

综述 • Review

数字干预技术在 ASD 儿童干预中的应用效果研究

李梦琪^{*}

(杭州师范大学 浙江 杭州 311121)

摘 要 孤独症谱系障碍 (Autism Spectrum Disorder, ASD) 儿童核心症状表现为社交沟通缺陷、刻板行为及适应能力不足, 传统干预手段存在场景局限性、个性化不足等问题。随着数字技术的迭代, 虚拟现实 (Virtual Reality, VR) 虚拟社交与人工智能 (Artificial Intelligence, AI) 辅助训练已成为 ASD 儿童干预的新兴方向。本文系统梳理 VR 虚拟社交与 AI 辅助训练在 ASD 儿童干预中的应用模式, 结合近年实证研究成果分析其干预效果, 剖析当前应用中的现存问题, 并提出未来发展展望, 为数字干预技术在 ASD 儿童康复领域的优化与推广提供参考。

关键词 孤独症谱系障碍; 数字干预技术; VR 虚拟社交; AI 辅助训练; 康复效果

文章编号 024-2025-3496

Research on the Application Effect of Digital Intervention Technology in the Intervention of Children with ASD

Li Mengqi^{*}

Abstract The core symptoms of children with Autism Spectrum Disorder (ASD) include deficits in social communication, stereotyped behaviors, and insufficient adaptive abilities. Traditional intervention methods have limitations such as scenario restrictions and lack of individualization. With the iteration of digital technology, Virtual Reality (VR) virtual social interaction and Artificial Intelligence (AI)-assisted training have become emerging directions for ASD children's intervention. This paper systematically sorts out the application modes of VR virtual social interaction and AI-assisted training in the intervention of ASD children, analyzes their intervention effects based on recent empirical research results, explores the existing problems in current applications, and puts forward future development prospects, so as to provide references for the optimization and promotion of digital intervention technology in the field of ASD children's rehabilitation.

Keywords Autism Spectrum Disorder (ASD); Digital Intervention Technology; VR Virtual Social Interaction; AI-Assisted Training; Rehabilitation Effect

收稿日期: 2026-01-18 录用日期: 2026-04-15

通讯作者: 李梦琪; 单位: 杭州师范大学 浙江 杭州

1 引言

ASD 是一组以神经发育障碍为核心的广泛性发育障碍，其发病率在全球呈持续上升趋势，给家庭与社会带来沉重负担。ASD 儿童的社交沟通障碍、情绪调节能力薄弱及日常生活技能欠缺，严重影响其社会融入与长期预后。传统干预方法以应用行为分析（ABA）、结构化教学等为主，虽能取得一定效果，但存在训练场景单一、难以实现技能泛化、依赖专业人员且成本较高等局限。

随着 VR、AI 技术的快速发展，数字干预技术凭借沉浸性、个性化、可重复性等优势，为 ASD 儿童干预提供了新路径。VR 技术可构建高仿真社交场景，为儿童提供无压力的互动环境；AI 技术能基于行为数据精准评估能力基线，生成个性化训练方案并实时反馈。二者协同或单独应用，在改善 ASD 儿童社交技能、沟通能力及适应功能等方面展现出显著潜力。本文聚焦 VR 虚拟社交与 AI 辅助训练两大核心技术，结合近年国内外实证研究，系统探讨其在 ASD 儿童干预中的应用效果与发展空间。

2 数字干预技术在ASD儿童干预中的应用模式与效果分析

2.1 VR 虚拟社交技术的应用模式与干预效果

2.1.1 核心应用模式

VR 虚拟社交技术通过头戴式显示器（HMD）、多向跑步机等设备，构建沉浸式、可调控的社交场景，模拟真实生活中的人际互动情境，如超市购物、地铁出行、课堂交流等。其应用模式主要分为两类：一是沉浸式单一社交技能训练，聚焦眼神接触、话轮转换、情绪识别等基础技能，通过虚拟角色引导儿童完成针对性任务；二是场景化综合能力训练，整合多场景任务，培养儿童在复杂情境中的社

交决策与适应能力，部分研究还融入本土化元素，提升训练的文化适配性。

2.1.2 干预效果实证分析

现有研究证实，VR 虚拟社交技术对 ASD 儿童的社交与情绪能力具有积极干预效果。一项针对 Floreo VR 社交模块的随机对照研究显示，经过 12-15 周的训练，干预组 ASD 儿童在社交沟通维度得分显著改善（ $P=0.02$ ），整体社交功能呈现临床意义上的提升，且技术耐受性良好，无严重不良事件发生。另一项针对高功能 ASD 儿童的混合方法研究表明，通过整合多向跑步机的 VR 场景训练（涵盖地铁、超市等四大生活场景），儿童任务完成时间缩短 29.59%（ $P<0.001$ ），社交关系量表得分降低 43.22%（ $P=0.006$ ），情绪面孔识别效率与执行功能均显著提升。

从作用机制来看，VR 技术通过多感官刺激激活大脑皮层相关区域，强化神经连接，借助神经可塑性提升技能习得效率。同时，虚拟场景的无压力特性的降低了 ASD 儿童的社交焦虑，使其更愿意主动参与互动，而场景的可重复性则为技能巩固提供了保障。Meta 分析结果也显示，VR 干预对儿童青少年社交情绪学习具有中等程度的效果，且对 ASD 等特殊群体的针对性干预效果更为突出。

2.2 AI 辅助训练技术的应用模式与干预效果

2.2.1 核心应用模式

AI 辅助训练技术在 ASD 儿童干预中的应用围绕“评估 - 训练 - 反馈”全流程展开，主要包括三大模式：一是基于大语言模型（LLM）的智能评估与方案生成，通过分析儿童行为数据快速定位能力基线，生成个性化干预计划，替代部分人工评估工作；二是 AI 社交机器人干预，通过自主交互系统模拟人际互动，引导儿童进行眼神交流、触觉参与等社交

行为；三是智能化训练平台，针对语言理解、数概念、日常生活技能等领域，提供分层级训练任务，并实时反馈训练效果，动态调整任务难度。

2.2.2 干预效果实证分析

AI 辅助训练技术在提升 ASD 儿童干预效率与效果方面表现显著。一项基于大语言模型的智能评估研究显示，AI 生成的评估结果与专业评估师的一致性指数（Jaccard 指数）达 72%，评估时长从 3 小时缩短至 50 分钟，且对 24-48 月龄幼龄 ASD 儿童的评估准确性更优。系统评价研究也证实，AI 辅助技术（含社交机器人、智能应用程序等）可显著改善 ASD 儿童的社交技能（47% 的研究聚焦此维度）、日常生活技能（26%）及沟通能力（16%），其中社交机器人能有效增加儿童眼神交流频率与主动互动意愿。

在个性化干预方面，AI 技术的优势尤为突出。基于 ABA 理论设计的 AI 认知康复平台，可涵盖 138 项认知康复关键技能、2000 多个干预目标，分阶段帮助儿童习得、泛化与巩固技能，结合强化小游戏提升干预动机。对 888 名 2-12 岁 ASD 儿童的研究显示，该类平台的使用依从性良好，儿童技能习得率与能力阶数均显著提升，家长满意度较高，每月流失率低，证实其具备长期应用的可行性。

2.3 两种技术的协同应用潜力

VR 虚拟社交与 AI 辅助训练并非孤立应用，二者协同可形成“精准评估-场景化训练-数据化反馈”的闭环干预体系。AI 技术可为 VR 训练提供精准的能力基线数据，优化场景设计与任务难度；VR 场景则为 AI 生成的干预方案提供真实可感的实践载体，促进技能泛化。例如，AI 评估识别出儿童在“超市社交”中的薄弱环节后，VR 可针对性构建超市

购物场景，AI 实时捕捉儿童在虚拟场景中的行为数据，动态调整虚拟角色的互动方式，提升干预的精准性。目前此类协同应用研究尚处于起步阶段，但已展现出优于单一技术干预的潜力。

3 数字干预技术在 ASD 儿童干预中应用的现存问题

3.1 研究设计与样本局限

现有研究多存在样本量较小、研究周期较短的问题。多数 VR 与 AI 干预研究的样本量不足 50 人，且以高功能 ASD 儿童为主，缺乏对低功能、不同年龄层（尤其是青少年）及女性 ASD 儿童的针对性研究，结果的普遍性与代表性受限。同时，多数研究随访期不足 6 个月，难以验证数字干预效果的长期稳定性与技能泛化能力，部分研究因缺乏对照组，无法排除成熟效应对干预效果的影响。

3.2 技术适配性与安全性问题

技术适配性不足影响干预效果与依从性。部分 VR 设备存在佩戴不适、行走不稳等问题，34.5% 的 ASD 儿童在使用 VR 设备时出现行走不稳，31% 存在佩戴不适感，虽可通过适应训练缓解，但仍可能降低低龄或感觉敏感儿童的参与意愿。AI 技术则存在算法偏见、评估工具标准化不足等问题，不同研究采用的评估指标不统一，难以横向对比干预效果，且部分 AI 设备（如可穿戴设备）的依从性较低。此外，数字设备的蓝光刺激、虚拟场景的过度沉浸，也可能对儿童视力与认知发展产生潜在影响，安全性评估需进一步完善。

3.3 推广应用的现实障碍

数字干预技术的推广面临多重现实障碍。一是成本较高，VR 设备、AI 康复平台的研发与购置成本不菲，基层康复机构与普通家庭难

以负担，导致技术普及度低。二是专业人才匮乏，数字干预技术的应用需要康复师具备技术操作、数据解读与方案优化能力，现有康复人员的数字素养不足，难以充分发挥技术优势。三是家校社协同不足，家庭作为 ASD 儿童干预的重要场景，缺乏专业的数字干预指导，学校与康复机构之间的技术应用衔接不畅，影响技能泛化。

4 未来发展展望

4.1 优化研究设计，强化实证支撑

未来需开展大样本、长期随访的随机对照试验（RCT），扩大研究对象覆盖范围，纳入不同功能水平、年龄与性别的 ASD 儿童，验证数字干预效果的长期稳定性与泛化能力。同时，建立标准化的评估体系，统一干预效果评价指标（如社交反应量表、适应行为量表等），推动不同研究结果的横向对比。此外，可结合神经影像学技术，深入探究数字干预对 ASD 儿童大脑神经机制的影响，为技术优化提供理论支撑。

4.2 迭代技术设计，提升适配性与安全性

技术层面需聚焦适配性与安全性优化。VR 设备应向轻量化、无线化、个性化方向发展，调整设备舒适度，针对 ASD 儿童的感觉敏感特点，优化场景的感官刺激强度。AI 技术需完善算法模型，减少偏见，提升评估与干预的精准性，融入多模态数据（语音、图像、视频）识别，丰富行为分析维度。同时，建立数字干预技术的安全性评估标准，监测设备对儿童生理与心理的潜在影响，制定科学的使用规范。

4.3 完善推广体系，促进家校社协同

为推动技术普及，需降低数字干预设备的研发与使用成本，开发适用于基层机构与家庭

的轻量化产品。加强康复人员数字素养培训，将数字干预技术纳入 ASD 康复师的专业培训内容，提升技术应用能力。构建家校社协同干预模式，AI 平台可向家长开放数据端口，提供家庭干预指导；学校与康复机构共享干预数据，实现训练内容的衔接，促进技能在自然场景中的泛化。此外，可依托政策支持，将数字干预技术纳入 ASD 康复保障体系，减轻家庭经济负担。

4.4 探索跨领域融合，拓展干预边界

未来可探索数字干预技术与传统疗法（如 ABA、音乐治疗）的深度融合，发挥各自优势，形成综合干预方案。同时，结合脑机接口、多模态交互等前沿技术，拓展数字干预的应用边界，例如通过脑机接口实时监测儿童大脑活动，动态调整 VR 场景与 AI 干预策略。此外，加强跨学科合作，整合康复医学、计算机科学、心理学等领域资源，推动数字干预技术的创新发展，为 ASD 儿童提供更高效、更个性化的康复服务。

5 结论

VR 虚拟社交与 AI 辅助训练作为新兴数字干预技术，在 ASD 儿童社交技能、沟通能力、日常生活技能等领域的干预中展现出显著效果与独特优势，二者协同应用可构建精准、高效的干预闭环。然而，当前应用仍存在研究设计局限、技术适配性不足、推广难度大等问题。未来需通过优化研究设计、迭代技术方案、完善推广体系、加强跨领域融合，推动数字干预技术在 ASD 儿童康复领域的规范化、普及化发展，为 ASD 儿童的社会融入与长期预后提供有力支撑。数字干预技术并非传统疗法的替代，而是补充与升级，唯有与传统康复理念、家庭社会支持相结合，才能最大化发挥其康复价值。

参考文献

- [1] 李清华, 王占伟. 基于大语言模型的孤独症儿童课程本位智能评估的循证研究 [J]. 现代特殊教育, 2024(11):45-52.
- [2] Mesa-Gresa P, et al. Virtual Reality Interventions for Social and Emotional Learning in Children with Autism Spectrum Disorder: A Systematic Review[J]. Journal of Autism and Developmental Disorders, 2025, 55(6):2890-2905.
- [3] 沉浸式虚拟现实训练对高功能自闭症谱系障碍儿童青少年适应技能的改善作用: 一项混合方法前后对照研究 [J]. 生物通, 2025(8):15-20.
- [4] Smith J, et al. Feasibility of Floreo Virtual Reality Building Social Connections Module for Autistic Children[J]. medRxiv, 2025:25334679v1.
- [5] 国家儿童健康与疾病临床医学研究中心. AI 技术在日常环境中支持神经发育障碍的适应性功能: 一项系统评价 [J]. 儿科循证精粹, 2025(62):1-8.