

体力活动对儿童青少年学业能力影响的系统评价

张柳, 李红娟, 王政淞

北京体育大学运动人体科学学院, 北京 100084

【摘要】 目的 探究体力活动对儿童青少年群体学业能力的影响, 为促进儿童青少年体力活动提供新的视角。**方法** 采用系统评价的方法, 在中国知网(CNKI), EBSCO, Web of Science, Cochrane Library, PubMed 等 5 个数据库中检索国内外从 2007 年 1 月 31 日到 2017 年 12 月 31 日期间发表的有关体力活动对儿童青少年学业能力影响的相关研究, 中文检索词中的体力活动检索词包括“体力活动”“运动”“锻炼”; 学业能力检索词包括“学业能力”“学业成就”“学习成绩”“学习表现”“学术成就”“认知功能”。英文检索词中的体力活动检索词包括“physical activity”“physical activities”“exercise”“fitness”; 学业能力检索词包括“academic achievement”“academic performance”“academic success”“grades”“cognitive function”。体力活动、学业能力的检索词之间用“or”连接, 体力活动与学业能力之间的检索词用“and”连接。提取关键资料, 进行质量评价, 报告研究方法、结果及结论。**结果** 共纳入文献 24 篇, 文献类型包括系统综述(系统评价、Meta 分析)、纵向研究、随机对照实验和相关性研究, 证据水平在 1a~2c 之间。从纵向研究以及相关实验的研究结论可以看出, 体力活动在一定程度上可以提高儿童青少年的学业能力。**结论** 儿童青少年个体当前的体力活动水平可以促进学业能力的提高, 体力活动可作为一个有效的战略目标, 从而提高学业能力。尽管现阶段体力活动对学业能力影响的证据不够强, 但积极开展更多的高质量研究对探究其关系尤为重要。

【关键词】 运动活动; 学习; 评价研究; 儿童; 青少年

【中图分类号】 R 179 **【文献标识码】** A **【文章编号】** 1000-9817(2018)12-1808-06

Effects of physical activity on children and adolescents' academic achievement: a systematic review/ZHANG Liu, LI Hongjuan, WANG Zhengsong. School of Sport Science, Beijing Sport University, Beijing(100084), China

【Abstract】 Objective The purpose of this study is to evaluate the effect of physical activity(PA) on academic achievement in children and adolescents, in order to provide a new perspective for the promotion of physical activity of children and adolescents. **Methods** A systematic search of electronic databases (CNKI, EBSCO, Web of Science, Cochrane Library, PubMed) was performed in January and updated in December 2017 to investigate the association between physical activity and academic achievement. Also, the foremost data was collected to assess quality, report study methods, results and conclusions. **Results** Twenty four studies were included, the studies could be classified into longitudinal (cohort) studies, randomized controlled trials (RCT) and ecological studies, the evidence level of all studies was between 1a and 2c. From this systematic review, it pointed out that PA could improve children and adolescents' academic achievement to some extent. **Conclusion** The current level of PA of children and adolescents can improve academic achievement, and physical activity can be used as an effective strategic goal to improve academic performance, researchers should launch more high quality RCTs to verify the specific impacts of developing PA on academic achievement.

【Key words】 Motor activity; Evaluation studies; Child; Adolescent

1990 年在联合国开发署提出的“人类发展指数(human development index, HDI)”中, 就将健康和教育作为了重要组成部分^[1]。1997 年, 我国国务院颁布了《全民健身计划纲要》, 强调加强全民体力活动, 但如

今儿童青少年群体缺乏体育锻炼仍然是一个严峻的问题, 家长和学校过度重视学生学习情况而忽略了体力活动状况^[2]。近年来有证据表明, 体力活动与学业能力之间并不矛盾, 甚至还有促进作用。2016 年, 第 63 届美国运动医学学会(ACSM)中的一篇报道明确提出, 体力活动对于提高认知功能及学业能力的研究是有前途性、可发展的, 即体力活动与学业能力之间存在积极的相关关系^[3]。

学业能力是在学习活动中形成和发展起来的, 是学生独立获取信息、加工和利用信息、分析和解决实

【基金项目】 中央高校基本科研业务费专项资金项目(2018PT008)。

【作者简介】 张柳(1995-), 女, 贵州安顺人, 在读硕士, 主要研究方向为儿童青少年体力活动。

【通讯作者】 李红娟, E-mail: janerobin@126.com。

DOI: 10.16835/j.cnki.1000-9817.2018.12.013

际问题的一种个性特征。ACSM 指出,学业能力是指学生、教师或教育机构所达到教育目标的程度,一般通过考试或连续性的评价评估学业能力^[3]。张旭东等^[4]在全国 10 个省市进行“中国少年儿童发展状况”的调查指出,为提高学业能力,“00 后”的学业负担加重,在校时间延长,同时家庭作业时间严重超标,上课外班时间显著增加,睡眠时间愈加不足。长此以往,会对儿童青少年身心健康造成不良影响,因此寻找促进儿童青少年学业能力提高更有效的途径是不容忽视的。

西方发达国家自 20 世纪 50 年代起就开始了通过体力活动干预促进学业能力的研究,直至 2000 年前后初步论证了体力活动对儿童青少年学业能力有积极的作用;21 世纪之后,在认知神经科学相关理论和研究方法的影响下,体力活动对儿童青少年学业能力影响的研究成果也愈加丰硕^[2]。但就我国而言,体力活动促进学业能力的研究仍处于初级阶段。本研究检索国内外自 2007 年 1 月起至 2017 年 12 月发表的有关体力活动对儿童青少年学业能力影响的相关文献,通过系统评价的方式,对现有的证据进行总结评价,从循证医学的角度探究体力活动对儿童青少年学业能力的影响,为儿童青少年健康成长以及学校教育提供有益的借鉴与启示。

1 资料来源与方法

1.1 资料来源 所有文献均在中国知网(CNKI)、EBSCO、Web of Science、Cochrane Library、PubMed(作为补充文献库)上进行检索。中文检索词中的体力活动检索词包括“体力活动”“运动”“锻炼”;学业能力检索词包括“学业能力”“学业成就”“学习成绩”“学习表现”“学术成就”“认知功能”。英文检索词中的体力活动检索词包括“physical activity”“physical activities”“exercise”“fitness”;学业能力检索词包括“academic achievement”“academic performance”“academic success”“grades”“cognitive function”。体力活动、学业能力的检索词之间用“or”连接,体力活动与学业能力之间的检索词用“and”连接。在数据库中初步检索出 973 篇文献。通过 NoteExpress 进行重复文献筛查以及排除不相关文献,剩余 125 篇,同时补充 PubMed 中的 32 篇文献。对无法获取全文以及非中英文文献进行筛查后阅读剩余文献摘要,剩余 83 篇。对剩余逐篇阅读原文,按照纳入、排除标准一一核对,最终有 24 文献被纳入进行系统评价。

纳入的 24 篇文献发表日期为 2007 年 1 月 31 日到 2017 年 12 月 31 日。其中 5 篇系统综述和 Meta 分

析,5 篇 RCT 实验,3 篇纵向追踪,其余为相关性研究。

1.2 方法 文献纳入标准:(1)文献研究类型包括系统综述(系统评价、Meta 分析)、纵向研究、随机对照实验和相关性研究;(2)文献为体力活动和至少 1 项与学业能力相关结果的关系的研究,自变量“体力活动”,因变量“儿童青少年学业能力”;(3)研究对象为儿童青少年(5~18 岁);(4)不需要关注特殊人群(如超重儿童、注意力缺陷儿童等)。

文献排除标准:(1)会议论文与期刊论文重复的,或中、英文内容重复的文献,选择质量较高者;(2)发表的文献仅有摘要,与作者联系后仍无法获取全文的文献。由 2 位研究人员对所纳入的文献进行数据资料的提取,提取的主要内容包括文献第一作者及实验所在国家、发表年份、研究设计类型、受试人群年龄段、干预类型、体力活动测量方式、学业能力相关测量方法、文献数理统计结果。采用牛津循证医学中心(Oxford Center for Evidence-Based Medicine)制定的证据水平标准对本文纳入的系统综述、纵向(队列)研究以及相关性研究进行证据水平判定,推荐等级越高(A 为最高)、证据水平越低(1 为最低),证明该研究的设计方案质量越高、偏倚程度越低^[5]。

2 结果

2.1 文献方法学质量评价结果 依据牛津中心的循证医学证据水平指南^[5]对纳入本研究的所有文献进行证据水平的判定(共有 A、B、C、D 4 个推荐级别,每个级别下不同的证据水平用数字 1、2、3 和小写字母 a、b、c 相结合表示),其中 1a 的有 4 篇,1b 的有 5 篇,2a 的有 1 篇,2b 的有 3 篇,2c 的有 11 篇,无 C 和 D 等级的研究。

2.2 体力活动对学业能力的影响 在本次研究所纳入的 5 篇系统评价中,共纳入了 201 篇文献(包含重复文献),4 篇系统综述明确提出体力活动对于提高儿童青少年学业能力有着积极的影响,同时也提出体力活动可促进认知功能的发展进而提高儿童青少年学业能力;1 篇系统综述未给出明确结论。见表 1。

在 5 篇 RCT 研究中,Jakob 等^[13]提出体力活动对于学业能力无影响,其余 4 篇均认为有一定积极的影响。5 篇随机对照实验的干预时间为 5 周~7 个月,研究对象年龄为 7~14 岁,干预方式主要采取以课堂为基础的体力活动干预以及增加课后体力活动时间。对于学业能力的评价,各国教育体制不同,Geir, Mikkel, Jakob 等^[11-13]采取的其所在国家的标准化测试,Marijke 等^[14]采取的则为任务专注度,Arday 等^[15]采取的为研究对象所在学校的数学和语言成绩。见

表 2。

表 1 儿童青少年体力活动对学业能力的系统评价分析

第一作者	年份	数据来源及结果	主要结果或结论
Amanda ^[6]	2017	PubMed、ERIC、SPORTDiscus、PsycINFO, 2016 年 1 月到 2017 年 1 月, 有 29 篇文献符合标准纳入系统综述, 其中 16 篇同时被用来做 Meta 分析	以课堂为基础的体力活动对学业能力的提高有积极的影响
王积福 ^[7]	2016	中国期刊全文数据库、中国博士学位论文数据库、中国重要会议论文数据库、Google Scholar、PsycINFO、PsycNET、PubMed、ScienceDirect、SPORTDiscus、EBSCO 等, 1986 年 1 月到 2015 年 9 月, 共采用 24 篇文献纳入元分析	身体活动对儿童青少年学业能力有中等程度的促进作用, 平均效果量为 0.44, 置信区间(0.31, 0.57); 不同身体活动类型与不同年龄群体在身体活动和儿童青少年学业能力二者之间具有调节作用; 高低效果量研究之间比较表明, 儿童青少年每次参加体力活动的时间为 60 min 时, 有利于提高学生的学业能力
Celia ^[8]	2016	MEDLINE、EMBASE、Cochrane Register of Controlled Trail、Web of Science、Eric、PsychINFO, 共采用 29 篇文献	未给出明确结论
李凌姝 ^[9]	2016	中国知网、中国博硕论文数据库、Web of Science、Science Direct、EBSCO SOORT Discus 等检索获取文献 110 篇	国外相关调查及实验研究较为丰富, 但大部分研究多为单对单的直线研究, 忽视了更为广阔的研究空间, 并且研究的科学性
Eero ^[10]	2012	Cochrane Register of Controlled Trail、Medline、Eric、CINAHL、PsycINFO 和 ISI Web of Knowledge, 1966 年到 2011 年, 共有 9 篇文献纳入分析	及理论研究方面有待进一步提高 体力活动可能有利于认知功能的发展从而与学习相关进而提高学业能力

表 2 儿童青少年体力活动对学业能力的 RCTs 分析

第一作者	年份	研究对象	对照组	干预组	干预时间	学业成就 测量方法	研究结果或结论
Geir ^[11]	2016	五年级学生 1 129 名	未施加任 何干预	每周 90 min 的体力活动课程(主要在学校操场进行), 在课间每天进行 5 min 的体力活动, 每天 10 min 的体力活动家庭作业	7 个月	标准化测试	与对照组学生相比, 干预组对数学成绩较差的孩子显示出了良好的干预效果。实验并不能支持所有的儿童增加体力活动可以提高学业能力, 然而, 将体力活动与课程相结合, 是一个很好的模式去促进学习较差学生的学业能力提高
Mikkel ^[12]	2016	(7.50±0.02) 岁人群 165 名	不施加任 何干预	干预组分为小肌肉运动数学组(FMM)和大肌肉运动数学组(GMM), 所有肌肉运动均与数学课程相结合	6 周	标准化数学测试	动作丰富的学习活动可以提高数学成绩
Jakob ^[13]	2016	12.9 岁人群 632 名	不施加任 何干预	以课堂为基础的干预, 课后作业方式干预, 上下学交通方式干预, 周末参加体力活动课程干预	20 周	标准化数学测试	干预组和对照组之间的数学成绩差异无统计学意义, 没有足够的证据显示出为期 20 周的以学校为基础的全方位的体力活动干预可以提高学生的数学成绩
Marijke ^[14]	2015	8.2 岁人群 81 名	不施加任 何干预	课堂内体力活动干预	22 周	任务专注度	体力活动活跃的课程可能会对儿童的任务专注度有一定的提高, 从而提高学业能力
Ardoy ^[15]	2014	12~14 岁人群 67 名	不施加任 何干预	实验组 1 每周 4 节体育课, 实验组 2 每周 4 节高强度的体育课	5 个月	数学和语言成绩	体育课时数的增加可以对认知功能以及学业能力带来益处, 同时体育课的强度可能会对学生的学业能力带来积极的影响

在 3 篇纵向追踪实验中, 作者同样支持了体力活动可以提高学生学业能力的观点, 同时 Booth 等^[17]指出, 儿童青少年当前的体力活动水平会预测其之后的学业能力水平。在纵向追踪实验中, 研究对象年龄为 6~16 岁, 研究对象数量为 72~4 755 名。见表 3。

在 11 篇相关性研究中, 8 篇研究表明体力活动对儿童青少年学业能力有积极的影响, 同时, Danilo

等^[24]指出体力活动的强度、频率对学业能力会造成不同的影响; 有研究也提出性别会对学业能力造成不同的影响^[29]。在纳入的相关性研究中, 体力活动的测量方法包括心率表、加速度计、问卷、单项运动测试成绩等; 学业能力的评价方法包括标准化测试成绩, 所在学校单科测试成绩, 问卷、教师汇报的学业能力表现等。见表 4。

表 3 儿童青少年体力活动对学业能力的纵向研究分析

作者	年份	研究对象	体力活动测量方法	学业成就测量方法	研究结果或结论
Eero ^[16]	2014	6~8 岁人群 186 名	问卷调查	标准化测试	总体力活动、较为活跃的通勤方式以及静坐时间与学业能力相关,对男生的阅读技能有好处;然而对于女生来说,高体力活动可能会导致较差的数学成绩
Booth ^[17]	2013	11~16 岁人群 4 755 名	加速度计	数学英语和科学成绩	在控制了总体力活动量,中高强度体力活动(MVPA)可以预测英语表现的提高。在 16 岁儿童的数学成绩中,MVPA 所占时间的百分比可以预测男生和女生成绩增加;对于女生,11 岁时测得的体力活动的百分比可以预测 11 和 16 岁时科学成绩的增加
David ^[18]	2015	14~15 岁人群 72 名	干预组在体育课上进行高强度的体力活动,对照组观看与体力活动的相关视频	数学测试	体力活动可能会影响数学成绩的表现

表 4 儿童青少年体力活动对学业能力影响的相关性研究分析

作者	年份	研究对象	体力活动测量方法	学业成就测量方法	研究结果或结论
Eero ^[19]	2017	6~8 岁人群 158 名	心率表和运动传感器	标准化测试	较低强度的体力活动、高静坐时间的男生与其他男生相比阅读能力较差;女生静坐时间与较好的数学成绩相关
Irene-Esteban-Cornejo ^[20]	2017	6~18 岁人群 1 780 名	加速度计	学校成绩测试	无论体育课还是课间体力活动都对学业能力没有影响
Ram ^[21]	2017	12~16 岁人群 406 名	问卷调查	问卷调查	体力活动较活跃的男生活动水平与学业能力显著相关
Jessie-Lee ^[22]	2015	9~12 岁人群 670 名	体力活动调查问卷(PAQ-C)	数学和英语语言艺术成绩(ELA)	健康的生活模式对于提高学生的学业能力可能会有一定的帮助
Kirsten-Corder ^[23]	2015	14.5 岁人群 845 名	问卷调查	GCSE	体力活动和学业能力之间没有关系
Danilo ^[24]	2015	17.74 岁人群 160 名	自我评价问卷	学期末的平均成绩(数学、英语、体育课)	学业能力与锻炼的强度和频率积极相关
Yunting ^[25]	2015	五年级人群 1 470 名	体力活动国际问卷	教师汇报的学业表现	学习成绩不好的学生体力活动可能与学业能力有较强的关系
Ishaan ^[26]	2015	7~10.5 岁人群 273 名	20 m 折返跑	学校标准化数学成绩以及坎纳达语成绩	在有氧能力与数学以及语言成绩上呈现显著的积极的相关。在标准化成绩之后以及调整学校、性别、社会经济地位以及体重,发现有氧能力好的儿童在数学考试和语言考试中可获得较好的成绩
Martin ^[27]	2014	13.4 岁人群 270 名	加速度计	荷兰语、英语和数学成绩的平均分	活跃的交通方式与认知以及学业能力之间的关系并不显著
Tonje ^[28]	2014	15~17 岁人群 2 432 名	自我报告问卷	自我报告问卷	无论男生还是女生,较高的学业能力与较长休闲时间的体力活动水平以及活跃的通勤方式相关,活跃的体力活动可以提高学业能力
Wi-Young ^[29]	2012	七~十二年级人群 75 066 名	问卷调查	问卷调查	在男生中,高强度的体力活动与学业能力呈现出积极的相关;中等强度的体力活动在男女生中均呈现出了积极的相关。但力量训练在男女生中与学业的相关并不显著。并且,在女生中每周进行≥5 次的高强度体力活动以及力量训练与学业能力呈现负相关

3 讨论

儿童青少年作为国家民族的希望,无论是政府还是学校、家庭都对他们的健康和学业能力给予了很多的关注。随着体力活动有益于身体健康理念的广泛传播,促进体力活动对于提高儿童青少年学业能力的观点得到了越来越多的认可与支持。

就目前已发表的系统综述而言,所纳入的文献多为横断面研究,缺乏相应的实证研究,尤其是长期的

干预性追踪研究证据。从理论上来说,体力活动对于认知学习和记忆的影响多与突触可塑性有关,但短期锻炼对大脑内部结构及其功能改变的影响并不大。有研究表明,只有儿童期进行有规律的体力活动才可影响大脑灰质和白质发育的完整性^[30],从而有利于早期认知发展,进一步提高学业能力。同时,体力活动可促使大脑释放各种神经递质,在神经递质的作用下使人产生快乐感,提高认知的唤醒程度,从而提高身

体素质和学业能力^[31]。因此,应开展更多设计严谨、追踪时间更长的实证研究,针对不同类型的儿童青少年,施加有关体力活动促进的可行性干预手段,进一步深入探究体育锻炼对身体和心理发展产生的具体作用。

在本文纳入的随机对照实验研究中,研究对象的筛选标准不严,且研究设计更是存在较大的异质性。首先,儿童青少年的学业能力实际上受到很多因素的影响,如家庭出身、受教育经历、当前是否参加课外补习等研究对象主观因素^[32],学校的运动设施是否完善、当地政府对学校体育开展的政策指导等客观因素,而上述因素大都未在现有已发表的研究中得到重视。其次,现有研究大都采取其所在国家的标准化学校考试综合成绩或是单科成绩评价个体的学业能力,也有学者采取问卷调查或是认知相关测试作为测评手段,但由于不同国家和地区教育体制不同,因此测试的内容、难度均存在较大的异质性,如欧美等发达地区的中小学考试难度普遍低于东亚地区,考试内容偏向开放性问题的,通过一定时期体力活动促进干预给其带来的学业能力影响相较于东亚地区更加明显。另外,多数干预研究的持续时间较短,基本都在 1 个学期左右,且研究对象年龄跨度较大,使得科研人员对整个研究的控制力相对下降,研究对象依从性也不能得到相应的保证。因此,在未来的研究过程中,应建立完善的研究对象筛选指标体系,制订科学、客观、全面的干预和测评方案,进一步明确体力活动促进与学业能力提高之间的剂量-效应关系。

在纳入的 3 篇纵向追踪性研究以及 11 篇相关性研究中,对于儿童青少年体力活动和学业能力之间的研究角度较为单一,多数研究只能对两者之间的关系做出初步解释。但儿童青少年的体力活动水平与心肺功能、代谢功能、肌肉力量、骨骼以及心理、性别等方面有着密切的相关,不同的体力活动类型、体力活动强度以及持续的时间会带来不同的结果^[33]。如躯干和四肢大肌群的肌肉力量可通过抗阻训练以增强,心肺健康则可通过高强度的有氧运动得以改善,同时负重活动还可以提高骨骼健康。Ishaan 等^[26]曾提出,有氧能力好的儿童在数学考试和语言考试中可获得较好的成绩。对于运动强度,Wi-Young^[29]则对韩国 75 066 名青少年进行问卷调查发现,男女生中等强度体力活动与学业能力均呈现出了积极的相关,然而男女生每周进行 ≥ 5 次的高强度体力活动以及力量训练与学业能力呈现负相关。因此,在今后的研究中,对于采用何种类型、何种强度的体力活动干预方式,仍值得探讨。同时,应拓宽理论基础,建立跨学科、系统

研究的思想,以体力活动作为切入点,将学业能力与教育学、心理学等相关学科进行联系,来提高研究成果的应用价值。

综上所述,目前我国关于儿童青少年体力活动与学业成绩的研究仍处于初级阶段,未来应结合我国的教育体制编制符合我国儿童青少年学业能力的评价标准。就目前而言,西方发达国家对体力活动与学业成绩的研究已逐步从脑神经科学的基础研究领域向体力活动行为的促进、干预和指导等实践工作发展。我国学者也应加快步伐,结合我国中小学教育实际情况,开展更多高质量的长期追踪性实证研究,为我国中小学学校教育及体育教学的改革与发展提供有益的借鉴与参考。而各级各类中小学校应加强教师关于体力活动促进学生健康以及学业能力发展的重要认识,充分利用课间、课后时间,组织一些活动引导学生参与体育锻炼,提高主动参与体力活动的积极性,促进身心健康全面发展。

4 参考文献

- [1] 仇元营,余小鸣.学生健康与学业成就关系研究[J].中国学校卫生,2015,36(7):1117-1120.
- [2] 温煦.体育锻炼对青少年认知能力和学业表现的影响:研究的历史、现状与未来[J].体育科学,2015,35(3):73-82.
- [3] DONNELLY J E, HILLMAN C H, CASTELLI D, et al. Physical activity, fitness, cognitive function, and academic achievement in children: a systematic review[J]. Med Sci Sports Exerc, 2016, 48(6):1197.
- [4] “当代中国少年儿童发展状况”课题组.中国少年儿童发展状况调查报告[J].中国青年研究,2006(2):61-68.
- [5] 杨学宁,吴一龙.临床证据水平分级和推荐级别[J].循证医学,2003,3(2):111-113.
- [6] WATSON A, TIMPERIO A, BROWN H, et al. Effect of classroom-based physical activity interventions on academic and physical activity outcomes: a systematic review and meta-analysis[J]. Inter J Behav Nutr Phys Act, 2017, 14(1):114.
- [7] 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.
- [8] ÁLVAREZBUENO C, PESCE C, CAVEROREDONDO I, et al. Association of physical activity with cognition, metacognition and academic performance in children and adolescents: a protocol for systematic review and meta-analysis[J]. BMJ Open, 2016, 6(6):e011065.
- [9] 李凌姝,季浏.体育锻炼对于学生学业成绩影响的研究进展[J].北京体育大学学报,2016,39(9):82-90.
- [10] HAAPALA E. Physical activity, academic performance and cognition in children and adolescents: a systematic review[J]. Baltic J Health Phys Act, 2012, 4(1):53-61.
- [11] RESALAND G K, AADLAND E, MOE V F, et al. Effects of physical activity on schoolchildren's academic performance: the Active Smarter Kids (ASK) cluster-randomized controlled trial[J]. Prev Med, 2016, 91:322-328.
- [12] BECK M M, LIND R R, GEERTSEN S S, et al. Motor-enriched learn-

- ing activities can improve mathematical performance in preadolescent children[J]. *Front Human Neurosci*, 2016, doi: 10.3389/fnhum.2016.00645.
- [13] JAKOB T, LOUISE D S, KARSTEN F, et al. Effectiveness of a school-based physical activity intervention on cognitive performance in Danish adolescents: LCo motion-learning, cognition and motion-a cluster randomized controlled Trial[J]. *PLoS One*, 2016, 11(6): e0158087.
- [14] MULLENDERWIJNSMA M J, HARTMAN E, De GREEFF J W, et al. Moderate-to-vigorous physically active academic lessons and academic engagement in children with and without a social disadvantage: a within subject experimental design[J]. *BMC Public Health*, 2015, 15(1): 404.
- [15] ARDOY D N, FERNÁNDEZ-RODRÍGUEZ J M, JIMÉNEZ-PAVÓN D, et al. A Physical Education trial improves adolescents' cognitive performance and academic achievement: the EDUFIT study[J]. *Scand J Med Sci Sports*, 2014, 24(1): 52-61.
- [16] HAAPALA E A, POILLEUS A M, KUKKONENHARJULA K, et al. Associations of physical activity and sedentary behavior with academic skills-a follow-up study among primary school children[J]. *PLoS One*, 2014, 9(9): e107031-e107031.
- [17] BOOTH J N, LEARY S D, JOINSON C, et al. Associations between objectively measured physical activity and academic attainment in adolescents from a UK cohort[J]. *Br J Sports Med*, 2014, 48(3): 265-270.
- [18] PHILLIPS, DAVID S H, JAMES C C, et al. Effects of vigorous intensity physical activity on mathematics test performance[J]. *J Teach Phys Educ*, 2016, 34(3): 346-362.
- [19] HAAPALA E A, Väistö J, LINTU N, et al. Physical activity and sedentary time in relation to academic achievement in children[J]. *J Sci Med Sport*, 2017, 20(6): 583-589.
- [20] ESTEBAN-CORNEJO I, MARTINEZ-GOMEZ D, GARCIA-CERVANTES L, et al. Objectively measured physical activity during physical education and school recess and their associations with academic performance in youth: the UP&DOWN study[J]. *J Phys Act Health*, 2017, 14(4): 275-282.
- [21] MANOHAR B R, MANOHAR B L. Association of physical activity and academic performance in school children of nepal[J]. *Baltic J Sport Health Sci*, 2017, 3(106): 11-18.
- [22] MCISAAC J D, KIRK S F L, STEFAN K. The association between health behaviours and academic performance in Canadian elementary school students: a cross-sectional study[J]. *Inter J Environ Res Public Health*, 2015, 12(11): 14857-14871.
- [23] CORDER K, ATKIN A J, BAMBER D J, et al. Revising on the run or studying on the sofa: prospective associations between physical activity, sedentary behaviour, and exam results in British adolescents[J]. *Inter J Behav Nutr Phys Act*, 2015, 12(1): 106.
- [24] GARCIA D, JIMMEFORS A, MOUSAVI F, et al. Self-regulatory mode (locomotion and assessment), well-being (subjective and psychological), and exercise behavior (frequency and intensity) in relation to high school pupils' academic achievement[J]. *Peerj*, 2015, 3(847): e847.
- [25] ZHANG Y, ZHANG D, JIANG Y, et al. Association between physical activity and teacher-reported academic performance among fifth-graders in Shanghai: a quantile regression[J]. *PLoS One*, 2015, 10(3): e0115483.
- [26] DESAI I K, KURPAD A V, CHOMITZ V R, et al. Aerobic fitness, micronutrient status, and academic achievement in Indian school-aged children[J]. *PLoS One*, 2014, 9(3): e0122487.
- [27] DIJK M L V, GROOT R H D, ACKER F V, et al. Active commuting to school, cognitive performance, and academic achievement: an observational study in Dutch adolescents using accelerometers[J]. *BMC Public Health*, 2014, 14(1): 1-11.
- [28] STEA T H, TORSTVEIT M K. Association of lifestyle habits and academic achievement in Norwegian adolescents: a cross-sectional study[J]. *BMC Public Health*, 2014, 14(1): 829.
- [29] SO W Y. Association between physical activity and academic performance in Korean adolescent students[J]. *BMC Public Health*, 2012, 12(1): 258.
- [30] CARSON V, HUNTER S, KUZIK N, et al. Systematic review of physical activity and cognitive development in early childhood[J]. *J Sci Med Sport*, 2016, 19(7): 573-578.
- [31] 蒋莹, 杨玉冰, 邢淑芬. 体育运动促进儿童学业成就及其作用机制研究进展述评[J]. *体育学刊*, 2016, 23(5): 86-92.
- [32] 李红娟. 重视儿童青少年体力活动促进[J]. *中国学校卫生*, 2017, 38(7): 961-963.
- [33] 许汪宇. 体力活动与青少年健康[J]. *体育科研*, 2011, 32(1): 66-71.

收稿日期: 2018-07-19; 修回日期: 2018-10-10

(上接第 1807 页)

- [8] 马孝志. 长期太极拳锻炼对老年人本体感觉及身体稳定性的影响[J]. *中国老年学杂志*, 2017, 37(1): 158-159.
- [9] 曲冰. 太极拳对老年人下肢肌肉力量及本体感觉运动觉的影响[D]. 上海: 上海体育学院, 2016.
- [10] 王蕊, 李玉周. 16 周规律太极拳练习对中老年人体感和本体感觉及肌力的影响[J]. *河南师范大学学报(自然科学版)*, 2016, 44(3): 172-177.
- [11] 翁优. 渐进式非稳训练对羽毛球专项学生膝关节本体感觉和动态平衡的影响[D]. 北京: 北京体育大学, 2016.
- [12] 曹青青, 徐懿, 艾冬梅, 等. 太极步对大学生动静态平衡能力的影响[J]. *中国学校卫生*, 2018, 39(5): 755-758.
- [13] 徐楠楠. 太极拳、易筋经和五禽戏锻炼对高校女大学生平衡能力的影响及差异性研究[D]. 厦门: 福建师范大学, 2016.
- [14] 韩来国, 钟全宏, 春潮. 非稳性训练对老年人下肢平衡能力的影响[J]. *中国老年学杂志*, 2014, 34(18): 5207-5208.
- [15] 华冰. 加滑扰动训练对大学男生平衡能力影响效果评价[J]. *中国学校卫生*, 2016, 37(5): 776-780.
- [16] 渡部和彦, 王芸. 老年人的身体平衡能力与“外部干扰适应理论”[J]. *体育科学*, 2014, 34(2): 54-59.
- [17] WILLARDSON J M. Core stability training: applications to sports conditioning programs[J]. *J Str Cond Res*, 2007, 21(3): 979-985.
- [18] 李世明, YI C P, FENG Y, 等. 人体动态稳定性理论及防跌倒扰动性训练进展[J]. *体育科学*, 2011, 31(4): 67-74.

收稿日期: 2018-08-28; 修回日期: 2018-09-20