



Article Type: Original

Effect of Aerobic-Attentive Exercise on Attentional Functions and Academic Performance in Children with Attention Deficit/Hyperactivity Disorder: A Randomized Controlled Trials and Double-Blind Study

Meysam Beik¹, Davoud Fazeli^{2*}

1. PhD graduate in Motor Learning, Faculty of Sport Sciences, Ferdowsi University, Mashhad, Iran.

2. Department of Sport Sciences, Faculty of Psychology and Education, Shiraz University, Shiraz, Iran.

Received: 20/06/2024, **Revised:** 24/09/2024, **Accepted:** 27/10/2024

* Corresponding Author: Davoud Fazeli, E-mail: fazelidavid@gmail.com

How to Cite: Beik, M. Fazeli, D. (2024), Effect of Aerobic-Attentive Exercise on Attentional Functions and Academic Performance in Children with Attention Deficit/Hyperactivity Disorder: A Randomized Controlled Trials and Double-Blind Study. *Sport Psychology Studies*, 13(50), 127-144.

Extended Abstract

Background and Purpose

Attention Deficit/Hyperactivity Disorder (ADHD) is one of the most common behavioral disorders in childhood, with long-term detrimental effects. This disorder is divided into three subtypes: predominantly inattentive, predominantly hyperactive/impulsive, and combined subtype. The predominantly inattentive subtype is more prevalent and, unlike the other two subtypes, increases from preschool through adulthood (47%). Previous research has utilized aerobic exercises, specific exercises like yoga, and combined exercises as intervention programs for children with ADHD. While both of these training approaches have shown positive results in improving the symptoms of this disorder, combined exercises appear to have

more beneficial and lasting effects on the cognitive and motor performance of children with ADHD. Although the effects of aerobic activities and attention-demanding physical activities have been examined separately, it seems that no research has directly investigated the impact of attention-demanding aerobic exercises (aerobic exercises combined with specific attention needs) as combined exercises. There is a possibility that combined attention-demanding aerobic exercises, such as walking backward, zigzag running, jumping rope, advanced yoga movements, and goal-oriented free throw basketball practice, could improve attention symptoms and academic performance in children with ADHD, and this improvement may be greater than that of individual exercise types. Therefore, in the current study, the



researchers aim to investigate whether an attention-demanding aerobic exercise program affects the attention functions and academic performance of children with ADHD.

Materials and Methods

The design of the current research was semi-experimental, employing a pre-test-post-test design with a control group, and it was applied in nature. Participants with ADHD were randomly assigned to two groups of 15 individuals each: the experimental group (mean age, 9.33 ± 1.45 years) and the control group (mean age, 9.07 ± 1.49 years). Additionally, 18 peers with normal development were used as a control group (mean age, 9.17 ± 1.25 years). The groups were matched based on age, anthropometric measures (height, weight, body composition), intelligence, and socio-economic status. The attention-demanding aerobic exercise intervention included backward walking, zigzag running, jumping rope, advanced yoga, and basketball free throw practice, conducted in a local park for 8 weeks (three one-hour sessions per week, totaling 24 sessions). Before and after the exercise intervention, the Go/No-Go task was used to measure attention functions (attention, impulsivity, and reaction time), and math and spelling test scores were used to assess academic performance. The repeated measures ANOVA was used to analyze attention functions, and a one-way ANCOVA was used to analyze academic performance. Analyses were performed using SPSS 24 at a significance level of 0.05.

Results

The results of ANOVA for the attention variable indicated that the experimental group showed significant improvement compared to

the control groups ($p < 0.05$). The difference between the experimental and ADHD control groups was also significant ($p < 0.05$). Additionally, the reaction time variable showed similar results to the attention variable ($p < 0.05$). However, the impulsivity variable did not show a significant change between the ADHD groups ($p > 0.05$). ANCOVA results in academic performance showed that the experimental group had significant improvements in math and spelling performance compared to the control groups ($p < 0.05$). Furthermore, academic performance between the two ADHD groups was significant ($p < 0.05$).

Conclusion

The results of the study indicated that combined exercises (attention-demanding aerobic exercises) improve attention, reaction time, and academic performance in children with this disorder. It seems that these attention-demanding aerobic exercises specifically strengthen the attention networks of these children, as research has shown that the bi-directional connection between the respiratory center (locus coeruleus) and the attention center (anterior cingulate) can influence the attention of these children. Therefore, attention-demanding aerobic exercises can enhance the capacity and function of the attention network in children with ADHD. The use of the combined exercise protocol (attention-demanding aerobic exercises) in school physical education classes and clinical settings may improve the attention functions and academic performance of children with ADHD. Thus, teachers, psychologists, and psychiatrists are

recommended to utilize attention-demanding aerobic exercises as a physical activity for children with ADHD.

Keywords: ADHD, Attention, Aerobic-Attentive Exercise.

Funding

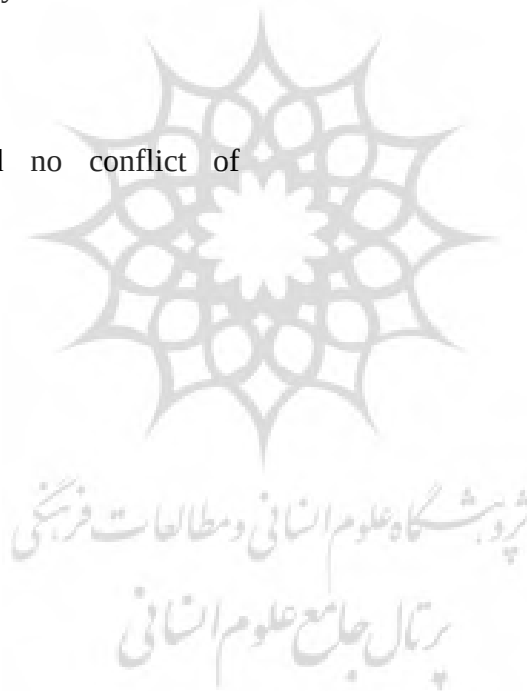
This study has not received any financial support from funding organizations in the public, commercial, or non-profit sectors.

Authors' contributions

The authors have equally contributed to all the study sections.

Conflicts of Interest

The authors declared no conflict of interest.





اثر تمرینات هوازی - توجه‌طلب بر کارکردهای توجهی و عملکرد تحصیلی در کودکان دارای اختلال نارسایی توجه/بیش‌فعالی: مطالعه‌ای با کوشش‌های تصادفی کنترل شده و دو سو کور

میشم بیک^۱، داود فاضلی^{۲*}

۱. دانش‌آموخته دکتری یادگیری حرکتی، دانشکده علوم ورزشی، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران.

۲. گروه علوم ورزشی، دانشکده علوم تربیتی و روانشناسی، دانشگاه شیراز، شیراز، ایران.

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۰۴/۰۳، تاریخ اصلاح: ۱۴۰۳/۰۷/۰۳، تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۰۸/۰۶

* Corresponding Author: Davoud Fazeli, E-mail: fazelidavid@gmail.com

How to Cite: Beik, M. Fazeli, D. (2024). Effect of Aerobic- Attentive Exercise on Attentional Functions and Academic Performance in Children with Attention Deficit/Hyperactivity Disorder: A Randomized Controlled Trials and Double-Blind Study. *Sport Psychology Studies*, 13(50), 127-144.

چکیده

هدف: هدف این مطالعه بررسی تأثیر تمرین ترکیبی بر کارکردهای توجهی و عملکرد تحصیلی در کودکان دارای ای.دی.اچ.دی بود. **مواد و روش‌ها:** سی کودک ای.دی.اچ.دی به صورت تصادفی در دو گروه تجربی (میانگین سنی، $9/33 \pm 1/45$ سال) و کنترل (میانگین سنی، $9/07 \pm 1/49$ سال) جای گرفتند و ۱۸ کودک دارای رشد طبیعی نیز به عنوان گروه کنترل (میانگین سنی، $9/17 \pm 1/25$ سال) به کار گرفته شد. معیارهای ورودی شامل هوشبهر طبیعی و زیر نوع غلبه با بی‌توجهی اختلال و معیارهای خروجی شامل شرکت نکردن در بیش از یک سوم جلسات تمرینی و پس‌آزمون بود. مداخله تمرینی شامل برنامه ترکیبی بود که به مدت هشت هفته (سه جلسه ۶۰ دقیقه‌ای در هفته) انجام شد. گروه‌های کنترل در این مدت به فعالیت‌های روزانه خود پرداختند. کارکردهای توجهی (درصد خطای توجه، درصد خطای تکانش‌گری و زمان واکنش) شرکت‌کنندگان توسط تکلیف برو/نرو و عملکرد تحصیلی از طریق نمرات ریاضی و املاء، قبل و بعد از مداخله مورد ارزیابی قرار گرفت. **یافته‌ها:** نتایج نشان داد که گروه تجربی در پس‌آزمون تفاوت معناداری در متغیرهای درصد خطای توجه، زمان واکنش و عملکرد تحصیلی نسبت به پیش‌آزمون دارد، در حالی که در گروه‌های کنترل تفاوت معناداری بین پیش‌آزمون و پس‌آزمون دیده نشد. **نتیجه‌گیری:** استفاده از برنامه تمرین ترکیبی به عنوان فعالیت ورزشی که ترکیبی از تمرین‌های هوازی و تقاضاهای توجهی اضافی می‌باشد، می‌تواند نشانه‌های توجهی و عملکرد تحصیلی در کودکان دارای ای.دی.اچ.دی را بهبود بخشد.

کلید واژه‌ها: اختلال نارسایی توجه/بیش‌فعالی، تمرین هوازی، راه رفتن به عقب، عملکرد تحصیلی، کودکان.



مقدمه

اختلال نارسایی توجه/بیش‌فعالی (ای.دی.اچ.دی.)، یکی از شایع‌ترین اختلال‌های رفتاری در دوران کودکی با اثرات مخرب بلندمدت می‌باشد. از نشانه‌های رفتاری این اختلال می‌توان به بی‌توجهی، بیش‌فعالی و تکانش‌گری اشاره کرد که قبل از ۱۲ سالگی و در دو موقعیت (به طور غالب در خانه و مدرسه)، حداقل به مدت شش ماه در حداقل شش نشانه این اختلال قابل مشاهده باشد (انجمن روان‌پزشکی آمریکا؛ ۲۰۱۳). سبب شناسی این اختلال به سطوح عصب شناسی برمی‌گردد. ساختار غیر طبیعی مغز در نواحی پیشانی-جسم مخطط، بخش گیجگاهی-آهیانه‌ای، عقده‌های قاعده‌ای، تالاموس، مخچه و آمیگدال در افراد دارای این اختلال مشاهده شده است (کورتس، ۲۰۱۲؛ ماهون، ۲۰۱۱). به علاوه، بدکارکردی انتقال دهنده‌های عصبی مثل دوپامین و نوراپی نفرین در قشر پیش‌پیشانی که باعث نارسایی توجه می‌گردد، نیز دیده شده است (شارما و کوتور، ۲۰۱۴). این اختلال به سه زیرنوع غلبه با بی‌توجهی، غلبه با بیش‌فعالی/تکانش‌گری^۴ و زیرنوع ترکیبی^۵ تقسیم می‌شود (انجمن روان‌پزشکی آمریکا، ۲۰۱۳). زیرنوع بی‌توجهی این اختلال شیوع بیشتری نسبت به دو زیرنوع دیگر دارد. نرخ زیر نوع بی‌توجه بر عکس دو زیرنوع دیگر، از پیش‌دستانی تا دوران بزرگسالی افزایش می‌یابد (۴۷ درصد؛ ویلکات، ۲۰۱۲). این اختلال باعث ایجاد مشکلاتی در زمینه‌های اجتماعی، تحصیلی و شغلی در افراد دارای این اختلال می‌گردد (انجمن روان‌پزشکی آمریکا، ۲۰۱۳). شکست تحصیلی از پیامدهای جدی این اختلال (به خصوص زیرنوع بی‌توجه) به شمار می‌رود، به طوری که حتی بعد از سال‌ها تلاش سیاست‌های دولتی در اروپا و آمریکا، هنوز حدود ۳۰ درصد افراد دارای ای.دی.اچ.دی در دوره متوسطه ترک تحصیل می‌کنند و منجر به رفتارهای ضداجتماعی مثل پرخاشگری اجتماعی، سوء مصرف مواد مخدر و حتی قتل

می‌شود (هاگن و نایر، ۲۰۱۴). بنابراین، در صورتی که نشانه‌های این اختلال (به خصوص مشکلات توجهی) در کودکی درمان نشود، مشکلات در دوران نوجوانی و بزرگسالی نیز ادامه خواهند یافت. از این رو، تشخیص و مداخله زود هنگام جهت کاهش شدت نشانه‌های این اختلال امری ضروری است (رومیل^۶ و همکاران، ۲۰۱۳). به طور معمول، از روش‌های درمانی دارویی و غیردارویی (رفتاری) برای کمک به بهبود نشانه‌های این اختلال استفاده می‌شود.

اولین و معمول‌ترین روش درمانی، استفاده از دارو (مثل، متیل‌فندیت) برای کاهش شدت نشانه‌های این اختلال می‌باشد. هرچند، استفاده از دارودرمانی باعث کاهش شدید نشانه‌های اختلال می‌گردد، اما به علت اثرات زودگذر و عوارض منفی جانبی آن، خانواده‌ها برای استفاده از آن دچار تردید هستند (کالوینا و بونات^۸؛ ۲۰۱۴؛ مدینا^۹ و همکاران، ۲۰۱۰). همچنین، اثرات دارو در زیر نوع غلبه با بی‌توجهی بر اثرات کاهش نشانه‌های این اختلال کمتر مورد تایید قرار گرفته است (بیری^{۱۰} و همکاران، ۲۰۱۷) و ۲۵-۲۰٪ افراد این اختلال به دارو پاسخ نمی‌دهند (کریستینسن^{۱۱} و همکاران، ۲۰۱۹). به همین دلیل از دیگر روش‌های جایگزین یا مکمل مثل رفتاردرمانی برای کاهش نشانه‌های اختلال استفاده می‌شود. فعالیت بدنی و تمرین یکی از روش‌های رفتاردرمانی می‌باشد.

پژوهش‌ها اثر مثبت فعالیت بدنی بر مغز و شناخت را در کودکان دارای اختلال نارسایی توجه/بیش‌فعالی نشان داده‌اند (جیانگ^{۱۲} و همکاران، ۲۰۲۲؛ چان^{۱۳} و همکاران، ۲۰۲۲؛ دستاموز و همکاران، ۲۰۲۳). اثرات کوتاه مدت و بلندمدت فعالیت بدنی بر بهبود ساختار و عملکرد مغز بارها نشان داده شده است (هانگ^{۱۴} و همکاران، ۲۰۲۳؛ هیلمن^{۱۵} و همکاران، ۲۰۰۸؛ ویگال^{۱۶} و همکاران، ۲۰۰۳). نشان داده شده است که فعالیت بدنی باعث افزایش سطوح انتقال دهنده‌های دوپامین، سرتونین و نوراپی

^۹. Medina

^۱. Beery

^۱. Christiansen

^۸. Jang

^۹. Chan

^۱. Huang

^۱. Hillman

^۱. Vg

0

1

4

5

6

1. Attention Deficit/Hyperactivity Disorder (ADHD)

2. American Psychiatric Association (APA)

3. Predominantly inattentive subtype (ADHD-I)

4. Predominantly hyperactive/impulsive subtype (ADHD-H/I)

5. Predominantly combined subtype (ADHD-C)

^۶. Willcut

^۷. Rommel

^۸. Givenna & Bonati

آمادگی جسمانی ضعیفی دارند و چاقی مشکلی رایج در این کودکان است (کورتس و همکاران، ۲۰۰۸)، در نتیجه، استفاده از تمرینات هوازی ضروری بنظر می رسد (نودیکر و همکاران، ۲۰۱۹). از طرفی دیگر، استفاده از تمرینات توجه طلب نیز می تواند فرآیندهای توجهی را تقویت کند (ویجیانو و همکاران، ۲۰۱۵). برای مثال، پان و همکاران (۲۰۱۷)، از برنامه تمرینی ترکیبی شامل اسب سواری و تمرینات آمادگی جسمانی (جاگینگ، تمرینات تقویتی، انعطاف پذیری و بازی های تویی) در کودکان ای.دی.اچ.دی استفاده کردند. نتایج نشان داد که گروه تمرین، بهبود معناداری در آمادگی حرکتی نسبت به گروه های کنترل نشان دادند. در پژوهش دیگر، شمس و همکاران (۲۰۲۱)، اثر ۱۶ جلسه تمرینات توان بخشی شناختی، بدنی و ترکیبی (شناختی-بدنی) را در کودکان ای.دی.اچ.دی آزمایش کردند. نتایج نشان داد که گروه تمرینات ترکیبی عملکرد بهتری در کارکردهای توجهی (توجه انتخابی، پایدار و انتقالی) داشت. پژوهش ها بر اهمیت ویژگی های کیفی تمرینات در بهبود نشانه های این اختلال تأکید کرده اند (نودیکر و همکاران، ۲۰۱۹؛ ویگال و همکاران، ۲۰۱۳). اگرچه پژوهش ها از دودین روی تردمیل به عنوان تمرین هوازی با شدت های متوسط تا شدید استفاده کردند (نودیکر و همکاران، ۲۰۱۹)، اما دودین معمولی روبه جلو روی تردمیل می تواند برای کودکان ای.دی.اچ.دی خسته کننده باشد. همچنین، اثرات مثبت فعالیت بدنی (مثل پیاده روی) بر کارکردهای توجهی در محیط طبیعی و باز (مثل پارک) نسبت به سایر محیط های مصنوعی و بسته (مثل منطقه مسکونی) تفاوت چشمگیری دارد (فایبر و همکاران، ۲۰۰۹؛ مدینا و همکاران، ۲۰۱۰). از این رو، استفاده از فعالیت های هوازی، مهیج و توجه طلب ضروری به نظر می رسد. نمونه ای از این نوع فعالیت، راه رفتن یا دودین به عقب می باشد. راه رفتن در انسان نیازمند یکپارچگی بازخوردهای حسی زیادی است که از نواحی چندگانه مغز برای این یکپارچگی استفاده می شود تا مسیرهای نخاعی که مولد الگوی مرکزی نامیده

نفرین در قشر پیش پیشانی در کودکان ای.دی.اچ.دی می شود (چان و همکاران، ۲۰۲۲؛ ویگال و همکاران، ۲۰۰۳). از این رو، اعتقاد بر این است که استفاده از تمرین بدنی می تواند نشانه های این اختلال را از طریق تأثیر روی ساختار و عملکرد مغز کاهش دهد. پژوهش ها بر مداخله های تمرینی بهینه برای افراد دارای نیازهای ویژه از جمله ای.دی.اچ.دی تأکید می کنند (رومیل و همکاران، ۲۰۱۳؛ لیانگ و همکاران، ۲۰۲۲؛ نودیکر و همکاران، ۲۰۱۹؛ ویگال و همکاران، ۲۰۱۳). از این رو، در ادبیات پژوهش، انواع مختلفی از مداخله های تمرینی برای بهینه سازی تمرین و بهبود نشانه های این اختلال گزارش شده است.

در پژوهش های گذشته از تمرینات هوازی (چانگ و همکاران، ۲۰۱۲؛ لودیگا و همکاران، ۲۰۲۰)، تمرینات خاص مثل یوگا (بیک و همکاران، ۲۰۱۸؛ چو و هانگ، ۲۰۱۷؛ کوهن و همکاران، ۲۰۱۸) و تمرینات ترکیبی (شمس و همکاران، ۲۰۲۱؛ چوی و همکاران، ۲۰۱۴؛ پان و همکاران، ۲۰۱۷؛ لیانگ و همکاران، ۲۰۲۲) به عنوان برنامه مداخله ای در کودکان ای.دی.اچ.دی استفاده شده است. از طرفی، پژوهش ها نشان دادند که تمرینات هوازی با شدت متوسط تا شدید می تواند کارکردهای شناختی و اجرایی در کودکان دارای اختلال ای.دی.اچ.دی را بهبود بخشد (کریستینسن و همکاران، ۲۰۱۹؛ نودیکر و همکاران، ۲۰۱۹). از طرفی دیگر، برخی پژوهش ها بر تمرینات ویژه یک رشته ورزشی مثل یوگا و تای چی به عنوان برنامه مداخله ای برای افزایش توجه در کودکان دارای این اختلال تمرکز کرده اند (بیک و همکاران، ۲۰۱۸؛ چو و هانگ، ۲۰۱۷؛ ژو و همکاران، ۲۰۲۰؛ کوهن و همکاران، ۲۰۱۸). هرچند، استفاده از این دو رویکرد تمرینی نتایج مثبتی در بهبود نشانه های این اختلال داشته است، اما به نظر تمرینات ترکیبی اثرات مفیدتر و پایدارتری بر عملکرد کودکان دارای اختلال ای.دی.اچ.دی در اجرای شناختی و حرکتی دارد (نودیکر و همکاران، ۲۰۱۹).

در تمرینات ترکیبی از تمرینات هوازی و اداری-حرکتی استفاده می شود. از آن جایی که کودکان دارای ای.دی.اچ.دی،

4. Zuo

5. Backward walking or running

6. Central patterns generators (CPG)

1. Liang

2. Ludyga

3. Nidecker

است، استفاده شد. پژوهش‌ها نشان داده‌اند که تمرین یوگای فرامغزی تمرکز و توجه را از طریق بالابردن امواج آلفا در ناحیه فرونتال افزایش می‌دهد (ویرما و کومار، ۲۰۱۶). به علاوه، در برخی پژوهش‌های قبلی محدودیت‌هایی مثل نداشتن گروه کنترل سالم و دارای اختلال، ناهمگون بودن اثرات جنسیتی و هوش، نبود کنترل بر شدت و مدت فعالیت، نبود کنترل بر مصرف دارو، در نظر نگرفتن زیرنوع ای.دی.اچ.دی، بررسی نکردن اختلالات همبود و وضعیت اقتصادی-اجتماعی [احتمال بروز این اختلال در خانواده‌هایی با وضعیت اجتماعی-اقتصادی پایین بیشتر است، زیرا مادر در دوران بارداری بیشتر به استعمال سیگار و سوء تغذیه مبتلا می‌باشد (ویلکات، ۲۰۱۲)، و این عوامل احتمال فعال‌سازی ژن‌های نهفته اختلال را افزایش می‌دهد (فارون، ۲۰۱۴)]، به چشم می‌خورد (نودیکر و همکاران، ۲۰۱۹). از این رو، در این مطالعه محدودیت‌های بالا کنترل شد تا اثرات تمرین بر نشانه‌های اختلال بهتر مشخص شود. همچنین، در این پژوهش از گروه هم‌تایان با رشد طبیعی استفاده شد تا علاوه بر مقایسه گروه تجربی نسبت به هم‌نوعان خود، از میزان بهبود نشانه‌ها و نزدیک شدن آن‌ها به نرخ هم‌تایان با رشد طبیعی مقایسه شوند تا اثربخشی تمرینات بهتر مشخص گردد (جیانثی^۵ و همکاران، ۲۰۲۱؛ لودیگا و همکاران، ۲۰۲۰؛ لیانگ و همکاران، ۲۰۲۲). علاوه بر این، پژوهش‌های کمتری اثر تمرین ترکیبی بر عملکرد تحصیلی این کودکان را بررسی کرده است، از این رو، در پژوهش حاضر پژوهشگران به دنبال این سؤال هستند که آیا برنامه تمرین ترکیبی بر کارکردهای توجهی و عملکرد تحصیلی کودکان ای.دی.اچ.دی اثرگذار می‌باشد؟

روش‌شناسی پژوهش

طرح پژوهش حاضر نیمه تجربی به صورت پیش‌آزمون-پس‌آزمون با گروه کنترل و نوع آن کاربردی بود. انتساب شرکت‌کنندگان به صورت تصادفی انجام شد. مداخله تمرینی شامل تمرینات ترکیبی، راه رفتن به عقب، دویدن زیگزآگ، طناب زنی، یوگای فرامغزی و پرتاب توپ به سبد بسکتبال بود

می‌شود را تنظیم کنند (دایتز^۱، ۱۹۹۶). این سیستم کنترل سلسله مراتبی، ثبات قابل ملاحظه‌ای در فرایند راه رفتن تولید می‌کند. راه رفتن به عقب نوعی راه رفتن غیرمعمول است که اجرای معکوس ساده الگوهای فعال‌سازی عضلانی در راه رفتن معمول روبه‌جلو^۲ نمی‌باشد و به کنترل عصبی مجزایی نیاز دارد (ایوانینکو^۳ و همکاران، ۲۰۰۸؛ ون‌درسون^۴ و همکاران، ۱۹۹۸). راه رفتن به عقب هم باعث افزایش بیشتر اکسیژن مصرفی (VO_{2max}) و سوخت و ساز بدن نسبت به راه رفتن روبه‌جلو می‌شود و هم نیازمند منابع توجهی اضافی‌تر می‌باشد (هوپر و همکاران، ۲۰۰۴؛ ریگنوکس^۵ و همکاران، ۲۰۰۶؛ ویجیانو^۶ و همکاران، ۲۰۱۵). ویجیانو و همکاران (۲۰۱۵)، در پژوهش خود نشان دادند که راه رفتن به عقب، بی‌توجهی را در کودکان ای.دی.اچ.دی کاهش می‌دهد.

اگرچه تاثیر فعالیت‌های هوازی و فعالیت‌های بدنی توجه‌طلب به صورت مجزا مورد بررسی قرار گرفته‌اند، اما بر اساس جست و جوی ما تا کنون پژوهشی به صورت مستقیم به بررسی تاثیر تمرینات هوازی- توجه‌طلب (مانند، راه رفتن به عقب) و همچنین تمرینات بدنی توجه‌طلب همزمان به صورت ترکیبی نپرداخته است. این احتمال وجود دارد که تمرینات ترکیبی همزمان هوازی- توجه‌طلب مثل راه رفتن به عقب، دویدن زیگزآگ، طناب‌زنی، حرکات یوگای فرامغزی^۷ و تمرین هدف محور پرتاب آزاد بسکتبال به عنوان برنامه تمرینی بدیع ترکیبی بتواند نشانه‌های توجهی در کودکان دارای ای.دی.اچ.دی را بهبود بخشد و ممکن است این بهبود نسبت به انواع تمرین به صورت منفرد بیشتر باشد. در این پروتکل از تمرین خاص راه رفتن و دویدن به عقب استفاده شد که نیازمند افزایش حداکثر اکسیژن مصرفی و تقاضاهای توجهی اضافی‌تر نسبت به راه رفتن معمولی می‌باشد و باعث حفظ انگیزش کودکان در طول تمرین می‌شود (هوپر و همکاران، ۲۰۰۴؛ ریگنوکس و همکاران، ۲۰۰۶). همچنین، از تمرین یوگای فرامغزی که نوعی تمرین کششی و مقاومتی است و بر تکنیک تنفسی پایه‌گذاری شده

5. Regnaud
6. Viggiano
7. Superbrain yoga
8. Jeyanthi

1. Ditz
2. Forward walking
3. Ivanenko
4. Van Deursen

دوچرخه‌سواری، کونگ‌فو، کاراته، تکواندو، و شطرنج جزو ملاک‌های ورود و نداشتن آن‌ها شامل ملاک‌های خروج بود.

روش اجرای پژوهش

در این آزمایش با توجه به اهمیت ایجاد تمرینات بهینه برای ایجاد اثرات بهینه در کودکان با نیازهای ویژه از جمله ای.دی.اچ.دی (نودیکر، ۲۰۱۹؛ ویگال و همکاران، ۲۰۱۳) از برنامه تمرین ترکیبی شامل راه رفتن به عقب، دویدن زیگزاگ، طناب‌زنی، یوگای فرامغزی و پرتاب توپ به سبد بسکتبال استفاده شد.

پروتکل تمرین در هر جلسه به مدت ۶۰ دقیقه انجام شد و شامل گرم کردن (۱۰ دقیقه)، برنامه تمرین ترکیبی (۴۵ دقیقه) و سردکردن (۵ دقیقه) بود. تمرینات ترکیبی نیز شامل راه رفتن به عقب (۲۰ دقیقه)، دوی زیگزاگ (۱۰ دقیقه)، طناب‌زنی (۵ دقیقه)، یوگای فرامغزی (۵ دقیقه) و پرتاب توپ به سبد بسکتبال (۵ دقیقه) بود. بین هر تمرین، سه دقیقه استراحت در نظر گرفته شد. تمرین راه رفتن به عقب در ۱۰ دوره دو دقیقه‌ای انجام شد که یک دقیقه استراحت بین هر دوره وجود داشت. سپس، کودکان حرکت یوگای فرامغزی را انجام دادند. حرکت یوگای فرامغزی نوعی حرکت اسکات می‌باشد که به صورت خاصی اجرا می‌شود (شکل ۱). در این حرکت فرد به صورت ضربدری لاله‌های گوش خود را محکم فشار می‌دهد و دست چپ زیر دست راست قرار می‌گیرد. همچنین زبان خود را به سقف دهان فشار می‌دهد. سپس فرد با کمر صاف و عمل دم عمیق، حرکت نشستن را آرام انجام می‌دهد و بلافاصله با عمل بازدم عمیق به حالت ایستاده بر می‌گردد. در ادامه، تمرین دویدن زیگزاگ در مسافت ۲۰۰ متر انجام شد. سپس، تمرین طناب زنی اجرا گردید. در نهایت، کودکان ۲۰ پرتاب آزاد بسکتبال انجام دادند. برای پرتاب، از توپ تعدیل یافته (سایز ۶) و از فاصله سه متری از سبد انجام شد و ارتفاع حلقه نیز تعدیل یافت و در ارتفاع دو متر و نیم تنظیم شد. شدت فعالیت‌های هوازی بین ۵۰ تا ۷۰ درصد حداکثر ضربان قلب به صورت پیش‌رونده در نظر گرفته شد که بلافاصله بعد از هر

که در یک پارک محلی انجام شد. قبل و بعد از مداخله تمرینی، از تکلیف برو/انرو جهت سنجش کارکردهای توجهی (توجه، تکانش‌گری و زمان واکنش) و از نمرات درس ریاضی و املاء برای سنجش عملکرد تحصیلی استفاده شد. پژوهش حاضر توسط کمیته اخلاق پژوهشی آموزش و پرورش اصفهان تایید شد.

شرکت‌کنندگان

جامعه آماری این پژوهش را دانش‌آموزان پسر هفت تا ۱۲ سال دوره ابتدایی ناحیه پنج آموزش و پرورش شهر اصفهان تشکیل دادند. ۳۰ کودک دارای ای.دی.اچ.دی (زیرنوع بی‌توجه) داوطلبانه در این پژوهش شرکت کردند و به صورت تصادفی در دو گروه مساوی (۱۵ نفره) تجربی (میانگین سنی، $9/33 \pm 1/45$ سال) و کنترل (میانگین سنی، $9/07 \pm 1/49$ سال) جای گرفتند. علاوه بر این، ۱۸ کودک دارای رشد طبیعی نیز به عنوان گروه کنترل (میانگین سنی، $9/17 \pm 1/25$ سال) به کار گرفته شد. گروه‌ها از نظر سن، معیارهای پیکرسنجی (قد، وزن، ترکیب بدن)، هوش و وضعیت اجتماعی-اقتصادی، با یکدیگر همسان شدند (جدول ۱). معیارهای ورودی مطالعه شامل دامنه سنی ۷-۱۲ سال، نمره هوش بالای ۸۰، زیرنوع غلبه بی‌توجهی، نداشتن اختلالات همبود، نبود مشکلات جسمی و حرکتی (مثل آسم، بیماری قلبی-ریوی، داشتن سابقه عمل جراحی)، اختلالات عصبی مثل صرع و استفاده از دارو بود. معیارهای خروجی پژوهش شامل شرکت نکردن در پس‌آزمون و باغیت در بیش از یک سوم جلسات تمرینی بود. فرم رضایت‌نامه کتبی توسط والدین کودکان تکمیل شد و این اختیار به آن‌ها داده شد که هر زمان تمایل به کناره‌گیری از فرایند پژوهش داشتند، از پژوهش خارج شوند. دستورالعمل‌های لازم به شرکت‌کنندگان داده شد و آن‌ها از اهداف ویژه پژوهش هیچ‌گونه اطلاعی نداشتند.

داشتن حداقل ۱۵ سال تمام و حداقل سابقه ورزشی ۶ماهه در یکی از رشته‌های آمادگی جسمانی، بدن‌سازی، ایروبیک، شنا، والیبال، بدمینتون، بسکتبال، فوتبال، دوومیدانی،

بیش فعال/تکانش گر که هر سؤال طبق مقیاس چهار گزینه ای لیکرت (صفر = هرگز تا ۳ = همیشه) نمره دهی شده است. ضریب اعتبار آزمون ۹۷ درصد گزارش گردیده است (بوسین و همکاران، ۲۰۰۸). از مصاحبه بالینی توسط متخصص روان پزشکی کودک نیز برای اطمینان از تشخیص درست اختلال استفاده شد.

پرسش نامه سیاهه رفتاری کودک^۲

از سیاهه رفتاری کودک به منظور بررسی اختلال های همبود در کودکان مورد استفاده قرار گرفت که برای سنین شش تا ۱۸ سال مناسب می باشد. این پرسش نامه ۱۱۳ سؤالی، هشت اختلال همبود اضطراب، افسردگی، شکایات جسمانی، مشکلات اجتماعی، مشکلات تفکر، مشکلات توجه، نافرمانی و پرخاشگری را مورد ارزیابی قرار داد. این فرم توسط والدین کودکان و براساس وضعیت آزمودنی ها در شش ماه گذشته تکمیل گردید. ضریب اعتبار کلی این فرم ۹۷ درصد گزارش شده است (آخنها و ریسکورلا، ۲۰۰۷).

ماتریس های پیش رونده ریون^۳

به منظور ارزیابی بهره هوشی آزمودنی ها از آزمون ماتریس های پیش رونده ریون استفاده شد. این آزمون شامل ۶۰ سؤال از ماتریس های رنگی می باشد که از ساده به دشوار مرتب شده اند و ۴۵ دقیقه برای تکمیل آن فرصت داده می شود. قابلیت اعتبار این آزمون بین ۰/۷۰ تا ۰/۹۰ گزارش شده است (ریون، ۲۰۰۳).

پرسش نامه وضعیت اجتماعی-اقتصادی^۴

وضعیت اجتماعی-اقتصادی کودکان دارای اختلال به وسیله پرسش نامه وضعیت اجتماعی-اقتصادی ارزیابی شد. این پرسش نامه شامل پنج سؤال در مقیاس پنج امتیازی لیکرت (۱ = خیلی پایین تا ۵ = خیلی بالا) می باشد که چهار مؤلفه میزان درآمد، طبقه اقتصادی، میزان تحصیلات و وضعیت مسکن را

دوره تمرین توسط ضربان سنج بیورر (مدل PM80) اندازه گیری گردید. ضربان قلب بیشینه با استفاده از فرمول زیر محاسبه شد:

$$\text{HRmax} = 220 - \text{age} \quad (۱)$$

و شدت تمرین نیز از طریق فرمول کارونن محاسبه گردید (کارونن و همکاران، ۱۹۵۷):

$$\text{HRT} = [(\text{HRmax} - \text{HRrest}) \times \text{Intensity}] - \text{HRrest} \quad (۲)$$

برای افزایش انگیزش و انجام بهترین اجرا، به کودکان بیان شد که در پایان دوره تمرین به بهترین عملکرد پاداش تعلق خواهد گرفت. در پایان نیز پاداش بین همه شرکت کنندگان تقسیم شد.



شکل ۲- روش انجام حرکت یوگای فرامغزی

Figure 2- Movement performance method of super brain yoga

ابزارهای پژوهش

پرسش نامه اسنپ-۱۴

به منظور تشخیص ای.اچ.دی از پرسش نامه اسنپ-۴ استفاده شد که توسط والدین و معلمان تکمیل می گردد. این پرسش نامه شامل ۱۸ سؤال می باشد؛ نه سؤال برای شناسایی زیرنوع بی توجه و نه سؤال برای شناسایی زیرنوع

3. Raven progressive matrices (PRM)
4. Socioeconomic Status (SES)

1. Swanson, Nolan & Pelham (SNAP-IV)
2. Child Behavioral Checklist (CBCL)

مربع بود. دو مربع هر کدام دارای یک لامپ و یک کلید، سه مربع فقط دارای یک کلید و یک مربع فقط دارای یک لامپ بود. پنج مربع در یک ردیف با فاصله‌های برابر از یکدیگر (دو سانتی‌متر) قرار دارند و در بالای مربع وسطی مربع دیگری با فاصله دو سانتی‌متر قرار می‌گیرد (۱۴ سانتی‌متر از لبه بالای تخته). فشار روی هر یک از کلیدهای دستگاه توسط میکروسوییچ‌هایی که در زیر هر یک تعبیه شده بود، احساس می‌شود و اطلاعات به ریز کنترل‌کننده انتقال یافته و از آن‌جا به صورت بسته‌های سریال از نوع USB به رایانه قابل حمل (مدل ASUS سری K42J)، ارسال می‌گردد (شکل ۱).

نرم‌افزار این دستگاه توسط زبان برنامه‌نویسی Lab view#8.2 نوشته شده است. برنامه‌ریزی فرایند اجرا از جمله چگونگی نمایش الگوها و تنظیمات زمانی تأخیر و ارائه لامپ‌ها در این بخش توسط پژوهشگر انجام شد. همچنین، اطلاعات مربوط به زمان واکنش (فاصله زمانی بین ارائه محرک و بلند کردن انگشت)، خطای توجه (پاسخ ندادن به لامپ هدف و پاسخ به لامپ مزاحم) و تکانشگری (پاسخ زود هنگام قبل از ارائه الگو)، برای تحلیل نتایج ثبت گردید.

تکلیف آزمودنی‌ها، فشردن کلید شروع و پاسخ به لامپ هدف (سبز) و نادیده گرفتن لامپ مزاحم (قرمز) بود. آزمودنی‌ها با استفاده از دست برتر و کلید شروع تکلیف را آغاز نمودند. سپس، چهار الگوی A، B، C و D نمایش داده شد که در الگوهای A و B فقط لامپ سبز در سمت راست یا چپ و در الگوهای C و D فقط لامپ قرمز در سمت راست یا چپ روشن می‌شد. میزان ارائه لامپ هدف (۵۰٪ کوشش‌ها) و مزاحم (۵۰٪) یکسان بود اما ترتیب ارائه این محرک‌ها کاملاً تصادفی بود. هدف از ظهور نصف کوشش‌ها برای عمل برو (توجه و زمان واکنش) و نصف کوشش‌ها برای عمل نرو (بازداری پاسخ) ایجاد تداخل بیشتر برای سنجش کارکردهای توجهی بود (کلیمکی و همکاران، ۲۰۰۵). زمان کلی حرکت برای هر الگو بین ۴۰۰۰ تا ۴۷۰۰ میلی‌ثانیه طول می‌کشید. هر یک از آزمودنی‌ها ۵۰ کوشش را در ۵ دسته ۱۰ کوششی انجام دادند.

می‌سجد. پایایی این پرسش‌نامه با استفاده از آزمون آلفای کرونباخ ۰/۸۳ برآورد گردید (قدرت‌نما و همکاران، ۲۰۱۳).

عملکرد تحصیلی

عملکرد تحصیلی شرکت‌کنندگان از طریق نمرات درس ریاضی و املاء قبل و بعد از مداخله مورد ارزیابی قرار گرفت. آزمون‌های درسی توسط سه معلم خبره به تفکیک پایه‌ها طراحی گردید. نمرات خام درسی پس از تبدیل شدن به نمرات تی و درصد پاسخ‌های صحیح مورد تحلیل قرار گرفت. همچنین، هیچ یک از شرکت‌کنندگان در طول فرایند پژوهش در کلاس فوق برنامه یا تقویتی خاصی شرکت نکردند و فقط در کلاس درسی روتین مدارس خود شرکت کردند. روایی محتوای نسبی^۱ آزمون‌های درسی توسط شش متخصص خبره از طریق فرمول زیر محاسبه شد (لاشه، ۱۹۷۵) و عدد یک بدست آمد.

$$CVR = \frac{ne^{-\frac{N}{2}}}{\frac{N}{2}} \quad (1)$$

جایی که n_e تعداد متخصصانی که به گزینه "مورد تأیید است" پاسخ دادند، و N تعداد کل متخصصان است.

دستگاه سنجش کارکردهای شناختی-حرکتی

دستگاه سنجش کارکردهای شناختی-حرکتی، نوعی تکلیف برو/نرو بود. این دستگاه ارتقاء یافته دستگاه پژوهش کلیمکی^۲ و همکاران (۲۰۰۵) می‌باشد. دستگاه سنجش کارکردهای شناختی-حرکتی از دو قسمت سخت‌افزار و نرم‌افزار (ساخت شرکت تراشه پوششگر سپاهان، ایران) تشکیل شده است (شکل ۲). روایی همزمان دستگاه با پرسشنامه کانرز (فرم والد و معلم) مورد اندازه‌گیری قرار گرفته است. ضریب همبستگی در سه بخش خطای حذف، خطای ارتکاب و زمان واکنش دستگاه با نارسایی توجه، بیش‌فعالی و مقابله‌ای در پرسشنامه کانرز فرم والد به ترتیب برابر ۰/۹۱، ۰/۸۲ و ۰/۹۳ و ۰/۹۲ و فرم معلم به ترتیب برابر ۰/۹۰، ۰/۸۱ و ۰/۸۲ بود (بیک و همکاران، ۲۰۱۹). بخش سخت‌افزار دستگاه شامل یک تخته (۳۳×۶۰ سانتی‌متر) از جنس فلکسی و شش مربع به ابعاد ۶/۵ سانتی‌متر

³. Klimkeit

¹. Content validity ratio (CVR)

². Lawshe

داشتند، توسط پژوهشگر به آن پاسخ داده شد. سپس کوشش‌های اصلی آغاز گردید. شرکت‌کنندگان پیش‌آزمون و پس‌آزمون را قبل و بعد از مداخله تمرینی انجام دادند. در ابتدا پیش‌آزمون برای متغیرهای وابسته شامل کاردهای توجهی (خطای توجه، تکانشگری و زمان واکنش) و عملکرد تحصیلی (دروس املا و ریاضی) انجام شد. سپس گروه تجربی به تمرین برنامه منتخب به مدت هشت هفته (هفته ای سه جلسه ۶۰ دقیقه‌ای) پرداخت و در نهایت متغیرهای وابسته در پس‌آزمون مدد مورد سنجش قرار گرفتند.

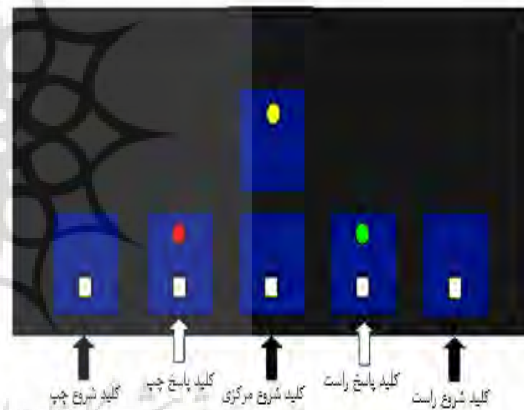
روش پردازش داده ها

از آزمون تحلیل واریانس (آنوا)، ۳ (گروه: تجربی- ای.دی.اچ.دی، کنترل-ای.دی.اچ.دی و کنترل سالم) $\times$ ۲ (آزمون: پیش‌آزمون و پس‌آزمون) با اندازه‌های مکرر در عامل آخر برای تحلیل متغیر کارکردهای توجهی (درصد خطای توجه، درصد خطای تکانشگری و زمان واکنش) استفاده شد. همچنین برای تحلیل عملکرد تحصیلی، از یک طرح تحلیل کواریانس یک طرفه استفاده شد که عامل گروه به عنوان عامل بین گروهی بود و از نمرات پیش‌آزمون به عنوان عامل تعدیل‌کننده (کووریت) استفاده گردید. نتایج آزمون لوین برای همه آزمون‌های آماری نشان داد که شرط همگنی واریانس‌ها برقرار می‌باشد، همه، $P > 0.05$. همچنین نتایج آزمون شاپیرو-ویلک نشان داد که داده‌ها از توزیع نرمال برخوردار می‌باشند، $P > 0.05$. تحلیل‌های آماری با نرم افزار SPSS 25 در سطح معناداری $P \leq 0.05$ انجام شد.

نتایج

ویژگی‌های توصیفی شرکت‌کنندگان در جدول (۱) نمایش داده شده است. نتایج تحلیل واریانس یک‌راهه نشان داد که گروه‌ها از لحاظ سن، معیارهای پیکرسنجی (قد، وزن، ترکیب بدن)، هوش و وضعیت اجتماعی- اقتصادی، با یکدیگر تفاوت معناداری نداشتند، ($F_s < 1$).

نحوه انجام تکلیف بدین صورت بود که ابتدا شرکت‌کننده کلید شروع را فشار داده و بعد از مدت دو ثانیه، چراغ ثابت وسط صفحه به مدت ۱۰۰۰ تا ۱۵۰۰ میلی‌ثانیه (به صورت تصادفی) به رنگ زرد روشن شد که این لامپ به عنوان محرک آماده‌باش برای شروع پاسخ بود. پس از خاموش شدن چراغ ثابت، یکی از چهار الگوی ذکر شده به صورت تصادفی اجرا شد و آزمودنی در سریع‌ترین حالت ممکن پاسخ می‌داد. پاسخ برای لامپ هدف برداشتن دست از روی کلید شروع و فشار کلید زیر لامپ هدف بود و برای لامپ مزاحم، نادیده گرفتن آن و برداشتن دست از کلید شروع بود. برای تنوع تکلیف از سه موقعیت شروع (راست، وسط و چپ) استفاده شد که برای همه شرکت‌کنندگان یکسان‌سازی گردید.



شکل ۱- دستگاه سنجش کارکردهای شناختی-حرکتی (تکلیف برو/نرو)

Figure 1- Cognitive- motor functions measurement apparatus (Go/No Go task)

هر یک از آزمودنی‌ها در پشت یک میز که دستگاه روی آن قرار داشت، نشستند به طوری که وضعیت راحتی داشته باشند و با دست کاملاً کشیده تکلیف را اجرا کردند. قبل از انجام تکلیف دستورالعمل چگونگی انجام کار توسط پژوهشگر توضیح داده شد و اطمینان حاصل شد که دستورالعمل اجرا را به خوبی متوجه شده‌اند. پس از توضیح دستورالعمل، به آزمودنی‌ها فرصت داده شد تا شش کوشش تمرینی را انجام دهند و چنان‌چه سؤالی

جدول ۱- ویژگی‌های توصیفی شرکت‌کنندگان

Table 1- Descriptive characteristics of the participants

گروه (Group)	سن (Age)	قد (Height)	وزن (Weight)	شاخص توده بدنی (BMI)	بهره هوشی (IQ)	وضعیت اقتصادی- اجتماعی (SES)
ای.دی.اچ.دی- تجربی (Experimental-ADHD)	9.33±1.45	139.87±4.63	39.73±1.11	20.30±1.87	99.07±5.40	0.13±1.96
ای.دی.اچ.دی- کنترل (Control-ADHD)	9.07±1.49	139.60±2.95	38.27±1.10	19.67±2.47	99.87±5.05	10.47±2.97
رشد طبیعی- کنترل (Control-TD)	9.17±1.25	139.28±5.28	39.06±3.35	20.13±1.32	100.17±4.73	10.83±2.68
P-value	0.87	0.93	0.60	0.64	0.82	0.74

کارکردهای توجهی

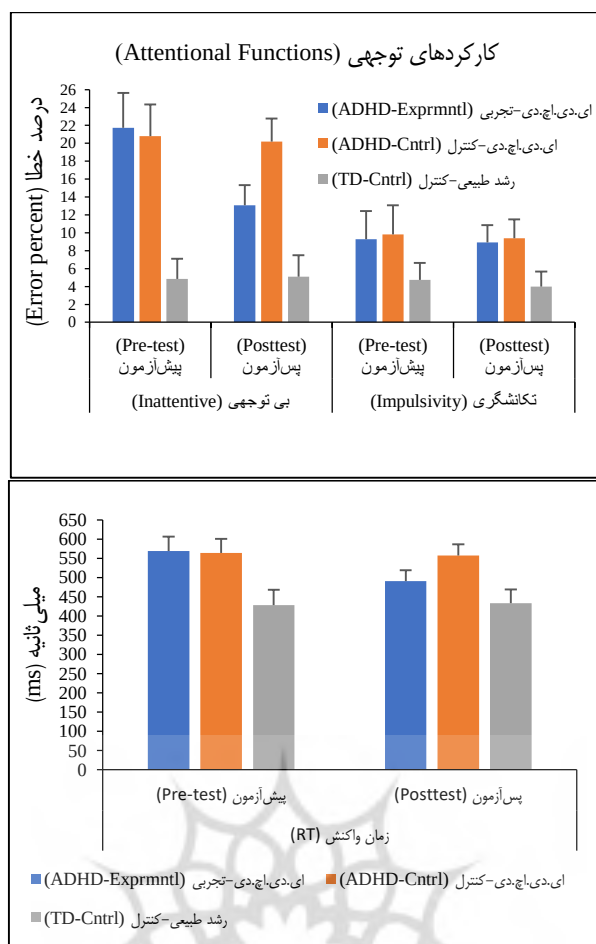
درصد خطای توجه: نتایج آتو نشان داد که اثر اصلی گروه، $F(2,45) = 401.11, P < 0.001, \eta^2_p = 0.94$ و اثر اصلی آزمون، $F(1, 45) = 16.87, P < 0.001, \eta^2_p = 0.27$ معنی-دار است. همچنین این نتایج نشان داد که اثر تعاملی گروه $\times$ آزمون، $F(2,45) = 14.98, P < 0.001, \eta^2_p = 0.40$ نیز معنی-دار است. آزمون تعقیبی برای اثر تعاملی نشان داد که گروه‌های ای.دی.اچ.دی در پیش‌آزمون تفاوت معنی‌داری با گروه کودکان دارای رشد طبیعی دارند ($P < 0.05$)، اما تفاوت بین گروه‌های ای.دی.اچ.دی کنترل و تجربی معنی‌دار نبود ($P > 0.05$). مقایسه میانگین‌ها نشان داد گروه‌های ای.دی.اچ.دی نسبت به گروه کنترل عادی عملکرد ضعیف‌تری دارند (میانگین‌ها، ای.دی.اچ.دی-تجربی = $21/73$ ، ای.دی.اچ.دی- کنترل = $20/80$ ، رشد طبیعی- کنترل = $4/83$). همچنین، این آزمون نشان داد که همه گروه‌ها در پس‌آزمون تفاوت معنی‌داری با همدیگر دارند، همه $P < 0.05$. مقایسه میانگین‌ها نشان داد که گروه کنترل عادی نسبت به دو گروه دیگر عملکرد بالاتری داشته است. همچنین گروه ای.دی.اچ.دی تجربی نسبت به ای.دی.اچ.دی کنترل عملکرد بالاتری داشت (میانگین‌ها، ای.دی.اچ.دی-تجربی = $13/06$ ، ای.دی.اچ.دی- کنترل = $20/20$ ، رشد طبیعی- کنترل = $5/11$). همچنین نشان داده شد که تفاوت بین عملکرد پیش‌آزمون و پس‌آزمون فقط در گروه ای.دی.اچ.دی تجربی معنی‌دار است، $P < 0.05$ و مقایسه میانگین‌ها نشان دهنده بهبود عملکرد برای این گروه در متغیر درصد خطای توجه بود (میانگین‌ها، پیش‌آزمون = $21/73$ ، پس‌آزمون = $13/06$).

تکانشگری: نتایج آتو نشان داد که اثر اصلی گروه، $F(2,45) = 57.08, P < 0.001, \eta^2_p = 0.71$ معنی‌دار است. اما اثر اصلی آزمون، $F(1,45) = 1.27, P = 0.26, \eta^2_p = 0.02$ و اثر تعاملی گروه $\times$ آزمون، $F < 1$ معنی‌دار نبود. نتایج آزمون تعقیبی برای اثر اصلی گروه نشان داد که گروه‌های ای.دی.اچ.دی (کنترل و تجربی)

با گروه عادی تفاوت معنی‌دار دارند، همه $P < 0.05$ ، اما تفاوت بین گروه‌های ای.دی.اچ.دی معنی‌دار نبود، $P > 0.05$. مقایسه میانگین‌ها نشان دهنده عملکرد بهتر کودکان با رشد طبیعی بود (میانگین‌ها، ای.دی.اچ.دی-تجربی = $9/1$ ، ای.دی.اچ.دی- کنترل = $9/6$ ، رشد طبیعی- کنترل = $4/36$).

زمان واکنش: نتایج آتو نشان داد که اثر اصلی گروه، $F(2, 45) = 75.44, P < 0.001, \eta^2_p = 0.77$ اثر اصلی آزمون، $F(2, 45) = 39.91, P < 0.001, \eta^2_p = 0.47$ و همچنین اثر تعاملی گروه $\times$ آزمون، $F(2, 45) = 37.73, P < 0.001, \eta^2_p = 0.62$ معنی‌دار بود. نتایج آزمون تعقیبی برای اثر تعاملی نشان داد که گروه‌های ای.دی.اچ.دی با گروه کنترل دارای رشد طبیعی در پیش‌آزمون تفاوت معنی‌داری دارند، همه $P < 0.05$. مقایسه میانگین‌ها نشان داد که گروه کنترل عادی نسبت به گروه‌های بیش‌فعال زمان واکنش سریع‌تری داشته است (میانگین‌ها، ای.دی.اچ.دی-تجربی = $568/80$ ، ای.دی.اچ.دی- کنترل = $564/06$ ، رشد طبیعی- کنترل = $428/33$). همچنین این نتایج نشان داد که همه گروه‌ها در پس‌آزمون نسبت به همدیگر به صورت معنی‌داری متفاوت عمل کرده‌اند، همه $P < 0.05$ و مقایسه میانگین‌ها نشان داد که گروه دارای رشد طبیعی- کنترل نسبت به دو گروه دیگر زمان واکنش سریع‌تری دارد، همچنین گروه ای.دی.اچ.دی-تجربی نسبت به ای.دی.اچ.دی- کنترل سریع‌تری داشت (میانگین‌ها، ای.دی.اچ.دی-تجربی = $491/13$ ، ای.دی.اچ.دی- کنترل = $557/33$ ، رشد طبیعی- کنترل = $433/44$). همچنین این نتایج نشان داد که فقط در گروه ای.دی.اچ.دی-تجربی تفاوت بین پیش‌آزمون و پس‌آزمون معنی‌دار است، $P < 0.05$ ، که مقایسه میانگین‌ها نشان دهنده عملکرد بهتر در پس‌آزمون بود (میانگین‌ها، پیش‌آزمون = $568/80$ ، پس‌آزمون = $491/13$).

شکل (۳)، نمودار کارکردهای توجهی را در پیش‌آزمون و پس‌آزمون در گروه‌ها نشان می‌دهد.



شکل ۳- میانگین و انحراف استاندارد کارکردهای توجهی (بی توجهی، تکانشگری و زمان واکنش) گروه‌ها در پیش آزمون و پس آزمون
Figure 3- Means and SD of attentional functions (inattention, impulsivity, and RT) of the groups in pre- and post-test

پیش آزمون و پس آزمون معنی دار است، $P < 0.05$ ، که با توجه به میانگین‌ها عملکرد آنها در پس آزمون پیشرفت داشته است.

ریاضی

نتایج آنکوا نشان داد که اثر اصلی گروه، $F(2, 45) = 98.01$ ، معنی دار است اما اثر اصلی آزمون معنی - دار نبود، $F < 1$. همچنین این نتایج نشان داد که اثر تعاملی گروه $\times$ آزمون، $F(2, 45) = 11.15$ ، $P < 0.001$ ، $\eta^2_p = 0.33$ ، معنی دار است. آزمون تعقیبی برای اثر تعاملی نشان داد که گروه‌های ای.دی.اچ.دی نسبت به گروه عادی در پیش آزمون تفاوت معنی دار دارند، همه $P < 0.05$ ، اما تفاوت بین گروه‌های ای.دی.اچ.دی معنی - دار نبود، $P > 0.05$. مقایسه میانگین‌ها نشان دهنده عملکرد بهتر گروه عادی نسبت به سایر گروه‌ها در این آزمون بود (میانگین‌ها، ای.دی.اچ.دی - تجربی = $43/13$ ، ای.دی.اچ.دی - کنترل = $43/48$ ، رشد طبیعی - کنترل = $61/14$). همچنین نتایج آزمون تعقیبی نشان داد که تفاوت بین همه گروه‌ها در مرحله پس آزمون با هم معنی دار است، همه $P < 0.05$. نتایج نشان دهنده عملکرد بهتر گروه رشد طبیعی - کنترل نسبت به سایر گروه‌ها بود و همچنین گروه ای.دی.اچ.دی تجربی نسبت به ای.دی.اچ.دی کنترل عملکرد بالاتری از خود نشان داد (میانگین‌ها، ای.دی.اچ.دی - تجربی = $49/02$ ، ای.دی.اچ.دی - کنترل = $39/81$ ، رشد طبیعی - کنترل = $60/23$).

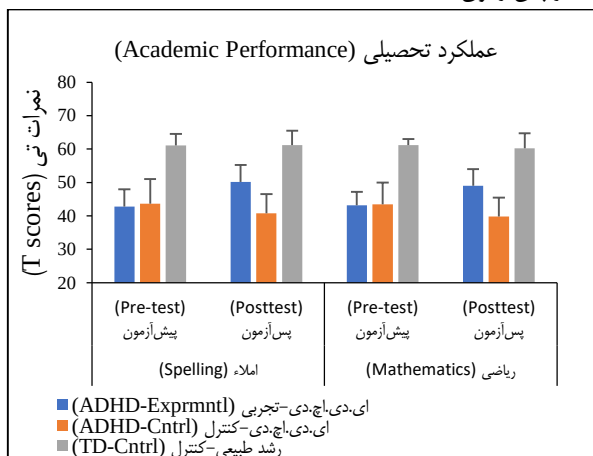
عملکرد تحصیلی

املاء

نتایج آنکوا نشان داد که اثر اصلی گروه، $F(2, 45) = 83.71$ ، معنی دار است اما اثر اصلی آزمون، $F(1, 45) = 6.03$ ، $P < 0.001$ ، $\eta^2_p = 0.78$ ، و همچنین اثر تعاملی گروه $\times$ آزمون، $P = 0.02$ ، $\eta^2_p = 0.12$ ، معنی دار است. $F(2, 45) = 21.36$ ، $P < 0.001$ ، $\eta^2_p = 0.48$ ، نتایج آزمون تعقیبی برای اثر تعاملی گروه در آزمون نشان داد که گروه‌های ای.دی.اچ.دی با گروه عادی در پیش آزمون تفاوت معنی - داری دارند، همه $P < 0.05$ ، اما تفاوت بین گروه‌های ای.دی.اچ.دی معنی دار نبود، $P > 0.05$. مقایسه میانگین‌ها نشان دهنده عملکرد بالاتر گروه عادی نسبت به سایر گروه‌ها در این مرحله بود (میانگین‌ها، ای.دی.اچ.دی - تجربی = $42/76$ ، ای.دی.اچ.دی - کنترل = $43/62$ ، دارای رشد طبیعی - کنترل = $61/06$). همچنین نتایج این آزمون نشان داد که تفاوت بین همه گروه‌ها در پس آزمون معنی دار است، همه $P < 0.05$ ، مقایسه میانگین‌ها نشان داد که عملکرد گروه رشد طبیعی - کنترل نسبت به سایر گروه‌ها بالاتر است و همچنین عملکرد گروه ای.دی.اچ.دی - تجربی نسبت به گروه ای.دی.اچ.دی - کنترل بهتر بود (ای.دی.اچ.دی - تجربی = $50/16$ ، ای.دی.اچ.دی - کنترل = $40/82$ ، دارای رشد طبیعی - کنترل = $61/18$). همچنین نتایج این آزمون نشان داد که تنها برای گروه ای.دی.اچ.دی تجربی تفاوت بین

شکل (۴) میانگین نمرات تی عملکرد تحصیلی گروه‌ها در پیش‌آزمون و پس‌آزمون را نشان می‌دهد.

علاوه بر این، نتایج نشان داد که فقط در گروه ای.دی.اچ.دی - تجربی تفاوت بین پیش‌آزمون و پس‌آزمون معنی‌دار است، $P < 0.05$ ، که با توجه به میانگین‌ها این گروه عملکرد بهتری در پس‌آزمون داشته است.



شکل ۴- میانگین و انحراف استاندارد عملکرد تحصیلی (املاء و ریاضی) گروه‌ها در پیش‌آزمون و پس‌آزمون

Figure 4- Means and SD of academic performance (spelling and mathematics) of the groups in pre- and post-test

می‌شود. همچنین ضعف در کارکردهای توجهی کودکان ای.دی.اچ.دی می‌تواند آن‌ها را در خطر ضعف اعتماد به نفس، سطوح اضطراب بالا و عملکرد اجتماعی ضعیف قرار دهد (پان و همکاران، ۲۰۱۷). اثرات تمرین هوازی بر شناخت و مغز نشان داده شده است (نودیکر و همکاران، ۲۰۱۹؛ ویگال و همکاران، ۲۰۱۳). افزایش بی.دی.ان.اف مغز در اثر تمرینات هوازی بر مغز کودکان دارای این اختلال نشان داده شده است (ویگال و همکاران، ۲۰۰۳؛ کریستینسن و همکاران، ۲۰۱۹؛ چان و همکاران، ۲۰۲۲). افزایش جریان خون قشری و انتقال دهنده‌های عصبی مثل سرتونین و دوپامین از طریق تمرینات هوازی می‌تواند بر عملکرد مغز و کارکردهای توجهی در کودکان ای.دی.اچ.دی اثرگذار باشد، بخصوص اگر با تقاضاهای شناختی و توجهی اضافی همراه باشد (کریستینسن و همکاران، ۲۰۱۹؛ چان و همکاران، ۲۰۲۲). طبق نظریه رشدی رفتاری پویا، بدکارکردی مسیرهای دوپامینرژیک می‌تواند بر شبکه‌های توجهی در اختلال ای.دی.اچ.دی اثرگذار باشد (پرینس، ۲۰۰۸) که تمرینات هوازی و توجهی می‌تواند بر تنظیم این مسیرها اثر مثبتی داشته باشد (کریستینسن و همکاران، ۲۰۱۹؛ چان و همکاران، ۲۰۲۲). همچنین، تمرینات ادراکی - حرکتی و مدیتیشن می‌تواند به نوروپلاستیسیته و ارتباط سیناپسی نوروها منجر شده و کارکردهای توجهی را افزایش دهد (چان و همکاران، ۲۰۲۲). مطالعات الکتروانسفالوگرافی نیز نشان می‌دهد امواج تتا (۴-۸-۱۴ هرتز) در نواحی فرونتال افزایش و شدت امواج آلفا در این اختلال کاهش می‌یابد که با کاهش توجه مرتبط است و تمرینات هوازی و توجهی (تنفسی - تمرکز) می‌تواند بر تنظیم آن‌ها اثرگذار باشد و از این طریق باعث افزایش نشانه‌های توجهی در این کودکان شود (کریستینسن و همکاران، ۲۰۱۹). به علاوه، ارتباط بین مراکز تنفسی و توجهی در مغز می‌تواند از دیگر دلایل اثربخشی تمرینات هوازی - توجهی باشد. پژوهش‌ها نشان داده‌اند که ارتباط بین مرکز تنفس (لوکوس سرولئوس) و مرکز توجه (سینگولیت قدامی) به صورت دوطرفه می‌تواند بر توجه این کودکان اثرگذار باشد (ملنیچاک و همکاران، ۲۰۱۸). بنابراین تمرینات هوازی - توجه‌طلب می‌تواند باعث

بحث و نتیجه‌گیری

هدف از انجام پژوهش حاضر بررسی اثر تمرینات ترکیبی هوازی - توجه‌طلب بر کارکردهای توجهی و عملکرد تحصیلی در کودکان دارای اختلال نارسیایی توجه/بیش‌فعالی بود. نتایج پژوهش نشان داد که تمرینات ترکیبی میزان توجه، زمان واکنش و عملکرد تحصیلی را در کودکان دارای این اختلال بهبود می‌بخشد. این نتایج با پژوهش‌های گذشته هم‌راستا بود (ویجیانو و همکاران، ۲۰۱۵؛ پان و همکاران، ۲۰۱۷؛ شمس و همکاران، ۲۰۲۱؛ هیلمن و همکاران، ۲۰۰۸). ویجیانو و همکاران (۲۰۱۵) در پژوهشی نشان دادند که راه رفتن به عقب توجه را در کودکان ای.دی.اچ.دی افزایش می‌دهد. همچنین، پژوهش‌ها نشان داده‌اند که فعالیت جابجایی می‌تواند عملکرد خواندن و زمان واکنش را در کودکان ای.دی.اچ.دی افزایش دهد (هیلمن و همکاران، ۲۰۰۸)، و راه رفتن تمرکز را در این کودکان بهبود می‌بخشد (فابیر تیلور و کائو، ۲۰۰۹).

به نظر تمرینات ترکیبی هوازی - توجه‌طلب این تحقیق شبکه‌های توجهی این کودکان را به طور ویژه ای تقویت کرده باشد زیرا تحقیقات نشان داده‌اند که تمرینات هوازی بر فرایندهای شناختی اثرگذار می‌باشد (نودیکر، ۲۰۱۹؛ کریستینسن و همکاران، ۲۰۱۹؛ چان و همکاران، ۲۰۲۲) بخصوص که این تمرین‌های هوازی همراه با تقاضاهای توجهی ویژه باشد. تمرین راه رفتن به عقب به مکانیسم‌های کنترل عصبی - عضلانی مجزایی نسبت به راه رفتن معمولی دارد که هم باعث افزایش سوخت و ساز و مصرف حداکثر اکسیژن مصرفی می‌شود و هم شبکه‌های توجهی را از طریق پیچیدگی نیازهای تکلیف افزایش می‌دهد (ویجیانو و همکاران، ۲۰۱۵). استفاده از نشانه‌های بیرونی برای انجام حرکت به نوعی مکانیسم‌های ادراکی - حرکتی را بهبود می‌بخشد که نیازمند فیلتر کردن اطلاعات محیطی و توجه انتخابی برای انجام عمل می‌باشد. مهارت‌ها و حرکات هدفمند باعث بهبود گزینش توجه و حفظ توجه در کودکان با این اختلال

³. Amplitude
⁴. Melnychuk

¹. Taylor & Kuo
². Prince

ای.دی.اچ.دی را بهتر نمایش دهد. پژوهش‌های گذشته نیز از این نوع گروه کنترل برای ارزیابی اثربخشی تمرینات در کودکان دارای ای.دی.اچ.دی استفاده کرده‌اند (جیانتی و همکاران، ۲۰۲۱؛ لودیگا و همکاران، ۲۰۲۰؛ لیا نگو و همکاران، ۲۰۲۲). برای مثال، لیا نگو و همکاران، (۲۰۲۲) در پژوهشی به اثربخشی تمرینات ترکیبی بر کارکردهای اجرایی کودکان دارای ای.دی.اچ.دی و هم‌تایان دارای رشد طبیعی پرداختند. نتایج نشان داد مداخله تمرینی باعث بهبود در گروه تجربی ای.دی.اچ.دی شد.

پژوهش حاضر همانند سایر پژوهش‌های دیگر دارای محدودیت‌هایی بود. از جمله این موارد می‌توان به نبود جنس مؤنث در این پژوهش و همچنین حجم نمونه کم اشاره نمود. در مطالعات آینده پیشنهاد می‌شود از تمرینات حاضر، بخصوص راه رفتن به عقب، جهت ارزیابی سایر مشکلات کودکان ای.دی.اچ.دی مثل تعادل استفاده شود. همچنین، پیشنهاد می‌شود که تاثیر این پرتکل تمرینی بر روی افرادی که دارای زیر نوع های این اختلال (بیش فعال/تکانش گر و ترکیبی) هستند نیز مورد بررسی قرار گیرد. ارزیابی اثر برنامه تمرینی ترکیبی پژوهش حاضر بر عوامل رشد حرکتی (مثل تبحر حرکتی، شایستگی ادراک شده) و دقت حرکتی دارای اختلال نیز در مطالعات آینده می‌تواند مورد نظر قرار گیرد. به علاوه، مقایسه بین تمرینات هوازی و توجهی و تمرینات ترکیبی برای ارزیابی پروتکل مداخله‌ای موثرتر و بررسی سازوکارهای زیربنایی عصبی-روان شناختی تمرینات هوازی - توجهی نیز پیشنهاد می‌گردد. استفاده از پروتکل تمرین ترکیبی (هوازی - توجه طلب) در ساعات درس تربیت بدنی مدارس و موقعیت‌های بالینی می‌تواند کارکردهای توجهی و عملکرد تحصیلی کودکان دارای اختلال ای.دی.اچ.دی را افزایش دهد. بنابراین به معلمان، روانشناسان و روانپزشکان توصیه می‌شود که از تمرینات هوازی - توجه طلب به عنوان فعالیت ورزشی برای کودکان دارای اختلال ای.دی.اچ.دی استفاده نمایند.

تشکر و قدردانی

از کودکان شرکت کننده در این پژوهش و والدین آن‌ها صمیمانه تشکر می‌گردد. همچنین از مربیان و مسئولین مدارس که همکاری لازم را جهت انجام پژوهش با ما داشتند، سپاسگزاریم.

افزایش ظرفیت و کارکرد شبکه توجهی در کودکان ای.دی.اچ.دی شود. به علاوه افزایش چاقی در کودکان دارای ای.دی.اچ.دی می‌تواند به سلامت جسمانی و روانی آن‌ها صدمه بزند و فعالیت‌های بدنی سنجیده و هدفمند می‌تواند بر آمادگی جسمانی آن‌ها به طور مثبتی اثر بگذارد. همچنین اجرای مهارت‌های ورزشی به عنوان عامل پیش بینی کننده برای این کودکان در کاهش نشانه‌های رفتاری و به خصوص اجتماعی آن‌ها در نظر گرفته شده است (ویگال و همکاران، ۲۰۱۳).

بر اساس نظریه تنظیم حالتی که از مدل شناختی-انرژی ناسی می‌شود، نارسایی سطوح بالاتر شناختی در کارکردهای توجهی و پردازش اطلاعات به علت فقدان توانایی در تنظیم انگیزتگی می‌باشد (ایساک^۱ و همکاران، ۲۰۲۴). از آنجایی که افراد ای.دی.اچ.دی سطح نامناسبی از انگیزتگی (پایین یا بالا) را نشان می‌دهند، در نتیجه تمرینات بدنی می‌تواند به تنظیم سطح انگیزتگی و توجه کمک کند (ایساک و همکاران، ۲۰۲۴؛ ملنیچاک، ۲۰۱۸). پژوهش‌ها بیان داشته‌اند که تمرینات ترکیبی در مقایسه با ورزش‌های ساده‌ای مانند دویدن یا دوچرخه سواری، فرد را بیشتر درگیر فرایندهای حل مسئله می‌کنند و باعث فعال شدن مناطق بیشتری از مغز که مسئول میانجی‌گری توجه در تکالیف حرکتی پیچیده هستند، می‌شوند (ویگال، ۲۰۱۳). پژوهش‌ها بیان می‌کنند که تمرینات ترکیبی (از جمله تمرینات هوازی - توجه طلب تحقیق حاضر) می‌تواند در کنار سایر تمرینات توانبخشی برای بهبود نشانه‌های توجهی و عملکرد تحصیلی کودکان با اختلال ای.دی.اچ.دی مفید باشد (ویجیانو، ۲۰۱۵). از دیگر دلایل احتمالی اثربخشی این تمرینات استفاده از تمرینات در محیطی طبیعی و مفرح بود. تحقیقات نشان داده‌اند که محیط تمرین می‌تواند اثرات متفاوتی بر عملکرد کودکان دارای این اختلال بگذارد (فایبر تیلور و کائو، ۲۰۰۹). ایجاد محیطی مفرح همراه با تمرینات منتخب هوازی - توجه طلب می‌تواند گزینه تمرینی خوبی برای این کودکان باشد.

به علاوه، در این پژوهش از گروه کنترل هم‌تایان با رشد طبیعی استفاده شد تا درک عمیق‌تری از اثرات تمرین بر میزان بهبود کارکردهای توجهی صورت گیرد. به عبارتی دیگر، این نوع گروه کنترل می‌تواند اثربخشی تمرینات در بهبود نشانه‌های توجهی را در کودکان دارای اختلال

^۱. Issac

References

1. Achenbach T. M., Rescorla L. A. (2007). *Multicultural understanding of child and adolescent psychopathology: Implications for mental health assessment (4th ed)*. New York: Guilford Press. P. 253-72. <https://doi.org/10.1007/s10964-007-9229-8>
2. American Psychiatric Association (2013). *Diagnostic and statistical manual of mental disorders: DSM-5™*. Arlington. VA American Psychiatric Publishing. https://doi.org/10.1007/springerreference_179660
3. Beery, S. H., Quay, H. C., & Pelham Jr, W. E. (2017). Differential response to methylphenidate in inattentive and combined subtype ADHD. *Journal of attention disorders*, 21(1), 62-70. <https://doi.org/10.1177/1087054712469256>
4. Beik, M., NezakatAlhosseini, M., & Abedi, A. (2019). Validity and reliability measurement of the cognitive-motor functions test in attention deficit/hyperactivity disorder (ADHD). *Journal of Paramedical Sciences & Rehabilitation*, 8(1), 66-75. In Persian <https://doi.org/10.22038/jpsr.2019.25981.1692>
5. Beik, M., Nezakatalhosseini, M., & Abedi, A. (2018). Effects of yoga practice on motor functions of children with attention deficit hyperactivity disorder. *Sport Psychology Studies*, 7(24), 1-15. In Persian <https://doi.org/10.22089/spsyj.2017.4288.1444>
6. Bussing, R., Fernandez, M., Harwood, M., Hou, W., Garvan, C. W., Eyberg, S. M., & Swanson, J. M. (2008). Parent and teacher SNAP-IV ratings of attention deficit hyperactivity disorder symptoms: psychometric properties and normative ratings from a school district sample. *Assessment*, 15(3), 317-328. <https://doi.org/10.1177/1073191107313888>
7. Chan, Y. S., Jang, J. T., & Ho, C. S. (2022). Effects of physical exercise on children with attention deficit hyperactivity disorder. *Biomedical journal*, 45(2), 265-270. <https://doi.org/10.1016/j.bj.2021.11.011>
8. Chang, Y. K., Liu, S., Yu, H. H., & Lee, Y. H. (2012). Effect of acute exercise on executive function in children with attention deficit hyperactivity disorder. *Archives of clinical neuropsychology*, 27(2), 225-237. <https://doi.org/10.1093/arclin/acr094>
9. Choi, J. W., Han, D. H., Kang, K. D., Jung, H. Y., & Renshaw, P. F. (2015). Aerobic exercise and attention deficit hyperactivity disorder: brain research. *Medicine and science in sports and exercise*, 47(1), 33. <https://doi.org/10.1249/mss.0000000000000373>
10. Chou, C. C., & Huang, C. J. (2017). Effects of an 8-week yoga program on sustained attention and discrimination function in children with attention deficit hyperactivity disorder. *PeerJ*, 5, e2883. <https://doi.org/10.7717/peerj.2883>
11. Christiansen, L., Beck, M. M., Bilenberg, N., Wienecke, J., Astrup, A., & Lundbye-Jensen, J. (2019). Effects of exercise on cognitive performance in children and adolescents with ADHD: potential mechanisms and evidence-based recommendations. *Journal of clinical medicine*, 8(6), 841. <https://doi.org/10.3390/jcm8060841>
12. Clavenna, A., & Bonati, M. (2014). Safety of medicines used for ADHD in children: a review of published prospective clinical trials. *Archives of disease in childhood*, 99(9), 866-872. <https://doi.org/10.1136/archdischild-2013-304170>
13. Cohen, S. C., Harvey, D. J., Shields, R. H., Shields, G. S., Rashedi, R. N., Tancredi, D. J., ... & Schweitzer, J. B. (2018). The effects of yoga on attention, impulsivity and hyperactivity in pre-school age children with ADHD symptoms. *Journal of developmental and behavioral pediatrics*, 39(3), 200. <https://doi.org/10.1097/dbp.0000000000000552>
14. Cortese, S. (2012). The neurobiology and genetics of attention-deficit/hyperactivity disorder (ADHD): what every clinician should know. *European journal of paediatric neurology*, 16(5), 422-433. <https://doi.org/10.1016/j.ejpn.2012.01.009>
15. Dastamooz, S., Sadeghi-Bahmani, D., Farahani, M. H., Wong, S. H., Yam, J. C., Tham, C. C., & Sit, C. H. (2023). The efficacy of physical exercise interventions on mental health, cognitive function, and ADHD symptoms in children and adolescents with ADHD: an umbrella review. *EClinicalMedicine*, 62. <https://doi.org/10.1016/j.eclinm.2023.102137>
16. Dietz, V. (1996). Interaction between central programs and afferent input in the control of posture and locomotion. *Journal of*

- biomechanics, 29(7), 841-844. [https://doi.org/10.1016/0021-9290\(95\)00175-1](https://doi.org/10.1016/0021-9290(95)00175-1)
17. Faber Taylor, A., & Kuo, F. E. (2009). Children with attention deficits concentrate better after walk in the park. *Journal of attention disorders*, 12(5), 402-409. <https://doi.org/10.1177/1087054708323000>
 18. Faraone, S. V. (2014). Advances in the genetics of attention-deficit/hyperactivity disorder. *Biological Psychiatry*, 76(8), 599-600. <https://doi.org/10.1016/j.biopsych.2014.07.016>
 19. Ghodrattnama, A., Heidarinejad, S., & Davoodi, I. (2013). The relationship between socio-economic status and the rate of physical activity in Shahid Chamran University Students of Ahwaz. *Sport Management Journal*, 5(16), 5-20. In Persian
 20. Hagen, I., & Nayar, U. S. (2014). Yoga for children and young people's mental health and well-being: research review and reflections on the mental health potentials of yoga. *Frontiers in psychiatry*, 5, 78607. <https://doi.org/10.3389/fpsy.2014.00035>
 21. Huang, H., Jin, Z., He, C., Guo, S., Zhang, Y., & Quan, M. (2023). Chronic exercise for core symptoms and executive functions in ADHD: A meta-analysis. *Pediatrics*, 151(1), e2022057745. <https://doi.org/10.1542/peds.2022-057745>
 22. Hillman, C. H., Erickson, K. I., & Kramer, A. F. (2008). Be smart, exercise your heart: exercise effects on brain and cognition. *Nature reviews neuroscience*, 9(1), 58-65. <https://doi.org/10.1038/nrn2298>
 23. Hooper et al. (2004). The effect of graded forward and backward walking on heart rate and oxygen consumption. *Journal of Orthopaedic & sport physical therapy*, 34(2), 65-71. <https://doi.org/10.2519/jospt.2004.0883>
 24. Isaac, V., Lopez, V., & Escobar, M. J. (2024). Arousal dysregulation and executive dysfunction in attention deficit hyperactivity disorder (ADHD). *Frontiers in Psychiatry*, 14, 1336040. <https://doi.org/10.3389/fpsy.2023.1336040>
 25. Ivanenko, Y. P., Cappellini, G., Poppele, R. E., & Lacquaniti, F. (2008). Spatiotemporal organization of α -motoneuron activity in the human spinal cord during different gaits and gait transitions. *European Journal of Neuroscience*, 27(12), 3351-3368. <https://doi.org/10.1111/j.1460-9568.2008.06289.x>
 26. Janthi, S., Arumugam, N., & Parasher, R. K. (2021). Effectiveness of structured exercises on motor skills, physical fitness and attention in children with ADHD compared to typically developing children-A pilot study. *Neurologicalsci*, 24, 100357. <https://doi.org/10.1016/j.ensci.2021.100357>
 27. Jiang, K., Xu, Y., Li, Y., Li, L., Yang, M., & Xue, P. (2022). How aerobic exercise improves executive function in ADHD children: A resting-state fMRI study. *International Journal of Developmental Neuroscience*, 82(4), 295-302. <https://doi.org/10.1002/jdn.10177>
 28. Lawshe, C. H. (1975). A quantitative approach to content validity. *Personnel psychology*, 28(4). <https://doi.org/10.1111/j.1744-6570.1975.tb01393.x>
 29. Liang, X., Qiu, H., Wang, P., & Sit, C. H. (2022). The impacts of a combined exercise on executive function in children with ADHD: a randomized controlled trial. *Scandinavian journal of medicine & science in sports*, 32(8), 1297-1312. <https://doi.org/10.1111/sms.14192>
 30. Ludyga, S., Gerber, M., Mücke, M., Brand, S., Weber, P., Brotzmann, M., & Pühse, U. (2020). The acute effects of aerobic exercise on cognitive flexibility and task-related heart rate variability in children with ADHD and healthy controls. *Journal of attention disorders*, 24(5), 693-703. <https://doi.org/10.1177/1087054718757647>
 31. Mahone, E. M. (2011). ADHD: Volumetry, motor, and oculomotor functions. *Behavioral neuroscience of attention deficit hyperactivity disorder and its treatment*, 17-47. https://doi.org/10.1007/7854_2011_146
 32. Medina, J. A., Netto, T. L., Muszkat, M., Medina, A. C., Botter, D., Orbetelli, R., ... & Miranda, M. C. (2010). Exercise impact on sustained attention of ADHD children, methylphenidate effects. *ADHD Attention Deficit and Hyperactivity Disorders*, 2(1), 49-58. <https://doi.org/10.1007/s12402-009-0018-y>
 33. Melnychuk, M. C., Dockree, P. M., O'Connell, R. G., Murphy, P. R., Balsters, J. H., & Robertson, I. H. (2018). Coupling of respiration and attention via the locus coeruleus: Effects of meditation and pranayama. *Psychophysiology*, 55(9), e13091. <https://doi.org/10.1111/psyp.13091>
 34. Neudecker, C., Mewes, N., Reimers, A. K., & Woll, A. (2019). Exercise interventions in children and adolescents with ADHD: a systematic review. *Journal of attention disorders*, 23(4), 307-324. <https://doi.org/10.1177/1087054715584053>
 35. Pan, C. Y., Chang, Y. K., Tsai, C. L., Chu, C. H., Cheng, Y. W., & Sung, M. C. (2017). Effects of physical activity intervention on motor proficiency and physical fitness in children with

- ADHD: An exploratory study. *Journal of attention disorders*, 21(9), 783-795. <https://doi.org/10.1177/1087054714533192>
36. Prince, J. (2008). Catecholamine dysfunction in attention-deficit/hyperactivity disorder: an update. *Journal of clinical psychopharmacology*, 28(3), S39-S45. <https://doi.org/10.1097/jcp.0b013e318174f92a>
 37. Regnaud, J. P., Robertson, J., Smail, D. B., Daniel, O., & Bussel, B. (2006). Human treadmill walking needs attention. *Journal of neuroengineering and rehabilitation*, 3(1), 1-7. <https://doi.org/10.1186/1743-0003-3-19>
 38. Rommel, A. S., Halperin, J. M., Mill, J., Asherson, P., & Kuntsi, J. (2013). Protection from genetic diathesis in attention-deficit/hyperactivity disorder: possible complementary roles of exercise. *Journal of the American Academy of Child & Adolescent Psychiatry*, 52(9), 900-910. <https://doi.org/10.1016/j.jaac.2013.05.018>
 39. Shams, A., Eslami Nosratabadi, M., Sangari, M., & Mirmoezzi, M. (2021). Effect of Cognitive Rehabilitation Combined With Physi-cal Exercise on Sustained, Selective, and Alternating attention in School-aged Girls Attention-Deficit/Hyperactivity Disorder. *Iranian Journal of Psychiatry and Clinical Psychology*, 27 (3): 276-287. In Persian <https://psycnet.apa.org/doi/10.32598/ijpcp.27.3.3342.1>
 40. van Deursen, R. W., Flynn, T. W., McCrory, J. L., & Morag, E. (1998). Does a single control mechanism exist for both forward and backward walking? *Gait & Posture*, 7(3), 214-224. [https://doi.org/10.1016/s0966-6362\(98\)00007-1](https://doi.org/10.1016/s0966-6362(98)00007-1)
 41. Viggiano, D., Travaglio, M., Cacciola, G., & Di Costanzo, A. (2015). Effect of backward walking on attention: possible application on ADHD. *Translational Medicine*, 11, 48.
 42. Wigal, S. B., Emmerson, N., Gehricke, J. G., & Galassetti, P. (2013). Exercise: applications to childhood ADHD. *Journal of attention disorders*, 17(4), 279-290. <https://doi.org/10.1177/1087054712454192>
 43. Wigal, S. B., Nemet, D., Swanson, J. M., Regino, R., Trampush, J., Ziegler, M. G., & Cooper, D. M. (2003). Catecholamine response to exercise in children with attention deficit hyperactivity disorder. *Pediatric research*, 53(5), 756-761. <https://doi.org/10.1203/01.pdr.0000061750.71168.23>
 44. Wilcutt, E. G. (2012). The prevalence of DSM-IV attention-deficit/hyperactivity disorder: a meta-analytic review. *Neurotherapeutics*, 9(3), 490-499. <https://doi.org/10.1007/s13311-012-0135-8>
 45. Zuo, E., Zhang, Y., Yu, Q., Guo, T., Jiao, C., Yu, Y., ... & Zou, L. (2020). Mind-body exercises (Yoga/Tai Chi) for attention-deficit/hyperactivity disorder: A quantitative evidence of experimental studies. *International Journal of Mental Health Promotion*, 22(4), 221-231. <https://doi.org/10.32604/ijmh.2020.014552>

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
 برتال جامع علوم انسانی