Archive of SID

Journal of North Khorasan Medical Sciences
No 49, Volume 13, Issue 1

Research Article

Effect of 6-Weeks Resistance Training with High and Low Intensity on Muscle Growth and Damage Factors in Active Girls

Mahsa Porsesh [1], Abdulhamid Habibi [2], Majid Mardaniyan Ghahfarrokhi [3,*], Saeed Ahmadi Barati [4]

[1] PhD Student of Exercise Physiology, Department of Sport Physiology, Faculty of Sport Sciences, Shahid chamran University of Ahvaz, Ahvaz,Iran
[2] Professor-Departmen of Exercise Physiology, Shahid chamran University of Ahvaz ,Ahvaz, Iran
[3] PhD Student of Exercise Physiology, Department of Sport Sciences, Shahrekord University, Shahrekord, Iran
[4] Lecturer of Physical Education and Sport Sciences, Department of Physical Education and Sport Sciences, Shahid Chamran University of Ahvaz, Ahvaz, Iran
*** Corresponding author:** Majid Mardaniyan Ghahfarrokhi, PhD Student of Exercise Physiology, Department of Sport Sciences, Shahrekord University, Shahrekord, Iran. E-mail: majid.mardaniyan@gmail.com

DOI: 10.29252/nkjmd-13014

How to Cite this Article:
Porsesh M, Habibi AH, Mardaniyan Ghahfarrokhi M, Ahmadi Barati S. Effect of 6-Weeks Resistance Training with High and Low Intensity on Muscle Growth and Damage Factors in Active Girls. *J North Khorasan Univ Med Sci*. 2021;**13**(1):20-28. DOI: 10.29252/nkjms-13014

Received: 14 Dec 2019
Accepted: 29 Sep 2021
Keywords:
Resistance Training
Muscle Damage
Muscle Growth
Active Girls
© 2021 North Khorasan Medical Sciences

Abstract

Introduction: The intensity of exercise is an important factor in choosing the right exercise program. The aim of current study was effect of 6-weeks of resistance training with high and low intensity on muscle growth and damage factors in active girls.

Methods: 45 active girls with mean age of 20.7 ± 1.3 years, weight 58.5 ± 2.4 kg, and BMI 23.1 ± 0.5 kg / m2 were randomly divided to High(15 students) and low(15 students) intensity resistance training and control (15students). The experimental groups performed their special training for 6 weeks. 48 hours before and after the main protocols blood samples were taken. Within-group variations with t-test and between-group variations were analyzed by two-way ANOVA with repeated measures (time * group).

Results: There was a significant difference in the follistatin (P = 0.002), follistatin / myostatin ratio (P = 0.001), C-reactive protein (P = 0.006), growth hormone (P = 0.021) Testosterone (P = 0.007) and testosterone / cortisol ratio (P = 0.033) were observed between the groups. The post-hoc test showed a significant difference in follistatin, follistatin/myostatin ratio, testosterone, testosterone/cortisol ratio, growth hormone and c-reactive protein in both experimental and control groups (P <0.05). However, among all the factors, only a significant increase in growth hormone was observed in the high intensity training group compared to low intensity resistance training group (P = 0.04).

Conclusions: Although there were significant difference in growth hormone between high and low intensity groups. However, intense resistance training seems to be as effective in terms of hormonal and metabolic changes as low-intensity resistance training.

Copyright © 2020 The Author(s); Published by Journal of North Khorasan Medical Sciences. This is an open access article, distributed under the terms of the Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License (http://creativecommons.org/licenses /by-nc/4.0/) which permits others to copy and redistribute material just in noncommercial usages, provided the original work is properly cited.

www.SID.ir

Archive of SID

مجله علوم پزشکی خراسان شمالی
دوره ۱۳، شماره ۱، بهار ۱۴۰۰

مقاله پژوهشی

تأثیر ۶ هفته تمرین مقاومتی با شدت بالا و پایین بر شاخص‌های رشد و آسیب عضلانی دختران فعال

مهسا پرسش [۱]، عبدالحمید حبیبی [۲]، مجید مردانیان قهفرخی [*۳]، سعید احمدی براتی [۴]

[۱] دانشجوی دکتری، گروه علوم ورزشی، دانشگاه شهید چمران اهواز، اهواز، ایران
[۲] استاد، گروه فیزیولوژی ورزشی، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه شهید چمران اهواز، اهواز، ایران
[۳] دانشجوی دکتری، گروه علوم ورزشی، دانشگاه شهرکرد، شهرکرد، ایران
[۴] مربی، عضو هیئت علمی دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه شهید چمران اهواز، اهواز، ایران
[*] **نویسنده مسئول:** مجید مردانیان قهفرخی، دانشجوی دکتری، گروه علوم ورزشی، دانشگاه شهرکرد، شهرکرد، ایران. ایمیل: majid.mardaniyan@gmail.com

DOI: 10.29252/nkjms-13014

تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۰۹/۲۳
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۰۷/۰۸

واژگان کلیدی:
تمرین مقاومتی
آسیب عضلانی
رشد عضلانی
دختران فعال

تمامی حقوق نشر برای دانشگاه علوم پزشکی خراسان شمالی محفوظ است.

چکیده

مقدمه: شدت فعالیت ورزشی، بعد مهمی در انتخاب برنامه تمرینی مناسب می‌باشد. هدف از پژوهش حاضر بررسی تأثیر ۶ هفته تمرین مقاومتی با شدت بالا و پایین بر شاخص‌های رشد و آسیب عضلانی دختران فعال می‌باشد.

روش کار: ۴۵ دختر فعال، با میانگین سن ۱/۳±۲۰/۷ سال، وزن ۲/۴±۵۸/۵ کیلوگرم و شاخص توده بدنی ۰/۵±۲۳/۱ کیلوگرم بر مترمربع به‌صورت تصادفی به گروه‌های تمرین مقاومتی با شدت بالا(۱۵ نفر)، شدت پایین(۱۵ نفر) و کنترل (۱۵ نفر) تقسیم شدند. گروه‌های تجربی به مدت ۶ هفته تمرینات اختصاصی خود را انجام دادند. ۴۸ ساعت قبل و پس از پروتکل اصلی نمونه‌های خون‌گرفته شد. تغییرات درون‌گروهی با آزمون t همبسته و تغییرات بین گروهی با آزمون آنالیز واریانس دوطرفه با اندازه گیری مکرر (گروه*زمان) بررسی شدند.

یافته‌ها: تفاوت معنی‌دار در شاخص‌های فولیستاتین (P=۰/۰۰۲)، نسبت فولیستاتین به میوستاتین (P=۰/۰۰۱)، پروتئین واکنشگر C (P=۰/۰۰۶)، هورمون رشد (P=۰/۰۲۱)، تستوسترون (P=۰/۰۰۷) و نسبت تستوسترون به کورتیزول (P=۰/۰۳۳) بین گروه‌ها مشاهده شد. درنتیجه آزمون تعقیبی تفاوت معنی‌دار در فولیستاتین، نسبت فولیستاتین به میوستاتین، نسبت تستوسترون به کورتیزول، هورمون رشد و پروتئین واکنشگر C دو گروه تجربی در مقایسه با گروه کنترل مشاهده شد(P≤۰/۰۵). بااین‌وجود در بین کلیه شاخص‌ها تنها افزایش معنی‌داری در هورمون رشد در گروه تمرین مقاومتی با شدت بالا در مقایسه با گروه تمرین مقاومتی باشدت پائین مشاهده شد(P=۰/۰۴۶).

نتیجه گیری: هرچند تفاوت معنی‌داری در هورمون رشد بین گروه با شدت بالا و پائین مشاهده شد، بااین‌وجود، به نظر می‌رسد بین شدت‌های مختلف تمرین مقاومتی ازنظر شاخص‌های رشد و آسیب عضلانی دختران فعال تفاوت معنی‌داری وجود ندارد.

مقدمه

در سال‌های اخیر تمرینات مقاومتی، در بین افراد به‌ویژه جوانان رونق یافته است، به‌طوری‌که از این تمرینات برای ارتقای آمادگی جسمانی، باز توانی ورزشکاران آسیب‌دیده و سلامت استفاده می‌شود (۱) تمرینات مقاومتی محرک قوی برای افزایش سنتز پروتئین عضله و متعاقباً افزایش اندازه عضله محسوب می‌شود (۲). عضله اسکلتی ازنظر بیولوژیکی، پروتئین‌های فعال را تولید و ترشح می‌کند که تعامل متابولیکی بین سیستم‌های مختلف را تسهیل می‌کنند (۳). ازاین‌رو محققان همواره به دنبال یافتن روش‌های تمرینی هستند که بهترین پاسخ متابولیکی را به همراه داشته باشد. شدت فعالیت، از مهم‌ترین مؤلفه‌ها در تمرینات مقاومتی محسوب می‌شود. فعالیت بدنی شدید ممکن است سیستم ایمنی را تحت‌فشار قرار دهد و ترشح عوامل آسیب عضلانی و التهابی را تحریک کند، اما با این وجود اثربخشی کامل تر و بهبود متابولیکی و هیستولوژیکی آن نسبت به فعالیت بدنی کم شدت نیز گزارش شده است (۴). آنزیم‌های کراتین کیناز و لاکتات دهیدروژناز از جمله شاخص‌های سنجش میزان آسیب‌های عضله می‌باشند، چراکه با افزایش شدت و بار بیش از حد فعالیت ورزشی، این دو آنزیم به طور قابل توجهی به مایع میان بافتی نشت می‌کنند (۵). پروتئین واکنشگر C یک پروتئین سرمی و مهم‌ترین شاخص التهابی است که در پی ایجاد آسیب توسط کبد تولید می‌شود (۴). ویدیاساگار و همکاران(۲۰۱۳)؛ نشان دادند که هر سه شدت(شدید، متوسط، کم شدت)، فعالیت ورزشی موجب کاهش معنی‌دار پروتئین واکنشگر C می‌شود (۶). از طرفی تحقیقات نشان می‌دهند که انسولین به‌عنوان یک هورمون آنابولیکی، از طریق افزایش میزان سنتز پروتئین و کاهش میزان تجزیه پروتئین باعث کاهش تخریب عضلانی پس از فعالیت‌های

Copyright © 2020 The Author(s); Published by Journal of North Khorasan Medical Sciences. This is an open access article, distributed under the terms of the Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License (http://creativecommons.org/licenses /by-nc/4.0/) which permits others to copy and redistribute material just in noncommercial usages, provided the original work is properly cited.

www.SID.ir

Archive of SID

مقـاومتی می‌شود. بنـابراین، انسولین احتمالاً انتشار پروتئین‌های درون عضلانی نظیر لاکتات دهیدروژناز (مهم‌ترین شاخص آسیب عضله)؛ به خـارج را کاهش می‌دهد، به‌علاوه، انسولین با افـزایش سـنتز پروتئین احتمالاً موجب افزایش سرعت‌ترمیم بافت عضـلانی می‌شود و آن نیز به‌نوبه خود انتشار کراتین کیناز و لاکتات دهیدروژناز به خارج از سلول را محدود می‌کند (۷, ۸). در پژوهشی باهدف مقایسه‌ی دو برنامه‌ی با شدت متوسط(۷۰ درصد یک تکرار بیشینه) و شدت بالا (۱۰۰ درصد یک تکرار بیشینه) کاهش معنی‌دار انسولین را در هر دو شدت تمرینی نشان دادند. بااین‌وجود رواسی و همکاران بین سه شدت ۸۵، ۷۵، ۵۰ درصد یک تکرار بیشینه تفاوت معنی‌داری در انسولین نشان ندادند (۹). همچنین پروتئین میوستاتین یا عامل رشدی/تمایزی، از فاکتورهای رشدی و کاتابولیکی می‌باشد بیان آن به طور منفی رشد عضله اسکلتی را تنظیم می‌کند (۱۰). عطار زاده حسینی و همکاران(۲۰۱۷)؛ بیان کردند که تمرین مقاومتی کم شدت تأثیر چندانی بر عواملی میواستاتیک و میوژنیک زنان جوان ندارد، اما تمرینات مقاومتی پرشدت می‌تواند از طریق افزایش فولستاتین و کاهش میوستاتین به توسعه بافت عضلانی منجر شود (۱۱). میوستاتین عضو مهمی از مسیرهای سیگنالی است که حساسیت به انسولین کل بدن را تعیین می‌کند و عمل انسولین به غلظت میوستاتین مرتبط است (۱۱). اعمال میوستاتین می‌تواند تحت تأثیر فاکتورهای تعاملی دیگری نظیر فولبستاتین قرار گیرد. فولیستاتین به‌عنوان قوی‌ترین فاکتور آنتاگونیست میوستاتین، می‌تواند بااتصال به گیرنده میوستاتین (اکتیوینIIb) موجب جلوگیری از تحلیل عضلانی ایجاد شده توسط میوستاتین شود (۱۲). اما در زنان استرادیول از مؤثرترین استروژن‌های طبیعی است و نقش محافظتی و همچنین رشد و نمو استخوان را ایفا می‌کند. این اثر به‌مراتب قوی‌تر از اثری است که تستوسترون در این مورد بر مردها دارد. از طرفی استرادیول برداشت گلوکز توسط بافت‌های محیطی را مهار و فراخوانی اسیدهای چرب آزاد از بافت چربی را افزایش می‌دهد که از این نظر مشابه هورمون رشد عمل می‌کند (۱۳). تمرین مقاومتی از طریق اعمال بار مکانیکی باعث افزایش بیان عواملی چون هورمون رشد شبه انسولینی (IGF-1) و متعاقب آن هورمون رشدی و هورمون‌های جنسی نظیر تستوسترون و استرادیول می‌شود و ازآنجاکه هورمون‌های جنسی همانند فولیستاتین قادر هستند که مانع بیان میوستاتین شوند، این احتمال وجود دارد که این‌گونه تمرینات از بیان میوستاتین ممانعت کنند و سبب رشد و نمو عضله اسکلتی گردند (۱۴). علاوه بر این، نسبت تستوسترون به کورتیزول می‌تواند بیانگر فشار تمرینی متعادل و متناسب باشد به عبارتی این نسبت بیانگر افزایش عملکرد، سازگاری‌های فیزیولوژیکی و دست‌کاری اصولی متغیرهای تمرینی ازجمله حجم، تعداد جلسات، شدت و مدت تمرین می‌باشد (۱۵). درزمینه‌ی شدت مطلوب علی الخصوص در دختران جوان اطلاعات کمی در دست است و محققان در این زمینه اتفاق‌نظر ندارند و ابهامات زیادی در مورد آن وجود دارد، متخصصین علوم ورزشی نیز امیدوارند با شناسایی نقش میوستاتین و عوامل وابسته به آن در مکانیسم‌های مختلف سازگاری ورزشکاران بتوانند کمک ارزشمندی به توسعه‌ی علوم ورزشی انجام دهند. در این پژوهش سعی شده است که تأثیر تمرینات مقاومتی با شدت‌های متفاوت بر هورمون‌ها و دیگر عوامل وابسته به رشد و آسیب عضلانی در یک دوره‌ی شش‌هفته‌ای بررسی شود تا شاید پاسخی مناسب برای برخی از پرسش‌های مطرح در مورد تغییرات هورمون‌های آنابولیکی و کاتابولیکی و عوامل وابسته به آن‌ها در پاسخ به شدت‌های مختلف تمرین مقاومتی بیابیم. ازاین‌رو با توجه به مطالب گفته‌شده هدف از پژوهش حاضر بررسی شدت‌های مختلف تمرین مقاومتی بر شاخص‌های رشد و آسیب عضلانی دختران فعال می‌باشد.

روش کار

در این مطالعه جامعه آماری شامل دانشجویان دختر مقطع کارشناسی علوم ورزشی دانشگاه شهید چمران اهواز بودند. پس از تکمیل پرسشنامه‌های پزشکی و اعلام آمادگی برای شرکت در پژوهش رضایت‌نامه کتبی شرکت در پژوهش توسط آزمودنی‌ها امضا شد. دامنه سنی ۱۸ تا ۲۵ سال، عدم وجود هرگونه رژیم غذایی کاهش یا افزایش وزن، عدم مصرف دارو و مکمل، عدم استعمال دخانیات، نداشتن سابقه بیماری و عفونت اثرگذار بر فاکتورهای ایمنی و آشنایی با تمرینات با وزنه به عنوان معیارهای ورود به پژوهش در نظر گرفته شد. ملاک های خروج از مطالعه شامل هرگونه آسیب دیدگی، بیماری خاص، اضافه وزن، مصرف هر گونه مکمل، حضور همزمان در فعالیت های ورزشی مشابه و غیبت بیش از ۳ جلسه در طول پروتکل پژوهش بود. اندازه‌گیری‌های فیزیولوژیکی، آنتروپومتریکی، ترکیب بدنی، حداکثر اکسیژن مصرفی (از طریق آزمون بروس) و همچنین یک تکرار بیشینه (1RM) صورت گرفت. از بین ۵۴ نفر داوطلب ورود به پژوهش، ۴۵ نفر به صورت هدفمند و بر اساس معیار های ورود به مطالعه با میانگین سن ۱/۳±۲۰/۷ سال به‌عنوان نمونه آماری انتخاب شدند و به شکل تصادفی و توسط یک دستیار تحقیق (۱۶)، در سه گروه تمرین مقاومتی شدید (۱۵ نفر)، تمرین مقاومتی با شدت پائین (۱۵ نفر) و کنترل (۱۵ نفر) تقسیم شدند.

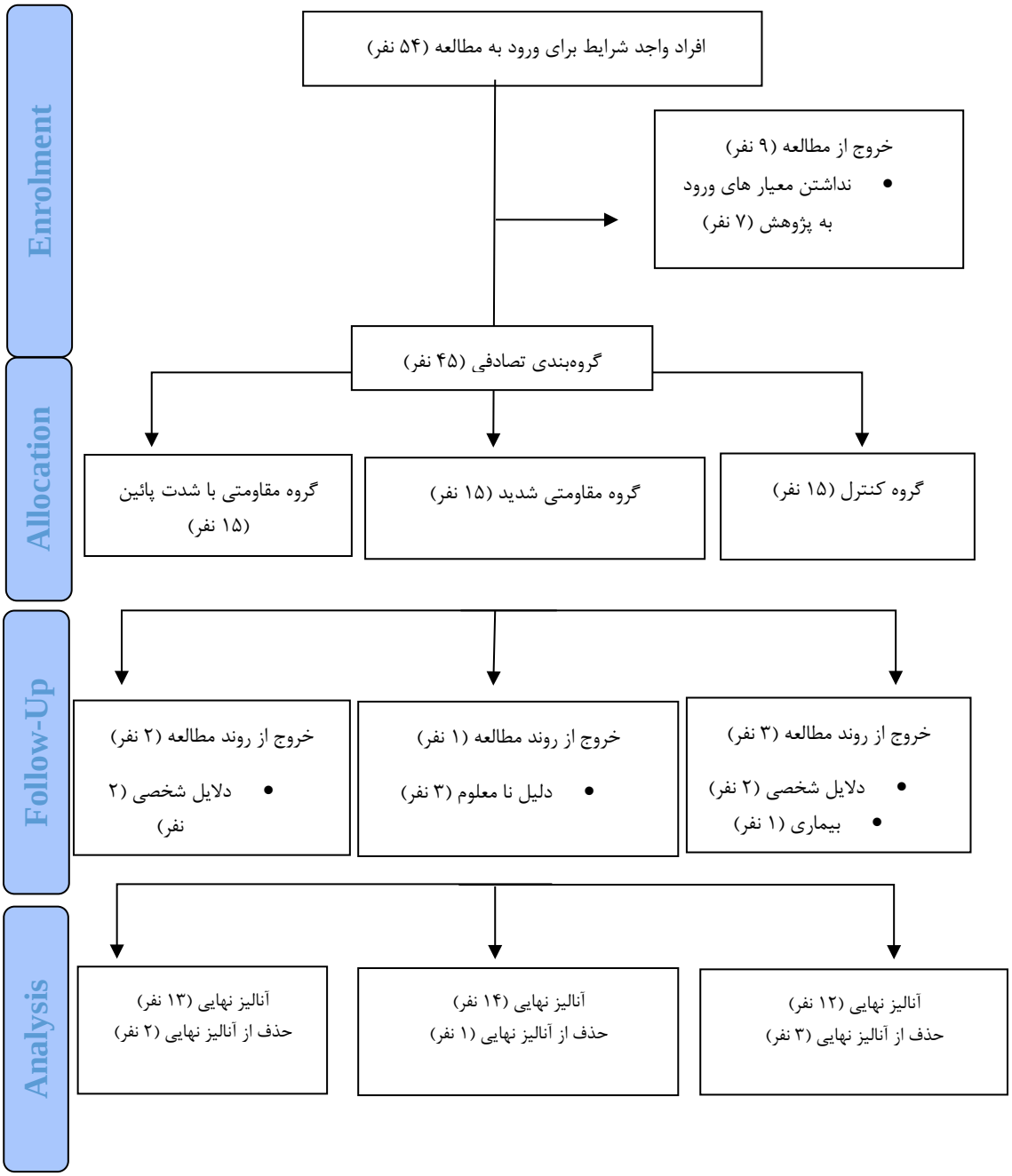
برای محاسبه یک تکرار بیشینه، هر آزمودنی بر اساس توانایی عضلانی خود، وزنه‌ای را انتخاب کرد و سپس حرکت موردن ظر تا حد واماندگی تکرار شد. سپس با قرار دادن وزنه جابجا شده و تعداد تکرار انجام‌شده در فرمول، یک تکرار بیشینه محاسبه گردید (۱۷).

=1RMوزنه جابجا شده/۱/۰۲۸ - (تعداد تکرار تا خستگی×۰/۲۷۸

پروتکل تمرین با دو شدت بالا و پائین با توالی سه جلسه در هفته به مدت ۶ هفته انجام شد. برنامه تمرینی برای هر دو گروه یک پروتکل محقق ساخته بود و بر اساس معادله یک تکرار بیشینه طراحی شد. در طول اجرای پروتکل گروه کنترل به فعالیت‌های روزمره خود می پرداختند. در ۳ جلسه پیش از شروع پروتکل اصلی آزمودنی‌ها حرکات سبکی را با هالتر و دمبل برای آشنایی با تمرینات مقاومتی زیر نظر محققین انجام دادند. هر جلسه تمرین شامل ۱۰ دقیقه گرم کردن عمومی و اختصاصی (دویدن نرم، حرکات کششی و استفاده از وزنه‌های سبک) بود، بدنه اصلی تمرین شامل حرکات جلو بازو، پشت بازو، پرس سینه، زیر بغل، خم کردن تنه، اسکوات، پرس پا، لانژ در دو شدت بالا(۷۰ درصد یک تکرار بیشینه در هفته اول و افزایش تا ۹۰ درصد یک تکرار بیشینه در هفته آخر با ۵ تا ۱۵ تکرار) و شدت پائین (۴۰ درصد یک تکرار بیشینه در هفته اول و افزایش تا ۶۰ درصد یک تکرار بیشینه در هفته آخر با ۲۰ تا ۳۰ تکرار) بود و ۱۰ دقیقه انتهایی به تمرینات سرد کردن (حرکات کششی) اختصاص داده شد.

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۱. فلوچارت کانسورت

هر حرکت ۵ ست تکرار شد. استراحت بین هر ست ۳۰ ثانیه و استراحت بین هر حرکت ۲ دقیقه در نظر گرفته شد (۱۸). برای کنترل شدت تمرین هر ۲ هفته ۱ تکرار بیشینه آزمودنی‌ها محاسبه می‌شد. ۲۴ ساعت قبل و ۲۴ پس از اتمام پروتکل پژوهش و پس از حداقل ۱۲ ساعت ناشتایی نمونه‌های خون (۱۰ سی‌سی) از ورید بازوئی آزمودنی ها و در حالت نشسته گرفته شد. نمونه‌های خون بلافاصله با دور ۳۰۰۰ سانتریفیوژ شد و سرم جدا شده در دمای ۷۰- نگهداری شد. برای محاسبه سطوح سرمی میوستاتین و فولیستاتین از کیت الایزا شرکت R&D system (Minneapolis ,USA)؛ برای محاسبه‌ی IGF-1 از کیت الایزا شرکت(Minneapolis, USA))، هورمون رشد و تستوسترون از کیت الایزا شرکت (Monobind Inc, USA)، کورتیزول از کیت الایزا شرکت (DiaPlus, USA) استرادیول و لاکتات دهیدروژناز به‌وسیله کیت پارس آزمون ساخت ایران به روش الایزا و فوتومتری ، انسولین از کیت Mercodia ساخت کشور سوئد به روش الایزا پروتئین واکنشگر c با استفاده از کیت بیومریکا آلمان و به روش الایزا اندازه‌گیری شدند. ضریب تغییرات همه کیت‌ها کمتر از

www.SID.ir

Archive of SID

۱۰ درصد بود. جهت محاسبه میانگین و انحراف معیار از آمار توصیفی استفاده شد. از آزمون شاپیرو-ویلک برای تعیین طبیعی بودن داده‌ها استفاده شد. جهت مقایسه‌ی بین گروهی شاخص‌های آنتروپومتریکی و فیزیولوژیکی در ابتدای مطالعه از آزمون آنالیز واریانس یک‌طرفه استفاده شد. جهت مقایسه‌های درون‌گروهی از آزمون t وابسته و جهت مقایسه‌های بین گروهی از آزمون آنالیز واریانس دوطرفه با اندازه‌گیری مکرر (طرح گروه*زمان) استفاده شد. در صورت معنی‌داری آزمون آنالیز واریانس از آزمون تعقیبی بونفرونی استفاده شد. کلیه عملیات آماری توسط نرم‌افزار spss نسخه ۲۳ و در سطح معنی‌داری $P< ۰/۰۵$ انجام شد.

یافته ها

از بین ۵۴ نفر داوطلب ورود به پژوهش، ۴۵ نفر با توان هوازی(VO_{2MAX}) بیشتر از ۳۹ میلی‌لیتر بر کیلوگرم بر دقیقه(به‌عنوان دختران فعال)، با میانگین سن ۱/۳±۲۰/۷ سال، وزن ۲/۴±۵۸/۵ کیلوگرم، قد ۰/۹±۱۶۴/۱ سانتی‌متر و شاخص توده بدنی ۰/۵±۲۳/۱ کیلوگرم بر مترمربع به‌عنوان نمونه آماری انتخاب شدند. در طول ۶ هفته مراحل پژوهش ۲ نفر از گروه تمرین مقاومتی شدید (به دلیل مشکلات شخصی)، ۱ نفر از گروه تمرین مقاومتی با شدت پائین (به دلیل نامعلوم) و ۳ نفر از گروه کنترل (۲ نفر به دلیل مشکلات شخصی و یک نفر به دلیل بیماری) از مطالعه خارج شدند (شکل ۱).

در ابتدای مطالعه تفاوت معنی‌داری در هیچ‌یک از شاخص‌های آنتروپومتریکی و فیزیولوژیکی بین سه گروه مختلف مشاهده نشد($P≥۰/۰۵$)(جدول ۱).

جدول ۱. مقایسه مقادیر پایه برخی از شاخص‌های آنتروپومتریکی و فیزیولوژیکی آزمودنی‌ها

شاخص	کنترل	مقاومتی با شدت پائین	مقاومتی با شدت بالا	P-Value بین گروهی
	میانگین±انحراف استاندارد	میانگین±انحراف استاندارد	میانگین±انحراف استاندارد	
سن (سال)	۰/۵±۲۱	۱/۱±۲۱/۱	۰/۸±۲۰/۳	۰/۹۲۷
قد (سانتی‌متر)	۱/۱±۱۶۱/۷	۱/۲±۱۶۲/۳	۱/۱±۱۶۳	۰/۸۱۳
وزن (کیلوگرم)	۱/۷±۵۷/۳	۲/۷±۵۸/۴	۳/۲±۵۹/۵	۰/۴۵۹
شاخص توده بدن (کیلوگرم بر مترمربع)	۰/۸±۲۲/۱	۰/۵±۲۳	۱/۵±۲۳/۱	۰/۶۶۴
حداکثر اکسیژن مصرفی (میلی‌لیتر بر کیلوگرم در دقیقه)	۲/۹۷±۳۶/۷	۲۲/۱۸±۳۸/۶	۷۹/۶۶±۳۷/۸	۰/۶۱۶
درصد چربی بدن(درصد)	۲/۸±۳۳/۳	۰/۹±۲۹/۴	۲±۲۸/۵	۰/۱۳۸

نتایج آزمون آنالیز واریانس یک طرفه در سطح معنی داری $P ≥ ۰/۰۵$.

همچنین درنتیجه مقایسه‌های درون‌گروهی کاهش معنی‌دار در گروه کنترل (P=۰/۰۰۱)، افزایش معنی‌دار در گروه تمرین مقاومتی با شدت پائین (P=۰/۰۳۰) و شدت بالا(P=۰/۰۰۱) در فولیستاتین، کاهش معنی‌دار در گروه کنترل (P =۰/۰۰۱)، افزایش معنی‌دار در گروه تمرین مقاومتی با شدت پائین (P =۰/۰۱۴) و شدت بالا(P =۰/۰۰۱) در نسبت فولیستاتین به میوستاتین، افزایش معنی‌دار در گروه تمرین مقاومتی با شدت پائین (P =۰/۰۱۵) و شدت بالا(P =۰/۰۱۹) در استرادیول، افزایش معنی‌دار در گروه تمرین مقاومتی با شدت بالا(P =۰/۰۰۶) در انسولین و کاهش معنی‌دار در گروه تمرین مقاومتی با شدت پائین (P =۰/۰۱۱) و شدت بالا(P =۰/۰۰۴) در پروتئین واکنشگر C، افزایش معنی‌دار در گروه تمرین مقاومتی با شدت بالا(P =۰/۰۰۱) در هورمون رشد، افزایش معنی‌دار در گروه تمرین مقاومتی با شدت پائین (P =۰/۰۲۳) و شدت بالا(P =۰/۰۰۵) در تستوسترون، افزایش معنی‌دار در گروه تمرین مقاومتی با شدت بالا(P =۰/۰۴۳) در کورتیزول، افزایش معنی دار در گروه تمرین مقاومتی با شدت پائین (P =۰/۰۲۹) و شدت بالا(P =۰/۰۰۷) در نسبت تستوسترون به کورتیزول و افزایش معنی‌دار در گروه تمرین مقاومتی با شدت پائین (P =۰/۰۳۵) و شدت بالا(P =۰/۰۵۰) در فاکتور رشد شبه انسولینی مشاهده شد. بااین‌وجود تفاوت معنی‌داری در شاخص‌های میوستاتین و لاکتات دهیدروژناز در هیچ‌یک از گروه‌ها مشاهده نشد($P≥ ۰/۰۵$).

اثر تعامل گروه* زمان تفاوت معنی‌دار در شاخص‌های فولیستاتین (P =۰/۰۰۲ و ES=۰/۱۲۴)، نسبت فولیستاتین به میوستاتین (P =۰/۰۰۶ و ES=۰/۱۸۴)، پروتئین واکنشگر C (P =۰/۰۰۶ و ES=۰/۱۰۴)، هورمون رشد (P =۰/۰۲۱ و ES=۰/۰۷۷)، تستوسترون (P =۰/۰۰۷ و ES=۰/۱۰۶) و نسبت تستوسترون به کورتیزول (P =۰/۰۳۲ و ES=۰/۰۶۹) نشان داد. درنتیجه آزمون تعقیبی بونفرونی افزایش معنی‌دار در فولیستاتین در گروه تمرین مقاومتی با شدت بالا (P =۰/۰۰۱) و شدت پائین (P =۰/۰۰۲)، افزایش معنی‌دار در نسبت فولیستاتین به میوستاتین در گروه تمرین مقاومتی با شدت بالا (P =۰/۰۰۱) و شدت پائین (P =۰/۰۰۷)، کاهش معنی‌دار در پروتئین واکنشگر C در گروه تمرین مقاومتی با شدت بالا (P =۰/۰۰۹) و شدت پائین (P =۰/۰۱۷)، افزایش معنی‌دار در تستوسترون در گروه تمرین مقاومتی با شدت بالا (P =۰/۰۰۱) و شدت پائین (P =۰/۰۰۵)، افزایش معنی‌دار در نسبت تستوسترون به کورتیزول در گروه تمرین مقاومتی با شدت بالا (P =۰/۰۱۶)، افزایش معنی‌دار در هورمون رشد در گروه تمرین مقاومتی با شدت بالا (P =۰/۰۰۳) در مقایسه با گروه کنترل مشاهده شد. بااین‌وجود در بین کلیه شاخص‌ها تنها افزایش معنی‌داری در هورمون رشد در گروه تمرین مقاومتی با شدت بالا در مقایسه با گروه تمرین مقاومتی با شدت پائین مشاهده شد(P =۰/۰۴۶) (جدول ۲ و شکل ۲).

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۲. مقایسه تغییرات سطوح سرمی شاخص های رشد و آسیب عضلانی دختران فعال پس از ۶ هفته مداخله

شاخص	کنترل میانگین±انحراف استاندارد	مقاومتی با شدت پائین میانگین±انحراف استاندارد	مقاومتی با شدت بالا میانگین±انحراف استاندارد	P-Value بین گروهی	اندازه اثر ES
میوستاتین (نانوگرم/میلی لیتر)					
پیش آزمون	۱/۳۹±۰/۱۱	۱/۷۸±۰/۰۷	۱/۳۴±۰/۰۷	۰/۳۲۱=زمان	۰/۰۱۲
پس آزمون	۱/۵۲±۰/۰۹	۱/۶۱±۰/۱	۱/۲۸±۰/۰۹	۰/۱۸۵=گروه	۰/۰۳۹
p-value درون گروهی	۰/۴۲۲	۰/۷۶۰	۰/۲۱۵	۰/۶۲۱=تعامل	۰/۰۱۱
فولیستاتین (نانوگرم/میلی لیتر)					
پیش آزمون	۵۹/۲۲±۸/۲۸	۵۶/۳۸±۸/۹۵	۵۹/۱۱±۹/۳۰	۰/۰۰۶=زمان	۰/۰۸۵
پس آزمون	۵۴/۳۷±۹/۱۲	۵۸/۱۱±۸/۹۹	۶۱/۳۷±۹/۴۰	۰/۰۰۴=گروه	۰/۱۲۰
p-value درون گروهی	۰/۰۰۱	۰/۰۳۰	۰/۰۰۱	۰/۰۰۲=تعامل	۰/۱۲۴
نسبت فولیستاتین/ میوستاتین					
پیش آزمون	۴۰/۶۰±۴/۴۷	۳۰/۶۷±۵/۰۳	۴۱/۱۱±۵/۳۴	۰/۰۰۱=زمان	۰/۲۲۹
پس آزمون	۳۳/۳۷±۵/۱۱	۳۵/۰۹±۴/۲۸	۴۶/۹۴±۵/۰۶	۰/۰۱۳=گروه	۰/۰۸۹
p-value درون گروهی	۰/۰۰۱	۰/۰۱۴	۰/۰۰۱	۰/۰۰۱=تعامل	۰/۱۸۴
استرادیول (نانوگرم/میلی لیتر)					
پیش آزمون	۱۳/۸۴±۱/۶۱	۱۳/۹۶±۱/۷۴	۱۳/۷۷±۱/۵۶	۰/۰۶۶=زمان	۰/۰۳۴
پس آزمون	۱۳/۷۶±۱/۲۷	۱۴/۸۱±۱/۱۳	۱۵/۰۷±۱/۴۰	۰/۰۹۱=گروه	۰/۰۴۱
p-value درون گروهی	۰/۵۶۹	۰/۰۱۵	۰/۰۱۹	۰/۲۴۷=تعامل	۰/۰۱۴
انسولین (میکرو واحد بین المللی / لیتر)					
پیش آزمون	۲۴۹/۹۰±۳۴/۴۹	۲۴۸/۲۷±۲۸/۲۵	۲۶۲/۶۲±۴۰/۹۶	۰/۰۷۳=زمان	۰/۰۳۹
پس آزمون	۲۴۲/۲۶±۲۰/۲۸	۲۳۲/۲۲±۲۷/۹۳	۲۴۶/۶۶±۲۷/۵۴	۰/۰۲۷=گروه	۰/۰۶۳
p-value درون گروهی	۰/۷۱۶	۰/۰۰۶	۰/۱۹۰	۰/۱۱۳=تعامل	۰/۰۵۱
لاکتات دهیدروژناز (واحد بین المللی/ لیتر)					
پیش آزمون	۴۸۳/۶۶±۱۷/۵۲	۴۶۹/۷۴±۱۴/۳۶	۴۵۶/۴۸±۱۲/۹۲	۰/۴۵۹=زمان	۰/۰۱۶
پس آزمون	۴۸۷/۲۳±۱۵/۷۴	۴۸۸/۲۸±۱۰/۲۶	۴۷۹/۷۸±۱۱/۰۳	۰/۶۳۷=گروه	۰/۰۰۹
p-value درون گروهی	۰/۸۸۲	۰/۴۵۴	۰/۱۸۲	۰/۷۵۱=تعامل	۰/۰۰۷
پروتئین واکنشگر c (نانوگرم/میلی لیتر)					
پیش آزمون	۰/۰±۷۵۷/۳۶۶	۰/۰±۷۰۲/۲۲۲	۰/۰±۸۸۳/۳۱۸	۰/۰۰۹=زمان	۰/۰۹۶
پس آزمون	۰/۰±۷۸۴/۳۵۲	۰/۰±۴۱۷/۱۱۴	۰/۰±۴۳۵/۲۳۳	۰/۰۰۱=گروه	۰/۳۵۹
p-value درون گروهی	۰/۲۶۰	۰/۰۱۱	۰/۰۰۴	۰/۰۰۶=تعامل	۰/۱۰۴

نتایج آزمون آنالیز واریانس دو طرفه با اندازه گیری مکرر طرح زمان* گروه در سطح معنی داری $P \geq ۰/۰۵$.

بحث

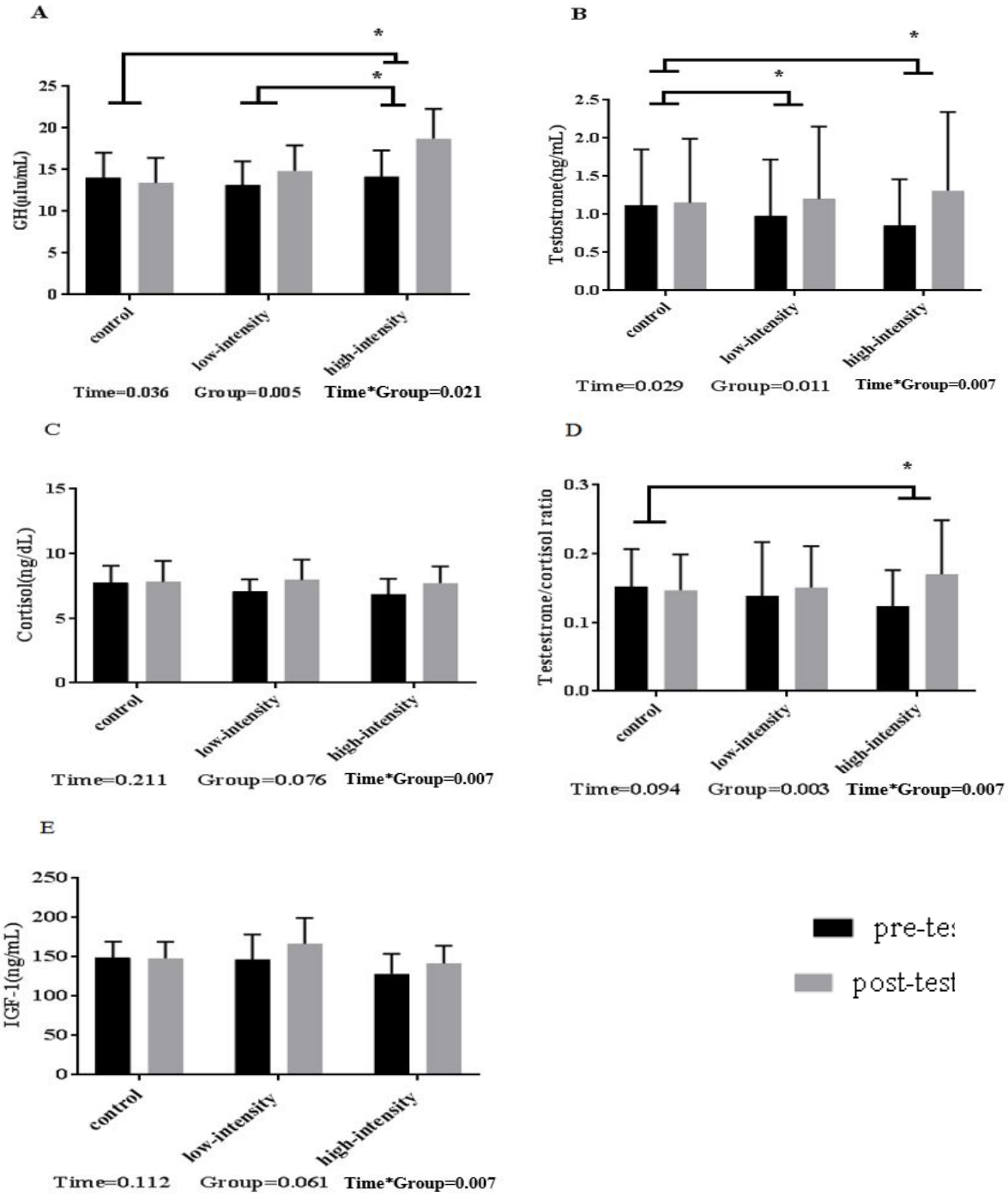
با توجه به جستجوی محققین، پژوهش حاضر از اولین مطالعاتی است که به‌طور همزمان به بررسی عوامل رشد و آسیب عضلانی در دختران فعال می‌پردازد. از یافته‌های اصلی این پژوهش افزایش معنی‌دار فولیستاتین، نسبت فولیستاتین به میوستاتین، تستوسترون و کاهش معنی‌دار پروتئین واکنشگر C در گروه‌های تمرین مقاومتی با شدت بالا و پائین نسبت به گروه کنترل بود. همچنین افزایش معنی‌داری در نسبت تستوسترون به کورتیزول و هورمون رشد گروه تمرین مقاومتی با شدت بالا نسبت به گروه کنترل مشاهده شد و تنها افزایش معنی داری در هورمون رشد در گروه تمرین مقاومتی با شدت بالا نسبت به تمرین مقاومتی با شدت پائین مشاهده شد. بااین‌وجود در سایر شاخص‌های پژوهش ازجمله میوستاتین، انسولین، کورتیزول، هورمون رشد شبه انسولینی، استرادیول و لاکتات دهیدروژناز تفاوت معنی‌داری بین ۳ گروه مشاهده نشد.

در این زمینه راس و همکاران با بررسی تأثیر ۹ هفته تمرین مقاومتی با شدت ۵۰ درصد یک تکرار بیشینه، کاهش معنی‌داری در مقادیر میوستاتین نشان دادند (۱۹). از طرف دیگر محققین افزایش میزان فولیستاتین به دنبال ورزش را مشاهده کردند و مشابه عملکرد و مکانسیم فاکتور رشد شبه انسولینی که در پاسخ به هورمون رشد از کبد ترشح می‌شود، دانسته و معتقدند که فولیستاتین از طریق فعال کردن سلول‌های ماهواره‌ای و تعامل با دیگر پروتئین‌های تنظیمی، از عملکرد میوستاتین جلوگیری کرده و سبب رشد عضله می‌شود (۲۰). یافته‌های این مطالعه مؤید افزایش ترشح فولیستاتین در بدن به‌عنوان یک مکانسیم حفاظتی در برابر تحلیل توده عضلانی بوده که به تنظیم ترکیب بدن کمک می‌نماید (۲۱). جنسکی و همکارانش(۲۰۱۰)، نیز نشان دادند که هفت جلسه تمرین مقاومتی با شدت بالا در زنان جوان تأثیری بر بیان میوستاتین و فولیستاتین ندارد (۲۲). علت همخوانی و ناهمخوانی مطالعات مذکور علاوه بر تفاوت در پروتکل تمرینی، مدت و شدت دوره مداخله، نوع شرکت‌کنندگان بی‌توان به عوامل اثرگذار متعدد در پاسخ‌های فیزیولوژیکی میوستاتین نسبت داد (۲۳). مکانیسم دقیق کاهش میوستاتین متعاقب تمرین به‌طور قطعی مشخص نیست بااین‌وجود بسیاری از محققین اثرات کاهشی این هورمون را درنتیجه‌ی تغییرات هورمون‌های آنابولیکی مسئول رشد، ازجمله تستوسترون،

www.SID.ir

Archive of SID

هورمون رشد و فاکتور رشد شبه انسولینی دانسته‌اند. این هورمون‌ها از طریق فعال کردن مسیرهای سیگنالی مختلف و مسیرهای آبشار سلولی بسیار پیچیده موجب تنظیم منفی بیان میوستاتین از سلول‌های عضلانی و در پی آن کاهش میزان ترشح آن به خون می‌شود (۲۴). از سویی دیگر گزارش‌شده است تمرین مقاومتی به دلیل ایجاد اضافه‌بار و افزایش قدرت و هایپرتروفی عضلانی موجب کاهش بیان میوستاتین می‌شود (۲۵).



شکل ۲. نتایج آزمون آنالیز واریانس دو طرفه با اندازه گیری مکرر با طرح زمان*گروه جهت مقایسه تغییرات A) هورمون رشد، B) تستوسترون، C) کورتیزول، D) نسبت تستوسترون به کورتیزول، E) فاکتور رشد شبه انسولینی پس از ۶ هفته تمرین مقاومتی با شدت بالا و پائین. *تفاوت معنی داری بین گروه ها. سطح معنی داری P≥۰/۰۵.

اما بااین‌وجود ویلوقبای و همکاران (۲۰۰۴)، در پژوهشی افزایش معنی دار میوستاتین را نشان دادند و این نتیجه را به‌شدت بالای تمرین(۸۰-۹۵درصد یک تکرار بیشینه)و نمونه‌گیری زودهنگام بعد از تمرین نسبت دادند (۲۶). ادبیات پژوهش نشان می‌دهد که پاسخ میوستاتین به تمرین مقاومتی حاد و مزمن متفاوت است. به نظر می‌رسد یکی از مکانیسم‌های احتمالی کاهش میزان میوستاتین در پی فعالیت مقاومتی

www.SID.ir

Archive of SID

برهم خوردن تعادل تنظیم‌کننده‌های رشدی عضله به سمت تنظیم‌کننده‌های مثبت (فاکتور رشد شبه انسولینی) دانست (۲۵)، بنابراین عدم تغییرات معنی‌دار فاکتور رشد شبه انسولینی در پژوهش حاضر می‌تواند دلیل عدم‌تغییر میوستاتین باشد (۲۷). همچنین آزمودنی‌های پژوهش حاضر را دختران فعال تشکیل می‌دادند بنابراین به نظر می‌رسد یکی از علل عدم‌تغییر سطوح میوستاتین سازگاری‌های ورزشی قبلی آزمودنی‌ها باشد (۲۸). بااین‌وجود نسبت فولیستاتین به میوستاتین به‌عنوان یک نسبت متابولیکی قدرتمند در پژوهش حاضر افزایش معنی‌داری نشان داد که بیانگر این موضوع است که برآیند کلی غلبه شرایط آنابولیکی بر متابولیکی بوده است (۲۹). از طرف دیگر ورزش سبب تحریک عوامل رشدی و استرسی همانند کاتکولامین‌ها(کورتیزول)، سایتوکاین‌ها(پروتئین واکنشگرC) و آنزیم‌ها(لاکتات دهیدروژناز) می‌شود که عملکرد متفاوت دارند. لاکتات دهیدروژناز کاربردی‌ترین نشانه سرمی آسیب عضلانی است که با افزایش فراخوانی تارهای تند انقباض و تولید اسیدلاکتیک ترشح می شود. آسیب عضلانی زمینه شرایط التهابی و متعاقباً ترشح پروتئین واکنشگر نوع C را فراهم می‌کند (۳۰). در درازمدت با غلبه محیط آنابولیکی همچنین افزایش سازوکارهای سازشی نسبت به فعالیت تغییرات مثبت رشدی رخ می‌دهد (۳۱). انسولین نیز یکی از مهم‌ترین هورمون‌های آنابولیکی است که تغییرات آن توأم با دیگر عوامل متابولیکی تحت تأثیر شدت فعالیت ورزشی گزارش‌شده است؛ که الگوی کاهشی پروتئین واکنشگر C و افزایش انسولین در این پژوهش از این نظریه حمایت می‌کند (۳۲). بررسی‌ها نشان‌دهنده‌ی آن است که جنسیت عملکرد ایمنی را تحت تأثیر قرار می‌دهد، به‌طوری‌که محققین معتقدند هورمون استروژن زنانه از طریق تنظیم کاتکولامین‌ها نظیر کورتیزول و جلوگیری از تولید رادیکال‌های آزاد مانع از افزایش عوامل آسیب‌رسان به سلول‌ها می‌شود (۳۳). همچنین گزارش‌شده که در افراد جوان و فعال از سطح استروژن بالاتری نسبت به افراد غیرفعال در مقابله با عوامل متابولیکی و رادیکال‌های آزاد نیز بهره‌مند هستند (۳۴، ۳۵). علاوه بر این در پژوهش حاضر از نسبت فولیستاتین بر میوستاتین و نسبت تستوسترون به کورتیزول به‌عنوان پاسخ آنابولیک بر کاتابولیک استفاده گردید؛ همان‌طور که نتایج نشان می‌دهد نسبت فولیستاتین به میوستاتین در هر دو گروه با شدت بالا و پائین و نسبت تستوسترون به کورتیزول در گروه تمرین مقاومتی با شدت بالا افزایش قابل‌توجه و معنی‌داری نسبت به گروه کنترل داشته است؛ بنابراین این نتیجه گویای برتری و افزایش محیط آنابولیکی در تمرین مقاومتی به‌ویژه در شدت‌های بالا می‌باشد.

با در نظر گرفتن کلیه شرایط، پژوهش حاضر دارای محدودیت‌هایی نیز بود. ازجمله این محدودیت‌ها می‌توان به تک‌جنسی بودن پژوهش، عدم کنترل دقیق رژیم غذایی، عدم کنترل ساعات خواب‌و بیداری آزمودنی ها اشاره کرد.

نتیجه‌گیری

با توجه به نتایج پژوهش حاضر به نظر می‌رسد بین تأثیر شدت‌های مختلف تمرین مقاومتی بر شاخص‌های رشد و آسیب عضلانی حداقل در دوره‌ی زمانی ۶ هفته‌ای تفاوت معنی‌داری وجود ندارد. ازاین‌رو، با توجه به اینکه تمرین مقاومتی با شدت بالا به‌ویژه در مورد هورمون رشد و نسبت تستوسترون به کورتیزول تأثیر بیشتری نشان داد، شدت‌های بالاتر تمرینات مقاومتی برای دختران فعال توصیه می‌شود. همچنین به نظر می‌رسد دوره‌های طولانی‌تر تمرینات مقاومتی تأثیرات بیشتری و بهتری را نشان دهد.

تشکر و قدردانی

مقاله حاضر برگرفته از طرح پژوهشی به شماره ۸۸۰ می باشد که توسط کمیته اخلاق معاونت پژوهشی دانشگاه شهید چمران اهواز با کد (EE/97.24.3.96926/Scu.ac.ir) مورد تایید قرار گرفته است. از حمایت مالی این معاونت و همچنین همکاری صمیمانه آزمودنی‌های پژوهش تشکر و قدردانی می‌گردد.

References

1. Abe T, Hinata S, Koizumi K, Sato Y. Day-to-day change in muscle strength and MRI-measured skeletal muscle size during 7 days KAATSU resistance training: A case study. *Int J KAATSU Train Res*. 2005;**1**(2):71-76. **doi:** 10.3806/ijktr.1.71
2. Abe T, Kearns CF, Sato Y. Muscle size and strength are increased following walk training with restricted venous blood flow from the leg muscle, Kaatsu-walk training. *J Appl Physiol (1985)*. 2006;**100**(5):1460-1466. **doi:** 10.1152/japplphysiol.01267.2005 **pmid:** 16339340
3. Hittel DS, Axelson M, Sarna N, Shearer J, Huffman KM, Kraus WE. Myostatin decreases with aerobic exercise and associates with insulin resistance. *Med Sci Sports Exerc*. 2010;**42**(11):2023-2029. **doi:** 10.1249/MSS.0b013e3181e0b9a8 **pmid:** 20386333
4. Rajabi S, Askari R, Haghighi A, Razaviyanzadeh N. "Effect of resistance-interval training with two different intensities on cytokeratin18 and some functional parameters in women with fatty liver". (In Persian). 2020;**23**(3):68-82.
5. Mohammadnezhad Gh, Matin Homayi H, Ghazalian F. [Effect of a 6-Week Resistance Training Program on Transforming Growth Factor Beta-1 and Myostatin Genes Expression in Tendons of Extensor Digitorum Longus and Soleus Muscles in Rats (Persian)]. *J Arak Univ Med Sci (JAMS)*. 2020;**23**(1):82-91. **doi:** 10.32598/JAMS.23.1.5849.1
6. Davis F, Vidyasagar S, Maiya A, Kamath A. Dose response relationship between exercise intensity and C Reactive Protein in sedentary individuals. *J Sci Med Sport*. 2013;**16**:e30. **doi:** 10.1016/j.jsams.2013.10.071
7. Baty JJ, Hwang H, Ding Z, Bernard JR, Wang B, Kwon B, et al. The effect of a carbohydrate and protein supplement on resistance exercise performance, hormonal response, and muscle damage. *J Strength Cond Res*. 2007;**21**(2):321-329. **doi:** 10.1519/R-21706.1 **pmid:** 17530986
8. Roy BD, Tarnopolsky MA, MacDougall JD, Fowles J, Yarasheski KE. Effect of glucose supplement timing on protein metabolism after resistance training. *J Appl Physiol (1985)*. 1997;**82**(6):1882-1888. **doi:** 10.1152/jappl.1997.82.6.1882 **pmid:** 9173954
9. Ravasi A, Fallahi A, Abbasi A. The Effect of Different Intensities of Short-Term Exercise on Leptin, Insulin, Cortisol and Lipid Profiles in Overweight and Obese Adolescents. (In Persian). *J Sport Biosciences*. 2013;**4**(14):87-110. **doi:** 10.22059/jsb.2013.29530
10. Hofmann M, Halper B, Oesen S, Franzke B, Stuparits P, Tschan H, et al. Serum concentrations of insulin-like growth factor-1, members of the TGF-beta superfamily and follistatin do not reflect different stages of dynapenia and sarcopenia in elderly women. *Exp Gerontol*. 2015;**64**:35-45. **doi:** 10.1016/j.exger.2015.02.008 **pmid:** 25681638
11. Attarzadeh Hosseini SR, Moeinnia N, Motahari Rad M. The effect of two intensities resistance training on muscle growth

www.SID.ir

Archive of SID

regulatory myokines in sedentary young women. (In Persian). *Obesity Med*. 2017;**12**:2. **doi:** 10.1016/j.obmed.2017.01.004
12. Rodino-Klapac LR, Haidet AM, Kota J, Handy C, Kaspar BK, Mendell JR. Inhibition of myostatin with emphasis on follistatin as a therapy for muscle disease. *Muscle Nerve*. 2009;**39**(3):283-296. **doi:** 10.1002/mus.21244 **pmid:** 19208403
13. Manna I. Growth development and maturity in children and adolescent: relation to sports and physical activity. *America J Sport Sci Med*. 2014;**2**(5A):48-50. **doi:** 10.12691/ajssm-2-5A-11
14. Yasar P, Ayaz G, User SD, Gupur G, Muyan M. Molecular mechanism of estrogen-estrogen receptor signaling. *Reprod Med Biol*. 2017;**16**(1):4-20. **doi:** 10.1002/rmb2.12006 **pmid:** 29259445
15. Busso T, Thomas L. Using mathematical modeling in training planning. *Int J Sports Physiol Perform*. 2006;**1**(4):400-405. **doi:** 10.1123/ijspp.1.4.400 **pmid:** 19124896
16. Brian M. 101 Performance Evaluation Tests. Electric Word plc 67-71 Goswell Road London EC1V 7EP.2005.
17. Brzycki M. A Practical Approach to Strength Training. McGraw-Hill. 1998.
18. Moin Nia N, Attarzadeh Hosseini SR. Comparsion of the effect of resistance Program training with different intensities on serum irisun levels in sedentary young women. (In Persian). *Sport Physi*. 2015;**7**(26):127-142.
19. Roth SM, Martel GF, Ferrell RE, Metter EJ, Hurley BF, Rogers MA. Myostatin gene expression is reduced in humans with heavy-resistance strength training: a brief communication. *Exp Biol Med (Maywood)*. 2003;**228**(6):706-709. **doi:** 10.1177/153537020322800609 **pmid:** 12773702
20. Hansen J, Brandt C, Nielsen AR, Hojman P, Whitham M, Febbraio MA, et al. Exercise induces a marked increase in plasma follistatin: evidence that follistatin is a contraction-induced hepatokine. *Endocrinology*. 2011;**152**(1):164-171. **doi:** 10.1210/en.2010-0868 **pmid:** 21068158
21. Vamvini MT, Aronis KN, Chamberland JP, Mantzoros CS. Energy deprivation alters in a leptin- and cortisol-independent manner circulating levels of activin A and follistatin but not myostatin in healthy males. *J Clin Endocrinol Metab*. 2011;**96**(11):3416-3423. **doi:** 10.1210/jc.2011-1665 **pmid:** 21865351
22. Jensky NE, Sims JK, Dieli-Conwright CM, Sattler FR, Rice JC, Schroeder ET. Exercise does not influence myostatin and follistatin messenger RNA expression in young women. *J Strength Cond Res*. 2010;**24**(2):522-530. **doi:** 10.1519/JSC.0b013e3181c8664f **pmid:** 20124796
23. Juhas M, Bursac N. Roles of adherent myogenic cells and dynamic culture in engineered muscle function and maintenance of satellite cells. *Biomaterials*. 2014;**35**(35):9438-9446. **doi:** 10.1016/j.biomaterials.2014.07.035 **pmid:** 25154662
24. Udy GB, Towers RP, Snell RG, Wilkins RJ, Park SH, Ram PA, et al. Requirement of STAT5b for sexual dimorphism of body growth rates and liver gene expression. *Proc Natl Acad Sci U S A*. 1997;**94**(14):7239-7244. **doi:** 10.1073/pnas.94.14.7239 **pmid:** 9207075
25. McPherron AC, Lawler AM, Lee SJ. Regulation of skeletal muscle mass in mice by a new TGF-beta superfamily member. *Nature*. 1997;**387**(6628):83-90. **doi:** 10.1038/387083a0 **pmid:** 9139826
26. Willoughby DS. Effects of an alleged myostatin-binding supplement and heavy resistance training on serum myostatin, muscle strength and mass, and body composition. *Int J Sport Nutr Exerc Metab*. 2004;**14**(4):461-472. **doi:** 10.1123/ijsnem.14.4.461 **pmid:** 15467103
27. Bahram ME, Pourvaghar MJ. The Effect of 10 Weeks of Resistance Training on Serum Myostatin and Body Composition Levels in Obese Adolescents. (In Persian). *Qom Univ Med Sci J*. 2017;**11**(4):43-51.
28. Mirdar S, Rahimi E, Baghban H. The effect of ginsing supplemention on the levels of IGF-1 and myostatin in the Karate girls after a simulated match. *Metabolism Exercise*. 2014;**3**(2):167-179.
29. Bagheri L, Faramarzi M, Banitalebi E, Azamian Jazi A. The effect of sequence order of combined training (strength and endurance) on Myostatin, Follistatin and Follistatin/Myostatin ratio in older women. (In Persian). *Sport Physiol*. 2015;**7**(26):143-164.
30. Ramezanpour M, Hejazi S, Hosseinnezhad M. The Comparison of HS-CRP, TG, LDL-c and HDL-c in Active and Non Active Middle-aged Women. (In Persain). *Med J Mashhad Univ Med Sci*. 2013;**56**(2):93-98. **doi:** 10.22038/mjms.2013.848
31. Kalantari HA, Bolboli LA, Siahkohian M. The Acute Effect of Resistance Exercise Training with Continuous and Intermittent Blood Flow Restriction on Growth Hormone, Insulin-Like Factor-1 and Lactate in Non-Athletic Young Men. (In Persian). *Yafte*. 2020;**21**(4):44-57.
32. Karacabey K. The effect of exercise on leptin, insulin, cortisol and lipid profiles in obese children. *J Int Med Res*. 2009;**37**(5):1472-1478. **doi:** 10.1177/147323000903700523 **pmid:** 19930853
33. Majumdar P, Srividhya S, Mandal M, Kalinski M. " Response of selected hormonal markers during training cycles on Indian females swimmers". . *Biol Sport*. 2010;**27**(1):53-57. **doi:** 10.5604/20831862.906870
34. Kraemer WJ, Ratamess NA. Hormonal responses and adaptations to resistance exercise and training. *Sports Med*. 2005;**35**(4):339-361. **doi:** 10.2165/00007256-200535040-00004 **pmid:** 15831061
35. Marx JO, Ratamess NA, Nindl BC, Gotshalk LA, Volek JS, Dohi K, et al. Low-volume circuit versus high-volume periodized resistance training in women. *Med Sci Sports Exerc*. 2001;**33**(4):635-643. **doi:** 10.1097/00005768-200104000-00019 **pmid:** 11283441

www.SID.ir