



# Comparison of Brain-Derived Neurotrophic Factor (BDNF) and Insulin-like Growth Factor 1 (IGF-1) Responses to Different Endurance Training Intensities in Runner Men

## ARTICLE INFO

### Article Type

Original Research

### Authors

Habibian M.\* PhD,  
Valinejad A.<sup>1</sup> MSc

### How to cite this article

Habibian M, Valinejad A. Comparison of Brain-Derived Neurotrophic Factor (BDNF) and Insulin-like Growth Factor 1 (IGF-1) Responses to Different Endurance Training Intensities in Runner Men. *Horizon of Medical Sciences*. 2017;23(4):273-277.

\*Physical Education Department, Human Sciences Faculty, Qaemshahar Branch, Islamic Azad University, Qaemshahar, Iran

<sup>1</sup>Physical Education Department, Human Sciences Faculty, Sari Branch, Islamic Azad University, Sari, Iran

### Correspondence

Address: Department of Physical Education, Human Sciences Faculty, Babol Street, Qaemshahar Branch, Islamic Azad University, Qaemshahar, Iran

Phone: +98 (11) 42155025

Fax: +98 (11) 42155117

habibian\_m@yahoo.com

### Article History

Received: September 19, 2016

Accepted: August 4, 2017

ePublished: September 28, 2017

## ABSTRACT

**Aims** Blood neurotrophins, such as Brain-Derived Neurotrophic Factor (BDNF) and Insulin-like Growth Factor 1 (IGF-1), mediate exercise-induced health benefits in humans. The purpose of this study was to compare the response of BDNF and IGF-1 to different endurance training intensities in runner men.

**Materials & Methods** In this semi-experimental study with pre-test-posttest design in 2015, 10 people of male runners from Gorgan were selected through purposeful and accessible sampling. The endurance training protocol was 6 km running with moderate (70-75% of heart rate reserve) or severe (80-85% of heart rate reserve) intensity, which was performed within a week's interval. Fasting blood samples were collected before and immediately after both acute training sessions and serum levels of BDNF and IGF-1 were measured by ELISA and radioimmunoassay enzyme. Data were analyzed by SPSS 20 software using independent t-test and paired t-test.

**Findings** Both acute endurance training significantly increased serum levels of BDNF and IGF-1 in runners, but high intensity endurance exercises increased BDNF levels in comparison with moderate intensity ( $p < 0.05$ ), while no significant difference was observed between IGF-1 response to different intensities of endurance training ( $p > 0.05$ ).

**Conclusion** Serum BDNF response in endurance athletes is affected by the intensity of exercise, so that the effect of high intensity endurance training on BDNF levels is greater than moderate intensity exercise, but the response of IGF-1 to acute endurance training is independent of the intensity of exercise.

**Keywords** Brain-Derived Neurotrophic Factor (BDNF); Insulin-like Growth Factor 1 (IGF-1); Endurance training

## CITATION LINKS

- [1] Effects of strength and endurance training on brain-derived neurotrophic factor ...
- [2] Exercise: A behavioral intervention to enhance brain health ...
- [3] Be smart, exercise your heart: exercise effects on brain and ...
- [4] The effects of physical activity and exercise on brain-derived neurotrophic factor ...
- [5] Brain-derived neurotrophic factor (BDNF) ...
- [6] New concepts in regulation and function of the insulin-like growth factors: implications for understanding ...
- [7] Central administration of IGF-1 and BDNF Leads to long-lasting ...
- [8] Serum levels of total and free IGF-I and IGF-BP-3 are increased and maintained ...
- [9] Circulating insulin-like growth factor ...
- [10] The effects of aerobic exercise intensity and duration on ...
- [11] Basal serum levels and reactivity of nerve growth ...
- [12] Impact of exercise on neuroplasticity related ...
- [13] The effect of acute exercise on serum brain-derived ...
- [14] Review of Physical Activity and the IGF Family ...
- [15] Effect of training on the GH/IGF-I axis ...
- [16] GH, IGF-1 and IGF-BP3 responses to submaximal ...
- [17] Acute effects of three different circuit ...
- [18] Alteration of Plasma Brain Natriuretic Peptide ...
- [19] Acute strength exercise and the involvement ...
- [20] Intense exercise increases circulating ...
- [21] Different circulating brain-derived neurotrophic ...
- [22] Endurance training increases plasma brain-derived ...
- [23] Evidence for a release of brain-derived ...
- [24] The impact of exercise training on basal ...
- [25] The effect of exercise training on resting ...
- [26] The antidepressive effect of the physical exercise correlates with ...
- [27] Acute effect of brief low- and high-intensity ...
- [28] Rigorous running increases growth hormone ...
- [29] Effect of training on GH and IGF-1 responses to a submaximal ...
- [30] High-affinity growth hormone binding protein and ...
- [31] Acute hormonal and force responses to combined ...
- [32] Comparison of high-intensity vs. high-volume resistance training on the BDNF ...

## مقایسه پاسخ فاکتور نروتروفیک مشتق از مغز (BDNF) و فاکتور رشد شبه‌انسولینی-۱ (IGF-1) به شدت‌های مختلف تمرین استقامتی در مردان دوند

معصومه حبیبیان<sup>PhD\*</sup>

گروه تربیت بدنی، دانشکده علوم انسانی، واحد قائمشهر، دانشگاه آزاد اسلامی، قائم شهر، ایران  
اکبر ولی‌نژاد<sup>MSc</sup>  
گروه تربیت بدنی، دانشکده علوم انسانی، واحد ساری، دانشگاه آزاد اسلامی، ساری، ایران

### چکیده

**اهداف:** نروتروفین‌های خون مانند فاکتور نروتروفیک مشتق از مغز (BDNF) و فاکتور رشد شبه‌انسولینی-۱ (IGF-1) اثرات مطلوب سلامتی ناشی از ورزش را در انسان میانجی‌گری می‌کنند. هدف پژوهش حاضر، مقایسه پاسخ BDNF و IGF-1 به شدت‌های مختلف تمرین استقامتی در مردان دونده بود.

**مواد و روش‌ها:** در این پژوهش نیمه‌تجربی با طرح پیش‌آزمون-پس‌آزمون در سال ۱۳۹۴، تعداد ۱۰ ورزشکار مرد دونده در شهرستان گرگان به صورت نمونه‌گیری هدفمند و در دسترس انتخاب شدند. پروتکل تمرین استقامتی شامل ۶ کیلومتر دویدن با شدت متوسط (۷۵-۷۰٪ ضربان قلب ذخیره) یا شدت زیاد (۸۵-۸۰٪ ضربان قلب ذخیره) بود که این دو جلسه تمرین حاد، به فاصله یک هفته از هم انجام شد. نمونه‌های خونی ناشتا، قبل و بلافاصله پس از هر دو جلسه تمرین حاد جمع‌آوری شد و سطوح سرمی BDNF و IGF-1 به روش الیزا و آنزیم رادیوایمنواسی اندازه‌گیری شد. داده‌ها به کمک نرم‌افزار SPSS 20 و توسط آزمون‌های T زوجی و T مستقل تحلیل شدند.

**یافته‌ها:** هر دو تمرین استقامتی حاد باعث افزایش معنی‌دار سطوح سرمی BDNF و IGF-1 در مردان دونده شد، اما تمرین استقامتی با شدت بالا، سطوح BDNF را در مقایسه با شدت متوسط افزایش بیشتری داد ( $p < 0.05$ ). در حالی که تفاوت معنی‌داری بین پاسخ IGF-1 به شدت‌های مختلف تمرین استقامتی مشاهده نشد ( $p > 0.05$ ).

**نتیجه‌گیری:** پاسخ سرمی BDNF در ورزشکاران استقامتی تحت تاثیر شدت تمرین قرار می‌گیرد، به طوری که اثر تمرین استقامتی با شدت بالا بر سطوح BDNF بیشتر از تمرین با شدت متوسط است، اما پاسخ IGF-1 به تمرین استقامتی حاد، مستقل از شدت تمرین است.

**کلیدواژه‌ها:** فاکتور نروتروفیک مشتق از مغز (BDNF)، فاکتور رشد شبه‌انسولینی-۱ (IGF-1)، تمرین استقامتی

تاریخ دریافت: ۱۳۹۵/۰۶/۲۱

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۶/۰۴/۱۳

\*نویسنده مسئول: habibian\_m@yahoo.com

### مقدمه

فعالیت ورزشی یک محرک اصلی برای ایجاد سازگاری‌های عملکردی و متابولیک در سیستم عصبی-عضلانی محسوب می‌شود<sup>[1]</sup> و با اثرات مثبتی بر ساختار مغز و عملکرد شناختی انسان همراه است<sup>[2]</sup>. در مقایسه با سازگاری‌های شناخته شده حاصل از انواع تمرینات هوازی در عضله اسکلتی، از قبیل افزایش در ظرفیت آنزیم هوازی، محتوای گلیکوژن بین‌عضلانی، دانسیته مویرگی و میتوکندریایی عضله اسکلتی، اطلاعات اندکی در مورد تاثیر فعالیت ورزشی بر سطوح نروتروفین‌های خون موجود است<sup>[3]</sup>. نروتروفین‌های خون از جمله فاکتور نروتروفیک مشتق از مغز (BDNF) و پروتئین‌هایی با خواص نروتروفینی مانند فاکتور رشد شبه‌انسولینی-۱ (IGF-1) نقش زیادی در میانجی‌گری اثرات مطلوب فعالیت ورزشی بر مغز، از طریق القای واکنش‌های آبخاری فاکتورهای رشد محیطی و مرکزی دارند<sup>[2,3]</sup>.

فصل‌نامه علمی-پژوهشی افق دانش

BDNF یکی از اعضای خانواده نروتروفین‌ها است که منجر به القای فاکتور رشد عصبی و انواع نروتروفین‌ها می‌شود و به طور گسترده در مغز و بافت‌های محیطی مانند بافت چربی و بافت عضله بیان می‌شود. همچنین BDNF از طریق فعال‌نمودن گیرنده‌های تروپومیوزین‌کیناز B نقش مهمی در توسعه و شکل‌پذیری مغز شامل تمایز، تکثیر، حیات نرون‌ها، نروژنز و شکل‌پذیری سیناپسی دارد<sup>[4]</sup>، اما سطوح پایین BDNF با اختلال در متابولیسم گلوکز همراه است و ممکن است منجر به افسردگی و دیابت نوع دو شود<sup>[5]</sup>.

IGF-1 نیز یک پپتید میانجی‌گر اصلی عمل هورمون رشد است و می‌تواند منجر به تحریک تکثیر سلولی، مهار آپوپتوز و القای تومورزایی شود<sup>[6]</sup>. بخش زیادی از IGF-1 در کبد سنتز و وارد خون می‌شود، اما این فاکتور رشد می‌تواند به طور موضعی در سلول‌های عضلانی در پاسخ به آسیب بافتی و همچنین به طور مرکزی در مغز تولید شود. علاوه بر این، IGF-1 بیان BDNF را نیز القا می‌کند<sup>[7]</sup>. اگر چه سطوح گردشی IGF-1 با انسولین و هورمون رشد، تنظیم می‌شود، ولی به خوبی اثبات شده است که فعالیت ورزشی هم تنظیم‌کننده مهم سطوح IGF-1 است<sup>[8]</sup>. فعالیت‌های ورزشی از طریق تنظیم BDNF و IGF-1 منجر به شکل‌پذیری درازمدت و نروژنز در سلول‌های عصبی می‌شوند<sup>[9]</sup>، اما علی‌رغم بررسی تاثیرات تمرینات مزمن هوازی بر سطوح BDNF، مطالعات اندکی در خصوص اثرات حاد این نوع تمرینات انجام شده است<sup>[10]</sup>.

در نتایج مطالعات انسانی، افزایش گذرا و متوسط (حدود ۲۰٪ تا ۴۰٪) سطوح BDNF متعاقب فعالیت ورزشی حاد مشاهده شد<sup>[11]</sup>.<sup>[12]</sup> و به نظر می‌رسد فعالیت ورزشی شدید کوتاه‌مدت<sup>[12]</sup>، یا تمرین با شدت متوسط<sup>[11]</sup> برای بالابردن سطوح BDNF کافی باشد. ولی به اعتقاد برخی از محققان فعالیت ورزشی با شدت کم برای افزایش سطوح آن کافی نیست<sup>[13]</sup>. براساس تحقیقات قبلی، پاسخ سطوح BDNF و IGF-1 به تمرینات استقامتی به شدت تمرین نیز بستگی دارد<sup>[1,13]</sup>.

همچنین بین میزان پاسخ IGF-1 به فعالیت ورزشی حاد در افراد ورزشکار و غیرورزشکار تفاوتی مشاهده نشد. براساس فرضیه بیولوژیک، پاسخ IGF-1 ورزشکاران به تمرین می‌تواند متفاوت از افراد غیرورزشکار باشد<sup>[14]</sup>. به عنوان مثال سطوح IGF-1 پایه در مردان میانسال تمرین‌کرده (علی‌رغم بالاتر بودن آن در مقایسه با افراد غیرورزشکار) پس از ۶۰ دقیقه رکاب‌زدن شدید روی دوچرخه کارسج سه‌برابر افزایش یافت، در حالی که تفاوتی بین سطوح IGF-1 هر دو گروه، پس از ۶۰ دقیقه تمرین با شدت پایین مشاهده نشد<sup>[15]</sup>. این در حالی است که عدم تغییر سطوح IGF-1 متعاقب ۲۰ دقیقه فعالیت ورزشی تناوبی روی دوچرخه کارسج با شدت ۹۰٪ حداکثر ضربان قلب در ورزشکاران جوان و افراد غیرفعال همسان شده و همچنین سطوح پایین‌تر IGF-1 پایه ورزشکاران در یافته‌های محققان دیگر قید شد<sup>[16]</sup>.

امروزه حتی ورزشکاران حرفه‌ای مشتاقند که به حداکثر نتایج تمرینی در حداقل زمان دست یابند و در پی یافتن شیوه‌ها و پروتکل‌های تمرینی برای رسیدن به اهداف تمرین در حداقل زمان هستند<sup>[17]</sup>. اما با وجود مشاهده ارتباط بین پاسخ سطوح BDNF و IGF-1 با شدت تمرین استقامتی<sup>[1,13]</sup>، تاثیر شدت‌های مختلف تمرین هوازی در دوندگان استقامتی به خوبی مشخص نیست. به علاوه، در اکثر مطالعات قبلی اثرات حاد تمرینات ورزشی در افراد سالم یا پروتکل‌های مختلف تمرینات هوازی در ورزشکاران رشته‌های مختلف ورزشی بررسی شده است. لذا هدف مطالعه

مقایسه پاسخ فاکتور نوروتروفیک مشتق از مغز (BDNF) و فاکتور رشد شبه انسولینی-1 (IGF-1) به شدت‌های مختلف تمرین استقامتی در مردان دونه ۲۷۵ حاضر، مقایسه پاسخ فاکتور نوروتروفیک مشتق از مغز (BDNF) و فاکتور رشد شبه انسولینی-1 (IGF-1) به دو شدت مختلف تمرین استقامتی در مردان دونه بود.

## مواد و روش‌ها

این پژوهش نیمه تجربی با طرح پیش‌آزمون- پس‌آزمون در سال ۱۳۹۴ در بین ورزشکاران مرد دونه شهرستان گرگان انجام شد. پس از فراخوانی از طریق اطلاعیه در باشگاه‌ها و هیات دو و میدانی شهر و براساس اطلاعات حاصل از پرسش‌نامه محقق‌ساخته که به‌منظور آگاهی از سن، سابقه ورزشی (بیش از دو سال)، عدم بیماری‌های قلبی- عروقی، عدم یا میزان استفاده از مکمل‌ها و داروهای آنابولیک در اختیار داوطلبان قرار گرفت و همچنین اندازه‌گیری‌های قد و وزن آنها برای انتخاب آزمودنی‌های همسان، ۱۰ ورزشکار دونه به‌صورت نمونه‌گیری هدفمند و در دسترس انتخاب شدند. آزمودنی‌ها پس از آگاهی کامل از نحوه شرکت در پروتکل و تکمیل رضایت‌نامه کتبی، به تحقیق راه یافتند. به‌علاوه، آنها مجاز بودند در صورت عدم تمایل به همکاری یا عدم تحمل شرایط تحقیق، از ادامه همکاری انصراف دهند.

یک هفته قبل از اجرای پروتکل تمرینی، آزمودنی‌ها با نحوه اجرای تحقیق آشنا شدند و طی دو هفته متوالی تمرینات حاد دوییدن را با شدت‌های متوسط و زیاد در پیست دو و میدانی شهر اجرا نمودند. پروتکل تمرین استقامتی شامل ۶ کیلومتر دوییدن با شدت متوسط (۷۵-۷۰٪ ضربان قلب ذخیره) یا شدت زیاد (۸۵-۸۰٪ ضربان قلب ذخیره) بود که این دو جلسه تمرین حاد، به‌فاصله یک هفته از هم و در صبح انجام شد [18]. شدت تمرین برای هر آزمودنی با استفاده از روش ضربان قلب ذخیره‌ای (روش کارونن) و تعیین ضربان قلب استراحتی و حداکثر ضربان قلب (۲۲۰- سن) آزمودنی‌ها محاسبه شد.

نمونه‌های خونی آزمودنی‌ها، به‌دنبال ۴۸ ساعت عدم فعالیت ورزشی و ۱۲ ساعت ناشتایی شبانه (مصرف رژیم غذایی سبک در شب قبل از خونگیری) در مرحله قبل (پس از ۳۰ دقیقه استراحت) و بلافاصله پس از هر دو جلسه تمرین حاد، به‌میزان ۵ سی‌سی از ورید بازویی دست چپ در وضعیت نشسته، در صبح جمع‌آوری شد. سطوح سرمی BDNF با کیت تجاری Human BDNF PicoKine ELISA Kit (شرکت Boster؛ چین) با حساسیت کمتر از ۲ پیکوگرم بر میلی‌لیتر و سطوح سرمی IGF-1 با کیت تجاری DRG IGF-I 600 ELISA Kit با حساسیت ۱/۲۹ نانوگرم در میلی‌لیتر و به‌روش آنزیم رادیوایمنواسی و براساس دستورالعمل شرکت سازنده اندازه‌گیری شد.

برای تجزیه و تحلیل داده‌ها، در ابتدا آزمون‌های شاپیرو- ویلک و لون به ترتیب به‌منظور تعیین نرمال بودن توزیع داده‌ها و تجانس واریانس‌ها مورد استفاده قرار گرفتند. به‌منظور بررسی تغییرات درون و برون‌گروهی به ترتیب از آزمون‌های T زوجی و T مستقل استفاده شد. کلیه تجزیه و تحلیل آماری توسط نرم‌افزار SPSS 20 صورت گرفت.

## یافته‌ها

آزمودنی‌ها دارای میانگین سنی ۲۲/۰۰±۱/۱۵ سال، میانگین وزنی ۷۴/۱۰±۲/۳۰ کیلوگرم و میانگین شاخص توده بدنی ۲۴/۷۰±۱/۲۰ کیلوگرم بر متر مربع بودند.

اما علی‌رغم افزایش بیشتر سطوح IGF-1 سرمی دوندگان جوان پس از تمرین حاد با شدت زیاد (۷/۷۵٪) در مقایسه با تمرین با شدت متوسط (۶/۷۴٪)، تفاوت معنی‌داری بین درصد تغییرات میانگین‌های IGF-1 پس از این دو نوع تمرین حاد مشاهده نشد (جدول ۱؛ p=۰/۳۴۳).

جدول ۱) میانگین آماری میزان متغیرهای تحقیق در قبل و بلافاصله پس از تمرینات حاد با دو شدت مختلف

متغیرها	قبل از تمرین	بلافاصله پس از تمرین	درصد تغییرات
BDNF (پیکوگرم بر میلی‌لیتر)			
شدت متوسط	۶۲۷۷/۱۴±۱۳۰/۴۷	۶۳۲۷/۵۷±۱۳۱/۸۰*	۰/۸۰±۰/۲۷
شدت زیاد	۶۲۷۶/۴۳±۱۳۷/۶۵	۶۴۲۵/۷۱±۱۵۱/۴۲*	۲/۳۲±۰/۶۱**
IGF-1 (نانوگرم بر میلی‌لیتر)			
شدت متوسط	۳۱۹/۵۷±۸۵/۷۷	۳۳۹/۰۰±۸۲/۴۱*	۶/۷۴±۳/۱۲
شدت زیاد	۳۲۰/۲۲±۸۴/۷۰	۳۴۵/۸۶±۸۲/۵۷*	۷/۷۵±۴/۴۱

\* معنی‌داری نسبت به زمان قبل از تمرین در سطح ۰/۰۱

\*\* معنی‌داری نسبت به تمرین با شدت متوسط در سطح ۰/۰۱

## بحث

در تحقیق حاضر، پاسخ BDNF و IGF-1 سرمی ورزشکاران دونه جوان به دو نوع تمرین دوییدن حاد در شدت‌های متوسط و زیاد مورد بررسی قرار گرفت. براساس یافته‌های حاصل، سطوح سرمی BDNF متعاقب ۶ کیلومتر دوییدن با شدت‌های متوسط (۷۵-۷۰٪ ضربان قلب ذخیره) و زیاد (۸۵-۸۰٪ ضربان قلب ذخیره) افزایش یافت که البته این افزایش پس از دوییدن با شدت بالا به‌طور معنی‌داری در مقایسه با شدت متوسط، بیشتر بود. این نتایج بیابانگر تاثیر بیشتر تمرینات شدید در افزایش سطوح BDNF سرمی در ورزشکاران استقامتی است.

براساس تحقیقات قبلی، محرک‌های مختلف تمرینی شامل شدت، مدت و نوع فعالیت سطوح BDNF را تحت تاثیر قرار می‌دهند [19]. در این راستا هیمین و همکاران نیز افزایش معنی‌دار سطوح BDNF پس از ۶۰ دقیقه تمرین رکاب‌زدن با شدت ۵۵٪ حداکثر بازده توان که با ۳۰ دقیقه رکاب‌زدن در شدت ۷۵٪ حداکثر بازده توان دنبال شده بود را در مردان دوچرخه‌سوار جوان مشاهده نمودند [20]. همچنین نوفوجی و همکاران در مقایسه اثر سه نوع تمرین هوایی حاد شامل رکاب‌زدن با شدت فزاینده، ۳۰ دقیقه رکاب‌زدن با شدت‌های ۶۰٪ یا ۴۰٪ حداکثر اکسیژن مصرفی بر سطوح BDNF در زنان فعال و غیرفعال جوان، افزایش معنی‌دار BDNF (با الگوی مشابه) متعاقب هر دو تمرینات حاد فرایند و متوسط را در هر دو گروه گزارش نمودند [21].

با جمع‌بندی نتایج تحقیقات مورد بحث و تحقیق حاضر به‌نظر می‌رسد صرف‌نظر از نوع و نحوه اجرای تمرینات هوایی، برای تحریک رهایی بیشتر BDNF از منابع آن و در نتیجه افزایش سطوح گردش آن در افراد فعال یا غیرفعال سالم، تمرین باید

سنی، وضعیت جسمانی و ویژگی‌های تمرینات آزمون‌ها مربوط شود. اگر چه مکانیزم‌های دقیق افزایش IGF-1 در پاسخ به تمرین حاد ورزشی به‌خوبی مشخص نیست، ولی یکی از مکانیزم‌های پیشنهادی، افزایش رهایی IGF-1 کبدی حاصل از ترشح هورمون رشد ناشی از تمرین است که ممکن است از طریق افزایش تحریک کبدی ناشی از هورمون رشد واکنشی ایمنی (iGH)، حساسیت بیشتر کبد به iGH به‌واسطه بیان بیشتر گیرنده‌های هورمون رشد یا هر دو میانجی‌گری شود [30].

اگر چه در تحقیق حاضر پاسخ هورمون رشد مورد بررسی قرار نگرفت که می‌تواند از محدودیت‌های این تحقیق نیز محسوب شود، ولی مشاهده تفاوت بین پاسخ‌های حاد هورمون رشد و IGF-1 نشان می‌دهد که این هورمون‌ها در پاسخ به استرس تمرین، مستقل از هم عمل می‌کنند [31]. از لحاظ تئوری هم پیشنهاد شده است که افزایش IGF-1 ویژه عضلانی در پاسخ به افزایش انقباض/کشش عضلانی ناشی از تمرین به‌ویژه تمرینات شدید، می‌تواند منجر به افزایش IGF-1 گردش مستقل از محور GH-IGF-1 شود [30]. علاوه بر این، فعالیت ورزشی می‌تواند فعالیت پروتئازهای پروتئین اتصالی به IGF (IGFBP) را تحریک نماید و به‌طور خاصی با کاهش تمایل IGFBP3 به IGF-1 منجر به افزایش سطوح آن شود [26].

اگر چه افزایش هر دو فاکتور رشدی IGF-1 و BDNF متعاقب جلسات تمرینی حاد با شدت‌های متوسط و بالا می‌تواند با اثرات مفیدی برای ورزشکاران استقامتی از جمله بهبود در عملکرد شناختی، حافظه و خلق و خوی همراه باشد [32]. اما نیاز به تحقیقات بیشتر با تعداد نمونه‌های بزرگ‌تر برای تایید یافته‌های حاضر است.

### نتیجه‌گیری

یک جلسه تمرین دویدن با شدت‌های متوسط (۷۵-۷۰٪) و بالا (۸۵-۸۰٪ ضربان قلب ذخیره) می‌تواند منجر به افزایش سطوح سرمی BDNF و IGF-1 در ورزشکاران استقامتی شود. علاوه بر این، پاسخ BDNF به تمرین شدید بیشتر از تمرین متوسط است، اما افزایش IGF-1 مستقل از شدت این دو تمرین است.

تشکر و قدردانی: بدین وسیله از کلیه همکاران و دانشجویانی که در این تحقیق ما را یاری نمودند، تشکر و قدردانی می‌شود.

تاییدیه اخلاقی: آزمودنی‌ها پس از تکمیل رضایت‌نامه کتبی و اعلام آمادگی، در پژوهش شرکت نمودند.

تعارض منافع: تعارض منافی وجود ندارد.

سهم نویسندگان: معصومه حبیبیان (نویسنده اول)، روش‌شناس/تحلیلگر آماری/نگارنده بحث (۵۰٪)؛ اکبر ولی‌نژاد (نویسنده دوم)، نگارنده مقاله/پژوهشگر اصلی/نگارنده بحث (۵۰٪).

منابع مالی: این مقاله برگرفته از پایان‌نامه کارشناسی‌ارشد با کد ۲۵۰۴۹۲۱۰۴۹۲۱۰۲۵ و بدون بهره‌گیری از منابع مالی سازمانی است.

### منابع

1- Schiffer T, Schulte S, Hollmann W, Bloch W, Strüder HK. 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.

از شدت کافی برخوردار باشد، به‌طوری که شدت بالاتر تمرین به افزایش بیشتر سطوح BDNF، به‌ویژه در افراد فعال منجر خواهد شد. در تایید این موضوع اسکمولسکی و همکاران نشان دادند که ۴۰ دقیقه تمرین شدید هوازی با شدت ۸۰٪ ضربان قلب ذخیره به افزایش بیشتر سطوح BDNF در مقایسه با تمرینات حاد دیگر شامل ۴۰ دقیقه تمرین با شدت ۶۰٪ ضربان قلب ذخیره یا ۲۰ دقیقه تمرین هوازی با شدت‌های زیاد و متوسط در افراد سالم منجر شد [10]. علاوه بر این، افزایش ۱۳ درصدی در سطوح BDNF مردان و زنان سالم جوان در پاسخ به یک جلسه تمرین ۳۰ دقیقه‌ای با شدت ۱۰٪ بالاتر از آستانه تهویه‌ای و عدم تغییر معنی‌دار سطوح آن پس از یک جلسه تمرین با شدت ۲۰٪ پایین‌تر از آستانه تهویه‌ای توسط محققان دیگر گزارش شد [13].

اگر چه به‌واسطه انجام تحقیقات قبلی با طیف متنوعی از آزمودنی‌ها شامل بیماران، افراد سالم و ورزشکاران مختلف، مکانیزم دقیق پاسخ BDNF به ورزش حاد، به‌خوبی مشخص نیست [22]، ولی تولید BDNF ممکن است تحت تاثیر سلول‌های محیطی و اندام‌های اندوکراین مانند سلول‌های اندوتلیال عروق و ایمنی قرار گیرد، در حالی که مغز به‌عنوان مداخله‌گر اصلی در افزایش سطوح گردش ناشی از تمرین BDNF شناخته شده است و منبع اصلی ۷۵٪ BDNF پلاسمایی در شرایط عادی و پس از تمرین است [23]. لذا با توجه به سطوح پایین‌تر BDNF در افراد بسیارتمرین‌کرده [24]، افزایش سطوح خونی BDNF در پاسخ به استرس‌های متابولیک، نقش مهمی در تنظیم سوخت‌وساز انرژی در درون مغز و همچنین در نورون‌های محیطی دارد [25].

به‌علاوه، عبور IGF-1 خونی از سدخونی-مغزی نیز منجر به تحریک بیان BDNF در مغز می‌شود [9]. سطوح IGF-1 در تحقیق حاضر نیز متعاقب هر دو شدت تمرین متوسط و زیاد، افزایش مشابهی یافت. بنابراین افزایش بیشتر BDNF ناشی از تمرین شدیدتر ممکن است تا حدی توسط مسیرهای دیگری میانجی‌گری شده باشد. از طرفی دیگر، فعالیت استقامتی از طریق تغییرات در برخی مسیرهای سیگنالی (مانند پروتئین‌کیناز II وابسته به کالمدولین/ $Ca^{2+}$  و سیناپسین I و همچنین افزایش فعال‌کننده پلاسمینوژن بافتی) منجر به بلوغ mBDNF می‌شود [26].

از یافته‌های مهم دیگر تحقیق حاضر، افزایش معنی‌داری سطوح سرمی IGF-1 متعاقب هر دو تمرین حاد دویدن با شدت متوسط و زیاد بود، ولی تفاوتی در پاسخ IGF-1 به دو شدت تمرین استقامتی مشاهده نشد که نشان می‌دهد در ورزشکاران دوند، پاسخ IGF-1 مستقل از شدت تمرینات استقامتی است. در این راستا/اسکوز و همکاران نشان دادند که سطوح IGF-1 در مردان جوان، پس از ۱۰ دقیقه تمرین با شدت‌های زیاد (۱۳/۳٪) و کم (۷/۷٪) افزایش معنی‌داری یافت [27]. کرامر و همکاران نیز نشان دادند که پس از یک جلسه تمرین تناوبی فزاینده دویدن روی نوار گردان (با شدت‌های ۶۰، ۷۵، ۹۰ و ۱۰۰٪ حداکثر اکسیژن مصرفی) سطوح IGF-1 در مردان بسیارتمرین‌کرده افزایش معنی‌داری یافت [28].

جمع‌بندی نتایج تحقیقات مورد بحث و تحقیق حاضر نشان‌دهنده نقش تمرینات هوازی با هر دو شدت متوسط و زیاد در افزایش پاسخ IGF-1 سرمی در دوندگان جوان است، در حالی که مجری و همکاران تغییر معنی‌داری در سطوح IGF-1 متعاقب یک جلسه تمرین زیر بیشینه در دوره‌های مختلف یک فصل، در فوتبالیست‌ها مشاهده نکردند [29] که علت این مغایرت ممکن است به تفاوت

- 19- Correia PR, Pansani A, Machado F, Andrade M, Silva AC, Scorza FA, et al. Acute strength exercise and the involvement of small or large muscle mass on plasma brain-derived neurotrophic factor levels. *Clinics (Sao Paulo)*. 2010;65(11):1123-6.
- 20- Heyman E, Gamelin FX, Goekint M, Piscitelli F, Roelands B, Leclair E, et al. Intense exercise increases circulating endocannabinoid and BDNF levels in humans-possible implications for reward and depression. *Psychoneuroendocrinology*. 2012;37(6):844-851.
- 21- Nofuji Y, Suwa M, Sasaki H, Ichimiya A, Nishichi R, Kumagai S. Different circulating brain-derived neurotrophic factor responses to acute exercise between physically active and sedentary subjects. *J Sports Sci Med*. 2012;11(1):83-8.
- 22- 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. *J Physiol Pharmacol*. 2008;59 Suppl 7:119-32.
- 23- 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. *Exp Physiol*. 2009;94(10):1062-9.
- 24- Kim YI. The impact of exercise training on basal BDNF in athletic adolescents. *J Phys Ther Sci*. 2016;28(11):3066-9.
- 25- Dinoff A, Herrmann N, Swardfager W, Liu CS, Sherman C, Chan S, et al. The effect of exercise training on resting concentrations of peripheral brain-derived neurotrophic factor (BDNF): A meta-analysis. *PLoS One*. 2016;11(9):e0163037.
- 26- Sartori CR, Vieira AS, Ferrari EM, Langone F, Tongiorgi E, Parada CA. The antidepressive effect of the physical exercise correlates with increased levels of mature BDNF, and proBDNF proteolytic cleavage-related genes, p11 and tPA. *Neuroscience*. 2011;180:9-18.
- 27- Schwarz AJ, Brasel JA, Hintz RL, Mohan S, Cooper DM. Acute effect of brief low- and high-intensity exercise on circulating insulin-like growth factor (IGF) I, II, and IGF-binding protein-3 and its proteolysis in young healthy men. *J Clin Endocrinol Metab*. 1996;81(10):3492-7.
- 28- Kraemer RR, Durand RJ, Acevedo EO, Johnson LG, Kraemer GR, Hebert EP, et al. Rigorous running increases growth hormone and insulin-like growth factor-I without altering ghrelin. *Exp Biol Med (Maywood)*. 2004;229(3):240-6.
- 29- Mejri S, Bchir F, Ben Rayana Mc, Ben Hamida J, Ben Slama C. Effect of training on GH and IGF-1 responses to a submaximal exercise in football players. *Eur J Appl Physiol*. 2005;95(5-6):496-503.
- 30- Rubin MR, Kraemer WJ, Maresh CM, Volek JS, Ratamess NA, Vanheest JL, et al. High-affinity growth hormone binding protein and acute heavy resistance exercise. *Med Sci Sports Exerc*. 2005;37(3):395-403.
- 31- Taipale RS, Hakkinen K. Acute hormonal and force responses to combined strength and endurance loadings in men and women: The "order effect". *PLoS One*. 2013;8(2):e55051.
- 32- Church DD, Hoffman JR, Mangine GT, Jajtner AR, Townsend JR, Beyer KS, et al. Comparison of high-intensity vs. high-volume resistance training on the BDNF response to exercise. *J Appl Physiol*. 2016;121(1):123-8.
- 2- Cotman CW, Berchtold NC. Exercise: A behavioral intervention to enhance brain health and plasticity. *Trends Neurosci*. 2002;25(6):295-301.
- 3- Hillman CH, Erickson KI, Kramer AF. Be smart, exercise your heart: exercise effects on brain and cognition. *Nat Rev Neurosci*. 2008;9(1):58-65.
- 4- Huang T, Larsen KT, Ried-Larsen M, Moller NC, Andersen LB. The effects of physical activity and exercise on brain-derived neurotrophic factor in healthy humans: A review. *Scand J Med Sci Sports*. 2014;24(1):1-10.
- 5- Krabbe KS, Nielsen AR, Krogh-Madsen R, Plomgaard P, Rasmussen P, Erikstrup C, et al. Brain-derived neurotrophic factor (BDNF) and type 2 diabetes. *Diabetologia*. 2007;50(2):431-8.
- 6- Werner H, Le Roith D. New concepts in regulation and function of the insulin-like growth factors: implications for understanding normal growth and neoplasia. *Cell Mol Life Sci*. 2000;57(6):932-42.
- 7- Hoshaw BA, Malberg JE, Lucki I. Central administration of IGF-1 and BDNF leads to long-lasting antidepressant-like effects. *Brain Res*. 2005;1037(1-2):204-8.
- 8- Koziris LP, Hickson RC, Chatterton RT Jr, Groseth RT, Christie JM, Goldflies DG, et al. Serum levels of total and free IGF-I and IGF-BP-3 are increased and maintained in long-term training. *J Appl Physiol*. 1999;86(4):1436-42.
- 9- Carro E, Nunez A, Busiguina S, Torres-Aleman I. Circulating insulin-like growth factor I mediates effects of exercise on the brain. *J Neurosci*. 2000;20(8):2926-33.
- 10- Schmolesky MT, Webb DL, Hansen RA. The effects of aerobic exercise intensity and duration on levels of brain-derived neurotrophic factor in healthy men. *J Sports Sci Med*. 2013;12(3):502-11.
- 11- Gold SM, Schulz KH, Hartmann S, Mladek M, Lang UE, Hellweg R, et al. Basal serum levels and reactivity of nerve growth factor and brain-derived neurotrophic factor to standardized acute exercise in multiple sclerosis and controls. *J Neuroimmunol*. 2003;138(1-2):99-105.
- 12- Rojas Vega S, Abel T, Lindschulten R, Hollmann W, Bloch W, Strüder HK. Impact of exercise on neuroplasticity-related proteins in spinal cord injured humans. *Neuroscience*. 2008;153(4):1064-70.
- 13- Ferris LT, Williams JS, Shen CL. The effect of acute exercise on serum brain-derived neurotrophic factor levels and cognitive function. *Med Sci Sports Exerc*. 2007;39(4):728-34.
- 14- Orenstein MR, Friedenreich CM. Review of Physical Activity and the IGF Family. *Hum Kinet*. 2004;1(4):291.
- 15- Manetta J, Brun JF, Maimoun L, Callis A, Préfaut C, Mercier J. Effect of training on the GH/IGF-I axis during exercise in middle-aged men: Relationship to glucose homeostasis. *Am J Physiol Endocrinol Metab*. 2002;283(5):E929-36.
- 16- Mejria S, Koubâac D, Ben Slama C. GH, IGF-1 and IGF-BP3 responses to submaximal exercise: differences between trained and sedentary subjects. *Sci Sports*. 2004;19(2):80-5.
- 17- Skidmore BL, Jones MT, Blegen M, Matthews TD. Acute effects of three different circuit weight training protocols on blood lactate, heart rate, and rating of perceived exertion in recreationally active women. *J Sports Sci Med*. 2012;11(4):660-8.
- 18- Sheikhan H, Babaei Beygi MA, Daryanoosh F, Jafari B. Alteration of Plasma Brain Natriuretic Peptide Level After Acute Moderate Exercise in Professional Athletes. *Int Cardiovasc Res J*. 2011;5(4):148-50. [Persian]