تاثیر چهار هفته تمرین پلیومتریک بر غلظت سرمی فاکتور نروتروفیک مشتق از مغز مردان فعال

ضیاء فلاح محمدی[۱]، حسین نظری[۲]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۱/۱۰/۲۵ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۲/۰۱/۲۴

چکیده

هدف از این تحقیق بررسی تاثیر چهار هفته تمرین پلیومتریک بر غلظت سرمی فاکتور نروتروفیک مشتق از مغز(BDNF)، دانشجویان پسر رشته تربیت بدنی بود. در این مطالعه نیمه تجربی۱۴دانشجوی پسر رشته تربیت‌بدنی که از سلامت کامل جسمانی برخوردار بودند به طور تصادفی به دو گروه تمرین پلیومتریک (سن ۱/۳۴±۲۲/۱۴، قد ۳/۸۹ ± ۱۷۲/۱۴، وزن ۸/۷۷ ± ۶۳/۴۲ و شاخص توده بدنی۲/۷۷ ± ۲۱/۴۲) و کنترل (سن ۲/۵۴ ± ۲۳/۸۵، قد ۷/۱۱ ± ۱۷۸/۵۷، وزن ۴/۵۳± ۷۱/۷۱ و شاخص توده بدنی۱/۹۰±۲۲/۶۰) تقسیم شدند. آزمودنی های گروه تمرین به مدت ۴ هفته تمرینات پلیومتریک شامل (جست سرعتی، جست قدرتی، پرش قیچی، پرش زانو بالا، لی لی از پهلو، لی‌لی مورب و پرش روی جعبه) را انجام دادند. خونگیری از افراد پیش و پس از برنامه تمرینات به منظور اندازه گیری فاکتور نروترفیک مشتق از مغز در حالت ناشتا به عمل آمد. سطوح BDNF با استفاده از کیت آزمایشگاهی و روش الایزا اندازه گیری شد. همچنین از دستگاه ارگوجامپ برای اندازه گیری پرش عمودی استفاده شد. از آزمون t همبسته برای بررسی تفاوت های درون گروهی استفاده شد و سطح معناداری P<۰/۰۵ در نظر گرفته شد. سطوح سرمیBDNF پس از ۴ هفته تمرین پلیومتریک تغییر معناداری نشان نداد (P=۰/۸۱۲). اما پرش عمودی تغییر معناداری پیدا کرد (P=۰/۰۰۷). به نظر می رسد شدت و مدت تمرینات در حدی نبوده است که بتواند سطوح سرمی BDNF را تغییر دهد.

واژگان کلیدی: BDNF، پلیومتریک، مردان فعال.

۱. دانشیار دانشگاه مازندران (نویسندهٔ مسئول) Email: ziafalm@yahoo.com
۲. کارشناس ارشد دانشگاه مازندران

مقدمه

شواهد زیادی نشان می‌دهند شرکت در فعالیت بدنی و ورزش سبب سازگاری های نوروبیولوژیکی می‌شود که موجب کاهش اختلالات نورونی و بهبود عملکرد شناختی می‌گردد (۱،۲). گمان می‌رود که عوامل رشد مختلف واسطه آثار حفاظت عصبی ناشی از ورزش باشند. یکی از این عوامل رشد، فاکتور نروتروفیک مشتق از مغز[1] (BDNF) است که نوروژنز را القاء و از سلول‌های عصبی در برابر تحلیل عصبی حفاظت می‌کند و شکل‌گیری عصبی را به طور مثبت تحت تأثیر قرار می‌دهد. در حالی که غلظت پایین BDNF می‌تواند خطر پاتولوژی های نورونی شامل افسردگی شدید و آلزایمر را افزایش دهد (۳). BDNF در پلاسما، سرم و پلاکت ها وجود دارد. پلاکت‌ها آن را ذخیره و سپس به درون پلاسما رها می‌کنند. از این رو همبستگی مثبتی بین مقدار پلاکت‌ها و BDNF وجود دارد (۴). سلول های اندوتلیال عروق و سلول های تک هسته‌ای گردش خون آن را تولید می‌کنند. BDNF می‌تواند از سد خون - مغز عبور کند و در هر دو جهت (از مغز به خون و از خون به مغز) حرکت نماید. همبستگی مثبتی بین سطوح BDNF در مغز و سرم مطرح شده است. بنابراین سطوح خونی آن می‌تواند بازتاب سطوح مغزی و بر عکس باشد (۵). تاکنون مطالعات بسیاری اثر فعالیت‌های ورزشی را بر روی سطوح BDNF مورد بررسی قرار داده اند. در رابطه با آثار تمرینات ورزشی روی BDNF خون آزمودنی‌های انسانی در زمان استراحت شواهد متناقضی وجود دارد. برخی از مطالعات گزارش کرده اند که تمرینات استقامتی سطوح پایه BDNF پلاسما را افزایش می‌دهد، در حالی که سایرین گزارش کرده‌اند که هیچیک از تمرینات مقاومتی و استقامتی سطح پایه BDNF گردش خون را تغییر نمی‌دهد (۳). نشان داده شد که ۳۰ دقیقه تمرین ورزشی ملایم (روی چرخ کارسنج) BDNF را افزایش داد. افزایش در BDNF هنگام اجرای آزمون رمپ تا واماندگی مشاهده شد و حجم افزایش آن بستگی به شدت ورزش داشت (۶). در جایی دیگر بیان شد تمرینات کوتاه مدت با شدت متوسط موجب افزایش موقتی در سطوح BDNF می‌شود (۷). همچنین سبک های زندگی سالم در آزمودنی های انسانی سبب افزایش BDNF سرم آزمودنی‌های جوان شد (۸). نوفوجی و همکاران[2] (۲۰۰۸) پیشنهاد نمودند فعالیت‌های بدنی بر سطوح BDNF سرم موثر است و شاید رابطه معکوسی بین غلظت BDNF سرم و فعالیت روزانه وجود داشته باشد. در این تحقیق سطوح BDNF سرم در مردان تمرین کرده که در فعالیت ورزشی منظم شرکت کردند با آزمودنی‌های بی‌تحرک مقایسه شد. سطوح فعالیت بدنی همچون هزینه انرژی کل، هزینه

1. Brain derived nerotrophic factor
2. Nofuji, et al

انرژی وابسته به حرکت و تعداد گام‌زدن در تمرین کرده‌ها به طور معناداری نسبت به افراد بی-تحرک بالاتر بود. سطوح BDNF سرم در مردان تمرین کرده نسبت به افراد بی‌تحرک پایین‌تر بود. سطوح BDNF سرم یک همبستگی منفی معنادار با هزینه انرژی کلی روزانه، هزینه انرژی وابسته به حرکت و تعداد گام برداری نشان داد. نتایج این تحقیق پیشنهاد کرد عادت به ورزش سطح BDNF سرم را کاهش می‌دهد (۹). همچنین تانگ و همکاران[1] (۲۰۰۸) بیان کردند ۱۵ دقیقه پیاده روی سبب افزایش کوتاه مدت در سطوح BDNF سرم می شود (۱۰). با آن‌که آثار فعالیت‌های ورزشی هوازی با شدت متوسط و زیاد روی BDNF خون تشریح شده است اطلاعات اندکی در باره اثر تمرینات مقاومتی روی BDNF گزارش شده است. در رابطه با آثار تمرینات مقاومتی مطالعات صورت گرفته نتایج گوناگونی را گزارش کرده‌اند. تمرینات مقاومتی یک محرک قوی برای رهایی انواع نورواندوکرین و عوامل رشد از انواع بافت‌های بدن به شمار می‌آید (۳). مطالعاتی که آثار تمرینات مقاومتی بر BDNF سرم را بررسی کرده اند (۱۱) هیچ-کدام افزایش مقادیر BDNF را در آزمودنی‌های میان سال و جوان گزارش نکرده اند. ۱۰ هفته تمرین مقاومتی تأثیر معناداری بر سطوح BDNF سرم آزمودنی‌های کم‌تحرک در مقایسه با گروه کنترل نداشت (۱۲). همچنین یک جلسه تمرین مقاومتی نیز غلظت BDNF را تحت تأثیر قرار نداد (۱۳). در مقابل، مطالعه دیگر نشان داد تمرینات مقاومتی موجب افزایش معنادار اما موقتی BDNF خون شد و تمرینات مقاومتی پیشرونده این پاسخ را تقویت کرد (۳). تمرینات پلیومتریک نوعی از تمرینات مقاومتی به شمار می‌روند که شامل انقباضات برونگرا و درونگرا با استفاده از چرخه کشش-کوتاه شدن می باشند. انقباضات برونگرا که در حرکات پلیومتریک مشاهده می شوند باعث آسیب عضلانی در انسان و مدل‌های حیوانی می شود. این آسیب عضلانی منجر به کاهش برون داد توان و دامنه حرکتی عضله آسیب دیده می شود و ادم برای چند روز در طول بازیافت بعد از تمرین باقی می ماند. همچنین ۲۰٪ تا ۶۰٪ کاهش قدرت بعد از یک پروتکل تمرینی آسیب‌زا که شامل فعالیت برونگرا است در مقایسه با تمرینات استقامتی ساده نشان داده شده است (۱۴). همان‌گونه که ذکر شد پژوهش‌های انجام شده قبلی آثار تمرینات مقاومتی و استقامتی روی BDNF را مورد بررسی قرار داده اند. اما در این میان مطالعه‌ای که به بررسی اثرات تمرین پلیومتریک بر غلظت سرمی BDNF پرداخته باشد، یافت نشده است. لذا هدف از پژوهش حاضر بررسی اثرات ۴ هفته تمرین پلیومتریک بر غلظت سرمی BDNF دانشجویان مرد فعال بود.

---

1. Tang et al

روش پژوهش

آزمودنی‌های تحقیق حاضر را ۱۴ نفر از دانشجویان مرد رشته تربیت‌بدنی دانشگاه مازندران تشکیل دادند که به طور داوطلبانه در مطالعه شرکت کردند و از سلامت کامل جسمانی برخوردار بودند. پس از بیان انتظارات محقق از آزمودنی‌ها در طی دوره پژوهش و ارائه توصیه-های لازم، طرح مطالعاتی و خطرات و منافع بالقوه آن قبل از شروع طرح برای هر آزمودنی تشریح و فرم رضایت آگاهانه تکمیل و به امضای آنها رسید. سپس آزمودنی ها به طور تصادفی به دو گروه تمرین و کنترل تقسیم شدند. یک هفته قبل از اجرای برنامه تمرینات، آزمودنی ها با مراحل اجرای تحقیق آشنا شدند. آنگاه اطلاعات عمومی و بدنی آزمودنی ها شامل سنجش قد، وزن و شاخص توده بدن اندازه گیری و ثبت شد. پرش عمودی آزمودنی ها با استفاده از دستگاه ارگوجامپ (NEWTEST، فنلاند) اندازه گیری شد. هر آزمودنی سه بار پرش را اجرا کرد و بهترین اجرا ثبت شد.

برنامه تمرینات و نحوه اجرای آن: پس از دو هفته دوره آشنایی و آموزش تکنیک‌های اجرایی، برنامه تمرینی آزمودنی ها شامل تمرینات پیشرونده پلیومتریک، به صورت دو روز در هفته اجرا شد. این تمرینات به نحوی بود که بین جلسات ۷۲ ساعت فاصله استراحت وجود داشت. در هر جلسه ابتدا ۱۰ دقیقه دوی نرم و حرکات کششی جهت گرم‌کردن اجرا شد. سپس برنامه اصلی (شامل جست سرعتی، جست قدرتی، پرش قیچی، پرش زانو بالا، لی لی از پهلو، لی‌لی مورب و پرش روی جعبه) به اجرا در آمد. بر اساس روش شناسی تمرین هر حرکت در دو یا سه دوره و با ۶ تا ۱۲ تکرار اجرا شد که در طول برنامه تمرینات به صورت هفتگی تعداد دوره ها یا تعداد حرکات افزایش یافت تا اصل اضافه بار رعایت شود. در پایان هر جلسه تمرین ۵ دقیقه به سرد کردن اختصاص داده شد. کلیه جلسات تمرین در ساعات عصر و تحت نظر محقق و دستیاران در زمین چمن فوتبال دانشگاه اجرا گردید.

نحوه خون گیری و تجزیه و تحلیل شاخص های خونی: نمونه‌های خون در مرحله پیش (پایه) و پس‌آزمون (به دنبال ۴ هفته تمرین) برای تعیین غلظت BDNF سرم به دنبال ۱۲ساعت ناشتایی شبانه از ورید آنتی‌کوبیتال جمع آوری شد. نمونه‌های خون وریدی در حالت استراحت آزمودنی (حداقل ۴۸ ساعت پس از فعالیت‌بدنی) گرفته شد. به درون لوله‌های سرمی از پیش سرد شده ریخته و اجازه داده شد تا به مدت یک ساعت در دمای اتاق لخته شود. سپس این نمونه‌ها در ۱۳۰۰ g به مدت ۱۲ دقیقه و دمای ۴ درجه سانتیگراد سانتریفیوژ شد. سرم بدست آمده در لوله‌های اپندورف تخلیه و در دمای۸۰- درجه سانتیگراد تا زمان تجزیه و تحلیل ذخیره شد. از روش آنزیم لینک ایمونواسی (ELISA) و با استفاده از کیت های مخصوص نمونه

های انسانی بر اساس دستور کارخانه سازنده (BOSTER BIOLOGICAL TECHNOLOGY، چین) با ضریب پراکندگی و حساسیت روش ۲pg/ml> اندازه‌گیری ها انجام شد.

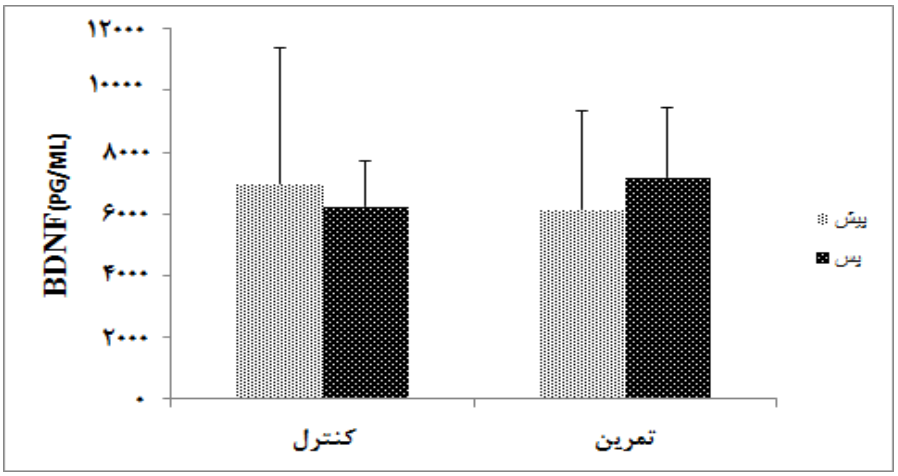
روش‌های آماری: داده ها به صورت میانگین و انحراف‌معیار ارائه شده‌اند. با توجه به طبیعی‌بودن توزیع داده ها بر اساس آزمون کلموگروف-اسمیرنوف، برای مقایسه میانگین اختلاف پیش آزمون و پس آزمون در هر گروه از آزمون t همبسته استفاده شد. همچنین برای بررسی تفاوت بین گروه ها از آزمون t مستقل (تفاضل پیش آزمون و پس آزمون گروهها) استفاده شد. محاسبه‌ها با استفاده از نرم افزار آماری SPSS نسخه۱۸ انجام و سطح معناداری آزمون‌ها ۰/۰۵ >P در نظر گرفته شد.

نتایج

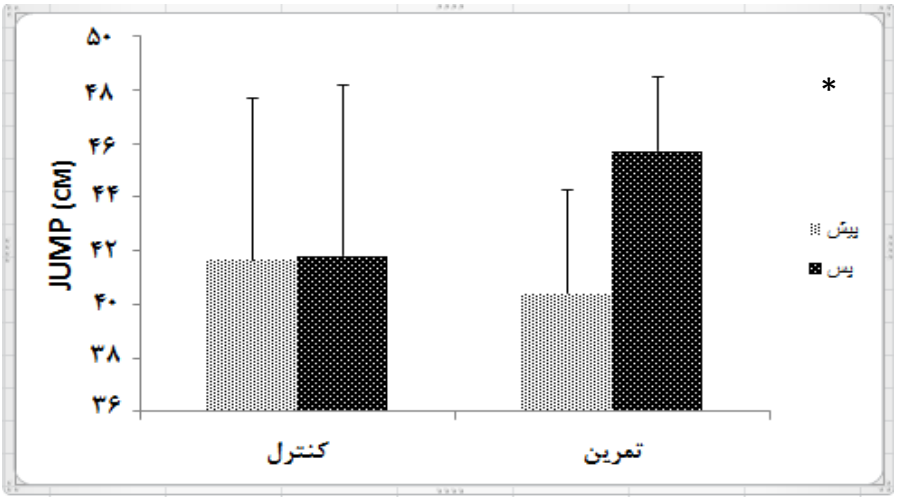
میانگین و انحراف‌معیار وزن و BMI گروه تمرین و کنترل قبل از شروع و بعد از پایان تحقیق در جدول۱ ارائه شده است. همان طور که در جدول می‌توان مشاهده کرد مقادیر وزن و BMI دو گروه قبل و پس از دوره تمرینات تغییر قابل توجهی نشان نمی‌دهد. میانگین BDNF سرم گروه تمرین و کنترل در شکل ۱ ارائه شده است. مقدار BDNF گروه تمرین از ۳۱۹۰ ± ۶۱۵۸ pg/ml در مرحله پیش از شروع تمرینات به ۲۲۴۵±۷۱۸۱pg/ml در پایان دوره افزایش یافت. اما آزمون t همبسته نشان داد که این افزایش معنادار نبود (P=۰/۸۱۲). مقادیر این پروتئین در گروه کنترل با کاهش همراه بود (از ۴۳۵۸ ± ۶۹۹۷ در پیش‌آزمون به ۱۵۰۰± ۶۲۳۲ pg/ml در پس‌آزمون) که داده های آزمون درون گروهی نشان دهنده معنادار نبودن نتایج بود. از سوی دیگر مقایسه تفاوت میانگین های دو گروه در مراحل پیش و پس آزمون نشان داد تفاوت معناداری در مقادیر BDNF دو گروه وجود ندارد (P=۰/۶۵۲). همچنین میانگین پرش عمودی گروه تمرین و کنترل در شکل ۲ ارائه شده است. مقدار پرش عمودی گروه تمرین از ۳/۸۶±۴۰/۴۲ سانتیمتر در مرحله پیش از شروع تمرینات به ۲/۷۵±۴۵/۷۱ سانتیمتر در پایان دوره افزایش یافت. نتایج آزمون t همبسته نشان داد ۴هفته تمرین پلیومتریک سبب افزایش معنادار پرش عمودی شد (P=۰/۰۰۷). اما نتایج این آزمون در رابطه با گروه کنترل (از ۶/۰۵±۴۱/۶۶ در پیش آزمون به ۶/۳۳±۴۱/۸۳ سانتیمتر در پس آزمون) نشان داد پرش عمودی نسبت به مرحله پیش آزمون تغییر معناداری نداشت. اما مقایسه میانگین های دو گروه نشان دهنده تفاوت معنادار بین آنها بود (P=۰/۰۰۵).

جدول۱. میانگین وزن و BMI گروه تمرین و کنترل قبل و بعد از دوره تمرینات

گروه ها	سن	قد	وزن		BMI	
			قبل	پس	قبل	پس
تمرین	۲۲/۱۴±۱/۳۴	۱۷۲/۱۴±۳/۸۹	۶۳/۸۵±۹/۲۰	۶۳/۴۲±۸,۷۷	۲۱/۳۹±۳/۰۶	۲۱/۴۲±۲/۷۷
کنترل	۲۳/۸۵±۲/۵۴	۱۷۸/۵۷±۷/۱۱	۷۱/۴۲±۴/۵	۷۱/۷۱±۴/۵۳	۲۲/۴۷±۱/۷۸	۲۲/۶۰±۱/۹۰



شکل۱. مقادیر BDNF گروه‌های کنترل و تمرین پلیومتریک پیش و پس از دوره



شکل۲. مقادیر پرش عمودی گروه‌های کنترل و تمرین پلیومتریک پیش و پس از دوره

* تفاوت معنی‌دار با گروه کنترل (P<۰/۰۵)

بحث ونتیجه گیری

هدف از این تحقیق بررسی تاثیر چهار هفته تمرین منظم پلیومتریک بر غلظت سرمی فاکتور نروتروفیک مشتق از مغز دانشجویان مرد رشته تربیت بدنی بود. بر اساس جستجوی نویسندگان، مطالعه حاضر اولین تحقیقی است که تأثیر تمرینات از نوع پلیومتریک را روی پاسخ BDNF آزمودنی‌های انسانی بررسی نموده است. داده های این تحقیق نشان می‌دهد اجرای برنامه تمرینات پلیومتریک BDNF سرم را افزایش داد اما این افزایش معنادار نبود. تاکنون تأثیر تمرینات از نوع مقاومتی روی BDNF آزمودنی‌های انسانی تنها در چند مطالعه محدود مورد بررسی قرار گرفته است. در یکی از این پژوهش‌ها شیفر و همکاران[1] (۲۰۰۹) روی ۲۷ دانشجوی سالم برنامه تمرینات مقاومتی را به مدت ۱۲ هفته اجرا کردند. نتایج نشان دهنده عدم تغییر معنادار سطوح پایه BDNF بود (۱۱). جوایکنت و همکاران[2](۲۰۱۰) با این فرض که تمرینات منظم مقاومتی می تواند روی پاسخ حاد BDNF به یک جلسه تمرین مقاومتی تأثیر بگذارد، اثر تمرینات مقاومتی منظم (ده هفته‌ای) بر غلظت سرمی BDNF را مورد مطالعه قرار دادند. محققین در پایان تغییر معناداری در غلظت سرمی BDNF مشاهده نکردند (۱۲). در توجیه این نتایج، جوایکنت و همکاران پایین بودن شدت و نیز کوتاه بودن طول مدت تمرینات را عامل عدم تغییر سطح BDNF معرفی کردند. به نظر می رسد محرک تمرینی باید از یک آستانه شدت و مدت لازم برخوردار باشد تا بتواند افزایش غلظت BDNF را به دنبال داشته باشد. در تحقیق دیگر کاریا و همکاران[3] (۲۰۱۰) به بررسی اثر تمرینات مقاومتی حاد و مقایسه مشارکت جرم عضلانی کوچک و بزرگ بر غلظت سرمی BDNF پرداختند. آزمودنی‌ها حرکات برونگرا و درونگرای عضلانی (انقباضات ایزوکینتیک) زانو و آرنج را در دو روز متوالی انجام دادند. در پایان، اندازه‌گیری ها تغییر معناداری را در غلظت سرمی BDNF نشان نداد (۱۳). در نتیجه وی پیشنهاد کرد نوع برنامه ورزشی می تواند یک عامل تعیین کننده در تغییر BDNF گردش خون باشد. یارو و همکاران[4] (۲۰۱۰) بیست مرد دانشگاهی تمرین نکرده سالم را در یک برنامه تمرینات مقاومتی سنتی و یا تمرینات مقاومتی فزاینده برونگرا مورد مطالعه قرار دادند. در پایان نشان داده شد که تمرینات مقاومتی حاد موجب افزایش موقتی BDNF گردش خون می شود و اجرای تمرینات منظم مقاومتی این

1. Schiffer et al
2. Goekint et al
3. Correia et al
4. Yarrow et al

پاسخ را تقویت می‌کند، اما تأثیری بر سطوح استراحتی BDNF ندارد. همچنین، این پاسخ ارتباطی با نوع انقباضات برونگرا یا درونگرای عضلانی ندارد (۳). در مطالعه حاضر یک دوره تمرینات پلیومتریک به مدت ۴ هفته روی مردان فعال و سالم دانشجو به اجرا در آمد. از آنجایی که برخی از گزارشات با استفاده از آزمودنی های انسانی سالم پیشنهاد کرده اند که بزرگی پاسخ های گردش خون به ورزش بستگی به اندازه جرم عضلات فعال دارد (۱۳)، این برنامه شامل حرکات پرش، جست، و لی لی بود که با گروه های عضلات بزرگ اندام تحتانی بدن به اجرا در آمد. این حرکات در زمان های بسیار کوتاه و با فاصله استراحت نسبتاً طولانی اجرا شدند. شاید به همین دلیل محرک تمرینی برای تولید پاسخ BDNF کافی نبوده است. شاید با افزایش طول دوره تمرینات، یا با افزایش تعداد حرکات پرشی در هر جلسه با هدف افزایش شدت فعالیت، بتوان به آستانه لازم برای تحریک پاسخ BDNF دست یافت. مطالعات نشان داده اند BDNF در عضلات اسکلتی نیز تولید می شود اما نمی‌تواند از آن خارج شود و وارد گردش خون شود (۱۵). در نتیجه بخش اعظم مقادیر BDNF گردش خون سهم مغز است (۱۳)، بنابراین به نظر می‌رسد در ورزش‌های مقاومتی که فشارهای عضلانی زیادی اعمال می‌شود اما میزان اکسیژن مصرفی در مقایسه با تمرینات هوازی و استقامتی پایین‌تر است، می‌توان انتظار داشت تولید BDNF توسط واحدهای حرکتی ،که در این نوع تمرینات با وسعت بیشتری فراخوانده می‌شوند، در بستر عضلانی بالاتر باشد. در نتیجه اندازه‌گیری BDNF در تارهای عضلانی و نه در گردش خون به دنبال تمرینات مقاومتی شاید نتایج متفاوتی به همراه داشته باشد. گزارش‌ها نشان داده‌اند محرک‌های مختلف تمرینی شامل شدت، مدت و نوع فعالیت سطوح BDNF را تحت تأثیر قرار می‌دهند. پروتکل‌های ورزشی با شدت متوسط یا زیاد نشان داده اند که سطوح BDNF را در خون افزایش می‌دهند. BDNF سرم پس از اجرای ورزش با شدت پایین ،۲۰٪ زیر آستانه تهویه ای، افزایش معناداری نشان نداد اما پس از ۳۰ دقیقه تمرین شدید ،۱۰٪ بالای آستانه تهویه ای، زیاد شد. همچنین مدت تمرین از عوامل اثر گذار بر سطح BDNF سرم می‌باشد. در مطالعه میرزایی و همکاران ۳۰ دقیقه تمرین استقامتی با شدت متوسط تأثیر معناداری بر سطوح BDNF خون نداشت اما ۶۰ دقیقه تمرین با همان شدت موجب افزایش معنادار سطوح این پروتئین گردید (۱۶). بنابراین میزان کوشش بدنی در خلال برنامه ورزشی یک عامل مهم برای تغییر سطوح BDNF خون است.

۴هفته تمرین پلیومتریک تأثیر معناداری بر سطوح سرمیBDNF افراد فعال نداشت. از دلایل احتمالی این یافته می توان به کوتاه بودن دوره تمرینی، و شدت پایین تمرینات اشاره کرد. تحقیقات آتی می‌توانند آثار تمرینات پلیومتریک شدید روی غلظت BDNF را مورد بررسی قرار

دهند.

منابع

1. Griffin, E.; Foley, C.; Mullally, S.; O' Mara, S.; Kelly, A. (2007). The effect of acute exercise on hippocampal based learning and serum growth factor concentration in sedentary young men .Behavioural pharmacology 135, 96–104.
2. O'Callaghan, RM.; Kelly, AM. (2007). The effect of acute exercise on hippocampal function in young and aged male wistar rats. Behavioural Brain Research 176 (2007) 362–6.
3. Yarrow, J.F, White, L.J, McCoy, S.C, Borst, S.E. (2010). Training augments resistance exercise induced elevation of circulating brain derived neurotrophic factor (BDNF). Neurosci Lett, 479(2):161-5.
4. Lommatzsch, M, Zingler, D, Schuhbaeck, K, Schloetcke, K, Zingler, C, Schuff-Werner P, et al. (2005) The impact of age, weight and gender on BDNF levels in human platelets and plasma. Neurobiol Aging, 26(1):115-23.
5. Ploughman, M, Granter-Button, S, Chernenko, G, Tucker, B.A, Mearow, KM, Corbett D. (2005). Endurance exercise regimens induce differential effects on brain-derived neurotrophic factor, synapsin-I and insulin-like growth factor I after focal ischemia. Neuroscience, 136(4):991-1001.
6. Zoladz, J.A, 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. J Physiol Pharmacol, 7:119-32.
7. Rojas-Vega, SH.; Strüder, K.; Wahrmann, BV.; Schmidt, A.; Bloch, W.; Hollmann, W. (2006). Acute BDNF and cortisol response to low intensity exercise and following ramp incremental exercise to exhaustion in humans, BrainRes. 1121 (1) 59–65.
8. Chan, KL.; Tong, KY.; Yip, SP. (2008). Relationship of serum brain-derived neurotrophic factor (BDNF) and health-related lifestyle in healthy human subjects, Neurosci. Lett. 447 124–8.
9. Nofuji, Y, Suwa, M, Moriyama, Y, Nakano, H, Ichimiya, A, Nishichi, R, et al. (2008). Decreased serum-brain derived neurotrophic factor in trained men. Neurosci Lett. 23;437(1):29-32.
10. Tang, SW.; Chu E, Hui, T.; Helmeste, D.; Law, C. (2008). Influence of exercise on serum brain derived neurotrophic factor concentrations in healthy human subjects, Neurosci. Lett. 431 62–5.
11. Schiffer, T, Schulte, S, Hollmann, W, Bloch, W, Strüder, H.K. (2009). Effects of strength and endurance training on brain-derived neurotrophic factor and insulin-like growth factor 1 in humans. Horm Metab Res, 41(3):250-4.

12. Goekint, M, DePauw, K, Roelands, B, Njemini, R, Bautmans, I, Mets, T, et al. (2010). Strength training does not inXuence serum brain-derived neurotrophic factor. Eur J Appl Physiol, 110(2):285-93.

13. Correia, P.R, Pansani, A, Machado, F, Andrade, M, Silva, A.C, Scorza, F.A, et al. (2010). Acute strength exercise and the involvement of small or large muscle mass on plasma brain-derived neurotrophic factor levels. Clinics (Sao Paulo), 65(11):1123-6.

14. Chatzinikolaou, A, Fatouros, I.G, Gourgoulis, V, Avloniti, A, Jamurtas, A.Z, Nikolaidis, M.G, et al. (2010). Time course of changes in performance and inflammatory responses after acute plyometric exercise. J Strength Cond Res, 24(5):1389-98.

15. Rasmussen, P, Brassard, P, Adser, H, Pedersen, M.V, Leick, L, Hart, E, et al. (2009). Evidence for a release of brain-derived neurotrophic factor from the brain during exercise. Exp Physiol, 94(10):1062-9.

۱۶.میرزایی سعید، فلاح محمدی ضیاء، حاجی زاده مقدم اکبر، فتحی رزیتا، علیزاده رستم، رنجبر روح الله. (۱۳۹۰). اثر ۸ هفته تمرین استقامتی با مدت های مختلف بر سطوح فاکتورهای نوروتروفیک مشتق از مغز در پلاسمای موش های صحرایی نر . پژوهش در علوم ورزشی (۱۰): ۲۸-۱۱۵.

ارجاع دهی به روش ونکوور:

فلاح محمدی ضیاء، نظری. تاثیر چهار هفته تمرین پلیومتریک بر غلظت سرمی فاکتور نروتروفیک مشتق از مغز مردان فعال. فیزیولوژی ورزشی. ۱۳۹۲؛ ۵(۲۰):۳۸-۲۹.