

## تأثیر دو نوع برنامه تمرین مقاومتی بر سطوح BDNF بزاق در کودکان نابالغ

آیناز پورمطهری<sup>۱</sup>، احد عباسی<sup>۲</sup>، رعنا فیاض میلانی<sup>۳</sup>

۱. دانشجوی کارشناسی ارشد فیزیولوژی ورزشی، دانشکده علوم ورزشی و تندرستی، دانشگاه شهید بهشتی

۲. کارشناس ارشد فیزیولوژی ورزشی، دانشکده علوم ورزشی و تندرستی، دانشگاه شهید بهشتی

۳. استادیار فیزیولوژی ورزشی، دانشکده علوم ورزشی و تندرستی، دانشگاه شهید بهشتی

تاریخ پذیرش مقاله: ۹۶/۲/۳

تاریخ دریافت مقاله: ۹۵/۹/۲۶

## چکیده

**هدف پژوهش:** با توجه به پتانسیل بالای شکل‌پذیری عصبی در کودکان، یافتن بهترین روش‌های تمرینی برای رسیدن به سازگاری‌های عصبی مناسب بسیار حائز اهمیت است. BDNF به‌عنوان عضوی از خانواده نروتروفین‌ها، یکی از شاخص‌های رشد عصبی است که در پاسخ به فعالیت ورزشی افزایش می‌یابد. هدف اصلی این تحقیق بررسی اثر دو نوع تمرین مقاومتی ثابت و معلق بر سطوح BDNF بزاق کودکان نابالغ است. **روش پژوهش:** ۲۴ نفر از پسران نابالغ (میانگین سنی  $12.3 \pm 0.55$  سال، مرحله ۱ و ۲ از مقیاس تانر) در سه گروه تمرین مقاومتی معلق (TRX)، تمرین مقاومتی با وزن بدن (BWT)، و گروه کنترل (C) تقسیم شدند. گروه‌های تمرین، دو جلسه در هفته و به مدت هشت هفته به تمرین پرداختند. همه گروه‌ها سه روز در هفته در تمرینات منظم فوتبال شرکت می‌کردند. نمونه بزاق غیر تحریکی، قبل از شروع تمرینات و ۷۲ ساعت پس از آخرین جلسه تمرین جمع‌آوری و میزان BDNF بزاق با روش الایزا سنجیده شد. از آزمون آنوای یک طرفه با سطح معنی‌داری ۰/۰۵ برای مقایسه بین گروه‌ها استفاده شد. **نتایج:** با وجود اینکه اثر تمرین مقاومتی بر قدرت عضلات پایین‌تنه در گروه تجربی به‌خوبی مشاهده شد، غلظت BDNF بزاق تفاوت معنی‌داری در بین گروه‌ها نداشت ( $F=0.922, P=0.411$ ). **نتیجه‌گیری:** تغییرات چشمگیر درصد چربی و قدرت در گروه TRX، اثربخشی این نوع تمرینات را نسبت به تمرینات وزن بدن و گروه کنترل به‌خوبی نشان می‌دهد. با این حال عدم وجود تفاوت معنی‌دار BDNF بین گروه‌ها، می‌تواند به دلیل شرکت منظم آن‌ها در تمرینات فوتبال باشد. به نظر می‌رسد کودکان تحت تأثیر فرآیندهای رشد و بلوغ خود به تغییرات ناشی از فعالیت ورزشی در نروتروفین‌ها، حساسیت بیشتری دارند و فعالیت منظم آن‌ها احتمالاً تحریک کافی برای تولید این پروتئین را فراهم کرده است.

**کلیدواژه‌ها:** تمرینات مقاومتی معلق (TRX)، تمرین‌پذیری کودکان، عامل نروتروفیک

### The Effect of Two Types of Resistance Training on Salivary BDNF in Preadolescence Children

#### Abstract

**Purpose:** According to high potential of neural plasticity in childhood, it is important to find the best training methods to reach proper neural adaptation. BDNF is a member of the neurotrophins which is engaged in neuromuscular adaptations due to increased muscular activity. The main purpose of this study was to investigate the effects of two types of suspension and unsuspended resistance training on salivary BDNF in prepubescent children. **Method:** 24 immature boys (mean age  $12.3 \pm 0.55$  yrs, Tanner stage of 1 and 2) were divided into three groups of TRX suspension training (TRX), body weight training (BWT), and control (C). Training groups completed training programs, twice per week for eight weeks. unstimulated Saliva samples were collected before training and also 72 hours after last training session to measure salivary BDNF using ELIZA method. One-way ANOVA test with significance level of 0.05 was used for comparison between groups. **Results:** Even though the effects of resistance training on muscle strength in the lower body was observed in the experimental groups, BDNF concentrations were not significantly different ( $F=0.922, P=0.411$ ). **Conclusion:** Significant changes in body fat percentage and strength well show the effectiveness of TRX compared to body weight training and control group. However, no significant difference between the groups in BDNF, can be due to regular participation in soccer training. It seems children affected by his growth and maturation processes are more susceptible to exercise-induced changes in neurotrophins and probably, their regular activity has provided the sufficient Stimulation to produce this protein.

**Key words:** Suspension Training, Children Trainability, Neurotrophic Factor

✉ نویسنده مسئول: رعنا فیاض میلانی      تلفن: ۰۹۱۲۲۳۹۱۰۹۲

دانشگاه شهید بهشتی، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی

پست الکترونیکی: r\_milani@sbu.ac.ir

## مقدمه

فعالیت بدنی در بسیاری از جنبه‌های رشد و سلامت کودک اهمیت دارد (۱). افزایش سطح فعالیت ورزشی کودکان هم در کوتاه‌مدت و هم در بلندمدت (زمانی که کودک، فردی بالغ می‌شود)، منافع زیادی برای فرد خواهد داشت (۲). ترویج عادت فعالیت جسمانی علاوه بر اثری که در رشد و تکامل کودکان و نوجوانان دارد، راهبردی مهم و ضروری برای کاهش خطرات مرتبط با سلامتی در آینده محسوب می‌شود (۳).

از سوی دیگر در دو دهه گذشته شاهد رشد روزافزون تعداد کودکان شرکت‌کننده در تیم‌های ورزشی و ورزش‌های انفرادی بوده‌ایم. این روند روبه‌رشد باعث شده است فعالیت ورزشی در دوران کودکی علاوه بر لذت بردن، سلامتی، رشد و تکامل فردی، با مداخله عناصر رقابتی همراه باشد (۴، ۵)؛ بنابراین کودکان در سنین ۶ تا ۱۲ سال بیش از پیش به قدرت، هماهنگی و اعتماد به نفس ناشی از فعالیت بدنی نیاز دارند که این نیاز به خوبی به وسیله تمرینات مقاومتی تأمین می‌شود (۴، ۶). مطالعات نشان می‌دهند تمرینات مقاومتی برای کودکان و نوجوانان مفید است و نگرانی‌های قبلی در ارتباط با تأثیرات مخرب و مضر آن‌ها بر روی این گروه سنی از میان رفته است (۷). در واقع تمرینات مقاومتی نه تنها هیچ اثر منفی بر فرایند بلوغ ندارد (۸)، بلکه شرکت منظم در این نوع تمرینات از بروز آسیب‌ها و صدمات در رقابت‌ها جلوگیری می‌کند و عملکرد ورزشی کودکان و نوجوانان را بهبود می‌بخشد (۹، ۱۰).

سازگاری‌های کودکان در پاسخ به تمرینات مقاومتی تحت تأثیر تغییرات ریخت‌شناسی و عصبی است (۱۱) که با در نظر گرفتن شواهد اندک بروز هایپرتروفی عضله و سهم کوچک آن، دستاوردهای قدرت در کودکان، بیشتر به سازگاری‌های عصبی نسبت داده می‌شود (۱۲، ۱۳). اعتقاد بر این است که سازگاری‌های عصبی در مراحل اولیه تمرین رخ می‌دهد و در کودکان و نوجوانان با افزایش فعال‌سازی واحدهای حرکتی و هماهنگی بین گروه‌های عضلانی با دستگاه عصبی مرکزی و هماهنگی درون‌عضلانی موجب افزایش قدرت می‌شود (۱۱).

به نظر می‌رسد از بین تمرینات مقاومتی، تمرین در

شرایط بی‌ثبات نسبت به تمرین در سطوح ثابت، باعث فراخوانی بیشتر واحدهای حرکتی می‌شود و احتمالاً سازگاری‌های عصبی-عضلانی بیشتری به دنبال خواهد داشت (۱۴). تمرینات معلق نمونه‌ای از تمرین در شرایط ناپایدار است که فرد با استفاده از کش یا باند، بدن خود را به صورت معلق در هوا نگه می‌دارد. این برنامه‌های تمرینی معلق می‌تواند باعث افزایش مهارت‌های ورزشکاران شود (۱۵). تمرینات مقاومتی کل بدن<sup>۱</sup> (TRX)، نمونه‌ای از تمرینات مقاومتی معلق هستند که با هدف تقویت استقامت، قدرت، تعادل، انعطاف‌پذیری، سرعت و چابکی طراحی و اجرا می‌شوند (۱۶). در این زمینه اسنار و همکاران<sup>۲</sup> (۲۰۱۳) با استفاده از روش الکترومیوگرافی<sup>۳</sup> (EMG) به خوبی نشان دادند تمرینات TRX می‌توانند باعث فعال‌سازی بیشتر واحدهای حرکتی عضلات و در نتیجه سازگاری‌های عصبی-عضلانی بیشتری شوند (۱۷).

به نظر می‌رسد این سازگاری‌های عصبی-عضلانی در بدن، می‌تواند تحت تأثیر گروهی از عوامل رشدی به نام نروتروفین‌ها<sup>۴</sup> قرار گیرد (۱۸). نروتروفین‌ها متشکل از شش پروتئین است که از بین آن‌ها عامل رشد عصبی مشتق شده از مغز<sup>۵</sup> (BDNF) اولین بار به عنوان عامل بقا برای گروه‌های نرونی مشخصی شناسایی شد که نرون‌زایی، رشد و ادامه حیات نرون‌ها و شکل‌پذیری سیناپسی را تسهیل می‌کند (۱۹، ۲۰). این عامل رشدی در کنار کنترل رشد آکسونی، بلوغ سیناپس‌های تحریکی و مهارتی را افزایش می‌دهد (۲۱). فعالیت بدنی یا به طور خاص، فعالیت ورزشی حاد و تمرین ورزشی، مداخلات مهمی برای آغاز فرایندهایی هستند که نروتروفین‌ها از طریق آن، شکل‌پذیری عصبی را میانجی‌گری می‌کنند (۲۲-۲۴). چندین مطالعه نشان داده‌اند از بین تمام نروتروفین‌ها، BDNF بیشتر مستعد تنظیم شدن به وسیله فعالیت بدنی است (۲۴، ۲۵). اغلب مطالعات افزایش سطح BDNF موجود در گردش خون را بعد از یک جلسه فعالیت هوازی مشاهده کرده‌اند (۲۶). یافته‌ها به طور مشابه در زمینه اثر فعالیت حاد قدرتی بر سطوح BDNF نیز حاکی از این است که یک جلسه فعالیت قدرتی به شرط داشتن بار و شدت کافی، می‌تواند سطوح BDNF

## روش پژوهش

نمونه‌های پژوهش

آزمودنی‌های این تحقیق را ۲۴ نفر از پسران نابالغ (میانگین سنی  $10/55 \pm 12/3$  سال) تشکیل می‌دهند (جدول ۱) که هیچ‌گونه سابقه شرکت در فعالیت منظم مقاومتی نداشته‌اند. همه آزمودنی‌ها سه روز در هفته به طور یکسان در تمرینات منظم فوتبال شرکت می‌کردند. ابتدا تمام مراحل کار، شامل روش اجرا، طول دوره تمرین و حتی آسیب‌ها و خطرات احتمالی موجود، به طور کامل برای آزمودنی‌ها و والدین آن‌ها شرح داده شد و سپس برگه‌های رضایت‌نامه، فرم اطلاعات شخصی و سابقه پزشکی و سلامت جهت مطالعه و تکمیل در اختیار والدین قرار گرفت.

جدول ۱. مشخصات گروه‌ها قبل از شروع برنامه‌های تمرینی مقاومتی

کنترل	تمرین مقاومتی وزن بدن	تمرین مقاومتی معلق	
۱۲/۰۵±۰/۵۹	۱۲/۱۰±۰/۶۱	۱۱/۹۵±۰/۴۹	سن (سال)
۱/۵۴۱±۷/۱	۷۶ ۱/۵۳۳±۸/۵	۱/۵۵۸±۸/۱۸	قد (متر)
۴۳/۵۱±۳/۰۹	۴۳/۶۲±۶/۱	۳۶ ۴۴/۲۶±۷/۱۲	وزن (کیلوگرم)
۹/۲۸±۱/۲۰	۹/۵۲±۱/۵	۹/۰۶±۱/۳۹	چربی بدن (درصد)

تمام مقادیر بر اساس میانگین  $\pm$  انحراف معیار و با سطح معنی‌داری ۰/۰۵  $< P$  در نظر گرفته شده است.

پس از اطلاع از وضعیت بلوغ کودکان (مرحله یک و دو تانر) از طریق گزارش والدین آن‌ها و بررسی سابقه ورزشی و پزشکی، کودکانی که شرایط شرکت در این مطالعه را داشتند به طور تصادفی در سه گروه تمرین مقاومتی معلق (TRX)، تمرین مقاومتی با وزن بدن (BWT) و گروه کنترل (C) تقسیم شدند. از آزمودنی‌ها خواسته شد تا علاوه بر حفظ عادت غذایی روزانه خود، از انجام هر گونه فعالیت غیرمعمول یا فعالیت جسمانی منظم و مصرف هر نوع مکمل، حداقل به مدت دو هفته قبل از شروع برنامه و در طول آن خودداری کنند.

برنامه تمرینی

گروه‌های تجربی علاوه بر شرکت در تمرینات فوتبال، پروتکل‌های تمرینی شبیه‌سازی‌شده‌ای را در دو گروه

محیطی را تحت تأثیر قرار دهد (۲۷)، اما در زمینه تأثیر تمرینات قدرتی بر سطوح پایه و پس از فعالیت BDNF تناقض بیشتری در پژوهش‌ها دیده می‌شود. گوکینت و همکاران<sup>۶</sup> (۲۰۱۰) تأثیر یک برنامه قدرتی را بر میزان استراحتی BDNF سرم مورد مطالعه قرار دادند. آن‌ها گزارش کردند ۱۰ هفته تمرین قدرتی بر سطوح استراحتی و پس از فعالیت BDNF در افراد جوان تأثیری ندارد (۲۸)؛ از طرفی در مطالعه یارو و همکاران<sup>۷</sup> (۲۰۱۰) پنج هفته تمرین مقاومتی پیش‌رونده به افزایش قوی اما موقتی BDNF پلاسما منجر شد (۲۷).

منشأ پاسخ BDNF ناشی از فعالیت ورزشی نامشخص است. به تازگی شواهدی مبنی بر انتشار BDNF از مغز (۲۹)، عبور آن از سد خونی-مغزی گسترش یافته است که این انتشار می‌تواند به طور تقریبی ۷۵ درصد BDNF در گردش را تشکیل دهد؛ بنابراین به نظر می‌رسد باقی‌مقادیر BDNF، ناشی از منابع محیطی باشد (۳۱). اعتقاد بر این است که پاسخ BDNF ناشی از فعالیت ورزشی تا حدی از سلول‌های عضلانی در حال انقباض سرچشمه می‌گیرد؛ با این حال مطالعه‌ای در شرایط آزمایشگاهی نشان داد BDNF ساخته‌شده در عضله در حال انقباض، به گردش خون نمی‌ریزد (۳۲). از آنجا که پلاکت‌های خون نیز ظرفیت محدودی در تولید پروتئین دارند (۳۳)، به نظر رسد که BDNF در گردش از منابع دیگری مثل غدد درون‌ریز و غدد بزاقی به درون خون ارسال می‌شود و بزاق می‌تواند منبع مهمی از BDNF پلاسما به شمار رود (۳۳-۳۵)؛ با این وجود مطالعه‌ای که اثر فعالیت بدنی را بر تغییرات سطوح BDNF بزاق بررسی کرده باشد، نیافته‌ایم.

بر این اساس بلوغ سریع‌تر دستگاه عصبی در دوران کودکی از یک سو و لزوم استفاده از یک روش غیرتهاجمی در کار با کودکان از سوی دیگر باعث شد تا با بهره‌گیری از سازگاری‌های عصبی-عضلانی ناشی از تمرینات مقاومتی معلق به بررسی رفتار BDNF در کودکان نابالغ بپردازیم؛ بنابراین هدف اصلی از این مطالعه بررسی تأثیر دو نوع برنامه تمرین مقاومتی بر سطوح BDNF بزاق کودکان است.

تقسیم‌بندی تا زمان تجزیه و تحلیل در دمای ۸۰- درجه نگه داشته شدند. از کیت تجاری (EMD Millipore CYT306) ساخت کشور آمریکا جهت تشخیص مقدار BDNF بزاق استفاده شد. ارزیابی در دو نسخه و طبق دستورالعمل کارخانه سازنده در استفاده از بافر، رقیق‌کننده‌ها و مواد صورت گرفت. غلظت BDNF (بر اساس پیکوگرم بر میلی‌لیتر) در هر نمونه پس از ارزیابی با دستگاه خوانش الایزا در طول موج ۴۵۰ نانومتر، با توجه به منحنی استاندارد محاسبه شد.

### تحلیل آماری

ابتدا برای تعیین نرمال بودن داده‌ها از آزمون کولموگوروف-اسمیرنوف استفاده شد. پس از اطمینان از توزیع طبیعی داده‌ها، تفاوت بین گروه‌ها با استفاده از آزمون آنوای یک‌طرفه (ANOVA) مورد بررسی قرار گرفت. آزمون‌های آماری با نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۲ و با سطح معنی‌داری ۰/۰۵ انجام شد.

### نتایج

اطلاعات مربوط به متغیرهای پژوهش در جدول ۲ گزارش شده است. تجزیه و تحلیل آماری تفاوتی در سطوح BDNF بزاق بین گروه تجربی و کنترل نشان نمی‌دهد ( $P=0/4$ )؛ با این وجود، قدرت عضلات پایین‌تنه در گروه TRX به طور معنی‌داری افزایش یافته بود ( $P=0/01$ ). تغییرات BDNF بزاق قبل و پس از تمرینات مقاومتی در گروه‌های کنترل و تمرینات مقاومتی در شکل ۱ نشان داده شده است.

### بحث و نتیجه‌گیری

اگرچه اثر تمرین مقاومتی بر قدرت عضلات بالاتنه و پایین‌تنه در گروه‌های تجربی به‌وضوح مشاهده شد، اما تفاوت معنی‌داری در غلظت BDNF بین گروه‌های تجربی و کنترل وجود نداشت. پیش از این، اثر تمرینات قدرتی بر غلظت BDNF محیطی پایه در مطالعه شیفر و همکاران<sup>۹</sup> (۲۰۰۹)، گوکینت و همکاران (۲۰۱۰) و یارو و همکاران (۲۰۱۰) (۲۷) نیز مورد بررسی قرار گرفته است. اگرچه نتایج این مطالعات بر روی بزرگسالان با یافته‌های به‌دست‌آمده در تحقیق حاضر همسو است، با این حال، وقتی پاسخ BDNF به یک جلسه

تمرینات مقاومتی معلق و ثابت به صورت یکسان، دو جلسه در هفته و به مدت هشت هفته اجرا کردند. گروه کنترل در طول این دوره فقط در تمرینات منظم فوتبال شرکت داشتند. هر جلسه شامل ۱۰ تا ۱۵ دقیقه گرم کردن عمومی و اختصاصی، ۴۵ تا ۶۰ دقیقه تمرینات مقاومتی و ۵ تا ۱۰ دقیقه سرد کردن بود. تعداد نوبت و تکرارها هر دو هفته یکبار مطابق با جدول ۲ افزایش می‌یافت.

جدول ۲. برنامه‌های تمرین مقاومتی معلق و وزن بدن در طول هشت هفته

هفته	هفته اول	هفته دوم	هفته سوم	هفته چهارم
شدت پایین	پایین	متوسط	متوسط به بالا	
تعداد دور	۱	۱	۲	۳
تکرار	۶-۸	۸-۱۲	۸-۱۲	۸-۱۰
استراحت (دقیقه)	۱	۱	۱	۱

قدرت بیشینه عضلات پایین‌تنه

شرکت‌کنندگان پس از اطلاع از روش کار، چند تکرار زیر بیشینه باز کردن زانو جهت آشناسازی اجرا کردند. در جلسه بعد آزمودنی‌ها پس از یک گرم کردن عمومی، برای تعیین یک تکرار بیشینه<sup>۸</sup> (IRM)، عمل باز کردن زانو (دامنه ۹۰ تا باز کردن کامل) را با یک وزنه مشخص تا جایی که می‌توانستند تکرار کردند. سپس IRM هر فرد به وسیله فرمول زیر محاسبه شد (وزن=W، تکرار=R) (۳۶):

$$1RM=W(1+R/30)$$

جمع‌آوری نمونه بزاق و اندازه‌گیری BDNF

نمونه بزاق قبل از شروع تمرینات و ۷۲ ساعت پس از آخرین جلسه تمرین جمع‌آوری شد. برای به حداقل رساندن اثر احتمالی تغییرات روزانه، تمام نمونه‌ها در طول ۱۰ دقیقه بین ساعات ۱۰ تا ۱۱ صبح جمع‌آوری شدند. در حدود ۳ میلی‌لیتر از بزاق غیرتحریکی استراحتی هر آزمودنی در لوله‌های مخروطی شکل ۱۵ میلی‌لیتری، حاوی مهارکننده پروتئاز جمع‌آوری و درون یخ نگهداری شد. حداکثر یک ساعت بعد، تمام نمونه‌ها در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد به مدت ۱۵ دقیقه با ۴۰۰۰ دور در دقیقه سانتریفیوژ و پس از

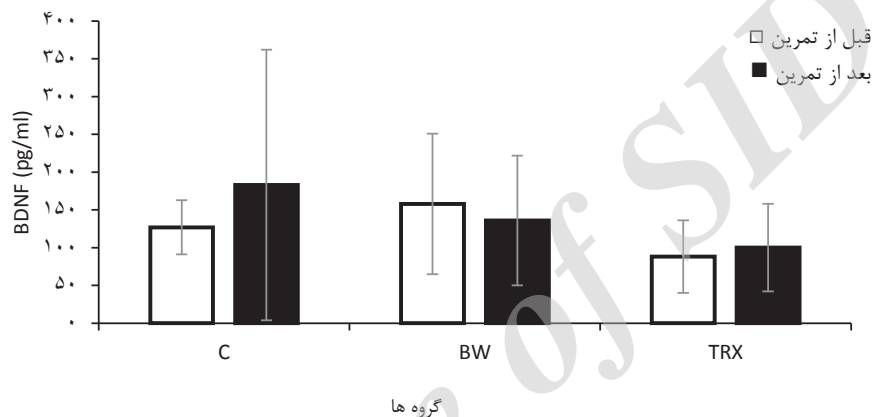
جدول ۳. میانگین  $\pm$  انحراف معیار درصد چربی بدن، قدرت و BDNF بزاقی کودکان نابالغ شرکت کننده در تمرینات مقاومتی معلق و با وزن بدن در مقایسه با گروه کنترل

گروه کنترل	گروه تمرین مقاومتی وزن بدن		گروه تمرین مقاومتی معلق		
	قبل	بعد	قبل	بعد	
بعد	قبل	بعد	قبل	بعد	چربی بدن (درصد)
۹/۵۳ $\pm$ ۱/۳۷	۹/۲۸ $\pm$ ۱/۲	۹/۶۳ $\pm$ ۱/۴۱	۹/۵۲ $\pm$ ۱/۵	\$*۸/۸۶ $\pm$ ۱/۴۳	۹/۰۶ $\pm$ ۱/۳۹
۱۱/۴۵ $\pm$ ۲/۱۵	۱۱/۱۵ $\pm$ ۲/۲۷	۱۱/۶۵ $\pm$ ۲/۲۹	۱۱ $\pm$ ۱/۵۴	\$* ۱۴/۶۰ $\pm$ ۲/۲۹	۱۲/۹۰ $\pm$ ۱/۴۲
۱۸۳ $\pm$ ۱۷۹	۱۲۷ $\pm$ ۳۶	۱۳۶ $\pm$ ۸۶	۱۵۸ $\pm$ ۹۳	۱۰۰ $\pm$ ۵۸	۸۸ $\pm$ ۴۸
					BDNF (pg/ml)

تمام مقادیر بر اساس میانگین  $\pm$  انحراف معیار و با سطح معنی داری  $P < 0/05$  \* در نظر گرفته شده است.

\* تفاوت معنی دار بین گروه‌ها

\$ تفاوت معنی دار قبل و بعد از تمرین در هر گروه



شکل ۱. تغییرات BDNF بزاقی کودکان نابالغ قبل و بعد از تمرینات مقاومتی معلق و با وزن بدن در مقایسه با گروه کنترل

دورهٔ ریکاوری باشد. اگرچه به دلیل محدودیت‌های اخلاقی در کار با کودک، این احتمالات به طور مستقیم مورد بررسی قرار نگرفت.

از سوی دیگر اثرات متابولیکی و عصبی وابسته با افزایش موقتی BDNF در گردش، به طور کامل روشن نیست. مطالعات گزارش کرده‌اند BDNF می‌تواند در هر دو جهت از سد خونی-مغزی عبور می‌کند که در نتیجه BDNF محیطی تولیدشده قادر است باعث اثرات عصبی آن شود (۲۷) و ترشح ناشی از انقباض آن همچنین ممکن است به طور پاراکراین/ اتوکراین بر عضلات اسکلتی و احتمالاً بر نرون‌های حرکتی محیطی نیز اثر بگذارد (۳۸)؛ در این راستا متیوز و همکاران (۲۰۰۹) بیان کردند BDNF تولیدشده به وسیلهٔ عضلهٔ اسکلتی از طریق تأثیر بر AMPK می‌تواند اکسایش چربی را در عضله افزایش دهد؛ بنابراین BDNF علاوه بر نقشی که در شکل‌پذیری عصبی و حفظ بقای نرون‌ها دارد، احتمالاً با عمل

فعالیت حاد قدرتی به دنبال یک برنامهٔ تمرین قدرتی مورد مطالعه قرار گرفت، نتایج متفاوتی مبنی بر افزایش معنی‌دار غلظت BDNF سرم بعد از فعالیت حاد، هم در ابتدا و هم بعد از اتمام برنامهٔ تمرین مقاومتی، گزارش شد. این تغییر در پایان پنج هفته تمرین مقاومتی نسبت به وضعیت ابتدایی، ۹۸ درصد بیشتر بود.

بنابراین با وجود اینکه در یافته‌های ما مشابه مطالعات پیشین، هیچ تفاوت معنی‌داری در غلظت BDNF پس از مداخلهٔ تمرینی مشاهده نشد، اما به نظر می‌رسد که شرکت منظم در تمرین مقاومتی فزاینده، در واقع پاسخ BDNF در گردش را به فعالیت حاد مقاومتی افزایش می‌دهد. این نتایج می‌تواند حاکی از ۱. جذب بافتی بیشتر BDNF و یا اتصال آن به گیرنده بعد از فعالیت ورزشی، ۲. برداشت بیشتر BDNF در گردش، و ۳. کاهش ترشح BDNF در طول



می‌یابد، بنابراین غلظت کمتر BDNF محیطی در گروه تمرین می‌تواند صرفاً ناشی از تغییرات حجم خون باشد (۴۹). علاوه بر اثرات تمرین مقاومتی، مطالعات متعددی اثر تمرینات هوازی را نیز بر سطوح BDNF بررسی کرده‌اند که نتایج متناقضی در پی داشته است (۳۷, ۴۵, ۵۰). از مجموع این مطالعات در این زمینه به نظر می‌رسد تمرین هوازی اگر به اندازه کافی شدید باشد می‌تواند به خوبی باعث افزایش سطح BDNF محیطی شود (۴۵, ۵۱, ۵۲). در مطالعه حاضر، آزمودنی‌های گروه کنترل نیز مانند دو گروه دیگر به طور منظم در تمرینات فوتبال شرکت داشته‌اند. از آنجا که کودکان و نوجوانان تحت تأثیر وضعیت رشد و بلوغ خود، بیشتر مستعد ایجاد تغییر در نوروتروفین‌ها هستند (۵۳)، این احتمال وجود دارد که این سطح از تمرینات منظم هوازی، تحریک کافی را برای افزایش سطح BDNF در کودکان فراهم آورده است و عدم مشاهده تفاوت معنی‌دار بین گروه‌ها به دلیل فعال بودن و وضعیت بلوغ آزمودنی‌ها در هر سه گروه بوده باشد.

علاوه بر این، افراد شرکت‌کننده در این مطالعه، رژیم غذایی مشابهی نداشتند و صرفاً از آن‌ها خواسته شد، عادت غذایی خود را حفظ کنند و از مصرف هر گونه مکمل در این دوره خودداری کنند. از آنجا که غلظت BDNF تحت تأثیر نوع ماده غذایی مصرفی قرار می‌گیرد (۵۴)، نبود یک رژیم غذایی مشابه می‌تواند به عنوان یک اثر مداخله‌گر بر نتایج این تحقیق به شمار رود؛ ضمن اینکه یافته‌ها نشان‌دهنده کاهش معنی‌دار درصد چربی در گروه تجربی و افزایش میانگین وزن بدن در گروه کنترل است، و از آنجا که سطوح BDNF تحت تأثیر وزن بدن نیز قرار می‌گیرد (۴۶)، تغییر وزن آزمودنی‌ها می‌تواند دلیل ایجاد نتایج مشابه بین گروه‌ها باشد.

اگرچه در این مطالعه غلظت BDNF بزاق بین گروه‌ها تفاوت معنی‌داری نداشت، اما با توجه به نقش BDNF در فعال‌سازی AMPK و اکسایش چربی، کاهش معنی‌دار درصد چربی در گروه TRX می‌تواند به طور غیرمستقیم تحریک اکسایش چربی به وسیله بیان BDNF عضلانی را نشان دهد؛ با این حال، از آنجا که کودکان تحت تأثیر فرایندهای رشد و بلوغ هستند، به تغییرات ناشی از فعالیت ورزشی در نوروتروفین‌ها حساسیت بیشتری دارند، و در نتیجه یافته‌های

به شیوه اتوکراین/پاراکراین می‌تواند در فرایندهای سوخت و سازی مثل افزایش اکسایش چربی از طریق فعال‌سازی AMPK شرکت کند؛ بر این اساس اگرچه در مطالعه ما، تفاوت معنی‌داری در غلظت بزاق BDNF پس از مداخله بین گروه‌های تجربی و کنترل مشاهده نشد، اما کاهش معنی‌دار درصد چربی در گروه تمرینات مقاومتی معلق، احتمالاً می‌تواند شاهی بر بیان بیشتر BDNF عضلانی باشد. در واقع این احتمال وجود دارد که تحریک عصبی بیشتر ناشی از این نوع تمرینات، ترشح BDNF را در جلسات تمرین افزایش داده باشد و از این طریق باعث فعال‌سازی مسیرهای اکسایش چربی شود.

در این پژوهش، غلظت BDNF بزاقی آزمودنی‌ها دارای پراکندگی زیادی بود که این نتیجه با مطالعات دیگر که به بررسی پروتئین‌های بزاقی پرداخته‌اند و همچنین مطالعات BDNF خون در افراد سالم هم‌راستا است. غلظت پایه BDNF در سرم بزرگسالان از ۱/۵ تا ۳۰/۹ نانوگرم بر میلی‌لیتر در طول ۲۴ مطالعه متغیر بوده است؛ با این حال پراکندگی سطوح BDNF پلاسما بسیار بیشتر و در دامنه‌ای بین ۱۰/۳ تا ۲۵ نانوگرم بر میلی‌لیتر قرار دارد (۲۶). عوامل متعددی از جمله ریتم شبانه‌روزی (۳۹, ۴۰)، استرس (۴۱, ۴۲)، سطح آمادگی جسمانی (۴۳-۴۵)، تغذیه و وزن بدن (۴۶, ۴۷)، غلظت این پروتئین را در خون و بزاق تحت تأثیر قرار می‌دهند. در مطالعه حاضر این احتمال وجود ندارد که ریتم شبانه‌روزی دلیل تغییرات مشاهده شده باشد، چرا که تمام نمونه‌ها بین ساعات ۱۰ تا ۱۱ صبح جمع‌آوری شدند. با وجود اینکه مطالعات در زمینه تأثیر سطح آمادگی جسمانی بر غلظت BDNF با مداخلات تجربی و شرایط مشابهی انجام نشده است، اما به نظر می‌رسد آزمودنی‌های تمرین‌نکرده و افرادی که آمادگی قلبی-عروقی ضعیفی دارند، درصد بالاتری از BDNF محیطی را نسبت به ورزشکاران و افراد تمرین‌کرده گزارش می‌کنند (۴۳, ۴۸). همان طور که پیش از این پیشنهاد شد، این مشاهدات نیز می‌تواند برداشت بیشتر و مؤثرتر BDNF و همچنین جذب بافتی بالاتر آن را در افراد تمرین‌کرده نشان دهد؛ از سوی دیگر حجم پلاسما به دنبال تمرینات بدنی منظم، ۱۰ تا ۲۰ درصد افزایش

11. Behm, D.G., et al., Canadian Society for Exercise Physiology position paper: resistance training in children and adolescents. *Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism*, 2008. 33(3): p. 547-561.
12. Faigenbaum, A.D., et al., Youth resistance training: updated position statement paper from the national strength and conditioning association. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 2009. 23: p. S60-S79.
13. McCambridge, T.a.P.S., Strength training by children and adolescents. *Pediatrics*, 2008. 121(4): p. 835-840.
14. Snarr, R.L.a.M.R.E., Comparison of Electromyographic Activity When Performing an Inverted Row With and Without a Suspension Device. *Age (yrs)*, 2013. 26(4.2): p. 22.3-1.0.
15. Byrne, J.M., et al., The Effect of Using a Suspension Training System on Muscle Activation During the Performance of a Front Plank Exercise. *Journal of strength and conditioning research/National Strength & Conditioning Association*, 2014.
16. T. Heltne, e.a., Effects of TRX versus Traditional Training Programs on Core Endurance and Muscular Strength.
17. Ronald L. Snarr, e.a., Electromyographic Activity of Rectus Abdominis during a Suspension Push-Up Compared to Traditional Exercises. 2013.
18. Klein R, N.V., Jing SA, Lamballe F, Tapley P, Bryant S, et al. The trkB tyrosine protein kinase is a receptor for brain-derived neurotrophic factor and neurotrophin-3. *Cell* 1991; 66: 395-403.
19. Ibanez CF, E.T., Persson H., Chimeric molecules with multiple neurotrophic activities reveal structural elements determining the specificities of NGF and BDNF. *EMBO J* 1991; 10: 2105-2110.
20. Cohen\_Croy S, L.B., Neurotrophic regulation of retinal ganglion cell synaptic connectivity :from axons and dendrites synapses. 2004.
21. Egan, M.F., Kojima, M., Calicott, J.H., Goldberg, T.E., Kolachana, B.S., Bertolino, A. Zaitsev, E., Gold, B., Goldman, D. Dean, M. Lu, B. Weinberger, D.R., "BDNF val66 net polymorphism affects activity - dependent secretion of BDNF and human memory and hippocampal function". 2003; *Cell*, Vol. 112, PP: 257-269

مشابه می‌تواند به دلیل شرکت منظم همه گروه‌ها در تمرینات فوتبال باشد. در واقع احتمال می‌رود که این سطح از تمرینات منظم فوتبال، تحریک کافی را برای افزایش سطح BDNF در کودکان فراهم کرده است.

#### پی‌نوشت‌ها

1. Total resistance exercise
2. Snarr et al
3. Electromyography
4. Neurotrophin
5. Electromyography
6. Goekint et al
7. Yarrow et al
8. One Repetition Maximum
9. Schiffer et al
10. Matthews et al

#### منابع

1. Cardon G, V.C.E., de Bourdeaudhuij I. Physical activity in infants and toddlers. and E.o.e.c.d. 2011:1-6: p. 1-6.
2. Strong WB, M.R., Blimkie CJ, Daniels SR, Dishman RK, Gutin B, et al. Evidence based and p.a.f.s.-a.y.T.J.o.p. 2005;146(6):732-7.
3. Barbieri, D.a.L.Z., Strength training for children and adolescents: Benefits and risks. *Collegium antropologicum*, 2013; 37(2): p. 219-225.
4. Pediatrics., P.A.A.A.o., Committee on Sports Medicine and Committee on School Health: Organized athletics for preadolescent children. *Pediatrics*. 1989;84(3):583-4.
5. N., M., The growing child in sport. *British medical bulletin*. 1992;48(3):561-8.
6. Hass, C.J., M.S. Feigenbaum, and B.A. Franklin,, Prescription of resistance training for healthy populations. *Sports medicine*, 2001. 31(14): p. 953-964.
7. Blimkie, C.J., Resistance training during preadolescence. *Sports Medicine*, 1993. 15(6): p. 389-407.
8. adres, E., et al., The effect of long-term resistance training on anthropometric measures, muscle strength, and self concept in pre-pubertal boys. *Pediatric Exercise Science*, 2001. 13(4): p. 357-372.
9. Falk, B.a.A.E., Resistance training, skeletal muscle and growth. *Pediatric endocrinology reviews: PER*, 2003. 1(2): p. 120-127.
10. McNeely, E.a.L.A., Strength training for children: a review and recommendations. *Physical and Health Education Journal*, 2002. 68(4): p. 4-9.

22. Hennigan A, O.C.R., Kelly AM., Neurotrophins and their receptors: roles in plasticity, neurodegeneration and neuroprotection. *Biochem Soc Trans* 2007; 35: 424-7.
23. MV., J., Plasticity in the developing brain: implications for rehabilitation. *Dev Disabil Res Rev* 2009; 15: 94-101.
24. Neeper SA, G.m.-P.F., Choi J, et al., Exercise and brain neurotrophins [letter]. *Nature* 1995; 373(6510): 109.
25. Vaynman S, G.-P.F., License to run: exercise impacts functional plasticity in the intact and injured central nervous system by using neurotrophin. *Neurorehab Neur Repair* 2005; 19 (4): 283-94.
26. Kristel Knaepen, M.G., 1,2 Elsa Marie Heyman<sup>1,3</sup> and Romain Meeusen<sup>1</sup>, Neuroplasticity – Exercise-Induced Response of Peripheral Brain-Derived Neurotrophic Factor 2010.
27. Yarrow JF, W.L., McCoy SC, et al., Training augments resistance exercise induced elevation of circulating brain derived neurotrophic factor (BDNF). *Neurosci Lett* 2010; 479 (2): 161-5.
28. Goekint M, D.P.K., Roelands B, et al., Strength training does not influence serum brain-derived neurotrophic factor. *Eur J Appl Physiol*. Epub 2010 May 14.
29. Poduslo JF, C.G., Permeability at the blood-brain and blood-nerve barriers of the neurotrophic factors: NGF, CNTF, NT-3, BDNF. *Brain Res Mol Brain Re* 1996; 36: 280-6.
30. Pan W, B.W., Fasold MB, et al., Transport of brain-derived neurotrophic factor across the blood-brain barrier. *Neuropharmacol* 1998; 37: 1553-61.
31. Seifert T, B.P., Wissenberg M, et al., Endurance training enhances BDNF release from the human brain. *Am J Physiol Regul Integr Comp Physiol* 2010; 298 (2): R372-7.
32. Matthews VB, A.m.M., Chan MH, 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. *Diabetologica* 2009; 52 (7): 1409-18.
33. Nakahashi T, F.H., Altar CA., Vascular endothelial cells synthesize and secrete brain-derived neurotrophic factor. *FEBS Lett* 2000; 470: 113-7.
34. Tsukinoki K, S.J., Sasaguri Y, et al., Immobilization stress induces BDNF in rat submandibular glands. *J Dent Res* 2006; 85: 844-8
35. Tsukinoki K, S.J., Muto N, et al., Submandibular glands contribute to increase in plasma BDNF. *J Dent Res* 2007; 86: 260-4.
36. Epley, B.P.c.I.B.E.W.L., NE: Body Enterprises, 1985. p. 86.
37. Schiffer T, S.S., Hollmann W, et al., Effects of strength and endurance training on brain-derived neurotrophic factor and insulin-like growth factor 1 in humans. *Horm Metab Res* 2009; 41 (3): 250-4.
38. E.V. Pitts, S.P., D.M. Hess, R.J. Balice-Gordon., Neurotrophin and Trk-mediated signaling in the neuromuscular system, *International Anesthesiology Clinics* 44 (2006) 21–76.
39. Begliuomini S., L.E., Ninni F., Casarosa E., Merlini S., Pluchino N., and L.M. Valentino V., Luisi M. and Genazzani A.R., Plasma brain-derived neurotrophic factor daily variations in men: correlation with cortisol circadian rhythm. *J. Endocrinol.* 2008; 197, 429-435.
40. Pinnock S.B., B.R., Chan M., Hunt L.T., Turner-Stokes T. and H. J., Interactions between nitric oxide and corticosterone in the regulation of progenitor cell proliferation in the dentate gyrus of the adult rat. *Neuropsychopharmacology* 2007; 32, 493- 504.
41. Tsukinoki K., S.J., Sasaguri K., Miyoshi Y., Jinbu Y., Kusama M., and S.S.a.W.Y. Immobilization stress induces BDNF in rat submandibular glands. *J. Dent. Res.* 2006; 85, 844- 848.
42. Saruta J., L.T., Shirasu M., Takahashi T., Sato C., Sato S. and T. K., Chronic stress affects the expression of BDNF in rat submandibular glands. *Stress* 2010; 13, 53-60..
43. Chan KL, T.K., Yip SP., Relationship of serum brain-derived neurotrophic factor (BDNF) and health-related lifestyle in healthy human subjects. *Neurosci Lett* 2008; 447 (2-3): 124-12.
44. Nofuji Y, S.M., Moriyama Y, et al., Decreased serum brain-derived neurotrophic factor in trained men. *Neurosci Lett* 2008; 437 (1): 29-32.
45. Seifert T, B.P., Wissenberg M, et al., Endurance training enhances BDNF release from the human brain. *Am J Physiol Regul Integr Comp Physiol* 2010; 298 (2): R372-7.
46. Monteleone P, T.A., Martiadis V., Opposite changes in the serum brain-derived neurotrophic factor in anorexia nervosa and obesity. *Psychosom Med* 2004; 66: 744-8.
47. Lommatzsch M, Z.D., Schuhbaeck K., The impact of age, weight and gender on BDNF levels in human platelets and plasma. *Neurobiol Aging* 2005; 26: 115-23.
48. Currie J, R.R., Ludlow H, et al., Cardio-respiratory fitness, habitual physical activity and serum brain derived neurotrophic factor (BDNF)



- in men and women. *Neurosci Lett* 2009; 451 (2): 152-5.
49. E., W., Athletes' anaemia: a review of possible causes and guidelines on investigation. *Br J Sports Med* 1989; 23: 81-3.
50. Schulz K, G.S., Witte J, et al., Impact of aerobic training on immune-endocrine parameters, neurotrophic factors, quality of life and coordinative function in multiple sclerosis. *J Neurol Sci* 2004; 225 (1-2): 11-8.
51. Castellano V, W.L., Serum brain-derived neurotrophic factor response to aerobic exercise in multiple sclerosis. *J Neurol Sci* 2008; 269 (1-2): 85-91.
52. Baker LD, F.L., Foster-Schubert K, et al., Effects of aerobic exercise on mild cognitive impairment. *Arch Neurol* 2010; 67(1): 71-9.
53. Katoh-Semba R, W.R., Komori T., Age-related changes in BDNF protein levels in human serum: differences between autism cases and normal controls. *Int J Devl Neurosci* 2007; 25: 367-72.
54. Vaynman S, G.-P.F., Revenge of the "sit": how lifestyle impacts neuronal and cognitive health through molecular systems that interface energy metabolism with neuronal plasticity. *J Neurosci Res* 84:699-715.

Archive of SID