

## 跆拳道训练对学龄前儿童执行功能发展的影响

王瑞萌<sup>1</sup>, 庞鑫<sup>2</sup>, 李未名<sup>3</sup>, 邢洪彬<sup>4</sup>, 邢淑芬<sup>1</sup>

(1.首都师范大学 心理学院, 北京 100048; 2.北京体育大学 竞技体育学院, 北京 100084;  
3.北京体育大学 教育学院, 北京 100084; 4.安徽师范大学 体育学院, 安徽 芜湖 241000)

**摘 要:** 为考察跆拳道训练对学龄前儿童执行功能发展的影响, 选取北京市某学前 4 个班 63 名 5~6 岁儿童作为实验对象; 随机选取 2 个班为跆拳道训练组, 共 32 人, 另外 2 个班为常规体育课组, 共 31 人。对跆拳道训练组儿童进行 16 周跆拳道训练干预, 2 次/周; 常规体育课组儿童进行常规体育课程。在干预前后使用 NIH Toolbox 工具中 Flanker 抑制控制与注意测试任务、标准卡片分类任务和工作记忆排列测试任务, 分别测查实验对象执行功能的 3 个子成分。结果: 跆拳道训练组与常规体育课组儿童在侧抑制控制和注意任务( $P<0.01$ )、标准卡片分类任务( $P<0.05$ )上的差异具有统计学意义, 跆拳道训练组高于常规体育课组; 前测侧抑制控制和注意任务得分处于后 27% 的跆拳道训练组儿童经过跆拳道训练干预, 相较于该任务前测得分处于前 27% 的儿童提升分数差异具有统计学显著性意义( $P<0.05$ ), 后 27% 的被试者提升程度大于前 27% 的被试者, 而常规体育课组没有显示出这种差异。结果说明, 16 周跆拳道训练对 5~6 岁儿童抑制控制及认知灵活性的提高作用达到统计学意义上的显著水平; 其中, 相对于抑制控制基线水平较高的儿童, 抑制控制基线水平较低儿童获益更大。

**关 键 词:** 运动心理学; 执行功能; 抑制控制; 认知灵活性; 工作记忆; 跆拳道; 学龄前儿童  
中图分类号: G852 文献标志码: A 文章编号: 1006-7116(2018)05-0119-07

### Effects of taekwondo training on preschool children's execution function development

WANG Rui-meng<sup>1</sup>, PANG Xin<sup>2</sup>, LI Wei-ming<sup>3</sup>, XING hong-bin<sup>4</sup>, XING Shu-fen<sup>1</sup>

(1.College of Psychology, Capital Normal University, Beijing 100048, China; 2.Sport Coaching College, Beijing Sport University, Beijing 100084, China; 3.College of Education, Beijing Sport University, Beijing 100084, China;  
4.School of Sports Science and Physical Education, Anhui Normal University, Wuhu 241000, China)

**Abstract:** In order to examine the effects of taekwondo training on preschool children's execution function development, the authors selected 63 children aged 5-6 in 4 preschool classes in Beijing as the experiment objects, randomly selected 2 classes as the taekwondo training group, which includes totally 32 children, and the other 2 classes as the regular physical education class group, which includes total 31 children. The authors carried out 16-week taekwondo training intervention on the children in the taekwondo training group twice a week, and regular physical education courses on the children in the regular physical education class group. Before and after the intervention, the authors respectively measured the 3 subcomponents of the experiment objects' execution function by using the Flanker inhibition control and attention test task, standard card classification task and working memory arrangement test in the NIH Toolbox, and revealed the following findings: the differences between the children in the taekwondo training group and the children in the regular physical education class group in measuring inhibition control and attention task ( $P<0.01$ ), standard card classification task ( $P<0.05$ ) were statistically significant, the taekwondo training group's score was higher

收稿日期: 2017-11-04

基金项目: 国家社会科学基金一般项目“中国扩展家庭和核心家庭与儿童执行功能与问题行为发展研究”(17BSH144)。

作者简介: 王瑞萌(1993-), 女, 硕士研究生, 研究方向: 儿童心理发展。E-mail: wangrm\_18@163.com 通讯作者: 邢淑芬副教授

than the regular physical education class group's score; after taekwondo training intervention, the children in the taekwondo training group, whose scores measured before the task for inhibition control and attention task were at bottom 27%, had improved score differences that were statistically significant ( $P < 0.05$ ) as compared with those of the children whose scores measured before the task were at top 27%, the degree of improvement of the bottom 27% testees was greater than that of the top 27% testees, while the regular physical education class group did show such differences. The said findings indicated the followings: 16-week taekwondo training's function in improving the inhibition control and perception flexibility of children aged 5-6 reached a statistically significant level; therein, the children with a lower inhibition control baseline level benefited more than the children with a higher inhibition control baseline level.

**Key words:** sports psychology; execution function; inhibition control; perception flexibility; working memory; taekwondo; preschool children

执行功能是指负责组织和控制目标导向性行为的高级认知加工过程,能够让个体克服自动化的或者已建立的想法和反应<sup>[1]</sup>。执行功能的综合模型认为,执行功能成分包括抑制控制、工作记忆和认知灵活性 3 个基本要素<sup>[2]</sup>。抑制控制是执行功能的核心要素之一,指有目的地克制优势反应、控制注意力,克服个体内部冲动与外部无关刺激的吸引,以解决不同矛盾的信息冲突,灵活地调整策略和计划<sup>[2]</sup>。认知灵活性主要指个体转换视角、多角度思考问题以及进行适应性调整的能力,是执行功能最复杂的成分<sup>[3]</sup>,对个体适应环境起着重要作用,比如灵活地应对突发状况等。工作记忆指个体保持信息并对其进行加工的能力,它会在重新排序、从零散的信息中推断出一般性结论或从旧观点中得出新的联系等精神活动中起作用,有助于个体理解言语信息和事情的因果关系<sup>[4]</sup>。国外大量研究发现,执行功能对人的发展有其独特的价值,儿童早期的执行功能与其未来的智力水平与学业成就密切相关,执行功能的提高能够促进儿童思考和学习能力以及反向推理和完成战略性任务的能力<sup>[5]</sup>。有研究发现,个体早期执行功能即使产生很小的提升,也能影响甚至改变未来整体的发展结果,使其向着有益的方向发展<sup>[6]</sup>。

个体执行功能的发展通常在青少年时期或成年早期发展成熟,5~12岁是个体执行功能发展关键的年龄阶段<sup>[7]</sup>。有研究者认为,在儿童早期整体执行功能及其潜在的神经网络还未发育成熟时,大脑可塑性更强,一些特定的经验或活动可能会加速发展或暂时提高其执行功能<sup>[8]</sup>。运动作为提高儿童执行功能的有效干预手段,近年来受到国内外研究者的持续关注。江大雷和曾从周<sup>[9]</sup>研究了长期足球游戏对学龄前儿童执行功能的影响,将 61 名 5~6 岁儿童随机分为对照组和实验组,进行 8 周中等强度的足球游戏干预,实验前后测查儿童抑制控制、工作记忆和认知灵活性,结果发现长期足球游戏提高了儿童的执行功能水平。以往的研究结果发现,认知参与度高的运动对儿童执行功能的

影响更大。例如,陈爱国<sup>[10]</sup>考察了不同形式的短时中等强度跳绳对儿童的抑制、刷新和转换 3 个功能的促进作用,将 116 名小学生分为个人跳绳组、合作跳绳组以及对照组,运动组进行 30 min 的跳绳运动,采用 Flanker 任务、1-back 任务、More-odd shifting 任务评价儿童抑制、刷新和转换 3 个功能,结果发现,两个运动组儿童的抑制、刷新和转换 3 个功能都得到提升,但合作跳绳组的提升更大,这是因为合作跳绳需要与同伴的互相配合、控制甩绳和跳绳节奏相互协调,包括更多协调性动作。在一项考察瑜伽训练对儿童执行功能发展影响的实验研究中,研究者将 10~13 岁的女孩随机分到瑜伽训练组和身体训练组,在之后 1 个月里两组被试者每天都进行 75 min 训练,结果发现两组被试者在伦敦塔任务中的表现得到提高,相比之下参与瑜伽训练的儿童执行功能的提高更大。特别是当任务条件更加困难和复杂时,儿童在伦敦塔任务上所展现的抑制控制能力更为明显<sup>[11]</sup>,该研究也证明了认知参与式的运动对儿童执行功能具有更强的提升作用。

跆拳道是一种技能主导类、同场对抗性项目<sup>[12]</sup>,儿童在学习中需观察领会动作要领,在完成踢击、出拳练习时需专心致志,在出现对抗时根据实际情况调整自身动作,其技能的复杂性包含相对较高的认知要求,其自身的对抗性要求儿童有意识地学习如何调整和应对。由此可见,跆拳道训练过程中包含了非常复杂的认知要求和社会互动因素,属于认知参与度较高的运动项目。本研究的第 1 个研究假设,考察认知参与度较高的跆拳道训练是否对学龄前儿童执行功能的 3 个独立成分提升更大。此外,国外该领域的干预研究发现接受长期正念训练后,最初执行功能较差的儿童比最初执行功能更好的儿童提高得更多<sup>[13]</sup>。还有研究发现低工作记忆广度和注意缺陷障碍儿童执行功能能够表现出更大的提高<sup>[6]</sup>。因此,本研究的第 2 个研究假设是考察是否最初执行功能水平低的儿童将从跆拳道训练过程中获益更大。基于此有研究者认为,早期执

行功能训练是一个弥合优势儿童和劣势儿童之间差距的可选思路<sup>[4]</sup>。另外,国内外诸多研究表明,儿童执行功能发展受到家庭社会经济地位(SES)的影响<sup>[5]</sup>,母亲受教育程度和家庭收入水平是SES的重要测评指标,因此本研究将这两个因素作为控制变量。

## 1 研究对象与方法

### 1.1 研究对象

选取北京市朝阳区某幼儿园4个学前班的63名儿童作为研究对象,平均年龄5.48岁,包括男孩39人,女孩24人。其中,3.2%被试者的家庭月收入在15000元以下,23.8%在15000~20000元,72.0%在20000元以上。另外,4.8%被试者母亲的受教育程度为高中及以下,68.2%为大学专科或本科、27.0%为硕士研究生及以上。所有儿童均无精神病史和家族遗传史、均无严重的躯体疾病,智力正常,听力、视力或矫正视力均正常。

本研究将被试者家庭月收入与母亲受教育程度进行编码,其中家庭月收入(元)“1”为1500以下,“2”为1500~4000,“3”为4500~6000,“4”为6000~10000,“5”为10000~15000,“6”为15000~20000,“7”为20000以上。母亲受教育程度“1”为低于小学6年,“2”为小学,“3”为初中,“4”为高中,“5”为大专,“6”为本科,“7”为硕士及以上。两组人口统计学变量结果分析详见表1。

表1 被试者家庭基本信息分析结果( $\bar{x} \pm s$ )

级别	n/人	年龄/岁	家庭月收入	母亲受教育程度
跆拳道训练组	32	5.66±0.48	6.72±0.52	5.97±0.78
常规体育课组	31	5.29±0.46	6.65±0.66	6.10±0.79
t值		3.08	0.49	0.65
P值		0.00	0.63	0.52

### 1.2 研究方法

#### 1)研究程序。

本研究的整个程序由5个阶段组成:

(1)主试者培训及预实验:主试者均由在读的心理学专业研究生担任,正式施测前2周对主试者进行统一培训,对7名5~6岁儿童进行预实验,确定该年龄段儿童能够准确理解指导语,并根据要求做出正常的回应和选择。

(2)前测:干预开始前1周发放知情同意书和家庭基本信息调查表,对家长同意参加实验的63名儿童进行执行功能的前测。

(3)运动训练:随机抽取32名儿童为跆拳道训练组,由北京体育大学跆拳道专业学生对跆拳道训练组儿童进行为期16周的跆拳道训练,每次训练分为基本站姿、拳法、腿法及组合套路等部分,每次课程持续45min,每周进行2次。同时,其余的31名儿童为常规体育课组,在同样的时间段内由幼儿园体育老师进行常规体育课程教学,课程内容为基本的心肺功能训练活动,包括跳跃、绕圈跑、快步走等不包含认知因素的体育活动。

(4)后测:干预结束后的1个星期内对所有儿童进行执行功能后测。

(5)数据分析:使用SPSS18.0软件进行数据统计分析,采用单因素协方差分析方法,控制儿童的性别、母亲受教育程度以及执行功能各子成分的前测成绩,考察跆拳道对儿童执行功能及其各项子成分的影响,显著性为 $P<0.05$ 。

#### 2)执行功能的测量。

本研究执行功能的测量程序采用美国国立卫生研究院所开发的一套标准、有效的评估工具(National Institutes of Health Toolbox, NIH Toolbox),用于测量认知、情绪、运动和感觉,可用年龄范围为3~85岁。该工具采用iPad Air(9.7英寸)进行实施,选取了认知测验中侧抑制控制和注意任务、标准卡片分类任务、工作记忆排列测试3个任务对儿童进行测量,总时间约为30min。最后依据被试者年龄、反应时和正确率自动生成被试者分数。

第1步进行侧抑制控制和注意任务(NIH Toolbox Flanker Inhibitory Control and Attention Test)测试。该任务用于测量被试者的注意和抑制控制,需要被试者集中于所给予的刺激,同时抑制其侧边的其他刺激。对于3~7岁的儿童,首先进行4次练习,接着在第1阶段被试者将先看到1条带有箭头的小鱼,左右两边各有2条小鱼干扰,中间的目标小鱼与侧边的小鱼身上箭头的方向一致或不一致,儿童需根据中间小鱼身上的箭头选择相应按钮。20次测试后正确率达到90%的儿童会进入第2阶段,小鱼消失,儿童只会看到抽象的箭头,同样进行20次测试。根据被试者年龄、反应时和正确率系统自动生成被试者分数,测试示例见图1。

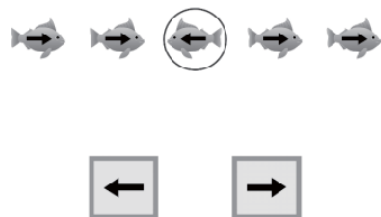


图1 Flanker任务示例图



第 2 步进行标准卡片分类任务(NIH Toolbox Dimensional Change Card Sort Test, DCCS)测试。该任务用于测量认知灵活性和注意。儿童会看到两张目标图片和一张刺激图片,它们在形状或颜色中的某个维度上是不同的。正式实验开始前儿童会得到 4 次(每个维度 2 次)指导,每次 5 个测试,确保他们明白了游戏的规则,才开始正式测试。正式测试开始后,系统会不间断呈现 30 组图片,在每一组目标图片出现时,主试者会用声音提醒儿童是按照“形状”还是“颜色”进行分类,儿童需要按照提示选择跟目标图片维度匹配的图片,两维度随机交替进行。根据被试者年龄、反应时和正确率系统自动生成被试者分数,测试示例见图 2。

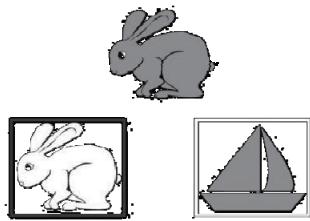


图 2 DCCS 测试示例图

第 3 步进行工作记忆排列(NIH Toolbox Picture Sequence Memory Test)测试。该任务用于测量儿童的工作记忆,它需要儿童按序列回忆不同的视觉和听觉刺激。在第 1 阶段,屏幕上会分别出现食物或动物图片,

此时主试者会告知儿童这是什么,屏幕上也会出现相应文字。当物品消失后,被试者需要告诉主试者这些东西都是什么,并按由小到大固定顺序回忆,回忆数量由 2 个开始,难度最高增加到 7 个,如果儿童在某一难度上错误 2 次则停止直接进入第 2 阶段;在第 2 阶段,被试者同时看到食物和动物的图片,并需要先回忆食物图片再回忆动物图片,且都要按由小到大的顺序进行回忆,难度同样由 2 个到 7 个。两个阶段被试者分别有 2 次练习的机会。根据被试者年龄、作答时间和正确率系统将自动生成被试者分数,测试示例见图 3。

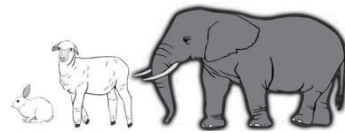


图 3 工作记忆排列测试示例图

## 2 结果与分析

### 2.1 结果变量的基本描述性分析

对两组被试者执行功能子成分的前测结果进行  $t$  检验分析,考察儿童执行功能水平是否处于相同水平。结果发现,各组儿童执行功能 3 个子成分差异均不存在统计学显著性意义( $P>0.05$ )(见表 2)。

表 2 前测点两组被试者执行功能各子成分同质性检验结果( $\bar{x} \pm s$ )

组别	n/人	侧抑制控制和注意任务	标准卡片分类任务	工作记忆排列测试	分
跆拳道训练组	32	122.93±18.02	111.69±20.88	100.93±19.66	
常规体育课组	31	147.57±19.80	137.37±17.35	109.76±19.76	
$t$ 值		-0.24	-1.34	-1.74	
$P$ 值		0.81	0.19	0.09	

跆拳道训练组和常规体育课组儿童的执行功能 3 个子成分测量结果的基本描述性数据见表 3。经过初步的  $t$  检验分析,各个子成分中,侧抑制控制和注意任务分数差值比较结果为  $t_{(61)}=2.96$ ,  $P<0.01$ ,两组差异具有统计学显著性意义,跆拳道训练组高于常规体育

课组;标准卡片分类任务分数差值比较结果为  $t_{(61)}=2.56$ ,  $P=0.01$ ,两组差异具有统计学显著性意义,跆拳道训练组高于常规体育课组;工作记忆排列测试分数差值比较结果为  $t_{(62)}=0.72$ ,  $P=0.47$ ,两组差异不具有统计学显著性意义(见表 3)。

表 3 被试者执行功能前测与后测分数差值分析结果( $\bar{x} \pm s$ )

组别	n/人	侧抑制控制和注意任务分数差值	标准卡片分类任务分数差值	工作记忆排列测试分数差值
跆拳道训练组	32	24.63±22.37	25.68±22.22	8.83±27.17
常规体育课组	31	7.84±22.64	12.10±19.83	4.32±22.01
$t$ 值		2.96	2.56	0.72
$P$ 值		0.00	0.01	0.47

### 2.2 跆拳道训练对儿童执行功能 3 个成分发展的促进效应

本研究采用单变量协方差分析统计方法, 分别对执行功能各个子成分进行分析, 将组别作为自变量, 执行功能各子成分的分值差值作为因变量, 并控制变量: 性别、母亲受教育程度以及执行功能各子成分的前测得分。

首先检验是否满足方差齐性和平行性的前提条

件, 通过方差齐性检验, 不同组别结果均显示  $P > 0.05$ , 说明各组方差齐性; 协变量与因变量之间交互作用检验, 执行功能各子成分结果均显示  $P > 0.05$ , 因而不存在交互作用; 说明本研究满足协方差分析的前提条件。

如表 4 所示, 协方差分析发现通过跆拳道训练, 5~6 岁儿童的侧抑制控制和注意任务和标准卡片分类任务水平的提升程度达到统计学意义显著水平, 工作记忆排列测试水平的提升程度未达到统计学意义显著水平。

表 4 两组被试者执行功能分数差值的协方差分析结果<sup>1)</sup> ( $\bar{x} \pm s$ )

组别	n/人	侧抑制控制和注意任务分数差值	标准卡片分类任务分数差值	工作记忆排列测试分数差值
跆拳道训练组	32	24.63±22.37	25.68±22.22	8.83±27.17
常规体育课组	31	7.84±22.64	12.10±19.83	4.32±22.01
F 值		9.97	4.40	0.68
P 值		0.00	0.04	0.41

1) 协变量功效估计校正情况: 侧抑制控制和注意任务: 前测分数=123.49、性别=1.38、母亲受教育程度=6.03; 标准卡片分类任务: 前测分数=115.27、性别=1.38、母亲受教育程度=6.03

### 2.3 原有的执行功能水平对运动干预效应的调节作用

为了进一步检验儿童原有的执行功能水平是否影响运动干预的效果, 对侧抑制控制和注意任务、标准卡片分类任务和工作记忆排列任务前测分数排名分别处于前、后 27% 的被试者进行协方差分析, 其中标准卡片分类任务和工作记忆排列任务测试结果不符合方差分析的前提条件。根据侧抑制控制和注意任务结果将被试者进一步细分, 跆拳道训练组细分为高抑制控制组和低抑制控制组, 分别为 9 人; 常规体育课组细分为高抑制控制组和低抑制控制组, 分别为 8 人。

接着采用单变量协方差分析统计方法, 将细分组别作为自变量, 代表侧抑制控制和注意任务前测分数处于前、后 27% 的被试者, 侧抑制控制和注意任务前、后测分数差值作为因变量, 控制变量包括性别和母亲受教育程度。首先分别检验跆拳道训练组和常规体育课组的两对细分组是否满足方差齐性和平行性的前提条件。通过方差齐性检验, 两组结果均显示  $P > 0.05$ , 说明方差齐性; 协变量与因变量之间交互作用检验, 两组结果均显示  $P > 0.05$ , 因而不存在交互作用。说明本研究满足协方差分析的前提条件。

通过协方差分析表明, 跆拳道训练组中原本抑制控制水平较低的儿童提升程度高于抑制控制水平高的儿童, 差异具有统计学显著性意义。而常规体育课组前、后 27% 的儿童侧抑制控制和注意任务的提升程度不具有统计学显著性意义(见表 5)。

表 5 两组被试者侧抑制控制和注意任务分数差值的协方差分析结果<sup>1)</sup> ( $\bar{x} \pm s$ )

细分组别	跆拳道训练组(n=18)	常规体育课组(n=16)
高抑制控制组	4.73±6.60	39.49±6.60
低抑制控制组	-9.06±8.84	10.68±8.84
F 值	10.23	2.41
P 值	0.00	0.15

1) 协变量功效估计校正情况: 跆拳道训练组: 性别=1.33、母亲受教育程度=6.00; 常规体育课组: 性别=1.50, 母亲受教育程度=6.06

综合上述实验结果, 通过协方差分析跆拳道训练对儿童执行功能的前后测分数差值对比发现:

1) 两组儿童执行功能总分数差值的差异具有统计学非常显著性意义( $P=0.006 < 0.01$ ), 其中侧抑制控制和注意任务分数差值差异具有非常显著性意义( $P=0.003 < 0.01$ )、标准卡片分类任务分数差值对比具有统计学显著性意义( $P=0.04 < 0.05$ )。跆拳道训练组被试者分数高于常规体育课组被试者分数, 即相对于幼儿普通体育课程, 跆拳道训练提升了 5~6 岁儿童的整体执行功能水平, 尤其是儿童的抑制控制和认知灵活性, 该结果支持本研究假设 1。

2) 经过跆拳道训练干预, 侧抑制控制和注意任务前测得分处于后 27% 的跆拳道训练组儿童, 后测分数的提升程度大于前测该任务得分处于前 27% 的儿童, 差异具有统计学显著性意义( $P=0.006 < 0.01$ ), 而常规体育课组没有显示出这种差异, 说明从跆拳道中受益最大的群体是原本抑制控制水平较低的儿童, 该结果支持了研究假设 2。

### 3 讨论

本研究考察了认知参与度较高的跆拳道运动对 5~6 岁学前儿童执行功能 3 个子成分的影响,结果证实了研究假设。首先,跆拳道对 5~6 岁儿童的执行功能有更显著的提升作用;其次,从跆拳道中受益最大的群体是原本抑制控制水平较低的儿童。

近年来研究开始关注运动类型在运动与儿童执行功能关系中的重要作用<sup>[16]</sup>,结合本研究结果认为认知参与度高的运动对儿童执行功能有更大的提升作用。

认知参与度高的运动在给儿童带来生理唤醒的同时,还更大程度激活了与认知相关的神经网络,也就是说参与这类体育运动也就参与了认知活动。因为当运动技能或情境对儿童来说有一定难度、不熟悉、不断变化且需要即刻反应时,它能够帮助预活化(pre-activation)小脑和前额叶区域的神经网络<sup>[17]</sup>,进而提高儿童执行功能任务的表现。在进入跆拳道训练的比赛情境时,儿童需要更加努力地思考如何流畅地运用自己所学的手法、腿法以及动作套路来完成动作目标。如何克服大脑自动化加工以抑制情境干扰,如何通过动作预判对手的行为并作出快速的反应,这一系列过程也要求认知执行过程的参与。动作完成计划要求创造、监督和随时的调节,也就调动了前额叶等相关区域的潜在神经网络,而在完成执行功能任务时也需要激活相似的大脑区域,因而通过跆拳道训练,儿童执行功能得到提高。

本研究发现跆拳道提高了学龄前儿童工作记忆,但未达到显著水平。根据 Baddeley<sup>[18]</sup>提出的工作记忆模型,跆拳道这类复杂工作记忆任务需要中央执行系统与两个存储子系统的协同配合,3 个系统虽然遵循不同的发展轨迹,但普遍在 7~9 岁左右开始快速发展<sup>[19]</sup>。对年龄变化有较大的敏感性,因此可能受限于自身神经基础的发展,本研究 5~7 岁被试者的工作记忆并未得到显著的提高。另外,图片序列任务是一项情景类的认知测试,包括制作蛋糕、踏青、野餐等某些特定场景,而中央执行系统不仅能够对信息进行操作、刷新和转换,对情景记忆中的信息提取也同样在此系统中完成,所以儿童在完成工作记忆任务测试时可能受到过往知识经验的影响,大脑的神经反应得到不同程度的增强或衰减<sup>[20]</sup>。

本研究在实验设计上可以做进一步的改进,首先没有探讨运动强度、持续时间等多变量的交互作用;其次,没有采集生理指标、利用脑成像等技术对运动对儿童执行功能产生影响的潜在神经机制进行进一步探究;再次,自然环境中“实验组-对照组”的准实验设计的确存在着一些可能的无关变量产生。虽然在

数据处理的时候采用协方差分析,控制了儿童的性别、母亲受教育程度和执行功能各子成分的前测分数等变量,但是还有可能有一些无关变量产生。例如儿童在周末可能参加了不同的体育活动等,未来研究可以采用实验设计更好的控制无关变量,以便得到更准确的研究结论;最后,本研究的对象为北京市朝阳区某幼儿园 4 个学前班的儿童,该学前班的儿童大多来自较高社会经济地位的家庭,未来研究可以在更多样性的环境和背景下,考察跆拳道等认知参与性运动对儿童执行功能发展的促进作用,以期得到更具可推广性的研究结论。

本研究以抑制控制作为切入点,以执行功能处于正常范围的儿童为研究对象,发现跆拳道对抑制控制较差的儿童具有显著提升效应,且提升效果更大。与抑制控制发展较好儿童相比,抑制控制较差儿童其相关的大脑神经网络处于发展稍显缓慢和滞后的阶段,此时进行干预,能够较大程度刺激儿童相关脑区的快速发展,且相比较而言他们的提升空间也更大。

尽管本研究以正常儿童为被试者,但是该结论对于如何提高特殊儿童群体的执行功能有一定启发作用,如自闭症儿童、注意力缺陷障碍儿童。该群体儿童前额皮层及其神经网络发展缓慢,显现出与执行功能相关的功能性障碍。本研究为抑制控制较差及存在缺陷儿童的干预提供了一定参考,但是未来需要更多以抑制控制低下或患有执行功能障碍的儿童为研究对象的理论与实证研究,进一步探讨和对比不同运动方案给他们带来的改善与提升,同时对其潜在的大脑神经关联机制进行探索。

本研究结果与国内外大量研究结果一致,即运动能够提升学龄前儿童的执行功能,尤其是抑制控制和认知灵活性,这对科学设计体育活动以改善儿童的执行功能有几点启示:

一是家长和学校应该重视学龄前阶段儿童体育运动参与情况,把握儿童执行功能发展的关键阶段。儿童执行功能能够影响其未来诸多行为及认知能力的发展,3~6 岁是儿童抑制控制的关键发展期,而运动是提高该阶段儿童执行功能的有效措施之一,因此学校和家长应该抓住这一时期为儿童参加体育运动创造条件,摒弃运动会使儿童更难自控的错误观念。将执行功能训练融入体育教育中,关键要找到运动与执行功能的契合点,将体育方案的设计、运动项目及背景环境的选择以及执行功能训练综合应用到学校和家庭教育中,是促进儿童执行功能发展的关键措施。

二是注重儿童的个体差异。根据差别易感性假说(Differential Susceptibility Hypothesis),有些儿童可塑性较高,因此既容易受到环境的不利影响,也更易受到



干预的积极影响<sup>[21]</sup>。与本研究结论相结合即儿童自身的特点能够影响运动干预对执行功能产生的作用,这也可能是最初抑制控制较差儿童经过干预后提升程度更大的原因之一。因此,未来可围绕“儿童-环境”交互作用的思路继续研究,进一步探索不同运动干预方式对不同易感性儿童发展的差异性影响,为儿童运动与执行功能差异化教育提供参考依据。

### 参考文献:

- [1] BANICH M T. Executive function the search for an integrated account[J]. *Current Directions in Psychological Science*, 2009, 18(2): 89-94.
- [2] MIYAKE A, FRIEDMAN N P, EMERSON M J, et al. The unity and diversity of executive functions and their contributions to complex “Frontal Lobe” tasks: a latent variable analysis[J]. *Cog Psychol*, 2000, 41(1): 49-100.
- [3] GARON N, BRYSON S E, SMITH I M. Executive function in preschoolers: a review using an integrative framework[J]. *Psychological Bulletin*, 2008, 134(1): 31-60.
- [4] DIAMOND A. Activities and programs that Improve children’s executive functions[J]. *Current Directions in Psychological Science*, 2012, 21(21): 335-341.
- [5] APPERLY I A, CARROLL D J. How do symbols affect 3-to 4-year-olds’ executive function? Evidence from a reverse-contingency task[J]. *Developmental Science*, 2009, 12(6): 1070-1082.
- [6] MOFFITT T E, CASPI A, TAYLOR A, et al. How common are common mental disorders? Evidence that lifetime prevalence rates are doubled by prospective versus retrospective ascertainment[J]. *Psychological Medicine*, 2010, 40(6): 899-909.
- [7] WILLCUTT E G, DOYLE A E, NIGG J T, et al. Validity of the executive function theory of attention-deficit/hyperactivity disorder: a meta-analytic review[J]. *Biological Psychiatry*, 2005, 57(11): 1336-1346.
- [8] BEST J R. Effects of physical activity on children’s executive function: contributions of experimental research on aerobic exercise[J]. *Developmental Review*, 2010, 30(4): 331-351.
- [9] 江大雷, 曾从周. 8周中等强度足球运动游戏对学龄前儿童执行功能发展的影响[J]. *中国体育科技*, 2015, 51(2): 43-50.
- [10] 陈爱国, 蒋任薇, 吉晓海, 等. 8周中等强度的花样跳绳运动对聋哑儿童执行功能的影响[J]. *体育与科学*, 2015, 36(4): 105-109.
- [11] MANJUNATH N K, TELLES S. Improved performance in the Tower of London test following yoga[J]. *Indian Journal of Physiology & Pharmacology*, 2001, 45(3): 351-354.
- [12] TRULSON M E. Martial arts training: a novel “Cure” for juvenile delinquency[J]. *Human Relations*, 1986, 39(12): 1131-1140.
- [13] LISA F, SUSAN L, SMALLEY M, et al. Effects of mindful awareness practices on executive functions in elementary school children[J]. *Journal of Applied School Psychology*, 2010, 26(1): 70-95.
- [14] DIAMOND A. Activities and programs that improve children’s executive functions[J]. *Current Directions in Psychological Science*, 2012, 21(5): 335-341.
- [15] BLAIR C, INVESTIGATORS F. Salivary cortisol mediates effects of poverty and parenting on executive functions in early childhood[J]. *Child Development*, 2011, 82(6): 1970-1984.
- [16] TOMPOROWSKI P D, CULLICK B M, PENDLETON D M, et al. Exercise and children’s cognition: the role of exercise characteristics and a place for metacognition[J]. *Journal of Sport and Health Science*, 2015, 4(1): 47-55.
- [17] COLCOMBE S J, KRAMER A F, ERICKSON K I, et al. Cardiovascular fitness, cortical plasticity, and aging[J]. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 2004, 101(9): 3316-3321.
- [18] BADDELEY A. The episodic buffer: a new component of working memory[J]. *Trends in Cognitive Sciences*, 2000, 4(11): 417-423.
- [19] KLINGBERG T, FORSSBERG H, WESTERBERG H. Training of working memory in children with ADHD[J]. *Journal of Clinical & Experimental Neuropsychology*, 2002, 24(6): 781-791.
- [20] 郭春彦, 刘荣. 工作记忆与情景记忆的相互作用[J]. *心理科学进展*, 2007, 15(1): 29-35.
- [21] DIAMOND A. Close interrelation of motor development and cognitive development and of the cerebellum and prefrontal cortex[J]. *Child Development*, 2000, 71(1): 44-56.
- [22] 马园园, 周荃, 邢淑芬. 家庭养育环境与儿童发展: 差别易感性假说[J]. *心理科学进展*, 2015, 23(11): 1931-1941.