Sport. Psychol. Stud, 2026, 15(58): 138-155, doi: 10.22089/spsyj.2025.16318.2460

Sport Psychology Studies

Journal hompage: https://spsyj.ssrc.ac.ir

Article Type: Original

The Link between Motor Competence and Cognitive Flexibility in Children and Adolescents: The Mediating Role of Physical Activity

Mandana Sangari[1]*, Pedram Barari Bijargah[2], Anahita Mohebi[3]

1. Department of physical education, Cha.C., Islamic Azad University, Chalus, Iran.
2. Shahid Motahari Higher Education Center, Farhangian University, Nowshahr, Mazandaran, Iran.
3. PhD candidate in Counseling, Faculty of Humanities, Islamic Azad University North Tehran Branch, Tehran, Iran.

Received: 06/11/2024, Revised: 08/03/2025, Accepted: 01/07/2025

* Corresponding Author: Mandana Sangari, E-mail: Sangari@iau.ac.ir

How to Cite: Sangari, M., Barari Bijargah, P. Mohebi, A. (2026). The Link between Motor Competence and Cognitive Flexibility in Children and Adolescents: The Mediating Role of Physical Activity. *Sport Psychology Studies*, *15*(58), 138–155. In Persian

Extended Abstract

Background and Purpose

Motor development and cognitive functioning during childhood and adolescence are deeply intertwined in both structure and function. Contemporary behavioral and developmental neuroscience approaches emphasize the inseparability of physical and cognitive dimensions of human development, particularly during sensitive developmental periods. Higher-order cognitive processes—including attention, working memory, and cognitive flexibility—are increasingly understood to originate from sensorimotor interactions between the body and the environment. During childhood and adolescence, the brain and the motor system develop simultaneously and synergistically, with the cerebellum and prefrontal cortex—structures responsible for motor control and executive functions—forming dense neural pathways that support both movement and cognition. In this sense, the development of motor skills and the enhancement of physical competence are not merely physical outcomes, but preconditions and scaffolds for cognitive dynamics.

Motor competence—defined as an individual's proficiency in controlling gross and fine movements—is recognized as one of the fundamental pillars of comprehensive development in children and adolescents. According to Stodden's prominent conceptual model of motor development, foundational motor competence not only provides the basis

Copyright: © 2023 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

for children's active participation in various physical activities but also, by improving motor learning efficiency and perceived competence, creates a positive feedback loop whose consequences are reflected in cognitive and brain functioning. Recent research indicates that children with higher motor competence demonstrate more optimal functional profiles in cognitive domains. However, these findings, while establishing the importance of motor competence as a developmental asset, do not by themselves explain how this motor asset is translated into improved executive functions—a question that constitutes the central focus of the present study.

Cognitive flexibility, as one of the key pillars of executive functions, plays a determining role in an individual's adaptation to changing environments, inhibition of inappropriate responses, efficient switching among different problem-solving strategies, and achievement of academic success. Cognitive flexibility refers to the ability to change perspectives and continuously adapt to changing demands and priorities in complex environmental conditions—a skill that undergoes a particularly sensitive developmental leap during the transition from childhood to adolescence, concurrent with the structural and functional maturation of the prefrontal cortex. Empirical evidence indicates that deficits in the development of fundamental motor skills can be associated with reduced attention indices, inhibitory control, and an inability to flexibly shift mental tasks. Thus, cognitive flexibility is not a marginal ability but a central construct in psycho-cognitive health and developmental success, and identifying its motor and behavioral antecedents is a research priority during this developmental transition period.

Although direct associations between motor competence and various dimensions of cognitive functions have been reported in cross-sectional studies, the precise mechanisms underlying this relationship require deeper investigation. Within this framework, physical activity functions not only as a health-related behavior but also as a powerful catalyst for neuroplasticity and the enhancement of brain-derived neurotrophic factors. Based on the cognitive stimulation hypothesis, participation in diverse physical activities and structured games places the child in dynamic situations that continuously require re-evaluation of the situation, anticipation of peers' behavior, and rapid reorganization of motor and mental patterns. Accordingly, children with higher motor competence have greater motivation and inclination to engage in moderate-to-vigorous physical activity (MVPA), and this increasing interaction with the environment paves the necessary neurocognitive groundwork for strengthening cognitive flexibility. In this theoretical framework, physical activity emerges as the most likely missing link and mediating factor. Nevertheless, evidence regarding the mediating role of physical activity in the relationship between motor competence and cognitive flexibility—particularly in combined samples of children and adolescents and with systematic control of the age variable—remains scarce and heterogeneous, a gap that renders the present study necessary. The present study aimed to examine the mediating role of physical activity in the relationship between motor competence

and cognitive flexibility among children and adolescents, while controlling for age.

Materials and Methods

The study employed a descriptive-correlational design using path analysis based on mediation. The statistical population consisted of all school-aged children and adolescents enrolled in the 2023–2024 academic year. Based on the Cochran formula and methodological recommendations for bootstrapping analyses in Hayes' regression models, a sample size of 476 individuals was determined. Participants were selected through multi-stage cluster random sampling from schools. Inclusion criteria were: age range of 7 to 18 years; no history of acute musculoskeletal disease or diagnosed neurodevelopmental disorders (such as autism or severe ADHD); and written informed consent from parents. Exclusion criteria were: incomplete questionnaires or functional tests; injury during motor tests; and unwillingness to continue participation.

Research instruments included: a demographic questionnaire (age, gender, height, weight for BMI calculation, history of organized sport participation, type of sport, and parental education level); the Test of Gross Motor Development–Second Edition (TGMD-2) to assess motor competence across two dimensions—locomotor skills (running, jumping, hopping) and object control skills (throwing, catching, striking)—rated on a 1-to-4 scale, with face and construct validity confirmed by physical education experts and test-retest reliability reported above 0.84; the Physical Activity Questionnaire for Children and Adolescents (PAQ-C/PAQ-A), with the appropriate version administered according to age range (PAQ-C for ages 7–14 and PAQ-A for ages above 14), measuring physical activity levels over the past 7 days across different contexts (physical education class, leisure time, evenings, weekends) on a 5-point Likert scale (1 = very low activity to 5 = very high activity), with internal consistency (Cronbach's alpha) ranging from 0.82; and the Cognitive Flexibility Inventory (CFI), developed by Dennis and Vander Wal (2010) to assess cognitive adaptability in challenging situations, the ability to evaluate alternative perceptions, and flexible thinking substitution, comprising 20 items on a 5-point Likert scale, with higher scores indicating more desirable cognitive flexibility and reliability confirmed by Cronbach's alpha of 0.85.

All test procedures were conducted after obtaining permission from the Department of Education and coordinating with school administrators. Motor competence was assessed in indoor halls under safety standards and supervision of senior experts and PhD holders in motor behavior, and cognitive and physical activity questionnaires were completed in a quiet environment in the presence of the researcher. The study protocol was implemented in accordance with the principles of the Helsinki Declaration; prior to participation, written informed consent was obtained from parents and verbal assent from students.

For data analysis, SPSS version 29 was used. First, descriptive statistics including means and standard deviations were calculated for research variables. Skewness and kurtosis indices were used to examine the normality of data distribution. Then, to examine the mediating role of physical activity in the relationship between motor competence and

cognitive flexibility, mediation analysis was conducted using Hayes' PROCESS macro (Model 4). In this model, motor competence was considered the predictor variable, physical activity the mediator variable, and cognitive flexibility the outcome variable. Age was entered into the model as a control variable. The significance of indirect effects was examined using the bootstrapping method with 5,000 resamples and 95% confidence intervals.

Findings

A total of 476 students (279 children and 197 adolescents) participated in this study, which falls within the normal range for the 6–18 age group. In terms of gender distribution, 54% of participants were boys and 46% were girls. The mean sports activity history in the total sample was 2.50 ± 2.47 years, with the largest share concentrated in soccer (45.59%).

Regarding descriptive statistics, the mean motor competence score in both groups (children: 2.59 ± 0.62; adolescents: 2.51 ± 0.36) was above the midpoint of the scale, indicating moderate-to-high motor performance. In cognitive flexibility, adolescents showed a slightly higher mean score (2.70 ± 0.40) than children (2.67 ± 0.37), consistent with the developmental trajectory of executive functions during the transition from childhood to adolescence. Physical activity scores in both groups fell within the moderate range (children: 2.82 ± 0.75; adolescents: 2.89 ± 0.79).

Prior to the mediation analysis, statistical assumptions were examined. Skewness and kurtosis values for all main variables fell within the acceptable range (±1.5), indicating approximately normal distribution and permitting the use of parametric methods. Given the adequate sample size (n = 476), sufficient statistical power was available for mediation analysis.

The results indicated that the model predicting physical activity was significant ($F(2,473) = 38.13$, $p < 0.001$), and motor competence had a positive and significant effect on physical activity ($B = 0.333$, $p < 0.001$), while the effect of age was not significant. The model predicting cognitive flexibility was also significant ($F(2,472) = 9.83$, $R^2 = 0.059$), and physical activity had a significant effect on cognitive flexibility ($B = 0.119$, $p < 0.001$), but the direct effect of motor competence was not significant ($B = 0.011$, $p = 0.738$). Bootstrap results indicated that the indirect effect of motor competence on cognitive flexibility through physical activity was significant (B = -0.040, 95% CI [-0.070, -0.017]). These findings indicate a full mediation model, in which physical activity fully mediates the relationship between motor competence and cognitive flexibility in children and adolescents, controlling for age.

Conclusion

The findings of this study yielded three core results: first, motor competence directly and positively predicted physical activity; second, the direct effect of motor competence on cognitive flexibility was not statistically significant; and third, physical activity significantly mediated the relationship between motor competence and cognitive flexibility, demonstrating a full mediation pattern. The central theoretical implication of this pattern is that motor competence alone does not directly guarantee improved cognitive flexibility; rather, its cognitive benefits are realized through the behavioral pathway of actual participation in physical activity.

The finding regarding the direct and positive association between motor competence and physical activity is consistent with Stodden et al.'s developmental model, which positions

motor competence as a necessary behavioral prerequisite for physical activity participation and predicts that its effect intensifies with age. Children with sufficient mastery of fundamental movement skills—such as running, throwing, and bilateral coordination—do not experience motor failure when facing the challenges of sports activities. This mechanical mastery facilitates the formation of positive perceived competence, which in turn promotes engagement in motor activities and team sports during leisure time and school hours. Conversely, children with poor motor competence enter a negative cycle of inactivity. Notably, Lei et al. (2026) found that ball skills had a significant pathway to moderate-to-vigorous physical activity, whereas locomotor skills did not, highlighting the particular importance of object control skills in sustaining active participation. This differential finding carries an important methodological warning: assessing motor competence as a single total score may obscure the distinct developmental pathways of locomotor and object control skills, thereby reducing the predictive precision of mediation models.

The finding of a non-significant direct effect alongside a significant mediation effect requires careful theoretical interpretation. Although some previous studies have reported correlations between motor skills and cognitive performance, controlled regression models indicate that possessing correct biomechanical patterns alone does not inherently produce substantial changes in executive function substrates. Motor competence provides a foundational capacity whose conversion into neural adaptations and cognitive flexibility requires direct behavioral mediation in the form of active engagement in motor experiences, play, and practice. This interpretation is consistent with Liu et al. (2026), who showed that the effect of physical activity on executive functions is mediated by motor coordination, and with Duan et al. (2026), who confirmed the mediating role of physical variables in the pathway from physical activity to executive functions in adolescents.

This mechanism can be explained from two perspectives: neurobiological and cognitive stimulation. The neurobiological explanation indicates that participation in physical activity, by triggering cardiovascular-physiological cascades, stimulates the secretion of brain-derived neurotrophic factors such as BDNF and IGF-1. These biological mediators accelerate synaptic proliferation and structural plasticity in key brain regions, including the dorsolateral prefrontal cortex (dlPFC) and cortico-subcortical connections—areas directly responsible for inhibition, decision-making, and cognitive flexibility. Static motor proficiency, without actual movement and increased metabolic demand, does not elicit such a response. The cognitive stimulation hypothesis, on the other hand, posits that varied physical activity situations and motor games—such as team and ball activities, in which the majority of participants were engaged—are rich in environmental uncertainty, anticipation of teammates' behavior, immediate processing of visual cues, and rapid reorganization of action patterns. From this perspective, what strengthens cognitive flexibility is not merely "moving," but "moving in an environment that continually forces the individual to change strategies, inhibit habitual responses, and select appropriate responses"—a mechanism more pronounced in open, unpredictable sports activities than in repetitive, closed training.

In sum, the present study demonstrated that motor competence in children and adolescents predicts cognitive flexibility not directly, but through physical activity. This finding positions physical activity as a key mediating link between motor capacity and executive function and underscores the importance of

interventions that combine motor skill development with active and sustained participation in physical activities. Theoretically, this finding emphasizes the necessity of moving from "direct effect" models of movement on cognition to "pathway-based" models and suggests that physical activity should be regarded not as a peripheral variable but as a central explanatory mechanism in the movement–cognition relationship. Practically, the results imply that educational and rehabilitation programs aimed at enhancing executive functions in children and adolescents should simultaneously focus on two goals: first, foundational development of motor skills as a prerequisite for activity entry; and second, ensuring actual and sustained participation in diverse and challenging physical activities. Improving the quality of motor skill execution alone, without providing practical opportunities for physical activity, is unlikely to lead to significant improvements in cognitive flexibility.

Limitations and Future Directions

Interpretation of these results should consider the study's limitations: the descriptive-correlational design does not permit definitive causal inference; physical activity was assessed via self-report and may be subject to recall bias; and motor competence was assessed only in the gross motor domain using a process-oriented instrument. Future research should employ longitudinal and intervention designs, objective measures of physical activity (e.g., accelerometry), and separate analyses of locomotor versus object control skills to further clarify the causal and differential pathways of this relationship.

Keywords: Motor Competence, Cognitive Flexibility, Physical Activity, Children, Adolescents, Path Analysis.

Funding

This study received no funding from public, commercial, or nonprofit organizations.

Authors' Contributions

All authors have participated in designing, implementing and writing all parts of the present study.

Conflicts of Interest

The authors declared no conflict of interest.

Acknowledgement

We sincerely thank all the athletes who collaborated in this research.

مطالعات روان‌شناسی ورزشی، زمستان ۱۴۰۵، دوره ۱۵، شماره ۵۸، صص ۱۵۵-۱۳۸. doi: 10.22089/spsyj.2025.16318.2460

مطالعات روان‌شناسی ورزشی

Journal hompage: https://spsyj.ssrc.ac.ir

نوع مقاله: پژوهشی اصیل

پیوند بین شایستگی حرکتی و انعطاف‌پذیری شناختی در کودکان و نوجوانان: نقش میانجی گر فعالیت بدنی

ماندانا سنگاری*[۱]، پدرام براری بیجارگاه[۲]، آناهیتا محبی[۳]

۱. گروه تربیت بدنی، واحد چالوس، دانشگاه آزاد اسلامی، چالوس، ایران.

۲. مرکز آموزش، عالی شهید مطهری، دانشگاه فرهنگیان، نوشهر، مازندران، ایران.

۳. دانشجوی دکتری مشاوره، دانشکده علوم انسانی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران شمال، تهران، ایران.

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۰۸/۱۶، تاریخ اصلاح: ۱۴۰۳/۱۲/۱۸، تاریخ پذیرش: ۱۴۰۴/۰۴/۱۰

* Corresponding Author: Mandana Sangari, E-mail: Sangari@iau.ac.ir

How to Cite: Sangari, M., Barari Bijargah, P. Mohebi, A. (2026). The Link between Motor Competence and Cognitive Flexibility in Children and Adolescents: The Mediating Role of Physical Activity. *Sport Psychology Studies*, *15*(58), 138–155. In Persian

چکیده

هدف: رشد حرکتی و کارکردهای شناختی در دوران کودکی و نوجوانی پیوند ساختاری و عملکردی عمیقی دارند؛ با این حال، سازوکارهایی که از طریق آن‌ها مهارت‌های حرکتی بر کارکردهای اجرایی مانند انعطاف‌پذیری شناختی اثر می‌گذارند، نیازمند تبیین تجربی است. پژوهش حاضر با هدف بررسی نقش میانجی فعالیت بدنی در رابطه بین شایستگی حرکتی و انعطاف‌پذیری شناختی در کودکان و نوجوانان، با کنترل متغیر سن انجام شد.

مواد و روش‌ها: طرح پژوهش حاضر توصیفی–همبستگی از نوع تحلیل مسیر مبتنی بر میانجی‌گری بود. جامعه آماری شامل دانش‌آموزان کودک و نوجوان بود که از میان آن‌ها نمونه‌ای به حجم ۴۷۶ نفر (۲۷۹ کودک و ۱۹۷ نوجوان؛ ۵۴٪ پسر و ۴۶٪ دختر) به روش نمونه‌گیری تصادفی خوشه‌ای انتخاب شدند. ابزارهای پژوهش شامل آزمون رشد حرکتی درشت اولریخ- ۲ (TGMD-2)، پرسشنامه های فعالیت بدنی (PAQ) و پرسشنامه انعطاف‌پذیری شناختی (CFI) بود. تحلیل داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار اس.پی.اس.اس نسخه ۲۹ و پردازش ماکرو هایز (مدل ۴) با روش بوت‌استروپ در سطح معناداری ۰.۰۵ انجام شد.

یافته‌ها: نتایج نشان داد که شایستگی حرکتی به‌طور مستقیم و مثبت پیش‌بین فعالیت بدنی است (B=0.333, P<0.001)؛ اما اثر مستقیم شایستگی حرکتی بر انعطاف‌پذیری شناختی معنادار نبود (B=0.011, P=0.738). در مقابل، شایستگی حرکتی به‌طور غیرمستقیم و از طریق فعالیت بدنی بر انعطاف‌پذیری شناختی اثر می‌گذاشت فعالیت بدنی نقش میانجی معناداری در این رابطه ایفا کرد و الگوی میانجی‌گری کامل تأیید شد.

نتیجه‌گیری: این نتایج حاکی از آن است که شایستگی حرکتی به‌تنهایی و به‌صورت مستقیم، تضمین‌کننده بهبود انعطاف‌پذیری شناختی نیست؛ بلکه با تسهیل فعالیت بدنی، بستر بهبود عملکردهای شناختی را در کودکان و نوجوانان فراهم می‌کند. بنابراین، مداخلات رشدی و آموزشی باید همزمان بر توسعهٔ مهارت‌های حرکتی و تضمین مشارکت واقعی در فعالیت بدنی متمرکز شوند.

کلید واژه‌ها: شایستگی حرکتی، انعطاف‌پذیری شناختی، فعالیت بدنی، کودکان، نوجوانان، تحلیل مسیر.

Copyright: © 2023 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

مقدمه

سلامت جسمانی و سلامت شناختی در دوران کودکی و نوجوانی، دو روی یک سکه رشدی هستند که سرنوشت تحصیلی، روانی و اجتماعی فرد را در بزرگسالی رقم می‌زنند. در سال‌های اخیر، نگرانی فزاینده‌ای درباره کاهش سطح فعالیت بدنی و ضعف مهارت‌های حرکتی در کودکان و نوجوانان، هم‌زمان با افزایش شیوع مشکلات توجه، حافظه کاری و انعطاف‌پذیری شناختی گزارش شده است؛ الگویی که پژوهشگران را به بازاندیشی در رابطه بنیادین حرکت و شناخت واداشته است. این هم‌زمانی، این پرسش اساسی را مطرح می‌کند که آیا ضعف در شایستگی حرکتی صرفاً یک مشکل جسمانی است، یا می‌تواند به‌عنوان یک نشانگر زودهنگام برای افت کارکردهای اجرایی و انعطاف‌پذیری شناختی نیز تلقی شود. پاسخ به این پرسش، مستلزم گذار از رویکردهای توصیفی به رویکردهای مکانیسم‌محور است؛ رویکردی که بتواند مسیرهای واسطه‌ای میان حرکت و شناخت را شناسایی و آزمون کند. پژوهش حاضر با اتخاذ چنین رویکردی، تلاش می‌کند نقش فعالیت بدنی را به‌عنوان یک حلقه واسطه رفتاری در رابطه شایستگی حرکتی و انعطاف‌پذیری شناختی در کودکان و نوجوانان تبیین کند (نیل–استرامکو و همکاران،[1] ۲۰۲۶). لذا در دهه‌های اخیر، رویکردهای نوین رفتاری، بر تفکیک‌ناپذیری ابعاد جسمانی و شناختی انسان، به‌ویژه در دوران رشد تأکید کرده‌اند (دوان و همکاران،[2] ۲۰۲۶، نیل–استرامکو و همکاران، ۲۰۲۶). این رویکردها نشان می‌دهند که شناخت و حرکت نه دو قلمرو جداگانه، بلکه دو جلوه به‌هم‌پیوسته یک سیستم پویا هستند که در تعامل با محیط شکل می‌گیرند. نتایج پژوهش‌ها نشان می‌دهد که فرآیندهای عالی شناختی مانند توجه[3]، حافظه کاری[4] و انعطاف‌پذیری شناختی[5] ریشه در تعاملات حسی–حرکتی بدن با محیط دارند. در دوران رشد کودکی و نوجوانی، مغز و سیستم حرکتی هم‌زمان و در هم‌افزایی با یکدیگر تکامل می‌یابند و ساختارهای مخچه و قشر پیش‌پیشانی مغز؛ که مسئول کنترل حرکتی و عملکردهای اجرایی هستند؛ مسیرهای عصبی متراکمی را به ایجاد می نمایند (شمس و همکاران، ۲۰۲۱). به بیان دیگر، تکوین مهارت‌های حرکتی و ارتقای شایستگی جسمانی نه صرفاً یک پیامد جانبی رشد، بلکه پیش‌شرط و بسترساز پویایی‌های شناختی است. با این حال، آنچه امروزه به‌عنوان مسئله نظری و کاربردی باقی مانده است، نه صرفاً اثبات همبستگی میان حرکت و شناخت، بلکه شناسایی سازوکارهای واسطه‌ای و شرایطی است که این پیوند را عملیاتی می‌کند؛ زیرا بدون شناخت این سازوکارها، امکان طراحی مداخلات هدفمند و مبتنی بر شواهد برای ارتقای هم‌زمان سلامت حرکتی و شناختی کودکان و نوجوانان محدود باقی می‌ماند. در این میان، شایستگی حرکتی[6]، که به مهارت و تبحر فرد در کنترل حرکات درشت و ظریف اطلاق می‌شود؛ به‌عنوان یکی از پایه‌های اصلی توسعه همه‌جانبه کودکان و نوجوانان شناخته می‌شود. بر اساس مدل نظری برجسته رشد حرکتی، مدل مفهومی استودن، شایستگی حرکتیِ پایه نه‌تنها بستر مشارکت فعال کودکان را در انواع فعالیت‌های بدنی فراهم می‌سازد، بلکه با بهبود کارایی یادگیری حرکتی و ادراک شایستگی، یک حلقه بازخورد مثبت ایجاد کرده که پیامدهای آن در ابعاد شناختی و عملکرد مغزی نیز بازتاب می نماید (لی و همکاران،[7] ۲۰۲۶). پژوهش‌های اخیر نشان می‌دهند که کودکان دارای شایستگی حرکتی بالاتر، از

[1] Neil-Sztramko et al.
[2] Duan et al.
[3] Attention
[4] Working Memory
[5] Cognitive Flexibility
[6] Motor Competence
[7] Lei et al.

پروفایل عملکردی بهینه‌تری در حوزه‌های شناختی برخوردارند (کاستل و همکاران،[1] ۲۰۲۶، سلامی و همکاران، ۲۰۲۳).

این شواهد، هرچند اهمیت شایستگی حرکتی را به‌عنوان یک سرمایه رشدی نشان می‌دهد، اما به‌تنهایی توضیح نمی‌دهد که چگونه این سرمایه حرکتی به بهبود کارکردهای اجرایی ترجمه می‌شود؛ پرسشی که پاسخ به آن، محور اصلی پژوهش حاضر است. از سوی دیگر، انعطاف‌پذیری شناختی به‌عنوان یکی از ارکان کلیدی عملکردهای اجرایی، نقشی تعیین‌کننده در سازگاری فرد با محیط‌های متغیر، بازداری پاسخ‌های نامناسب، تغییر کارآمد میان راهبردهای مختلف حل مسئله و دستیابی به موفقیت تحصیلی ایفا می‌کند (دایموند،[2] ۲۰۱۳). انعطاف‌پذیری شناختی به توانایی تغییر دیدگاه و انطباق مستمر با تقاضاها و اولویت‌های متغیر در شرایط پیچیده محیطی اطلاق می‌شود؛ مهارتی که به‌طور ویژه در دوران گذار از کودکی به نوجوانی، همگام با بلوغ ساختاری و کارکردی قشر پیش‌پیشانی مغز، یک جهش تکاملی حساس را تجربه می‌نماید. شواهد تجربی بیانگر آن است که نقص توسعه مهارت‌های حرکتی پایه می‌تواند با افت شاخص‌های توجه، کنترل مهاری و عدم توانایی در تغییر منعطف تکالیف ذهنی همراه باشد (ژو و همکاران،[3] ۲۰۲۶، هالتین و همکاران،[4] ۲۰۲۰). بنابراین، انعطاف‌پذیری شناختی نه یک توانایی حاشیه‌ای، بلکه یک سازه محوری در سلامت روانی–شناختی و موفقیت رشدی است که شناسایی پیشایندهای حرکتی و رفتاری آن از اولویت‌های پژوهش در دوره گذار رشدی محسوب می‌شود. با این وجود، با اینکه ارتباط مستقیم میان شایستگی حرکتی و ابعاد مختلف کارکردهای شناختی در پژوهش‌های مقطعی گزارش شده است، چگونگی و مکانیسم‌های دقیق این رابطه نیازمند واکاوی عمیق‌تر است. در این چارچوب، فعالیت بدنی نه‌تنها به عنوان یک رفتار سلامت‌محور، بلکه در نقش یک کاتالیزور قدرتمند برای شکل‌پذیری عصبی[5] و افزایش فاکتورهای نوروتروفیک مغزی عمل می‌کند (کاستل و همکاران، ۲۰۲۶، سلامی و همکاران، ۲۰۲۳). بر پایه فرضیه تحریک شناختی[6]، شرکت در فعالیت‌های بدنی متنوع و بازی‌های ساختاریافته، کودک را در موقعیت‌های پویایی قرار می‌دهد که به طور مستمر نیازمند ارزیابی مجدد موقعیت، پیش‌بینی رفتار همسالان و بازآرایی سریع الگوهای حرکتی و ذهنی است (لیو وهمکاران،[7] ۲۰۲۶، وود و همکاران،[8] ۲۰۲۳، روزن و همکاران،[9] ۲۰۲۰). به این ترتیب، کودکانی که از شایستگی حرکتی بالاتری برخوردارند، انگیزه و تمایل بیشتری برای شرکت در فعالیت‌های بدنی با شدت متوسط تا شدید[10] دارند و این تعامل فزاینده با محیط، بستر عصب‌شناختی لازم را جهت تقویت انعطاف‌پذیری شناختی هموار می‌سازد (ژانگ و همکاران، ۲۰۲۶، گانرود و همکاران،[11] ۲۰۲۰). در این چارچوب نظری، فعالیت بدنی به عنوان محتمل‌ترین حلقه گمشده و عامل میانجی مطرح می‌شود. با این حال، شواهد موجود درباره نقش واسطه‌ای فعالیت بدنی در رابطه شایستگی حرکتی و انعطاف‌پذیری شناختی، به‌ویژه در نمونه‌های ترکیبی کودکان و نوجوانان و با کنترل نظام‌مند متغیر سن، هنوز اندک و ناهمگون است؛ شکافی که پژوهش حاضر را ضروری می‌سازد.

[1] Castell et al.
[2] Diamond
[3] Xu et al.
[4] Haltin et al.
[5] Neuroplasticity
[6] Cognitive stimulation hypothesis
[7] Liu et al.
[8] Woods et al.
[9] Rosen et al.
[10] moderate-to-vigorous physical activity
[11] Gunnerud et al.

در این میان، تمرکز بر دوره حساس گذار از کودکی به نوجوانی از منظر تکاملی و نوروبیولوژیکی اهمیت را دوچندان می کند. این بازه سنی به عنوان پنجره‌ای بحرانی برای توسعه ساختاری و عملکردی قشر پیش‌پیشانی و اتصال‌های عصبی مرتبط با کنترل شناختی است (یاسین و وارسی، ۲۰۲۶). در دوران کودکی و نوجوانی، مغز بیشترین میزان انعطاف‌پذیری سیناپسی را تجربه می‌کند؛ به طوری که مداخله یا بهره‌مندی از تجربیات حرکتی غنی و مشارکت مستمر در فعالیت‌های بدنی، بیشترین تأثیر پایدار را بر بهینه‌سازی مسیرهای عصبیِ مسئول عملکردهای اجرایی و انعطاف‌پذیری شناختی بر جای می‌گذارد (لیو و همکاران، ۲۰۲۶، روسن و همکاران، ۲۰۲۰). بنابراین، شناخت پویایی‌های میان شایستگی حرکتی و شناخت در این سنین کلیدی، نه تنها به درک بهتر مکانیسم‌های رشد کمک می‌کند، بلکه زمینه را برای طراحی مداخلات پیشگیرانه و ارتقای بهداشت روانی–حرکتی نسل در حال رشد فراهم می‌سازد. از این‌رو، مطالعهٔ هم‌زمان این سازه‌ها در یک بازه رشدی حساس، هم ارزش نظری برای تبیین مکانیسم‌های رشد دارد و هم ارزش کاربردی برای طراحی مداخلات پیشگیرانه و ارتقای بهداشت روانی–حرکتی نسل در حال رشد.

مرور ادبیات نشان می‌دهد که بیشتر پژوهش‌های پیشین یا بر همبستگی ساده شایستگی حرکتی و شناخت متمرکز بوده‌اند، یا نقش فعالیت بدنی را به‌صورت مستقل و بدون آزمون مدل میانجی‌گری بررسی کرده‌اند. علاوه بر این، بسیاری از مطالعات، تفاوت‌های رشدی کودکان و نوجوانان را نادیده گرفته‌اند یا آن را به‌صورت نظام‌مند کنترل نکرده‌اند. پژوهش حاضر با به‌کارگیری مدل میانجی‌گری ساده و کنترل آماری سن، تلاش می‌کند این شکاف‌ها را پر کند و تصویری دقیق‌تر از مسیر اثر شایستگی حرکتی بر انعطاف‌پذیری شناختی از طریق فعالیت بدنی ارائه دهد. نوآوری روش‌شناختی این مطالعه، آزمون هم‌زمان اثر مستقیم و غیرمستقیم در یک نمونه ترکیبی از کودکان و نوجوانان با کنترل سن است؛ اقدامی که امکان تفکیک اثر ظرفیت حرکتی از اثر رفتار حرکتی را فراهم می‌سازد. در مجموع، ضرورت پژوهش حاضر را می‌توان در سه سطح خلاصه کرد: نخست، سطح نظری؛ زیرا به آزمون یک مدل مکانیسمی می‌پردازد که توضیح می‌دهد چگونه شایستگی حرکتی به انعطاف‌پذیری شناختی ترجمه می‌شود. دوم، سطح روش‌شناختی؛ زیرا با کنترل سن و استفاده از تحلیل بوت‌استروپ، اعتبار استنباط درباره اثر غیرمستقیم را افزایش می‌دهد. سوم، سطح کاربردی؛ زیرا یافته‌ها می‌توانند مبنای طراحی برنامه‌های آموزشی و حرکتی مبتنی بر شواهد برای ارتقای هم‌زمان شایستگی حرکتی، فعالیت بدنی و انعطاف‌پذیری شناختی در مدارس و محیط‌های رشدی باشند. بر همین اساس، پژوهش حاضر به دنبال پاسخ به این سؤال کلیدی است که؛ آیا فعالیت بدنی نقش میانجی معناداری در رابطه بین شایستگی حرکتی و انعطاف‌پذیری شناختی در کودکان و نوجوانان ایفا می‌کند؟

روش پژوهش

پژوهش حاضر توصیفی از نوع همبستگی با استفاده تحلیل مسیر علی–ارتباطی (مدل‌یابی میانجی‌گری) بود. جامعه آماری پژوهش را کلیه دانش‌آموزان کودک و نوجوان مشغول به تحصیل در سال تحصیلی ۱۴۰۲–۱۴۰۳ تشکیل دادند. بر اساس فرمول کوکران و توصیه‌های روش‌شناختی برای تحلیل‌های بوت‌استروپ مدل‌های رگرسیونی هایز، حجم نمونه ۴۷۶ نفر تعیین شد. شیوه نمونه‌گیری، تصادفی خوشه‌ای چندمرحله‌ای از مدارس بود. معیارهای ورود شامل: دامنه سنی ۷ الی ۱۸ سال، عدم سابقه بیماری‌های حاد اسکلتی–عضلانی یا اختلالات عصبی–تحولی تشخیص‌داده‌شده و رضایت آگاهانه کتبی وللدین و معیارهای خروج شامل: عدم تکمیل پرسشنامه‌ها و آزمون عملکردی، آسیب‌دیدگی حین اجرای

آزمون‌های حرکتی و عدم تمایل شـــرکت کننده برای ادامه همکاری در پژوهش بود.

ابزار

جهت جمع آوری داده های پژوهش از ابزارهای ذیل استفاده شد.

پرسشنامه اطلاعات دموگرافیک: برای سنجش سن، جنسیت، قد و وزن جهت محاسبه شاخص توده بدنی(BMI) ، سابقه ورزش سازمان‌یافته (سال) و نوع ورزش، و سطح تحصیلات والدین از این پرسشنامه استفاده شد.

جهت ارزیابی شایستگی حرکتی درشت **از آزمون رشد مهارت‌های حرکتی درشت – ویرایش دوم (TGMD-2)** [1] استفاده شد. این آزمون از دو بُعد مهارت‌های جابه‌جایی[2] شامل دویدن، پریدن، لی‌لی و مهارت‌های کنترل اشیاء[3] شامل پرتاب، دریافت و ضربه تشکیل شده که با مقیاس رتبه‌ای ۱ تا ۴ درجه‌بندی می شود. روایی صوری و سازه آزمون توسط متخصصان تربیت بدنی تایید و پایایی بازآزمایی بالاتر از ۰.۸۴ گزارش شده است (علی سلطانیان و همکاران، ۲۰۱۳).

پرسشنامه فعالیت بدنی کودکان و نوجوانان (PAQ-C / PAQ-A): برای ارزیابی میزان فعالیت بدنی، بسته به بازه سنی شرکت‌کنندگان از پرسشنامه استاندارد فعالیت بدنی کودکان (PAQ-C) برای سنین ۷ تا ۱۴ سال و نسخه نوجوانان (PAQ-A) برای سنین بالای ۱۴ سال استفاده شد. این پرسشنامه استاندارد شده سطوح فعالیت بدنی را در ۷ روز گذشته در موقعیت‌های مختلف (زنگ ورزش، اوقات فراغت، عصرها و پایان هفته) بر روی مقیاس ۵ درجه‌ای لیکرت (۱ = فعالیت بسیار کم تا ۵ = فعالیت بسیار زیاد) اندازه‌گیری می‌کند. همسانی درونی پرسشنامه با آلفای کرونباخ ۰.۸۲ تایید شد. رزمجویی و همکاران (۲۰۲۶) و ییلاقی افشاری و همکاران (۲۰۲۴) روایی و پایایی این پرسشنامه ها را در حد مطلوب گزارش نمودند.

پرسشنامه انعطاف‌پذیری شناختی (CFI)[4]: این مقیاس توسط دنیس و وندر وال[5] (۲۰۱۰) برای سنجش سازگاری شناختی فرد در مواجهه با موقعیت‌های چالش‌برانگیز، توانایی ارزیابی ادراکات جایگزین و جایگزین‌سازی تفکرات منعطف طراحی شده است. این پرسشنامه دارای ۲۰ گویه در قالب مقیاس لیکرت ۵ درجه‌ای است و نمرات بالاتر نشان‌دهنده انعطاف‌پذیری شناختی مطلوب‌تر است. پایایی این پرسشنامه نیز با آلفای کرونباخ ۰.۸۵تأیید شد. کهندانی و همکاران (۲۰۱۷) روایی و پایایی این پرسشنامه را در حد مطلوب گزارش نمودند.

روش اجرا

کلیه مراحل اجرای آزمون‌ها پس از اخذ مجوز از آموزش و پرورش و هماهنگی با مدیریت مدارس انجام گرفت. ارزیابی شایستگی حرکتی در سالن‌های سرپوشیده و استانداردهای ایمنی زیر نظر کارشناسان ارشد و دکتری رفتار حرکتی انجام شد و پرسشنامه‌های شناختی و فعالیت بدنی در فضایی آرام و با حضور پژوهشگر تکمیل گردید. پروتکل این پژوهش مطابق با اصول بیانیه هلسینکی اجرا شد؛ پیش از شروع، رضایت‌نامه آگاهانه کتبی از والدین و رضایت‌مندی شفاهی از دانش‌آموزان اخذ گردید.

روش های پردازش داده ها

ابتدا آمار توصیفی شامل میانگین و انحراف معیار برای متغیرهای پژوهش محاسبه گردید. برای بررسی نرمال بودن توزیع داده‌ها از شاخص‌های چولگی و کشیدگی استفاده شد. سپس به‌منظور بررسی نقش میانجی فعالیت بدنی در رابطه بین شایستگی حرکتی و انعطاف‌پذیری شناختی از تحلیل میانجی‌گری با استفاده از پردازش ماکرو (مدل ۴) هایز[6] (۲۰۱۸) استفاده شد. در این مدل، شایستگی حرکتی به‌عنوان متغیر پیش‌بین، فعالیت بدنی به‌عنوان متغیر میانجی گر و انعطاف‌پذیری شناختی به‌عنوان متغیر پیامد در نظر گرفته شد. همچنین سن به‌عنوان متغیر کنترل در مدل وارد شد. معناداری اثرات غیرمستقیم با

[1] Test of Gross Motor Development – Second Edition
[2] Locomotion
[3] Object Control/Manipulation
[4] Cognitive Flexibility Inventory (CFI)
[5] Dennis & Vander Wal
[6] Hayes

استفاده از روش بوت‌استرپ با ۵۰۰۰ نمونه بازنمونه‌گیری و فاصله اطمینان ۹۵ درصد مورد بررسی قرار گرفت. به‌منظور تحلیل داده‌ها از نرم‌افزار اس.پس.اس.اس نسخه ۲۹ استفاده شد.

یافته ها

در این پژوهش ۴۷۶ دانش‌آموز (۲۷۹ کودک و ۱۹۷ نوجوان) با میانگین سنی ۶/۷۱±۱۲/۸۶ سال مشارکت داشتند. میانگین شاخص توده بدنی (BMI) در جدول ارائه شده است که با توجه به رده سنی ۶ تا ۱۸ سال، در محدوده طبیعی قرار می‌گیرد. از نظر توزیع جنسیتی، ۵۴ درصد شرکت‌کنندگان پسر و ۴۶ درصد دختر بودند. میانگین سابقه فعالیت ورزشی در کل نمونه ۴۷/۲ ± ۵۰/۲ سال گزارش شد که بیشترین سهم در رشته‌های توپی (۵۹/۴۵ درصد) متمرکز بود. سایر اطلاعات جمعیت‌شناختی در جدول ۱ ارائه شده است.

جدول ۱. ویژگی‌های فردی آزمودنی‌ها (انحراف معیار± میانگین) (فراونی و درصد) در ۲ گروه کودکان و نوجوان

ویژگی‌های فردی		کودکان	نوجوانان	مجموع
فراوانی (درصد)		۲۷۹ (۵۸/۶۱)	۱۹۷ (۴۱/۳۹)	۴۷۶ (۱۰۰)
سن (سال)		۱۰/۴±۷۲/۲۱	۱۵/۸±۸۹/۲۷	۱۲/۶±۸۶/۷۱
قد ایستاده (سانتی‌متر)		۱۳۹/۲۰±۰۹/۷۳	۱۶۳/۱۴±۲۵/۳۴	۱۴۹/۲۱±۰۹/۸۷
وزن (کیلوگرم)		۴۱/۱۲±۴۴/۵۴	۵۷/۱۵±۷۶/۴۵	۴۸/۱۵±۲۰/۹۸
نمایه توده بدنی (کیلوگرم/مترمربع)		۲۱/۶±۵۷/۲۷	۲۱/۴±۵۴/۴۸	۲۱/۵±۵۶/۵۹
جنسیت (فراوانی)	پسر	۱۱۱	۱۴۴	۲۵۵
	دختر	۱۶۸	۵۳	۲۲۱
سابقه فعالیت ورزشی (سال)		۱/۱±۶۹/۳۹	۳/۳±۶۴/۱۳	۲/۲±۵۰/۴۷
رشته ورزشی (درصد)	توپی	۱۸/۴۹	۲۷/۱۰	۴۵/۵۹
	میدانی	۶/۳۰	۴/۲۰	۱۰/۵۰
	رزمی	۱۷/۰۲	–	۱۷/۰۲
	سایر	۱۶/۸۱	۱۰/۰۸	۲۶/۸۹
سطح تحصیلات والدین (درصد)	زیر دیپلم، دیپلم و کاردانی	۳۱/۰۹	۲۳/۳۲	۵۴/۴۱
	کارشناسی	۱۳/۶۶	۱۰/۰۸	۲۳/۷۴
	کارشناسی ارشد	۹/۸۷	۵/۲۵	۱۵/۱۳
	دکتری	۳/۹۹	۲/۷۳	۶/۷۲

در جدول ۲، میانگین و انحراف استاندارد متغیرهای شایستگی حرکتی، انعطاف‌پذیری شناختی و فعالیت بدنی به تفکیک دو گروه سنی ارائه شده است. در خصوص شایستگی حرکتی، میانگین امتیازی در هر دو گروه کودکان ۲/۵۹ و نوجوانان ۲/۵۱ فراتر از نقطه میانی طیف ۲/۵۰ بود که نشان‌دهنده برخورداری آزمودنی‌ها از سطح عملکرد حرکتی متوسط به بالا است. در ارزیابی انعطاف‌پذیری شناختی، نوجوانان با میانگین امتیازی ۲/۷۰، عملکردی اندکی بالاتر از کودکان با میانگین ۲/۶۷ را نشان دادند که این تفاوت جزئی، با روند رشدیِ تکامل عملکردهای اجرایی در طول گذار از کودکی به نوجوانی همسو است. نهایتاً، بررسی سطح فعالیت بدنی نشان داد که میانگین نمرات هر دو گروه در دامنه ۲/۳۴ تا ۳/۶۶ امتیاز قرار گرفته است؛ بر این اساس، می‌توان نتیجه گرفت که سطح فعالیت بدنی در هر دو گروه کودکان و نوجوانان در محدوده «متوسط» ارزیابی می‌شود.

جدول ۲. شاخص‌های توصیفی متغیرهای اصلی پژوهش برای دو گروه کودکان و نوجوانان (انحراف معیار± میانگین)

متغیرها		کودکان	نوجوانان
شایستگی حرکتی (محدوده ۴-۱)	جابه‌جایی	۲/۰±۵۷/۶۶	-
	دست‌کاری	۲/۰±۶۱/۶۶	-
	نمره کل	۲/۰±۵۹/۶۲	۲/۰±۵۱/۳۶
انعطاف‌پذیری شناختی (محدوده ۴-۱)		۲/۰±۶۷/۳۷	۲/۰±۷۰/۴۰
فعالیت بدنی (محدوده ۵-۱)		۲/۰±۸۲/۷۵	۲/۰±۸۹/۷۹

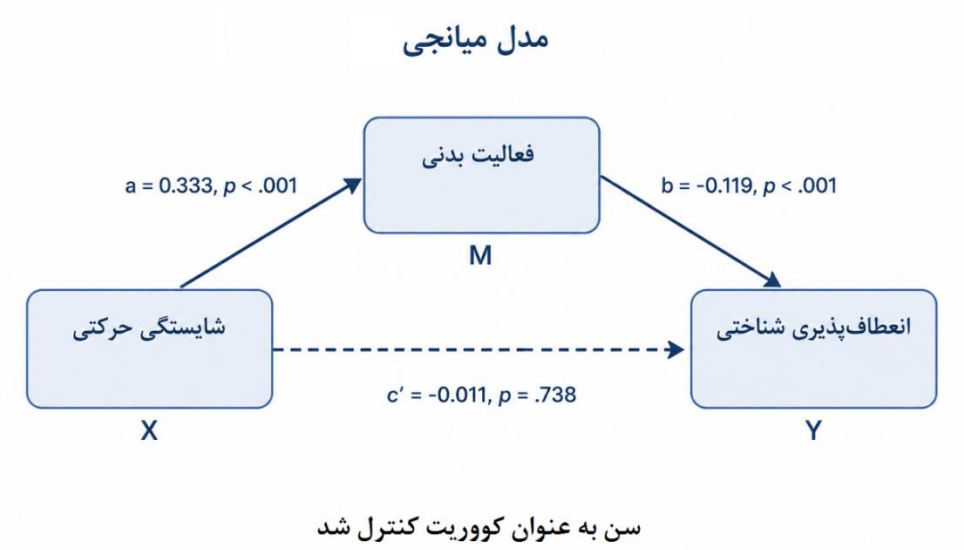
به‌منظور اطمینان از پیش‌فرض‌های آماری برای استفاده از آزمون‌های پارامتریک، توزیع داده‌ها از طریق شاخص‌های چولگی و کشیدگی مورد ارزیابی قرار گرفت. یافته‌ها نشان داد که مقادیر این شاخص‌ها برای تمامی متغیرهای اصلی در بازه استاندارد (±۱/۵) قرار دارد؛ بنابراین، توزیع داده‌ها نرمال بوده و استفاده از روش‌های آماری پارامتریک (مانند مدل‌سازی معادلات ساختاری) بلامانع است.

به‌منظور بررسی نقش میانجی فعالیت بدنی در رابطه بین شایستگی حرکتی و انعطاف‌پذیری شناختی، از مدل میانجی‌گری هایز استفاده شد. در این تحلیل، شایستگی حرکتی به عنوان متغیر پیش‌بین، فعالیت بدنی به عنوان متغیر میانجی، و انعطاف‌پذیری شناختی به عنوان متغیر ملاک در نظر گرفته شدند. همچنین، با توجه به اهمیت تفاوت‌های رشدی در نمونه کودکان و نوجولنان، سن به عنوان متغیر هم‌پراش یا کوواریانس وارد مدل شد تا اثر آن کنترل شود. پیش از اجرای تحلیل میانجی، مفروضه‌های لازم برای استفاده از مدل رگرسیون بررسی شد. نتایج بررسی‌های مقدماتی نشان داد که توزیع متغیرها بر اساس شاخص‌های چولگی و کشیدگی در دامنه قابل قبول قرار دارد و داده‌ها از نرمال بودن تقریبی برخوردار بودند. همچنین، با توجه به حجم نمونه نسبتاً مناسب پژوهش حاضر (n=۴۷۶)، توان آماری کافی برای اجرای تحلیل میانجی فراهم بود. برای بررسی معناداری اثرات غیرمستقیم نیز از روش بوت‌استرپ با ۵۰۰۰ بازنمونه‌گیری و فاصله اطمینان ۹۵ درصد استفاده شد. به منظور بررسی نقش میانجی فعالیت بدنی در رابطه بین شایستگی حرکتی و انعطاف‌پذیری شناختی، از مدل میانجی‌گری ساده هیز با ۵۰۰۰ بازنمونه‌گیری بوت‌استرپ و کنترل سن استفاده شد. نتایج نشان داد که مدل پیش‌بینی فعالیت بدنی معنادار بود (R^2=۰/۰۵۴، $F_{(۲,۴۷۳)}$ =۱۳/۳۸، p<۰/۰۰۱) و شایستگی حرکتی اثر مثبت و معناداری بر فعالیت بدنی داشت (p<۰/۰۰۱ ، B=۰/۳۳۳)، در حالی که اثر سن معنادار نبود (p=۰/۸۴۷). همچنین، مدل پیش‌بینی انعطاف‌پذیری شناختی نیز معنادار بود (R^2=۰/۰۵۹، $F_{(۲,۴۷۲)}$ =۹/۸۳، p<۰/۰۰۱). در این مدل، فعالیت بدنی اثر معناداری بر انعطاف‌پذیری شناختی نشان داد داشت (p<۰/۰۰۱ ، B=۰/۱۱۹)، اما اثر مستقیم شایستگی حرکتی معنادار نبود داشت (p=۰/۷۳۸ ، B=۰/۰۱۱). نتایج بوت‌استرپ نشان داد که اثر غیرمستقیم شایستگی حرکتی بر انعطاف‌پذیری شناختی از طریق فعالیت بدنی معنادار است (۹۵٪CI [-۰/۰۷۰ و -۰/۰۱۷] ، B= -۰/۰۴۰). این یافته‌ها بیانگر نقش میانجی کامل فعالیت بدنی در رابطه بین شایستگی حرکتی و انعطاف‌پذیری شناختی است. مدل میانجی فعالیت بدنی در رابطه بین شایستگی حرکتی و انعطاف‌پذیری شناختی در کودکان و نوجوانان با کنترل سن. در شکل ۱ نمایش داده شده است.

بحث و نتیجه‌گیری

هدف از پژوهش حاضر، بررسی پیوند شایستگی حرکتی و انعطاف‌پذیری شناختی و آزمون نقش میانجی فعالیت بدنی در کودکان و نوجوانان با کنترل سن بود. یافته‌های تجربی این پژوهش حاکی از سه نتیجه اساسی است :نخست، شایستگی حرکتی به‌طور مستقیم و مثبت پیش‌بین فعالیت بدنی است؛ دوم، اثر مستقیم شایستگی حرکتی بر

انعطاف‌پذیری شناختی از نظر آماری معنادار نیست (P=0.738) و سوم، فعالیت بدنی به‌طور معناداری رابطه شایستگی حرکتی و انعطاف‌پذیری شناختی را میانجی‌گری می‌کند و الگوی میانجی‌گری کامل را نشان می‌دهد. پیام محوری این الگو آن است که شایستگی حرکتی به‌تنهایی و به‌صورت مستقیم، تضمین‌کننده بهبود انعطاف‌پذیری شناختی نیست؛ بلکه سود شناختی آن از مسیر رفتار حرکتی، یعنی مشارکت واقعی در فعالیت بدنی، محقق می‌شود.



شکل ۱. مدل میانجی فعالیت بدنی در رابطه بین شایستگی حرکتی و انعطاف‌پذیری شناختی در کودکان و نوجوانان با کنترل سن.

یافته پژوهش پیرامون ارتباط مستقیم و مثبت شایستگی حرکتی و فعالیت بدنی همسو با مدل رشدی استودن[1] و همکاران (۲۰۰۸) است. مدلی که بر اساس آن، شایستگی حرکتی به منزله پیش‌شرط ضروری رفتاری عمل می‌کند و اثر آن بر مشارکت در فعالیت بدنی با افزایش سن تشدید می‌شود (ژانگ و همکاران، ۲۰۲۶). برپایه این دیدگاه، کودکانی که از تسلط کافی بر مهارت‌های بنیادی؛ مانند دویدن، پرتاب و هماهنگی دوطرفه؛ برخوردارند، در مواجهه با چالش‌های فعالیت های ورزشی دچار ناکامی حرکتی نمی‌شوند. این تسلط مکانیکی، زمینه شکل‌گیری شایستگی حرکتی ادراک‌شده مثبت را فراهم ساخته و میل به درگیری در فعالیت‌های حرکتی و ورزش‌های تیمی را در اوقات فراغت و ساعات مدرسه تسهیل می‌کند. در نقطه مقابل، کودکان با ضعف شایستگی حرکتی وارد چرخه منفی کم‌تحرکی می‌شوند؛ چرخه‌ای که لی و همکاران (۲۰۲۶) نشان دادند. در مطالعه آنان مهارت‌های توپی مسیر معناداری به فعالیت بدنی با شدت متوسط تا بالا داشتند، در حالی که مهارت‌های جابه‌جایی چنین مسیری نشان ندادند؛

[1] Stodden

نکته‌ای که بر اهمیت ویژه مهارت‌های کنترل شیء در تداوم مشارکت فعال دلالت دارد. این یافته افتراقی، یک هشدار روش‌شناختی مهم نیز به همراه دارد: سنجش شایستگی حرکتی به‌صورت یک نمره کل، ممکن است مسیرهای رشدی متمایز مهارت‌های جابه‌جایی و کنترل شیء را پنهان کند و در نتیجه، دقت پیش‌بینی مدل‌های میانجی را کاهش دهد.

یکی دیگر از یافته اصلی این مطالعه، عدم معناداری اثر مستقیم شایستگی حرکتی بر انعطاف‌پذیری شناختی و معناداری نقش میانجی فعالیت بدنی بود. اگرچه برخی پیشینه‌ها مانند واندرفلز[1] و همکاران (۲۰۱۵) همبستگی بین مهارت‌های حرکتی و عملکرد شناختی گزارش کرده‌اند، اما مدل‌های رگرسیونی کنترل‌شده نشان می‌دهند که برخورداری صرف از الگوهای بیومکانیکی صحیح، ذاتاً تغییر چشمگیری در زیرساخت‌های کارکرد اجرایی ایجاد نمی‌کند. شایستگی حرکتی ظرفیتی پایه‌ای فراهم می‌آورد که تبدیل آن به سازگاری‌های عصبی و انعطاف‌پذیری مغزی، مستلزم وساطت رفتاری مستقیم در قالب درگیری فعال در تجارب حرکتی، بازی و تمرین است. این تفسیر با یافته‌های لیو[2] و همکاران (۲۰۲۶) که نشان دادند اثر فعالیت بدنی بر کارکردهای اجرایی از مسیر هماهنگی حرکتی واسطه می‌شود، مطابقت دارد و نیز، با مطالعه دوان و همکاران (۲۰۲۶)، که میانجی‌گری‌های ناسازگار و نقش واسطه‌ای متغیرهای جسمانی در مسیر فعالیت بدنی به کارکردهای اجرایی را در نوجوانان تأیید کردند؛ همسوست. این سازوکار از دو منظر نوروبیولوژیک و تحریک شناختی قابل تبیین است: تبیین نوروبیولوژیک بیانگر این است که مشارکت در فعالیت بدنی با برانگیختن آبشارهای فیزیولوژیک قلبی–عروقی، ترشح فاکتورهای نوروتروفیک مشتق از مغز نظیر BDNF و IGF-1 را تحریک می‌کند (کستل و همکاران، ۲۰۲۶). این واسطه‌های زیستی به تکثیر سیناپسی و شکل‌پذیری ساختاری در نواحی کلیدی مغز از جمله قشر پیش‌پیشانی پشتی–جانبی (dlPFC) و اتصال‌های کورتیکال–ساب‌کورتیکال شتاب می‌بخشند؛ مناطقی که مستقیماً مسئول مهار، تصمیم‌گیری و انعطاف‌پذیری شناختی هستند (ژو و همکاران، ۲۰۲۶، هیلمن و همکاران، ۲۰۰۸). در تأیید و به‌روزرسانی این تبیین، فراتحلیل‌های اخیر نشان داده‌اند که مداخلات فعالیت بدنی با شدت متوسط تا شدید، به‌ویژه هنگامی که با نیازهای شناختی هم‌زمان (مانند بازی‌های تیمی و فعالیت‌های دارای بار شناختی) همراه باشند، بیشترین اندازه اثر را بر انعطاف‌پذیری شناختی کودکان و نوجوانان دارند؛ یافته‌ای که با فرضیه تحریک شناختی نیز هم‌راستاست. تسلط حرکتی ایستا، بدون تحرک واقعی و افزایش نیاز متابولیک، چنین پاسخی را برنمی‌انگیزد. همچنین؛ تبیین دیگر فرضیه تحریک شناختی است که بر پایه این دیدگاه، موقعیت‌های فعالیت بدنی و بازی‌های حرکتی متغیر (نظیر فعالیت‌های تیمی و توپی که بخش عمده‌ای از مشارکت‌کنندگان به آن اشتغال داشتند)، سرشار از عدم قطعیت‌های محیطی، پیش‌بینی رفتار هم‌تیمی‌ها، پردازش آنی نشانه‌های بینایی و بازآرایی فوری الگوهای عملیاتی هستند (ژو و همکاران، ۲۰۲۶). این چالش‌های پیوسته دقیقاً زیربنای اجرایی انعطاف‌پذیری شناختی را به کار می‌گیرند و ظرفیت جابه‌جایی میان راهبردهای حل مسئله

[1] van der Fels

[2] Liu

را ارتقا می‌دهند (دیاموند، ۲۰۱۳). از این منظر، آنچه انعطاف‌پذیری شناختی را تقویت می‌کند، نه صرفاً حرکت کردن، بلکه حرکت کردن در محیطی است که فرد را ناچار به تغییر مداوم راهبرد، بازداری پاسخ‌های و انتخاب پاسخ مناسب می‌کند؛ سازوکاری که در فعالیت‌های ورزشی باز و غیرقابل پیش‌بینی، بارزتر از تمرین‌های تکراری و بسته است.

در مجموع، الگوی میانجی‌گری کامل به‌دست‌آمده در این پژوهش، پیامدهای مهمی برای نظریه و عمل دارد. از منظر نظری، این یافته بر ضرورت گذار از مدل‌های اثر مستقیم حرکت بر شناخت به مدل‌های مسیرمحور تأکید می‌کند و نشان می‌دهد که فعالیت بدنی را باید نه یک متغیر جانبی، بلکه سازوکاری تبیینی و محوری در رابطه حرکت و شناخت دانست. از منظر کاربردی نیز این نتیجه دلالت بر آن دارد که برنامه‌های آموزشی و توان‌بخشی برای ارتقای کارکردهای اجرایی کودکان و نوجوانان باید هم‌زمان بر دو هدف متمرکز شوند: نخست، توسعه بنیادین مهارت‌های حرکتی به‌عنوان پیش‌شرط ورود به فعالیت؛ و دوم، تضمین مشارکت واقعی و پایدار در فعالیت‌های بدنی متنوع و چالش‌برانگیز .بر این اساس، صرف بهبود کیفیت اجرای مهارت‌های حرکتی، بدون فراهم‌سازی فرصت‌های عملی برای فعالیت بدنی، احتمالاً به بهبود معنادار انعطاف‌پذیری شناختی منجر نخواهد شد.

پژوهش حاضر نشان داد که شایستگی حرکتی در کودکان و نوجوانان، انعطاف‌پذیری شناختی را نه به‌طور مستقیم، بلکه از طریق فعالیت بدنی پیش‌بینی می‌کند. این یافته، فعالیت بدنی را به‌عنوان حلقه واسطه کلیدی میان ظرفیت حرکتی و کارکرد اجرایی معرفی می‌کند و بر اهمیت مداخلاتی تأکید می‌ورزد که توسعه مهارت حرکتی را با مشارکت فعال و مستمر در فعالیت‌های بدنی ترکیب می‌کنند. با این حال، تفسیر این نتایج باید با توجه به محدودیت‌های پژوهش انجام شود: طرح توصیفی–همبستگی حاضر، امکان استنباط علّی قطعی را فراهم نمی‌کند؛ سنجش فعالیت بدنی مبتنی بر خودگزارش‌گری است و ممکن است با سوگیری یادآوری همراه باشد؛ و شایستگی حرکتی صرفاً در بُعد مهارت‌های درشت و با یک ابزار فرایندمدار ارزیابی شده است. پژوهش‌های آینده بهتر است با طرح‌های طولی و مداخله‌ای، سنجش عینی فعالیت بدنی (مانند شتاب‌سنجی) و تفکیک مهارت‌های جابه‌جایی از کنترل شیء، مسیرهای علّی و افتراقی این رابطه را روشن‌تر سازند. در نهایت، یافته‌های این مطالعه از این ایده حمایت می‌کنند که ارتقای سلامت شناختی کودکان و نوجوانان، پیش از هر چیز مستلزم فراهم‌سازی فرصت‌های واقعی برای حرکت کردن و فعال بودن است؛ نه صرفاً آموزش مهارت‌های حرکتی به‌صورت انتزاعی و بدون بستر رفتاری.

ملاحظات اخلاقی

این پژوهش مطابق اصول اخلاقی پژوهش در علوم ورزشی انجام شده است. کلیه شرکت‌کنندگان با رضایت آگاهانه در مطالعه حضور داشته‌اند.

تشکر و قدردانی

از تمامی افرادی که در اجرای این پژوهش همکاری کردند، صمیمانه قدردانی می‌شود.

تعارض منافع

بنابر اظهار نویسندگان مقاله حاضر فاقد هرگونه تعارض منافع بوده است.

References

1. Alisoltanian M, Farokhi A, Jaberi A, ZareZadeh M, Ghorbani R. (2013). Evaluation of the reliability and construct validity of test of gross motor development-2 (Ulrich 2) in children of Semnan province. Koomesh.14(2):e152567. In Persian
2. Castell, M., Sitges, C., Cantallops, J., Leguizamo, F., & Muntaner-Mas, A. (2026). Association of Physical Activity, Perceived Physical Fitness, and Cognitive Performance in School-Aged Children: A Cross-Sectional Study From the Break4Brain Project. Mind, Brain, and Education, 20(3), e70055. https://doi.org/10.1111/mbe.70055
3. Dennis, J. P., & Vander Wal, J. S. (2010). The Cognitive Flexibility Inventory: Instrument development and estimates of reliability and validity. *Cognitive Therapy and Research*, *34*(3), 241–253. https://doi.org/10.1007/s10608-009-9276-4
4. Diamond, A. (2013). Executive functions. Annual Review of Psychology, 64(1), 135-168. https://doi.org/10.1146/annurev-psych-113011-143750
5. Duan, W., Wu, H., Wu, J., & Wang, J. (2026). Physical fitness components as mediators between physical activity and executive function in adolescents: a cross-sectional study. Frontiers in Public Health, 14, 1824502. https://doi.org/10.3389/fpubh.2026.1824502
6. Gunnerud HL, Ten Braak D, Reikerås EKL, Donolato E, Melby-Lervåg M. (2020). Is bilingualism related to a cognitive advantage in children? A systematic review and meta-analysis. Psychol Bull.146(12):1059-1083. https://doi.org/10.1037/bul0000301
7. Hulteen RM., Barnett LM., True L., Lander NJ., Del Pozo Cruz B., Lonsdale C. (2020). Validity and reliability evidence for motor competence assessments in children and adolescents: A systematic review. J Sports Sci. 38(15):1717-1798. https://doi.org/10.1080/02640414.2020.1756674
8. Kohandani, M., & Abolmaali Alhosseini, K. (2017). Factor structure and psychometric properties of Persian version of cognitive flexibility of Dennis, Vander Wal and Jillon. Psychological Models and Methods, 8(29), 53-70. In Persian
9. Lei, D., Liang, W., Yang, F., Liu, C., Zhou, L., & Wang, Z. (2026). The relationship between motor competence and physical activity of school-aged children: the mediating effect of physical fitness in China. BMC pediatrics, 26(1), 239. https://doi.org/10.1186/s12887-026-06590-3
10. Liu, J., Xu, Z., Fang, Y., Zheng, C., Wang, P., Wang, Z., Sun, F. (2026). Motor coordination mediates the relationship between physical activity and executive function among preschoolers. International Journal of Sport and Exercise Psychology, 24(5), 875-892. https://org/doi/10.1080/1612197X.2025.2487881
11. Neil-Sztramko, S. E., Caldwell, H., & Dobbins, M. (2021). School-based physical activity programs for promoting physical activity and fitness in children and adolescents aged 6 to 18. Cochrane Database of Systematic Reviews. 9(9):CD007651. https://doi.org/10.1002/14651858.cd007651.pub3
12. Razmjouei, S., Abedanzadeh, R., & Norouzi Seyyedhassani, E. (2026). Relationship of the Sleep Quality and Physical Activity with Perceived Academic Self-Efficacy among Children with Developmental Coordination Disorder. Journal of Applied Psychological Research, 17(2), 181-195. In Persian https://doi.org/10.22059/japr.2025.374124.644889
13. Rosen ML, Hagen MP, Lurie LA, Miles ZE, Sheridan MA, Meltzoff AN, McLaughlin KA. (2020). Cognitive Stimulation as a Mechanism Linking Socioeconomic Status With Executive Function: A Longitudinal Investigation. Child Dev. 91(4):e762-e779. https://doi.org/10.1111/cdev.13315

14. Salami S., Ribeiro Bandeira PF., Dehkordi PS., Sohrabi F., Martins C., Duncan MJ., Hardy LL., Shams A. (2023). Investigating the Construct Validity and Reliability of the Test of Motor Competence Across Iranians' Lifespan. Percept Mot Skills.130(2):658-679. https://doi.org/10.1177/00315125231152669
15. Shams A., Eslami Nosratabadi M., Sangari M., Mirmoezzi M. Effect of Cognitive Rehabilitation Combined With Physical Exercise on Sustained, Selective, and Alternating attention in School-aged Girls Attention-Deficit/Hyperactivity Disorder. IJPCP. 2021; 27 (3) :276-287. http://dx.doi.org/10.32598/ijpcp.27.3.3342.1
16. Stodden, D. F., Goodway, J. D., Langendorfer, S. J., Roberton, M. A., Rudisill, M. E., Garcia, C., Garcia, L. E. (2008). A developmental perspective on the role of motor skill competence in physical activity: An emergent relationship. Quest, 60(2), 290-306. https://doi.org/10.1080/00336297.2008.10483582
17. Van der Fels, I. M., Te Wierike, S. C., Hartman, E., Elferink-Gemser, M. T., Smith, J., & Visscher, C. (2015). The relationship between motor skills and cognitive skills in 4–16 year old typically developing children: A systematic review. Journal of science and medicine in sport, 18(6), 697-703. https://doi.org/10.1016/j.jsams.2014.09.007
18. Woods B, Rai HK, Elliott E, Aguirre E, Orrell M, Spector A. (2023). Cognitive stimulation to improve cognitive functioning in people with dementia. Cochrane Database Syst Rev. 1(1): CD005562. https://doi.org/10.1002/14651858.CD005562.pub3
19. Xu, Y., Qi, K., Dong, X., Xu, Q., Wang, S., Chen, D., Chen, A. (2026). Effects of cognitively engaging physical activity on executive function, mental health, and physical fitness in school-age children: a cluster-randomized controlled trial. BMC psychology. 14, 674. https://doi.org/10.1186/s40359-026-04339-2
20. Yasin, F., & Warsi, L. Q. (2026). Role of Physical Education in the Cognitive Development of Children at the Secondary Level. Review of Crime, Peace and Society, 3(2), 181-202. https://doi.org/10.71261/rcps/3.2.181
21. Yeylaghi Ashrafi, M. R. , Zameni, L. , Khalaji, H. (2024). Assessing the Validity and Reliability of the Persian version of the Physical Activity Questionnaire for Adolescents (PAQ-A) of 14-19 Years. Journal of Sport Management and Motor Behavior, 20(39), 69-102. https://doi.org/10.22080/jsmb.2021.19271.3385
22. Zhang, Z., Rao, Z., Liu, M., Han, J., Zheng, L. (2026). The relationship between physical exercise and learning engagement among chinese college students: the chain mediating roles of cognitive flexibility and psychological resilience. Frontiers in Psychology, 17, 1731426. https://doi.org/10.3389/fpsyg.2026.1731426