体育运动干预对儿童执行功能影响研究

李向阳　侯亚丽　李夏元*
山西师范大学体育学院，山西 太原 030031

[摘要]目的：进一步聚焦幼儿群体，深入探讨运动干预对其执行功能三大核心维度（工作记忆、抑制控制、认知灵活性）的影响效果方法：对中国知网、万方、Pubmed、Web of Science 数据库进行系统检索最终纳入文献 30 篇。结果：体育运动干预对儿童抑制控制和工作记忆方面的影响较大，但在认知灵活性的影响不是很大。影响干预效果的关键因素涵盖多个方面，主要包括干预对象的年龄与性别特征，运动干预相关的具体参数（如干预类型、实施周期、开展频率、单次持续时长以及运动强度），此外，结果指标的选择与设定也会对干预效果的评估产生重要影响。结论：运动干预对儿童执行功能发展有积极影响。

[关键词]运动干预；儿童；执行功能；系统综述；大脑
DOI：10.33142/jscs.v6i5.20701　　中图分类号：G804.8　　文献标识码：A

Research on the Impact of Sports Intervention on Children's Executive Function

LI Xiangyang, HOU Yali, LI Xiayuan*
College of Physical Education, Shanxi Normal University, Taiyuan, Shanxi, 030031, China

Abstract: Objective: to further focus on the preschool population and explore the effects of exercise intervention on the three core dimensions of executive function (working memory, inhibitory control, and cognitive flexibility). Method: a systematic search was conducted on databases such as CNKI, Wanfang, Pubmed, and Web of Science, resulting in the inclusion of 30 articles. Result: sports intervention has a significant impact on children's inhibitory control and working memory, but its effect on cognitive flexibility is not significant. The key factors that affect the effectiveness of intervention cover multiple aspects, mainly including the age and gender characteristics of the intervention subjects, specific parameters related to exercise intervention (such as intervention type, implementation period, frequency of implementation, duration of single session, and exercise intensity). In addition, the selection and setting of outcome indicators will also have an important impact on the evaluation of intervention effectiveness. Conclusion: exercise intervention has a positive impact on the development of executive function in children.

Keywords: exercise intervention; children; execution function; system overview; brain

引言

近些年来，体育运动与脑智开发的深度融合已成为当今全球教育与神经科学领域的研究热点[1]。随着脑科学技术的进步与教育理念的革新，传统的“身心二元”对立观念逐渐消解，取而代之的是对儿童“体脑双优[1]”协同发展的高度共识，而执行功能作为大脑高级认知功能的核心构成[2]，正是衡量儿童脑智发展水平的关键指标。在当前的教育实践中，单纯强调智力开发或体能训练已无法满足儿童全面发展的需求，实现“体脑双优”的高质量发展目标刻不容缓。运动不仅是体质增强的手段，更是大脑认知功能重塑的重要机制，规律性的体智能活动可通过调控前额叶皮层等关键脑区的神经可塑性[3]，显著提升儿童的注意力控制、工作记忆与认知灵活性等核心执行功能。因此，科学促进儿童体智能（Physical Intelligence）的发展，不仅能够强健体魄，更能通过优化大脑执行功能的运作效率，从认知底层为实现儿童“体脑双优”的终极目标提供关键的生理基础与实践路径。

国外的研究学者认为执行功能（EF）是一类自上而下的心理过程，使我们能够专注并保持；理性和解决问题；锻炼选择、纪律和自控力，避免冲动、冲动或不经思考地反应；从不同角度看问题；在脑海中考虑各种可能性，观察不同观点或事实之间的关系，反思过去或想象未来的可能；并灵活适应变化或新变化[4]。执行功能是儿童认知功能的组成部分，它分为工作记忆、抑制控制、认知灵活性等[5]。

国内学者则认为，执行功能是儿童青少年认知功能、

Copyright © 2026 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

情绪功能和社会功能的核心，对儿童青少年学习能力、情绪控制能力、推理分析能力和问题解决能力的发展具有至关重要的作用[6,7]。因此，基于运动干预视角，揭示其对儿童执行功能的作用，兼具重要的理论创新与实践指导价值。

现有研究认为体育活动干预在促进执行功能成分抑制发展同时，也可以增加儿童词汇量，对儿童执行功能有积极影响[8-10]。其次不同结构化体育活动干预（有氧运动、协调运动和团队运动）对学龄儿童执行功能的影响不同[11]。除此之外还包括不同球类运动对儿童执行功能的影响[12,13]。急性与慢性的体育活动干预对儿童执行功能影响也不同[14]，现有的研究综述缺少对关键调节因素的探讨，并且大多数系统综述要么单独对某一群体进行分析，使研究集中在一个狭窄的年龄范围内。要不就侧重于特定的人群，例如，自闭症人群和注意缺陷多动障碍人群等[15,16]。因此，本综述在借鉴以往相关研究成果的基础上，进一步补充完善研究内容，对运动干预影响儿童青少年执行功能的相关文献进行系统梳理与全面阐述，清晰界定运动干预与儿童青少年执行功能之间的内在关联，同时系统整理并分析影响运动干预效果的各类关键因素，为后续相关研究的开展与实践应用提供更为全面、系统的理论参考与实践指引。

1 资料来源与方法

1.1 文献检索方法

本研究分别选取知网、万方、PubMed、Web of Science 等主流文献数据库开展全面检索。中文检索组合围绕运动活动、行为锻炼、运动干预，搭配执行功能、抑制调控、工作记忆、认知灵活度，同时限定幼儿、儿童、青少年等研究人群。英文检索则对应匹配相关运动、体育活动、认知能力及青少年群体的专业关键词，多组词汇交叉组合完成文献筛选。

1.2 文献纳入标准及其数据管理与提取

根据研究的关键词内容，将符合标准的文献纳入研究，文献发表日期在 2016—2025 年期间，受试者年龄大多都在 3-18 岁左右的青少年，不排除有几篇为中老年，将特殊人群及其一些患者人群的文献排除。对实验组实施锻炼、游戏、体育项目等多种运动方案，对照组仅接受常规活动安排，最终的结果要包含执行功能三个维度其中一项指标。

所有检索结果首先导入 Zotero 以去除重复文献，随后将其检索文献分类为几个子条目用于筛选、数据提取等。

2 结果

2.1 干预方案特点

对纳入文献的分析表明，决定运动干预对儿童执行功能影响效果的关键参数共有五项：运动类型、周期、频率、单次时长与强度。干预类型主要包括有氧、协调、基础技能及球类等，分属体能、技能与具体项目三大范畴。多数文献在评估效果时，都聚焦于执行功能的三个核心维度——工作记忆、抑制控制与认知灵活性，从而量化运动干预的实际作用。

2.2 运动干预对儿童青少年执行功能影响结果

执行功能分为 3 个核心维度工作记忆、抑制控制、认知灵活性，现已经得到普遍认同和广泛使用[17]。

2.2.1 工作记忆

工作记忆被认为是认知控制的关键方面，因为个体需要在脑海中短暂地持有信息，以在各种认知环境中协调目标导向的行为[18]。工作记忆作为执行功能的关键组成部分之一，指的是一系列暂时将信息保持在可访问状态、适合执行任何心理任务的认知过程的集合，学龄前儿童正处于工作记忆发展的关键阶段[19]。本研究通过文献梳理发现，共有 15 篇相关文献聚焦于运动干预与儿童青少年工作记忆的关联，且这些文献中多数探讨的是长期运动干预模式。从研究结果来看，多数文献证实，运动干预能够对儿童青少年的工作记忆产生显著的积极作用，但也有部分研究所得结果未达到统计学上的显著差异。在针对儿童工作记忆的运动干预实践中，以技能性训练为核心的体育游戏等干预形式应用最为普遍，然而这类以基础运动技能培养为核心的训练方式，并未对学龄儿童的工作记忆功能起到明显的推动作用。与之形成鲜明对比的是，体能类运动干预，特别是以增强心肺耐力、优化柔韧性为核心目标的有氧运动，能够有效提升学龄儿童及青少年的工作记忆表现，帮助其更好地完成信息的存储与加工。综合以上所有纳入文献的研究结论可以看出，体育运动干预（PA）对于儿童青少年工作记忆的发展，整体呈现出积极有效的促进作用。

2.2.2 抑制控制

抑制控制是核心组成部分，指的是个体抑制干扰反应和注意力倾向以实现目标任务的能力，小学阶段是儿童抑制控制能力快速发展的关键阶段[20]。在本研究中，共计 10 篇文献涉及体育运动干预对儿童抑制控制的作用，其中包括的运动类型有有氧运动、课间体育活动，还有前人研究的急性与慢性运动等均对儿童抑制控制能力产生了积极影响。结果显示，以游戏作为主要干预手段，能显著提升学龄前儿童的抑制控制能力。足球、跆拳道等有氧运动对抑制控制功能改善效果较大。总体来说，运动干预可以改善儿童的抑制控制能力。

2.2.3 认知灵活性

认知灵活性作为一项重要的执行功能，能够适应环境

Copyright © 2026 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

变化，是神经心理学模型中执行功能的基础支柱[21]。本研究共有 12 篇探讨体育活动干预对儿童认知灵活性的影响，结合纳入文献的研究结果不难发现，以游戏形式为主导的技能类运动干预，对幼儿认知灵活性具有明显的增强效应。该效应的大小，与干预作用于抑制控制及工作记忆这两项核心成分时所获得的效应强度处于同一水平。但需要注意的是，基础运动技能训练对学龄儿童认知灵活性的改善作用并不明显，与之不同的是，有氧运动能够在一定程度上助力青少年认知灵活性的提升，为其思维转换能力的发展提供支持。受当前相关研究的数量与研究范围限制，本综述尚未明确筛选出针对学龄儿童认知灵活性最具成效的运动干预类型，这也成为后续相关研究需要重点探索的方向。

总体来看，体育活动干预可以改善儿童的执行功能，尤其是对于抑制控制、工作记忆有积极影响，这两个维度目前来看最有效的运动干预主要以技能练习类的干预方法为主，单方面来说对于抑制控制能力有效的主要是有氧运动以及心肺耐力练习；对于工作记忆来说，一些柔韧性练习和技能的练习对提高该能力是有效的。但是一些身体活动包括基本运动技能对这两个维度效果不显著。对于认知灵活性来说，体能类的干预练习可有效改善。

3 讨论

基于上述引入的文献可以得知运动干预在整个生命历程及不同健康状态中，均可对总体认知、记忆和执行功能产生小到中等程度的积极影响。此外，研究结果进一步提示，运动干预对儿童执行功能的作用效果具有明显的多因素依赖性。具体而言，儿童的年龄与性别、干预方案的各项参数（类型、周期、频率、单次时长、强度）以及结果指标的选取，都会对最终效果产生综合影响。

3.1 运动干预影响执行功能内在机制

体育活动可能引发生理变化，例如促进脑血流，并增加神经递质的释放，这些因素被认为会积极影响认知功能[22]。作为重要的环境影响因素，运动可作用于大脑神经系统的细胞活性、分子表达及神经回路运转，优化大脑的结构与功能联系，为儿童青少年执行功能的提升奠定重要基础[23]。

在脑中存在着广泛的突触联系，运动、学习、记忆等一切活动都建立在这些突触形成的信号通路基础上[24]。海马是一种与记忆有关的大脑结构，脑源性神经营养因子（BDNF）大量存在于海马和负责高级认知功能的脑区，从与执行功能的关联来看，海马体通过与前额叶皮层的神经环路连接，为工作记忆提供记忆表征支持，还能辅助认知灵活性的调控，提升执行功能[25]。Albeck 等[26]对 23 月龄老年大鼠进行 7 周轻度强迫跑台运动后发现实验组和对照组两组基底前脑的神经生长因子（NGF）和脑源性神经营养因子（BDNF）水平无显著差异，表明轻度强迫运动可提升学习与记忆能力，从而提升执行功能的影响。

目前大量研究说明，短时间的低强度的体育运动干预可影响脑内灰质容量，从而提高脑的机能。Aquiar 等[27]人的研究表明，对老年大鼠实施为期 5 周、每天两次、每次 4-6 分钟的短时间跑台运动后，大鼠的空间学习与记忆能力显著提升，且这一过程伴随着比目鱼肌及心肌耗氧量的增加。该结果显示，短时间的轻微强度运动是改善认知功能并诱导突触可塑性的有效途径。

中等及其高强度的体育运动干预对脑也有可塑性影响。中等强度的有氧运动可增加儿童静息状态下脑功能局部一致性，从而改善脑的可塑性，提升执行功能[28]。Ferreira 等[29]研究了大鼠短时间（3 天组、7 天组、15 天组）中等强度的跑台运动对海马可塑性的影响，结果发现 3 天组结构蛋白 NF68、MAP2，7 天组突触蛋白，15 天组 GFAP 都显著增加，3 个组都检测到细胞增殖的阳性物，说明中等强度的短时间运动足以使海马细胞增殖并产生突触结构可塑性，对执行功能均有显著影响。

3.2 年龄作为影响因素

运动对抑制控制和工作记忆的积极作用在儿童中最为明显，在认知灵活性方面，青少年的变化是最显著的，执行功能发展的关键期在 5-9 岁，这个年龄段脑的可塑性较其他年龄段高[30],然而认知灵活性的发展建立在抑制控制和工作记忆的基础之上，发展较晚[31]。干预对年龄较大群体同样有效，针对不同年龄阶段人群需要采用不同的运动干预方案。幼儿阶段是执行功能发展的关键期，也是动作技能掌握的初步阶段，选用相对简单基础且富有趣味性的运动进行训练产生的效果更佳[32];随着年龄的增长，儿童主观能动性逐渐增强，仅仅依靠基本的运动技能练习难以对执行功能产生理想的效果。

3.3 干预的方案措施作为影响因素

形式丰富的运动比单一类型的运动更能提高执行功能。例如，干预以游戏形式进行，在理解游戏规则的同时也需要进行团队协作[8,32];在足球等开放式运动项目的训练中，不仅需要对赛场环境的不断变化做出反应，还需要灵活地利用比赛规则，更好地运用技战术[32]。由于目前纳入文献有限，运动干预的类型较为单一，对于不同运动类型对不同人群执行功能的不同维度的影响还需在未来进

Copyright © 2026 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

行更深入的探索。

从干预的时间来说，本综述纳入文献包括急性运动以及长时运动均对儿童执行功能产生积极影响。从本次纳入文献研究结果显示运动干预周期超过 16 周的对儿童青少年执行功能提高的有效性较低；从干预频率来看，运动频率与执行功能的发展呈线性剂量效应关系，运动频率越高，对认知产生的积极影响就越大[22]。本研究结果显示，每周 2-3 次的运动干预频率有效性较高，频率太高，反而对儿童执行功能带来的影响不大。由于纳入文献有限，对于运动强度提供的数据量较少，也有文献表明例如，间歇性高强度体育活动对抑制的影响比持续中等强度更显著[23]。但是对于大多数运动项目干预来说，运动强度这一影响因素来说难以得出对执行功能的影响结论。综上所述，我们还应持续对周期划分、干预时间、强度、频率等影响因素进行探索。

3.4 其他因素

除了年龄、性别、运动干预类型、运动干预周期、运动干预频率、运动干预持续时间、运动干预强度等因素外，不同学生的认知水平也会影响干预效果，例如对于学习能力较差的同学来说，学习运动项目较困难，对其干预效果也会有所差异。除此之外，社会环境也可能在运动影响执行功能的过程中发挥作用。参与集体运动或锻炼活动能够带来更多社会互动的机会，进而可能对执行功能的提升产生积极影响。同时心理层面的作用同样需要纳入考量，具体而言，运动参与动机的高低、运动中的愉悦体验强弱，以及对体育运动的积极程度，都可能影响执行功能的发展效果。现有研究针对上述心理因素的协变量分析仍存在不足，后续应着力强化对这些潜在干扰因素的监控与处理。

4 局限性

本综述围绕运动干预对儿童执行功能的影响展开探讨，但研究过程中仍存在诸多不足，具体可归纳为三方面局限，并据此提出相应的后续研究建议：第一，未深入剖析不同运动类型对不同年龄段人群执行功能各维度的差异化作用，且运动类型的划分标准因技能类别属性存在交叉重叠现象，仍需进一步细化明确。后续研究应采用多运动干预组与非运动对照组的对比设计，清晰厘清运动类型、不同年龄段人群与执行功能各维度之间的因果关系、作用机制及调节因素。第二，本综述在研究过程中也存在一定局限：由于纳入的相关研究异质性较强，本综述未开展荟萃分析；与此同时，执行功能相关测量工具与评估标准（诸如得分、准确率、反应时等）缺乏统一规范，不仅容易引发测量偏差，也使得研究效应量难以进行合并分析。基于上述发现，后续研究应采用标准化的测量手段，以增强不同研究结果间的可比性与可信度。此外，在考察运动对健康儿童青少年执行功能的作用时，本综述尚未将个体差异、生物因素及社会心理变量等中介因素纳入分析，未来研究必须对这些变量的干扰加以约束，方能保证研究结论的严谨与科学。

5 结论

本综述研究证实，运动干预对儿童青少年执行功能具备积极有效的影响，从纳入的相关文献来看，运动干预对儿童青少年的抑制控制与工作记忆两大维度作用效果更为突出，但其对认知灵活性的影响尚未形成明确、统一的结论。影响运动干预效果的核心因素，主要集中在受试者的年龄特征以及具体的干预方案，其中干预方案涵盖运动干预的类型、实施周期、开展频率、单次持续时长及运动强度等关键参数。值得注意的是，由于本综述纳入的相关文献数量有限，关于运动干预与儿童青少年执行功能发展之间的关系，未来研究可在以下两方面深化：一是通过补充更多对照试验，增强运动干预推动效应的实证支持力度；二是进一步明确二者之间的剂量关系。这些探索将有助于为后续研究与实践应用提供更具科学性与可靠性的参考依据。

[参考文献]

[1]董翠香,张馨天,马明,等.“体脑双优”发展背景下小学生体智能促进的实证研究[J].天津体育学院学报,2024,39(6):698-705.

[2]Costello S E,Geiser E,Schneider N.Nutrients for executive function development and related brain connectivity in school-aged children[J].Nutrition Reviews,2021,79(12):1293-1306.

[3]Wang Y,Luo Z,Zhang T,et al.Sport-specific impacts of ball games on adolescent brain function: a network meta-analysis of executive cognitive tasks[J].BMC Sports Science, Medicine and Rehabilitation,2025,17(1):215.

[4]Diamond A.Executive functions[J].Handbook of Clinical Neurology,2020(173):225-240.

[5]Cristofori I,Cohen-Zimerman S,Grafman J.Executive functions[J].Handbook of Clinical Neurology,2019(163):197-219.

[6]何华,李凌云,刘电芝.小学五年级儿童执行功能特点研究[J].心理科学,2008(2):353-355.

Copyright © 2026 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

[7]文萍,李红.6～11 岁儿童执行功能发展研究[J].心理学探新,2007(3):38-43.
[8]Olive L S,Telford R M,Westrupp E,et al.Physical activity intervention improves executive function and language development during early childhood: the active early learning cluster randomized controlled trial[J].Child Development,2024,95(2):544-558.
[9]de Greeff J W,Bosker R J,Oosterlaan J,et al.Effects of physical activity on executive functions, attention and academic performance in preadolescent children: a meta-analysis[J].Journal of Science and Medicine in Sport,2018,21(5):501-507.
[10]Li J,Huang Z,Feng X,et al.Effects of physical activity on executive function in children and adolescents: a bayesian dose-response network meta-analysis[J].Complementary Therapies in Clinical Practice,2025(61):102016.
[11]Tao Y,Zhang Y,Qian H,et al.Long term effects of physical activity types on executive functions in school aged children[J].Scientific Reports,2025,15(1):30303.
[12]熊楚凡.不同球类项目大学生执行功能的横向比较研究[D].上海:上海师范大学,2025.
[13]王林.球类游戏活动对5-6岁幼儿执行功能和基本动作技能影响的实验研究[D].昆明:云南师范大学,2025.
[14]Song H,Wang J J,Zhang B,et al.Do acute and chronic physical activity interventions affect the cognitive function of preschool children? A meta-analysis[J].Psychology of Sport and Exercise,2023(67):102419.
[15]李诗怡.运动干预对改善注意缺陷多动障碍儿童执行功能的影响研究[J].运动与健康,2024,3(4):61-64.
[16]朱芝敏.体操练习对自闭症儿童执行功能影响的研究[D].成都:成都体育学院,2025.
[17]Diamond A.Executive functions[J].Handbook of Clinical Neurology,2020(173):225-240.
[18]Kamijo K,Pontifex M B,O'Leary K C,et al.The effects of an afterschool physical activity program on working memory in preadolescent children[J].Developmental Science,2011,14(5):1046-1058.
[19]Jy Z,Qq S,Dl W,et al.Physical activity intervention promotes working memory and motor competence in preschool children[J].Frontiers in Public Health,2022(10).
[20]Zhong X,Wang C,Xu M,et al.Physical training improves inhibitory control in children aged 7-12 years: an fNIRS study[J].Behavioural Brain Research,2024(463):114902.
[21]Gosling C J,Cartigny A,Scoriels L,et al.cognitive flexibility: a key cognitive dimension[J].Medecine Sciences: M/S,2025,41(5):443-450.
[22]Stein M,Auerswald M,Ebersbach M.Relationships between motor and executive functions and the effect of an acute coordinative intervention on executive functions in kindergartners[J].Frontiers in Psychology,2017(8):859.
[23]周成林,金鑫虹.从脑科学诠释体育运动提升学习效益的理论与实践[J].上海体育学院学报,2021,45(1):20-28.
[24]马春莲,杨翼.运动影响脑可塑性及其分子机制研究进展[J].中国运动医学杂志,2015,34(8):810-814.
[25]Garc í a-Hermoso A,Ram í rez-V é lez R,Lubans D R,et al.Effects of physical education interventions on cognition and academic performance outcomes in children and adolescents: a systematic review and meta-analysis[J].British Journal of Sports Medicine,2021,55(21):1224-1232.
[26]Albeck D S,Sano K,Prewitt G E,et al.Mild forced treadmill exercise enhances spatial learning in the aged rat[J].Behavioural Brain Research,2006,168(2):345-348.
[27]Aguiar A S,Castro A A,Moreira E L,et al.Short bouts of mild-intensity physical exercise improve spatial learning and memory in aging rats: involvement of hippocampal plasticity via AKT, CREB and BDNF signaling[J].Mechanisms of Ageing and Development,2011,132(11):560-567.
[28]陈爱国,朱丽娜,王鑫,等.短时中等强度有氧运动对儿童脑的可塑性影响:来自脑功能局部一致性的证据[J].体育科学,2015,35(8):24-29.
[29]Ferreira A F B,Real C C,Rodrigues A C,et al.Short-term, moderate exercise is capable of inducing structural, BDNF-independent hippocampal plasticity[J].Brain Research,2011(1425):111-122.
[30]Davidson M C,Amso D,Anderson L C,et al.Development of cognitive control and executive functions from 4 to 13 years: evidence from manipulations of memory, inhibition, and task switching[J].Neuropsychologia,2006, 44(11):2037-2078.
[31]Traverso L,Viterbori P,Usai M C.Improving executive function in childhood: evaluation of a training intervention for 5-year-old children[J].Frontiers in Psychology,2015

Copyright © 2026 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

(6):525.
[32]J B,H H,H O.Effects of group-play moderate to vigorous intensity physical activity intervention on executive function and motor skills in 4- to 5-year-old preschoolers: a pilot cluster randomized controlled trial[J].Frontiers in Psychology,2022(13).

作者简介：李向阳（2002—），男，汉族，山西临汾人，硕士在读，山西师范大学，研究方向：体育教学；侯亚丽（1993—），女，汉族，山西临汾人，硕士讲师，山西师范大学，研究方向：运动人体科学；*通讯作者：李夏元（1985—），男，汉族，山西忻州人，博士讲师，山西师范大学，研究方向：运动生物力学。

Copyright © 2026 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.