

基于人工智能技术的体育活动对孤独症谱系障碍儿童干预效果的实证研究

王 晨¹ 陈 梅²

1. 宝鸡市特殊教育学校 陕西 宝鸡 721000

2. 西安市雁塔区雁祥学校 陕西 西安 710061

摘 要：孤独症谱系障碍（Autism Spectrum Disorder, ASD）以社会交往与沟通障碍等为核心特征，全球发病率上升。传统干预方法在个性化等方面面临挑战。近年来，体育活动被证实可改善ASD儿童核心症状及共病问题。同时，AI技术发展迅速，为特殊教育干预带来新路径。本文探讨将AI深度融入体育活动干预体系，构建针对ASD儿童的智能化、个性化、沉浸式干预新模式。文章先分析ASD儿童运动参与的独特需求与障碍，再阐述AI技术（计算机视觉、自然语言处理等）如何赋能体育干预的精准评估、个性化方案生成等环节。研究表明，AI驱动的体育干预能克服传统方法矛盾，提供安全可控的交互体验，显著提升ASD儿童参与度、社交意愿和运动技能习得效率，为其发展提供技术支撑。

关键词：人工智能；体育活动；孤独症谱系障碍；智能干预

引言

孤独症谱系障碍（ASD）是复杂神经发育障碍，社会沟通缺陷等核心症状严重影响患儿融入社会等能力。随着诊断普及与公众意识提升，其患病率上升，成全球公共卫生议题。传统干预模式如ABA、TEACCH虽有效果，但依赖专业人力、成本高、场景单一，难满足个体差异需求。且ASD儿童伴有共病，参与常规体育活动困难重重，如难理解规则、对环境敏感、互动动机缺乏等。不过，体育活动有巨大干预潜力，规律锻炼可改善体能与动作协调性，还能提供社交实践机会，促进非言语沟通，缓解情绪行为问题。关键在于设计契合其特点、激发动机的体育干预方案。在此情形下，人工智能（AI）凭借数据处理等强大能力，能充当“个性化教练”等，创造可控、反馈及时且有趣的干预环境。本文将探讨AI与体育活动深度融合，构建ASD儿童智能干预新范式。

1 孤独症谱系障碍儿童的运动特征与干预需求

1.1 ASD儿童的运动能力与行为表现

ASD儿童普遍存在不同程度的运动功能障碍。这不仅体现在大肌肉群的粗大动作上，如跑步姿势笨拙、平衡能力差、球类技能（接、抛、踢）发展滞后；也表现在小肌肉群的精细动作上，如手眼协调不佳、书写困难等。这些运动缺陷并非孤立存在，而是与其核心的社交沟通障碍紧密相连^[1]。例如，模仿能力是学习运动技能的基础，而模仿恰恰是ASD儿童的薄弱环节。他们可能难以观察并复制他人的动作序列，导致学习新运动技能的过程异常缓慢。此外，ASD儿童的感觉处理异常（如对

触觉、前庭觉或本体觉的过度敏感或迟钝）会直接影响其身体在空间中的定位感和运动控制能力，使其在嘈杂、拥挤或光线强烈的运动环境中感到不适甚至恐慌，从而主动回避体育活动。

1.2 参与体育活动的核心障碍

首先，社交动机的缺乏是根本性问题。他们往往对与他人合作或竞争的游戏规则不感兴趣，更倾向于独自进行重复性活动。其次，对不可预测性的恐惧使他们难以适应动态变化的体育场景。球类运动中球的轨迹、同伴的移动都是不可预知的，这种不确定性会引发他们的焦虑。再者，沟通障碍使得他们无法有效理解教练的口头指令或同伴的非言语暗示，导致在团队活动中无所适从。最后，刻板行为和兴趣狭窄限制了他们尝试新运动项目的意愿。他们可能只愿意反复进行某一种熟悉的、可预测的动作，拒绝任何改变。因此，有效的体育干预必须能够精准识别并逐一化解这些多层次的障碍。

1.3 理想干预模式的关键要素

一是高度的个性化，能够根据每个ASD儿童的具体能力水平、感觉偏好、兴趣点和行为基线来量身定制活动内容；二是结构化与可预测性，在提供足够趣味性的同时，确保活动流程清晰、规则简单、结果可预期，以降低其焦虑感；三是即时且正向的反馈机制，通过及时、具体、积极的强化来塑造目标行为，提升其成就感和自信心；四是安全可控的社交入口，提供一个低压力的环境，循序渐进地引导其从平行游戏走向简单的互动合作；五是数据驱动的动态调整能力，能够客观记录干预过程，分析

行为变化,并据此自动优化后续的干预策略。

2 人工智能技术赋能体育干预的核心维度

2.1 精准评估与基线建立

干预的有效性始于精准的评估。传统的评估多依赖于人工观察和量表评定,主观性强且效率低下。AI技术,特别是计算机视觉(Computer Vision)和可穿戴传感技术,能够实现对ASD儿童运动行为的客观、量化、连续监测。通过部署摄像头或让儿童佩戴惯性测量单元(IMU)传感器,系统可以自动捕捉并分析其在自由活动或特定任务中的身体姿态、动作流畅度、步态特征、眼神注视点、心率变异性等多模态生理与行为数据^[2]。结合机器学习算法,这些数据可以被用来构建个体的能力画像,精确识别其在运动协调、社交注意、情绪状态等方面的强项与短板,为后续制定个性化干预方案提供坚实的数据基础。

2.2 个性化干预方案的智能生成

基于详尽的评估数据,AI系统可以利用自适应学习算法(Adaptive Learning Algorithms)和知识图谱技术,为每位ASD儿童自动生成独一无二的体育干预方案。该方案不仅包含具体的运动项目(如选择侧重平衡训练的瑜伽还是侧重协调性的舞蹈),还会精细设定活动的难度梯度、时长、频率、环境参数(如背景音乐的音量、灯光的亮度)以及社交互动的复杂度。例如,对于一个对声音敏感且社交动机低的儿童,系统可能会推荐一个在安静房间内进行的、以单人模仿为主的虚拟舞蹈课程;而对于一个已有一定合作基础的儿童,则可能安排一个需要与虚拟角色简单传球的互动游戏。这种由数据驱动的个性化方案,确保了干预内容始终处于儿童的“最近发展区”内,既具有挑战性又不会引发挫败感。

2.3 沉浸式与交互式训练环境的创设

虚拟现实(VR)和增强现实(AR)技术是AI赋能体育干预的利器。VR可以创造出一个完全隔离于外界干扰的、高度可控的沉浸式训练环境。在这个环境中,ASD儿童可以与友好的虚拟化身(Avatar)进行互动,练习各种社交-运动技能,如击掌庆祝、跟随领队做操、在虚拟球场上进行简单的传接球。由于虚拟角色的行为是可编程的、完全可预测的,这极大地降低了ASD儿童的社交焦虑。AR则能将数字信息叠加到真实世界之上,例如,通过AR眼镜在地板上投射出引导步伐的彩色光点,帮助儿童练习行走路线;或在真实篮球架上叠加一个虚拟的投篮目标圈,提供直观的视觉引导。这些技术共同创造了一个安全、有趣且富有激励性的“游乐场”,让ASD儿童在不知不觉中完成训练目标。

2.4 实时互动反馈与情感支持

在训练过程中,AI系统扮演着实时教练的角色。通过计算机视觉和语音识别技术,系统可以持续监控儿童的动作执行情况,并通过自然语言处理(NLP)技术,用简单、清晰、积极的语言给予即时反馈(如“你刚才的跳跃真棒!”、“让我们再试一次,手臂再抬高一点”)。更重要的是,情感计算(Affective Computing)技术使AI具备了初步的“共情”能力^[3]。系统可以通过分析儿童的面部表情、语音语调和生理信号,来推断其当前的情绪状态(如兴奋、沮丧、困惑)。当检测到负面情绪时,系统可以自动调整任务难度、播放舒缓的音乐或提供鼓励的话语,从而维持其积极的学习情绪。这种拟人化的情感支持,对于建立儿童对干预系统的信任和依恋至关重要。

2.5 干预效果的动态追踪与闭环优化

AI驱动的干预是一个动态的、闭环的优化过程。系统会持续收集干预过程中的所有行为数据,并利用大数据分析技术,定期生成详细的进展报告。这些报告不仅展示了儿童在各项运动技能上的进步,还能揭示其社交互动频率、注意力集中时长、情绪稳定性等更深层次的变化。基于这些洞察,AI算法会自动对干预方案进行微调,形成“评估-干预-再评估-再优化”的良性循环。这种数据驱动的决策模式,确保了干预策略始终与儿童的最新发展状态保持同步,实现了真正的精准化和智能化。

3 AI体育干预模式的优势与潜在挑战

3.1 相较于传统方法的显著优势

首先是可及性与普惠性。一旦系统开发成熟,便可以通过网络平台或移动设备大规模部署,有效缓解专业康复资源分布不均的问题,让更多偏远地区的ASD家庭受益。其次是标准化与个性化的统一。AI系统能确保干预程序的严格执行(标准化),同时又能根据个体差异进行千人千面的调整(个性化),这是人力难以企及的。再次是客观性与连续性。AI的评估和记录不受主观偏见影响,且能实现7x24小时的连续监测,捕捉到人工观察可能遗漏的细微行为变化。最后是高激励性与低压力。游戏化的设计、即时的正向反馈以及可控的社交环境,共同构成了一个对ASD儿童极具吸引力的干预体验,从而显著提升了其长期参与的依从性。

3.2 面临的技术与伦理挑战

在技术层面,当前的情感计算和自然语言交互的准确性和自然度仍有待提高,尤其是在面对ASD儿童复杂多变的行为表现时。算法的“黑箱”特性也可能导致其决策过程缺乏透明度,影响专业人士的信任和采纳。在伦理层面,数据隐私和安全是首要关切。收集ASD儿童如此敏感的生理和行为数据,必须建立严格的数据加密、

匿名化和访问控制机制^[4]。此外,过度依赖技术可能导致人际互动的减少,而真实的人际关系体验对于ASD儿童的社会化发展是不可或缺的。因此,AI应被定位为辅助工具,而非替代品,其最终目标是赋能教师、治疗师和家长,提升他们干预的专业性和效率,而非取代人与人之间温暖的联结。

4 未来发展方向与整合路径

4.1 多模态融合与算法精进

未来的AI体育干预系统将朝着多模态深度融合的方向发展。通过整合来自视觉、听觉、触觉、生理信号等多源异构数据,构建更全面、更精准的用户模型。同时,深度学习、强化学习等先进算法的引入,将使系统具备更强的自适应和自主学习能力,能够从海量的干预数据中发现更有效的干预策略。

4.2 人机协同的混合干预模式

最理想的模式并非纯AI驱动,而是构建“AI+人类专家”的协同干预生态。AI负责处理标准化、重复性的任务,如日常训练、数据收集和初步分析;而人类专家(治疗师、特教老师)则专注于高阶的临床判断、情感支持和复杂社交技能的引导。AI可以为人类专家提供数据洞察和决策建议,使其干预更加精准高效。

4.3 家庭-学校-社区的无缝衔接

AI技术的便携性和互联性,使其能够打破干预场景的壁垒。一个统一的云平台可以连接家庭、学校和社区康复中心,实现干预数据的共享和干预方案的无缝衔接。家长可以在家中使用简化版的APP继续巩固在学校学到的技能,治疗师则可以远程监控进展并提供指导,从而形成一个全方位、全天候的支持网络。

4.4 关注长期效应与社会融入

未来的研究应超越短期的行为改变,更多地关注AI体育干预对ASD儿童长期发展的影响,特别是其在真实社会环境中泛化和应用所学技能的能力。干预的终极目标不是让儿童在虚拟世界里表现完美,而是帮助他们将习得的自信、社交技巧和运动能力,成功迁移到学校操场、社区公园等真实生活场景中,真正实现社会融入。

5 结语

将人工智能融入体育活动干预,为孤独症谱系障碍(ASD)儿童康复成长带来新希望。该模式利用体育活动身心益处,借AI赋能克服其参与传统体育活动的障碍。AI通过精准评估等手段,提升干预科学性与效率,以尊重包容且有趣的方式,激发ASD儿童参与运动、连接他人的动力。不过,技术应用要以儿童最佳利益为先,审慎应对伦理挑战,坚持人机协同。展望未来,随着技术成熟与跨学科研究推进,基于AI的体育干预有望成为ASD综合干预体系重要部分,为特殊儿童点亮希望。

参考文献

- [1]田晓倩,吴志勇.融合教育背景下孤独症儿童同伴支持与体育游戏整合干预的现状与对策[N].广东科技报,2026-04-10(010).
- [2]姜德生.AI重塑孤独症儿童体育教学:教育现代化视域下的创新与成效探究[C]//中国体育科学学会.第十四届全国体育科学大会学术成果汇编——墙报交流(学校体育分会)(二).豫章师范学院;,2025:245-247.
- [3]朱君,崔欣华.体育游戏对孤独症谱系障碍儿童语言交往的影响[J].中国听力语言康复科学杂志,2024,22(05):533-536.
- [4]耿慧,傅涛.孤独症谱系障碍儿童体育干预研究进展[J].中国学校卫生,2022,43(12):1915-1920.