

虚拟现实技术在儿童康复护理训练中的研究进展

田 茜*, 张芙琴

湘西自治州人民医院儿童保健康复科, 湖南 吉首

收稿日期: 2026年9月11日; 录用日期: 2026年10月2日; 发布日期: 2026年10月15日

摘 要

儿童康复需求持续增长, 脑瘫患病率约2‰~3‰, 自闭症谱系障碍患病率亦逐年上升。传统康复模式受限于人力不足、场景单一、费用高昂及个体化欠缺。虚拟现实(Virtual Reality, VR)技术凭借沉浸性、交互性与可定制性, 为儿童康复护理提供新契机。本文系统检索PubMed、Web of Science、CNKI等数据库, 综述VR在儿童康复训练中的应用现状、优势、效果及局限。结果表明, VR在脑瘫平衡与运动功能、自闭症社交与情绪认知、注意缺陷多动障碍认知训练及住院患儿疼痛管理等领域效果积极, 可提升患儿参与度与依从性, 营造安全训练环境, 支持远程康复。但现有研究样本量偏小、缺乏长期随访、评估标准不一, 技术不良反应及临床规范亦待完善。VR作为辅助康复手段前景良好, 未来需大样本多中心研究, 融合人工智能与增强现实技术, 健全护理评估体系, 促进儿童康复护理智能化发展。

关键词

虚拟现实, 儿童康复, 护理, 康复训练, 综述

Research Progress of Virtual Reality Technology in Pediatric Rehabilitation Nursing Training

Qian Tian*, Fuqin Zhang

Department of Child Health Care and Rehabilitation, Xiangxi Autonomous Prefecture People's Hospital, Jishou Hunan

Received: September 11, 2026; accepted: October 2, 2026; published: October 15, 2026

*通讯作者。

文章引用: 田茜, 张芙琴. 虚拟现实技术在儿童康复护理训练中的研究进展[J]. 护理学, 2026, 15(10): 242-249.
DOI: 10.12677/ns.2026.1510348

Abstract

The demand for pediatric rehabilitation has been steadily increasing, with the global prevalence of cerebral palsy approximately 2‰~3‰ and the prevalence of autism spectrum disorder rising annually. Traditional rehabilitation models are constrained by insufficient staffing, monotonous training environments, high costs, and a lack of individualization. Virtual reality (VR) technology, characterized by immersion, interactivity, and customizability, offers new opportunities for pediatric rehabilitation nursing. This paper systematically retrieved literature from PubMed, Web of Science, and CNKI databases to review the current status, advantages, effects, and limitations of VR applications in pediatric rehabilitation training. The results indicate that VR has demonstrated positive effects in areas such as balance and motor function training for cerebral palsy, social and emotional cognition training for autism spectrum disorder, cognitive training for attention deficit hyperactivity disorder, and pain management in hospitalized children. VR can enhance patient engagement and compliance, provide a safe training environment, and support tele-rehabilitation. However, existing studies are limited by small sample sizes, lack of long-term follow-up, and inconsistent assessment tools. Technical adverse effects and the need for standardized clinical protocols also remain to be addressed. As an adjunctive rehabilitation tool, VR shows considerable promise. Future research should prioritize large-scale, multicenter studies, integrate artificial intelligence and augmented reality technologies, and refine nursing assessment frameworks to promote the intelligent development of pediatric rehabilitation nursing.

Keywords

Virtual Reality, Pediatric Rehabilitation, Nursing, Rehabilitation Training, Review

Copyright © 2026 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

儿童康复服务的对象涵盖脑性瘫痪(Cerebral Palsy, CP)、自闭症谱系障碍(Autism Spectrum Disorder, ASD)、注意缺陷多动障碍(Attention Deficit Hyperactivity Disorder, ADHD)及脑损伤后遗症等神经发育障碍与获得性脑损伤患儿。全球 CP 患病率约 2‰~3‰, ASD 患病率亦呈持续上升态势, 美国 CDC 2023 年数据显示 8 岁儿童 ASD 患病率已达 1/36 [1]。随着新生儿重症救治技术进步, 脑损伤高危儿群体持续扩大, 康复需求日益增长。传统康复训练依赖物理治疗师、作业治疗师等专业人员的密集介入, 虽对改善患儿功能具有一定效果, 但存在人力资源紧缺、优质资源集中、费用高昂、个体化不足及训练过程枯燥等局限[2]。虚拟现实(Virtual Reality, VR)是以计算机为基础的环境模拟系统, 通过融合多感官信息创建沉浸式三维环境, 实现人机自然交互, 其核心特征可概括为沉浸性、交互性与构想性[3]。依据沉浸程度, VR 可分为非沉浸式、半沉浸式和完全沉浸式三类[4]。VR 应用于康复训练的理论基础在于神经可塑性, 即通过重复、任务导向、丰富反馈的刺激促进中枢神经功能重组[5]。相较传统模式, VR 可提供标准化、可量化、可重复的训练任务, 并支持实时反馈与难度自适应调整。本文系统梳理 VR 技术在儿童康复护理训练中的应用进展, 从护理学视角分析其优势、证据与局限, 以期为临床实践与后续研究提供参考。

2. VR 技术应用于儿童康复领域的优势

2.1. 提高患儿参与度与依从性

儿童注意力维持时间短,对重复性训练容易产生厌倦情绪,这是影响康复效果的重要障碍。VR 技术通过游戏化设计将康复训练融入具有趣味性和挑战性的虚拟任务之中,如投篮、垃圾分类、障碍穿越等,使原本枯燥的重复训练转变为患儿主动参与的游戏活动[6]。研究表明,VR 训练可显著增强患儿在康复过程中的内在动机和主动投入[7]。从护理学角度看,患儿训练依从性的提高直接关系到康复目标的达成,而 VR 技术为护理人员解决“患儿不配合”这一临床常见难题提供了有效工具。神经可塑性理论指出,主动参与是中枢神经系统功能重组得以发生的关键前提,被动接受训练难以达到理想的康复效果[8]。

2.2. 安全、可控的训练环境

儿童康复训练常涉及平衡、行走、上下楼梯等具有一定风险的动作。在实际环境中进行此类训练,患儿可能因跌倒等意外伤害而产生恐惧心理,家长和治疗师也需高度紧张戒备。VR 技术可构建渐进式难度调节的虚拟训练环境,在完全保障安全的前提下让患儿反复练习日常生活中难以多次暴露的场景(如过马路、乘坐公共交通、超市购物等)[9]。训练任务的难度可根据患儿的能力水平实时调整,既确保足够的挑战性以促进功能进步,又避免因难度过高导致挫败感或身体损伤。这种“低风险、高重复”的训练特点,使患儿能够在安全的环境中大胆尝试和犯错,有利于运动技能的学习和泛化[10]。

2.3. 个性化训练与实时数据追踪

VR 系统可自动记录患儿的运动轨迹、反应时间、任务完成准确率、关节活动度等客观数据,为康复效果的量化评估提供精确依据[11]。治疗师和护理人员可根据系统反馈的数据分析患儿的功能短板,动态调整训练方案。训练参数(如速度、范围、复杂度、辅助力度等)可根据患儿实时表现自动适配,实现真正意义上的个性化康复方案,这是传统一对多训练模式难以企及的优势。

2.4. 支持远程康复,降低家庭成本

基于 VR 的远程康复系统使患儿可在家庭环境中接受专业指导下的系统训练,减少往返医疗机构的时间和交通成本,同时便于家长参与和监督训练过程[12]。这一特征对于医疗资源分布不均、基层康复服务能力不足的国情而言,尤其具有现实意义。护理人员在远程康复模式中可发挥健康监测、训练指导和家庭教育的核心协调作用[13]。

2.5. 在护理评估与健康教育中的应用价值

VR 技术还可拓展应用于护理评估和健康教育环节。在护理评估方面,可通过 VR 构建标准化的日常生活能力评估场景[14],评估患儿在模拟环境中的功能表现,弥补传统量表评估主观性强、情境性差的不足。在健康教育方面,可利用 VR 为患儿及家长提供疾病知识宣教、居家康复训练指导,以及治疗操作预演(如手术前熟悉手术室环境),有效减轻患儿对医疗操作的恐惧与焦虑情绪[15]。这些应用不仅拓展了 VR 在儿童康复护理中的价值边界,更进一步体现了护理学科“全人、全程”的健康照护理念。在此过程中,护士承担 VR 健康教育的内容筛选、操作前解释、过程观察与安抚、以及训练后家庭沟通指导等职责,是保障教育干预安全有效的人文核心。

3. 临床应用研究进展

虚拟现实技术在儿科康复领域的应用,正逐步从单一症状的对症干预,转向基于功能维度的系统性

重建。现有临床证据可整合为感觉运动与认知功能、日常生活活动能力、以及心理情感支持三个递进层次, 各层次在干预靶点和作用机制上各有侧重, 共同构成了 VR 在儿科康复中的多维应用框架。

3.1. 基础感觉运动功能与神经认知能力的改善

该层级聚焦于患儿神经环路可塑性的直接重建, 是 VR 康复应用证据最为充分的领域。在运动功能方面, VR 通过高重复性、任务导向性的沉浸式训练, 为脑瘫及获得性脑损伤儿童提供了强化运动皮层输出的有效手段。在 Liu 等的研究中表明 VR 训练对可显著提升脑瘫儿童粗大运动功能[16], 在平衡能力方面可改善儿童的手眼协调能力, 使得操作更为灵活[17]; 基于跑步机的 VR 生物反馈系统亦被证实可显著改善脑损伤患儿的步态对称性与步行耐力[18]。在精细运动层面, Leap Motion 等体感识别技术可有效改善患儿的手眼协调与操作灵活性[19]。在认知功能层面, VR 通过将注意训练、工作记忆任务嵌入虚拟教室等生态效度较高的情境中, 显著提升了注意缺陷多动障碍儿童的持续注意力和执行功能[20], 同时也促进了自闭症谱系障碍儿童对动态面部表情的识别与加工能力[21]。该层级干预的共同特征在于靶向明确、重复性强、反馈即时, 是后续功能泛化的神经基础。在该层级中, 护士负责训练前基线功能评估与设备安全检查, 训练中监测患儿生命体征及“网络病”前兆症状, 控制单次时长, 并依据系统实时数据辅助判断是否需要调整难度; 训练后将 VR 客观数据与护理观察记录整合, 向家长反馈并指导家庭巩固活动。

3.2. 日常生活活动能力与社会适应行为的泛化

在基础功能改善的前提下, VR 的第二个功能层级在于充当“虚拟向现实迁移”的中介桥梁。与真实环境中高风险的社交或操作场景不同, VR 能够构建安全、可控且复杂度渐进增加的模拟环境, 帮助患儿在零风险状态下反复练习独立生活所需的关键技能。例如, Saiano 等[22]利用 VR 系统训练自闭症儿童安全过马路的能力, 训练后患儿不仅在虚拟场景中表现优异, 且在真实道路测试中亦获得显著改善, 证实了 VR 训练的有效迁移。类似地, 超市购物、餐厅点餐、求职面试等标准化虚拟场景, 为自闭症患儿提供了低社交焦虑的练习空间, 有效促进了社交技能向日常情境的泛化[23]。对于感官异常突出的自闭症患儿, SoundFields 等 VR 系统通过渐进式听觉暴露训练, 帮助其逐步降低对环境中声音刺激的过度敏感反应[24], 这一过程本质上是感官适应能力的“行为泛化”。该层级的关键价值在于将神经功能的恢复真正转化为患儿独立参与社会生活的实际能力。护士在该层级中承担虚拟情境与现实生活之间的“衔接者”角色, 依据患儿 WeeFIM 评估结果匹配 VR 场景, 训练中引导患儿建立虚拟规则与真实情境的关联, 训练后设计“虚拟-现实”衔接作业并追踪泛化效果, 同时在高焦虑反应时及时进行安抚与场景调整。

3.3. 疼痛耐受与情绪调控的心理支持

与前两个层级侧重于功能“训练”不同, 该层级中 VR 主要扮演“非药物性心理干预工具”的角色, 尤其适用于住院儿童操作性疼痛管理和围术期焦虑缓解。其核心机制基于注意力资源有限理论——高度沉浸的虚拟环境对视觉、听觉和前庭觉的多通道抢占, 有效减少了对疼痛刺激的认知加工资源分配, 从而降低疼痛的主观体验强度[25][26]。在烧伤患儿创面换药 VR 换药平均约 9.89 分钟、显著短于无 VR 的 12.33 分钟[27]。此外, VR 与认知行为疗法的联合应用也被证实可有效降低自闭症患儿焦虑水平[28]。该层级不追求神经通路的直接改变, 而是通过重塑患儿的主观体验和情绪反应来提升医疗依从性和生活质量, 体现了 VR 康复的人文关怀维度。护士是该层级 VR 干预的直接实施者与效果评价者: 操作前选择合适的 VR 内容并指导患儿放松; 操作中使用标准化量表动态评估疼痛/焦虑水平, 必要时切换场景或加入言语分散; 干预后记录耐受时长与情绪反应, 形成个体化护理档案, 为后续方案调整提供依据。

4. 常用设备与评估工具

4.1. 常用设备类型

儿童康复中使用的 VR 设备可根据沉浸程度分为以下三类。非沉浸式(桌面式)系统:以 Nintendo Wii、Xbox Kinect、Leap Motion 等体感交互设备为代表。此类设备通过屏幕显示和体感交互实现训练,设备成本较低,操作简便,便于在基层医疗机构和家庭环境中推广应用[29]。Nintendo Wii Balance Board 可检测患儿重心移动,配合 Wii Fit 游戏进行平衡训练;Xbox Kinect 通过骨骼追踪技术实现无标记点的全身动作捕捉,可应用于上肢、下肢和躯干的运动训练[30]。半沉浸式系统:采用大屏幕投影或环绕显示配合动作捕捉设备,提供更宽的视野和更强的临场感,适用于需要较大活动空间的训练场景(如步行、奔跑、跳跃等)[31]。

完全沉浸式系统:以头戴式显示器(HTC Vive、Oculus Rift 等)为核心,配合手持控制器、数据手套或全身动捕设备,提供最高水平的沉浸体验,适用于精细运动、手功能和社交情景模拟等训练[32]。MOTEK GRAIL 跑步机系统则结合了分体式 treadmill、动作捕捉和环绕投影,可实现步行与平衡功能的沉浸式训练,但设备成本和场地要求较高,目前主要应用于研究型医疗机构[33]。

4.2. 康复效果评估工具

不同类型的康复训练目标需匹配相应的评估工具,具体如下。在平衡功能评估方面,儿童平衡量表(Pediatric Balance Scale, PBS)和 Berg 平衡量表(Berg Balance Scale, BBS)最为常用,可评估患儿在站姿、坐姿和动态活动中的平衡能力[34]。在粗大运动功能评估方面,粗大运动功能分级系统(Gross Motor Function Classification System, GMFCS)用于功能分级,粗大运动功能测试(Gross Motor Function Measure, GMFM)用于量化评估训练效果,是 CP 儿童运动干预研究中应用最广泛的评估工具[35]。精细运动与手功能评估主要采用箱块测试(Box and Block Test, BBT)和九孔插板测试(Nine-Hole Peg Test),评估手部操作速度和灵活性[36]。在 ASD 相关评估方面,自闭症行为量表(Autism Behavior Checklist, ABC)和儿童自闭症评定量表(Childhood Autism Rating Scale, CARS)可用于 ASD 症状严重程度的评估[37];在焦虑情绪评估方面,Spence 儿童焦虑量表(Spence Children's Anxiety Scale, SCAS)在不同年龄段均有相应的信效度验证版本,在 VR 干预研究中广泛使用[38]。在日常生活能力评估方面,儿童功能独立性评定量表(Functional Independence Measure for Children, WeeFIM)可全面评估患儿在自理、转移和社会认知等方面的独立程度[39]。

5. 存在问题与局限

VR 训练在儿童康复应用中的技术安全性、研究证据及临床推广均面临显著挑战。在技术层面,VR 可能诱发“网络病”,表现为头晕、恶心、眼疲劳等前庭-视觉冲突相关症状,儿童因感觉统合发育未成熟而更为敏感,其严重程度取决于设备沉浸度、内容动态性、使用时长(建议单次 ≤ 20 分钟)及个体差异,且长时间佩戴对儿童视功能发育的长期影响尚缺乏系统安全数据,需护理人员密切观察并制定个体化方案[40]。在研究层面,现有证据多受限于小样本、干预方案异质性强、评估工具不统一、缺乏长期随访(多仅 4~12 周)及盲法难以实施等方法学问题,导致效应检测力不足及结果可比性差[41]。在临床推广层面,则面临规范与标准缺失、高端设备成本高昂、本土化 VR 内容严重匮乏,以及护理人员操作培训不足等现实障碍,共同制约了 VR 技术在儿科康复中的有效转化与普及。从护理实践看,VR 训练缺乏统一的操作规范与应急预案,护士在患儿筛选、过程监护及终止决策中的职责尚不明确;VR 数据与护理信息系统对接不足,增加护士转录负担。未来需制定 VR 康复护理 SOP、完善设备接口,并建立护士专项培训与资质认证体系。

6. 总结与展望

VR 技术在儿童康复中的核心价值, 在于其以沉浸性、交互性和可定制性, 突破了传统康复模式的局限。现有证据表明, 其在脑瘫儿童的运动与平衡、孤独症谱系障碍儿童的社交与生活技能、获得性脑损伤儿童的步态改善以及住院儿童的疼痛管理等方面均效果积极。这不仅是技术手段的拓展, 更代表了一种以患儿为中心的主动参与式康复理念变革, 为提升治疗依从性、创新健康教育及延续护理提供了有力工具。未来, 研究需着力于: 通过多中心、大样本的随机对照试验及至少 6 至 12 个月的长期随访, 夯实疗效证据并明确最佳干预频率; 同时, 积极融合人工智能、增强现实、脑机接口及可穿戴传感技术, 构建智能化的精准训练系统——例如借助 AI 实时优化训练参数, 或利用 AR 实现虚拟训练向真实生活场景的迁移。此外, 应结合功能性近红外光谱、功能性磁共振成像和脑电图等技术, 从脑功能重塑层面揭示其神经机制, 并同步开展成本-效果分析, 为医保支付与卫生政策制定提供经济学支撑, 从而推动 VR 康复从有效走向高效、可持续的临床应用。护理层面应构建 VR 康复护理实践模型, 明确护士全流程职能, 开发标准化培训课程; 推动 VR 系统与护理质量指标联动分析, 鼓励护理研究者牵头多中心效果研究, 使 VR 真正成为护理实践模式的创新载体。

参考文献

- [1] Maenner, M.J., Warren, Z., Williams, A.R., Amoakohene, E., Bakian, A.V., Bilder, D.A., *et al.* (2023) Prevalence and Characteristics of Autism Spectrum Disorder among Children Aged 8 Years—Autism and Developmental Disabilities Monitoring Network, 11 Sites, United States, 2020. *MMWR. Surveillance Summaries*, **72**, 1-14. <https://doi.org/10.15585/mmwr.ss7202a1>
- [2] 中国儿童中心课题组, 苑立新, 王萍, 等. 以儿童事业高质量发展推进中国式现代化——2023 年中国儿童发展现状、问题与展望[J]. 中国校外教育, 2024(6): 5-17.
- [3] Silva, M.C.B.D., Camara, R.P.D.P.O.A., Teixeira, F.D.C., Pereira, V.D.S.L., Ramos, M.E.D.A., Sarmiento, A.C.A., *et al.* (2025) Efficacy of Virtual Reality in Reducing Pain, Anxiety and Fear in Hospitalised Children: A Systematic Review and Meta-Analysis Protocol. *BMJ Open*, **15**, e099232. <https://doi.org/10.1136/bmjopen-2025-099232>
- [4] 李鹏, 马炳全. 虚拟现实技术在康复医学科脑卒中康复实习教学中的应用[J]. 河南医学研究, 2025, 34(15): 2832-2835.
- [5] 戴淑. 神经损伤康复治疗中神经可塑性训练的临床效果评价[J]. 当代医药论丛, 2025, 23(7): 23-25.
- [6] 蔡婷婷, 周婷婷, 朱瑞, 等. 虚拟现实技术在注意缺陷多动障碍儿童康复中的应用进展[J]. 护理学报, 2022, 29(13): 35-38.
- [7] Damianova, N. and Berrezueta-Guzman, S. (2025) Serious Games Supported by Virtual Reality—Literature Review. *IEEE Access*, **13**, 38548-38561. <https://doi.org/10.1109/access.2025.3544022>
- [8] Turolla, A., Venneri, A., Farina, D., Cagnin, A. and Cheung, V.C.K. (2018) Rehabilitation Induced Neural Plasticity after Acquired Brain Injury. *Neural Plasticity*, **2018**, Article ID: 6565418. <https://doi.org/10.1155/2018/6565418>
- [9] Ferris, E.L., Rodriguez, N.M., Thomas, R. and Gehringer, J.E. (2025) Using Fully Immersive Virtual Reality to Teach Safe Pedestrian Skills to Autistic Children. *Behavioral Interventions*, **40**, e70054. <https://doi.org/10.1002/bin.70054>
- [10] 王庭照, 许琦, 赵微. 虚拟现实技术在特殊儿童教学与训练中的应用研究[J]. 华东师范大学学报(教育科学版), 2013, 31(3): 33-40.
- [11] 赵盼超, 梁晓, 张子华, 等. 运动及康复训练改善儿童平衡功能的 Scoping 综述[J]. 中国康复理论与实践, 2021, 27(5): 553-562.
- [12] Zhao, J., Liu, Y., Jiang, M. and Sun, G. (2022) Effectiveness of the Application of Telerehabilitation and Home Nursing Rehabilitation among Children with Cerebral Palsy: A Comparative Analysis. *Pacific International Journal*, **5**, 155-162. <https://doi.org/10.55014/pij.v5i4.271>
- [13] 唐琳, 郭钰玮, 李源莉, 等. 基于现代信息技术的脑瘫儿童远程家庭康复模式的探讨[J]. 中国康复, 2021, 36(12): 756-759.
- [14] 董红琴, 顾万素, 周自亮, 等. 基于虚拟现实技术的日常生活活动能力个性化训练在脑性瘫痪患儿中的效果研究[J]. 现代医学与健康研究(电子版), 2025, 9(16): 125-128.

- [15] Chen, F., Leng, Y., Ge, J., Wang, D., Li, C., Chen, B., *et al.* (2020) Effectiveness of Virtual Reality in Nursing Education: Meta-Analysis. *Journal of Medical Internet Research*, **22**, e18290. <https://doi.org/10.2196/18290>
- [16] Liu, C., Wang, X., Chen, R. and Zhang, J. (2022) The Effects of Virtual Reality Training on Balance, Gross Motor Function and Daily Living Ability in Children with Cerebral Palsy: A Meta Analysis. *JMIR Serious Games*, **10**, e38972.
- [17] 韩晶, 梁明, 谢荣. 虚拟现实技术对脑瘫患儿下肢功能康复疗效的系统评价[J]. 中国康复, 2020, 35(10): 541-546.
- [18] Zhou, X., Jin, Y., Jia, L. and Xue, C. (2021) Study on Hand-Eye Coordination Area with Bare-Hand Click Interaction in Virtual Reality. *Applied Sciences*, **11**, Article 6146. <https://doi.org/10.3390/app11136146>
- [19] Shi, W.Y., Hou, Y.Q., Zhou, S.N. and Song, X.Q. (2025) Effects of Exercise Interventions on Hand-Eye Coordination and Fine Motor Skills in Children with Developmental Coordination Disorder: A Meta-Analysis. *Frontiers in Physiology*, **16**, Article 1689256. <https://doi.org/10.3389/fphys.2025.1689256>
- [20] Coleman, B., Marion, S., Rizzo, A., Turnbull, J. and Nolt, A. (2019) Virtual Reality Assessment of Classroom—Related Attention: An Ecologically Relevant Approach to Evaluating the Effectiveness of Working Memory Training. *Frontiers in Psychology*, **10**, Article 1851. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2019.01851>
- [21] Mittal, P., Bhadania, M., Tondak, N., Ajmera, P., Yadav, S., Kukreti, A., *et al.* (2024) Effect of Immersive Virtual Reality-Based Training on Cognitive, Social, and Emotional Skills in Children and Adolescents with Autism Spectrum Disorder: A Meta-Analysis of Randomized Controlled Trials. *Research in Developmental Disabilities*, **151**, Article ID: 104771. <https://doi.org/10.1016/j.ridd.2024.104771>
- [22] Saiano, M., Pellegrino, L., Casadio, M., Summa, S., Garbarino, E., Rossi, V., *et al.* (2015) Natural Interfaces and Virtual Environments for the Acquisition of Street Crossing and Path Following Skills in Adults with Autism Spectrum Disorders: A Feasibility Study. *Journal of NeuroEngineering and Rehabilitation*, **12**, Article No. 17. <https://doi.org/10.1186/s12984-015-0010-z>
- [23] Didehbani, N., Allen, T., Kandalaft, M., Krawczyk, D. and Chapman, S. (2016) Virtual Reality Social Cognition Training for Children with High Functioning Autism. *Computers in Human Behavior*, **62**, 703-711. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2016.04.033>
- [24] Johnston, D., Egermann, H. and Kearney, G. (2020) Soundfields: A Virtual Reality Game Designed to Address Auditory Hypersensitivity in Individuals with Autism Spectrum Disorder. *Applied Sciences*, **10**, Article 2996. <https://doi.org/10.3390/app10092996>
- [25] Tork, H.M.M. and Basam, S.A. (2020) The Effect of Virtual Reality-Based Intervention on Pediatric Pain and Anxiety Levels during Venipuncture Procedure. *International Journal of Novel Research in Healthcare and Nursing*, **7**, 626-635.
- [26] Elrazek, A.A. and Hassan, A. (2019) Effect of Virtual Reality Technology on Pain during Dressing Change among Children with Burn Injuries. *IOSR Journal of Nursing and Health Science (IOSR-JNHS)*, **8**, 37-46.
- [27] Alrimy, T., Alhalabi, W., Malibari, A., Alzahrani, F., Alrajhi, S., Yamani, A., *et al.* (2023) Desktop Virtual Reality Offers a Novel Approach to Minimize Pain and Anxiety during Burn Wound Cleaning/Debridement in Infants and Young Children: A Randomized Crossover Pilot Study. *Journal of Clinical Medicine*, **12**, Article 4985. <https://doi.org/10.3390/jcm12154985>
- [28] Maskey, M., McConachie, H., Rodgers, J., Grahame, V., Maxwell, J., Tavernor, L., *et al.* (2019) An Intervention for Fears and Phobias in Young People with Autism Spectrum Disorders Using Flat Screen Computer-Delivered Virtual Reality and Cognitive Behaviour Therapy. *Research in Autism Spectrum Disorders*, **59**, 58-67. <https://doi.org/10.1016/j.rasd.2018.11.005>
- [29] Zhang, T. (2020) Virtual Reality and Its Effectiveness on Motor Development and Rehabilitation in Children with Disorders. *American Journal of Biomedical Science & Research*, **7**, 269-273. <https://doi.org/10.34297/ajbsr.2020.07.001156>
- [30] Montoro-Cárdenas, D., Cortés-Pérez, I., Zagalaz-Anula, N., Osuna-Pérez, M.C., Obrero-Gaitán, E. and Lomas-Vega, R. (2021) Nintendo Wii Balance Board Therapy for Postural Control in Children with Cerebral Palsy: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Developmental Medicine & Child Neurology*, **63**, 1262-1275. <https://doi.org/10.1111/dmcn.14947>
- [31] Ting, S.P. (2011) Intelligent Bots for MOUT. Ph.D. Thesis, Nanyang Technological University. <http://hdl.handle.net/10356/43951>
- [32] Rooij, I.J.D., van de Port, I.G. and G Meijer, J.W. (2017) Feasibility and Effectiveness of Virtual Reality Training on Balance and Gait Recovery Early after Stroke: A Pilot Study. *International Journal of Physical Medicine & Rehabilitation*, **5**, Article ID: 1000418. <https://doi.org/10.4172/2329-9096.1000418>
- [33] Peri, E., Panzeri, D., Beretta, E., Reni, G., Strazzer, S. and Biffi, E. (2019) Motor Improvement in Adolescents Affected by Ataxia Secondary to Acquired Brain Injury: A Pilot Study. *BioMed Research International*, **2019**, Article ID: 8967138. <https://doi.org/10.1155/2019/8967138>

-
- [34] Baharudin, N.S., Harun, D. and Kadar, M. (2020) An Assessment of the Movement and Function of Children with Specific Learning Disabilities: A Review of Five Standardised Assessment Tools. *Malaysian Journal of Medical Sciences*, **27**, 21-36. <https://doi.org/10.21315/mjms2020.27.2.3>
- [35] 吴卫红, 郝文哲. 脑瘫儿童常用评估量表及其应用[J]. 中国康复理论与实践, 2010, 16(7): 601-604.
- [36] 付桢. 脑卒中患者手运动功能康复的功能磁共振成像研究进展[J]. 中国康复理论与实践, 2015, 21(11): 1277-1281.
- [37] Alayadhi, L., Halepoto, D., Alhowikan, A., Elamin, N. and Halepota, A. (2024) Low Plasma Levels of Contactin-Associated Protein-Like 2 in Children with Autism Spectrum Disorder: Links to Neural Development. *Neuropsychiatric Disease and Treatment*, **20**, 2423-2431. <https://doi.org/10.2147/ndt.s490582>
- [38] Galán-Luque, T., Serrano-Ortiz, M. and Orgilés, M. (2023) Factor Structure and Psychometric Properties of the Spence Children's Anxiety Scale: A 25-Year Systematic Review. *Child Psychiatry & Human Development*, **56**, 492-506. <https://doi.org/10.1007/s10578-023-01566-1>
- [39] 李欣欣, 时庆红, 栾玲玲, 等. 任务导向性训练对痉挛型脑性瘫痪患儿上肢功能及功能独立性的效果研究[J]. 发育医学电子杂志, 2020, 8(3): 257-261.
- [40] 吴飞, 张冉, 蔡卫新. 虚拟现实技术在神经系统疾病患者认知康复中的研究进展[J]. 广西医学, 2025, 47(5): 755-760.
- [41] 郭乃绮, 王瑜. 虚拟现实技术在孤独症谱系障碍儿童干预中的研究进展[J]. 中国当代儿科杂志, 2024, 26(4): 414-419.