

علوم زیستی ورزشی - بهار ۱۳۹۶  
دوره ۹، شماره ۱، ص: ۱۵۵ - ۱۴۳  
تاریخ دریافت: ۹۵ / ۰۵ / ۱۱  
تاریخ پذیرش: ۹۵ / ۱۲ / ۰۷

## مقایسه میزان تمرکز توجه و BDNF ناشی از اعمال تمرین استقامتی در دختران و پسران غیرورزشکار

مهدی شهبازی\*<sup>۱</sup> - علی صمدی<sup>۲</sup> - زهرا نعمتی<sup>۳</sup> - ابوالفضل شایان نوش آبادی<sup>۴</sup>

۱. دانشیار رفتار حرکتی، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی دانشگاه تهران، تهران، ایران، ۲. استادیار گروه تربیت بدنی و علوم ورزشی دانشگاه شاهد، تهران، ایران، ۳. دانشجوی دکتری یادگیری حرکتی دانشگاه تهران، تهران، ایران، ۴. دانشجوی دکتری رفتار حرکتی دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران

### چکیده

هدف از پژوهش حاضر مقایسه تأثیر تمرین استقامتی بر میزان تمرکز توجه و عامل رشد عصبی مشتق از مغز (BDNF) دانشجویان دختر و پسر غیرورزشکار و همچنین بررسی ارتباط بین تغییرات این دو عامل بود. بدین منظور، ۳۰ دانشجوی غیرورزشکار (میانگین سنی  $24/1 \pm 1/6$  سال)، براساس پیش‌آزمون استروپ در چهار گروه پسران، دختران، پسران کنترل و دختران کنترل، توزیع شدند، و پس از نمونه‌گیری خونی، تمرینات خود را براساس پروتکل تمرین استقامتی با شدت ۷۰-۸۵ درصد ضربان قلبی بیشینه و به مدت ۴۰ دقیقه، ۳ جلسه در هفته به مدت ۵ هفته ادامه دادند. نتایج نشان داد تمرین استقامتی موجب افزایش معنادار میزان BDNF در هر دو گروه دختران و پسران شد ( $P < 0/05$ )، ولی زمان پاسخ به آزمون استروپ، فقط در گروه پسران به صورت معناداری کاهش یافت ( $P < 0/05$ ). همچنین نتایج نشان داد، تفاوت معناداری بین پسران و دختران در اثرگذاری تمرین استقامتی بر زمان پاسخ به آزمون استروپ وجود نداشت ( $P > 0/05$ )، اما میزان BDNF در گروه دختران به صورت معناداری بیشتر از پسران بود ( $P < 0/05$ ). همبستگی بین تغییرات زمان پاسخ به آزمون استروپ و میزان BDNF در هیچ‌یک از دو گروه پسران و دختران، از نظر آماری معنادار نبود ( $P > 0/05$ ). به‌طور کلی براساس یافته‌های این تحقیق به نظر می‌رسد تمرین استقامتی می‌تواند به افزایش میزان BDNF و بهبود تمرکز منجر شود، اما در این زمینه تفاوت‌هایی احتمالی بین دختران و پسران وجود دارد که نیازمند تحقیقات بیشتری است.

### واژه‌های کلیدی

آزمون استروپ، تمرکز توجه، تمرین استقامتی، دانشجوی غیرورزشکار، BDNF.

## مقدمه

هرچند تأثیر مثبت فعالیت ورزشی بر سیستم قلبی-عروقی، عضلانی و اسکلتی مدت زیادی است که شناخته شده است، تأثیر آن بر ابعاد روانی و عملکرد شناختی، حیطة نسبتاً جدیدی در علوم رفتاری و ورزشی است (۲۶). به تازگی محققان بر تأثیرات فعالیت‌های ورزشی بر عملکردهای شناختی تمرکز کرده‌اند (۶). یکی از عملکردهای شناختی مهم، توجه است. توجه عامل اساسی در تعامل موفقیت‌آمیز با محیط است و به فرد اجازه می‌دهد وقایع محیط را غربالگری کند. قدرت نگهداری توجه از مشخصات بارز رشد عقلانی است که در اثر رشد نیافتن دستگاه عصبی دچار اختلال می‌شود (۱۵). از طرفی توجه با دیگر عملکردهای شناختی مانند حافظه و یادگیری در ارتباط است و توانایی‌های تمرکز پیش‌نیازی برای یادگیری هستند (۸).

در مورد تأثیر فعالیت ورزشی بر توجه، نشان داده شد است یک دوره کوتاه دوچرخه‌سواری با شدت بالا عملکرد تکلیف رنگ واژه استروپ را افزایش نمی‌دهد (۱۶). در حالی که در تحقیقی دیگر نشان داده شد عملکرد در تکلیف رنگ واژه استروپ تحت تأثیر فعالیت ورزشی قرار گرفت (۱۴). هرچند سازوکار دقیق فیزیولوژیک و روان‌شناختی چگونگی تأثیر فعالیت ورزشی بر عملکرد مغزی، توجه و کنترل اجرایی هنوز مشخص نشده، سه فرضیه در این زمینه مطرح شده است که یکی از آنها تنظیم نوروتروفین‌های<sup>۱</sup> درگیر در حفظ حیات نورونی، تمایز نورونی مغز در حال توسعه، و شاخه‌های دندریتی و دستگاه سیناپسی مغز بزرگسالان، در اثر ورزش است (۲۶). نوروتروفین‌ها یا عوامل نوروتروفیکی نقش مهمی در ارتقای نمو، تمایز، نگهداری و شکل‌پذیری نورون‌ها در سیستم‌های عصبی مرکزی و محیطی، در شرایط فیزیولوژیکی و آسیب‌شناختی دارند (۲۳، ۱۱). یکی از نوروتروفین‌های بسیار مهم که به صورت گسترده‌ای در سیستم عصبی مرکزی توزیع می‌شود و اعمال ارتقایی حیاتی را روی مجموعه‌ای از سلول‌های سیستم عصبی اعمال می‌کند، عامل نوروتروفیکی مشتق از مغز<sup>۲</sup> (BDNF) است (۲۳). پژوهش‌های متعدد ثابت کرده‌اند BDNF در شکل‌پذیری سیناپسی هیپوکامپ نقش مهمی دارد، و با توجه به نقش هیپوکامپ در یادگیری، حافظه و عملکردهای شناختی گزارش شده است هر عاملی که موجب افزایش سطح BDNF در بدن انسان شود، می‌تواند به تغییراتی در یادگیری، حافظه، عملکرد شناختی و اختلالات عصبی-شناختی منجر شود (۱۶، ۲۶).

- 
1. Neurotrophin
  2. Brain Derived Neurotrophic Factor(BDNF)

یکی از عواملی که به طور بالقوه می‌تواند به افزایش میزان نوروتروفین‌ها از جمله BDNF منجر شود، فعالیت‌های ورزشی هوازی است. با وجود این، در زمینه تأثیر انواع فعالیت‌های ورزشی هوازی و استقامتی بر مقادیر BDNF اطلاعات موجود اغلب ضد و نقیض است. زولادز<sup>۱</sup> و همکاران (۲۰۰۸)، گزارش کردند فعالیت ورزشی هوازی با شدت متوسط، موجب افزایش معنادار سطوح پایه BDNF و نیز مقادیر پس از فعالیت ورزشی آن در افراد جوان سالم شد (۲۵). در پژوهشی دیگر در زمینه بررسی تأثیر فعالیت ورزشی با شدت‌های مختلف بر حافظه و BDNF، اعلام شد که فعالیت ورزشی با شدت کم سبب افزایش معنادار نتیجه آزمون حافظه شد، ولی موجب افزایش معنادار سطوح BDNF نشد (۱۹). با وجود این سیفرت<sup>۲</sup> و همکاران (۲۰۱۰)، گزارش کردند سه ماه تمرین استقامتی در افراد سالم جوان رهایش استراحتی BDNF را از مغز افزایش داد، اما تأثیری بر مقادیر پس از فعالیت ورزشی در سطوح پلاسمایی BDNF نداشت (۲۱). همچنین در تحقیقی نشان داده شد که یک دوره کوتاه دوچرخه‌سواری با شدت بالا عملکرد تکلیف انطباق نام - چهره<sup>۳</sup> را افزایش داد، ولی عملکرد تکلیف رنگ واژه استروپ را خیر. این تغییرات بر عملکرد شناختی در این تحقیق همسو با افزایش غلظت BDNF در سرم آزمودنی‌های مرد جوان غیرورزشکار بود (۱۶). علاوه بر فعالیت‌های ورزشی، عوامل دیگری از جمله سن، شاخص توده بدنی، رژیم غذایی، الکل، سیگار و جنس بر سطوح BDNF پیرامونی تأثیر دارند. به‌ویژه، تفاوت‌های جنسیتی در میزان BDNF خون و پلاکت‌های خونی یافت شده است (۲۰). مطالعات قبلی نشان داده‌اند که BDNF یک اثر مشخص مربوط به جنس روی رفتار مرتبط با افسردگی در رت‌ها دارد، که نشان می‌دهد ممکن است تفاوت‌های جنسی در عملکرد BDNF وجود داشته باشد (۱۲). تفاوتی نیز در سطوح BDNF محیطی در انسان گزارش شده است، به طوری که زنان سطوح بالاتری از این نوروتروفین را از مردان نشان دادند (۹).

تأثیر فعالیت ورزشی بر سطوح عوامل نوروتروفیکی و عملکردهای شناختی از حیطه‌های مورد علاقه محققان حیطه‌های مختلف علوم ورزشی است. در واقع هرچند افزایش میزان نوروتروفین‌ها یکی از سازوکارهای درگیر در بهبود عملکرد شناختی بر اثر فعالیت ورزشی است، تغییرات این عوامل در اثر فعالیت ورزشی در کنار یکدیگر به صورت همزمان و نیز ارتباط بین تغییرات آنها کمتر بررسی شده است. از طرفی همان‌طور که گفتیم، بیان شده است که تفاوت‌های جنسیتی ممکن است بر تأثیرپذیری این

- 
1. Zoladz
  2. Seifert
  3. Face-Name Matching task

عوامل از تمرین ورزشی تأثیرگذار باشند. از این رو هدف از پژوهش حاضر بررسی تأثیر تمرین استقامتی بر تمرکز توجه، به عنوان عملکرد شناختی و عامل نوروتروفیکی (BDNF) در دانشجویان غیرورزشکار دختر و پسر است. همچنین محقق در پی پاسخ به این پرسش‌هاست که آیا بین دختران و پسران در این زمینه تفاوتی وجود دارد یا خیر؟ و آیا بین تغییرات زمان پاسخ به آزمون استروپ (تمرکز توجه) و تغییرات BDNF همبستگی وجود دارد؟

### روش‌شناسی

جامعه آماری این تحقیق دانشجویان (دختر و پسر) ۲۶-۲۱ ساله، سالم و غیرورزشکار دانشگاه تهران بود، که از بین افراد داوطلب ۳۰ نفر (براساس تحقیقات قبلی (۱۸،۱،۲)؛ و روش کوکران) که فاقد بیماری مزمن و آسیب‌دیدگی بوده و از مکمل تغذیه‌ای، مواد یا داروی خاصی استفاده نکرده بودند، و به این دلیل که در دو سال پیش از شروع پژوهش هیچ فعالیتی به‌عنوان تمرین ورزشی نداشتند و میزان فعالیت بدنی‌شان کمتر از میزان حداقل توصیه‌شده برای افراد بزرگسال (دست‌کم ۳۰ دقیقه فعالیت بدنی با شدت متوسط در بیشتر روزهای هفته) بود، به‌عنوان افراد غیرورزشکار شناسایی شدند، و به‌عنوان نمونه انتخاب شدند و در چهار گروه قرار گرفتند: ۱. پسران (n=۸)؛ گروه ۲. دختران (n=۸)؛ ۳. گروه کنترل پسران (n=۷)؛ ۴. گروه کنترل دختران (n=۷). از آزمودنی‌ها خواسته شد در طول دوره پژوهش از انجام فعالیت‌های ورزشی خارج از پروتکل پژوهش خودداری ورزند و رژیم غذایی معمول خود را (رژیم غذایی سروشده توسط دانشگاه) حفظ کنند.

### روند اجرا

یک هفته پیش از تمرین، ضمن تشریح روند پژوهش، فرم رضایت‌نامه، مشخصات فردی و ویژگی‌های جمعیت‌شناختی بین افراد توزیع و اطلاعات جمع‌آوری شد. سپس آزمودنی‌ها به چهار گروه تقسیم شدند. سپس آزمون‌های اولیه، شامل: ۱. قد و وزن، میزان درصد چربی؛ ۲. نمونه خونی به‌منظور سنجش میزان BDNF؛ ۳. حداکثر اکسیژن مصرفی (با استفاده از آزمون بروس)؛ و ۴. آزمون استروپ، به‌عمل آمد. از آزمودنی‌های هر گروه، ۴۸ ساعت پس از آخرین جلسه تمرین - به‌منظور حذف آثار موقت تمرین - نیز آزمون (استروپ و BDNF) به‌عمل آمد. سنجش میزان BDNF، از خون گرفته‌شده از سیاهرگ بازویی آزمودنی‌ها صورت گرفت.

### پروتکل تمرین استقامتی

پروتکل تمرین استقامتی شامل گرم کردن و تمرینات کششی به مدت ۱۰ دقیقه و سپس دویدن با شدت ۷۰-۸۵ درصد حداکثر ضربان قلب به مدت ۴۰ دقیقه در پیست دوومیدانی بود (۷،۳). در این برنامه تمرینی آزمودنی‌ها به مدت ۱۰ دقیقه به حرکات کششی می‌پرداختند و پس از آن شروع به دویدن می‌کردند. آزمودنی‌ها براساس دامنه ضربان قلبی که برای آنها تعیین شده بود - بین ۷۰ تا ۸۵ درصد ضربان قلب - ضربان قلب با بلت و ساعتی که به سینه و مچ دست بسته شده بود، کنترل می‌شد - به دویدن ادامه می‌دادند. ظهور پاسخ در اثر فعالیت ورزشی ۳ تا ۱۲ هفته زمان می‌برد (۱۰). با این استناد و براساس تحقیقات گذشته (۳،۱۶،۲۵) آزمودنی‌های گروه‌های آزمایشی به مدت پنج هفته، سه روز در هفته به تمرین پرداختند.

### آزمون رنگ-واژه استروپ<sup>۱</sup>

برای سنجش تمرکز توجه از آزمون استاندارد استروپ استفاده شد (۲۴). اعتبار این آزمون از طریق بازآزمایی در دامنه‌ای از ۰/۸۰ تا ۰/۹۱ گزارش شده است (۵). شیوه اجرای این آزمون بدین ترتیب است که آزمایشگر با نشان دادن صفحه نمایش به آزمودنی اعلام می‌کند: شکلی با رنگ‌های قرمز، زرد، سبز و آبی روی صفحه رایانه به‌طور پی‌درپی نشان داده می‌شود، شما باید با کلیک کردن روی کلیدهای مشخص شده رنگ صحیح را با حداکثر سرعت مشخص کنید. پس از اجرای این قسمت که به‌منظور آشنایی فرد با فرایند اجرای این آزمون است، در قسمت اصلی آزمون، به فرد گفته می‌شود که به شما کلمات رنگی نشان داده می‌شود که می‌بایست تنها روی رنگ صحیح نشان‌داده شده پاسخ دهید. ممکن است کلمات رنگی ارائه‌شده به رنگی دیگر باشد. در این مرحله ۴۸ کلمه رنگی همخوان (رنگ کلمه همسان با معنای کلمه) و ۴۸ کلمه رنگی ناهمخوان (رنگ کلمه ناهمسان با معنای کلمه)، به‌صورت تصادفی و متوالی در یک مرحله در اختیار آزمودنی قرار می‌گیرد. آزمودنی در این مرحله باید تنها رنگ صحیح را مشخص سازد. نرم‌افزار زمان واکنش فرد در پاسخ‌دهی به هر کلمه و نیز تعداد صحیح و غلط فرد در پاسخ‌دهی را محاسبه می‌کند. نمره آزمودنی با کم کردن جمع زمان کوشش‌های همخوان از جمع زمان کوشش‌های ناهمخوان محاسبه می‌شود (۴).

## روش‌های آماری

از آزمون شاپیرو-ویلک برای بررسی نرمال بودن توزیع داده‌ها استفاده شد. برای توصیف آماری متغیرها از میانگین و انحراف معیار و برای آزمون فرضیه‌های تحقیق از آزمون‌های تحلیل کوواریانس و ضریب همبستگی پیرسون استفاده شد. همچنین به منظور از بین بردن اثر احتمالی تفاوت‌های پیش-آزمون از تحلیل کوواریانس استفاده شد. تجزیه و تحلیل در سطح معناداری  $\alpha \leq 0.05$  و با استفاده از نرم‌افزار ۱۸ Spss و ۲۰۱۰ Excel انجام گرفت.

## یافته‌ها

اطلاعات مربوط به نتایج آزمون استروپ و میزان BDNF سرمی در جدول ۱ نشان داده شده است.

جدول ۱. میانگین و انحراف معیار داده‌های آزمون استروپ و میزان BDNF در پیش‌آزمون و پس‌آزمون

متغیر	گروه	پیش‌آزمون	پس‌آزمون
استروپ (میلی ثانیه)	پسران	۶۴۶۹±۲۶۲۵	۵۱۹۳±۲۱۲۸
	دختران	۷۴۹۰±۲۸۶۱	۴۷۸۸±۲۸۴۱
	کنترل پسران	۸۵۵۴±۳۴۱۱	۸۶۱۷±۲۷۲۳
	کنترل دختران	۷۷۵۶±۳۳۹۶	۴۵۱۱±۳۱۰۹
BDNF (نانوگرم/میلی لیتر)	پسران	۸/۴۳±۲/۲۴	۱۲/۴۲±۵/۸۶
	دختران	۹/۲۲±۲/۱۵	۱۹/۸۷±۶/۶۳
	کنترل پسران	۹/۳۴±۱/۰۱	۹/۱۱±۲/۲۳
	کنترل دختران	۶/۲۴±۱/۷۲	۹/۳۹±۲/۲۵

\*داده‌ها به صورت میانگین و انحراف معیار (M±SD) بیان شده است.

نتیجه آزمون تحلیل کوواریانس نشان داد که بین BDNF گروه پسران و گروه کنترل پسران تفاوت معناداری وجود دارد ( $P=0.049$ ). این نتیجه در مورد زمان پاسخ به آزمون استروپ نیز صادق بود ( $P=0.041$ ). بنابراین می‌توان گفت که تمرین استقامتی به افزایش همزمان توجه و BDNF پسران غیرورزشکار در این تحقیق منجر شد.

جدول ۲. نتیجه آزمون تحلیل کوواریانس زمان پاسخ به آزمون استروپ و BDNF دو گروه پسران و کنترل پسران

متغیر	d.f	F	معناداری
استروپ	۱	۵/۱۴۹	۰/۰۴۱
BDNF	۱	۴/۷۳۳	۰/۰۴۹

در مورد دختران، نتایج نشان داد که BDNF گروه دختران، به صورت معناداری از BDNF گروه کنترل دختران بالاتر است ( $P=۰/۰۱۳$ )، ولی این دو گروه در زمان پاسخ به آزمون استروپ تفاوت معناداری با هم ندارند ( $P=۰/۸۱۳$ ). در واقع BDNF دختران شرکت کننده در این تحقیق تحت تأثیر تمرین استقامتی افزایش یافت، ولی این افزایش با کاهش زمان پاسخ به آزمون استروپ همراه نبود.

جدول ۳. نتیجه آزمون تحلیل کوواریانس زمان پاسخ به آزمون استروپ و BDNF دو گروه دختران و کنترل دختران

متغیر	d.f	F	معناداری
استروپ	۱	۰/۰۵۸	۰/۸۱۳
BDNF	۱	۸/۲۹۸	۰/۰۱۳

همچنین، نتایج نشان داد بین دو گروه دختران و پسران در اثرگذاری بر BDNF تفاوت معنادار وجود دارد ( $P=۰/۰۴۶$ )، ولی در اثرگذاری بر زمان پاسخ به آزمون استروپ خیر ( $P=۰/۶۴۹$ ).

جدول ۴. نتیجه آزمون تحلیل کوواریانس زمان پاسخ به آزمون استروپ و BDNF دو گروه پسران و دختران

متغیر	d.f	F	معناداری
استروپ	۱	۰/۲۱۷	۰/۶۴۹
BDNF	۱	۴/۸۷۸	۰/۰۴۶

نتایج ضریب همبستگی پیرسون نشان داد بین تغییرات زمان پاسخ به آزمون استروپ و تغییرات BDNF، در هیچ یک از دو گروه پسران و دختران همبستگی معناداری وجود نداشت. میزان همبستگی در گروه پسران ۳۸ درصد ( $P=۰/۳۴۵$ ) و در گروه دختران ۶۶- درصد ( $P=۰/۰۷۱$ ) بود.

## بحث و نتیجه‌گیری

### تأثیر مثبت تمرین ورزشی بر تمرکز توجه و BDNF

نتایج نشان داد که شرکت در فعالیت ورزشی به کاهش زمان پاسخ به آزمون استروپ منجر شد. این کاهش که به معنای افزایش توجه و سرعت پردازش اطلاعات است، با افزایش BDNF سرمی پسران همراه بود. این در حالی است که زمان پاسخ به آزمون استروپ دختران نیز در اثر تمرین کاهش یافت، ولی این کاهش معنادار نبود. BDNF سرمی گروه دختران نیز در اثر تمرین افزایش یافت. نتیجه پژوهش حاضر با کار گریفین<sup>۱</sup> و همکاران (۲۰۱۱)، در مورد تأثیر یک دوره کوتاه دوچرخه‌سواری با شدت بالا بر تکلیف شناختی انطباق نام-چهره همسو، و در مورد تکلیف رنگ-واژه استروپ ناهمسو بود. این تغییرات بر عملکرد شناختی در این تحقیق همسو با افزایش غلظت BDNF در سرم آزمودنی‌های جوان غیرورزشکار بود. همچنین فریس<sup>۲</sup> و همکاران (۲۰۰۷)، نشان دادند یک جلسه فعالیت، عملکرد شناختی و BDNF افراد را به صورت همزمان افزایش می‌دهد، اما بین تغییرات BDNF و بهبود عملکردهای شناختی همبستگی وجود ندارد. در این مورد باید گفت، نشان داده شده است فعالیت ورزشی ممکن است یک عامل محافظتی قوی در برابر تحلیل عصبی باشد. همچنین می‌تواند عملکرد شناختی را افزایش و پیشروی انحطاط شناختی را که مبتنی بر زوال عقلی است، کاهش دهد (۱۶). در مطالعات دیگر نیز مشاهده شده است ورزش به نورون‌زایی و تغییر پلاستیسیته سیناپسی و همچنین نیرومندی بلنمدت در شکنج دندان‌دار موش‌ها منجر می‌شود، که این عامل می‌تواند به بهبود یادگیری و حافظه منجر شود (۱۳). تحریک و کنترل نورون‌زایی به کمک نوروتروفین‌ها انجام می‌گیرد. پژوهش‌های متعدد به خوبی ثابت کرده‌اند BDNF در شکل‌پذیری سیناپسی هیپوکامپ نقش بسزایی دارد، و از طرفی هیپوکامپ در عملکردهای شناختی تأثیرگذار است. هر عاملی که موجب افزایش سطح BDNF در بدن انسان شود، می‌تواند به تغییراتی در یادگیری، حافظه، عملکردهای شناختی و اختلالات عصبی-شناختی منجر شود (۱۶، ۲۳، ۲۶). با عنایت به ارتباط ذکرشده حافظه و یادگیری با توجه، و از طرفی نقش سازنده BDNF در سیستم عصبی مرکزی و اثرگذاری فعالیت ورزشی بر حافظه و یادگیری از این طریق، تأثیر فعالیت ورزشی بر توجه نیز توجیه‌پذیر است.

- 
1. Griffin
  2. Ferris



نتایج نشان داد بین دو گروه دختران و پسران در اثرگذاری بر BDNF تفاوت معنادار وجود دارد، به این معنا که میزان BDNF سرمی دختران در اثر تمرین استقامتی بیشتر از پسران بود. ولی در اثرگذاری بر زمان پاسخ به آزمون استروپ بین دو گروه تفاوتی وجود نداشت. تنها تحقیقی که در زمینه تفاوت میان دختران و پسران یافت شد، تحقیق اشمیت کاسو<sup>۱</sup> و همکاران (۲۰۱۲)، با عنوان جنبش‌شناسی عامل رشد عصبی مشتق شده از مغز در پی فعالیت ورزشی کم فشار در مقابل پرفشار در مردان و زنان بود، که نتایج آن با این تحقیق همسو نیست (۲۱). آنها تفاوتی در میزان بیان BDNF پایه مردان و زنان، در اثر این دو فعالیت یافت نکردند. به نظر می‌رسد علت تفاوت مشاهده شده مربوط به میزان متفاوت کورتیزول در زنان و مردان باشد. میزان ترشح کورتیزول در اثر تمرین در دختران حدود ۲۰ درصد کاهش یافت، در حالی که پسران از این نظر تغییری نکردند. کورتیزول اثر مهاری بر ترشح استروژن دارد و از سوی دیگر استروژن محرک بیان و سنتز BDNF است (۲۵). هرچند میزان استروژن در مطالعه حاضر اندازه‌گیری نشده است، با توجه به کاهش نسبی مشاهده شده در میزان کورتیزول در اثر فعالیت ورزشی، در دختران در مقایسه با پسران، می‌توان گفت احتمالاً افزایش بیشتر BDNF در دختران مربوط به افزایش میزان استروژن ناشی از کاهش میزان کورتیزول در گروه دختران بوده است.

#### عدم ارتباط بین تغییرات تمرکز توجه و BDNF

نتایج نشان داد که بین تغییرات زمان پاسخ به آزمون استروپ و تغییرات BDNF، در هیچ یک از دو گروه دختران و پسران همبستگی معناداری وجود ندارد. هرچند سازوکار دقیق فیزیولوژیک و روان‌شناختی چگونگی تأثیر فعالیت ورزشی بر عملکرد مغزی، توجه و کنترل اجرایی هنوز مشخص نشده، سه فرضیه در این زمینه مطرح شده است که در این تحقیق، بنا به دلایل مشخص تنها فرضیه سوم آزمایش شد و در نهایت پذیرفته نشد. نتایج این تحقیق، در این زمینه با نتیجه کار فریس و همکاران (۲۰۰۷) مطابقت داشت (۱۴). شاید تنها توجیهی که می‌توان برای عدم همبستگی بین این دو متغیر عنوان کرد، دو سازوکار احتمالی دیگر باشد. در واقع ممکن است تمرین استقامتی به دلیل سازوکارهای دیگری مانند افزایش در تحویل اکسیژن و مواد مغذی به مغز، افزایش یکپارچگی واحد عصبی-عروقی<sup>۲</sup>، آنژیوژنز در سطوح حیاتی مغز یا افزایش نوروترانسمیترهای مغزی، یا افزایش میزان سایر عوامل نوروتروفیک به بهبود میزان توجه منجر شده باشد، نه به دلیل افزایش BDNF. از این رو

1. Schmidt-Kassow
2. Neurovascular Unit Integration

پیشنهاد می‌شود در مطالعات آتی برای افزایش قدرت بحث و نتیجه‌گیری میزان سایر عوامل نوروتروفیک مانند (IGF-1، NGF و ...) و دیگر سازوکارهای مطرح‌شده نیز بررسی شود. به‌طور کلی براساس یافته‌های این پژوهش به‌نظر می‌رسد در تأثیرپذیری از تمرین در عوامل مورد بررسی در این تحقیق بین دختران و پسران غیرورزشکار تفاوت وجود دارد و فعالیت ورزشی می‌تواند به بهبود تمرکز توجه در پسران غیرورزشکار منجر شود که این بهبود به نظر مستقل از تغییرات میزان BDNF است، در مورد دختران نیز تمرین استقامتی به افزایش بیشتری در میزان BDNF در مقایسه با پسران منجر می‌شود، ولی در دختران نیز بین تغییرات تمرکز توجه و میزان BDNF همبستگی وجود ندارد. تحقیقات بیشتری برای بررسی دقیق‌تر این موضوع و همچنین آزمایش سایر سازوکارهای تأثیر فعالیت ورزشی بر عملکرد مغزی مورد نیاز است.

### منابع و مآخذ

۱. امیرساسان، رامین؛ میرشفیعی، عباس؛ گایینی، عباسعلی؛ رواسی، علی‌اصغر (۱۳۸۶). «تأثیر فعالیت هوازی درمانده‌ساز بر ماتریکس متالوپروتئینازها در ورزشکاران و غیرورزشکاران»، المپیک. سال پانزدهم. ش ۴ (پیاپی ۴۰)، ص ۷۲-۵۹.
۲. حامدی‌نیا، محمدرضا؛ حقیقی، امیرحسین (۱۳۸۶). «تأثیر تمرینات مقاومتی و استقامتی بر مولکول‌های چسبان محلول در گردش خون مردان سالم نسبتاً چاق»، المپیک. سال پانزدهم، ش ۲ (پیاپی ۳۸)، ص ۵۸-۴۹.
۳. محمدزاده سلامت، خالد؛ رجبی، حمید؛ نوروزیان، منیژه؛ بهرامی‌نژاد، مرتضی (۱۳۸۹). «تأثیر چهار هفته تمرین هوازی همراه با محدود کردن حرکت قفسه سینه بر توان هوازی و عملکرد قلبی-تنفسی افراد سالم»، المپیک، سال هجدهم، ش ۲ (پیاپی ۵۰)، ص ۱۸-۷.
۴. مشهدی، علی؛ رسول‌زاده طباطبایی، کاظم؛ آزاد فلاح، پرویز؛ سلطانی‌فر، عاطفه (۱۳۸۸). «مقایسه بازداری پاسخ و کنترل تداخل در کودکان مبتلا به اختلال نارسایی توجه فزون‌کنشی و کودکان بهنجار»، مجله روان‌شناسی بالینی. سال اول (۲)، ص ۳۷-۵.
5. Baron, I. S. (Ed.). (2004). "Neuropsychological Evaluation of the Child (1 ed.)". New York: Oxford University Press.

6. Brutvan, J. J. (2011). "The Effect of Exercise on Cognitive Function as Measured by Impact Protocol: Aerobic Vs. Anaerobic". MA, Kent State University.
7. Catai, A. M.; Chacon-Mikahil, M. P. T.; Martinelli, F. S.; Forti, V. A. M.; Silva, E.; Golfetti, R. (2002). "Effects of aerobic exercise training on heart rate variability during wakefulness and sleep and cardiorespiratory responses of young and middle-aged healthy men". *Brazilian Journal of Medical and Biological Research*. 35:741-752.
8. Chun, M. M.; Turk-Browne, N. B. (2007). "Interactions between attention and memory". *Current Opinion in Neurobiology*. 17(2):177-184.
9. Cirulli, F.; Francia, N.; Branchi, I.; Antonucci, M, T.; Aloe, L.; Suomi, S.; Alleva, E. (2009). "Changes in plasma levels of BDNF and NGF reveal a gender-selective vulnerability to early adversity in rhesus macaques". *Psychoneuroendocrinology*. 34:172–180.
10. Cotman, C. W.; Berchtold, N. C.; Christie, L.A. (2007). "Exercise builds brain health: key roles of growth factor cascades and inflammation". *Trends in Neurosciences*. 30(9):464-472
11. Deister, C.; Schmidt, C.E. (2006). "Optimizing neurotrophic factor combinations for neurite outgrowth". *Journal of Neural Engineering*. Vol.3:172-179.
12. Fang, L.; Jian-Wei, Zh.; Rong, W.; Xue-Gang, L.; Jian-Yi, Zh.; Xin-Fu, Zh.; Chang-Qi, L.; Ru-Ping, D. (2010). "Sex-differential modulation of visceral pain by brain derived neurotrophic factor (BDNF) in rats". *Neuroscience Letters*. 478:184–187.
13. Farmer, J.; Zhao, X.; van Praag, H.; Wodtke, K.; Gage, F. H.; Christie, B. R. (2004). "Effects of voluntary exercise on synaptic plasticity and gene expression in the dentate gyrus of adult male sprague-dawley rats in vivo". *Neuroscience*. 124(1):71-79.
14. Ferris, L. T.; Williams, J. S.; Shen, C.L. (2007). "The effect of acute exercise on serum brain-derived neurotrophic factor levels and cognitive function". *Medicine and Science in Sports and Exercise*. 39(4):728–734.

15. Fisher, A. (2008). "Relationships Between Physical Activity and Motor and Cognitive Function in Young Children". A Thesis submitted in fulfillment of the Degree of Doctor of Philosophy.
16. Griffin, É. W.; Mullally, S.; Foley, C.; Warmington, S. A.; O'Mara, S. M.; Kelly, Á. M. (2011). "Aerobic exercise improves hippocampal function and increases BDNF in the serum of young adult males". *Physiology & Behavior*. 104(5):934-941.
17. Hillman, C. H.; Erickson, K. I.; Kramer, A. F. (2008). "Be smart, exercise your heart: exercise effects on brain and cognition". [10.1038/nrn2298]. *Nature Reviews Neuroscience*. 9(1):58-65.
18. Nofuji, Y.; Suwa, M.; Sasaki, H.; Ichimiya, A.; Nishichi, R.; Kumagai, S. (2010). "Different circulating brain-derived neurotrophic factor responses to acute exercise between physically active and sedentary subjects". *Journal of Sports Science and Medicine*. 11:83-88.
19. Ruscheweyh, R.; Willemer, C.; Krüger, K.; Duning, T.; Warnecke, T.; Sommer, J., et al. (2011). "Physical activity and memory functions: An interventional study". *Neurobiology of Aging*. 32(7):1304-1319.
20. Sam-Wook, C.; Sooyoung, B.; Joon-Ho, A. (2011). "Diurnal variation and gender differences of plasma brain-derived neurotrophic factor in healthy human subjects". *Psychiatry Research*. 186:427-430.
21. Schmidt-Kassow, M.; Schädle, S.; Otterbein, S.; Thiel, C.; Doehring, A.; Lötsch, J.; Kaiser, J. (2012). "Kinetics of serum brain-derived neurotrophic factor following low-intensity versus high-intensity exercise in men and women". *Neuroreport*. 23(15):889-93.
22. Seifert, T.; Brassard, P.; Wissenberg, M.; Rasmussen, P.; Nordby, P.; Stallknecht, B.; et al. (2010). "Endurance training enhances BDNF release from the human brain". *American Journal of Physiology-regulatory Integrative and Comparative Physiology*. 298(2):372-377.
23. Shun-Wei, Zh. (2006). "Brain neurotrophin levels and mouse behavior": relationship to environmental influences.
24. Stroop, J. R. (1992). "Studies of interference in serial verbal reactions". *Experimental Psychology-general*. 121(1):15-23.

25. Zoladz, J.; Pilc, A.; Majerczak, J.; Grandys, M.; Zapart-Bukowska, J.; Duda, K. (2008). "Endurance training increases plasma brain-derived neurotrophic factor concentration in young healthy men". *Physiol Pharmacol.* 59(Suppl 7):119-132.
26. Zoladz, J. A.; Pilc, A. (2010). "The effect of physical activity on the brain derived neurotrophic factor": from animal to human studies. *Journal of physiology and pharmacology : an official journal of the Polish Physiological Society.* 61(5):533-541.