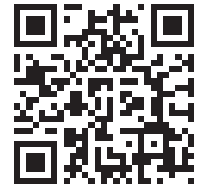


DOI: 10.61189/250967rgamgp

· 医学教育 ·

# 面向全周期医学教育培训与管理的“复旦中山惠生智育”元宇宙平台:设计思路与早期实践



张雯<sup>1</sup>, 张敏<sup>1</sup>, 马畅畅<sup>1</sup>, 张梦瑶<sup>1</sup>, 魏丽萍<sup>1</sup>, 周逸飞<sup>1</sup>, 王翔宇<sup>1</sup>, 郑玉英<sup>1</sup>, 杨达伟<sup>2</sup>, 余情<sup>1\*</sup>

1. 复旦大学附属中山医院教育处, 上海 200032
2. 复旦大学附属中山医院呼吸与危重症医学科, 上海 200032

**[摘要]** 本文面向贯通“院校医学教育—毕业后医学教育—继续医学教育”的全周期医学教育体系, 针对教学资源更新滞后、临床实践机会不均、标准化培养与个性化发展张力、以及跨阶段管理分段割裂等现实瓶颈, 提出“复旦中山惠生智育”元宇宙平台总体建设思路方案: 以扩展现实与人工智能为关键技术底座, 构建医学知识生态系统、虚拟教学场景、综合教学智能体、全周期教学管理中枢四大版块, 形成知识供给、情境训练、过程留痕、评测画像、精准导学、治理改进的闭环路径。平台早期实践示例以难定性肺结节多学科会诊元宇宙教学单元为代表, 面向住院医师开展影像判读、风险分层、共识形成与医患沟通的情境化训练, 并支持上海与厦门两院区同步进入同一虚拟空间完成同口径教学与复盘, 从而为后续开展客观效果评估与可复制推广提供工程化框架与证据链基础。

**[关键词]** 全周期医学教育; 培训与管理; 复旦中山惠生智育; 元宇宙平台

**[中图分类号]** R-0 **[文献标志码]** A

## A metaverse platform (“Huisheng Intelligent Education”) for full-cycle medical education, training, and management: design rationale and early practice

Zhang Wen<sup>1</sup>, Zhang Min<sup>1</sup>, Ma Changchang<sup>1</sup>, Zhang Mengyao<sup>1</sup>, Wei Liping<sup>1</sup>, Zhou Yifei<sup>1</sup>, Wang Xiangyu<sup>1</sup>, Zheng Yuying<sup>1</sup>, Yang Dawei<sup>2</sup>, Yu Qing<sup>1\*</sup>

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

**[Abstract]** This paper addresses the full-cycle medical education system that integrates “undergraduate medical education—postgraduate medical education—continuing medical education.” It proposes the design and development approach of the “Huisheng Intelligent Education” metaverse platform to address current challenges, including outdated educational resources, unequal clinical practice opportunities, the tension between standardized training and personalized development, and fragmented management across different stages. The platform leverages extended reality and artificial intelligence as core technologies to construct four key components: a medical knowledge ecosystem, virtual teaching scenarios, a comprehensive teaching intelligence system, and a full-cycle teaching management hub. These components form a closed-loop path for knowledge delivery, situational training, process tracing, assessment and feedback, personalized guidance, and governance improvement. The early practice example is the metaverse-based multi-disciplinary team (MDT) teaching unit for difficult-to-diagnose pulmonary nodules, aimed at training residents in image interpretation, risk stratification, consensus formation, and doctor-patient communication. It supports synchronized participation of residents from both Shanghai and Xiamen hospitals in the same virtual space, providing consistent teaching and review, thus laying the foundation for subsequent objective evaluations and scalable implementation.

**[Key Words]** full-cycle medical education; training and management; huisheng intelligent education; metaverse platform

**[收稿日期]** 2026-01-03

**[接受日期]** 2026-02-12

**[基金项目]** 上海申康医院发展中心管理研究项目(2025SKMR-21), 高等教育科学研究规划课题(24CX0201), 复旦大学附属中山医院管理科学基金(2024ZSGL14), 复旦大学附属中山医院医学人文和思政调研课题(SZ2024-4). Supported by Shanghai Shenkang Hospital Development Center Management Research Project (2025SKMR-21), Higher Education Science Research Planning Project (24CX0201), Management Science Fund of Zhongshan Hospital, Fudan University (2024ZSGL14), Medical Humanities and Ideological-Political Education Research Project of Zhongshan Hospital, Fudan University (SZ2024-4).

**[作者简介]** 张雯, 硕士, 主治医师; E-mail: zhang.wen1@zs-hospital.sh.cn

\* 通信作者 (Corresponding author). 余情, 博士, 主任医师. E-mail: yu.qing@zs-hospital.sh.cn

党的二十大报告强调,把保障人民健康放在优先发展的战略位置,并提出发展壮大医疗卫生队伍,为医学教育与医学人才培养指明了战略方向<sup>[1]</sup>。党的二十届三中全会进一步提出实施健康优先发展战略,并就深化改革、推进中国式现代化作出系统部署,为卫生健康领域人才培养体系与管理能力现代化提供了顶层牵引<sup>[2]</sup>。在此宏观背景下,我国全周期医学教育贯通“院校医学教育—毕业后医学教育—继续医学教育”<sup>[3]</sup>,以胜任力为主线,强调将理论学习、临床实践训练、评价与持续改进置于同一连续框架中,实现医学人才培养的纵向衔接与横向协同。然而,在教学医学院与医院的真实运行情境中,全周期培养的高质量发展仍面临“培训—管理”双端结构性约束:培训侧,关键能力形成所依赖的真实临床情境、低频高危任务与可重复演练场景供给不足且分布不均,制约了能力训练的覆盖度、同质化与可重复性;管理侧,培养过程数据分散、过程性连续留痕不足、证据链不完整,难以有效支撑跨阶段的闭环管理与持续改进。面向医学教育数字化、智能化与高质量发展的转型要求,亟需以新一代数字技术重构“情境化训练—过程留痕—评价导学—持续改进”等一体化能力,以提升全周期医学教育培训与管理的可执行性与可评价性。

以元宇宙为代表的虚实融合平台为破解上述瓶颈提供了更贴近能力培养规律的技术路径。元宇宙在方法论层面可遵循虚实互动、技术互联与人文互利等原则,以保障沉浸式场景、互联互通与价值导向的协同实现<sup>[4]</sup>。“教育元宇宙”被认为可在创新人才培养模式、构建智慧教育环境、供给多样化教育资源、支持多元化学习生活与实现智能教学评价等方面形成可操作的系统能力<sup>[5]</sup>。在医学元宇宙框架下,现实世界的医学知识与临床过程可被结构化并转化为可交互的数字化形式,使医学诊疗、医学教育及临床实践训练在虚拟环境中实现“可复现、可评估、可追溯”的情境化开展;其沉浸式体验、强交互性、个性化支持与虚实结合等特征已被认为具有重要应用前景<sup>[6-9]</sup>。基于此,本文提出面向全周期医学教育培训与管理的“复旦中山惠生智育”元宇宙平台设计思路:在既有贯通式信息化管理平台实践基础上<sup>[3]</sup>,构建医学知识生态系统、虚拟教学场景、综合教学智能体与全周期教学管理中枢四大版块,并选择1个已具备成熟基础的应用进行早期实践呈现,为后续效果评估与可复制推广提供框架与证据链。

## 1 全周期医学教育培训与管理的主要瓶颈

1.1 教学资源更新滞后与医学知识快速迭代的矛盾 全周期医学教育以胜任力为导向,要求课程内容能够持续对齐最新循证证据与临床指南,并与真实临床决策路径保持一致。然而现实中,教学资源尤其是教材、课件与题库等的更新周期相对较长,难以及时纳入新指南、新技术与新证据,导致“教什么”与“临床正在怎么做”之间出现时间差与内容差。这种滞后不仅影响培训侧的知识与临床推理训练质量,也直接制约管理侧的评价口径一致性。

1.2 临床实践机会不均与能力培养达标要求的矛盾 临床胜任力的形成依赖充足的实践机会与高质量反馈,尤其是急危重症处置、手术等高复杂度任务更强调情境化训练与重复演练。但在教学医院的轮转体系中,不同科室病例谱与操作机会存在客观差异,导致学员获得关键病例、关键操作与关键决策训练的机会不均,甚至出现某些能力要素“训练不足”的结构性缺口。

1.3 标准化培养与个性化发展需求的矛盾 全周期培养对象跨越本科生、研究生、住院医师与继续教育学习者,其基础水平、岗位任务与学习节奏差异显著。若长期采用以统一授课、统一任务为主的培养方式,往往难以兼顾之间差异与专业方向需求;但若缺乏可解释、可治理的个体化智能机制,又可能削弱培养标准的一致性与质量控制的可比性。

1.4 教育连贯性需求与管理分段割裂的矛盾 全周期医学教育强调跨阶段的目标一致、内容衔接与评价互认,但现实中市域级管理部门、院校、医院、专业基地等之间的信息系统、数据标准与管理流程往往割裂,导致培养目标、教学内容与评价标准在不同阶段出现脱节或重复,既增加组织成本,也削弱培养的连续性与效率。

## 2 元宇宙赋能的优势与证据基础

2.1 沉浸式与高保真交互:提升情境化学习与技能/认知结局 沉浸式虚拟现实(immersive virtual reality, IVR)以及增强现实/混合现实(augmented/mixed reality, AR/MR)在医学与健康专业教育中总体能带来积极学习结局与较高学习体验,尤其在情境化理解、技能训练与学习投入方面具有优势<sup>[10-11]</sup>。

2.2 可重复、可规模化与风险可控:支撑标准化训练与低频高危能力补齐 元宇宙相关模拟技术的发展,使训练从“依赖真实临床暴露”转向“可复现、可扩展的标准化情境”,在外科、急救、解剖、沟通等多

领域被用于提升学习兴趣、信心与训练效率,并已逐步纳入“评估维度”的讨论<sup>[12-13]</sup>。

2.3 过程留痕与学习分析:为形成性评价、个性化导学与证据链提供基础 元宇宙沉浸式学习环境的关键增益之一在于“可记录、可分析”的过程数据能力。学习者在情境任务中的行为轨迹、交互序列与任务表现能够被结构化采集并进入学习分析流程,从而支持形成性评价、即时反馈与个性化学习支持<sup>[14-15]</sup>。

2.4 协作学习与多主体联动:支持团队训练、跨专业协作与跨场景应用 元宇宙优势不仅在个体沉浸训练,也体现在支持多用户协作、远程互动与跨阶段学习应用。另外,元宇宙技术在急危重症照护教育中的研究正在增多,适用于团队协作、流程推演与复杂决策训练<sup>[16-17]</sup>。

### 3 “复旦中山惠生智育”元宇宙平台的建设思路

面向四大瓶颈,借助元宇宙优势赋能,复旦大学附属中山医院教育处牵头,联合信息与智能发展部、医务处、人力资源部、科研处、护理部、设备材料处、总务处等职能部门以及临床业务科室,创新打造“复旦中山惠生智育”元宇宙平台,拟采用虚实融合的技术架构,通过虚拟现实(virtual reality, VR)、AR、MR和人工智能(artificial intelligence, AI)等元宇宙技术,将全周期医学教育的内容、场景、评测、导学与管理完整结合成一个循环闭环。平台从知识资源的数字化管理到沉浸式情境训练,再到过程数据分析与能力评测,以及最后的个性化学习路径与持续改进,拟形成一个自我强化、不断演化的全周期教学系统(见图1)。



图1 “复旦中山惠生智育”元宇宙平台构建示意图

3.1 版块一:元宇宙医学知识生态系统 目标是建立一个高效的、可持续更新的医学教育知识底座,为虚拟场景、评测与智能体的应用提供统一的内容来源与证据引用。(1)数据底座与资源治理:整合真实病例、医学文献、影像/病理、多媒体技能资源、教材与指南、题库等多源资源,采用AI与机器学习(machine learning, ML)算法进行资源的智能标注与分类,确保知识内容可以高效、准确地被调用。(2)教育大模型/知识引擎能力:结合自然语言处理(natural language processing, NLP)、生成式人工智能(generative artificial intelligence, GenAI)与深度学习(deep learning, DL),提供强大的检索、生成、推送和试题/案例生成等能力,能够支持虚拟患者的情境化推送与智能答题生成。(3)产出与接口:通过跨模态技术(包括图像、文本、视频的多层次融合),输出

标准化知识单元,并提供接口(API)供虚拟场景、智能体与管理中枢调用,确保所有教学内容和评价数据的可追溯性和高效共享。

3.2 版块二:元宇宙虚拟教学场景 核心是通过VR、AR、MR技术构建一个逼真的、可交互的临床模拟环境,使学习者能够在无风险的虚拟环境中进行高强度、高复杂度的训练。(1)场景谱系:开发智能问诊、急救决策、微创手术、介入治疗、多学科会诊(multi-disciplinary team, MDT)、医患沟通等场景,所有场景都基于虚拟患者(virtual patient, VP)的模型构建,并引入AI增强虚拟患者技术,实现高度互动与个性化反馈。(2)场景共性设计规范:每个场景都采用统一的“任务脚本”—关键决策点与行为轨迹采集—即时反馈的设计规范。通过MR技术,场景中的虚拟患者与真实环境相结合,支持多方协作与

情境推演。(3)数据采集与评价:场景中的每项操作、每次决策都将实时记录,并通过数据日志与行为分析为智能体提供训练反馈和评估依据。

3.3 版块三:综合教学智能体 目标是通过智能化的评测与个性化导学,精准评估学习者在虚拟训练中展现的能力,并根据数据为其定制学习路径和成长规划。(1)自适应测评:借助DL与NLP技术,平台能够自动分析学员在虚拟任务中的表现,包括决策点选择、操作步骤、沟通效率等方面,生成精准的评估结果,并根据这些评估结果实时调整学习内容。(2)学员全息画像:通过对学员所有交互行为(如任务执行、时间管理、错误反馈等)的跟踪,平台能实时生成全面的能力画像,提供跨阶段、跨任务的能力评估。(3)精准导学与个性化成长路径:结合学习者的画像与能力缺口,平台基于强化学习(reinforcement learning, RL)算法,为学员定制个性化的学习路径。

3.4 版块四:全周期教学管理中枢 目标是实现全周期医学教育管理的闭环治理,包括招生—培训—考核—改进的全过程管控,并通过数据驱动优化资源配置、教研协同与质量监控。(1)闭环管理流程:全流程将通过区块链技术进行不可篡改的记录与审计,确保所有数据来源与过程可追溯,提供有力的治理证据链。(2)核心功能组件:建设教学质量仪表盘与关键指标体系,提供对教学质量的实时监测与预警;同时,通过虚拟教研室功能实现跨区域、跨基地的资源共享与协同共建。(3)资源优化配置:借助大数据分析 with ML 算法,对资源配置、学员反馈、教学效果等多维度数据进行分析,优化资源配置与教学策略,确保教学质量的持续提升。(4)数据治理与合规:建立数据标准、权限管理、审计跟踪与隐私保护机制,保证平台在数据使用与处理中的合规性和安全性。

#### 4 “复旦中山惠生智育”元宇宙平台的早期实践

以目前开展运行中的难定性肺结节MDT元宇宙教学单元为例。

4.1 场景选择与教学定位 难定性肺结节处于影像不确定性与风险分层决策的交汇处,涉及影像判读、路径决策、MDT共识形成与医患沟通等多维胜任力,是毕业后医学教育阶段临床思维与协作决策能力训练的代表性主题。基于此,本平台已形成“难定性肺结节MDT”元宇宙教学单元,主要面向住院医师,用于在可复现的情境任务中训练其规范化诊疗思维、团队协作与沟通能力。该单元以扩展现

实技术(extended reality, XR)为交互载体(包括VR/AR/MR),结合“5A流程(即Ask/Assessment/Advice/Arrangement/Assistance)+专家数字人”的MDT会诊教学模式,在沉浸式空间中实现多模态影像与证据材料的共享讨论与流程推演。该单元支持复旦大学附属中山医院与复旦大学附属中山医院厦门医院两地住院医师同步进入同一MDT虚拟空间开展学习:场景脚本、知识口径、评价规则与复盘机制保持一致,使跨院区的毕业后医学教育在同一标准下实施,并为后续跨地域质量监测与改进提供统一证据基础。

4.2 四版块串联式落地 内容由知识生态系统统一供给,任务由MDT元宇宙场景承载,评价与导学由综合教学智能体生成,证据沉淀与改进由全周期管理中枢闭环完成。(1)知识生态系统:为住院医师提供统一口径的指南要点、典型影像征象、风险分层要素与管理策略,并通过知识引擎能力支持检索、推送与循证引用,保证场景训练与复盘反馈的可追溯与可解释。(2)虚拟教学场景:以MDT元宇宙空间承载任务执行,嵌入“5A流程+专家数字人”的会诊流程化教学结构,支持多学科协作推演与共识形成。(3)综合教学智能体:对住院医师在关键决策点与协作讨论中的过程行为进行结构化采集与分析,输出形成性评价与个体化补训建议,并将短板映射到后续训练任务。(4)全周期教学管理中枢:将场景训练记录、评价结果与改进建议纳入既有“教—学—考—评—管”数据框架,支撑毕业后医学教育阶段的过程监测、质量分析与改进闭环。

4.3 场景组织方式:任务链与关键决策点 该单元采用结构化任务链组织训练过程,并在各环节设置关键决策点与可观察行为指标,以保证“可训练、可评价、可复盘”。(1)影像特征识别与结构化描述:住院医师在XR终端(VR头戴显示设备/PC端协作界面)中完成多视角影像浏览与征象标注,输出结构化描述,强调可复核的要点表达。(2)风险分层与管理策略初拟:住院医师基于影像与病史信息完成风险分层,提出随访/进一步检查/干预策略,并说明关键依据与不确定性处理。(3)MDT共识形成(5A流程+专家数字人):住院医师进入MDT虚拟空间,按流程推进讨论,与专家数字人进行证据与方案交互,完成多学科权衡并形成共识建议。(4)医患沟通与共同决策:住院医师在虚拟患者交互模块中完成风险沟通与方案解释,输出可执行计划并进行理解确认,形成可落地的随访/管理安排。各任务段均配套即时反馈与结构化复盘,复盘可回看关键节点证

据、讨论路径与方案变更原因,强化从“完成任务”到“按证据完成并能解释”的能力迁移。

4.4 过程留痕与形成性评价:证据链的生成与回流  
将住院医师在元宇宙空间中的行为轨迹转化为可解释证据,用于形成性评价与个性化导学。过程证据主要包括决策证据、协作证据、产出物证据等。评价输出强调“证据解释+改进行动”:除达标结论外,反馈包含典型错误类型及相应补训建议,并自动关联知识生态内容进行针对性推送与再练任务,从而形成“训练—反馈—补训—再评价”的闭环。

## 5 讨论

本文提出“复旦中山惠生智育”元宇宙平台的总体构建方案,并以典型场景展示其在全周期医学教育培训与管理中的可落地路径。目前工作主要聚焦于平台体系结构搭建与迭代开发中,效果证据层级以“可行性与工程实现”为主,尚缺乏基于严格研究设计的系统性结局评价。本文尚未报告系统的学习结局与长期随访结果;不同场景成熟度与师资介入差异亦可能影响效果稳定性。后续将围绕关键场景与指标体系固化、证据链审计机制完善、真实世界评估研究开展及跨院区协同验证,逐步形成可比较的客观证据,并推动平台从“可用”走向“可证、可复制、可持续”。

**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** 张雯:论文具体构思与撰写;张敏:论文框架指导;马畅畅、张梦瑶、魏丽萍、周逸飞:文献收集整理;王翔宇、郑玉英:论文审核与优化;杨达伟:元宇宙相关学术指导;余情:论文整体设计与修改。

## 参考文献

- [1] 习近平. 高举中国特色社会主义伟大旗帜 为全面建设社会主义现代化国家而团结奋斗——在中国共产党第二十次全国代表大会上的报告[EB/OL]. (2022-10-25)[2026-02-20]. <https://www.12371.cn/2022/10/25/ARTI1666705047-474465.shtml>
- [2] 国务院办公厅. 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]. (2024-07-21)[2026-02-20].

<https://www.news.cn/politics/20240721/cec09ea2bde840dfb99331c48ab5523a/c.html>

- [3] 张雯,张敏,陈旻敏,等. “5+3+X+继续教育”贯通式医学教育信息化管理平台创新实践[J]. 医学教育管理, 2025, 11(4): 373-378.
- [4] 赵星,乔利利,张家榕,等. 元宇宙研究的理论原则与实用场景探讨[J]. 中国图书馆学报, 2022, 48(6):6-15.
- [5] 赵星,乔利利,叶鹰. 元宇宙研究与应用综述[J]. 信息资源管理学报, 2022, 12(4):12-23+45.
- [6] Yang D W, Zhou J, Chen R C, et al. Expert consensus on the metaverse in medicine[J]. Clinical eHealth, 2022, (5):1-9.
- [7] 杨达伟. 元宇宙医学对医学教育的颠覆[J]. 元宇宙医学, 2024,1(2):33-38.
- [8] 王源,余情,张敏,等. 数字人GPT在医学教育领域的应用现状及研究进展[J]. 元宇宙医学,2025,2(1):51-56.
- [9] Sendra-Portero F, Lorenzo-Álvarez R, Rudolphi-Solero T, et al. The second life metaverse and its usefulness in medical education after a quarter of a century[J]. J Med Internet Res, 2024, 26: e59005.
- [10] Liu J Y W, Yin Y H, Kor P P K, et al. The effects of immersive virtual reality applications on enhancing the learning outcomes of undergraduate health care students: systematic review with meta-synthesis[J]. J Med Internet Res, 2023, 25: e39989.
- [11] Zhang R X, Jin X Y, Liu M, et al. The effectiveness of augmented reality/mixed reality in medical education: a meta-analysis[J]. BMC Med Educ, 2025, 25(1): 1586.
- [12] Popov V, Mateju N, Jeske C, et al. Metaverse-based simulation: a scoping review of charting medical education over the last two decades in the lens of the ‘marvelous medical education machine’[J]. Ann Med, 2024, 56: 2424450.
- [13] Li Q, Duan H, Zhou X X, et al. The use of metaverse in medical education: a systematic review[J]. Clin Med (Lond), 2025, 25(3): 100315.
- [14] Bojic I, Mammadova M, Ang C S, et al. Empowering health care education through learning analytics: in-depth scoping review[J]. J Med Internet Res, 2023, 25: e41671.
- [15] Neher A N, Bühlmann F, Müller M, et al. Virtual reality for assessment in undergraduate nursing and medical education – a systematic review[J]. BMC Med Educ, 2025, 25(1): 292.
- [16] Mergen M, Graf N, Meyerheim M. Reviewing the current state of virtual reality integration in medical education – a scoping review[J]. BMC Med Educ, 2024, 24(1): 788.
- [17] Lau J, Dunn N, Qu M, et al. Metaverse technologies in acute care medical education: a scoping review [J]. AEM Educ Train, 2025, 9(1): e11058.

## 引用本文

张雯,张敏,马畅畅,等. 面向全周期医学教育培训与管理的“复旦中山惠生智育”元宇宙平台:设计思路与早期实践[J]. 元宇宙医学,2026,3(1):47-51.

Zhang W, Zhang M, Ma C C, et al. A metaverse platform (“Huisheng Intelligent Education”) for full-cycle medical education, training, and management: design rationale and early practice[J]. Metaverse Med, 2026, 3(1):47-51.