Psychology of Exceptional Individuals
Vol. 15, No.59, Fall 2025, P 59-96
Jpe.atu.ac.ir
DOI: 10.22054/jpe.2026.84621.2795

ATU PRESS

Original Research
Received: 28/05/2025 Accepted: 16/02/2026
eISSN: 2252-0031
ISSN: 2476/647X

Effectiveness Brain Gym Exercises on Motor Coordination, Inhibitory Control Children with Developmental Coordination Disorder (DCD)

Haifaa Adil Same Alkhdar * — PhD Student in Motor Behavior, University of Tabriz, Tabriz, Iran.

Mohammad Taghi Aghdasi — Professor, Department of Motor Behavior, University of Tabriz, Tabriz, Iran.

Amir Ghiami Rad — Associate Professor, Department of Sports Biomechanics, University of Tabriz, Tabriz, Iran.

Abstract

The purpose of the present study was to investigate the effectiveness brain gym exercises on motor coordination, inhibitory control children with developmental coordination disorder (DCD). The research method was quasi-experimental with pre-test and post-test design with a control group. The statistical population of the present study was female children aged 7-10 years with or suspected of developmental coordination disorder in Urmia city. 36 of them were selected by purposeful random sampling and placed in two groups of 18: experimental and control. The motor coordination test (KTK) to measure motor coordination (Kiphard & Shilling, 2007) and the go-no-go test to measure inhibitory control were performed similarly in the pre-test and post-test. The experimental group did brain gym exercises 3 times a week for 8 weeks, during 30-minute sessions. The data was analyzed through one-way analysis of covariance in Spss software version 26. The results showed that by controlling the pre-

* Corresponding Author: haifaaadilsamealkhdar@gmail.com
How to Cite: Adil Same Alkhdar, H., Aghdasi, M. T., Ghiami Rad, A. (2025). Effectiveness Brain Gym Exercises on Motor Coordination, Inhibitory Control Children with Developmental Coordination Disorder (DCD), *Journal of Psychology of Exceptional Individuals*, 15(59), 59-96. DOI: 10.22054/jpe.2026.84621.2795

test score, there is a significant difference between the scores of the motor coordination and inhibitory control of the two experimental and control groups in the post-test (p=0.001). Eight weeks of brain gym exercises improves inhibitory control and coordination in children with developmental coordination disorder; therefore, it is recommended that children with developmental coordination disorder participate in brain exercise-based exercise programs.

Keywords: Brain Exercise; Motor Coordination; Inhibitory Control; Developmental Coordination Disorder.

Extended Abstract

1. Introduction

Developmental Coordination Disorder (DCD) is a neurodevelopmental condition that significantly impairs a child's ability to execute coordinated motor movements, resulting in slow, clumsy, or inaccurate actions and difficulties in acquiring new motor skills (Smits-Engelsman et al., 2022). Critically, DCD does not arise from primary intellectual, sensory, or neurological impairments (Cavalcante-Neto et al., 2021), but is rather attributed to dysfunctions in brain regions responsible for motor information processing (Purcell et al., 2024). Children with DCD frequently exhibit deficits in both gross and fine motor skills, often manifesting as postural instability and poor coordination, which hinder daily activities such as grasping objects, dressing, and writing (Li et al., 2024). Furthermore, DCD is highly comorbid with other neurodevelopmental conditions, including developmental language disorders, attention-deficit/hyperactivity disorder (ADHD), autism spectrum disorder (ASD), and specific learning disabilities (Blank et al., 2019; Landgren et al., 2021).

Beyond motor impairments, a major challenge hindering the academic progress of children with DCD is a deficit in executive functions (Eyvazi et al., 2018). Executive functions encompass a set of higher-order cognitive processes, including working memory, inhibitory control, cognitive flexibility, and planning. Among these, inhibitory control is paramount, referring to the ability to suppress prepotent thoughts and actions. A lack of inhibitory control often leads to impulsive responding before task comprehension is achieved (Eyvazi et al., 2018). Drawing upon neuroscientific principles, Brain Gym has been introduced as an intervention designed to enhance various cognitive and functional domains. Specifically, Brain Gym exercises are hypothesized to facilitate executive functions—such as attentional control and cognitive flexibility—thereby promoting learning efficiency and academic performance (International Brain Gym, 2008). Therefore, the present study aims to investigate the effectiveness of an 8-week Brain Gym intervention on motor coordination and inhibitory control in children with DCD.

Research Question

Extensive research has demonstrated that structured Brain Gym programs can effectively mitigate cognitive and functional impairments, with observed improvements persisting for several months post-intervention. However, a notable gap remains in the local literature, as no studies within this context have yet examined the impact of Brain Gym on enhancing response inhibition and motor coordination specifically in children diagnosed with Developmental Coordination Disorder (DCD). Given the existing body of evidence, the significance and necessity of the present study are underscored by several critical factors:

Prevalence and Impact: The documented prevalence of DCD, estimated to be between 11% and 14% among school-aged children (Sarıkül & Erdoğan, 2023), coupled with the frequent co-occurrence of cognitive, motor, and social deficits, mandates the adoption of innovative and effective motor interventions. Such programs are essential for engaging these children in physical activities, thereby mitigating the long-term, severe consequences of this disorder on their overall development.

Enhancing Participation: Due to the pervasive motor and cognitive challenges experienced by children with DCD, there is a frequent withdrawal from sports and even routine daily motor activities. By proposing an engaging and evidence-based motor intervention, this study aims to facilitate the improvement of these essential skills, thereby fostering greater physical and social inclusion.

Foundational Skill Development: Given the fundamental motor skill (FMS) deficits observed in children with DCD, and recognizing the critical role of FMS in the execution of advanced motor skills, sports participation, and social engagement, this research seeks to inform the development of effective interventions that promote these core motor abilities.

Research Gap: There is currently a paucity of evidence regarding the specific interplay between motor coordination and inhibitory control in children with DCD. Consequently, a significant lack of research persists in investigating the subsequent effects of Brain Gym on this particular relationship.

2. Literature Review

Developmental Coordination Disorder (DCD) is a neurodevelopmental condition that significantly impairs a child's ability to execute coordinated motor movements, resulting in slow, clumsy, or inaccurate actions and difficulties in acquiring new motor skills (Smits-Engelsman et al., 2022). Critically, DCD is not primarily caused by intellectual, sensory, or neurological impairments (Cavalcante-Neto et al., 2021), but is instead attributed to dysfunctions in brain regions responsible for processing motor information (Wilson et al., 2023). While the reported prevalence of DCD in children ranges from 2% to 20%, internationally accepted figures currently stand at approximately 5–6% (Blank et al., 2019). DCD is characterized by deficits in both gross and fine motor skills; children with this disorder often exhibit postural instability and poor coordination, struggling with daily activities such as grasping objects, dressing, and writing.

Furthermore, DCD is frequently comorbid with other neurodevelopmental conditions, including developmental language disorders, attention-deficit/hyperactivity disorder (ADHD), autism spectrum disorder (ASD), and specific learning disabilities (Green et al., 2019). Beyond primary motor impairments, the limited mobility stemming from these deficits can reduce opportunities for physical and social engagement. This, in turn, elevates the risk of secondary health issues, such as obesity, and may lead to social challenges, including isolation, reduced participation, and difficulties in peer relationships (Miller et al., 2021). Moreover, individuals with DCD often experience internalizing symptoms, such as anxiety and depression (Draghi et al., 2021), which can persist into adulthood and significantly impact adaptive behavior and long-term mental health outcomes (Harrowell et al., 2018). Consequently, early diagnosis and targeted interventions are crucial for improving the long-term prognosis for individuals with DCD.

3. Methodology

The present study employed a quasi-experimental design featuring a pre-test/post-test approach with a control group. The target population comprised female children aged 7 to 10 years, diagnosed with or suspected of having Developmental Coordination Disorder (DCD), who were referred to the Royan Rehabilitation Clinic in Urmia, Iran.

A total of 36 participants meeting the DCD diagnostic criteria were selected via convenience sampling. Participants were subsequently matched and assigned to either an experimental or a control group based on their scores from the Movement Assessment Battery for Children (MABC) and their Intelligence Quotient (IQ). The required sample size was determined using GPower software (version 3.1.9.7). For a statistical power of 0.80 ($\beta = 0.20$) and a medium effect size ($f = 0.50$) for an Analysis of Covariance (ANCOVA), a minimum of 32 participants was required. To account for potential attrition, the final sample size was set at 36 participants. Since all data collection instruments were administered in person under the direct supervision of the researcher, no missing data were reported; consequently, all 36 participants were included in the final analysis.

Data analysis was conducted at two levels: descriptive and inferential. Descriptive statistics, including means and standard deviations, were utilized to summarize the sample characteristics. Prior to conducting parametric tests, the Shapiro-Wilk test was employed to verify the normality of distributions, and Levene's test was used to assess the homogeneity of variances. To determine the differences between groups in the post-test while controlling for pre-test scores, a one-way Analysis of Covariance (ANCOVA) was performed. In the event of significant main effects, Bonferroni's post-hoc test was applied for pairwise comparisons. All statistical analyses were performed using SPSS (Version 26), with the alpha level for statistical significance set at $p^* \leq 0.05$.

4. Results

The results indicated that the experimental group's mean scores for motor coordination and inhibitory control significantly improved from pre-test to post-test, favoring the intervention group in the post-test phase. Regarding inhibitory control, ANCOVA results revealed a statistically significant difference between the experimental and control groups after adjusting for pre-test scores ($p^* < .05$). Specifically, the Brain Gym intervention led to a more pronounced improvement in inhibitory control in the experimental group (*M* = 31.72) compared to the control group (*M* = 28.33). The calculated partial eta squared ($\eta_p^2 = 0.98$) indicated that 98% of the

variance in inhibitory control scores was attributable to the intervention.

Furthermore, a statistically significant difference was observed between the groups in *overall motor coordination (p* <.05). The Brain Gym exercises resulted in a significant enhancement of motor coordination in the experimental group (*M* = 48.27) relative to the control group (*M* = 41.50). The effect size ($\eta_p^2 = 0.81$) suggested that the intervention accounted for 81% of the variance in overall motor coordination, thereby supporting the research hypothesis.

Additionally, highly significant differences were found across the four specific subcomponents of motor coordination (p* =.001): backward balancing, one-foot hopping (leaping), lateral jumping with feet together, and shifting wooden blocks. In all subcomponents, the experimental group demonstrated significantly higher mean scores than the control group, indicating that Brain Gym exercises effectively improved these specific motor abilities in children with DCD.

5. Discussion

The findings of the present study demonstrate that the Brain Gym exercise program led to a significant improvement in motor coordination among children with DCD. A review of the existing literature indicates that only a limited number of studies have specifically investigated the impact of Brain Gym on the DCD population, making these results particularly noteworthy. As a form of perceptual-motor training, Brain Gym has the potential to enhance both motor and cognitive domains simultaneously. According to perceptual-motor integration theories, individuals improve their performance by establishing greater synergy between visual, auditory, and kinesthetic information (Wilson et al., 2015).

Furthermore, the results indicated that the Brain Gym intervention had a positive and significant effect on the participants' inhibitory control. This outcome may be interpreted through the lens of neuroplasticity; improvements in response suppression typically follow the modulation of neural activity within the prefrontal cortex and its associated executive networks (Zhu et al., 2024). The underlying mechanism likely involves an increase in hippocampal volume and elevated levels of Brain-Derived Neurotrophic Factor

(BDNF), which collectively facilitate enhanced cognitive processing. Consequently, Brain Gym represents an innovative, feasible, and patient-centered intervention. It serves as a promising adjunctive therapy that may play a crucial role in mitigating cognitive and motor deficits in children with Developmental Coordination Disorder.

6. Conclusion

In conclusion, the present study demonstrates that an eight-week Brain Gym intervention leads to significant improvements in both inhibitory control and motor coordination among children with DCD. These findings suggest that Brain Gym, through its focus on perceptual-motor integration, can effectively mitigate the core motor and cognitive deficits associated with this disorder. Therefore, it is strongly recommended that clinicians, educators, and physical therapists incorporate Brain Gym principles into regular exercise programs and rehabilitative protocols for children with Developmental Coordination Disorder to enhance their functional outcomes.

Acknowledgments

The researchers wish to express their sincere gratitude to all the children and their families for their participation and cooperation. We also extend our special thanks and appreciation to the clinical staff of the Royan Rehabilitation Clinic in Urmia, Iran, for their invaluable support and assistance throughout the course of this study.

مقاله پژوهشی

تاریخ ارسال: ۱۴۰۴/۰۳/۰۷

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۴/۱۱/۲۷

ISSN: 2476/647X

eISSN: 2252-0031

روان شناسی افراد استثنایی

سال پانزدهم، شماره ۵۹، پاییز ۱٤۰٤، ص ۵۹ تا ۹٦

Jpe.atu.ac.ir

DOI: 10.22054/jpe.2026.84621.2795

اثربخشی ۸ هفته تمرینات ورزش مغزی بر هماهنگی حرکتی و کنترل بازداری کودکان با اختلال هماهنگی رشدی (DCD)

هیفاء عادل سامی جمیل الخضر * دانشجوی دکتری رفتار حرکتی، دانشگاه تبریز، تبریز، ایران.

محمدتقی اقدسی استاد گروه رفتار حرکتی، دانشگاه تبریز، تبریز، ایران.

امیر قیامی‌راد دانشیار گروه بیومکانیک ورزشی، دانشگاه تبریز، تبریز، ایران.

چکیده

پژوهش حاضر باهدف بررسی اثربخشی ۸ هفته تمرینات ورزش مغزی بر هماهنگی حرکتی و کنترل بازداری کودکان با اختلال هماهنگی رشدی (DCD) انجام شد. روش پژوهش نیمه آزمایشی و با طرح پیش‌آزمون و پس‌آزمون با گروه کنترل انجام شد. جامعه آماری تحقیق حاضر کودکان دختر ۱۰-۷ سال مبتلا یا مشکوک به اختلال هماهنگی رشدی شهر ارومیه بود که به‌صورت تصادفی هدفمند ۳۶ نفر از آن‌ها انتخاب و در دو گروه ۱۸ نفری آزمایش و کنترل قرار گرفتند. آزمون هماهنگی حرکتی (KTK) جهت سنجش هماهنگی حرکتی (کفارد و شیلینگ،۲۰۰۷)، آزمون برو نرو جهت سنجش کنترل بازداری در پیش‌آزمون و پس‌آزمون به‌طور مشابه هم انجام دادند. گروه آزمایش ۳ جلسه در هفته و به مدت ۸ هفته در طی جلسات ۳۰ دقیقه‌ای به تمرینات ورزش مغزی پرداختند. داده‌ها از طریق آزمون تحلیل کوواریانس یکراهه در نرم‌افزار Spss نسخه ۲۶ تحلیل شد. نتایج نشان داد که با کنترل نمرهٔ پیش‌آزمون، بین نمرات آزمون هماهنگی حرکتی و کنترل بازداری دو گروه آزمایش و کنترل در پس‌آزمون تفاوت معنادار وجود دارد (p=۰/۰۰۱). هشت هفته تمرینات ورزش مغزی باعث بهبود کنترل بازداری و هماهنگی کودکان دارای اختلال هماهنگی رشدی می‌شود؛ بنابراین پیشنهاد می‌شود، کودکان با اختلال هماهنگی رشدی در برنامه‌های ورزشی مبتنی بر ورزش مغزی زیاد شرکت کنند.

کلیدواژه‌ها: ورزش مغزی، هماهنگی حرکتی، کنترل بازداری، اختلال هماهنگی رشدی.

* نویسنده مسئول haifaaadilsamealkhdar@gmail.com

مقدمه

اختلالات عصب تحولی در ۴ تا ۱۸ درصد از کودکان وجود دارد (دلگادو[1] و همکاران، ۲۰۲۰ الف) و این اختلالات به‌طور قابل‌توجهی بر عملکرد روزانه کودک تأثیر می‌گذارد (بلانکو نارتینز[2] و همکاران، ۲۰۲۰). برخی از شایع‌ترین اختلالات گزارش‌شده عبارت‌اند از: اختلال نقص توجه و بیش‌فعالی[3] (ADHD)، اختلال هماهنگی رشدی[4] (DCD)، اختلال یادگیری خاص و اختلالات طیف اوتیسم (دلگادو و همکاران، ۲۰۲۰ ب، ۲۰۱۹؛ آمادرو رویز[5] و همکاران، ۲۰۱۸). تحقیقات اخیر نشان می‌دهد که تا ۵-۱۷٪ از کودکان در معرض خطر DCD یا DCD احتمالی هستند (دلگادو و همکاران، ۲۰۲۰ الف؛ آمادرو رویز و همکاران، ۲۰۱۸؛ بلانک و همکاران، ۲۰۱۹).

DCD یک اختلال عصبی رشدی است که توانایی کودک را در انجام حرکات حرکتی هماهنگ مختل می‌کند و منجر به حرکات آهسته، ناشیانه یا نادرست می‌شود و در یادگیری حرکات جدید با مشکل مواجه می‌شود (اسمیت- انگلسمان[6] و همکاران، ۲۰۲۲). بااین‌حال، توجه به این نکته مهم است که DCD ناشی از مسائل ارگانیک، فکری یا روانی نیست (کاوال کانت نیتو[7] و همکاران، ۲۰۲۱)، بلکه در عوض ناشی از بی‌نظمی در نواحی مغز مسئول پردازش اطلاعات حرکتی است (پورسل[8] و همکاران، ۲۰۲۴). DCD با نقص در مهارت‌های حرکتی درشت و ظریف مشخص می‌شود. کودکان مبتلا به DCD اغلب دست‌وپا چلفتی، عدم تعادل و هماهنگی را نشان می‌دهند و با کارهای روزمره مانند گرفتن اشیا، لباس پوشیدن و نوشتن دست‌وپنجه نرم می‌کنند (لی[9] و همکاران، ۲۰۲۴). علاوه بر این، DCD اغلب با شرایط دیگری مانند اختلالات زبانی رشدی، اختلال کم‌توجهی

1. Delgado-Lobete
2. Blanco-Martínez
3. Attention deficit hyperactivity disorder (ADHD)
4. Developmental Coordination Disorder
5. Amador-Ruiz
6. Smits-Engelsman
7. Cavalcante Neto
8. Purcell
9. Li

بیش‌فعالی، اختلالات طیف اوتیسم، ناتوانی‌های یادگیری و نقص‌های شناختی مرتبط است (بلانک[1] و همکاران، ۲۰۱۹؛ لندگرین[2] و همکاران، ۲۰۲۱). همچنین تحقیقات موجود نشان داده است که کودکان مبتلا به DCD و کودکان با مهارت‌های هماهنگی حرکتی ضعیف بدون تشخیص DCD (یعنی در معرض خطر ابتلا به DCD) با مشارکت محدود در فعالیت‌های زندگی روزمره[3] (ADL) که کلید رشد و بهزیستی کودک هستند، مواجه هستند. (وان در لایند[4] و همکاران، ۲۰۱۵؛ سوریف[5] و همکاران، ۲۰۱۲)؛ بنابراین، نقص در مهارت‌های حرکتی نه تنها بر عملکرد بلکه بر مشارکت روزانه نیز تأثیر می‌گذارد.

یکی دیگر از مشکلات اساسی کودکان دارای اختلال هماهنگی رشدی که مانع یادگیری آن‌ها در سال‌های اولیه تحصیل می‌شود نقص در کارکردهای اجرایی است (عیوضی و همکاران، ۲۰۱۸). کارکردهای اجرایی شامل حافظه‌کاری، کنترل‌بازداری، انعطاف‌پذیری شناختی، برنامه‌ریزی و حل مسئله است. یکی از مهم‌ترین کارکردهای اجرایی، بازداری پاسخ است. بازداری پاسخ به توانایی توقف افکار، اعمال و احساسات مربوط می‌شود. عدم بازداری پاسخ در کودکان منجر به پاسخ دادن قبل از درک وظایف می‌شود (عیوضی و همکاران، ۲۰۱۸). یک متاآنالیز اخیر تحقیقات، اگرچه محدود به مطالعات ۲۰۱۶ تا ۲۰۲۱ است، اما شواهدی از مشکلات بازداری در افراد مبتلا به DCD گزارش می‌کند (سوبارا-زوکیچ[6] و همکاران، ۲۰۲۲). ازاین‌رو، تشخیص زودهنگام و مداخله در بهبود پیش‌آگهی طولانی‌مدت برای افراد مبتلا به DCD بسیار مهم است. پژوهشگران معتقدند این کودکان باید در معرض مداخلات درمانی، حرکتی و اجرایی قرار بگیرند (ساتوری و همکاران، ۲۰۲۰).

یکی از برنامه‌هایی که از پژوهش‌های علوم اعصاب نشأت گرفته است و می‌تواند بر

1. Blank
2. Landgren
3. activities of daily living
4. Van der Linde
5. Soref
6. Subara-Zukic

کارکردهای مختلف افراد تأثیر مثبتی داشته باشد ورزش مغزی[1] است. ورزش مغزی یکی از روش‌های بهبود عملکرد شناختی است (وب‌سایت بین‌المللی ورزش مغزی[2]، ۲۰۰۸). به گفته مونیر (۲۰۱۵) این ورزش می‌تواند فعالیت‌بدنی و مغزی را به‌خوبی تحریک کند. ورزش مغز، یک ورزش ساختارمند است که شامل حرکات متقابل چشم، سر و طرفین و تعادل لازم می‌شود که به‌صورت مکانیکی نیمکره‌های چپ و راست مغز را از طریق قشر حسی و حرکتی تحریک می‌کند و مکانیسم‌های طبیعی بهبود را احیا می‌کند (آدریانی[3] و همکاران، ۲۰۲۰). این یک ابزار توسعه شخصی است که به افراد امکان می‌دهد تغییرات سریعی در مقابله با استرس و اختلالات خواب، تقویت بینایی، افزایش عزت‌نفس و بازیابی هماهنگی و سلامت ایجاد کنند (کالکارانی و خاندال[4]، ۲۰۱۹). در همین زمینه، تأثیر ورزش مغزی در سال‌های گذشته برای بهبود عملکرد شناختی (مندروفا[5] و همکاران، ۲۰۲۰)، تعادل (محمد برکت[6] و همکاران، ۲۰۲۱)، حافظه‌کاری (توتک و همکاران، ۱۳۹۸) توجه (توتک و همکاران،۱۳۹۷)، کارکردهای شناختی (عبدوح و طاهر[7]، ۲۰۱۸) به کار رفته است که نشان‌دهنده اثرات مثبت ورزش مغزی می‌باشد. مطالعات متعدد نشان داده‌اند که یک برنامه تمرینی ورزش مغزی می‌تواند افت شناختی و عملکردی را به حداقل برساند و این بهبود تا ماه‌ها پس از برنامه باقی می‌ماند. بااین‌حال، هیچ مطالعه‌ای در کشور در مورد تأثیر ورزش مغزی بر بهبود کنترل بازداری و هماهنگی حرکتی در کودکان مبتلا به DCD وجود ندارد. با توجه به مطالب ارائه‌شده، اهمیت و ضرورت این تحقیق از چند جهت حائز اهمیت است:

شیوع ۱۴ تا ۱۱ درصدی اختلال هماهنگی رشد حرکتی در افراد سن دبستانی

1. Brain Gym Exercises
2. Brain Gym International Website
3. Adriani
4. Kulkarni & Khandale
5. Mendrofa
6. Mohamed barakat
7. Abduh & Tahar

(ساریکول و اردوغان[1]، ۲۰۲۳) و نقص عملکرد شناختی و حرکتی و اجتماعی در اکثر این افراد ما را ملزم به استفاده از برنامه‌ها و مداخلات نوین و مفید حرکتی می‌کند تا بتوان با جذب این افراد به مشارکت‌های ورزشی آسیب‌های جدی این اختلال در آینده این افراد را به حداقل رساند.

با توجه به مشکلات حرکتی و شناختی افراد DCD که منجر به کناره‌گیری این افراد از فعالیت‌ها و مشارکت‌های ورزشی و حرکات روزمره زندگی می‌شود این مطالعه می‌تواند با ارائه مداخلات جذاب و سودمند حرکتی سبب بهبود این مهارت‌ها شود.

با توجه به مشکلات افراد DCD در مهارت‌های حرکتی بنیادی و اهمیت رشد مهارت‌های حرکتی بنیادی بر اجرای مهارت‌های ورزشی و مشارکت و فعالیت‌های اجتماعی فرد این تحقیق می‌تواند با نشان دادن برنامه‌ریزی مداخلات مؤثر رشد مهارت‌های حرکتی این افراد را ارتقاء دهد.

اطلاعات کمی در خصوص هماهنگی حرکتی و کنترل بازداری کودکان با اختلال DCD و تبعان تأثیرات ورزش مغزی وجود دارد

روش

پژوهش حاضر یک مطالعه نیمه آزمایشی از نوع پیش‌آزمون-پس‌آزمون با گروه کنترل بود. جامعه آماری این پژوهش را کودکان دختر ۷-۱۰ ساله مبتلا یا مشکوک به اختلال هماهنگی رشدی مراجعه‌کننده به کلینیک توان‌بخشی رویان ارومیه تشکیل دادند. سپس ۳۶ نفر که دچار اختلال هماهنگی رشدی، به‌صورت نمونه‌های در دسترس انتخاب‌شده و بر اساس نمره کسب‌شده در آزمون سنجش حرکت کودکان و نمره هوشی به دو گروه آزمایش و گروه کنترل تقسیم و همتاسازی شدند. حجم نمونه از طریق نرم‌افزار G*Power محاسبه شد. برای تجزیه‌وتحلیل توان آزمون کوهن، برای یک توان آماری کافی ۰/۷۰، اندازه اثر ۰/۵ حداقل ۳۲ شرکت‌کننده برای اندازه‌گیری آنکوا موردنیاز بود. به‌منظور

1. Sarikol & Erdoğan

جلوگیری از ریزش و انصراف شرکت‌کنندگان ۳۶ نفر به‌عنوان نمونه انتخاب شدند. با توجه به تکمیل حضوری ابزارها تحت نظارت پژوهشگر، داده گمشده‌ای در این مطالعه مشاهده نشد و تمامی شرکت‌کنندگان واردشده در تحلیل نهایی لحاظ شدند.

شرایط ورود به مطالعه عبارت بودند عدم اختلال بیش فعالی، بهره هوشی بالاتر از ۷۰، امتیاز آزمون تبحر حرکتی برونیکز اوزرتسکی زیر صدک ۱۵ با معیار DCD، (کولس[1] و همکاران، ۲۰۰۹؛ اسمیت انگلسمان[2] و همکاران، ۲۰۱۵؛ صالحی و همکاران، ۲۰۱۶ به نقل از ابراهیمی ثانی و همکاران، ۱۴۰۱)، قرار داشتن در محدوده سنی ۱۰-۷ سال، عدم درمان یا تحت درمان بودن در مراکز درمانی یا منزل، فاقد هرگونه ناتوانی یادگیری، روانی و عصب‌شناختی قبلی با تائید روان‌پزشک متخصص کودک و نوجوان (چرا کودکانی که این شرایط را دارند ممکن است عملکرد حرکتی آن‌ها را تحت تأثیر قرار بگیرد)، نداشتن بیماری قلبی-عروقی، نداشتن آسیب‌های عضلانی، نداشتن مشکلات حرکتی، عدم اختلال در بینایی و مشکلات ارتوپدیک (از طریق مطالعه پرونده پزشکی بایگانی‌شده در کلینیک توان‌بخشی رویان ارومیه و با نظر متخصص توان‌بخشی و پزشکان حاصل شد) و رضایت والدین به‌عنوان معیارهای ورود به تحقیق در نظر گرفته شد. در بخش معیارهای خروج نیز به آزمودنی‌ها اطلاع داده شد که بیش از دو جلسه غیبت در جلسات به‌منزله خروج از تحقیق تلقی شد.

ابزار پژوهش

پرسشنامه‌ی DCD-Q.7:

پرسشنامه‌ی DCD-Q.7 برای غربالگری اولیه افراد مبتلا به اختلالات هماهنگی استفاده شد. این پرسشنامه بر اساس گزارش‌های والدین یا معلمان تکمیل می‌شود. نسخه اصلاح‌شده DCD-Q.7 توسط ویلسون[3] و همکاران در ۲۰۰۹ تهیه شد. این پرسشنامه برای گروه سنی ۵

1. Cools
2. Smits-Engelsman
3. Wilson

تا ۱۵ سال تهیه‌شده و شامل ۱۳ سؤال است که درمجموع سه عامل را ارزیابی می‌کند: کنترل در حین حرکت (۳ سؤال)، حرکات ظریف/دستخط (۴ سؤال) و هماهنگی عمومی (۶ سؤال) (ویلسون و همکاران، ۲۰۰۹) در این پرسشنامه، والدین باید سطح هماهنگی حرکتی فرزند خود را در هر سؤال با کودکان هم‌سن خود مقایسه کرده و آن را در مقیاس لیکرت ۵ درجه‌ای نمره‌گذاری کنند. نمره‌گذاری پرسشنامه در مقیاس لیکرت ۵ درجه‌ای انجام می‌شود. پس از محاسبه سن تقویمی که با کم کردن تاریخ تولد کودک از تاریخ پر کردن پرسشنامه به دست می‌آید، گزینه‌های انتخاب‌شده توسط والدین در هر سؤال باهم جمع شده و به‌عنوان نمره کل در مورد آن تصمیم‌گیری می‌شود. ضرایب پایایی این پرسشنامه با استفاده از روش همسانی درونی ۰/۸۳ آزمون-بازآزمون ۰/۷۳۰ و آلفای کرونباخ ۰/۸۵ است (صالحی و همکاران، ۲۰۱۱).

پرسشنامه اختلال نقص توجه/بیش‌فعالی (SNAP-IV)

جهت اطمینان از این‌که کودک مبتلا به DCD دچار اختلال نقص توجه/بیش‌فعالی نباشد، از پرسشنامه اختلال نقص توجه/بیش‌فعالی (SNAP-IV) توسط سوانسیون، نولان و پلهام در سال ۱۹۸۰ استفاده شد که توسط والدین کودک تکمیل گردید. این پرسشنامه ۱۸ سؤالی (۹ سؤال اول مربوط به نشانه‌های نقص توجه و ۹ سؤال دوم مربوط به نشانه رفتاری بیش‌فعالی/تکانشگری) بر اساس طیف ۴ گزینه‌ای (۱ تا ۴) به سنجش اختلال نقص توجه/بیش فعالی می‌پردازد. نمره کل فرد بر ۱۸ و نمره وی در هر یک از خرده مقیاس بر ۹ تقسیم می‌شود. پایین‌ترین حد نمره ۱۸ و بالاترین حد نمره ۷۲ که نشان‌دهنده شدت اختلال می‌باشد. کیانی و هادیان‌فر (۲۰۱۶) پایایی را با روش آلفای کرونباخ بالای ۷۰ صدم گزارش کرده‌اند.

آزمون هوش ریون:

برای مطمئن شدن از هوش طبیعی آزمودنی‌ها، از آزمون هوش غیرکلامی ریون برای کودکان استفاده شد .فرم کوتاه‌شده این آزمون دارای ۳۶ سؤال است که رنگی بوده و

برای کودکان ۵ تا ۱۲ سال ساخته شده است. روش نمره‌گذاری به این صورت است که به هر جواب درست یک امتیاز داده می‌شود و نمره کل و سن آزمودنی در نظر گرفته می‌شود. رتبه درصدی او بر اساس جدول هنجار تعیین می‌شود. ضریب همبستگی این آزمون با آزمون‌های استنفورد بینه و وکسلر بین ۴۰ تا ۷۵ درصد است و پایایی آن ۷۰ تا ۹۰ درصد گزارش شده است (کریمی و همکاران، ۱۳۸۶).

آزمون تبحر حرکتی برونیکز اوزرتسکی:

آزمون تبحر حرکتی برونیکز -اوزرتسکی که عملکرد حرکتی کودکان ۵/۴ تا ۱۴/۵ ساله را ارزیابی می‌کند. فرم کوتاه این آزمون شامل هشت مؤلفه و ۱۴ قسمت مختلف است. این آزمون به محققان کمک می‌کند تا کودکان عادی را از کودکان دارای اختلالات حرکتی تشخیص دهند. برونیکز (۱۹۷۸) این آزمون را بر روی نمونه‌ای متشکل از ۷۵۶ کودک که بر اساس سن، جنس، نژاد، اندازه جمعیت و منطقه جغرافیایی طبق سرشماری سال ۱۹۷۰ انتخاب شده بودند، استاندارد کرد. ضریب پایایی آزمون-بازآزمون برای فرم بلند این آزمون ۰/۸۷ و برای فرم کوتاه ۰/۸۶ است (کولس و همکاران، ۲۰۰۹؛ اسمیت-انگلسمن و همکاران، ۲۰۱۵؛ کایرینی و همکاران، ۲۰۰۹، به نقل از ابراهیمی-ثانی و همکاران، ۱۴۰۱).

آزمون برو/ نرو[1]. (کنترل بازداری):

این آزمون برای ارزیابی کنترل بازداری رفتاری استفاده می‌شود. این آزمون توسط هافمن[2] در سال ۱۹۸۴ طراحی شده است (میول[3]، ۲۰۱۷). در آزمون برو/نرو، فرد در یک موقعیت (مرحله برو، اجرا یا حرکت) باید در کوتاه‌ترین زمان ممکن به یک محرک پاسخ دهد. در موقعیت دیگر (مرحله نرو، مهار یا حرکت)، پس از ارائه محرک اول، محرک دیگری ارائه می‌شود و فرد باید هنگام ظاهر شدن محرک دوم از پاسخ دادن خودداری کند. دو نوع موقعیت برو و نرو به‌طور تصادفی در یک تکلیف قرار می‌گیرند. توانایی فرد در مهار

1. Go/NoGo
2. Hoffman
3. Meule

پاسخ خود در موقعیت دوم، شاخصی از کنترل بازداری اوست. ازآنجایی‌که تعداد محرک‌های برو معمولاً بیشتر از تعداد محرک‌های نرو است، فرد آمادگی بیشتری برای پاسخ دادن دارد (وربروگن و لوگان[1]، ۲۰۰۷). بازداری ناکافی یا خطای ارتکاب به معنای ایجاد پاسخ حرکتی به محرک برو به شکل هندسی مثلث به مدت ۵۰۰ میلی‌ثانیه روی لپ‌تاپ است و شرکت‌کنندگان هنگام ارائه محرک حضور ندارند. از این آزمون، سه نمره جداگانه به دست می‌آید: درصد خطای ارتکاب، درصد خطای حذف و زمان واکنش (نجاتی، ۲۰۱۳) .از این آزمون، سه نمره جداگانه به دست می‌آید: درصد خطای ارتکاب، درصد بازداری نامناسب و زمان واکنش. در سال ۱۹۸۴، پایایی و اعتبار این ابزار توسط هافمن ارزیابی شد. ازآنجایی‌که آزمون و برو/نرو وابسته به فرهنگ نیستند و مبنای عصب‌شناختی دارند، می‌توان در این مورد به اعتبار و پایایی مقالات خارجی استناد کرد (جانت[2] و همکاران، ۲۰۱۲).

آزمون هماهنگی حرکتی[3] (KTK):

برای سنجش هماهنگی حرکتی کودکان از آزمون KTK استفاده شد. این آزمون در محدوده سنی ۵ تا ۱۴ سال اجرا می‌شود و دارای چهار مؤلفه فرعی است که هماهنگی حرکتی را می‌سنجد و شامل ۱- حفظ تعادل بدن هنگام گام برداشتن به عقب روی چوب‌های تعادل با عرض‌های مختلف[4]، ۲- پریدن از روی موانع با ارتفاع‌های مختلف هنگام لی‌لی روی یک پا[5]، ۳- پریدن به دو طرف با هر دو پا کنار هم[6] و ۴- حرکت دادن تخته‌های چوبی[7] است. موارد ذکرشده با دستورالعمل‌های یکسان در تمام گروه‌های سنی اجرا می‌شوند. این آزمون توانایی شناسایی کودکان با استعداد (بالقوه) و کودکان دارای

1. Verbruggen & Logan
2. Janette
3. Körperkoordinations Test für Kinder (Body Coordination Test for Children)
4. Walking- Backwards (WB)
5. Hopping on One Leg Over an Obstacle - Hopping for Height (HH)
6. Jumping Sideways or Latralley (JS)
7. Shifting Platforms

اختلال عملکرد حرکتی را دارد (کفارد و شیلینگ[1]، ۲۰۰۷).

محققان ویژگی‌های روان‌سنجی این آزمون را بر اساس عملکرد ۱۲۲۸ کودک ۵ تا ۱۴ ساله در آلمان غربی بررسی کردند و گزارش دادند که پایایی آن بر اساس نمره خام به‌دست‌آمده از کل مجموعه آزمون ۰.۹۷ و برای چهار خرده‌مقیاس در محدوده ۸۰ تا ۹۶ درصد است. در ایران، سلامی و همکاران دامنه تغییرات ضرایب آلفای کرونباخ را در چهار خرده‌مقیاس آزمون بین ۰/۶۱ تا ۰/۹۷ گزارش کردند. پایایی آزمون-بازآزمون برای کل خرده‌مقیاس‌ها ۰/۹۴ بود.

مداخله تمرینات ویژهٔ ورزش مغزی:

برنامه‌ی ورزش مغزی متشکل از ۱۸ حرکت است که می‌توان تعدادی از حرکات آن را طبق دستورالعملی که سایت بین‌المللی ورزش مغزی (۲۰۲۱)، دنیسون و دنیسون (۱۹۹۲) و براون (۲۰۱۲) ارائه نموده‌اند جهت بهبود کارکردهای اجرایی انتخاب و مورداستفاده قرار داد. این تمرینات شامل حرکت دکمه‌های زمین[2]، حرکت اتصال[3]، کشش عضلات پشت ساق پا[4]، دکمه‌های مغزی[5]، حرکت متقاطع[6]، حرکت جغد[7]، نقطهٔ مثبت (انرژی‌زایی)[8]، فعال‌سازی بازو[9]، کلاه تفکر[10]، گلایدر (حفظ توازن)[11]، حرکت فیل[12]، هشت تنبل[13]، حرکت کشش پا[14]، حرکت دکمه‌های تعادل[15]، حرکت دکمه‌های فضایی[16]، حرکت

1. Kiphard & Shilling
2. Arm Activation
3. hook-ups
4. Calf pump
5. brain buttons
6. cross crawl
7. The owl
8. the energizer
9. arm activation
10. Thinking Cap
11. Gravity Glider
12. The elephant
13. the elephant
14. arm activation
15. balance buttons

تنفس‌شکمی[1]، حرکت قلاب[2]، حرکت کشش کشاله ران[3] است (دنیسون و دنیسون[4]، ۱۹۹۷). در تحقیق امیری و همکاران روایی محتوایی این تمرینات بین ۰/۹ تا ۱ محاسبه شد. همچنین نتایج بررسی روایی صوری توسط اساتید نشان داد که امتیاز هر یک از آیتم‌ها بیشتر از یک و نیم است و بنابراین روایی صوری نیز تأیید شد (امیری و همکاران، ۲۰۲۱). همچنین روایی صوری و محتوی پروتکل تمرینی در تحقیقات ابراهیمی و همکاران (۲۰۱۰)، توتک همکاران (۱۳۹۷) و مجرد آذر و دهقانی زاد (۲۰۲۱) مورد تأیید قرار گرفته است. پروتکل اجرایی در این تحقیق برگفته از تحقیق مجرد آذر و دهقانی زاد در سال ۲۰۲۱ است.

روش اجرا

روش اجرای تحقیق حاضر به این صورت بود که قبل از شروع فرایند پژوهش محقق جهت رعایت استانداردهای اخلاقی در سال ۱۴۰۳ اقدام به مراجعه به کلینیک توان‌بخشی رویان شهر ارومیه نموده و هماهنگی و مجوز لازم برای اجرای پژوهش حاضر از مسئولین کلینیک گرفته شد. سپس با کمک یک متخصص کاردرمانی کودکان در کلینیک توان‌بخشی رویان شهر ارومیه با استفاده از آزمون پرسشنامه‌ی DCD-Q.7 و آزمون هوشی ریون و آزمون تبحر حرکتی برونیکز اوزرتسکی اختلالات هماهنگی رشدی کودکان تعیین گردید. سپس ۳۶ نفر از کودکان با اختلال هماهنگی رشدی به تأیید متخصص کاردرمانی انتخاب شدند. در مرحله بعد در مورد نحوه اجرا و اهداف پژوهش برای شرکت‌کنندگان توضیحاتی داده‌شده و سپس در یک‌یک اتاق آرام و به‌صورت انفرادی از شرکت‌کنندگان در مرحله پیش‌آزمون، کنترل بازداری به‌وسیله آزمون برو نرو و هماهنگی حرکتی با استفاده از آزمون هماهنگی حرکتی (KTK) ثبت شد. شرکت‌کنندگان

16. space buttons
1. belly breathing
2. Hook up
3. The Grounder
4. Dennison & Dennison

به‌صورت تصادفی در دو گروه (گروه آزمایش و گروه کنترل) قرار گرفتند.

لازم به ذکر است که این مطالعه با طراحی بی‌خبری یک‌سویه انجام شد تا از تأثیر یکی از عواملی که اعتبار درونی را مختل می‌کند، یعنی انگیزه شرکت‌کنندگان، جلوگیری شود. به همین منظور، شرکت‌کنندگان از اینکه در گروه کنترل یا گروه آزمایش قرار دارند، مطلع نبودند. همچنین، مداخلات ورزشی تحت نظارت و با کمک یک مربی ورزشی متخصص انجام شد. گروه آزمایش، تمرینات ورزشی مغز را ۳ بار در هفته به مدت ۸ هفته، طی جلسات ۳۰ دقیقه‌ای تحت نظارت سرپرست، محقق و یک مربی متخصص انجام دادند (دنیسون، دنیسون، ۱۹۹۷). نحوه اجرای تمرینات انجام‌شده در هر جلسه، مشابه هم بوده و با ترتیب و توالی ذیل اجرا شدند. قبل از شروع تمرینات سه پیش‌تمرین وجود داشت. آب خوردن: قبل از تمرینات نوشیدن آب ضروری است زیرا ۸۵ درصد وزن مغز آب است ۱۰ دقیقه بعد از خوردن آب امواج مغزی تغییر می‌کنند. ۱- نوشیدن آب باعث تسهیل گردش مایع مغزی نخاعی می‌شود. مایع مغزی نخاعی از سمت نخاع به سمت مغز و بالعکس در جریان است. تقویت سیستم ایمنی، تقویت‌هضم، تقویت تنفس و تسهیل گردش جریان خون و اکسیژن در بدن (دینسون و دینسون،۱۹۹۷). ۲- حرکت دکمه‌های زمین: شرکت‌کننده باید دو در حال سرازیر شدن از بالا به سمت پایین است. چشم‌ها یک خط عمودی روی سطح زمین را انگشت یک دست خود را زیر لب پایین و کف دست دیگر را پایین ناف قرار دهد، نفس بکشد تا انرژی به مرکز بدن جریان پیدا کند. هم‌زمان با این حرکت ۴ تا ۶ نفس عمیق بکشد و تصور کند که یک آبشار انرژی دنبال می‌کند. اگر بیشتر از دو دقیقه انجام شود، فرد حساس گرما خواهد کرد در مرحله بعد، دست‌ها را عوض کند و دوباره همان کارها را تکرار کند.۳- حرکت اتصال: مرحله اول در حالت ایستاده و نشسته انجام می‌شود (تحریک غده صنوبری چشم سوم)، چشم‌ها بسته و تنفس شکمی، کودکان ۳۰ ثانیه و بزرگ‌سالان ۶۰ ثانیه، مرحله دوم به هم مالیدن دست‌ها برای افزایش امواج الکترومغناطیس، قرار دادن انگشتان بر روی ناف، چشم‌ها بسته و تنفس شکمی، چسباندن زبان به سقف دهان. این حرکت برای ریلکس شدن است.۴- کشش

عضلات پشت ساق پا: مرحله اول در حالت ایستاده و نشسته انجام می‌شود (تحریک غده صنوبری-چشم سوم)، چشم‌ها بسته و تنفس شکمی، کودکان ۳۰ ثانیه و بزرگ‌سالان ۶۰ ثانیه، مرحله دوم به هم مالیدن دست‌ها برای افزایش امواج الکترومغناطیس، قرار دادن انگشتان بر روی ناف، چشم‌ها بسته و تنفس شکمی، چسباندن زبان به سقف دهان. ۵- دکمه‌های مغزی: با انگشتان دست راست ترقوه لمس شود و کف دست چپ بر روی ناف قرار بگیرد. تنفس با بینی به مدت ۳۰ ثانیه تا ۶۰ ثانیه انجام شود. این حرکت باعث می‌شود تا عضلات سینه شل شوند. ایجاد حالت مثبت، افزایش انرژی در بدن. تنفس با بینی باعث تحریک قشر مغز و تولید امواج آلفا می‌شود.۶- حرکت متقاطع: دست‌ها و پاها را به‌طور متقاطع و به‌طور پی‌درپی به هم نزدیک کنید. فرد می‌تواند هم‌زمان موزیک هم گوش کند، فرد می‌تواند هم‌زمان به شمارش اعداد بپردازد، فرد می‌تواند به سمت چپ و راست نگاه کند، این حرکت به هماهنگی بین دو نیم کره کمک می‌کند.۷-حرکت جغد: با دست راست کتف چپ را بگیرید، نفس عمیق بکشید و درحالی‌که بازدم می‌کنید سر را به سمت مخالف بچرخانید، چشم‌ها را بسته و به‌آرامی بگویید، هووو. با هر دست ۳ تا ۴ بار انجام دهید. ۸-نقطهٔ مثبت (انرژی‌زایی): دو نقطه بر روی پیشانی را با انگشتان دست راست و چپ نگه‌داشته و به‌آرامی به سمت طرفین بکشید به‌طور هم‌زمان به یک موقعیتی که به شما انرژی مثبتی می‌دهد فکر کنید این حرکت برای ریلکس شدن مناسب است. تیپینگ قشر گیجگاهی، افزایش قدرت حافظه هیپوکامپ در این منطقه قرار دارد. ۹- فعال‌سازی بازو: یک دست در کنار گوش خود نگه دارید درحالی‌که با فشار دادن بازوی مقابل عضلات بازو را فعال کنید هم‌زمان با حرکت نفس عمیق بکشید و با ۴ شماره هوا را بیرون دهید، دست‌ها را عوض کنید. ۱۰- کلاه تفکر: انگشت شست و سبابه از بالا به سمت پایین فشار دهند، فشار دادن باعث کاهش فشارخون و کاهش سردرد تنشی می‌شود. کشیدن باعث باز کردن چفت استخوان‌های تمپورال می‌شود. هم‌زمان با کشیدن باید دم داشته باشید نه بازدم این حرکت در مدت‌زمان یک دقیقه ۵ بار انجام شود. افرادی که مشکلات قلبی یا فشارخون پایین دارند انجام ندهند این حرکت موجب کمک به حافظه کاری، مهارت‌های

تفکر، گوش دادن با دو گوش می‌شود. ۱۱-گلایدر (حفظ توازن): برای انجام این حرکت، شرکت‌کننده باید به‌راحتی بر روی یک صندلی بنشیند. مچ پاها را به‌صورت ضربدری روی‌هم قرار دهد. زانوهای خود را در حالت آرامش قرار دهد. به سمت جلو خم شود و سعی کند دستانش را به نوک انگشتان پاها برساند. همان‌طور که دم و بازدم می‌کند، اجازه دهد بازوانش به سمت پایین حرکت کنند این کار را به سمت چپ، راست و وسط تکرار کند. پاها را جابجا کرده و دوباره این کارها را تکرار کند. هدف تحریک سیستم تنفسی، کشیدن ستون فقرات و بازی دادن نخاع است. ۱۲- حرکت فیل: برای انجام این حرکت زانوها باید خم شوند، سر به شانه بچسبد و همان‌طور که ۸ تنبل ترسیم می‌شود، از قسمت دنده‌ها برای حرکت دادن کل قسمت بالایی تنه استفاده شود. رد انگشتان باید دنبال شود و با دست دیگر نیز این حرکت انجام شود. ۱۱- هشت تنبل: شرکت‌کننده باید ۸ خوابیده را، سه بار با هر دست و سه بار با هر دو دست به‌طور هم‌زمان ترسیم کند. ۱۳-حرکت کشش پا: پای راست روی پای چپ قرار بگیرد و عضلات ساق پای راست را ماساژ دهید و به سمت بالا حرکت کنید در مرحلهٔ بعد این کار را با پای دیگر انجام دهید. ۱۴- حرکت دکمه‌های تعادل: شرکت‌کننده باید با دو انگشت یک دست خود، فرورفتگی پایهٔ جمجمه را که در پشت لالهٔ گوش قرار دارد لمس کند و دست دیگر خود را بر روی ناف قرار دهد. نفس بکشد تا انرژی از قسمت پایین بدن به سمت بالا جریان یابد بعد از یک دقیقه پشت گوش دیگر را لمس کرده و حرکت را از نو اجرا کند. ۱۵- حرکت دکمه‌های فضایی: شرکت‌کننده باید برای انجام این حرکت، دو انگشت یک دست خود را بالای لب بالا (تقریباً زیر بینی) و کف دست دیگر را روی استخوان خاجی (آخرین نقطه کمر) قرار دهد. به مدت یک دقیقه این حالت را حفظ کرده و تنفس کند تا انرژی از ستون فقرات به سمت بالا جریان یابد و سپس عوض کردن دست‌ها و انجام حرکت.۱۶- حرکت تنفس‌شکمی: دست راست بر روی شکم قرار می‌گیرد (انگشت اشاره یا کف دست راست) و از طریق بینی نفس عمیق می‌کشد و هوا را با پف پف کوچولو از دهان خارج می‌کند. انگار که یک قاصدک را روی هوا نگه می‌دارد (به مدت ۱ دقیقه). ۱۷- حرکت

قلاب: این حرکت هم به‌صورت ایستاده و هم به صورت نشسته می‌تواند انجام بگیرد. ابتدا فرد باید پای چپ را بر روی پای راست قرار دهد. دست‌ها باید در جلوی فرد قرار بگیرند، سپس پنجه‌ها به صورت ضربدری در هم قلاب شوند. در مرحله بعد دست‌ها باید به داخل سینه برگردند. این حرکت بین ۱ تا ۲ دقیقه باید ادامه بیابد. ۱۸- حرکت کشش کشاله ران: شرکت‌کننده باید پاهای خود را در حالت راحتی جدا از هم نگه دارد. پای راست خود را به طرف راست نگه دارد و پای چپ خود را به‌صورت مستقیم رو به جلو نگه دارد. پس از آن، با خم کردن زانوی راست عمل بازدم و با راست کردن آن، عمل دم را انجام دهد (سایت بین‌المللی ورزش مغزی ۲۰۲۱). در طول جلسات ورزشی توسط گروه آزمایش، اعضای گروه کنترل به زندگی روزمره خود پرداختند. در نهایت، روز بعد از آخرین جلسه ورزشی گروه آزمایش، از همه شرکت‌کنندگان خواسته شد تا به مرکز مشخص شده قبلی که در آن آزمایش‌ها انجام می‌شد، بروند و آزمون‌های هماهنگی حرکتی و کنترل بازداری را انجام دهند و نمرات این اجراها نیز به‌عنوان پس‌آزمون ثبت شد.

تحلیل داده‌های این پژوهش در دو سطح توصیفی و استنباطی انجام شد. در سطح توصیفی از شاخص‌های مرکزی میانگین و انحراف معیار استفاده شد. برای بررسی توزیع نرمال و برابری واریانس‌ها به ترتیب از آزمون‌های شاپیرو-ویلک و لوین و برای بررسی تفاوت بین گروه‌ها در پس‌آزمون از آزمون تحلیل کوواریانس یک‌طرفه و آزمون تعقیبی بونفرونی استفاده شد همه تجزیه‌وتحلیل تحلیل‌های اولیه در سطح معناداری ۰/۰۵ ≥P با استفاده از نرم‌افزار Spss نسخه ۲۶ انجام شد

یافته‌ها

در جدول ۱ اطلاعات توصیفی مربوط به سن و قد و وزن شرکت‌کننده‌ها در دو گروه ارائه شده است.

جدول ۱. ویژگی‌های جمعیت شناختی دو گروه از شرکت‌کنندگان

متغیرها	گروه آزمایش	گروه کنترل
	میانگین (انحراف معیار)	میانگین (انحراف معیار)
سن	۸/۵۵(۱/۰۴)	۸/۴۴(۱/۱۹)
قد	۱۳۹/۲۲(۲/۴۶)	۱۳۸/۷۲(۲/۶۵)
وزن	۳۹/۳۳(۲/۰۰)	۳۹/۰۰(۲/۷۸)

مقادیر میانگین و انحراف معیار شاخص‌های توصیفی و متغیرهای مربوط به کنترل بازداری و هماهنگی حرکتی در دو گروه آزمایش و کنترل در پیش‌آزمون و پس‌آزمون در جدول ۱ آمده است.

جدول ۲. اطلاعات توصیفی مربوط به هماهنگی حرکتی و کنترل بازداری دو گروه در پیش‌آزمون و پس‌آزمون

متغیرها	گروه آزمایش		گروه کنترل	
	پیش‌آزمون	پس‌آزمون	پیش‌آزمون	پس‌آزمون
	میانگین (انحراف معیار)	میانگین (انحراف معیار)	میانگین (انحراف معیار)	میانگین (انحراف معیار)
حفظ تعادل در گام برداشتن به عقب	۱۰/۷۲(۱/۵۶)	۱۲/۸۳(۱/۱۵)	۱۱/۲۲(۱/۵۵)	۱۰/۸۸(۱/۵۲)
پرش از روی موانع با لی کردن	۱۰/۲۷(۱/۵۲)	۱۱/۸۳(۱/۰۴)	۹/۹۴(۱/۵۵)	۹/۹۷(۱/۱۱)
پرش به دو طرف با پاها کنار هم	۱۲/۱۱(۰/۹۶)	۱۲/۸۸(۰/۹۰)	۱۱/۷۷(۱/۱۶)	۱۱/۵۵(۱/۱۹)
جابجایی صفحه‌های چوبی	۸/۵۰(۱/۰۹)	۱۰/۷۲(۰/۸۹)	۸/۵۵(۱/۱۹)	۸/۴۴(۱/۳۳)
هماهنگی حرکتی کلی	۴۱/۶۱(۲/۵۹)	۴۸/۲۷(۲/۲۴)	۴۱/۵۰(۳/۵۸)	۴۰/۶۶(۳/۳۰)
کنترل بازداری	۳۰/۰۰(۲/۷۰)	۳۱/۷۲(۲/۴۰)	۲۸/۸۸(۲/۳۷)	۲۸/۳۳(۲/۴۰)

طبق جدول ۲ در متغیر، هماهنگی حرکتی و کنترل بازداری، میانگین گروه آزمایش از

پیش‌آزمون تا پس‌آزمون بهبود یافته است؛ بنابراین تفاوت بین دو گروه در مرحله پس‌آزمون به نفع گروه آزمایش است.

برای بررسی همگونی واریانس دو گروه در مرحله پس‌آزمون، از آزمون همگونی واریانس‌های لوین استفاده شد. آزمون لوین محاسبه‌شده در مورد هیچ‌یک از متغیرهای موردبررسی ازلحاظ آماری معنی‌دار نبود [میانگین آزمون کنترل بازداری ۰/۰۵≤ F=۱/۴۳۷ p=۰/۲۳۹، میانگین آزمون هماهنگی حرکتی کلی ۰/۰۵≤ F=۳/۳۲۰ p=۰/۰۷۷، میانگین مؤلفه حفظ تعادل در گام برداشتن به عقب ۰/۰۵≤ F=۰/۰۷۹ p=۰/۷۸۱، میانگین مؤلفه پرش از روی موانع با لی کردن ۰/۰۵≤ F=۱/۶۵ p=۰/۲۰۷، میانگین مؤلفه پرش به دو طرف با پاها کنار هم ۰/۰۵≤ F=۳/۱۱۰ p=۰/۰۸۷، میانگین مؤلفه جابجایی صفحه‌های چوبی ۰/۰۵≤ F=۳/۳۳۷ p=۰/۰۷۷]

پیش‌فرض مهم دیگر تحلیل کوواریانس یکراهه، همگنی ضرایب رگرسیون است. لازم به ذکر است که آزمون همگونی ضرایب رگرسیون از طریق تعامل پیش‌آزمون نمرات متغیرهای تعادل پویا و ایستا و حافظه کاری با متغیر مستقل (تمرینات ورزش مغزی) در مرحله پس‌آزمون موردبررسی قرار گرفت. تعامل این پیش‌آزمون‌ها با متغیر مستقل معنادار نبوده و حاکی از همگنی ضرایب رگرسیون می‌باشد [پس‌آزمون کنترل بازداری ۰/۰۵≤ F=۰/۸۰۴ p=۰/۳۷۷]، [پس‌آزمون مؤلفه هماهنگی حرکتی کلی ۰/۰۵≤ p=۰/۵۸۳ F=۱/۰۷۵، پس‌آزمون مؤلفه حفظ تعادل در گام برداشتن به عقب ۰/۰۵≤ p=۰/۱۱۳ F=۱/۳۷۰، پس‌آزمون مؤلفه پرش از روی موانع با لی کردن ۰/۰۵≤ F=۰/۰۱۵ p=۰/۹۰۳، مؤلفه پرش به دو طرف با پاها کنار هم ۰/۰۵≤ F=۰/۰۱۶ p=۰/۸۹۹، مؤلفه جابجایی صفحه‌های چوبی ۰/۰۵≤ F=۰/۸۸۴ p=۰/۳۵۴] همان‌طور که مشاهده می‌شود مفروضه همگنی ضرایب رگرسیون برقرار می‌باشد. نتایج آزمون شاپیرو ویلکز نیز نشان داده‌ها در سطح معناداری P<۰/۰۵ از توزیع نرمالی برخوردار هستند. با توجه به برقراری پیش‌فرض‌های تحلیل کوواریانس یکراهه استفاده از این آزمون مجاز بود.

در خصوص کنترل بازداری نتایج جدول نشان داد بین گروه‌های آزمایش و کنترل

تفاوت معنی‌داری وجود دارد؛ به‌عبارت‌دیگر، تمرینات ورزش مغزی با توجه به میانگین گروه آزمایش (۳۱/۷۲) نسبت به میانگین گروه کنترل (۲۸/۳۳)، موجب بهبود کنترل بازداری در گروه آزمایش شده است. میزان تأثیر برابر با ۰/۹۸ است، یعنی ۹۸ درصد تفاوت‌های فردی در نمرات کنترل بازداری مربوط به تأثیر تمرینات ورزش مغزی است.

جدول ٤. نتایج تحلیل کوواریانس تک متغیری کنترل بازداری و هماهنگی حرکتی و مؤلفه‌های آن دو گروه با کنترل پیش‌آزمون

متغیر وابسته	منبع تغییرات	مجموع مجذورات	درجه آزادی	میانگین مجذورات	آماره F	معنی‌داری	اندازه اثر
کنترل بازداری	پیش‌آزمون	۱۴۰/۴۰	۱	۱۴۰/۴۰	۴۹/۷۱	۰/۰۰۱	۱
	گروه	۵۳/۵۷	۱	۵۳/۵۷	۱۸/۹۷	۰/۰۰۱	۰/۹۸
	خطا	۹۳/۲۰	۳۳	۲/۸۲	–	–	–
هماهنگی حرکتی (کلی)	پیش‌آزمون	۱۵۸/۸۸	۱	۱۵۸/۸۸	۴۶/۵۱	۰/۰۰۱	۰/۵۸
	گروه	۵۱۰/۷۲	۱	۵۱۰/۷۲	۱۴۹/۵۱	۰/۰۰۱	۰/۸۱
	خطا	۱۱۲/۷۲	۳۳	۳/۴۱	–	––	–
حفظ تعادل در گام برداشتن به عقب	پیش‌آزمون	۴۴/۴۱۰	۱	۴۴/۴۱	۸۲/۰۲	۰/۰۰۱	۰/۷۱
	گروه	۴۶/۷۸	۱	۴۶/۷۸	۸۶/۴۰	۰/۰۰۱	۰/۷۲
	خطا	۶۱/۵۱	۳	۰/۵۴	–	–	–
پرش از روی موانع با لی کردن	پیش‌آزمون	۲۳/۶۱	۱	۲۳/۶۱	۴۸/۶۹	۰/۰۰۱	۰/۵۹
	گروه	۳۱/۲۵	۱	۳۱/۲۵	۶۴/۴۶	۰/۰۰۱	۰/۶۶
	خطا	۱۶	۳۳	۰/۴۸	–	–	–
پرش به دو طرف با پاها کنار هم	پیش‌آزمون	۲۲/۲۹	۱	۲۲/۲۹	۴۶/۱۸	۰/۰۰۱	۰/۵۸
	گروه	۱۰/۲۵	۱	۱۰/۲۵	۲۱/۲۴	۰/۰۰۱	۰/۳۹
	خطا	۱۵/۹۲	۳۳	۰/۴۸	–	–	–
جابجایی صفحه‌های چوبی	پیش‌آزمون	۱۸/۷۸	۱	۱۸/۷۸	۲۴/۵۲	۰/۰۰۱	۰/۴۲
	گروه	۴۸/۱۴	۱	۴۸/۱۴	۶۲/۸۷	۰/۰۰۱	۰/۶۵
	خطا	۳۳۹۷/۰۰	۳۳	۰/۷۶	–	–	–

همان‌طور که در جدول ۴ نشان داده شده است بین گروه‌های آزمایش و کنترل ازلحاظ

هماهنگی حرکتی (کلی) تفاوت معنی‌داری وجود دارد؛ به‌عبارت‌دیگر، تمرینات ورزش مغزی با توجه به میانگین هماهنگی حرکتی (کلی) گروه آزمایش (۴۸/۲۷) نسبت به میانگین هماهنگی حرکتی (کلی) گروه کنترل (۴۱/۵۰)، موجب بهبود معنادار هماهنگی حرکتی (کلی) در گروه آزمایش شده است. میزان تأثیر برابر با ۰/۸۱ است، یعنی ۸۱ درصد تفاوت‌های فردی در نمرات هماهنگی حرکتی (کلی) مربوط به تأثیر تمرینات ورزش مغزی است. بنابراین این فرض از تحقیق تأیید می‌شود.

همچنین نتایج نشان داد که بین گروه‌های آزمایش و کنترل ازلحاظ مؤلفه‌های حفظ تعادل در گام برداشتن به عقب، پرش از روی موانع با لی کردن، پرش به دو طرف با پاها کنار هم و جابجایی صفحه‌های چوبی تفاوت معنی‌داری وجود دارد (p= ۰/۰۰۱)؛ به‌عبارت‌دیگر، تمرینات ورزش مغزی با توجه به میانگین مؤلفه‌های چهارگانه هماهنگی حرکتی گروه آزمایش نسبت به میانگین‌های گروه کنترل، موجب بهبود معنادار این مؤلفه‌ها در گروه آزمایش شده است.

بحث و نتیجه‌گیری

DCD یک اختلال عصب تحولی است که با اختلال قابل‌توجهی در توانایی یادگیری و انجام مهارت‌های حرکتی هماهنگ مشخص می‌شود (پرانیچ[1] و همکاران، ۲۰۲۴). کودکانی که مبتلا به DCD تشخیص داده شده‌اند، تفاوت‌های مغزی قابل‌توجهی را در نواحی مخچه، عقده‌های قاعده‌ای، جسم پینه‌ای، لوب جداری و لوب فرونتال در مقایسه با کودکان عادی نشان می‌دهند و این تفاوت‌های عصبی همچنان بر رشد عملکردی نوجوانان تأثیر می‌گذارد (گائو[2] و همکاران، ۲۰۲۴)؛ بنابراین هدف این تحقیق اثربخشی هشت هفته تمرینات ورزش مغزی بر هماهنگی حرکتی و کنترل بازداری کودکان مبتلا به DCD بود.

بخشی از نتایج تحقیق نشان داد که برنامه تمرین ورزش مغزی موجب بهبود معنادار هماهنگی حرکتی کودکان مبتلا به DCD شد. بررسی مطالعات گذشته نشان می‌دهد که

1. Pranjić
2. Gao

تاکنون در مطالعات اندکی به تأثیر تمرین‌های ورزش مغزی در جامعهٔ کودکان مبتلا به DCD پرداخته شده است.

ثابت شده است که مهارت‌های حرکتی کودکان مبتلا به DCD احتمالاً با مداخلات مختلفی مانند آموزش وظایف عصبی حرکتی، درمان ادراکی-حرکتی و یکپارچگی حسی و آموزش حرکتی بهبود می‌یابد (هیلیر[1]، ۲۰۰۷). ما[2] و همکاران (۲۰۱۸) مداخله‌ای را در کودکان ۶ تا ۹ ساله با تمرینات TKDدو به مدت ۱۲ هفته انجام داد. نتایج این مداخله نشان داد که مداخله TKD می‌تواند در بهبود هماهنگی چشم و دست در کودکان مبتلا به DCD مؤثر باشد

ورزش مغز، به‌عنوان نمونه‌ای از انواع ورزش‌های ادراکی-حرکتی، می‌تواند منجر به بهبود مهارت‌های حرکتی و شناختی شود. بر اساس رویکردهای مبتنی بر آموزش ادراکی-حرکتی، افراد با ایجاد یکپارچگی بیشتر بین اطلاعات حاصل از منابع بصری، شنیداری و حرکتی، عملکرد خود را بهبود می‌بخشند (ویلسون[3] و همکاران، ۲۰۱۵).

کودکان گروه تمرین مغزی در مطالعه حاضر توانستند با ایجاد یکپارچگی بیشتر بین این ورودی‌های ذکرشده، رشد مهارت‌های حرکتی خود را تسهیل کنند. در بخش بزرگی از مطالعات انجام‌شده بر روی کودکان مبتلا به اختلال هماهنگی رشدی، محققان حوزه علوم ورزشی به بررسی تأثیر برنامه‌های تمرینی مختلف بر مهارت‌های حرکتی بنیادی مختلف پرداخته‌اند. نتایج اکثر این مطالعات حاکی از تأثیرات مثبت فعالیت‌های بدنی مختلف (برنامه حرکتی اسپارک، تمرینات ادراکی-حرکتی، تمرینات یکپارچگی حسی-حرکتی، مداخلات تحریک حسی، حرکات ریتمیک و غیره) بر ابعاد مختلف مهارت‌های حرکتی (مهارت‌های حرکتی درشت، مهارت‌های حرکتی ظریف، هماهنگی حرکتی، هماهنگی دست‌وپا، عملکردهای حسی-حرکتی و عملکرد شناختی کودکان مبتلا به اختلال هماهنگی رشدی) است (ساها[4] و همکاران ۲۰۱۸، اسمیتس[5] و همکاران ۲۰۱۷) و از

1. Hillier
2. Ma
3. Wilson
4. Saha

این لحاظ نتایج پژوهش حاضر با بخش عمده‌ای از این ادبیات پژوهشی همسو است.

فعالیت‌های هماهنگی دست و چشم نوعی فعالیت ذهنی هستند و ادراک بصری همیشه در کنار مهارت دستی قرار می‌گیرد (رهاوی عزآبادی و همکاران، ۲۰۱۸)؛ بنابراین، می‌توان بیان نمود که بازی‌های ورزشی مغز که نیاز به هماهنگی دست و چشم دارند، می‌توانند حرکات کودکان مبتلا به اختلال هماهنگی رشدی را بهبود بخشند. در کودکان مبتلا به اختلال هماهنگی رشدی، مشکلات هماهنگی حرکات ظریف، به‌ویژه مشکلات مربوط به مهارت‌های آموزشی و توپ‌بازی، اغلب مشاهده می‌شود؛ بنابراین، اگر یک برنامه ورزشی منظم، مناسب و علمی برای این کودکان طراحی و اجرا شود، می‌توانند مهارت‌های حرکتی خود را تقویت کنند. محققان معتقدند که مهارت‌های حرکتی و شناختی در کنار هم چرخه‌ای را تشکیل می‌دهند که تقویت هر یک، دیگری را تقویت می‌کند (اکبری و همکاران، ۱۳۸۵).

این بخش از نتیجه تحقیق از جنبه دیگری نیز قابل تفسیر و توضیح است؛ این یافته برخلاف دیدگاه بالیدگی در رشد حرکتی است که سیستم عصبی را عامل کنترل و تعیین‌کننده رشد حرکتی می‌داند و محیط را در مسیر رشد بی‌تأثیر می‌داند (بهرام و همکاران، ۱۳۸۴). از سوی دیگر، نتایج این تحقیق را می‌توان در چارچوب نظریه سیستم‌های پویا در نظر گرفت. نظریه سیستم‌های پویا معتقد است که محیط و عوامل تسهیل‌کننده عامل مهمی در رشد مهارت‌های حرکتی هستند و عوامل مؤثر بر رشد حرکتی را شامل ویژگی‌های تکلیف حرکتی در تبادل با فرد و محیط می‌داند. آن‌ها معتقدند که این عوامل در رشد توانایی‌های حرکتی مؤثر هستند. در نظریه سیستم‌های پویا، توانایی‌های حرکتی ابتدایی ازنظر ژنتیکی محدود به حدی هستند که نمی‌توان آن‌ها را اصلاح کرد (اشمیت و ویسبرگ[1]، ۲۰۰۸).

بخش دیگری از نتایج تحقیق نشان داد که تمرین ورزش مغز تأثیر مثبت و معناداری بر کنترل بازداری شرکت‌کنندگان داشته است. در تفسیر این نتیجه، باید توجه داشت که بهبود توانایی مهار پاسخ پس از اصلاح فعالیت‌های مغزی مرتبط در قشر پیش‌پیشانی و در شبکه‌هایی

---

5. Smits
1. Schmidt &Wrisberg

که شامل قشر پیش‌پیشانی می‌شوند، رخ می‌دهد (ژو[1] و همکاران، ۲۰۲۴). همچنین تعدادی از مطالعات تصویربرداری رزونانس مغناطیسی عملکردی نشان داده‌اند که قشر جلوی پیشانی پشتی جانبی[2] (DLPFC) یک منطقه مغزی حیاتی برای مهار پاسخ بوده و تحریک این ناحیه از مغز باعث بهبود بازداری پاسخ می‌شود (وو[3] و همکاران، ۲۰۲۱). داده‌های این تحقیق از این ایده پشتیبانی می‌کنند که ورزش مغز می‌تواند به‌طور مستقیم و غیرمستقیم بر عملکرد شناختی تأثیر بگذارد؛ به‌عبارت‌دیگر، این مهارت‌ها فرصت‌هایی را برای جذب ورودی‌های حسی مختلف از محیط فراهم می‌کنند و تعامل بین قشر مغز و مخچه را بهبود می‌بخشند که منجر به بهبود مهارت‌های شناختی می‌شود. به نظر می‌رسد تمرین ورزش مغزی مانند حرکات دکمه‌های مغز، کلاه تفکر، حرکت متقاطع، حرکت نقطهٔ مثبت (انرژی‌زایی)، حرکت جغد، حرکت نقطهٔ مثبت (انرژی‌زایی) که تمرکز اصلی آن‌ها تحریک قشر مغز، هماهنگی بین دو نیم کره، افزایش قدرت حافظه، تقویت حافظه کاری، مهارت‌های تفکر باعث بهبود کنترل رفتار بازداری شده است. درواقع ورزش مغزی در ابتدا، نوعی ورزش بدنی محسوب می‌شود و در درجه دوم این فعالیت‌های منظم بدنی موجب اتفاقات خاصی در مغز فرد نیز می‌شوند (دینی‌می[4] و همکاران، ۲۰۱۷).

تمریناتی مانند کشش کشتاله‌ران، گلایدر می‌توانند مستقیماً بر عضلات و فیزیک بدن فرد تأثیر بگذارند و عملکرد فیزیکی را بهبود بخشند. از سوی دیگر، تمرینات انرژی ازنظر تئوری، ارتباطات لازم بین بدن و مغز را برای هر نوع عملکرد انسانی فراهم می‌کنند. تمرینات انرژی از تئوری طب سوزنی گرفته شده است که در آن جریان‌های الکتریکی بدن به‌عنوان کانال‌های انرژی عمل می‌کنند که می‌توانند درنتیجه عدم فعالیت یا استرس مسدود، افزایش یا خاموش شوند (مجردآذر و دهقانی زاده، ۲۰۲۱). تنفس عمیق شکمی در طول اکثر تمرینات ورزشی مغزی، به‌ویژه تمرینات انرژی (مانند حرکات دکمه تعادل، حرکات دکمه مغز، حرکات نقاط مثبت و حرکات قلاب) انجام می‌شود. این عمل سطح انرژی فرد را افزایش داده و

1. Zhao
2. dorsolateral prefrontal cortex
3. Wu
4. Dini Mei

اکسیژن‌رسانی در مغز را بهبود می‌بخشد که احتمالاً باعث بهبود عملکردهای شناختی و جسمی فرد و درنهایت افزایش کنترل مهاری او می‌شود (دنیسون، ۲۰۰۶).

اجزای شناختی شامل توجه، کنترل مهاری و سایر کارکردهای اجرایی به روش‌های پیچیده‌ای باهم همپوشانی و همکاری دارند که بحث در مورد یک فرآیند بدون ذکر یکی از آن‌ها را دشوار می‌کند. شواهد نشان داده است که افزایش عملکرد توجه یا حافظه کاری می‌تواند کنترل مهاری را نیز بهبود بخشد (صمیمی و همکاران، ۲۰۱۶). مشارکت کودکان مبتلا به اختلال هماهنگی رشدی در تمرینات برنامه‌ریزی‌شده و با جهت‌گیری شناختی بیشتر (تمرینات ورزشی مغز) منجر به درگیری و فعالیت مغزی نواحی مرتبط با حرکت در مغز می‌شود و این می‌تواند دلیل احتمالی این باشد که با افزایش فعالیت نواحی حرکتی در مغز این کودکان، عملکرد شناختی آن‌ها نیز افزایش می‌یابد. همچنین می‌توان گفت که فعالیت‌های ورزشی مغز با افزایش تنظیم میزان عوامل نوروتروفیک (عواملی که سلول‌های عصبی مغز را تغذیه می‌کنند) توانایی ساختار مغز را بهبود می‌بخشند. مطالعات نشان داده‌اند که عملکرد شناختی و انعطاف‌پذیری مغز با ورزش و فعالیت‌های حرکتی مرتبط است. مغز عضوی با سازگاری بالا در پاسخ مورفولوژیکی، متابولیکی و عملکردی به ورزش است (کاشی و همکاران، ۱۳۹۷). مکانیسم نهایی ممکن است افزایش حجم هیپوکامپ و سطح فاکتور نوروتروفیک مشتق از مغز باشد که منجر به افزایش عملکرد شناختی می‌شود. ازاین‌رو، واضح است که تمرین ورزش مغزی یک درمان نوآورانه، امکان‌پذیر، ایمن، امیدوارکننده و مبتنی بر بیمار است که می‌تواند یک عامل کمکی مهم در پیشگیری از زوال شناختی در کودکان مبتلا به اختلال هماهنگی رشدی (DCD) باشد.

یافته‌های پژوهش حاضر باید در بافت محدودیت‌های آن تفسیر و تعمیم داده شود. از این محدودیت‌های تحقیق می‌توان به محدود بودن نمونه و مشکلات کار با دختران ۷ تا ۱۰ مبتلا به DCD از قبیل کنترل اضطراب و هیجان شرکت‌کنندگان هنگام انجام تست اشاره کرد. مقطعی بودن پژوهش حاضر یکی دیگر از محدودیت‌ها است. عدم دوره پیگیری جهت سنجش اثر روش مداخله نیز یکی از محدودیت‌ها است؛ بنابراین پیشنهاد می‌شود تحقیقات مشابه با نوعی

متفاوت از برنامه‌های تمرینی و با گروه‌های مختلف سنی بر دیگر اختلالات رفتاری و رشدی انجام شود تا بتوان نتایج را به شکل کلی‌تر بیان نمود. ازاین‌رو نتایج مطالعه حاضر می‌تواند دانش پایه ما را از دیدگاه نظری در مورد چگونگی ارائه برنامه‌های فعالیت ویژه برای بهبود مهارت‌های حرکتی و شناختی کودکان مبتلا به DCD در ارومیه در کنار سایر برنامه‌های آموزشی فراهم کند و همچنین مراکز و مدارسی را تحت نظارت تربیت‌بدنی ایجاد کند تا کودکان مبتلا به اختلالات هماهنگی رشدی بتوانند تحت پوشش تمرینات مناسب قرار گیرند. نتایج مطالعه حاضر می‌تواند دانش پایه ما را از دیدگاه نظری در مورد چگونگی تأثیر این فعالیت‌ها بر توانایی‌های حرکتی و شناختی این افراد گسترش دهد و از دیدگاه عملی، می‌تواند راهنمایی برای مربیان و افرادی باشد که با این گروه از کودکان کار می‌کنند.

سپاسگزاری

از تمامی شرکت‌کنندگان مراجعه‌کننده به کلینیک توان‌بخشی رویان شهر ارومیه و خانواده‌های محترم این عزیزان و همچنین کادر درمان این کلینیک که ما را در این پژوهش یاری رساندند کمال تشکر و قدردانی داریم.

تعارض منافع

این پژوهش هیچ‌گونه تضاد منافعی را برای نویسندگان به دنبال نداشته است.

ORCID

Haifaa Adil Same Alkhdar **http://orcid.org/0009-0004-8864-5184**

Moahammad taghi Aghdasi **http://orcid.org/ 0000-0001-8921-1856**

Amir Ghiami Rad **http://orcid.org/ 0000-0002-6813-6540**

References

Abduh, B., & Tahar, M. M. (2018). The effectiveness of brain gym and brain training intervention on working memory performance of student with learning disability. *Journal of ICSAR*, *2*(2), 105-111.

Adriani, D., Imran, Y., Mawi, M., Amani, P., & Ilyas, E. I. (2020). Effect of Brain Gym® exercises on cognitive function and brain-derived neurotrophic factor plasma level in elderly: a randomized controlled trial. *Universa Medicina*, 39(1), 34-41.

Aivazy, S., Yazdanbakhsh, K., & Moradi, A. (2018). The effectiveness of computer cognitive rehabilitation on improvement of executive function of response inhibition in children with attention deficit hyperactivity. *Neuropsychology*, *4*(14), 9-22.

Akbari, M. (2006). *The effect of poor handheld games in eight-year-old children in the town of Behbahan* (Doctoral dissertation, Master thesis. University of Medical Sciences). In Persian

Amador-Ruiz, S., Gutierrez, D., Martínez-Vizcaíno, V., Gulías González, R., Pardo-Guijarro, M. J., & Sánchez-López, M. (2018). Motor competence levels and prevalence of developmental coordination disorder in Spanish children: The MOVI KIDS study. *Journal of School Health*, *88*(7), 538-546.

Amiri, M., & Momeni, K. (2021). The Effect of Brain Training on Suppression of Theta/Alpha Ratio and Working Memory of 8 to 12 year old Children with Dyslexia and Dysgraphia. *Journal of Cognitive Psychology*, 9(3), 70-88.

Barakat, N. E. M., Eltohamy, A. M., & Elmeniawy, G. H. (2021). Effect of brain gym exercises on postural control in students with hearing impairemet. *Eur J Mol Clin Med*, *8*, 1686-706.

Blanco-Martínez, N., Delgado-Lobete, L., Montes-Montes, R., Ruiz-Pérez, N., Ruiz-Pérez, M., & Santos-del-Riego, S. (2020). Participation in everyday activities of children with and without neurodevelopmental disorders: A cross-sectional study in Spain. *Children*, *7*(10), 157.

Blank, R., Barnett, A. L., Cairney, J., Green, D., Kirby, A., Polatajko, H., ... & Vinçon, S. (2019). International clinical practice recommendations on the definition, diagnosis, assessment, intervention, and psychosocial aspects of developmental coordination disorder. *Developmental Medicine & Child Neurology*, *61*(3), 242-285.

Cools, W., De Martelaer, K., Samaey, C., & Andries, C. (2009). Movement skill assessment of typically developing preschool children: A review of seven movement skill assessment tools. *Journal of sports science & medicine*, *8*(2), 154- 168.

Delgado-Lobete, L., Montes-Montes, R., Pértega-Díaz, S., Santos-del-Riego, S., Cruz-Valiño, J. M., & Schoemaker, M. M. (2020). Interrelation of individual, country and activity constraints in motor activities of daily living among typically developing children: A cross-sectional comparison of Spanish and Dutch populations. *International journal of environmental research and public health*, *17*(5), 1705.

Delgado-Lobete, L., Pértega-Díaz, S., Santos-del-Riego, S., & Montes-Montes, R. (2020). Sensory processing patterns in developmental coordination disorder, attention deficit hyperactivity disorder and typical development. *Research in developmental disabilities*, *100*, 103608.

Delgado-Lobete, L., Santos-del-Riego, S., Pértega-Díaz, S., & Montes-Montes, R. (2019). Prevalence of suspected developmental coordination disorder and associated factors in Spanish classrooms. *Research in Developmental Disabilities*, *86*, 31-40.

Dennison, P. E. (2006). *Brain Gym® and me: Reclaiming the pleasure of learning*. Ventura, CA. Edu-Kinesthetics.

Dennison, P.E., & Dennison, G.E. (1997). Brain gym: The Student guide to brain gym. Venture, CA: Edu-Kinesthetics, Inc.

Ebrahimi, S., Rashidy-Pour, A., Vafaei, A. A., Akhavan, M. M., & Haghighi, S. A. E. I. D. (2010). Influence of basolateral amygdala lesion on the inhibitory effects of propranolol on voluntary exercise-induced enhancement of learning and memory. Koomesh, (2)11, 41-133.

Ebrahimisani, S., Sohrabi, M., Taheri Torbati, H. R., Aghdasi, M., & Amiri, S. (2022). The Effect of Virtual Reality Training on Motor Imagery Capability of Children with Developmental Coordination Disorder. *Motor Behavior*, *14*(47), 39-64.

Gao, J., Song, W., Zhong, Y., Huang, D., Wang, J., Zhang, A., & Ke, X. (2024). Children with developmental coordination disorders: a review of approaches to assessment and intervention. *Frontiers in neurology*, *15*, 1359955.

Hillier, S. (2007). Intervention for children with developmental coordination disorder: a systematic review. *Internet Journal of Allied Health Sciences and Practice*, *5*(3), 7.

Interventions to Improve Motor Performance in Children with Developmental Coordination Disorder: A Combined Systematic Review. Developmental Medicine and Child Neurology, Vol: 55 (3), PP: 229- 237

Janette, L.S., Jamadar, S., Provost, A.L., & Michie, P.T. (2012). Motor and non-motor inhibition in the Go/NoGo task: an ERP and fMRI study. International Journal of Psychophysiology,87(3), 244-253.

Kiani, B., & Hadianfard, H. (2016). Psychometric properties of a Persian self-report version of Swanson, Nolan and Pelham rating scale (version IV) for screening attention-deficit/hyperactivity disorder in adolescents. Iranian Journal of Psychiatry and Clinical Psychology. 2016; 21 (4):317- 326

Kiphard, E. J., & Shilling, F. (2007). Körperkoordinationtest für Kinder 2, Überarbeitete und Ergänzte.

Kulkarni, C., & Khandale, S. R. (2019). Effect of brain gym exercises on the attention span in young adults. *International Journal for Advance Research and Development*, 4(4), 71-75.

Lai, F. H. Y., Yan, E. W. H., & Yu, K. K. Y. (2020). Home-based evaluation of executive function (Home-MET) for older adults with mild cognitive impairment. *Archives of Gerontology and Geriatrics*, *87*, 104012.

Mendrofa, F. A. M., Iswanti, D. I., & Hani, U. (2020). Efficacy of brain gym on the cognitive function improvement of people with dementia. *Jurnal Keperawatan Jiwa*, *8*(4), 557-564.

Meule, A. (2017). Reporting and interpreting task performance in go/no-go affective shifting tasks. *Frontiers in Psychology*, *8*, 701.

Mojarad Azar Gharabaghi, M. J., & Dehghanizade, J. (2021). The effectiveness of a period of brain gym exercises on the balance and inhibitory control in the elderly with mild cognitive impairment. *Aging Psychology*, *7*(3), 228-211.

Neto, J. L. C., Steenbergen, B., Zamunér, A. R., & Tudella, E. (2021). Wii training versus non-Wii task-specific training on motor learning in children with developmental coordination disorder: A randomized controlled trial. *Annals of physical and rehabilitation medicine*, *64*(2), 101390.

Payne, V. G., & Isaacs, L. D. (2017). *Human motor development: A lifespan approach*. Routledge.

Pranjić, M., Leung, J., Tam, K.L. et al. (2024). Children with developmental coordination disorder display atypical interhemispheric connectivity during conscious and subconscious rhythmic auditory-motor synchronization. Sci Rep 14, 19954

Purcell, C., Dahl, A., Gentle, J., Hill, E., Kirby, A., Mason, A., ... & Wilmut, K. (2024). Harnessing real-life experiences: the development of guidelines to communicate research findings on Developmental Coordination Disorder/dyspraxia. *Research Involvement and Engagement*, *10*(1), 84.

Rahavi Ezabadi, R., Hejazi Dinan, P., & Hamidi, N. (2018). Comparing of Motor Proficiency, Behavior and Educational Progress Preterm

Children 8-10 Years with Term Children. *Motor Behavior*, *10*(33), 89-104. In Persian

Saha S., Sultana F., Ahmed M., Saha S. (2016) A Systematic Review on the Effectiveness of Perceptual Motor Training on Improvement in Motor Performance in Individuals with Developmental Coordination Disorder. Movement, Health and Exercise, Vol. 5 (2), PP: 51- 64.

Salami, S., Shams, A., & Shamsipour Dehkordi, P. (2019). Psychometric Properties (Validity and Reliability) of the Body Coordination Test for Children (KTK), among 5-14 years' children in Tehran City: Pilot Study. *Motor Behavior*, *11*(38), 71-96.

Samimi, Z., Ramesh, S., & Kordtamini, M. (2016). The effectiveness of emotional working memory training on improvement behavioral inhibition of people with obsessive-compulsive disorder. *Journal of Cognitive Psychology*, *4*(3), 1-10.

Samimi, Z., Ramesh, S., & Kordtamini, M. (2016). The effectiveness of emotional working memory training on improvement behavioral inhibition of people with obsessive-compulsive disorder. *Journal of Cognitive Psychology,* 4(3), 1-10

Sarikol, E., & ErdoÄŸan, R. (2023). Detrmination of developmenta coordination distor levels in primary school students. *Conhecimento & Diversidade*, *15*(36), 322-339.

Sartori, R. F., Valentini, N. C., & Fonseca, R. P. (2020). Executive function in children with and without developmental coordination disorder: A comparative study. *Child: care, health and development*, *46*(3), 294-302.

Schmidt, R. A., & Wrisberg, C. A. (2008). *Motor learning and performance: A situation-based learning approach*. Human kinetics, 62-85

Smits-Engelsman B., Blank R., Van Der. K.A.C., Mosterd-van. D.M.R, Vlugt- Van. D.B.E., Polatajko. H.J., Wilson P.H. (2017). Efficacy of

Smits-Engelsman, B., Bonney, E., & Ferguson, G. (2021). Effects of graded exergames on fitness performance in elementary school children with developmental coordination disorder. *Frontiers in sports and active living*, *3*, 653851.

Smits-Engelsman, B., Schoemaker, M., Delabastita, T., Hoskens, J., & Geuze, R. (2015). Diagnostic criteria for DCD: Past and future. *Human movement science*, *42*, 293-306.

Soref, B., Ratzon, N. Z., Rosenberg, L., Leitner, Y., Jarus, T., & Bart, O. (2012). Personal and environmental pathways to participation in young children with and without mild motor disabilities. *Child: care, health and development*, *38*(4), 561-571.

Steenbergen, B., Valtr, L., Dunford, C., Prunty, M., Bekhuis, H., Temlali, T. Y., ... & Wilson, P. H. (2024). Awareness about developmental coordination disorder. *Frontiers in Public Health*, *12*, 1345257.

Subara-Zukic, E., Cole, M. H., McGuckian, T. B., Steenbergen, B., Green, D., Smits-Engelsman, B. C., & Wilson, P. H. (2022). Behavioral and neuroimaging research on developmental coordination disorder (DCD): A combined systematic review and meta-analysis of recent findings. *Frontiers in psychology*, *13*, 1-28.

Tomporowski, P. D., Lambourne, K, & Okumura, M. S. (2011). Physical activity interventions and children's mental function: an introduction and overview. *Preventive Medicine*,1(1), 3-9.

Tootak, M., & Abedanzadeh, R. (2021). Effectiveness of brain gym exercise on cognitive flexibility of male elderly. *Adv. Cogn. Sci*, *22*, 65-74.

Toutak, M., Abedanzadeh, R., & Saemi, E. (2018). The effect of brain gym exercises on sustain attention in male older adults. *Aging Psychology*, *4*(2), 93-103.

Verbruggen, F., & Logan, G. D. (2009). Models of response inhibition in the stop-signal and stop-change paradigms. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, *33*(5), 647-661.

Wilson P.H., Ruddock S., Smits- Engelsman B., Polatajko H, Blank. R. (2015). Understanding performance deficits in Developmental Coordination Disorder, A Meta- Analysis of recent research. Developmental Medicine and Child Neurology, Vol. 55 (1), PP: 217-228.

Wilson, B. N., Crawford, S. G., Green, D., Roberts, G., Aylott, A., & Kaplan, B. J. (2009). Psychometric properties of the revised developmental coordination disorder questionnaire. *Physical & occupational therapy in pediatrics*, *29*(2), 182-202.

Wilson, P., Ruddock, S., Rahimi-Golkhandan, S., Piek, J., Sugden, D., Green, D., & Steenbergen, B. (2020). Cognitive and motor function in developmental coordination disorder. *Developmental Medicine & Child Neurology*, *62*(11), 1317-1323.

Wright, A., & Diamond, A. (2014). An effect of inhibitory load in children while keeping working memory load constant. *Frontiers in Psychology*, 14(5), 213-222.

Wu, L. L., Potenza, M. N., Zhou, N., Kober, H., Shi, X. H., Yip, S. W., & Zhang, J. T. (2021). Efficacy of single-session transcranial direct current stimulation on addiction-related inhibitory control and craving: A randomized trial in males with internet gaming disorder. *Journal of Psychiatry and Neuroscience*, 46(1), E111-E118.

Zhao, G., Sun, K., Fu, J., Li, Z., Liu, D., Tian, X., & Zhang, Q. (2024). Impact of physical activity on executive functions: a moderated mediation model. *Frontiers in psychology*, *14*, 1226667.

References [In Persian]

Karamie A. (2007). Child intelligence measurement.13th ed. Tehran. Psychometric Publications.2014. 3-Ghadiri F, Jazayeri A, A'shayeri H, Ghazi-Tabatabaei M. (2007). The Role of Cognitive Rehabilitation in Reduction of Executive Function Deficits and Obsessive-Compulsive Symptoms in Schizo-Obsessive Patients. Journal of Rehabilititation, 7 (4):11-24. [Persian]

Kashi, A., Rafiee S., & zereshkian, M. (2019). The effect of perceptual motor mraining and cognitive games on cognitive development in mentally retarded children. *Journal of Motor Learning and Movement, 10*(4), 485-504. [Persian].

Kashi, A., Rafiee, S., & Zereshkian, M. (2019). The effect of perceptual motor training and cognitive games on cognitive development in mentally retarded children. *Journal of sports and Motor development and learning*, *10*(4), 485-504. [Persian]

استناد به این مقاله: عادل سامی جمیل الخضر، هیفاء.، اقدسی، محمدتقی.، قیامی‌راد، امیر. (۱۴۰۴). اثربخشی ۸ هفته تمرینات ورزش مغزی بر هماهنگی حرکتی و کنترل بازداری کودکان با اختلال رشدی (DCD)، *روان‌شناسی افراد استثنایی*، ۱۵(۵۹)، ۵۹-۹۶. DOI: 10.22054/jpe.2026.84621.2795

Psychology of Exceptional Individuals is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License.