

Effect of Submaximal Endurance Training on Serum Concentration of Brain-derived Neurotrophic Factor and Attention Function in Boys with Attention Deficit Hyperactivity Disorder(ADHD)

Saeed Mohamadi Molod¹, Ali Heidarian Pour^{2*}, Elnaz Shokri³

1. MSc in Educational Research, Department of Psychology, Shahid Madani University of Azerbaijan, Tabriz, Iran

2. Associate Professor, PhD of Exercise Physiology, Department of Exercise Physiology, Bu-Ali Sina University, Hamedan, Iran

3. PhD Student, Department of Exercise Physiology, Bu-Ali Sina University, Hamedan, Iran

Received: 21 Jan 2018, Accepted: 17 Mar 2018

Abstract

Background: The aim of this research was to investigate the effect of substructural exercises on serum brain-derived neurotrophic factor (BDNF) and attention function in boys with attention deficit hyperactivity disorder (ADHD).

Materials and Methods: The research method was semi-experimental with pre-test and post-test design with control group. Statistical population of this research included all elementary male students who in the early reviews, the symptoms of attention deficit hyperactivity disorder were diagnosed and referred for further study and treatment to the core of counseling and psychology of education in Sardar district in academic year 2016-2017. From the above community, 30 boys aged 7 to 12 years old were selected as the sample and randomly assigned to control and experimental groups. In order to recognize the attention deficit, the Conners' Parent's Questionnaire and clinical interview were used and to measure attention, Continuous Performance Test (CPT) and to measure the serum levels of BDNF, ESTOBIOPHARM kit were used. The experimental group subjects performed aerobic exercises with intensity 45-75% of maximal heart rate for 12 weeks in 36 sessions of training, 25-75 minutes, and data were analyzed using multivariate covariance.

Results: The results showed that there was a significant difference between control and experimental groups in serum levels of BDNF and continuous attention function ($p < 0.001$).

Conclusion: Regarding the results of this study, it can be concluded that endurance training increases the BDNF and thus improves attention in boy with attention deficit hyperactivity disorder (ADHD).

Keywords: Attention deficit, Brain-derived neurotrophic factor, Continuous attention, Endurance training, Hyperactivity

*Corresponding Author:

Address: Department of Exercise Physiology, Bu-Ali Sina University, Hamedan, Iran

Email: heidarian317@gmail.com

اثر تمرینات ورزشی زیربیشینه بر غلظت سرمی عامل نوروتروفیک مشتق از مغز (BDNF) و عملکرد توجه در پسران مبتلا به اختلال نقص توجه/بیش فعالی (ADHD)

سعید محمدی مولود^۱، علی حیدریان پور^{۲*}، الناز شکر^۳

۱. کارشناسی ارشد تحقیقات آموزشی، گروه روان‌شناسی، دانشگاه شهید مدنی آذربایجان، تبریز، ایران
۲. دانشیار، دکتری تخصصی فیزیولوژی ورزشی، گروه فیزیولوژی ورزشی، دانشگاه بوعلی سینا، همدان، ایران
۳. دانشجوی دکتری، گروه فیزیولوژی ورزشی، دانشگاه بوعلی سینا، همدان، ایران

تاریخ دریافت: ۹۶/۱۱/۱، تاریخ پذیرش: ۹۶/۱۲/۲۶

چکیده

زمینه و هدف: پژوهش حاضر با هدف بررسی تأثیر تمرینات ورزشی زیر بیشینه بر غلظت سرمی عامل نوروتروفیک مشتق از مغز (BDNF) و عملکرد توجه پسران دبستانی مبتلا به اختلال نقص توجه-بیش فعالی (ADHD) انجام شد.
مواد و روش‌ها: روش پژوهش نیمه تجربی با طرح پیش آزمون-پس آزمون با گروه کنترل بود. جامعه آماری شامل کلیه دانش‌آموزان پسر مقطع ابتدایی بودند که در بررسی‌های اولیه دارای علائم نقص توجه و بیش فعالی تشخیص داده شده و جهت بررسی بیشتر و درمان در سال تحصیلی ۹۶-۹۵ به هسته مشاوره و روانشناسی آموزش پرورش منطقه سردرود ارجاع داده شده بودند. از جامعه مذکور، ۳۰ پسر ۷ تا ۱۲ ساله به عنوان نمونه انتخاب شده و به صورت تصادفی در دو گروه کنترل و آزمایش گمارده شدند. برای تشخیص نقص توجه از پرسشنامه کانرز نسخه والدین و مصاحبه بالینی، جهت سنجش میزان توجه از آزمون عملکرد توجه پیوسته (CPT) و برای اندازه‌گیری سطوح سرمی BDNF از کیت شرکت استوبیوفارم استفاده شد. آزمودنی‌های گروه آزمایش به مدت ۱۲ هفته و در قالب ۳۶ جلسه تمرینی ۲۵ تا ۷۵ دقیقه‌ای به تمرینات هوازی با شدت ۴۵ تا ۷۵ درصد حداکثر ضربان قلب پرداختند. داده‌ها با روش تحلیل کواریانس چند متغیره تجزیه و تحلیل گردید.
یافته‌ها: نتایج نشان داد بین دو گروه آزمایش و کنترل از لحاظ سطوح سرمی BDNF و عملکرد توجه پیوسته تفاوت معنادار وجود دارد ($p < 0.001$).

نتیجه‌گیری: با توجه به نتایج حاضر می‌توان گفت تمرینات زیربیشینه باعث افزایش BDNF و در نتیجه بهبود توجه در دانش‌آموزان پسر دارای اختلال نقص توجه/بیش فعالی می‌گردد.

واژگان کلیدی: بیش فعالی، تمرینات استقامتی، توجه پیوسته، عامل نوروتروفیک مشتق از مغز، نقص توجه

*نویسنده مسئول: ایران، همدان، دانشگاه بوعلی سینا، گروه فیزیولوژی ورزشی

Email: heidarian317@gmail.com

مقدمه

اختلال نقص توجه/بیش فعالی (ADHD) به عنوان یک الگوی پایدار از بی توجهی یا بیش فعالی و تکانش‌گری تعریف شده است که به طور مکرر نمایش داده شده و شدت این رفتارها به مراتب نسبت به گروه همسالان آنها بیشتر است (۱). این اختلال شایع‌ترین اختلال روانپزشکی در کودکان است. میزان شیوع آن در ایالات متحده حدود ۷ درصد و در سطح بین‌المللی بین ۲ تا ۲۹ درصد گزارش شده است. اما بیشترین گزارش‌ها بر رقم ۳ تا ۵ درصد برای شیوع این اختلال تاکید دارند (۲). میزان شیوع اختلال نقص توجه/بیش فعالی براساس جنسیت بسیار متفاوت است، تا جایی که میزان شیوع آن در پسران نسبت به دختران در جمعیت عمومی تقریباً ۳ به ۱ و در موارد بالینی بین ۶ به ۱ تا ۹ به ۱ گزارش شده است (۳). تشخیص اختلال نقص توجه/بیش فعالی بر اساس ملاک‌های متن‌بازنگری شده پنجمین راهنمای تشخیصی و آماری اختلالات روانی است (۴). طبق شاخص‌های مورد نظر، علائم باید قبل از سن هفت سالگی ظهور کرده و رفتارهای نشانگر دست‌کم در دو زمینه مختلف مشاهده شود، تخریب قابل توجهی در عملکرد اجتماعی، شغلی یا تحصیلی فرد به وجود آید و دست‌کم ۶ تا ۱۲ علامت رفتاری در فرد تعیین و شناسایی گردد (۱) به عبارتی، برای تشخیص لازم است که حداقل شش مورد از نشانه‌های بی توجهی و شش مورد از نشانه‌های بیش‌فعالی و تکانش‌گری حداقل به مدت شش ماه وجود داشته باشد. ADHD عوارض و مشکلات متعددی به همراه دارد از جمله اختلالات خلقی، اختلالات افسردگی، اختلال شخصیت ضد اجتماعی و اختلال سوء مصرف مواد که به نوبه خود می‌تواند منجر به کاهش اعتماد به نفس و کاهش موفقیت‌های شغلی شود (۵). نارسایی توجه مشخص‌ترین و جدی‌ترین مشکل کودکان دارای اختلال کمبود توجه/بیش‌فعالی است. اغلب کودکان مبتلا به اختلال نقص توجه-بیش‌فعالی، دارای مشکلاتی در زمینه توجه می‌باشند.

توجه به یک سری عملیات پیچیده ذهنی اطلاق می‌شود که شامل تمرکز کردن یا درگیر شدن نسبت به هدف، نگه داشتن یا تحمل کردن و گوش به زنگ بودن در یک زمان طولانی، رمزگردانی ویژگی‌های محرک و تغییر تمرکز از یک هدف به هدف دیگر است. علت این اختلال تا حد زیادی ناشناخته است، با این حال یافته‌های پژوهش‌ها نشان می‌دهد که عوامل متعددی از جمله ژنتیک، عوامل عصبی، عوامل محیطی و عوامل روانی-اجتماعی (۶) و همچنین اختلال سیستم دوپامینرژیک (۷) می‌تواند منجر به اختلال نقص توجه-بیش‌فعالی شود.

فاکتور نوروتروفیک مشتق از مغز پروتئینی است که روی نورون‌های خاصی از دستگاه عصبی مرکزی و محیطی اثر کرده و به حفظ حیات نورون‌های موجود و رشد و تمایز نورون‌های جدید کمک می‌کند. BDNF در مغز به ویژه در ناحیه هیپوکامپ و قشر پیشانی فعال است، یعنی مناطقی که برای یادگیری، حافظه و تفکر حیاتی هستند (۸). بررسی‌های انجام شده در سال‌های اخیر نشان می‌دهد فاکتور نوروتروفیک مشتق از مغز نقش مهمی در حفظ و عملکرد سیستم‌های انتقال عصبی درگیر در آسیب‌شناسی و درمان اختلالات ذهنی ایفا می‌کند و خود ممکن است اثرات درمانی داشته باشد (۹). شواهد جدید نشان می‌دهند که BDNF در سبب‌شناسی ADHD نقش دارد. در واقع کاهش فعالیت BDNF در مغز میانی باعث اختلال عملکرد دوپامینرژیک مغز می‌شود و بنابراین منجر به ADHD می‌گردد (۱۰). یافته‌ها حاکی از آن است که BDNF نقش کلیدی در بقای نورون‌های دوپامینرژیک در مغز میانی دارد (۱۱). برای درمان اختلال نقص توجه/بیش‌فعالی از داروی متیل فنیدات استفاده می‌شود، استفاده از آن باعث افزایش آزادسازی دوپامین و نوراپی نفرین در مغز میانی می‌شود و از طرفی مشخص شده است که BDNF در آزادسازی دوپامین از طریق فعالسازی گیرنده-های TrkB نقش دارد. هم‌چنین داروهای روانپزشکی و داروهای افسردگی نیز از جمله داروهای مورد استفاده جهت

میزان فاکتور نوروتروفیک مشتق از مغز و عملکرد توجه در کودکان مبتلا به اختلال نقص توجه/بیش فعالی انجام شده است.

مواد و روش‌ها

جامعه، نمونه و روش نمونه‌گیری: جامعه آماری پژوهش نیمه تجربی حاضر، شامل کلیه دانش آموزان پسر مقطع ابتدایی بود که در بررسی‌های اولیه دارای علائم نقص توجه و بیش‌فعالی تشخیص داده شده و جهت بررسی بیشتر و درمان در سال تحصیلی ۹۶-۹۵ به هسته مشاوره و روانشناسی آموزش و پرورش منطقه سردرود ارجاع داده شده بودند. این بررسی مقطعی با روش نمونه‌گیری هدفمند بر روی ۳۰ پسر ۷ تا ۱۲ ساله مراجعه‌کننده به هسته مشاوره و روانشناسی منطقه سردرود در فاصله زمانی ۴ ماه، انجام شد. این دانش‌آموزان به صورت تصادفی در دو گروه کنترل و آزمایش گمارده شدند. صاحب‌نظران عقیده دارند در پژوهش‌های آزمایشی، تعداد ۱۵ نفر برای هر گروه می‌تواند کافی باشد. معیارهای ورود به مطالعه عبارت بودند از: (۱) سن ۷ تا ۱۰ سال، (۲) تشخیص اختلال نقص توجه-بیش‌فعالی بر اساس نتایج مقیاس کانرز نسخه والدین و مصاحبه بر اساس ملاک‌های راهنمای تشخیصی و آماری اختلالات روانی و (۳) سلامت جسمانی کامل جهت شرکت در برنامه تمرینی. معیارهای خروج از مطالعه عبارت بودند از: (۱) اختلالات هم‌پند هم‌چون اختلال سلوک و اختلال بی‌نظمی خلقی ایذایی، (۲) سن کمتر از ۷ و بالاتر از ۱۲ سال و (۳) داشتن سابقه انجام فعالیت ورزشی منظم. قابل ذکر است انجام پژوهش در کمیته اخلاق پزشکی در دانشگاه علوم پزشکی همدان در تاریخ ۹۴/۸/۲۳ مطرح و با شناسه اختصاصی IR.UMSHA.REC.1394.366 تصویب گردید.

ابزارهای مورد استفاده در پژوهش

پرسشنامه محقق ساخته: پس از توضیح درباره‌ی پژوهش و تکمیل فرم رضایت توسط اولیای کودکان،

درمان ADHD هستند که هردوی آنها باعث افزایش سطوح BDNF می‌شوند (۱۲). با این حال گاهی اوقات متیل‌فندیت هیچ اثری ندارد و یا با عوارض جانبی همراه است. به علاوه تجویز طولانی مدت متیل‌فندیت باعث کمبود حافظه می‌شود (۱۳). اما شواهد رو به رشد نشان می‌دهد که ورزش و فعالیت بدنی بدون هیچ عارضه و هزینه‌ای می‌تواند نشانه‌های ADHD را مدیریت کند و تغییرات مفیدی را در کنش‌های اجرایی از طریق تحریک فرآیندهای عصب-زیست‌شناختی ایجاد کند (۱۴). فعالیت جسمانی منجر به افزایش نوروترنز، بهبود یادگیری و کاهش وزن می‌شود که با تنظیم افزایشی بیان BDNF و نقش مستقیم آن مرتبط است (۱۵). تحقیقات نشان داده است که بیان BDNF به دنبال فعالیت بدنی تغییر می‌کند، اما ابهامات زیادی در این خصوص وجود دارد. اکثر مطالعات افزایش بیان mRNA BDNF را پس از ورزش در سیستم عصبی مرکزی و محیطی گزارش کرده‌اند (۱۶، ۱۷). هوانگ و همکاران عنوان کرده‌اند فعالیت ورزشی هوازی موجب افزایش سطوح BDNF در زنان و مردان سالم می‌شود (۱۸). اما کاهش سطوح BDNF نیز پس از فعالیت ورزشی گزارش شده است (۱۹). هم‌چنین نتایج تحقیق رای، شاتل کورب و تسای در بررسی بازی درمانی بر کودکان ADHD نشان می‌دهد که به واسطه مداخله‌بازی درمانی سطح ناراحتی و مشکلات هیجانی از قبیل اضطراب و افسردگی کاهش یافته است و خودآگاهی، خودکارآمدی و پذیرش اجتماعی در کودکان مبتلا افزایش یافته است (۲۰). در مطالعات گذشته، تاثیر ورزش و بازی درمانی در کاهش نشانگان نقص توجه-بیش‌فعالی موثر و بهبود عملکرد توجه گزارش شده است (۲۱).

بررسی پیشینه پژوهشی نشان می‌دهد تاکنون هیچ پژوهشی به بررسی تأثیر تمرین استقامتی طولانی و منظم بر سطوح BDNF در پسران مبتلا به ADHD و ارتباط آن با عملکرد و نشانگان توجه نپرداخته است. بنابراین تحقیق حاضر با هدف بررسی اثر ۱۲ هفته تمرین استقامتی زیربیشینه بر

پرسشنامه‌ای مربوط به وضعیت سلامت، آسیب دیدگی و ورزشی آزمودنی‌ها تکمیل شد.

پرسشنامه کانرز والدین: در این پژوهش از این پرسشنامه برای تشخیص دانش‌آموزان ADHD استفاده شد. این پرسشنامه دارای ۴۸ سوال است که توسط والدین تکمیل می‌گردد. نمره‌دهی سوالات با استفاده از مقیاس ۴ نمره‌ای لیکرت (اصلاً، تا حدودی، زیاد و بسیار زیاد) انجام می‌گیرد. این ابزار برای اندازه‌گیری شدت علائم اختلال نقص توجه بیش‌فعالی و به عنوان رایج‌ترین مقیاس اندازه‌گیری شدت علائم نقص توجه- بیش‌فعالی به کار می‌رود.

مصاحبه بالینی: علاوه بر پرسشنامه کانرز به منظور اعتبار بیشتر تشخیص و شناسایی دقیق‌تر دانش‌آموزان دچار نقص توجه-بیش‌فعالی، مصاحبه بالینی بر اساس ملاک‌های تشخیصی برگرفته از DSM-5 توسط محققان به عمل آمد.

آزمون عملکرد پیوسته (CPT): هدف این آزمون سنجش نگهداری توجه و زود انگیختگی در کودکان ADHD است. در حقیقت آزمون عملکرد پیوسته یک آزمون واحد نیست. تاکنون گونه‌های مختلفی از آن جهت اهداف درمانی یا پژوهشی تهیه شده است. فرم فارسی آزمون که از طریق رایانه اجرا می‌شود، دارای اعداد فارسی به عنوان محرک است. از این تعداد ۳۰ محرک (۲۰ درصد) به عنوان محرک هدف می‌باشد. فاصله بین ارائه دو محرک ۵۰۰ میلی ثانیه و زمان ارائه هر محرک ۱۵۰ میلی ثانیه است. به آزمودنی گفته می‌شود یک سری اعداد در روی مانیتور ظاهر می‌شود و سریع ناپدید می‌گردد و شما باید با مشاهده هر عدد به جز عدد ۵، سریع دکمه space را فشار دهید. در واقع این آزمون را به عنوان یک بازی به کودک معرفی می‌کنیم تا دچار اضطراب نشود. بعد از استخراج نتایج، شاخص میانگین زمان پاسخ‌ها، خطای حذف، خطای ارئه، پاسخ پیش از موعد و انحراف معیار میانگین‌ها بررسی می‌شود. تعیین ضرایب اعتبار (بازآزمایی) با فاصله ۲۰ روز روی ۴۳ دانش‌آموز پسر دبستانی انجام شد که در دامنه‌ای بین ۰/۵۹ تا ۰/۹۳ قرار داشتند و در

سطح ۰/۰۱ معنادار بودند و روایی آن با شیوه روایی ملاک از طریق مقایسه گروه هنجار و گروه دارای ADHD مورد تأیید قرار گرفت (۲۲).

برنامه تمرینی: ۲۴ ساعت قبل از شروع برنامه تمرینی، خون‌گیری از آزمودنی‌ها توسط متخصص آزمایشگاه در زمان صبح و در وضعیت ۱۲ ساعت ناشتا انجام شد؛ به مقدار ۶ سی‌سی نمونه خون از ورید زند اسفلی گرفته شد و جهت جدا کردن سرم در لوله‌های منعقد کننده آنتاکا ساخت کشور ایتالیا قرار گرفت. سپس گروه آزمایش پروتکل تمرینی را انجام دادند. در این پژوهش با توجه به اصول اساسی تمرین هوازی و با بهره‌گیری از ادبیات پیشینه موجود در این زمینه برنامه تمرینی ویژه‌ای آماده شد که پس از بازبینی متخصصان و با تأیید آن‌ها مورد استفاده قرار گرفت (جدول ۱). کلیه تمرینات هوازی در ۳۶ جلسه و در طول ۱۲ هفته (هر هفته ۳ جلسه) در یک سالن ورزشی انجام شد. برنامه تمرینات استقامتی شامل سه بخش گرم کردن، مرحله اصلی و سرد کردن می‌باشد. در گرم کردن از حرکات کششی، دویدن آرام و نرمش به مدت ۱۵ دقیقه استفاده شد. برای مرحله اصلی بر اساس جدول (۱)، فعالیت بدنی فزاینده انجام گرفت. به عبارت دیگر، در هر دو هفته ۵ درصد به شدت فعالیت (سن - ۲۲۰) و ۵ دقیقه به زمان فعالیت اضافه شد. شدت تمرین از ۴۰ الی ۵۰ درصد حداکثر ضربان قلب در هفته اول شروع و تا پایان هفته دوازدهم شدت تمرین به ۷۰ الی ۷۵ درصد ضربان قلب حداکثر رسید. در این مرحله با توجه به سن و توانایی‌های فیزیولوژیکی و دیگر شرایط آزمودنی‌ها سعی گردید از فعالیت‌هایی هم‌چون حرکات ریتمیک، استپ هوایی، استفاده از توپ، بازی وسطی و اشعار موزون استفاده شود تا برای کودکان تنوع داشته و حس رقابت را در آن‌ها برانگیزد (۲۳). در پایان نیز ۱۰ دقیقه سرد کردن شامل راه رفتن و حرکات کششی آرام با شدت ۳۰ درصد ضربان قلب کودکان اعمال شد. در حین فعالیت بدنی مرتب با استفاده از دستگاه ضربان سنج پولار ضربان قلب آزمودنی‌ها اندازه‌گیری و چک شد تا

تاثیر آخرین جلسه تمرین، اندازه گیری ها ۴۸ ساعت پس از پایان تمرینات انجام گرفت).

با جدول ارائه شده مطابقت داشته باشد (۲۳، ۲۴). سطوح سرمی BDNF نمونه‌ها مجدداً بعد از ۱۲ هفته تمرینات ورزشی اندازه گیری شد (برای یکسان نمودن شرایط و حذف

جدول ۱. پروتکل تمرین به مدت ۱۲ هفته

هفته	اول	دوم	سوم	چهارم	پنجم	ششم	هفتم	هشتم	نهم	دهم	یازدهم	دوازدهم
درصد شدت	۴۰	۴۰	۵۰	۵۰	۵۵	۵۵	۶۰	۶۰	۶۵	۶۵	۷۰	۷۰
(حداکثر ضربان قلب)	تا ۵۰	تا ۵۰	تا ۵۵	تا ۵۵	تا ۶۰	تا ۶۰	تا ۶۵	تا ۶۵	تا ۷۰	تا ۷۰	تا ۷۵	تا ۷۵
مدت (دقیقه)	۲۵	۲۵	۳۰	۳۰	۳۵	۳۵	۴۰	۴۰	۴۵	۴۵	۵۰	۵۰

کواریانس چند متغیره با سطح معناداری ۰/۰۵ استفاده شد. تجزیه و تحلیل داده‌ها با بهره گیری از نرم افزار SPSS نسخه ۲۰ انجام شد.

یافته‌ها

جدول ۲ میانگین وانحراف معیار مقادیر سطوح سرمی BDNF و عملکرد توجه را در مرحله پیش آزمون و پس آزمون نشان می‌دهد. بر اساس این جدول می‌توان گفت که میانگین هر دو متغیر وابسته در مرحله ی پیش آزمون در بین دو گروه آزمایش و کنترل تفاوت چندانی نداشت.

اندازه گیری سطوح سرمی BDNF: جهت اندازه گیری سطح سرمی BDNF از کیت شرکت استویوفارم محصول کشور آمریکا و روش الیزا استفاده شد. نمونه خون ناشتای آن‌ها طبق استانداردهای انجمن قلب و برنامه آموزش ملی آمریکا مختص کودکان ۲ تا ۱۹ ساله قبل و بعد از ۱۲ هفته تمرینات ورزشی هوازی گرفته شد.

تحلیل آماری

به منظور تعیین نرمال بودن داده‌ها از آزمون شاپیرو ویلک و برای مقایسه تفاوت میانگین‌های پیش آزمون و پس آزمون گروه آزمایش و گروه کنترل از آزمون تحلیل

جدول ۲. توصیف متغیرها در پیش آزمون و پس آزمون در هر دو گروه کنترل و آزمایش (میانگین \pm انحراف معیار)

گروه	مراحل	سطوح سرمی BDNF	عملکرد توجه
کنترل	پیش آزمون	$1252/796 \pm 195/45$	$121/86 \pm 1/50$
	پس آزمون	$1291/376 \pm 176/23$	$122/13 \pm 1/35$
آزمایش	پیش آزمون	$1250/672 \pm 210/66$	$121/033 \pm 1/65$
	پس آزمون	$1610/067 \pm 161/26$	$123/40 \pm 1/63$

با استفاده از تحلیل کواریانس چند متغیره (مانکوا)، تفاوت بین گروه‌های آزمایش و کنترل از لحاظ تفاضل میانگین نمرات پیش آزمون-پس آزمون در مولفه‌های متغیر وابسته (سطوح سرمی BDNF و نمرات عملکرد توجه) مورد بررسی قرار گرفت. پیش از انجام آزمون پیش فرض‌های آن مورد بررسی قرار گرفت. نتایج آزمون کولموگروف-اسمیرونف نشان داد توزیع داده‌ها طبیعی است ($p > 0/05$). نتایج آزمون لون برای متغیر BDNF برابر با $F = 1/28$ و

برای متغیر عملکرد توجه برابر با $F = 3/39$ و $p = 0/26$ است که هیچ کدام معنی دار نبوده و حاکی از رعایت پیش فرض همگنی واریانس‌ها می‌باشد. نتایج آزمون ام باکس ($BOX'S M = 0/219$ ، $F = 0/067$ و $p = 0/97$) برای هیچ کدام از متغیرها معنادار نبوده و مفروضه همگنی کواریانس‌ها رعایت شده است. هم چنین بررسی همگنی شیب رگرسیون نشان داد که آماره F برای هیچ کدام از متغیرها معنادار نیست ($p > 0/05$) و حاکی از رعایت این پیش فرض است.

جدول ۳. اطلاعات مربوط به شاخص‌های آزمون تحلیل کوواریانس چند متغیره (مانکووا) برای مؤلفه های BDNF و عملکرد توجه

شاخص آماری	مقدار	F	Df فرضیه	Df خطا	p	Eta
اثر پیلائی	۰/۷۰۲	۲۹/۴۳	۲	۲۵	۰/۰۰۱	۰/۷۰۲
لامبدای ویلکز	۰/۲۹۸	۲۹/۴۳	۲	۲۵	۰/۰۰۱	۰/۷۰۲
اثر هتلینگ	۲/۳۵۵	۲۹/۴۳	۲	۲۵	۰/۰۰۱	۰/۷۰۲
بزرگ ترین ریشه روی	۲/۳۵۵	۲۹/۴۳	۲	۲۵	۰/۰۰۱	۰/۷۰۲

همان طور که در جدول ۳ مشاهده می شود، مقدار لامبدای ویلکز (۰/۲۹۸) در سطح ($p < 0/001$) معنی دار می باشد. از این رو می توان گفت که بین گروه های کنترل و آزمایش، حداقل در یکی از متغیرهای وابسته (BDNF و عملکرد توجه) تفاوت معناداری وجود دارد. در ادامه، برای پی بردن به نقطه تفاوت، آزمون تحلیل کوواریانس چند متغیره (مانکووا) استفاده گردید.

همان طور که در جدول ۳ مشاهده می شود، مقدار لامبدای ویلکز (۰/۲۹۸) در سطح ($p < 0/001$) معنی دار می باشد. از این رو می توان گفت که بین گروه های کنترل و آزمایش، حداقل در یکی از متغیرهای وابسته (BDNF و

جدول ۴. نتایج آزمون تحلیل کوواریانس چند متغیره (مانکووا) در BDNF و نشانگان توجه در گروه های آزمایش و کنترل

متغیرهای وابسته	منابع تغییرات	SS	Df	MS	F	p	Eta
BDNF	کووریت	۳۸۹۱۷۰/۳۱۳	۱	۳۸۹۱۷۰/۳۱۳	۲۶/۹۸۳	۰/۰۰۱	۰/۵۰۹
	بین گروهی	۳۷۰۶۳۸/۱۲۳	۱	۳۷۰۶۳۸/۱۲۳	۲۵/۶۹۸	۰/۰۰۱	۰/۴۹۷
	خطا	۳۷۴۹۹۹/۵۱۳	۲۶	۱۴۴۲۳/۰۵۹			
	کل	۵۹۱۲۵۴۱۹/۵۱۳	۳۰				
عملکرد توجه	کووریت	۳۱/۱۲۱	۱	۳۱/۱۲۱	۳۲/۰۶۰	۰/۰۰۱	۰/۵۵۲
	بین گروهی	۱۳/۹۰۹	۱	۱۳/۹۰۹	۰/۳۲۹	۰/۰۰۱	۰/۳۵۵
	خطا	۲۵/۲۳۸	۲۶	۲/۷۷۶			
	کل	۴۵۰۸۶۳/۲۵۰	۳۰				

جدول ۴ نتایج آزمون تحلیل کوواریانس چند متغیره برای تعیین تفاوت میانگین های سطوح BDNF و نمرات عملکرد توجه در گروه های آزمایش و کنترل را نشان می دهد. مقدار آماره F برای اثربخشی تمرینات ورزشی زیربیشینه بر BDNF برابر با ۲۵/۶۹۸ و معنادار است ($p < 0/001$). مقدار آماره F برای اثر تمرینات ورزشی زیربیشینه بر نمرات عملکرد توجه برابر با ۰/۳۲۹ و معنادار است ($p < 0/001$). بنابراین نتیجه گرفته می شود که تمرینات ورزشی زیربیشینه بر سطوح BDNF و عملکرد توجه دانش آموزان مبتلا به اختلال نقص توجه-بیش فعالی اثربخش بوده است.

جدول ۴ نتایج آزمون تحلیل کوواریانس چند متغیره برای تعیین تفاوت میانگین های سطوح BDNF و نمرات عملکرد توجه در گروه های آزمایش و کنترل را نشان می دهد. مقدار آماره F برای اثربخشی تمرینات ورزشی زیربیشینه بر BDNF برابر با ۲۵/۶۹۸ و معنادار است ($p < 0/001$). مقدار آماره F برای اثر تمرینات ورزشی زیربیشینه بر نمرات عملکرد توجه برابر با ۰/۳۲۹ و معنادار است ($p < 0/001$). بنابراین نتیجه گرفته می شود که تمرینات ورزشی زیربیشینه بر سطوح BDNF و عملکرد توجه دانش آموزان مبتلا به اختلال نقص توجه-بیش فعالی اثربخش بوده است.

بحث

یافته های این پژوهش نشان داد که ۱۲ هفته تمرینات استقامتی زیربیشینه منجر به افزایش معنادار سطوح سرمی

BDNF و عملکرد توجه در پسران مبتلا به ADHD می شود. BDNF از خانواده فاکتورهای رشد عصب است که در انتقال، شکل گیری و هماهنگی عصبی دخالت دارد. هم چنین این پروتئین مانع ایسکمی شده و انتقال تکانه عصبی را در سیناپس ها سرعت می بخشد. علاوه بر این، BDNF در نوروژن سازی و میلین سازی نقش بسزایی دارد (۱۱). مطالعات گذشته نشان داده است که در پسران مبتلا به اختلال نقص توجه-بیش فعالی سطوح BDNF کاهش می یابد (۱۰). اگرچه ورزش به عنوان یکی از مهم ترین عوامل افزایش دهنده ی سطح BDNF معرفی شده است. اما تاثیر فعالیت ورزشی بر تغییرات سطح BDNF در مبتلایان به ADHD به درستی مشخص نیست. از این رو، هدف این مطالعه بررسی موارد مذکور بود. بررسی پیشینه پژوهشی در ارتباط با فاکتور

همکاران (۲۰۰۶) نشان داده شد که شرکت در فعالیت‌های ورزشی موجب افزایش میزان دقت و کاهش مشکلات یادگیری دانش‌آموزان مبتلا به ADHD خواهد شد (۳۰). مطالعات بارت نشان داد که بین ورزش و یادگیری دانش‌آموزان رابطه مثبتی وجود داشته و ورزش می‌تواند باعث بهبود ADHD، مهارت، خلاقیت، رشد حافظه، رشد حیطه عاطفی و زبان آموزی شود (۲۱). از دلایل احتمالی بهبود عملکرد توجه مبتلایان به ADHD متعاقب شرکت در برنامه‌های ورزشی می‌توان به این موضوع اشاره کرد که دانش‌آموزان شرکت‌کننده در برنامه‌های ورزشی از انجام این گونه فعالیت‌های جسمانی لذت می‌برند و مایلند فعالیت بیشتری انجام دهند و از سوی دیگر والدین آن‌ها نیز به سودمندی این فعالیت‌ها برای فرزندان خود پی خواهند برد. با توجه به نتایج دیگر تحقیقات به نظر می‌رسد که آزمودنی‌ها به دلیل شرکت در جلسات بازی درمانی، احساس مطلوبی کسب کرده باشند و این احساس باعث توجه و دقت بیشتری در مورد مسائل مختلف شده باشد که آن‌ها این توجه را به سایر شرایط نیز تعمیم می‌دادند. هم‌چنین بازی و ورزش باعث شده بود که آزمودنی‌ها مقداری از انرژی خود را در جلسات بازی صرف نمایند. این صرف انرژی سبب کمتر شدن تکانش‌گری و بیش‌فعالی آزمودنی‌ها در ساعات باقی مانده روز شده بود (۳۱). علاوه بر این ثابت شده است که BDNF نقش مهمی در حافظه، یادگیری، توجه و اختلال رفتاری دارد. بنابراین افزایش سطوح BDNF در پژوهش حاضر را می‌توان به عنوان یکی از دلایل بهبود عملکرد توجه عنوان نمود. قابل ذکر است تعداد کم آزمودنی‌های دارای شرایط لازم، عدم تمایل و نگرانی اولیای دانش‌آموزان در خصوص شرکت در برنامه تمرینی و خونگیری و بعد مسافت و رفت و آمد برخی دانش‌آموزان از جمله محدودیت‌هایی بود که پژوهش حاضر با آن روبه‌رو بود. پیشنهاد می‌گردد جهت رفع این محدودیت‌ها، پژوهش‌های بعدی در محیطی بزرگ‌تر و با حضور آزمودنی‌های بیش‌تر صورت گیرد.

نوروتروفیک مشتق از مغز نشان می‌دهد بیشتر مطالعات افزایش سطوح BDNF را پس از ورزش هوازی گزارش نموده‌اند که با پژوهش حاضر همسو می‌باشد (۱۸-۱۶). یوزال و همکاران گزارش دادند که وقتی موش‌ها تمرینات هوازی منظم انجام می‌دهند، تراکم نورون‌های هیپوکامپ در موش‌ها افزایش می‌یابد (۲۵). به گفته بابایی و همکاران شش هفته فعالیت ورزشی استقامتی سطوح عامل نوروتروفیک مشتق از مغز در مردان میانسال را افزایش می‌دهد (۱۵).

انجام فعالیت‌های ورزشی از طریق ره‌ایش گلوتامات در سیناپس‌های تحریکی سبب افزایش بیان BDNF، افزایش کارآمدی و انعطاف‌پذیری در فضای پیش‌سیناپسی می‌شود. سیستم‌های نوروترنسمیتری شناخته شده در تنظیم BDNF به دنبال فعالیت ورزشی، سیستم‌های استیل‌کولین، سروتونین و نوراپی‌نفرین است. ورزش باعث افزایش مقدار استیل‌کولین رها شده می‌گردد که متعاقب آن سطوح BDNF افزایش می‌یابد، زیرا استیل‌کولین بیان ژن BDNF را افزایش می‌دهد (۲۶). علاوه بر این فعالیت ورزشی موجب فعال شدن CREB و مسیر MAP-K در هیپوکامپ می‌شود. سلسله واکنش‌های MAP-K موجب فسفوریلاسیون CREB و سیناپس ۱ می‌گردد و مشخص شده است که CREB نقش بسیار مهمی در شکل‌پذیری و حافظه داشته و فسفوریلاسیون آن موجب بیان ژن BDNF می‌گردد (۲۷).

با این وجود، نتایج پژوهش حاضر با نتایج بررسی‌های گوکینت و همکاران و سوئیفت و همکاران همخوانی ندارد (۱۹، ۲۸). تفاوت در سن، برنامه غذایی، جنسیت، وزن، BMI، چربی شکمی و ضربان قلب استراحتی را می‌توان به عنوان علل احتمالی عدم همخوانی معرفی نمود (۲۹).

همسو با نتایج پژوهش حاضر، نتایج مطالعات پیشین در ارتباط با تاثیر ورزش و فعالیت بدنی بر نشانگان توجه نشان می‌دهد که ورزش درمانی می‌تواند به عنوان روشی موثر در کاهش نشانه‌های ADHD در دانش‌آموزان مبتلا به این اختلال مورد استفاده قرار گیرد (۲۰). در مطالعه کو و

6. Biederman J, Faraone SV. Attention-deficit hyperactivity disorder. *Lancet*. 2005; 366:237-48.

7. Bobb AJ, Castellanos FX, Addington AM, Rapoport JL. Molecular genetic studies of ADHD: 1991-2004. *Am J Med Genet B Neuropsychiatr Genet*. 2005; 132:109-25.

8. Bekinschtein P, Cammarota M, Katche C, Slipczuk L, Rossato JJ, Goldin A et al. BDNF is essential to promote persistence of long-term memory storage. *Proc Natl Acad Sci U.S.A.* 2008; 105: 2711-6.

9. Russo-Neustadt A, Ha T, Ramirez R, Kesslak JP. Physical activity antidepressant treatment combination: impact on brain-derived neurotrophic factor and behavior in an animal model. *Behav Brain Res*. 2001; 120: 87-95.

10. Aynuri PA, Halili R, Sevayi AG, Handani E, Goncaı Ö, Enisi S et al. Serum brain derived neurotrophic factor levels in treatment-naïve boys with attention-deficit/hyperactivity disorder treated with methylphenidate: an 8-week, observational pretest-posttest study. *Eur Child Adolesc Psychiatry*. 2017; 27: 127-135.

11. Hyman C, Hofer M, Barde YA, Juhasz M, Yancopoulos GD, Squinto SP et al. BDNF is a neurotrophic factor for dopaminergic neurons of the substantia nigra. *Nature*. 1991; 350:230-2.

12. Blochl A, Sirrenberg C. Neurotoxins stimulate the release of dopamine from rat mesencephalic neurons via Trk and p75Lntnr receptors. *J Biol Chem*. 1996; 271:21100-7.

13. Pontifex M B, Saliba B J, Raine L B, Picchietti D L, Hillman C H. Exercise improves behavioral, neurocognitive, and scholastic performance in children with attention deficit/hyperactivity disorder. *J Pediatr Psychol*. 2013; 162: 543-51.

14. Gholam Reza Sharifi, Mozhgan Bani Hashemi Emam Gheysi, Nader Rahnema, Ali Reza Babai Mazrae No. Comparison of the Effect of 8 Weeks Aerobic Exercise With Resistance Exercise on Brain-Derived Neurotrophic Factor in Elderly Men. *Iranian journal of ageing*. 2015; 10: 148-155.

نتیجه گیری

با توجه به افزایش سطوح BDNF و بهبود عملکرد توجه در پسران مبتلا به ADHD می‌توان نتیجه گرفت فعالیت ورزشی با شدت متوسط که برای مدت طولانی به طور منظم انجام شود، به احتمال زیاد می‌تواند تاثیر مثبت بر پسران مبتلا به ADHD داشته باشد و هم‌چنین می‌تواند در دوره درمان باعث بهبودی زود هنگام این افراد شود. در واقع، آگاهی والدین از نشانه‌های ADHD و پرداختن زود و به موقع به ورزش، موفقیت درمان را به دنبال دارد.

تشکر و قدردانی

از اداره آموزش و پرورش منطقه سردرود به جهت همکاری صمیمانه و صدور مجوزهای لازم و فراهم سازی شرایط انجام این پژوهش تشکر و قدردانی می‌گردد.

منابع

1. American Psychiatric Association. Diagnostic and statistical manual of mental disorders: DSM-5. Washington: American Psychiatric Association; 2013.
2. Nair J, Ehimare U, Beitman BD, Nair SS, Lavin A. Clinical review: evidence-based diagnosis and treatment of ADHD in children. *Mo med*. 2006; 6: 617-21.
3. Rasmussen K, Levander S. Untreated ADHD in adults: Are there sex differences in symptoms, comorbidity and impairment. *Journal of Attention Disorder*. 2009; 12: 353-60.
4. Greenhill LL, Hechtman LI. Attention-deficit/hyperactivity disorder. In: Kaplan and Sadock's Comprehensive Textbook of Psychiatry. 9th ed. Philadelphia: Lippincott Williams and Wilkins; 2009.
5. McGough JJ, Barkley RA. Diagnostic controversies in adult attention deficit hyperactivity disorder. *Am J Psychiatry*. 2004; 161:1948-56.

15. Babaei P, Azali Alamdari K, Soltani Tehrani B, Damirchi A. Effect of six weeks of endurance exercise and following detraining on serum brain derived neurotrophic factor and memory performance in middle aged males with metabolic syndrome. *J Sports Med Phys Fitness*. 2013; 53: 437-43.
16. Eslami R, Sorkhkamanzadeh G, Gharakhanlou R, Kazemi AR, Banaifar A A. The effects of diabetes and endurance training on BDNF gene expression in sensory spinal cord of rats with diabetic neuropathy. *Sport physiology*. 2016; 28: 131-146.
17. Mirzayi S, Fallah Mohammadi Z, Haji Zade Moghadam A, Fathi R, Alizade R, Ranjbar R. The effect of eight weeks of endurance training with different lengths on brain-derived neurotrophic factor levels in male rats plasma. *Research Journal in Sport Sciences*. 2012; 10: 115-28. (Persian)
18. Huang T, Larsen KT, Ried-Larsen M, Møller NC, Andersen LB. The effects of physical activity and exercise on brain-derived neurotrophic factor in healthy humans: A review. *Scand J Med Sci Sports*. 2014; 24: 1-10.
19. Goekint M, Pauw K, Roelands B et al. Strength training does not influence serum brain – derived neurotrophic factor. *Eur J Appl Physiol*. 2010; 110: 285-93.
20. Ray D, schottlekorb A, Tsai MH. Play Therapy with Children Exhibiting Symptoms of Attention Deficit Hyperactive Disorder. *International Journal of Play Therapy*. 2007; 16: 95 – 111.
21. Barrett D. The effects of play therapy on social and psychological adjustment of five to nine years old children. *Detraction abstract international*. 2002; 36: 20-32.
22. Hadyanfar H, Najjarian B, shokerkon H, Mehrabi Zadeh Honarmand M. Procurement and construction of Persian form a continuous performance test. *Journal of Psychology*. 2000; 388-404. (Persian)
23. Patricia CH, Michael YH, Ian YY, Gervais KL, Benedict T, John CK et al. Effects of a 12-week Exercise Training Programme on Aerobic Fitness, Body Composition, Blood Lipids and C-Reactive Protein in Adolescents with Obesity. *Ann Acad Med Singapore*. 2008; 37: 286-93.
24. Aminilari Z, Daryanoosh F, Kooshki Jahromi M, Mohamadi M. The effect of 12 weeks aerobic exercise on the apelin, omentin and glucose in obese older women with diabetes type 2, *Arak Medical University Journal*. 2014; 17: 1-10. (Persian)
25. Uysal N, Tugyan K, Kayatekin BM, Acikgoz O, Bagriyanik HA, Gonenc S et al. The effects of regular aerobic exercise in adolescent period on hippocampal neuron density, apoptosis and spatial memory. *Neurosci Lett*. 2005; 383: 241–245.
26. Rasmussen P, Brassard P, Adser H et al. Evidence for a release of brain-derived neurotrophic factor from the brain during exercise. *Exp Physiol*. 2009; 94: 1062-9.
27. Shen H, Tong L, Balazs R, Cotman CW. Physical activity elicits sustained activation of the cyclic AMP response element-binding protein and mitogen-activated protein kinase in the rat hippocampus. *Neuroscience*. 2001; 107: 219-229.
28. Swift DL, Johannsen NM, Myers VH et al. The effect of exercise training modality on serum brain derived neurotrophic factor levels in individuals with type 2 diabetes. *Plos One*. 2012; 7: e42785.
29. Choi SW, Bhang S, Ahn JH. Diurnal variation and gender differences of plasma brain-derived neurotrophic factor in healthy human subjects. *Psychiatry Res*. 2011; 30: 427-30.
30. COE DP, Pivarnik JM, Womack CJ, Reeves MJ, Malina RM. Effect of physical education and activity levels on academic achievement in children. *Medicine & Science in Sports & Exercise*. 2006; 38: 1515-9.
31. Ray D, Bratton S, Rhine T, Jones L. The effectiveness of play therapy: Responding to the critics. *International Journal of play therapy*. 2001; 10: 85-108.