دانشگاه شهید بهشتی
فیزیولوژی ورزش و فعالیت بدنی
بهار و تابستان ۱۳۹۷، دوره ۱۱، شماره ۱، صفحه‌های: ۱۲-۱

اثر حاد و مزمن تمرین تناوبی با شدت بالا در محیط طبیعی و گرم بر سطوح سرمی BDNF در مردان سالم

الناز طاهری راد*، حمید رجبی
دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه خوارزمی، تهران، ایران

دریافت مقاله: ۹۴/۳/۲۷ اصلاح مقاله: ۹۵/۵/۱۳ پذیرش مقاله: ۹۵/۷/۴

هدف: هدف از انجام این پژوهش تعیین اثر تمرین تناوبی با شدت بالا در محیط طبیعی و گرم بر تغییرات سطوح سرمی BDNF مردان سالم بود.

روش‌ها: در این پژوهش ۲۴ دانشجوی مرد سالم با توجه به برآورد vVO_2max به سه گروه تمرین در محیط گرم (۸ نفر)، تمرین در محیط طبیعی (۸ نفر) و کنترل (۸ نفر) به صورت همگن تقسیم شدند. آزمودنی‌های گروه محیط گرم و طبیعی ۱۲ جلسه طی دو هفته متوالی تمرین کردند. هر جلسه تمرین شامل ۵ وهله ۱۵۰ ثانیه دویدن با شدت ۹۰-۸۵ درصد vVO_2max روی نوارگردان بود که بین هر وهله ۱۵۰ ثانیه دویدن با شدت ۵۰ درصد vVO_2max به عنوان استراحت فعال قرار داشت. مقادیر BDNF به روش الایزا سنجیده شد و داده‌ها با استفاده از روش آماری تحلیل واریانس یک‌طرفه تحلیل شدند.

نتایج: پس از یک جلسه فعالیت مقدار BDNF در دو گروه تمرینی گرم (P=۰/۰۱۸) و طبیعی (P=۰/۰۴۵) در مقایسه با پیش‌آزمون افزایش معناداری داشت. البته این تغییرات در گروه محیط گرم در مقایسه با محیط طبیعی تفاوت معناداری نداشت (P=۰/۲۶۲). علاوه بر این در دو گروه تمرینی گرم (P=۰/۰۰۱) و طبیعی (P=۰/۰۱۲) بعد از گذشت دو هفته از فعالیت در مقدار BDNF افزایش معناداری مشاهده شد. همچنین دو هفته تمرین بر سطوح BDNF بین گروه‌های تمرینی تفاوت معنادار به وجود نیاورد (P=۰/۲۶۷).

نتیجه‌گیری: به نظر می‌رسد که فعالیت تناوبی صرف نظر از اینکه در محیط طبیعی یا گرم انجام شود باعث افزایش مقدار BDNF می‌شود.

واژه‌های کلیدی: تمرین تناوبی شدید، دمای محیط، فاکتور نوروتروفیک مشتق‌شده از مغز، اکسیژن مصرفی بیشینه.

* نویسنده مسئول: الناز طاهری راد، شماره تماس: ۰۹۳۹۸۲۵۲۹۶۷، ایمیل: bahart2012@yahoo.com

مقدمه

عامل نوروتروفیک مشتق از مغز[1] عامل رشد عصبی و عضوی از خانواده نوروتروفین‌هاست که نقشی تنظیمی در تمایز نورونی، شکل‌پذیری سیناپسی و روندهای مرگ سلولی ایفا می‌کند (۱ و ۲) و بیشترین اثر خود را از طریق گیرنده پروتئینی تیروزین کیناز[2] در سطح سلولی اعمال می‌کند. توزیع BDNF غیر از مناطق مختلف مغزی، در گردش خون و در گستره برخی از سلول‌ها و بافت‌ها مثل شبکیه چشم، کلیه و پروستات هم گزارش شده است (۳). بررسی‌ها نشان می‌دهد BDNF بافت‌های محیطی از سد خونی-مغزی[3] عبور می‌کند و می‌تواند اثرات نوروتروفیکی خود را در سیستم عصبی مرکزی[4] اعمال کند (۴). در همین راستا نشان داده شده است که بین مقادیر BDNF سرمی و BDNF قشر مغز همبستگی مثبت وجود دارد (۵). عوامل متعددی بر ترشح BDNF اثر می‌گذارند اما در شرایط طبیعی، فعالیت ورزشی و عوامل محیطی دیگر مانند خواب و تغذیه که از اجزای سازنده زندگی روزمره هستند می‌توانند بر بیان عامل رشدی BDNF در مغز، تاثیرگذار باشند (۶). پژوهشگران گزارش کرده‌اند فعالیت بدنی منظم از طریق تغییر مقادیر BDNF و وضعیت اکسایشی در حفاظت عصبی، حافظه و یادگیری، اختلالات رفتاری، متابولیسم انرژی، بلوغ و تکامل مغز نقش دارد (۲) همین‌طور نشان داده شده است که فعالیت ورزشی در انسان‌ها، زوال مغزی که در ارتباط با سالمندی است را خنثی می‌کند (۷)، ظرفیت ذهنی بزرگسالان جوان را افزایش می‌دهد و ریکاوری عملکردی را در بعد از آسیب‌ها و بیماری‌های مغزی تسهیل می‌کند (۸). از سوی دیگر پژوهش‌های بسیار، ارتباط بین مقادیر پایین BDNF و افسردگی و آلزایمر را نشان داده‌اند (۱). بنابراین در مجموع، فعالیت ورزشی می‌تواند اثرات سودمندی بر مقادیر BDNF داشته باشد (۱، ۲، ۹ و ۱۰). احتمالاً یکی از عوامل تاثیرگذار بر مقادیر BDNF بر اثر فعالیت ورزشی، شدت تمرین است.

در پژوهشی که فرریس و همکاران در سال ۲۰۰۷ انجام دادند تاثیر فعالیت هوازی روی چرخ کارسنج با شدت مختلف و مدت یکسان را بر مقادیر سرمی BDNF مردان سالم بررسی کرده‌اند. فعالیت با شدت‌های ۲۰ درصد زیر آستانه تنفسی و ۱۰ درصد بالای آستانه تنفسی و در مدت ۳۰ دقیقه روی ۱۵ آزمودنی انجام شد. مشخص شد که فعالیت با شدت بالاتر موجب افزایش بیشتری در مقادیر سرمی BDNF می‌شود (۱۰). شمولسکی و همکاران تأثیر دو شدت مختلف تمرینی، فعالیت با شدت متوسط (۶۰ درصد ضربان قلب ذخیره) و شدید (۸۰ درصد ضربان قلب ذخیره) را بر مقادیر سرمی BDNF مردان سالم بررسی و مقایسه کردند. مقادیر سرمی BDNF آزمودنی‌هایی که فعالیت با ۸۰ درصد ضربان قلب ذخیره انجام داده بودند، افزایش بیشتری داشت (۹). هرچند به نظر می‌رسد در سطح مغز پاسخ به شدت فعالیت متفاوت باشد، برای مثال سویا و همکاران تاثیر دو شدت مختلف تمرینی، فعالیت کم‌شدت (۱۵ متر بر دقیقه) و متوسط (۲۰ متر بر دقیقه) را بر عامل BDNF بررسی کردند. سطح BDNF mRNA هیپوکامپ موش‌های صحرایی در فعالیت کم‌شدت به شکل قابل‌توجهی افزایش داشت و در موش‌های صحرایی با برنامه کم‌شدت بیشتر از پرشدت بود (۱۱). از طرف دیگر، انجام تمرینات در شرایط محیطی گوناگون مانند ارتفاع، شرایط کم‌فشار، پرفشار، محیط سرد و هوای آلوده مداخله‌گرهایی هستند که بر شرایط فیزیولوژیک افراد تأثیر می‌گذارند. از این میان افزایش دمای محیط تأثیرات قابل‌توجهی همچون تحریک و تجمع هورمون‌های استرسی و به دنبال آن افزایش گلیکولیز بی‌هوازی، تجمع لاکتات (۱۲) و افزایش میزان خروجی BDNF از مغز (۱۳) می‌شود که شاید بتواند در ترشح این ماده موثر باشد. مایک گوکینت و همکاران به دنبال بررسی اثرات گرما بر میزان ترشح BDNF که متعاقب ۶۰ دقیقه تمرین تداومی دوچرخه با شدت ۵۵

درصد توان بیشینه در دو دمای محیطی گرم (۳۰ درجه) و طبیعی (۱۸ درجه) انجام دادند، مشاهده کردند که دمای مرکزی و BDNF سرمی آزمودنی‌هایی که در محیط گرم فعالیت کرده بودند، بیشتر بود (۱۳). بنابراین به نظر می‌رسد می‌توان گرما را به‌عنوان مکمل تمرینی در فرآیند افزایش BDNF و سازگاری بهتر تصور کرد که فشار حاصل از تمرین تناوبی به همراه فشار گرمایی بتواند تاثیر بیشتری در ترشح و افزایش مقادیر BDNF داشته باشد. به هر حال با وجود پتانسیل درمانی آشکار فعالیت ورزشی، بسیاری از مردم برای شرکت در فعالیت ورزشی بی‌میل هستند و اغلب کمبود وقت را به‌عنوان عامل اصلی ذکر می‌کنند (۱۴ و ۱۵) از طرفی، امروزه تمرین تناوبی با شدت بالا[5] (HIT) به عنوان یک راهکار کارا از نظر زمان در سازگاری‌های مربوط به سلامت مورد توجه قرار گرفته و طبق یافته‌های موجود، سازگاری‌های این تمرینات مشابه با سازگاری به تمرینات استقامتی با حجم بالا است (۱۶، ۱۷ و ۱۸). بنابراین نتایج این پژوهش می‌تواند برای افراد غیر ورزشکاری که در انجام تمرینات هوازی با مدت زمان نسبتا طولانی محدودیت دارند و یا تمایل ندارند فشار بالایی را متحمل شوند مورد استفاده قرار گیرد. حتی ورزشکاران نیز می‌توانند از تمرین HIT و تاثیری که این تمرین ممکن است بر عوامل رشد عصبی داشته باشد به عنوان یک دوره استراحت فعال در طول چرخه تمرینی با فشار بالا استفاده کنند و سیستم عصبی خود را نیز تقویت و تغذیه کنند. همچنین در صورتی که ترکیب HIT با گرما بتواند موجب افزایش بیشتر BDNF در یک زمان برابر، نسبت به اجرای همین تمرین در شرایط عادی شود، می‌توان به‌عنوان یک پیشنهاد تمرینی کارآمد به افراد سالم برای تامین هر چه بیشتر سلامتی و حتی مربیان و ورزشکاران رشته‌های مختلف ورزشی برای افزایش کارایی تمرین ارائه داد.

روش پژوهش

نمونه‌های پژوهش

این پژوهش به دلیل استفاده از نمونه انسانی و عدم کنترل متغیرهای مزاحم توسط پژوهشگر به روش نیمه‌تجربی و به‌صورت طرح پژوهشی پیش‌آزمون و دو نوبت پس‌آزمون (پاسخ و سازگاری) در دو گروه تجربی و یک گروه کنترل اجرا شد. نمونه‌های این پژوهش را دانشجویان پسر رشته تربیت بدنی دانشگاه خوارزمی تشکیل می‌دادند که در قالب کلاس‌های آموزشی و یا تمرینی در طول هفته حداقل ۸ ساعت به فعالیت ورزشی می‌پرداختند. در ابتدا ۳۳ نفر به‌طور داوطلبانه پرسش‌نامه ارزیابی پزشکی را تکمیل کردند. پس از آگاهی از تمام مراحل پژوهش و اطمینان از اینکه در هر زمان بتوانند پژوهش را ترک کنند، رضایت خود را به‌صورت کتبی برای حضور در برنامه اعلام کرده و با استفاده از آزمون فزاینده بیشینه روی نوارگردان در محیط طبیعی (دمای ۱±۲۳ درجه و رطوبت ۵±۳۵ درصد) برای برآورد vVO_2max ارزیابی شدند. پس از مشخص شدن نتایج آزمون، ۲۴ نفر از آنها انتخاب شدند تا از لحاظ سن، قد، وزن و سطح آمادگی به‌طور مناسب در ۳ گروه به‌طور مساوی و همگن تقسیم شوند (جدول ۱).

جدول ۱. ویژگی‌های آزمودنی‌های پژوهش (میانگین ± انحراف معیار)

گروه	کنترل	تمرین در محیط طبیعی	تمرین در محیط گرم
سن (سال)	۲۳/۱±۵/۷۷	۱±۲۳/۳۰	۲۲/۱±۲۵/۵۸
قد (سانتی‌متر)	۱۷۷/۶±۲۹/۱۳	۱۷۶/۴±۵۵/۹۸	۱۷۷/۲±۷۵/۹۶
وزن (کیلوگرم)	۷۱/۷±۸۶/۹۰	۶۸/۴±۲۵/۵۲	۷۰/۷±۲۵/۷۲
شاخص توده بدن (کیلوگرم بر متر مربع)	۲۲/۱±۸۷/۴۵	۲۲/۱±۲۶/۳۱	۲۲/۱±۳۹/۶۴
چربی (درصد)	۹/۲±۳۷/۶۹	۸/۲±۶۷/۴۳	۸/۳±۸۸/۰۲
vVO_2max (کیلومتر بر ساعت)	۱۶/۱±۶۲/۴۰	۱۶/۱±۶۲/۱۶	۱۶/۱±۶۲/۳۰

پروتکل پژوهش

برای برآورد vVO_2max، آزمودنی‌ها آزمون فزاینده‌ای را اجرا کردند که شامل ۳ دقیقه راه رفتن با سرعت ۶ کیلومتر در ساعت با شیب صفر درجه برای گرم

کردن بود که پس از آن در هر دقیقه افزایش سرعت به‌صورت یک کیلومتر در ساعت تا رسیدن به واماندگی ادامه پیدا می‌کرد (۱۹). سرعت نهایی در صورتی که یک دقیقه کامل به انجام می‌رسید به‌عنوان vVO_2max در نظر گرفته شد و در صورتی‌که آخرین مرحله کمتر از یک دقیقه انجام می‌شد، سرعت مرحله قبل به‌عنوان این شاخص در نظر گرفته شد.

آزمودنی‌های «گروه محیط طبیعی» تمام تمرینات خود را در محیط طبیعی و آزمودنی‌های «گروه گرم» تمام دوره تمرینی خود را در محیط گرم شبیه‌سازی‌شده آزمایشگاهی انجام دادند. تمام آزمودنی‌های دو گروه تمرین را شش جلسه در هفته و به مدت ۲ هفته، قبل از آغاز فصل گرما شروع کردند. طراحی روش تمرین بر اساس پژوهش صورت گرفته توسط بارتلت با کمی تغییر انجام شد. بارتلت[۶] با مقایسه دو روش تمرین استقامتی تداومی و تناوبی شدید، تمرین تناوبی را طوری طراحی کرده بود که آزمودنی‌ها شش نوبت ۱۸۰ ثانیه با شدت ۹۰ درصد VO_2max و شش نوبت تناوبی ۱۸۰ ثانیه برای استراحت فعال با شدت ۵۰ درصد vVO_2max را اجرا کرده بودند (۲۰). به عبارتی مدت زمان انجام تمرین اصلی به همراه استراحت فعال ۳۶ دقیقه در هر جلسه بود و از آنجاکه طبق مبانی نظری لازمه رسیدن به سازگاری گرمایی تمرین روزانه به مدت حداقل ۳۰ دقیقه در معرض گرما است، این پروتکل از لحاظ زمانی مناسب به نظر می‌رسید.

بنابراین با الگوگیری از این پروتکل و با پایلوت‌های فراوان از نظر شدت و مدت تمرین طی یک جلسه تمرین در محیط گرم، برای عملی بودن اجرای آن طی دوره تمرین پروتکل تعدیل شد. بدین منظور هفته اول تمرین شامل ۵ نوبت ۱۵۰ ثانیه‌ای دویدن روی نوارگردان با شدت ۸۵ درصد vVO_2max بود که هر نوبت، با ۱۵۰ ثانیه دویدن و شدت ۵۰ درصد vVO_2max به‌عنوان ریکاوری از هم جدا می‌شد. سپس آزمودنی‌ها در هفته دوم با افزایش فشار به میزان ۵ درصد به‌عنوان اضافه‌بار، همان تمرین هفته اول را با ۵ نوبت ۱۵۰ ثانیه‌ای دویدن روی نوارگردان با شدت ۹۰ درصد vVO_2max با ۱۵۰ ثانیه دویدن و شدت ۵۰ درصد vVO_2max به عنوان ریکاوری به اتمام رساندند. (جدول ۲).

جدول ۲. طرح پژوهش

گروه	پیش‌آزمون	متغیر مستقل	پس‌آزمون ۱ (پاسخ)	متغیر مستقل	پس‌آزمون ۲ (سازگاری)
تجربی ۱	سنجش سطوح سرمی BDNF در محیط طبیعی	یک جلسه تمرین تناوبی شدید در محیط گرم	سنجش سطوح سرمی BDNF در محیط طبیعی	۱۲ جلسه تمرین تناوبی شدید در محیط گرم	سنجش سطوح سرمی BDNF در محیط طبیعی
تجربی ۲	سنجش سطوح سرمی BDNF در محیط طبیعی	یک جلسه تمرین تناوبی شدید در محیط طبیعی	سنجش سطوح سرمی BDNF در محیط طبیعی	۱۲ جلسه تمرین تناوبی شدید در محیط طبیعی	سنجش سطوح سرمی BDNF در محیط طبیعی
کنترل	سنجش سطوح سرمی BDNF در محیط طبیعی	-	-	-	سنجش سطوح سرمی BDNF در محیط طبیعی

از آنجاکه لازمه رسیدن به سازگاری گرمایی تمرین در محیط گرم تحت‌کنترل و شبیه سازی‌شده آزمایشگاهی است، بدین منظور محفظه‌ای به ابعاد ۳ × ۳/۵ × ۳/۵ متر و پوشیده شده از نایلون طراحی شد به‌طوری که هوا مداوم و تنها از قسمت پایین این اتاقک با محیط بیرون از خود جریان داشت. حدود ۹۰ دقیقه قبل از شروع فعالیت، برای بالا بردن دمای اتاقک و تنظیم رطوبت، هیترهای گرمایشی و دستگاه رطوبت‌ساز روشن می‌شدند تا زمانی که دمای محیط شبیه‌سازی‌شده به 1±40 درجه سانتی-گراد می‌رسید.

روش‌های آزمایشگاهی

نمونه‌های خون در مرحله پیش (پایه) به دنبال ۱۲ ساعت ناشتایی شبانه و در پس‌آزمون (پاسخ، بلافاصله بعد از اولین جلسه فعالیت و سازگاری، ۴۸ ساعت پس از آخرین جلسه تمرین) برای تعیین غلظت BDNF سرم از ورید آنتی‌کوبیتال جمع‌آوری و به درون لوله‌های سرمی ریخته شد و اجازه داده شد تا به مدت یک ساعت در دمای اتاق لخته شود. سپس این نمونه‌ها ۲۰۰۰ دور در دقیقه به مدت ۱۵ دقیقه و دمای ۴ درجه سانتی‌گراد سانتریفیوژ شد. سرم به‌دست‌آمده در لوله‌های اپندورف تخلیه و در دمای ۸۰- درجه سانتی‌گراد تا زمان تجزیه‌وتحلیل ذخیره شد. اندازه‌گیری مقدار BDNF سرم با استفاده از کیت آزمایشگاهی و به روش الایزا[۷] و بر اساس دستورالعمل کارخانه سازنده کیت (باستر بیولوژیکال[۸] به شماره کاتالوگ EK0307-BV، ساخت کشور آمریکا) با ضریب پراکندگی و حساسیت برآورد <2pg/ml انجام شد. همچنین برای اندازه‌گیری میزان دمای مرکزی بدن، بلافاصله پس از اتمام هر جلسه از تمرین، آزمودنی‌ها دماسنج پزشکی را به مدت ۳ دقیقه زیر زبان خود نگه داشته که میزان دمای اندازه‌گیری‌شده توسط پژوهشگر ثبت می‌شد (جدول ۳).

جدول ۳. میانگین میزان دمای مرکزی دو گروه حین دوره تمرین

	دمای مرکزی (میانگین ± انحراف معیار)	
	محیط گرم	محیط طبیعی
دو روز اول	۳۹/۰±۱۱/۰۶	۳۶/۰±۶۲/۰۸
دو روز دوم	۳۸/۰±۹۲/۱۰	۳۶/۰±۶۴/۰۸
دو روز سوم	۳۷/۰±۹۴/۲۳	۳۶/۰±۷۲/۷۹
دو روز چهارم	۳۸/۰±۰۱/۳۰	۳۶/۰±۶۸/۰۵
دو روز پنجم	۳۷/۰±۷۹/۰۹	۳۶/۰±۵۶/۰۳
دو روز ششم	۳۷/۰±۷۰/۰۸	۳۶/۰±۴۸/۰۷

تحلیل آماری

برای تجزیه و تحلیل داده‌های این پژوهش از روش‌های آماری توصیفی و استنباطی استفاده شد. از آمار توصیفی برای محاسبه میانگین و انحراف استاندارد داده‌ها، و از آمار استنباطی برای مقایسه گروه‌ها با هم استفاده شده است. توزیع طبیعی داده‌ها و همگنی واریانس‌ها به ترتیب با آزمون کلموگروف-اسمیرنوف و آزمون لون تایید شد. برای مقایسه میانگین‌های درون‌گروهی از روش آماری t وابسته استفاده شد. برای مقایسه اثر یک جلسه فعالیت در محیط گرم و محیط طبیعی در دو گروه تجربی از آزمون t مستقل و برای بررسی اثر ۱۲ جلسه تمرین در سه گروه تمرین در محیط گرم، تمرین در محیط طبیعی و کنترل از آزمون آنالیز واریانس یک‌طرفه استفاده شد. محاسبه‌ها با استفاده از نرم‌افزار آماری SPSSنسخه ۲۱ انجام و برای رسم نمودارها از نرم‌افزار اکسل ۲۰۱۰ استفاده شد. سطح معناداری آزمون‌ها $P < ۰/۰۵$ در نظر گرفته شد.

نتایج

نتایج به‌دست‌آمده از تجزیه‌وتحلیل داده‌ها نشان داد، پس از یک جلسه فعالیت، مقدار BDNF در گروه محیط گرم (P =۰/۰۱۸)و در گروه محیط طبیعی (P=۰/.۴۵) در مقایسه با پیش‌آزمون پیشرفت معناداری نشان داد. علاوه بر این در گروه محیط گرم (P=۰/۰۰۱) و در گروه محیط طبیعی(P=۰/۰۱۲) بعد از گذشت دو هفته از فعالیت در مقدار BDNF به نسبت پیش‌آزمون پیشرفت معناداری مشاهده شد. البته تفاوت معناداری بین دو گروه بعد از یک جلسه فعالیت مشاهده نشد (P=۰/۲۶۲). همچنین دو هفته تمرین تناوبی با شدت بالا بر سطوح BDNF بین گروه‌های محیط گرم، طبیعی و کنترل نیز تفاوت معنادار به وجود نیاورد (P=۰/۲۶۷) (جدول ۴).

جدول ۴. مقادیر پیش‌آزمون، پاسخ و سازگاری BDNF (پیکوگرم بر میلی‌لیتر) در سه گروه گرم، طبیعی و کنترل

گروه‌ها	پیش‌آزمون		پاسخ		سازگاری	
	میانگین	خطای استاندارد	میانگین	خطای استاندارد	میانگین	خطای استاندارد
گرم	۸۴۰/۷۷	۴۶/۶۷	۹۸۷/۹۰	۵۳/۱۴	۱۱۲۲/۰۳	۶۹/۶۳
طبیعی	۸۲۳/۴۶	۳۴/۸۰	۸۹۸/۴۵	۵۴/۹۷	۱۰۰۳/۸۳	۸۳/۶۷
کنترل	۹۰۱/۹۲	۵۵/۱۱			۹۵۳/۱۰	۶۴/۵۹

بحث و نتیجه‌گیری

یافته‌ها نشان داد یک جلسه فعالیت تناوبی با شدت بالا در محیط طبیعی و گرم افزایش معنادار سرمی BDNF را به همراه دارد اما این افزایش در دو محیط نسبت به همدیگر معنادار نبود. فعالیت ورزشی می‌تواند با تاثیر در بیان BDNF بر شکل‌پذیری سیناپسی در پایانه‌های پیش‌سیناپسی و پس‌سیناپسی موثر باشد. سازوکار آن به شکل هدایت سیگنالی BDNF و از طریق گیرنده TrkBاست، که بیان آن با فعالیت ورزشی تنظیم می‌شود (۶).

همان‌طور که از پژوهش‌ها برمی‌آید تمرین در شدت‌های مختلف تاثیرات متفاوتی را بر مقادیر BDNF دارد (۱۰، ۲۱ و ۲۲). در مجموع، بررسی‌ها درباره تغییرات BDNF، بیشتر به فعالیت‌های استقامتی اشاره دارند و تاکنون پژوهشی تغییرات BDNF در محیط گرم به دنبال یک جلسه فعالیت تناوبی با شدت بالا را بررسی نکرده است. بنابراین نتایج این پژوهش با تحقیقاتی که از تمرینات استقامتی به‌عنوان متغیر مستقل استفاده کرده‌اند مقایسه می‌شود. درباره شدت و فشار تمرینی در ترشح BDNF، در پژوهشی که فرریس و همکاران در سال ۲۰۰۷ انجام دادند تاثیر فعالیت هوازی روی چرخ کارسنج با شدت مختلف و مدت یکسان را بر سطوح سرمی BDNF مردان سالم بررسی کردند. فعالیت با شدت‌های ۲۰ درصد زیر آستانه تنفسی و ۱۰ درصد بالای آستانه تنفسی و در مدت ۳۰ دقیقه روی ۱۵ آزمودنی انجام شد. مشخص شد که فعالیت با شدت بالاتر موجب افزایش بیشتری در مقادیر سرمی BDNF می‌شود (۱۰) نتایج این تحقیق با پژوهش حاضر همراستا است. همچنین کاسو و همکاران تاثیر فعالیت هوازی با شدت کم و زیاد را بر مقادیر سرمی BDNF مردان و زنان را بررسی کردند. آنها مشاهده کردند که BDNF بعد از ۲۰ دقیقه فعالیت با شدت زیاد به اوج خود رسید و ۱۰ دقیقه بعد از ریکاوری به حالت پایه خود برگشت (۲۳).

نتایج حاصل از این بررسی صرف نظر از نوع فعالیت ورزشی با پژوهش شمولسکی و همکاران (۲۰۱۳) نیز همراستا است. آنها تاثیر دو نوع فعالیت هوازی روی چرخ کارسنج با شدت و مدت‌های مختلف را بر مقادیر سرمی BDNFمردان سالم ۱۸ تا ۲۵ سال بررسی کردند. فعالیت با شدت‌های ۶۰ و ۸۰ درصد ضربان قلب ذخیره‌ای و در دو مدت زمان ۲۰ و ۴۰ دقیقه‌ای روی ۵۰ آزمودنی انجام شد. مشخص شد که فعالیت با مدت کمتر و شدت بیشتر موجب افزایش بیشتری در مقدار پلاسمایی BDNF می‌شود، بدین صورت که آزمودنی‌هایی که فعالیت با ۸۰ درصد ضربان قلب ذخیره انجام داده بودند، افزایش بیشتری در مقدار BDNF داشتند (۹)، بنابراین شاید فشار فیزیولوژیکی حاصل از فعالیت ورزشی با میزان ترشح BDNF و به‌ویژه مقادیر BDNF سرمی در هنگام فعالیت ارتباط داشته باشد و بتواند در طولانی‌مدت سازگاری‌های گسترده‌تری را ایجاد کند. بنابراین شاید تمرینات تناوبی به دلیل شدت بالاتر بتواند اثر بیشتری بر مقادیر BDNF سرمی داشته باشد. از طرفی نتایج این پژوهش با کار پژوهشی لیزیو و همکاران ناهمخوان است. در تحقیق لیزیو

و همکاران یک جلسه تمرین شدید روی رت‌ها منجر به ایجاد استرس حاد شده و باعث افزایش عوامل استرس اکسیداتیو شد که تاثیر منفی بر تولید BDNF گذاشت. درحالی‌که فعالیت استقامتی مزمن منجر به مکانیسم‌های حفاظتی در برابر عوامل استرس اکسیداتیو شد (۲۴). یکی از دلایل ناهمخوانی می‌تواند مربوط به آزمودنی‌های پژوهش باشد که در پژوهش لیزیو از آزمودنی‌های حیوانی استفاده شده بود. همچنین ممکن است یکی دیگر از دلایل ناهمخوانی نوع فعالیت باشد که در تحقیق لیزیو از تمرین نوارگردان اجباری برای انجام فعالیت تناوبی استفاده شده بود که به خودی‌خود منجر به افزایش استرس و گلوکوکورتیکوئیدها می‌شود و قرار گرفتن در معرض استرس باعث اختلال در تولید BDNF می‌شود (۲۲).

در مجموع با نگاهی به بررسی‌های انجام شده، به خوبی نشان داده شده است که متعاقب تمرینات ورزشی به‌ویژه تمرینات شدید، تولید BDNF افزایش می‌یابد. بنابراین نتایج این تحقیق با توجه به شدت بالای آن درباره افزایش مقادیر سرمی BDNF قابل‌توجیه است. در مورد تاثیر یک جلسه فعالیت در محیط گرم این پژوهش با پژوهش گوکینت و همکاران (۱۳) همراستا است. پژوهش گوکینت و همکاران به دنبال بررسی اثر گرما بر میزان ترشح BDNF متعاقب ۶۰ دقیقه تمرین تناوبی دوچرخه با شدت ۵۵ درصد توان بیشینه در دو دمای محیطی متفاوت، گرم (۳۰ درجه سانتی‌گراد) و طبیعی (۱۸ درجه سانتی‌گراد) و با ثبت دمای مرکزی بدن هر پنج دقیقه یکبار در طول فعالیت، نشان داد که دمای مرکزی بدن و BDNF سرمی در محیط گرم نسبت به محیط طبیعی افزایش بیشتری داشت. آن‌ها نتیجه گرفتند که غلظت BDNF محیطی طی ورزش با الگویی موازی با افزایش دمای مرکزی بدن، افزایش می‌یابد. همچنین پژوهش واتسون و همکاران نشان داد که با افزایش دمای مرکزی بدن، نفوذپذیری سد خونی-مغزی افزایش می‌یابد که منجر به افزایش مقادیر BDNF خون می‌شود (۲۵). دمای بدن در این پژوهش با استفاده از دماسنج دهانی در قبل و پس از تمرین اندازه‌گیری شد و نشان داد که بیشترین افزایش دما در گروه تمرین در محیط گرم ایجاد شد. بنابراین افزایش بیشتر BDNF در گروه تمرین در محیط گرم در این تحقیق را می‌توان توجیه کرد. با توجه به پاسخ‌های نسبتا بیشتر BDNF در محیط گرم، این احتمال می‌رفت که شاید این پاسخ‌های بیشتر بتواند سازگاری‌های بیشتری نیز ایجاد کند. یافته‌ها نشان داد دو هفته تمرین تناوبی با شدت بالا در محیط طبیعی و گرم افزایش معنادار سرمی BDNF را به همراه دارد اما این افزایش در دو محیط نسبت به همدیگر معنادار نبود.

نتایج حاصل از این پژوهش صرف نظر از عامل محیطی با پژوهش نیکولاس دری و همکاران همراستا است. آنها در پژوهش خود به بررسی تاثیر تمرین تناوبی بر مقادیر سرمی BDNF و عملکرد شناختی در آزمودنی‌های انسانی پرداختند. در این پژوهش ۱۱ مرد جوان سالم در یک برنامه ۶ هفته‌ای تمرین HIT نزدیک به شدت بیشینه شرکت کردند. آنها مشاهده کردند که سطوح BDNF سرمی با تمرین افزایش یافته و عملکرد شناختی بهتر می‌شود (۲۲). به‌تازگی برزگر و همکاران، بر اساس همین فرضیه تاثیر تمرین‌های مختلف ورزشی بر مقادیر عامل نوتروفیک مشتق شده از مغز موش‌های صحرایی را بررسی کردند. ۳۵ موش صحرایی به‌طور تصادفی به ۵ گروه کنترل، تمرین استقامتی، تمرین تناوبی شدید، تمرین پرشدت و تمرین برسطح شیب‌دار تقسیم شدند. مقادیر BDNF هیپوکامپ پس از ۸ هفته تمرین، در گروه تمرینی با فشار و شدت بالاتر (تمرین تناوبی شدید) نسبت به سایر گروه‌ها افزایش بیشتری داشت (۲۱). BDNF هم از هیپوکامپ و هم از برخی بافت‌های محیطی ترشح می‌شود و یک ارتباط دوطرفه بین BDNF هیپوکامپی و سرمی وجود دارد به‌طوری که BDNF سرم بازتابی از BDNF هیپوکامپ و برعکس است

(۵). بنابراین افزایش معناداری که در میزان BDNF گروه تمرین بعد از دو هفته فعالیت مشاهده شد، منطقی به نظر می‌رسد. اما پژوهشی در رابطه با تاثیر یک دوره تمرین در محیط گرم بر مقادیر سرمی عامل رشد عصبی پیدا نشد.

این پژوهش نشان داد که فعالیت تناوبی با شدت بالا در محیط گرم به نسبت همان فعالیت در محیط طبیعی در پاسخ و سازگاری، منجر به افزایش بیشتر BDNF شده است، هرچند این افزایش معنادار نبود اما به نوعی نشان‌دهنده اثرگذار بودن تمرین در محیط گرم در این پژوهش بود. افزایش دمای محیط تأثیرات قابل‌توجهی همچون تحریک و تجمع هورمون‌های استرسی، و به دنبال آن افزایش گلیکولیز بی‌هوازی، تجمع لاکتات (۱۲) و افزایش میزان خروجی BDNF از مغز می‌شود (۱۳) که همه این عوامل می‌توانند بر میزان ترشح BDNF اثر بگذارند. از طرف دیگر، انجام تمرینات در محیط گرم باعث افزایش میزان خروجی BDNF از مغز می‌شود (۱۳) از آنجاکه بیشترین افزایش دما در گروه تمرین در محیط گرم ایجاد شده بود، این موضوع تا حدی می‌تواند افزایش قابل‌توجه BDNF در گروه تمرین در محیط گرم در مقایسه با پیش‌آزمون و افزایش بیشتر نسبت به گروه تمرین در محیط طبیعی را توجیه کند. همچنین پژوهش واتسون و همکاران نشان داد که با افزایش دمای مرکزی بدن، نفوذپذیری سد خونی-مغزی افزایش می‌یابد که منجر به افزایش مقادیر BDNF خون می‌شود (۲۵) بنابراین افزایش بیشتر BDNF در گروه تمرین در محیط گرم قابل‌توجیه است. و همان‌طور که گفته شد یک ارتباط دوطرفه بین BDNF هیپوکامپی و سرمی وجود دارد به‌طوری که BDNF سرم بازتابی از BDNF هیپوکامپ و بالعکس است (۵).

در مجموع نگاهی به بررسی‌های انجام شده به خوبی نشان می‌دهد که متعاقب تمرینات ورزشی به‌ویژه تمرینات شدید، تولید BDNF افزایش می‌یابد. علاوه بر این نفوذپذیری سد خونی-مغزی با فعالیت در گرما افزایش یافته و منجر به رهایش بیشتر BDNF در خون و افزایش سطوح سرمی آن می‌شود. دو هفته فعالیت تناوبی شدید در محیط طبیعی و گرم تاثیر معناداری بر مقادیر سرمی BDNF مردان سالم داشت اما این افزایش در دو دمای محیط نسبت به همدیگر معنادار نبود. به‌نظر می‌رسد از دلایل احتمالی این یافته کوتاه بودن دوره تمرین و شادابی بیشتر آزمودنی‌های گروه محیط طبیعی باشد که منجر به افزایش ترشح درون‌گروهی BDNF در این گروه می‌شود (۲۶). از آنجاکه پژوهش‌های بسیار اندکی درباره تاثیر تمرینات تناوبی و دمای محیط بر سطوح عامل رشد عصبی انجام شده است، قضاوت درباره تاثیر تمرینات تناوبی و گرما بر این عامل نیاز به بررسی بیشتری است.

تشکر و قدردانی

نویسندگان این پژوهش مراتب سپاس و قدردانی خود را از همکاری دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی دانشگاه خوارزمی ابراز می‌دارند.

پی‌نوشت‌ها

[1] BDNF
[2] TrkB
[3] Blood-brain barrier
[4] Central nervous system
[5] High intensity interval training
[6] Bartlet
[7] ELISA
[8] Boster Biological

منابع

1. Duman RS .Synaptic plasticity and mood disorders. Molecular psychiatry. 2002; ۷Suppl 1:S29-34.

2. Nakagawa T, Tsuchida A, Itakura Y, Nonomura T, Ono M, Hirota F, et al. Brain-derived neurotrophic factor regulates glucose

metabolism by modulating energy balance in diabetic mice. Diabetes. 2000; 49(3): 436-44.

3. Ernfors P, Kucera J, Lee K, Loring J, Jaenisch R. Studies on the physiological role of brain-derived neurotrophic factor and neurotrophin-۳in knockout mice. The International journal of developmental biology. 1995; 39(5): 799-627.

4. Pan W, Banks WA, Fasold MB, Bluth J, Kastin AJ. Transport of brain-derived neurotrophic factor across the blood-brain barrier. Neuropharmacology. 1998; 37(12): 61-1553.

5. Karege F, Schwald M, Cisse M. Postnatal developmental profile of brain-derived neurotrophic factor in rat brain and platelets. Neuroscience letters. 2002; 328(3): 4-261.

6. Smith MA, Makino S, Kvetnansky R, Post RM. Effects of stress on neurotrophic factor expression in the rat brain. Annals of the New York Academy of Sciences. 1995; 9: 771-234.

7. Kramer AF, Hahn S, Cohen NJ, Banich MT, McAuley E, Harrison CR, et al. Ageing, fitness and neurocognitive function. Nature. 1999; 400(6743): 9-418.

8. Vaynman S, Gomez-Pinilla F. Revenge of the "sit": how lifestyle impacts neuronal and cognitive health through molecular systems that interface energy metabolism with neuronal plasticity. Journal of neuroscience research. 2006; 84(4): 715-699.

9. Schmolesky MT, Webb DL, Hansen RA. The effects of aerobic exercise intensity and duration on levels of brain-derived neurotrophic factor in healthy men. Journal of sports science & medicine. 2013; 12(3): 11-522.

10. Ferris LT, Williams JS, Shen C-L. The effect of acute exercise on serum brain-derived neurotrophic factor levels and cognitive function. Medicine and science in sports and exercise. 2007; 39(4): 34-728.

11. Soya H, Nakamura T, Deocaris CC, Kimpara A, Iimura M, Fujikawa T, et al. BDNF induction with mild exercise in the rat hippocampus. Biochemical and biophysical research communications. 2007; 358(4): 961-967.

12. Satarifard S, Gaeini A, Choobineh C. Changes in Blood Cortisol and Lactate Levels in Athletes after One Exercise Session in Cold, Warm and Natural Environments. Iranian Journal of Endocrinology & Metabolism. 2012; 14(2): 169-177.

13. Goekint M, Roelands B, Heyman E, Njemini R, Meeusen R. Influence of citalopram and environmental temperature on exercise-induced changes in BDNF. Neuroscience letters. 2011; 494(2): 150-40.

14. Trost SG, Owen N, Bauman AE ,Sallis JF, Brown W. Correlates of adults' participation in physical activity: review and update. Medicine & Science in Sports & Exercise2002.; 12: 1996-2001.

15. Godin G, Desharnais R, Valois P, Lepage L, Jobin J, Bradet R. Differences in perceived barriers to exercise between high and low intenders: observations among different populations. American Journal of Health Promotion1994. ; 8(4): 385-279.

16. Gibala MJ, McGee SL. Metabolic adaptations to short-term high-intensity interval training: a little pain for a lot of gain? Exercise and sport sciences reviews. 2008; 36(2): 63-58.

17. Laursen PB .Training for intense exercise performance: high-intensity or high-volume training? Scandinavian journal of medicine & science in sports. 2010; 20(1): 10-2.

18. Little JP, Safdar A, Wilkin GP, Tarnopolsky MA, Gibala MJ. A practical model of low-volume high-intensity interval training induces

mitochondrial biogenesis in human skeletal muscle: potential mechanisms. The Journal of physiology. 2010; 588(6): 22-1011.

19. Babak F, Gharakhanlou R, Bayati M, Aghaalinezhad H, Mohebbi F. Effect of intensity interval training on aerobic, anaerobic and hematological performance indices on athletes. Sport and Exercise physiology. 1390; 16(9): 25-40.

20. Bartlett JD, Close GL, MacLaren DP, Gregson W, Drust B, Morton JP. High-intensity interval running is perceived to be more enjoyable than moderate-intensity continuous exercise: implications for exercise adherence. Journal of sports sciences. 2011; 29(6): 53-547.

21. Barzegar H, Vasdi E, Borjianfard M. The effects of different exercise training on Brain-derived neutrophic factor in rats. Journal of Tehran biological sciences. 1394; 6(23): 1-9.

22. Déry N, Pilgrim M, Gibala M, Gillen J , Wojtowicz JM, MacQueen G, et al. Adult hippocampal neurogenesis reduces memory interference in humans: opposing effects of aerobic exercise and depression. Frontiers in neuroscience. 2013; 7(14): 7-56.

23. Schmidt-Kassow M, Schädle S ,Otterbein S, Thiel C, Doehring A, Lötsch J, et al. Kinetics of serum brain-derived neurotrophic factor following low-intensity versus high-intensity exercise in men and women. Neuroreport. 2012; 23(15): 889-701.

24. De Lisio M, Phan N, Boreham DR, Parise G. Exercise-induced protection of bone marrow cells following exposure to radiation. Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism. 2010; 36(1): 7-80.

25. Watson P, Shirreffs SM, Maughan RJ. Blood-brain barrier integrity may be threatened by exercise in a warm environment. American Journal of Physiology-Regulatory, Integrative and Comparative Physiology. 2005; 288(6): 1689-94.

26. Garcia C, Chen M, Garza A, Cotman C, Russo-Neustadt A. The influence of specific noradrenergic and serotonergic lesions on the expression of hippocampal brain-derived neurotrophic factor transcripts following voluntary physical activity. Neuroscience. 2003; 119(3): 32-721.

Shahid Beheshti University

Sport and Exercise Physiology

Spring & Summer 2018/ No.1/ Vol. 11/ Pages: 1-12

Acute and chronic effect of high-intensity interval training in nutral and hot environment on serum BDNF levels in healthy men

Elnaz Taherirad*, Hamid Rajabi

Faculty of Physical Education and Sport Science, Kharazmi University, Tehran, Iran

Received: 17/6/2015 Revised: 3/8/2016 Accepted: 25/9/2016

Purpose: The purpose of this study was to determine the effect of high intensity interval training in temperate and warm environment on serum BDNF in healthy men.

Methods: In this research, 24 healthy male students according to vVo_2max estimation divided to 3 groups, training in the warm environment (n=8), training in the temperate environment (n=8) and control (n=8) categorized as matched. Subjects of experimental group were trained 12 sessions for two weeks. Each session included 5 set of 150 seconds running on treadmill with %85-90 of vVo_2max with 150 seconds active recovery between each set with 50 percent of vVo_2max. Serum BDNF was assessed using ELISA kits and the data were analyzed by one-way ANOVA.

Results: The results show that one session high intensity interval activity in warm (p=0.018) and temperate (p=0.045) environment induce significant increment in serum BDNF, However between training group, significant difference was not observed (p=0.262). Furthermore two weeks of high intensity interval training in warm (p=0.001) and temperate (p=0.012) environment resulted in significant increment in serum BDNF, also two weeks of training on the level of BDNF not produce significant difference between training and control groups (p=0.267).

Conclusions: It seems that high intensity interval training regardless of whether in temperate or warm environment increases the level of BDNF.

Keywords: High intensity interval training, Environment temperature, Brain derived neurotrophic factor, VO_2max.

* Corresponding Author: Elnaz Taherirad. Tel: 09398252967. E-Mail: bahart2012@yahoo.com