Medical Science Journal of Islamic Azad University Vol. 30, No. 4, Winter 2020 ORIGINAL ARTICLE

The effect of TRX exercises on serum levels of IGF-1 and cortisol and some health-related physical factors in active women

Soleyman Ansari Kolachahi[1], Alireza Elmieh[2], Mona Talebi[3]
[1] PhD of Sport Physiology, Department of Physical Education and Sport Sciences, Faculty of Humanities, Rasht Branch, Islamic Azad University, Rasht, Iran
[2] Assistant Professor, Department of Physical Education and Sport Sciences, Faculty of Humanities, Rasht Branch, Islamic Azad University, Rasht, Iran
[3] MSc of Physical Education, Department of Physical Education and Sport Sciences, Faculty of Humanities, Rasht Branch, Islamic Azad University, Rasht, Iran

Abstract

Background: The most important anabolic and catabolic hormones which levels are altered by resistance training are IGF-1 and cortisol, respectively. The purpose of the present study was to investigate the effect of total body resistance training (TRX) on serum levels of IGF-1, cortisol and some health-related physical factors in active women.
Materials and methods: In this study, 20 active women (mean age 27.05 ± 3.11) were randomly divided into experimental (n= 10) and control (n= 10) groups. The experimental group program consisted of TRX training for 6 weeks, 3 sessions per week for 50-60 minutes under the supervision of a TRX trainer. The intensity of the exercises for the first two weeks, using the Borg scale was in the range of 4-5, in the second and the third two weeks, based on the increase in load in the range of 5-6 and 6-7, respectively. Serum levels of IGF-1, cortisol, body fat percentage, upper and lower body strength and endurance were measured before and after exercise.
Results: Six weeks of TRX training increased cortisol and IGF-1 levels in active women, although this increase was not statistically significant ($p>0.05$). But the results showed that these exercises can significantly decrease body fat percentage and increase the strength and endurance of the upper and lower muscles of active women.
Conclusion: According to the findings of the present study, it seems that performing the TRX training can significantly improve body fat percentage, strength and muscle endurance in active women and could utilize as an alternative resistance training model to improve fitness factors.
Keywords: *TRX, Insulin-like growth hormone-1, Cortisol, Strength, Muscle endurance, Body fat percentage.*

Cited as: 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.**

Correspondence to: Alireza Elmieh
Tel: *0098 911 135 9121*
E-mail: elmieh@iaurasht.ac.ir
ORCID ID: 0000-0002-6266-0018
Received: 20 May 2019; **Accepted:** 2 Sep 2020

مجله علوم پزشکی دانشگاه آزاد اسلامی
دوره ۳۰، شماره ۴، زمستان ۹۹، صفحات ۴۳۲ تا ۴۴۲

Original Article

بررسی اثر تمرینات TRX بر سطوح سرمی هورمون‌های IGF-1 و کورتیزول و برخی عوامل تندرستی آمادگی جسمانی در زنان فعال

سلیمان انصاری کلاچاهی[۱]، علیرضا علمیه[۲]، مونا طالبی[۳]

[۱] دکتری فیزیولوژی ورزشی، گروه تربیت بدنی، واحد رشت، دانشگاه آزاد اسلامی، رشت، ایران
[۲] استادیار، گروه تربیت بدنی، واحد رشت، دانشگاه آزاد اسلامی، رشت، ایران
[۳] کارشناس ارشد تربیت بدنی، گروه تربیت بدنی، واحد رشت، دانشگاه آزاد اسلامی، رشت، ایران

چکیده

سابقه و هدف: *مهم‌ترین هورمون‌های آنابولیکی و کاتابولیکی که سطوح آن در اثر تمرینات مقاومتی تغییر می‌کند، به ترتیب IGF-1 و کورتیزول است. هدف از مطالعه حاضر، بررسی اثر تمرینات مقاومتی کل بدن (TRX) بر سطوح سرمی هورمون‌های IGF-1 و کورتیزول و فاکتورهای درصد چربی بدن، قدرت و استقامت عضلانی در زنان فعال بود.*

روش بررسی: *در این مطالعه، ۲۰ زن فعال با میانگین سنی ۳/۱۱±۲۷/۰۵ سال به طور تصادفی به دو گروه تجربی (۱۰ نفر) و کنترل (۱۰ نفر) تقسیم شدند. برنامه گروه تجربی شامل تمرین TRX به مدت ۶ هفته، ۳ جلسه در هفته به مدت ۶۰ – ۵۰ دقیقه زیر نظر مربی TRX بود. شدت تمرینات نیز با استفاده از مقیاس بورگ در دو هفته اول در محدوده ۵-۴، در دو هفته دوم بین ۶-۵ و در دو هفته سوم بین ۷-۶ بود. سطح سرمی متغیرهای IGF-1، کورتیزول، درصد چربی بدن، قدرت و استقامت عضلات بالاتنه و پایین‌تنه قبل و بعد از تمرینات اندازه‌گیری شدند.*

یافته‌ها: *شش هفته تمرین TRX باعث افزایش سطح کورتیزول و IGF-1 در زنان فعال شد، هر چند این افزایش از نظر آماری معنی‌دار نبود ($p>0/05$)، اما نتایج نشان داد این تمرینات می‌تواند در کاهش معنی‌دار درصد چربی بدن و افزایش قابل توجه قدرت و استقامت عضلات بالاتنه و پایین‌تنه زنان فعال موثر باشد.*

نتیجه‌گیری: *بر طبق یافته‌های پژوهش حاضر به نظر می‌رسد اجرای تمرین مقاومتی TRX می‌تواند موجب بهبود معنی‌دار درصد چربی بدن و قدرت و استقامت عضلانی زنان فعال شود و به عنوان یک مدل تمرین مقاومتی جایگزین جهت بهبود عوامل آمادگی جسمانی استفاده شود.*

واژگان کلیدی: *TRX، هورمون رشد شبه انسولینی-۱، هورمون کورتیزول، قدرت، استقامت عضلانی، درصد چربی بدن.*

مقدمه

تمرینات مقاومتی کل بدن (Total Resistance Exercises; TRX) تکنیک تمرینی جدیدی است که با استفاده از طناب یا بند انجام می‌شود و در آن انقباض عضلات از طریق فاصله بین محور مرکزی طناب رخ می‌دهد و از دو دستگیره و بدنه تشکیل شده است (۱). تمرینات TRX حرکات را از طریق زوایا و دامنه حرکت بیشتر در مقایسه با تمرینات مقاومتی دمبل یا هالتر ممکن می‌سازد. بنابر گزارش‌ها، TRXاز نظر سنگینی بار تمرین، به دلیل اینکه عضلات را از طریق استفاده از وزن بدن تحریک می‌کند، خطر آسیب کمتری دارد (۲, ۳) .

هر فرد برای حفظ سلامتی خود به حداقل میزان آمادگی جسمانی جهت انجام تکالیف روزمره و اوقات فراغت نیاز دارد. همچنین داشتن آمادگی جسمانی مناسب به پیشگیری از

آدرس نویسنده مسئول: رشت، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد رشت، گروه تربیت بدنی، علیرضا علمیه (**email**: elmieh@iaurasht.ac.ir)
ORCID ID: 0000-0002-6266-0018
تاریخ دریافت مقاله: ۹۸/۲/۳۰
تاریخ پذیرش مقاله: ۹۹/۶/۱۲

بیماری‌های قلبی، فشار خون، دیابت، پوکی استخوان و داشتن احساس نشاط و سرزنده بودن کمک می‌کند (۴). محققان به بررسی اثر تمرین TRX بر عوامل مختلف آمادگی جسمانی پرداخته‌اند و نتایج متفاوتی ارائه داده‌اند. برخی مطالعات نشان داده است که تمرین مقاومتی TRX می‌تواند عوامل آمادگی جسمانی از قبیل قدرت و استقامت عضلانی، انعطاف‌پذیری و ترکیب بدن را بهبود دهد (۲, ۵, ۶)، اما نتایج پژوهش‌های دیگر حاکی از آن است که این نوع تمرین مقاومتی، علیرغم تاثیرات مفید بر قدرت و استقامت عضلانی، اثر معنی‌داری بر BMI، درصد چربی و ترکیب بدن نداشته است (۳, ۷).

علاوه بر این، فعالیت بدنی و ورزش با سازگاری‌های فیزیولوژیکی زیادی در بدن همراه است (۸). یکی از سازگاری‌های مهم فیزیولوژیک پس از فعالیت بدنی، سازگاری هورمونی است. سازگاری و تغییرات هورمونی در پاسخ به فعالیت بدنی تابع شدت، مدت، نوع برنامه تمرینی و سطح آمادگی جسمانی است (۹). شناخت این تغییرات در تفسیر مکانیسم‌های فیزیولوژیکی بدن موثر است (۸). تاثیرات دستگاه غدد درون‌ریز، به ویژه در سازگاری‌های ناشی از تمرینات قدرتی، از اهمیت بسیار زیادی برخوردار است؛ چرا که نتایج تحقیقات نشان می‌دهد تغییر در میزان ترشح هورمون‌ها بر اثر تمرینات قدرتی، اصلی‌ترین عامل در سنتز پروتئین پس از تمرینات قدرتی و ایجاد سازگاری‌های مثبت در ساختار عضلات اسکلتی است (۱۰).

از مهم‌ترین هورمون‌های آنابولیکی و کاتابولیکی که سطوح آن در اثر تمرینات مقاومتی تغییر می‌کند، به ترتیب IGF-1 و کورتیزول است (۱۲, ۱۱).IGF-1 (Insulin-like growth factor 1) شاخصی زیستی است که جنبه‌های سودمند فعالیت ورزشی را محقق می‌سازد. IGF-1 هورمون پپتیدی کوچکی (۷/۵ کیلودالتون) است که در اصل توسط کبد تولید می‌شود (۱۳) و تصور می‌شود که رهایش IGF-I به GH وابسته باشد. با این حال، در حال حاضر شواهدی وجود دارد که IGF-I می‌تواند به طور مستقل از GH از انواع بافت‌های مختلف از جمله عضلات اسکلتی و استخوان ذخیره و آزاد شود، به طور سیستماتیک به روش غدد درون‌ریز عمل کند و در غلظت‌های نسبتا بالایی در مقایسه با دیگر عوامل رشدی در گردش خون است (۱۴). IGF-1 خواص آنابولیکی (تسهیل رشد و استخوان)، متابولیکی (تنظیم متابولیسم کربوهیدرات و پروتئین) و متوژنیکی گوناگونی دارد. خواص متوژنیکی IGF-1 نیز با عامل آغازین و نیز عامل پیش‌برنده در هنگام چرخه رشد سلولی ارتباط دارد. به همین دلیل شناسایی این عوامل و شناخت چگونگی عملکرد آنها شیوه‌های جدیدی را به منظور توسعه برنامه‌های درمانی و ورزشی معرفی خواهد کرد (۱۳).

احتمالا پاسخ ناشی از تمرین در سیستم IGF-1 نقشی در تحریک سازگاری‌های تمرینی ایفا می‌کند، که به معنی دانش چگونگی تحت تاثیر قرار دادن پروتکل‌های تمرینی مختلف بر سیستم IGF-1 شناخته می‌شود که به طور بالقوه با ارزش است. اگر ما بتوانیم برنامه‌های تمرینی را برای ایجاد تحریک مطلوب سیستم IGF-1 دستکاری کنیم، ممکن است پیشرفت‌های بیشتری در قدرت عضله، ترکیب بدن و آمادگی جسمانی ایجاد شود (۱۵). IGF-1 نقش مهمی در آنابولیسم بافتی به علت هایپرتروفی و هایپرپلازی در انواع مختلف سلولی، شامل میوبلاست‌های عضله اسکلتی و فیبروبلاست‌های تاندون ایفا می‌کند. نتایج برخی تحقیقات پیشنهاد دادند که تمرین مقاومتی هیچ تغییری در سطوح IGF-1 ایجاد نمی‌کند (۴, ۱۶)، از دیگر سو، تحقیقات دیگری به این نتیجه رسیدند که تمرین مقاومتی باعث افزایش سطوح IGF-1 می‌شود (۱۲، ۱۷-۲۱).

از طرف دیگر، کورتیزول یکی از هورمون‌های اصلی و از مهم‌ترین تنظیم کننده‌ها در سازگاری به تمرینات قدرتی است (۱۱) که ترشح آن از قشر غده آدرنال (غده فوق کلیوی) در پاسخ به فشارهای فیزیولوژیکی ناشی از پروتکل‌های گوناگون تمرینات مقاومتی افزایش می‌یابد (۲۲). این هورمون در پاسخ به التهاب یا کاهش سطح گلوکوکورتیکوئید خون ترشح می‌شود و تاثیر بازدارنده ایمنی بر بدن دارد (جلوگیری از تشکیل پادتن‌ها و حضور آنتی‌ژن) و افزایش مقادیر آن باعث کاهش توان سیستم دفاعی بدن می‌شود (۲۳).

اصولاً استرس از جمله عوامل خارجی است که مستقیماً در تحریک و ترشح کورتیزول تأثیر می‌گذارد و چنانچه ورزش را به عنوان یک استرس پیش بینی شده محسوب کنیم، در انواع مختلف ورزش‌ها افزایش غلظت پلاسمایی کورتیزول به میزان‌های مختلف را مشاهده می‌کنیم. بر طبق نتایج برخی مطالعات، در ورزش‌های طولانی‌مدت سطح کورتیزول افزایش می‌یابد (۲۴). پاسخ‌های هورمون کورتیزول به الگوهای تمرینی برای سازگاری با روش‌های مختلف تمرینی می‌تواند متفاوت باشد (۲۵).

نتایج برخی مطالعات پیشنهاد دادند که تمرین مقاومتی باعث کاهش (۲۶) یا عدم تغییر (۲۷, ۲۸) سطوح کورتیزول می‌شود؛ از سوی دیگر، برخی محققان دریافتند که تمرین مقاومتی باعث افزایش سطوح هورمون‌های IGF-1 و کورتیزول می‌شود (۸, ۲۹). اما تاکنون مطالعاتی در مورد تاثیر تمرینات

TRX بر روی سطوح هورمون کورتیزول و IGF-1 انجام نشده است. با توجه به نقش کاتابولیکی کورتیزول و آنابولیکی IGF-1، و همچنین با توجه به اثر ورزش با حجم، شدت و مدت گوناگون بر روی ترشح این هورمون‌ها، هدف از تحقیق حاضر، بررسی تغییرات سطوح این هورمون‌ها و عوامل درصد چربی بدن، قدرت و استقامت عضلانی در اثر تمرینات TRX بود.

مواد و روشها

در این پژوهش نیمه‌تجربی با طرح پیش‌آزمون-پس‌آزمون، جامعه آماری زنان فعال ۳۳-۲۳ سال شهر انزلی بودند که پس از توزیع و نصب اطلاعیه در باشگاه‌های شهر، در نهایت ۲۰ زن که داوطلبانه برای همکاری در اجرای تحقیق، اعلام آمادگی کردند، انتخاب شدند. کلیه آزمودنی‌ها اطلاعات موردنیاز در خصوص پژوهش را به صورت مکتوب دریافت کردند و پس از مطالعه از آزمودنی‌ها خواسته شد تا در صورت تمایل به شرکت در پژوهش، رضایت‌نامه کتبی امضا کنند. در راستای رعایت اصول اخلاقی، همه آزمودنی‌ها به طور آگاهانه و داوطلبانه موافقت خود را برای شرکت در طرح اعلام کردند و مجاز به ترک برنامه در هر مرحله‌ای شدند. تمام مراحل تحقیق زیر نظر پزشک معتمد و متخصص علوم ورزشی (محقق) انجام گرفت. پژوهشگران به منظور تعیین میزان فعالیت بدنی هر فرد و همچنین آگاهی از وضعیت فعلی سلامتی افراد، پرسشنامه سنجش میزان فعالیت بدنی و پرسشنامه سابقه پزشکی را بین افراد توزیع کردند. پس از تکمیل پرسشنامه‌ها، افراد تحت معاینه پزشکی قرار گرفتند و بر اساس معیارهای زیر برای ورود به مطالعه انتخاب شدند. معیارهای ورود به مطالعه شامل فعال بودن (داشتن حداقل ۳۰ دقیقه فعالیت بدنی متوسط در روز برای سه روز در هفته طی حداقل ۶ ماه قبل)، عدم ابتلا به بیماری‌های قلبی-عروقی، اسکلتی-عضلانی، مفصلی و ارتوپدی و یا هر گونه آسیب منجر به عدم توانایی آنها در اجرای تمرینات و آزمون‌ها، عدم مصرف سیگار و هر نوع داروی منجر به تغییر سطوح IGF-1 و کورتیزول بود. معیارهای خروج افراد از مطالعه شامل داشتن بیش از دو جلسه غیبت در زمان اجرای پروتکل تمرینی، مبتلا شدن به بیماری‌های ذکر شده در بالا در طول تحقیق، مصرف دارو یا هر نوع مکمل‌های غذایی که بر روی فاکتور مورد نظر تاثیرگذار باشد، شرکت در برنامه ورزشی منظم خارج از برنامه تمرینی مطالعه و عدم شرکت در انجام آزمایشات بود.

در ادامه، شرکت‌کنندگان به طور تصادفی در دو گروه تجربی

جدول ۱. مراحل انجام تمرینات مقاومتی TRX

مراحل تمرین	نحوه اجرا	حرکت‌دهنده اصلی
پرس سینه	آزمودنی پشت به نقطه اتصال می‌ایستد. دستگیره‌های TRX را گرفته و بدن را به جلو متمایل می‌کند. به تسمه‌ها فشار وارد کرده تا آرنج صاف شود، بدن به سینه نزدیک می‌شود. برگشت به حالت اولیه.	سینه ای بزرگ دلتوئید قدامی سه سر بازو
قایقی	آزمودنی رو به سمت نقطه اتصال می‌ایستد. دستگیره‌های TRX با حرکت پرونیشن رو به خارج گرفته و با ایجاد یک زاویه مناسب به عقب متمایل شده و بدن را در یک خط راست حفظ می کند. دست‌ها باید راست در جلوی بدن باشند آرنج ها خم شده و با نیروی تولید عضلات درگیر بدن به سمت بالا کشیده می‌شود؛ تا جایی که دست‌ها کنار بالا تنه به سینه برسند. برگشت به حالت اول.	ذوزنقه ای پشتی بزرگ دلتوئید
اسکات	آزمودنی رو به سمت نقطه اتصال می‌ایستد. با گریپ دستان در حالت طبیعی، زانو خم می‌شود تا جایی که موازی با سطح زمین شود. زانو از انگشتان پا جلو نزند (استفاده از دستان برای حفظ تعادل)؛ برگشت به حالت اول.	چهار سر همسترینگ سرینی
سه سر بازویی	آزمودنی پشت به سمت نقطه اتصال می‌ایستد. هر دو دست گیره توسط دست‌ها گرفته می‌شود. بدن باید در یک خط صاف و آرنج ها در راستای شانه باشند. آرنج ها را تا ۹۰ درجه خم شده و سپس به موقعیت شروع برگشته می‌شود.	سه سر بازو
پل	آزمودنی به حالت طاقباز دراز کشیده، پاشنه‌ها را داخل تسمه و کف پا بر روی تسمه قرار داده می‌شود؛ زاویه بین زانو و بدن باید ۹۰ درجه باشد. دست‌ها کنار بدن، باسن از زمین جدا شده و بالا برده می‌شود. به وضعیت شروع برگشته و حرکت تکرار می‌شود.	همسترینگ
دو سر بازویی	آزمودنی رو به نقطه اتصال می‌ایستد. آرنج ها صاف است. هر دو دستگیره با کف دست‌ها گرفته می‌شود؛ به بدن شیب داده آرنج ها خم و بدن به سمت بالا کشیده می‌شود. برگشت به حالت اول.	دو سر بازویی
خم کردن زانو	برای شروع ابتدا هر دو ساعد بر روی زمین قرار می‌گیرد، طوری که پنجه پاها رو به زمین باشد. همان گونه که بدن در این وضعیت (شبیه شنای سوئدی) قرار دارد؛ زانوها خم شده و پاها به بدن نزدیک می‌شود. (وضعیت کامل شبیه حرکت قورباغه است). سپس به وضعیت شروع بر می‌گردد.	چهار سر رانی

(۱۰ نفر) و گروه کنترل (۱۰ نفر) قرار گرفتند. گروه تجربی به مدت ۶ هفته تمرینی، ۳ جلسه در هفته به مدت ۶۰ – ۵۰ دقیقه زیر نظر مربی بین‌المللی TRX به تمرین پرداختند؛ ۱۰ دقیقه ابتدایی جلسه تمرین به گرم کردن و ۵ دقیقه آخر به حرکات کششی جهت سرد کردن اختصاص داده شد. تمرینات مقاومتی TRX شامل جلو ران با تسمه در حالت خوابیده، پارویی وارونه از طرفین، پرس پا به حالت طاق باز با تسمه، شنا با حرکت دست‌ها از طرفین، اسکات، جلو بازو با تسمه و پشت بازو با تسمه بود (جدول ۱) و گروه کنترل هیچ مداخله‌ای دریافت نکردند (۲۵). چهل و هشت ساعت قبل و بعد از برنامه تمرینی، آزمون‌گیری‌های آزمایشگاهی و میدانی صورت گرفت.

شدت تمرینات مقاومتی با استفاده از مقیاس شدت تلاش درک‌شده ده امتیازی بورگ، که در دهه ۱۹۶۰ توسط آقای بورگ معرفی شد و منظور استنباط فرد از میزان تلاش برای اندازه‌گیری شدت فعالیت بدنی بود (۳۰, ۳۱)، ارزیابی شد. شدت تمرینات به ترتیب برای دو هفته اول با استفاده از مقیاس بورگ در محدوده ۵-۴؛ در دو هفته دوم، بر اساس افزایش بار در محدوده ۶-۵ و در دو هفته سوم بین ۷-۶ بود.

شرکت‌کنندگان ۴۸ ساعت قبل و بعد از دوره مداخله، پس از ۱۲ ساعت حفظ حالت ناشتایی ساعت ۷/۵ تا ۸ صبح روزهای تعیین شده وارد آزمایشگاه شدند و در شرایط آزمایشگاهی یکسان از نظر درجه حرارت، نور، رطوبت و ساعت خون‌گیری، ۵ میلی‌لیتر خون از ورید براکیال توسط متخصصین خون گیری آزمایشگاه با استفاده از سرنگ‌های ونجوک استریل در عرض یک دقیقه، در وضعیت نشسته از دست چپ گرفته شد. با توجه به اینکه عادت ماهیانه در نتیجه آزمایشات مورد نظر محقق تاثیری نداشت، بنابراین سیکل قاعدگی محاسبه نشد. نمونه‌ها جهت جداسازی سرم به مدت ۱۵ دقیقه و با سرعت ۳۰۰۰ دور در دقیقه در داخل سانتریفوژ قرار گرفتند و بعد از جدا شدن سرم توسط دستگاه ELISA در یخچال در دمای ۲۰- درجه سانتی‌گراد قرار گرفت (۵). مقادیر کورتیزول و IFG-1 با روش کمیلومینسانس با استفاده از کیت LIAISON ساخت کشور اسپانیا اندازه‌گیری شد.

در اجرای اندازه‌گیری‌های میدانی، درصدچربی بدن آزمودنی‌ها از طریق اندازه‌گیری ضخامت لایه چربی زیرپوستی سه‌نقطه‌ای در نواحی سه‌سر بازویی (نقطه میانی بین زایده آخرمی و زایده آرنجی به صورت عمودی)، فوق‌خاصره (درست در بالای استخوان لگن به شکل کمی مورب) و ران (به صورت عمودی و نقطه میانی فاصله بین ناحیه مغبنی و لبه بالایی کشکک در سطح قدامی ران) با استفاده از دستگاه کالیپر سیهان (ساخت کشور کره) اندازه‌گیری و با نموگرام جکسون و پولاک درصدچربی بدن محاسبه شد. تمام اندازه‌گیری‌ها در سه نوبت ازسمت راست صورت گرفت؛ سپس وزن چربی با استفاده از فرمول‌های زیر محاسبه شد (۲۵).

درصدچربی × وزن بدن = وزن چربی

وزن چربی – وزن بدن = وزن بدون چربی

(روش جکسون/پولاک: $\frac{495}{D_b}$ - 450)

(سن ۰/۱۳۹۲۰۰۰ – $D_b = ۱/۰ - ۹۲۹۹۰۰۰۱۲۹۴۹۹۰ FSS + ۰/۲۳۰۰۰۰۰ SSF^۲$)

جمع چین‌های پوستی سه سر بازو، فوق‌خاصره و ران=SSF

از آزمون‌های یک تکرار بیشینه پرس سینه و پرس پا برای ارزیابی قدرت عضلانی بالاتنه و پایین‌تنه استفاده شد، بدین شرح که وزنه‌ها به گونه‌ای انتخاب شدند که آزمودنی قادر نباشد بیش از ۶ بار حرکت را اجرا کند و از طریق فرمول بزریسکی برای محاسبه یک تکرار بیشینه (۱RM) استفاده شد.

$$1RM = \frac{\text{(کیلوگرم) مقدار وزنه جابه‌جا شده}}{(\text{تعداد تکرار تا خستگی} \times 0.0278 - 1.0278)}$$

سپس بعد از ۵ دقیقه استراحت، آزمون تکرار تا خستگی با ۶۰٪ قدرت بیشنه برای اندازه‌گیری استقامت عضلانی بالاتنه و پایین-تنه توسط شرکت‌کنندگان اجرا شد.

تحلیل داده‌ها با نرم افزار SPSS نسخه ۲۲ و در سطح معنی‌داری کمتر از ۰/۰۵ صورت گرفت. داده‌های حاصل از این پژوهش در بخش توصیفی بر اساس میانگین و انحراف معیار گزارش شدند. برای بررسی طبیعی بودن توزیع داده‌ها از آزمون شاپیروویلک استفاده شد. جهت بررسی همگنی واریانس‌ها از آزمون لون و از آزمون آماری کوواریانس با مهار اثرات پیش‌آزمون جهت تحلیل داده‌های پژوهش در گروه‌های مورد مطالعه استفاده شد.

ملاحظات اخلاقی

این تحقیق دارای کد اخلاق IR.IAU.RASHT.REC.1397.036 و کد کارآزمایی بالینی IRCT20180503039517N2 است.

یافته‌ها

ویژگی‌های دموگرافیک و متغیرهای پژوهش (IGF-1، کورتیزول، درصد چربی بدن، قدرت و استقامت عضلانی) در جدول ۲ آمده است. نتایج آزمون شاپیروویلک و آزمون لون نشان داد که داده‌های تحقیق دارای توزیع طبیعی ($p>۰/۰۵$) هستند و واریانس گروه‌های تحقیق همگن است

(p>۰/۰۵). بنابراین با توجه به توزیع نرمال و تجانس واریانس داده‌ها، از آزمون آماری کوواریانس با مهار اثرات پیش‌آزمون جهت تحلیل داده‌های پژوهش در گروه‌های مورد مطالعه استفاده شد که نتایج در جدول ۳ مشاهده می‌شود.

نتایج آزمون کوواریانس نشان داد که در متغیرهای کورتیزول و IGF-1 بین گروه‌های مورد مطالعه، از لحاظ آماری تفاوت معنی‌داری وجود ندارد (p>۰/۰۵). اما در مورد سایر متغیرهای موجود در این مطالعه، در بین گروه‌ها تفاوت معنی‌داری مشاهده شد (p < ۰/۰۵). از این رو جهت مشخص شدن نقطه تفاوت بین گروه‌های مورد مطالعه از آزمون تعقیبی بونفرونی و همچنین برای مشخص‌کردن محل تفاوت در درون هر گروه از آزمون t همبسته استفاده شد که در جدول ۴ ارایه شده است.

نتایج آزمون تعقیبی بونفرونی نشان داد که در متغیر کورتیزول و IGF-1 در بین گروه‌های تمرین و کنترل تفاوت معنی‌داری وجود ندارد (p>۰/۰۵)، اما در مورد سایر متغیرهای مورد بررسی شامل درصد چربی زیرجلدی، قدرت پایین‌تنه و بالاتنه، و استقامت عضلانی پایین‌تنه و بالاتنه بین گروه‌های تجربی و کنترل اختلاف معنی‌داری مشاهده شد (p<۰/۰۵).

همچنین از آزمون t همبسته برای بررسی تفاوت درون گروهی متغیرهای مورد مطالعه استفاده شد. نتایج آزمون t همبسته نشان داد که بین نتایج پیش‌آزمون و پس‌آزمون گروه‌ها در متغیر کورتیزول و IGF-1 در بین گروه‌های تجربی و کنترل تفاوت معنی‌داری وجود ندارد (p>۰/۰۵)، اما در متغیرهای درصد چربی زیرجلدی، قدرت و استقامت عضلانی بالاتنه و پایین‌تنه تفاوت آماری معنی‌داری در نتایج پیش و پس‌آزمون وجود دارد (p<۰/۰۵).

بحث

تمرینات TRX از جمله تمرینات مقاومتی جدیدی است که امروزه در دنیای ورزش و تناسب اندام جایگاه ویژه‌ای یافته و محبوبیت زیادی پیدا کرده است. طبق تحقیقات، اخیرا نشان داده شده است که تمرینات TRX روی انرژی مصرفی و متغیرهای متابولیکی و تغییرات سطوح برخی هورمون‌ها تاثیرات بسزایی دارد. اینکه فعالیت‌های بدنی مختلف بر میزان ترشح هورمون کورتیزول و IGF-1 می‌تواند متفاوت باشد، خود کمال اهمیت را داراست. هدف از این مطالعه، بررسی اثر تمرین TRX بر مقادیر سطح سرمی هورمون‌های کورتیزول و IGF-1 و عوامل درصد چربی زیرجلدی، قدرت و استقامت عضلات بالاتنه و پایین‌تنه زنان فعال بود.

در این تحقیق مشاهده شد که به دنبال شش هفته تمرین TRX، کاهش هورمون کورتیزول در پس‌آزمون نسبت به پیش‌آزمون در گروه تجربی به‌وجود آمده است، اما این کاهش از نظر آماری معنی‌دار نبود. همچنین تفاوت معنی‌داری بین دو گروه تجربی و کنترل مشاهده نشد. معمولا تمرینات مقاومتی یک محرک قوی برای افزایش حاد غلظت هورمون‌های در گردش خون نظیر هورمون رشد، تستوسترون و کورتیزول است (۳۲, ۳۳). نتایج این تحقیق همسو با نتایج تحقیق صورتی و همکارانش (۲۰۱۲) و رضایی و همکارانش (۱۳۹۱) بود. صورتی و همکارانش در تحقیق خود با عنوان اثر

جدول ۲. ویژگی‌های دموگرافیک و متغیرهای پژوهش زنان فعال در دو گروه تجربی و کنترل

متغیر	گروه تجربی		گروه کنترل	
	پیش آزمون	پس آزمون	پیش آزمون	پس آزمون
سن (سال)	۲۷/۷۰±۳/۱۹*	-	۲۹/۶۰±۲/۶۷	-
قد (سانتی‌متر)	۱/۶۳±۰/۰۵	-	۱/۶۲±۰/۰۵	-
وزن (کیلوگرم)	۵۹/۱۰±۶/۹۷	۵۷/۱۹±۶/۵۳	۵۷/۰۰±۴/۵۲	۵۸/۳۴±۴/۱۸
BMI (کیلوگرم بر مترمربع)	۲۲/۰۹±۱/۹۶	۲۱/۳۸±۱/۷۹	۲۱/۶۶±۲/۰۳	۲۲/۱۷±۱/۹۸
کورتیزول (میلی‌گرم بر دسی‌لیتر)	۲۰/۱۹±۴/۵۲	۱۸/۵۶±۴/۲۰	۲۰/۰۰±۳/۰۷	۱۷/۶۰±۴/۱۹
IGF-1 (میلی‌گرم بر میلی‌لیتر)	۲۱۸/۱۰±۵۰/۴۲	۲۱۷/۷۷±۴۳/۲۴	۱۶۶/۷۷±۳۵/۹۱	۱۷۵/۹۷±۵۰/۰۴
درصد چربی زیرجلدی	۲۱/۸۵±۲/۹۲	۲۰/۱۰±۳/۰۴	۲۵/۶۸±۲/۸۱	۲۵/۸۸±۲/۵۷
قدرت پایین تنه	۷۹/۸۰±۱۷/۴۹	۹۰/۵۰±۱۹/۸۳	۶۴/۵۰±۲۰/۳۳	۶۴/۴۰±۱۹/۹۸
قدرت بالاتنه	۲۴/۲۰±۴/۱۵	۲۶/۴۵±۴/۹۰	۲۷/۸۰±۴/۵۴	۲۷/۷۰±۴/۵۲
استقامت بالاتنه (تکرار)	۱۷/۶۰±۱/۵۷	۲۱/۸۰±۱/۵۴	۱۷/۹±۱/۳۷	۱۸/۱۰±۱/۶۶
استقامت پایین تنه (تکرار)	۲۵/۳۰±۱/۷۰	۲۸/۶۰±۱/۵۰	۲۵/۷۰±۱/۴۹	۲۵/۸۰±۱/۴۷

* میانگین ± انحراف معیار؛ BMI: نمایه توده بدن؛ IGF-1: Insulin-like growth factor 1

جدول ۳. نتایج آزمون کوواریانس در متغیرهای مورد مطالعه

متغیرها	منابع تغییر	مجموع مجذورات	درجه آزادی	میانگین مجذورات	F	معناداری	مقدار اثر	توان آزمون
کورتیزول (میلی‌گرم بر دسی لیتر)	پیش‌آزمون	۳/۳۴	۱	۳/۳۴	۰/۱۸	۰/۶۷۵	۰/۰۱۱	۰/۰۶۹
	گروه	۴/۴۲	۱	۴/۴۲	۰/۲۴	۰/۶۲۹	۰/۰۱۴	۰/۰۷۵
	خطا	۳۱۱/۱۲	۱۷	۱۸/۳۰	–	–	–	–
IGF-1 (میلی‌گرم بر میلی لیتر)	پیش‌آزمون	۱۳۸۸۰/۹۹	۱	۱۳۸۸۰/۹۹	۹/۲۵	۰/۰۰۷	۰/۳۵۳	۱/۰۰۰
	گروه	۳۰۸/۷۳	۱	۳۰۸/۷۳	۰/۲۰۶	۰/۶۵۶	۰/۰۱۲	۰/۰۷۱
	خطا	۲۵۴۸۵/۴۰	۱۷	۱۴۹۹/۱۴	–	–	–	–
درصد چربی بدن	پیش‌آزمون	۱۳۶/۳۳	۱	۱۳۶/۳۳	۳۳۳/۹۶	۰/۰۰۱	۰/۹۵۲	۱/۰۰۰
	گروه	۱۴/۸۲	۱	۱۴/۸۲	۳۶/۳۲	*۰/۰۰۱	۰/۶۸۱	۱/۰۰۰
	خطا	۶/۹۴	۱۷	۰/۴۰	–	–	–	–
قدرت پایین تنه	پیش‌آزمون	۶۵۹۸/۴۵	۱	۶۵۹۸/۴۵	۲۰۸/۳۲	۰/۰۰۱	۰/۹۲۵	۱/۰۰۰
	گروه	۴۸۱/۰۹	۱	۴۸۱/۰۹	۱۵/۱۸	*۰/۰۰۱	۰/۴۷۲	۰/۹۵۶
	خطا	۵۳۸/۴۴	۱۷	۳۱/۶۷	–	–	–	–
قدرت بالاتنه	پیش‌آزمون	۳۵۰/۸۶	۱	۳۵۰/۸۶	۱۲۰/۶۰	۰/۰۰۱	۰/۸۷۶	۱/۰۰۰
	گروه	۲۴/۲۱	۱	۲۴/۲۱	۸/۳۲	*۰/۰۱۰	۰/۳۲۹	۰/۷۷۶
	خطا	۴۹/۴۵	۱۷	۲/۹۰	–	–	–	–
استقامت بالا تنه (تکرار)	پیش‌آزمون	۳۹/۳۰	۱	۳۹/۳۰	۹۲/۷۹	۰/۰۰۱	۰/۸۴۵	۱/۰۰۰
	گروه	۷۹/۰۹	۱	۷۹/۰۹	۱۸۶/۷۵	*۰/۰۰۱	۰/۹۱۷	۱/۰۰۰
	خطا	۷/۲۰	۱۷	۰/۴۲۴	–	–	–	–
استقامت پایین تنه (تکرار)	پیش‌آزمون	۲۸/۹۹	۱	۲۸/۹۹	۴۴/۷۸	۰/۰۰۱	۰/۷۲۵	۱/۰۰۰
	گروه	۴۷/۷۴	۱	۴۷/۷۴	۷۳/۷۵	*۰/۰۰۱	۰/۸۱۳	۱/۰۰۰
	خطا	۱۱/۰۰۵	۱۷	۰/۶۴	–	–	–	–

* نشان‌دهنده تفاوت معنی‌دار (P<۰/۰۵).

جدول ۴. نتایج آزمون تعقیبی بونفرونی بین‌گروهی و تی همبسته درون‌گروهی متغیرهای مورد مطالعه

متغیرها	گروه	نتایج بین‌گروهی (بونفرونی)			گروه	نتایج درون‌گروهی (تی همبسته)		
		اختلاف میانگین	خطای استاندارد	معنی‌داری		T	درجه آزادی	معنی‌داری
کورتیزول (mg/dl)	تمرین–کنترل	۰/۹۴۱	۱/۹۱۴	۰/۶۲۹	تمرین	۰/۹۸۸	۹	۰/۳۴۹
					کنترل	۱/۳۵۹	۹	۰/۲۰۷
IGF-1 (mg/dl)	تمرین–کنترل	۹/۲۳	۲۰/۳۵	۰/۶۵۶	تمرین	۰/۰۲۲	۹	۰/۹۸۳
					کنترل	۰/۹۰۸	۹	۰/۳۸۷
درصد چربی بدن	تمرین–کنترل	۲/۱۰۶	۰/۳۴۹	*۰/۰۰۱	تمرین	۹/۳۹۱	۹	*۰/۰۰۱
					کنترل	۰/۹۴۲	۹	۰/۳۸۷
قدرت پایین تنه	تمرین–کنترل	۱۰/۶۵۹	۲/۷۳۵	*۰/۰۰۱	تمرین	۴/۳۸	۹	*۰/۰۰۲
					کنترل	۰/۵۵۷	۹	۰/۵۹۱
قدرت بالاتنه	تمرین–کنترل	۲/۴۰۱	۰/۸۳۲	*۰/۰۱۰	تمرین	۳/۱۹	۹	*۰/۰۱۱
					کنترل	۰/۴۲۹	۹	۰/۶۷۸
استقامت بالاتنه	تمرین–کنترل	۴/۰۰۰	۰/۲۹۳	*۰/۰۰۱	تمرین	۲۱/۰۰۰	۹	*۰/۰۰۱
					کنترل	۱/۰۰۰	۹	۰/۳۴۳
استقامت پایین تنه	تمرین–کنترل	۳/۱۱	۰/۳۶۳	*۰/۰۰۱	تمرین	۹/۸۵	۹	*۰/۰۰۱
					کنترل	۰/۵۵۷	۹	۰/۵۹۱

* نتایج آزمون در سطح معنی‌داری (p<۰/۰۵).

تمرینات مقاومتی و استقامتی بر روی آندروژن، کورتیزول و لاکتات در زنان سالمند به این نتیجه رسیدند که تمرینات مقاومتی تاثیری بر کورتیزول زنان مسن نداشت. رضایی و همکارانش نیز در تحقیق خود تاثیر شش هفته تمرین مقاومتی بر سطوح کورتیزول را در ۳۰ زن یائسه (۴۸ تا ۶۵ سال) مبتلا به پوکی استخوان نوع اولیه بررسی کردند و میزان کورتیزول در هیچ گروهی تغییر معنی‌داری نداشت.

اما از طرف دیگر، نتایج این تحقیق با نتایج تحقیق دشتی و همکارانش (۱۳۹۳) و قراخانلو و همکارانش (۱۳۸۷) مغایرت داشت. دشتی و همکارانش در تحقیقی که با هدف بررسی پاسخ‌های هورمونی کوتاه‌مدت تستوسترون و کورتیزول به تمرین مقاومتی حجمی و قدرتی در پسران جوان غیرورزشکار انجام دادند، افزایش حاد قابل‌ملاحظه‌ای را در غلظت کورتیزول سرمی مشاهده کردند. از دلایل احتمالی تفاوت در نتایج تحقیق حاضر با نتایج تحقیق دشتی می‌توان به تفاوت

در جنسیت نمونه‌ها اشاره کرد. نمونه‌های تحقیق حاضر را دختران فعال تشکیل می‌دادند، حال آن‌که نمونه‌های موجود در تحقیق دشتی و همکارانش پسران جوان غیرورزشکار بودند. دلیل دیگر تفاوت در نتایج مربوط به نوع و مدت زمان تمرین مقاومتی ارائه شده به شرکت‌کننده‌هاست. در تحقیق حاضر از تمرینات مقاومتی TRX و برای مدت ۶ هفته هر هفته ۳ جلسه استفاده شد، اما در تحقیق دشتی و همکارانش، تمرین‌های مقاومتی حجمی و قدرتی در دو جلسه جداگانه به صورت متقاطع برای هر دو گروه تجویز شد.

قراخانلو و همکارانش نیز اثر تمرین مقاومتی بر سطوح سرمی تستوسترون و کورتیزول در مردان جوان را مورد بررسی قرار دادند که نتایج یافته‌هایشان ناهمسو با تحقیق حاضر بود. یافته‌های آنها نشان داد تغییرات ایجاد شده با تمرین مقاومتی در تستوسترون و کورتیزول ممکن است در افزایش قدرت و توده عضلانی نقش داشته باشد. از دلایل احتمالی تفاوت در یافته‌های قراخانلو و همکارانش با تحقیق حاضر می‌توان به تفاوت در جنسیت شرکت‌کنندگان اشاره کرد. شرکت‌کنندگان در تحقیق قراخانلو و همکارانش، مردان جوان فعال و تمرین‌نکرده بودند، حال اینکه افراد تحقیق حاضر را زنان فعال تشکیل می‌دادند. از دلایل دیگر این تفاوت در نتایج، نوع و مدت زمان پروتکل تمرینی است. پروتکل تمرینی در تحقیق قراخانلو و همکارانش شامل هشت هفته تمرین مقاومتی با وزنه‌های آزاد و دستگاه‌های بدن‌سازی بود؛ اما برنامه تمرینی در تحقیق حاضر شامل شش هفته تمرین مقاومتی TRX با طناب و تسمه بود.

یکی از اثرات اصلی کورتیزول، کاهش ذخایر پروتئینی در کلیه سلول‌های بدن به غیر از سلول‌های کبدی است. علت این امر کاهش سنتز و افزایش کاتابولیسم پروتئین موجود در سلول است (۳۴). همچنین عواملی مانند فشارهای روانی، شدت و مدت ورزش غلظت کورتیزول سرم را در ورزشکاران تحت تاثیر قرار می‌دهند (۳۴, ۳۵). در تحقیق حاضر، محدودیت در کنترل شرایط روحی و روانی نمونه‌ها، می‌تواند یکی از دلایل تفاوت در نتایج این تحقیق با مطالعات دیگر باشد.

همچنین نتایج تحقیق حاضر نشان داد که به دنبال شش هفته تمرین TRX، مقدار IGF-1 پس‌آزمون در گروه تجربی نسبت به پیش‌آزمون با افزایش همراه بود، اما این افزایش از نظر آماری معنی‌دار نبود. همچنین در نتایج بین‌گروهی تغییر معنی‌داری بین دو گروه مشاهده نشد که این یافته‌ها با نتایج تحقیقات عبدی و همکارانش (۱۳۹۳)، واکر و همکارانش (۲۰۰۴)، و نیندل و همکارانش (۲۰۰۹) همسو بود، اما با نتایج تحقیق گرگوری و همکارانش (۲۰۱۲)، دادگئون و همکارانش (۲۰۱۵)، توفیقی و همکارانش (۱۳۹۱)، رجبی و همکارانش (۱۳۹۰) و صادقی بروجردی و همکارانش (۱۳۸۸) ناهمسو بود. توفیقی و همکارانش، اثر سه نوع تمرین هوازی، مقاومتی و موازی بر میزان ترشح هورمون رشد و IGF-1 در زنان سالمند را مورد مطالعه قرار دادند. نتایج نشان داد تمرینات مقاومتی بیشترین افزایش را در ترشح IGF-1 نسبت به تمرینات هوازی و موازی داشته است. از دلایل احتمالی تفاوت در نتایج حاضر با نتایج توفیقی و همکارانش می‌توان به تفاوت در سن و نوع تمرین مقاومتی اشاره کرد. IGF-1 نسبت به نوع، حجم و شدت متفاوت تمرینی، پاسخ‌های متفاوتی را اعمال می‌کند.

گرگوری و همکارانش در تحقیقی با عنوان تغییرات غلظت فاکتور IGF-1 در اثر ورزش، غلظت این هورمون را در خون ۴۶ زن سالم در ۴ گروه تمرین استقامتی، مقاومتی، ترکیبی و کنترل بررسی کردند و نتایج نشان داد که بعد از هشت هفته تمرین مقاومتی، غلظت IGF-I به‌طور معنی‌داری افزایش داشته است. دادگئون و همکارانش، تاثیر تمرین معلق بر محور هورمون رشد را در ۱۲ مرد ۲۲ ساله در یک تمرین ۶۰ دقیقه‌ای بررسی کردند. دو جلسه تمرین معلق برای آشنایی تمرین قبل از آزمون انجام شد. داده‌ها نشان داد که تمرین معلق با استفاده از یک نسبت کار به استراحت ۳۰ به ۶۰ برای تحریک محور هورمون رشد برای مردان جوان بزرگسال نسبتا فعال کافی باشد. این شواهد تمرین معلق را به عنوان یک محرک برای رهایش هورمون‌های آنابولیک موثر می‌داند. رجبی و همکارانش نیز به بررسی تاثیر فعالیت ورزشی مقاومتی سنگین بر هورمون IGF-1 و مطالعه روند زمانی تغییرات اجزای ترکیبی در دانشجویان مرد تمرین‌کرده و تمرین‌نکرده پرداختند. یافته‌های حاصل از پژوهش نشان آنها داد که یک جلسه فعالیت مقاومتی سنگین موجب افزایش معنی‌دار IGF-1 شد. همچنین بروجردی و همکارانش، واکنش هورمون‌های GH و IGF-1 نسبت به دو برنامه مقاومتی شدید هم‌حجم با استراحت‌های متفاوت بین ست‌ها را در ۱۵ ورزشکار رشتهٔ پرورش اندام مورد مطالعه قرار دادند. نتایج نشان داد که تغییرات هورمون IGF-1 نسبت به قبل از تمرین در هر دو برنامهٔ تمرین مقاومتی از نظر آماری معنادار نبود. با این وجود، افزایش معناداری در غلظت این هورمون ۱ ساعت بعد از انجام هر دو برنامه مشاهده شد. علت احتمالی ناهمسو بودن نتایج تحقیق حاضر با تحقیقات گرگوری و همکارانش، دادگئون و همکارانش، رجبی و همکارانش و بروجردی و

همکارانش را می‌توان به نوع متفاوت تمرینات، شدت، مدت زمان انجام تمرین، تفاوت‌های فردی و جنسیت متفاوت آنها نسبت به تحقیق حاضر دانست.

علاوه‌براین، یافته‌های تحقیق حاضر نشان داد که در اثر شش هفته تمرین TRX، درصد چربی بدن به‌طور معنی‌داری کاهش یافت. نتایج پژوهش ما با یافته‌های پژوهش شلبی‌مری (۲۰۱۶) که در توده بدون چربی بهبود معنی‌داری دیده شده بود (۶) همسو است؛ اما با نتایج پژوهش ملکوتی‌نیا و همکاران (۷) ناهمسو است. علت متفاوت بودن یافته‌ها را می‌توان به افراد شرکت‌کننده در تحقیق نسبت داد، زیرا در تحقیق ملکوتی‌نیا و همکارانش از دختران لاغر غیرورزشکار استفاده شده بود که دارای کم‌وزنی نیز بودند و احتمالا هشت هفته تمرین نتوانست به میزان کافی بر توده چربی و بدون چربی دختران غیرورزشکار اثر معنی‌داری داشته باشد. به‌نظر می‌رسد توسعه بافت عضله پس از تمرینات قدرتی باعث افزایش انرژی مصرفی می‌شود که این موضوع از کاهش وزن و مقدار چربی حمایت می‌کند (۵). در تحقیق حاضر نیز، وزن و BMI شرکت‌کنندگان کاهش یافته است که می‌تواند از این نظریه حمایت کند.

از سوی دیگر، یافته‌های تحقیق حاضر نشان داد که شش هفته تمرین TRX می‌تواند قدرت و استقامت عضلات بالاتنه و پایین‌تنه را بهبود بخشد که این نتیجه، موافق نتیجه مطالعات ملکوتی‌نیا و همکارانش و حسن‌پور و همکارانش (۲) است. طبق تئوری سازگاری عصبی، افزایش قدرت عضلانی در فاز سریع آن طی شش تا هشت هفته رخ می‌دهد که همسو با یافته‌های ما است. افزایش قدرت به دلیل سازگاری‌های عصبی ناشی از فراخوان واحدهای حرکتی، تواتر برانگیخته شدن واحدهای حرکتی و افزایش فعالیت اختیاری آگونیست‌ها و کاهش عملکرد آنتاگونیست‌ها به‌وجود می‌آید. چون ماهیت تمرینات TRX با توجه به معلق بودن، سیستم عصبی را درگیر می‌کند، سازگاری عصبی، قدرت به‌وجود آمده در این تحقیق را توجیه می‌کند. همچنین بهبود استقامت عضلانی در زنان فعال، می‌تواند احتمالا به دلیل سازگاری‌های موضعی عضله ناشی از افزایش فعالیت آنزیم‌های اکسایشی و گلیکولیتیکی باشد (۷) که البته در این تحقیق اندازه‌گیری نشده بودند.

مطالعه حاضر چند محدودیت دارد. در ابتدا باید به تعداد کم نمونه‌ها اشاره کرد؛ لذا در تعمیم یافته‌های تحقیق حاضر باید احتیاط لازم را در نظر داشت. همچنین، هورمون IGF-1 در ترکیب با حامل خود به نام پروتئین اتصالی عامل رشد شبه انسولین-۳ (IGFBP-3) در خون گردش می‌کند که در این تحقیق اندازه‌گیری نشده است؛ در نتیجه، برای تعیین اثر دقیق تمرین TRX بر پاسخ‌های هورمونی نیاز به مطالعات بیشتری است. البته این تحقیق اولین مطالعه‌ای بود که تاثیر شیوه نوین تمرین مقاومتی TRX را بر سازگاری هورمون‌های آنابولیک و کاتابولیک در زنان جوان فعال بررسی کرد.

در مجموع، نتایج این مطالعه نشان داد که تمرینات مقاومتی TRX موجب کاهش سطح کورتیزول و افزایش سطح IGF-1 در زنان فعال شد، اما این تغییرات از نظر آماری معنی‌دار نبود. همچنین نتایج حاکی از آن بود که این تمرینات می‌تواند موجب کاهش معنی‌دار درصد چربی زیرجلدی و افزایش معنی‌دار قدرت و استقامت عضلانی زنان جوان تمرین‌کرده شود. براین اساس، زنان جوان فعال می‌توانند از تمرینات TRX به عنوان یک مدل تمرین مقاومتی جایگزین که از وزن بدن فرد به عنوان مقاومت استفاده می‌کند و برخلاف روش‌های سنتی، همه گروه‌های عضلانی را به‌طور همزمان فعال می‌کند، جهت بهبود عوامل آمادگی جسمانی بهره ببرند.

تشکر و قدردانی

از تمامی شرکت کنندگان که صمیمانه و مجدانه ما را در انجام این تحقیق یاری کردند و همچنین از جناب آقای دکتر منوچهر احمدی به علت قبول زحمت در پایش نمونه‌ها کمال تشکر را داریم.

REFERENCES

1. McGill SM, Cannon J, Andersen JT. Analysis of pushing exercises: Muscle activity and spine load while contrasting techniques on stable surfaces with a labile suspension strap training system. J Strength Cond Res 2014; 28:105-116.

2. Hasanpour M. Comparison of the effect of two whole-body resistance training models on anaerobic, strength, body composition and functional factors in young and young Taekwondo athletes [MSc Thesis]. Tehran: North Tehran Branch, Islamic Azad University; 2017. [In Persian]

3. Ranjbar R, Hasanvand H, Habibi A, Goharpey Sh. Comparison of the Effect of TRX and Traditional Resistance Training on Some Factors of Body Composition and Balance in Sedentary Men. Jundishapur Scientific Medical Journal 2018; 16:621-630. [In Persian]

4. Walker, K.S., Kambadur R, Sharma M, Smith HK. Resistance training alters plasma myostatin but not IGF-1 in healthy men. Med Sci Sports Exerc 2004; 36:787-793.

5. Bakhshaei, R., Faramarzi M, Bani- Talebi E, Kamran M. The Effect Of Eight Weeks Of TRX Instability Resistance Training With Handball Training On Plasma Levels Of IGF-I, IGFBP-3 in Adolescent Girl's Handball Players. Journal of Applied Exercise Physiology 2018; 14:223-236. [In Persian]

6. Kullman EK, Saylor SM, Little KD. Efficacy of whole-body suspension training on enhancing functional movement abilities following a supervised or home-based training program. J Sports Med Phys Fitness 2020; 60:244-50.

7. Arazi H, Malakoutinia F, Izadi M. Effects of eight weeks of TRX versus traditional resistance training on physical fitness factors and extremities perimeter of non-athlete underweight females. Phys Act Rev 2020; 6:73-80.

8. Gharakhanloo R, Saremi A, Omidfar K, Sharghi S, Gheraati MR. Effect of resistance training on serum levels of myostatin, GASP-1, IGF-I and IGFBP-3 in young men. Motor science and sport 2009; 13:67-79. [In Persian]

9. Filaire E, Lac G. Dehydroepiandrosterone (DHEA) rather than testosterone shows saliva androgen responses to exercise in elite female handball players. Int J Sports Medicine 2000; 21:17-20.

10. Aminilari Z, Daryanoosh F, Koshkie Jahromi M, Mohammadi M. The Effect of 12 Weeks Aerobic Exercise on the Apelin, omentin and Glucose in obese older Women with Diabetes Type 2. J Arak Uni Med Sci 2014; 17:1-10. [In Persian]

11. Cardinale M, Soiza RL, Leiper JB, Gibson A, Primrose W R. Hormonal responses to a single session of wholebody vibration exercise in older individuals. Br J Sports Med 2010; 44:284-288.

12. Tofighi A, Dehkordi AJ, Tartibian B, Fatholahi Shourabeh F, Sinaei M. 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;30:427-438. [In Persian]

13. Kraemer WJ, Dunn-Lewis C, Comstock BA, Thomas G, Clark JE, Nindl BC. Growth hormone, exercise, and athletic performance: a continued evolution of complexity. Curr Sports Med Rep 2010; 9:242-252.

14. Berg U, Bang P. Exercise and circulating insulin-like growth factor I. Horm. Res Paediatr 2004; 62:50-58.

15. Copeland J, Heggie L. IGF□I and IGFBP-3 during Continuous and Interval ExerciseInt. J Sports Med 2008; 29:182-187.

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

17. Abdi Keykanlo N, Rohani H, Asari F. Effects of 8 weeks aerobic training on body composition and plasma levels of insulin- like growth factor-1 and insulin-like growth factor binding protein-3 in obese women. Koomesh. 2014; 15:302-309. [In Persian]

18. Dudgeon WD, Aartun JD, Thomas DD, Herrin J, Scheet TP. Effects of suspension training on the growth hormone axis. J Strength Cond Res 2011; 25:62.

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. Med Sci Sports Exerc 2013; 45:420-8.

20. Hasani-Ranjbar S, Soleymani Far E, Heshmat R. Rajabi H, Kohsari H. Time course responses of serum GH, insulin, IGF-1, IGFBP1, and IGFBP3 concentrations after heavy resistance exercise in trained and untrained men. Endocrine 2012; 41:144-151.

21. Sadeghi brojerdi S, Rahimi R. Response of GH and IGF-1 Hormones to Two Strong Resistance Programs with Different Rests Between Sets. SA J Res Sport 2009; 17:57-68.

22. Bird SP, Tarpenning KM, Marino FE. Liquid carbohydrate/essential amino acid ingestion during a short-term bout of resistance exercise suppresses myofibrillar protein degradation. Metabolism 2006; 55:570-577.

23. Field T, Hernandez-Reif M, Diego M, Schanberg S, Kuhn C. Cortisol decreases and serotonin and dopamine increase following massage therapy. Int J Neurosci 2005; 115:1397-413.

24. Steptoe A, Gibson EL, Vuononvirta R, Williams ED, Hamer M, Rycroft JA, et al. The effects of tea on psychophysiological stress responsivity and post-stress recovery: a randomized double-blind trial. Psychopharmacology 2007; 190: 81-89.

25. Arazi H, Malakoutinia F, Izadi M. Effects of eight weeks of TRX versus traditional resistance training on physical fitness factors and extremities perimeter of non-athlete underweight females. Phys Act Rev 2018; 6:73-80.

26. 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]

27. Rezaei, N, Torkaman G, Movasseghe Sh, Hedayati M, Bayat N. The Comparison of 6-Week Resistance Training And Pulsed Electromagnetic Field on Talp, Ca, P, Cortisol, And Anthropometric Parameters In osteoporotic Postmenopausal Women. Iran J Endocrin Metabolism (IJEM) 2012; 14:380-391. [In Persian]

28. Surati Jablu, D, Attarzadeh Hosseini R. Effects of Resistance and Endurance Exercises on Serum Androgens, Cortisol and Lactate in Menopause Women. Iran J Health Physic Act 2012; 3:1. [In Persian]

29. Dashti H, Galedari M, Siahkuhian M. Acute Testosterone and Cortisol Hormonal Responses to Volume and Strength Resistance Traiining in Untrained Young Males. Iran Periodic J cong Sys 2015; 6:55-64. [In Persian]

30. Borg G, Editor. Borg's perceived exertion and pain scales. Stockholm: Human Kinetic; 1998.

31. Borg GA. Psychophysical bases of perceived exertion. Med sci sports exerc 1982; 14:377-381.

32. Borujeni H, Nazarali P, Naghibi S. Effect of Four Weeks HIT on the Levels of GH, IGFBP-3, IGF-1 and Serum Cortisol and some Performance Indicators in Iran Women National Basketball Team. J Sport Biosciences 2013; 5:35-48. [In Persian]

33. Nishida Y, Matsubara T, Tobina T, Shindo M, Tokuyama K, Tanak K, et al. Effect of low-intensity aerobic exercise on insulin-like growth factor-I and insulin-like growth factor-binding proteins in healthy men. Int J Endocrinol 2010; 2010:452820.

34. Prokopy MP, Ingersoll CD, Nordenschild E, Katch FI. Closed-kinetic chain upper-body training improves throwing performance of NCAA division I softball players. J Strength Cond Res 2008;22:1790-98.

35. Puche JE, Castilla-Cortazar I. Human conditions of insulin-like growth factor-I (IGF-I) deficiency. J Transl Med 2012; 10:224.