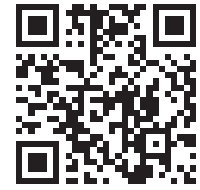


DOI:10.61189/963251zxxtmk

· 专题报道 ·

虚实共生:元宇宙驱动下运动医学教育生态的数字化重构与治理优化

赵修涵^{1*}, 刘宗玉², 牛海涛¹

1. 山东大学体育学院, 济南 250061

2. 浙江大学教育学院, 杭州 310058

[摘要] 元宇宙作为新兴技术范式,正在深刻重塑医学教育生态。研究立足运动医学教育情境,采用文献分析、逻辑推理等方法,在梳理元宇宙发展现状的基础上,以生态学视角审视了元宇宙驱动下运动医学教育各要素的数字化重构进程,探析了虚实融合培养路径,并提出了优化运动医学教育治理的策略建议。研究认为,元宇宙语境下运动医学教育生态呈现虚实共生、科教协同、跨界融合的新图景。应坚持以人为本、技术赋能的理念,推动形态重塑、场景创新、模式变革,打造沉浸交互的学习体验,构建开放共享的知识网络,健全协同创新的育人机制,促进理论与实践、教学与科研、学校与医院的深度融合,建成具备国际竞争力的高素质运动医学人才培养体系,为医体融合发展注入新动能。

[关键词] 元宇宙;运动医学教育;生态系统;数字化重构;治理优化

[中图分类号] R 875 **[文献标志码]** A

Virtual-real symbiosis: digital reconstruction and governance optimization of the sports medicine education ecosystem driven by the metaverse

ZHAO Xiuhuan^{1*}, LIU Zongyu², NIU Haitao¹

1. Department of Sport and Exercise Science, Shandong University, Jinan 250061, Shandong, China

2. College of Education, Zhejiang University, Hangzhou 310058, Zhejiang, China

[Abstract] As an emerging technological paradigm, the metaverse is profoundly reshaping the ecology of medical education. Grounded in the context of sports medicine education, this study employs methods such as literature analysis and logical reasoning to examine the current state of metaverse development. From an ecological perspective, it investigates the digital reconstruction process of various elements in sports medicine education driven by the metaverse and explores the integrated cultivation path of virtual and reality. Furthermore, it proposes strategic recommendations for optimizing sports medicine education governance. The study suggests that under the metaverse context, the ecology of sports medicine education presents a new landscape featuring virtual-real symbiosis, science-education collaboration, and cross-border integration. Adhering to the concept of people-oriented and technology-empowered, it is essential to promote morphological reshaping, scenario innovation, and model transformation. This involves creating an immersive and interactive learning experience, building an open and shared knowledge network, and improving the collaborative innovation mechanism for talent cultivation. By promoting deep integration of theory and practice, teaching and research, and schools and hospitals, a high-quality sports medicine talent training system with international competitiveness can be established, injecting new momentum into the integrated development of sports and medicine.

[Key Words] metaverse; sports medicine education; ecosystem; digital reconstruction; governance optimization

信息技术的飞速发展和智能时代的加速到来正推动元宇宙成为数字经济发展的新蓝海和科技创新的新前沿^[1]。随着元宇宙在医学领域的应用日益受到关注。2022年,白春学教授及其团队^[2-3]提出了元宇宙医学的定义,即借助AR和VR眼镜实现的物联网医学。专家组还进一步讨论了医学语境

下元宇宙的定义、概念和应用场景,以及其临床重要性。Yang等人^[4]的研究表明,建立医学元宇宙的条件已经成熟。

作为数字化转型的重点领域,教育正面临着前所未有的变革和挑战。如何充分发挥元宇宙技术优势,打造高质量医学教育资源,推动优质医疗卫

[收稿日期] 2024-12-03

[接受日期] 2024-12-15

[作者简介] 赵修涵,博士,副教授。

* 通信作者 (Corresponding author). Tel: 0531-88392266, E-mail: zhaoxiuhan@sdu.edu.cn

生服务供给,已成为医学教育界亟需思考和探索的重大课题。

作为医学与体育交叉融合的新兴学科,运动医学肩负着增强全民体质、提高健康水平的重要使命。然而,当前运动医学教育仍存在实践教学资源匮乏、跨学科融合不足、科教协同创新乏力等问题,亟需以新技术变革为契机,重塑运动医学教育生态,优化人才培养体系。元宇宙所蕴含的沉浸式体验、虚拟仿真、实时交互等技术特性,为破解这些难题、推动运动医学教育变革带来了新的路径和可能。已有研究^[5]表明,元宇宙有望突破时空界限,创设沉浸式教学场景,促进优质资源共建共享,为教育变革注入新动能。然而,现有探索主要聚焦于元宇宙通用技术在教育领域的应用,鲜有研究深入探索运动医学教育领域应用。事实上,运动医学教育因其特有的跨学科交叉融合属性,更需借助元宇宙技术打通医壁垒,创新复合型人才培养模式。本研究拟立足运动医学教育生态视角,采用文献研究、逻辑分析等方法,梳理元宇宙发展现状,剖析其驱动下的运动医学教育的变革逻辑,探究数字化重构路径,并提出治理优化策略,以期运动医学教育变革实践提供理论参考和决策依据。

1 元宇宙发展现状与运动医学教育变革

1.1 元宇宙的概念内涵、技术架构与发展态势 元宇宙(metaverse)源于1992年科幻小说《雪崩》^[6],指一个由计算机和网络构成的虚拟世界。2021年,随着Roblox上市、Facebook更名,元宇宙迅速升温,成为学术界和产业界持续关注的热点话题。广义而言,元宇宙是利用科技手段进行链接与创造的,与现实世界映射与交互的虚实相融的新型数字生态,具有沉浸性、交互性、可扩展性等特征。从技术架构看,元宇宙融合了人工智能、区块链、云计算、数字孪生、虚拟现实等多种新兴技术,可划分为基础设施层、平台生态层、内容创作层、经济系统层和治理监管层。

近年来,在政策环境的推动下,元宇宙呈现出多路径、全方位发展的态势。一是国家高度重视,政策持续发力。2021年10月,商务部等24部门联合发布《“十四五”服务贸易发展规划》,提出加快服务贸易数字化进程。全国已有多个省、市、区在其“十四五”规划、政府工作报告、相关产业规划和扶持政策中提及元宇宙及其关联产业。二是企业广泛布局,产业蓬勃发展。谷歌、苹果、腾讯等科技巨头纷纷入局,抢占元宇宙先发优势。初创企业在虚

拟偶像、数字藏品等垂直领域不断涌现,推动产业生态日益完善。三是技术加速突破,场景持续拓展。虚拟现实、人工智能、区块链等支撑性技术不断取得新进展。教育、医疗、文旅等领域成为元宇宙应用的“试验田”,催生出众多创新实践。

1.2 元宇宙驱动下运动医学教育的机遇挑战和变革趋势 元宇宙为运动医学教育带来前所未有的发展机遇^[7]。第一,元宇宙为学习者创设沉浸式学习环境,通过打破物理时空限制,营造身临其境的学习体验,强化对医学概念的理解。第二,通过构建虚实融合实训平台,让学生反复练习手术操作等临床技能,有效弥补实习资源短缺问题。第三,促进优质资源共享应用,实现名师课程、专业数据库等优质内容的广泛共享,扩大优质教育资源辐射范围。

但元宇宙也给运动医学教育带来诸多挑战,包括传统观念认知冲突、数字鸿沟问题凸显、师生信息素养有待提升、质量评价标准亟待建立等。虚拟与现实的边界模糊,可能引发伦理困境;软硬件设备良莠不齐、网络条件参差不齐,可能加剧优质教育资源分配不均;部分教师对元宇宙技术应用能力不足,学生自主学习意识薄弱;缺乏科学评价元宇宙教学效果的指标体系,难以判断其对提升人才培养质量的实际贡献。

2 元宇宙运动医学教育生态要素的数字化重构

生态学理论强调系统要素之间的内在联系和动态平衡。运动医学教育生态系统由环境、资源、主体、模式等要素组成,各要素相互作用、彼此影响。元宇宙的出现,正在深刻重塑运动医学教育生态要素形态,数字化、智能化特征日益凸显。

2.1 环境形态重塑:从物理空间到虚拟仿真场景 教育环境是影响学习效果的关键变量^[8]。传统运动医学教学环境以课堂、实验室等物理空间为主,存在空间局促、资源有限等问题,难以满足医教协同、科教融合的需求。元宇宙为构建开放、交互、沉浸的学习环境提供了新的可能,催生出虚拟教室、虚拟实验室、虚拟医院等新型教学空间形态。

虚拟教室依托VR、AR等技术构建身临其境的学习情境,营造全景式、多维度的知识呈现效果,提供实时互动、即时反馈的交流渠道,有助于提升学习参与度和认知体验感。虚拟实验室基于Unity 3D等引擎构建高度仿真的实验场景,提供拟真的实验工具、实验对象和安全防护设施,并内置个性化指导、过程监控、效果评估等智能化功能模块,为学生进行实验操作训练、探索性学习提供了低成本、高

效率、可重复的环境^[9]。此外,虚拟医院作为元宇宙时代医学教育的创新产物和前沿探索,基于数字孪生、VR、AR、5G 等技术构建高度映射现实的沉浸式诊疗场景,涵盖门诊、病房、手术室、ICU 等功能板块,为学生进行临床实践、案例分析、院感防控等培训演练提供了开放、真实、安全的环境。元宇宙构建的虚拟仿真环境打破了物理时空限制,拓展了运动医学教育的新边界,必将推动实践教学向沉浸化、智能化方向升级。

2.2 资源形式再造:从静态呈现到动态生成 教学资源是学习内容的重要载体^[10]。传统运动医学教学资源以教材、讲义、挂图等静态形式为主,缺乏交互性和时效性,难以适应学习需求日益多样化、个性化的趋势。元宇宙引入动态捕捉、实时渲染、参数化设计等技术手段,推动教学资源从“静态呈现”走向“动态生成”,催生出虚拟教具、智能课程、开放教程等新型资源类型。

虚拟教具利用三维建模、AR、VR 等技术,将人体结构、病理标本、诊疗工具等实物转化为可动态观察、实时交互的数字化模型。学生可随时随地对其进行 360° 全方位浏览、拆解和操作,直观理解人体结构功能和疾病发生发展规律。智能课程基于自适应学习理论,利用人工智能、大数据分析、智能推荐等技术,针对学生个体的学习情况、认知风格、兴趣爱好等,自动生成个性化学习路径、习题训练、资源推送方案,并根据其学习行为和效果评估动态调整优化策略,实现“因材施教、精准教学”。开放教程聚合在线课程、虚拟实验、三维动画、交互式练习等多种媒体形式的数字化学习资源,综合运用认知工具、协作平台、社交网络、资源管理系统等,为学生提供自主、开放、社会化的学习体验。

2.3 学习方式变革:从被动接受到主动建构 学习方式反映主体与环境、资源的互动模式。传统运动医学教学以教师讲授为主,学生被动听讲,缺乏互动交流和反思内化,不利于激发内生学习动力。元宇宙营造沉浸交互体验,为学生自主探究、协作练习提供了新的可能,推动学习方式从“被动接受”到“主动建构”的转变^[11]。

首先,学生可利用数据手套、体感设备等穿戴式装置,亲历临床情境,操作虚拟器械,感受真实诊疗过程,获得身临其境的学习体验。其次,元宇宙中的仿真实验室、虚拟解剖室为其提供了便利条件,学生可反复拆解人体、操控数据,开展研究性学习,获得发现知识的新体验。再次,元宇宙提供了虚拟教室、三维白板、全息投影、数字化身等协作工

具,为学生开展头脑风暴、联合攻关等探究性学习活动提供支持。

2.4 育人机制创新:从单向评价到多维融合 育人机制是保障人才培养质量的关键。传统运动医学教育实行“一考定终身”的评价导向,重结果,轻过程,难以全面衡量学生综合素质。元宇宙时代,海量学习行为数据的采集,支撑形成性评价、多元评价等方式创新,推动育人机制从“单向度评价”到“多维度融合”,加速构建“评价促进发展”的良性生态^[12]。

过程性评价聚焦学习全周期,利用学习分析、教育大数据等技术,追踪学生在虚拟学习空间中的浏览、讨论、问答、测验等行为数据,评估其参与度、互动度、完成度、满意度等,绘制个性化学习画像,诊断优势短板,提供精准反馈指导,引导学生改进学习策略。多元评价整合教师评价、学生自评、同伴互评等多视角,利用虚拟教室、协作平台、投票工具等,开展 360° 全景评估,综合考察学生知识、能力、品格等,引导其找准发展定位。元宇宙时代,大数据、人工智能等技术的应用,为精准画像学生知识、能力、人格等多维素质提供了可能。

3 虚实融合发展:构建元宇宙时代运动医学教育新生态的路径探索

元宇宙时代,虚实交融、数实共生成为运动医学教育演进的必然趋势。未来需开放审视技术变革带来的机遇挑战,探索虚实融合发展的实践路径,重构运动医学教育生态,培育高素质复合型医学人才。

3.1 打造沉浸式教学场景,提升学习体验 沉浸式学习强调身临其境的知识习得过程^[13]。运动医学教育可依托 VR、AR、MR 等技术,构建高度仿真的虚拟教学场景,营造沉浸、交互、动态的学习氛围,调动学习者多感官参与,获得身心统一的学习体验^[14]。

具体实施策略包括:(1)搭建虚拟解剖实验室,在三维虚拟环境中构建逼真的人体结构模型,嵌入解剖学知识库,学生可利用体感设备反复观察、拆解、组合人体结构。(2)构建全景手术模拟系统。针对骨科、胸外科等高风险手术设计沉浸式交互式训练平台,利用力反馈设备、动作捕捉设备等使学生参与虚拟手术全流程,强化其操作技能。(3)开发多人协作门诊系统。营造虚拟门诊情境,并内置标准化病人,学生可结对开展互动式角色体验,锻炼思辨能力、沟通能力、团队协作能力。(4)设计虚拟病

房管理平台。利用数字孪生、5G 传输等技术,搭建与现实高度映射的虚拟病房,学生可通过 AR 眼镜远程查房,制定个性化诊疗方案。(5)创设智慧康复训练空间。整合运动捕捉、人机交互、智能算法等,为运动损伤、术后康复患者提供趣味化、沉浸式的康复指导,学生可跟踪数据变化,评估康复效果。

3.2 创设智慧学习助手,优化认知体验 人工智能、脑机接口等认知技术的发展,使个性化、精准化学习成为可能^[15]。运动医学教育应积极利用智能算法、知识图谱、数据挖掘等,因材施教,优化学习过程,提升教育质量。

主要包括:(1)构建学习行为画像。采集学生在虚拟学习空间的浏览、答题、讨论、操作等数字行为数据,利用机器学习算法建立个体学习特征模型,包括认知风格、知识状态、能力结构等,做到“一人一档”。(2)生成个性学习方案。对接学科知识图谱和教学资源库,基于行为画像中诊断的优势特征和短板不足,为每位学生规划契合其特点的学习路径、学习内容、呈现方式等,做到“一人一策”。(3)推送精准学习资源。综合个体学习需求和环境语境,利用智能推荐技术自动匹配微课视频、医学文献、临床案例、虚拟实训项目等学习资源,实现“一人一推”。(4)提供智能导学服务。设计对话式问答、数理分析、概念可视化等认知助手,及时解答学生疑问,矫正错误认知,引导深度思考,做到“一人一帮”。(6)评估优化学习效果。连续记录学生的课堂测验、虚拟实操、在线讨论等表现,利用学习分析技术评估知识掌握水平、技能提升幅度、分析思维能力等,并据此改进个性化学习方案,形成闭环反馈,实现“一人一评”。

3.3 构建开放共享平台,促进优质资源汇聚 优质教育资源是提升人才培养质量的关键。元宇宙时代,云计算、区块链、数字版权等新技术的应用,将推动运动医学教学资源的全面数字化、网络化转型,为共建共享开放优质资源创造了有利条件^[16]。

主要包括:(1)汇聚在线优质课程。引导国内外一流高校、顶级专家通过云平台共建优质在线开放课程。课程内容涵盖运动解剖学、运动生理学、运动创伤学、体育康复理论、体质测评等学科专业知识,呈现形式包括微课视频、VR、AR 课件、H5 动画、直播讲座等。(2)整合虚拟仿真实验。面向运动损伤处置、运动处方制定、体能评估等实践应用环节,开发高仿真、强交互、可重复的虚拟仿真实验项目。允许学生可远程访问心肺运动试验、关节镜检查、骨折内固定、心脏复苏等操作训练。(3)集成临

床案例资源。以知名教学医院为依托,遴选典型病例,开发基于 VR/AR 的沉浸式案例库,囊括多发运动损伤、慢性运动疾病等不同发病机制、严重程度、治疗手段的案例。(4)构建学术资源中心。联合权威学术机构共同建设运动医学领域学术资源中心,提供顶级期刊文献、会议论文、研究报告、指南规范等,并支持科研项目管理、学术交流研讨、成果转化应用等。

3.4 创新“医教协同”机制,提升复合型人才培养质量 运动医学是典型的应用型、复合型学科,需要医学与体育学科的交叉融合,更需产学研各界的协同培养。元宇宙为创新协同育人机制、深化开放合作提供了新的可能。

(1)需深化医教协同^[17]。发挥大学附属医院“教学、科研、临床”三位一体的优势,将国家级体育医院、骨科医院等优质教学资源引入高校。开设临床教授制,选派高水平临床专家到校授课、指导实习。鼓励高校教师到医院参与教学查房、专题讲座。(2)需推进校企合作。吸引医疗器械、体育用品等行业龙头企业参与人才培养全过程。合作共建 VR/AR 实验室,开发医用软件、康复器械;联合攻关核心技术,孵化创新项目;共同制定人才培养方案,开发订单式课程。(3)需加强科教融合。依托国家重点实验室、工程研究中心等,开展前沿科技攻关。支持高校教师与科研院所联合申报国家级科研项目,围绕组织再生、运动康复等开展协同攻关。(4)需深化国际交流。充分利用元宇宙的开放属性,与国际知名高校、医疗机构开展网上教学研讨、科研协作、学分互认等。利用 AR/VR 进行远程会诊、手术示教。加强与国际组织的对话交流,建立国际认证标准。协同创新的运动医学人才培养机制,突破了医教壁垒、校企壁垒、科教壁垒,将加速推进体医融合,提升复合型人才培养质量。

4 治理体系再造:优化元宇宙时代运动医学教育生态的政策建议

元宇宙引领的运动医学教育变革,不仅对人才培养模式、教学组织形态等带来颠覆性影响,更对教育治理体系提出全新挑战。传统的管理制度、保障机制难以适应数字化、网络化、智能化发展需求,未来亟需以开放包容的理念审视新技术带来的机遇挑战,营造有利于运动医学教育高质量发展的制度环境。

4.1 健全质量监管机制,提升人才培养水平 质量教育的生命线。当前,运动医学专业在办学定

位、教学条件、师资队伍、课程教材等方面尚存在同质化、碎片化等问题,整体发展水平参差不齐。元宇宙时代,医教协同、科教融合不断深化,对人才培养提出更高要求,需进一步完善质量保障与监管制度,加强过程管控和绩效评估,提升人才培养质量^[18]。

(1)应制定教育标准规范。围绕元宇宙环境下复合型运动医学人才的培养目标,科学制定专业教学标准,明确沉浸式课程、VR 实验项目、智慧学习助手等建设要求。(2)应创新质量评估模式。将过程性数据纳入考核指标,综合教学场景设计、师生互动效果、学生参与度等,多维度评判数字教学效果。(3)应加强师德师风建设。建立教师信用档案,加强人文关怀和心理疏导,激发教书育人内生动力。(4)营造良好育人生态。建立多元协同、开放共享的运动医学教育利益相关者联盟,搭建政产学研医各方交流合作平台。

4.2 完善资源配置机制,促进优质资源普惠共享
高质量的教育资源是人才培养的核心要素。当前,优质运动医学教育资源在区域、城乡、校际间分布不均,数字鸿沟问题凸显。元宇宙时代,VR/AR 教学场景、智慧学习助手、虚拟仿真实验等新型教学资源亟需开发,普及不足将进一步加剧教育不公。亟需创新资源配置机制,推动优质资源共建共享、普惠发展。因此,我们需(1)加大资金投入力度。设立国家级运动医学教育专项基金,重点支持 VR/AR 实验室、沉浸式教学场景、在线开放课程等建设。(2)建立资源共享联盟。整合区域内政府、高校、医院、企业等多方力量,搭建开放共享的运动医学教育资源公共服务平台,实现优质资源区域内共建共享。(3)打造精品在线课程。遴选国内外知名专家学者,组建跨校跨区课程联盟,合作开发精品视频公开课、VR 微课、慕课等在线开放课程。(4)缩小数字鸿沟。在城乡发展薄弱地区实施数字基础设施提升工程,改善网络条件。对贫困家庭学生给予智能终端补贴,提供技术指导培训,提升数字素养。

4.3 完善法律法规,营造良好制度环境
法律法规是规范教育行为、保障教育公平、促进教育发展的重要手段。当前,现行教育法律体系主要着眼于线下教学,缺乏对算法推荐、智能评价、隐私保护等新情况新问题的法律规制,易滋生失范行为。元宇宙时代,亟需加快教育法治建设步伐,以法律的形式确立教育数字化转型的基本方向、基本原则,以法治保障教育变革行稳致远^[19]。

(1)将教育数字化转型上升为国家战略。制定国家层面的教育信息化顶层设计,明确提出大力发展智能教育,推动信息技术与教育教学深度融合。(2)加快教育领域数字立法。制定《教育信息化促进法》,明确发展目标、基本原则,划定政府、学校、企业权责边界。(3)强化知识产权保护。加大优质教育资源知识产权保护力度,严厉打击侵权盗版行为。(4)加强数据安全保护。制定教育数据安全管理条例,明确数据采集、传输、存储、使用、销毁等环节的安全要求。

4.4 加强师资队伍建设,提升信息素养和创新能力
教师是教育发展的第一资源^[20]。运动医学教育数字化转型,对教师的信息技术应用能力、跨界整合创新能力提出了更高要求。然而,当前不少教师仍秉持传统的“满堂灌”思维定式,缺乏利用 VR、AR、人工智能等数字新技术变革教学模式的意识和能力。亟需加强师资队伍建设,激发教育教学创新活力。(1)强化教师信息技术培训。制定教师信息技术应用能力标准,针对 VR/AR 教学设计、智慧教学工具应用等开展培训。(2)加强跨学科复合型教师培养。支持临床医学专业教师辅修体育教育、运动人体科学等专业;鼓励体育专业教师攻读运动医学、康复医学等学位。(3)营造尊师重教良好氛围。提高教师薪酬待遇,完善职称评聘制度,畅通职业发展通道。(3)建设高水平数字创新团队。遴选学科领军人才,组建跨学科、跨院校创新团队,承担国家重大教学科研项目。

5 小 结

随着信息技术的日新月异和智能时代的加速到来,元宇宙作为人类社会发展的未来形态,正在对各行各业产生深远影响。教育作为国之大计、党之大计,肩负着立德树人、培养社会主义建设者和接班人的重任。运动医学作为体育与医学交叉融合的新兴学科,承载着增强人民体质、促进全民健康的神圣使命。将元宇宙引入运动医学教育,利用虚拟现实、数字孪生、人工智能等新技术重塑人才培养模式,既是顺应时代发展大势的迫切需要,也是推动体教融合、助力健康中国建设的必然选择。本文立足运动医学教育变革实践,着眼培养高素质创新人才,从环境、资源、模式和治理 4 个维度系统审视了元宇宙驱动下运动医学教育生态的演进逻辑、发展路径和政策保障,为推动运动医学教育优化升级提供了路径遵循,为营造规范有序、开放包容的运动医学教育发展环境提出了制度建议。

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 赵修涵:撰写论文;刘宗玉、牛海涛:修改论文。

参考文献

- [1] 周文泓,文利君,赵婧羽,等. 人工智能作为数字遗产的保存:档案领域的行动展望[J]. 北京档案, 2023,4: 10-14.
- [2] YANG D W, ZHOU J, SONG Y L, et al. Metaverse in medicine [J]. Clin eHealth, 2022, 5: 39-43.
- [3] 白春学. 元宇宙医学之我见[J]. 中国医药导刊, 2023, 25 (1): 1-6.
- [4] YANG D W, ZHOU J, CHEN R C, et al. Expert consensus on the metaverse in medicine[J]. Clin eHealth, 2022, 5: 1-9.
- [5] 刘皓晖,练宇潇,郭 振,等. 新质生产力赋能体育教育:作用机理、关键维度与推进策略[J]. 沈阳体育学院学报, 43 (6): 1-8.
- [6] 王 曦. 面向元宇宙技术体系的数字图书馆建设研究[J/OL]. 情报科学, 2024, 1-6.
- [7] 张静怡,韩春花,佟泽华. 元宇宙视角下科研大数据初生研究:模型构建、核心活动与增值策略[J]. 情报理论与实践, 2024, 47(12): 89-96.
- [8] 徐 建,王 俊,钟 正,等. 教育元宇宙时代教师发展的挑战与应对[J]. 开放教育研究, 2022, 28(3): 51-56.
- [9] MASSETTI M, CHIARIELLO G A. The metaverse in medicine [J]. Eur Heart J Suppl, 2023, 25: B104-B107.
- [10] 余超凡,赵志群. 数字化转型下职业教育元宇宙的建设逻辑、系统框架与实践路径[J]. 成人教育, 2024, 44(11): 69-76.
- [11] 贾 炜. 数智技术催生开放大学育人新生态[J]. 开放教育研究, 2024, 30(5): 27-35.
- [12] 田爱丽,王钰彪. 元宇宙服务教育教学的技术潜能、现实挑战与困境突破[J]. 杭州师范大学学报(社会科学版), 2023, 45(2): 51-58+77.
- [13] 马永强. 论技术范式转移下元宇宙的法律治理[J]. 中国法学, 2024, 5: 103-122.
- [14] QIU C S, MAJEED A, KHAN S, et al. Transforming health through the metaverse [J]. J R Soc Med, 2022, 115 (12): 484-486.
- [15] 董星辰,马国巍. 元宇宙视域下职业教育智慧学习空间的建构框架与实践进路[J]. 成人教育, 2024, 44(9): 80-85.
- [16] 宋雅馨,余兰芳. 元宇宙技术赋能全民健身的内在逻辑、风险及防控路径[J]. 广州体育学院学报, 2024, 44(2): 110-119.
- [17] 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.
- [18] 张 黎,周 霖. 机理、隐忧与出路:元宇宙赋能在线教育具身化转型的现象学反思[J]. 理论月刊, 2023, (2): 152-160.
- [19] 蒋瑜洁,关 昕. 日本元宇宙产业的发展现状、推进机制与经验借鉴[J]. 现代日本经济, 2024, 43(6): 50-67.
- [20] 李艺璇. 元宇宙赋能地理教学的学习模式探析[J]. 地理教学, 2024(5): 12-15.

引用本文

赵修涵,刘宗玉,牛海涛. 虚实共生:元宇宙驱动下运动医学教育生态的数字化重构与治理优化[J]. 元宇宙医学, 2024, 1 (4): 6-11.

ZHAO X H, LIU Z Y, NIU H T. Virtual-real symbiosis: digital reconstruction and governance optimization of the sports medicine education ecosystem driven by the metaverse[J]. Metaverse Med, 2024, 1(4): 6-11.