

DOI: 10.61189/443129uoysjn

·专家述评·

元宇宙技术的探索与创新:元宇宙医学

郭仕薪^{1*}, 孙大伟^{2,3,4}

1. 中国科学技术出版社, 北京 100054
2. 天津市中医药研究院附属医院, 天津 300120
3. 天津中医药大学第二附属医院, 天津 300150
4. 天津中医药大学, 天津 301617

[摘要] 本文详细分析元宇宙的支撑层技术,阐述了元宇宙医学的可行性和潜在价值。通过虚拟现实、增强现实、人工智能等技术的融合,元宇宙技术使医疗服务变得更加智能化和个性化,为医学领域带来了前所未有的机遇和挑战。应充分发挥元宇宙技术的创新优势,把握机遇积极应对挑战,以期实现在医学领域的持续发展和应用,促进医疗服务的提升和医学教育的创新,为人类健康和医疗事业带来更多的福祉和进步。

[关键词] 元宇宙医学;虚拟诊断;远程医疗;健康数据分析;医学教育

[中图分类号] R-0 **[文献标志码]** A

Exploration and innovation of metaverse technology: metaverse in medicine

GUO Shixin^{1*}, SUN Dawei^{2,3,4}

1. China Science and Technology Press, Beijing 100054, China
2. Tianjin Academy of Traditional Chinese Medicine Affiliated Hospital, Tianjin 300120, China
3. The second affiliated hospital of Tianjin university of Traditional Chinese Medicine, Tianjin 300150, China
4. Tianjin University of Traditional Chinese Medicine, Tianjin 301617, China

[Abstract] The support layer technology and the feasibility and potential value of metaverse in medicine are elaborated in this paper. Through the integration of virtual reality, augmented reality, artificial intelligence and other technologies, metaverse technology has made medical services more intelligent and personalized, bringing unprecedented opportunities and challenges to the medical field. We should fully leverage the innovative advantages of metaverse technology, seize opportunities and actively respond to challenges, to achieve sustainable development and application in the medical field, promote the improvement of medical services and innovation in medical education, and bring more welfare and progress to human health and medical cause.

[Key Words] metaverse in medicine; virtual diagnosis; telemedicine; health data analysis; medical education

元宇宙作为新型的数字世界,在多个领域的作用日益增强,正逐渐成为现实生活中的重要延伸,促进了支持人际关系和改善虚拟项目执行的能力^[1-2]。元宇宙模糊了现实世界和虚拟世界之间的界限,并对早期虚拟世界的概念进行扩展,同时通过连续性和连接性,使得能够通过高度互操作性来探索虚拟世界^[3]。元宇宙不仅为娱乐、社交等领域带来革命性的变革,也为医学领域提供新的发展机遇^[4]。元宇宙医学,即通过元宇宙技术实现的医学

实践与创新,正成为医学领域的研究热点。本文将从元宇宙技术的支撑层、应用层面及创新点等方面,对元宇宙医学进行深入探讨。

1 元宇宙技术的支撑层

元宇宙医学的实现离不开先进的技术支持,如数字孪生(DT)、人工智能(AI)、扩展现实(XR)、区块链(BC)、物联网(Internet of Things)、5G和6G移动通信技术等,使得医生可以在虚拟环境中进行精准

[收稿日期] 2024-06-10

[接受日期] 2024-06-25

[基金项目] 2023年天津市中医药研究院附属医院青年人才助力培养项目—“青苗”计划;天津市卫生健康委员会中医中西医结合科研课题—重点项目(2023041)。Supported by 2023 Young Talent Development Program of Tianjin Academy of Traditional Chinese Medicine Affiliated Hospital—“Qingmiao” Plan; Scientific Research Key Project on Traditional Chinese Medicine and Western Medicine Integration of Tianjin municipal health and Health Committee (2023041).

[作者简介] 郭仕薪.

*通信作者(Corresponding author). Tel: 010-63581271, E-mail: guosx0118@126.com

诊断、治疗及患者管理^[1,3]。数字孪生为医生提供虚拟化身,为患者制订个性化诊疗策略^[5]。人工智能技术为元宇宙提供智能化的服务和交互方式。XR使元宇宙医学可以实现沉浸式数字体验^[1]。区块链技术则提供了安全可信的数据存储和交换机制,保障了医学数据的安全性和隐私性。物联网技术则实现了医疗设备的互联互通,为远程医疗和虚拟诊断提供了硬件支持。5G和6G移动通信技术提供稳定的网络环境和高效的数据传输能力,使医学数据的实时共享和传输成为可能。此外,元宇宙医学还借助大数据分析和机器学习等,实现对患者健康数据的实时监测和预测,为制订个性化治疗方案提供有力支持。

2 元宇宙技术的医疗实践

2.1 虚拟诊断和手术 元宇宙医学通过构建虚拟的身体和环境,允许医生在虚拟环境中观察和分析患者的病变情况,制订治疗方案。同时,元宇宙技术在外科手术领域的应用前景广阔,AR发挥了重要作用^[6]。手术规划是外科手术的关键步骤。在传统手术规划中,医生主要依靠CT扫描和MRI等二维图像。然而,这些图像不能提供患者解剖结构的完整视图,这使得规划复杂的手术程序具有挑战性^[7]。元宇宙医学可通过高性能的渲染引擎和VR和AR技术,形成三维图形,立体直观地展现给医生^[8],允许医生可视化解剖结构并规划手术。AR不仅允许医生进行远程手术,还允许医生在手术过程中全景沉浸。医生将佩戴智能眼镜,能够实时得知重要参数的变化和手术所需的所有信息,而无须转换视线,降低手术风险,提高手术成功率^[6]。

湖州市第一人民医院一项对比研究^[9]显示,基于VR/AR技术的鼻内镜下泪囊鼻腔吻合手术虚拟培训系统具有较高的临床应用价值,基于该系统术后6个月的治疗总有效率高达92.3%,手术时间、术中出血量、术后并发症发生率均明显低于传统手术。该系统的可视化技术重构了鼻腔内的详细结构,供医生反复熟悉掌握,为手术规划提供了完整信息。同时,该系统允许医生在虚拟的三维环境中进行手术操作,提高医生的手术熟练度和技巧,为复杂的鼻泪道手术提供最佳的手术方案。

2.2 远程医疗服务 元宇宙技术通过虚拟咨询和远程实时监控,使得远程医疗服务成为可能,并超越远程医疗的局限^[7]。①患者在家中即可获得部分医疗服务,为行动不便的患者和居家患者带来更多便利;②减少患者就医次数,有助于预防传染病和

流行病;③对缺乏医疗专业人员和医生的偏远地区,通过虚拟现实、增强现实技术可提供患者监测和治疗;④提供医疗资源和服务的快速交付,降低患者因延迟获得紧急医疗服务的死亡率;⑤提供解剖指导和手术模拟培训,提高治疗成功率,降低医疗服务成本^[5]。

2.3 虚拟康复和物理治疗 医学康复是患者在一定场景中反复训练某种动作行为,从而恢复自主行为能力,本质上是患者接受场景信息和行为信息,并根据信息与场景进行互动^[10]。元宇宙医学为康复治疗提供新手段,即通过数字孪生技术和XR技术构建虚拟治疗环境,搭建沉浸式和交互式虚拟平台,使患者在安全可控的前提下,根据实际病情需要(难度级别或所需运动类型),进行功能性物理治疗。同时,虚拟场景和现实世界之间的联系可实现实时监测和反馈。对患者与虚拟对象的互动表现进行即时反馈,进而调整相对应的治疗和康复方案^[11-12]。

目前,VR游戏和模拟已用于改善脑卒中和其他神经系统疾病患者的上肢功能,计算机会要求患者执行特定运动或任务以完成游戏,以此提高患者的运动能力和参与度^[11]。这种虚拟康复方式不仅可以有效缩短康复治疗时间、提高患者的康复效果,还可以增强患者的康复信心和积极性。因此,元宇宙在虚拟康复物理治疗中具有重要应用价值。

2.4 虚拟心理与精神疗愈 世界卫生组织(WHO)的调查研究^[13]显示,精神疾病是全球疾病和残疾的主要原因,但30%~80%存在心理健康问题的患者从未寻求过治疗。多项研究^[4,13-14]证实,XR,如VR和AR,具有影响心理和精神疾病诊断、治疗、研究的巨大潜力。这些技术可为患者定制治疗环境和场景,匹配其特定需求、偏好和治疗目标,对心理治疗中至关重要,其可模拟引发患者焦虑或其他心理健康问题的真实生活情境,使患者在安全的环境中适应或练习对抗焦虑并锻炼其抗压能力,以期获得最佳结果^[12,14]。匿名虚拟的元宇宙是医生与患者进行谈话治疗和探讨问题的舒适场所,同时,通过创建作业疗法、语言疗法、运动疗法设备的增强现实环境或虚拟现实环境,可向患者提供有效的治疗及指导建议,降低患者对物理设备的依赖程度^[15]。此外,元宇宙为患者提供自我感知,以及构建、实验和重新定义其身份的机会,使患者通过自我扩展增加自信,提高生活满意度^[16]。

2.5 改善医患交流 疾病诊疗始于医患互动,而元宇宙医学为医患交流提供超越现实界限、更便捷的

平台与视角^[17-18]。通过VR和AR技术,医生可以打破时间和空间的限制,与患者在任何时间、任何地点,通过虚拟空间进行实时语言、文字和视频交流,更加直观、生动。另外,医生还可以利用虚拟平台向患者展示疾病治疗方案及过程、提供医疗数据、影像信息等内容,提高医疗服务的质量和效率,并使患者深入理解医学知识,提高医患之间的沟通效果。例如,基于VR/AR技术的鼻内镜下泪囊鼻腔吻合手术虚拟培训系统,可全面、立体地展示鼻腔解剖结构,便于与患者及家属沟通疾病原因、手术方案、术中可能出现的问题和相应的并发症。使用该系统的医患沟通满意度(100%)显著高于传统手术(87.3%)^[9]。另外,通过虚拟环境中的情感表达功能,可以增进医生和患者之间的理解和信任^[6,19-22]。

2.6 健康数据分析和预测 元宇宙技术可以整合不同医疗设备、医疗记录系统和个人健康设备的数据,实现全面的健康数据整合,有助于医生和研究人员获取更全面、更准确的健康信息和诊断依据。同时,通过实时监测患者的健康数据,包括生理参数、症状表现等,帮助医生及时发现健康问题并进行干预。通过对实时数据的分析,可以预测患者的疾病发展趋势和可能的风险因素,提前采取措施预防疾病的发生。Doctor On Demand、Vida Health、Biofourmis、OMsignal Smart Clothing、Ginger、Pear Therapeutic、CardioVerse是目前常用的远程监测数据平台,可提供实时通信及数据共享^[11]。

此外,元宇宙医学可以帮助医学研究人员分析和预测疾病的传播和流行趋势。通过挖掘和分析大规模健康数据,及时发现疾病的暴发和传播规律,为公共卫生政策的制定提供科学依据^[23-24]。

3 元宇宙技术的医学教育

医学教育作为教育学的重要分支和医学的发展基础,对开拓实践新的教育模式和培养医学人才具有至关重要的作用^[25]。现如今,元宇宙技术在医学教育和培训中的使用越来越多,为医学教育提供新模式。

通过数字孪生、VR和AR技术可以帮助医学生模拟医生角色,如收集既往史、进行体格检查,生成疾病诊断,以及针对不同疾病提出不同的治疗管理建议^[4,26-27]。医学生可以进行实践模拟,结合所学知识和实践应用,解决传统临床教学的诸多难题;可以在虚拟环境中协作完成高难度手术,提高实际操作能力和团队协作能力。例如,BRM(BaiDX plus RealMax in Medicine)一体机显著提高医疗教学和培

训效果,使医学生可以沉浸式理解吸烟诱发肺癌的过程^[28]。美国佛罗里达州迈阿密大学米勒医学院戈登医学教育模拟与创新中心利用VR、AR和MR技术培训医学生紧急救治创伤患者,包括脑卒中、心脏病发作或枪伤。医学生可以在“哈佛”(1个可以逼真地模拟所有心脏病类型的人体模型)上练习心脏手术,戴上VR头盔后,医学生可以“看到”更深部的解剖结构^[29]。同时,元宇宙还可以减轻临床医生的教学压力,提高教学效果,并有望缓解医学教育资源的紧张与分配不均的问题^[25,30-33]。

4 总结及展望

元宇宙技术的探索与创新在医学领域中展现出巨大的潜力,元宇宙医学作为医学领域的新兴实践与创新,为医疗服务、医学教育和健康数据分析等方面带来新的机遇和挑战。

在机遇方面,元宇宙医学为科学研究提供了新工具、为医学教育提供了新手段、为疾病诊疗提供了新方案^[34]。在挑战方面,元宇宙是个不断变化和发展的在线世界,在开创人类数字文明之初,由于数字访问、技能和知识的差距会出现数字鸿沟。目前,元宇宙医学的法律保障和政策保障尚未健全,数据安全、个人隐私和伦理道德方面仍存在不少问题和隐患^[10-11,15,34]。此外,元宇宙医学尚在萌芽阶段,仅在部分医学院校进行探索实践,因此医学人才培养和师资队伍建设的也亟待解决^[34]。我国不同地区的经济发展不平衡,发展速度及质量参差不齐,导致人均收入水平、医疗卫生教育资源的投入与更新、数字技术基础设施建设等方面不均衡,同样影响元宇宙医学的发展及应用^[10,34]。

随着元宇宙技术的不断进步和应用场景的不断拓展,元宇宙医学有望在未来发挥更大的作用,并且深刻改变医疗服务的方式和质量。我们需把握历史机遇,积极地应对挑战,推动医学领域向更加智能化、个性化和精准化的方向发展,为人类健康和医学进步做出更大的贡献。

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 郭仕薪:撰写论文;孙大伟:修改论文。

参考文献

- [1] LI Y, GUNASEKERAN D V, RAVICHANDRAN N, et al. The next generation of healthcare ecosystem in the metaverse [J]. Biomed J, 2023: 100679.

- [2] WU T C, HO C T B. A scoping review of metaverse in emergency medicine[J]. *Australas Emerg Care*, 2023, 26(1): 75–83.
- [3] KIM K, YANG H, LEE J, et al. Metaverse wearables for immersive digital healthcare: a review. *Adv Sci*. 2023, 10(31): e2303234.
- [4] FORD T J, BUCHANAN D M, AZEEZ A, et al. Taking modern psychiatry into the metaverse: integrating augmented, virtual, and mixed reality technologies into psychiatric care[J]. *Front Digit Health*, 2023, 5: 1146806.
- [5] 刘雷, 曾丽艳. 智能医学: 数据与模型驱动的医工融合[J]. *医学信息学杂志*, 2023, 44(7): 1–8.
- [6] MASSETTI M, CHIARIELLO G A. The metaverse in medicine[J]. *Eur Heart J Suppl*, 2023, 25(Suppl B): B104–B107.
- [7] RANDAZZO G, REITANO G, CARLETTI F, et al. Urology: a trip into metaverse[J]. *World J Urol*, 2023, 41(10): 2647–2657.
- [8] 杨佳铭, 蔡敏, 杨荣骞, 等. 医学元宇宙场景的构建及应用[J]. *中华创伤骨科杂志*, 2024, 26(1): 68–72.
- [9] 王晓峰, 孙元强, 潘雪峰. 基于VR/AR技术的鼻内镜下泪囊鼻腔吻合手术虚拟培训系统的临床应用效果分析[J]. *中国医刊*, 2024, 59(3): 341–343.
- [10] 王绍源, 刘瑞娜. 元宇宙医学应用的伦理困境与治理原则[J]. *中国卫生事业管理*, 2024, 41(2): 171–175.
- [11] 孔祥溢, 姜鸿南, 方仪, 等. 元宇宙在医学领域的应用现状与前景展望[J]. *医学信息学杂志*, 2023, 44(4): 2–11.
- [12] CERASA A, GAGGIOLI A, PIOGGIA G, et al. Metaverse in mental health: the beginning of a long history[J]. *Curr Psychiatry Rep*, 2024, 26(6): 294–303.
- [13] USMANI S S, SHARATH M, MEHENDALE M. Future of mental health in the metaverse[J]. *Gen Psychiatr*, 2022, 35(4): e100825.
- [14] TAYLOR A, TOM DIECK M C, JUNG T, et al. XR and mental wellbeing: state of the art and future research directions for the metaverse[J]. *Front Psychol*, 2024, 15: 1360260.
- [15] 王红波, 王红如, 郭跃信. 元宇宙在医学中的应用场景[J]. *河南医学研究*, 2023, 32(18): 3452–3456.
- [16] RIVA G, WIEDERHOLD B K, VILLANI D. Toward a humane metaverse: challenges and opportunities[J]. *Cyberpsychol Behav Soc Netw*, 2024, 27(1): 3–8.
- [17] PARK S, KIM H K, LEE M. An analytic hierarchy process analysis for reinforcing doctor–patient communication[J]. *BMC Prim Care*, 2023, 24(1): 24.
- [18] ONG L M L, DE HAES J C J M, HOOS A M, et al. Doctor–patient communication: a review of the literature[J]. *Soc Sci Med*, 1995, 40(7): 903–918.
- [19] ZENG Y C, ZENG L H, ZHANG C, et al. The metaverse in cancer care: applications and challenges[J]. *Asia Pac J Oncol Nurs*, 2022, 9(12): 100111.
- [20] ZHANG G H, CAO J W, LIU D, et al. Popularity of the metaverse: embodied social presence theory perspective[J]. *Front Psychol*, 2022, 13: 997751.
- [21] CALABRÒ R S, CERASA A, CIANCARELLI I, et al. The arrival of the metaverse in neurorehabilitation: fact, fake or vision?[J]. *Biomedicines*, 2022, 10(10): 2602.
- [22] OH G S, KIM J, JEONG W, et al. Development and effectiveness verification of metaverse cognitive therapy contents for MCI patients[J]. *Sensors*, 2023, 23(13): 6010.
- [23] KOOHSARI M J, MCCORMACK G R, NAKAYA T, et al. The metaverse, the built environment, and public health: opportunities and uncertainties[J]. *J Med Internet Res*, 2023, 25: e43549.
- [24] BHUGAONKAR K, BHUGAONKAR R, MASNE N. The trend of metaverse and augmented & virtual reality extending to the healthcare system[J]. *Cureus*, 2022, 14(9): e29071.
- [25] 陈诗翰, 吴俊杰. 医学教育元宇宙的理论构建[J]. *中国医学教育技术*, 2023, 37(4): 390–396.
- [26] ZHANG X L, CHEN Y C, HU L L, et al. The metaverse in education: definition, framework, features, potential applications, challenges, and future research topics[J]. *Front Psychol*, 2022, 13: 1016300.
- [27] DE GAGNE J C, RANDALL P S, RUSHTON S, et al. The use of metaverse in nursing education: an umbrella review[J]. *Nurse Educ*, 2023, 48(3): E73–E78.
- [28] 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.
- [29] Bob Woods, 骆佳. 元宇宙最佳应用: 医学探索[J]. *国际品牌观察*, 2021(34): 38–39.
- [30] SANDRONE S. Medical education in the metaverse[J]. *Nat Med*, 2022, 28(12): 2456–2457.
- [31] BHATTACHARYA S, VARSHNEY S, TRIPATHI S. Harnessing public health with “metaverse” technology[J]. *Front Public Health*, 2022, 10: 1030574.
- [32] AMMENDOLA M, AL ANSARI M, DE’ ANGELIS N, et al. The metaverse in surgery: a real life low-cost clinical application for telementoring[J]. *Asian J Surg*, 2023, 46(11): 4972–4973.
- [33] ASMAROINI A P, HERMAWAN C, PADILLAH R. The metaverse revolution: the end of traditional classrooms?[J]. *J Public Health*, 2024, 46(1): e161–e162.
- [34] 郭旭, 靳桂民, 范愉, 等. 未来产业视角下医科院校的机遇和挑战[J]. *中国科技产业*, 2024(3): 64–67.

引用本文

郭仕薪, 孙大伟. 元宇宙技术的探索与创新: 元宇宙医学[J]. *元宇宙医学*, 2024, 1(2): 9–12.

GUO S X, SUN D W. Exploration and innovation of metaverse technology: metaverse in medicine[J]. *Metaverse Med*, 2024, 1(2): 9–12.