رشد و یادگیری حرکتی ـ ورزشی – تابستان ۱۳۹۷
دورهٔ ۱۰، شمارهٔ ۲، ص : ۲۴۲- ۲۲۷
تاریخ دریافت : ۲۲ / ۰۸ / ۹۶
تاریخ پذیرش : ۱۵ / ۰۵ / ۹۷

اثر مداخلهٔ تمرین بدنی بر عملکرد شناختی و فاکتور نوروتروفیک مشتق از مغز در کودکان مبتلا به اختلال نارسایی توجه/ فزون کنشی

مژگان معمارمقدم*[۱] - حمیدرضا طاهری تربتی[۲] - علی کاشی[۳]

۱. استادیار، دانشکدهٔ علوم ورزشی، دانشگاه مازندران، بابلسر، ایران ۲. استاد، دانشکدهٔ تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران ۳. استادیار، پژوهشگاه تربیت بدنی و علوم ورزشی، تهران، ایران

چکیده

هدف از این مطالعه بررسی اثر یک دوره تمرین بدنی بر عملکرد شناختی و فاکتور نروتروفیک مشتق از مغز (BDNF) در کودکان مبتلا به اختلال نارسایی توجه / فزون کنشی (ADHD) بود. این تحقیق به روش نیمه‌تجربی با طرح پیش‌آزمون و پس‌آزمون اجرا شد. شرکت‌کنندگان ۲۵ دانش‌آموز پسر ۱۰ تا ۷ سال مراجعه‌کننده به کلینیک ویژهٔ بیمارستان روان‌پزشکی ابن‌سینا مشهد بودند که به‌طور تصادفی به دو گروه (کنترل و تجربی) تقسیم شدند. گروه تجربی در یک برنامهٔ ورزشی به مدت ۲۴ جلسه و هر جلسه به مدت ۶۰ دقیقه، شرکت کردند. تمامی شرکت‌کنندگان آزمون استروپ و آزمون برو نه برو را قبل و بعد از تمرین ورزشی اجرا کردند. همچنین نمونه‌های خونی شرکت‌کنندگان برای اندازه‌گیری BDNF سرم قبل و بعد از دورهٔ مداخلهٔ فعالیت بدنی گرفته شد. تجزیه‌وتحلیل داده‌ها با استفاده از آزمون ANCOVA انجام گرفت. نتایج نشان داد که در مجموع عملکرد شناختی کودکان در گروه تجربی در آزمون‌های استروپ و برو نه برو در مقایسه با گروه کنترل تفاوت معناداری داشته است ($P <$ ۰/۰۵)، سطوح BDNF سرم نیز افزایش معناداری را نشان داد ($P =$ ۰/۰۰۱). این یافته‌ها نشان داد که برنامهٔ ورزشی سازمان‌یافته به بهبود عملکرد شناختی و فاکتور نروتروفیک مشتق از مغز کودکان مبتلابه ADHD کمک می‌کند.

واژه‌های کلیدی

اختلال نارسایی توجه / فزون کنشی، فاکتور نروتروفیک مشتق از مغز، عملکرد شناختی، مداخلهٔ حرکتی.

* نویسنده مسئول : تلفن : ۰۹۱۳۳۲۷۲۱۸۹ Email: mmemarmoghaddam@yahoo.com

مقدمه

اختلال نارسایی توجه/ فزون کنشی[1] (ADHD) از شایع‌ترین اختلال‌های رشدی- عصبی دوران کودکی و دارای سه زیر نوع نارسایی توجه، فزون کنشی/ تکانش گری و نوع ترکیبی است (۱). این اختلال ۵ تا ۷ درصد کودکان سنین مدرسه را مبتلا کرده و کارکرد کودک را در مدرسه، خانه و جامعه مختل می‌سازد، به‌نحوی که در صورت عدم درمان با خطر شکست تحصیلی، سوءمصرف مواد و اختلالات روان‌پزشکی همراه خواهد بود (۲).

در کودکان ADHD همزمان با فرایند رشد، مشکلاتی در حوزهٔ شناخت و کنش‌های اجرایی[2] (EF) ظاهر می‌شود. کنش‌های اجرایی شامل همهٔ فرایندهای شناختی پیچیده‌ای است که در تکالیف مشکل یا اجرای تکالیف جدید موردنیاز است که به عملکرد قشر پیش‌پیشانی[3] وابسته است. بررسی‌های عصب‌شناختی نشان داده‌اند که کودکان مبتلا به ADHD در مخچه و پیشانی که نقش مهمی در فرایندهای شناختی دارند، نارسایی دارند (۳). از مهم‌ترین مؤلفه‌های شناختی و کنش‌های اجرایی بازداری شناختی[4] و بازداری رفتاری[5] است. بازداری شناختی، فرایند جلوگیری از ورود اطلاعات نامربوط به تکلیف به حافظهٔ کاری است (۴)، اما در بازداری رفتار، هدف کنترل رفتارهای حرکتی به‌ویژه جلوگیری از رفتارهای ناخواسته و واکنشی است (۵). بازداری، از نقص‌های اصلی در اختلال ADHD است و نقص در بازداری سبب می‌شود که افراد مبتلا به ADHD دارای رفتارهای تکانشگری باشند. اختلال در بازداری، سایر عملکردهای عصب‌شناختی مانند حافظهٔ کاری و خودتنظیمی رفتار (نارسایی توجه، فزون کنشی- تکانش گری) را نیز تحت تأثیر قرار می‌دهد (۶).

درک مکانیسم دقیق زیربنایی ADHD به‌خوبی مشخص نیست. یکی از تئوری‌های اخیر از نقش فاکتور نوروتروفیک مشتق از مغز[6] (BDNF) در آسیب‌شناسی ADHD حمایت می‌کند. BDNF فراوان‌ترین نوروتروفین در مغز است، به‌ویژه در ناحیهٔ هیپوکامپ[7] و قشر پیشانی فعال است، یعنی مناطقی که برای یادگیری و عملکرد شناختی مهم‌اند. همچنین در آزاد شدن دوپامین[8] که اغلب برای

1. Attention deficit hyperactivity disorder (ADHD)
2. Executive function (EF)
3. Prefrontal cortex
4. Cognitive inhibition
5. Cognitive behaviora
6. Brain derived nerotrophic factor
7. Hippocampus
8. Dopamin

درمان ADHD به‌کار می‌رود، تأثیرگذار است (۷). پژوهش‌های حیوانی نیز ارتباطی را بین تغییرات ژنتیکی در BDNF و بروز ADHD پیداکرده‌اند (۹،۸).

روش‌های درمان ADHD، در دو گروه درمان دارویی و غیردارویی قرار دارد؛ اما با توجه به عوارض داروهای محرک، محققان در پی یافتن جایگزین درمانی مناسب‌اند. توجه به اثر فعالیت بدنی بر روی کنش‌های اجرایی در کودکان مبتلا به ADHD حوزهٔ جدیدی است که ادبیات تحقیقی محدودی دارد. براساس نتایج تحقیقات فعالیت بدنی و ورزش می‌تواند تغییرات مفیدی را در کنش‌های اجرایی از طریق تحریک فرایندهای عصب- زیست‌شناختی داشته باشد (۲،۱۰). علاوه‌بر این، ورزش سبب افزایش سطح BDNF می‌شود (۱۱). با این حال، قدرت ارتباط بین BDNF و ADHD در انسان و نقش مثبت آن در ایجاد تغییرات مثبت فعالیت بدنی بر شناخت و سلامت روانی مبتلایان به ADHD، ناشناخته است (۱۲،۱۰).

مطالعات محدودی اثر فعالیت بدنی بر بازداری در کودکان مبتلا به ADHD بررسی کرده‌اند. نتایج این مطالعات نیز متناقض است. اسمیث[1] و همکاران (۲۰۱۳) گزارش کردند که فعالیت بدنی ۸ هفته‌ای بر بازداری شناختی این کودکان اثر معناداری داشته است. اما عدم استفاده از نمونه‌های کلینیکی و گروه کنترل، تعمیم‌دهی این نتایج را مشکل می‌سازد (۱۳). چنگ[2] و همکاران (۲۰۱۵) اثر یک برنامهٔ ورزشی آبی را پس از ۱۶ جلسه بر روی برخی از مؤلفه‌های آزمون بازداری رفتاری گزارش کردند (۱۱). مطالعهٔ دیگری نیز نشان داد که یک جلسهٔ ۳۰ دقیقه‌ای دویدن بر روی تردمیل با سرعت متوسط تا شدید سبب بهبود در بازداری با استفاده از آزمون استروپ[3] می‌شود (۱۴). در همین زمینه محققان دیگری نیز تأثیر یک جلسه فعالیت بدنی شدید هوازی (۱۶،۱۵) و ۱۲ هفته برنامهٔ تنیس روی میز را بر روی برخی از مؤلفه‌های بازداری شناختی (۱۷) کودکان مبتلا به ADHD گزارش کردند. در مقابل جاسمین[4] (۲۰۱۱) پس از شش ماه فعالیت بدنی بر روی این کودکان تغییر معناداری را در بازداری رفتار گزارش نکرد (۱۸). وریت[5] و همکاران (۲۰۱۲) نیز به بررسی تأثیرات برنامهٔ فعالیت بدنی بر روی بازداری پاسخ کودکان مبتلا به ADHD پرداختند که نتایج معنادار نبود (۱۹).

---

1. Smith
2. Chang
3. Stroop
4. Jasmin
5. Verretnv

از طرفی اثر تمرینات بدنی بر روی کودکان ADHD، از جنبه‌های فیزیولوژیکی به‌خصوص اثر BDNF ناشناخته باقی مانده است. مهم است که مکانیسم‌های زیربنایی بالقوهٔ متأثر از فعالیت بدنی بر روی شناخت در افراد مبتلا به ADHD، برای تجویز درمان کمکی مناسب فرض شوند (۱۲،۲). اثر فعالیت بدنی بر BDNF در این کودکان تنها در یک مطالعه بررسی شد که پس از ۳۲ جلسه فعالیت بدنی با اسب تفاوت معناداری در سطوح BDNF گروه تجربی گزارش نشد (۲۰). با این حال مطالعاتی بر روی موش‌های دارای اختلال ADHD، تأثیر ۲۸ روز ورزش روی تردمیل به مدت ۳۰ و ۶۰ دقیقه را بر روی افزایش BDNF گزارش کردند (۹،۸).

در کل، با اینکه فعالیت بدنی روش درمانی قابل قبولی برای کودکان مبتلا به ADHD است، هنوز شواهد محدودی بر عملکرد شناختی در این کودکان وجود دارد که اجازهٔ اتفاق‌نظر قطعی را نمی‌دهد و شواهد بهتر و باکیفیت‌تری موردنیاز است تا با ثبات بیشتری گستردگی تأثیرات مثبت تمرینات بدنی را بر کودکان ADHD نشان دهد (۱۳،۱۲،۲). اثر متغیرهای تعدیل‌کننده‌ای چون نوع تمرین، شدت، مدت و تکرار تمرین در تحقیقات پیشین به‌درستی کنترل نشده است (۱۰). همچنین محققان اندازه‌گیری مکانیسم‌های زیربنایی فیزیولوژیکی مانند BDNF را در کودکان مبتلا به ADHD برای توضیح نتایج برنامه‌های ورزشی مختلف بر روی شناخت ضروری دانستند که از این منظر نیز مطالعات بسیار کم و ناقص است (۱۳،۲).

با توجه به اهمیت بازداری و BDNF در اختلال ADHD، در این تحقیق سعی شده با کنترل شدت، مدت و نوع تمرینات ورزشی، به این پرسش پاسخ دهیم که آیا مداخلهٔ تمرین بدنی هدفمند و کنترل‌شده می‌تواند بر بازداری شناختی و رفتاری و BDNF سرم خون کودکان مبتلا به ADHD اثر معنادار داشته باشد؟

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

روش تحقیق

پژوهش حاضر به روش نیمه‌تجربی و طرح پیش‌آزمون و پس‌آزمون با گروه کنترل (بدون مداخله) و گروه تجربی (با مداخلهٔ تمرین بدنی) انجام گرفت. ۲۶ پسر ۷ تا ۱۰ سال از بین ۵۶ فرد مراجعه‌کننده به کلینیک ویژهٔ بیمارستان روان‌پزشکی ابن‌سینا مشهد به شکل نمونه‌گیری در دسترس و هدفمند

انتخاب شدند. در ابتدا مقیاس درجه‌بندی SNAP- I[1] توسط والدین این کودکان تکمیل شد. مقیاس SNAP آزمونی استاندارد است که براساس نشانه‌های اختلال در انجمن روان‌پزشکی آمریکا[2] ساخته شد. این مقیاس دارای ۱۸ سؤال است. هر سؤال از ۰ تا ۳ نمره‌دهی می‌شود. آلفای کرونباخ این آزمون ۹۷ درصد گزارش شده است (۲۱). افرادی که این اختلال در آنها تشخیص داده می‌شد، با تأیید نهایی پزشک فوق‌تخصص روان‌پزشک کودک و نوجوان به‌عنوان کودکان مبتلا به ADHD شناسایی شدند. به‌منظور ارزیابی هوش آزمودنی، از آزمون ماتریس‌های رنگی ریون[3] استفاده شد. قابلیت اعتبار آن ۰/۹۰ تا ۰/۷۰ گزارش شده است (۲۲). شرایط خروج افراد از نمونهٔ مورد مطالعه، نمرهٔ هوش زیر ۷۰، کودکان مبتلا به اختلال اتیسم[4] و سایر اختلالات روانی و مشکلات جسمی کودکان بود. پس از گرفتن فرم رضایت‌نامهٔ کتبی از والدین کودکان، آزمودنی‌ها براساس زیر نوع ADHD به‌صورت تصادفی به دو گروه مساوی مداخلهٔ فعالیت بدنی (۱۳ نفر) و کنترل (۱۳ نفر) تقسیم شدند.

برای اندازه‌گیری بازداری شناختی از نسخهٔ رایانه‌ای آزمون استروپ استفاده شد. آزمودنی باید بدون در نظر گرفتن واژه کلید، مطابق با رنگ، هر واژه‌ای را که می‌بیند، فشار دهد. آزمودنی ۴۸ کلمهٔ رنگی همخوان و ۴۸ کلمهٔ رنگی ناهمخوان را مشاهده می‌کند که تصادفی بر روی صفحه ظاهر می‌شوند. در این آزمون تعداد خطاها، محرک‌های بدون پاسخ، تعداد پاسخ‌های صحیح، زمان واکنش به محرک‌ها، نمرهٔ تداخل (حاصل تفاضل تعداد محرک صحیح ناهمخوان از تعداد محرک صحیح همخوان) ثبت و لحاظ می‌شود. اعتبار این آزمون بین ۰/۹۱ تا ۰/۸۰ گزارش شده است (۲۳). از آزمون برو نه برو[5] برای اندازه‌گیری بازداری رفتار استفاده شد. این آزمون رایانه‌ای، شامل دو دسته محرک همخوان (۷۰ مورد) و ناهمخوان (۳۰ مورد) است که آزمودنی باید از پاسخ‌دهی به محرک‌های ناهمخوان اجتناب ورزد. ناتوانی در بازداری مناسب یا خطای ارتکاب در این آزمون با پاسخ حرکتی هنگام ارائهٔ محرک غیر هدف روی می‌دهد. در فرایند ارائهٔ محرک‌ها تعداد محرک‌های " برو" بیشتر از" نرو" است. به همین دلیل آزمودنی آمادگی بیشتری برای پاسخ به این محرک‌ها دارد. در این آزمون پاسخ صحیح و پاسخ غلط و زمان واکنش به هر محرک توسط نرم‌افزار محاسبه و ثبت می‌شود. اعتبار این آزمون ۰/۸۷ گزارش شده است (۲۴).

1. Swanson, Nolan & Pelham
2. Diagnostic and Statistical Manual of Mental disorder
3. Raven
4. Autism
5. Go no go

برای اندازه‌گیری BDNF سرم مقدار ۴ میلی‌لیتر نمونه خون وریدی به‌دنبال ۱۲ ساعت ناشتایی شبانه پیش از شروع برنامۀ ورزشی و ۴۸ ساعت پس از ۸ هفته برنامۀ ورزشی در حالت استراحت، از آزمودنی‌ها گرفته شد. نمونه‌های خونی به درون لوله‌های سرمی از پیش سردشده ریخته و اجازه داده شد تا به مدت ۱ ساعت در دمای اتاق لخته شود. نمونه‌ها در g۱۳۰۰ به مدت ۱۲ دقیقه و دمای ۴ درجۀ سانتی‌گراد سانتریفیوژ شدند. سرم به‌دست‌آمده در دمای ۸۰- درجۀ سیلسیوس تا زمان تجزیه‌وتحلیل نگهداری شد (۲۵). با استفاده از دستگاه الایزا[1] و کیت‌های مخصوص نمونه‌های انسانی براساس دستور کارخانۀ سازنده (CSB-E04501h) اندازه‌گیری انجام گرفت.

پیش از شروع مداخلۀ تمرینی، ضربان قلب بیشینۀ آزمودنی‌ها[2] (MHR) با استفاده از رابطۀ ضربان قلب بیشینۀ برآوردی بر پایۀ سن و رابطۀ کارونن[3] محاسبه شد (۲۶). هدف اصلی، حفظ شدت تمرین بین متوسط تا شدید (۶۵ تا ۸۰ درصد HRR) (۲۸،۲۷)، به‌خصوص در بخش تمرینات گروهی و رقابتی و امدادی بود. برای کنترل شدت فعالیت از دستگاه ضربان‌سنج پلار (مدل اس- ۸۱۰) استفاده شد.

گروه تجربی، ۸ هفته (۲۴ جلسه) در برنامۀ ورزشی منتخب که به‌صورت سه جلسه و هر جلسه ۶۰ دقیقه در هفته انجام می‌گرفت، شرکت کردند. در ابتدا، پس از تهیۀ برنامۀ مداخلۀ تمرینی با استفاده از منابع موجود (۲۹،۱۹،۱۶،۱۳،۱۲)، برای اطمینان از کیفیت برنامۀ تمرینی، نظر پنج متخصص حوزۀ مربوطه استفاده شد و برنامۀ نهایی با بازنگری در برخی از تمرینات، به‌عنوان برنامۀ اصلی در این تحقیق استفاده شد، با توجه به اینکه این برنامۀ تمرینی برای اولین بار و متناسب با نیازهای شناختی این کودکان طراحی شده بود، ازاین‌رو به‌عنوان یک طرح اولیه و آزمایشی بر روی عملکرد شناختی و سطوح BDNF سرم این کودکان بررسی شد. مداخلۀ تمرینی شامل ۱۵ دقیقه گرم کردن، ۱۸ دقیقه تمرینات مبتنی بر هدف (شامل هدف‌گیری با انواع توپ‌ها به سبد در اندازه‌ها و فواصل مختلف، بولینگ، دارت، انواع تمرینات با توپ و راکت و تمرینات هماهنگی بر روی چوب موازنه، جمع‌آوری توپ‌های رنگی مشخص‌شده، جست‌وجو و پریدن داخل مربع‌هایی با اعداد مشخص) که هر جلسه چند مورد از این تمرینات به‌صورت ساده به مشکل و با تنوع در نوع تمرین، انجام می‌گرفت، انجام ۱۰ دقیقه تمرینات امدادی به‌صورت گروهی و رقابتی، ۱۰ دقیقه بازی‌های توپی و در نهایت ۷ دقیقه تمرینات سرد کردن بود.

1. ELISA
2. Maximum heart rate (MHR)
3. Karvonen

روش آماری

در پایان دورهٔ تحقیق دو نفر از گروه کنترل به‌دلیل شرکت نکردن در پس‌آزمون، حذف شدند. در نهایت داده‌های مربوط به دو گروه تجربی (۱۳ نفر با میانگین سنی ۱/۱۱±۸/۰۷) و کنترل (۱۱ نفر با میانگین سنی ۰/۹۹±۸/۲۸) با نرم‌افزار SPSS نسخهٔ ۱۶ تحلیل شد. به‌منظور ارزیابی اثرات برنامه بر بازداری شناختی و رفتاری و BDNF سرم از تحلیل ANCOVA استفاده شد.

نتایج و یافته‌های تحقیق

در جدول ۱ نتایج توصیفی دو گروه کنترل و تجربی در متغیرهای مربوط به آزمون استروپ (بازداری شناختی) و برو نه برو (بازداری رفتاری) و BDNF سرمی نشان داده شده است. برای تحلیل اثربخشی مداخلهٔ تمرینی بر روی متغیرهای تحقیق از آزمون ANCOVA استفاده شد. پیش از استفاده از این آزمون، پیش‌فرض‌های این آزمون بررسی شد. از آزمون شاپیرو ویلک[1] برای نرمال بودن توزیع نمونه‌گیری و از آزمون لوین[2] برای بررسی همگنی واریانس‌ها استفاده شد. عامل کووریت‌شده برای همهٔ متغیرها، پیش‌آزمون آن متغیر در نظر گرفته شد. بررسی اولیهٔ داده‌ها با آزمون‌های مذکور نرمال بودن توزیع داده‌ها و تساوی واریانس‌ها را تأیید کرد (P>۰/۰۵).

در جدول ۲، نتایج آزمون ANCOVA نشان داد که برنامهٔ تمرین منتخب تأثیر معناداری بر تمام مؤلفه‌های آزمون استروپ داشته است (P<۰/۰۵). همچنین نتایج بر روی نمره‌های آزمون برو نه برو نشان داد که مداخلهٔ فعالیت بدنی بر مؤلفه‌های پاسخ صحیح برو و نرو، پاسخ غلط برو و نرو، تأثیر معناداری داشته است (P<۰/۰۵)، ولی بر روی زمان واکنش صحیح و خطا تأثیر معناداری را نشان نداد (P>۰/۰۵). علاوه‌بر این، نتایج این جدول تغییر معنادار BDNF سرم پس از مداخلهٔ فعالیت بدنی را نیز نشان می‌دهد (P<۰/۰۵).

1. Shapiro – Wilk
2. Levene

جدول ۱. میانگین و انحراف استاندارد گروه‌ها در آزمون‌های تحقیق

متغیر		تجربی		کنترل	
۱.استروپ		پیش آزمون	پس آزمون	پیش آزمون	پس آزمون
	پاسخ غلط	۳±۱/۸۷	۱/۲۳±۰/۹۲	۲/۵۷±۱/۹۸	۲/۳۵±۱/۷۸
محرک	پاسخ نداده	۲/۹۲±۱/۸۴	۰/۹۲±۰/۸۶	۲/۷۸±۱/۳۱	۲/۴۲±۱/۶۹
همخوان	پاسخ صحیح	۴۲/۲۳±۲/۶۵	۴۵/۸۴±۱/۴۶	۴۲/۷۱±۲/۱۶	۴۳/۲۱±۲/۵۷
	زمان واکنش (ms)	۱۳۲۵±۹۸/۵۴	۱۱۹۸±۱۳۶/۲۳	۱۳۷۲±۸۵/۶۳	۱۳۴۳±۱۱۵/۷۲
	پاسخ غلط	۲/۲۳±۱/۱۶	۱/۱۰±۰/۶۹	۲±۱/۰۳	۲/۳۵±۱/۷۸
محرک	پاسخ نداده	۴/۳۰±۲/۷۱	۲/۷۶±۱/۰۱	۴/۷۸±۲/۳۲	۴/۵۰±۲/۱۰
ناهمخوان	پاسخ صحیح	۴۱/۵۳±۲/۹۳	۴۴/۵۳±۱/۱۹	۴۱/۲۸±۲/۶۴	۴۱/۰۷±۲/۳۶
	زمان واکنش (ms)	۱۱۹۸±۱۳۶	۱۲۷۶±۱۳۵	۱۳۴۳±۱۱۵	۱۴۰۸±۸۶/۶۴
نمرهٔ تداخل		۱/۸۴±۱/۰۶	۱/۲۳±۱/۰۱	۲±۱/۷۹	۲/۳۵±۱/۷۹
۲. برو نه برو					
پاسخ صحیح-برو		۵۶/۳۸±۷/۷۸	۶۳±۳/۶۰	۵۷/۷۱±۵/۵۲	۵۸/۰۷±۶/۶۸
پاسخ غلط-برو		۱۳/۶۱±۷/۷۸	۶/۳۰±۳/۳۰	۱۲/۲۸±۵/۵۲	۱۱/۲۱±۶/۷۵
پاسخ صحیح-نرو		۲۱/۳۸±۳/۵۰	۲۶±۲/۴۱	۲۰/۶۴±۲/۱۳	۲۲/۷۱±۳/۱۲
پاسخ غلط-نرو		۸/۶۱±۳/۵۰	۴±۲/۴۱	۹/۳۵±۲/۱۳	۷/۲۸±۳/۱۲
زمان واکنش صحیح (ms)		۴۳۳±۴۵/۵۶	۴۳۷±۳۳/۱۴	۴۱۸±۴۲/۶۹	۴۲۵±۳۵/۲۸
زمان واکنش خطا (ms)		۳۷۸±۴۵/۳۷	۳۸۰±۴۳/۳۵	۳۵۷±۳۷/۱۱	۳۶۲±۲۹/۷۳
۳. BDNF (نانوگرم/میلی‌لیتر)		۱/۲۹±۰/۷۷	۲/۷۸±۱/۱۲	۱/۱۸±۰/۷۷	۱/۳۱±۰/۹۶

جدول ۲. نتایج تحلیل ANCOVA جهت مقایسهٔ عملکرد دو گروه در آزمون‌های تحقیق

متغیرها		مجموع مجذورات	میانگین مجذورات	مقدار F	سطح معناداری	معنادار بودن عملی	توان آماری
۱.استروپ							
محرک همخوان	پاسخ غلط	۱۰/۶۴	۱۰/۶۴	۶/۱۰	۰/۰۲۱	۰/۲۰	۰/۶۶۰
	پاسخ نداده	۱۶/۰۱	۱۶/۰۱	۹/۲۲	۰/۰۰۶	۰/۲۷	۰/۸۳۰
	پاسخ صحیح	۵۶/۴۴	۵۶/۴۴	۲۱/۰۹	۰/۰۰۱	۰/۴۶	۰/۹۹۳
	زمان واکنش(ms)	۸۶۵۱۵	۸۶۵۱۵	۶/۵۴	۰/۰۱۷	۰/۲۱	۰/۶۹۰

ادامهٔ جدول ۲. نتایج تحلیل ANCOVA جهت مقایسهٔ عملکرد دو گروه در آزمون‌های تحقیق

متغیرها		مجموع مجذورات	میانگین مجذورات	مقدار F	سطح معناداری	معنادار بودن عملی	توان آماری
۱.استروپ							
محرک نامخوان	پاسخ غلط	۲۵/۱۳	۲۵/۱۳	۲۰/۱۴	۰/۰۰۱	۰/۴۵	۰/۹۹۰
	پاسخ نداده	۱۷/۸۱	۱۷/۸۱	۶/۷۶	۰/۰۱۶	۰/۲۲	۰/۷۰۴
	پاسخ صحیح	۷۷/۴۸	۷۷/۴۸	۲۵/۱۱	۰/۰۰۱	۰/۵۱	۰/۹۹۸
	زمان واکنش(ms)	۸/۸۱	۸/۸۱	۶/۸۹	۰/۰۱۵	۰/۲۲	۰/۷۱۲
نمرهٔ تداخل		۹/۰۱	۹/۰۱	۶/۱۶	۰/۰۲۰	۰/۲۰	۰/۶۶۳
۲.برو نه برو							
پاسخ صحیح برو		۲۰۱/۴۴	۲۰۱/۴۴	۹/۰۷	۰/۰۰۶	۰/۲۷	۰/۸۲۴
پاسخ غلط برو		۱۸۷/۴۵	۱۸۷/۴۵	۷/۲۰۹	۰/۰۱۳	۰/۲۳	۰/۷۳۱
پاسخ صحیح نرو		۶۲/۰۳۲	۶۲/۰۳۲	۸/۳۷	۰/۰۰۸	۰/۲۵	۰/۷۹۳
پاسخ غلط نرو		۶۲/۰۳۲	۶۲/۰۳۲	۸/۳۷	۰/۰۰۸	۰/۲۵	۰/۷۹۳
زمان واکنش صحیح (ms)		۷۲۳/۸۱	۷۲۳/۸۱	۰/۶۰۴	۰/۴۴۵	۰/۰۲	۰/۱۱۶
زمان واکنش خطا (ms)		۶۶/۸۷	۶۶/۸۷	۰/۱۴۳	۰/۷۰۹	۰/۰۰۶	۰/۰۶۵
BDNF .۳ (نانوگرم/میلی‌لیتر)		۱۱/۱۱۶	۱۱/۱۱۶	۴۶/۶۷	۰/۰۰۱	۰/۶۸	۱

بحث و نتیجه‌گیری

هدف از این مطالعه بررسی اثر یک دورهٔ تمرین بدنی بر عملکرد شناختی و BDNF سرم در کودکان مبتلا به ADHD بود. نتایج نشان داد که مداخلهٔ تمرینی بر نمره‌های آزمون‌های بازداری شناختی و بازداری رفتار (به‌غیر از زمان واکنش صحیح و خطا) و سطح BDNF سرم اثر معنادار داشته است. در حد اطلاع نویسندگان، این اولین مطالعه‌ای است که با طراحی یک برنامهٔ فعالیت بدنی کنترل‌شده و متناسب با نیازهای شناختی کودکان مبتلا به ADHD، اثر آن را بر بازداری و BDNF سرم این کودکان بررسی می‌کند. نتایج این تحقیق با بیشتر تحقیقات انجام‌گرفته در این حوزه همخوانی دارد (۱۷،۱۶،۱۵،۱۴،۱۳،۱۱).

بازداری از اصلی‌ترین فرایندهای کنترل اجرایی است که در فرایندهای شناختی و رفتار سازشی پیچیدهٔ ما نقش اساسی دارد (۵). پژوهش‌های عصب‌شناختی و تصویربرداری عصبی نشان داده‌اند که

اختلال در نواحی خلفی جانبی قشر پیش‌پیشانی[1] و بطنی جانبی قشر پیش‌پیشانی[2] به نقص در بازداری منجر می‌شود (۳). اگرچه مکانیسم بین فعالیت بدنی و بازداری و ADHD هنوز به‌طور کامل درک نشده است، مطالعاتی که روش‌های الکتریکی عصبی را بررسی کردند، نشان داده‌اند که تأثیرات مفید فعالیت بدنی بر بازداری ممکن است به‌علت تنظیمات الکتریکی عصبی فرد باشد. پانتیفکس[3] و همکاران با استفاده از پتانسیل رویدادهای مغزی[4] (ERP) و پس از ۲۰ دقیقه فعالیت بدنی هوازی با شدت متوسط بر روی بازداری کودکان مبتلا به ADHD بیان کردند که این کودکان دامنهٔ P3 بزرگ‌تر و تأخیر P3 کوتاه‌تری را نشان دادند. از آنجا که دامنه و تأخیر زمان P3 منعکس‌کنندهٔ مقدار منابع اختصاص داده‌شده به توجه و سرعت ارزیابی محرک و فرایندهای شناختی است، این نتایج پیشنهاد می‌کند که ورزش با شدت مناسب سبب می‌شود که تخصیص منابع توجه به سمت محرک افزایش یابد و افزایش در تشخیص و ارزیابی محرک‌ها، موجب تسهیل بازداری می‌شود، ازاین‌رو کنترل شدت ورزش از عوامل مهم است (۱۶). جالب اینکه این یافته‌ها به‌طور نسبی از مدل کاهش انگیختگی[5] حمایت می‌کند. این مدل، بیان می‌کند نقص‌های شناختی مرتبط با ADHD ممکن است نتیجه‌ای از انگیختگی پایین سیستم عصبی مرکزی باشد. در این زمینه تفسیری در خصوص افزایش دامنهٔ P3 بیان می‌شود که اثر فعالیت بدنی بر روی P3 ناشی از افزایش در سطح انگیختگی است. ممکن است تغییرات انگیختگی ناشی از فعالیت بدنی (مانند افزایش جریان خون مغزی) از مکانیسم‌های واسطهٔ این اثر باشد (۲۰). در مطالعه‌ای، محققان به بررسی تأثیر یک جلسه فعالیت بدنی هوازی بر روی تکلیف برو نه برو در کودکان مبتلا به ADHD پرداختند. نتایج تأثیر تسهیل‌کنندگی فعالیت بدنی بر روی توجه و فرایندهای مقدماتی در تکلیفی را که نیاز به بازداری در کودکان مبتلابه ADHD دارد، نشان داد. این پژوهشگران بیان داشتند که ممکن است انگیختگی یکی از مکانیسم‌های واسطهٔ این اثر باشد (۱۴).

مطالعات دلایل دیگری را نیز بیان داشته‌اند که ممکن است فعالیت بدنی برای عملکرد شناختی و بازداری سودمند باشد، از جمله اینکه فعالیت بدنی، به‌طور مثبتی شکل‌پذیری مغز را از طریق فرایندهای زایش عصبی، سازگاری عصبی و حفاظت عصبی تغییر می‌دهد و سبب افزایش جریان خون مغزی می‌شود که نشان‌دهندهٔ این است که فعالیت بدنی عملکرد انتقال‌دهنده‌های عصبی و عروق مغزی

1. Dorsolateral prefrontal cortex
2. Ventrolateral prefrontal cortex
3. Pontifex
4. Event related potential
5. Hypoarousal model

را بهبود بخشیده است. همچنین ورزش موجب آزادسازی کاتکولامین‌ها[1] می‌شود که نقش مهمی در اختلال ADHD دارند (۱۰،۲). از سویی، فعالیت بدنی موجب فعال شدن نواحی دخیل در اختلال ADHD و فعالیت‌های شناختی مانند مناطق پیش‌پیشانی و آهیانه می‌شود (۱۰).

از طرفی، محققان اظهار داشتند با توجه به اینکه کودکان ADHD کمتر در فعالیت‌های بدنی شدید یا فعالیت بدنی‌های سازمان‌یافته در مقایسه با کودکان بدون ADHD شرکت می‌کنند، ممکن است ایجاد انگیزه با فعالیت بدنی در کودکان مبتلا به ADHD تأثیرات مثبتی بر روی جنبه‌های عملکردی عصب‌شناختی و کنترل بازداری داشته باشد (۱۶). دلایلی که انتظار می‌رود مزایای شناختی فعالیت بدنی برای کودکان بیشتر باشد، این است که ساختارهای سیستم عصبی مرکزی آنها در حال رشد و تکامل است. فعالیت بدنی برای رشد سالم سیستم عصبی لازم است، نداشتن فعالیت منظم که در حال حاضر در بین کودکان معمول است، ممکن است آنها را برای شناخت و همچنین سلامت جسمانی در نقطهٔ ضعف قرار دهد. ممکن است در دوران کودکی دوره‌های بحرانی یا حساسی برای فعالیت بدنی وجود داشته باشد که تأثیر بیشتری بر عملکرد مغز داشته باشد. ازاین‌رو درک سودمندی‌های فعالیت بدنی در دوران کودکی و رشد می‌تواند در بهبود عملکرد شناختی کودکان مبتلا به ADHD مفید باشد (۳۰).

نتایج این تحقیق نشان داد که با وجود بهبود سایر مؤلفه‌های آزمون برو نه برو، زمان واکنش صحیح و زمان واکنش خطا در این آزمون در گروه تمرین ورزشی افزایش یافت. یک توضیح احتمالی این است که ممکن است شرکت‌کنندگان به مبادلهٔ دقت – سرعت دست زده باشند. این مبادله بیان می‌کند هنگامی‌که سرعت حرکت کاهش پیدا می‌کند، دقت آن بیشتر می‌شود و برعکس (۱۱). با توجه به افزایش نمرهٔ پاسخ صحیح و کاهش نمرهٔ پاسخ غلط در پس‌آزمون گروه تجربی، این دلیل منطقی به‌نظر می‌رسد. همچنین شاید یکی دیگر از دلایل آن، افزایش بازداری پاسخ‌های آنی و تکانشی پس از دورهٔ تمرین ورزشی در این کودکان بوده که در نهایت منجر به تصمیمات و پاسخ‌های بهتری شده است.

یافته‌های این پژوهش در خصوص بازداری با نتایج وریت و همکاران (۲۰۱۲) و جاسمین (۲۰۱۱) همخوانی ندارد (۱۹، ۱۸). این تناقض ممکن است به‌دلیل تفاوت در نوع فعالیت بدنی، سن آزمودنی یا نوع تکلیف متفاوت مورد استفاده برای سنجش بازداری باشد. همچنین محققان بیان می‌کنند که شاید یکی از دلایل تناقض در یافته‌ها، بی‌توجهی همهٔ محققان به کنترل شدت تمرینات بوده است که به‌نظر

1. Catecholamines

می‌رسد عامل مهمی در بروز پاسخ‌های فیزیولوژیکی مانند BDND و متعاقباً عملکرد شناختی است که در ادامه به آن پرداخته می‌شود.

یکی از نتایج مهم این تحقیق، افزایش سطح BDNF سرم در پاسخ به برنامهٔ تمرینی بود که با یافته‌های جئونگ[1] و همکاران (۲۰۱۴) و کیم[2] و همکاران (۲۰۱۱) مطابقت دارد. درحالی‌که نقش مستقیم BDNF در آسیب‌شناسی ADHD هنوز کاملاً شناخته شده نیست، اما این تحقیقات نشان می‌دهند که فعالیت بدنی به افزایش عملکرد عصبی در این اختلال منجر می‌شود. غلظت BDNF در نتیجه فعالیت بدنی افزایش می‌یابد و این اثر مثبت با فعالیت بدنی و شناخت مرتبط است که احتمالاً از طریق نقش آن در مکانیسم‌های شکل‌پذیری سیناپسی زیربنایی است (۹، ۸). تئوری برخی پژوهشگران این است که فعالیت بدنی سبب افزایش BDNF می‌شود که ممکن است متعاقباً سبب تسهیل در پیشرفت توجه، بازداری، یادگیری و احساسات شود (۳۱). این یافته‌ها نشان می‌دهد که ممکن است BDNF در توضیح فواید فعالیت بدنی بر روی عملکرد شناختی در افراد مبتلا به ADHD نقش داشته باشد، جالب توجه اینکه با این همه مزایا مطالعات بسیار کمی به‌طور اصولی فیزیولوژی فعالیت بدنی را در زمینهٔ ADHD بررسی کرده‌اند.

یافته‌های پژوهش‌ها نشان می‌دهد که عوامل مختلفی از جمله شدت و تکرار و طول مدت برنامهٔ تمرینی بر سطح BDNF اثر دارد، در واقع محرک تمرینی باید از یک آستانهٔ شدت لازم برخوردار باشد تا افزایش غلظت BDNF را در پی داشته باشد، ورزش با شدت متوسط تا شدید می‌تواند موجب افزایش سطوح BDNF شود. از طرفی تمرینات با شدت بسیار بالا موجب افزایش سطح کورتیزول[3] می‌شود که تولید BDNF را سرکوب می‌کند. ورود کورتیزول به هیپوکامپ موجب کاهش تحریک‌پذیری و سرکوبLTP[4] می‌شود که ممکن است به اختلال در یادگیری و شناخت بینجامد (۲۷). مدت و تکرار برنامهٔ ورزشی نیز از عوامل مهم در افزایش سطح BDNF است. جئونگ و همکاران (۲۰۱۴) در مطالعه‌ای نشان دادند که ورزش بر روی تردمیل به مدت ۳۰ و ۶۰ دقیقه در مقایسه با ۱۰ دقیقه در هر روز سبب افزایش BDNF و کاهش اختلال یادگیری فضایی در موش‌های ADHD می‌شود (۸).

---

1. Jeong
2. Kim
3. Cortisol
4. Long term potentiation

با توجه به اینکه تحقیقات نشان داده‌اند که سطوح BDNF به‌طور مستقیمی با افزایش شناخت و فرایندهای یادگیری ارتباط دارد (۱۸،۹). بنابراین شاید بتوان گفت که یکی از دلایل بهبود بازداری شناختی و رفتاری در گروه تمرین ورزشی در این تحقیق، افزایش BDNF سرم است. نتایج این تحقیق در خصوص BDNF، با نتایج مطالعهٔ لی[1] و همکاران (۲۰۱۵) مطابقت ندارد. این محققان بیان داشتند که شدت و تکرار پایین تمرینات می‌تواند از دلایل عدم تغییرات باشد (۳۲).

نتایج مطالعهٔ حاضر نشان داد که برنامهٔ ورزشی منتخب با کنترل مدت، شدت و تکرار موجب تسهیل عملکرد شناختی مانند بازداری در کودکان مبتلا به ADHD شد. ازاین‌رو مطالعهٔ حاضر نتایج بالینی مهمی داشت، با توجه به تأثیرات سودمند فعالیت بدنی بر روی بازداری در این کودکان، والدین آنها باید برای به حداکثر رساندن فرصت‌ها برای فعالیت بدنی در زندگی فرزندان خود، نگاه ویژه‌ای داشته باشند. از دیگر یافته‌های مهم این تحقیق افزایش BDNF سرم در پاسخ به برنامهٔ تمرینی بود. با توجه به نقش BDNF در آسیب‌شناسی ADHD و نقش آن در بهبود عملکرد عصبی و شناختی و آزادسازی دوپامین به‌عنوان هدف اصلی در درمان ADHD، می‌توان به‌جای استفاده از دارو از فعالیت بدنی هدفمند و سازمان‌یافته به‌عنوان یک روش جایگزین دارو یا مکمل در درمان و بهبود عملکرد شناختی در کودکان مبتلا به ADHD استفاده کرد. از آنجا که این اولین مطالعه‌ای است که افزایش سطح BDNF را در پاسخ به تمرینات ورزشی سازمان‌یافته در کودکان مبتلا به ADHD گزارش کرده است، بنابراین نیاز به تحقیقات بیشتری است تا از این یافته‌ها حمایت شود. محدودیت‌هایی نیز در این پژوهش وجود داشت، از جمله اینکه آزمودنی‌های شرکت‌کننده در این تحقیق همگی پسر بودند، همچنین امکان کنترل و یکسان‌سازی نوع و میزان داروهای مورد استفاده در درمان اختلال ADHD، در این کودکان وجود نداشت.

پیشنهاد می‌شود محققان علاقه‌مند به بررسی جنبه‌های شناختی کودکان ADHD مانند حافظه، برنامه‌ریزی، توجه و ... از برنامه‌های فعالیت بدنی هدفمند استفاده کنند. همچنین برای بررسی اثر فعالیت بدنی از تصویربرداری‌های عصبی و سایر اندازه‌گیری‌های فیزیولوژیکی مانند دوپامین استفاده شود، زیرا بدون در نظر گرفتن عوامل عصب‌شناختی و بیولوژیکی که در آسیب‌شناسی ADHD نقش دارند، نمی‌توان دربارهٔ مکانیسم چگونگی عملکرد تمرینات ورزشی بر روی این اختلال به قطعیت رسید.

1. Lee

منابع و مآخذ

1. American Psychiatric Association. Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders: Fifth Edition (DSM-5). American Psychiatric Association (APA); 2013.
2. Berwid G HJ. Emerging Support for a Role of Exercise in Attention-Deficit/Hyperactivity Disorder Intervention Planning. NIH Public Access Author Manuscript. 2012;14: 51-543.
3. Alvarez JA EE. Executive function and the frontal lobes:A meta-analytic review. Neuropsychology Review. 2006;16- 25.
4. Victor G CM, Garrett A, Menon V, Weems CF,Reiss AL. Posttraumatic stress ymptoms and brain function during a response-inhibition task: An FMRI study in youth. Depress Anxiety. 2008;25:14-25.
5. Dillon DG PD. Inhibition of action, thought and emotion: A selective neurobiological review. Appl Prevent Psychol. 2007;12:99-114.
6. Barkley RA. Behavioral inhibition, sustained attention, and executive functions:Constructing a unifying theory of ADHD. Psychological Bulletin.1997;121:65-94.
7. Bergman O WL, Lichtenstein P, Eriksson E, Larsson H. Study on the possible ssociation of brain-derivedneurotrophicfactorpolymorphism with the developmental course of symptoms of attention deficit and hyperactivity. International Journal of Neuropsychopharmacology.2011;14: 1367-76.
8. Jeong HI JE, Kim SH, Kim TW, Baek SB, Choi SW. Treadmill exercise improves spatial learning ability by enhancing brain-derived neurotrophic factor expression in the attention-deficit/hyperactivity disorder rats. JER. 2014;10:162-7.
9. KimH HHI, Kim DH, Ko IG, Lee SS, Kim SE, et al. Treadmill exercise and methylphenidate ameliorate symptoms of attention deficit/hyperactivity disorder through enhancing dopamine synthesis and brain-derived neurotrophic factor expression in spontaneous hypertensive rats. Neuroscience Letters. 2011;504:35-9.
10. Rommel AS HJ, Mill J, Asherson PH, Kuntsi J. Protection From Genetic Diathesis in Attention-Deficit/Hyperactivity Disorder: Possible Complementary Roles of Exercise. JAACAP. 2013;52:900-10.
11. Chang YK HC, Huang C.G, Hatfield BD, Hung TM. Effects of an Aquatic Exercise Program on Inhibitory Control in Children with ADHD: A Preliminary Study. Archives of Clinical Neuropsychology. 2015;29: 217-23.
12. Neudecker CH MN, Reimers AK, Woll A. Exercise Interventions in Children and Adolescents With ADHD: A Systematic Review. Atten Disord. 2015:1-19.
13. Smith AL HB, Linnea K, McQuade JD, Tomb T, Vaughn AJ, et a. Pilot Physical Activity Intervention Reduces Severity of ADHD Symptoms in Young Children. Atten Disord. 2013;17:70-82.
14. Chuang LY TY, Chang YK, Huang CJ, Hung TM. Effects of acute aerobic exercise on response preparation in a Go/No Go Task in children with ADHD: An ERP study. JSHS. 2015;4:82-8.

15. Piepmeier A SC, Whedon M, Williams L M, Davis M E, Henning DA, Park SY, et al. The effect of acute exercise on cognitive performance in children with and without ADHD. Sport and Science. 2015;4:97-104.
16. Pontifex MB SB, Raine LB. Exercise Improves Behavioral, Neurocognitive, and Scholastic Performance in Children with Attention-Deficit/Hyperactivity Disorder. Pediatrics. 2013;162: 543-51.
17. Pan CY TC, Chu CH, Sung MC, Huang CY, Ma WY. Effects of Physical Exercise Intervention on Motor Skills and Executive Functions in Children With ADHD: A Pilot Study. Attention Disorders. 2015;15:1-14.
18. Jasmin IR. The Behavioral Effects of Increased Physical Activity on Preschoolers at Risk for Attention Deficit Hyperactivity Disorder. Illinois Digital Environment for Access to Learning.2011.
19. Verret C GM, Berthiaume C, Gardiner P, Beliveau L. A physical activity program improves behavior andcognitive functions in children with ADHD: An exploratory study. Attention Disorders. 2012;16:71-80.
20. Hillman CH SE, Jerome GJ. Acute cardiovascular exercise and executive control function. JOP. 2003;48:307-14.
21. Bussing R FM, Harwo M, Hou H, Garvan CW, Eyberh SM, et al. Parent and teacher SNAP-IV rating of attention deficit hyperactivity disorder symptoms: psychometric properties and normative ratings from school district sample. Assessment. 2008; 15:317-28.
22. Pasha Sharifi H. [Theory and Application of Intelligence and Personality Tests (in Persian)]. Tehran: Sokhan; 2011.p. 555-45.
23. Khodadadi M, Mashhadi A, Amman H. [Stroop test software. In: Sciences (in Persian)]. SRIoB, editor. Tehran2009.
24. Qadiri F JA, Ashayeri, H, Gazi Tabatabai M. [The Role of cognitive rehabilitation in reducing defects of executive functions and symptoms of compulsive obsessive in schizo - obsessive patients (in Persian)]. Rehabilitation. 2006;4:15-24.
25. Goekint M PKD, Roelands B, Njemini R. Bautmans I, Mets T, Meeusen R. Strength training does not influence serum brain-derived neurotrophic factor. Eur J Appl Physiol. 2010;110:285-93.
26. Karvonen MJ KE, Mustala O. The effects of training on heart rate: a longitudinal study. Ann Med Exp Biol Fenn. 1957;35:307-15.
27. Tang SW CE, Hui T, Helmeste D, Law C. Influence of exercise on serum brain-derived neurotrophic factor concentrations in healthy human subjects. Neuro Science. 2008;43:62-5.
28. Mirzaee S, Fallah Mohammadi Z, Hajizadeh Moghaddam A, Fathi R, Alizadeh R, Ranjbar R. Effect of 8 weeks of endurance training with different periods of brain-derived neurotrophic factor levels in plasma of rats. Research in the sciences of physical activity. 2011; 10: 115 -128. [Persian].

29. Dehghan F BF, Amiri N, Pishyareh E, Safarkhani M. [The Effectiveness of Using Perceptual-Motor Practices onBehavioral Disorder among Five to Eight Year Old Children with Attention Deficit Hyper Activity Disorder (in Persian)]. Advances in Cognitive Science 2010; 12: 82-96.
30. Cerrillo-Urbina AJ, García-Hermoso A, Sánchez-López M, Pardo-Guijarro MJ, Santos Gómez JL, Martínez-Vizcaíno V. The effects of physical exercise in children with attention deficit hyperactivity disorder: A systematic review and meta-analysis of randomized control trials. Child: care, health and development. 2015 Nov 1;41(6):779-88.
31. Hillman CH, Erickson KI, Kramer AF. Be smart, exercise your heart: exercise effects on brain and cognition. Nature reviews neuroscience. 2008 Jan;9(1):58.
32. Lee N PS, Kim J. Effects of hippotherapy on brain function, BDNF level, and physical fitness in children with ADHD. Exerc Nutr Biochem. 2015;19:115-21.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی