Journal of Ardabil University of Medical Sciences

Vol. 21, No. 1, Spring 2021, Pages 113-122

The Effect of Eight Weeks of Polarized Training on GH/IGF-1 Axis Hormones Response in Active Young Male

Azadi B[1], Bolboli L[1]*, Khani M[2], Siahkouhian M[1], Pourrahim A[1]

1. Department of Exercises Physiology, School of Education Sciences and Psychology, Mohaghegh Ardabili University, Ardabil, Iran
2. Department of Exercises Physiology, School of Physical Education and Sport Sciences, University of Tabriz, Tabriz, Iran.

**** Corresponding author.*** Tel: +989143512590, Fax: +984533520457, E-mail: L_bolboli@uma.ac.ir

Received: Nov 8, 2021 Accepted: Mar 19, 2022

[Downloaded from jarums.arums.ac.ir on 2025-04-24]

[DOR: 20.1001.1.22287280.1400.21.1.10.8]

[DOI: 10.52547/jarums.21.1.113]

ABSTRACT

Background & objectives: Insulin-like growth factor -1 (IGF-1) has a variety of roles, but the abundance of scientific evidence indicates that it is a metabolic biomarker associated with physical fitness and health**.** The present study investigates the effect of eight weeks of polarized exercise training on serum GH / IGF-1- indices in active young men.

Methods: In this double-blind experimental study, 20 young males were allocated randomly into polarized training group (N=10) and a control group (N=10). The polarized training group performed 80-70% of the main workout volume (30 minutes) with light to moderate with 50-60% reserve heart rate (RHR) intensity and the remaining 20-30% at 85-95% RHR intensity; in a way that they ran two periods consisting 3 repetitions of 15-30 seconds, with 30-60 seconds of active rest after each repetition and 3 minutes of active rest after each period. Blood samples were taken from all subjects in three stages, including: pre-test stages, 24 hours before the start of the post-test, and after 12 hours overnight fasting. Post-test samples were collected, one sample immediately after the first session and the another 48 hours after the end of the last exercise session.

Results: The results of the present study showed that bipolar training significantly increased growth hormone and free IGF-I levels after one training session, and after eight-week bipolar training program. However, total IGF-1 levels decreased significantly after one exercise session and after eight-week bipolar exercise program. Also, no significant change was observed in IGFBP-3 and IGFBP-5 levels after one training session and eight-week training program. Acid-labile subunit levels did not change significantly after one training session, but decreased significantly after eight weeks of bipolar training.

Conclusion: Based on the results of the present study, it seems that the use of bipolar exercises, training may be a good way to improve the hormonal function and assess the level of health and physical fitness of active young men.

Keywords: Aerobic Fitness; Insulin-like Growth Factor-1; Growth Hormone; Young Male

تاثیر هشت هفته تمرین دوقطبی بر شاخص‌های سرمی محور GH/IGF-1 مردان جوان فعال

بهزاد آزادی[۱]، لطفعلی بلبلی[۱]*، مصطفی خانی[۲]، معرف سیاهکوهیان[۱]، آمنه پوررحیم[۱]

۱. گروه فیزیولوژی ورزشی، دانشکده علوم تربیتی و روانشناسی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران
۲. گروه فیزیولوژی ورزشی، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه تبریز، تبریز، ایران.
* نویسنده مسئول. تلفن: ۰۹۱٤۳۵۱۲۵۹۰ فاکس: ۰٤۵۳۳۵۲۰٤۵۷ پست الکترونیک: L_bolboli@uma.ac.ir

چکیده

زمینه و هدف: عامل رشد شبه انسولینی-۱ (IGF-1) نقش‌های متنوعی دارد، اما شواهد علمی نشان می‌دهد که آن یک نشانگر زیستی مرتبط با شاخص‌های آمادگی جسمانی و سلامتی است. از این رو مطالعه حاضر به بررسی تاثیر هشت هفته تمرین دو قطبی بر شاخص های سرمی محور GH/IGF-1 مردان جوان فعال پرداخت.

روش‌کار: در این مطالعه نیمه‌تجربی، ۲۰ مرد جوان ۲۵-۱۸ ساله انتخاب و پس از همگن‌سازی بر اساس درصد چربی و میزان آمادگی هوازی به صورت تصادفی در دو گروه تمرین دو قطبی (n =۱۰) و کنترل (n =۱۰) جایگزین شدند. گروه حجم تمرینی دو قطبی، ۸۰-۷۰ درصد حجم تمرینات اصلی (۳۰ دقیقه) را با شدت سبک تا متوسط با شدت ۶۰-۵۰ درصد ضربان قلب ذخیره (RHR) و ۳۰-۲۰ درصد باقیمانده را با شدت ۹۵-۸۵ درصد RHR اجرا کردند؛ به این صورت که دو دوره با ۳ تکرار ۳۰-۱۵ ثانیه‌ای که پس از هر تکرار ۶۰-۳۰ ثانیه استراحت فعال و پس از هر دوره ۳ دقیقه استراحت فعال داشتند. خون‌گیری از تمام آزمودنی‌ها در سه مرحله پیش آزمون ۲٤ ساعت قبل از شروع آزمون و پس از ۱۲ ساعت ناشتایی و نمونه‌های پس آزمون یکی بلافاصله بعد از جلسه اول و دیگری ٤۸ ساعت بعد از پایان آخرین جلسه تمرین جمع‌آوری شدند.

یافته‌ها: تمرینات دو قطبی باعث افزایش معنی‌دار سطح هورمون رشد و IGF-I آزاد پس از یک جلسه تمرین و برنامه هشت هفته‌ای تمرین دوقطبی شد. با این حال، سطح IGF-1 تام پس از یک جلسه تمرین و برنامه هشت هفته‌ای تمرین دوقطبی به طور معنی داری کاهش یافت. همچنین در سطوح IGFBP-3 و IGFBP-5 پس از یک جلسه تمرین و برنامه هشت هفته‌ای تغییر معنی‌داری مشاهده نگردید و نیز سطوح ALS پس از یک جلسه تمرین تغییر معنی‌داری نداشت اما پس از هشت هفته تمرین دوقطبی به صورت معنی داری کاهش یافت.

نتیجه‌گیری: بر اساس نتایج مطالعه حاضر به‌نظر می‌رسد استفاده از تمرینات دوقطبی ممکن است روش مناسبی برای بهبود عملکرد هورمونی و ارزیابی سطح سلامتی و آمادگی جسمانی مردان جوان باشد.

واژه‌های کلیدی: آمادگی هوازی، عامل رشد شبه انسولینی-۱، هورمون رشد، مردان جوان

دریافت: ۱٤۰۰/۰۸/۱۷ **پذیرش:** ۱٤۰۰/۱۲/۲۸

[Downloaded from jarums.arums.ac.ir on 2025-04-24]
[DOR: 20.1001.1.22287280.1400.21.1.10.8]
[DOI: 10.52547/jarums.21.1.113]

[Downloaded from jarums.arums.ac.ir on 2025-04-24]

[DOR: 20.1001.1.22287280.1400.21.1.10.8]

[DOI: 10.52547/jarums.21.1.113]

مقدمه

از مهمترین عوامل اثرگذار بر کلیه جنبه‌های اعمال انسانی، تغییرات هورمونی است. به طوری که تنظیم رشد و تکامل، تولید مثل و افزایش توانایی بدن در مواجهه با فشارهای جسمانی و روانی از جمله وظایف آنها است [۱]. هورمون رشد یا سوماتوتروپین یکی از مهمترین هورمون‌های بدن است که همراه با گروهی از هورمون‌های دیگر بر متابولیسم اثرگذار بوده و برای ادامه رشد طبیعی بدن لازم است. با این حال، به اعتقاد برخی محققان، هورمون رشد به‌طور غیرمستقیم در تحریک رشد شرکت می‌کند، بدین‌ترتیب که هورمون رشد باعث می‌شود کبد (و به میزان کمتر سایر بافت‌ها) چند پروتئین کوچک موسوم به سوماتومدین را بسازند که تاثیری بسیار قوی در افزایش کلیه جنبه های رشدی بافت‌ها دارند. بسیاری از آثار سوماتومدین‌ها بر رشد، مشابه آثار انسولین است. از این رو، به آنها عامل‌های رشد شبه انسولینی هم می‌گویند. حداقل چهار سوماتومدین شناخته شده، ولی تاکنون مهمترین آنها سوماتومدین C یا IGF-1 بوده است [۲]. آمادگی بدنی همبستگی مثبتی با فعالیت محور هورمون رشد/ فاکتور رشد شبه انسولین-۱ (GH-IGF-1) دارد و تمرین بدنی احتمالا سطوح هورمون رشد (GH) و IGF-1 را در بزرگسالان سالم بالا می‌برد [۳]. IGF-1 می‌تواند بعنوان یک شاخص سلامتی و آمادگی کلی در نظر گرفته شود، زیرا IGF-1 بالا در گردش با ظرفیت هوازی و استقامت بالا همراه است [٤]. همچنین غلظت IGF-1 خون همبستگی مثبتی با توده عضلانی و شایستگی جسمانی در کودکان، بزرگسالان و جوانان دارد. پروتئین ناقل IGF-1 در پلاسما و مایع خارج سلولی به نام پروتئین متصل شونده به IGF (IGFBP) موسوم است و شش دسته از آنها شناخته شده است که IGFBP-3 فراوان‌ترین آنها است و بیشترین میل ترکیبی را با IGF-1 دارد. این پروتئین به عنوان تنظیم‌کننده اصلی سطح IGF-1 در پاسخ به تغییرات سطح سرمی هورمون رشد است و به عنوان یک منبع ذخیره‌ای برای آن عمل می‌کند، در حالی که به نظر می رسد IGFBP-3 تنظیم کننده اصلی سطح سرمی IGF-1 در پاسخ به تغییرات سطح سرمی انسولین باشد [۵]. مشخص شده است که بیان بیش از حد برخی از IGFBPs می‌تواند توانایی IGF-1 به اصلاح و تعدیل متابولیسم چربی و گلوکز را تغییر دهد و روشن شده است که IGFBPs اثراتی را بر روی متابولیسم چربی و کربوهیدرات اعمال می‌کند که تنها با کاهش صرف حساسیت گیرنده IGF-1 قابل توجیه نیست. تغییرات در بیان IGFBP در هر دو بافت عضله و چربی حساسیت انسولینی و تجمع توده چربی را تغییر می‌دهد اما هنوز مکانیسم این اثرات واسطه‌ای شناخته نشده است [۶]. در گردش خون، IGFBP-3 و با تمایل کمتری IGFBP-5، یک کمپلکس سه گانه‌ای را از IGF، IGFBPs و اسید لیبیل سابیونیت (ALS) شکل می‌دهند. کمپلکس سه گانه مسئول انتقال مقادیر اعظم IGFs در گردش خون است. در اثر تحریک هورمون رشد، ALS و IGF-1 از سلول‌های هپاتوسیت کبدی ترشح می‌شوند و IGF-1 تولیدی تحریک بیان IGFBP-3 را در سلول‌های اندوتلیال کبدی موجب می‌شود [۸,۷]. IGFBPs نقش‌های عملکردی متعددی دارند که بسیاری از آنها در ارتباط با تنظیم عملکرد IGFs (اثرات وابسته به IGF) می‌باشد. این عملکردها شامل: انتقال IGFs در پلاسما که نظیر تنظیم و کنترل انتشار از فضای بین عروقی و کلیرنس آنها، هدایت به بافت‌های ویژه IGFs به طور مستقیم و اصلاح و تعدیل تعامل IGFs با گیرنده-هایشان و نقش‌های عملکردی بزرگ دیگری که مستقل از اعمال IGFs هستند، می‌باشد [۹]. شواهد حاکی بر این است که افزایش سایتوکاین های ناشی از فعالیت ورزشی ممکن است نقش مهمی در تعدیل IGFBPs داشته باشد که در نتیجه می‌تواند بیواکتیویتی IGF را تحت تاثیر قرار دهد بعنوان مثال پذیرفته شده که IL-6 که در موقع فعالیت ورزشی

افزایش می‌یابد ممکن است پروتئولیز IGFBP-3 را تحریک بکند که به تبع آن موجودیت IGF-1 افزایش می‌یابد [۱۰]. مطالعات بسیاری به وضوح نشان داده‌اند که تمرینات ورزشی می‌تواند به افزایش رشد بافتی منجر شود و بسیاری از فواید سلامتی افراد ورزیده‌تر، ریشه در افزایش آثار آنابولیکی GH و IGF-1دارد، زیرا افراد آماده‌تر، مقادیر سرمی GHو IGF-1 بیشتری دارند. از این رو، به نظر می‌رسد که افزایش آمادگی بدنی ناشی از تمرین به افزایش IGF-1 سرمی منجر می‌شود، اما در تمام آزمون‌ها و تمرینات طراحی شده برای افزایش IGF-I، همواره پس از تمرینات ورزشی این روند مشاهده نشده است [۱۱]. بسیاری از محققان، با بررسی تاثیر انواع پروتکل‌های ورزشی مختلف بر فعالیت GH/IGF-I، افزایش معنی‌دار آن را گزارش کرده‌اند. ولی نتایج تحقیقات در مورد IGF-1دارای اختلافاتی است. مطالعات افزایش [۱۲]، کاهش [۱۳] و عدم تغییر [۱۴] مقدار IGF-1 به دنبال فعالیت و تمرینات ورزشی را گزارش کرده‌اند.

برخی مطالعات برای بررسی تاثیر دو نوع فعالیت ورزشی کوتاه مدت (۲۵ دقیقه) بیشینه و فعالیت میان مدت (۴۰ دقیقه) با ۸۰-۷۰ درصد بار بیشینه نتیجه گرفته‌اند که GH و IGF-1 کل در هر دو نوع فعالیت افزایش معنی‌دار داشته است. در مطالعات گزارش شده است که محور GH/IGF-1 رفتار دو مرحله‌ای را در فصول تمرینی نمایش می‌دهد که مرحله اول تحت عنوان فاز کاتابولیکی قلمداد می‌شود که با کاهش در غلظت هورمون پس از ۵-۳ هفته همراه است و فاز آنابولیکی که بعد از ۶-۵ هفته تمرین جایگزین می‌شود [۱۵]. افزایش در غلظت IGF-1 بدنبال برنامه‌های تمرینی بلند مدت (۹-۴ هفته) مشاهده شده است و این مساله بیشتر در مطالعات حیوانی حمایت می‌شود، که افزایش در بیان ژن IGF-1 در بافت عضلانی اسکلتی و غلظت آن در گردش خون گزارش شده است [۱۶]. به هر حال تناقضات زیادی در رابطه با تاثیر هر دو روش‌های مرسوم تمرینی تداومی و تناوبی بر آزمودنی‌های چاق دیده می‌شود و به همین علت مطالعات جدید با استفاده از شیوه‌های ترکیبی نوآورانه در صدد برطرف‌کردن نواقص شیوه‌های تمرینی سنتی (تمرینات هوازی تداومی طولانی مدت با شدت پایین) هستند. بررسی دقیق‌تر مطالعات صورت گرفته در جامعه اسکی‌بازان صحرا نوردی، دوندگان، قایقرانان و دوچرخه‌سوارن نشان می‌دهد که ورزشکاران استقامتی نخبه غالب جلسات تمرینی سالانه (تقریباً ۷۵ درصد از حجم تمرینی) را با شدت‌هایی کمتر از آستانه لاکتات و تنها ۲۰-۱۵ درصد از حجم تمرینی را با شدت‌هایی بالاتر از آستانه لاکتات انجام می‌دهند [۱۸،۱۷]. این دورنما باعث شد که محققان شیوه جدیدی از تمرینات را به نام تمرینات دوقطبی پایه‌ریزی کنند که ورزشکاران در هر جلسه تمرینی ۸۵-۸۰ درصد از حجم تمرین در شدت‌های پایین و ۲۰-۱۵ درصد از حجم تمرین را در شدت‌های بالا تمرین کنند. جلسات تمرینی قسمتی از برنامه تمرینی روزانه افراد فعال است و نیاز به مطالعات بیشتری است تا تأثیر انواع تمرینات بر رفتار محور GH/IGF-1 و پروتئین‌های متصل به آن و سازگاری‌های آنها در طول فصول تمرینی انجام گیرد. بنابراین، تحقیقی که در راستای تعیین تاثیر و رابطه بین IGF-1 و شاخص‌های مرتبط با سلامتی و آمادگی بخصوص در مورد جوانان باشد، سودمند به نظر می‌رسد. از این‌رو، مطالعه حاضر با هدف تعیین تاثیر هشت هفته تمرین دوقطبی بر شاخص‌های سرمی محور GH/IGF-1 مردان جوان فعال انجام شد.

روش کار

در مطالعه نیمه تجربی حاضر با در نظرگرفتن نوع آزمون آماری، اندازه اثر ۰/۲۵، مقدار آلفای ۰/۰۵ و توان آزمون ۰/۹۵ و تعداد گروه‌ها، با استفاده از نرم افزار جی پاور ، اندازه نمونه لازم، ۲۰ نفر تعیین گردید. بنابراین تعداد ۲۰ نفر مرد جوان فعال

[Downloaded from jarums.arums.ac.ir on 2025-04-24]
[DOR: 20.1001.1.22287280.1400.21.1.10.8]
[DOI: 10.52547/jarums.21.1.113]

دانشجویان فعال سطح شهر تبریز در محدوده سنی ۱۸ تا ۲۵ سال که غیرسیگاری بوده و از هیچ نوع مکمل غذایی یا دارویی استفاده نمی‌کردند، انتخاب شدند. لازم به ذکر است که آزمودنی‌ها پس از توضیح کامل طرح تحقیق و اطلاع از اهداف این تحقیق و پرکردن رضایت‌نامه کتبی و سابقه پزشکی انتخاب شدند. پس از انتخاب آزمودنی‌ها، به صورت تصادفی در یکی از دو گروه همگن قرار داده شدند. شاخص‌های ورود به مطالعه عبارت بودند از: نداشتن بیماری متابولیک، سن ۲۵-۱۸ سال، درصد چربی بین ۲۲-۱۷ درصد و شاخص توده بدنی بین ۲۵-۱۹ کیلوگرم بر متر مربع، سابقه شش ماه شرکت در تمرینات به صورت منظم. از افراد داوطلب درخواست شد تا در جلسهٔ هماهنگی شرکت کنند. در این جلسه که چند روز قبل از شروع پروتکل برگزار شد، جهت اطلاع آزمودنی‌ها از اهداف تحقیق، چگونگی اجرای مراحل مختلف تحقیق، تعداد مراحل خون‌گیری، نحوه اجرای آزمون‌ها و مصرف مکمل‌ها مطلع شدند و رضایت‌نامه کتبی، پرسشنامه سوابق ورزشی، بیماری، مصرف دارو و یادآمد غذایی توسط آزمودنی‌ها تکمیل شد و افرادی که سابقهٔ مصرف مکمل و مواد نیروزا داشتند از شرکت در تحقیق منع شدند. همچنین، سوابق پزشکی توسط پزشک متخصص مورد بررسی قرار گرفت. پرسشنامهٔ فعالیت‌ها و کالری مصرفی روزانه به‌طور دقیق به مدت سه روز (شامل یک روز تعطیل) تکمیل شدند و نتایج در جدول ۲ ارائه شده است. به علاوه، پرسشنامه رضایت اگاهانه توسط آزمودنی‌ها تکمیل شد. سپس در صبح روز اول در آزمایشگاه حضور یافته، تمام ویژگی‌های آنتروپومتریکی (سن، قد، وزن، درصد چربی) و میزان آمادگی جسمانی (توان هوازی) به منظور همگن‌سازی گروه‌های تحقیق اندازه‌گیری شد. همچنین، در حالت استراحت نمونه‌های خونی به میزان ۵ میلی‌لیتر برای اندازه‌گیری شاخص‌های فیزیولوژیکی اخذ شد. سپس، آزمودنی‌ها بر اساس شاخص توان هوازی و درصد چربی در دو گروه همسان کنترل و تمرین دوقطبی قرار گرفتند. همه این افراد با هدف آشناسازی و افزایش آمادگی اولیه در یک برنامه تمرین تداومی هوازی (با شدت ۶۵-۶۰ درصد ضربان قلب ذخیره به مدت ۴۵-۳۰ دقیقه، ۳ جلسه در هفته) به مدت دو هفته شرکت کردند. سپس آزمودنی‌ها در هشت هفته تمرین دوقطبی شرکت کردند.

تمرین دو قطبی

گروه تمرینی دو قطبی، ۸۰-۷۰ درصد حجم تمرینات اصلی (۳۰ دقیقه) را با شدت سبک تا متوسط (۶۰-۵۰ درصد ضربان قلب ذخیره) و ۳۰-۲۰ درصد باقیمانده را با شدت ۹۵-۸۵ درصد ضربان قلب ذخیره اجرا کردند؛ به این صورت که دو دوره با ۳ تکرار ۳۰-۱۵ ثانیه‌ای که پس از هر تکرار ۶۰-۳۰ ثانیه استراحت فعال و پس از هر دوره ۳ دقیقه استراحت فعال داشتند [۱۹]. رژیم غذایی روزانه آزمودنی‌ها طی دوره تحقیق (با استفاده از پرسشنامه یادآمد تغذیه‌ای ۲۴ ساعته) کنترل شد. همه آزمودنی‌های در حین تمرینات بدنی هیچ محدودیتی در رابطه با دسترسی و نوشیدن آب نداشتند. تمام آزمودنی‌ها در سه مرحله شامل پیش آزمون، پس از جلسه اول و پس از هشت هفته تمرین مورد بررسی واقع شد و از آن‌ها خون گیری به عمل آمد. نمونه‌های خونی پیش آزمون ۲۴ ساعت قبل از شروع آزمون و پس از ۱۲ ساعت ناشتایی و نمونه‌های پس آزمون یکی بلافاصله بعد از جلسه اول و دیگری ۴۸ ساعت بعد از پایان آخرین جلسه تمرین جمع‌آوری شدند. تمام نمونه‌های خونی بعد از لخته شدن در دمای محیط، برای جداسازی سرم در دستگاه سانتریفیوژ قرار گرفتند. نمونه‌های سرمی تا زمان اندازه‌گیری غلظت GH و IGF-1 در دمای ۸۰- درجه سانتی‌گراد نگهداری شدند. در نهایت غلظت GH و IGF-1 سرمی (ng/ml) با استفاده از کیت Diasorin ساخت کشور ایتالیا با استفاده از دستگاه اتوآنالایزر و به روش کمی لومینسانس اندازه‌گیری شدند. IGFBP-3 و

[Downloaded from jarums.arums.ac.ir on 2025-04-24]
[DOR: 20.1001.1.22287280.1400.21.1.10.8]
[DOI: 10.52547/jarums.21.1.113]

IGFBP-5 با استفاده از روش ایمونواسی ویژه با کیت‌های تجاری مخصوص و در نهایت ALS با استفاده از آزمون ساندویچ که از آنتی‌بادی‌های منوکلونال ۲ با میل ترکیبی بالا نسبت به ALS اندازه‌گیری شدند. در کل برای اندازه‌گیری فاکتورهای مذکور از انواع مختلفی از روش الایزا با کیت‌های تجاری در دسترس استفاده شد. همچنین، درصد چربی با استفاده از دستگاه Inbody ساخت کشور کره جنوبی اندازه‌گیری شد.

آزمون‌های ویلک- شاپیرو و لوین برای تعیین وضعیت توزیع و همگنی واریانس‌ها و از آزمون تحلیل واریانس (۳×۲) برای ارزیابی تغییرات درون و بین گروهی استفاده گردید. داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SPSS-23 در سطح $p<۰/۰۵$ تجزیه و تحلیل شدند. مطالعه حاضر دارای کد اخلاق به شناسه IR.TABRIZU.REC.1399.064 همچنین دارای کد ثبتی کارآزمایی بالینی به شناسه IRCT20210817052212N1 می باشد.

یافته‌ها

در جدول ۱ مشخصات پیکرشناختی آزمودنی‌ها ارائه شده است. همچنین، در جدول ۲ مقادیر متغیر وابسته در هر دو گروه ذکر شده است.

جدول ۱. مشخصات آنتروپومتریکی و فیزیولوژیکی آزمودنی‌ها (هر گروه ۱۰ نفر)

شاخص‌ها	گروه	میانگین	انحراف استاندارد
سن (سال)	تمرین دوقطبی	۲۵	۲/۴۹
	کنترل	۲۳/۹	۲/۵۵
وزن (کیلوگرم)	تمرین دوقطبی	۶۶/۹۵	۴/۰۴
	کنترل	۶۶/۹	۹/۲۷
قد (سانتی‌متر)	تمرین دوقطبی	۱۷۲/۳	۴/۹
	کنترل	۱۷۷	۴/۴

جدول ۲. تغییرات آمادگی هوازی، GH و IGF-1 قبل و بعد از تمرینات دوقطبی (هر گروه ۱۰ نفر)

متغیر	گروه	پیش آزمون	پس از جلسه اول	پس از هشت هفته	معنی‌داری
$IGF\text{-}1_{Total}$ (ng/ml)	کنترل	۳۴۵/۳±۶۷/۳	۳۵۱/۰۱±۵۰/۵	۳۴۶/۸±۵۴/۶	۰/۰۰۷
	دوقطبی	۳۵۷/۲±۴۴/۴	#*۳۰۳/۴±۴۶/۸	#*۳۲۳/۶±۴۵/۲	
$IGF\text{-}1_{Free}$ (ng/ml)	کنترل	۰/۶۸±۰/۰۴	۰/۶۹±۰/۰۳	۰/۶۸±۰/۰۵	۰/۰۰۱
	دوقطبی	۰/۶۶±۰/۰۴	#*۱/۰۳±۰/۰۴	#*۰/۸۶±۰/۰۴۷	
هورمون رشد (ng/ml)	کنترل	۴/۰۱±۰/۴	۳/۸۹±۰/۴۵	۳/۹۹±۰/۴۴	۰/۰۰۱
	دوقطبی	۳/۹۴±۰/۴۸	#*۶/۱۴±۰/۶	#*۷/۰۱±۰/۳۳	
IGFBP-3 (ng/ml)	کنترل	۳۸۵۶/۴±۲۶۸/۳	۳۸۳۴/۴±۲۹۲/۶	۳۸۴۵/۷±۳۰۶/۱	۰/۶۷
	دوقطبی	۳۸۸۰/۳±۲۸۹/۴	۳۷۹۱/۲±۳۸۰/۴	۳۸۶۸/۸±۳۲۳/۰۶	
IGFBP-5 (ng/ml)	کنترل	۳۰۵/۵±۸۲/۳	۳۰۰/۹±۸۳/۰۵	۲۹۶/۲±۹۱/۲	۰/۳۲۶
	دوقطبی	۳۰۷/۸±۸۱/۳	۲۸۹/۳±۶۷/۵	۲۵۷/۱±۸۱/۷	
ALS (ng/ml)	کنترل	۱۶/۹±۶/۵	۱۷/۵±۵/۹	۱۶/۸±۷/۱	۰/۰۰۱
	دوقطبی	۱۷/۴±۶/۲	۱۶/۳±۶/۸	#*۱۲/۷±۵/۹۸	
درصد چربی (٪)	کنترل	۱۵/۹۵±۱/۶۵	۱۵/۹۵±۱/۶۵	۱۶/۰۲±۱/۶۷	۰/۰۰۱
	دوقطبی	۱۶/۳۲±۲/۱۲	۱۶/۳۲±۲/۱۲	#*۱۲/۳۴±۱/۴۵	
کالری دریافتی (کیلوکالری)	کنترل	۴۷۸۸/۱±۳۱۶/۳	۴۷۸۸/۱±۳۱۶/۳	۴۹۷۸/۶±۲۸۹/۶	۰/۶۷
	دوقطبی	۴۶۷۹/۸±۴۱۲/۶	۴۶۷۹/۸±۴۱۲/۶	۴۸۹۱/۷±۴۵۱/۴	

* تفاوت معنی‌دار بین گروهی؛ # تفاوت معنی‌دار درون گروهی نسبت به پیش آزمون

[Downloaded from jarums.arums.ac.ir on 2025-04-24]
[DOR: 20.1001.1.22287280.1400.21.1.10.8]
[DOI: 10.52547/jarums.21.1.113]

نتایج مطالعه حاضر نشان داد که تمرینات دو قطبی باعث تغییر معنی‌داری در سطوح IGFBP-3 و IGFBP-5 پس از یک جلسه تمرین (p=۰/۴۹۸ و p=۰/۲۸۷) و برنامه هشت هفته‌ای (p=۱/۰۰ و p=۰/۰۹٤) نشده است. با این حال، سطح هورمون رشد و IGF-I آزاد پس از یک جلسه تمرین (p=۰/۰۰۱) و برنامه هشت هفته‌ای تمرین دوقطبی (p=۰/۰۰۱) به طور معنی‌داری افزایش یافت. همچنین، سطح IGF-1 تام و پس از یک جلسه تمرین (p=۰/۰۱٤) و برنامه هشت هفته‌ای تمرین دوقطبی (p=۰/۰۰۶) به طور معنی‌داری کاهش یافت و نیز سطوح ALS پس از یک جلسه تمرین تغییر معنی‌داری نداشت (p=۰/٤۱۷) و پس از هشت هفته‌ای تمرین دوقطبی به طور معنی داری کاهش یافت (p=۰/۰۰۱).

بحث

یافته‌های پژوهش حاضر نشان داد که تمرینات دوقطبی باعث افزایش معنی‌دار سطح هورمون رشد و IGF-I آزاد پس از یک جلسه تمرین و برنامه هشت هفته‌ای تمرین دوقطبی شده است. با این حال، سطح IGF-1 تام پس از یک جلسه تمرین و برنامه هشت هفته‌ای تمرین دوقطبی به طور معنی‌داری کاهش یافت. همچنین در سطوح IGFBP-3 و IGFBP-5 پس از یک جلسه تمرین و برنامه هشت هفته‌ای تغییر معنی‌داری ایجاد نشد. به‌علاوه سطوح ALS پس از یک جلسه تمرین تغییر معنی‌داری نداشت اما پس از هشت هفته تمرین دوقطبی به طور معنی‌داری کاهش یافت.

در راستای افزایش غلظت IGF-1 آزاد و GH پس از تمرینات دوقطبی، پلا[1] و همکاران هم بیان کردند یک دوره شش هفته‌ای تمرین قطبی در شناگران جوان نخبه باعث پیشرفت‌های کوچک در عملکرد ۱۰۰ متر می‌شود ولی در ترکیب با خستگی کمتر درک شده، گزینه مناسبی برای مربیان جهت آماده‌سازی چنین گروه‌هایی از شناگران برای رقابت است [۲۰]. همچنین، زاپاتا- لامانا و همکاران با مطالعه تاثیر تمرینات HIIT، تمرینات تداومی با شدت متوسط و تمرینی دو قطبی (۷۰ تا ۸۰ درصد حجم تمرین با شدت سبک تا متوسط و مابقی حجم تمرینی با شدت بالا) روی زنان جوان چاق و دارای اضافه‌وزن گزارش کردند که علی‌رغم افزایش VO_{2peak} و اکسیداسیون نسبی چربی در همه گروه‌ها، افزایش برونده توان در VT_1 و کاهش نسبی گلوکز پلاسمای ناشتا تنها در گروه تمرینی دو قطبی مشاهده شده است. جالب اینکه گروه پژوهشی، گروه تمرینات دو قطبی را اثربخش‌تر از دو شیوه تمرینی مرسوم می‌دانند [۱۹]. با توجه به نتایج فوق و آگاهی از این مطلب که اندازه پاسخ خطی GH و IGF-1 به شدت فعالیت ورزشی بستگی دارد، در برخی مطالعات تاکید شده است که شدت مورد نیاز برای فراخوان افزایش GH و IGF-1 باید بالاتر از آستانه لاکتات باشد. در نتیجه افزایش عوامل هورمونی مرتبط با رشد پس از تمرینات دوقطبی را می‌توان عمدتاً ناشی از بخش با شدت بالای تمرینات دوقطبی دانست [۲۱,۱۸]. در این راستا، محققان استدلال می‌کنند که افزایش غلظت این عوامل هورمونی ناشی از افزایش ترشح اپی‌نفرین و نوراپی‌نفرین و تحریک فعالیت نورون‌های مرکزی آدرنرژیک و به دنبال آن تحریک ترشح هورمون محرک ترشح هورمون رشد (GHRH) یا کاهش ترشح سوماتواستاتین است [۲۲].

عوامل اصلی موثر بر افزایش IGF-1 در پاسخ به فعالیت ورزشی به طور کامل شناخته نشده‌اند، با این حال سازوکار عمومی افزایش رهایش IGF-1 کبدی در پاسخ به افزایش ترشح GH ناشی از تمرینات ورزشی است. محققان بر این باورند که علاوه بر افزایش مقدار GH به عنوان محرک اصلی ترشح IGF-1 بعد از فعالیت‌های ورزشی شدید (شدت بالاتر

[1] Pla

[Downloaded from jarums.arums.ac.ir on 2025-04-24]
[DOR: 20.1001.1.22287280.1400.21.1.10.8]
[DOI: 10.52547/jarums.21.1.113]

از آستانه لاکتات)، نوع انقباض عضلانی، تعداد تکرار و مدت زمان استراحت بین وهله‌های تمرینی عوامل اثرگذار هستند. همچنین، افزایش غلظت لاکتات خون یکی از دلایل افزایش ترشح GH پس از اجرای تمرینات ورزشی بیان شده است. به نظر می‌رسد اتکای بیشتر به دستگاه انرژی بی‌هوازی و افزایش غلظت برخی فرآورده‌های سوخت و سازی مانند نیتریک اکساید (NO) و اسید لاکتیک طی تمرینات HIIT می‌تواند با تحریک گیرنده‌های متابولیکی و اثرگذاری بر هیپوتالاموس، در نهایت باعث افزایش آزاد شدن GH از هیپوفیز قدامی می‌شود [۲۴،۲۳]. همچنین، در رابطه با نقش پروتئین‌های پیوندی IGF-1 اینکه باید در نظر داشت که حدود ۹۰ درصد از این عامل رشدی در ترکیب با IGFB-3 در خون حمل می‌شود که در مطالعه حاضر بر اثر تمرین، تغییر معنی‌داری نداشته است. همچنین، تغییر در IGFBP-5 معنی‌دار نبوده است که این نتایج نشان می‌دهد که تغییر سطح IGF-1 در مطالعه حاضر عمدتاً ناشی از تغییر غلظت IGF-1 آزاد بوده است که توانسته است به بروز نتایج و سازگاری‌های فیزیولوژیک منجر شود. این نکته را باید در نظر داشت که عوامل هورمونی تا زمانی که در ترکیب با پروتئین‌های ناقل هستند دارای آثار فیزیولوژیک اندکی هستند و با جدا شدن از آن پروتئین‌های پیوندی اعمال خود را بروز می‌دهند که این نتیجه با تغییر معنی‌دار ALS که پروتئولیز این عوامل هورمونی از پروتئین‌های پیوندی در ارتباط است همسو و همراستا می‌باشد [۲۴،۲۵].

ALS توسط کبد ترشح می‌شود و در خون یافت می‌شود و IGFBP-3 توسط سلول‌های سینوزوئیدی کبد، در پیوستگاه فضای داخل رگی تولید می‌شود. در گردش خون IGF-1 عمدتاً متصل به IGFBP-3 است و این کمپلکس دوتایی به پروتئین بزرگی که اسید لیبیل ساب یونیت (ALS) نامیده می‌شود متصل می‌گردد تا یک کمپلکس سه‌گانه را تشکیل بدهد [۲۵] کمپلکس سه‌گانه هر دو IGF-1 و IGFBP-3 را غیرفعال می‌کند و نیمه‌عمر آن‌ها را در گردش خون افزایش می‌دهد. تا زمانی که IGF-1 به IGFBP-3 متصل است فعال نیست اما می‌تواند در محیط شیمیایی خنثی و یا در بافت‌های پیرامونی رها شده و پروتئولیز شود؛ سپس IGF-1 آزاد به گیرنده‌های سطح سلولی متصل شده و آبشار سیگنالینگ را درون سلول جرقه بزنند. به هر حال IGFBP-3 می‌تواند به‌عنوان یک هورمون عمل کرده و به گیرنده‌های ویژه دیگر و یا ایمپورتین-β در سطح سلول متصل شده و سپس به هسته انتقال یابد، جایی که با گیرنده رتینوئید-X و گیرنده هسته‌ای ۷۷ تعامل برقرار می‌کند تا کمپلکسی را تشکیل دهد که می‌تواند ترجمه و ایجاد آپوپتوز را تنظیم کند [۲۶،۹]. به نظر می‌رسد کاهش ALS و عدم افزایش IGFBP-3 منجر به افزایش IGF-1 در دسترس گیرنده‌های سلولی می‌شود که می‌تواند بر عملکرد هوازی و بی‌هوازی مردان جوان و حتی ترکیب بدنی آنان مؤثر باشد.

به علاوه، الیاکیم و همکاران با بررسی پاسخ محور GH/IGF-1 طی ۲۰، ۳۰، ۴۰ و ۶۰ دقیقه پس از آزمون بی‌هوازی وینگیت در پسران و دختران جوان فعال افزایش غلظت و فعالیت هورمون‌های این محور را گزارش کردند [۲۷]. نتایج نمونه‌های بافتی گرفته شده در برخی مطالعات حیوانی و یا انسانی مربوط به IGF-1 نشان داده است که احتمالاً تغییرات پلاسمایی بیانگر تغییرات آن در سطح بافتی (به ویژه بافت عضلانی) نباشد، یا حداقل نمایان شدن آن در گردش خون به زمان بیشتری نیاز داشته باشد. به همین دلیل، در مطالعه حاضر، به منظور به حداقل رساندن این تاثیر فعالیت ورزشی بر پاسخ ۲۴-۱۸ ساعته IGF-1 به تمرین تناوبی شدید مورد ارزیابی قرار گرفته است. همچنین، به دلیل اثرات اتوکرینی، پاراکرینی و اندوکرینی IGF-1 و تاثیر فرآیندهای آنابولیک و کاتابولیک بر سطوح IGF-1 است، انتظار می‌رود تغییرات غلظت IGF-1 در گردش خون نیز نمود پیدا کند [۱۵]. با این حال، این نکته باید خاطرنشان شود که افزایش، کاهش و عدم تغییر در

[Downloaded from jarums.arums.ac.ir on 2025-04-24]
[DOR: 20.1001.1.22287280.1400.21.1.10.8]
[DOI: 10.52547/jarums.21.1.113]

IGF-1 در گردش برای تمرینات و فعالیت ورزشی حاد و طولانی مدت گزارش شده است و چنین یافته‌های مبهم و حتی متناقضی موجب گردیده است تا دستیابی به یک نتیجه‌گیری قطعی دشوار باشد. از محدودیت‌های تحقیق می‌توان به: عدم گزارش مصرف احتمالی داروهای خاص از سوی آزمودنی‌ها، میزان خواب و استراحت- میزان فعالیت‌های روزانه و نحوه سپری‌کردن فعالیت‌های روزمره آزمودنی‌ها با وجود توصیه‌های یکسان به همه آزمودنی‌ها در رابطه با خواب به موقع و عدم فعالیت مازاد بر هدف طرح- انگیزه، وضعیت روانی و ویژگی‌های شخصیتی آزمودنی‌ها و نامشخص بودن نوع ژنوتیپ آزمودنی‌ها، اشاره نمود.

نتیجه‌گیری

تحقیق حاضر با اندازه‌گیری عوامل مختلف درگیر در محور GH/IGF-1 خاطرنشان کرد که اندازه‌گیری صرف IGF-1 تام و GH نمی‌تواند دورنمای دقیقی از تغییرات و تأثیرات احتمالی این محور ترسیم کند و ممکن است تغییرات ALS و IGFBPs منجر به افزایش IGF-1 در دسترس گیرنده‌های سلولی و اثرگذاری متفاوت تمرینات دوقطبی شود. همچنین به‌نظر می‌رسد استفاده از تمرینات دوقطبی می‌تواند روش مناسبی برای بهبود عملکرد هورمونی و ارزیابی سطح سلامتی و آمادگی جسمانی مردان جوان باشد. با این وجود، محدودیت‌هایی مانند عدم اندازه‌گیری دیگر شاخص‌های هورمونی و متابولیکی در کنار تعداد و شرایط شرکت‌کنندگان باعث می‌شود تا دستیابی به یک نتیجه‌گیری قطعی خصوصاً برای تمامی افراد دشوار باشد.

تشکر و قدردانی

در پایان از شرکت‌کنندگان و افراد محترمی که در اجرای این پژوهش محققین را یاری نمودند تقدیر و تشکر به عمل می‌آید. لازم به ذکر است که تحقیق حاضر با حمایت مالی معاونت پژوهشی دانشگاه محقق اردبیلی و در قالب رساله دکتری انجام یافته است.

References

1- McArdle WD, Katch FI, Katch VL. Exercise physiology: Nutrition, energy, and human performance, 3nd ed. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins, 2010: 565-8.

2- Hall JE. Guyton and Hall Textbook of Medical Physiology, Jordanian Edition E-Book, 1nd ed. New York: Elsevier, 2016: 40-7.

3- Ehrnborg C, Lange K, Dall R, Christiansen J, Lundberg PA, Baxter R, et al. The growth hormone/insulin-like growth factor-I axis hormones and bone markers in elite athletes in response to a maximum exercise test. J Clin Endocrinol Metab. 2003 Jan;88(1):394-401.

4- Nindl BC, Santtila M, Vaara J, Hakkinen K, Kyrolainen H. Circulating IGF-I is associated with fitness and health outcomes in a population of 846 young healthy men. Growth Hormone IGF Res. 2011 Jun; 21(3):124-128.

5- Amiri N, Fathei M, Ziaaldini MM. Effects of resistance training on muscle strength, insulin-like growth factor-1, and insulin-like growth factor–binding protein-3 in healthy elderly subjects: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. Hormones. 2021 Jan; 20:247–257.

6- Clemmons DR. Role of IGF binding proteins in regulating metabolism. Trends Endocrinol Metab. 2016 Jun;27(6):375-391.

7- Domené HM, Hwa V, Jasper HG, Rosenfeld RG. Acid-labile subunit (ALS) deficiency. Best Pract Res Clin Endocrinol Metab. 2011 Feb;25(1):101-113.

8- Gibney J, Healy ML, Sonksen PH. The growth hormone/insulin-like growth factor-I axis in exercise and sport. Endocr Rev. 2007 Oct;28(6):603-624.

[Downloaded from jarums.arums.ac.ir on 2025-04-24]
[DOR: 20.1001.1.22287280.1400.21.1.10.8]
[DOI: 10.52547/jarums.21.1.113]

9- Ranke MB. Insulin-like growth factor binding-protein-3 (IGFBP–3). Best Pract Res Clin Endocrinol Metab. 2015 Oct;29(5):701-711.
10- Pihl S, Carlsson-Skwirut C, Berg U, Ekström K, Bang P. Acute interleukin-6 infusion increases IGFBP-1 but has no short-term effect on IGFBP-3 proteolysis in healthy men. Horm Res Paediatr. 2006 Jan;65(4):177-184.
11- Nindl BC, Alemany JA, Tuckow AP, Kellogg MD, Sharp MA, Patton JF. Effects of exercise mode and duration on 24-h IGF-I system recovery responses. Med Sci Sports Exerc. 2009 Jun; 41(6):1261-70.
12- Schilbach K, Bidlingmaier M. Growth hormone binding protein–Physiological and analytical aspects. Best Pract Res Clin Endocrinol Metab. 2015 Oct;29(5):671-83.
13- Widdowson WM, Healy M-L, Sönksen PH, Gibney J. The physiology of growth hormone and sport. Growth Hormone & IGF Res. 2009 Aug; 19(4):308-19.
14- Eliakim A, Nemet D, Zaldivar F, McMurray RG, Culler FL, Galassetti P, et al. Reduced exercise-associated response of the GH-IGF-I axis and catecholamines in obese children and adolescents. J Appl Physiol. 2006 May; 100(5):1630-37.
15- Eliakim A, Nemet D. Exercise training, physical fitness and the growth hormone-insulin-like growth factor-1 axis and cytokine balance. Med Sport Sci. 2010 Oct; 55:128-140.
16- Hydren JR, Cohen BS. Current scientific evidence for a polarized cardiovascular endurance training model. J Strength Cond Res. 2015 Dec; 29(12):3523-30.
17- Neal CM, Hunter AM, Brennan L, O'Sullivan A, Hamilton DL, DeVito G, et al. Six weeks of a polarized training-intensity distribution leads to greater physiological and performance adaptations than a threshold model in trained cyclists. J Appl physiol. 2013 Feb; 114(4):461-71.
18- Carnes AJ, Mahoney SE. Polarized versus high-intensity multimodal training in recreational runners. Int J Sports Physiol Perform. 2019 Jan; 14(1):105-112.
19- Zapata-Lamana R, Henríquez-Olguín C, Burgos C, Meneses-Valdés R, Cigarroa I, Soto C, et al. Effects of polarized training on cardiometabolic risk factors in young overweight and obese women: a randomized-controlled trial. Front physiol. 2018 Sep; 9:1287.
20- Pla R, Le Meur Y, Aubry A, Toussaint J-F, Hellard P. Effects of a 6-week period of polarized or threshold training on performance and fatigue in elite swimmers. Int J Sports Physiol Perform. 2019 Jun; 14(2):183-189.
21- Hejazi SM. Effects of high intensity interval training on plasma levels of GH and IGF-I. Health Sci. 2017 Nov; 6(4): 55-59.
22- Kim T, Han J, Lee J, Choi Y. The effect of polarized training on the athletic performance of male and female cross-country skiers during the general preparation period. Healthcare; 2021 Jul; 9(7):1-11
23- Zinner C, Wahl P, Achtzehn S, Reed J, Mester J. Acute hormonal responses before and after 2 weeks of HIT in well trained junior triathletes. Int J Sports Med. 2014 Sep; 35(4):316-22.
24- Rosenblat MA, Perrotta AS, Vicenzino B. Polarized vs. threshold training intensity distribution on endurance sport performance: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. J Strength Cond Res. 2019 Dec; 33(12):3491-3500.
25- David A, Hwa V, Metherell LA, Netchine I, Camacho-Hübner C, Clark AJ, et al. Evidence for a continuum of genetic, phenotypic, and biochemical abnormalities in children with growth hormone insensitivity. Endocr rev. 2011 Aug; 32(4):472-497.
26- Johnson MA, Firth SM. IGFBP-3: a cell fate pivot in cancer and disease. Growth Horm IGF Res. 2014 Oct; 24(5):164-173.
27- Eliakim A, Nemet D, Most G, Rakover N, Pantanowitz M, Meckel Y, et al. The effect of gender on the GH-IGF-I response to anaerobic exercise in young adults. J Strength Cond res. 2014 Dec; 28(12):3411-15.

[Downloaded from jarums.arums.ac.ir on 2025-04-24]
[DOR: 20.1001.1.22287280.1400.21.1.10.8]
[DOI: 10.52547/jarums.21.1.113]