

Research Paper

Effectiveness of Physical Activity Course on Preschool Children's Working Memory: Emphasizing Environmental Change



Mohammad Jalilvand<sup>1</sup>, Hossein Samadi<sup>2</sup>, \*Amir Dana<sup>3</sup>

1. Department of Physical Education and Sport Sciences, Kermanshah Branch, Islamic Azad University, Kermanshah, Iran.
2. Department of Physical Education, Faculty of Psychology and Educational Sciences, Yazd University, Yazd, Iran.
3. Department of Physical Education, Tabriz Branch, Islamic Azad University, Tabriz, Iran.



**Citation** Jalilvand M, Samadi H, Dana A. Effectiveness of Physical Activity Course on Preschool Children's Working Memory: Emphasizing Environmental Change. Scientific Journal of Rehabilitation Medicine. 2021; 10(5):936-947. <https://doi.org/10.32598/SJRM.10.5.9>

<https://doi.org/10.32598/SJRM.10.5.9>



Received: 01 Mar 2020

Accepted: 25 Sep 2020

Available Online: 22 Nov 2021

**Keywords:**

Working Memory, Open Skills, Closed Skills, Preschool Children

**ABSTRACT**

**Background and Aims** Working memory is among the essential components of executive function. Due to the different physiological and cognitive needs of open and closed motor exercises, this study aimed to investigate and assess the effects of open and closed exercises on the working memory of preschool children.

**Methods** This study was quasi-experimental with pre-test and post-test design. Thirty preschool children in Kermanshah were randomly divided into two open and closed exercise groups. Before the exercise protocol, all participants underwent Wechsler Intelligence Test and working memory pre-test with N-back software. Each group performed their one-hour training sessions for 12 weeks (three sessions per week). The exercise intensity was set at (60±5%) of the heart rate reserve level (HRR), with HR being monitored by a heart rate monitor. Data analysis was performed using the analysis of covariance (ANCOVA) by SPSS software v. 23.

**Results** The findings revealed a significant difference between open skill training (OSE) and closed skill training (CSE) ( $P \leq 0.05$ ). OSE compared to CSE had a more significant effect on increasing children's working memory.

**Conclusion** The findings demonstrated that 12 weeks of OSE has a more significant effect on increasing the working memory of preschool children (compared to CSE). Therefore, it is recommended that preschool children participate in OSE (higher cognitive load) to improve their working memory.

**Extended Abstract**

**1. Introduction**

**B**ackground & Objectives: One of the most critical pillars of executive function is working memory. Working memory is a theoretical structure pertinent to the primary mechanism or system for storing and processing information related to tasks while performing a cognitive function. Working memory

stores information. Moreover, mental review, coding, organizing, and retrieving information are performed in working memory. Working memory allows multiple pieces of information to be stored in the brain simultaneously. It is essential for complex cognitive processes, such as spoken and written language comprehension, mental calculation, reasoning, and problem-solving. These capabilities make working memory among the fundamental pillars in high-level cognitive processing.

**\* Corresponding Author:**

**Amir Dana**

**Address:** Department of Physical Education, Tabriz Branch, Islamic Azad University, Tabriz, Iran.

**Tel:** +98 (911) 6356581

**E-Mail:** amirdana@iaut.ac.ir

The beneficial effects of physical activity and exercise on physical health have been well established and documented among all age groups. Recently, an increasing number of researchers have focused on examining the relationship between exercise and cognitive function. Evidence has shown a relationship between physical fitness and various aspects of cognitive function. Even though research has demonstrated that appropriate physical activity programs and interventions can improve executive function, most studies on physical activity and performance improvement compare one type of exercise with the control group or examine quantitative aspects of exercise (for example, the number of sessions or the intensity of exercise) and the impact of different exercise methods. The body has consequently been less studied due to the cognitive load and the level of information processing in executive functions. Due to the different physiological and cognitive needs of open and closed motor exercises, this study aimed to investigate the effect of open and closed exercises on the working memory of preschool children.

## 2. Methods

This research was applied in purpose and quasi-experimental with pre-test-post-test design in implementation and data collection. The statistical population of this study included all preschool children aged 6-7 years in Kermanshah. A total of 30 students from these centers were selected to participate in the present study. At first, all children's working memory was recorded in the pre-test and the subjects were randomly organized into two groups of open and closed exercises (n=15).

The criteria for entering the study were having natural intelligence (score: 90-110) and the absence of disease or specific physical and psychological problems. Written consent was obtained from all parents of the participants and the studied protocols were approved by experts and trainers. Before performing the training protocol, all participants took the Wechsler intelligence test and working memory in pre-test with N-back software. Participants in each group performed their own one-hour training sessions for 12 weeks.

Exercise intensity was adjusted to about 60% ( $\pm 5\%$ ) of the stored heart rate using a pacemaker. The Wechsler IQ scale for preschool children was utilized to measure the children's IQ. The Wechsler intelligence scale for preschool children consists of 11 subtests that calculate two scales: verbal intelligence (six subtests), nonverbal intelligence (5 subtests), and total IQ. Analysis of covariance (ANCOVA) was used to analyze data using SPSS software v. 23.

## 3. Results

The present study is the first to compare the impact of exercise (open & closed) on the working memory of preschool children in Iran. The analysis of covariance findings demonstrated a positive effect of exercises; specifically, open exercises had a more significant impact on improving the working memory of preschool children than closed exercises. The independent t-test results showed no significant difference in the pre-test scores of working memory of groups performing open and closed exercises ( $P < 0.238$ ;  $t = 1.207$ ). Furthermore, the findings of the dependent t-test revealed the significant effect of open exercises ( $P < 0.001$ ;  $t = 6.14$ ) and closed exercises ( $P < 0.001$ ;  $t = 4.65$ ) on improving working memory. ANCOVA was utilized to evaluate the effect of open and closed exercises on working memory in the post-test stage. After that, the assumptions of the ANCOVA were examined.

The findings of the Shapiro-Wilk test (checking the normality of the data) indicated that the data were normal. In addition, the hypothesis of homogeneity of variance between groups for the dependent variable was confirmed via Leven's test. Considering the assumptions of the ANCOVA, this test was utilized to assess the data. The findings showed that by considering pre-test scores as complementary variables (auxiliary), the difference between the scores of the two groups of open and closed exercises was significant in improving working memory (level:  $P \leq 0.05$ ). Furthermore, open exercises had a superior impact on the working memory of preschool children.

## 4. Discussion

Although the present study provided promising evidence for educators and occupational therapists, it had limitations and constraints. Since the present study was conducted only on the working memory component of preschool children, the findings obtained from the study cannot be generalized to all components of executive functions and all age groups. Another limitation of the research was the lack of a follow-up stage. Therefore, it is recommended that follow-up periods with short-term and long-term intervals be used to examine the effectiveness of the results more accurately in future research. Future research should include other aspects of training, including different training intensities, considering the cognitive-motor continuity dimension of skills, and considering other executive functions at various ages. The present study findings indicated the positive impact of 12 weeks of open skills exercise (OSE) compared to closed skills exercise (CSE) on the working memory of preschool children. These results indicated the need for more attention

to these exercises and their ability to consider stimuli in the environment as one of the requirements for performing work memory tasks, such as the N-back task, used in the present study.

## **Ethical Considerations**

### **Compliance with ethical guidelines**

This study was approved by the ethics committee from the Kermanshah University of Medical Sciences (Code: IR.KUMS.REC.1398.181). Also, all ethical principles are considered in this article. The participants were informed about the purpose of the research and its implementation stages. They were also assured about the confidentiality of their information and were free to leave the study whenever they wished, and if desired, the research results would be available to them.

### **Funding**

This research did not receive any grant from funding agencies in the public, commercial, or non-profit sectors (Code: IR.KUMS.REC.1398.181)

### **Authors' contributions**

Conceptualization and Methodology: Mohammad Jalilvand; Analysis, Investigation, resources, Draft preparation, Editing and review: Hossein Samadi and Amir Dana; Supervision and Project administration: All authors

### **Conflict of interest**

The authors declared no conflict of interest.

### **Acknowledgments**

The authors thank all the participants in the this study.

مقاله پژوهشی

اثربخشی یک دوره فعالیت بدنی بر حافظه کاری کودکان پیش دبستانی: تأکید بر تغییر پذیری محیط

محمد جلیوند<sup>۱</sup>، حسین صمدی<sup>۲</sup>، امیر دانا<sup>۳</sup>

۱. گروه تربیت بدنی و علوم ورزشی، واحد کرمانشاه، دانشگاه آزاد اسلامی، کرمانشاه، ایران.
۲. گروه تربیت بدنی، دانشکده روانشناسی و علوم تربیتی، دانشگاه یزد، یزد، ایران.
۳. گروه تربیت بدنی، واحد تبریز، دانشگاه آزاد اسلامی، تبریز، ایران.

چکیده

تاریخ دریافت: ۱۱ اسفند ۱۳۹۸  
تاریخ پذیرش: ۰۴ مهر ۱۳۹۹  
تاریخ انتشار: ۰۱ آذر ۱۴۰۰

**مقدمه و اهداف:** یکی از ارکان مهم کارکردهای اجرایی، حافظه کاری است. هدف پژوهش حاضر با توجه به نیازهای فیزیولوژیکی و شناختی متفاوت تمرینات حرکتی باز و بسته، بررسی تأثیر تمرینات باز و بسته بر حافظه کاری کودکان پیش دبستانی است.

**مواد و روش‌ها:** این پژوهش نیمه تجربی با طرح پیش‌آزمون و پس‌آزمون است. ۳۰ کودک پیش‌دبستانی به صورت تصادفی در دو گروه تمرینی باز و بسته قرار گرفتند. قبل از اجرای پروتکل تمرینی از کلیه شرکت‌کنندگان، آزمون هوش و کسلر و پیش‌آزمون حافظه کاری با نرم افزار N-back گرفته شد. شرکت‌کنندگان هر گروه به مدت ۱۲ هفته و هر هفته ۳ جلسه ۱ ساعته تمرینات مخصوص به خود را انجام دادند. شدت تمرین در حدود (۶۰±۵٪) ضربان قلب ذخیره با استفاده از ضربان‌سنج تنظیم شد. برای تجزیه و تحلیل داده‌ها از آزمون تحلیل کوواریانس در نسخه ۲۳ نرم‌افزار SPSS استفاده شد.

**یافته‌ها:** نتایج پژوهش، تفاوت معناداری را بین تمرین مهارت‌های باز در مقایسه با تمرین مهارت‌های بسته نشان داد (P≤۰/۰۵)، به طوری که تمرین باز در مقایسه با تمرین بسته اثر بیشتری در افزایش حافظه کاری کودکان پیش دبستانی داشت.

**نتیجه‌گیری:** نتایج پژوهش نشان داد ۱۲ هفته تمرین باز در مقایسه با تمرین بسته تأثیر بیشتری در افزایش حافظه کاری کودکان پیش‌دبستانی دارد. بنابراین، پیشنهاد می‌شود کودکان پیش‌دبستانی برای بهبود حافظه کاری در تمرین مهارت‌های باز که دارای بار شناختی بالاتری هستند، شرکت کنند.

کلیدواژه‌ها:

حافظه کاری، مهارت‌های باز، مهارت‌های بسته، کودکان پیش‌دبستانی

مقدمه و اهداف

روزمه دارد و در حال حاضر مورد توجه پژوهش‌های بسیاری قرار گرفته است [۴، ۳]. یکی از مهم‌ترین ارکان کارکردهای اجرایی، حافظه کاری است. حافظه کاری یک سازه نظری است که به مکانیسم یا سیستم اصلی نگهداری و پردازش اطلاعات مربوط به تکالیف در حین انجام یک کار شناختی اشاره دارد. حافظه کاری اطلاعات را نگهداری می‌کند. مرور ذهنی، کدگذاری، سازماندهی و بازیابی اطلاعات در حافظه کاری انجام می‌شود. حافظه کاری اجازه می‌دهد تا چندین قطعه از اطلاعات به طور هم‌زمان و مرتبط در ذهن نگه داشته شود و برای فرآیندهای پیچیده شناختی مانند درک زبان گفتاری و نوشتاری، محاسبه ذهنی، استدلال و حل مسئله ضروری است [۵]. این قابلیت‌ها سبب می‌شود تا حافظه کاری به‌عنوان یکی از ارکان اساسی در پردازش‌های شناختی سطوح بالا منظور شود. مطالعات

عملکرد شناختی به فرآیندهای ذهنی کسب دانش و فهمیدن از طریق فکر، تجربه و حواس مربوط می‌شود و شامل ادراک، توجه، پردازش بصری و فضایی، زبان، حافظه و عملکردهای اجرایی است [۱]. عملکرد اجرایی، به‌عنوان کنترل شناختی خواننده می‌شود و به فرآیندهای شناختی خودنظم‌دهنده و مرتبه بالاتر اشاره دارد که به نظارت و کنترل فکر و عمل کمک می‌کنند [۲]. عملکرد اجرایی شامل حافظه کاری، کنترل مهارتی، انعطاف‌پذیری شناختی، استدلال، برنامه‌ریزی و حل مسئله است. کارکردهای اجرایی طی دوره کودکی و نوجوانی پیشرفت می‌کنند و در عملکرد افراد در حیطه‌های شناختی، رفتاری و تعاملات اجتماعی نقش مهمی دارند. عملکرد اجرایی نقش اساسی در زندگی

\* نویسنده مسئول:

امیر دانا

نشانی: تبریز، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد تبریز، گروه تربیت بدنی.

تلفن: ۶۳۵۶۵۸۱ (۹۱۱) ۹۸+

رایانامه: ri.ca.tuai@anadrma

به شرکت کنندگان در تمرین مهارت‌های بسته دارند [۲۵-۲۲]. برای مثال کروا<sup>۳</sup> و همکاران [۲۶] در پژوهش خود اثربخشی ۶ ماه تمرین مهارت‌های باز (تنیس روی میز) در مقایسه با مهارت بسته (ایروبیک) بر کارکردهای اجرایی کودکان دارای اضافه وزن ۹-۱۰ ساله را بررسی کردند. نتایج نشان داد تمرین مهارت‌های باز به دلیل وجود بار شناختی بیشتر در مقایسه با تمرین بسته باعث بهبود حافظه کاری و بازداری پاسخ در این کودکان می‌شود. همچنین جلیوند و سوری [۲۷] در پژوهشی به بررسی تأثیر ۱۲ هفته تمرینات باز و بسته بر توجه پایدار و حافظه کاری کودکان بیش‌فعال پرداختند. نتایج حاکی از برتری تمرینات مهارت باز نسبت به تمرینات بسته در بهبود توجه پایدار و حافظه کاری بود. با این حال، اشمیت<sup>۴</sup> و همکاران [۲۸] در پژوهش خود اثربخشی ۶ هفته تمرین مهارت‌های باز (بازی‌های تیمی) در مقابل تمرین مهارت‌های بسته (ایروبیک) را در انعطاف‌پذیری شناختی کودکان ۱۰-۱۲ ساله نشان دادند، اما در حافظه کاری و بازداری شناختی تفاوتی مشاهده نشد. همچنین بکر<sup>۵</sup> و همکاران [۳] در پژوهش خود تفاوت معناداری را بین تمرین مهارت‌های باز (بسکتبال، سافتبال، تنیس و فوتبال) و تمرین مهارت‌های بسته (شنا، گلف و دو و میدانی) در مؤلفه‌های کارکرد اجرایی (حافظه کاری، انعطاف‌پذیری و بازداری پاسخ) به دست نیاوردند. این نتایج نشان می‌دهد رابطه مشخصی بین انواع خاص تمرین و عملکردهای شناختی وجود دارد و میزان پیشرفت در مؤلفه‌های کارکردهای شناختی به نوع فعالیت بدنی مربوط است.

مطالعات اخیر تأثیر تمرینات با پیچیدگی و بار شناختی مختلف را بر کارکردهای اجرایی مورد بررسی قرار داده است. یافته‌های موجود در ادبیات تحقیقاتی تا حدودی متناقض است. با توجه به ماهیت لذت‌بخش فعالیت بدنی برای کودکان، اثرات مثبت این فعالیت‌ها بر بهبود کارکردهای اجرایی، نظر به تناقضات اشاره شده در زمینه اثر انواع فعالیت بدنی بر کارکردهای اجرایی و کمبود پژوهش‌ها در زمینه بررسی اثر کیفیت تمرینات بدنی از نظر ویژگی پردازش اطلاعات و بار شناختی بر کارکردهای اجرایی کودکان، پژوهش حاضر سعی دارد به این سؤال پاسخ دهد که نوع تمرینات باز (تنیس روی میز، فوتبال و بسکتبال) و بسته (ایروبیک، ژیمناستیک و دارت) اثر متفاوتی بر حافظه کاری کودکان پیش‌دبستانی دارد؟

### مواد و روش‌ها

این پژوهش از نظر هدف جزء پژوهش‌های کاربردی و از نظر نحوه اجرا و شیوه گردآوری داده‌ها جزء پژوهش‌های نیمه تجربی با طرح پیش‌آزمون-پس‌آزمون است. جامعه آماری این پژوهش شامل کلیه کودکان پیش‌دبستانی ۶-۷ ساله شهر کرمانشاه بود.

نشان داده‌اند حافظه کاری نقش مهمی در عملکرد بسیاری از کارهای شناختی و تعیین ویژگی‌های فردی مانند ضریب هوشی عمومی و دستاوردهای مدرسه بازی می‌کند. به‌طور خاص، مطالعات با استفاده از رویکرد تفاوت فردی دریافته‌اند که ظرفیت حافظه کاری به مهارت درک زبان، حل مشکلات ریاضی و پیروی از دستورالعمل‌های آموزشی کمک می‌کند [۳].

اثرات مفید فعالیت بدنی و ورزش بر سلامت جسمی در بین همه گروه‌های سنی به خوبی تأیید شده است و اخیراً تعداد بسیاری از محققان توجه زیادی به بررسی ارتباط بیشتر بین ورزش و عملکرد شناختی داشته‌اند [۱۰-۶]. شواهد موجود نشان داده است بین آمادگی بدنی و جنبه‌های مختلف عملکردهای شناختی رابطه وجود دارد [۱۱، ۱۲]. پژوهش‌ها نشان داده است برنامه‌ها و مداخلات مناسب فعالیت بدنی می‌تواند عملکرد اجرایی را ارتقاء بخشد [۱۴]. با این حال اغلب مطالعات صورت گرفته در زمینه فعالیت بدنی و بهبود کارکردهای اجرایی به مقایسه یک نوع تمرین بدنی با گروه کنترل و یا بررسی جنبه‌های کمی تمرین (برای مثال تعداد جلسات یا شدت تمرین) پرداخته است و تأثیر روش‌های مختلف تمرین بدنی با توجه به میزان بار شناختی و سطح پردازش اطلاعات بر کارکردهای اجرایی کمتر مورد مطالعه قرار گرفته است. مطالعات اخیر نشان می‌دهد میزان پیشرفت در عملکرد شناختی از طریق فعالیت بدنی ممکن است به ویژگی‌های فعالیت‌های بدنی مربوط باشد [۱۵، ۱۶، ۱۷]. با توجه به تغییرپذیری و تأثیرات محیط بر مهارت‌های حرکتی و میزان بار پردازشی و شناختی، مهارت‌های حرکتی را می‌توان به مهارت‌های باز و بسته تقسیم کرد [۱۸]. تمرین مهارت‌های باز<sup>۱</sup> در محیطی پویا و متغیر انجام می‌شود، در حالی که تمرین مهارت‌های بسته<sup>۲</sup> در یک محیط قابل پیش‌بینی و پایدار اتفاق می‌افتد. مهارت‌های باز (به‌عنوان مثال، تنیس روی میز، تنیس، اسکواش، بسکتبال، یا بوکس) شامل محیط‌های غیرقابل پیش‌بینی، تصمیم‌گیری فعال و سازگاری مداوم است که شرکت کنندگان باید پاسخ‌ها را به محرک خارجی که به‌طور تصادفی اتفاق می‌افتد، تغییر دهند. مهارت‌های باز عمدتاً ادراکی و دارای ریتم بیرونی هستند و فرد برای اجرای موفقیت‌آمیز باید متناسب با تغییر ویژگی‌های محیط عمل نماید. در مقابل مهارت‌های بسته (به‌عنوان مثال، دویدن، شنا، دوچرخه سواری، گلف یا تیراندازی با کمان) در محیط نسبتاً پایدار و قابل پیش‌بینی انجام می‌شود که در آن اعمال حرکتی، الگوهای برنامه‌ریزی شده را دنبال می‌کنند. مهارت‌های بسته تمایل به داشتن ریتم درونی دارند، زیرا خواست‌های شناختی و الزامات تصمیم‌گیری آن‌ها کمتر است [۱۹، ۲۰]. این دو نوع تمرین به سبب ماهیت پردازشی خود ممکن است اثر متفاوتی بر حیطه‌های شناختی مختلف و فرآیندهای عصبی بگذارند [۲۱]. همچنین برخی مطالعات نشان می‌دهد تمرین مهارت‌های باز عملکرد بهتری در برخی از جنبه‌های عملکرد اجرایی نسبت

3.CROVA  
4.Schmidt  
5.Becker

1. Open skill exercise (OSE)  
2. Closed skill exercise (CSE)

## ابزار مورد استفاده

### آزمون بهره هوشی یا هوش بهر

برای سنجش بهره هوشی کودکان از مقیاس هوشی وکسلر برای کودکان پیش دبستانی استفاده شد. مقیاس هوش وکسلر برای کودکان پیش دبستانی شامل ۱۱ خرده آزمون است که دو مقیاس هوش کلامی (شش خرده آزمون) و غیر کلامی (۵ خرده آزمون) و بهره هوشی کل را محاسبه می کند. هنجاریابی آزمون وکسلر کودکان توسط رضویه و شهیم [۲۲] انجام شده است.

### آزمون حافظه کاری

برای سنجش حافظه کاری از آزمون N-back استفاده شد. این آزمون یکی از پرکاربردترین ابزارهای است که به فرهنگ خاصی وابسته نبوده است و برای نخستین بار در سال ۱۹۵۸ توسط کرشنر<sup>۱۲</sup> طراحی شد و نسخه رایانه‌ای آن در سال ۲۰۰۸ توسط جاگی<sup>۱۳</sup> و همکاران مورد استفاده قرار گرفت. در این آزمون تعدادی محرک بینایی به صورت پی در پی بر روی صفحه مانیتور ظاهر می شود و آزمودنی باید در شرایط با بار متفاوت حافظه کاری پاسخ دهد. در این آزمایش از سطح با بار کم استفاده شد که فرد می بایست صورت تشابه هر محرک با محرک قبل، کلید یک و در غیر این صورت کلید شماره دو (کلید هدف) را فشار می داد. طراحی این تکلیف به گونه‌ای است که در تمام مراحل، افراد مجبور هستند به همه محرکها پاسخ دهند. بنابراین، این تکلیف نیازمند یک کنترل مداوم و به روز کردن اطلاعات در حافظه کاری است. این آزمون از اعتبار قوی برخوردار است و در مطالعات بالینی و تجربی در سنین مختلف مورد استفاده گسترده‌ای قرار گرفته و اعتبار آن با چندین آزمون دیگر که حافظه کاری را می سنجد، نشان داده شده است. [۳۳-۳۵]

### روش های تجزیه و تحلیل داده ها

برای تجزیه و تحلیل داده های گردآوری شده در سطح توصیفی از گرایش های مرکزی و پراکندگی استفاده شد. سپس نرمال بودن متغیر وابسته به کمک آزمون کولموگوروف-اسمیرنوف<sup>۱۴</sup> بررسی و در نهایت از روش تحلیل کوواریانس در نسخه ۲۳ نرم افزار SPSS برای آزمون فرضیه پژوهش استفاده شد.

### یافته ها

**جدول شماره ۱** اطلاعات جمعیت شناختی شرکت کنندگان (جنسیت، سن و بهره هوشی) در دو گروه تمرین مهارت های باز و بسته نشان می دهد.

12. Kirchner
13. Jaeggi
14. Kolmogorov-Smirnov test

تعداد ۳۰ نفر از دانش آموزان این مراکز به صورت در دسترس برای شرکت در پژوهش حاضر انتخاب شدند. در ابتدا پیش آزمون حافظه کاری همه کودکان ثبت شد و آزمودنی ها به طور تصادفی در دو گروه با تعداد ۱۵ نفر برای تمرینات باز و بسته سازماندهی شدند. ملاک ورود به پژوهش، داشتن هوش طبیعی (نمره ۹۰ تا ۱۱۰) و عدم وجود بیماری، مشکلات جسمانی و روان شناختی خاص بود. از تمام والدین شرکت کنندگان موافقت کتبی گرفته شد و پروتکل های مورد مطالعه توسط کارشناسان و مربیان مورد تأیید قرار گرفتند.

### روش اجرا

#### شرایط تمرینی مهارتی باز و بسته

شرکت کنندگان در گروه مهارتی باز طی ۱۲ هفته، هر هفته ۳ جلسه و به مدت یک ساعت پروتکل تمرینی خود را انجام دادند. برنامه تمرینی گروه مهارت های باز شامل ۱۰ دقیقه حرکات کششی برای گرم کردن، ۱۵ دقیقه بازی تنیس روی میز تعدیل شده، ۱۵ دقیقه بازی مینی فوتبال، ۱۵ دقیقه بازی بسکتبال تعدیل شده و در آخر برنامه سرد کردن بدن بود. مطابق مدل رشد مشارکت ورزشی<sup>۶</sup>، کودکان سن ۶-۱۲ سال برای بهره مندی از پیامدهای ورزشی و روان شناختی می توانند در بازی های سنجیده<sup>۷</sup> مبتنی بر لذت و سرگرمی شرکت کنند. بنابراین در پژوهش حاضر سعی شد تا با استفاده از رویکرد مبتنی بر بازی و رویکرد قیود محور<sup>۸</sup> از طریق دستکاری قیود (تعدیل قوانین، استفاده از وسایل بازی با توجه به ابعاد بدنی کودکان، ساده سازی مهارت ها و کاهش نیازهای تکنیکی)، بازی های هدف مند طراحی شود [۲۹، ۳۰]. برنامه تمرینی گروه بسته شامل ۱۰ دقیقه حرکات کششی، ۱۵ دقیقه تمرینات ایروبیک، ۱۵ دقیقه تمرینات مهارت های پایه ژیمناستیک، ۱۵ دقیقه دارت و در نهایت سرد کردن بدن بود. در پروتکل تمرینی ذکر شده عمدتاً از مطالعات قبلی [۲۸، ۲۶، ۳] اقتباس محتوایی شد و روایی محتوایی آن توسط چند متخصص ورزشی مورد تأیید قرار گرفت.

قبل از اجرای پروتکل تمرینی از کلیه شرکت کنندگان آزمون هوش وکسلر<sup>۱</sup> و پیش آزمون حافظه کاری با نرم افزار N-back گرفته شد. سپس شرکت کنندگان برنامه تمرینات مربوط به گروه خود را انجام دادند. شدت تمرین در ۶۰ درصد ( $60 \pm 5$ ) ضربان قلب ذخیره<sup>۱۰</sup> با نظارت محققین و با استفاده فرمول کارونن<sup>۱۱</sup> و ساعت ضربان سنج تنظیم می شد. [۳۱]

6. Developmental Model of Sport Participation (DMSP)
7. Deliberate play
8. Constraint led approach
9. Wechsler Intelligence Scale
10. Heart Rate Reserve (HRR)
11. Karvonen

جدول ۱. اطلاعات جمعیت‌شناختی آزمودنی‌ها (n=۱۵)

گروه	جنسیت		میانگین $\pm$ انحراف استاندارد	
	دختر	پسر	سن (سال)	بهره هوشی
تمرین مهارت بسته	۶	۷	۶/۵۳ $\pm$ ۰/۵۱	۱۰۰/۵۳ $\pm$ ۴/۵
تمرین مهارت باز	۹	۸	۶/۷۳ $\pm$ ۰/۴۵	۱۰۰/۷۳ $\pm$ ۴/۸

### طب توانبخشی

جدول ۲. میانگین و انحراف معیار حافظه کاری در دو گروه تمرین مهارت باز و بسته در مراحل پیش‌آزمون و پس‌آزمون

گروه	میانگین $\pm$ انحراف استاندارد	
	پیش‌آزمون	پس‌آزمون
تمرین مهارت بسته	۳۳/۰۶ $\pm$ ۲/۳۱	۳۲/۱۳ $\pm$ ۲/۸۵
تمرین مهارت باز	۳۱/۰۸ $\pm$ ۲/۳۴	۳۶/۷۳ $\pm$ ۲/۰۱

### طب توانبخشی

بررسی نتایج جدول شماره ۳ نشان می‌دهد با در نظر گرفتن نمرات پیش‌آزمون به‌عنوان متغیرهای همپراش (کمکی) تفاوت بین نمرات دو گروه تمرینات باز و بسته در بهبود حافظه کاری در سطح ( $P \leq 0/05$ ) معنادار است و تمرینات باز اثر بهتری بر حافظه کاری کودکان پیش‌دبستانی داشته است.

### بحث

مطالعه حاضر اولین پژوهش با هدف مقایسه اثر نوع تمرین (باز و بسته) بر حافظه کاری کودکان پیش‌دبستانی در کشور است. نتایج آزمون تحلیل کوواریانس تأثیر مثبت اثر نوع تمرین بر حافظه کاری را نشان داد و تمرینات باز نسبت به تمرینات بسته اثر بیشتری بر ارتقای حافظه کاری کودکان پیش‌دبستانی داشت.

نتیجه پژوهش حاضر با نتایج تحقیق کروا و همکاران و جلیوند و سوری همسواست [۲۶، ۲۷]. در این تحقیقات شرکت‌کنندگان در تمرینات مهارت‌های باز عملکرد بهتری در برخی از جنبه‌های عملکرد اجرایی (به‌عنوان مثال، حافظه کاری و بازداری پاسخ و توجه مداوم) نسبت به شرکت‌کنندگان در تمرینات مهارت‌های بسته داشتند. برای مثال کروا و همکاران در پژوهش خود تفاوت معناداری را بعد از برنامه تمرین شش‌ماهه مهارت‌های

جدول شماره ۲ میانگین و انحراف معیار نمرات حافظه کاری را در دو گروه تمرینات باز و بسته در مراحل پیش‌آزمون و پس‌آزمون نشان می‌دهد.

نتایج آزمون تی مستقل نشان داد تفاوت معناداری در نمرات پیش‌آزمون حافظه کاری گروه‌های تمرینات باز و بسته وجود نداشت ( $P < 0/001$  و  $t = 1/207$ ). همچنین نتایج آزمون تی وابسته اثر معنادار تمرینات باز ( $P < 0/001$  و  $t = 6/14$ ) و بسته ( $P < 0/001$  و  $t = 4/65$ ) در بهبود حافظه کاری را نشان داد. برای بررسی اثر تمرینات باز و بسته بر حافظه کاری در مرحله پس‌آزمون از تحلیل کوواریانس استفاده شد. همچنین مفروضه‌های آزمون تحلیل کوواریانس بررسی شد. نتایج آزمون شاپیرو ویلک<sup>۱۵</sup> برای بررسی نرمال بودن داده‌ها حاکی از طبیعی بودن داده‌ها بود. همچنین فرض همگن بودن واریانس خطای بین گروه‌ها در متغیر وابسته با استفاده از آزمون لوین<sup>۱۶</sup> تأیید شد. با توجه به رعایت مفروضه‌های آزمون تحلیل کوواریانس از این آزمون برای تحلیل داده‌ها استفاده شد که نتایج آن در جدول شماره ۳ ارائه شده است.

15. Shapiro Wilk  
16. Levine Test

جدول ۳. نتایج آزمون تحلیل کوواریانس برای مقایسه حافظه کاری در گروه تمرینات باز و بسته

منبع تغییرات	مجموع مجذورات	درجه آزادی	میانگین مجذورات	نسبت F	سطح معناداری	$\mu$
پیش‌آزمون	۴۴/۱۵	۱	۴۴/۱۵	۹/۴۲	۰/۰۰۵	۰/۲۵
گروه	۱۶۷/۴۶	۱	۱۶۷/۴۶	۳۵/۷۳	۰/۰۰۱	۰/۵۷
خطا	۱۲۶/۵۱	۲۷	۴/۶۸			
مجموع	۴۷۰/۳۹	۳۰				

### طب توانبخشی

باز (تنیس روی میز) در مقایسه با مهارت بسته (ایروبیک) بر حافظه کاری و بازداری پاسخ کودکان دارای اضافه وزن ۹-۱۰ ساله را گزارش کردند. همچنین جلیوند و سوری تأثیر مثبت ۱۲ هفته تمرینات باز و بسته بر توجه پایدار و حافظه کاری کودکان بیش فعال را نشان دادند، اما نتایج حاکی از برتری معنادار تمرینات مهارت باز نسبت به تمرینات بسته در بهبود حافظه کاری و توجه مداوم بود [۲۶، ۲۷]. نتایج مطالعه فوق نشان داد پیشرفت‌های شناختی در جنبه‌های خاص عملکرد اجرایی می‌تواند از طریق تمرین مهارت‌های باز به دست آید. به عبارتی، تغییرپذیری شرایط محیطی می‌تواند با تحت‌تأثیر قرار دادن نیازهای توجهی و تصمیم‌گیری بر حافظه کاری کودکان تأثیر بگذارد. برخی پژوهش‌ها اثربخشی تمرین مهارت‌های باز بر کارکردهای اجرایی کودکان را نشان داده‌اند، برخی پژوهش‌ها هم نتایج متضادی را گزارش کرده‌اند. برای مثال اشمیت و همکاران و بکر و همکاران تفاوت معناداری را بین تمرین مهارت باز و بسته بر برخی مؤلفه‌های کارکردهای اجرایی از جمله حافظه کاری و بازداری پاسخ گزارش نکردند [۲۸، ۲۹]. از دلایل عدم همسویی نتایج می‌توان به نوع مداخله و تمرینات، سن آزمودنی‌ها، طول دوره و آزمون‌های بکار گرفته شده اشاره کرد.

به‌طور کلی، مطالعات قبلی نشان داده‌اند فعالیت بدنی یا تمرین می‌تواند از طریق بهبود فرآیندهای عصب‌زایی، رگ‌زایی و افزایش جریان خون مغز، تأثیر مثبتی بر روی عملکردهای عصبی و شناختی مغز داشته باشد [۳۶]. فعالیت بدنی همچنین باعث تحریک نواحی حرکتی مغز، افزایش ترشح هورمون‌های عصبی و افزایش سرعت هدایت تکانه‌های عصبی می‌شود [۳۷، ۳۸]. انواع مختلف ورزش بدنی می‌تواند مغز را از طرق مختلف تحت‌تأثیر قرار دهند، اما برخی مطالعات عنوان می‌کنند که اشکال مختلف فعالیت بدنی به دلیل تفاوت در ترشح برخی از نشانگرهای زیستی در سیستم عصبی شیمیایی و تفاوت در حجم بافت مغز و الگوهای فعال‌سازی ناشی از نوع فعالیت بدنی، اثرات خاصی بر عملکرد عصبی شناختی دارند [۲۱، ۳۶، ۳۹]. در حالی که برخی پژوهش‌ها نشان می‌دهند همه اشکال ورزش، کارکردهای اجرایی را تحت‌تأثیر قرار می‌دهند، یافته‌ها از هر دو مطالعات انسانی و حیوانی نشان می‌دهد انواع مختلف مداخله ورزشی (به‌عنوان مثال مهارت باز در برابر مهارت بسته) می‌تواند اثرات متمایز بر روی بافت‌های مغز و فعال‌سازی عصبی ایجاد کند [۴۰]. مطالعات نشان داده است نیازهای توجه و نظام‌های پردازش اطلاعات در شرایط محیطی تمرین باز و بسته متفاوت است. در شرایط محیطی بسته که تغییرات بین اجزا چندان محسوس نیست، دقت در زمان‌بندی تکلیف با استفاده از اطلاعات نسبتاً ثابت محیطی، از نیازهای اساسی و مهم موفقیت محسوب می‌شود، اما شرایط محیطی متغیر (مانند تمرین باز) امکان استفاده از مکانیسم‌های پیش‌بینی را تضعیف می‌کند و نیازمند پردازش‌های لحظه به لحظه حافظه کاری برای برآورده شدن نیازهای مختلف،

تکلیفی است که محیط بر اجرای مهارت ایجاد می‌کند. این تمرکز توجه مداوم بر اطلاعات محیطی مرتبط با تکلیف باعث ارتقای عملکرد حافظه کاری نسبت به شرایط تمرینی بسته می‌شود. به دلیل پیچیدگی نسبتاً بیشتر مهارت‌های باز، فرآیندهای مربوط به ادراک و تصمیم‌گیری به‌طور لحظه‌ای و سریع اتفاق می‌افتد، زیرا هر حرکت باید مطابق با نیازهای محیطی اجرا شود. در عوض، در مهارت‌های بسته اجراکننده از قبل و بدون اینکه تحت فشار زمانی باشد، تقاضاهای محیطی و حرکتی را از پیش ارزیابی کرده، پاسخ‌های خود را سازماندهی نموده و بدون نیاز به تغییر، آن‌ها را پیاده می‌کند [۱۸]. شواهدی وجود دارد مبنی بر این که عملکرد بهینه حافظه کاری با توانایی عصبی برای تمرکز توجه بر اطلاعات مرتبط با تکلیف و نادیده گرفتن حواس‌پرتی مرتبط است و بهبودهای مرتبط با تمرین در حافظه کاری به دلیل افزایش این توانایی‌ها است [۴۱]. تحقیقات، ارتباط بین ظرفیت حافظه کاری یک فرد و توانایی برای کنترل جهت‌گیری توجه به محرک‌ها در محیط را نشان می‌دهد. چنین کنترلی افراد را قادر می‌سازد تا به اطلاعات مهم برای اهداف فعلی خود توجه کنند و از محرک‌های نامربوط به هدف که توجه‌شان را جلب می‌کند، دوری کنند. جهت‌دهی توجه به اهداف خود، وابسته به سیگنال‌های «بالا به پایین» از قشر پیش‌پیشانی<sup>۱۷</sup> است که پردازش در مناطق قشری پشتی را سوگیری می‌کند [۴۲].

علی‌رغم این که پژوهش حاضر شواهد امیدوارکننده‌ای را برای مربیان و کاردرمان‌گران در پی داشت، دارای محدودیت‌هایی هم بود. از آن جا که مطالعه حاضر تنها بر روی مؤلفه حافظه کاری کودکان پیش‌دبستانی انجام گرفت، نتایج به‌دست آمده از پژوهش نمی‌تواند به تمام مؤلفه‌های کارکردهای اجرایی و همه گروه‌های سنی تعمیم داده شود. از دیگر محدودیت‌های پژوهش، نداشتن مرحله پی‌گیری بود. بنابراین، پیشنهاد می‌شود در پژوهش‌های آتی از دوره‌های پیگیری با فواصل کوتاه‌مدت و بلندمدت استفاده شود تا میزان اثرگذاری نتایج به‌طور دقیق‌تری بررسی شود. پژوهش‌های بعدی باید سایر جنبه‌های تمرین از جمله شدت‌های مختلف تمرین، بُعد پیوستاری شناختی حرکتی مهارت‌ها و ... را مورد توجه قرار داده و سایر کارکردهای اجرایی در سنین مختلف را مدنظر قرار دهند.

### نتیجه‌گیری

نتایج پژوهش حاضر تأثیر ۱۲ هفته تمرین مهارت‌های باز در مقایسه با تمرین مهارت‌های بسته بر حافظه کاری کودکان پیش‌دبستانی را نشان داد که احتمالاً به دلایل نیازهای توجهی بیشتر این تمرینات و افزایش توانایی جهت‌گیری به محرک‌ها در محیط است که یکی از نیازمندی‌های اجرای تکالیف حافظه کاری مانند تکلیف N-back به کار گرفته شده در پژوهش حاضر است.

17. Prefrontal lobes



با توجه به اثرات بهتر تمرینات مهارت‌های باز بر حافظه‌کاری، پیشنهاد می‌شود مربیان و معلمان برای بهبود حافظه‌کاری کودکان پیش‌دبستانی از تمرین مهارت‌های باز که دارای بار شناختی بالاتری هستند، بهره‌گیرند.

### ملاحظات اخلاقی

#### پیروی از اصول اخلاق پژوهش

در اجرای پژوهش ملاحظات اخلاقی مطابق با دستورالعمل کمیته اخلاق دانشگاه آزاد اسلامی کرمانشاه در نظر گرفته شده است و کد اخلاق به شماره ۱۳۹۸/۱۸۱ دریافت شده است.

#### حامی مالی

این مقاله هیچ‌گونه کمک مالی از سازمان تأمین‌کننده مالی در بخش‌های عمومی، دولتی، تجاری، غیرانتفاعی، دانشگاه یا مرکز تحقیقات دریافت نکرده است.

#### مشارکت‌نویسندگان

مفهوم‌پردازی و روش‌شناسی: محمد جلیوند؛ تحلیل، بررسی، منابع، تهیه پیش‌نویس، ویرایش و بررسی: حسین صمدی و امیر دانا؛ نظارت، مدیریت پروژه: همه نویسندگان.

#### تعارض منافع

بنا بر اظهار نویسندگان، این مقاله تعارض منافع ندارد.

#### تشکر و قدردانی

از بخش پژوهش دانشگاه آزاد اسلامی واحد کرمانشاه و مدیران کلیه مراکز پیش‌دبستانی که در انجام این پژوهش با ما همکاری داشتند، تشکر و قدردانی می‌شود. همچنین از زحمات کودکان پیش‌دبستانی شرکت‌کننده در این پژوهش و خانواده‌های محترم آنان تشکر می‌شود.

## References

- [1] Lezak MD, Howieson DB, Bigler ED, Tranel BD. Neuropsychological assessment. Oxford: Oxford University Press; 2012. [https://www.google.com/books/edition/Neuropsychological\\_Assessment/meScZwEACAAJ?hl=en](https://www.google.com/books/edition/Neuropsychological_Assessment/meScZwEACAAJ?hl=en)
- [2] Carlson SM. Developmentally sensitive measures of executive function in preschool children. *Developmental Neuropsychology*. 2005; 28(2):595-616. [PMID]
- [3] Becker DR, McClelland MM, Geldhof GJ, Gunter KB, and MacDonald M. Open-skilled sport, sport intensity, executive function, and academic achievement in grade school children. *Early Education and Development*. 2018; 29(7):939-55. [DOI:10.1080/10409289.2018.1479079]
- [4] Li D, Huang CJ, Liu SC, Chang KH, Hung TM. Exercise type relates to inhibitory and error processing functions in older adults. *Neuropsychology, Development, and Cognition. Section B, Aging, Neuropsychology and Cognition*. 2019; 26(6):865-81. [PMID]
- [5] Baddeley A. Working memory: Looking back and looking forward. *Nature Reviews. Neuroscience*. 2003; 4(10):829-39. [DOI:10.1038/nrn1201] [PMID]
- [6] Booth FW, Roberts CK, Laye MJ. Lack of exercise is a major cause of chronic diseases. *Comprehensive Physiology*. 2012; 2(2):1143-211. [PMID]
- [7] Hills AP, Street SJ, Byrne NM. Physical activity and health: What is old is new again. *Advances in Food and Nutrition Research*. 2015; 75:77-95. [DOI:10.1016/bs.afnr.2015.06.001] [PMID]
- [8] Lin J, Wang K, Chen Z, Fan X, Shen L, Wang Y, et al. Associations between objectively measured physical activity and executive functioning in young adults. *Perceptual and Motor Skills*. 2018; 125(2):278-88. [DOI:10.1177/0031512517745438] [PMID]
- [9] Pedersen BK. Physical activity and muscle-brain crosstalk. *Nature Reviews. Endocrinology*. 2019; 15(7):383-92. [DOI:10.1038/s41574-019-0174-x] [PMID]
- [10] Stern Y, MacKay-Brandt A, Lee S, McKinley P, McIntyre K, Razlighi Q, et al. Effect of aerobic exercise on cognition in younger adults: A randomized clinical trial. *Neurology*. 2019; 92(9):e905-16. [DOI:10.1212/WNL.0000000000007003] [PMID] [PMCID]
- [11] Marques A, Santos DA, Hillman CH, Sardinha LB. How does academic achievement relate to cardiorespiratory fitness, self-reported physical activity and objectively reported physical activity: A systematic review in children and adolescents aged 6-18 years. *British Journal of Sports Medicine*. 2018; 52(16):1039. [DOI:10.1136/bjsports-2016-097361] [PMID]
- [12] Westfall DR, Gejl AK, Tarp J, Wedderkopp N, Kramer AF, Hillman CH, et al. Associations between aerobic fitness and cognitive control in adolescents. *Frontiers in Psychology*. 2018; 9:1298. [DOI:10.3389/fpsyg.2018.01298] [PMID] [PMCID]
- [13] Saadat M. [Which symptoms of ADHD would improve with play therapy and Yoga? (Persian)] *Journal of Exceptional Children*. 2011; 11(1):45-55. <http://joec.ir/article-1-251-en.html>
- [14] Hillman CH, Pontifex MB, Castelli DM, Khan NA, Raine LB, Scudder MR, et al. Effects of the FIT Kids randomized controlled trial on executive control and brain function. *Pediatrics*. 2014; 134(4):e1063-71. [DOI:10.1542/peds.2013-3219] [PMID] [PMCID]
- [15] Guo W, Wang B, Lu Y, Zhu Q, Shi Z, Ren J. The relationship between different exercise modes and visuospatial working memory in older adults: A cross-sectional study. *PeerJ*. 2016; 4:e2254. [DOI:10.7717/peerj.2254] [PMID] [PMCID]
- [16] Chang EC, Chu CH, Karageorghis CI, Wang CC, Tsai JH, Wang YS, et al. Relationship between mode of sport training and general cognitive performance. *Journal of Sport and Health Science*. 2017; 6(1):89-95. [DOI:10.1016/j.jshs.2015.07.007] [PMID] [PMCID]
- [17] Cho SY, So WY, Roh HT. The effects of taekwondo training on peripheral neuroplasticity-related growth factors, cerebral blood flow velocity, and cognitive functions in healthy children: A randomized controlled trial. *International Journal of Environmental Research and Public Health*. 2017; 14(5):454. [DOI:10.3390/ijerph14050454] [PMID] [PMCID]
- [18] Schmith RA, Lee TD. Motor learning and performance: From principles to practice. Champaign: Human Kinetics; 2013. [https://www.google.com/books/edition/Motor\\_Learning\\_and\\_Performance/pPB6DwAAQBAJ?hl=en&gbpv=0](https://www.google.com/books/edition/Motor_Learning_and_Performance/pPB6DwAAQBAJ?hl=en&gbpv=0)
- [19] Wang CH, Chang CC, Liang YM, Shih CM, Chiu WS, Tseng P, et al. Open vs. closed skill sports and the modulation of inhibitory control. *PLoS One*. 2013; 8(2):e55773. [DOI:10.1371/journal.pone.0055773] [PMID] [PMCID]
- [20] Tahmasbi F, Hatami Shahmir E, Hatami F. [The effects of sport skill type (open-closed) on observational learning use in male and female elite athletes (Persian)]. *Motor Behavior (Research on Sport Science)*. 2013; 5(13):139-53. <https://www.sid.ir/en/journal/ViewPaper.aspx?ID=486875>
- [21] Tsai CL, Wang WL. Exercise-mode-related changes in task-switching performance in the elderly. *Frontiers in Behavioral Neuroscience*. 2015; 9(12):56-67. [DOI:10.3389/fnbeh.2015.00056]
- [22] Voss MW, Kramer AF, Basak C, Prakash RS, Roberts B. Are expert athletes 'expert' in the cognitive laboratory? A meta-analytic review of cognition and sport expertise. *Applied Cognitive Psychology*. 2010; 24(6):812-26. [DOI:10.1002/acp.1588]
- [23] Giglia G, Brighina F, Zangla D, Bianco A, Chiavetta E, Palma A, et al. Visuospatial attention lateralization in volleyball players and in rowers. *Perceptual and Motor Skills*. 2011; 112(3):915-25. [DOI:10.2466/05.22.27.PMS.112.3.915-925] [PMID]
- [24] Dai CT, Chang YK, Huang CJ, Hung TM. Exercise mode and executive function in older adults: An ERP study of task-switching. *Brain and Cognition*. 2013; 83(2):153-62. [DOI:10.1016/j.bandc.2013.07.007] [PMID]
- [25] Bahrami A, Ghotbi Varzane A, Saemi E. [The evaluation of accuracy in closed and open environments: An approach of cognitive style (Persian)]. *Motor Behavior*. 2013; 5(13):77-94. <https://www.sid.ir/en/journal/ViewPaper.aspx?ID=486807>
- [26] Crova C, Struzzolino I, Marchetti R, Masci I, Vannozzi G, Forte R, et al. Cognitively challenging physical activity benefits ex-

- ecutive function in overweight children. *Journal of Sports Sciences*. 2014; 32(3):201-11. [PMID]
- [27] Jalilvand M, Souri R. [Comparison the effect of open and closed skills training on executive functions of children with Attention Deficit / Hyperactivity Disorder (Persian)]. *Journal of Motor and Behavioral Sciences*. 2019; 2(4):338-48. [http://www.jmbs.ir/article\\_99532.html](http://www.jmbs.ir/article_99532.html)
- [28] Schmidt M, Jäger K, Egger F, Roebbers CM, Conzelmann A. Cognitively engaging chronic physical activity, but not aerobic exercise, affects executive functions in primary school children: A group-randomized controlled trials. *Journal of Sport & Exercise Psychology*. 2015; 37(6):575-91. [DOI:10.1123/jsep.2015-0069] [PMID]
- [29] Dania A, Harvey S. Teaching basketball to sampling-year athletes: A game-centered and situated learning perspective. *Journal of Physical Education and Sport*. 2020; 20(2):529-38. <https://efsupit.ro/images/stories/martie2020/Art%2079.pdf>
- [30] Button C, Seifert L, Chow JY, Araújo D, Davids K. Dynamics of Skill Acquisition: An ecological dynamics approach. *Champaign: Human Kinetics*; 2020. [https://www.google.com/books/edition/Dynamics\\_of\\_Skill\\_Acquisition/2TPOdWAAQB AJ?hl=en&gbpv=0](https://www.google.com/books/edition/Dynamics_of_Skill_Acquisition/2TPOdWAAQB AJ?hl=en&gbpv=0)
- [31] Karvonen MJ, Kentala E, Mustala O. The effects of training heart rate: A longitudinal study. *Annales medicinae experimentalis et biologiae Fenniae*. 1957; 35(3):307-15. [PMID]
- [32] Razavieh A, Shahim S. [Kessler Adaptation and Standardization of IQ and Kessler Scale for Preschool in Shiraz (Persian)]. *Journal of Social Sciences and Humanities*, Shiraz University. 1990; 10:74-49. <http://ensani.ir/fa/article/175784>
- [33] Kasaeian K, Kiamanesh A, Bahrami H. [A comparison of active memory performance and sustained attention among students with and without learning disabilities (Persian)]. *Journal of Learning Disabilities*. 2014; 3(4):112-23. [http://jld.uma.ac.ir/article\\_192\\_0.html?lang=en](http://jld.uma.ac.ir/article_192_0.html?lang=en)
- [34] Ciesielski KT, Lesnik PG, Savoy RL, Grant EP, Ahlfors SP. Developmental neural networks in children performing a Categorical N-Back Task. *Neuroimage*. 2006; 33(3):980-90. [DOI:10.1016/j.neuroimage.2006.07.028] [PMID]
- [35] Vuontela V, Steenari MR, Carlson S, Koivisto J, Fjällberg M, Aronen ET. Audiospatial and visuospatial working memory in 6–13-year-old school children. *Learning & Memory*. 2003; 10(1):74-81. [DOI:10.1101/lm.53503] [PMID] [PMCID]
- [36] Tsai CL, Chen FC, Pan CY, Wang CH, Huang TH, Chen TC. Impact of acute aerobic exercise and cardiorespiratory fitness on visuospatial attention performance and serum BDNF levels. *Psychoneuroendocrinology*. 2014; 41:121-31. [DOI:10.1016/j.psyneuen.2013.12.014] [PMID]
- [37] Hollmann W, Strüder HK. [Brain, psyche and physical activity (German)]. *Der Orthopäde*. 2000; 29(11):948-56. [PMID]
- [38] van der Fels IM, Te Wierike SC, Hartman E, Elferink-Gemser MT, Smith J, Visscher C. 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*. 2015; 18(6):697-703. [DOI:10.1016/j.jsams.2014.09.007] [PMID]
- [39] Cassilhas RC, Lee KS, Fernandes J, Oliveira MG, Tufik S, Meeusen R, et al. Spatial memory is improved by aerobic and resistance exercise through divergent molecular mechanisms. *Neuroscience*. 2012; 202:309-17. [DOI:10.1016/j.neuroscience.2011.11.029] [PMID]
- [40] Tsai CL, Pan CY, Chen FC, Tseng YT. Open-and closed-skill exercise interventions produce different neurocognitive effects on executive functions in the elderly: A 6-month randomized, controlled trial. *Frontiers in Aging Neuroscience*. 2017; 9:294. [DOI:10.3389/fnagi.2017.00294] [PMID] [PMCID]
- [41] Conway AR, Kane MJ, Engle RW. Working memory capacity and its relation to general intelligence. *Trends in Cognitive Sciences*. 2003; 7(12):547-52. [DOI:10.1016/j.tics.2003.10.005] [PMID]
- [42] Jaeggi SM, Studer-Luethi B, Buschkuhl M, Su YF, Jonides J, Perrig WJ. The relationship between n-back performance and matrix reasoning implications for training and transfer. *Intelligence*. 2010; 38(6):625-35. [DOI:10.1016/j.intell.2010.09.001]

This Page Intentionally Left Blank