

· 健康教育与健康促进 ·

# 学龄期儿童体力活动对执行功能和学业成绩影响的 Meta 分析

闫金<sup>1</sup>, 李世豪<sup>2</sup>, 丁明<sup>3</sup>, 徐霄<sup>2</sup>, 陈思同<sup>4</sup>

1.纽卡斯尔大学教育学院体力活动与营养研究中心,澳大利亚 2308;  
2.北京体育大学中国篮球运动学院;3.北京第一实验小学;4.深圳大学体育部

**【摘要】目的** 评价近 20 年内体力活动对学龄期儿童(6~12岁)执行功能和学业成绩的影响,为促进学龄期儿童体力活动的干预及学校卫生决策提供新的视角。**方法** 采用系统评价和 Meta 分析的方法,在 PubMed、Web of Science、Medline、Eric 和 SPORTDiscus 等 5 个数据库中检索时间从 2000 年 1 月 1 日至 2019 年 12 月 31 日发表的关于体力活动对学龄期儿童的执行功能和学业成绩影响的相关研究。检索词为:“child \*” OR “pediatr \*” OR “paediatr \*” OR “teen \*” OR “pre-adolescen \*” OR “preadolescen \*” OR “youth” OR (“primary” OR “elementary” AND “school \*”) AND “control group” OR “control condition” OR “randomi \*” OR “cross-over” AND “motor activity” OR “exercise” OR “physical fitness” OR “physical endurance” AND “executive function” OR “Inhibition (Psychology)” OR “problem solving” OR “cognition” AND “academic \*” OR “school \*” OR “education \*” AND “achievement \*” OR “performance \*” OR “abilit \*” OR “skill \*” OR “competence”。**结果** 共纳入 23 篇相关文献并进行评价分析。纵向体力活动对执行功能( $Hedges' g=0.24, 95\% CI=0.09 \sim 0.39$ )和学业成绩( $Hedges' g=0.26, 95\% CI=0.02 \sim 0.49$ )有积极影响。**结论** 体力活动对学龄期儿童的执行功能和学业成绩产生积极影响,数周内持续进行定期体力活动的干预措施将获得最大的效果。

**【关键词】** 运动活动;执行功能;学习;生长和发育;Meta 分析;儿童

**【中图分类号】** G 806 **【文献标识码】** A **【文章编号】** 1000-9817(2020)07-1055-06

**Meta-analysis of the influence of physical activity on executive function and academic performance of school-age children/**  
YAN Jin\*, LI Shihao, DING Ming, XU Xiao, CHEN Sitong.\* Priority Research Centre in Physical Activity and Nutrition, School of Education, University of Newcastle, Newcastle (2308), Australia

**【Abstract】 Objective** To conduct a meta-analysis of relevant literature and systematically evaluate the effects of physical activity on the executive function and academic performance of school-age children (6–12 years old) in the past 20 years, and to provide a new perspective for future interventions to promote physical activity of school-age children and school health decisions. **Methods** Using systematic reviews and meta-analysis methods, papers regarding the effect of physical activity on executive function and academic performance among school-age children physical activities published during the period from January 1, 2000 to December 31, 2019 were retrieved in five databases including PubMed, Web of Science, Medline, Eric and SPORTDiscus. The English retrieval words were “child \*” OR “pediatr \*” OR “paediatr \*” OR “teen \*” OR “pre-adolescen \*” OR “preadolescen \*” OR “youth” OR (“primary” OR “elementary” AND “school \*”) AND “control group” OR “control condition” OR “randomi \*” OR “cross-over” AND “motor activity” OR “exercise” OR “physical fitness” OR “physical endurance” AND “executive function” OR “Inhibition (Psychology)” OR “problem solving” OR “cognition” AND “academic \*” OR “school \*” OR “education \*” AND “achievement \*” OR “performance \*” OR “abilit \*” OR “skill \*” OR “competence”. **Results** A total of 23 relevant literatures were included and evaluated. Longitudinal physical activity had a positive effect on executive function ( $Hedges' g=0.24, 95\% CI=0.09 \sim 0.39$ ) and academic performance ( $Hedges' g=0.26, 95\% CI=0.02 \sim 0.49$ ). **Conclusion** The study found that physical activity has a positive effect on the executive function and academic performance of school-age children. Interventions for promoting regular physical activity within a few weeks will achieve the greatest effect.

**【Key words】** Motor activity; Executive function; Learning; Growth and development; Meta-Analysis; Child

学龄期指儿童从 6~12 岁的时期(也称为青春期

前),该发展阶段的儿童处于心理发展的具体运算阶段,主要与我国九年义务教育的小学阶段儿童的年龄段接近<sup>[1-2]</sup>。这个时期儿童的健康逐渐成为社会关注的焦点,主要因为学龄期是中小学教育的启蒙阶段,是开发儿童智力与培养健康行为的重要时期,在儿童身心的健康成长和未来的各方面发展起到举足轻重的作用<sup>[3]</sup>。

**【基金项目】** 广东省哲学社会课题项目(GD16CTY03)。

**【作者简介】** 闫金(1991-),男,北京市人,在读博士,主要研究方向为青少年体育健康促进和体育教育。

**【通讯作者】** 陈思同,E-mail:chenst1212@163.com。

DOI: 10.16835/j.cnki.1000-9817.2020.07.027

体力活动指任何由骨骼肌收缩引起的使身体能量消耗增加的身体活动<sup>[4]</sup>。在学龄期儿童的年龄范围内,规律参加体力活动不仅可以提高儿童青少年的认知水平、社交能力和心理发展<sup>[5]</sup>,还可以提高健康相关体质,如心肺耐力、肌肉力量和耐力<sup>[6]</sup>。有 Meta 分析表明,由于体力活动而导致认知功能增强的现象最明显见于执行功能和认知性参与活动中<sup>[7]</sup>,所以认知功能通常被认为是取得学业上成功的重要前提<sup>[8]</sup>。一些潜在的机制可以解释体力活动对认知功能的影响,从运动心理和生理的角度来看,急性体力活动会触发神经递质的增加,这些物质被认为可以增强认知过程<sup>[9]</sup>。其次,根据心血管健康假设,持续数周有氧体力活动的干预计划(纵向体力活动)被认为可以改善有氧健身状况,从而改善认知能力<sup>[10]</sup>。还有研究认为,体力活动不仅仅是“简单的”有氧体力活动(如旨在改善心血管功能的体力活动)<sup>[11]</sup>,而是参与认知的体力活动(具有认知挑战性的体力活动)会对认知更有利<sup>[12]</sup>。

有 Meta 分析表明,儿童的体力活动与整体认知功能之间存在正相关<sup>[13]</sup>。还有 Meta 分析结果表明,体力活动对儿童执行功能<sup>[14]</sup>和学业成绩具有积极影响<sup>[15]</sup>。基于以上问题和研究现状,本文遴选有关数据库中发表的近 20 年关于体力活动对学龄期儿童(6~12 岁)执行功能和学业成绩等多个领域影响的文献,并运用 Meta 分析方法进行系统性的评价和研究,为今后类似研究和体育教育实践活动提供科学的依据。

## 1 资料来源与方法

1.1 资料来源 采用主题词+检索词对各数据库进行检索,时间从 2000 年 1 月 1 日至 2019 年 12 月 31 日的所有相关文献进行搜索。

1.1.1 文献检索 严格遵循 PRISMA ( Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses) 系统综述的指导原则<sup>[16]</sup>,通过 PubMed、Web of Science、MEDLINE、ERIC 和 SPORTDiscus 等 5 个数据库检索关于体力活动对学龄期儿童(6~12 岁)的执行功能和学业成绩的相关文献,检索词为:“child \*” OR “pediatr \*” OR “paediatr \*” OR “teen \*” OR “pre-adolescen \*” OR “preadolescen \*” OR “youth” OR (“primary” OR “elementary” AND “school \*”) AND “control group” OR “control condition” OR “randomi \*” OR “cross-over” AND “motor activity” OR “exercise” OR “physical fitness” OR “physical endurance” AND “executive function” OR “Inhibition ( Psychology)” OR “problem solving” OR “cognition” AND “academic \*” OR “school \*” OR “education \*” AND “achievement \*” OR “performance \*” OR “abilit \*” OR

“skill \*” OR “competence”。

1.1.2 纳入标准与排除标准 基于 Meta 分析文献选取的 PICOS 原则<sup>[16]</sup>,制定文献的纳入标准与排除标准。纳入标准:(1)研究必须考察体力活动对执行功能和学业成绩之间的影响,其中自变量为体力活动(身体活动、体育锻炼、运动等),因变量为身体活动对儿童青少年学习表现影响的效果,如学习行为、学习成绩及认知技能与学习态度等;(2)语言为英文的文献,且发表时间从 2000 年 1 月 1 日至 2019 年 12 月 31 日;(3)重点针对 6~12 岁学龄期的儿童;(4)研究必须包括随机分配或匹配任何适当的调整测试前的差异;(5)研究必须包括结果变量测量执行功能或学业成绩在区间或比率级量表。

排除标准:(1)研究对象为特殊人群(如患有精神或认知障碍、神经系统疾病或脑损伤的儿童)和非 6~12 岁学龄期的儿童;(2)研究没有使用随机对照和临床对照试验;(3)只研究静态生活方式与超重状态变量而不是体力活动的文献;(4)研究使用的测量范式结局不满足 Meta 分析需要;(5)综述性文献。

1.2 方法 根据本研究的检索策略进行搜索后,统一导入文献管理软件 End-Note 中,并删除所有重复文献。由 2 位研究员分别对这些文章的标题和摘要进行了独立筛查以确定其合格性。具体方法如下:先阅读题目和摘要进行初步剔除,符合上述研究条件的文献,下载全文,精读全文判断是否合格。筛选结束后将各自认为合格的文献进行对比,对于两者判断结果不一致的文献通过与第三者共同讨论决定是否纳入。使用 Excel 提取文献资料信息,包括作者和出版年份、受试者信息(样本量、年龄等)。

根据纳入文献的研究设计,本文区分研究急性体力活动或纵向体力活动的研究。其次,主要是为了达到研究尽可能详细的目的,本文对执行功能和学习成绩分别进行了 Meta 分析。再次,对几个子域进行了亚组分析。将执行功能分为 4 个子领域:抑制控制、工作记忆、认知灵活性和计划能力,选择以上子域是因为相对易于操作,并且可能与大多数纳入研究中使用的测试的性能有关<sup>[17]</sup>。此外,还区分了学业成绩的 3 个子领域:数学能力、拼写能力和阅读能力<sup>[18]</sup>。针对有氧运动和具有认知性参与的体力活动进行了另外两项 Meta 分析。最后,本文还运用了 Meta 回归分析,以研究持续时间对急性体力活动(以 min 为单位)和纵向体力活动(以周为单位)的影响。

1.3 文献质量评价 鉴于目前国内外并没有统一的调查研究文献质量评价标准,因此本研究使用物理治疗证据数据库(Physiotherapy Evidence Database, PEDro)量表进行文献质量评价。PEDro 量表共计有 11 个项目的量表,每个条目为 1 分,此量表已经被广泛用

于 Meta 分析,并且可以可靠地评估随机化、盲法、意向性治疗、组间比较和离散程度的量度<sup>[19]</sup>。 PEDro 量表的分数范围在 0~10 分(一项与外部有效性有关,不用于计算分数)。文献质量评价包括以下 11 个条目<sup>[20]</sup>: (1)受试者的纳入条件有具体说明;(2)受试者被随机分配到各组(在交叉研究中,受试者的治疗顺序是随机安排的);(3)分配方式是隐藏的;(4)就最重要的预后指标而言,各组在基线都是相似的;(5)对受试者全部设盲(实施盲法);(6)对实施治疗的治疗师全部设盲(实施盲法);(7)对至少测量一项主要结果的评定者全部设盲(实施盲法);(8)在最初分配到各组的受试者中,对 85% 以上的人进行至少一项主要结果的测量;(9)凡是有测量结果的受试者,都必须按照分配方案接受治疗或者对照条件,若否,则应对至少有一项主要结果进行“意向治疗分析”; (10)对至少一项主要结果的组间统计结果作出报告; (11)研究将提供至少一项主要结果的点测量值和变异测量值。

**1.4 统计分析** 采用 CMA V2 (Comprehensive Meta-Analysis V2) 软件进行 Meta 分析,计算合并效应值及其 95%CI。采用  $I^2$  检验和  $Q$  检验评价每种效应的异质性,若  $P < 0.05$  且  $I^2 > 50\%$ , 表明存在异质性,采用随机效应模型;反之,采用固定效应模型<sup>[21]</sup>。本研究还采用漏斗图计算 Rosenthal 的失安全系数<sup>[22]</sup>,并执行 Egger 线性回归方法评估执行功能和学业成绩的发表性偏倚。持续时间的适度效应通过固定效应 Meta 回归分析进行了研究。检验水准  $\alpha = 0.05$ 。

## 2 结果

**2.1 文献筛选结果** 检索出体力活动对学龄期儿童的执行功能和学业成绩相关文献共计 3 778 篇。剔除重复文献并评估文献和摘要后,最终共有 23 篇文献纳入 Meta 分析(样本总量为 4 453 名学龄期儿童)。文

献筛选流程见图 1。

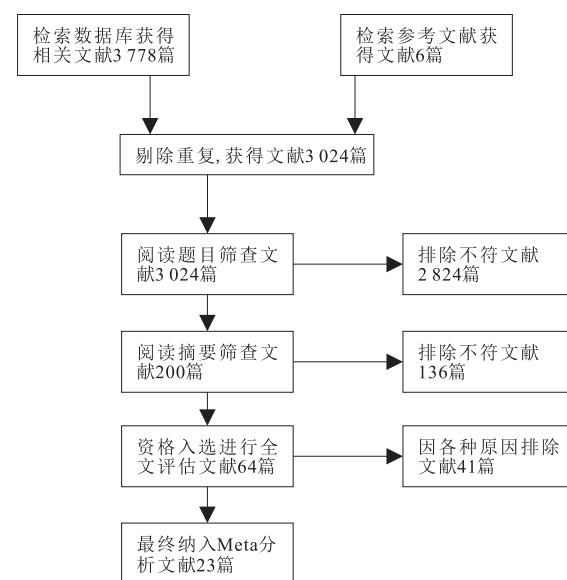


图 1 文献筛选流程

**2.2 文献发表偏倚** Egger 的线性回归方法对执行功能和学业成绩无影响,且不存在发表性偏倚。但纳入研究文献的效应量差异有统计学意义 ( $I^2 = 84\%$ ,  $Q = 286.87$ ,  $P < 0.01$ )。根据 PEDro 量表评估,所有纳入研究的文献平均得分为 4.3(低于适当),范围在 2~7 分。

**2.3 急性体力活动对认知功能的亚组分析** 纳入的 17 项研究,调查了急性体力活动对认知功能的影响 ( $I^2 = 87\%$ ,  $Q = 217.18$ ,  $P < 0.01$ ),总共进行了 29 次比较。有 10 项研究结果显示,急性体力活动对认知功能是有积极影响;有 6 项研究结果显示,急性体力活动对认知功能未发现有明显改善;而有 1 项研究则发现两者差异无统计学意义。急性体力活动会改善学龄期儿童的认知功能,且差异有统计学意义 ( $Hedges' g = 0.24$ ,  $95\%CI = 0.08 \sim 0.40$ ,  $P < 0.01$ )。见表 1。

表 1 纳入文献中每个亚组的效应量分析

第一作者	研究中的亚组	对照	结果	Hedges' g 值 (Hedges' g 值 95%CI)	F 值	标准误	Z 值	P 值
Ahamed <sup>[23]</sup>	空	学业	CAT-3	0.46 (0.19~0.73)	0.14	0.02	3.38	<0.01
Chaddock-Heyman <sup>[24]</sup>	空	抑制控制	组合	0.22 (-0.59~1.03)	0.41	0.17	0.54	0.59
Chen <sup>[25]</sup>	三年级	组合	组合	1.44 (0.70~2.19)	0.38	0.14	3.81	<0.01
Crova <sup>[26]</sup>	空	组合	组合	0.61 (0.04~1.17)	0.29	0.08	2.09	0.04
Dalziel <sup>[27]</sup>	空	组合	组合	0.08 (-0.39~0.54)	0.24	0.06	0.31	0.75
Davis <sup>[28]</sup>	高	组合	组合	0.27 (-0.30~0.85)	0.29	0.09	0.93	0.35
Drollette <sup>[29]</sup>	低	组合	组合	0.14 (-0.22~0.50)	0.19	0.03	0.75	0.45
Duncan <sup>[30]</sup>	表现较好者	抑制控制	组合	0.06 (-0.31~0.42)	0.19	0.03	0.30	0.77
Duncan <sup>[30]</sup>	表现欠佳者	抑制控制	组合	-0.06 (-0.43~0.32)	0.19	0.04	-0.29	0.77
Fisher <sup>[31]</sup>	适中的	组合	WRAT 4	0.76 (0.31~1.20)	0.23	0.05	3.32	<0.01
Hill <sup>[32]</sup>	剧烈的	组合	WRAT 4	-0.01 (-0.42~0.41)	0.21	0.05	-0.02	0.98
Hillman <sup>[33]</sup>	空	计划能力	CAS	-0.22 (-0.64~0.20)	0.22	0.05	-1.02	0.31
Hillman <sup>[34]</sup>	A 组	工作记忆	组合	0.00 (-0.49~0.49)	0.25	0.06	0.00	<0.01
Hillman <sup>[34]</sup>	B 组	工作记忆	组合	-0.33 (-0.43~0.23)	0.05	0.00	-6.44	<0.01
Hillman <sup>[34]</sup>	空	组合	组合	0.40 (0.29~0.50)	0.05	0.00	7.42	<0.01
Howie <sup>[35]</sup>	空	组合	组合	0.30 (0.09~0.69)	0.20	0.04	1.52	0.13
Howie <sup>[35]</sup>	空	组合	组合	0.04 (-0.22~0.31)	0.14	0.02	0.31	0.75
Howie <sup>[35]</sup>	空	组合	组合	0.10 (-0.09~0.28)	0.09	0.01	1.04	0.30

续表 1

第一作者	研究中的亚组	对照	结果	Hedges' g 值 (Hedges' g 值 95%CI)	F 值	标准误	Z 值	P 值
Jäger <sup>[36]</sup>	空	组合	组合	0.06(-0.33~0.44)	0.20	0.04	0.28	0.78
Kamijo <sup>[37]</sup>	空	工作记忆	Sternberg	0.67(0.01~1.34)	0.34	0.11	2.00	0.05
Koutsandréou <sup>[38]</sup>	心血管锻炼	工作记忆	正确反应数量	0.71(0.13~1.29)	0.30	0.09	2.40	0.02
	运动锻炼	工作记忆	正确反应数量	1.30(0.66~1.94)	0.33	0.11	3.97	<0.01
Krafft <sup>[39]</sup>	空	抑制控制	组合	0.35(-0.28~0.97)	0.32	0.10	1.09	0.27
Krafft <sup>[40]</sup>	空	其他	CAS	0.24(-0.59~1.06)	0.42	0.18	0.56	0.57
Pirrie <sup>[41]</sup>	PA-休息	组合	组合	-0.66(-1.09~-0.23)	0.22	0.05	-3.02	<0.01
	休息-PA	组合	组合	1.07(0.57~1.56)	0.25	0.06	4.29	<0.01
Schmidt <sup>[42]</sup>	有氧运动	组合	组合	0.11(-0.26~0.48)	0.19	0.04	0.59	0.53
	团队比赛	组合	组合	0.21(-0.14~0.57)	0.18	0.03	1.18	0.24
Thompson <sup>[43]</sup>	空	组合	NWEA	0.03(-0.11~0.17)	0.07	0.01	0.46	0.65
Tomporowski <sup>[44]</sup>	年长	认知灵活性	组合	-0.03(-0.49~0.42)	0.23	0.05	-0.14	0.89
	年轻	认知灵活性	组合	-0.03(-0.52~0.45)	0.25	0.061	-0.12	0.90
van der Niet <sup>[45]</sup>	空	组合	组合	0.34(-0.05~0.74)	0.20	0.04	1.70	0.09

注:CAT-3 为 Canadian Achievement 测试-2;WRAT-4 为 Wide Range Achievement 测试-4;CAS 为认知评估系统(Cognitive Assessment System);PA 为体力活动(Physical Activity);NWEA 为 Northwest Evaluation Association 学术进步措施。Sternberg 表示为 Sternberg 任务。

### 2.3.1 急性体力活动对执行功能的亚组分析

急性体力活动对执行功能无明显改善。当研究执行功能的子域时发现,急性体力活动对抑制控制作用的影响

有统计学意义(Hedges' g=0.28,95%CI=0.01~0.56,P=0.04)。急性体力活动对工作记忆和认知灵活性有明显改善效果。见表 2。

表 2 调节变量对体力活动和认知表现影响的 Meta 分析

调节变量	样本容量	对照组 数量	Meta 分析效应量		异质性		
			Hedge's 值(Hedge's 值 95%CI)	P 值	I <sup>2</sup> 值	Q 值	P 值
急性体力活动范围	2 827	29	0.24(0.08~0.40)	<0.01	87.11	217.18	<0.01
执行能力	1 384	15	0.20(-0.04~0.42)	0.10	91.03	156.02	<0.01
抑制控制	349	10	0.28(0.01~0.56)	0.04	77.64	40.25	<0.01
工作记忆	1 084	6	0.27(-0.12~0.66)	0.18	95.88	121.38	<0.01
认知灵活性	458	8	0.30(-0.14~0.73)	0.18	88.29	59.80	<0.01
计划能力	-	-	-	-	-	-	-
学业表现	941	5	0.09(-0.05~0.22)	0.20	25.76	5.39	0.25
数学能力	941	5	-0.18(-0.48~0.13)	0.25	84.27	25.42	<0.01
阅读能力	847	4	0.17(-0.08~0.41)	0.19	57.75	7.1	0.07
拼写能力	56	3	0.25(0.03~0.48)	0.03	<0.01	0.52	0.77
体力活动种类							
有氧运动	2 472	24	0.28(0.09~0.46)	<0.01	89.31	215.21	<0.01
认知性参与	355	5	0.07(-0.11~0.25)	0.42	<0.01	1.95	0.75
纵向体力活动范围	1 766	18	0.37(0.20~0.55)	<0.01	64.92	48.46	<0.01
执行能力	1 179	15	0.24(0.09~0.39)	<0.01	34.00	21.21	0.10
抑制控制	688	7	0.19(-0.04~0.42)	0.10	49.72	11.93	0.06
工作记忆	579	8	0.36(0.10~0.62)	0.01	56.79	16.20	0.02
认知灵活性	556	4	0.18(0.01~0.35)	0.04	4.79	3.15	0.37
计划能力	394	4	0.12(-0.08~0.32)	0.22	<0.01	0.78	0.86
学业表现	565	4	0.26(0.02~0.49)	0.03	38.84	4.91	0.18
数学能力	231	2	0.09(-0.17~0.35)	0.49	<0.01	<0.01	0.98
阅读能力	277	3	0.15(-0.15~0.46)	0.32	35.31	3.1	0.21
拼写能力	46	1	0.34(-0.23~0.92)	0.24	-	-	-
体力活动种类							
有氧运动	1 231	12	0.29(0.13~0.45)	<0.01	43.23	19.38	0.06
认知性参与	535	6	0.53(0.14~0.92)	0.01	78.87	23.67	<0.01

2.3.2 急性体力活动对学业成绩的亚组分析 纳入研究的文献发现,急性体力活动对学术成绩无明显提高,各研究之间的效应量差异无统计学意义( $I^2=26\%,Q=5.39,P=0.25$ )。在研究了学术成绩的每个子域后发现,急性体力活动对学龄期儿童的拼写能力的影响效果有统计学意义(Hedges' g=0.25,95%CI=0.03~0.48,P=0.03)。急性体力活动对数学能力和阅读能力( $s=3,k=4$ )均无影响。见表 2。

2.3.3 急性体力活动对有氧运动和认知性体力活动的亚组分析 在探究急性体力活动影响的研究中,有

15 项研究集中在有氧体力活动的影响上有统计学意义(Hedges' g=0.28,95%CI=0.09~0.46,P<0.01)。有 5 项研究专注于认知性参与体力活动的影响,但无改善效果。干预持续时间(以 min 为单位)对急性体力活动的影响无改善效果( $P=0.10$ )。见表 2。

2.4 纵向体力活动对认知功能的亚组分析 纳入研究的文献中有 14 项实施了纵向体力活动,并检验了对认知功能的影响( $I^2=65\%,Q=48.46,P<0.01$ )。其中有 9 项研究显示,纵向体力活动对认知功能有积极影响的作用,5 项研究显示,影响无统计学意义。纵向体

力活动在改善学龄期儿童的认知功能方面起到了至关重要的作用( $Hedges' g = 0.37, 95\% CI = 0.20 \sim 0.55, P < 0.01$ )。见表 2。

**2.4.1 纵向体力活动对执行功能的亚组分析** 结果表明,纵向体力活动对执行功能具有统计学意义( $Hedges' g = 0.24, 95\% CI = 0.09 \sim 0.39, P < 0.01$ )。在研究执行功能的子域,发现对工作记忆具有统计学意义( $Hedges' g = 0.36, 95\% CI = 0.10 \sim 0.62, P = 0.01$ ),对认知灵活性的积极作用很小( $Hedges' g = 0.18, 95\% CI = 0.01 \sim 0.35, P = 0.04$ )。纵向体力活动对抑制控制和计划能力影响无统计学意义。见表 2。

**2.4.2 纵向体力活动对学业成绩的亚组分析** 有 3 项研究专注于纵向体力活动对学术成绩的影响,发现各研究之间虽差异无统计学意义( $I^2 = 39\%, Q = 4.91, P = 0.18$ ),但是对学术成绩总体上差异有统计学意义( $Hedges' g = 0.26, 95\% CI = 0.02 \sim 0.49, P = 0.03$ )。研究发现,纵向体力活动并没有对学龄期儿童的数学、阅读和拼写能力产生的影响有统计学意义。见表 2。

**2.4.3 纵向体力活动对有氧运动和认知性体力活动的亚组分析** 在实施纵向体力活动的研究中,调查体力活动的类型后发现,有 11 项研究专注于有氧体育活动和 5 项研究专注于认知参与性体力活动活动研究发现,对有氧运动有积极影响( $Hedges' g = 0.29, 95\% CI = 0.13 \sim 0.45, P < 0.01$ )和对认知性体力活动有积极影响( $Hedges' g = 0.53, 95\% CI = 0.14 \sim 0.92, P = 0.01$ )。干预持续时间(以周为单位)对纵向体力活动影响无统计学意义( $P < 0.01, P = 0.95$ )。见表 2。

### 3 讨论

本研究结果表明,纵向体力活动对执行功能具有一定的积极影响,对学术成绩的提升也具有积极影响。

**3.1 急性体力活动对学龄期儿童执行功能学术成绩的影响** 本文研究发现,急性体力活动(一次性高强度体育活动)对执行功能未能产生明显的影响,但 Vander 等<sup>[45]</sup>发现了重度的积极影响。总体来看,急性体力活动对抑制控制有着积极的影响,而对执行功能的其他领域(如工作记忆、认知灵活性和计划能力)没有起到直接的影响作用。

**3.2 纵向体力活动对学龄期儿童执行功能和学术成绩的影响** 本研究结果发现,纵向体力活动(连续数周进行连续的定期体力活动)对执行功能具有积极的影响。在学业成绩研究方面,纵向体力活动的影响有统计学意义。当今学校为了将更多的时间赋予提高学生的学业成绩上,大量的体育课程被削减。因此,应该让更多的课程决策者和制定者意识到体力活动会对学生的学业成绩产生积极且深远的影响。

本研究结果还发现,以认知参与性为主的纵向体

力活动显示出积极影响,而有氧运动显示出积极影响。有研究认为,通过专门选择具有较高认知投入的体力活动,可以有效的提高认知功能表现。除此之外,目前有研究表明,与有氧运动相比,具有较高认知投入的体育活动对学龄期儿童执行功能的影响更大。有研究比较了不同类型的纵向体育活动对儿童和青少年认知功能的影响,结果发现,参与较高认知性的体力活动对儿童和青少年的执行功能益处更大。因此,认知参与性的体力活动也成为未来学校层面上干预项目的重要焦点。

本研究也存在一定的局限:(1)尽管分析了可能影响体力活动影响大小的不同类型的调节因素,但本文并未分析包括其他可能影响体力活动的生理反应的调节因素。建议在今后的研究测试不同的运动强度和初始健康水平。(2)纳入本研究 Meta 分析的文献是在 2000 年以后发表的,但许多研究是在没有或运动量较少的对照条件下进行的。虽然本文排除少量的不符合纳入标准的文献,但纳入的研究也可能会限制发现其中的普遍性。

### 4 参考文献

- [1] 童杏.拉丁舞训练对不同学年段的学龄期儿童注意力影响的研究[D].北京:首都体育学院,2019.
- [2] 李玉杰.父母教养方式与学龄期儿童注意缺陷多动冲动症状的关系[D].天津:天津师范大学,2019.
- [3] 解超.不同运动强度对儿童青少年工作记忆影响的 Meta 分析[J].中国学校卫生,2020,41(3):356-360,364.
- [4] 李超,李红娟,费夕,等.12~14 岁少年体力活动水平与动作能力发展的相关性[J].中国学校卫生,2020,41(2):169-172.
- [5] 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.
- [6] 张丹青,路瑛丽,刘阳.身体活动和静态生活方式的影响因素:基于我国儿童青少年的系统综述[J].体育科学,2019,39(12):62-75.
- [7] 闫金,梁超梅,金琼,等.自我决定理论对促进儿童青少年体力活动影响的 Meta 分析[J].中国学校卫生,2020,41(4):566-572.
- [8] 王积福,漆昌柱,韦晓娜.身体活动对执行功能影响的元分析[J].首都体育学院学报,2019,31(4):375-384.
- [9] 温煦,张莹,周鲁,等.体质健康对青少年学业成绩影响及其作用机制:来自纵向研究的证据[J].北京体育大学学报,2018,41(7):70-76.
- [10] 邓建伟,曹莉.高强度间歇训练与儿童青少年健康促进的研究进展[J].中国体育科技,2019,55(6):21-34.
- [11] ROMMEL A S, HALPERIN J M, MILL J, et al. Protection from genetic diathesis in attention-deficit/hyperactivity disorder: possible complementary roles of exercise[J]. J Am Acad Child Adolesc Psychiatry, 2013,52(9):900-910.
- [12] COOPER S B, BANDELOW S, NUTE M L, et al. Sprint-based exercise and cognitive function in adolescents[J]. Prev Med Rep, 2016, 4:155-161.doi.org/10.1016/j.pmedr.2016.06.004.
- [13] HIGGINS J P, THOMPSON S G, DEEK J J, et al. Measuring inconsistency in meta-analyses[J]. BMJ, 2003, 327(7414):557-560.
- [14] VERBURGH L, KONIGS M, SCHERDER EJ, et al. Physical exer-

- cise and executive functions in preadolescent children, adolescents and young adults: a meta-analysis [J]. Br Sports Med, 2014, 48(12):973-979.
- [15] ROIG M, NORDBRANTD S, GEERTSEN S S, et al. The effects of cardiovascular exercise on human memory: a review with meta-analysis[J]. Neurosci Biobehav Rev, 2013;37(8):1645-1666.
- [16] MOHER D, LIBERATI A, TETZLAFF J, et al. Preferred reporting items for systematic reviews and meta-analyses: the PRISMA statement [J]. Int J Surg, 2010, 8(5):336-341.
- [17] KVALØ S E, BRU E, BRØNNICK K, et al. Does increased physical activity in school affect children's executive function and aerobic fitness? [J]. Scand J Med Sci Sports, 2017, 27(12):1833-1841.
- [18] JANSEN M, TOUSSAINT H M, VAN MECHELEN W, et al. Effects of acute bouts of physical activity on children's attention: a systematic review of the literature [J]. Springerplus, 2014, 3(1):410.
- [19] MAHER C G, SHERRINGTON C, HERBERT R D, et al. Reliability of the PEDro scale for rating quality of randomized controlled trials [J]. Phys Ther, 2003, 83(8):713-721.
- [20] 曾宪涛,包翠萍,曹世义,刘菊英. Meta 分析系列之三:随机对照试验的质量评价工具[J].中国循证心血管医学杂志,2012,4(3):183-185.
- [21] 郑兰琴,崔盼盼,李欣.移动学习能促进学习绩效吗:基于 2011—2017 年国际英文期刊 92 项研究的元分析[J].现代远程教育研究,2018(6):45-54.DOI:10.3969/j.issn.1009-5195.2018.06.006.
- [22] 王积福,黄志剑,李焕玉.身体活动对儿童青少年学习表现影响的元分析[J].首都体育学院学报,2016,28(6):560-565,571.
- [23] AHAMED Y, MACDONALD H, REED K, et al. School-based physical activity does not compromise children's academic performance [J]. Med Sci Sports Exerc, 2007, 39(2):371-376.
- [24] CHADDOCK-HEYMAN L, ERICKSON K I, VOSS M W, et al. The effects of physical activity on functional MRI activation associated with cognitive control in children: a randomized controlled intervention [J]. Front Hum Neurosci, 2013, 7(72):1-13.
- [25] CHEN A, YAN J, YIN H, et al. Effects of acute aerobic exercise on multiple aspects of executive function in preadolescent children [J]. Psychol Sport Exerc, 2014, 15(6):627-636.
- [26] CROVA C, STRUZZOLINO I, MARCHETTI R, et al. Cognitively challenging physical activity benefits executive function in overweight children[J]. Sports Sci, 2014, 32(3):201-211.
- [27] DALZIEL A, BOYLE J, MUTRIE N. Better movers and thinkers (BMT): an exploratory study of an innovative approach to physical education[J]. Eur Psychol, 2015, 11(4):722-741.
- [28] DAVIS C L, TOMPOROWSKI P D, McDOWELL J E, et al. Exercise improves executive function and achievement and alters brain activation in overweight children: a randomized, controlled trial [J]. Health Psychol, 2011, 30(1):91-98.
- [29] DROLLETTE E S, SCUDDER M R, RAINES L B, et al. Acute exercise facilitates brain function and cognition in children who need it most: an ERP study of individual differences in inhibitory control capacity[J]. Devel Cogn Neurosci, 2014, 7:53-64.doi.org/10.1016/j.dcn.2013.11.001.
- [30] DUNCAN M, JOHNSON A. The effect of differing intensities of acute cycling on preadolescent academic achievement [J]. Eur Sport Sci, 2014, 14(3):279-286.
- [31] FISHER A, BOYLE J M E, PATON J Y, et al. Effects of a physical education intervention on cognitive function in young children: randomized controlled pilot study[J]. BMC Pediatr, 2011, 11(1):97.
- [32] HILL L, WILLIAMS J H, AUCOTT L, et al. Exercising attention within the classroom[J]. Dev Med Child Neurol, 2010, 52(10):929-934.
- [33] HILLMAN C H, PONTIFEX M B, RAINES L B, et al. The effect of acute treadmill walking on cognitive control and academic achievement in preadolescent children [J]. Neuroscience, 2009, 159(3):1044-1054.
- [34] HILLMAN C H, BUCK S M, THEMANSO J R, et al. Aerobic fitness and cognitive development: event-related brain potential and task performance indices of executive control in preadolescent children[J]. Dev Psychol, 2009, 45(1):114-129.
- [35] HOWIE E K, SCHATZ J, PATE R R. Acute effects of classroom exercise breaks on executive function and math performance: a dose-response study[J]. Res Q Exerc Sport, 2015, 86(3):217-224.
- [36] JÄGER K, SCHMIDT M, CONZELMANN A, et al. Cognitive and physiological effects of an acute physical activity intervention in elementary school children [J]. Front Psychol, 2014, 5:1473.doi:10.3389/fpsyg.2014.01473.
- [37] KAMIJO K, PONTIFEX MB, O'LEARY K C, et al. The effects of an afterschool physical activity program on working memory in preadolescent children[J]. Dev Sci, 2011, 14(5):1046-1058.
- [38] KOUTSANDREOU F, WEGNER M, NIEMANN C, et al. Effects of motor versus cardiovascular exercise training on children's working memory[J]. Med Sci Sports Exerc, 2016, 48(6):1144-1152.
- [39] KRAFFT C E, PIERCE J E, SCHWARZ N F, et al. An eight month randomized controlled exercise intervention alters resting state synchrony in overweight children [J]. Neuroscience, 2014, 256:445-455.doi.org/10.1016/j.neuroscience.2013.09.052.
- [40] KRAFFT C E, SCHWARZ NF, CHI L, et al. An 8-month randomized controlled exercise trial alters brain activation during cognitive tasks in overweight children[J]. Obesity, 2014, 22(1):232-242.
- [41] PIRRIE A M, LODEWYK K R. Investigating links between moderate-to-vigorous physical activity and cognitive performance in elementary school students[J]. Ment Health Phys Act, 2012, 5(1):93-98.
- [42] SCHMIDT M, JÄGER K, EGGER F, et al. Cognitively engaging chronic physical activity, but not aerobic exercise, affects executive functions in primary school children: a group-randomized controlled trial[J]. Sport Exerc Psychol, 2015, 37(6):575-591.
- [43] THOMPSON H R, DUVALL J, PADREZ R, et al. The impact of moderate-vigorous intensity physical education class immediately prior to standardized testing on student test-taking behaviors [J]. Mental Health Phys Activity, 2016, 11:7-12.doi.org/10.1016/j.mhp.2016.06.002.
- [44] TOMPOROWSKI P D, DAVIS C L, LAMBOURTNE K, et al. Task switching in over-weight children: effects of acute exercise and age [J]. Sport Exerc Psychol, 2008, 30(5):497-511.
- [45] VAN DER NIET A G, SMITH J, OOSTERLAAN J, et al. Effects of a cognitively demanding aerobic intervention during recess on children's physical fitness and executive functioning[J]. Pediatr Exerc Sci, 2016, 28(1):64-70.

收稿日期:2020-04-15;修回日期:2020-05-20