,如有,病理类型)。

1.5 临床资料的收集 本研究采用纸质版《病例报告表》收集临床资料,资料的收集与保存符合 GCP 要求。纸质版《病例报告表》由复旦大学附属中山医院保存。录入后数据资料遵循盲法原则,由统计学负责人独立处理。

1.6 影像学分析 本项目基于一项已开发的自动诊断平台^[6],包括基于深度学习的 AI 算法和三阶段端到端深度常规神经网络(DCNN),以分析患者的 LDCT 图像。在收集患者的影像学信息后,将由本 AI 诊断软件独立完成阅片和诊断,并提供每个参与者的肺癌风险评分(范围从 0%~100%)和诊断声明。本算法由专属本地服务器分析计算,我们将患者影像信息经过匿名化处理后上传分析,不会涉及信息外送。

1.7 终点指标 主要终点:AI 软件评定下,从基线到随访日患者 PN 的风险概率变化。次要终点:AI 软件评定下,从基线到随访日患者 PN 的直径、体积、密度大小改变;患者满意度。

2 伦理学

2.1 伦理委员会审核 本方案和书面知情同意书

及与受试者直接相关的资料必须提交伦理委员会,获得伦理委员会书面批准后方可正式开展研究。研究者必须至少每年(如果适用)向伦理委员会提交研究年度报告。在研究中止和/或完成时,研究者必须书面通知伦理委员会;研究者必须及时向伦理委员会报告所有研究工作中发生的变化(如方案和/或知情同意书修订),并且在未获得伦理委员会批准之前不得执行这些变动,除非是为了消除对受试者明显且直接的风险而做出的变更(在发生这类情况时,及时通知伦理委员会)。

2.2 书面知情同意 本项目获伦理批准后,在使用受试者数据或样本前,将通过电话随访的形式联系受试者或受试者家属,为其解释、提供研究目的相关的信息和可能发生的后果,并尽可能邀请其回院签署知情同意书。知情同意书应作为临床试验的重要文档保留备查。如联系到受试者,但受试者不愿回院签署书面知情同意书,则在进行电话知情,获得口头同意后,使用其样本或数据;3 次及以上联系不到受试者,方可使用其样本或数据以上过程将全程保存记录,对于联系不上的人群依据《涉及人的生物医学研究伦理审查办法》第三十八条和三十九条,利用可识别身份信息的人体材料或者数据进行研究,已无法找到该受试者,且研究项目不涉及个人隐私和商业利益的,可以免除签署同意书。

3 保密措施

本研究会将患者的影像数据上传到珠海横琴圣澳云智科技有限公司推出的“肺结节智能辅助分析系统”中进行 AI 分析。上传之前,我们会将患者影像信息经过匿名化处理。为最大程度保护患者隐私,我们将在分析计算完成后,将会立即删除服务器中患者的影像资料。

通过本项目研究的结果可能会在医学杂志上发表,但是参与研究受试者的个人信息将受到严格保密,必要时除了医院伦理委员会和相关研究人员可以查阅患者的资料外,其他人不会获得这些信息。受试者将通过他们的姓名字母缩写和在研究入选时提供的编号来鉴定。

受试者将了解到这些数据的匿名性和他们保护自己隐私的权利。但是也必须了解到这些数据将被提交给课题负责单位或者政府管理机构的事实,而且还可能提交给卫生部等机构,进行检查和评价。参与医师将保留一份受试者个人资料清单(受试者资料和相应的受试者姓名),以便确认记录。

伦理声明 无。
利益冲突 所有作者声明不存在利益冲突。

作者贡献 杨达伟、王宁舫、王源:查找参考文献、修改、定稿;宋元林、胡洁、张勇、童林、刘洁:修改、定稿;白春学:选题、撰写、修改、定稿。

参考文献

[1] JONAS D E, REULAND D S, REDDY S M, et al. Screening for lung cancer with low-dose computed tomography: updated evidence report and systematic review for the US preventive services task force[J]. JAMA, 2021, 325(10): 971-987.

[2] 白春学. 物联网医学三加二式肺结节鉴别诊断法[J]. 国际呼吸杂志, 2014, 34(16): 1201-1202.

[3] BAI C X, CHOI C M, CHU C M, et al. Evaluation of

pulmonary nodules: clinical practice consensus guidelines for Asia[J]. Chest, 2016, 150(4): 877-893.

[4] 中华医学会呼吸病学分会 中,肺结节诊治中国专家共识(2024 年版)[J]. 中华结核和呼吸杂志, 2024, 47(8): 716-29.

[5] 童琳, 杨达伟, 白春学. 美国肺癌防治工作对中国的启示[J]. 国际呼吸杂志, 2021, 41(5): 321-324.

[6] YE M S, TONG L, ZHENG X X, et al. A classifier for improving early lung cancer diagnosis incorporating artificial intelligence and liquid biopsy [J]. Front Oncol, 2022, 12: 853801.

[7] LEE P, BUBECK S, PETRO J. Benefits, limits, and risks of GPT-4 as an AI chatbot for medicine[J]. N Engl J Med, 2023, 388(13): 1233-1239.

引用本文

杨达伟,王宁舫,王源,等. 基于真实世界评估 GPT 咨询在肺结节管理中的有效性研究方案[J]. 元宇宙医学,2024,1(3): 47-50.

YANG D W, WANG N F, WANG Y, et al. A real-world study evaluating the effectiveness of GPT-based consultations in lung nodule management[J]. Metaverse Med, 2024, 1(3): 47-50.

· 消 息 ·

2025 年 ATS-ISR D 青年奖初评开始了

ATS-ISR D 青年奖创立于 2011 年,本年度是第 11 次 ATS-ISR D 青年奖评选。根据 2024 年 ISR D 与 ATS 在圣地亚哥的会谈意见,2025 年 5 月 17 日将在旧金山召开的 ATS 会议上评选 ATS-ISR D 青年奖 20 名。为了增加评奖的透明度和公信力,同时有充分时间准备签证,特决定初评。由美国 ATS 专家委员会进行初评,终评由 ISR D 学术委员会决定,奖金由白春学教授捐赠。欢迎投稿 2025 ATS 会议的中国青年学者(https://conference.thoracic.org/program/call_for_abstracts/),在 2024 年 11 月 10 日之前投稿 IAMM 第 1 届医学新质生产力研讨会(<https://www.wjx.top/vm/O70CeQx.aspx>),进行 ATS-ISR D 青年奖初评。以下为其它注意事项:

(1)收到 ATS 投稿接受通知;(2)年龄为 40 周岁及以下者;(3)未获得 2024 年 ATS-ISR D 青年奖;(4)通过初评后,能积极申请且经单位批准参加圣地亚哥 ATS 会议;(5)投稿并参加 IAMM 第 1 届医学新质生产力研讨会(于 2024 年 11 月 23 日至 24 日在上海举行)。对于已经注册者,优先考虑没有受过支持的省份和港澳台地区。

申请截止日期为 2024 年 11 月 10 日。ATS-ISR D 青年奖将于 2025 年 5 月 16 日在美国旧金山 Joint ATS-ISR D-IAMM Session-International Innovation for Health and Diseases 专场会议发放,获奖者可口头汇报 5 分钟,回答问题 3 分钟。

欢迎踊跃申请,彰显中国青年学者水平。

ISR D 和 IAMM 主席白春学博士

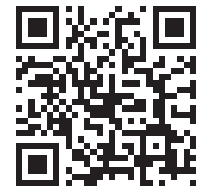


2024 年 10 月 1 日

DOI:10.61189/010512hlgveq

· 方法学研究 ·

MGPT 临床应用的真实世界研究设计方案

杨达伟^{1,2,3,4,5,6}, 宣建伟⁷, 蒋维芃^{1,3,4,5,6}, 白春学^{1,2,3,4,5,6*}

1. 复旦大学附属中山医院呼吸与危重症医学科, 上海 200032
2. 复旦大学附属中山医院厦门医院呼吸与危重症医学科, 厦门 361015
3. 上海呼吸物联网医学工程技术研究中心, 上海 200032
4. 上海市呼吸病研究所, 上海 200032
5. 中国肺癌防治联盟, 上海 200032
6. 国际元宇宙医学协会, 苏州 215163
7. 中山大学药学院医药经济研究所, 广州 510006

[摘要] 设计基于医学生成式预训练模型(medical generative pre-trained transformer, MGPT)临床应用的真实世界研究, 需要深入思考和细致规划研究过程。相比于传统的临床研究, 该类研究不仅涉及到技术的评估, 还包括对医疗服务效率、医疗成本等多个方面的考量。本文详细叙述MGPT临床应用的真实世界研究设计方案, 确保研究的高质量和高可靠性, 为人工智能在医疗领域的应用提供坚实的证据基础, 还能为推动整个医疗行业的持续进步和创新做出积极的贡献。

[关键词] 医学生成式预训练模型; 人工智能; 真实世界研究

[中图分类号] R-1 **[文献标志码]** A

How to design a real-world study for the clinical application of MGPT

YANG Dawei^{1,2,3,4,5,6}, XUAN Jianwei⁷, JIANG Weipeng^{1,3,4,5,6}, BAI Chunxue^{1,2,3,4,5,6*}

1. Department of Respiratory and Critical Care Medicine, Zhongshan Hospital, Fudan University, Shanghai 200032, China
2. Department of Respiratory and Critical Care Medicine, Xiamen Hospital, Zhongshan Hospital, Fudan University, Xiamen 361015, Fujian, China
3. Shanghai Respiratory Internet of Things Medical Engineering Technology Research Center, Shanghai 200032, China
4. Shanghai Institute of Respiratory Diseases, Shanghai 200032, China
5. Chinese Lung Cancer Prevention and Control Alliance, Shanghai 200032, China
6. International Association of Space Medicine, Suzhou 215163, Jiangsu, China
7. Institute of Pharmaceutical Economics, School of Pharmacy, Sun Yat-sen University, Guangzhou 510006, Guangdong, China

[Abstract] Designing real-world studies based on the clinical application of medical generative pre-trained transformer (MGPT) requires careful consideration and detailed planning of the research process. Compared to traditional clinical studies, such studies involve not only the evaluation of technology but also considerations of healthcare service efficiency, medical costs, and other aspects. This article elaborates on the design scheme of real-world studies on the clinical application of MGPT to ensure the high quality and reliability of the research, providing a solid evidence base for the application of artificial intelligence in the medical field and making a positive contribution to driving continuous progress and innovation in the entire healthcare industry.

[Key Words] medical generative pre-trained transformer; artificial intelligence; real-world study

开展医学生成式预训练模型(medical generative pre-trained transformer, MGPT)临床应用的真实世界研究具有重要意义, 主要体现在MGPT可提升诊疗效率与准确性, 提供个性化医疗服务,

[收稿日期] 2024-09-20

[接受日期] 2024-09-29

[基金项目] 国家自然科学基金(82170110), 上海市浦江人才计划(20PJ1402400), 上海市健康科普人才能力提升专项(青年英才)(JKKPYC-2023-A20), 2020年度上海工程技术研究中心建设项目(20DZ2254400), 福建省自然科学基金项目(2022D014). Supported by National Natural Science Foundation of China(82170110), Shanghai Pujiang Talent Program(20PJ1402400), Project of Promoting Ability of Medical Science Popularization for Young Talents in Shanghai(JKKPYC-2023-A20), Project of Establishment of Shanghai Engineering Technology Research Center in 2020(20DZ2254400), Natural Science Foundation of Fujian Province(2022D014).

[作者简介] 杨达伟, 副教授、副主任医师. E-mail: yang.dawei@zs-hospital.sh.cn

*通信作者(Corresponding author). Tel: 021-64041990, E-mail: bai.chunxue@zs-hospital.sh.cn

如早期诊断、个性化治疗等。它还能作为医学教育工具,加速掌握知识。在药物研究方面,GPT可分析药效,预测疗效和副作用。此外,它还能融合治理

数据,辅助风险识别与诊疗方案优化,并基于图像进行预后预测(表 1)^[1-6]。

表 1 MGPT 临床应用的真实世界研究意义

目的	实践技术
提高诊疗效率和准确性	MGPT对海量医学文献、临床数据和医学知识的深度学习,可以模拟医生的专业知识和经验,提供准确的医学建议,辅助医生进行临床决策,提高诊疗效率和准确性。
个性化医疗服务	可用MGPT分析患者数据,为患者提供更个性化、精准的医疗服务,包括疾病的早期诊断、治疗方案的个性化推荐以及预后的精准评估。
医学教育和培训	MGPT可以作为虚拟教师,赋能实习生和规培生加速陈述性知识掌握能力,提高程序性知识的悟性,提升融会贯通程度。
药物研究与优化	应用GPT强大的自然语言处理能力,可以分析药物分子结构、药效数据等信息,预测药物的疗效和副作用,从而加速药物的研发及应用。
数据融合与治理	MGPT可以应用机器学习、深度学习、数据挖掘和大数据融合等方法分析大量健康数据和组学数据,辅助识别疾病风险因素、优化诊断和治疗方案。
基于图像进行预后预测	结合医学图像和其他临床数据,GPT能够基于图像进行预后预测,分析病变的特征、大小和位置等信息,预测患者的疾病进展、治疗效果和生存率等。

MGPT:医学生成式预训练模型。

1 明确研究目的

设计 MGPT 临床应用的真实世界研究之初,明确研究目的至关重要。它不仅为整个研究做好顶层设计,更为数据收集、方法选择和结果解读提供方向。研究目的可能包括评估 GPT 在临床实践中的性能、探讨其与传统医疗方法的结合点以提升诊疗效率,以及分析 GPT 在实际应用中可能面临的挑战。明确研究目标,能确保研究紧扣主题,最终产出有实际意义的成果,推动医学进步,改善患者生活质量^[1,4,6]。

1.1 评估 MGPT 在特定临床情境下的性能 MGPT 作为一种辅助诊疗工具,在实际临床工作中的表现如何,是研究人员和医疗工作者共同关心的问题。例如,在诊断环节中,MGPT 是否能够准确识别病症,提出合理的诊断建议;在治疗建议方面,是否能够根据患者的具体情况,提供个性化、科学化的治疗方案;在患者教育上,MGPT 是否能够有效地传递医学知识,帮助患者更好地管理自己的健康等^[3,7-9]。

1.2 比较 MGPT 和传统诊疗方法的效果 比较 MGPT 和传统诊疗方法的效果是其真实世界研究的重要组成部分。真实世界研究的一个重要目的就是对比新旧技术或方法在实际应用中的优劣。这样的研究不仅有助于更全面地认识 MGPT,也为未来技术的改进和优化提供了宝贵的参考意见^[8,10-12]。

1.3 探讨 MGPT 对提高医疗服务效率的作用 随着医疗资源日益紧张,如何有效应用新技术提高医疗服务效率、降低医疗成本,成了医疗行业面临的重要挑战。MGPT 作为一种新型的医疗辅助工具,其在提高诊疗速度、优化医疗流程、减少人力成本等方面的潜力值得深入挖掘。通过真实世界研究,可以更准确地评估 MGPT 在这些方面的实际效果,从而为医疗体系的改进和创新提供有力的支持。

2 确定数据来源

在设计 MGPT 临床应用的真实世界研究时,确定数据来源是一个至关重要的环节。真实世界研究强调在真实临床环境中收集数据,以反映实际情况,因此对数据来源的选择尤为严谨。对于 MGPT 的临床应用研究来说,数据来源的广泛性和多样性是确保研究全面性和准确性的关键^[1,6,13]。

2.1 电子病历 在现代医疗体系中,电子病历已得到广泛应用,可以详细记录患者的病史、诊断、治疗,以及随访等信息。电子病历是评估 MGPT 性能的重要数据来源之一。这些数据不仅真实反映了患者的健康状况和诊疗过程,也为 MGPT 提供了丰富的学习材料和验证场景。通过对比 MGPT 与真实电子病历中诊断的差别,可以客观地评价 GPT 的准确性。同时,电子病历中的治疗记录和患者反馈,还能帮助研究人员分析 MGPT 在治疗建议方面的实

用性和可靠性^[10-11,14]。

2.2 医疗保险数据库 医疗保险数据库通常包含患者的医疗费用、服务应用情况、药品使用记录等详细信息。在分析MGPT对医疗服务效率和成本的影响时,这些数据可提供有力的支撑。例如,通过对比引入MGPT前后的医疗费用变化,可以直观地看到新技术在降低医疗成本方面的潜力。此外,医疗保险数据库还能揭示MGPT在优化医疗资源配置、提高服务效率方面的作用^[15-17]。

2.3 患者报告结果 患者报告结果(patient reported outcomes, PROs)是评价MGPT实际效果的重要参考因素。患者是医疗服务的最终受益者,他们的主观感受和满意度对于评价MGPT的临床应用价值具有不可替代的意义。通过收集患者在使用MGPT前后症状和生活质量的变化,以及治疗满意度等信息,研究人员可以更加全面地了解MGPT的实际应用效果。同时,PROs还能为进一步优化MGPT提供宝贵的反馈。在确定这些数据来源时,研究者需要多方面综合考虑(表2)^[8,10,17]。

数据可用性是一个重要因素。某些数据源可因为技术限制、隐私保护政策或数据所有权问题而无法获取。因此,选择数据来源时,务必确保所需数据是可用的,并且能够满足研究的需求。数据的完整性也是必须考虑的因素。不完整的数据可能导致研究结果偏差或误导。为了确保数据完整性,研究者需要与数据源提供者进行充分沟通,明确数据的覆盖范围、时间跨度以及更新频率等关键信息。数据的准确性也同样至关重要。不准确的数据会严重影响研究的信度和效度。在选择数据来源时,研究者需要对数据的采集、存储和处理过程进行深入了解,以确保数据的准确性^[9,11]。

2.4 数据获取的合法性和伦理性 确定数据来源是一个复杂而关键的过程。通过充分应用电子病历、医疗保险数据库以及患者报告结果等多样化数据来源,研究者可更加全面、客观地评价MGPT的临床应用价值。同时,关注数据的可用性、完整性、准确性以及合法性和伦理性问题,是确保研究质量和合规性的重要保障。在收集和使用患者数据时,必须严格遵守相关法律法规和伦理规范,确保患者的隐私安全和数据权益得到充分保护^[15]。

3 选择研究方法

在设计MGPT临床应用的真实世界研究时,选择合适的研究方法对于确保研究的科学性和有效性均为关键的环节。需要根据明确的研究目的和

收集的数据类型,精心挑选最恰当的研究手段,以便准确、全面地回答研究问题。这不仅关系到研究结果的可信度,更直接影响到MGPT技术在临床实践中的推广和应用的认可度。在MGPT的临床应用研究中,可能采用的研究方法多种多样,其中较为常见的有描述性统计、回归分析和生存分析等,同时建议采用PICOS方法,其可用于明确研究问题、筛选文献和评估证据的标准化框架,通过5个要素(人群、干预、对照、结果、研究设计)来系统化分析健康和医学研究。这些方法各有特点,适用于不同的研究场景和数据类型^[1,13,18]。

3.1 描述性统计 描述性统计是基础且重要的分析方法。它主要用于描述和分析数据的基本特征,如均值、中位数、标准差、频率分布等。在MGPT的研究中,描述性统计可以帮助了解患者群体的基本情况,如年龄分布、性别比例、病情严重程度等,为理解MGPT在不同人群中的表现提供参考。通过描述性统计,还可以对MGPT的诊断准确率、治疗建议接受率等指标进行初步的量化描述,为后续深入研究奠定基础^[3]。

3.2 回归分析 回归分析是一种统计学方法,旨在探究自变量与因变量之间的关系。在MGPT的情境中,回归分析可以被用来探究MGPT的性能(如诊断准确率、治疗建议的有效性等)与各种因素(如患者的年龄、性别、病情严重程度、病史等)之间的关系,并据此优化算法或调整应用策略。此外,回归分析还可以用于预测未来趋势,例如预测在特定条件下MGPT的诊断准确率或治疗建议的接受率等,这对于评估MGPT的长期效果具有重要意义^[14,18]。

在MGPT真实世界研究中,控制混杂因素、信息偏倚和选择偏倚至关重要,需要在研究设计和分析中采取谨慎的策略。(1)混杂因素:可以通过分层分析、匹配或多变量回归等统计方法来应对,这有助于隔离暴露因素与其他变量的影响。(2)选择偏倚:可以选择明确且具有代表性的人群、使用随机抽样或在分析中对选择因素进行调整来减少。(3)信息偏倚:可以采用经过验证的可靠方法来测量暴露和结局,通过盲法或标准化的数据收集程序来减少错误。通过精心的规划和严谨的研究方法,可以有效降低这些偏倚,提升研究的内部效度。

3.3 生存分析 生存分析是针对患者生存时间或疾病复发时间等相关数据进行的分析方法。在MGPT的研究中,生存分析有助于评估MGPT在改善患者预后方面的作用。例如,可以比较使用MGPT辅助诊疗的患者与使用传统方法的患者在生

存时间、疾病复发率等方面的差异。通过这样对比,可以更直观地展示 MGPT 的临床价值,为医生和患者提供更有力的决策支持。在选择研究方法时,还需要考虑如何处理缺失数据和异常值等问题。真实世界研究中,数据往往并非完美无缺,缺失数据和异常值的出现是常态而非例外。对于缺失数据,可以采用插值法、多重插补法等进行填补,或者根据数据的分布特征进行合理估计。对于异常值,则需要仔细甄别和处理,以避免对分析结果造成不良影响。在处理这些问题时,应遵循科学的原则和方法,确保数据的真实性和可靠性^[19]。

3.4 其他统计分析方法 除了上述几种主要的研究方法外,还可能采用如聚类分析、主成分分析等。这些方法在 MGPT 的研究中同样具有应用价值,可以帮助我们从不同角度挖掘数据的潜在信息,更全面地揭示 MGPT 的临床应用价值。在确定研究方法后,还需要对数据进行分析 and 解读。这一过程中,应注重数据的可视化,通过图表等方式直观地展示分析结果,便于研究者和读者理解和接受。同时,对于结果的解读应保持客观谨慎的态度,避免过度解读或误读数据造成的误导。此外,值得注意的

是,任何研究方法的选用都应应以保护患者隐私和数据安全为前提。在 MGPT 的临床应用研究中,应严格遵守相关的伦理规范和法律法规,确保患者的知情权和隐私权得到充分尊重和保护^[15,17-19]。

4 设计实施步骤

在设计 MGPT 临床应用的真实世界研究时,详细规划研究的各个阶段对于确保研究的顺利进行显得至关重要。一个周全的计划能够有效地指导研究团队按照既定的目标和时间表推进,同时也有助于及时发现和解决问题,从而保障研究的质量和效率。特别是在设计实施步骤时,需要细致入微地考虑每个环节,确保每一步都紧扣研究目的,为后续的数据分析和结论提供坚实的基础。在 MGPT 的临床应用研究中,实施步骤的设计应遵循科学研究的基本原则,并结合实际的临床需求和数据特点。以下是针对这一研究过程的具体实施步骤,以及各阶段的关键要点和注意事项^[1,20]。

4.1 数据收集 数据质量直接影响结果的准确性和可靠性。因此,在制定数据收集计划和流程时,必须充分考虑研究目的和数据来源(表 2)^[3,11]。

表 2 MGPT 临床应用研究的数据收集

方法	技术路线
明确数据需求	根据研究目的,确定需要收集哪些数据。例如,如果研究目的是评估 MGPT 在诊断方面的准确性,那么就需要收集患者的病历信息、诊断结果以及 MGPT 的诊断输出等。
选择合适的数据来源	如前文所述,数据来源可能包括电子病历、医疗保险数据库、患者报告结果等。在选择数据来源时,应确保其合法性、可靠性和代表性。
制定数据收集流程	根据数据来源,设计具体的数据收集流程,包括确定数据采集的时间点、频率和方式,数据的存储和传输方法等。
建立数据质量控制机制	在数据收集过程中,应设立相应的质量控制环节,如数据校验、异常值检测等,以确保数据的准确性和完整性。

MGPT:医学生成式预训练语言模型。

4.2 数据预处理 数据预处理是对收集到的原始数据进行清洗、整理和标准化处理,是确保数据质量和一致性的关键步骤。(1)数据清洗:去除重复、错误或不完整的数据,以及与研究无关的信息。这有助于减少噪音干扰,提高数据分析的准确性。(2)数据整理:将数据按照统一的格式和结构进行整理,便于后续的数据分析和挖掘。例如,可以将患者信息、诊断结果等分别整理成不同的数据表,并通过唯一标识符进行关联。(3)数据标准化:对于量纲不同或单位不一致的数据进行标准化处理,以消除量纲和单位对分析结果的影响。常用的标准化

方法包括 z-score 标准化、min-max 标准化等^[12,16]。

4.3 模型训练与验证 数据预处理完成后,应进行 MGPT 模型的训练和验证工作,以优化模型性能,使其能够更好地适应实际应用场景(表 3)^[17,19,21]。

4.4 结果分析 模型训练与验证完成后,需对模型性能进行全面深入的分析和解读,从多个角度评估 MGPT 在临床应用中的实际效果和价值。(1)性能指标分析:根据研究目的和方法,选择合适的性能指标(如准确率、召回率、F1 分数等)对模型性能进行评估。通过对比分析不同模型的性能指标,可以直观地了解各模型的优劣。(2)错误分析:针对模型在

表 3 MGPT 临床应用研究的模型训练与验证

方法	技术路线
模型选择	根据研究目的和数据特点,选择合适的模型进行训练。在 MGPT 的研究中,可能会采用深度学习模型处理文本数据。
训练集与验证集的划分	将数据分为训练集和验证集,训练集用于训练模型参数,而验证集则用于评估模型的泛化能力。
模型训练	使用训练集对模型进行训练,采用优化算法和学习策略不断调整模型参数,优化其性能,提高训练效率。
模型验证	应用验证集对训练好的模型进行验证,评估其在未知数据上的表现,选择性能最佳的模型开展后续应用。

MGPT:医学生成式预训练语言模型。

验证过程中出现的错误进行深入分析,找出导致错误的原因和规律。这有助于发现模型的不足之处,为后续改进提供方向。(3)可视化展示:应用图表等形式将分析结果进行可视化展示,便于更直观地理解模型性能和数据特征。这也有助于提高研究报告的可读性和说服力^[19,21]。

4.5 撰写研究报告 将研究结果以科学论文或其他形式撰写和发布,以供学术界和医疗实践者参考和应用。每个阶段都需要制定明确的任务和时间表(表 4)^[2,11,20],并设立相应的质量控制机制以确保研究进度和质量。

表 4 撰写 MGPT 临床应用研究报告

方法	技术路线
确定研究目的和范围	明确报告的目的和所要涵盖的范围。在整篇报告中保持焦点,并确保所有部分都与主要研究目标相关联。
收集和分析数据	详细描述所使用的数据集、数据收集方法以及数据分析过程,包括如何预处理数据、选择了哪些特征以及如何使用这些特征训练 GPT 模型。
描述方法和材料	详细描述使用的 GPT 模型、训练过程以及评估方法,包括模型架构、损失函数、优化器的选择以及评估指标的定义等。
呈现结果	详细展示实验结果,包括模型的性能指标、重要发现以及任何有趣的观察结果。可以使用表格、图表和图形帮助读者更好地理解结果。
讨论结果	解释结果是否与假设相符,以及对医学实践的可能影响。应讨论任何可能的局限性,以及未来研究方向。
结论	总结主要发现,并强调其意义和价值。提出一些建议,说明如何将研究结果转化为实际的临床应用。
参考文献	确保引用了所有使用的文献,显示对已有研究的尊重,同时增加报告的信誉。
附录	如果有任何额外的支持材料,如代码片段、数据集描述或额外的图表,需要列在附录中。

GPT:生成式预训练模型。

5 遵守伦理规范

在设计 MGPT 临床应用的真实世界研究时,伦理原则和法律法规的遵循是不可或缺的。这不仅关系到研究的合法性和伦理性,更直接影响到研究结果的可靠性和社会的接受度。因此,必须从多个方面出发,严格把控研究过程中的伦理和法律问题^[22-24]。

5.1 保护患者隐私 保护患者隐私是医学研究的基石。在 MGPT 的临床应用研究中,将会处理大量的患者数据,这些数据往往涉及到患者的私人信

息,如身份信息、健康状况、诊疗记录等。一旦信息被泄露或滥用,不仅会对患者造成严重的伤害,还会损害研究机构的信誉和研究的价值。因此,必须采取严格的数据保护措施,确保患者个人信息的安全性和保密性。例如,可以通过数据加密、访问控制、定期审计等手段来防止数据泄露^[23-25]。

5.2 获得知情同意 获得患者的知情同意是开展医学研究的必要条件。在研究开始前,必须向患者充分说明研究的目的、方法、可能的风险和预期的收益等信息。这不仅是对患者知情权的尊重,也是确保研究结果有效性的重要步骤。通过充分的沟

通和解释,患者可以更好地理解研究的意义和自身的角色,从而作出理智决定。同时,患者的书面同意也是研究机构免责的重要依据,可以在一定程度上降低法律风险^[15,23-24]。

5.3 遵循伦理审查程序 在研究设计和实施过程中,应主动接受相关伦理委员会的审查和监督。伦理委员会通常由医学、法律、伦理等领域的专家组成,他们会对研究方案进行严格的审查,确保研究活动不会对患者、研究人员和社会造成额外伤害。通过伦理审查,可以及时发现并纠正研究中可能存在的伦理问题,提高研究的道德水准和社会接受度^[22-24]。

5.4 其它 除了以上3个方面,还应关注研究过程中的其他伦理和法律问题。例如,对于跨国或跨地区的研究项目,需要特别注意不同国家和地区在伦理和法律方面的差异,以确保研究活动在所有参与地区都是合法和合规的。此外,对于涉及弱势群体的研究,应给予更多的关注和保护,避免其涉及不道德的研究。在实施MGPT临床应用的真实世界研究时,还应建立有效的沟通机制和反馈渠道,以便及时处理患者和研究人员的疑虑和投诉。这不仅可以增强患者和研究人员的信任感和满意度,还有助于提高研究的透明度和公信力^[23-24,26]。

6 评估和监督

有效的评估和监督,是确保整个研究过程严谨、科学,得出可信结论的关键环节,涉及医学伦理、患者权益以及研究资源的合理应用等多个方面。

6.1 定期评估研究进展 定期评估研究进展是确保研究顺利进行的基础。通过定期召开研究进度会议,项目组成员可以汇报各自的工作进展,分享遇到的问题和解决方案,从而确保研究团队之间的信息畅通和协作高效。此外,提交研究进展报告也是一种有效的评估方式。报告应详细记录研究的每个阶段所取得的成果、遇到的问题以及下一步的计划,以便项目负责人和相关专家对研究进度和质量进行持续跟踪和评估。在定期评估的过程中,还应注重数据的分析和解读。MGPT临床研究涉及大量的患者数据和临床信息,这些数据是评估研究效果的重要依据。因此,研究人员应熟练掌握数据分析技能,能够准确提取和解读研究数据,从而及时发现研究过程中的问题和不足,为后续工作提供方向^[22]。

6.2 设立独立监督机构 设立独立监督机构是确保研究客观公正的关键。独立监督机构应由医学、伦

理、法律等领域的专家组成,他们具有丰富的专业知识和实践经验,能够对研究过程进行全面、深入的监督与评价。监督机构的主要职责包括审查研究方案的科学性和伦理性、监督研究过程的合规性、评估研究结果的可靠性等。通过独立监督机构的介入,可以确保MGPT临床研究始终在符合伦理标准和科学要求的轨道上进行。在设立独立监督机构时,还应注重其独立性和权威性。监督机构应独立于研究团队之外,不受任何利益团体的干扰和影响。同时,监督机构应具备足够的权威性和公信力,其监督结果和评价意见应得到广泛的认可和尊重。只有这样,才能确保监督机构在MGPT临床研究中发挥应有的作用^[26]。

6.3 及时反馈与调整 及时反馈与调整是评估和监督机制的重要环节。在MGPT临床研究过程中,可能会遇到各种预料之外的情况和问题,这就需要研究团队能够根据评估和监督结果及时做出反馈和调整。例如,当发现研究进度滞后或数据质量不佳时,应立即查找原因并采取相应的补救措施;当监督机构提出改进意见或建议时,研究团队也应虚心接受并认真落实。及时反馈与调整不仅有助于确保研究目标的实现,还能提高研究资源的应用效率。在MGPT临床研究中,可能会涉及到大量的时间、资金和人力资源。通过及时的反馈和调整,可以避免资源的浪费和无效投入,确保研究活动始终沿着正确的方向前进^[15]。

6.4 其它 可以考虑引入第三方审计机构对研究过程进行定期的审计和检查。第三方审计机构可以从更加客观和中立的角度对研究活动进行审视和评价,从而提供更加全面和深入的监督意见。同时,第三方审计机构还可以帮助研究团队发现和纠正潜在的问题和风险点,为研究的顺利进行提供有力的保障。

7 结果解读与运用

7.1 性能评估与比较 在MGPT的临床应用研究中,首先要关注的是其性能表现。这需要通过科学的方法和客观的数据来进行评估。具体而言,可以通过对比分析MGPT与传统诊疗方法的性能差异,明确MGPT在实际应用中的优势和局限性。在进行性能评估时,可以设定一系列的评价指标,如诊断准确率、治疗有效率等,通过对比实验组和对照组的数据,来量化MGPT与传统方法的优劣。这一过程中,数据的真实性和可靠性至关重要,因此需要严格控制实验条件,确保数据的客观性^[3,9,26]。

7.2 临床实用性分析 在进行临床实用性分析时, 需要考虑多个维度, 包括但不限于 MGPT 的易用性、可接受度、成本效益等。例如, 可以通过问卷调查、访谈等方式, 收集医生和患者的反馈, 了解他们对 MGPT 的接受程度和使用体验。同时, 还需要对 MGPT 的应用成本进行综合分析, 以确保其在经济上的可行性^[4, 15, 26]。

7.3 安全性与可靠性评估 MGPT 需要通过严格的安全性及可靠性评估, 来确保其在实际应用中的稳

定性和安全性。这包括但不限于对 MGPT 的算法进行深入测试和验证, 以确保其在各种情况下的准确性和稳定性。同时, 还需要关注 MGPT 在处理敏感医疗信息时的安全性和隐私保护措施, 以确保患者隐私不被泄露^[25]。

7.4 推广应用的策略与建议 在完成上述 3 个方面的深入分析和评估后, 可以根据研究结果制定具体的推广应用策略(表 5)^[7, 27]。

表 5 MGPT 临床应用研究的推广应用策略和建议

方法	技术路线
教育与培训	开展相关的教育和培训, 提升医生和医疗工作者对 MGPT 的认识和理解, 以便更好地应用这一技术。
合作与推广	积极与医疗机构和政府部门建立合作, 通过共享资源和经验, 推动 MGPT 在更广泛的领域得到应用。
持续研究与改进	根据实际应用中的反馈和问题, 持续进行研究和改进工作, 以提升 MGPT 的性能和临床实用性。
建立监管机制	在推广应用过程中, 建立有效监管机制, 确保 MGPT 的应用符合相关法规标准, 以保障患者的权益和安全。

MGPT: 医学生成式预训练语言模型。

伦理声明 无。

利益冲突 所有作者声明不存在利益冲突。

作者贡献 杨达伟、宣建伟、蒋维芃: 查找参考文献、修改、定稿; 白春学: 选题、撰写、修改、定稿。

参考文献

[1] GHASSEMI M, BIRHANE A, BILAL M, et al. ChatGPT one year on: who is using it, how and why?[J]. Nature, 2023, 624 (7990): 39-41.

[2] HAMAN M, ŠKOLNÍK M. Using ChatGPT to conduct a literature review[J]. Account Res, 2023; 1-3.

[3] ARONSON J K. When I use a word. . ChatGPT: a differential diagnosis[J]. BMJ, 2023, 382: 1862.

[4] VARGHESE J, CHAPIRO J. ChatGPT: the transformative influence of generative AI on science and healthcare [J]. J Hepatol, 2024, 80(6): 977-980.

[5] 胡 洁. 元宇宙医学数字人 GPT 研究快报[J]. 元宇宙医学, 2024, 1.

[6] YANG D W, ZHOU J, SONG Y L, et al. Metaverse in medicine [J]. Clin eHealth, 2022, 5: 39-43.

[7] BOSCARDIN C K, GIN B, GOLDE P B, et al. ChatGPT and generative artificial intelligence for medical education: potential impact and opportunity[J]. Acad Med, 2024, 99(1): 22-27.

[8] HAJ M E, BOUTOLEAU-BRETONNIÈRE C, CHAPELET G. ChatGPT's dance with neuropsychological data: a case study in Alzheimer's disease[J]. Ageing Res Rev, 2023, 92: 102117.

[9] KERBAGE A, KASSAB J, EL DAHDAH J, et al. Accuracy of ChatGPT in common gastrointestinal diseases: impact for patients and providers [J]. Clin Gastroenterol Hepatol, 2024, 22(6): 1323-1325. e3.

[10] LEVARTOVSKY A, BEN-HORIN S, KOPYLOV U, et al. Towards AI-augmented clinical decision-making: an examination of ChatGPT's utility in acute ulcerative colitis presentations[J]. Am J Gastroenterol, 2023, 118(12): 2283-2289.

[11] VERHOEVEN F, WENDLING D, PRATI C. ChatGPT: when artificial intelligence replaces the rheumatologist in medical writing[J]. Ann Rheum Dis, 2023, 82(8): 1015-1017.

[12] ZHANG Y W, LIU H Y, SHENG B, et al. Preliminary fatty liver disease grading using general-purpose online large language models: ChatGPT-4 or Bard? [J]. J Hepatol, 2024, 80(6): e279-e281.

[13] YANG D W, ZHOU J, CHEN R C, et al. Expert consensus on the metaverse in medicine[J]. Clin eHealth, 2022, 5: 1-9.

[14] BERG H T, VAN BAKEL B, VAN DE WOUW L, et al. ChatGPT and generating a differential diagnosis early in an emergency department presentation [J]. Ann Emerg Med, 2024, 83(1): 83-86.

[15] KOMOROWSKI M, DEL PILAR ARIAS LÓPEZ M, CHANG A C. How could ChatGPT impact my practice as an intensivist? An overview of potential applications, risks and limitations[J]. Intensive Care Med, 2023, 49(7): 844-847.

[16] SHARMA M, SHARMA S. A holistic approach to remote patient monitoring, fueled by ChatGPT and Metaverse technology: the future of nursing education [J]. Nurse Educ Today, 2023, 131: 105972.

[17] HAVER H L, AMBINDER E B, BAHL M, et al. Appropriateness of breast cancer prevention and screening recommendations provided by ChatGPT[J]. Radiology, 2023, 307(4): e230424.

[18] ZHENG Z L, ZHANG O F, BORGS C, et al. ChatGPT

- chemistry assistant for text mining and the prediction of MOF synthesis[J]. J Am Chem Soc, 2023, 145(32): 18048–18062.
- [19] LUYKX J J, GERRITSE F, HABETS P C, et al. The performance of ChatGPT in generating answers to clinical questions in psychiatry: a two-layer assessment [J]. World Psychiatry, 2023, 22(3): 479–480.
- [20] YANG D W, SUN M T, ZHOU J, et al. Expert consensus on the “digital human” of metaverse in medicine[J]. Clin eHealth, 2023, 6: 159–63.
- [21] FINK M A, BISCHOFF A, FINK C A, et al. Potential of ChatGPT and GPT-4 for data mining of free-text CT reports on lung cancer[J]. Radiology, 2023, 308(3): e231362.
- [22] LI J T, BAO Y Y, YANG Y Y, et al. ChatGPT promotes healthcare: current applications and potential challenges – correspondence[J]. Int J Surg, 2024, 110(7): 4459–4460.
- [23] WANG C Y, LIU S R, YANG H, et al. Ethical considerations of using ChatGPT in health care[J]. J Med Internet Res, 2023, 25: e48009.
- [24] MINSEN T, VAYENA E, COHEN I G. The challenges for regulating medical use of ChatGPT and other large language models[J]. JAMA, 2023, 330(4): 315–316.
- [25] EPPLER M, GANJAVI C, RAMACCIOTTI L S, et al. Awareness and use of ChatGPT and large language models: a prospective cross-sectional global survey in urology [J]. Eur Urol, 2024, 85(2): 146–153.
- [26] BHAYANA R, KRISHNA S, BLEAKNEY R R. Performance of ChatGPT on a radiology board-style examination: insights into current strengths and limitations[J]. Radiology, 2023, 307(5): e230582.
- [27] SNG G G R, TUNG J Y M, LIM D Y Z, et al. Potential and pitfalls of ChatGPT and natural-language artificial intelligence models for diabetes education [J]. Diabetes Care, 2023, 46(5): e103–e105.

引用本文

杨达伟,宣建伟,蒋维芃,等. MGPT临床应用的真实世界研究设计方案[J]. 元宇宙医学, 2024, 1(3): 51–58.

Yang D W, Xuan J W, Jiang W P, et al. How to design a real-world study for the clinical application of MGPT[J]. Metaverse Med, 2024, 1(3): 51–58.

· 消 息 ·

第七版《全球前 2% 顶尖科学家榜单 2024》榜单发布， 元宇宙医学编委会多人入选

近日,美国斯坦福大学(Stanford University)与爱思唯尔(Elsevier)数据库发布了第七版《全球前 2% 顶尖科学家榜单 2024》。该榜单从近 1 千万名科学家中遴选出世界排名前 2% 的科学家,涉及 22 个领域和 174 个子学科领域,力求提供一个长期科研表现的衡量指标,以期更客观、更真实地反映科学家的影响力。其中“终身科学影响力排行榜”更加关注整个学术生涯迄今的影响力,“年度科学影响力排行榜”聚焦于科学家上一年度的学术成就。

值得关注的是,来自《元宇宙医学》杂志编委会的 5 位学者荣登榜单。樊嘉院士、钟南山院士、白春学教授、金晶教授同时入选“终身科学影响力排行榜”和“年度科学影响力排行榜”,宋元林教授入选“年度科学影响力排行榜”。在全国呼吸科团队有二名以上学者入选者,本编委会的钟南山院士团队和复旦大学附属中山医院白春学教授团队分别名列第一和第三位。

DOI: 10.61189/653980lvrngi

·摘要解读·



Metaverse: Survey, Applications, Security, and Opportunities 摘要及解读

刘思彤^{1,2,3,4}, 肖奎^{1,2,3,4}

1. 中南大学湘雅二医院呼吸与危重症医学科, 长沙 410011

2. 中南大学呼吸疾病研究所, 长沙 410011

3. 湖南省呼吸与危重症疾病临床医学研究中心, 长沙 410011

4. 中南大学呼吸疾病诊疗中心, 长沙 410011

1 摘要翻译

该文作者为 Jiayi Sun, Wensheng Gan, Han-Chieh Chao, and Philip S Yu. 发表于 ACM 期刊^[1]。作为多种新兴数字技术的集成体,元宇宙可构建一共享虚拟共享的数字空间,旨在基于现实世界构建数字空间,形成虚拟经济系统,拓展人类活动范畴,为社会经济等领域注入新动力。本文首先阐述了元宇宙的发展历程、定义及特性等基本理念。接着,我们剖析了元宇宙的整体架构与支撑技术,并综述了其在多个常见领域的现状。最后,我们着重探讨了元宇宙面临的安全与隐私问题,并提出了相应的解决方案或研究方向,同时还讨论了其面临的挑战及潜在的研究路径。我们坚信,这份全面的综述能为多学科研究提供元宇宙的概览与研究方向指引。

2 摘要解读与评论

作者汇总了近年来元宇宙的定义,如 2003 年^[2]将其描述为一个与现实世界并行存在的网络空间,人们可通过三维虚拟空间以现实世界化身进行互动;2015 年^[3]则定义为一个在信息物理系统中融合了物理、人类与技术的平台。元宇宙作为一个开放概念,鼓励每位用户参与、编辑并丰富其内涵。作者还归纳了元宇宙的特点:时间与空间的拓展,虚拟与现实世界的交互,以及人类与计算机的共生。

随后,作者首次提出了元宇宙的系统概述及其在教育、医学、智能城市、商业、文化、生产等多个领域的应用。鉴于元宇宙是一个开放、共享且持久的

数字环境,其安全与隐私问题不容忽视,特别是在数据的获取与存储方面。作者为此提供了相应的解决方案,如确保服务提供商与用户方的安全,无论数据是存储在企业数据中心还是公共云的本地用户,管理员均需保障其安全,防止设备损坏等。合理的访问控制也至关重要,在元宇宙中应遵循最小权限原则^[4-5],此外,重要数据的备份是数据安全与隐私保护的核心。

最后,作者聚焦于元宇宙的技术挑战与未来发展方向,讨论了包括数据、算力、交互技术及跨学科整合在内的挑战。

参考文献

- [1] SUN J Y, GAN W S, CHAO H C, et al. Metaverse: survey, applications, security, and opportunities [J]. ACM Comput Surv, 1(1): 1-35.
- [2] STEPHENSON N. Snow crash: a novel [M]. New York: Spectra, 2003.
- [3] REHM S V, GOEL L, CRESPI M. The metaverse as mediator between technology, trends, and the digital transformation of society and business [J]. J Virtual Worlds Res, 2015, 8(2): 1-6.
- [4] SINGH M P, SURAL S, VAIDYA J, et al. Managing attribute-based access control policies in a unified framework using data warehousing and in-memory database [J]. Comput Secur, 2019, 86: 183-205.
- [5] GUCLU M, BAKIR C, HAKKOYMAZ V. A new scalable and expandable access control model for distributed database systems in data security [J]. Sci Program, 2020, 2020(1): 8875069.

引用本文

刘思彤, 肖奎. Metaverse: Survey, Applications, Security, and Opportunities 摘要及解读 [J]. 元宇宙医学, 2024, 1(3): 59.

LIU S T, XIAO K. The abstract interpretation of Metaverse: Survey, Applications, Security, and Opportunities [J]. Metaverse Med, 2024, 1(3): 59.

The metaverse in medicine 摘要及解读

王悦虹

浙江大学医学院附属第一医院呼吸内科, 杭州 310003



1 摘要翻译

作者为 Massimo Massetti 和 Giovanni Alfonso Chiariello, 该文发表于欧洲心脏杂志^[1]。该文明确提出元宇宙是一个通过专用的视听设备访问的虚拟数字世界。在这个平行世界中, 各种形式的人工智能相遇, 包括以真实人物的数字副本(虚拟形象)形式出现的个体, 能够进行社交互动。医学中的元宇宙可以以多种不同的方式使用, 可以在相距数千英里的距离内进行远程手术, 外科医生可以实时可视化查看患者的临床数据, 包括诊断图像, 这显然非常有吸引力。它也将可以在与患者临床特征相似的虚拟人身上进行医疗处理和采用药物治疗方案, 从而提前观察治疗效果, 并显著缩短临床试验的周期。元宇宙还可能会成为卓越的教育工具, 提供交互式数字课程的可能性, 允许进行解剖和研究详细的解剖结构, 不仅用于学习, 还能观察病理过程的演变, 并提前在虚拟患者身上模拟外科或医疗操作。虽然人工智能已经应用于临床实践, 但元宇宙仍处于初始阶段, 为了了解其潜在的实用性和可靠性, 还需要进一步探究^[1]。

2 摘要解读与评论

作者在文中引用白春学^[2]教授团队首先提出的元宇宙医学专家共识, 高度评价并预期元宇宙医学将在未来发挥重要作用。例如, 将通过专用设备访问, 实现各种人工智能的交互, 包括真实人物的数字副本。在心脏病学领域, 元宇宙应用广泛, 如远

程手术、实时查看患者数据等, 还可用于药物治疗试验, 通过化身观察效果, 缩短试验时间。同时, 元宇宙有望成为卓越教育工具, 提供交互式数字课程, 帮助学生详细研究解剖结构, 理解病理过程, 模拟手术或医疗程序。尽管人工智能已在临床实践中得到应用, 但元宇宙仍处初级阶段, 需进一步探索其潜在价值和可靠性。随着技术不断发展, 元宇宙的未来可期。此外, 作者在文中还给心血管病医生介绍了白春学教授团队防治肺癌的经验, 其开发的系统可有效诊断肺结节中的早期肺癌, 使所有接受手术的 60.3% 患者在 IA 期即获得早期诊断, 将早期肺癌平均诊断年龄从 63 岁降至 50 岁。基于这一经验, 白春学医生介绍了新术语“人机多学科团队”^[3-4], 强调医生之间的互动协作和人工智能, 后者被认为几乎是一个具有其身份和自主性的外部实体。这种新方法促进了早期肺癌的筛查、诊断和治疗。

参考文献

- [1] MASSETTI M, CHIARIELLO G A. The metaverse in medicine [J]. Eur Heart J Suppl, 2023, 25: B104-B107.
- [2] YANG D W, ZHOU J, CHEN R C, et al. Expert consensus on the metaverse in medicine [J]. Clin Health, 2022, 5: 1 - 9.
- [3] BAI C X. IoT-aided three-plus-two model for the differential diagnosis of pulmonary nodules [J]. Int J Respir, 2014, 1: 1201 - 1202.
- [4] BAI C X. Early screening and management of lung cancer: a weapon to solve the problem of lung cancer in China [J]. Int J Respir, 2019, 39: 1601 - 1603.

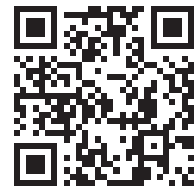
引用本文

王悦虹. The metaverse in medicine 摘要及解读 [J]. 元宇宙医学, 2024, 1(3): 60.

WANG Y H. The abstract interpretation of The metaverse in medicine [J]. Metaverse Med, 2024, 1(3): 60.

DOI: 10.61189/506890erjolz

· 摘要解读 ·



Healthcare in metaverse: a survey on current metaverse applications in healthcare 摘要及解读

朱娅琳^{1,2,3,4}, 肖奎^{1,2,3,4}

1. 中南大学湘雅二医院呼吸与危重症医学科, 长沙 410011

2. 中南大学呼吸疾病研究所, 长沙 410011

3. 湖南省呼吸与危重症疾病临床医学研究中心, 长沙 410011

4. 中南大学呼吸疾病诊疗中心, 长沙 410011

1 摘要翻译

该文发表于 IEEE Access 杂志^[1]。COVID-19 大流行暴露了现有医疗保健系统的一些短板。因此, 利用计算机媒介的虚拟环境来提供替代性医疗保健服务及新商业模式的创新迅速涌现。如今, 数字化转型已不仅限于虚拟通信, 还涵盖了利用元宇宙技术将医疗保健行业的社交网络数字化。元宇宙是一个由虚拟现实(VR)和增强现实(AR)技术构建的普遍且沉浸式的虚拟世界。本文首次对医疗保健行业中元宇宙的最新发展进行全面审视, 涵盖了远程医疗、临床护理、教育、心理健康、身体健康、兽医和制药等 7 个领域。我们回顾了元宇宙的应用, 并深入分析了每个领域面临的技术难题及可行的解决方案, 旨在为医疗保健系统打造自给自足、持久且面向未来的解决方案。最后, 本文强调了医疗保健行业全面采纳元宇宙前必须克服的挑战。

2 摘要解读与评论

作者在文中引用了白春学教授团队率先提出的元宇宙医学专家共识, 指出随着元宇宙在医疗保

健领域的日益普及, 近期涌现了大量关于元宇宙在医疗各领域应用的研究。白教授团队的研究聚焦于元宇宙在医疗保健领域的技术应用层面, 如 VR、AR 及物联网(IoT)与全息构建、全息仿真、虚拟现实集成和虚拟现实互联等技术的融合。基于此背景, 本文分析了当前医疗保健行业的技术现状与元宇宙的技术基础设施。此外, 本文还为研究人员指明了方向, 即元宇宙如何助力医疗保健行业构建无缝、共享、并发且沉浸式的虚拟世界。例如, 在临床治疗领域, 医生们采用虚拟技术, 根据 CT 扫描投射患者内部解剖结构的视觉图像, 如骨骼和其他组织, 为外科医生提供类似 X 射线的透视能力, 从而在手术过程中提供更清晰的视野。总之, 本文通过回顾医疗保健中各项技术的最新应用, 在元宇宙领域内激发了更深入的讨论。对文章中讨论的关键主题的再现, 为塑造未来几十年元宇宙的发展提供了重要框架。

参考文献

- [1] BANSAL G, RAJGOPAL K, CHAMOLA V, et al. Healthcare in metaverse: a survey on current metaverse applications in healthcare[J]. IEEE Access, 2022, 10: 119914–119946.

引用本文

朱娅琳, 肖奎. Healthcare in metaverse: a survey on current metaverse applications in healthcare 摘要及解读[J]. 元宇宙医学, 2024, 1(3): 61.

ZHU Y L, XIAO K. The abstract interpretation of Healthcare in metaverse: a survey on current metaverse applications in healthcare[J]. Metaverse Med, 2024, 1(3): 61.

DOI:10.61189/637975pgrdgj

· 摘要解读 ·

The metaverse in industry 5.0: a human-centric approach towards personalized value creation 摘要及解读



陈娇娇, 王 洵

江南大学附属中心医院呼吸与危重症医学科, 无锡 214002

1 摘要翻译

该文作者为 Dimitris Mourtzis, 发表于 *Encyclopedia*^[1]。在工业 5.0 的框架下, 元宇宙的理念与 Web 4.0 的展望不谋而合, 共同构建了一个数字生态系统。在这个系统中, 个人与组织秉持以人为本的协作理念, 致力于创造个性化的价值。这个虚拟世界将多个相互关联的领域融为一体, 使得计算机营造的环境与用户能够实现即时的互动。借助人工智能(AI)、虚拟现实(VR)及物联网(IoT)等先进技术的融合, 工业 5.0 中的元宇宙致力于通过提供定制化和价值导向的解决方案, 来激发创新活力, 并提升生产力、效率及整体福祉水平。有鉴于此, 本文对工业 5.0 背景下的元宇宙概念进行深入探讨, 着重阐述其定义、发展历程、优势与局限。同时, 文章还围绕技术进步的支撑要素、面临的挑战与潜在机遇展开了讨论, 特别是其在制造业领域的应用。最后, 本文提出了一个旨在将以人为本的元宇宙理念融入制造业的概念性框架。

2 摘要解读与评论

本文对元宇宙医学探索中的成功经验进行了总结与提炼, 为工业 5.0 时代以人为本的元宇宙应用提供参考范例。文章阐述了工业元宇宙的起源可追溯至工业互联网的融合, 实现了物理设备与信息技术的深度融合。同时指出, 借助物联网技术和能够无缝集成信息与物理对象的嵌入式设备, 元宇

宙在推动医疗保健方面展现出巨大潜力^[2]。基于此, 作者认为, 为了更好地实现以人为本和个性化价值创造, 元宇宙需解决当前的核心痛点, 即利用设计知识和计算模型实现数字世界与现实世界之间的无缝衔接, 增强元宇宙中人与产品的交互体验。未来的研究方向将涵盖探索该系统与现实世界智能工厂的集成, 并结合产品技术参数建模来优化所提议系统的功能。这些探索将进一步推动元宇宙在工业 5.0 中的应用及其价值创造潜力。此外, 作者还向其他领域的学者分享了白教授团队在工业元宇宙环境中利用区块链奖励机制促进医疗保健领域的成功经验, 如患者通过保持健康生活方式和达成健康目标(如体重管理或完成健康评估)来获得代币, 这些代币可用于兑换医疗折扣、健身房会员资格等健康相关服务。文章最后提出的将以人为本的元宇宙融入制造业的概念框架, 与新兴的元宇宙医学框架相契合, 具体包括“全息构建与全面感知、全息仿真与智能处理、虚实融合与质量控制、虚实联动与人机融合”。

参考文献

- [1] MOURTZIS D. The metaverse in industry 5.0: a human-centric approach towards personalized value creation [J]. *Encyclopedia*, 2023, 3(3): 1105–1120.
- [2] YANG D W, ZHOU J, CHEN R C, et al. Expert consensus on the metaverse in medicine [J]. *Clin. Ehealth*, 2022, 5: 1–9, 41.

引用本文

陈娇娇, 王 洵. *The metaverse in industry 5.0: a human-centric approach towards personalized value creation* 摘要及解读[J]. 元宇宙医学, 2024, 1(3): 62.

CHEN J J, WANG X. The abstract interpretation of *The metaverse in industry 5.0: a human-centric approach towards personalized value creation* [J]. *Metaverse Med*, 2024, 1(3): 62.

DOI: 10.61189/470725wuaqrx

· 摘要解读 ·



The promise of the metaverse in mental health: the new era of MEDverse 摘要及解读

闫 宇

中国医学科学院北京协和医院呼吸与危重症医学科, 北京 100730

1 摘要翻译

该文由 Antonio Cerasa 撰写, 于 2022 年在 *Heliyon* 上发表^[1]。自马克·扎克伯格宣布开发全新三维虚拟世界用于社交交流以来, 这一技术引发了广泛讨论。元宇宙可能为心理健康领域, 特别是心理障碍的治疗, 开启新时代。创造的数字化身有助于促进医疗与个人健康。对于患有生理障碍(如饮食失调)或社交障碍(如孤独症)患者而言, 这种技术可能带来显著益处。然而, 元宇宙技术在治疗心理障碍方面的优势相较于虚拟现实(VR), 尚不明朗。过去 20 年里, 大量研究已证明 VR 技术在缓解疼痛、焦虑、压力方面的有效性, 并在提升认知和社交技能方面取得了显著成果。我们推测, 元宇宙将通过“多技术融合”(涵盖人工智能、可触控界面、物联网和区块链等)构建一个更为复杂的虚拟领域, 能够重新诠释感官输入与反馈, 促进新型沟通方式, 超越传统自我身体表现。然而, 目前尚缺乏明确的起点。因此, 有必要在社会神经科学的背景下为这种新技术的应用构建一个理论框架, 以便未来开发出针对心理健康问题的精准解决方案。

2 摘要解读与评论

本文探讨了元宇宙在心理健康领域的潜力。作者首先指出元宇宙通过提供沉浸式虚拟体验, 如利用虚拟化身创造“全身幻觉”, 有助于治疗精神和心理疾病。与传统 VR 和增强现实(AR)技术相比, 元宇宙的优势在于能够融合多种技术(如人工智能、物联网、区块链等), 提供更为复杂和个性化的治疗方案。与传统 VR 相比, 元宇宙更强调社会互动和内容生成, 为心理健康领域开辟了新路径。

文中提及白春学教授团队提出的“医学元宇宙”概念^[2], 即将元宇宙技术应用于医学领域, 利用元宇宙平台创建一个虚拟环境, 使患者与临床医生能够实时交流并共同参与整个临床诊疗过程。具体场景包括医生和患者在虚拟环境中进行检查、诊断和治疗, 不受现实时间和空间的限制。这无疑缩小了区域医疗差异, 使优质医疗资源触手可及。

文章介绍了元宇宙在心理健康治疗中的 3 个核心技术和工具: 身体具身化过程(embodiment process), 即通过虚拟技术使患者对数字化身或其身体部分产生认同感; Proteus 效应, 即人们的数字身份会影响其在虚拟世界中的行为, 从而对现实行为产生积极影响; 以及虚拟与物理世界的无缝融合, 利用人工智能等技术提供高度个性化的治疗方案, 并重塑患者的自我形象。

文章还详细分析了元宇宙在生理障碍、神经性厌食症和孤独症等治疗中的应用。然而, 元宇宙也面临一些风险与挑战, 如 VR 滥用可能加剧精神疾病、个人健康数据的隐私和安全问题、以及虚拟化身的真实感可能对患者心理产生的影响。未来研发的重点应放在多用户环境中的心理健康治疗和多感官融合体验上。建议心理学家、工程师和计算机科学家合作开发更符合现实社交情境的虚拟平台, 从而制定更合适的心理健康治疗方案。

参考文献

- [1] CERASA A, GAGGIOLI A, MARINO F, et al. The promise of the metaverse in mental health: the new era of MEDverse[J]. *Heliyon*, 2022, 8(11): e11762.
- [2] YANG D W, ZHOU J, CHEN R C, et al. Expert consensus on the metaverse in medicine [J]. *Clin eHealth*, 2022, 5: 1-9.

引用本文

闫 宇. *The promise of the metaverse in mental health: the new era of MEDverse* 摘要及解读[J]. 元宇宙医学, 2024, 1(3): 63.

YAN Y. The abstract interpretation of *The promise of the metaverse in mental health: the new era of MEDverse* [J]. *Metaverse Med*, 2024, 1(3): 63.

DOI:10.61189/547973fqnxm

·摘要解读·



Metaverse surgical planning with three-dimensional virtual models for minimally invasive partial nephrectomy摘要及解读

阿里木·吐尔孙

汕头市中心医院呼吸与危重症医学科, 汕头 515031

1 摘要翻译

该文作者为 Sarah P. Psutka, 发表于欧洲泌尿学杂志^[1]。文章指出, 近期新兴的虚拟可视化技术与人工智能及高速互联网连接的融合, 为医学领域元宇宙的发展开辟了道路。在这一完全虚拟的环境里, 医务人员能够借助数字化身, 对患者的三维虚拟模型(3D VMs)进行直观探讨。文中首次展现了在微创肾部分切除术之前, 于元宇宙内开展的术前临床病例讨论实例。外科医生的数字化身在虚拟空间内相聚, 并就手术方案及夹闭手段进行了术前虚拟磋商。随后, 依据模拟的手术策略执行机器人手术或腹腔镜手术。即便是在虚拟场景下, 也彰显了这种沉浸式虚拟现实体验如何跨越地域限制, 以及凭借身临其境的直观感受来提升手术规划的质量。未来的研究将进一步增强与模型及虚拟角色间的交互体验^[1]。

2 摘要解读与评论

本文介绍了在元宇宙中进行微创肾部分切除术前的术前临床病例讨论——利用三维虚拟模型(3D VMs), 与外科医生的数字化身在虚拟会议室中共同探讨手术策略及血管夹闭技巧。同时, 文章引用了白春学教授团队^[2]率先提出的元宇宙医学专家共识, 指出元宇宙概念为医疗保健领域带来了新机遇, 通过融合人工智能、虚拟现实(VR)和日益普及

的网络连接, 创建了沉浸式和交互式的在线环境, 为患者提供了成本更低、效果更佳的治疗方案。此外, 元宇宙打破了地理界限, 使得不同医院的外科医生与主持人能在虚拟空间中实时交流、协作, 促进了知识共享和专家意见的交汇, 为复杂手术提供了更为精确全面的规划, 并实现了针对性的指导与帮助。对于新晋外科医生而言, 元宇宙成为了一个优质的学习平台, 使他们能够直观地掌握手术步骤和关键点、积累实践经验, 同时也便于他们通过便捷的咨询渠道与资深专家交流, 获取宝贵建议和指导。文章还指出了当前该技术面临的挑战, 包括高昂的成本, 需降低以推广普及; 隐私与安全风险, 需强化数据安全措施, 因元宇宙应用涉及大量个人健康数据的收集与存储; 以及社会不平等、伦理和法律问题, 均需进一步研究与解决。总体而言, 本文展示了元宇宙在医学领域的广泛应用潜力, 并强调在解决上述问题后, 将进一步推动医疗行业的进步与发展。

参考文献

- [1] CHECCUCCI E, AMPARORE D, VOLPI G, et al. Metaverse surgical planning with three-dimensional virtual models for minimally invasive partial nephrectomy[J]. Eur Urol, 2024, 85(4): 320-325.
- [2] YANG D W, ZHOU J, CHEN R C, et al. Expert consensus on the metaverse in medicine[J]. Clin eHealth, 2022, 5: 1-9.

引用本文

阿里木·吐尔孙. Metaverse surgical planning with three-dimensional virtual models for minimally invasive partial nephrectomy 摘要及解读[J]. 元宇宙医学, 2024, 1(3): 64.

TURSUN A. The abstract interpretation of Metaverse surgical planning with three-dimensional virtual models for minimally invasive partial nephrectomy[J]. Metaverse Med, 2024, 1(3): 64.

《元宇宙医学》简介

《元宇宙医学》(ISSN 3006-4236)是由复旦大学附属中山医院联合国际元宇宙医学协会(International Association for Metaverse in Medicine, IAMM)于2024年正式创办的一本严格同行评议的聚焦医学与元宇宙学术交叉的开放获取中文学术季刊。杂志特邀IAMM主席、复旦大学附属中山医院终身荣誉教授白春学与复旦大学附属中山医院智慧医院建设专家、医院党委书记顾建英担任共同主编。

本刊旨在服务广大的元宇宙医学相关科技人员,打造“医学+X”的多学科交叉交流平台,促进创新、跨学科研究;应用物联网、人工智能、元宇宙等数字技术促进医学学术和科技发展,推动医工合作与交叉融合,更好地服务医疗和大健康,提高广大元宇宙医学从业人员的医学科学理论和业务技术水平,推动元宇宙医学科技进步和知识创新,繁荣中国健康事业,赋能“健康中国2030”,造福人群健康。



栏目设置

论著、专家述评、综述、平台建设与管理、伦理与法规、医学教育、产学研融合、指南与共识、方法学研究等。

征稿选题

包括但不限于如下方向:

- 元宇宙技术在诊断与治疗中的应用:探讨虚拟现实、增强现实、人工智能等技术在医学领域中的创新应用,以提高临床诊疗治疗效果。
- 虚拟医学环境与医学教育:研究元宇宙创造的虚拟医学环境,包括医学培训、手术模拟、康复治疗等领域。
- 医学数据的元宇宙化:探索将大数据、生物信息学等医学数据与元宇宙技术相结合,实现更深入、全面的医学研究。
- 患者体验与参与:研究如何通过元宇宙技术改善患者与医疗系统的互动,提高患者治疗参与度。
- 伦理与法规:关注元宇宙医学领域中的伦理问题,确保技术的安全和隐私保护。
- 跨学科合作:促进医学、计算机科学、工程学、心理学等多学科领域之间的协同合作,推动医学创新。

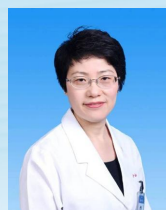
主编介绍



白春学

教授、主任医师,博士生导师,复旦大学附属中山医院终身荣誉教授,现任上海市呼吸病研究所所长、上海呼吸物联网医学工程技术研究中心主任、国际元宇宙医学协会和联盟(IAMM)主席、中国肺癌防治联盟主席、上海市控烟协会会长。

担任《元宇宙医学》(Metaverse in Medicine)、Clinical e-Health 主编,Frontiers in Medicine 呼吸研究领域主编,AJP-Lung Cellular and Molecular Physiology 副主编。



顾建英

教授、主任医师,博士生导师,现任复旦大学附属中山医院党委书记,整形与美容外科主任医师。中华医学会整形外科学会会员,中华医学会医学美容和美容学学会会员,中华医学会激光美容学会会员。中国女医师学会整形与美容专委会副主任委员、中国整形美容协会精准与数字医学分会第一届理事

会副会长、上海市医学会整形外科分会副主任委员等。《中华整形外科杂志》副主编。

投稿地址: <https://www.zentimepublishing.com/wap/journal/index/sid/69/code/MM.html>

编辑出版:复旦大学附属中山医院期刊中心《元宇宙医学》编辑部;

联系地址:上海市徐汇区枫林路179号复旦大学附属中山医院18号楼516室;

邮编:200032;联系电话:021-51217570,联系人:孙编辑

邮箱:metamedsh@vip.163.com



《元宇宙医学》第一届编委会

荣誉主编

樊 嘉

杨雄里

钟南山

主 编

白春学

顾建英

副主编

陈荣昌

高承实

贾泽军

刘 雷

连 勇

潘 毅

宋振举

王伟林

杨达伟

Niels H. Chavannes

Charles A. Powell

Christoph Thüemmler

编 委（按拼音排序）

白 莉

白春学

曹 鑫

陈 颖

陈大明

陈荣昌

陈智鸿

方金武

甘舜轩

高承实

葛海燕

顾建英

何 萍

胡 洁

胡伟国

胡 征

黄翔宇

贾泽军

姜 杰

金 晶

冷 非

李立亮

连 勇

刘 雷

陆俊羽

马礼兵

潘 毅

漆 远

沈 涛

盛 斌

施国明

宋海涛

宋元林

宋振举

苏士成

孙 湛

王 健

王 凯

王 洵

王伟林

王悦虹

韦 球

魏益平

辛弘毅

薛新颖

杨 冬

杨 丽

杨达伟

杨志刚

于广军

张纪阳

张宇鸣

张玉侠

张子强

赵列宾

赵明明

赵郑拓

周建军

朱智勤

邹 最

Niels H. Chavannes

Charles A. Powell

Christoph
Thüemmler

Lian Wu

Emeli Zhang

Shangming Zhou

