

运动干预对孤独症儿童运动能力影响的研究进展

侯耀奇¹, 冯萌瑶¹, 雷宗翰², 王燕¹, 石文英¹, 宋湘勤¹

1. 北京师范大学体育与运动学院, 北京 100875; 2. 新南威尔士大学

摘要: 孤独症谱系障碍(ASD)儿童常表现出运动能力不足的问题,进而影响其日常活动,限制社交和认知能力的发展。本研究系统综述了不同类型的运动对 ASD 儿童运动能力的改善效果。纳入的干预方式包括体育活动、综合体能训练、水上运动、瑜伽、太极、运动游戏和武术。结果表明,各类运动干预均能有效促进 ASD 儿童的运动能力,包括粗大与精细运动技能,以及力量、平衡、耐力等体能素质。综合体能训练和水上运动对粗大运动技能的提升效果尤为显著;瑜伽、太极和武术对改善精细运动技能更有效。此外,无论是哪种运动类型,均能够有效提升 ASD 儿童的体能水平,促进体能发展。

关键词: 孤独症谱系障碍; 运动干预; 运动能力; 粗大运动技能; 精细运动技能; 体能

中图分类号:R749.94 文献标识码:A 文章编号:1008-6579(2026)06-0686-06 doi:10.11852/zgetbjzz2025-0573

Advance in the effects of exercise interventions on motor skills in children with autism spectrum disorder

HOU Yaoqi¹, FENG Mengyao¹, LEI Zonghan², WANG Yan¹, SHI Wenyi¹, SONG Xiangqin¹

1. School of Physical Education and Sports, Beijing Normal University, Beijing 100875, China;

2. University of New South Wales

Corresponding author: SONG Xiangqin, E-mail: songxiangqin@bnu.edu.cn

Abstract: Children with autism spectrum disorder (ASD) commonly show motor deficits that impair daily functioning and constrain social and cognitive development. This review summarizes the effects of exercise interventions—physical activity, comprehensive fitness training, aquatic exercise, yoga, Tai Chi, exergaming, and equestrian activities—on motor ability in children with ASD. Results indicate that various forms of exercise interventions can effectively enhance motor skills in children with ASD, including both gross and fine motor skills, as well as physical fitness components such as strength, balance, and endurance. Integrated physical fitness training and aquatic exercises show particularly significant improvements in gross motor skills, while yoga, Tai Chi, and equestrian therapy are more effective in enhancing fine motor skills. Furthermore, regardless of the type, all exercise interventions contribute positively to improving physical fitness levels and promoting overall physical development in children with ASD.

Keywords: autism spectrum disorder; motor intervention; motor ability; gross motor skills; fine motor skills; physical fitness

孤独症谱系障碍(autism spectrum disorder, ASD)是一种复杂的神经发育障碍性疾病^[1],其核心症状包括社会交往和沟通技能的显著障碍,以及重复刻板的行为模式和兴趣活动^[2]。20 世纪以来,ASD 患病率在全球范围内增加,根据美国疾病控制与预防中心(Centers for Disease Control and Prevention, CDC)的统计数据,2000 年每 150 名儿童中有 1 名被诊断为 ASD,2010 年这一比例提高至 1/68,2022 年,患病率更是增加到 1/36,且男童患病率高于女童^[3]。不同种族之间患病率也存在差异。根据 2010 年开始的出生队列数据,黑人、西班牙裔

以及亚裔/太平洋岛民儿童的 ASD 患病率超过白人儿童,且在 2012 年之后还有继续增长的趋势^[4]。

运动可以针对性地改善 ASD 儿童粗大和精细运动技能发育延迟的问题,还通过身体活动促进神经发育,进而提高大脑功能区的效率和协调能力^[5]。运动能力是个体在身体活动过程中所展现的体能、技能和心智能力的整体水平^[6]。从狭义角度看,运动能力主要体现为个体对基本运动技能的掌握程度,涵盖了移动类技能和物体控制类技能;从广义层面而言,运动能力则是指个体完成各类目标导向性运动任务时所需的身体协调与控制能力^[7]。本研究

基金项目:中青年领军人才培养项目(1253200042);北京市教育科学“十三五”规划 2020 年度课题(CEDB2020160);

作者简介:侯耀奇(1999—),男,博士研究生在读,主要研究方向为运动与心理健康促进。

通信作者:宋湘勤, E-mail: songxiangqin@bnu.edu.cn

将运动能力界定为体能素质和运动技能两个核心组成部分:其中体能素质涵盖了肌肉力量、心肺耐力、身体柔韧性、动态平衡能力及运动敏捷性等要素;运动技能则包括大肌肉群参与的粗大运动技能和小肌肉群控制的精细运动技能^[8]。本研究旨在系统分析运动干预对 ASD 儿童运动能力的影响效果,为进一步探讨运动干预在提升 ASD 儿童运动能力中的作用提供理论基础和实践指导。

1 不同类型运动对 ASD 儿童运动能力的干预效果

本研究根据运动形式的主要特性和干预目标,将运动干预分为五类:体育运动和综合体能训练、水

上运动、瑜伽和太极、运动游戏干预、马术和模拟骑马。

1.1 综合体能训练对 ASD 儿童运动能力的影响

综合体能训练干预是指通过多种体育项目和综合性体能练习来改善 ASD 儿童运动能力的干预方式,主要包括足球、乒乓球等单项运动以及结合球类、阻力、节奏等元素的综合训练模式。这类干预通过系统性的运动训练,旨在全面提升 ASD 儿童的运动能力。现有研究采用多种标准化测评工具对干预效果进行评估,结果证明,此类干预对 ASD 儿童运动能力具有显著的改善作用。见表 1。

表 1 综合体能训练对 ASD 儿童运动能力的影响
Tab. 1 Effects of comprehensive physical training on motor ability in children with ASD

作者	国家	年龄(岁)	样本量(实验组/对照组)	实验干预	干预周期	测量工具	干预结果
Bremer (2021) ^[9]	加拿大	3~5	13/14	综合运动	每次 60min,每周 2 次,持续 12 周	TGMD	↑ 移动技能、物体操控技能
Haghighi(2023) ^[10]	伊朗	6~10	8/8	综合运动	每次 60min,每周 3 次,持续 8 周	动作测试	↑ 握力、上下肢力量、平衡性、敏捷性
Rafie(2017) ^[11]	伊朗	9~12	10/10	综合运动	每次 45min,每周 3 次,持续 10 周	BOT-2	↑ 上肢协调、上肢速度和灵巧;↓ 双侧协调、跑速与敏捷等运动能力
Bremer (2015) ^[12]	加拿大	4	5/4	基本运动技能干预	每次 1h,每周 1 次,持续 12 周	PDMS-2 MABC-2	↑ 运动和对对象操纵、抓握和视觉-运动整合、精细运动
Sansi(2012) ^[13]	土耳其	6~11	27/18	IPA 项目	每天 1h,每周 2 次,持续 12 周	TGMD	↑ 跑步技能、奔跑技能、跳跃技能、踢球、双手击球
Castano(2024) ^[14]	哥伦比亚	4~7	10/10	综合体育	每次 60min,每周 3 次,持续 8 周	EAD-3	↑ 跑步、跳跃等运动技能;协调、姿势控制和平衡 等运动能力
Brand(2015) ^[15]	瑞士	7~13	10	自行车	每次 60min,每周 3 次,持续 3 周	动作测试	↑ 平衡、接球、单手投球、双手投球等基本运动能力
Kaplánová(2023) ^[16]	斯洛伐克	5~10	10/10	综合运动	每次 30min,每周 2 次,持续 8 周	TGMD	↑ 空间处理、运球、接球、滚动、腿部控制、跳跃等基本运动能力
Hassani(2022) ^[17]	伊朗	8~11	10/11/9	ICPL/ SPARK	每次 60min,每周 2 次,持续 16 周	BOT-2	↑ 跑步和速度敏捷性、平衡、双侧协调和力量等运动能力
Najafabadi(2018) ^[18]	伊朗	5~12	12/14	SPARK	每次 40min,每周 3 次,持续 12 周	BOT-2	↑ 动静态平衡、双侧协调等运动能力
Rafiei(2021) ^[19]	伊朗	6~10	20/20/20	SPARK	每次 35min,每周 3 次,持续 8 周	MABC-2	↑ 瞄准和捕捉

注: TGMD 为粗大动作发展测试(Test of Gross Motor Development); PDMS-2 为皮博迪发展动作量表第二版(Peabody Developmental Motor Scales-2); MABC-2 为动作评估测试第二版(Movement Assessment Battery for Children-2); EAD-3 为运动能力发展评估第三版(Evaluation of Athletic Development-3); BOT-2 为布鲁因克斯动作熟练度测试第二版(Bruininks-Oseretsky Test of Motor Proficiency-2)。IPA 项目为融合性体育活动项目,通过跑步、跳跃和球类操作等训练提高 ASD 儿童的运动和社交技能; ICPL 通过移动技能、平衡、踢球、气球和球类等游戏化活动训练 ASD 儿童的基本动作技能; SPARK 为儿童运动、游戏与积极娱乐项目,通过游戏化运动训练改善 ASD 儿童的动作技能。

研究表明,针对 ASD 儿童的运动干预,正经历由单一向综合、由特定向全面的发展演变。单一运动项目如足球训练,虽然在特定粗大运动技能领域具有针对性优势,但在全面覆盖运动能力提升方面存在局限。

1.2 水上运动干预对 ASD 儿童运动能力的影响

水上运动干预是指利用水的特殊物理性质(阻力、浮力、静水压等)为 ASD 儿童提供运动训练的干预方式^[20]。水环境能够为儿童提供独特的感觉输入和运动体验,通过减轻重力影响和提供全方位阻力,有

助于发展运动能力和促进身体发展^[21]。此类干预通常采用水上专项技能评估工具结合传统运动能力

测评的方式进行效果评估,结果显示水上运动能显著改善 ASD 儿童的运动能力和社交能力。见表 2。

表 2 水上运动对 ASD 儿童运动能力的影响

Tab. 2 Effects of aquatic exercise on motor ability in children with ASD

作者	国家	年龄(岁)	样本量(实验组/对照组)	实验干预	干预周期	测量工具	干预结果
Caputo(2018) ^[20]	意大利	6~13	13/13	水上运动	每次 45min, 持续 10 个月, 共 96 次	HAAR	↑ 旋转、平衡和控制、水中独立运动
Marzouki(2021) ^[21]	突尼斯	6~8	8/8/6	水上技术/水上游戏	每次 50min, 每周 2 次, 持续 8 周	TGMD	↑ 物体控制技能
Pan (2010) ^[22]	中国	6~9	8/8	水上运动	每次 90min, 每周 2 次, 持续 10 周	HAAR	↑ 水导向技能、呼吸技能、漂浮技能、划水技能以及进出水技能
Fragala (2011) ^[23]	美国	6~12	7/5	水上运动	每次 40min, 每周 2 次, 持续 14 周	M-PEDI	↑ 仰卧起坐、等长俯卧撑; ↓ 移动技能
Battaglia(2019) ^[24]	意大利	10~14	3	水上运动	每次 40~50min, 每周 2 次持续 12 周	TGMD	↑ 跑步、水平跳跃、单腿跳、滑步、静止弹跳、接球、踢球
Ansari(2021) ^[25]	伊朗	8~14	10/10/10	游泳	每次 60min, 每周 2 次, 持续 10 周	动作测试	↑ 静态平衡、动态平衡等基本运动能力

注: HAAR 为水中活动评估记录(Halliwick Aquatic Assessment Record); M-PEDI 为儿科评估量表修订版(Pediatric Evaluation of Disability Inventory-Modified)。

这类干预方式在提升 ASD 儿童运动能力方面具有显著的特异性优势。水环境独特的特殊物理特性为儿童运动训练提供了安全有效的理想平台^[24]。借助水的减重支撑作用和全向阻力刺激,水上运动能有效提高 ASD 儿童的运动能力^[23]。

1.3 瑜伽和太极对 ASD 儿童运动能力的影响 瑜伽和太极干预是指运用传统东方身心运动形式来提

升 ASD 儿童运动能力的干预方式。瑜伽通过静态姿势保持和流动性动作相结合,着重培养身体柔韧性、力量 and 平衡的协调发展^[26];太极拳则借助缓慢连续的动作序列,强调全身协调性和动态平衡控制^[27]。这两种运动形式均整合了身心调节理念,在提升运动能力的同时,也强调注意力集中和情绪调节能力的培养。见表 3。

表 3 身心运动对 ASD 儿童运动能力的影响

Tab. 3 Effects of mind-body exercise on motor ability in children with ASD

作者	国家	年龄(岁)	样本量(实验组/对照组)	实验干预	干预周期	测量工具	干预结果
Helsel(2023) ^[26]	美国	11~17	20/0	传统瑜伽	每次 30min, 每周 3 次, 持续 12 周	TGMD	↑ 腿部力量、动态平衡
Kaur (2019) ^[28]	美国	5~13	12/12	创造性瑜伽	每次 40~50min, 每周 4 次, 持续 8 周	BOT-2	↑ 双侧协调
Shanker (2022) ^[29]	印度	5~15	23/20	瑜伽	每次 45min, 每周 5 次, 持续 12 周	BOT-2	↑ 身体协调、力量和敏捷性、手动协调
Sarabzadeh(2019) ^[27]	伊朗	6~12	9/9	太极拳	每次 60min, 每周 3 次, 持续 6 周	MABC-2	↑ 平衡、球技; ↓ 手部灵活性

注:量表名同上。

1.4 运动游戏对 ASD 儿童运动能力的影响 运动游戏干预是指结合现代科技手段与传统运动训练相结合的高度互动性干预方式^[30]。此类干预通过游戏化的运动体验,利用实时反馈和互动元素来激发 ASD 儿童的运动参与兴趣,为其提供个性化的运动训练强度和难度调节。现有研究采用多种运动能力

测评工具对其效果进行验证,结果表明这种干预模式对 ASD 儿童运动能力发展具有积极作用。见表 4。

这种高度互动的干预形式在提升 ASD 儿童运动能力方面呈现出复杂的效果模式。研究表明运动游戏在改善粗大运动技能方面普遍有效,此外,针对

表 4 运动游戏对 ASD 儿童运动能力的影响

Tab. 4 Effects of Motor Games on Motor Ability in Children with ASD

作者	国家	年龄/(岁)	样本量(实验组/对照组)	实验干预	干预周期	测量工具	干预结果
Dickinson(2014) ^[30]	英国	5~15	50/50	运动游戏	每次 15min, 每周 3 次, 持续 40 周	Bleep Test	↑ 心肺耐力、敏捷性、下肢力量、核心力量
Hilton(2014) ^[31]	美国	NA	7	运动游戏	每次 2min, 每周 3 次, 总计 30 次	BOT-2	↑ 力量与敏捷性; ↓ 精细手动控制、手动协调、身体协调
Travers(2018) ^[32]	美国	7~17	29	运动游戏	每次 60min, 每周 3 次, 持续 6 周	BOT-2	↑ 动态平衡
Edwards(2017) ^[33]	澳大利亚	6~10	19/17	Kinect	每次 45~60min, 每周 3 次, 持续 2 周	TGMD	↑ 感知物体控制技能
Rafiei(2021) ^[19]	伊朗	6~10	20/20/20	运动游戏	每次 35min, 每周 3 次, 持续 8 周	MABC-2	↑ 瞄准和捕捉 ↑ 动态平衡

注: Bleep Test 为渐进性有氧心血管耐力跑测试(Progressive Aerobic Cardiovascular Endurance Run); Kinect 为微软体感游戏设备动作捕捉系统; NA 为没有相关数据。

力量、平衡和耐力等体能素质也表现突出^[31]。其中实时反馈和动态运动设计能够显著提升特定的粗大运动技能,但此类干预对于精细运动技能的影响存在显著差异和争议^[32]。

1.5 马术和模拟骑马对 ASD 儿童运动能力的影响

马术和模拟骑马干预是指通过真实马匹互动或电子模拟设备来提升 ASD 儿童运动能力的独特干预方式。马术运动具有三维动态性特点,骑手需要在马匹运动过程中不断调整身体姿势以维持平衡,进而全面激活核心肌群和协调系统^[34]。研究表明,马术和模拟骑马均能通过节律性运动刺激和三维姿态控制训练,有效促进 ASD 儿童的粗大运动技能和精细运动技能的协同发展^[35]。除此之外,马术干预还显著改善了 ASD 儿童的核心肌群力量、动态平衡能力、身体协调,这些均属于体能素质的重要构成部分,为其整体运动能力的提升提供了身体基础^[36]。

2 不同运动类型干预效果存在差异

对上述五类运动干预研究的进行系统分析后发现,不同运动类型在改善 ASD 儿童运动能力方面表现出明显的差异。综合体能训练和多样化体育活动在提升粗大运动技能方面表现最为突出,此外在改善平衡、协调、力量等体能素质上也表现出广泛而一致的积极效果。此类干预的优势在于其能够综合多元化的运动形式同时刺激多个运动系统,实现运动能力的全面提升^[37]。水上运动干预虽然同样可以改善运动能力,但更多体现在水环境的特殊物理性质为运动训练提供安全且易于控制的外界环境^[37]。

在改善精细运动技能方面,瑜伽、太极等身心运动形式展现出一定优势,此类干预通过强调静态姿

势保持、精确动作控制和身心协调的方式,不仅能有效提升手部灵活性、双侧协调能力和精细动作控制,还对身体柔韧性、核心稳定性和静态力量等体能维度有着积极影响。然而,现有研究数据也显示,此类传统身心运动在粗大运动技能改善方面存在一定局限,这提示其干预机制可能更多聚焦于精细动作控制和姿势稳定性等层面^[38-40]。

运动游戏和马术干预作为相对新兴的干预方式,在提升粗大和精细运动技能方面也具有独特的优势。运动游戏在提升心肺耐力、敏捷性、下肢力量等体能素质方面表现活跃,通过高度互动性和实时反馈机制,在改善特定粗大运动技能方面效果良好,但对精细运动技能的影响存在争议,部分研究甚至发现其精细运动控制能力下降,这可能与虚拟环境训练向现实技能转化的局限性有关^[41-42]。

在运动强度方面,多数研究的运动强度集中在 8~12 周,每周 2~3 次,每次 30~60min 的范围内。过短的干预周期(如少于 6 周)往往难以产生稳定的改善效果,而过长的干预可能面临依从性下降的问题。干预频次方面,每周 2~3 次的安排既能保证训练效果的累积,又能避免过度训练导致的疲劳或抗拒情绪。不同年龄段 ASD 儿童对各类运动干预的响应存在明显差异。学龄前儿童(3~6 岁)对游戏化程度较高的综合体能训练响应更好,而学龄期儿童(7~12 岁)则能够更好地适应结构化程度较高的专项运动训练。

综上所述,单一运动形式的干预效果往往局限于特定的运动技能领域;综合性、多元化的运动干预策略更有利于 ASD 儿童运动技能与体能素质的协同提升,从而实现整体运动能力的全面发展。

3 总结与展望

本文系统探讨了周期性运动干预对 ASD 儿童运动能力的影响,并综合多项研究分析不同运动形式对儿童的运动技能和体能的促进作用。未来的研究应加强在多个关键领域推动对 ASD 儿童运动干预的理解与应用。可以设计长期的后续追踪评估方案,监测运动干预对 ASD 儿童运动能力以及其他能力的长期影响。使用定量与定性相结合的方法为其提供全面评估。通过比较不同运动形式的效果,针对 ASD 儿童多样化需求制定科学干预策略。

利益冲突声明 本文不存在利益冲突

数据可用性声明 本研究未生成新的数据,对于纳入的每项研究均已在参考文献列表中列出。

参考文献

- [1] Lord C, Brugha TS, Charman T, et al. Autism spectrum disorder[J]. *Nat Rev Dis Primers*, 2020, 6(1): 5.
- [2] Taylor MJ, Rosenqvist MA, Larsson H, et al. Etiology of autism spectrum disorders and autistic traits over time[J]. *JAMA Psychiatry*, 2020, 77(9): 936-943.
- [3] Harris E. Autism prevalence has been on the rise in the US for decades—and that's progress[J]. *JAMA*, 2023, 329(20): 1724-1726.
- [4] Gallin Z, Klevzon AM, Reichenberg A, et al. Racial differences in the prevalence of autism spectrum disorder: A systematic review[J]. *J Autism Dev Disord*, 2024, 55(9): 3364-3377.
- [5] Chu CH, Tsai CL, Chen FC, et al. The role of physical activity and body-related perceptions in motor skill competence of adolescents with autism spectrum disorder[J]. *Disabil Rehabil*, 2019, 42(10): 1373-1381.
- [6] 于素梅. 学生运动能力标准的旨趣与系统建构[J]. *中国教育*, 2025, (1): 72-76.
Yu SM. The purpose and systematic construction of student sports ability standards[J]. *Chin Educ J*, 2025, (1): 72-76. (in Chinese)
- [7] 张连成, 朱良昊, 刘美廷, 等. 锻炼行为的决定因素模型: 基于锻炼行为发生的实然逻辑[J]. *体育科学*, 2025, 45(5): 28-38.
Zhang LC, Zhu LH, Liu MT, et al. The determinant factor model of exercise behavior: Based on the realistic logic of exercise behavior occurrence[J]. *China Sport Sci*, 2025, 45(5): 28-38. (in Chinese)
- [8] Sutapa P, Pratama KW, Rosly MM, et al. Improving motor skills in early childhood through goal-oriented play activity[J]. *Children (Basel)*, 2021, 8(11): 994.
- [9] Bremer E, Lloyd M. Baseline behaviour moderates movement skill intervention outcomes among young children with autism spectrum disorder[J]. *Autism*, 2021, 25(7): 2025-2033.
- [10] Haghighi AH, Broughani S, Askari R, et al. Combined physical training strategies improve physical fitness, behavior, and social skills of autistic children[J]. *J Autism Dev Disord*, 2022, 53(11): 4271-4279.
- [11] Rafie F, Ghasemi A, Zamani Jam A, et al. Effect of exercise intervention on the perceptual-motor skills in adolescents with autism[J]. *J Sports Med Phys Fitness*, 2017, 57(1-2): 53-59.
- [12] Bremer E, Balogh R, Lloyd M. Effectiveness of a fundamental motor skill intervention for 4-year-old children with autism spectrum disorder: A pilot study[J]. *Autism*, 2014, 19(8): 980-991.
- [13] Sansi A, Nalbant S, Ozer D. Effects of an inclusive physical activity program on the motor skills, social skills and attitudes of students with and without autism spectrum disorder[J]. *J Autism Dev Disord*, 2020, 51(7): 2254-2270.
- [14] Castaño PRL, Suárez DPM, González ER, et al. Effects of physical exercise on gross motor skills in children with autism spectrum disorder[J]. *J Autism Dev Disord*, 2023, 54(8): 2816-2825.
- [15] Brand S, Jossen S, Holsboer-Trachsler E, et al. Impact of aerobic exercise on sleep and motor skills in children with autism spectrum disorders—a pilot study[J]. *Neuropsychiatr Dis Treat*, 2015, 11: 1911-1920.
- [16] Kaplánová A, Šišková N, Grznárová T, et al. Physical education and development of locomotion and gross motor skills of children with autism spectrum disorder[J]. *Sustainability*, 2022, 15(1): 28.
- [17] Hassani F, Shahrbanian S, Shahidi SH, et al. Playing games can improve physical performance in children with autism[J]. *Int J Dev Disabil*, 2020, 68(2): 219-226.
- [18] Najafabadi MG, Sheikh M, Hemayattalab R, et al. The effect of SPARK on social and motor skills of children with autism[J]. *Pediatr Neonatol*, 2018, 59(5): 481-487.
- [19] Rafiei Milajerdi H, Sheikh M, Najafabadi MG, et al. The effects of physical activity and exergaming on motor skills and executive functions in children with autism spectrum disorder[J]. *Games Health J*, 2021, 10(1): 33-42.
- [20] Caputo G, Ippolito G, Mazzotta M, et al. Effectiveness of a multisystem aquatic therapy for children with autism spectrum disorders[J]. *J Autism Dev Disord*, 2018, 48(6): 1945-1956.
- [21] Marzouki H, Soussi B, Selmi O, et al. Effects of aquatic training in children with autism spectrum disorder[J]. *Biology (Basel)*, 2022, 11(5): 657.
- [22] Pan CY. Effects of water exercise swimming program on aquatic skills and social behaviors in children with autism spectrum disorders[J]. *Autism*, 2010, 14(1): 9-28.
- [23] Fragala-Pinkham MA, Haley SM, O'Neil ME. Group swimming and aquatic exercise programme for children with autism

- spectrum disorders: A pilot study[J]. *Dev Neurorehabil*, 2011, 14(4): 230-241.
- [24] Battaglia G, Agrò G, Cataldo P, et al. Influence of a specific aquatic program on social and gross motor skills in adolescents with autism spectrum disorders: Three case reports[J]. *J Funct Morphol Kinesiol*, 2019, 4(2): 27.
- [25] Ansari S, Hosseinkhanzadeh AA, AdibSaber F, et al. The effects of aquatic versus kata techniques training on static and dynamic balance in children with autism spectrum disorder[J]. *J Autism Dev Disord*, 2020, 51(9): 3180-3186.
- [26] Helsel BC, Foster RNS, Sherman J, et al. A remotely delivered yoga intervention for adolescents with autism spectrum disorder: Feasibility and effectiveness for improving skills related to physical activity[J]. *J Autism Dev Disord*, 2022, 53(10): 3958-3967.
- [27] Sarabzadeh M, Azari BB, Helalizadeh M. The effect of six weeks of Tai Chi Chuan training on the motor skills of children with autism spectrum disorder[J]. *J Bodyw Mov Ther*, 2019, 23(2): 284-290.
- [28] Kaur M, Bhat A. Creative yoga intervention improves motor and imitation skills of children with autism spectrum disorder[J]. *Phys Ther*, 2019, 99(11): 1520-1534.
- [29] Shanker S, Pradhan B. Effect of yoga on the motor proficiency of children with autism spectrum disorder and the feasibility of its inclusion in special school environments[J]. *Adapt Phys Activ Q*, 2022, 39(2): 247-267.
- [30] Dickinson K, Place M. A randomised control trial of the impact of a computer-based activity programme upon the fitness of children with autism[J]. *Autism Res Treat*, 2014, 2014: 419653.
- [31] Hilton CL, Cumpata K, Klohr C, et al. Effects of exergaming on executive function and motor skills in children with autism spectrum disorder: A pilot study[J]. *Am J Occup Ther*, 2013, 68(1): 57-65.
- [32] Travers BG, Mason AH, Mrotek LA, et al. Biofeedback-based, videogame balance training in autism[J]. *J Autism Dev Disord*, 2017, 48(1): 163-175.
- [33] Edwards J, Jeffrey S, May T, et al. Does playing a sports active video game improve object control skills of children with autism spectrum disorder? [J]. *J Sport Health Sci*, 2017, 6(1): 17-24.
- [34] Gabriels RL, Agnew JA, Holt KD, et al. Pilot study measuring the effects of therapeutic horseback riding on school-age children and adolescents with autism spectrum disorders[J]. *Res Autism Spectr Disord*, 2012, 6(2): 578-588.
- [35] Wuang YP, Wang CC, Huang MH, et al. The effectiveness of simulated developmental horse-riding program in children with autism[J]. *Adapt Phys Activ Q*, 2010, 27(2): 113-126.
- [36] Zhao M, You Y, Li J, et al. The effects of therapeutic horseback riding program on motor skills in children with autism spectrum disorder[J]. *Int J Ment Health Promot*, 2022, 24(4): 475-489.
- [37] Monteiro CE, Da Silva E, Sodré R, et al. The effect of physical activity on motor skills of children with autism spectrum disorder: A meta-analysis[J]. *Int J Environ Res Public Health*, 2022, 19(21): 14081.
- [38] Penn IW, Sung WH, Lin CH, et al. Effects of individualized Tai-Chi on balance and lower-limb strength in older adults[J]. *BMC Geriatr*, 2019, 19(1): 235.
- [39] Yan JH. Tai Chi practice improves senior citizens' balance and arm movement control[J]. *J Aging Phys Act*, 1998, 6(3): 271-284.
- [40] Wehner C, Blank C, Arvandi M, et al. Effect of Tai Chi on muscle strength, physical endurance, postural balance and flexibility: A systematic review and meta-analysis[J]. *BMJ Open Sport Exerc Med*, 2021, 7(1): e000817.
- [41] Xue Z, Zhang W, Zhou N, et al. Effects of virtual reality motor games on motor skills in children with cerebral palsy: A systematic review and meta-analysis[J]. *Front Psychol*, 2025, 15: 1483370.
- [42] Ren Z, Wu J. The effect of virtual reality games on the gross motor skills of children with cerebral palsy: A meta-analysis of randomized controlled trials[J]. *Int J Environ Res Public Health*, 2019, 16(20): 3885.

收稿日期:2025-05-29 修回日期:2025-09-24 本文编辑:杨媛媛

欢 迎 投 稿 欢 迎 订 阅