

·竞赛与训练·

核心力量训练对运动表现量效关系影响的 Meta 分析

付皆^{1,2}, 苗向军¹, 刘排³

(1.北京体育大学 教育学院, 北京 100084; 2.郑州商学院 体育部, 河南 郑州 451200;
3.沈阳体育学院 运动训练学院, 辽宁 沈阳 110102)

摘 要: 探讨核心力量训练与运动表现之间的量效关系, 为提高运动表现的核心力量训练提供参考。检索 EBSCO、PubMed、Web of Science、中国知网数据库, 搜集核心力量训练对运动表现影响的实验研究文献, 通过 PEDro 量表对文献质量进行评估, 运用 Review Manager5.3 软件进行合并效应量分析和亚组分析。结果发现: 核心力量训练能够提高运动表现, 达到小效果量 (ES=0.40); 对于提高运动表现而言, 最佳核心力量训练的训练量为持续 10 周, 每周 4 次, 每次训练 20 min 左右, 每个动作 2 组, 动力性动作平均完成 8~10 次, 静力性动作平均保持 31~50 s。结果说明: 核心力量训练能够提高运动表现, 核心力量训练对运动表现影响的量效关系能够为实践提供参考。

关键词: 竞赛与训练; 核心力量训练; 运动表现; 量效关系; Meta 分析

中图分类号: G808 **文献标志码:** A **文章编号:** 1006-7116(2019)06-0125-07

Meta analysis of the effects of core strength training on the volume-effect relationship of sports performance

FU Jie^{1,2}, MIAO Xiang-jun¹, LIU Pai³

(1.School of Education, Beijing Sport University, Beijing 100084, China;

2.Department of Physical Education, Zhengzhou Business University, Zhengzhou 451200, China;

3.School of Sport Training, Shenyang Sport University, Shenyang 110102, China)

Abstract: The authors probed into the volume-effect relationship between core strength training and sports performance, so as to provide reference for core strength training that improves sports performance. The authors searched EBSCO, PubMed, Web of Science and CNKI database, collected the literature of research on the effects of core strength training on sports performance, evaluated literature quality via the PEDro scale, used Review Manager5.3 software to carry out combined effect volume analysis and subgroup analysis, and revealed the following findings: core strength training can improve sports performance, achieving a small effect volume (ES=0.40); for improving sports performance, the best training volume for core strength training is continuous 10 weeks, 4 times a week, training for approximately 20 minutes each time, 2 sets each exercise, averagely 8-10 times for dynamic exercises, and averagely 31-50s for static exercises. The said findings indicate that core strength training can improve sports performance, and that the volume-effect relationship of the effects of core strength training on sports performance can provide reference for practice.

Key words: competition and training; core strength training; sports performance; volume-effect relationship; meta analysis

核心力量训练首先被运用到康复领域, 因其在康复领域的显著效果而被竞技体育所借鉴。目前, 核心

力量训练被广泛应用到竞技体育实践当中。运动训练学界普遍认为人体的核心是“肩关节以下, 髋关节以

收稿日期: 2019-03-04

基金项目: 国家社会科学基金项目(16BTY013)。

作者简介: 付皆(1981-), 男, 讲师, 博士研究生, 研究方向: 篮球运动教学与训练、体能训练。E-mail: 502fujie@163.com 通讯作者: 苗向军

上包括骨盆在内的所有区域,包含背部、腹部和构成骨盆的肌群”^[1],“前至腹部,后至背部和臀部,以膈肌为顶,以骨盆底部和臀肌为底的‘盒状’肌群,在功能上,这些肌肉位于所有动力链的中心,对于稳定脊柱和骨盆非常重要,在日常和体育活动中为远端四肢提供功能和活动的近端稳定”^[2]。

在竞技体育领域,有许多实证研究发现核心力量训练能为运动表现带来多方面的收益,比如核心力量能够提高平衡能力^[3],提升力量^[4],改善功能运动模式和动态平衡能力^[5],提高专项速度素质^[6]等等。虽然有实证研究结果支持核心力量训练能够对运动表现产生积极的效果,但也有同类研究出现相反的结果。Tes 等^[7]对大学划船运动员进行了 8 周的核心力量训练,结果发现虽然运动员的躯干肌肉力量得到了提高,但是纵跳、短跑、2 000 m 划船的运动成绩却没有显著提升。Ozmen 等^[8]对 20 名青少年羽毛球运动员进行了 6 周的核心力量训练,结果显示这些运动员的 SEBT 得分和核心耐力有明显的提高,但是灵敏性的运动表现却没有显著提高。Nesser 等^[9]通过测试 NCAA 女子足球运动员的核心力量与纵跳、折返跑、40 码冲刺跑、卧推和深蹲 5 项运动成绩,发现核心力量与这些运动表现之间没有显著的相关关系。运动训练学者针对实证研究之间相互矛盾的结果,给出了不同的解释。对核心力量训练持积极态度的学者认为核心部位位于运动链的中部,起到承上启下的关键作用,力量和稳定性增强会对多数运动表现产生积极影响^[1];而持消极态度的学者认为核心力量训练的动作模式和动作方向不能和专项动作结合,不能有效地提高运动表现^[10]。面对这样莫衷一是的结果,究竟是核心力量训练对运动表现的改善并没有显著的效果,还是有某些调节变量影响着核心力量训练的效果?

在实践层面,核心力量训练已经被广大一线教练员所认同。目前,核心力量训练已广泛应用于国家队,甚至部分省队中^[11]。虽然已经在竞技体育训练中广泛应用了核心力量训练,但是尚未解决“练多少”的问题,仍然不知道核心力量训练最佳的训练量。就本研究的视野所及,尚未发现针对核心力量训练“剂量-效应”关系的量化实证研究。量效关系(dose-response relationship)即“剂量-效应”关系,最早被运用于医药学的研究,用来定量地解释某种药物或治疗方式效果的变化规律。目前,运动训练领域也通过对某种训练干预量效关系的研究来量化评估最佳训练效果。对核心力量训练与运动表现之间量效关系的实证研究不仅有利于认清核心力量训练的作用机制,发现影响核心力量训练对运动表现之间的调节变量,更能够对训练

实践提供有益的参考。

基于以上认识,本研究运用 Meta 分析的方法,对国内外 20 年来发表的关于核心力量训练对运动表现影响的实验研究进行综合分析,目的一:检验核心力量训练与运动表现之间关系的总体量化结果;目的二:探索核心力量训练对运动表现影响的量效关系。希望本研究能够为进一步认清核心力量训练的作用机制提供帮助,也为核心力量训练实践提供参考。

1 研究方法步骤

1.1 文献收集及处理

本研究对近 20 年(1998 年 11 月—2018 年 11 月)发表的中英文文献进行检索、收集和整理。文献收集分为中文文献收集和英文文献收集两部分进行。由于学界对于核心力量训练的认知处于逐渐细化和深入的过程,所涉及的包含核心训练、核心力量训练、核心稳定性训练、核心耐力训练的研究均被本研究采纳。依据布尔逻辑检索(Boolean Logic)的原理和技术^[12],中文文献通过检索中国知网(CNKI)数据库获得,为保证研究质量,中文检索条件设为全国中文核心体育类期刊。检索主题中含有“核心训练”或者“核心力量训练”或者“核心稳定性训练”或者“核心耐力训练”。英文文献通过检索 EBSCO、PubMed、Web of Science 数据库获得,通过在主题中检索“core-training”“core-strength-training”“core-stability-training”“core-endurance-training”(在搜索英文文献时,由于搜索引擎中有隐含的 AND 运算符,所以在关键词中使用“-”符号)。在收集英文文献时,有部分文献原文通过百链云、ResearchGate 等其他文献传递的方式获得。经过初步检索,共获得中文文献 234 篇,英文文献 1 779 篇。

1)文献纳入与排除标准。文献的纳入与排除是 Meta 分析最为重要的一步,文献质量的优劣直接决定了 Meta 分析的结果。

文献纳入依据循证医学 PICOS^[13]的方式,主要考虑参与者(Participants)、干预措施(Interventions)、对照组(Comparisons)、研究结果(Outcomes)和研究设计(Study design)5 个因素。本研究的文献纳入标准:(1)受试者为健康人群;(2)干预措施必须为单独的核心力量训练;(3)对照组可以是替代训练、一般训练和无训练;(4)研究结果最少包括一项运动表现成绩,统计量包括样本量、均值和标准差;(5)研究设计可以是随机对照实验设计,也可以是前后测实验设计,最少包含一项训练负荷(训练频率、训练强度等)的数据。

文献排除标准:(1)研究对象为非健康人群;(2)干预措施除了进行核心力量训练还伴随有其他训练;(3)

研究报告不含有关于训练负荷的数据;(4)没有提供完整的数据;(5)不能获得完整的研究报告。

最终获得中文文献8篇,英文文献36篇,共44篇文献。

2)文献编码。依据研究需要对文献的研究特征与相关信息进行编码^[6-8, 14-54],编码的信息包括作者、年度、样本总数、男子数量、女子数量、年龄、训练周数、训练频率(每周训练的次数),每次训练时间、每个动作训练组数、动力性训练次数、静力性动作持续时间。原始文献中作者对于动力性训练次数和静力性动作持续时间多是以区间的形式进行汇报,因此对该两项中以区间汇报的数据取其平均数进行计算。

1.2 研究质量评估

本研究采用 PEDro(Physiotherapy Evidence Database, 物理治疗证据数据库)的方法对文献的质量进行评估。PEDro 量表将文献进行量化评估,共有11个题目,除第一题不计分外,其他题目满足题目要求即得1分,满分10分,得到6分以上的研究被认为是高质量的研究^[55]。

1.3 效果量的计算

本研究收集的数据为原始研究的样本量、均值和标准差,在计算效果量(Effect Size, ES)时使用加权均值差(Weighted Mean Difference, WMD)及其95%置信区间(Confidence Interval, 95% CI)进行合并统计分析。本研究分别纳入了组间设计和组内设计两类文献,并采用不同计算效果量的方法,依据Cohen^[56]的计算方式,组间设计的效果量计算公式:

$$ES_b = (M_e - M_c) / S_e$$

其中, ES_b 为组间效果量, M_e 为实验组平均数, M_c 为对照组平均数, S_e 为实验组与控制组组内标准差平方和的算数平方根。组内设计的效果量计算公式:

$$ES_w = (M_{pre} - M_{post}) / S_{pre}$$

其中, M_{pre} 为前测均值, M_{post} 为后测均值, S_{pre} 为前测标准差。

在本研究中,以时间为单位的项目,成绩越好则数值越小;以距离和高度为单位的项目,成绩越好数值越大。为确保所有度量单位点都在同一方向,则需要对一些研究乘以-1处理^[57]。本研究对以时间为单位的数值进行了反向处理。

1.4 异质性检验

根据统计学原理,只有同质的资料才能进行合并比较,因此要进行异质性检验,异质性检验也能够确定采用何种模型。本研究运用 Review Manager 5.3 软件进行 Meta 分析,其中运用 Q 值检验和 I^2 检验来表示资料的异质性。当 $I^2 < 25\%$ 时,为低度异质性; 25%

$< I^2 < 50\%$ 时,为中度异质性; $50\% < I^2 < 75\%$ 时为高度异质性; $I^2 > 75\%$ 时,不能直接合并^[58]。

1.5 统计学处理

以标准均差为计量资料的 Meta 分析多采用固定效用模型(Fixed-effects Model)和随机效用模型(Random-effects Model)的一种来估计综合效果量。选择哪个计算模型依赖于对各项研究是否拥有相同的效应尺度的期望以及分析目的^[59]。Borenstein 等^[60]认为模型的选定取决于实现判断研究间是否拥有相同的真实效应量以及分析目的。如果影响结果的任何变量在研究间都是相同的,且研究结果不推广到样本以外的其他群体,则用固定效用模型,否则采用随机效用模型。本研究共涉及2465例受试者,所涉及的受试者年龄从7岁到36岁不等,所运用的干预措施即核心力量训练的方式多样,训练负荷差异较大,平均训练时间从480 min到7200 min不等,所选取的运动表现结果也不尽相同,有体能类的运动表现(纵跳高度、短跑时间等),也有技能类的运动表现(动作得分等),还有其他运动表现(准确性得分)等等,不同研究所采用单位也不同,有以时间为单位(min、s等),有以距离为单位(m、cm等),还有以速度为单位(m/s等)。综合上述原因,本研究采用随机效应模型。此外,本研究通过 Q 检验和 I^2 检验来检验异质性,进一步验证模型选择的合理性。 Q 检验以 P 值的形式体现,若 $P < 0.05$,则表明显著异质, $P \geq 0.05$ 则表明不显著。而 I^2 值则可以用来反映异质性程度的高低。若研究间存在异质性,则采用随机效应模型,否则采用固定效应模型^[61]。

2 结果与分析

2.1 研究特征

本次 Meta 分析共纳入44篇文献,其中中文文献8篇,英文文献36篇,随机对照实验设计文献的34篇,前后测实验设计文献10篇。在这44篇文献中,共产生了97个效果量,2465例受试者,平均年龄从7岁到36岁,涉及篮球、排球、足球、田径、羽毛球、武术、游泳等运动项目,干预内容为核心力量训练。所采纳的文献根据 PEDro 评分标准,其中6分及以上的7篇,5分的10篇,4分的11篇,3分以下的16篇。训练周数从4周到24周不等,多数训练在8~12周;每周训练次数在2~5次,以训练3次居多;每次训练时间10~180 min,每个研究的总训练时间在480~7200 min。

2.2 综合效果量

将纳入研究的44篇文献的97个效果量进行综合分析检验,运用随机效应模型,综合分析结果 $ES = 0.40$,

95%置信区间(0.28~0.61), 异质性检验为中度异质性($X^2=181.17$, $P<0.000001$, $I^2=47%$)。最后结果显示, 核心力量训练对运动表现的影响为小效果量。

本研究按照运动表现不同形式, 将纳入文献的 97 个效果量分为跳表现类、跑表现类、稳定表现类、游泳表现类、远端速度表现类、准确表现类和划表现类 7 类。跳表现类包括立定跳远、纵跳、深蹲跳等与跳相关的表现, 共有 38 个效果量, 综合效果量 $ES=0.49$, 95%置信区间(0.30, 0.67), 异质性检验为中度异质性($X^2=74.30$, $P<0.000001$, $I^2=50%$); 跑表现类包括短跑、长跑、折返跑等与跑相关的表现, 共有 33 个效果量, 综合效果量 $ES=0.30$, 95%置信区间(0.11, 0.48), 异质性检验为低度异质性($X^2=52.61$, $P=0.002$, $I^2=39%$); 稳定表现类包括 FMS、平衡鹤立、闭眼站立等与稳定相关的表现, 共有 7 个效果量, 综合效果量 $ES=0.79$, 95%置信区间(0.46, 1.13), 异质性检验为低度异质性($X^2=4.22$, $P<0.000001$, $I^2=0%$); 游泳表现类包括与游泳相关的表现, 有 4 个效果量, 综合效果量 $ES=-0.01$, 95%置信区间(-0.36, 0.34), 异质性检验为低度异质性($X^2=1.45$, $P=0.95$, $I^2=0%$); 远端速度表现类包括投掷远度、挥杆速度、出手速度、鞭腿速度与肢体远端速度相关的表现, 共有 12 个效果量, 综合效果量 $ES=0.41$, 95%置信区间(0.09, 0.73), 异质性检验为中度异质性($X^2=16.7$, $P=0.01$, $I^2=34%$); 准确表现类包括垒球掷准、羽毛球击球落点准确的准确表现, 共有 2 个效果量, 综合效果量 $ES=0.68$, 95%置信区间(-0.47, 1.82), 异质性检验表现为高度异质性($X^2=3.67$, $P=0.25$, $I^2=73%$); 划表现类是指划船的表现, 只有一项研究, 效果量为 $ES=-1.04$ 。

2.3 剂量效应

1) 训练周数。所纳入的 44 篇文献中训练持续周数从 4~24 周不等, 平均训练为 8.43 周。本研究按照纳入文献中所报告的周次, 将训练周数从小到大排列, 依次为 4、6、8、9、10、12、14、24 周, 分别纳入了 1、41、32、4、7、8、1、3 个效果量。结果显示, 效果量最大的训练周数为 10 周($ES=0.66$)。

2) 训练频率。所纳入文献的训练频率为每周训练 2~5 次, 平均训练频率为 2.92 次。从纳入的 44 篇文献中选取明确标出训练频率的 41 篇文献进行训练频率的剂量效应分析, 按照训练频率次数的不同分为 2、3、4、5 次/周, 分别纳入 10、44、10、5 个效果量。结果显示, 每周训练 4 次的效果量最大($ES=0.59$)。

3) 每次训练时间。选取明确报告每次训练时间的文献进行合并分析, 因为部分文献对每次训练时间的报告采用区间的形式, 这些文献采用其算数平均数的

形式加入分析。将纳入分析的文献分为 ≤ 20 、21~40、41~60、 ≥ 61 min 组, 分别纳入 13、29、14、4 个效果量。结果显示, 效果量最大的是 ≤ 20 min 组($ES=0.55$)。

4) 每个动作训练组数。选取明确报告每个动作训练组数的文献进行综合分析, 数量跨度 1~4 组, 平均 2.7 组。按照训练组数分为 1、2、3、4 组, 分别纳入 4、11、20、4 个效果量。结果显示, 每个动作训练 2 组的效果量最大($ES=0.79$)。

5) 动力性训练次数。对完全进行动力性训练的文献进行综合分析, 本次分析未纳入动力性与静力性相结合训练的文献。从文献的整体情况看, 所有作者对动力性训练次数多以区间的形式进行报告, 因此对纳入文献的区间采用算数平均数的形式进行综合分析。按照动力性练习次数平均数的大小分为 8~10, 11~13, 15 次以上组, 分别纳入 2、19、7 个效果量。从分析结果看, 动力性练习平均次数为 8~10 次组的效果量最大($ES=0.77$)。

6) 静力性动作持续时间。对完全进行静力性训练的文献进行综合分析, 分析未纳入动力性与静力性训练相结合的文献。多数文献作者采用区间的方式报告了静力性训练持续的时间, 为了纳入更多文献, 本研究将使用区间汇报的文献进行算数平均, 然后进行综合分析。将纳入文献分为 ≤ 30 、31~50、 ≥ 51 s 组, 分别纳入 8、15、1 个效果量。结果显示 31~50 s 组的效果量最大($ES=0.65$)。

3 讨论

从总体来看, 核心力量训练对运动表现有积极的影响, 表现为小效果量。针对不同类组的亚组分析, 核心力量训练能够促进跑的表现、跳的表现和远端速度类表现的提高, 特别是对稳定性的提高有更大的积极意义, 表现为中等效果量, 且表现出低度异质性。另外, 因为研究结果不具有统计学意义, 尚不能确定核心力量训练对游泳表现、准确类表现和划的表现有促进作用, 这可能与本研究纳入相关研究数量较少、部分类组选取的运动表现的多样性有关, 未来需要对这一方面进行更加深入和细致的研究。

通过对于训练周期的研究发现, 随着训练周数的增加, 效果量呈现逐渐增加的趋势, 并以训练 10 周的效果量为最大, 对于大于 12 周的相对较长时间的训练效果呈逐渐变小的趋势, 由于大于 12 周的亚组纳入文献较少, 所以对该结果的评估应持保守的态度, 而且关于长期核心力量训练与运动表现关系的研究尚不多见, 需要更多的研究来探寻两者之间的关系。并且, Lesinski 等^[62]通过对 16 篇关于青少年稳定性训练量效

关系的Meta分析后发现,针对静态稳定性训练,效果量随着训练周数的增加而增加,持续11~12周训练的效果量最大,该研究结果基本能够与本研究的結果相互印证。本研究通过对训练频率的分析,发现每周进行4次核心力量训练的效果量最大。核心力量训练的目的不仅要强化肌肉力量,还要提高神经对多块肌肉的支配和控制能力^[63],因此选择的训练策略应该是中小强度、难度递增、持续刺激的训练策略。在本研究结果中,核心力量训练的动力性动作完成次数越少,效果量越大;而静力性练习时长越长,效果量越大。这一结果与Faries等^[64]的研究结果相似,Faries等建议耐力性运动应进行低负荷、持续较长时间(在30~45 s左右)、低强度的训练,而力量训练应是高负荷、低重复次数的训练。本研究中动力性练习平均完成数为8~10个组的效果量最大,静力性练习31~50 s时效果量最大。但由于能够纳入静力性训练量效关系分析的文献较少,只有8篇文献,因此只能将其分为3个组别,且大于51 s组只有1篇文献,其结果的说服力不强,该结果需要进一步验证。

本研究认为,对于提高运动表现而言,最佳核心力量训练的剂量为持续10周,每周4次,每次训练20 min左右,每个动作2组,动力性动作完成10次,静力性动作保持31~50 s。本研究初步量化了核心力量训练对运动表现影响的量效关系,能为旨在提高运动表现的核心力量训练提供指导和借鉴,然而针对不同专项、不同年龄、不同训练目的、不同训练形式等的更加细化的研究需要进一步展开,只有通过深入和精确的实证研究,才能更进一步探明核心力量训练的作用机制,也才能更有效地为训练实践服务。

参考文献:

- [1] 王卫星,李海肖. 竞技运动员的核心力量研究[J]. 北京体育大学学报, 2007, 30(8): 1119-1121.
- [2] KIBLER W B, PRESS J, SCIASCIA A. The role of core stability in athletic function[J]. Sports Medicine, 2006, 36(3): 189-198.
- [3] SANDREY M A, MITZEL J G. Improvement in dynamic balance and core endurance after a 6-week core-stability-training program in high school track and field athletes[J]. Journal of Sport Rehabilitation, 2013, 22(4): 264-271.
- [4] MONGER H, HARRISON B. The acute effect of pilates exercise on lower extremity maximal strength[J]. International Journal of Exercise Science, 2016, 9(3): 283-290.
- [5] BAGHERIAN S, GHASEMPOOR K, RAHNAMA N, et al. The effect of core stability training on functional movement patterns in collegiate athletes[J]. Journal of Sport Rehabilitation, 2018, (6)2: 1-22.
- [6] 赵俊华,周玉斌,张成. 对短跑运动员进行身体核心区力量训练的实验研究[J]. 北京体育大学学报, 2015, 38(6): 133-138.
- [7] TES M A, MCMANUS A M, MASTERS R S W. Development and validation of a core endurance intervention program: Implication for performance in college-age rower[J]. Journal of Strength and Conditioning Research, 2005, 19(3): 547-552.
- [8] OZMEN T, AYDOGMUS M. Effect of core strength training on dynamic balance and agility in adolescent badminton players[J]. Journal of Bodywork & Movement Therapies, 2016, 20(3): 565-570.
- [9] NESSER T W, LEE W L. The relationship between core strength and performance in division I female soccer players[J]. Journal of Exercise Physiology online, 2009, 12(2): 21-28.
- [10] 解正伟. 核心力量训练的研究现状与理性辨析[J]. 成都体育学院学报, 2017, 43(3): 62-69.
- [11] 黄继珍,赵嗣庆. 核心力量训练的实质及在我国竞技体育的实践[J]. 体育学刊, 2010, 17(5): 74-76.
- [12] 符继征. 信息检索常用技术与技巧[J]. 电脑与电信, 2013, 12: 62-63.
- [13] LIBERATI A, ALTMAN D G, TETZLAFF J, et al. The PRISMA statement for reporting systematic reviews and meta-analyses of studies that evaluate healthcare interventions: explanation and elaboration[J]. PLOS Medicine, 2009, 6(7): e1000100.
- [14] RAHMAT A, NASER H, BELAL M, et al. The effect of core stabilization exercises on the physical fitness in children 9-12 years[J]. Journal of Romanian Sports Medicine Society, 2014, 10(3): 2401-2405.
- [15] AFYON Y A. Effect of core training on 16 year-old soccer players[J]. Educational research and reviews, 2014, 23(9): 1275-1279.
- [16] SATO K, MOKHA M. Does core strength training influence kinetic efficiency, lower extremity stability, and 5000m performance in runners?[J]. Journal of Strength and Conditioning Research, 2009, 23(1): 133-140.
- [17] KUMAR T M, KALIRAJ D S, RAJESWARAN S T N. Effect of core strength training on selected motor ability variables of college men handball players[J].

Academic Sports Scholar, 2015, 4(1): 1-6.

[18] HIBBS A E. Development and evaluation of a core training program in highly trained swimmers[D]. Tees-side University, 2011.

[19] ATICI M, AFYON Y A. The Effects of Core Training on Swimming in Sedentary Women[J]. The Anthropologist, 2016, 23(3): 542-549.

[20] PATIL D, SALIAN S C, YARDI S. The effect of core strengthening on performance of young competitive swimmers[J]. International Journal of Science and Research, 2014, 3(6): 2470-2477.

[21] MAEDA N, URABE Y, SASADAI J, et al. Effect of whole-body-vibration training on trunk-muscle strength and physical performance in healthy adults: Preliminary results of a randomized controlled trial[J]. Journal of Sport Rehabilitation, 2016, 25(4): 357-363.

[22] ARAUJO S, COHEN D, HAYES L. Six weeks of core stability training improves landing kinetics among female capoeira athletes: A pilot study[J]. Journal of Human Kinetics, 2015, 45(1): 27-37.

[23] CLARK A W, GOEDEKE M K, CUNNINGHAM S R, et al. Effects of pelvic and core strength training on high school cross-country race times[J]. The Journal of Strength and Conditioning Research, 2017, 31(8): 2289-2295.

[24] IMAI A, KANEOKA K, OKUBO Y, et al. Effects of two type trunk exercises on balance and athletic performance in youth soccer players[J]. The International Journal of Sports Physical Therapy, 2014, 9(1): 47-57.

[25] JAMISON S T, MCNEILAN R J, YOUNG G S, et al. Randomized controlled trial of the effects of a trunk stabilization program on trunk control and knee loading[J]. Medicine & Science in Sports & Exercise, 2012, 44(10): 1924-1934.

[26] MANCHADO C, GARCÍA-RUIZ J, CORTELL-TORMO J M, et al. Effect of core training on male handball players' throwing velocity[J]. Journal of Human Kinetics, 2017, 56(1): 177-185.

[27] AXEL T A, CRUSSEMEYER J A, DEAN K, et al. Field test performance of junior competitive surf athletes following a core strength training program[J]. International Journal of Exercise Science, 2018, 11(6): 696-707.

[28] PARKHOUSE K L, BALL N. Influence of dynamic versus static core exercises on performance in field based fitness tests[J]. Journal of Bodywork & Movement Therapies, 2011, 15(4): 517-524.

[29] PRIESKE O, MUEHLBAUER T, BORDE R, et al. Neuromuscular and athletic performance following core strength training in elite youth soccer: Role of instability[J]. Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports, 2015, 26(1): 48-56.

[30] TONG T K, MCCONNE A, LIN H, et al. "Functional" inspiratory and core muscle training enhances running performance and economy[J]. Journal of Strength and Conditioning Research, 2016, 30(10): 2942-2951.

[31] MILLS J D, TAUNTON J E, MILLS W A. The effect of a 10-week training regimen on lumbar-pelvic stability and athletic performance in female athletes: A randomized-controlled trial[J]. Physical Therapy in Sport, 2005, 6(2): 60-66.

[32] LUST K R, SANDREY M A, BULGER S M, et al. The effects of 6-week training programs on throwing accuracy, proprioception, and core endurance in baseball [J]. Journal of Sport Rehabilitation, 2009, 18(3): 407-426.

[33] AGGARWAL A, ZUTSHI K, MUNJAL J, et al. Comparing stabilization training with balance training in recreationally active individuals[J]. International Journal of Therapy and Rehabilitation, 2010, 17(5): 244-253.

[34] DEDECAN H, ÇAKMAKÇI E, BIÇER M. The effects of core training on some physical and physiological features of male adolescent students[J]. European Journal of Physical Education and Sport Science, 2016, 2(4): 132-143.

[35] BOYACI A, TUTAR M, BIYIKLI T. The effect of dynamic and static core exercises on physical performance in children[J]. European Journal of Physical Education and Sport Science, 2018, 4(7): 50-60.

[36] SCHILLING J F, MURPHY J C, BONNEY J R, et al. Effect of core strength and endurance training on performance in college students: Randomized pilot study[J]. Journal of Bodywork & Movement Therapies, 2013, 17(3): 278-290.

[37] TASKIN C. Effect of core training program on physical functional performance in female soccer players[J]. International Education Studies, 2016, 9(5): 115-123.

[38] GENCER Y G. Effects of 8-week core exercises on free style swimming performance of female swimmers aged 9-12[J]. Asian Journal of Education and Training, 2018, 4(3): 182-185.

[39] KIM K J. Effects of core muscle strengthening training on flexibility, muscular strength and driver shot performance in female professional golfers[J]. International

- Journal of Applied Sports Sciences, 2010, 22(1): 111-127.
- [40] LAGO-FUENTES C, REY E, PADRÓN-CABO A, et al. Effects of core strength training using stable and unstable surfaces on physical fitness and functional performance in professional female futsal players[J]. Journal of Human Kinetics, 2018, 12(2): 1-12.
- [41] SEKENDIZ B, CUG M, KORKUSUZ F. Effects of swiss-ball core strength training on strength, endurance, flexibility, and balance in sedentary women[J]. The Journal of Strength and Conditioning Research, 2010, 24(11): 3032-3040.
- [42] BILICI O F, SELCUK M. Evaluation of the effect of core training on the leap power and motor characteristics of the 14-16 years old female volleyball players[J]. Journal of Education and Training Studies, 2018, 6(4): 90-97
- [43] BALAJI E, MURUGAVEL K. Motor fitness parameters response to core strength training on handball players[J]. International Journal for Life Sciences and Educational Research, 2013, 2(1): 76-80.
- [44] SANNICANDRO I, COFANO G. Core stability training and jump performance in young basketball players[J]. International Journal of Science and Research, 2015, 6(5): 479-482.
- [45] YOON S D, SUNG D H, PARK G D. The effect of active core exercise on fitness and foot pressure in Taekwondo club students[J]. Journal of Physical Therapy Science, 2015, 27(2): 509-511.
- [46] HASSAN I H I. The effect of core stability training on dynamic balance and smash stroke performance in badminton players[J]. International Journal of Sports Science and Physical Education, 2017, 3(2): 44-52.
- [47] MENDES B. The effects of core training applied to footballers on anaerobic power, speed and agility performance[J]. Anthropologist, 2016, 23(3): 361-366.
- [48] 周小青, 张冬琴. 核心力量训练对提高散打运动员速度力量的实验研究[J]. 山东体育学院学报, 2010, 26(5): 66-68.
- [49] 赵文革, 梁轶伟. 悬吊力量训练对排球运动员挥臂能力的影响[J]. 沈阳体育学院学报, 2011, 30(4): 112-114.
- [50] 杨文学. 瑞士球训练对男子短跑运动员功能性力量和专项成绩的影响[J]. 北京体育大学学报, 2013, 36(5): 130-133.
- [51] 崔景辉, 付丽敏. 高水平武术套路运动员核心力量训练的实验研究[J]. 山东体育学院学报, 2013, 29(3): 71-75.
- [52] 赵亮, 申喆. 核心稳定性训练对青少年排球运动员专项运动能力的影响[J]. 中国体育科技, 2015, 51(5): 3-10.
- [53] 韩冬, 张逸文. 女子散打运动员核心力量训练的实验研究[J]. 上海体育学院学报, 2013, 37(1): 76-80.
- [54] 王志军, 周正荣, 陆青. 悬吊训练(S-E-T)在江苏省 15-17 岁年龄组游泳运动员体能训练中的应用效果研究[J]. 山东体育学院学报, 2012, 28(3): 82-86.
- [55] MAHER C G, SHERRINGTON C, HERBERT R D, et al. Reliability of the PEDro scale for rating quality of randomized controlled trials[J]. Physical Therapy, 2003, 83(8): 713-721.
- [56] 张力为, 任为多. 体育运动心理学研究进展[M]. 北京: 高等教育出版社, 2000: 625.
- [57] 李静, 张鸣明. Cochrane 干预措施系统评价手册[Z]. 四川大学华西医院中国 Cochrane 中心, 兰州大学循证医学中心, 2014: 242.
- [58] 黄志剑, 王积福, 向伟. 表象训练对技能学习绩效影响的元分析[J]. 体育科学, 2013, 33(5): 25-30.
- [59] BORENSTEIN M, HEGES L V, HIGGINS J P T, et al. Meta 分析导论[M]. 李国春, 吴勉华, 余小金, 译. 北京: 科学出版社, 2013: 6.
- [60] BORENSTEIN M, HEDGES L V, HIGGINS J P T, et al. Introduction to Meta-analysis[M]. Chichester, UK: Wiley, 2009.
- [61] 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.
- [62] LESINSKI M, HORTOBAGYI T, MUEHLBAUER T, et al. Dose response relationships of balance training in healthy young adults: A systematic review and Meta-analysis[J]. Sports Med, 2015, 45(4): 557-576.
- [63] 关亚军, 马中权. 核心力量的定义及作用机制探讨[J]. 北京体育大学学报, 2010, 33(1): 106-108.
- [64] FARIES M D, GREENWOOD M. Core training: Stabilizing the confusion[J]. Strength & Conditioning Journal, 2007, 29(2): 10-25.