**علوم زیستی ورزشی – بهار ۱۴۰۱**
**دورهٔ ۱۴، شمارهٔ ۱، ص:۱۱۸ – ۱۰۱**
**نوع مقاله : علمی – پژوهشی**
**تاریخ دریافت : ۱۶ / ۱۰ / ۱۴۰۰**
**تاریخ پذیرش : ۲۲/ ۱۲ / ۱۴۰۰**

# مقایسهٔ تأثیر هشت هفته تمرین تداومی و تناوبی بر شاخص‌های سرمی محور هورمون رشد/فاکتور رشد شبه‌انسولین-۱ و عملکرد هوازی مردان جوان فعال

**بهزاد آزادی[۱] – لطفعلی بلبلی*[۲] – مصطفی خانی[۳] – معرفت سیاهکوهیان[۴] – آمنه پوررحیم[۵]**

***۱. دانشجوی دکتری،گروه فیزیولوژی ورزشی، دانشکدهٔ علوم تربیتی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران ۲.دانشیار،گروه فیزیولوژی ورزشی، دانشکدهٔ علوم تربیتی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران۳.استادیار،گروه فیزیولوژی ورزشی، دانشکدهٔ علوم تربیتی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران۴.استاد،گروه فیزیولوژی ورزشی، دانشکدهٔ علوم تربیتی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران۵.استادیار، گروه فیزیولوژی ورزشی، دانشکدهٔ تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه تبریز، تبریز، ایران***

**چکیده**

تحقیق حاضر به بررسی تأثیر ۸ هفته تمرین تداومی و تناوبی شدید بر شاخص‌های سرمی محور GH/IGF-1 و عملکرد مردان جوان فعال می‌پردازد. در این مطالعه نیمه‌تجربی، ۲۰ مرد جوان (۲۵-۱۸ ساله) انتخاب و به‌صورت تصادفی در دو گروه همگن تمرین تداومی (n =۱۰) و HIIT (n =۱۰) جایگزین شدند و در یک دورهٔ تمرینی هشت‌هفته‌ای شرکت کردند. فعالیت اصلی گروه تمرین تداومی شامل ۳۰ تا ۵۰ دقیقه دویدن تداومی با شدت ۵۰-۷۰ درصد ضربان قلب ذخیره (HRR) بود. تمرینات گروه HIIT سه دوره با چهار تکرار و ۱۵-۳۰ ثانیه دویدن با شدت ۸۵-۹۵ درصد HRR در هر تکرار بود. خون‌گیری از تمام آزمودنی‌ها در سه مرحلهٔ پیش‌آزمون، بلافاصله پس از جلسهٔ اول و ۴۸ ساعت پس از آخرین جلسه تمرین انجام گرفت.بررسی‌ها نشان داد که پس از یک جلسه تمرین تداومی یا HIIT مقدار IGF-1 تام به‌طور معناداری در هر دو گروه کاهش یافته (P=۰/۰۰۰۱ ، $F_{۲,۳۶}$=۲۱/۶۳)، درحالی‌که غلظت سرمی GH به‌طور معناداری در هر دو گروه افزایش یافته است (P=۰/۰۴). افزون‌بر این پس از ۸ هفته، هیچ‌یک از شیوه‌های تمرینی تغییری در غلظت IGF-1تام ایجاد نکرد (P=۰/۷۸)؛ اما غلظت GH در هر دو گروه افزایش یافت (P=۰/۰۰۱). همچنین غلظتIGF-1 آزاد پس از ۱ جلسه و ۸ هفته تمرین در هر دو گروه به‌صورت معناداری افزایش یافت (P=۰/۰۰۱). در مقابل، ALS در آزمون مرحلهٔ سوم در هر دو گروه کاهش معناداری داشته است (P=۰/۰۰۱) و مقادیر IGFBP3 در هیچ‌یک از دو گروه تغییر نکرد (P=۰/۶۴). همچنین افزایش $VO_{2max}$ در هر دو گروه معنادار بود (P=۰/۰۰۱)، ولی این افزایش در گروه HIIT بیشتر بود (P=۰/۰۳۲، $F_{۱,۱۷}$=۵/۴۹). به‌نظر می‌رسد استفاده از هر دو شیوهٔ تمرینی تداومی و تناوبی می‌تواند سازگاری‌های مثبتی در راستای بهبود استقامت قلبی-عروقی و تندرستی فرد ایجاد کند، ولی با در نظر گرفتن مواردی مثل افزایش IGF-1 آزاد و $VO_{2max}$، تمرینHIIT روش مناسب‌تری است.

* نویسندهٔ مسئول: تلفن:******
**Email:**L.bolboli@uma.ac.ir

**واژه‌های کلیدی**

آمادگی هوازی، عامل رشد شبه‌انسولینی-۱، مردان جوان، هورمون رشد.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

## مقدمه

مبنای اصلی رشد و نمو طی دوران جوانی و نوجوانی محور هورمون رشد[1] عامل رشد شبه‌انسولینی-۲۱ (GH /IGF-1)است. هورمون رشد پس از تولید توسط هیپوفیز قدامی از طریق گردش خون به کبد و سایر بافت‌های محیطی منتقل شده و به تولید IGF-1 منجر می‌شود. بخش عمدهٔ آثار این محور از طریق IGF-1 روی می‌دهد. IGF-1 عامل آنابولیک و پلیوتروپیک است که موجب رشد بافتی می‌شود. در واقع، IGF-1 میانجی اصلی اثرگذاری GH بر سلول‌هاست که رشد نظام‌مند بدن را تحریک می‌کند و موجب نمو و رشد تقریباً تمامی سلول‌های بدن به‌ویژه عضلات اسکلتی، مفاصل، استخوان‌ها، کلیه، کبد، سلول‌های عصبی و سایر اندام‌های بدن می‌شود. ژنتیک، چرخهٔ شبانه‌روزی، سن، جنسیت، عوامل تغذیه‌ای، بیماری و نیز فعالیت ورزشی و سایر عوامل مؤثر بر محور GH/IGF-1 هستند (۱، ۲).

در سطح سلولی، IGF-1 دارای آثار آنابولیک، میتوژنیک، متابولیکی و افزایش تمایز بافتی است، درحالی‌که در سطح کل بدن به‌عنوان یک نشانگر مهم تعدیل‌کنندهٔ آمادگی جسمانی و سازگاری با تمرینات ورزشی، هایپرتروفی عضلانی، چگالی مواد معدنی استخوان، تغییرات ترکیب بدنی، عملکرد شناختی و ابتلا به سرطان شناخته می‌شود. شواهد علمی زیادی از مطالعات پایه، کاربردی، بالینی و همه‌گیرشناختی به‌دست آمده است که IGF-1 در تمامی فرایندهای مذکور نقش اساسی را داراست. از دیدگاه کاربردی، استفاده از اندازه‌گیری غلظت IGF-1 احتمالاً می‌تواند به‌عنوان شاخصی ارزشمند برای ارزیابی وضعیت سلامتی، آمادگی جسمانی، متابولیک و بیماری استفاده شود (۳). با این حال، تا زمان افزایش اطلاعات و درک کامل چگونگی اثرگذاری هریک از مؤلفه‌های سیستم IGF-1(IGF-1) تام، IGF-1 آزاد، ایزوفرم‌های IGF، پروتئین پیوندی IGF (IGFBP) و غیره بر عملکرد فیزیولوژیکی، مشخص نیست که کدام‌یک از این اجزا باید اندازه‌گیری و تجزیه‌وتحلیل شوند. پروتئین ناقل IGF-1 در پلاسما و مایع خارج‌سلولی به نام پروتئین متصل‌شونده به IGF (IGFBP) موسوم است و شش دسته از آنها شناخته شده است که IGFBP-3 فراوان‌ترین آنهاست و بیشترین میل ترکیبی را با IGF-1 دارد. IGFBP-3 می‌تواند به‌صورت وابسته به IGF و همچنین به روشی مستقل از IGF عمل کند. نقش‌های وابسته به IGF IGFBP-3 شامل نقش غدد درون‌ریز آن در انتقال IGFs از محل سنتز به سلول‌های هدف که گیرنده‌های IGF دارند و فعال کردن سیگنال‌دهی پایین‌دست مرتبط است (۴، ۵). اسید لیبیل ساب یونیت (ALS) پروتئین دیگری از کمپلکس

1. Growth hormone
2. Insulin like growth factor 1

سه‌گانه است که توسط کبد ترشح و در خون یافت می‌شود، همچنین توسط ریه‌ها، روده، قلب، کلیه و بافت چربی بیان می‌شود. نقش ALS پایدار کردن IGF به‌وسیلهٔ ایجاد کمپلکس سه‌گانه ۱۵۰ kDa، شامل ALS، IGF-1، IGFBPs ۳ و ۵ است، که به طولانی شدن نیمهٔ عمر IGF-1 و تأخیر در کلیرانس آن در گردش خون منجر می‌شود (۶).

مطالعات بسیاری به‌وضوح 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-1 دارد، زیرا افراد آماده‌تر، مقادیر سرمی GH و IGF-1 بیشتری دارند. ازاین‌رو به‌نظر می‌رسد افزایش آمادگی بدنی ناشی از تمرین به افزایشIGF-1 سرمی منجر می‌شود، اما در تمام آزمون‌ها و تمرینات طراحی‌شده برای افزایش IGF-1، همواره پس از تمرینات ورزشی این روند مشاهده نشده است (۷). بسیاری از محققان، با بررسی تأثیر انواع پروتکل‌های ورزشی مختلف بر فعالیت GH /IGF-1، افزایش معنادار آن را گزارش کرده‌اند. ولی نتایج تحقیقات در مورد IGF-1 دارای اختلاف‌هایی است. مطالعات افزایش، کاهش و عدم تغییر مقدارIGF-1 به‌دنبال فعالیت و تمرینات ورزشی را گزارش کرده‌اند (۸).

با این حال، برخی تحقیقات نشان داده‌اند که پاسخ IGF-1 به تمرینات ورزشی دارای دو مرحله است که در ۴-۵ هفتهٔ ابتدایی تمرینات کاهش و سپس با تداوم تمرینات غلظت آن افزایش می‌یابد. ازاین‌رو به‌نظر می‌رسد مدت زمان تمرینات باید بیشتر از ۴-۵ هفته باشد (۹). همچنین شواهد فراوانی نشان می‌دهد که تمرینات ورزشی با طراحی مناسب می‌تواند موجب دستیابی به بالاترین سازگاری‌های فیزیولوژیکی به ویژه در دستگاه غدد درون‌ریز شود (۱۳-۱۰).

جلسات تمرینی قسمتی از برنامهٔ تمرینی روزانهٔ افراد فعال است و به مطالعات بیشتری نیاز است تا تأثیر این جلسات بر رفتار محور GH/IGF-1 و پروتئین‌های متصل به آن و سازگاری‌های آنها در طول فصول تمرینی و تأثیر آن بر عملکرد ورزشکاران انجام گیرد. بنابراین، هدف از تحقیق حاضر بررسی و مقایسهٔ دو نوع تمرین متفاوت بر تغییرات و سازگاری‌های حاد و بلندمدت محور GH/IGF-1 و پروتئین‌های متصل به آن و آنالیز تغییرات سرمی ALS/ IGFBP-3/IGF-1/GH و عملکرد مردان جوان فعال در طول یک دورهٔ تمرینی هشت‌هفته‌ای است.

## روش تحقیق

در تحقیق نیمه‌تجربی حاضر با در نظر گرفتن نوع آزمون آماری، اندازهٔ اثر ۰/۲۵، مقدار آلفای ۰/۰۵ و توان آزمون ۰/۹۵ و تعداد گروه‌ها، با استفاده از نرم‌افزار جی پاور[1] اندازهٔ نمونهٔ لازم، ۲۰ نفر تعیین شد. بنابراین، ۲۰ مرد جوان فعال از میان دانشجویان فعال شهر تبریز در محدودهٔ سنی ۱۸ تا ۲۵ سال که غیرسیگاری بودند و از هیچ نوع مکمل غذایی یا دارویی استفاده نمی‌کردند و به‌صورت داوطلبانه در تحقیق شرکت کرده بودند، انتخاب شده و به‌طور تصادفی به دو گروه ۱۰ نفره تقسیم شدند. آزمودنی‌هایی مجاز به شرکت در این پژوهش بودند که در شش ماه گذشته در تمرینات به‌طور مستمر و منظم شرکت داشتند. شایان ذکر است آزمودنی‌ها پس از توضیح کامل طرح تحقیق و اطلاع از اهداف این تحقیق و پر کردن رضایت‌نامهٔ کتبی و سابقهٔ پزشکی انتخاب شدند. شاخص‌های ورود به تحقیق عبارت بودند از: نداشتن بیماری متابولیک و سوخت‌وسازی، سن ۱۸-۲۵ سال، درصد چربی بین ۱۷-۲۲ درصد و شاخص تودهٔ بدنی بین ۱۹-۲۵ کیلوگرم بر متر مربع. آزمودنی‌ها چند روز پیش از شروع پروتکل در جلسهٔ هماهنگی شرکت کردند. در این جلسه، آزمودنی‌ها از اهداف تحقیق، چگونگی اجرای مراحل مختلف تحقیق، تعداد مراحل خون‌گیری، نحوهٔ اجرای آزمون‌ها و مصرف مکمل‌ها مطلع شدند و رضایت‌نامهٔ آگاهانهٔ کتبی، پرسشنامهٔ سوابق ورزشی، بیماری، مصرف دارو و یادآمد غذایی و فعالیت‌های روزانه (شامل دو روز کاری و یک روز تعطیل) را تکمیل کردند و افرادی که سابقهٔ مصرف مکمل و مواد نیروزا داشتند، از شرکت در تحقیق منع شدند. همچنین سوابق پزشکی توسط پزشک متخصص بررسی شد. سپس شرکت‌کنندگان در صبح روز اول در آزمایشگاه حضور یافتند و تمام ویژگی‌های آنتروپومتریکی (سن، قد، وزن و درصد چربی) و میزان آمادگی جسمانی (توان هوازی) به‌منظور همگن‌سازی گروه‌های تحقیق اندازه‌گیری شد. همچنین در حالت استراحت نمونه‌های خونی به مقدار ۵ میلی‌لیتر برای اندازه‌گیری شاخص‌های فیزیولوژیکی اخذ شد. سپس، آزمودنی‌ها براساس شاخص توان هوازی و درصد چربی در دو گروه همسان تمرین تداومی و تمرین تناوبی قرار گرفتند.

همهٔ این افراد با هدف آشناسازی و افزایش آمادگی اولیه در یک برنامهٔ تمرین تداومی هوازی (با شدت ۶۰-۶۵ درصد ضربان قلب ذخیره به مدت ۳۰-۴۵ دقیقه، ۳ جلسه در هفته) به مدت ۲ هفته شرکت

1. G power

کردند. سپس آزمودنی‌ها در ۸ هفته تمرین HIIT یا تداومی شرکت کردند. تحقیق حاضر دارای کد اخلاق به شناسهٔ IR.TABRIZU.REC.1399.064 است.

**تمرین تداومی**

تمرینات گروه تداومی شامل ۱۰ دقیقه گرم کردن با انواع حرکات کششی، نرمشی، راه رفتن و دویدن بود. فعالیت اصلی گروه تمرین هوازی متوسط تا شدید شامل ۳۰ تا ۵۰ دقیقه دویدن تداومی با شدت ۵۰-۷۰ درصد ضربان قلب ذخیره (میزان درک فشار ۱۲ تا ۱۵) و در پایان نیز پنج دقیقه سرد کردن با راه رفتن و انجام حرکات کششی بود (۱۴، ۱۵).

**تمرینات تناوبی شدید**

تمرینات گروه تناوبی شدید شامل ۱۰ دقیقه گرم کردن با انواع حرکات کششی، نرمشی، راه رفتن و دویدن و فعالیت اصلی گروه آزمودنی‌های این گروه شامل ۳ دوره با ۴ تکرار و ۱۵-۳۰ ثانیه دویدن با شدت ۸۵-۹۵ درصد ضربان قلب ذخیره (میزان درک فشار ۱۶ تا ۱۹) در هر تکرار بود که پس از هر تکرار ۳۰-۶۰ ثانیه استراحت فعال و پس از هر دوره ۳ دقیقه استراحت فعال داشتند (استراحت فعال در محدودهٔ ۴۰-۵۰ درصد ضربان قلب ذخیره) (۱۶). در مجموع، مدت فعالیت اصلی آزمودنی‌های گروه تمرینی تناوبی شدید در هر جلسه ۱۴-۲۲ دقیقه بود.

رژیم غذایی روزانهٔ آزمودنی‌ها طی دورهٔ تحقیق (با استفاده از پرسشنامهٔ یادآمد تغذیه‌ای ۲۴ ساعته) کنترل شد. همهٔ آزمودنی‌ها در حین تمرینات بدنی هیچ محدودیتی در خصوص دسترسی و نوشیدن آب نداشتند.

تمام آزمودنی‌ها در سه مرحله شامل پیش‌آزمون، پس از جلسهٔ اول و پس از ۸ هفته تمرین بررسی شدند و از آنها خون‌گیری به‌عمل آمد. نمونه‌های خونی پیش‌آزمون ۲۴ ساعت پیش از شروع آزمون و پس از ۱۲ ساعت ناشتایی و نمونه‌های پس‌آزمون یکی بلافاصله بعد از جلسهٔ اول و دیگری ۴۸ ساعت پس از پایان آخرین جلسهٔ تمرین جمع‌آوری شدند.

تمام نمونه‌های خونی پس از لخته شدن در دمای محیط، برای جداسازی سرم در دستگاه سانتریفیوژ قرار گرفتند. نمونه‌های سرمی تا زمان اندازه‌گیری غلظت IGF-1 در دمای ۸۰- درجهٔ سانتی‌گراد نگهداری شدند. در نهایت غلظت GH و IGF-1 سرمی (ng/ml) با استفاده از کیت Diasorin ساخت ایتالیا با استفاده از دستگاه اتوآنالایزر و به روش کمی‌لومینسانس اندازه‌گیری شدند.

به‌منظور ارزیابی توان اکسیژن مصرفی بیشینه از آزمون Bruce استفاده شد (۱۷). همچنین، درصد چربی با استفاده از دستگاه Inbody ساخت کرهٔ جنوبی اندازه‌گیری شد. آزمون‌های کولموگروف-اسمیرنوف، شاپیرو-ویلک و لِوِن برای تعیین وضعیت توزیع و همگنی واریانس‌ها و از آزمون تحلیل واریانس با اندازه‌گیری مکرر برای ارزیابی تغییرات درون گروهی و آزمون کوواریانس برای ارزیابی تغییرات بین‌گروهی استفاده شد. داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SPSS نسخهٔ ۲۳ در سطح $P<۰/۰۵$ تجزیه‌وتحلیل شدند.

## یافته‌های تحقیق

در جدول ۱ مشخصات آنتروپومتریکی آزمودنی‌ها و در جدول ۲ مقادیر متغیر وابسته در هر دو گروه، به‌ویژه نتایج آزمون تحلیل کوواریانس با در نظر گرفتن مقادیر پیش‌آزمون به عنوان کووریت نشان داده شده است. افزون‌بر این در تصویر ۱، نمودار مربوط به تغییرات تمام متغیرها به نمایش درآمده است.

در خصوص IGF-1 تام، آزمون تحلیل واریانس (اندازه‌گیری مکرر) نشان داد که تغییرات IGF-1 تام در زمان‌های اندازه‌گیری‌شده معنادار است ($F_{۲,۳۶}=۲۱/۶۳$ ،$P=۰/۰۰۰۱$). اما، نتایج نشان داد که تعامل بین گروه و زمان معنادار نیست ($F_{۲,۳۶}=۰/۷۵۶$ ، $P=۰/۴۷۷$). آزمون بین آزمودنی‌ها نیز اختلاف معناداری را بین گروه‌ها نشان نمی‌دهد ($F_{۱,۱۸}=۰/۰۰۹$، $P=۰/۹۲۴$). بررسی دقیق‌تر نشان می‌دهد پس از یک جلسه تمرین تداومی یا HIIT میزان IGF-1 تام به‌طور معناداری در هر دو گروه کاهش یافته است ($P=۰/۰۴$). همچنین نتایج آزمون کوواریانس نشان داد با اینکه مقادیر پیش‌آزمون IGF-1 تام (متغیر هم‌پراش) می‌تواند مقادیر پس‌آزمون را به‌طور معناداری تعدیل کند ($F_{۱,۱۷}=۳۹/۵۹$، $P=۰/۰۰۰۱$)، تفاوت معناداری بین دو گروه پس از ۸ هفته تمرین وجود ندارد ($F_{۱,۱۷}=۰/۵۱۴$، $P=۰/۴۸۳$).

در خصوص IGF-1 آزاد، آزمون تحلیل واریانس (اندازه‌گیری مکرر) با تصحیح گرین هاوس گیسر نشان داد که تغییرات IGF-1 آزاد در زمان‌های اندازه‌گیری‌شده معنادار است ($P=۰/۰۰۰۱$، $F_{۱/۱۱۳}$ ،۲۰/۰۱ =۱۴۰۰/۶۳). همچنین، نشان تعامل معناداری بین گروه و زمان برقرار است ($P=۰/۰۰۲$ ، $F_{۱/۱۱۳}$ ،۲۰/۰۱ =۱۱/۸۹۲). آزمون بین آزمودنی‌ها نیز اختلاف معناداری را بین گروه‌ها نشان نمی‌دهد ($F_{۱,۱۸}=۱/۱۶۴$ ، $P=۰/۲۹۵$). بررسی دقیق‌تر نشان می‌دهد پس از یک جلسه تمرین تداومی یا HIIT میزان IGF-1 آزاد به‌طور معناداری در هر دو گروه افزایش یافته است ($P=۰/۰۰۰۱$). همچنین نتایج آزمون کوواریانس نشان داد که مقادیر پیش‌آزمون IGF-1 آزاد (متغیر هم‌پراش) می‌تواند مقادیر پس‌آزمون را

به‌طور معناداری تعدیل کند ($F_{۱}$=۱۴/۵۶۲ ،P=۰/۰۰۱) و پس از این تعدیل، تفاوت معناداری بین دو گروه پس از ۸ هفته تمرین وجود دارد ($F_{۱،۱۷}$=۱۱/۲۰۳ ،P=۰/۰۰۴).

در خصوص هورمون رشد، آزمون تحلیل واریانس (اندازه‌گیری مکرر) نشان داد که تغییرات GH در زمان‌های اندازه‌گیری‌شده معنادار است ($F_{۳۶،۲}$=۳۳/۱۴ ،P=۰/۰۰۰۱). اما نتایج نشان داد که تعامل بین گروه و زمان معنادار نیست (P=۰/۶۰۹ ،$F_{۲،۳۶}$=۰/۵۰۳). آزمون بین آزمودنی‌ها نشان‌دهندهٔ اختلاف معناداری بین گروه‌هاست (P=۰/۰۳۸ ،$F_{۱۸،۱}$=۵/۰۰۱). بررسی دقیق‌تر نشان می‌دهد پس از یک جلسه تمرین تداومی یا HIIT میزان GH به‌طور معناداری در هر دو گروه افزایش یافته است (P=۰/۰۴). افزون‌بر این نتایج آزمون کوواریانس نشان داد که مقادیر GH در مرحلهٔ پیش‌آزمون (متغیر هم‌پراش) نمی‌تواند مقادیر پس‌آزمون را به‌طور معناداری تعدیل کند ($F_{۱،۱۷}$=۰/۲۵۴ ،P=۰/۶۲۱) و تفاوت معناداری بین دو گروه پس از ۸ هفته تمرین وجود ندارد ($F_{۱،۱۷}$=۲/۰۱ ،P=۰/۱۷۴).

در خصوص IGFBP-3، آزمون تحلیل واریانس (اندازه‌گیری مکرر) با تصحیح گرین هاوس گیسر نشان داد که تغییرات IGFBP-3 در زمان‌های اندازه‌گیری‌شده معنادار است ($F_{۱/۳۲}$ ،۲۳/۷۵=۵/۶۰ ،P=۰/۰۱۹). همچنین، تعامل معناداری بین گروه و زمان برقرار نیست ($F_{۱/۱۱۳}$ ،۲۰/۰۱ =، ۰/۳۱۸ ،P=۰/۶۴). آزمون بین آزمودنی‌ها نیز اختلاف معناداری را بین گروه‌ها نشان نمی‌دهد ($F_{۱،۱۸}$=۰/۰۰۰۱ ،P=۰/۹۸۳). بررسی دقیق‌تر نشان می‌دهد پس از یک جلسه تمرین تداومی یا HIIT میزان IGFBP-3 در هر دو گروه کاهش غیرمعناداری دارد (P=۰/۱۶۲). همچنین نتایج آزمون کوواریانس نشان داد که مقادیر پیش‌آزمون IGFBP-3 (متغیر هم‌پراش) می‌تواند مقادیر پس‌آزمون را به‌طور معناداری تعدیل کند ($F_{۱}$=۱۳۸/۵۴ ،P=۰/۰۰۱)، تفاوت معناداری بین دو گروه پس از ۸ هفته تمرین وجود ندارد ($F_{۱،۱۷}$=۰/۰۰۰۱ ،P=۰/۹۸۳).

در خصوص ALS، آزمون تحلیل واریانس (اندازه‌گیری مکرر) نشان داد که تغییرات ALS در زمان‌های اندازه‌گیری‌شده معنادار است ($F_{۲،۳۶}$=۲۵/۱۳ ،P=۰/۰۰۰۱). اما نتایج نشان داد که تعامل بین گروه و زمان معنادار نیست ($F_{۲،۳۶}$=۰/۵۳۲ ، P=۰/۵۹۲). آزمون بین آزمودنی‌ها هم حاکی از عدم اختلاف معنادار بین گروه‌هاست ($F_{۱،۱۸}$=۰/۳۵۶ ،P=۰/۵۵۸). بررسی دقیق‌تر نشان می‌دهد پس از یک جلسه تمرین تداومی یا HIIT میزان ALS تغییر معناداری در هر دو گروه نسبت به پیش‌آزمون ندارد (P=۰/۵۵۸). افزون‌بر این نتایج آزمون کوواریانس نشان داد که مقادیر ALS در مرحلهٔ پیش‌آزمون (متغیر هم‌پراش) می‌تواند مقادیر پس‌آزمون را به‌طور معناداری تعدیل کند ($F_{۱،۱۷}$=۸۷/۴۵ ،P=۰/۰۰۰۱) ولی تفاوت معناداری بین دو گروه پس از ۸ هفته تمرین وجود ندارد ($F_{۱،۱۷}$=۰/۷۸۹ ،P=۰/۳۸۷).

نتایج آزمون کوواریانس در مورد حداکثر اکسیژن مصرفی نیز نشان داد پس از ۸ هفته تمرین در هر دو گروه $VO_{2max}$ به‌طور معناداری بهبود یافته است، ولی علی‌رغم تعدیل میانگین‌ها به‌واسطهٔ پیش‌آزمون، میزان افزایش آن به‌صورت معناداری در گروه تمرینات HIIT بیشتر از گروه تداومی بوده است (P=۰/۰۳۲، $F_{1,17}$=۵/۴۹).

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

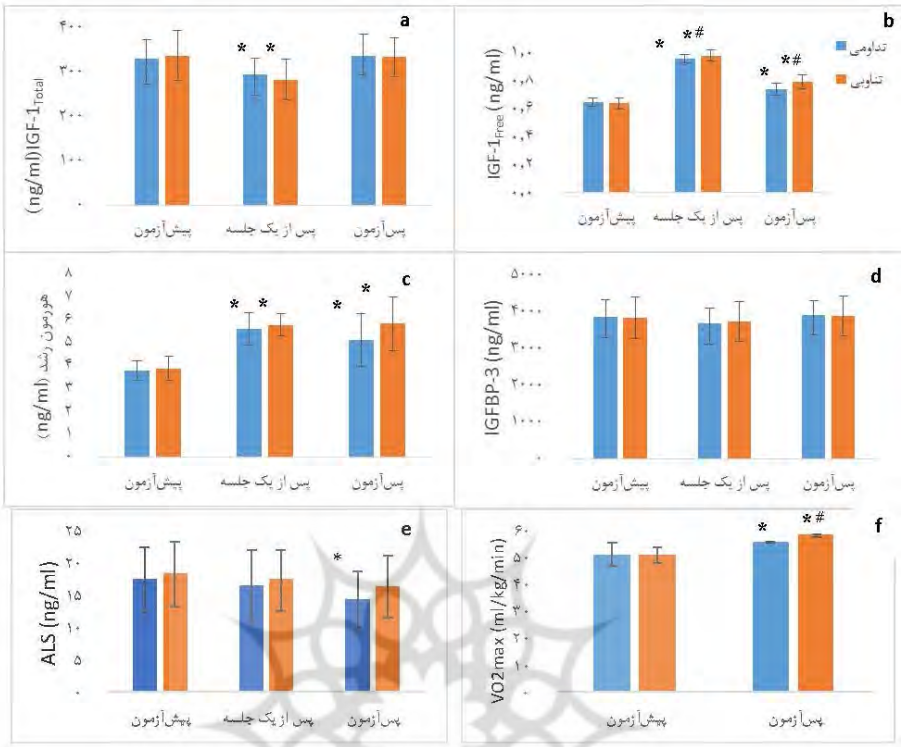
| شاخص‌ها | گروه | میانگین±انحراف استاندارد | | |
|---|---|---|---|---|
| سن (سال) | تداومی | ۲۵/۵±۲/۲۲ | | |
| | HIIT | ۲۴/۶ ±۱/۵۷ | | |
| وزن (کیلوگرم) | تداومی | ۶۶/۷±۶/۰۷ | | |
| | HIIT | ۶۸/۹±۷/۰۸ | | |
| قد (سانتی‌متر) | تداومی | ۱۷۳/۶±۵/۴ | | |
| | HIIT | ۱۷۰/۲±۲/۴ | | |
| | | پیش‌آزمون | پس از هشت هفته | |
| BMI(kg/m²) | تداومی | ۲۲/۲±۲/۵۵ | ۲۰/۹۳±۲/۶۶#* | ۰/۰۰۱ |
| | HIIT | ۲۳/۸۳±۴/۴۶ | ۲۳/۷۴±۴/۵۹#* | |
| درصد چربی (٪) | تداومی | ۱۵/۶۶±۱/۳۹ | ۱۳/۵۶±۱/۳۳# | ۰/۹۸ |
| | HIIT | ۱۵/۷۲±۲/۲ | ۱۳/۶۱±۱/۵۴# | |

* تفاوت معنادار بین‌گروهی؛ # تفاوت معنادار درون‌گروهی نسبت به پیش‌آزمون

**جدول ۲. تغییرات آمادگی هوازی، GH و IGF-1 پیش و پس از تمرینات تداومی و HIIT (هر گروه ۱۰ نفر)**

| متغیر | گروه | پیش‌آزمون | پس از جلسهٔ اول | پس از هشت هفته | سطح معناداری آزمون آنکوا |
|---|---|---|---|---|---|
| $IGF\text{-}1_{Total}$ (ng/ml) | تداومی | ۳۳۰/۸±۴۲/۸ | ۲۹۵/۹±۳۶/۸# | ۳۳۷/۰۹±۴۹/۹ | ۰/۴۸۳ |
| | HIIT | ۳۳۸/۹±۵۷/۱ | ۲۸۴/۵±۴۶/۳# | ۳۳۴/۹±۴۳/۱ | |
| $IGF\text{-}1_{Free}$ (ng/ml) | تداومی | ۰/۶۵±۰/۰۳ | ۰/۹۶±۰/۰۳ | ۰/۷۴±۰/۰۴#* | ۰/۰۰۴ |
| | HIIT | ۰/۶۴±۰/۰۴ | ۰/۹۸±۰/۰۴ | ۰/۷۹±۰/۰۵#* | |
| هورمون رشد (ng/ml) | تداومی | ۳/۸۱±۰/۴۲ | ۵/۶۳±۰/۷# | ۵/۱۴±۱/۱۶# | ۰/۱۷۴ |
| | HIIT | ۳/۹±۰/۵۲ | ۵/۸±۰/۴۹# | ۵/۸۵±۱/۱۸# | |
| IGFBP-3 (ng/ml) | تداومی | ۳۸۶۹/۰۷±۴۶۴/۶ | ۳۶۷۸/۴±۴۳۹/۲ | ۳۹۲۲/۱±۳۹۲/۳۵ | ۰/۹۸۳ |
| | HIIT | ۳۸۴۲/۴±۵۵۸/۷ | ۳۷۴۰/۳±۵۵۴/۰۲ | ۳۹۰۰/۵±۵۴۰/۲ | |
| ALS (ng/ml) | تداومی | ۱۷/۲±۵/۱ | ۱۶/۵±۵/۶ | ۱۴/۲±۴/۴# | ۰/۳۸۷ |
| | HIIT | ۱۸/۳۷±۴/۹۵ | ۱۷/۶±۴/۷ | ۱۶/۰۴±۴/۹# | |

* تفاوت معنادار بین‌گروهی؛ # تفاوت معنادار درون‌گروهی نسبت به پیش‌آزمون




**شکل ۱. تغییرات a. هورمون رشد شبه‌انسولینی تام b. هورمون رشد شبه‌انسولینی آزاد c. هورمون رشد d. پروتئین-۳ متصل‌شونده به هورمون رشد شبه‌انسولینی e. اسید لیبل ساب‌یونیت و f. حداکثر اکسیژن مصرفی قبل و بعد از تمرینات تداومی و HIIT . * تفاوت معنادار درون‌گروهی نسبت به پیش‌آزمون. # تفاوت معنادار بین‌گروهی در همان مرحله.**

## بحث

یافته‌های پژوهش حاضر نشان داد که پس از یک جلسه تمرین تداومی یا HIIT میزان IGF-1 تام به‌طور معناداری در هر دو گروه کاهش یافته، درحالی‌که غلظت سرمی هورمون رشد به‌طور معناداری در هر دو گروه افزایش یافته است. افزون‌بر این پس از ۸ هفته تمرین HIIT یا تداومی تغییر معناداری در غلظت IGF-1 تام مشاهده نشد، اما غلظت GH در هر دو گروه افزایش یافت. این در حالی است که غلظت IGF-1 آزاد پس از ۱ جلسه و ۸ هفته تمرین تداومی یا HIIT به‌طور معناداری افزایش یافت و این افزایش به‌صورت معناداری پس از ۸ هفته در گروه HIIT بیشتر از تداومی بود. در خصوص IGFBP3 مشاهده شد که مقادیر آن در هیچ‌یک از دو گروه تغییرات معناداری نداشته است. ALS هم به‌عنوان یکی از فاکتورهای

مهم در تشکیل کمپلکس سه‌گانه در آزمون مرحلهٔ سوم (پس از ۸ هفته تمرین) در هر دو گروه کاهش معناداری داشته است. همچنین افزایش حداکثر اکسیژن مصرفی در هر دو گروه نسبت به مرحلهٔ پیش‌آزمون معنادار بود، ولی میزان افزایش $VO_{2max}$ به‌طور معناداری در گروه HIIT بیشتر بود.

نتایج تحقیق حاضر مبنی بر افزایش غلظت سرمی GH با یافته‌های برخی پژوهشگران همراستاست (۱۲، ۱۸، ۱۹). کما اینکه بیشتر محققان افزایش GH پس از جلسات تمرینی حاد و مزمن را گزارش کرده‌اند و امری بدیهی به‌نظر می‌رسد. شایان ذکر اینکه در پژوهش حاضر تفاوت معناداری بین دو نوع پروتکل تمرینی مشاهده نشد. در تناقض با این یافته، پیاک و همکاران (۲۰۱۴) گزارش کردند که افزایش غلظت GH سرمی پس از تمرینات HIIT و متعاقب یک جلسه تمرین دوچرخه‌سواری به‌طور معناداری بیشتر از افزایش آن متعاقب تمرینات تداومی با شدت متوسط بوده است (۱۸). به‌نظر می‌رسد صرف‌نظر از نوع تمرین و فعالیت ورزشی، اگر شدت فعالیت ورزشی بالاتر از آستانهٔ لاکتات باشد، به افزایش رهایش GH از غده هیپوفیز می‌انجامد (۲۰). در حالت کلی، هرچه شدت و مدت فعالیت ورزشی بیشتر باشد، رهایش GH بیشتر خواهد بود. به‌گونه‌ای که حتی پارو زدن تداومی با شدت بالا به مدت ۱۵ دقیقه، مقادیر GH را بیش از ۶۰۰ درصد افزایش می‌دهد (۲۱). در مورد تمرین بلندمدت هم گزارش شده است که ترشح GH، موازی با بهبود ترکیب بدن و شاخص‌های متابولیک تعدیل می‌شود (۲۲). در مقابل، در تحقیق حجازی (۲۰۱۷) عدم افزایش غلظت GH متعاقب ۸ هفته HIIT گزارش شده است (۲۳) که از دلایل ناهمسویی می‌توان احتمالاً به تفاوت در زمان نمونه‌گیری اشاره کرد (۲۴، ۲۵). به‌نظر می‌رسد میزان ترشح GH به شدت و حجم تمرین، نوع فعالیت انقباضی و مقدار فراخوانی واحدهای حرکتی طی تمرینات ورزشی وابسته است. همچنین افزایش GH پس از تمرینات ورزشی احتمالاً با افزایش هیپوگلیسمی، اثر تحریکی قشر حرکتی و فعالیت دستگاه عصبی سمپاتیک (نوراپی‌نفرین) بر اثر فعالیت ورزشی بر هسته‌های تولید GHRHدر هیپوتالاموس مرتبط باشد (۲۶).

در کنار کاهش غلظت IGF-1 تام پس از یک جلسه تمرینات تداومی و HIIT مشاهده شد که غلظت IGF-1 آزاد در هر دو گروه پس از جلسهٔ اول به‌طور معناداری افزایش یافته است، این در حالی است که در مرحلهٔ دوم پس‌آزمون کاهش IGF-1 تام معنادار نبوده، ولی افزایش IGF-1 آزاد در هردو گروه معنادار است و این افزایش در گروه HIIT بیشتر از تداومی است.

اغلب IGF-1 آزاد یا بیواکتیو دقیقاً از تغییرات IGF-1 تام پیروی نمی‌کند، زیرا عمل IGF-1 به‌طور گسترده‌ای به پروتئین‌های متصل‌شونده به فاکتور رشد شبه‌انسولین-۱ وابسته است (IGFBPs) و به‌طور

جالبی IGF-1 و IGFBP-3 و نسبت آنها پس از ۳۰ ثانیه آزمون بیشینه دوچرخهٔ کارسنج در بزرگسالان سالم افزایش می‌یابد (۲۷). در نتایج تحقیق تورینهو فیلهو و همکاران (۲۰۱۷) با عنوان «غلظت‌های سرمی IGF-1 ، IGFBP-3 ، ALS و عملکرد بدنی در شناگران جوان در طول یک فصل تمرینی»، نشان داد که IGF-1 به تأثیرات حاد و مزمن حساس است و رفتار دومرحله‌ای را در طول فصل نشان می‌دهد. فاز کاتابولیک که با کاهش در غلظت سرمی IGF-1 در طول مرحلهٔ شدید مشخص می‌شود، درحالی‌که فاز آنابولیک با غلظتی مشابه با غلظت پایه در مراحل مختلف تمرین مشخص می‌گردد و افزایش در غلظت سرمی IGF-1 پس از تمرین در مرحلهٔ تیپرینگ روی می‌دهد. نتایج این تحقیق که با نتایج پژوهش پیش رو همسوست، نشان داد که غلظت‌های سرمی IGF-1 و IGFBP-3 شاخص‌های حساسی به وضعیت تمرینی هستند و می‌توان به‌عنوان راهنمایی برای مربیان و ورزشکاران در مرحلهٔ رقابت و کاهش شدت تمرین در ورزشکاران جوان استفاده کرد (۲۸). پاتریک و همکاران (۲۰۱۰)، اثر فعالیت با شدت بالا و پایین و اسیدوز متابولیک بر سطوح GH ، IGF-1 ، IGFBP-3 و کورتیزول را بررسی کردند و دریافتند که IGF-1 تحت تأثیر هیچ‌کدام از مداخلات قرار نگرفت که با نتایج تحقیق حاضر در تعارض است.

با توجه به نتایج مذکور و آگاهی از این مطلب که اندازهٔ پاسخ خطی GH و IGF-1 به شدت فعالیت ورزشی بستگی دارد، در برخی مطالعات تأکید شده است که شدت مورد نیاز برای فراخوان افزایش GH و IGF-1 باید بالاتر از آستانهٔ لاکتات باشد (۲۴). افزایش غلظت این عوامل هورمونی ناشی از افزایش ترشح اپی‌نفرین و نوراپی‌نفرین و تحریک فعالیت نورون‌های مرکزی آدرنرژیک و به‌دنبال آن تحریک ترشح هورمون محرک ترشح هورمون رشد (GHRH) یا کاهش ترشح سوماتواستاتین است (۲۹). به‌نظر می‌رسد اتکای بیشتر به دستگاه انرژی بی‌هوازی و افزایش غلظت برخی فراورده‌های سوخت‌وسازی مانند نیتریک اکسید (NO) و اسید لاکتیک طی تمرینات HIIT شده که می‌تواند با تحریک گیرنده‌های متابولیکی و اثرگذاری بر هیپوتالاموس، در نهایت سبب افزایش آزاد شدن GH از هیپوفیز قدامی و متعاقباً افزایش IGF-1 شود (۳۰). افزون‌بر این یکی دیگر از دلایلی که در برخی مطالعات در توضیح افزایش غلظت IGF-I بیان شده است، افزایش آزاد شدن IGF-I ذخیره شده است تا آنکه ناشی از سنتز جدید آن باشد (۳۱، ۳۲)، در توجیه این اتفاق می‌توان به کاهش مقدار ALS و ثابت بودن مقدار IGFBP-3 اشاره کرد که متعاقباً سبب شکسته شدن کمپلکس سه‌گانه و در دسترس قرار گرفتن IGF-1 آزاد شد.

در خصوص IGFBP-3، در تحقیق حاضر هیچ گونه تغییرات معناداری مشاهده نشد. این یافته با نتایج محققانی همچون تورینهو فیلهو وهمکاران (۲۰۱۷) که گزارش کردند هیچ تفاوت معناداریدر غلظت سرمی IGFBP-3 پیش و پس از تمرین در مراحل مختلف مشاهده نشد، همسو (۲۸)، ولی با یافته های برادلی و همکاران (۲۰۱۷) که حاکی از افزایش IGFBP-3 پس از ۴ هفته تمرین است، ناهمسوست(۳۳). از آنجا که IGFBPs میل ترکیبی بالاتری از گیرنده های IGF برای پیوستن به IGF-1 دارند، بیشتر محتمل است که تغییرات پس‌ترجمه‌ای ساختاری و عملکردی گوناگون، اتصالIGF به IGFBP-3 را تحت تأثیر قرار دهد. برعکس گلیکوزیلاسیون چنین تأثیراتی را نشان نداده است و حتی شواهدی موجود است که نشان‌دهندهٔ تأثیر منفی آن بر تعامل سلولی است. در کل سطح تنظیمی بزرگی برای پروتئولیز IGFBP-3 ایجاد می شود (۳۴). در ضمن تعدادی از پروتئازها (پروتئینازهای سرین، کاتپسین، متالوپروتئینازهای ماتریکس و برخی دیگر) شناخته شده‌اند که IGFBP-3 را در محل‌هایی که نیاز است شکسته شوند، لیز می‌کنند که باز ممکن است در سایزهای متفاوتی شکسته شوند و احتمالاً دیگر نتوانندبه IGFs متصل شوند (۳۵).به طور کلی پروتئولیز، استخر IGF متصل به IGFBPs را کاهش می‌دهد و IGF را برای اتصال بخ رسپتورها آزاد می‌کند. به هر حال IGFBP-3 در انتقال IGFs به عنوان یک کمپلکس سه تایی در جریان خون متصل به ALS، سازوکار اصلی رشد جسمی وابسته به IGF است. توانایی IGFBP-3 در تعامل با چندین پروتئین دیگر یک خاصیت دینامیکی است که در تعدیل چندین عملکرد سلولی حیاتی که مستقل از IGF هستند، نقش چندوجهی را نشان می‌دهد(۴).

در خصوص ALS که کاهش معناداری در مرحلهٔ دوم پس‌آزمون پس از ۸ هفته تمرین مشاهده شد، با نتایج محققانی همچون برادلی و همکاران که در مقاله‌ای پاسخ‌های متفاوت سیستم IGF-1 حالت پایه و ناشی از فعالیت ورزشی به برنامه‌های تمرینی مقاومتی در برابر تمرینات آمادگی نظامی بر پایهٔ ورزش‌های سوئدی سنجیده‌اند و کاهشALS را گزارش کرده‌اند، همخوانی دارد (۳۳) و با تحقیق تورینهو فیلهو و همکاران که عدم تغییر ALS را گزارش کرده‌اند، ناهمخوان است (۲۸). ALS توسط کبد ترشح 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 دهد (۳۶). کمپلکس سه‌گانه هر دو IGF-1 و IGFBP-3 را غیرفعال می‌کند و نیمهٔ عمر آنها را در گردش خون افزایش می‌دهد. تا زمانی‌که IGF-1 به IGFBP-3 متصل است فعال نیست، اما می‌تواند در

محیط شیمیایی خنثی یا در بافت‌های پیرامونی رها شده و پروتئولیز شود؛ سپس IGF-1 آزاد به گیرنده‌های سطح سلولی متصل شود و آبشار سیگنالینگ را درون سلول جرقه بزند. به هر حال IGFBP-3 همچنین می‌تواند به‌عنوان یک هورمون عمل کند و به گیرنده‌های ویژهٔ دیگر و یا ایمپورتین-β در سطح سلول متصل شود و سپس به هستهٔ انتقال یابد، جایی که با گیرندهٔ رتینوئید-X و گیرندهٔ هسته‌ای۷۷ تعامل برقرار می‌کند تا کمپلکسی را تشکیل دهد که می‌تواند ترجمه و ایجاد آپوپتوز را تنظیم کند (۳۷، ۳۸). به‌نظر می‌رسد کاهش ALS و عدم افزایش IGFBP-3 به افزایش IGF-1 در دسترس گیرنده‌های سلولی منجر می‌شود که می‌تواند بر عملکرد هوازی و بی‌هوازی مردان جوان و حتی ترکیب بدنی آنان مؤثر باشد، کما اینکه در پژوهش حاضر، حداکثر اکسیژن مصرفی پس از ۸ هفته تمرین افزایش معناداری را در هر دو گروه نشان داده است که در تمرینات HIIT مقدار این افزایش بیشتر از تمرینات تداومی بود. مطالعات بسیاری نشان داده‌اند که تمرینات HIIT موجب بهبود آمادگی قلبی-عروقی و آمادگی بی‌هوازی و نیز در مدت زمان کمتری سبب بهبود وضعیت ترکیب بدن می‌شود. در این زمینه روسماندو[1] و همکاران (۲۰۲۱) نیز با بررسی و مقایسهٔ تأثیر برنامهٔ تمرینی تداومی و HIIT، کاهش مقدار و درصد چربی و وزن بدن را پس از مداخلهٔ شش‌هفته‌ای در هر دو گروه گزارش کردند که موافق با یافته‌های تحقیق حاضر است (۳۹). به‌نظر می‌رسد تأثیر مثبت تمرینات HIIT و تداومی بر بهبود $VO_{2max}$ به‌دلیل افزایش برون‌ده قلبی، ظرفیت حمل اکسیژن به سمت عضلات فعال، تراکم مویرگی عضلانی و بایوژنز میتوکندریایی، تأثیرات متابولیکی GH و دیگر موارد مطرح در ادبیات تحقیق باشد.

## 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 IGFBP به افزایش IGF-1 در دسترس گیرنده‌های سلولی و اثرگذاری متفاوت تمرینات تداومی و تناوبی منجر شود. همچنین نتایج این تحقیق نشان می‌دهد که استفاده از هر دو شیوهٔ تمرینی تداومی و تناوبی می‌تواند سازگاری‌های مثبتی در راستای بهبود استقامت قلبی-عروقی و تندرستی فرد ایجاد کند که به‌نظر می‌رسد در مواردی مثل افزایش IGF-1 آزاد و $VO_{2max}$، تمرین HIIT روش

1 . Russomando

مناسب‌تری باشد. با این حال، محدودیت‌هایی مانند عدم اندازه‌گیری دیگر شاخص‌های هورمونی و متابولیکی در کنار تعداد و شرایط شرکت‌کنندگان سبب می‌شود تا دستیابی به نتیجه‌گیری قطعی در خصوص برای تمامی افراد دشوار باشد.

**تشکر و قدردانی**

در پایان بر خود لازم می‌دانیم از شرکت‌کنندگان و افراد محترمی که در اجرای این پژوهش ما را یاری فرمودند، تقدیر و تشکر به‌عمل آوریم. شایان ذکر است تحقیق حاضر با حمایت مالی معاونت پژوهشی دانشگاه محقق اردبیلی و به‌عنوان رسالهٔ دکتری انجام یافته است.

## منابع و مآخذ

1.Carter-Su C, Schwartz J, Argetsinger LS. Growth hormone signaling pathways. Growth Hormone & IGF Research. 2016;28:11-5

2. Kawai M. Role of GH/IGF-1 in bone growth and bone mass. Handbook of nutrition and diet in therapy of bone diseases: Wageningen Academic Publishers; 2016. p. 2674-82

3. Nindl BC, Pierce JR. Insulin-like growth factor I as a biomarker of health, fitness, and training status. Med Sci Sports Exerc. 2010;42(1):39-49

4.Varma Shrivastav S, Bhardwaj A, Pathak KA, Shrivastav A. Insulin like growth factor binding protein-3 (IGFBP-3): unraveling the role in mediating IGF-independent effects within the cell. Frontiers in Cell and Developmental Biology. 2020:286

5. Baxter RC. Insulin-like growth factor binding protein-3 (IGFBP-3): Novel ligands mediate unexpected functions. J Cell Commun Signal. 2013;7(3):179-89

6. Domené S, Domené HM. The role of acid-labile subunit (ALS) in the modulation of GH-IGF-I action. Molecular and Cellular Endocrinology. 2020;518:111006

7. 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. Medicine and science in sports and exercise. 2009;41(6):1261-70

8. Frystyk J. Exercise and the growth hormone-insulin-like growth factor axis. Med Sci Sports Exerc. 2010;42(1):58-66

9. Nindl BC, Alemany JA, Kellogg MD, Rood J, Allison SA, Young AJ, et al. Utility of circulating IGF-I as a biomarker for assessing body composition changes in men during periods of high physical activity superimposed upon energy and sleep restriction. Journal of Applied Physiology. 2007;103(1):340-6

10 de Araujo GG, Papoti M, dos Reis IGM, de Mello MA, Gobatto CA. Short and Long Term Effects of High-Intensity Interval Training on Hormones, Metabolites, Antioxidant System,

Glycogen Concentration, and Aerobic Performance Adaptations in Rats. Frontiers in physiology. 2016;7

11. de Freitas MC, Gerosa-Neto J, Zanchi NE, Lira FS, Rossi FE. Role of metabolic stress for enhancing muscle adaptations: Practical applications. World Journal of Methodology. 2017;7(2):46

12. Kraemer WJ, Ratamess NA, Nindl BC. Recovery responses of testosterone, growth hormone, and IGF-1 after resistance exercise. Journal of Applied Physiology. 2017;122(3):549-58

13. Tolfrey K, Zakrzewski-Fruer JK, Smallcombe J. Metabolism and exercise during youth. Pediatric Exercise Science. 2017;29(1):39-44

14. Terada T, Beanlands RA, Tulloch HE, Pipe AL, Chirico D, Reed JL. Aerobic interval training and moderate-to-vigorous intensity continuous training are associated with sex-specific improvements in psychological health in patients with heart disease. European journal of preventive cardiology. 2019;26(8):888-91

15. Reed JL, Keast M-L, Beanlands RA, Blais AZ, Clarke AE, Pipe AL, et al. The effects of aerobic interval training and moderate-to-vigorous intensity continuous exercise on mental and physical health in women with heart disease. European journal of preventive cardiology. 2019;26(2):211-4

16. Wen D, Utesch T, Wu J, Robertson S, Liu J, Hu G, et al. Effects of different protocols of high intensity interval training for VO2max improvements in adults: A meta-analysis of randomised controlled trials. Journal of science and medicine in sport. 2019;22(8):941-7

17. Andrade V, Zagatto A, Kalva-Filho C, Mendes O, Gobatto C, Campos E, et al. Running-based anaerobic sprint test as a procedure to evaluate anaerobic power. International journal of sports medicine. 2015;36(14):1156-62

18. Peake JM, Tan SJ, Markworth JF, Broadbent JA, Skinner TL, Cameron-Smith D. Metabolic and hormonal responses to isoenergetic high-intensity interval exercise and continuous moderate-intensity exercise. American Journal of Physiology-Endocrinology and Metabolism. 2014;307(7):E539-E52

19. Gregory SM, Spiering BA, Alemany JA, Tuckow AP, Rarick KR, Staab JS, et al. Exercise-induced insulin-like growth factor I system concentrations after training in women. Medicine and science in sports and exercise. 2013;45(3):420-8

20. Leite S, Reis A, Colnezi G, Souza F, Ferracini H. Influence of Vascular Occlusion in Concentration of Growth Hormone and Lactate in Athletes during Strengthening Quadriceps Exercise. Occup Med Health Aff. 2015;3(195):2

21. Kliszczewicz B, Markert CD, Bechke E, Williamson C, Clemons KN, Snarr RL, et al. Acute Effect of Popular High-Intensity Functional Training Exercise on Physiologic Markers of Growth. J Strength Cond Res. 2021;35(6):1677-84

22. Yu AP, Ugwu FN, Tam BT, Lee PH, Lai CW, Wong CS, et al. One year of yoga training alters ghrelin axis in centrally obese adults with metabolic syndrome. Frontiers in physiology. 2018;9:1321

23 Herbert P, Hayes LD, Sculthorpe N, Grace FM. High-intensity interval training (HIIT) increases insulin-like growth factor-I (IGF-I) in sedentary aging men but not masters' athletes: an observational study. The Aging Male. 2017;20(1):54-9
24 Hejazi SM. Effects of High Intensity Interval Training on Plasma Levels of GH and IGF-I. Health Sciences. 2017;6(4):55-9
25 Sasaki H, Morishima T, Hasegawa Y, Mori A , Ijichi T, Kurihara T, et al. 4 weeks of high-intensity interval training does not alter the exercise-induced growth hormone response in sedentary men. SpringerPlus. 2014;3(1):336
26 Hackney AC, Davis HC, Lane AR. Growth Hormone-Insulin-Like Growth Factor Axis, Thyroid Axis, Prolactin, and Exercise. Sports Endocrinology. 47: Karger Publishers; 2016. p. 1-11
27 Sellami M, Dhahbi W, Hayes LD, Padulo J, Rhibi F, Djemail H, et al. Combined sprint and resistance training abrogates age differences in somatotropic hormones. PloS one. 2017.12(8).
28 Tourinho Filho H, Pires M, Puggina EF, Papoti M, Barbieri R, Martinelli Jr C. Serum IGF-I, IGFBP-3 and ALS concentrations and physical performance in young swimmers during a training season. Growth Hormone & IGF Research. 2017;32:49-54
29 Sabag A, Chang D, Johnson NA. Growth Hormone as a Potential Mediator of Aerobic Exercise-Induced Reductions in Visceral Adipose Tissue. Frontiers in Physiology. 2021;12:362
30 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;35(4):316-22
31 Tourinho Filho H, Pires M, Puggina E, Papoti M, Barbieri R, Martinelli C. Serum IGF-I, IGFBP-3 and ALS concentrations and physical performance in young swimmers during a training season. Growth Hormone & IGF Research. 2017;32:49-54
32 Gatti R, De Palo E, Antonelli G, Spinella P. IGF-I/IGFBP system: metabolism outline and physical exercise. Journal of endocrinological investigation. 2012;35(7):699-707
33 Nindl BC, Alemany JA, Rarick KR, Eagle SR, Darnell ME, Allison KF, et al. Differential basal and exercise-induced IGF-I system responses to resistance vs. calisthenic-based military readiness training programs. Growth Hormone & IGF Research. 2017;32:33-40
34 Rajah R, Katz L, Nunn S, Solberg P, Beers T, Cohen P. Insulin-like growth factor binding protein (IGFBP) proteases: functional regulators of cell growth. Progress in growth factor research. 1995;6(2-4):273-84
35 Firth SM, Baxter RC. Cellular actions of the insulin-like growth factor binding proteins. Endocrine reviews. 2002;23(6):824-54
36 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. Endocrine reviews. 2011;32(4):472-97
37 Ranke MB. Insulin-like growth factor binding-protein-3 (IGFBP–3). Best practice & research Clinical endocrinology & metabolism. 2015 ۷۰۵ ۱۹( ۴ ۳۹

38 Johnson MA, Firth SM. IGFBP-3: a cell fate pivot in cancer and disease. Growth Hormone & IGF Research. 2014;24(5):164-73

39 Russomando L, Bono V, Mancini A, Terracciano A, Cozzolino F, Imperlini E, et al. The Effects of Short-Term High Intensity Interval Training and Moderate Intensity Continuous Training on Body Fat Percentage, Abdominal Circumference, BMI and VO2max in Overweight Subjects. Journal of Functional Morphology and Kinesiology. 2020;5(2):41

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

# Comparison of the Effect of Eight Weeks of Continuous and High Intensity Interval Training on GH/IGF-1 Serum Indicators and Aerobic performance of Active Young Males


## Abstract

**The present study examined the effect of eight weeks of continuous and interval training on serum GH / IGF-1-axial hormones and performance of active young men. In this quasi-experimental study, 20 young men (18-25 years old) were selected and after homogenization based on fat percentage and aerobic fitness randomly were allocated in two equal groups: HIIT group (N=10) and continuous group (N=10). The main activity of the continuous training group consisted of 30 to 50 minutes of continuous running with an intensity of 50-70% of the reserve heart rate (HRR). HIIT group training were three sessions with four repetitions and 15-30 seconds of running with an intensity of 85-95% HRR per repetition. Blood samples were taken from all subjects in three stages; pre-test samples were collected before the start of the research project, post-test samples were collected immediately after the first session and 48 hours after the end of the last training session.The findings of the present study showed that after one session of continuous training or HIIT, IGF-1levels significantly decreased in both groups (P = 0.001), while serum GH concentration increased significantly in both groups (P = 0.04). In addition, After eight weeks, none of the training methods changed the total IGF-1 concentration (P = 0.78), but GH concentration increased in both groups (P = 0.001). Also, the concentration of free IGF-1 increased significantly after one session and eight weeks of continuous training or HIIT (P = 0.001). In contrast, ALS was significantly decreased in both groups in the third stage test (P = 0.001) and IGFBP3 levels did not change in either group (P = 0.64). Also, the increase in $VO_{2max}$ was significant in both groups (P = 0.001), but this increase was greater in the HIIT group (P = 0.032).It seems that using both continuous and intermittent training methods can make positive adjustments to improve a person's cardiovascular endurance and health, but considering factors such as increased free IGF-1 and $VO_{2max}$, HIIT training is a more appropriate method.**



**Keywords**

**Aerobic fitness, Growth Hormone, Insulin-like growth factor -1, Young male.**