

DOI:10.61189/177384xuohkl

· 专题报道 ·

元宇宙赋能健康管理的意义及展望

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, 浙江

[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和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和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和促进远

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]。

4.3 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、蒋维芑: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,蒋维芑. 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.