JAHSSP

http://jahssp.azaruniv.ac.ir/

http://dx.doi.org/10.22049/JAHSSP.2021.27319.1369

مطالعات کاربردی تندرستی در فیزیولوژی ورزش

سال هشتم، شماره دوم ؛

پاییز و زمستان ۱٤۰۰؛ صفحات ۱۸-۲٤

Open Access

مقاله پژوهشی

تاثیر تمرین تناوبی شدید بر سطوح پلاسمایی میوستاتین و IGF-1 در نوجوانان چاق

سجاد محمدیاری* [۱]، حمد الله هادی [۲]، احمد رضا ظهرابی [۳]

تاریخ دریافت: ۱٤۰۰/۰٤/۰۱ تاریخ پذیرش: ۱٤۰۰/۰٦/۰٦

چکیده

هدف: میوستاتین و فاکتور رشد شبه انسولینی نقش موثری در پاسخ به انقباض‌های عضلانی، تنظیم و تحریک متابولیسم عضلات دارند. هدف از این پژوهش، تغییرات میوستاتین و IGF-1 پلاسمایی به هشت هفته تمرینات تناوبی شدید در نوجوانان چاق می‌باشد. **روش شناسی:** این مطالعه از نوع نیمه تجربی بود و ۲۸ نوجوانان چاق به طور تصادفی به دو گروه تجربی و گروه کنترل تقسیم شدند. گروه تجربی به مدت هشت هفته و سه جلسه در هفته پروتکل تمرینی تناوبی خیلی شدید را اجرا کردند. به منظور سنجش میزان پلاسمایی میوستاتین و IGF-1، نمونه خونی طی دو مرحله در حالت ناشتا، ۴۸ ساعت قبل و بعد از تمرینات گرفته شد. جهت مقایسه درون گروهی از آزمون تی همبسته و برای مقایسه بین گروهی از آزمون تی مستقل استفاده گردید. **یافته‌ها:** نتایج نشان داد متعاقب انجام هشت هفته تمرین تناوبی خیلی شدید مقادیر پلاسمایی میوستاتین به طور معناداری در مقایسه با گروه کنترل کاهش معنادار (P=۰/۰۰۱) و مقادیر IGF-1 (P=۰/۰۱۳) در مقایسه با گروه کنترل افزایش معناداری پیدا کرد. **نتیجه گیری:** با توجه به یافته‌های مطالعه حاضر مبنی بر کاهش معنادار میوستاتین و افزایش معنادار IGF-1، می‌توان از تمرینات تناوبی شدید به عنوان یک راهکار غیر دارویی برای پیشگیری و بهبود در نوجوانان چاق استفاده کرد.

واژه‌های کلیدی: تمرین تناوبی شدید، میوستاتین، IGF-1 ،چاقی.

با اسکن QR فوق می‌توانید جزئیات مقاله حاضر را در سایت www.jahssp.azaruniv.ac.ir/ مشاهده کنید.

۱. استادیار، گروه تربیت بدنی، دانشگاه افسری امام علی (ع)، تهران، ایران. (نویسنده مسئول): سجاد محمدیاری

ایمیل: **mohammadyari.s@gmail.com**

۲. استادیار، گروه تربیت بدنی، دانشگاه علوم انتظامی امین، تهران، ایران.

۳. دانشجوی دکتری، گروه علوم ورزشی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد کرج، کرج، ایران.

نحوه ارجاع: سجاد محمدیاری، حمدالله هادی، احمد رضا ظهرابی. "تاثیر تمرین تناوبی شدید بر سطوح پلاسمایی میوستاتین و IGF-1 در نوجوانان چاق". مطالعات کاربردی تندرستی در فیزیولوژی ورزش. ۱۴۰۰: ۸(۲)،۲۴-۱۸.

این مقاله با تبعیت از مجوز CC By 4.0 با دو شرط استناد به نویسنده و استفاده برای مقاصد غیرتجاری به طور رایگان در دسترس می‌باشد. استفاده، توزیع، بازتولید محتوای آن فقط برای اهداف غیرتجاری مجاز است و در غیر این صورت باید از سازنده اثر اجازه گرفته شود.

حق چاپ متعلق به نویسندگان و امتیاز انتشار آن متعلق به مجله "مطالعات کاربردی تندرستی در فیزیولوژی ورزش" است که توسط دانشگاه شهید مدنی آذربایجان منتشر می‌شود.

شاپای الکترونیکی: ۲۶۷۶-۶۵۰۷

DOI: 10.22049/JAHSSP.2021.27319.1369

DOR: 20.1001.1.26766507.1400.8.2.3.9

Copyright ©The authors

Publisher: Azarbaijan Shahid Madani University

JAHSSP

http://jahssp.azaruniv.ac.ir/

http://dx.doi.org/10.22049/JAHSSP.2021.27319.1369

Journal of Applied Health Studies in Sport Physiology
Volume 8, Number 2
Autumn/Winter 2021
18-24

Original Article **Open Access**

The Effect of HIIT on Plasma Levels of Myostatin and IGF-1 in Obese Adolescents

Sajjad Mohamadyari [1], Hamdollah Hadi[*] [2], Ahmad Reza Zohrabi [3]

Receive 2021 June 22 ; Accepted 2021 August 22

Abstract

Aim: Myostatin and insulin-like growth factor play an important role in responding to muscle contractions, regulating and stimulating muscle metabolism. The aim of this study was to change plasma myostatin and IGF-1 to eight weeks of intense intermittent exercise in obese adolescents. **Methods:** This study was a quasi-experimental study and 28 obese adolescents were randomly divided into experimental and control groups. The experimental group performed a very intense intermittent training protocol for eight weeks and three sessions per week. In order to measure the plasma levels of myostatin and IGF-1, blood samples were taken in two stages in the fasting state, 48 hours before and after exercise. A correlated t-test was used for intra-group comparison and an independent t-test was used for comparison between groups. **Results:** The results showed that after eight weeks of very intense interval training, plasma myostatin levels significantly decreased (P=0.001) and IGF-1 (P=0.013) compared to the control group. **Conclusion:** According to the findings of the present study that a significant reduction of myostatin and the significant increase in IGF-1, high-intensity interval training can be used as a non-pharmacological strategy for prevention and improvement in obese adolescents.

Keywords: HIIT, myostatin, IGF-1, obesity.

Scan this QR code to see the accompanying video, or visit jahssp.azaruniv.ac.ir

١. Assistant Professor, Department of Physical Education, Imam Ali (AS) University, Tehran, Iran. (Corresponding Author).
Email: mohammadyari.s@gmail.com
2. Assistant Professor, Department of Physical Education, Amin University of Law Enforcement Sciences, Tehran, Iran.
3. PhD Student, Department of Sports Science, Karaj Azad University, Karaj, Iran.

Cite as: Sajjad Mohammadyari, Hamdollah Hadi, Ahmad Reza Zahrabi: " The effect of HIIT on plasma levels of myostatin and IGF-1 in obese adolescents". Applied Health Studies in Sport Physiology. 2021: 8 (2),18-24.

This is an open access article under the terms of the Creative Commons Attribution License, which permits use, distribution and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited. © 2021 The Authors. JAHSSP published by Azarbaijan Shahid Madani University

Journal ISSN (online): 2676-6507
DOI: 10.22049/JAHSSP.2021.27319.1369
DOR: 20.1001.1.26766507.1400.8.2.3.9

Copyright ©The authors

Publisher: Azarbaijan Shahid Madani University

مقدمه

چاقی در نوجوانان رو به افزایش است و شواهد حاکی از آن است که چاقی نوجوانی در دوره بزرگسالی نیز ادامه می‌یابد (۱،۲). چاقی دوران کودکی و نوجوانی مرتبط با افزایش خطر بیماری‌هایی از جمله پرفشارخونی، بیماری قلبی عروقی، دیابت و سایر بیماری‌های متابولیک در بزرگسالی می‌باشد (۳) و نه تنها پیامد جسمانی (تحلیل عضلانی) بلکه پیامدهای روانی و اجتماعی نیز دارد (۴). تمرینات ورزشی یک ابزار قدرتمند جهت افزایش هزینه انرژی و همچنین یک مداخله عالی جهت مبارزه با چاقی و اختلالات متابولیکی همراه آن می‌باشند (۵،۶). از سوی دیگر، یکی از مهم‌ترین سازگاری‌های فیزیولوژیایی، رشد و هیپرتروفی عضله اسکلتی است که با افزایش سنتز پروتئین در تارهای عضلانی و به دنبال آن افزایش حجم یا توده تارهای عضلانی، مشخص می‌شود. ساز و کارهای زیادی وجود دارد که سنتز پروتئین و رشد میوفیبریل‌ها را کنترل می‌کند. یکی از مهم‌ترین مسیرهای انتقال پیام تنظیم کننده سنتز پروتئین در تارهای عضله اسکلتی، مسیر پیام رسانی میوستاتین- Smad می‌باشد که توسط دو عامل میوستاتین و فولستاتین تنظیم می‌شود (۱). سطوح بالای میوستاتین در افراد چاق بیشتر است و از بین بردن ژن میوستاتین، از چاقی حاصل از رژیم غذایی پرچرب جلوگیری می‌کند (۸). پروتئین میوستاتین با عامل رشدی/ تمایزی ۸ (GDF8) عضوی از خانواده عامل تغییر شکل رشدی بتا (TGF-B) است. بزرگترین خانواده ترشح کننده فاکتورهای رشد که رشد عضله اسکلتی را مهار می‌کند. میوستاتین در عضله اسکلتی تولید می‌شود؛ پس از سنتز در عضله، وارد خون می‌شود و به گیرنده‌اش (اکتیوین IIb) در تارهای عضلانی پیوند می‌خورد و به فعال سازی مسیر پیام رسانی میوستاتین- Smad منجر می‌شود و رشد عضله اسکلتی را مهار می‌کند (۱). پژوهش‌ها نشان می‌دهند که ناک اوت کامل میوستاتین در موش‌ها با افزایش دو تا سه برابری توده عضله اسکلتی همراه است که در نتیجه افزایش اندازه میوفیبریل‌ها به وقوع می‌پیوندد (۱). همچنین در مدل‌های موش چاق و دیابتی، حذف میوستاتین موجب بهبود چاقی و سوخت و ساز گلوکز می‌شود (۱۳). در این زمینه در پژوهشی با هدف تأثیر تمرین مقاومتی بر مقادیر سرمی میوستاتین و مقاومت به انسولین در مردان چاق ـ اضافه وزن به این نتیجه رسیدند که ۱۰ هفته تمرین مقاومتی، باعث کاهش معنادار مقادیر پلاسمایی میوستاتین در مردان چاق ـ اضافه وزن می‌گردد (۱۴)؛ بنابراین، مهارکننده‌های میوستاتین می‌توانند برای درمان اختلالات عضلانی و شاید، جلوگیری یا بهبود بیماری‌های متابولیکی از جمله چاقی مورد استفاده قرار گیرند (۷). نگارش و همکاران (۲۰۱۹) به بررسی اثر هشت هفته تمرینات مقاومتی بر سطوح سرمی میوستاتین و فولیستاتین در مردان مسن پرداختند. غلظت میوستاتین در هر دو گروه سارکوپنیا و بدون سارکوپنیا بعد از تمرین مقاومتی کاهش یافته بود (۱۵). از طرفی IGF-1 یک تنظیم کننده مثبت رشد عضله اسکلتی می‌باشد. این هورمون در کبد و عضله اسکلتی تولید می‌شود و به صورت اندوکراین و اتوکراین/پاراکراین عمل می‌نماید. از آنجایی که بخشی از هایپرتروفی عضله اسکلتی مربوط به اثر کوتاه مدت و بلند مدت فاکتوهای رشد عضلانی است (۱۶) و در واقع، عامل رشد شبه انسولینی (IGF-1) و هورمون رشد (GH) اثر آنابولیکی قوی بر بافت عضلانی دارد (۲، ۳). مطالعات نشان می‌دهد که سطوح IGF-1 می‌تواند سنتز پروتئین و DNA را تحریک کند، که این امر حمایت کننده نقش آنابولیکی IGF-1 است (۱۷). ساز و کار عمل سیگنالینگ درون سلولی GH ممکن است با سنتز پروتئین عضله از طریق مکانیسم‌های وابسته به IGF-1 و غیر وابسته به IGF-1 تحت تاثیر قرار دهند (۱۷). بنابراین با توجه به این که GH محرک تولید IGF-1 در بافت‌های مختلف است، می‌تواند در سطوح IGF-1 دخیل باشد. در شرایط مختلف ثابت شده است IGF-1 از طریق افزایش میتوژن (۱۸) و هم چنین کاهش P21 (۱۹) باعث فعال سازی تکثیر و تمایز سلول‌های اقماری می‌شود. کلاچاهی و همکاران (۱۳۹۹) تاثیر تمرینات تی آر ایکس را بر سطوح IGF-1 زنان فعال بررسی کردند که نتایج آنها افزایش سطوح IGF-1 را بعد از تمرینات نشان داد (۲۰). از طرفی با وجود فواید سلامتی و بالقوه زیاد تمرینات قدرتی و استقامتی، اما بسیاری از افراد به علت نداشتن زمان کافی به عنوان یک مانع مهم در این تمرینات شرکت نمی‌کنند. مطالعه درباره سایر برنامه‌های فعالیت ورزشی جایگزین با سازگاری‌های سوخت و سازی مشابه و بدون تعهد زمانی قابل ملاحظه، مورد نیاز است (۲۱). یکی از پروتکل‌های فعالیت ورزشی که به تازگی مورد توجه پژوهشگران فیزیولوژی ورزش قرار گرفته است تمرینات تناوبی خیلی شدید می‌باشد که شامل تناوب‌های فعالیت‌های ورزشی با شدت بسیار زیاد و وهله‌های استراحتی فعال با شدت خیلی کم می‌باشد. HIIT مدل بسیار کارآمد زمانی، برای تمرین ورزشی می‌باشد و بسیاری از سازگاری‌های سوخت و سازی با تمرین استقامتی منظم را تحریک می‌کند(۴). اگرچه تعریف جامعی از HIIT وجود ندارد، با این حال، از این نوع تمرینات با عنوان وهله‌های تکراری متناوب نسبتاً کوتاه با شدت تمام یا شدت نزدیک به بیشینه یاد می‌شود. با توجه به شدت تمرینات، یک وهله HIIT ممکن است ۵ تا ۱۲۰ ثانیه طول بکشد (۲۳،۲۲) که وهله‌های گوناگون، به وسیله چند دقیقه استراحت یا فعالیت با شدت کم از هم مجزا می‌شوند (۲۰). تورک و همکاران (۲۰۱۶) طی مطالعه‌ای متا آنالیز به بررسی تاثیرات تمرینات اینتروال شدید بر روی چاقی پرداختند. نتایج آنها نشان داد تمرینات اینتروال شدید در افراد چاق باعث افزایش آمادگی قلبی و تنفسی و کاهش چربی بدن نسبت به تمرینات سنتی می‌شود (۲۴). تیول و همکاران (۲۰۱۹) در مطالعه متا آنالیز نشان دادند که تمرینات اینتروال شدید در نوجوانان اضافه وزن و چاق باعث کاهش معنادار در صد چربی بدن، فشار خون سیستولی و دیاستولی، مقاومت انسولینی می‌شود (۲۵). بنابراین، با توجه به مطالب ذکر شده پژوهش حاضر با هدف تاثیر تمرین تناوبی شدید بر سطوح پلاسمایی میوستاتین و IGF-1 در نوجوانان چاق صورت گرفت.

روش پژوهش

پژوهش حاضر از نوع نیمه تجربی و از نظر طول زمان از نوع مقطعی و به لحاظ استفاده از نتایج، کاربردی می‌باشد. جامعه در این پژوهش، دانش آموزان پسر سالم و چاق مقطع راهنمایی و متوسطهٔ شهرستان دماوند با شاخص تودهٔ بدنی (BMI) بالاتر از ۳۰ بودند. برای انتخاب افراد چاق سالم و دارای توانایی شرکت در تمرینات، از پرسشنامهٔ پارکیو[1] استفاده گردید. پس از مشخص شدن وضعیت چاقی، از بین افراد دارای شرایط مذکور، ۲۸ نفر به صورت تصادفی به دو گروه کنترل (۱۴ نفر) و تجربی (۱۴ نفر) تقسیم شدند. نمونه گیری تصادفی به این صورت بود که افراد چاق انتخاب شده کد گذاری شده و کدها به صورت

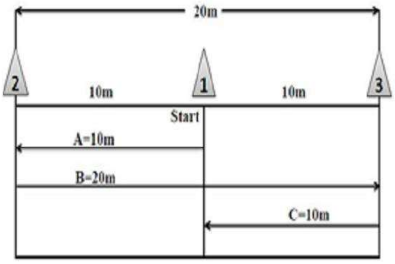
[1] پرسشنامه آمادگی برای شروع فعالیت بدنی

Publisher: Azarbaijan Shahid Madani University
Copyright ©The authors

قرعه انتخاب شدند. همچنین حجم نمونه براساس تحقیقات صورت گرفته بر روی نمونه‌های انسانی به همراه فعالیت ورزشی تعیین گردید. شرایط ورود و خروج تحقیق شامل: داشتن شاخص توده بدنی بالای ۳۰، داشتن فعالیت ورزشی منظم، استفاده از داروی خاص، داشتن مشکلات ارتوپدی، استفاده یکی از روش‌های کاهش وزن، حضور منظم در جلسات تمرینی پژوهش حاضر بود. طی یک جلسه کلیهٔ شرکت کنندگان اطلاعات مورد نیاز در خصوص پژوهش را دریافت کردند و پس از ذکر تمامی اطلاعات و اهداف تحقیق، از خود آزمودنی‌ها و والدین آنها خواسته شد در صورت تمایل به شرکت در پژوهش، رضایت نامهٔ کتبی را امضا کنند.

پروتکل تمرینی

آزمودنی‌های گروه تجربی در یک مسافت ۲۰ متری که با سه مخروط مشخص شده بود پروتکل تمرینی را به مدت هشت هفته و هر هفته سه جلسه به شرح زیر اجرا کردند (شکل ۱). با شروع پروتکل تمرینی، آزمودنی‌ها با حداکثر سرعت از نقطه شروع (مخروط ۱) به طرف مخروط ۲ دویدند (مسیر A)، سپس بازگشتند و در جهت مخالف بیست متر به طرف مخروط شماره ۳ با حداکثر سرعت دویدند (مسیر B) و در نهایت مجددا برگشتند و به سمت نقطه شروع با حداکثر سرعت دویدند (مسیر C) تا مسافت ۴۰ متر کامل شود. آزمودنی‌ها این روند را با حداکثر سرعت ادامه می‌دادند تا دوره زمانی ۳۰ ثانیه‌ای پروتکل به پایان رسید و پس از ۳۰ ثانیه استراحت، پروتکل تمرین را تکرار کردند. نحوه پیشرفت تمرینی با تعداد تکرارهای ۳۰ ثانیه‌ای از چهار نوبت در هفته اول، دوم و سوم به پنج نوبت در هفته چهارم و پنجم و ششم و شش نوبت در هفته هفتم و هشتم انجام شد. پروتکل تمرینی برگرفته از آزمون رفت و برگشت چهل متر با حداکثر سرعت بود که یک آزمون معتبر برای ارزیابی عملکرد بی‌هوازی محسوب می‌شود (۱۲). در مدت ۸ هفته اجرای پروتکل تمرینی، آزمودنی‌های گروه کنترل، هیچ گونه فعالیت منظم ورزشی نداشتند. برای تعیین شدت این تمرینات از ضربان قلب حداکثر (سن – 220 = HRmax) استفاده شد و در تمام مراحل اجرای HIIT شدت تمرین بالای ۹۰ درصد HRmax بود که برای هر آزمودنی به صورت جداگانه محاسبه شد.



شکل۱. طرحواره پروتکل تمرین تناوبی خیلی شدید

جمع آوری داده‌ها

قبل از شروع برنامه تمرینی سن، قد با استفاده از متری نواری، وزن با استفاده از ترازو، شاخص تودهٔ بدن (BMI)، درصد چربی با استفاده از کالیپر، حداکثر اکسیژن مصرفی (VO2max) با استفاده از تست بروس اندازه‌گیری شد. برای تعیین درصد چربی بدن از اندازه‌گیری ضخامت چین‌های پوستی پشت بازو، شکم و فوق خاصره سمت راست بدن با استفاده از کالیپر و فرمول جکسون و پولاک استفاده شد (۲۶).

چگالی بدن=۱/۱۰۹۳۸ - (۰/۰۰۰۸۲۶۷ × s) + (۰/۰۰۰۰۰۱۶ × s) - (۰/۰۰۰۲۵۷۴ × a)

درصد چربی بدن={(۴,۹۵/(چگالی بدن)-۴,۵}×۱۰۰

S: مجموع ضخامت چربی سه نقطه سه سر بازو، شکم و ران به میلی متر

a: سن آزمودنی به سال

تست بروس تعدیل شده در ۹ مرحله که هر مرحله یک و نیم دقیقه و به ترتیب شیب و سرعت از صفر و ۲/۷ شروع شده و در مرحله آخر به ۲۲ درصد و ۹/۶ کیلومتر در ساعت می‌رسد. آزمودنی در هر مرحله‌ای نتواند اجرا کند. زمان ثبت و حداکثر اکسیژن مصرفی محاسبه شد.

حداکثر اکسیژن مصرفی: ۸/۵۴۵ + (زمان انجام تست × ۲/۲۸۲)

نمونه‌های خونی ۴۸ ساعت قبل از شروع اولین جلسهٔ تمرین (پیش آزمون) و ۴۸ ساعت پس از آخرین جلسهٔ تمرین (پایان هفتهٔ هشتم) پس از ناشتای شبانه و در حالت استراحت، ساعت هشت صبح و هر بار به مقدار پنج میلی لیتر در وضعیت نشسته از ورید قدامی دست چپ آزمودنی‌ها گرفته شد. خون گرفته شده در لوله‌های استریل حاوی مادهٔ ضد انعقاد خون و EDTA ریخته شد. سپس، به مدت ۱۰ دقیقه با سرعت ۳۵۰۰ – ۳۰۰۰ دور در دقیقه در دستگاه، سانتریفوژ گشتند. پلاسمای حاصل در میکروتیوب‌های یک میلی لیتری ریخته شد و برای اجرای مراحل بعدی به آزمایشگاه منتقل گردید و در دمای (۲۰ –) درجهٔ سانتی گراد نگهداری شد. پس از جمع آوری نمونه‌ها در مرحلهٔ پس آزمون، کلیهٔ نمونه‌های خونی در یک روز از فریز خارج گردید و آزمایش‌های مورد نظر اجرا گردید. هم چنین، از آزمودنی‌های گروه تجربی خواسته شد تا ۴۸ ساعت پس از پایان دورهٔ تمرینی هیچ گونه فعالیت ورزشی یا راه رفتن طولانی مدت نداشته باشند. پس از ۸ هفته تمرین تناوبی خیلی شدید، مجدداً قد، وزن، BMI، درصد چربی و VO2max اندازه‌گیری گردید. سطح میوستاتین پلاسمایی با روش الایزا از کیت شرکت ایستبیوفارم[۱] ساخت کشور چین تحت لیسانس آمریکا (Cat.No: CK-E11241)، با حساسیت (۰/۲۵ نانوگرم در لیتر) اندازه‌گیری شد. هم چنین غلظت سرمی IGF-1 با استفاده از روش سنجش ایمونورادیومتریک (IRMA) با ضریب تغییرات درون سنجش و برون سنجش به ترتیب ۵/۱٪ و ۸/۹٪ اندازه گیری شد. از آمار توصیفی برای بررسی ویژگی‌های آزمودنی‌ها و تمام متغیرها و سطوح پلاسمایی میوستاتین و IGF-1 در دو گروه استفاده شد. پس از بررسی نرمال بودن توزیع داده‌ها با استفاده از آزمون شاپیرو ویلک، آزمون تی همبسته برای مقایسهٔ درون گروهی و آزمون تی مستقل برای مقایسهٔ بین دو گروهی به کار رفت. کلیهٔ محاسبات آماری با استفاده از نرم افزار SPSS نسخهٔ ۱۹ انجام

۱. Eastbiophrm

Copyright ©The authors
Publisher: Azarbaijan Shahid Madani University

گردید و نتایج این تجزیه و تحلیل های آماری به طور کامل در نتایج پژوهش مورد بررسی قرار گرفت.

یافته‌ها

جدول۱ میزان تغییرات متغیرهای توصیفی را در دو گروه نشان می‌دهد. نتایج بیانگر این است که مقادیر وزن، BMI، درصد چربی کاهش معناداری نسبت به پیش آزمون پیدا کرد (P= ۰/۰۰۱) و مقادیر VO2max نسبت به پیش آزمون افزایش معناداری را نشان داد (P= ۰/۰۱). تغییرات درون گروهی و بین گروهی مقدار پلاسمایی میوستاتین در شکل ۱ آورده شده است. نتایج آماری نشان داد که بین تغییرات میوستاتین در دو گروه کنترل و تمرین به لحاظ آماری تفاوت معناداری وجود دارد به طوری که تغییرات درون گروهی آن نسبت به پیش آزمون کاهش معناداری داشته است (P= ۰/۰۰۱). همچنین تغییرات بین گروهی بعد از ۸ هفته تمرین تناوبی خیلی شدید نشان می‌دهد که در گروه تجربی نسبت به گروه کنترل کاهش معناداری مشاهده می‌شود (P= ۰/۰۰۱). تغییرات درون گروهی و بین گروهی مقدار پلاسمایی IGF-1 در شکل ۲ آورده شده است. تغییرات درون گروهی IGF-1 در گروه تجربی بعد از ۸ هفته تمرین تناوبی خیلی شدید نشان می‌دهد که در گروه تجربی افزایش معنادار (P=۰/۰۱۳) و در گروه کنترل بدون تغییر می‌باشد. همچنین تغییرات بین گروهی نشان می‌دهد که در گروه تجربی نسبت به گروه کنترل افزایش معناداری وجود دارد (P= ۰/۰۰۱).

*نشانه اختلاف معنادار درون گروهی و بین گروهی

شکل ۱. تغییرات پلاسمایی میوستاتین بعد از هشت هفته تمرین اینتروال شدید

جدول ۱. میزان تغییرات متغیرهای توصیفی در دو گروه تجربی و کنترل

شاخص آماری	گروه	میانگین ± انحراف معیار		t		t	
		پیش آزمون	پس آزمون	همبسته	P	مستقل	P
وزن	تجربی	۹۳/۱۲ ± ۱۴/۱۲	۸۵/۲۴ ± ۱۴/۰۱	۱/۹۳	۰/۰۹	-۷/۷۶	۰/۰۰۱*
(کیلوگرم)	کنترل	۹۰/۴۲ ± ۱۲/۰۸	۹۱/۱۲ ± ۱۷/۲۱	۱/۲۷	۰/۱۵	-	
درصد چربی	تجربی	۳۴/۷۴ ± ۲/۷۱	۲۷/۳۲ ± ۲/۶۱	-۸/۸۸	۰/۰۰۱*	-۸/۷۷	۰/۰۰۱*
(٪)	کنترل	۳۵/۰۶ ± ۲/۴۶	۳۵/۵۳ ± ۲/۴۰	۰/۴۳	۰/۶۷		
BMI	تجربی	۳۱/۰۴ ± ۳/۷۱	۲۷/۱۲ ± ۱/۷۱	-۸/۶۵	۰/۰۰۱*	-۹/۰۴	۰/۰۰۱*
(kg/m^2)	کنترل	۳۰/۰۶ ± ۲/۵۶	۳۰/۱۲ ± ۳/۱۴	۱/۷۳	۰/۰۸		
VO2max	تجربی	۲۶/۹۳ ± ۳/۳۴	۳۴/۳۴ ± ۱/۳۴	۲/۴۳	۰/۰۳*	۲/۵۷	۰/۰۱*
(ml/kg/min)	کنترل	۲۶/۴۵ ± ۱/۴۳	۲۵/۲۳ ± ۲/۳۴	-۱/۲۳	۰/۲۴		

*نشانه اختلاف معنادار

Copyright ©The authors
Publisher: Azarbaijan Shahid Madani University

*نشانه اختلاف معنادار درون گروهی و بین گروهی

شکل ۲. تغییرات پلاسمایی IGF-1 بعد از هشت هفته تمرین اینتروال شدید

بحث و نتیجه گیری

یافته‌های مطالعه حاضر نشان داد که متعاقب ۸ هفته تمرین تناوبی خیلی شدید، مقادیر پلاسمایی میوستاتین کاهش یافت. این یافته با مطالعات بیگلری و همکاران (۱۳۹۷) و روستایی و همکاران (۲۰۲۰) همسو (۲۷،۲۸). و با مطالعه بانو کاباک و همکاران (۲۰۱۸) و الیوت و همکاران (۲۰۱۷) ناهمسو می‌باشد (۲۹،۳۰). بیگلری و همکاران تاثیر هشت هفته تمرینات اینتروال شدید را بر روی بیان ژن میوستاتین و فولستاتین بررسی کردند که نتایج آنها نشان داد، بیان ژن میوستاتین بعد از هشت هفته تمرینات اینتروال شدید کاهش معناداری می‌یابد (۲۸). همچنین روستایی و همکاران کاهش فولستاتین را بعد از تمرینات اینتروال شدید گزارش کردند (۲۹). بانو کاباک و همکاران افزایش معنادار میوستاتین را بعد از هشت هفته تمرینات اینتروال شدید در بوکسورها گزارش کردند (۲۹). الیوت و همکاران بدون تغییر ماندن میوستاتین را بعد از تمرینات اینتروال شدید در سالمندان نشان دادند (۳۰). از دلایل تفاوت در نتایج مطالعات صورت گرفته به نظر می‌رسد می‌توان به نوع شدت، مدت، جنسیت و ویژگی نمونه‌های مورد مطالعه در تحقیق را می‌توان نام برد. افزایش سطوح پلاسمایی مایوستاتین نیاز به شدت کافی تحریک ناشی از تمرینات ورزشی می‌باشد تا سطوح آن را کاهش دهد (۳۱). شدت تمرین در مطالعه حاضر بالاتر از مطالعه الیوت و همکاران و بانو کاباک و همکاران بود که احتمالا به عنوان کاهش دهنده سطوح میوستاتین می‌باشد. از طرفی مدت تمرین در مطالعه حاضر هشت هفته در حالی که در مطالعه الیوت و همکاران شش هفته و در مطالعه بانو کاباک و همکاران به صورت چهار جلسه انجام شده است. احتمالا هر چه طول پروتکل تمرینی بیشتر باشد، میزان اثر گذاری ناشی از تمرینات اینتروال بر سطوح میوستاتین بیشتر خواهد بود که نتیجه مطالعه حاضر تایید کننده این موضوع می‌باشد. همچنین احتمال می‌رود یکی از عوامل اثر گذاری برنامه‌های تمرین ورزشی سن نمونه‌های مورد مطالعه باشد. در طی تحقیقی نشان داده شده است که میزان تاثیر پذیری سالمندان نسبت به جوان‌ها در مقابل تمرینات اینتروال شدید بسیار کمتر بوده است (۳۲). بنابراین، این احتمال وجود دارد که کاهش بیان میوستاتین در مطالعه حاضر ریشه در جوان بودن آزمودنی‌ها دارد که نسبت به HIIT زودتر پاسخ میدهند. در مطالعه حاضر نمونه‌های مورد مطالعه نوجوانان در حالی که مطالعه الیوت و همکاران بر روی افراد سالمند انجام شده است.

این یافته مبنی بر کاهش معنادار سطوح میوستاتین در سایر پروتکل‌های تمرینی نیز صورت گرفته است که با برخی از آنها همسو و با برخی دیگر نا همسو می‌باشد. هیتل و همکاران (۲۰۱۰) و نگارش و همکاران (۲۰۱۹) همسو (۳۱، ۱۵) و با نتایج عیسی‌زاده و همکاران (۱۳۹۹) و اسد پور و همکاران (۱۳۹۹) نا همسو می‌باشد (۲۰،۳۲). هیتل و همکاران اثر ۶ ماه تمرین هوازی با شدت متوسط در مردان میانسال را بررسی کردند که نتایج آنها کاهش مایوستاتین عضله و پلاسما را گزارش نمودند (۳۱). نگارش و همکاران (۲۰۱۹) به بررسی اثر هشت هفته تمرینات مقاومتی بر سطوح سرمی میوستاتین و فولیستاتین در مردان پرداختند. غلظت میوستاتین در هر دو گروه سارکوپنیا و بدون سارکوپنیا بعد از تمرین مقاومتی کاهش یافته بود (۱۵). عیسی‌زاده و همکاران (۱۳۹۹) تأثیر تمرین ترکیبی (مقاومتی- هوازی) بر برخی از عوامل آمادگی جسمانی، ظرفیت عملکردی و سطوح سرمی هورمون‌های میوستاتین و فولیستاتین زنان یائسه مورد بررسی قرار دادند که نتایج آنها نشان داد غلظت میوستاتین، فولیستاتین، شاخص تودهٔ بدن بین سه گروه تفاوت معناداری نداشت (۳۲). اسدپور و همکاران (۱۳۹۹) تاثیر تمرین مقاومتی را در عضله دو قلوی موش-های صحرایی مورد برررسی قرار دادند که نتایج آنها نشان داد هشت هفته تمرین مقاومتی منجر به افزایش معنی‌داری در محتوای پروتئین میوستاتین در گروه تمرین نسبت به گروه کنترل شد (۲۰). از ساز و کارهای سلولی تمرینات ورزشی که باعث مهار میوستاتین سلولی و افزایش هایپرتروفی عضلانی می-شود، می‌توان به افزایش فعالیت مسیر AKT- mTOR اشاره کرد. همچنین افزایش PGC-1a که از طریق مهار FOXO3a تجزیه پروتئین عضلانی را کاهش می‌دهد. این دو مکانیسم در نهایت باعث افزایش پروتئین عضلانی می‌شود (۳۳،۳۴) که احتمالا در پژوهش حاضر اتفاق افتاده است ولی به دلیل عدم اندازه‌گیری فاکتورهای درون سلولی دخیل در هایپرتروفی عضلانی نمی-توان به طور قطع به این نتیجه رسید و به عنوان یک محدودیت در مطالعه حاضر در نظر گرفته می‌شود. همچنین از نظر ظاهری اندازه‌گیری قدرت و توده عضلانی می‌تواند به عنوان عامل نشان دهنده هایپرتروفی عضلانی باشد که در مطالعه حاضر اندازه‌گیری نشده است و یکی از محدودیت‌های مهم این مطالعه می‌باشد. همچنین احتمالا یکی از عوامل اثر گذار تمرینات ورزشی از جمله تمرینات اینتروال شدید، تاثیر بر چربی بدن، شاخص توده بدنی است که در طی پژوهش حاضر بعد از مداخله تمرینات اینتروال شدید کاهش معناداری داشته است. این امر می‌توان به عنوان افزایش دهنده سنتز پروتئین عضلانی در این مطالعه تلقی شود.

از یافته‌های دیگر مطالعه حاضر، افزایش سطوح پلاسمایی IGF-1 می‌باشد. این یافته با اکثر مطالعات صورت گرفته بر سطوح IGF-1 همسو می‌باشد (۳۶،۳۵). امیر ساسان و همکاران تاثیر تمرینات اینتروال شدید را بر روی فاکتور IGF-1 به عنوان عامل آمادگی جسمانی بررسی کردند که نتایج آنها نشان داد بعد از هشت هفته تمرینات اینتروال شدید سطوح IGF-1 در پسران نوجوان افزایش معناداری نشان داده است. انصاری کلاچاهی و همکاران (۱۳۹۹) تاثیر تمرینات تی آر ایکس را بر سطوح IGF-1 زنان فعال بررسی کردند که نتایج آنها افزایش سطوح IGF-1 را بعد از تمرینات نشان داد (۳۵). افزایش IGF-1 ناشی از تمرینات ورزشی با شدت کم و زیاد نشان داده شده

Copyright ©The authors
Publisher: Azarbaijan Shahid Madani University

است (۳۸،۳۷،۳۵). تغییرات مقادیر خارج سلولی IGF-1 از طریق اتوکراین یا پاراکراین باعث افزایش سنتز پروتئین عضلانی می‌شود. اخیر تحقیقات به بررسی و شناسایی مسیرهای سیگنالینگ در گیر در اثر هایپرتروفیک IGF-1 پرداخته‌اند. در مجموع نشان داده شده است دو آنزیم کلیدی AKT و PI3K در تنظیم رشد و تکثیر سلولی و تنظیم افزایشی ترجمه mRNAهای کد کننده اجزا سنتز پروتئین، که به منظور هایپرتروفی عضلانی ضروری هستند درگیر می‌باشند (۳۹). بنابراین IGF-1 یک میتوژن مهم و فاکتور متمایز کننده برای سلول‌های عضله اسکلتی می‌باشد (۳۹). این طور به نظر می‌رسد که افزایش سطوح آن در اثر اجرای فعالیت‌های ورزشی مختلف بیانگر آثار آن بر بافت عضلانی و هایپرتروفی عضلانی و در نتیجه ایجاد یک محیط آنابولیک می‌باشد. از طرفی پاسخ IGF-1 به تمرین تحت تاثیر عواملی چون پروتکل تمرینی (مدل هایپرتروفی نسبت به مدل افزایش دهنده قدرت باعث تحریک بیشتر سنتز IGF-1 می‌شود) و زمان اندازه‌گیری سطوح استراحتی IGF-1 است (۳۷). در کل برای ایجاد محیط هایپرتروفی و رشد عضلانی باید عوامل تنظیم کننده‌های رشدی مثبت و عوامل تنظیم کننده رشد عضلانی باید منفی باشد. بنابراین چنین به نظر می‌رسد که تمرینات اینتروال شدید در نوجوانان مورد مطالعه قرار گرفته، باعث افزایش تنظیم کننده‌های مثبت رشدی (IGF-1) و کاهش تنظیم کننده‌های منفی رشدی (مایوستاتین) شده و رشد عضلانی را در آنها افزایش داده است. ولی به طور قطع برای رسیدن به یک نتیجه قطعی باید تمامی مکانیسم‌های دخیل سلولی را در مسیر هایپرتروفی عضلانی مورد بررسی قرار داد. که به عنوان محدودیت‌های مطالعه حاضر مد نظر قرار گرفته شده است. بنابراین پیشنهاد می‌شود برای پژوهش‌های آینده تاثیر تمرینات مختلف بر تمامی فاکتورهای درون سلولی موثر در هایپرتروفی مورد بررسی قرار گیرد.

نتیجه گیری کلی

با توجه به نتایج پژوهش حاضر به نظر می‌رسد اجرای HIIT با توجه به اقتصاد زمانی که نسبت به تمرینات استقامتی و مقاومتی سنتی دارد، می‌تواند روش تمرینی موثری در ایجاد سازگاری‌های هوازی و افزایش قدرت عضلانی از طریق افزایش IGF-1 و کاهش میوستاتین باشد.

تشکر و قدردانی

از تمامی آزمودنی‌های شرکت کننده و کسانی که ما را در اجرای این تحقیق یاری رساندند، نهایت تشکر و قدردانی را داریم.

تضاد منافع

نویسندگان این مقاله، هیچ نفع متقابلی از انتشار آن ندارند.

منابع

1. Barton M. Childhood obesity: a life-long health risk. Acta Pharmaco Sci. 2012; 33(2): 189-93.
2. . Niet JE, Naiman DI. Psychosocial aspects of childhood obesity. Minerva Pediatr. 2011; 63: 491-505.
3. McPherron A C, Lawler A M, Lee S J. Regulation of skeletal muscle mass in mice by anew TGF – beta superfamily member. Nature. 1997; 387(6628): 83-90.
4. Hamrick M W, Pennington C, Webb C N, Isales C M. Resistance to body fat gain indouble-muscled mice fed a high-fat diet. Int J Obes. 2006; 30: 868-70.
5. Annemie M. W.J., Schuster Michael W. and Anker Stefan D. (2010). "Nutritional recommendations for the management of sarcopenia", Journal Am Med Dir Assoc.; 11: PP. 391-396.
6. Falah, A., Khayambashi, K., Rahnama, N., & Ghoddousi, N. (2012). Effects of hip abductor and external rotators strengthening and quadriceps strengthening in females with patellofemoral pain syndrome: A comparative study. Journal of Research in Rehabilitation Sciences, 8(2), 354-62.
7. Willoughby. D., Taylor, L. (2004), Effects of concentric and eccentric muscle action on serummyostatin and follistatin-like related gene levels. J Sports Sci Med. 3: 226 – 233.
8. Schiaffino S, Dyar KA, Ciciliot S, Blaauw B,Sandri M. Mechanisms regulating skeletal muscle growth and atrophy. The FEBS journal. 2013; 280(17):4294-314.
9. Hansen J, Brandt C, Nielsen AR, Hojman P,Whitham M, Febbraio MA, et al. Exercise ind uces a marked increase in plasma follistatin: evidence that follistatin is a contraction-induced hepatokine. Endocrinology. 2011; 152(1):164-71.
10. de Cássia Marqueti, R., Almeida, J. A., Nakagaki, W. R., Guzzoni, V., Boghi, F., Renner, A., ... & Selistre-de-Araújo, H. S. (2017). Resistance training minimizes the biomechanical effects of aging in three different rat tendons. Journal of biomechanics, 53, 29-35.
11. Diel, P., Schiffer, T., Geisler, S., Hertrampf, T., Mosler, S., Schulz, S., ... & Adler, M. (2010). Analysis of the effects of androgens and training on myostatin propeptide and follistatin concentrations in blood and skeletal muscle using highly sensitive immuno PCR. Molecular and cellular endocrinology, 330(1), 1-9.
12. Saremi, A., Gharakhanloo, R., Sharghi, S., Gharaati, M. R., Larijani, B., & Omidfar, K. (2010). Effects of oral creatine and resistance training on serum myostatin and GASP-1. Molecular and cellular endocrinology, 317(1), 25-30.
13. Konopka AR, Douglass MD, Kaminsky LA, Jemiolo B, Trappe TA, Trappe S, et al. Molecular adaptations to aerobic exercise

Copyright ©The authors

789.
24. Türk Y, Theel W, Kasteleyn MJ, Franssen FME, Hiemstra PS, Rudolphus A, Taube C, Braunstahl GJ. High intensity training in obesity: a Meta-analysis. Obes Sci Pract. 2017 May 29;3(3):258-271.
25. David Thivel, J. Masurier, G. Baquet, B. W. Timmons, B. Pereira, et al.. High-intensity interval training in overweight and obese children and adolescents: systematic review and meta-analysis. Journal of Sports Medicine and Physical Fitness, Edizione Minerva Medica, 2019, 59 (2), pp.310-324.
26. Jackson AS, Pollock ML. Generalized equations for predicting body density of men. Br J Nutr 1978;40(3):497-504 .
27. Biglari S, Gaeini A A, Kordi M R, Ghardashi Afousi A. The Effect of 8 Weeks High-intensity Interval Training on Myostatin and Follistatin Gene Expression in Gastrocnemius Muscle of the Rats. J Arak Uni Med Sci. 2018; 21 (1) :1-10
28. Roostaei M, Pirani H, Rashidlamir A. [High Intensity Interval Training Induces Myostatin and Follistatin Expression in Fast- And Slow-Twitch Skeletal Muscles of Rats]. mljgoums. 2020; 14(5): 48-53.
29. Kabak B, Belviranli M, Okudan N. Irisin and myostatin responses to acute high-intensity interval exercise in humans. Horm Mol Biol Clin Investig. 2018 Mar 20;35(3)
30. Elliott BT, Herbert P, Sculthorpe N, Grace FM, Stratton D, Hayes LD. Lifelong exercise, but not short- term high- intensity interval training, increases GDF11, a marker of successful aging: a preliminary investigation. Physiological Reports. 2017;5(13):e13343.
31. Hittel, D. S., Axelson, M., Sarna, N., Shearer, J., Huffman, K. M., & Kraus, W. E. (2010). Myostatin decreases with aerobic exercise and associates with insulin resistance. Medicine and science in sports and exercise, 42(11), 2023.
32. Esazadeh, L., Hosseini kakhk, A., Khajeie, R., hejazi, S. The Effect of Concurrent Training Order (Resistance-Aerobic) on Some Factors of Physical Fitness, Functional Capacity and Serum Levels of Myostatin and Follistatin Hormones in Postmenopausal Women (Clinical Trial). Journal of Sport Biosciences, 2020; 12(2): 189-206. doi: 10.22059/jsb.2020.282311.1345
33. Kumar V, Selby A, Rankin D, Patel R, Atherton P, Hildebrandt W, et al. Age- related differences in the dose–response relationship of muscle protein synthesis to resistance exercise in young and old men. The Journal of physiology. 2009;587(1):211-7.
34. Estes rr, Malinowski A, Piacentini M, Thrush D, Salley E, Losey C, et al. The Effect of High Intensity Interval Run Training on Cross-sectional Area of the Vastus Lateralis in Untrained College Students. International training in skeletal muscle of older women. Journals of Gerontology Series A: Biomedical Sciences and Medical Sciences. 2010; 65(11):1201-7
14. Elliott B, Shinwari Z, Altayar Z, Barrios L, Chaudhary G, Hanifa E, et al. editors. Circulating myostatin is reduced with aging in humans but not altered by short-term, high intensity training. Proceedings of the Physiological Society; 2017: The Physiological Society.
15. Negaresh R, Ranjbar R, Baker JS, Habibi A, Mokhtarzade M, Gharibvand MM, et al. Skeletal Muscle Hypertrophy, Insulin-Like Growth Factor 1, Myostatin and Follistatin in Healthy and Sarcopenic Elderly Men: The Effect of Whole-Body Resistance Training. Inte J Prev Med 2019; 10: 29.
16. Tofighi, A., et al., Effects of Aerobic, Resistance, and Concurrent Training on Secretion of Growth Hormone and Insulin-Like Growth Factor-1 in Elderly Women. Journal of Isfahan Medical School, 2012. 30(184).
17. Lovell, D. I., Cuneo, R., Wallace, J., & McLellan, C. (2012). The hormonal response of older men to sub-maximum aerobic exercise: The effect of training and detraining. Steroids, 77(5), 413-418.
18. Diel, P., Schiffer, T., Geisler, S., Hertrampf, T., Mosler, S., Schulz, S., ... & Adler, M. (2010). Analysis of the effects of androgens and training on myostatin propeptide and follistatin concentrations in blood and skeletal muscle using highly sensitive immuno PCR. Molecular and cellular endocrinology, 330(1), 1-9.
19. Ghasemnian, A, E. Normohamadi, Azad A. Study The Changes of Insulin-Like Growth Factor -1 (IGF-I), Cortisol And Female Wheelchair Basketball Players Performance After 8 Weeks Upper Body Strength Training. Urmia Medical Journal 2017; 27:836-847. [In Persian]
20. Asadpour S M, Daryanoosh F, Salesi M, Nemati J. Effect of Eight Weeks of Resistance Training on Myostatin and Folistatin Proteins Content in Gastrocnemius Muscle Tissue of Elderly Rats. JSSU. 2020; 28 (10) :3134-3143.
21. Boutcher, S.H. (2011). "High-Intensity Intermittent Exercise and Fat Loss". Journal of Obesity.
22. Burniston, J. G. (2009). Adaptation of the rat cardiac proteome in response to intensity-controlled endurance exercise.Proteomics, 9(1): 106 – 115.
23. Heinrich KM, Patel PM, O'Neal JL, Heinrich BS. High-intensity compared to moderate-intensity training for exercise initiation, enjoyment, adherence, and intentions: an intervention study. BMC public health. 2014;14(1):789. doi:10.1186/1471-2458-14-

Copyright ©The authors

Journal of Exercise Science. 2017;10(1):137.
35. Ansari Kolachahi S, Elmieh A, Talebi M. The Effect of TRX Exercises on Serum Levels of IGF-1 and Cortisol and some health-related physical factors in Active Women. Medical Science Journal of Islamic Azad University, Tehran Medical Branch 2020; 30(4): 432-442.
36. Amirsasan R, Armanfar M, Hesari J. [Serum levels of Insulin-like growth factor-1 (IGF-I) as an indicator associated with aerobic and anaerobic fitness assessment in adolescent boys]. Med J Tabriz Uni Med Sciences Health Services. 2019 October- November; 41(4):7-16. Persian.
37. Jensen, G. L. (2008). Inflammation: roles in aging and sarcopenia. Journal of Parenteral and Enteral Nutrition, 32(6), 656-659.
38. Schwarz, A. J., Brasel, J. A., Hintz, R. L., Mohan, S. U. B. B. U. R. A. M. A. N., & Cooper, D. M. (1996). 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. The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism, 81(10), 3492-3497.
39. Berg, U., & Bang, P. (2004). Exercise and circulating insulin-like growth factor I. Hormone Research in Paediatrics, 62(Suppl. 1), 50-58.

Copyright ©The authors
Publisher: Azarbaijan Shahid Madani University