

执行功能训练对阈下ADHD儿童的干预效果

张鑫悦¹, 武悦¹, 黄捷¹, 张云淑^{2*}

¹承德医学院心理学系, 河北 承德

²河北省第六人民医院, 河北 保定

收稿日期: 2026年3月18日; 录用日期: 2026年4月29日; 发布日期: 2026年5月11日

摘要

目的: 探讨执行功能训练对阈下ADHD儿童的核心症状以及抑制控制能力的干预效果。方法: 采用随机对照设计, 将82名阈下ADHD儿童随机分为训练组(n = 41)和对照组(n = 41)。训练组接受为期8周的执行功能训练, 对照组仅接受一般家长健康教育。采用SNAP-IV评定量表、执行功能行为评定量表(BRIEF)同时利用眼动追踪技术结合转换眼跳任务于基线、8周干预结束后进行评估。结果: 8周干预后, 执行功能训练组SNAP-IV量表及BRIEF量表得分差值均显著大于对照组差值, 转换眼跳任务干预前后正确率、正向眼跳反应时、反向眼跳反应时的差值均显著大于对照组($P < 0.05$), 训练组SNAP-IV量表得分以及转换眼跳任务的反应时和正确率得分与干预前得分差异具有统计学意义。结论: 执行功能训练能够有效改善阈下ADHD儿童的核心症状以及抑制控制能力。

关键词

ADHD, 阈下ADHD, 执行功能训练, 眼动追踪技术

The Effects of Executive Function Training on Children with Subthreshold ADHD

Xinyue Zhang¹, Yue Wu¹, Jie Huang¹, Yunshu Zhang^{2*}

¹Department of Psychology, Chengde Medical University, Chengde Hebei

²The Sixth People's Hospital of Hebei Province, Baoding Hebei

Received: March 18, 2026; accepted: April 29, 2026; published: May 11, 2026

Abstract

Objective: To investigate the intervention effects of executive function training on the core symptoms and inhibitory control of children with subthreshold ADHD. **Methods:** Using a randomized

*通讯作者。

controlled design, 82 children with Subthreshold ADHD were randomly assigned to a training group ($n = 41$) and a control group ($n = 41$). The training group received 8 weeks of executive function training, while the control group received only general parental health education. Assessments were conducted at baseline and after the 8-week intervention using the SNAP-IV rating scale, the Behavioral Rating of Executive Function (BRIEF), and eye-tracking technology combined with the saccade switching task. Results: After the 8-week intervention, the difference in SNAP-IV and BRIEF scores in the executive function training group was significantly greater than that in the control group. The differences in correct response rates, reaction times for forward saccades, and reaction times for backward saccades on the saccade task before and after the intervention were all significantly greater than those in the control group ($P < 0.05$). The differences between pre- and post-intervention scores on the SNAP-IV scale, as well as reaction times and accuracy scores on the saccade task, were statistically significant in the training group. Conclusion: Executive function training can effectively improve core symptoms and inhibitory control in children with Subthreshold ADHD.

Keywords

ADHD, Subthreshold ADHD, Executive Function Training, Eye-Tracking Technology

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

注意缺陷多动障碍(ADHD)是儿童期常见的神经发育障碍,全球及国内患病率居高不下(Huang et al., 2019; Thomas et al., 2022)。临床上,部分儿童存在注意缺陷和/或多动冲动的症状,但未达到 ADHD 的完全诊断标准,这一群体被定义为阈下注意缺陷多动障碍(subthreshold ADHD, sADHD)(孙黎, 2023),该群体的检出率高达 18.5% (Kirova et al., 2019)。在 ADHD 及 sADHD 的病理机制中,执行功能(Executive Function, EF)受损被认为是核心的认知缺陷。研究提出, ADHD 本质上是一种“执行功能发育损伤综合征”(Brown et al., 2011; Constantinidis & Klingberg, 2016)。值得注意的是, sADHD 儿童在 EF 核心成分上表现出与 ADHD 儿童相似的受损严重程度,且与健康儿童相比,可能伴随更为显著的认知缺陷及执行功能缺陷(Kirova et al., 2019; Tang et al., 2023)。在执行功能的各核心成分中,抑制控制功能的损伤在 sADHD 群体中尤为突出。目前多项操作性评估研究支持了这一观点(Hong et al., 2013; Salum et al., 2014)。例如,阈下 ADHD 儿童在测量抑制控制能力的 stroop 测试任务中的表现显著低于健康对照组,表现出明显的抑制控制受损(Hong et al., 2013)。

尽管 sADHD 的早期干预至关重要,但当前针对该群体的干预研究较少。目前以执行功能为核心目标的训练,能够有效改善 ADHD 患者的认知缺损与行为症状(Shuai et al., 2020)。基于此,本研究尝试将已在 ADHD 中被证明有效的执行功能训练延伸应用于 sADHD 群体,旨在通过针对性的执行功能练习,来改善其多动与冲动表现,提升 sADHD 儿童的抑制控制能力。

此外,既往关于执行功能干预成效的评估,大多依赖于家长或教师填写的行为评定量表。但这类方法具有较强的主观性,难以捕捉到抑制控制能力的微观改善。眼动追踪技术通过提取转换眼跳任务中的正向、反向眼跳反应时以及眼跳正确率等指标,能够直接量化个体抑制优势反应的提升效果,为抑制控制能力的评价提供客观印证(卜晓艳, 田学红, 刘运芳, 2009; 杨丽珠, 王素霞, 王美鹅, 2017)。

综上所述,本研究采用随机对照试验,旨在探讨执行功能训练对 sADHD 儿童抑制控制能力的干预

效果, 研究通过结合行为量表与眼动追踪技术, 评估 sADHD 儿童的外显行为变化及微观认知加工速率, 以期为 sADHD 儿童的早期干预提供参考依据。

2. 对象与方法

2.1. 对象

根据公式 $n_1 = n_2 = 2 \left[\frac{(z_{\alpha/2} + z_{\beta})\sigma}{\delta} \right]^2$ 计算样本量, 取 $\alpha = 0.05$, 统计功效 $1 - \beta = 0.8$ 。

根据预试验招募的训练组与对照组各 10 例阈下 ADHD 儿童的任务结果, 训练组在转换眼跳任务中正确率的均值和标准差为 $62.75\% \pm 10.37\%$, 对照组正确率的均值和标准差为 $54.18\% \pm 10.59\%$, 将两组均值差及合并标准差代入计算公式得出每组需 24 人, 考虑到约 20% 的数据剔除率(如眼动追踪信号丢失、被试流失等), 最终确定每组样本量为 30 人, 总样本量为 60 人。

本研究于 2024 年 12 月~2025 年 12 月于河北省某三家专科精神医院门诊招募符合入组标准的阈下 ADHD 儿童, 征求家长同意并签署知情同意书之后纳入研究。

2.1.1. 入组标准

(1) SNAP-IV 评定量表 - 父母版(Chinese version of Swanson Nolan and Pelham, Version IV Scale-parent form, SNAP-IV)若分量表中评分为 2 或 3 的条目数为 3~5, 则认为符合阈下 ADHD 评定标准(Hong et al., 2013; 孙黎, 2023)。

(2) 受试者须满足 DSM-5 关于 ADHD 的起病年龄与损害标准, 并由家长或老师报告其在家庭、学习和学校、社交及自我管理等多个领域中存在明显的功能障碍, 且上述损害须在两个或两个以上的环境中表现出持续性(Cho et al., 2009; Faraone et al., 2006)。

(3) 年龄 6~12 岁, 性别不限。

(4) 家长及儿童自愿参加试验, 签署知情同意书。

2.1.2. 排除标准

(1) 通过 K-SADS-PL 访谈排除情感障碍、焦虑障碍、精神病性障碍等常见的精神障碍, 排除精神发育迟滞及孤独谱系障碍。

(2) 排除神经系统器质性疾病及其他严重的躯体疾病。

(3) 韦氏儿童智力量表(Wechsler Intelligence Scale for Children, WISC)第四版(张厚璨, 2009)总智商 $IQ < 70$ 。

(4) 研究期间因个人意愿拒绝参与、依从性欠佳或中途退出者。

(5) 高度近视以及严重散光者。

2.1.3. 脱落标准

本研究设定了严格的受试者脱落标准。凡在干预期间表现出以下情况者均视为脱落, 不纳入最终分析。首先是依从性欠佳者, 因地理距离或时间冲突导致干预频率无法达标, 即连续缺席干预课程 2 次及以上者判定为脱落。其次是未按要求完成干预前后的基线评估或终点评估(包括行为量表及眼动实验任务)者, 则判定为脱落。

考虑到临床干预研究通常具有较高的脱落率, 本研究在初始阶段扩大了样本规模, 共招募 82 例 sADHD 儿童入组。根据随机数字表将纳入研究的阈下 ADHD 儿童随机分为 2 组, 其中训练组 41 例, 对照组 41 例。在为期 8 周的干预过程中, 共有 18 例样本因各种原因发生脱落, 总脱落率为 22%。其中训

练组脱落 7 例，最终纳入分析受试者为 34 例；对照组脱落 11 例，最终纳入分析受试者为 30 例。其中训练组男 22 人，女 12 人，平均年龄(10±3)岁；对照组男 14 人，女 16 人，平均年龄(10±2)岁。两组性别、年龄差异均无统计学意义($P > 0.05$)。

2.2. 工具

2.2.1. 问卷评估

(1) SNAP-IV 评定量表 - 父母版(Chinese version of Swanson Nolan and Pelham, Version IV Scale-parent form, SNAP-IV)包含 26 个条目，3 个分量表，主要用于临床 ADHD 的筛查。每条目采用 0~3 四级评分法：0，完全没有；1，有一点点；2，还算不少；3，非常的多。条目 1~9 为注意力不集中分量表；条目 10~18 为多动 - 冲动分量表；条目 1~26 为对立违抗分量表。量表从注意力、多动 - 冲动、对立违抗 3 个分量表评估 ADHD 儿童的症状，每部分的平均分等于所含条目总分与所含条目数之比，得分小于等于 1 分属于正常；小于等于 1.5 分属于边缘状态；小于等于 2 分属于中度；2 分以上处于严重状态。该量表为评估 ADHD 儿童的核心症状提供量化性指标，是医生进行临床诊断的辅助工具。

(2) 执行功能行为评定量表(Behavior Rating Inventory of Executive Function, BRIEF)由 Gioia 等编制而成，内容为日常生活中涉及执行功能的行为问题，由儿童家长依据儿童日常生活的表现进行填写，用于评估儿童的执行功能。该量表共 86 个条目，分 2 个纬度：① 行为管理指数：包括抑制、转换和情绪控制 3 个因子；② 元认知功能指数：包括任务启动、工作记忆、计划、组织和监控 5 个因子。每个条目按 1~3 进行 3 点评分：1 (从不)、2 (有时)、3 (经常)。分数越高，所反映的执行功能受损越严重。该量表已被翻译成中文，信效度良好，重测信度为 0.68~0.89，内部一致性系数为 0.74~0.96。

2.2.2. 转换眼跳任务评估

转换眼跳任务主要测量被试的认知灵活性以及抑制控制执行功能(卜晓艳, 田学红, 刘运芳, 2009), 实验流程如图 1。

任务开始时，在屏幕中央呈现一个白色的“十”，要求被试一直注视着“十”，在“十”字呈现 1000 ms 后，“十”会变色。当“十”变成绿色时，被试需要快速看向笑脸刺激出现的位置，执行正向眼跳。如果“十”变成红色，则需要快速看向笑脸出现的镜面位置，即执行反向眼跳。笑脸会出现在“十”水平左右两个位置(视角为 6°)。除了正向眼跳和反向眼跳之间任务转换外，在 trial 的衔接过程中也设置了任务转换。具体来说，在本研究中，存在 4 种 trial 的衔接：pro-pro、anti-anti、pro-anti 和 anti-pro。前两种不存在 trial 转换，后两种存在 trial 转换，4 种 trial 的衔接随机出现。实验共 116 个 trial，其中有 12 个练习 trial，共 4 个 block。总测试时长约为 20 分钟。

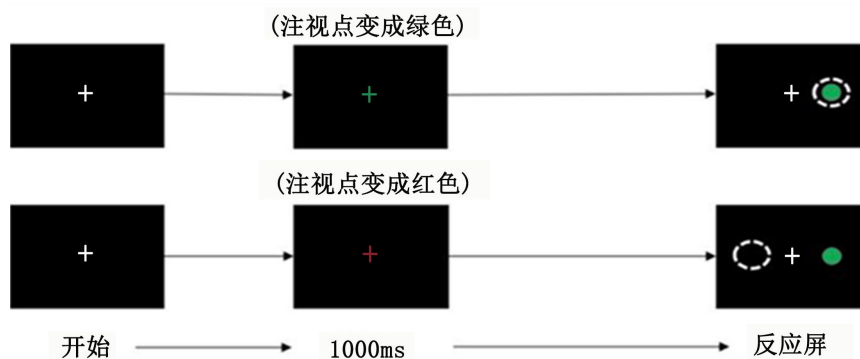


Figure 1. Experimental flowchart of the switch saccade task
图 1. 转换眼跳任务实验流程图

2.3. 研究流程

首先采用心理测评工具对被试进行入组筛查，筛查结束后根据随机数字法分配被试进行干预训练。向被试儿童家属展示知情同意书，待家属了解并同意该研究后，被试入组正式开始训练并于训练前后测量眼动任务数据。

具体流程为：

第一步：采集基线数据，实施前测。由儿童家长填写 SNAP-IV 评定量表、和执行功能行为评定量表收集量表基线数据，同时采集儿童眼动基线数据。

第二步：干预阶段。执行功能训练组 6 人一组，进行每周一次、每次 60 分钟，一共 8 周的执行功能训练干预。

第三步：干预结束，进行后测。由被试儿童家长填写 SNAP-IV 评定量表和执行功能行为评定量表，同时收集儿童进行干预后的眼动任务数据。

2.4. 干预方法

2.4.1. 执行功能训练组干预方案

本研究采用的执行功能训练方案主要参考由杜亚松教授主编的《注意缺陷多动障碍综合干预手册》(杜亚松, 2012)。该手册针对 ADHD 儿童的核心执行功能缺陷, 系统性地整合了学校、家庭及社会多维度的干预方法, 其科学性与有效性已在临床实践中得到广泛认可, 执行功能训练干预方案如表 1。

Table 1. Executive function training intervention program

表 1. 执行功能训练干预方案

游戏项目	游戏内容
小猴上下山	规则：双手呈手枪状，左食指贴右拇指，右食指贴左拇指，其余手指紧握，保持相连。 步骤：从基础单向动作(上/下山，各 4×8 拍)开始，逐步进阶为简单交替(一上一下至四上四下)，最终挑战复杂节拍序列的交替动作。
疯狂的豆子	规则：单手按固定顺序将各类豆子摆放至网格，完成后需按倒序逐一归位至窄口瓶，全程豆子不可晃出格子。 步骤：从少量排数/种类起步，逐步增加豆子类与排数；随后切换非利手操作，最后进阶戴厚棉增加触觉阻力与控制难度。
左右手镜面画迷宫	规则：使用水彩笔在迷宫中匀速连线，要求全程不停顿、无锯齿且笔迹不可超出边线。 步骤：由利手常规描画开始，依次过渡至非利手描画、戴袜增加阻力描画，最后进阶为高难度的镜面反向描画(含利手/非利手及戴袜操作)。
译码游戏	规则：根据给定的密码本，快速准确地将上方数字转换为对应的图形、字母或汉字，并填写在下方。 步骤：从简单的四边形转换(3 行至 7 行)起步，逐步增加认知负荷，过渡到形近字母转换，最终挑战高干扰性的形近字转换。
舒尔特方格	规则：在随机排列数字的矩阵中，要求儿童以最快速度按从小到大的顺序逐一指认并大声读出。 步骤：视觉搜索矩阵难度逐级递增，从 3×3 方格起步，依次进阶完成 4×4、5×5 及 6×6 方格。
故事接龙	规则：多人轮流推进故事。预设主题、结尾与回合数，每人每轮限说一句完整的话，最后一人必须收尾。 步骤：完成接龙后，要求儿童复述故事梗概，指出逻辑漏洞，并准确回答关于之前特定轮次情节的提问。

结合本研究受试者的实际认知水平,我们从中筛选了针对受试儿童核心症状以及抑制能力进行改善的团体游戏项目,形成了为期8周、每周1次(60分钟/次)的线下亲子干预流程。同时,干预配套了基于该手册编写的家庭作业,旨在通过“课上训练+居家强化”的方式,促进儿童执行技能的习得与泛化,在每次(60分钟)课堂训练结束后,会向家长明确布置与当周训练目标一致的家庭作业,内容通常为课堂上进行训练的游戏,要求儿童在家长的监督下于家庭中完成。家庭作业的实施遵循结构化流程:每周训练日布置一次作业,随后6天内需每日进行重复练习。为监控执行质量与依从性,我们建立了家庭作业打卡制度以及网络交流群:要求家长每周至少完成3次打卡记录(记录练习情况与儿童表现),并每天将练习情况分享到聊天群内进行打卡。下周课程开始前主试会对打卡次数进行统计,对未达3次的家长会询问原因并提供指导,对完成3次及以上打卡的儿童会给予小礼物等即时奖励进行正强化。此流程旨在确保家庭训练的频次,并增强儿童与家长的参与动机。

2.4.2. 对照组干预

给予对照组被试儿童家长进行一般儿童健康教养宣教,颁发家长指导手册。包括ADHD核心症状的识别,明确家长指令、时间管理可视化以及如何建立强化系统等内容。

2.5. 统计方法

使用SPSS27.0统计软件。计量资料符合正态分布,采用($\bar{x} \pm s$)进行描述。采用独立样本t检验比较两组的基线各量表、眼动任务得分及干预后各量表、眼动任务得分;采用配对样本t检验比较两组内干预前后各量表、眼动任务得分;采用独立样本t检验比较两组干预前后的差值(干预后得分-干预前得分);采用 χ^2 检验比较两组干预后的临床疗效。统计推断标准设定为双尾检验显著性阈值为 $\alpha = 0.05$ 。本研究的眼动数据分析使用博润视动官方的Dataviewer数据分析软件进行处理,再使用SPSS27.0进行统计分析。

3. 结果

3.1. 训练组与对照组的基线得分比较

Table 2. Comparison of Scale and eye-tracking task scores between the two groups before and after intervention
表 2. 两组被试干预前后量表及眼动任务评分比较

变量	训练组(n=34)		t 值	P 值	对照组(n=30)		t 值	P 值	① ③比较		② ④比较	
	① 干预前	② 干预后			③ 干预前	④ 干预后			t 值	P 值	t 值	P 值
SNAP-IV 量表												
对立性	8.68 ± 5.10	6.88 ± 5.10	3.290	0.002	10.77 ± 4.77	10.30 ± 4.13	1.304	0.203	-1.687	0.097	-2.922	0.005
注意缺陷	12.76 ± 3.19	10.50 ± 5.40	3.239	0.003	13.00 ± 2.60	13.50 ± 3.09	-1.422	0.166	-0.321	0.746	-2.676	0.010
多动冲动	11.53 ± 5.02	8.38 ± 5.95	3.750	<0.001	9.70 ± 5.28	10.33 ± 5.53	-1.596	0.121	1.420	0.161	-1.352	0.181
BRIEF 量表												
抑制	13.29 ± 5.86	13.68 ± 4.86	-0.559	0.580	13.70 ± 5.27	17.50 ± 4.05	-6.200	<0.001	-0.290	0.773	-3.393	0.001
转换眼跳任务												
正确率(%)	53.89 ± 12.77	63.22 ± 10.86	-4.256	<0.001	45.62 ± 15.85	40.67 ± 18.30	1.612	0.118	1.275	0.207	6.081	<0.001
正向眼跳反应时(ms)	494.85 ± 132.84	406.95 ± 114.33	3.078	0.004	519.38 ± 149.01	513.63 ± 123.90	0.207	0.837	-0.696	0.489	-3.582	<0.001
反向眼跳反应时(ms)	628.39 ± 156.06	448.03 ± 152.36	5.825	<0.001	660.64 ± 235.60	663.94 ± 250.18	-0.073	0.942	-0.652	0.517	-4.225	<0.001

基线期, 两组的 SNAP-IV 量表各维度得分、BRIEF 量表抑制因子得分及转换眼跳任务中的正向眼跳反应时、反向眼跳反应时及正确率的差异均无统计学意义(见表 2)。

3.2. 两组干预前后量表得分与眼动任务得分比较

组内比较: 干预后, 在量表评分中, 训练组的对立性、注意缺陷、多动冲动得分均显著低于基线; 对照组抑制因子在干预后得分显著高于基线(表 2)。在眼动任务中, 训练组在转换眼跳任务中的正确率显著高于干预前, 正向、反向眼跳任务中的反应时均显著短于干预前(表 2)。

组间比较: 基线, 两组的 SNAP-IV 量表、BRIEF 量表得分及眼动任务正确率、反应时差异均无统计学意义。干预后, 训练组在量表评分方面, 对立性、多动冲动、抑制因子得分均显著低于对照组(表 2); 在眼动任务得分方面, 训练组在正确率得分上显著高于对照组, 在正向眼跳任务及反向眼跳任务的反应时中均显著短于对照组(表 2)。

3.3. 两组干预前后量表及眼动任务得分差值比较

Table 3. Comparison of difference scores (pre-post changes) on scales and eye-tracking measures between the two groups
表 3. 两组干预前后量表及眼动得分差值比较

变量	训练组(n = 34)	对照组(n = 30)	t	P
SNAP-IV 量表				
对立性	1.79 ± 3.18	0.47 ± 1.96	1.978	0.047
注意缺陷	2.26 ± 4.08	-0.50 ± 1.93	<0.001	<0.001
多动冲动	3.15 ± 4.89	-0.63 ± 2.17	<0.001	<0.001
BRIEF 量表				
抑制	-0.38 ± 3.98	-0.38 ± 3.36	0.118	<0.001
转换眼跳任务				
正确率(%)	10.23 ± 14.01	4.95 ± 16.83	0.988	<0.001
正向眼跳反应时(ms)	87.89 ± 166.51	5.74 ± 152.00	0.920	0.044
反向眼跳反应时(ms)	180.38 ± 180.56	-3.29 ± 245.96	0.148	0.001

训练组干预前后 SNAP-IV 量表得分、BRIEF 量表得分及转换眼跳任务得分得差值均显著高于对照组(见表 3)。

4. 讨论

本研究通过随机对照试验, 系统考察了为期 8 周的执行功能训练对阈下 ADHD 儿童(sADHD)的核心症状及抑制控制能力的干预效果。研究表明, 训练不仅显著缓解了 sADHD 儿童在日常生活中的多动冲动、注意缺陷和对立违抗行为, 也在实验室任务中的转换眼跳任务上的表现有所提升。

研究结果显示, 干预后训练组 sADHD 儿童在 SNAP-IV 量表的各个维度(注意缺陷、多动冲动、对立性)有显著下降。这一结果证明了训练对于儿童现实问题及核心症状的改善具有一定的干预效益。此研究结果与 Shuai 等人的研究高度一致, 其研究表明多成分的执行功能训练能够产生显著的整体疗效(Shuai et al., 2020)。此研究结果一致性同样支持了执行功能缺陷是 ADHD 及其阈下症状核心受损维度的理论, 即通过针对性强化执行功能训练, 可以带动外显行为症状的同步改善(Brown et al., 2011)。这种积极现象可能得益于本研究采用的“课上训练 + 居家强化”模式。通过父母的深度参与和家庭作业的延伸, 受训儿

童将课堂上习得的规则遵守、延迟满足等技能无缝对接到了日常家庭生活中。这验证了 Martinussen 等人的元分析结论(Martinussen et al., 2005), 即包含父母参与的训练方案在改善 ADHD 行为症状方面比单一的计算机化训练更具优势。其次, 本研究所采用的“小猴上下山”(抑制/协调)、“舒尔特方格”(持续性注意)等训练任务, 通过高频次的认知挑战和转换, 增强对皮层下冲动系统的抑制性控制能力以及对于干扰信息的过滤能力。当儿童的抑制资源得到提升后, 其在现实日常学习与社交场景中对抗分心、抑制多动冲动的能力自然得到提升, 从而在行为量表中体现为核心症状得分的下降。这一逻辑同样在 Beck 等人的随机对照研究中得到了印证(Beck et al., 2010), 其结果显示, 执行功能的提升能显著减少教师评定的课堂违规行为与学习问题。

依据 Barkley(Barkley, 1997)的抑制缺陷模型, 行为抑制的匮乏是 ADHD 及其阈下症状的核心表现。本研究中, 对照组在 8 周后的抑制得分显著上升(即症状加重), 而训练组得分在干预前后变化无统计学差异。结合 Halperin 等人提出的发育轨迹模型(Halperin & Healey, 2011), 对照组表现出的退步, 客观反映出了 sADHD 儿童在面对日益增加的学业压力和环境要求时, 其自身的抑制功能出现的自然退化趋势。相比之下, 训练组的稳定表现, 则可被视为一种早期干预带来的预防有效性, 这种稳定性有效遏制了症状随环境压力增加而进一步恶化的趋势, 凸显了在临床早期预防的必要性。这种明显改善的现象, 不仅有力地支持前人关于执行功能具有高度可塑性的观点(Westwood, 2023), 也通过研究实证证明了认知训练对儿童的外显行为的改善效果。在本研究的干预方案中, 通过设置如“小猴上下山”、“疯狂的豆子”等对抗本能动作的密集训练游戏, 使受训儿童反复练习如何识别并抑制冲动反应, 从而有效提升患儿对自身内源性冲动的控制能力。训练组在抑制控制维度上的稳定表现与对照组的下滑形成对比, 也从客观上说明, 针对性的执行功能练习切实帮助 sADHD 儿童提升了行为抑制控制功能, 从而实现了对核心症状发展的有效干预。

本研究引入了转换眼跳任务对儿童的抑制控制能力进行了实验室测评。结果表明, 干预后训练组在正反向眼跳任务中的反应时显著缩短, 正确率显著提高。反向眼跳任务的表现被认为是衡量抑制控制能力的核心指标, Hong 等人的研究指出, sADHD 儿童在设计冲突解决的认知任务中(如 Stroop 任务)已表现出明显的表现受损, 且这种受损程度介于 ADHD 儿童和健康儿童之间(Hong et al., 2013)。在本研究中, 训练组的反应时显著缩短, 反映了受试者在抑制优势反应(向诱导刺激看)并重新规划有目的的反应(向反方向看)这一过程中的抑制控制能力及信息加工速度得到了提升。这种改善可能得益于训练中的游戏任务与评估任务在认知成分上的高度匹配, 执行功能训练方案中的“疯狂的豆子”以及“镜面画迷宫”均要求儿童在干扰或逆向逻辑下维持精准的动作控制, 并做出正确反应, 这与反向眼跳任务要求的抑制本能反应、发动相反的眼跳方向相一致。

值得关注的是, 本研究中转换眼跳任务的测评结果与行为评定量表在多个维度上表现出良好的一致性。训练组在正、反向眼跳任务中反应时的缩短, 与 SNAP-IV 量表中多动冲动评分的下降趋势相互对应。这种一致性说明, 由训练带来的抑制控制能力提升, 不仅局限于实验范式内部的表现, 更在一定程度上外化为日常生活中行为冲动的减少。眼动实验侧重于考察特定认知成分的处理速度与精确度, 表现出较高的灵敏度; 而行为量表则反映了家长对儿童在复杂生活情境中综合表现的长期观察。这种主、客观数据的一致性, 不仅排除了单一测量手段可能带来的偏差, 也进一步验证了干预方案对 sADHD 儿童执行功能和核心症状改善结果的可靠性。

本研究在拓展执行功能干预应用范围的同时, 实现了评估手段的多维度整合。既往干预研究多侧重于已达临床诊断标准的患儿, 对阈下 ADHD (sADHD)群体的关注相对较少; 本研究针对这一在日常学习与行为中已表现出明显执行功能受损、但未完全达到诊断标准的特定群体开展训练, 不仅丰富了实证资料, 也为早期识别与预防性干预提供了参考依据。在此基础上, 为规避单一依靠他人观察报告可能产生

的评价偏差,本研究创新性地引入了眼动追踪实验测评,通过获取“眼跳反应时”、“眼跳正确率”等实验指标,将外显行为表现与内在认知加工过程相结合。这种测评方式为问卷量表结果提供了实验证据支撑,使得研究能够更全面、科学地评价干预方案对儿童执行功能的实际促进作用。

本研究存在一定不足:① 本研究仅进行了即时效应测评,未考察干预效果的长期稳定性。此外,评估数据主要源于家长报告,未来研究应引入教师评定等多元评价视角,以实现跨情境的交叉验证。② 受试者脱落与依从性管理。部分家长的脱落反映出其对干预周期性认识不足。研究显示,症状改善程度与训练依从性密切相关,验证了训练强度对执行功能优化的作用路径。未来需加强家教指导,建立更科学的心理预期。③ 家庭端训练质量的精细化监控与反馈机制有待提升。尽管本研究通过打卡制度和次数要求对家庭训练的依从性进行了基础监控,但对每次练习的完成质量、儿童的实际投入度及操作准确性仍缺乏客观、连续的测量指标。未来可引入具备自动化监测与即时反馈功能的线上系统,在提升儿童训练动机的同时,确保家庭干预的精准度与长程效应。

声 明

本研究经河北省精神卫生中心医学伦理委员会审查并批准(伦理批件号:冀精伦审 202475 号)。

参考文献

- 卜晓艳, 田学红, 刘运芳(2009). 眼跳任务: 执行功能研究的良好方式. *教育研究与实验*, (5), 86-89.
- 杜亚松(2012). *注意缺陷多动障碍综合干预手册*. 上海科学普及出版社.
- 孙黎, 徐晨阳, 罗翔升, 祝雨, 等(2023). 阅下注意缺陷多动障碍儿童生态执行功能及行为问题特征. *中国心理卫生杂志*, 37(5), 393-398.
- 杨丽珠, 王素霞, 王美娥(2017). 执行功能眼动测量任务的应用. *辽宁师范大学学报(社会科学版)*, 40(3), 3-10.
- 张厚粲(2009). 韦氏儿童智力量表第四版(WISC-IV)中文版的修订. *心理科学*, 32(5), 1177-1179.
- Barkley, R. A. (1997). Behavioral Inhibition, Sustained Attention, and Executive Functions: Constructing a Unifying Theory of ADHD. *Psychological Bulletin*, 121, 65-94. <https://doi.org/10.1037/0033-2909.121.1.65>
- Beck, S. J., Hanson, C. A., Puffenberger, S. S., Benninger, K. L., & Benninger, W. B. (2010). A Controlled Trial of Working Memory Training for Children and Adolescents with ADHD. *Journal of Clinical Child & Adolescent Psychology*, 39, 825-836. <https://doi.org/10.1080/15374416.2010.517162>
- Brown, T. E., Reichel, P. C., & Quinlan, D. M. (2011). Executive Function Impairments in High IQ Children and Adolescents with ADHD. *Open Journal of Psychiatry*, 1, 56-65. <https://doi.org/10.4236/ojpsych.2011.12009>
- Cho, S.-C., Kim, B.-N., Kim, J.-W., Rohde, L. A., Hwang, J.-W., Chung, D.-S. et al. (2009). Full Syndrome and Subthreshold Attention-Deficit/Hyperactivity Disorder in a Korean Community Sample: Comorbidity and Temperament Findings. *European Child & Adolescent Psychiatry*, 18, 447-457. <https://doi.org/10.1007/s00787-009-0755-7>
- Constantinidis, C., & Klingberg, T. (2016). The Neuroscience of Working Memory Capacity and Training. *Nature Reviews Neuroscience*, 17, 438-449. <https://doi.org/10.1038/nrn.2016.43>
- Faraone, S. V., Biederman, J., Spencer, T., Mick, E., Murray, K., Petty, C. et al. (2006). Diagnosing Adult Attention Deficit Hyperactivity Disorder: Are Late Onset and Subthreshold Diagnoses Valid? *American Journal of Psychiatry*, 163, 1720-1729. <https://doi.org/10.1176/ajp.2006.163.10.1720>
- Halperin, J. M., & Healey, D. M. (2011). The Influences of Environmental Enrichment, Cognitive Enhancement, and Physical Exercise on Brain Development: Can We Alter the Developmental Trajectory of ADHD? *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, 35, 621-634. <https://doi.org/10.1016/j.neubiorev.2010.07.006>
- Hong, S.-B., Dwyer, D., Kim, J.-W., Park, E.-J., Shin, M.-S., Kim, B.-N. et al. (2013). Subthreshold Attention-Deficit/Hyperactivity Disorder Is Associated with Functional Impairments across Domains: A Comprehensive Analysis in a Large-Scale Community Study. *European Child & Adolescent Psychiatry*, 23, 627-636. <https://doi.org/10.1007/s00787-013-0501-z>
- Huang, Y., Wang, Y., Wang, H., Liu, Z., Yu, X., Yan, J. et al. (2019). Prevalence of Mental Disorders in China: A Cross-Sectional Epidemiological Study. *The Lancet Psychiatry*, 6, 211-224. [https://doi.org/10.1016/s2215-0366\(18\)30511-x](https://doi.org/10.1016/s2215-0366(18)30511-x)
- Kirova, A., Kelberman, C., Storch, B., DiSalvo, M., Woodworth, K. Y., Faraone, S. V. et al. (2019). Are Subsyndromal Manifestations of Attention Deficit Hyperactivity Disorder Morbid in Children? A Systematic Qualitative Review of the

-
- Literature with Meta-Analysis. *Psychiatry Research*, 274, 75-90. <https://doi.org/10.1016/j.psychres.2019.02.003>
- Martinussen, R., Hayden, J., Hogg-Johnson, S., & Tannock, R. (2005). A Meta-Analysis of Working Memory Impairments in Children with Attention-Deficit/Hyperactivity Disorder. *Journal of the American Academy of Child & Adolescent Psychiatry*, 44, 377-384. <https://doi.org/10.1097/01.chi.0000153228.72591.73>
- Salum, G. A., Sonuga-Barke, E., Sergeant, J., Vandekerckhove, J., Gadelha, A., Moriyama, T. S. et al. (2014). Mechanisms Underpinning Inattention and Hyperactivity: Neurocognitive Support for ADHD Dimensionality. *Psychological Medicine*, 44, 3189-3201. <https://doi.org/10.1017/s0033291714000919>
- Shuai, L., Wang, Y., Li, W., Wilson, A., Wang, S., Chen, R. et al. (2020). Executive Function Training for Preschool Children with ADHD: A Randomized Controlled Trial. *Journal of Attention Disorders*, 25, 2037-2047. <https://doi.org/10.1177/1087054720956723>
- Tang, Y., Qiu, S., Li, H., Si, F., Zhao, M., Dong, M. et al. (2023). The Clinical Manifestation, Executive Dysfunction, and Caregiver Strain in Subthreshold Attention-Deficit/Hyperactivity Disorder. *Psychiatry Investigation*, 20, 789-798. <https://doi.org/10.30773/pi.2023.0070>
- Thomas, R., Sanders, S., Doust, J., Beller, E., & Glasziou, P. (2022). Prevalence of Attention-Deficit/Hyperactivity Disorder: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Pediatrics*, 135, e994-e1001. <https://doi.org/10.1542/peds.2014-3482>
- Westwood, S. J., Parlatini, V., Rubia, K., Cortese, S., Sonuga-Barke, E. J. S., Banaschewski, T. et al. (2023). Computerized Cognitive Training in Attention-Deficit/Hyperactivity Disorder (ADHD): A Meta-Analysis of Randomized Controlled Trials with Blinded and Objective Outcomes. *Molecular Psychiatry*, 28, 1402-1414. <https://doi.org/10.1038/s41380-023-02000-7>