● **مقاله تحقیقی**

تأثیر فعالیت مقاومتی دایره‌ای کوتاه‌مدت بر سطح پلاسمایی فاکتور نوروتروفیک مشتق از مغز در مردان جوان سالم

*رستم علی زاده[1]، وریا طهماسبی[2]، نجمه رضایی‌نژاد[3]، مجتبی صالح پور[4]، سیروس شیخی[5]

چکیده

مقدمه: نوروتروفین‌ها گروه کوچکی از خانواده عوامل رشدی هستند که فاکتور نوروتروفیک مشتق از مغز (BDNF) یکی از فعال‌ترین آنهاست و به‌طور وسیعی در مغز پستانداران و همچنین در گردش خون با مقادیر مختلف در پلاسما و پلاکت‌ها یافت می‌شود. هدف از این تحقیق، بررسی تأثیر فعالیت مقاومتی دایره‌ای کوتاه‌مدت بر سطح BDNF پلاسما در مردان جوان سالم بود.

روش بررسی: در این مطالعه نیمه تجربی، ۱۲مرد جوان سالم (سن ۲/۱±۲۲/۱سال؛ قد ۶/۵±۱۷۶/۲سانتی‌متر و وزن ۸/۲±۶۹/۰ کیلوگرم) به‌عنوان آزمودنی انتخاب و پس از آشناسازی و تعیین یک تکرار بیشینه (1-RM)، در دو جلسه تمرین و کنترل به آزمایشگاه مراجعه کردند. تمرین مقاومتی دایره‌ای با شدت ۵۵٪ 1-RM و ۳ست با ۱۵تکرار و ۲ دقیقه استراحت بین هر وهله اجرا شد. نمونه‌های خون آزمودنی‌ها قبل از فعالیت، بلافاصله پس از فعالیت، پس از یک ساعت ریکاوری و صبح روز بعد از سیاهرگ آنتی کوبیتال جمع‌آوری شد. داده‌ها با استفاده از روش آماری تحلیل واریانس با اندازه‌گیری مکرر در سطح $p\leq ۰/۰۵$ تجزیه و تحلیل شدند.

یافته‌ها: نتایج نشان داد تمرین مقاومتی دایره‌ای کوتاه‌مدت موجب افزایش معنی‌داری در سطوح BDNF بلافاصله پس از فعالیت شد ($p=۰/۰۰۱$). اما در دوره ریکاوری یک‌ساعته و صبح روز بعد در مقادیر BDNF تغییر معنی‌داری مشاهده نشد.

بحث و نتیجه‌گیری: با توجه به نتایج تحقیق حاضر به نظر می‌رسد فعالیت مقاومتی دایره‌ای، محرک قوی و موقتی برای افزایش BDNF پلاسما است، بنابراین، این نوع تمرین با توجه به اثرات سودمند BDNF می‌تواند برای سلامت مغز مفید باشد.

کلمات کلیدی: فاکتور نوروتروفیک مشتق از مغز، فعالیت مقاومتی، جوانان

فصلنامه علمی پژوهشی ابن سینا / اداره بهداشت، امداد و درمان نهاجا (سال نوزدهم، شماره چهارم، زمستان ۱۳۹۶، مسلسل ۶۱)

تاریخ دریافت: ۹۵/۱۲/۷ تاریخ پذیرش: ۹۶/۴/۳۱

۱. استادیار، ایلام، ایران، دانشگاه ایلام، دانشکده ادبیات و علوم انسانی، گروه علوم ورزشی. (*مؤلف مسئول)
r.alizadeh@ilam.ac.ir
۲. استادیار، کرمانشاه، ایران، دانشگاه رازی، دانشکده علوم ورزشی، گروه علوم ورزشی
۳. دانشجوی دکتری فیزیولوژی ورزش، بابلسر، ایران، دانشگاه مازندران
۴. استادیار، تهران، ایران، دانشگاه شهید رجایی، گروه فیزیولوژی ورزشی
۵. کارشناس علوم ورزشی، تهران، ایران، دانشگاه شهید بهشتی، دانشکده علوم ورزشی

مقدمه

ورزش و آمادگی بدنی همواره به‌عنوان معیار مناسبی جهت برآورد کارایی مطلوب در اندازه‌گیری‌های رفتاری و شناختی مورد توجه بوده است. بارزترین اثر آمادگی بدنی در روندهایی دیده می‌شود که کارایی آنها با افزایش سن کاهش می‌یابد، مثل روندهای اجرایی – کنترلی (برنامه‌ریزی، تدبیر، طرح و نقشه‌ریزی، انجام چند کار به‌طور همزمان، بازدارندگی) و پردازش بصری- فضایی [۱]، یکی از موارد تأثیرگذار بر عوامل ذکر شده نوروتروفین‌ها هستند.

نوروتروفین‌ها گروه کوچکی از خانواده عوامل رشدی هستند که متشکل از حداقل ۴ پروتئین پستانداران شامل فاکتور رشد عصبی (NGF)[1] فاکتور نوروتروفیک مشتق از مغز (BDNF)[2] نوروتروفین-۳ و نوروترفین-۴/۵ هستند که به‌طور عمده فعالیت‌های سیستم عصبی را شکل داده و سیستم‌های عصبی محیطی و مرکزی را تحت تأثیر قرار می‌دهند [۲، ۳]. BDNF یکی از فعال‌ترین آنهاست که به‌طور وسیعی در مغز پستانداران در قسمت‌های هیپوکامپ، آمیگدال، هیپوتالاموس، مغزمیانی و قشر مغز ترشح می‌شود [۴]، همچنین می‌تواند در گردش خون با مقادیر مختلف در پلاسما و پلاکت‌ها یافت شود [۵].

آثار ناشی از تمرین استقامتی و همچنین تمرین مقاومتی بر غلظت BDNF سرم و پلاسما ناشی از تمرین در گروه‌های مختلف از آزمودنی‌ها مورد بررسی قرارگرفته و حاکی از آن است که حتی یک جلسه تمرین می‌تواند غلظت BDNF سرم و پلاسما را در افراد سالم دستخوش تغییر کند [۶-۹]؛ اما، نتایج این مطالعات بحث‌برانگیز است. در مطالعات انجام‌شده در زمینه تمرین مقاومتی افزایش [۱۰، ۱۱] و کاهش [۱۲، ۱۳] سطوح BDNF به دنبال تمرین گزارش‌شده است. در این راستا، پرنو و همکاران (۱۳۹۴) نشان دادند یک جلسه تمرین مقاومتی منجر به افزایش معنی‌دار BDNF پلاسما در موش‌های صحرایی شد، بااین‌حال پس از چهار هفته تمرینات مقاومتی سطوح BDNF پلاسما به‌طور معنی‌داری کاهش یافت [۱۳]. براری و همکاران (۲۰۱۵) دریافتند که چهار هفته تمرینات مقاومتی سطوح BDNF پلاسما در افراد غیرفعال را به‌طور معنی‌داری افزایش می‌دهد [۱۴]. یارو و همکاران (۲۰۱۰) نیز گزارش کردند که پنج هفته تمرین مقاومتی موجب افزایش موقتی در سطوح پس از فعالیت ورزشی BDNF در افراد سالم غیرفعال شد [۱۰].

قابلیت بالقوه این مطالعات از آنجایی‌که می‌توانند به ایجاد فرضیه‌ای برای دستیابی به ارتباط جنبه‌های مختلف تمرین برای شناخت مزایای بدست آمده کمک کنند، بسیار با ارزش است. افزایش BDNF ناشی از تمرین ممکن است نقشی در بهبود حالت خلقی، همچنین در حفاظت و باززایی بافت‌های مختلف ایفا کند [۱۵]. علاوه بر آن، ممکن است برای کاربردهای دارویی درمان ضدافسردگی مفید باشد [۱۶، ۱۷]. همچنین ادعاشده که افزایش BDNF پلاسما از طریق عمل آن در سیستم عصبی مرکزی ممکن است، توانایی یادگیری حرکتی در ورزشکاران را نیز افزایش دهد [۱۸].

در سال‌های اخیر تمایل به انجام تمرینات مقاومتی افزایش‌یافته است و برای تندرستی، تناسب‌اندام و حتی برنامه‌های بازتوانی از آن بهره می‌گیرند و به‌عنوان روش یا مدل تمرینی مهمی برای حفظ سلامتی شناخته‌شده است. بیشتر تحقیقاتی که تأثیر فعالیت بدنی را روی سطوح BDNF بررسی کرده‌اند، از تمرینات استقامتی با شدت‌های مختلف استفاده کرده‌اند [۲۱-۱۹] و فقط تحقیقات اندکی به بررسی اثر تمرین مقاومتی بر سطوح BDNF پرداخته است. بنابراین نبود اطلاعات لازم در ارتباط با پاسخ BDNF به تمرینات مقاومتی خود زمینه‌ساز تحقیقات و بررسی تأثیرات این نوع ورزش بر غلظت نوروتروفین BDNF است. همچنین با توجه به این‌که امروزه افراد زیادی جهت افزایش توده و قدرت عضلانی به ورزش‌های مقاومتی در سالن‌های بدنسازی روی می‌آورند، لذا ضروری است تا تأثیر پروتکل‌های مختلف این نوع ورزش بر

1. Nerve growth factor
2. Brain-derived neurotrophic factor

نوروتروفینBDNF مورد بررسی قرار گیرد؛ تا اولاً مفید یا مضر بودن این نوع ورزش در اثرگذاری بر BDNF مشخص شود. ثانیاً در صورت مشخص بودن نتایج، توصیه‌هایی در جهت پارامترهای تمرین (شدت، مدت و تکرار وهله‌ها) با وزنه جهت پیشبرد سلامتی ارائه نمود. بنابراین تحقیق حاضر سعی دارد تا به بررسی اثر حاد فعالیت مقاومتی دایره‌ای با ۵۵٪ حداکثر توان بر میزان BDNF پلاسما مردان جوان بپردازد.

روش بررسی

آزمودنی‌های این تحقیق را ۱۲ مرد سالم (با میانگین سن ۲/۱±۲۲/۱ سال؛ قد ۶/۵±۱۷۶/۲ سانتی‌متر و وزن ۸/۲±۶۹ کیلوگرم) تشکیل دادند که از طریق اطلاعیه و به‌صورت داوطلبانه در این تحقیق شرکت کردند. جهت تعیین سطح سلامت و فعالیت بدنی آزمودنی‌ها از آنها خواسته شد که پرسشنامه مربوط به‌سلامت و سطح فعالیت بدنی را تکمیل نمایند. از طریق اطلاعات به‌دست‌آمده از پرسشنامه افرادی که سابقه بیماری‌های قلبی-عروقی، فشارخون، دیابت، سیگار کشیدن و یا استفاده از داروی خاصی را داشتند شناسایی و از شرکت در تحقیق منع شدند. از آزمودنی‌ها خواسته شد که ۲۴ ساعت قبل از شروع آزمون‌های ورزشی، از فعالیت بدنی شدید و یا مصرف مواد غذایی حاوی کافئین خودداری نمایند. در پایان از آزمودنی‌ها درخواست شد که فرم رضایت‌نامه را بعد از مطالعه کامل جزئیات تحقیق امضاء کنند.

تمام آزمودنی‌ها برای تعیین حداکثر یک تکرار بیشینه (1RM) حرکات (پرس سینه، زیر بغل سیم‌کش از بالا، پرس پا، پرس سرشانه، خم کردن زانو، باز کردن زانو) در آزمایشگاه حاضر شدند، ابتدا آزمودنی‌ها برای جلوگیری از آسیب‌های احتمالی دو نوع برنامه گرم کردن عمومی و اختصاصی را انجام دادند. گرم کردن عمومی شامل ۵ دقیقه رکاب زدن روی دوچرخه ارگومتر با مقاومت ۵۰ وات و انجام حرکات کششی و گرم کردن اختصاصی شامل دو نوبت (۱۰ تکرار) با وزنه سبک بود و پس از ۳ تا ۵ دقیقه استراحت یک وزنه را انتخاب و ۷ تکرار انجام دادند، سپس با افزایش وزنه در هر ست، آزمودنی توانستند حداقل ۴ تکرار و حداکثر ۶ تکرار را انجام دهند. برای تعیین 1RM از معادله زیر استفاده شد [۲۲]. بین هر ست و حرکت ۳ تا ۵ دقیقه در نظر گرفته شد.

$$1RM=\frac{\text{مقدار وزنه}}{\text{۰/۹۵– (تعداد تکرار – ۲)×(۰/۰۲۵)}}$$

قبل از طراحی تحقیق، این پروتکل در یک مطالعه آزمایشی توسط ۲ آزمودنی اجرا و امکان آن تائید گردید. از تمامی آزمودنی‌ها خواسته شد تا ۴۸ ساعت قبل از مراجعه به آزمایشگاه هیچ فعالیت بدنی نداشته باشند و به حالت ناشتا و در یک‌زمان روز برای اجرای دو جلسه فعالیت مقاومتی و کنترل به فاصله یک هفته مراجعه نمایند. در جلسه فعالیت مقاومتی دایره‌ای آزمودنی‌ها پس از ۵ دقیقه گرم کردن عمومی و حرکات کششی، گرم کردن اختصاصی یک نوبت (۱۰تکرار) را با شدت ۲۵٪ حداکثر قدرت انجام دادند و پس از ۳ دقیقه استراحت فعالیت دایره‌ای را به ترتیب: پرس سینه، زیر بغل سیم‌کش از بالا، پرس پا، پرس سرشانه، باز کردن زانو و خم‌کردن زانو را انجام دادند. پروتکل شامل ۳ نوبت با ۱۴ تکرار و شدت۵۰٪ 1RM بود و بین هر حرکت ۳۰ ثانیه استراحت، و بین هر نوبت ۲ دقیقه استراحت اعمال گردید [۲۳]. حرکات طوری انتخاب‌شده بود که کل عضلات بزرگ بدن درگیر شود، و شدت بر اساس پیشنهاد تحقیقات برای کاهش و کنترل وزن انتخاب‌شده است [۲۴]. زمان کل فعالیت مقاومتی دایره‌ای ۲۱ دقیقه به طول انجامید. جهت کنترل تغییرات احتمالی ناشی از زمان روز و مقایسه اثرات فعالیت مقاومتی دایره‌ای، آزمودنی‌ها به فاصله یک هفته در جلسه کنترل به آزمایشگاه مراجعه نمودند و بدون هیچ فعالیتی در حالت استراحت با مدت‌زمان مشابه جلسه فعالیت مقاومتی در آزمایشگاه حضور یافتند. در هر دو جلسه فعالیت مقاومتی و کنترل آزمودنی‌ها ۱ ساعت ریکاوری داشتند. در هر جلسه در زمان‌های قبل از فعالیت، بلافاصله، یک ساعت بعد و ۲۴ ساعت بعد از ورید بازویی خون‌گیری شد.

در هر بار خون‌گیری میزان ۶ میلی‌لیتر خون از ورید بازویی گرفته شد. برای جلوگیری از همولیز شدن، نمونه‌های خونی در لوله‌های حاوی EDTA[1] ریخته شده و به آرامی مخلوط شدند. سپس جهت جدا نمودن پلاسمای خون، نمونه‌ها به مدت ۱۵ دقیقه در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد در سانتریفوژ با دور g ۳۰۰۰ در دقیقه قرار داده شدند. پلاسمای جداشده در دمای ۷۰- درجه سانتی‌گراد نگهداری و بعداً میزان BDNF اندازه‌گیری شد. سطوح پلاسمایی BDNF با استفاده از کیت آزمایشگاهی BDNF ساخت شرکت کازابیو بیوتک[2] چین با حساسیت ۰/۰۸تعیین شد.

جهت تعیین نرمال بودن داده‌ها از آزمون کولموگروف-اسمیرنوف استفاده شد. مقایسه تغییرات پارامترهای خونی در دو گروه فعالیت مقاومتی دایره‌ای و کنترل با استفاده از تحلیل واریانس مکرر ۲×۴ انجام گردید. جهت بررسی تغییرات درون‌گروهی از تحلیل واریانس یک‌طرفه و از آزمون بونفرونی جهت تعیین محل تفاوت و مقایسه زوج‌ها استفاده شد. تمامی محاسبات با استفاده از نرم‌افزار آماری SPSS نسخه ۲۲ انجام شد. سطح معنی‌داری آزمون‌ها $p<0/05$ در نظر گرفته شد.

یافته‌ها

در جدول ۱ میانگین و انحراف معیار مربوط به ویژگی‌های جسمانی آزمودنی‌ها نشان داده شده است. نتایج نشان داد که BDNF در دو جلسه فعالیت و استراحت بدون در نظر گرفتن زمان‌های قبل، بعد، ۱ ساعت دوره برگشت و صبح روز بعد تفاوت معنی‌داری دارد ($p<0/05$). همچنین نتایج تعامل داده‌های BDNF نشان داد که در کل تعامل معنی‌داری بین جلسات کنترل و فعالیت با در نظر گرفتن زمان‌های قبل، بعد، ۱ ساعت دوره برگشت و صبح روز بعد وجود دارد ($p<0/05$).

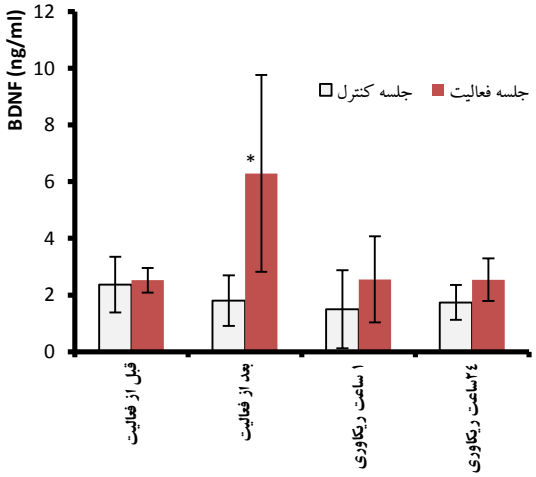
نتایج نشان داد BDNF بلافاصله بعد از فعالیت افزایش قابل‌توجهی داشته و ۱ ساعت پس از فعالیت این افزایش به

جدول ۱- ویژگی‌های جسمانی و حداکثر تکرار بیشینه آزمودنی‌ها

متغیر	میانگین±انحراف معیار
شاخص توده بدن (kg/m^2)	۲۲/۲۸±۳/۴
نسبت دور کمر به دور لگن	۰/۷۸±۰/۲۶
درصد چربی	۱۵/۳±۴/۱۸
مجموع حداکثر تکرار بیشینه برای ۷ حرکت	۳۹۵/۴±۶۹/۷

سطح پایه برگشته است، اما در جلسه کنترل BDNF برخلاف جلسه فعالیت کاهش داشته اما معنی‌دار نبوده است و تا ۱ ساعت پس از فعالیت این کاهش مشاهده می‌شود، درصورتی‌که BDNF صبح روز بعد در هر دو جلسه به حالت پایه خود بازگشته است (نمودار ۱).

همچنین نتایج تحلیل واریانس یک‌طرفه در جلسه فعالیت به‌طور جداگانه نشان داد که BDNF در جلسه فعالیت تغییر معنی‌داری داشته است. اما در جلسه کنترل تغییرات BDNF معنی‌دار نبود. با مراجعه به آزمون تعقیبی بونفرونی مشخص شد که در زمان بلافاصله بعد از فعالیت افزایش BDNF معنی‌دار است ($p=0/001$). همچنین تفاوت معنی‌دار در مقایسه زمان بلافاصله پس از فعالیت با قبل از فعالیت ($p=0/002$)، بلافاصله با یک ساعت ریکاوری ($p=0/001$) و بلافاصله با ۲۴ ساعت بعد ($p=0/005$) مشاهده شد.



نمودار ۱- مقایسه میانگین داده‌های BDNF در قبل و زمان‌های بعد از فعالیت (بلافاصله، ۱ ساعت و ۲۴ ساعت بعد) با جلسه کنترل
* نشانگر تفاوت معنی‌دار نسبت به قبل از فعالیت

1. Ethylenediaminetetraacetic acid
2. CUSABIO BIOTECH, Wuhan, China

بحث و نتیجه‌گیری

نتایج تحقیق حاضر نشان داد که سطوح BDNF پلاسما بعد از فعالیت مقاومتی به‌طور معنی‌داری افزایش یافت. سطوح BDNF یک ساعت بعد از فعالیت مقاومتی افزایش یافت اما این افزایش معنی‌دار نبود، همچنین سطوح BDNF در گروه فعالیت مقاومتی ۲۴ ساعت بعد از فعالیت افزایش یافت اما این افزایش نیز معنی‌دار نبود. نتایج گزارش‌شده در مورد اثر فعالیت مقاومتی بر روی غلظت BDNF سرم یا غلظت پلاسما متناقض هستند. ارتباط بین یک جلسه فعالیت مقاومتی حاد و غلظت BDNF تنها در مطالعات اندکی مورد بررسی قرارگرفته است. در همین راستا، یارو و همکاران (۲۰۱۰) افزایش معنی‌دار BDNF سرم را پس از یک جلسه فعالیت مقاومتی گزارش کردند [۱۰]، همچنین هوانلو و همکاران (۲۰۱۴) افزایش معنی‌دار BDNF سرم پس از یک جلسه فعالیت مقاومتی در آزمودنی‌های مسن گزارش کردند با این وجود نتایج آنها نشان داد مقادیر BDNF ۳۰ دقیقه پس از اجرای پروتکل، نسبت به قبل از فعالیت تغییر معنی‌داری نشان نداد [۲۵].

پاسخ این نوروتروفین به تمرین مقاومتی وابسته به بار است [۱۰]. احتمالاً تمرین قدرتی حاد می‌تواند BDNF محیطی را در شرایطی که بار تمرین از شدت کافی برخوردار باشد تحریک کند. بنابراین، با توجه به مطالب فوق می‌توان بیان کرد که پروتکل تمرینی مورداستفاده در این پژوهش در گروه یک جلسه تمرین مقاومتی از شدت مناسبی برای تحریک تولید این عامل تروفیکی برخوردار است و یکی از دلایل افزایش معنی‌دار سطوح BDNF است. درحالی‌که گوکینت و همکاران (۲۰۱۰)، تغییر معنی‌داری را در مقادیر BDNF بعد از یک جلسه فعالیت مقاومتی حاد، مشاهده نکردند [۲۶]. یارو و همکاران (۲۰۱۰) دو پروتکل ورزشی مقاومتی با شدت مختلف انجام دادند: فعالیت ورزشی مقاومتی سنتی که دو حرکت مقاومتی ۶×۴ تکرار در ۵۲/۵٪ 1RM درون‌گرا و برون‌گرا و فعالیت ورزشی مقاومتی پیش‌رونده برون‌گرا که هر فعالیت مقاومتی ۶×۳ تکرار در ۴۰٪ 1RM درون‌گرا و ۱۰۰٪ 1RM برون‌گرا. آنها افزایش‌های موقتی مشابهی را در BDNF در هر دو گروه‌ها، مستقل از شدت تمرینات گزارش کردند. به‌طوری‌که تغییر درBDNF سرم از زمان استراحت تا بلافاصله بعد از فعالیت حاد در انجام ۵ هفته برنامه تمرینات مقاومتی نسبت به سطح پایه، ۹۸٪ بیشتر بود. در تحقیق آنها گروه‌ها بر اساس حجم تمرینات، همسان‌سازی شده بودند. در تحقیق حاضر آزمودنی‌ها هفت فعالیت مقاومتی را با شدت ۵۵٪ 1RM و ۱۵ تکرار برای هر حرکت در سه نوبت با دوره استراحتی کم بین تلاش‌ها (۳۰ ثانیه استراحت بین هر تکرار و ۲ دقیقه استراحت بین هر ست برای ۶ ایستگاه) انجام دادند. در تحقیق لوینجر و همکاران (۲۰۰۸) افراد میانسال با دسته‌هایی از عوامل خطرزای متابولیک مورد بررسی قرار گرفتند، به‌طوری‌که تمرینات مقاومتی غلظت BDNF پلاسما را در آزمودنی‌های میانسال تحت تأثیر قرار نداد [۱۲]. همچنین، سایفرت و همکاران (۲۰۱۰)، غلظت BDNF را در شدت‌های ورزشی مختلف اندازه‌گیری کردند (شروع از ۶۰ تا ۱۰۰٪ VO_{2max}) و نتوانستند تغییری را در پاسخ BDNF مشاهده کنند. مستقل از شدت ورزش، غلظت BDNF به‌طورکلی طی ۱۵ تا ۶۰ دقیقه به سطح پایه باز می‌گردد و تمایل دارد تا بعد از ۶۰ دقیقه به زیر سطح پایه کاهش یابد [۲۷]. تحقیقات گوکینت و همکاران، لوینجر و همکاران و سایفرت و همکاران، از پروتکل‌های تمرینی مقاومتی مشابهی استفاده کردند. یارو و همکاران تمرینات مقاومتی را به دو ورزش تقسیم کردند و از دو گروه که همان حجم تمرینی را در شدت‌های تمرینی مختلف (یعنی تمرینات سنتی در مقابل تمرینات قدرتی پیشرفته برون‌گرا) انجام داده بود، استفاده کردند. مطالعه حاضر همسو با نتایج یارو و سایفرت و مغایر با یافته‌های گوکینت است.

در توضیح سازوکارهای تغییرBDNF به دنبال تمرین مقاومتی اخیراً گزارش‌شده است که BDNF توسط عضلات نیز بیان می‌شود [۱۸]. بنابراین فعالیت ورزشی مقاومتی ممکن است با افزایش بیان این فاکتور در عضلات فعال نیز بر دستگاه عصبی مرکزی تأثیرگذار باشد مطالعات قبلی نشان می‌دهند که

انقباض اکسنتریک و کانسنتریک عضله در مقایسه با شدت مطلق تمرین مقاومتی منجر به پاسخ‌های نوروآندوکرین متفاوتی می‌شود [۱۰]. در مطالعه حاضر منبع تغییرات سطوح BDNF به دنبال تمرین نامعلوم است. مغز و یا اندوتلیوم عروق احتمالاً منبع تنظیم افزایشی BDNF پس از تمرین مقاومتی حاد باشد [۱۰].

انقباض باعث ترشح BDNF می‌شود که ممکن است آثار آتوکرین یا پاراکرین درون عضله اسکلتی [۲۸] یا احتمالاً در نورون‌های حرکتی محیطی القاء کند [۲۹]، زیرا BDNF می‌تواند به‌طور عقب‌گرد از عضله اسکلتی به نورون‌های حرکتی نخاع منتقل شود [۳۰]. برای مثال افزایش بیان BDNF در عضله اسکلتی اکسیداسیون چربی را با یک رفتار وابسته به AMPK[1] افزایش می‌دهد [۲۸]، درحالی‌که، BDNF آندوژنز بقای نورون‌های حرکتی و بازسازی اعصاب محیطی پس از آسیب را بهبود می‌بخشد [۲۹]. به‌هرحال آشکار نیست که رهایش BDNF ناشی از تمرین از مقدار و مدت‌زمان کافی برای اعمال چنین آثاری برخوردار است یا خیر. بنابراین، تحقیقات در زمینه منابع BDNF گردش خون به دنبال تمرین مقاومتی، سازوکارهای رهایش BDNF و توانایی BDNF برای اعمال آثار متابولیکی و یا نوروبیولوژیکی در بافت‌های مرکزی و محیطی ضرورت می‌یابد.

اگرچه سازگاری‌های دقیق برای افزایشBDNF به‌خوبی روشن نشده است ولی در تحقیقات گذشته مشاهده‌شده که افزایش سطوح BDNF در اثر تمرین به عوامل مختلفی بستگی دارد. با توجه به نتایج مطالعات انجام‌شده، تعیین پارامترهای ورزشی ضروری (یعنی شدت، مدت و نوع) که برای القای افزایش در غلظت BDNF محیطی لازم هستند، مشکل است. بیشتر احتمال دارد که پارامترهای ورزشی به یکدیگر مربوط باشند و اینکه پاسخ BDNF هنگامی‌که ورزش شدید می‌شود، آغاز شود. بنابراین، عینی کردن شدت ورزش و ارتباط دادن آن به میزان درک فشار بعد از ورزش تأثیرگذار خواهد بود. احتمالاً فعالیت مقاومتی حاد BDNF خون را در شرایطی که بار ورزشی به اندازه کافی شدید است، تحریک می‌کند. گوکینت و همکاران (۲۰۱۰) احتمال دادند که شاید بار فعالیت در مطالعه آنها بسیار پایین بوده است (یعنی ۶ تکرار ۱۰×۳ ورزش‌های قدرتی در ۸۰٪ یک تکرار بیشینه با دوره استراحتی نسبتاً زیاد بین تلاش‌ها) [۲۶]. همچنین نوع تمرین از عوامل دیگری است که می‌تواند پاسخ BDNF به ورزش و فعالیت بدنی را تحت تأثیر قرار دهد. پویایی سطوح پروتئین BDNF که بعد از تمرین به دست می‌آید ناشناخته باقی‌مانده است. در تحقیق حاضر از فعالیت مقاومتی استفاده شد و سطوح BDNF در جلسه فعالیت مقاومتی نسبت به جلسه کنترل پس از فعالیت افزایش معنی‌داری داشت، اما این افزایش فقط پس از فعالیت مشاهده گردید و پس از آن در یک و ۲۴ ساعت این افزایش معنی‌دار نبود. به نظر می‌رسد آستانه‌ای از شدت، مدت و نوع فعالیت وجود داشته باشد که افزایش سطوح BDNF را القاء می‌کند. طول دوره تحقیق می‌تواند از علل تناقض در نتایج باشد به طوری که با بررسی یافته تحقیقات گذشته این احتمال وجود دارد که تمرینات ورزشی در مراحل اولیه باعث افزایش سطوح BDNF گردش خون شود؛ اما پس از مدت طولانی عادت به ورزش سطح BDNF سرم را کاهش دهد [۱۳]. افزایش BDNF خون پس از فعالیت هوازی یا مقاومتی حاد، موقتی است. در بیشتر مطالعات غلظت BDNF طی ۱۰ تا ۶۰ دقیقه بعد از فعالیت، به سطوح پایه بازگشت، به‌طوری‌که میزان حذف و پاکسازی سریعی را از BDNF گردش خون بعد از توقف فعالیت هوازی یا قدرتی نشان دادند. کاستلینو و وایت (۲۰۰۸) و یارو و همکاران (۲۰۱۰)، کاهش معنی‌داری را در غلظت BDNF خون ۲ و ۳ ساعت بعد از فعالیت، در افراد مبتلا به MS[2] و آزمودنی‌های سالم مشاهده کردند [۳۱]. پاسخ ناشی از فعالیت BDNF خون به نظر می‌رسد رهایش بالایی

1. AMP-activated protein kinase

2. Multiple sclerosis

از BDNF را درون گردش خون ازیک‌طرف و جذب بافتی بیشتری را از طرف دیگر شامل کند. در تحقیق حاضر نیز یک و ۲۴ ساعت پس از فعالیت سطوح BDNF میزان ناپیدایی سریعی را از گردش خون بعد از توقف فعالیت مقاومتی نشان داد. ماهیت فعالیت حاد و همچنین ویژگی‌های آزمودنی، پاسخ BDNF را تعیین می‌کند، در آزمودنی‌های سالم، فعالیت با شدت بالا، بیشتر احتمال دارد نوعی پاسخ BDNF را القا کند، درحالی‌که در افراد مبتلابه یک بیماری مزمن یا ناتوانی، فعالیت با شدت پایین تا متوسط به نظر می‌رسد برای ایجاد یک پاسخ، به‌اندازه کافی مناسب باشد. پاسخ متابولیک به فعالیت یا تمرینات مشخص‌شده که بین آزمودنی‌های سالم و افراد مبتلابه بیماری ناتوانی متفاوت است و بنابراین، احتمالاً پاسخ BDNF نیز متفاوت خواهد بود [۱۸، ۳۲، ۳۳]. بنابراین، مطالعات بیشتری بر روی پاسخ BDNF به‌شدت‌های ورزشی مختلف، در آزمودنی‌های سالم یا در افراد مبتلا به بیماری یا ناتوانی، موردنیاز است.

در مجموع می‌توان چنین نتیجه گرفت که فعالیت مقاومتی باعث افزایش موقتی در سطوح BDNF در آزمودنی‌های سالم انسانی می‌شود. به‌عبارت‌دیگر سطح افزایش نه‌تنها به‌شدت تمرین، بلکه به مدت تمرین نیز وابسته است. افزایش ناشی از تمرین در BDNF پلاسما ممکن است نقشی را در بهبود ناشی از تمرین در حالت خلقی، همچنین در حفاظت و باززایی بافت‌های مختلف ایفا کند. نتایج تحقیق حاضر می‌تواند در طراحی دستورالعمل‌های تمرینات ورزشی برای حفظ یا بهبود سلامت دستگاه عصبی مفید باشد. با این وجود، با توجه به‌تازگی موضوع پژوهش حاضر، هنوز سؤالات متعددی وجود دارد که شایسته توجه بیشتر در مطالعات آتی است.

به‌طور خلاصه با توجه به نتایج تحقیق حاضر، به نظر می‌رسد فعالیت مقاومتی دایره‌ای، محرک قوی و موقتی برای افزایش BDNF پلاسما است، بنابراین، این نوع تمرین با توجه به اثرات سودمند BDNF می‌تواند برای سلامت مغز مفید باشد. احتمالاً در مورد فعالیت مقاومتی حاد، بار ورزشی به‌اندازه کافی برای متأثر کردن غلظت BDNF پایه آزمودنی‌ها باید زیاد باشد.

تشکر و قدردانی

پژوهش حاضر با حمایت مالی معاونت پژوهشی دانشگاه شهید بهشتی و در آزمایشگاه دانشکده علوم ورزشی انجام‌گرفته است. بدین‌وسیله از کلیه عزیزانی که در انجام این تحقیق همکاری صمیمانه داشته‌اند، تشکر و قدردانی می‌شود.

References

1. Colcombe S, Kramer AF. Fitness effects on the cognitive function of older adults: a meta-analytic study. Psychological science. 2003; 14(2):125-130.
2. Lommatzsch M, Zingler D, Schuhbaeck K, Schloetcke K, Zingler C, Schuff-Werner P, et al. The impact of age, weight and gender on BDNF levels in human platelets and plasma. Neurobiology of aging. 2005; 26(1):115-123.
3. Berchtold NC, Chinn G, Chou M, Kesslak JP, Cotman CW. Exercise primes a molecular memory for brain-derived neurotrophic factor protein induction in the rat hippocampus. Neuroscience. 2005; 133(3):853-861.
4. Lang UE, Günther L, Scheuch K, Klein J, Eckhart S, Hellweg R, et al. Higher BDNF concentrations in the hippocampus and cortex of an aggressive mouse strain. Behavioural brain research. 2009; 197(1):246-249.
5. Gold C, Rolvsjord R, Aaro LE, Aarre T, Tjemsland L, Stige B. Resource-oriented music therapy for psychiatric patients with low therapy motivation: protocol for a randomised controlled trial [NCT00137189]. BMC psychiatry. 2005; 5:1-8.
6. Cho H-C, Kim J, Kim S, Son YH, Lee N, Jung SH. The concentrations of serum, plasma and platelet BDNF are all increased by treadmill VO_2max performance in healthy college men. Neuroscience letters. 2012; 519(1):78-83.

7. Babaei P, Damirchi A, Soltani Tehrani B, Nazari Y, Sariri R, Hoseini R. Effect of exercise training on saliva brain derived neurotrophic factor, catalase and vitamin c. Medical journal of the Islamic Republic of Iran. 2016; 30(1):1-8.
8. Tsai C-L, Chen F-C, Pan C-Y, Wang C-H, Huang T-H, Chen T-C. Impact of acute aerobic exercise and cardiorespiratory fitness on visuospatial attention performance and serum BDNF levels. Psychoneuroendocrinology. 2014; 41:121-131.
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):502-511.
10. Yarrow JF, White LJ, McCoy SC, Borst SE. Training augments resistance exercise induced elevation of circulating brain derived neurotrophic factor (BDNF). Neuroscience letters. 2010; 479(2):161-165.
11. Ravasi AA, Pournemati P, Kordi MR, Hedayati M. The effects of resistance and endurance training on BDNF and cortisol levels in young male rats. Journal of sport biosciences. 2013; 1(16):49-78. [Persian]
12. Levinger I, Goodman C, Matthews V, Hare DL, Jerums G, Garnham A, et al. BDNF, metabolic risk factors, and resistance training in middle-aged individuals. Medicine and science in sports and exercise. 2008; 40(3):535-541.
13. Cotman CW, Berchtold NC. Exercise: a behavioral intervention to enhance brain health and plasticity. Trends in neurosciences. 2002; 25(6):295-301.
14. Parnow A, Karimi I, Hosseini SA. Effect of resistance training on plasma brain derived neurotrophic factor levels in rats. Journal of knowledge & health. 2015; 10(3):9-15. [Persian]
15. Russo-Neustadt AA, Alejandre H, Garcia C, Ivy AS, Chen MJ. Hippocampal brain-derived neurotrophic factor expression following treatment with reboxetine, citalopram, and physical exercise. Neuropsychopharmacology. 2004; 29(12):2189-2199.
16. Barari AR, Bashiri J, Rahimi AR, Mokhtari E. The effect of endurance and circuit resistance training on serum brain-derived neurotrophic factor and cortisol in inactive male students: a randomized clinical trial. Journal of Shahrekord University of Medical Sciences. 2015; 17(2):43-53. [Persian]
17. Rogóz Z, Skuza G, Legutko B. Repeated co-treatment with imipramine and amantadine induces hippocampal brain-derived neurotrophic factor gene expression in rats. Journal of physiology and pharmacology. 2007; 58(2):219-234.
18. Zoladz JA, Pilc A, Majerczak J, Grandys M, Zapart-Bukowska J, Duda K. Endurance training increases plasma brain-derived neurotrophic factor concentration in young healthy men. Journal of physiology and pharmacology. 2008; 59 Suppl 7:119-132.
19. Cechetti F, Fochesatto C, Scopel D, Nardin P, Gonçalves CA, Netto CA, et al. Effect of a neuroprotective exercise protocol on oxidative state and BDNF levels in the rat hippocampus. Brain research. 2008; 1188:182-188.
20. Lou S-j, Liu J-y, Chang H, Chen P-j. Hippocampal neurogenesis and gene expression depend on exercise intensity in juvenile rats. Brain research. 2008; 1210:48-55.
21. 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.
22. Fleck SJ. Designing resistance training programs. 2nd ed. Champaign, Illinois: Human Kinetics; 1997.
23. Ortego AR, Dantzler DK, Zaloudek A, Tanner J, Khan T, Panwar R, et al. Effects of gender on physiological responses to strenuous circuit resistance exercise and recovery. Journal of strength and conditioning research. 2009; 23(3):932-938.
24. Gettman LR, Ward P, Hagan RD. A comparison of combined running and weight training with circuit weight training. Medicine and science in sports and exercise. 1982; 14(3):229-234.
25. Shabani M, Hovanloo F, Ebrahim K, Hedayati M. The effect of acute resistance exercise on BDNF, IGF-1 and IGFBP-3 in the elderly. Iranian journal of ageing. 2015; 9(34):218-226. [Persian]
26. Goekint M, Pauw K de, Roelands B, Njemini R, Bautmans I, Mets T, et al. Strength training does not influence serum brain-derived neurotrophic factor. European journal of applied physiology. 2010; 110(2):285-293.
27. Seifert T, Brassard P, Wissenberg M, Rasmussen P, Nordby P, Stallknecht B, et al. Endurance training enhances BDNF release from the human brain. American journal of physiology. Regulatory, integrative and comparative physiology. 2010; 298(2):R372-R377.
28. Matthews VB, Aström M-B, Chan MHS, Bruce CR, Krabbe KS, Prelovsek O, et al. Brain-derived neurotrophic factor is produced by skeletal muscle cells in response to contraction and enhances fat oxidation via activation of AMP-activated protein kinase. Diabetologia. 2009; 52(7):1409-1418.
29. Pitts EV, Potluri S, Hess DM, Balice-Gordon RJ. Neurotrophin and Trk-mediated signaling in the neuromuscular system. International anesthesiology clinics. 2006; 44(2):21-76.
30. Yan Q, Elliott J, Snider WD. Brain-derived neurotrophic factor rescues spinal motor neurons from axotomy-induced cell death. Nature. 1992; 360(6406):753-755.
31. Castellano V, White LJ. Serum brain-derived neurotrophic factor response to aerobic exercise in multiple sclerosis. Journal of the neurological sciences. 2008; 269(1-2):85-91.
32. Rasmussen P, Brassard P, Adser H, Pedersen MV, Leick L, Hart E, et al. Evidence for a release of brain-derived neurotrophic factor from the brain during exercise. Experimental physiology. 2009; 94(10):1062-1069.
33. Gustafsson G, Lira CM, Johansson J, Wisén A, Wohlfart B, Ekman R, et al. The acute response of plasma brain-derived neurotrophic factor as a result of exercise in major depressive disorder. Psychiatry research. 2009; 169(3):244-248.

The effect of acute circuit resistance exercise on plasma concentration of Brain-Derived Neurotrophic Factor (BDNF) in young men

*Alizadeh R[1], Tahmasebi W[2], Rezaei Nejad R[3], Salehpour M[4], Sheikhi S[5]

Abstract

Background: Neurotrophins belong to a small group of growth factors family and Brain-Derived Neurotrophic Factor (BDNF) as one of the most active forms of them is widely distributed in mammalian brain and also can be found in plasma and platelets. The aim of this study was to investigate the effect of acute circuit resistance exercise on plasma BDNF concentration in young healthy men.

Materials and methods: In this semi experimental study, twelve young healthy men (age 22.1±2.1 y, height 176.2±6.5 cm, and weight 69.0±8.2 kg) were selected and after familiarization sessions and determining of maximal strength (1-RM), referred to the laboratory after both sessions of exercise or control. The circuit resistance exercise was performed at an intensity corresponding to 55% of 1-RM, consisted of three sets of 15 repetitions and two minutes rest between them. Blood samples from antecubital vein were collected at before, immediately after, after one hour recovery, and next morning after the exercise session. Data were analyzed with ANOVA method with repeated measure at $p<0.05$ level.

Results: The results showed that circuit resistance exercise led to significant increase in levels of BDNF immediately after the exercise ($p=0.001$), but no significant changes were found in BDNF levels at one hour recovery and next morning after the exercise sessions.

Conclusion: According to the results of this study, it seems that acute circuit resistance exercise is strong stimulus for the transient increase in plasma BDNF. Therefore, as the result of the beneficial effects of BDNF, this increase could be effective on brain health.

Keywords: Brain-Derived Neurotrophic Factor, Resistance exercise, Young

1. Assistant professor, Department of Physical Education & Sports Sciences, School of Literature and Humanities, Ilam University, Ilam, Iran (*Corresponding Author) r.alizadeh@ilam.ac.ir

2. Assistant professor, Department of Physical Education and Sports Sciences, Razi University, Kermanshah, Iran

3. PhD student of Exercise Physiology, Department of Physical Education and Sports Sciences, Mazandaran University, Babolsar, Iran

4. Assistant professor, Department of Physical Education and Sports Sciences, Shahid Rajaee University, Tehran, Iran

5. MSc of Exercise Physiology, Department of Sports Science, Shahid Beheshti University, Tehran, Iran