

定向运动练习改善注意缺陷多动障碍儿童执行功能的研究

宋杨¹, 刘阳², 杨宁³, 王长在⁴

(1.天津财经大学 体训部, 天津 300222; 2.陕西师范大学 体育学院, 陕西 西安 710119;
3.山东青年政治学院 体育部, 山东 济南 250103; 4.中山纪念中学, 广东 中山 528454)

摘 要: 选取44名注意缺陷多动障碍儿童和40名正常儿童, 随机分为定向教学班和正常教学班, 实验前后测评抑制功能、刷新功能、转换功能, 揭示定向运动练习与注意缺陷多动障碍儿童执行功能改善的关系。结果显示: (1)定向教学条件下注意缺陷多动障碍儿童干预前后抑制功能、转换功能和刷新功能水平提高, 具有显著性差异; 正常教学条件下注意缺陷多动障碍儿童干预前后无显著性差异。(2)定向教学条件下正常儿童干预前后抑制功能、转换功能和刷新功能水平提高, 具有显著性差异; 正常教学条件下正常儿童干预前后无显著性差异。(3)定向教学条件下注意缺陷多动障碍儿童执行功能水平提高幅度显著高于正常儿童。结果表明: 定向运动干预方案对注意缺陷多动障碍儿童和正常儿童的执行功能均具有积极影响, 且注意缺陷多动障碍儿童的执行功能改善效果优于正常儿童。

关键词: 运动心理学; 定向运动; 注意缺陷多动障碍儿童; 执行功能

中图分类号: G804.8 文献标志码: A 文章编号: 1006-7116(2020)03-0110-06

Research on orienteering exercise improving the execution function of children with attention deficit hyperactivity disorder

SONG Yang¹, LIU Yang², YANG Ning³, WANG Chang-zai⁴

(1.Department of Physical Education, Tianjin University of Finance and Economics, Tianjin 300222, China;

2.School of Physical Education, Shaanxi Normal University, Xi'an 710119, China;

3.Department of Physical Education, Shandong Youth University of Political Science, Jinan 250103, China;

4.Sun Yat-sen Memorial Secondary School, Zhongshan 528454, China)

Abstract: The authors selected 44 children with attention deficit hyperactivity disorder (ADHD) and 40 normal children, randomly divided them into an orienteering teaching class and a normal teaching class, measured their inhibition function, refreshing function and transition function before and after the experiment, and revealed the relationship between orienteering exercise and the improvement of execution function of the children with ADHD. The results show the followings: 1) under the condition of orienteering teaching, the levels of inhibition function, transition function and refreshing function of the children with ADHD increased before and after intervention, and had significant differences; under the condition of normal teaching, the children with ADHD had no significant differences before and after intervention; 2) under the condition of orienteering teaching, the levels of inhibition function, transition function and refreshing function of the normal children increased before and after intervention, and had significant differences; under the condition of normal teaching, the normal children had no significant differences before and after intervention; 3) under the condition of orienteering teaching, the increase of the level of execution function of the children with ADHD was significantly higher than that of the normal children. The result indicate the followings: the orienteering intervention program has a positive effect on the execution function of both children with ADHD and normal children, and the

收稿日期: 2019-10-01

基金项目: 教育部人文社会科学规划基金项目(16YJCZH063); 陕西师范大学教师出国研修计划资助项目。

作者简介: 宋杨(1977-), 男, 副教授, 研究方向: 户外运动理论与方法。E-mail: 996835260@qq.com 通讯作者: 刘阳

effect of improvement of execution function of children with ADHD is better than that of normal children.

Key words: sports psychology; orienteering; children with ADHD; execution function

注意缺陷多动障碍(attention deficit hyper activity disorder, ADHD)是以注意涣散、多动和冲动为主要特征的心理障碍,是儿童成长期间比较常见的一种精神障碍^[1],这种心理障碍多发生在 6~12 岁儿童。Barkley^[2]通过系列研究提出 ADHD 执行功能缺损理论,证实执行功能损害是 ADHD 的核心缺陷。ADHD 儿童执行功能的工作记忆、抑制和计划受损是比较突出的问题^[3],会表现出不同程度的执行功能异常。因此,针对 ADHD 儿童设计有效的认知预防和干预措施,有助于 ADHD 儿童的执行功能改善。

定向运动干预训练对于 ADHD 儿童注意力缺陷、认知障碍等问题干预具有明显的“靶向性训练”特点^[4-8]。鉴于此,本研究设计多种形式定向练习课程,进行 10 周有关定向注意训练、定向记忆训练、户外定向情境转换训练等多种不同任务水平的认知练习干预,探讨定向运动干预对 ADHD 儿童及正常儿童执行功能的影响,分析比较 ADHD 儿童与正常儿童执行功能的差异,揭示定向运动项目与 ADHD 儿童执行功能的关系,为促进 ADHD 儿童运动康复干预提供路径;设计有效的运动干预训练方案,为执行功能缺陷的 ADHD 儿童的康复与治疗提供可靠的理论依据和方法。

1 研究对象与方法

1.1 研究对象

1)ADHD 儿童的选取。

采用 DSM-IV 诊断标准和 Conner’s 量表进行诊断来确定^[9-10]。标准为:(1)排除广泛性发育障碍、精神发育迟缓等神经系统疾病;(2)所有被试者均进行韦氏儿童

智力测验,智力测试结果 ≥ 80 ;(3)所有被试者均未经过药物治疗;(4)所有测试需被试者及其监护人同意^[11]。

2)实验设计。

依据 ADHD 儿童选取标准,选取 44 名 ADHD 儿童(24 男,20 女),40 名正常儿童(20 男,20 女),平均年龄 9.7 岁,随机分为定向教学条件下 22 名 ADHD 儿童(12 男,10 女)和 20 名正常儿童(10 男,10 女),共 42 人;正常教学条件下 22 名 ADHD 儿童(12 男,10 女)和 20 名正常儿童(10 男,10 女),共 42 人。

1.2 研究方法

1)执行功能测量。

采用陈爱国等^[12]开发的儿童执行功能测试工具(效度 > 0.85),执行功能任务测量包含抑制控制(Flanker 任务)、记忆刷新(1-back 任务)、注意转换(More-odd shifting 任务)3 个维度,测试程序编程通过 E-Prime2.0 软件实现。每进行一项任务测试之前,先由操作者指导被试者进行熟练度练习,直至能够熟练掌握再开始进入正式测试,实验时间约需 21 min。

2)定向运动干预方案。

设计不同任务难度的运动干预方案(见图 1),充分考虑定向运动项目练习内容、干预机制、运动量与强度,本研究采用中等运动强度(220-年龄) \times (60%~69%),持续运动过程中通过佩戴 polar 心率表进行心率监控,平均心率控制在 120~140 次/min,确保达到目标运动强度^[13],每次运动持续时间 25~35 min,进行定向运动练习干预各 10 周(包括前后测各 1 周),执行功能前后测指标和测试工具相同。

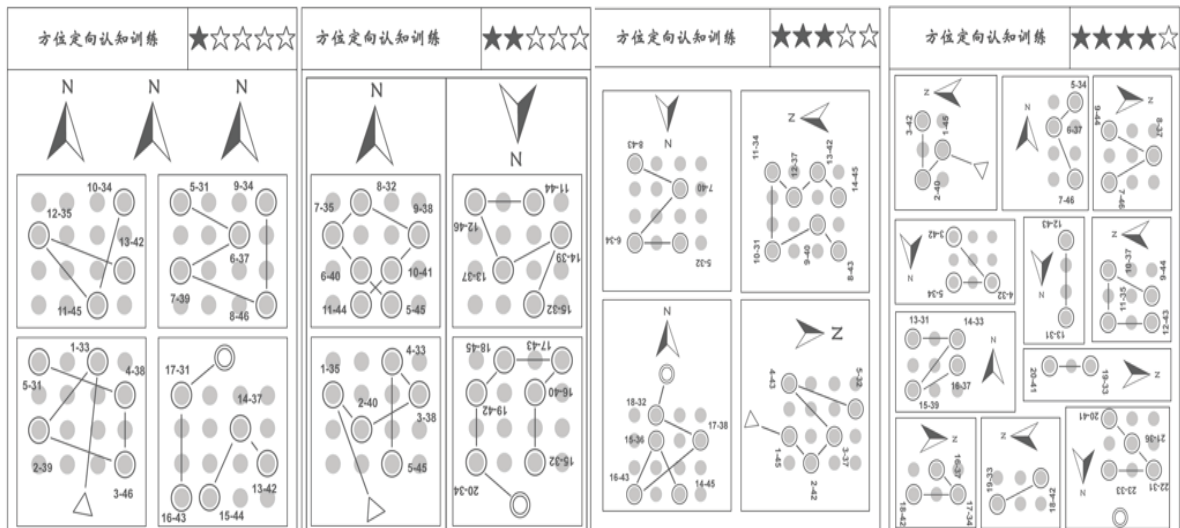


图 1 不同难度等级定向运动练习图

3)数理统计与分析。

实验测试数据由 E-Prime2.0 软件采集, 并通过 SPSS21.0 软件进行统计学分析。

2 研究结果与分析

2.1 两类儿童执行功能发育特征

对 ADHD 儿童和正常儿童的执行功能发育进行独立样本 T 检验, 以了解 ADHD 儿童的执行功能水平特征。结果发现, ADHD 儿童与正常儿童抑制功能、转换功能、刷新功能存在显著性差异($P < 0.05$, 表 1), 即 ADHD 儿童和正常儿童执行功能发育水平具有显著性差异。

表 1 两类儿童执行功能发育特征($\bar{x} \pm s$) ms

功能类型	ADHD 儿童	正常儿童	t	P
抑制	38.27±14.54	26.71±11.94	3.959	0.000
转换	831.21±145.07	576.47±270.92	5.440	0.000
刷新	969.41±165.94	880.04±90.14	3.024	0.003

2.2 定向教学和正常教学条件下两类儿童执行功能前测成绩检验

对定向教学和正常教学条件下 ADHD 儿童进行前测分析: 抑制功能 $F(1, 43)=0.119$ 、转换功能 $F(1, 43)=0.153$ 、刷新功能 $F(1, 43)=0.390$, 3 个维度的测试结果均 $P > 0.05$, 说明干预前定向教学和正常教学 ADHD 儿童的执行功能水平无显著性差异。

对定向教学和正常教学条件下正常儿童进行前测分析: 抑制功能 $F(1, 39)=0.500$ 、转换功能 $F(1, 39)=0.594$ 、刷新功能 $F(1, 39)=0.758$, 3 个维度的测试结果均 $P > 0.05$, 说明干预前定向教学和正常教学正常儿童执行功能水平无显著性差异。

2.3 运动干预对两类儿童执行功能的影响

采用 2(被试类型: 正常儿童、ADHD 儿童) × 2(干预方式: 定向教学、正常教学) × 2(测试时间: 前测、后测)混合实验设计。被试类型和干预方式为被试间变量, 测试时间为被试内变量, 因变量为反应时。分析定向运动练习对 ADHD 儿童和正常儿童执行功能的影响效果(表 2)。

表 2 定向运动练习干预对两类儿童执行功能影响的方差数据表

功能类型	变量	III 型平方和	df	均方	F	P
抑制	干预方式	655.059	1	655.059	6.264	0.013
	被试类型	3 075.384	1	3 075.384	29.408	0.000
	测试时间	1 774.003	1	1 774.003	16.964	0.000
	干预方式 × 类型	63.889	1	63.889	0.611	0.436
	干预方式 × 测试时间	2 738.250	1	2 738.250	26.185	0.000
	被试类型 × 测试时间	45.900	1	45.900	0.439	0.509
	被试类型 × 干预方式 × 测试时间	425.919	1	425.919	4.073	0.045
转换	干预方式	1 030 510.771	1	1 030 510.771	23.493	0.000
	被试类型	3 089 653.539	1	3 089 653.539	73.883	0.000
	测试时间	1 380 670.897	1	1 380 670.897	33.016	0.000
	干预方式 × 被试类型	4 082.987	1	4 082.987	0.098	0.755
	干预方式 × 测试时间	1 140 547.642	1	1 140 547.642	27.274	0.000
	被试类型 × 测试时间	11 818.59	1	11 818.59	0.283	0.596
	被试类型 × 干预方式 × 测试时间	174 647.545	1	174 647.545	4.176	0.043
刷新	干预方式	1 002 641.208	1	1 002 641.208	63.881	0.000
	被试类型	174 311.372	1	174 311.372	11.106	0.001
	测试时间	688 848.332	1	688 848.332	43.889	0.000
	干预方式 × 被试类型	223 993.904	1	223 993.904	14.271	0.000
	干预方式 × 测试时间	790 599.120	1	790 599.120	50.371	0.000
	被试类型 × 测试时间	25 924.766	1	25 924.766	1.652	0.201
	被试类型 × 干预方式 × 测试时间	91 852.524	1	91 852.524	5.852	0.017

抑制功能测试: 干预方式主效应显著($F(1, 167)=6.264$, $P < 0.05$), 表明定向教学与正常教学条件下抑制功能具有显著性差异; 被试类型主效应非常显著($F(1, 167)=29.408$, $P < 0.01$), 表明正常儿童与 ADHD

儿童抑制功能具有显著性差异; 测试时间主效应非常显著($F(1, 167)=16.964$, $P < 0.01$), 表明抑制功能有随测试时间变化趋势; 干预方式 × 测试时间的交互作用非常显著($F(1, 167)=26.185$, $P < 0.01$), 表明定向教学

与正常教学条件下前后抑制功能变化具有显著性差异;被试类型 \times 干预方式 \times 测试时间的交互作用显著, ($F(1, 167)=4.073, P<0.05$), 表明不同干预方式正常儿童和 ADHD 儿童干预前后抑制功能变化具有显著性差异。

转换功能测试:干预方式主效应非常显著($F(1, 167)=23.493, P<0.01$), 表明定向教学与正常教学条件下转换功能具有显著性差异;被试类型主效应非常显著($F(1, 167)=73.883, P<0.01$), 表明正常儿童与 ADHD 儿童转换功能具有显著性差异;测试时间主效应非常显著($F(1, 167)=33.016, P<0.01$), 表明转换功能有随测试时间变化趋势;干预方式 \times 测试时间的交互作用非常显著($F(1, 167)=27.274, P<0.01$), 表明定向教学与正常教学条件下前后转换功能变化具有显著性差异;被试类型 \times 干预方式 \times 测试时间的交互作用显著($F(1, 167)=4.176, P<0.05$), 表明不同干预方式正常儿童和 ADHD 儿童干预前后转换功能变化具有显著性差异。

刷新功能测试:干预方式主效应非常显著($F(1, 167)=63.881, P<0.01$), 表明定向教学与正常教学条件下刷新功能具有显著性差异;被试类型主效应非常显著($F(1, 167)=11.106, P<0.01$), 表明正常儿童与 ADHD 儿童转换功能具有显著性差异;测试时间主效应非常显著($F(1, 167)=43.889, P<0.01$), 表明刷新功能有随测试时间变化趋势;干预方式 \times 被试类型的交互作用显著($F(1, 167)=14.271, P<0.01$), 表明不同干预方式的不同儿童刷新功能具有显著性差异;干预方式 \times 测试时间的交互作用非常显著($F(1, 167)=50.371, P<0.01$), 表明定向教学与正常教学条件下前后刷新功能变化具有显著性差异;被试类型 \times 干预方式 \times 测试时间的交互作用显著($F(1, 167)=5.852, P<0.05$), 表明不同干预方式正常儿童和 ADHD 儿童干预前后刷新功能变化具有显著性差异。

1) 运动干预对 ADHD 儿童执行功能的影响。

被试类型 \times 干预方式 \times 测试时间出现了交互作用, 进一步进行简单效应检验, 结果发现, 定向教学条件下 ADHD 儿童干预前后抑制功能的变化具有显著性差异($F(1, 43)=24.824, P<0.01$), 正常教学条件下抑制功能反应时不存在显著性差异($F(1, 43)=1.984, P>0.05$), 表明定向运动条件下对 ADHD 儿童抑制功能具有改善作用。

定向教学条件下 ADHD 儿童干预前后转换功能的变化具有显著性差异($F(1, 43)=30.092, P<0.01$), 正常教学条件下抑制功能反应时不存在显著性差异($F(1, 43)=2.213, P>0.05$), 表明定向运动条件下对

ADHD 儿童的转换功能具有改善作用。

定向教学条件下 ADHD 儿童干预前后刷新功能的变化具有显著性差异($F(1, 43)=34.117, P<0.01$), 正常教学条件下刷新功能反应时不存在显著性差异($F(1, 43)=0.963, P>0.05$), 表明定向运动条件下对 ADHD 儿童的刷新功能具有改善作用。

2) 运动干预对正常儿童执行功能的影响。

被试类型 \times 干预方式 \times 测试时间出现交互作用, 进一步进行简单效应检验, 结果发现, 定向教学条件下正常儿童干预前后抑制功能的变化具有显著性差异($F(1, 39)=9.525, P<0.01$), 正常教学条件下抑制功能反应时不存在显著性差异($F(1, 39)=0.046, P>0.05$), 表明定向教学条件下对正常儿童的抑制功能具有改善作用。

定向教学条件下正常儿童干预前后转化功能的变化具有显著性差异($F(1, 39)=17.871, P<0.01$), 正常教学条件下转换功能反应时不存在显著性差异($F(1, 39)=2.380, P>0.05$), 表明定向条件下对正常儿童的转换功能具有改善作用。

定向教学条件下正常儿童干预前后刷新功能的变化具有显著性差异($F(1, 39)=60.132, P<0.01$), 正常教学条件下刷新功能反应时不存在显著性差异($F(1, 39)=0.213, P>0.05$), 表明定向教学条件下对正常儿童的刷新功能具有改善作用。

3) 定向教学条件下对 ADHD 儿童、正常儿童执行功能的影响。

干预方式 \times 测试时间出现了交互作用, 进一步进行简单效应检验, 结果发现: ADHD 儿童与正常儿童抑制功能变化具有显著性差异($F(1, 83)=30.449, P<0.01$), 且 ADHD 儿童抑制功能的提高幅度显著高于正常儿童。

定向教学条件下, ADHD 儿童与正常儿童转换功能变化具有显著性差异($F(1, 83)=36.325, P<0.01$), 且 ADHD 儿童转换功能的提高幅度高于正常儿童。

定向教学条件下, ADHD 儿童与正常儿童刷新功能变化具有显著性差异, ($F(1, 83)=66.023, P<0.01$), 且 ADHD 儿童刷新功能提高幅度显著高于正常儿童。

综上所述结果表明定向运动练习干预方案对 ADHD 儿童、正常儿童执行功能水平均具有积极作用, 且 ADHD 儿童的执行功能改善效果优于正常儿童。

3 讨论

3.1 定向运动对 ADHD 儿童执行功能的影响

本研究设计的 10 周定向运动干预方案不仅对正常儿童的执行功能有提高作用, 且对 ADHD 儿童的执

行功能也显著提高,揭示了定向运动与 ADHD 儿童的关系。本研究设计的运动方案之所以有效改善儿童执行功能,是因为设计的干预方案内容符合儿童群体身心特点,根据儿童执行功能发展特点,选择适宜的运动强度、时程效应、运动形式等。

设计的定向运动干预方案主要通过以下设计改善 ADHD 儿童执行功能:(1)从路线设计方面,每个级别的定向运动都包括方位转换与抑制、路线决策与抑制、地图信息记忆与注意等方面内容,达到靶向训练的效果,进而有效促进 ADHD 儿童执行功能发展。在运动难度设计方面,参与者需要从定向运动低级难度逐步过渡到高级别难度,ADHD 儿童认知的高度参与逐步加深,从而达到靶向训练和提升 ADHD 儿童执行功能水平。刘阳等^[9]对 32 名 ADHD 儿童进行定向运动练习干预,对前后认知能力测试比较,发现通过长期定向运动练习对 ADHD 儿童注意分配与注意广度、视觉工作记忆具有明显的改善作用,说明定向运动是需要参与者认知高度参与的运动项目。本研究设计的五级定向运动练习图需要参与者的空间转移,路线选择与抑制、图形记忆与刷新需要认知高度参与。(2)从情景设计上来看,每次的定向运动训练内容包含定向运动的理论学习、体能训练和比赛,呈现出多情景和多转变的特点,整个运动中需要多种认知成分交互变换、共同协作才可完成,蕴含着丰富的执行控制过程。如在识图过程中对无关信息的抑制,尤其对非目标点的抑制,要求参与者更强的抑制参与。随着定向运动级别难度的提升,需要抑制的实景信息就越多,从而锻炼抑制能力。另外,定向运动练习要求参与者快且准确的识别地图方位,地图关键信息(如方向的变换)与记忆符号的转换、存储和提取,五级定向运动练习设计使 ADHD 儿童和正常儿童认知参与程度循序渐进,从而锻炼并提升转换功能。在本研究中,通过识记地图信息、多点记忆搜索目标等练习,儿童需不断主动储存不同目标点方向,选择最佳路线,通过反复练习,提升 ADHD 儿童和正常儿童的刷新功能。(3)从运动强度和项目特点上来看,不同运动强度运动干预会对执行功能产生不同的影响^[14-18]。本研究采用中等运动强度($220 - \text{年龄} \times (60\% \sim 69\%)$),持续运动过程中通过佩戴 polar 心率表进行心率监控,平均心率控制在 120~140 次/分,确保达到目标运动强度。而从定向运动本身的项目特点出发,不难发现定向运动是一项需要判断力和反应力、顽强的意志品质、视觉空间能力高度参与的运动项目,对身体、智力正处在生长发育阶段的青少年来说,定向运动项目具有比其他体育项目所无法比拟的优势。定向运动干预训练方案设计的运动强度

与运动时间使参与者能保持最佳的生理唤醒。根据“倒 U 假设”,适度唤醒与最佳认知能力有关,而唤醒水平低于或高于最佳水平将降低有益效果^[19-20]。

3.2 定向运动练习对两类儿童执行功能影响的差异

本研究设计运动干预方案对 ADHD 儿童、正常儿童的执行功能有积极作用,且 ADHD 儿童执行功能的改善效果优于正常儿童。ADHD 儿童、正常儿童执行功能表现出来的差异性可从关注度、投入度、认知负荷、脑机制等方面解释,定向运动项目是在大自然中进行,类似寻宝的练习让 ADHD 儿童以期待、好奇的心态投入到定向运动训练。儿童自我体验感的提高和积极的情绪促进了神经唤醒水平的提高,从而改善了执行功能^[21]。相关研究证实,工作记忆中储存与提取过程可提升 ADHD 儿童的专注度^[22]。从脑机制来说,ADHD 儿童和正常儿童的神经通路可能是不一样的,ADHD 属于一种神经发展障碍,定向运动干预方案的认知负荷满足了 ADHD 儿童的认知记忆容量,可以有效改善 ADHD 儿童的注意分散等症状。儿童大脑具有很强的发展可塑性,经过定向运动靶向性训练,对练习者的注意、记忆等认知能力被激活,促进大脑的不同区域之间良好协调,从而达到改善脑功能的目的。此外,ADHD 儿童执行功能提升效果较正常儿童提升幅度大,这与干预前正常儿童和 ADHD 儿童存在发育差异有关,ADHD 儿童的执行功能具有更大的提升潜力。

综上所述,研究认为设计的定向运动干预方案对 ADHD 儿童和正常儿童的执行功能均具有积极影响。ADHD 儿童执行功能的改善效果优于正常儿童。

参考文献:

- [1] 赵鑫,付丽,周仁来.我国注意缺陷多动障碍儿童工作记忆研究的文献计量分析[J].中国特殊教育,2011(12):73-76+43.
- [2] BARKLEY R A. Behavioral inhibition, sustained attention, and executive functions: constructing a unifying theory of ADHD[J]. Psychological Bulletin, 1997, 121(1): 65-94.
- [3] WILLCUTT E G. Validity of the executive function theory of attention-deficit/hyperactivity disorder: A Meta-Analytic review[J]. Biological Psychiatry, 2005, 57(11): 1336-1346.
- [4] 刘阳,何劲鹏,刘天宇.定向运动练习者专项认知能力训练的实验研究[J].体育学刊,2018,25(2):57-62.
- [5] 刘阳,何劲鹏.不同任务情境下定向运动员视觉记忆特征及加工策略[J].体育学刊,2017,24(1):64-70.

- [6] 刘阳,何劲鹏. 定向运动员识图过程中视觉搜索特征研究[J]. 中国体育科技, 2018, 54(4): 120-128+145
- [7] 朱鹏飞. 定向运动的特殊训练对中度智障成年人注意、记忆及社会适应能力的影响[D]. 上海: 上海体育学院, 2011.
- [8] 刘阳, 杨宁. 定向运动练习对 ADHD 儿童认知能力影响的实验研究[J]. 中国特殊教育, 2018(11): 39-44.
- [9] BUSSE M. Detecting suboptimal cognitive effort: classification accuracy of the conner's continuous performance test-ii, brief test of attention, and trail making test[J]. The Clinical Neuropsychologist, 2012, 26(4): 675-687.
- [10] LEYFER O. Patterns and predictors of comorbidity of dsm-iv anxiety disorders in a clinical sample of children and adolescents[J]. Journal of Anxiety Disorders, 2013, 27(3): 306-311.
- [11] 李建英, 杨镒宇, 邹小兵, 等. 注意缺陷多动障碍儿童认知特征的研究[J]. 中国妇幼保健, 2001(10): 632-634.
- [12] 陈爱国, 殷恒婵, 王君, 等. 短时中等强度有氧运动改善儿童执行功能的磁共振成像研究[J]. 体育科学, 2011, 31(10): 35-40.
- [13] 潘家礼, 殷恒婵, 陈爱国, 等. 运动干预对数学学习困难小学生执行功能影响的实验研究[J]. 中国特殊教育, 2016(5): 54-62.
- [14] 董俊. 有氧运动对学龄儿童工作记忆刷新功能影响的 Meta 分析[J]. 中国学校卫生, 2018, 39(9): 1343-1346.
- [15] 刘俊一. 有氧体育锻炼与大学生执行功能关系的“剂量效应”[J]. 北京体育大学学报, 2017, 40(1): 58-64.
- [16] 陈爱国, 赵莉, 李焕玉, 等. 不同强度短时篮球运球训练对小学生执行功能的影响[J]. 天津体育学院学报, 2014, 29(4): 352-355.
- [17] 陈爱国, 殷恒婵, 颜军, 等. 不同强度短时有氧运动对执行功能的影响[J]. 心理学报, 2011, 43(9): 1055-1062.
- [18] KAMIJO K. Differential influences of exercise intensity on information processing in the central nervous system[J]. European Journal of Applied Physiology, 2004, 92(3): 305-311.
- [19] KASHIHARA K. Positive effects of acute and moderate physical exercise on cognitive function[J]. Journal of Physiological Anthropology, 2009, 28(4): 155-164.
- [20] 朱瑜, 许翀, 万芹, 等. 适应体育运动干预对孤独症谱系障碍儿童视觉工作记忆的影响[J]. 中国体育科技, 2017, 53(3): 55-62.
- [21] 潘家礼, 殷恒婵, 陈爱国, 等. 运动干预对学习困难、正常小学生执行功能影响的实验研究[J]. 体育科学, 2016, 36(6): 84-91+97.
- [22] ALLOWAY T. Examining the link between working memory behaviour and academic attainment in children With ADHD[J]. Developmental Medicine and Child Neurology, 2010, 52(7): 632-636.

