运动对孤独症青少年自我刺激行为的干预效果研究——基于 RCT 实验的 Meta 分析

袁满，陈彦舟，宗佳，栗鸥，张慧
北京市盲人学校，北京 100097

DOI: 10.61369/ETR.2026270040

摘　　要： 本研究纳入 7 项国内外运动干预孤独症青少年自我刺激行为的随机对照试验，运用随机效应模型开展 Meta 分析并剖析运动参数的调节效应。结果显示：运动干预可明显减少该群体自我刺激行为（SMD=−7.69，P=0.006）；中等强度、每周 3~5 次、单次 10~90 分钟、干预 8~15 周的方案疗效突出；年龄与各项运动参数分层后干预效果均显著，但组间效应量无明显区别，说明干预核心是运动与目标行为在生物力学、感觉层面精准适配，而非固定参数。据此建议依托个体化行为功能评估搭建行为 – 运动匹配体系，为特教与家庭场景下的精准运动干预提供依据。

关 键 词： 孤独症；自我刺激行为；运动干预；元分析

Study on the Intervention Effect of Exercise on Self-Stimulatory Behaviors of Adolescents with Autism——A Meta-Analysis Based on RCT Experiments

Yuan Man, Chen Yanzhou, Zong Jia, Li Ou, Zhang Hui
Beijing School for the Blind, Beijing 100097

Abstract: To systematically explore the intervention effect of exercise on self-stimulatory behaviors of autistic adolescents and the optimal exercise parameters, this study included 7 domestic and foreign randomized controlled trials (RCTs) on exercise intervention for self-stimulatory behaviors of autistic adolescents. A random-effects model was adopted for Meta-analysis, and the moderating effects of different exercise parameters were analyzed. The results show that exercise intervention can significantly reduce self-stimulatory behaviors of autistic adolescents (SMD=−7.69, P=0.006). Intervention schemes with moderate intensity, 3–5 times a week, single duration of 10–90 minutes, and intervention cycle of 8–15 weeks achieve the optimal therapeutic effect. Stratified analysis by age and exercise parameters reveals significant intervention effects in all subgroups with no significant differences in effect sizes between groups. The core of effective intervention lies in the precise biomechanical and sensory adaptation between exercise and target behaviors rather than fixed parameter standards. This study proposes constructing a behavior-exercise matching system based on individualized behavioral function assessment, providing empirical evidence and practical references for accurate exercise intervention in special education and family rehabilitation scenarios.

Keywords: autism; self-stimulatory behaviors; exercise intervention; meta-analysis; adolescents

一、研究背景

重复刻板行为（Repetitive and Stereotyped Behaviors，RSB）是孤独症谱系障碍（Autism Spectrum Disorder，ASD）诊断标准的核心表现之一[1]，常表现为摇摆、拍手、跳跃等刻板动作。这类行为部分源于个体对特定感官刺激的寻求与维持，被功能分析界定为自动强化功能行为，又称自我刺激行为（self-stimulatory behavior）[2]。自我刺激行为对孤独症个体的影响是多维度的，不仅可能引发自伤，还会干扰学习专注度与技能获取。此外，这类行为的异质性常导致社会排斥，从而加剧个体的社交孤立，阻碍其实现社会融合[3]。因此，对这类行为的适时干预至关重要。

自我刺激行为因其不依赖外部环境维持，反馈仅来自个体自身，所以干预极具挑战。如应用行为分析（Applied Behavior Analysis，ABA）和社会故事（Social Stories）等方法在处理获取他人关注等类型的问题行为时效果显著，但对自我刺激行为常因无法识别替代刺激[4]或实施差别强化程序而失效。此外，ABA 等高密度干预方式资源需求大、成本高，在特殊在教育资源匮乏

本研究是北京市教育科学“十四五”规划 2024 年度一般课题“孤独症学生自动强化型课堂问题行为的体育活动干预策略研究”（课题批准号 :CDEB24408）的阶段性成果。
袁满，硕士研究生，研究方向：特殊儿童运动干预

 Copyright © This Work is Licensed under A Commons Attribution-Non Commercial 4.0 International License.

地区难以推广或持续实施。

近年来，体育运动因其实施便捷、低成本、天然带有感觉刺激等优势，被视为可能替代传统干预的一种策略。已有研究尝试采用慢跑、小篮球、太极等多种运动干预，但在干预强度、频率、行为匹配方式等关键维度上，干预效果报道仍存在较大分歧，亟需通过系统整合明确其干预边界与适用条件。

本研究拟通过系统整合已发表的随机对照试验（RCT）结果，采用 Meta 分析方法评估运动干预对孤独症青少年自动强化型行为的影响，并进一步探讨运动参数（频率、强度、周期）对干预效果的可能调节作用。研究旨在为特殊教育和家庭环境中制定个性化运动干预策略及优化方案提供循证依据。

二、研究方法

（一）文献检索策略

以中国知网、Web of Science、PubMed、EBSCO 为数据库，检索国内外公开发表的中英文文献，检索时间范围为数据库建库至2025年3月10日。搜索词包括以下三组：①干预对象：孤独症（Autism）、自闭症、孤独症谱系障碍（ASD）；②干预方式：体育活动（Sports activities）、身体活动（Physical activity）、体力活动（Physical exertion）、体育锻炼（Physical exercise）、运动干预（Exercise intervention）；③问题类型：问题行为（Problem behavior）、自我刺激（Self-stimulating）。为确保文献检索的系统性与覆盖性，本研究采用两阶段文献获取策略。第一阶段通过在 PubMed、Web of Science、CNKI 等数据库中构建布尔逻辑检索式（运用“AND”与“OR”连接关键词与主题词），系统检索与“孤独症”“自我刺激行为”及“运动干预”相关的研究文献。第二阶段采用引文追踪策略，包括对已纳入文献的参考文献进行回溯引用分析（backward citation tracking），以及开展前向引用追踪（forward citation tracking），以识别在初始检索中可能遗漏的潜在符合标准的研究。

（二）文献筛选

1. 纳入标准

本研究采用 PICOS 框架（Participants, Intervention, Comparison, Outcomes, Study design）制定纳入标准，具体如下：①研究对象（P）：明确诊断为孤独症谱系障碍（ASD）的2-18岁儿童或青少年；②干预措施（I）：以运动为主要干预手段；③对照条件（C）：设有对照组且明确表述对照条件；④结局指标（O）：报告干预前后自我刺激行为的变化，包括频率和量表评分等；⑤研究设计（S）：随机对照试验（RCT）。

2. 排除标准

排除标准如下：①研究缺乏明确的对照组；②非随机对照试验（RCT）类研究；③干预措施中的运动成分不明确或为多因素混合干预；④结局指标与刻板行为 / 自我刺激行为无关；⑤研究对象为非孤独症谱系障碍（ASD）患者，或存在其他共患病及健康问题；⑥目标行为未进行功能分析；⑦论文未经过同行评审；⑧ 未报告详细数据结果及其有效性。

3. 筛选流程

在独立双盲的条件下，两名研究者根据预先制定的纳入与排除标准，首先独立筛选文献的标题和摘要。通过此阶段的文献将进入全文筛选环节。随后，两名研究者再次独立阅读全文进行复筛，以确定最终纳入的文献。在此过程中，通过人工检索相关综述的参考文献，补充可能遗漏的文献，并对纳入文献的参考文献和引文进行滚雪球式筛选，直至没有新的文献被纳入为止。对于筛选过程中出现的意见分歧，通过双方讨论解决；若仍无法达成一致，则提交第三位研究者进行仲裁决定。

（三）数据提取

研究使用统一的数据提取表，由两名研究人员独立提取以下信息：①作者与发表时间，②样本基本信息（国家 / 地区、样本量、年龄、性别），③干预特征（运动类型、频率、强度、周期），④结局指标类型（如 RBS-R、行为频次等），⑤干预前后均值、标准差或变化量。如有争议，由第三位研究者调解解决。

（四）质量评价的方法

本研究采用 Cochrane 协作组织最新版的偏倚风险评估工具（RoB 2.0）对纳入的随机对照试验文献进行方法学质量评价。RoB 2.0从五个维度评估研究偏倚的可能性，分别为：①随机过程中的偏倚、②干预实施偏倚（包含干预分配与依从性偏差）、③结局数据缺失的偏倚、④结局测量偏倚、⑤结果选择性报告的偏倚。两名研究者独立完成偏倚判断，若出现分歧，则由第三位研究者协商裁定。

（五）数据分析

本研究采用 Review Manager 5.4 软件进行 Meta 分析，包括效应量合并、亚组分析、异质性检验和敏感性分析。通过 I2 检验和 Q 检验评估各效应的异质性。若检验结果 P 值小于0.05且 I2 值超过50%，则认为存在显著异质性，此时采用随机效应模型；否则，采用固定效应模型。若分析中发现异质性，将进一步执行亚组分析以探究其来源。此外，还将使用漏斗图和 Egger 线性回归法评估发表偏倚，前提是纳入研究的数量足够（通常建议≥10项）。

三、结果

（一）纳入研究的基本特征

本研究初步在 CNKI、PubMed、Web of Science 等数据库中检索获得相关文献共1941篇。首先，剔除重复文献和不符合文献类型（如会议摘要、学位论文等）后，剩余1130篇。随后，进行标题与摘要初筛，排除与研究主题无关、无运动干预或结局指标不符的文献，保留60篇。进一步阅读全文评估其纳入标准与排除标准的符合程度，这一过程中通过人工回溯参考文献补充4篇，最终筛选出符合标准的研究7篇。所有文献由两位研究者独立筛选，分歧文献交由第三位评审者协商决定。文献筛选流程详见图1（PRISMA 流程图）。

Copyright © This Work is Licensed under A Commons Attribution-Non Commercial 4.0 International License.

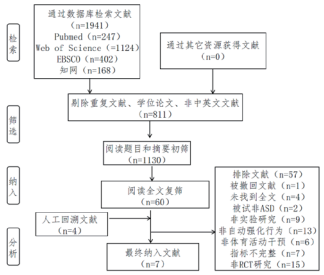


图 1 文献筛选流程图

Fig 1 Flow diagram of literature selection

本研究纳入文献的基本特征如表1所示，共纳入7项原始研究，总样本量为237例，其中实验组125例，对照组112例。文献发表时间跨度为2012年至2025年，呈现明显的阶段性特征。最早研究发表于2012年仅1项研究，而2020年后文献量显著增加，反映该研究领域近五年进入活跃发展期。样本量范围来看，单项研究样本量介于12-62例，中位数21例，反映当前证据以小样本研究为主。文献受试者平均年龄为 X 岁，多数为男；研究主要来自中国（4项）、伊朗（2项）和突尼斯（1项）。

表1 纳入研究的基本特征

Tab 1 Basic characteristics of include studies

第一作者	发表时间	国家 / 地区	样本量（实验组：对照组）	样本年龄（平均年龄、标准差 或年龄范围）
Fatimah Bahrami[5]	2012	伊朗	15:15	9.13
董晓晓 [6]	2020	中国	15:15	3 ~ 6
ANDY C.Y. TSE[7]	2021	中国香港	21:21	11.07 ± 1.44
Roza Tabeshian[8]	2021	伊朗	12:11	9.6 ± 1.4
H.Marzouki[9]	2022	突尼斯	16:6	6.3
王银 [10]	2024	中国	31:31	3 ~ 6
Weike Zhang[11]	2025	中国	15:13	3 ~ 7

在表2所筛选的文献中，中等强度运动干预的研究占比超过一半，达到5篇。这些研究涉及的运动项目主要包括小篮球（2篇）和慢跑（2篇），其余研究则涵盖了空手道、太极、拍球和水上活动等不同类型。实验组的运动干预频率通常为每周3至5次，每次干预时长在10至90分钟之间，干预持续时间多为12至15周。对照组则维持常规活动作为对照。

表2 纳入研究的基本变量与结局指标

Tab 2 Characteristics of Included Studies and Their Outcome Measures

第一作者	实验组			对照组	结局指标
	运动项目	运动强度	时长 / 频率 / 周期	活动方式	
Fatimah Bahrami	空手道	MVPA	30min-90min*4次 / 周 *14周	常规活动	行为频率、GARS-2重复行为量表
董晓晓	小篮球	MPA	40min*5次 / 周 *12周	常规活动	行为频率、RBS-R 重复刻板行为检查表、核磁共振成像
ANDY C.Y. TSE	慢跑、拍球	MPA	10min*3次	常规活动	行为频率、效果持续时长
Roza Tabeshian	太极拳	LPA	45min*3次 / 周 *12周	常规活动	行为频率、GARS-2重复行为量表
H.Marzouki	水上活动	MVPA	50min*2次 / 周 *8周	常规体育活动	GARS-2重复行为量表
王银	跨越障碍跑	MPA	15min*2次 / 天 *5天 / 周 *15周	散步	行为频率、RBS-R 重复刻板行为检查表
Weike Zhang	小篮球	MPA	40min*5次 / 周 *12周	ABA 干预	行为频率、RBS-R 重复刻板行为检查表、神经影响学指标

注：LPA：Light-intensity Physical Activity，低强度身体活动；MPA：Moderate-intensity Physical Activity，中等强度身体活动；MVPA：Moderate-to-Vigorous Physical Activity，中至高强度身体活动；VPA：Vigorous Physical Activity，高强度身体活动；GARS-2：Gilliam Autism Rating Scale-Second Edition，吉利亚姆自闭症评定量表第二版；RBS-R：Repetitive Behavior Scale-Revised，重复刻板行为量表 - 修订版

（二）文献质量评价

根据文献质量评估结果，在所纳入的7篇研究中，均未报告分配隐藏流程，其中6篇未采用结局评估盲法，仅1篇文献明确描述了双盲测试的实施。这表明研究存在一定程度的偏倚风险，详细的文献偏倚风险评估结果请参见图2。



图2 文献偏倚风险评价图

Fig 2 Risk assessment of literature bias

（三）Meta 分析结果

1. 运动干预对孤独症自动强化型行为影响的 Meta 分析

图3显示了对纳入的7项研究进行 Meta 分析的结果。异质性检验显示研究间存在高度异质性（I^2 = 95% > 50%），故采用随机效应模型合并效应量。分析结果显示，运动干预对降低孤独症青少年自我刺激行为的合并效应量为标准化均值差（SMD）= -7.69（95% CI：-13.21，-2.17）。该效应量具有统计学显著性（Z

 Copyright © This Work is Licensed under A Commons Attribution-Non Commercial 4.0 International License.

= 2.76，P = 0.006），表明运动干预能显著减少自我刺激行为。

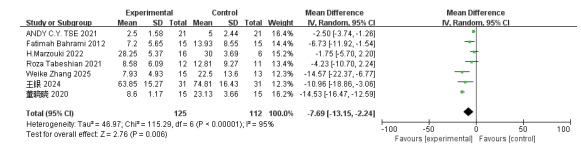


图3 运动对孤独症青少年自我刺激行为干预效果的 Meta 分析结果

Fig 3 Results of a Meta-Analysis on the Intervention Effects of Exercise on Self-Stimulatory Behaviors in Adolescents with Autism

2. 运动干预变量对孤独症自动强化型行为影响的亚组分析结果

元分析结果显示，运动对孤独症青少年自我刺激行为的影响存在高度异质性（I^2=95%）。为探讨异质性来源，本研究通过亚组分析，将被试年龄、运动强度、运动时长、运动频率及运动周期作为调节变量纳入分析。表3结果显示，无论参与者年龄（3-7岁或7岁以上）、运动强度（低中强度或中高强度）、干预时长（短时：10-30分钟；长时：＞30分钟）、运动频率（每周≤3次或＞3次）还是运动周期（≤10周或＞10周），所有亚组的统计分析均达到显著性水平。这表明，运动干预作为改善孤独症青少年自我刺激行为的手段，在不同实施条件下均具有稳健的积极效果。在各调节变量下的亚组内部，干预组与对照组的差异均具有统计学意义（所有 P ＜ 0.01），表明运动干预对自我刺激行为具有显著改善效果。然而，亚组之间的效应量比较差异无统计学意义（调节变量 P ＞ 0.05），未能解释异质性来源。这表明异质性可能源于其他未测量的因素，如个体差异、干预的具体执行细节或测量工具的差异。

表3 运动干预变量对孤独症青少年自我刺激行为干预效果的亚组分析

Tab 3 Subgroup Analysis of Exercise Intervention Variables on Effects for Self-Stimulatory Behaviors in Adolescents with Autism

调节变量	亚组类别	Z	P	文献量	样本量
被试年龄	3-7	5.57	＜ 0.001	4	77:65
	＞ 7	5.81	＜ 0.001	3	48:47
运动强度	低强度 - 中强度	6.69	＜ 0.001	5	94:91
	中高强度 - 高强度	4.48	＜ 0.001	2	31:21
运动时长	10-30min	3.72	0.002	2	52:52
	＞ 30min	6.32	＜ 0.001	5	73:60
运动频率	≤ 3次 / 周	5.58	＜ 0.001	3	49:38
	＞ 3次 / 周	5.81	＜ 0.001	4	76:74
运动周期	≤ 10周	4.72	＜ 0.001	2	37:27
	＞ 10周	5.59	＜ 0.001	5	88:85

（四）发表偏倚分析

根据 Cochrane 手册建议，当 Meta 分析纳入研究数量少于10项时，Egger 检验与漏斗图的统计效能显著降低，判断发表偏倚的准确性不足（add citation）。由于本 Meta 分析仅纳入7项研究，低于通常建议使用 Egger 检验与漏斗图所需的研究数量（≥10项），因此未实施发表偏倚统计检验，以避免小样本造成的偏倚误判。

四、讨论

（一）总效应量

本研究的首要发现表明，运动干预对降低孤独症谱系障碍儿童青少年的自我刺激行为具有显著的积极效果。

（二）亚组分析

本研究被试年龄、运动强度、运动时长、运动频率、运动周期亚组均未能显著解释研究间的异质性。进一步对潜在异质性来源的深层分析，结合实证与理论，异质性可能源于以下未测量的因素。一是个体神经行为特异性，自我刺激行为的功能与形式存在高度个体差异。运动干预需满足生物力学匹配原则，但纳入研究未统一评估个体感觉需求与目标行为的匹配度（如拍球对晃手行为有干预效果，但对躯干摇摆行为无效，运动任务与行为表现需进行匹配分析。），导致相同运动方案对不同个体的效果变异增大。二是剂量反应关系的非线性特征，如有研究显示，干预中增加每次运动时长并未进一步降低 RBS-R 得分，可能提示存在剂量饱和点。现有研究未系统量化“运动剂量”（频率 × 强度 × 时长 × 周期）与行为改善的阈值效应。例如，30分钟运动可能已达感觉替代饱和点，延长时长未必增效。三是测量工具与情境差异，结局指标混合使用行为频率计数和标准化量表，且测量场景涵盖实验室与自然情境（如课堂、家庭），可能引入评估偏倚。本研究结果与 Cooper 等的功能匹配假说一致，即运动效果取决于其能否替代目标行为的感觉功能，而非单纯参数叠加。

（三）与前人研究比较

本研究结果既有既往研究佐证，也取得新突破：一方面证实运动干预可有效减少孤独症青少年自我刺激行为，与已有综述及随机对照试验结论相符，且本研究整合更多样本、更好控制异质性，证据力度更强；针对部分文献结论相悖的问题，推测是异质性管控欠缺、未区分行为强化类型所致。另一方面亚组分析发现，运动强度、时长、频次、干预周期无明显调节作用，推翻了传统剂量依赖观点，提出只要实现生物力学层面适配，短时低强度与长时高强度运动干预效果相近，为条件有限的场景提供了低成本干预理论依据。

（四）作用机制

进一步探讨作用机制发现，运动对孤独症儿童青少年自我刺激行为的干预效果并非源于运动疲劳，而是通过特异性神经行为替代机制实现。实证研究证实该机制具有三重特征：一是行为选择性，如拍球仅减少生物力学匹配的晃手行为，对躯干摇摆无效；二是效果定向性，如慢跑降低问题行为频率却未干扰其原有的课堂参与行为；三是长效持续性，如跆拳道干预效果维持30天，远超生理疲劳效应周期。该三重特征总结自本研究纳入文献的干预机制归纳。

其内在机制可由多学科理论共同指向的刺激替代与功能匹配假说解释。在神经生理层面，刺激强化假说指出，孤独症个体因感觉输入异常，需通过自我刺激行为（如拍打、摇晃）获取特定感官反馈；而运动产生的本体感觉与前庭刺激可功能替代问题行为，满足神经调节需求。例如，拍球提供的触觉 - 动觉反馈与晃手行为高度相似，从而有效抑制后者。在行为分析层面，功能匹配假说强调运动需作为生物力学特征匹配的适应性替代行为，在满足相同感觉强化功能的同时建立社会可接受模式。在运动科学层面，生物力学匹配机制要求干预动作形态匹配，即运动形式调用目标行为相同肌群，如跆拳道踢腿匹配腿部刻板摆动。

Copyright © This Work is Licensed under A Commons Attribution-Non Commercial 4.0 International License.

（五）对实践的指导

本研究结论可为孤独症青少年自我刺激行为的运动干预提供参考，核心遵循精准匹配、灵活实施、系统支持三大原则：依据个体行为功能分析，选取在生物力学与感官需求上适配的运动方式；无需固守固定干预时长与强度，长短时、不同强度方案干预效果无明显差异，可拆分碎片化开展，适配家校有限条件；搭建行为与运动对应资源库，针对不同自我刺激行为匹配专项运动范式。研究核心启示为匹配优先于运动剂量，运动干预可作为低成本干预手段，与 ABA 等主流疗法联合使用。

（六）研究的局限性

本研究存在多重局限：文献筛选上，检索词灵敏度有限、未检索 Scopus、PsycINFO 等常用数据库，且仅限定语种易产生语言偏倚，易漏检相关文献；纳入文献质量参差不齐，部分研究样本量偏小、未设盲法，加之 RBS-R、GARS-2 等评估工具不统一，会干扰效应量测算。本次 Meta 分析虽用随机效应模型应对高异质性（I^2=95%），但亚组分析无法完全解释异质性，个体感官敏感度、家庭干预条件等未纳入的混杂变量，会降低结论推广价值。

（七）对未来研究的建议

后续研究可从五方面深化：一是开展大样本分层随机对照试验，按年龄、症状严重程度分组抽样，提升结果可靠性与外推性；二是统一结局指标、测评工具与运动强度界定标准，建立规范化研究范式；三是拉长干预周期至半年以上，厘清运动剂量与干预效果的量效关系；四是采用多时点纵向随访，在干预后 1、3、6、12 个月持续复测行为变化；五是结合心率变异性、脑电等生理指标与中介分析，揭示运动干预的内在作用机制。

参考文献

[1] 邹小兵，邓红珠 . 美国精神疾病诊断分类手册第5版 " 孤独症谱系障碍诊断标准 " 解读 [J]. 中国实用儿科杂志 ,2013,28(08):561-563.

[2]Lynett.e KC，Carol M n Functional Assessment strategies to Prevent and Remediate challenging behavior in school settings(second edition)[M]. Merrill Prentice Hall，2002.

[3] 马志鹏，宁宁 . 自闭症儿童自我刺激行为干预策略研究综述 [J]. 新疆教育学院学报 ,2020,36(02):65-70.DOI:CNKI:S UN:XINJ.0.2020-02-010.

[4]Rincover A . Sensory Extinction：A procedure for eliminating self-stimulatory behavior in developmentally disabled children［J］. Journal of Abnormal Child Psychology，1978，（03）.

[5]Bahrami, F., Movahedi, A., Marandi, S. M., & Abedi, A. (2012). Kata techniques training consistently decreases stereotypy in children with autism spectrum disorder. Research in Developmental Dis- abilities, 33, 1183 - 1193.

[6] 董晓晓，陈爱国，刘智妹，等 . 小篮球运动对学龄前孤独症儿童重复刻板行为及脑灰质体积的影响 [J]. 中国体育科技 ,2020,56(11):25-31.DOI:10.16470/j.csst.2020126.

[7]Tse, Andy C. Y.Liu, Venus H. L.Lee, Paul H.Investigating the Matching Relationship between Physical Exercise and Stereotypic Behavior in Children with Autism[J]. Medicine and science in sports and exercise, 2021, 53(4).

[8]Tabeshian R，Nezakat-Alhosseini M，Movahedi A ,et al.The Effect of Tai Chi Chuan Training on Stereotypic Behavior of Children with Autism Spectrum Disorder[J]. Journal of Autism and Developmental Disorders, 2021(12).DOI:10.1007/s10803-021-05090-w.

[9]MARZOUKI H, SOUSSI B, SELMI O, et al. Effects of Aquatic Training in Children with Autism Spectrum Disorder [J]. Biology-Basel, 2022, 11(5).

[10] 王银，顾琴，梁冠军，等 . 丰富环境下的有氧运动对孤独症谱系障碍儿童重复刻板行为和工作记忆的影响 [J]. 康复学报 ,2024,34(05):443-449.

[11]ZHANG W, CAI K, XIONG X, et al. Alterations of triple network dynamic connectivity and repetitive behaviors after mini-basketball training program in children with autism spectrum disorder [J]. Scientific Reports, 2025, 15(1).

 Copyright © This Work is Licensed under A Commons Attribution-Non Commercial 4.0 International License.