

DOI:10.61189/392090nzxavc

· 专题报道 ·

元宇宙技术在冠状动脉慢性闭塞病变介入治疗教学中的应用与发展



檀亚航, 张涛, 赵林*

首都医科大学附属北京朝阳医院心内科, 北京 100853

[摘要] 冠状动脉慢性闭塞病变(chronic total occlusion, CTO)介入治疗技术复杂,对术者的经验、技巧及术中判断力要求极高。然而,传统教学模式在复杂CTO介入培训中面临诸多挑战。元宇宙作为融合虚拟现实(VR)、增强现实(AR)、人工智能(AI)等技术的新兴技术,为CTO介入教学提供了沉浸式、互动性强的解决方案。本文综述了元宇宙医学在CTO介入治疗教学中的研究进展与应用前景。

[关键词] 元宇宙;慢性闭塞病变;介入治疗;教学

[中图分类号] R 543.1⁺² **[文献标志码]** A

The application and development of metaverse in the teaching of chronic total occlusion interventional treatment

TAN Yahang, ZHANG Tao, ZHAO Lin*

Department of Cardiology, Beijing Chaoyang hospital, Capital Medical University, Beijing 100853, China

[Abstract] The interventional treatment of chronic total occlusion (CTO) in coronary arteries is a highly complex procedure that demands exceptional expertise, advanced technical skills and sophisticated intraoperative decision-making from operators. Traditional teaching methods, however, encounter significant limitations when it comes to training for such intricate interventions. As an emerging paradigm, metaverse—which integrates virtual reality (VR), augmented reality (AR) and artificial intelligence (AI)—provides an immersive and interactive platform for advancing CTO interventional training. This article explores the latest research advancements and discusses the future potential of metaverse in enhancing the education and training of CTO interventions.

[Key Words] metaverse; chronic total occlusion; interventional treatment; teaching

冠状动脉慢性闭塞病变(chronic total occlusion, CTO)是冠状动脉介入治疗中技术难度最高的手术操作之一,其成功率受术者经验和学习曲线的影响较大。因此,亟需探索CTO介入教学新方法以提高手术成功率。

元宇宙医学是通过构建虚拟现实与物理现实融合的医疗环境,以实现医疗教学、手术规划和临床应用的创新模式。其融合虚拟现实(VR)、增强现实(AR)、人工智能(AI)、数字孪生等数字技术,为CTO的复杂解剖及介入策略培训提供了超越传统教学模式的新方法^[1]。

1 元宇宙CTO介入治疗教学的应用场景

1.1 沉浸式教学平台 元宇宙技术通过模拟真实手术场景,提供多维度互动学习体验。基于CTO患者影像数据重建三维冠状动脉模型,学生可在虚拟

环境中练习导丝操控与病变处理。通过模拟术者、助手与放射技师的术中配合,提高团队协作能力。

1.2 手术规划与技术训练 基于虚拟环境,术者可尝试选择不同导丝路径与策略,评估可能的术中风险。此外,通过模拟CTO介入治疗中的复杂情况(如血管穿孔、无复流现象等),帮助术者提高处理罕见并发症的能力。

1.3 远程教学与共享 通过元宇宙平台,专家可远程同步参与虚拟手术教学,为学员提供实时指导。这在地域资源分配不均的情况下尤为重要。

2 研究现状与进展

2.1 国际研究进展 美国和欧洲多个心血管中心已建立VR培训系统,用于CTO介入的教学和演示。美国梅奥诊所心血管科开发了基于VR的介入手术培训系统,用于学习治疗复杂CTO病变。英国皇家

[收稿日期] 2024-12-10

[接受日期] 2024-12-25

[基金项目] 国家自然科学基金(62106160, 82370412)。Supported by National Natural Science Foundation of China (62106160, 82370412)。

[作者简介] 檀亚航, 博士, 主任医师。E-mail: tanyahang@163.com

*通信作者(Corresponding author)。Tel: 010-51718999, E-mail: trichina2007@126.com

布朗普医院开发了针对初学者的虚拟导丝导航训练系统,提供不同复杂程度CTO病变病例;荷兰阿姆斯特丹CTO-PCI教学系统可以整合术前影像规划与术中操作模拟。东京大学医院开发了以复杂CTO病例为核心的VR培训系统,重点关注导丝路径规划和逆向技术的训练。研究^[2]证实这种模式能够显著缩短术者的学习曲线。

2.2 国内发展现状 健康中国战略和医疗信息化建设政策为VR培训系统的发展提供了政策支持和资金投入,也初具成果。华为开发的5G-VR解决方案支持实时数据传输与高清影像展示;微创医疗推出了面向复杂冠脉介入手术的VR平台,提供视觉反馈功能。国产心血管VR培训系统具有多种优势:本地化设计;技术成本相对较低;政策支持;与人工智能、大数据技术结合,提供个性化训练方案与实时操作评分。目前,国内一些医院已开始尝试将VR与AR技术引入介入培训^[3],但整体尚处于起步阶段,亟需建立标准化平台和应用规范。

3 优势与挑战

3.1 优势 (1)个性化教学。元宇宙平台可以根据学员的临床经验和知识储备自动匹配学习内容,为初学者提供基础操作训练;为高级学员模拟复杂病例(例如慢性闭塞病变中的逆向介入策略)。此外,元宇宙技术可实时调整学习难度,系统能够动态评估学员在虚拟环境中的表现,并调整训练难度,确保学习的难度和强度适宜。(2)低风险、高重复性。VR技术避免学习者直接接触患者,降低实际操作风险。在虚拟环境中,学员可大胆尝试不同的手术策略,培养解决问题的能力,而不对真实的患者造成任何伤害。此外,模拟训练不受时间和资源的限制,可无限次重复模拟,从而熟练掌握操作技巧。(3)实时反馈。元宇宙通过虚拟环境提供数据分析与操作建议,并结合AI技术,可对学员的操作进行实时评分与评估,指出操作步骤错误或改进空间,提供个性化改进建议。

3.2 挑战 (1)技术成本高。元宇宙设备及平台开发、维护成本较高,经济压力和培训成本增加,导

致推广困难。且目前技术存在多处局限,包括硬件技术成熟度不足,计算能力和网络依赖,模拟精度和真实性限制等。(2)标准化不足。当前元宇宙教学内容、操作流程和评估方式尚未标准化,缺乏统一的教学评估与认证体系,可能导致教学成果参差不齐。目前医学界对元宇宙的接受度不足、普及范围较窄,保守派认为元宇宙教学可能令学生缺乏实际操作经验或过于依赖技术,影响传统临床技能的掌握。此外,如何科学评估元宇宙医学的教学效果,确保其优于传统教学方法,也是一项亟待解决的问题。(3)真实感与复杂性不足。元宇宙教学难以完全还原部分CTO操作的技术细节(如触觉反馈)^[4]。

元宇宙医学通过创新的教学方式,为CTO介入治疗的复杂技术传授提供了新思路,尤其在病例规划、技术训练和远程教学中具有显著优势。随着技术进步进一步成熟和推广,元宇宙医学在CTO介入治疗教学中的应用仍有巨大发展空间。未来研究应聚焦于:构建高精度、低成本的虚拟教学系统;开发融合多模态技术的综合教学平台;建立标准化教学和评估体系;探索AI与元宇宙结合的智能化教学方式。

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 檀亚航:撰写文章;张涛、赵林:修改文章。

参考文献

- [1] DAI N, HU Y Q, GE J B. When the future cardiac catheterization laboratory meets the Metaverse[J]. *Eur Heart J*, 2023, 44(29): 2652-2653.
- [2] SKALIDIS I, KACHRIMANIDIS I, KOLIASTASIS L, et al. Cardiology in the digital era: from artificial intelligence to Metaverse, paving the way for future advancements[J]. *Future Cardiol*, 2023, 19(16): 755-758.
- [3] 苑明川,王莉,王贺,等.虚拟现实技术在心血管领域应用的研究进展[J]. *中国医学装备*, 2023, 20(5): 187-191.
- [4] OZKAN J. Taking cardiology to the metaverse: how augmented and virtual reality are broadening our horizons[J]. *Eur Heart J*, 2023, 44(30): 2800-2801.

引用本文

檀亚航,张涛,赵林.元宇宙技术在冠状动脉慢性闭塞病变介入治疗教学中的应用与发展[J].*元宇宙医学*,2024,1(4):21-22.

TAN Y H, ZHANG T, ZHAO L. The application and development of metaverse in the teaching of chronic total occlusion interventional treatment[J]. *Metaverse Med*, 2024, 1(4): 21-22.