مقاله پژوهشی

اثر تمرین مقاومتی برونگرا بر قدرت عضلانی، ظرفیت هوازی و فاکتور رشد شبه‌انسولینی در زنان جوان غیرفعال

فهیمه یونسی[1]، محمد علی سردار[2]*

۱-دانشجوی دکتری، گروه فیزیولوژی ورزشی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد تحقیقات نیشابور، نیشابور، ایران

۲-دانشیار، گروه دروس عمومی، دانشکده پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی مشهد، مشهد، ایران

* نشانی نویسنده مسئول: مشهد، دانشگاه علوم پزشکی مشهد، دانشکده پزشکی، گروه دروس عمومی

Email: sardarma@mums.ac.ir

دریافت: ۱۴۰۱/۵/۱ پذیرش: ۱۴۰۱/۱۲/۷

چکیده

مقدمه و هدف: فعالیت جسمانی یک محرک قوی برای سازگاری‌های قلبی – عروقی و فیزیولوژیکی به‌شمار می‌رود. اثرات مثبت تمرین مقاومتی در افزایش حجم عضلانی، از طریق هورمون‌ها و با افزایش میزان متابولیسم و سنتز پروتئین اعمال می‌شود. لذا هدف از پژوهش حاضر، بررسی اثر تمرین مقاومتی برونگرا بر قدرت عضلانی، ظرفیت هوازی و سطح فاکتور رشد شبه‌انسولینی (IGF-1) در زنان جوان غیرفعال بود.

مواد و روش‌ها: تحقیق حاضر از نوع نیمه تجربی و به‌صورت پیش و پس‌آزمون انجام شد، تعداد ۲۸ زن جوان غیرفعال به‌طور تصادفی به دو گروه تمرین مقاومتی برونگرا (۱٤ نفر) و گروه کنترل (۱٤ نفر) تقسیم شدند. برنامه تمرینی مقاومتی برونگرا در گروه تمرین به‌مدت ۱۰ هفته و هفته‌ای ۳ جلسه اجرا گردید. نمونه‌گیری خونی، آزمون‌های قدرت عضلانی اندام‌های بالاتنه و پایین‌تنه، اکسیژن مصرفی بیشینه و ترکیب بدنی در قبل و بعد از مداخله انجام شد. IGF-1 سرم با استفاده از روش الایزا اندازه‌گیری شد. برای تجزیه وتحلیل داده‌ها ازآزمون‌های پارامتریک تی مستقل و تی زوجی استفاده و سطح معنی‌داری کمتر از ۰/۰۵ در نظر گرفته شد.

یافته‌ها: در این مطالعه اختلاف معنی‌داری در قدرت عضلانی بالاتنه و پایین‌تنه، توان هوازی، توده بدون چربی وIGF-1 سرمی در گروه تجربی نسبت به پیش از دوره تمرینی یافت شد (P<۰/۰۵)، در حالی که در گروه کنترل تغییر معنی‌داری مشاهده نشد (P>۰/۰۵). در مقایسه با گروه کنترل، قدرت عضلانی بالاتنه و پایین‌تنه، توان هوازی، توده بدون چربی و سطح IGF-1 سرمی گروه تجربی پس از ده هفته تمرین مقاومتی برونگرا افزایش معنی‌داری نشان داد (P<۰/۰۵).

بحث و نتیجه‌گیری: ده هفته تمرین مقاومتی برونگرا، تغییرات مثبتی در شاخص توده بدن، قدرت عضلانی بالاتنه و پایین‌تنه و حجم عضلات داشته و احتمالا در افزایش وضعیت فیزیولوژیکی و فیزیکی موثر است.

واژه‌های کلیدی: تمرین مقاومتی برونگرا، فاکتور رشد شبه‌انسولین ۱ ، قدرت عضلانی، زنان جوان غیرفعال

مقدمه

برنامه فعالیت ورزشی به‌ویژه تمرین مقاومتی، محرک نیرومندی برای افزایش شرایط آنابولیکی در مسیر سنتز پروتئین‌های عضلانی بوده و سرانجام در ارتقای قدرت و اندازه عضلات تأثیر به‌سزایی دارد. این تأثیرات می‌تواند ناشی از استرس‌های مکانیکی، سازگاری‌های متابولیکی و مارفولوژیکی و پاسخ دستگاه غدد درون‌ریز باشد (۱). مهمترین سازگاری‌های فیزیولوژیک پس از فعالیت بدنی، سازگاری هورمونی است که به عوامل زیادی مثل جنس، وضعیت آزمودنی، سن، حجم تمرین، شدت و نوع تمرین ورزشی بستگی دارد (۲). این تغییرات در هورمون‌های کاتابولیک – آنابولیک بسیار برجسته‌تر است(۲). نشان داده شده است که یک دوره تمرین با دوره‌بندی

مناسب به افزایش هورمون‌های آنابولیکی و کاهش هورمون‌های کاتابولیکی منجر می‌شود. این احتمال وجود دارد که این افزایش و کاهش، سبب بهبود توانایی فرد در رقابت شود، اما فرایند آنابولیکی که فرایندی جبرانی است، باعث تغییر بیشتر در بافت عضلانی می‌شود (۳). ازجمله هورمون‌های متابولیکی، آنابولیکی و مولکول‌های پروتئینی که تحت تأثیر ورزش قرار می‌گیرند و مرتبط با رشد عضلانی هستند، هورمون رشد[1]، فاکتوررشد شبه‌انسولین۱[2]، تستسترون، کورتیزول، لاکتات و پروتئین‌های میوستاتین و فول استاتین می‌باشند (٤). تحقیقات نشان می‌دهد که تمرین قدرتی از طریق افزایش هورمون‌های مذکور سبب بیان پروتئین‌های عضله بیشتر از سطوح استراحتی می‌شود (۵). IGF-1[3] یک فاکتور رشد است که در کبد سنتز می‌شود و به‌دلیل مشارکت در محور هورمونی GH-IGF-1،[4] که در هموستاز بافتی نقش دارد، دارای اثرات ضدآپوپتوز، میتوژنیک، ضدالتهاب، آنتی‌اکسیدان و متابولیک (تنظیم متابولیسم کربوهیدرات و پروتئین) است و به شکل‌پذیری عضلات اسکلتی کمک می‌کند و اثرات بی‌شماری بر سلامتی دارد (٦). فاکتور رشد شبه‌انسولین۱ به‌عنوان یک هورمون آنابولیک، نقش مهمی در رشد و تکامل ایفا می‌کند و سطوح آن بسته به سن متفاوت است و اوج آن معمولا در دوره پس از زایمان و در دوران بلوغ مشاهده می‌شود (۷).

تمرین مقاومتی[5] درسال‌های اخیر یکی از رایج‌ترین تمرینات برای افزایش سطح آمادگی جسمانی شناخته شده است. ویژگی مهم این شیوه تمرینی، افزایش توده و حجم عضلات، کاهش توده چربی و بهبود نیمرخ لیپیدی است که در نهایت باعث بهبود ترکیب بدنی و تناسب اندام می‌شود، از جمله دیگر اثرات مثبت تمرین مقاومتی می‌توان به افزایش اکسایش چربی‌ها، کنترل اشتها و کاهش انرژی دریافتی اشاره کرد (۸). امروزه به خوبی روشن شده است که تمرینات مقاومتی، در نتیجهٔ ترکیب چندین عامل از قبیل استرس مکانیکی، کنترل عصبی، نیازهای متابولیکی و فعالیت اندوکرینی (غدد درون‌ریز)، آثاری قوی بر افزایش اندازه عضله (هایپرتروفی) و قدرت عضلانی دارد. تمرین مقاومتی شامل دو نوع برونگرا[6] و درونگرا[7] می‌باشد. برخی پژوهش‌ها نشان می‌دهند که این دونوع فعالیت موجب تولید تحریک عصبی- عضلانی مجزایی می‌شوند و به پاسخ‌های سازگاری پس از انجام دادن فعالیت متفاوت منجر می‌شوند (۹). بیان شده است که برای ایجاد سازگاری عصبی- عضلانی حداکثری، اثربخشی تمرینات مقاومتی برونگرا بیشتر از تمرینات درونگراست (۱۰). از سه نوع انقباض عضلانی درونگرا، ایستا و برونگرا که می‌توانند در طول تمرین استفاده شوند، تمرینات برونگرا فعالیت‌هایی هستند که در آن عضله تحت فشار قرار می‌گیرد. در طول انقباض‌های برونگرا باری که به عضله وارد می‌شود بیشتر از نیرویی است که عضله تولید می‌کند و کشش ایجاد شده در عضله باعث انقباض طولی و آسیب تارهای عضلانی می‌شود (۱۱)؛ عاملی که احتمالا نقشی موثر در تولید سازگاری‌های عصبی- عضلانی دارد (۱۰). هر چند سازو کارهای دقیق هایپرتروفی و قدرت عضلانی ناشی از تمرین مقاومتی مشخص نیست اما محققان پیشنهاد کرده‌اند که افزایش عواملی مانند فشار متابولیکی، فشار مکانیکی، هایپوکسی، تورم سلولی و ترشح هورمون‌های آنابولیک تأثیر مهمی در افزایش قدرت و هایپرتروفی عضلانی داشته و همه این عوامل محرک‌های قوی برای فعال کردن سیگنالینگ مسیرهای آنابولیک عضلانی می‌باشند (۱۲). اوگاساوار و همکاران (۲۰۱۳) نشان دادند ۳۰ درصد یک تکرار بیشینه پرس سینه در مردان جوان تمرین نکرده ، با ۸۰ درصد آن از نظر هایپرتروفی برابری می‌کند. اما برای افزایش قدرت ایزومتریک، ۸۰ درصد یک تکرار بیشینه بهتر بود (۱۳). چنین به‌نظر می‌رسد که این تغییرات وابسته به نوع برنامه تمرینی، شدت و مدت اجرای آن، تعداد و بزرگی عضلات درگیر یا سابقه تمرینی متفاوت است (١٤). مقدار افزایش هورمون‌های آنابولیک اغلب به شاخص‌های تمرین مقاومتی وابسته است. افزایش سطح کاتکولامین‌ها (آدرنالین و نورآدرنالین) به هنگام ورزش، محرکی بر ترشح GH است. پس از افزایش ترشح GH،IGF-1 نیز به نوبه خود افزایش می‌یابد. لذا می‌توان انتظار داشت که اثرات آنابولیک آن به‌صورت رشد عضلانی- اسکلتی ظاهر شود

1. GH
2. IGF-1
3. Insulin like growth factor 1
4 Growth hormone
5. Strength training
6. Eccentric
7. concentric

(۱۵). افزایش این هورمون‌ها بلافاصله پس از یک جلسه تمرین مقاومتی که شامل بارهای سنگین می‌باشد، به ثبت رسیده است (۱۶،۱۷). پروتئین‌های متصل به IGF-1 (IGFBPs) نیز بر عملکرد این هورمون اثر گذارند؛ از یک طرف اثر آن‌ها باعث افزایش نیمه عمر IGF-1 در خون شده و از طرف دیگر منجر به کاهش IGF-1 آزاد می‌گردند (۱۵). بنابراین IGFBPs نقش موثری بر تنظیم مقدار IGF-1 در طول شبانه‌روز داشته و اثرگذاری این هورمون بر هایپرتروفی و رشد اسکلتی – عضلانی را کنترل می‌کند. با توجه به اثری که فاکتور رشد شبه‌انسولین۱ در افزایش قدرت دارد، با افزایش این هورمون، می‌توان افزایش قدرت را نیز پیش‌بینی کرد (۱۸). البته نتایج تحقیقات در مورد IGF-1 دارای اختلافاتی است. مطالعات افزایش(۱۹) ، کاهش (۲۰) و عدم تغییر (۲۱،۲۲) مقدار IGF-1 به‌دنبال فعالیت و تمرین بدنی را گزارش کرده‌اند. اما نقش تنظیمی واکنش IGF-1 به فعالیت ورزشی هنوز به‌روشنی شناخته نشده است. دلیل این موضوع آن است که درمطالعات گوناگون، پاسخ IGF-1 به فعالیت ورزشی فرق می‌کند. سئو و همکاران (۲۰۱۶) طی مطالعه‌ای روی زنان اذعان کردند که ۱۲ هفته تمرین مقاومتی با شدت ۲۰ درصد 1 RM[1] با محدودیت جریان خون، با افزایش سطوح سرمی IGF-1 همراه است (۱۹). بیژه و همکاران (۱۳۹۳) با بررسی تأثیر شش ماه تمرین هوازی برسطح هورمون رشد، IGF-1 و نسبت GH به IGF-1 سرمی زنان میانسال غیر فعال، کاهش معنی‌دار سطوح IGF-1 سرم زنان میانسال را نشان دادند (۲۰). دسوزا و همکاران (۲۰۱۸) در پژوهشی عدم تغییر معنی‌دار را پس از تمرین ترکیبی گزارش کردند که پژوهشگران این عدم تغییر را به نوع، شدت و مدت برنامه تمرینی نسبت دادند (۲۲).

به‌نظر می‌رسد پژوهش‌های بیشتری درمورد پاسخ IGF-1 باید انجام شود، زیرا به‌دلیل پیچیدگی فرآیندهای آن ، هنوز ابهامات زیادی وجود 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. بنابراین با توجه به نقش عوامل رشد در هایپرتروفی عضلانی و سنتزپروتئین و در نتیجه افزایش آمادگی عضلانی، پژوهشگر در این مطالعه به‌دنبال پاسخ به این سوال است که آیا ۱۰ هفته تمرین مقاومتی برونگرا برقدرت عضلانی بالاتنه وپایین‌تنه، حداکثر اکسیژن مصرفی، توده بدون چربی و فاکتور رشد شبه‌انسولین۱ در زنان جوان غیرفعال تأثیرگذار می‌باشد؟

روش شناسی

تحقیق حاضر از نوع نیمه‌تجربی و به‌صورت پیش و پس‌آزمون انجام شد. جامعه آماری این پژوهش را زنان جوان ۲۹-۲۰ سال شهر مشهد تشکیل می‌دادند. دراین پژوهش انتخاب آزمودنی‌ها به صورت داوطلبانه و هدفمند انجام شد. به این منظور پژوهشگر، از طریق پیامک گروهی؛ زنان جوان را برای شرکت درپژوهش، ثبت‌نام و سپس شرکت در جلسه توجیهی دعوت نمود. پس ازتشریح طرح وشرح کاملی از زمان ، مکان، شیوه اجرای آزمون و اهداف طرح، فواید طرح وخطرات نادر احتمالی، پژوهشگر به منظور تعیین میزان فعالیت بدنی هرفرد و همچنین آگاهی ازوضعیت سلامت فعلی افراد، پرسشنامه سنجش میزان فعالیت بدنی وپرسشنامه سابقه پزشکی و رضایت‌نامه شرکت درتمرینات را بین افراد توزیع نمود. پس از تکمیل پرسشنامه‌ها، افراد براساس معیارهای زیر برای ورود به تحقیق انتخاب شدند: زنان بین ۲۹-۲۰ سال، غیرفعال بودن (نداشتن حداقل ۳۰ دقیقه فعالیت بدنی متوسط در روز برای سه روز در هفته، حداقل ٦ ماه قبل)، شاخص توده بدنی بین ۲۰-۲۵ کیلوگرم برمترمربع، عدم مصرف سیگار، عدم مصرف هرنوع دارویی که منجر به تغییرسطوح فاکتور رشد شبه‌انسولین۱ می‌شد، عدم ابتلا به بیماری‌های قلبی- عروقی، اسکلتی عضلانی، بیماری‌های مفصلی و ارتوپدی یا هرگونه آسیبی که منجر به عدم توانایی در اجرای تمرینات و آزمون‌ها می‌شد. معیارهای خروج افراد از تحقیق عبارت بودند از: داشتن بیش از دو جلسه غیبت درزمان اجرای پروتکل تمرینی، مبتلا شدن به بیماری‌های ذکرشده بالادرطول تحقیق ، مصرف دارو یا هر نوع مکمل‌های غذایی که روی فاکتور موردنظر تأثیرگذار باشد، شرکت در برنامه ورزشی منظم خارج از برنامه تمرینی مطالعه، عدم شرکت در انجام آزمایشات.

حجم نمونه با توجه به مطالعه آریکاوا وهمکاران (۲۰۱۰) (۲۳) و براساس فرمول مقایسه میانگین‌ها در مورد IGF-1 و با در نظر گرفتن α=۰/۰۵ و β=۰/۲ ، ١٤ نفر در هر گروه برآورد

1. Repetition Maximum

شد که تعداد کل نمونه‌ها ۲۸ نفر (۱٤ نفر برای گروه تجربی و ۱٤نفر برای گروه کنترل) در نظر گرفته شد. براساس معیارهای ورود، نفرات واجد شرایط انتخاب شده و به‌صورت داوطلبانه درتحقیق شرکت کردند و به‌ترتیب ورود و به‌طور تصادفی به دو گروه تجربی (۱٤ نفر) و کنترل (۱٤ نفر) تقسیم شدند. به‌منظور تخصیص تصادفی در خصوص نفر اول، در یک ظرف کد A و B ریخته شد و برای نفر اول یک کد با قرعه‌کشی برداشته شد و سپس واحدهای پژوهش به‌صورت یک در میان در یکی از گروه‌های تجربی یا گروه کنترل تخصیص یافتند.

آزمودنی‌های گروه تجربی دریک برنامه تمرینات مقاومتی برونگرا به مدت ۱۰هفته و هفته‌ای سه جلسه شرکت کردند. مدت زمان هرجلسه تمرینی ٦۰-٤۵ دقیقه و شامل ۱۰ دقیقه گرم کردن، ٤۰-۳۵ دقیقه اجرای برنامه تمرینی و ۱۰ دقیقه سرد کردن و انجام حرکات کششی بود. هرجلسه سه ست با استراحت‌های ۲ تا ۳ دقیقه‌ای بین ست‌ها انجام شد.

حجم تمرینات شامل پرس پا و پرس دست با تاکید بر بخش برونگرا در نظرگرفته شد. ماه اول ۱۵ تا ۲۵ تکرار و ماه آخر ٦ تا ۸ تکرارتمرینات ادامه یافت. هر هفته ۵ درصد افزایش بار صورت گرفت. با توجه به نوع تمرینات، آزمودنی‌ها تنها بخش برونگرا را انجام دادند و بعد از اتمام بخش برونگرا، وزنه توسط پژوهشگر به حالت اولیه برگشت داده می‌شد. این پروتکل مشابه پروتکل مورد استفاده در چند مطالعه قبلی بود که با تغییرات اندک مورد استفاده قرار گرفت (جدول ۱)(۲٤-۲۷).

جدول ۱. پروتکل تمرین مقاومتی برونگرا

	هفته	اول	دوم	سوم	چهارم	پنجم	ششم	هفتم	هشتم	نهم	دهم
برنامه تمرین مقاومتی برونگرا (پرس دست و پرس پا)	تعداد ست ها	۳	۳	۳	۳	۳	۳	۳	۳	۳	۳
	تعداد تکرارها	۲۵-۱۵	۲۵-۱۵	۲۵-۱۵	۲۵-۱۵	۸-۶	۸-۶	۸-۶	۸-۶	۸-۶	۸-۶
	شدت (درصد 1RM)	۳۰	۳۵	٤۰	٤۵	۵۰	۵۵	۶۰	۶۵	۷۰	۷۵
	استراحت بین ست‌ها (دقیقه)	۳-۲	۳-۲	۳-۲	۳-۲	۳-۲	۳-۲	۳-۲	۳-۲	۳-۲	۳-۲

برای اندازه‌گیری قد و وزن آزمودنی‌ها به‌ترتیب از دستگاه قدسنج SECA ساخت کشور آلمان با دقت ۰/۰۰۱ متر و ترازوی دیجیتال SECA ساخت کشور آلمان با دقت ۰/۰۱ کیلوگرم استفاده شد و شاخص توده بدنی با تقسیم وزن فرد (کیلوگرم) به مجذور قد (متر) محاسبه شد. برای اندازه‌گیری درصدچربی و توده بدون چربی بدن ازدستگاه بیوالکتریکال ایمپدانس BIA (ساخت کشور کره) که یک روش غیرتهاجمی و آسان برای تعیین ترکیب بدن است، استفاده شد.

برای اندازه‌گیری سطح سرمی IGF-1 از کیت آزمایشگاهی ساخت شرکت مدیاگنوست کشور آلمان و به روش الایزا استفاده شد، به این صورت که خون‌گیری از ورید بازویی دست راست به مقدار ۵ میلی لیتر در دو مرحله ،یک روز قبل از اولین جلسه تمرین (پیش‌آزمون) و دیگری ٤۸ ساعت پس از آخرین جلسه تمرین (پس‌آزمون) در هفته دهم و پس از ۱۲ تا ۱٤ ساعت ناشتایی از هر دو گروه کنترل و تجربی، در شرایط و زمان کاملا مشابه انجام پذیرفت.

اندازه‌گیری حداکثر قدرت بالاتنه برحسب کیلوگرم با استفاده از دینامومتر دیجیتال دستی سیهان ساخت کشورکره بادقت ۰/۱ کیلوگرم به روش زیر انجام شد؛ بعد از مشخص شدن دست برتر، آزمودنی روی یک صندلی، راحت نشسته و دست برتر خود را روی میزی کنارش قرار می‌داد. در شرایطی که آرنج در زاویه ۹۰ درجه بود، به آزمودنی‌ها ۳ بار فرصت داده شد تا حداکثر قدرت دست خود را روی دینامومتر اعمال کنند. ضمن اینکه از آن‌ها خواسته شد دست شان بی‌حرکت باشد و کف دست به سمت مچ خم نشود. بهترین رکورد به‌عنوان حداکثر قدرت دست ثبت گردید (۲۸).

همچنین برای اندازه‌گیری قدرت پایین‌تنه نیز از دینامومتر دیجیتال پایی سیهان ساخت کشور کره با دقت ۰/۱ کیلوگرم استفاده شد، آزمودنی‌ها دینامومتر را در زیر پاهای خود قرار

می‌دادند و محقق طول زنجیر آن را متناسب با وضعیت آزمودنی تنظیم می‌کرد. سپس آزمودنی دستگیره دینامومتر را با هر دو دست گرفته و با حداکثر فشار آن را به سمت بالا می‌کشید. نیروی اعمال شده در صفحه مدرج دینامومتر برحسب کیلوگرم نشان داده می‌شد و به عنوان قدرت عضلات پایین‌تنه آزمودنی ثبت می‌گردید (۲۸). حداکثراکسیژن مصرفی آزمودنی‌ها با استفاده ازنوارگردان تکنوجیم ساخت کشور ایتالیا و به‌کارگیری پروتکل اصلاح شده بروس (جدول ۲) اندازه‌گیری گردید (۲۹).

روش‌های آماری

با استفاده ازنرم‌افزار SPSS نسخه ۲۱ ابتدا نرمال بودن داده‌ها به‌وسیله تست شاپیروویلک بررسی گردید. با توجه به نرمال بودن داده‌ها از آزمون تی وابسته برای بررسی تغییرات گروه‌ها در پس‌آزمون نسبت به پیش‌آزمون و همچنین از تی مستقل برای مقایسه تغییرات بین‌گروهی متغیرهای پژوهش استفاده شد. میزان P کمتر از ۰/۰۵ معنی‌دار در نظر گرفته شد.

جدول ۲. مراحل آزمون بروس

مرحله	۱	۲	۳	٤	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰
زمان (دقیقه)	۰	۳	۶	۹	۱۲	۱۵	۱۸	۲۱	۲٤	۲۷
سرعت (کیلومتر بر ساعت)	۲/۷٤	٤/۰۲	۵/٤۷	۶/۷۶	۸/۰۵	۸/۸۵	۹/۶۵	۱۰/٤۶	۱۱/۲۶	۱۲/۰۷
شیب	۱۰٪	۱۲٪	۱٤٪	۱۶٪	۱۸٪	۲۰٪	۲۲٪	۲٤٪	۲۶٪	۲۸٪

یافته‌ها

اطلاعات توصیفی مربوط به آزمودنی‌ها در جدول ۳ ارائه شده است. نتایج آزمون تی زوجی و تی مستقل در جدول ٤ ارائه شده است. براساس نتایج آزمون تی وابسته، شاخص عملکردی قدرت عضلات بالاتنه قبل و بعد از اجرای برنامه مقاومتی برونگرا در گروه تمرین از ٦/٤۱±۲۵/۷۸ کیلوگرم به ۲۹/۷±۱۷/۲۹ کیلوگرم افزایش معنی‌دار یافت (P=۰/۰۰۵) و قدرت عضلات پایین‌تنه نیز از ۱۸/۷٤±۵۰/۱۷ کیلوگرم به ۷۱/۱۹±۸۳/٤۷ کیلوگرم افزایش معنی‌داری نشان داد (P=۰/۰۰۰۳). همچنین تمرینات مقاومتی برونگرا به مدت ۱۰ هفته در گروه تمرین تأثیر معنی‌داری بر حداکثر اکسیژن مصرفی (P=۰/۰۲۹)، توده بدون چربی (P=۰/۰۳٤) و فاکتور رشد شبه‌انسولین ۱ (P=۰/۰۲۶) داشت. مقایسه تغییرات میانگین قدرت عضلات بالاتنه، قدرت عضلات پایین‌تنه، حداکثر اکسیژن مصرفی، توده بدون چربی و فاکتور رشد شبه‌انسولین۱ در آزمودنی‌های دو گروه با کمک آزمون تی مستقل، بیانگر تغییرات معنی‌دار قدرت عضلات بالاتنه (P=۰/۰۰٤)، پایین‌تنه (P=۰/۰۰۰۱)، حداکثر اکسیژن مصرفی (P=۰/۰۰۱)، توده بدون چربی (P=۰/۰۳۷) و فاکتور رشد شبه‌انسولین۱ (P=۰/۰۲۶) در گروه تمرین نسبت به گروه کنترل بود.

جدول ۳. اطلاعات توصیفی آزمودنی‌ها (میانگین±انحراف استاندارد)

مشخصات گروه	سن (سال)	قد (سانتیمتر)	وزن (کیلوگرم)	شاخص توده بدنی (کیلوگرم بر مترمربع)
گروه کنترل	۲۶/۳±۲۵/۰۸	۱۶۰/۷۷±۳	۵۶/۶±٤۰/۰۳	۲۲/۱±۰۸/۹۲
گروه تمرینی	۲۳/۳±۲۵/۵۷	۱۵۸/۵±۳	۵۵/۸±۷۱/۵۱	۲۲/۲±۱۱/۵۰

جدول ٤. نتایج آزمون تی زوجی و تی مستقل آزمودنی ها

متغیر	گروه تجربی			گروه کنترل			P
	پیش‌آزمون	پس‌آزمون	P**	پیش‌آزمون	پس‌آزمون	P**	بین گروهی***
شاخص توده بدن (کیلوگرم برمترمربع)	۲۲/۱۰ ± ۲/٤۹	۲۲/۲۷ ± ۲/۶۲	۰/۱۲	۲۲/۰۸ ± ۱/۹۲	۲۲/۰۶ ± ۲/۰۵	۰/۸۷	۰/۹۷۹
درصد چربی بدن (درصد)	۲۲/۸±۲٤/٤۹	۱۸/۳±۶۵/۵۲	۰/۰۶۵	۱۶/۶۷ ±۲/۸۱	۱۶/۶۰±۳/۱۸	۰/۷۷۳	۰/۷۲
توده بدون چربی (کیلوگرم)	۲۲/۳±۵۱/۹۲	۲٤/۶±۷۵/۳۳	۰/۰۳٤*	۲۱/۸۸ ±۳/۳۵	۲۱/۸۶±۳/۰۶	۰/۹٤۲	۰/۰۳۷*

حداکثراکسیژن مصرفی (میلی‌لیتر/کیلوگرم/ دقیقه)	۲۸/۸±۹۸/۲٤	۳٤/۱±۸۵/۸۸	۰/۰۲۹*	۳۱/۲±۷۳/۰۲	۳۲/۱±۰۸/۶۶	۰/٤۹۵	۰/۰۰۱*
قدرت عضلانی بالاتنه (کیلوگرم)	۲۵/۶±۷۸/٤۱	۲۹/۷±۱۷/۲۹	۰/۰۰۵*	۲۳/۸۶ ±۲/۹۲	۲۳/۵۹±۱/۷۵	۰/۶٤٤	۰/۰۰٤*
قدرت عضلانی پایین‌تنه (کیلوگرم)	۵۰/۱۸±۱۷/۷٤	۷۱/۱۹±۸۳/٤۷	۰/۰۰۰۳*	۶۶/۱۲ ±۱۰/۵۱	۶۷/۲۲±۱۶/۸۸	۰/۶۵۹	۰/۰۰۰۱*
فاکتور رشد شبه‌انسولین۱ (نانوگرم/ میلی‌لیتر)	۱۱۵/۳۵±۵/۲۵	۱٤۷/٤۲±۰۰/۹٤	۰/۰۲۶*	۱۳۳/۵ ±۳۷/۲۰	۱۳۱/۷±۳۲/۷۱	۰/۸۷۳	۰/۰۲۶*

*نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار، ** نشان‌دهنده آزمون تی زوجی، *** نشان‌دهنده آزمون تی مستقل

بحث

مطالعه حاضر به منظور تعیین اثر ۱۰هفته تمرین مقاومتی برونگرا بر قدرت عضلانی بالاتنه و پایین‌تنه، حداکثر اکسیژن مصرفی، توده بدون چربی و فاکتور رشد شبه‌انسولین ۱ در زنان جوان غیرفعال، انجام گرفت. یافته‌های پژوهش حاضر این بود که ۱۰هفته تمرین مقاومتی برونگرا منجر به افزایش معنی‌دار قدرت عضلانی بالاتنه و پایین‌تنه، حداکثر اکسیژن مصرفی، توده بدون چربی و فاکتور رشد شبه‌انسولین ۱ زنان جوان می‌شود که این افزایش مشاهده شده درقدرت عضلانی و توده بدون چربی درگروه تمرین مقاومتی، با توجه به غیرتمرین‌کرده بودن آزمودنی‌ها، قابل انتظار بود.

یکی از مهم‌ترین دستاوردهای این تحقیق افزایش معنادار IGF-1 پس از اجرای تمرین مقاومتی است که دوسازو کار برای این افزایش ذکر شده است؛ یکی از طریق افزایش GH و تحریک تولید کبدی IGF-1 و دیگری افزایش پروتئولیز پروتئین‌های پیوندی عوامل رشد شبه‌انسولینی(IGFBP) به‌دنبال فعالیت سنگین مقاومتی (۳۰) که یافته‌های به‌دست آمده از پژوهش حاضر با نتایج گزارش شده توسط قراخانلو و همکاران (۱۳۹۲) مبنی بر افزایش سطوح IGF-1 متعاقب تمرینات مقاومتی در عضله پهن جانبی مردان غیرورزشکار (۳۱)، سلیمانی و همکاران (۱۳۹۳) مبنی بر افزایش معنادار IGF-1 متعاقب مقایسه تاثیر یک جلسه فعالیت ورزشی مقاومتی به دو شیوه سوپر ست‌های معکوس و ترکیبی بر پاسخ کراتین کیناز، فاکتور رشد شبه‌انسولین۱ و هورمون رشد پلاسما در مردان تمرین کرده (۳۲) و همچنین اسدپور و همکاران (۳۳) و میاکه و همکاران (۳٤) همسو می‌باشد، اما با نتایج مطالعات کردی و همکاران (۱۳۹۱) مبنی بر عدم تاثیر معنادار بر سطوح IGF-1 متعاقب فعالیت ورزشی مقاومتی با شدت‌های ٦۰ و ۸۰ درصد (۳۵) و نیز ریبریو و همکاران (۲۰۱۷) (۳٦) و هافمن و همکاران (۲۰۱٦) (۳۷) همخوانی ندارد. این تفاوت‌ها ممکن است به‌طور جزئی به نیازهای متابولیکی فعالیت ورزشی بستگی داشته باشد و همچنین شاید این عدم همخوانی، به آمادگی افراد مورد مطالعه، نوع آزمودنی‌ها، مدت و شدت تمرین و دقت وسایل اندازه‌گیری مربوط باشد. به‌طورمثال تی سایی و همکاران (۲۰۱۵) نشان دادند ۱۲ ماه تمرین مقاومتی در مردان مسن، باعث افزایش سطح IGF-1 می‌شود (۳۸)، همچنین اسکودسه و همکاران (۲۰۱٦) اظهار داشتند که تمرین مقاومتی با شرایط مناسب در شدت (۵۲ درصد یک تکرار بیشینه) و مدت (یک جلسه سی دقیقه‌ای) بر ترشح IGF-1 تأثیر داشته و این افزایش احتمالا از طریق تسهیل ورود گلوکز به درون عضله اسکلتی بدون وابستگی به انسولین، میانجی‌گری می‌شود (۳۹). به‌طور کلی می‌توان گفت سازش‌پذیری با تمرین ورزشی، تاحد زیادی به نوع برنامه تمرینی وابسته است که علاوه بر شدت و حجم، متغیرهای دیگری چون بار تمرین، تعداد دوره‌ها، تعداد تکرارها، مقدار استراحت بین دوره‌ها، حجم عضلات درگیر و تعداد جلسات در هفته از آن جمله‌اند (٤۰). از طرفی گفته شده افزایش پاسخ‌های هورمونی، تنها به شدت فعالیت جسمانی بستگی ندارد، بلکه مدت اجرای فعالیت یا تعامل هر دو نیز می‌توانند موثر واقع شوند. به‌طوری که اگر شدت فعالیت بدنی (صرف نظر از نوع آن فعالیت) زیاد نباشد ولی زمان اجرای فعالیت به اندازه کافی طولانی باشد، این عامل سبب افزایش پاسخ هورمونی می‌شود (۳۸)؛

از طرف دیگر سن یکی دیگر از عوامل مهم و تأثیرگذار بر سطوح هورمونی است و حتی پاسخ‌ها وسازگاری‌های این پیامبرهای شیمیایی نسبت به فعالیت ورزشی را نیز می‌تواند

تحت تأثیر قرار دهد (٤١). از سازوکارهای افزایش مقدار هورمون IGF-1، می‌توان به افزایش فعالیت سیستم عصبی سمپاتیک با ترشح هورمون‌های آدرنالین و نورآدرنالین در اثر فعالیت بدنی اشاره کرد که به تحریک فعالیت سیستم عصبی مرکزی آدرنرژیک منجر می‌شود و در پی آن، تحریک ترشح هورمون رشد در هیپوفیز قدامی رخ می‌دهد که در نهایت افزایش ترشح هورمون IGF-1 را در پی دارد (٤٢). تمرین مقاومتی خود به تنهایی نیز یک محرک بالقوه برای افزایش سنتز پروتئین عضلانی و در نتیجه هایپرتروفی عضلانی و افزایش قدرت است که در نهایت منجر به افزایش سطح مقطع فیبرهای عضلانی و تغییر در ترکیب آنها می‌شود (٤٣). البته باید عوامل اثرگذار دیگری که برسطوح این هورمون موثر است مانند سیکل ماهیانه ورزشکاران دختر، ترکیب بدن، سن، جنسیت، گروه ورزشکار و کم تحرک، چرخه خواب و بیداری، وضعیت تغذیه‌ای، تعادل انرژی نیزمورد توجه قرار گیرد (٢١). از طرفی می‌توان گفت پاسخ IGF-1 به تمرین، تحت تأثیر عواملی چون پروتکل تمرین (مدل هایپرتروفی کننده نسبت به مدل افزایش‌دهنده قدرت باعث تحریک بیشتر سنتز IGF-1 می‌شود) (٤٤) و زمان اندازه‌گیری سطوح استراحتی IGF-1 (٤٥) است. در این تحقیق به‌نظر می‌رسد طول مدت تمرین یک عامل تعیین‌کننده در افزایش بیان IGF-1 باشد، به‌طوری که در برخی مطالعات فرض شده است سازگاری IGF-1 به تمرین مقاومتی دارای دوم رحله است یک فاز آغازین و کاتابولیکی (٥ تا ٦ هفته) که در پاسخ به تمرین سطوح IGF-1 بدون تغییر یا کاهش می‌یابد (٤٦) مرحله دوم که فازآنابولیکی است (بیش از۷هفته) وسطوح IGF-1 افزایش می‌یابد (٤٧). بنابراین درتحقیق حاضر شاید علت افزایش IGF-1 تاکید دو مرحله‌ای بودن سازگاری IGF-1 به تمرین باشد، به عبارتی در این مدت IGF-1 درحال طی کردن فاز آنابولیکی بوده است ونقش زیادی در سازگاری‌های عضلانی به تمرین مقاومتی دارد (٤٨). مطلب دیگراین که زمان اندازه‌گیری IGF-1 متعاقب تمرین مقاومتی حائز اهمیت است. رهاسازی IGF-1 مستلزم سنتز پروتئین جدید است و می‌توان گفت اوج غلظت IGF-1، ٢٤ ساعت پس ازتمرین مقاومتی است و شاید یکی ازعلل افزایش IGF-1، به این موضوع مربوط می‌شود، زیرا به منظور بررسی سازگاری‌های IGF-1 به تمرین؛ حداقل باید نمونه‌گیری ٤٨ ساعت بعد ازآخرین نوبت تمرین باشد (٤٤). گفته می‌شود که هورمون IGF-1 یکی از مهمترین فاکتورهای رشد است که نقش مهمی در فعال‌سازی سلول‌های ماهواره‌ای، افزایش سنتز پروتئین، کاهش تجزیه پروتئین، هایپرتروفی تار عضلانی و رشد عضلات دارد (٤٩). گفته شده که سازگاری‌های مزمن IGF-1 پس از تمرین مقاومتی ممکن است وابسته به حجم وشدت تمرین باشد(٥٠) و نیز در میان عوامل بسیار دیگری که غلظت‌های IGF-1 را تنظیم می‌کنند، تغییرات ناشی ازتمرین در ترکیب بدنی نیزممکن است نقشی را ایفا کند (٥١). از آن جایی که عضله اسکلتی غلظت‌های بالایی ازگیرنده‌های IGF-1 را نشان می‌دهد و به اثرات آنابولیک این عامل رشدی حساس است (٥٢)، بنابراین ارتباط بین IGF-1 وتوده بدون چربی ممکن است تا حدودی اثرات آنابولیک مفیدIGF-1 القا شده به‌وسیله تمرین را منعکس کند و احتمالا افزایش معنادار توده بدون چربی را می‌توان به‌دلیل سنتز پروتئین در عضله به دلایل ذکر شده بالا توجیه کرد؛ از طرفی می‌توان چنین گفت که تمرین باعث افزایش فعالیت دستگاه سمپاتیک (اپی‌نفرین و نوراپی‌نفرین) و هورمون رشد می‌شود واز آن جایی که هر کدام از این هورمون‌ها به نوبه خود لیپولیز را فعال می‌کنند؛ منجر به کاهش توده بدون چربی نیز می‌شوند. نتایج پژوهش ما با یافته‌های پژوهش انصاری کلاچاهی و همکاران (١٣٩٩) و کولمن و همکاران (٢٠٢٠) که در توده بدون چربی بهبود معنی‌داری دیده شده بود، همسو است (٥٤،٥٣).

افزایش حداکثراکسیژن مصرفی ناشی از تمرین مقاومتی در این تحقیق را نیز می‌توان به عواملی چون افزایش برونده قلبی و اختلاف اکسیژن خون سرخرگی سیاهرگی نسبت داد؛ بنابراین با افزایش معنی‌دار توده بدون چربی بدن، قدرت و توان هوازی می‌توان نتیجه گرفت که پروتکل تمرینی ارائه‌شده برمبنای اصول تمرینی بوده وموجب سازگاری‌های قلبی ریوی و همچنین سازگاری‌های عصبی عضلانی به‌دنبال تمرین مقاومتی و افزایش معنی‌دارIGF-1 آزمودنی‌ها شده است.

نتیجه‌گیری

براساس نتایج به‌دست آمده دراین تحقیق، باتوجه به تأثیرات مثبت ومعنی‌دار تمرینات مقاومتی برونگرا بر قدرت عضلانی بالاتنه و پایین تنه، فاکتور رشد شبه‌انسولین ١ و نیز حداکثراکسیژن مصرفی زنان جوان شرکت‌کننده درتحقیق

حاضر، پیشنهاد می‌گردد ازاین نوع تمرینات ورزشی برای بهبود ارتقاء قدرت عضلانی و استقامت قلبی- ریوی استفاده گردد. از طرفی دیگر با توجه به اینکه نتـایج سـازگاری‌هـای درازمـدت IGF-1 گردش خون به تمرین مقاومتی، ناهمخوان است؛ بـرای مشخص شدن دلایل احتمال و مکانیسم‌های اثر تمرین مقاومتی بر فاکتور رشد شبه‌انسولین ۱ و دلایل افزایش یا کاهش سطوح سرمی این فاکتور به تحقیقات وبررسی‌های بیشتری نیاز است.

منابع

1. Paoli A, Pacelli Q F, Neri M, Toniolo L, Cancellara P, Canato M, et al. Protein supplementation increases post exercise plasma myostatin concentration after 8 weeks of resistance training in young physically active subjects. *Journal of Medicinal Food.* 2015; 18(1), 137-143. doi: 10.1089/jmf.2014.0004.
2. Filaire E, Lac G. Dehydroepiandrosterone (DHEA) rather than testosterone shows saliva androgen responses to exercise in elite female handball players. *International Journal of Sports Medicine*. 2000; 21(01):17-20. doi: 10.1055/s-2000-8851.
3. Buresh R, Berg K, French J. The effect of resistive exercise rest interval on hormonal response, strength and hypertrophy with training. *Journal of Strength and Conditioning Research.* 2009; 23: 62-71. doi: 10.1519/JSC.0b013e318185f14a.
4. Mohammadi R, Afroundeh R, Khajehlandi M, Mohammadian M. Survey on the acute effect of resistance training with and without blood flow restriction on muscle hypertrophy indicators. *Journal of Rehabilitation Medicine.* 2020; 9(1):147-55. doi: 10.22037/JRM.2019.112040.2146.
5. Burd NA, Tang JE, Moore DR, Phillips SM. Exercise training and protein metabolism: influences of contraction, protein intake, and sex- based differences. *Journal of Applied Physiology*. 2009; 106(5):1692-701. doi: 10.1152/japplphysiol. 91351.2008.
6. Vitale G, Pellegrino G, Vollery M, Hofland LJ. ROLE of IGF-1 System in the modulation of longevity: controversies and new insights from a centenarians' perspective. *Frontiers in Endocrinology*. 2019; 10:27. doi:10.3389/fendo.2019.00027.
7. Rahmani J, Kord Varkaneh H, Clark C, Zand H, Bawadi H, M. Ryan P, et al. The influence of fasting and energy restricting diets on IGF-1 levels in humans: A systematic review and meta-analysis. *Ageing Research Reviews*. 2019; 53:100910. doi:10.1016/j.arr.2019.100910.
8. Ghaedi H, Hosseini SA, Jaberi H. Effect of 8 weeks of resistance exercise combined with shirazi thyme supplementation on plasma levels of INF-γ and TNF-alpha in men with non-alcoholic fatty liver. *Complementary Medicine Journal.* 2021; 11(3):256-267. do: 10.32598/cmja.11.3.1071.1. [In Persian]
9. Schoenfeld, BJ. Science and Development of Muscle Hypertrophy. Champaign, IL; *Human Kinetics*; 2016. p. 12, 36-8.
10. Bagheri T, Abedi B, Hedayatpour N. Assessing electromyographic activity ratio of the vastus medialis oblique to vastus laterlis muscle after resistance eccentric and concentric training. *Studies in Sport Medicine*, 2022; 14(31): 85-106. doi: 10.22089/smj.2022.11597.1542.
11. Franchi MV, Reeves ND, Narici MV. Skeletal muscle remodeling in response to eccentric vs. concentric loading: morphological, molecular, and metabolic adaptations. *Frontiers in Physiology.* 2017; 8:447. doi:10.3389/fphys. 2017.00447.
12. De Freitas MC, Gerosa-Neto J, Zanchi NE, Lira FS, Rossi FE. Role of metabolic stress for enhancing muscle adaptations: Practical applications. *World Journal of Methodology*. 2017; 7(2):46. doi: 10.5662/wjm.v7.i2.46.
13. Ogasawara R, Loenneke JP, Thiebaud RS, Abe T. Low-load bench press training to fatigue results in muscle hypertrophy similar to high-load bench press training. *International Journal of Clinical Medicine*. 2013; 4(2):114-121. doi: 10.4236/ ijcm.2013.42022.
14. Rosa C, Vilaça-Alves J, Fernandes HM, Saave- dra FJ, Pinto RS, dos Reis VM. Order effects of combined strength and endurance training on testosterone, cortisol, growth hormone, and IGF-1 binding protein 3 in concurrently trained men. *Journal of Strength and Conditioning Research*. 2015; 29(1):74-9. doi: 10.1519/JSC.0000000000000610.
15. Naserkhani F, Mehdizadeh R. The acute response of hemodynamic parameters to walking on a treadmill with blood flow restriction in sedentary young girls. *Sport Physiology & Management Investigations*, 2018; 9(4): 43-53. [In Persian]
16. Stokes K, Nevill M, Frystyk J, Lakomy H, Hall G. Human growth hormone responses to repeated bouts of sprint exercise with different recovery periods between bouts. *Journal of Applied Physiology.* 2005; 99(4):1254-61. doi: 10.1152/ japplphysiol.00839.2004.
17. El Elj N, Elloumi M, Zaouali M, Latiri I, Lac G, Tabka Z. Discrepancy in IGF-1 and GH response to submaximal exercise in young male subjects. *Science & Sports*. 2007; 22(3-4):155-9. doi.org/10.1016/j.scispo.2007.06.002.
18. Kerem M, Ferahkose Z, Yilmaz UT, Pasaoglu H, Ofluoglu E, Bedirli A, et al. Adipokines and ghrelin in gastric cancer cachexia. *World Journal of Gastroenterolgy*. 2008; 14(23):3633. doi: 10.3748/wjg.14.3633.
19. Seo D I, So W Y, Sung D J. Effect of a low-intensity resistance exercise program me with blood flow restriction on growth hormone and insulin-like growth factor-1 levels in middle-aged women. *South African Journal for Research in Sport, Physical Education and Recreation.* 2016:38(2): 167-77. https://hdl.handle.net/10520/EJC192940.
20. Bijeh N, Hejazi K. The effect of a six-month aerobic exercise on levels of GH, IGF-1 and GH/IGF-1 ratio serum in sedentary middle-aged women. *Journal of Shahid Sadoughi University of Medical Sciences.* 2013; 21(4):415-27. http:// jssu.ssu.ac.ir/article-1-2085-en.html. [In Persian]
21. Eliakim A, Nemet D, Zaldivar F, McMurray RG, Culler FL, Galassetti P, et al. Reduced exercise-associated response of the GH-IGF-I axis and catecholamines in obese children and adolescents. *Journal of Applied Physiology.* 2006;

100(5):1630-7. doi: 10.1152/japplphysiol.01072.2005.
22. De Souza TMF, Libardi CA, Cavaglieri CR, et al. concurrent training with blood flow restriction does not decrease inflammatory markers. *International Journal of Sports Medicine*. 2018; 39(1):29-36. doi: 10.1055/s-0043-119222.
23. Arikawa AY, Kurzer MS, Thomas W, Schmitz KH. No effect of exercise on insulin-like growth factor-I, insulin, and glucose in young women participating in a 16-week randomized controlled trial. *Cancer Epidemiology Biomarkers & Prevention*. 2010; 19(11):2987-90. doi: 10.1158/1055-9965.EPI-10-0828.
24. Borst SE, Dehoyos DV, Garzarella K. Vincent L. Pollock DT, Pollock ML. Effects of resistance training on insulin-like growth factor-I and IGF Binding Proteins. *Med Sci Sports Exerc*. 2000; 33(4): 648-653. doi: 10.1097/00005768-200104000-00021.
25. Kraemer, WJ, Volek JS, Bush JA, Putukian M, Sebastianelli WJ. Hormonal responses to Consecutive6. days of heavy resistance exercise with or without nutritional Supplementation. *Journal of Applied Physiology.* 1998; 85:1544-1555. doi: 10.1152/jappl.1998.85.4.1544.
26. Kraemer RR, Kilgore JL, Kraemer GR, and Castracane VD. Growth hormone, IGF-I, and Testosterone responses to resistive exercise. Medicine and Science in Sports and Exercise. 1992; 24(12):1346-52. PMID: 1470017.
27. Kraemer WJ, Aguilera BA, Terada M, Newton RU, Lynch JM, Rosendaal G, et al. Responses of IGF-I to endogenous increase in growth hormone after heavy resistance exercise. *Journal of Applied Physiology*. 1995; 79(4):1310-5. doi: 10.1152/jappl.1995.79.4.1310.
28. Claire E, Baldwin B. Muscle strength assessment in critically ill patients with handheld dynamometry: An investigation of reliability, minimal detectable change, and time to peak force generation. *Journal of Critical Care*. 2012; 2: 220-229. doi: 10.1016/j.jcrc.2012.03.001.
29. Saberi A, Fathi M, Hejazi K. Comparing the effect of eight weeks of resistance and endurance trainings on Physiological and functional factors and record of elite runners. *Journal of Sport Biomechanics*. 2020; 6(1):32-43. [Persian]. https://doi.org/10.32598/biomechanics.6.1.5.
30. Rubin MR, Kraemer WJ, Maresh CM, Volek JS, Ratamess NA, Vanheest JL, et al. High-affinity growth hormone binding protein and acute heavy resistance exercise. *Medicine and Science in Sports and Exercise.* 2005; 37(3): 395-403. doi: 10.1249/01.mss.0000155402.93987.c0.
31. Gharakhanlou R, Valipour Dehnou V, Moula S J, Rahbaryzadeh F, Ahmadynejad M. The effect of plyometric and combined training on IGF-1 and MGF responses in vastus lateralis muscle in non-athlete men. *Journal of Sport Biosciences*. 2013; 5(2): 95-113. doi:10.22059/jsb.2013.35042. [In Persian]
32. Soleymani H, Gharakhanlou R, Rajabi H. Comparison of effects of an acute bout of reverse vs. compound supersets on plasma CK, IGF-I, GH responses in trained men. *Journal of Sport Biosciences*. 2014; 6(2): 161-173. doi: 10.22059/ jsb.2014.50930.
33. 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. *Journal of Shahid Sadoughi University of Medical Sciences*. 2020; 28 (10): 3134-3143. doi: 10.18502/ssu.v28i10.4923.
34. Miyake H, Kanazawa I, Sugimoto T. Decreased serum insulin-like growth factor-I level is associated with the increased mortality in type 2 diabetes mellitus. *Endocrine Journal*. 2016:EJ16-0076. doi: 10.1507/endocrj.EJ16-0076. Epub 2016 Jun 25.
35. Kordi M R, Ghanbari-Niaki A, Fallahi A A, Abbasi A. The Effect of short time circuit-resistance exercise with different intensities on GH/IGF-I growth axis in young healthy university men. *Journal of Sport Biosciences*, 2012; 4(12): 135-149. doi: 10.22059/jsb.2012.28982.
36. Ribeiro AS, Schoenfeld BJ, Fleck SJ, Pina FL, Nascimento MA, Cyrino ES. Effects of traditional and pyramidal resistance training systems on muscular strength, muscle mass, and hormonal responses in older women: A randomized crossover trial. *Journal of Strength and Conditioning Research*. 2017; 31(7):1888-96. doi: 10.1519/ JSC.0000000000001653.
37. Hofmann M, Schober-Halper B, Oesen S, Franzke B, Tschan H, Bachl N, et al. Effects of elastic band resistance training and nutritional supplementation on muscle quality and circulating muscle growth and degradation factors of institutionalized elderly women: The Vienna Active Ageing Study (VAAS). *European Journal of Applied Physiology.* 2016; 116(5):885-97. doi: 10.1007/s00421-016-3344-8.
38. Tsai CL, Wang CH, Pan CY, Chen FC. The effects of long-term resistance exercise on the relationship between neurocognitive performance and GH, IGF-1, and homocysteine levels in the elderly. *Frontiers in Behavioral Neuroscience*. 2015; 9:23. doi: 10.3389/fnbeh.2015.00023.
39. Scudese E, Simão R, Senna G, Vingren JL, Willardson JM, Baffi M, et al. Long rest interval promotes durable testosterone responses in high-intensity bench press. *The Journal of Strength & Conditioning Research*. 2016; 1275–1286. doi: 10.1519/JSC.0000000000001237.
40. Khajehlandi M, Nikbakht M, Janbozorgi M. Comparing the effect of 6 weeks of resistance training with and without vascular occlusion on growth hormone levels in female physical education students. *Qom University of Medical Sciences Journal*. 2017; 11(8):29-36. [Persian] URL: http://feyz.kaums.ac.ir/article-1-3493-en.html.
41. Paunksnis MR, Evangelista AL, La Scala Teixeira CV, João GA, M. Pitta R, C. Alonso A, et al. Metabolic and hormonal responses to different resistance training systems in elderly men. The *Aging Male*. 2018; 21(2):106-110. doi:10.1080 /13685538.2017.1379489.
42. Seldin MM, Peterson JM, Byerly MS, Wei Z, Wong GW. Myonectin (CTRP15), a novel myokine that links skeletal muscle to systemic lipid homeostasis. *Journal of Biological Chemistry*. 2012; 287(15):11968-80. doi: 10.1074/jbc. M111.336834.

43. shiri R, gholami M, Nikbakht H, ebrahim K. The effect of resistance training with slow and fast speeds on some anabolic and catabolic hormones in healthy young women. *Jorjani Biomedicine Journal*. 2020; 8 (2):27-37. doi: 10.52547/ jorjanibiomedj.8.2.27.
44. Borst SE, Vincent KR, Lowenthal DT, Braith RW. Effects of resistance training on insulin‐like growth factor and its binding proteins in men and women aged 60 to 85. *Journal of the American Geriatrics Society*. 2002; 50(5):884-8. doi.org/10.1046/j.1532-5415.2002.50215.x.
45. Borst SE, De Hoyos DV, Garzarella L, Vincent K, Pollock BH, Lowenthal DT, et al. Effects of resistance training on insulin-like growth factor-I and IGF binding proteins. *Medicine & Science in Sports & Exercise*. 2001; 33(4):648-53. doi: 10.1097/00005768-200104000-00021.
46. Eliakim A, Brasel JA, Mohan S, Wong WLT, Cooper DM. Increased physical activity and the growth hormone-IGF-I axis in adolescent males. *American Journal of Physiology*. 1998; 275(1):R308-R14. doi: 10.1152/ajpregu. 1998.275.1.R308.
47. Schmitz KH, Ahmed RL, Yee D. Effects of a 9-month strength training intervention on insulin, insulin-like growth factor (IGF)-I, IGF-binding protein (IGFBP)-1, and IGFBP-3 in 30–50-year-old women. *Cancer Epidemiology Biomarkers & Prevention*. 2002; 11(12):1597-604. PMID: 12496050
48. Gharakhanlou R,Saremy A,OmIdfar K,sharghy S,gharaati MR. Effects of resistance training on serum myostatin levels, IGF1, GASP IGFBP-3 in young men. *Journal of Movement Science & Sports*. 2009; 13(1):67-80. doi: 10.29252/ iau.30.4.432.
49. Kraemer WJ, Ratamess NA, Hymer WC, Nindl BC , Fragala MS. Growth hormone(s), testosterone, insulin-like growth factors, and cortisol: Roles and integration for cellular development and growth with exercise. *Frontiers in Endocrinology*. 2020; 11:1-25. doi: 10.3389/fendo.2020.00033.
50. Hasani Ranjbar S,Soleymani Far E, Heshmat R, Rajabi H,Kosari H. Study the regulation of insulin and growth hormone IGF1 acute ingredients in response to resistance exercise device . *Journal of Lipid and Diabetes*. 1389; 3(10): 282-90.
51. Nindl BC, Castellani JW, Young AJ, Patton JF, Khosravi MJ, Diamandi A, et al. Differential responses of IGF-I molecular complexes to military operational field training. *Journal of Applied Physiology*. 2003; 95(3):1083-9. doi: 10.1152/japplphysiol.01148.2002.
52. Nindl BC, Kraemer WJ, Marx JO, Arciero PJ, Dohi K, Kellogg MD, et al. Overnight responses of the circulating IGF-I system after acute, heavy-resistance exercise. *Journal of Applied Physiology*. 2001; 90(4):1319-26. doi: 10.1152/ jappl.2001.90.4.1319.
53. 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):432-44. doi: 10.29252/iau.30.4.432.
54. 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. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*. 2020; 60:244-50. doi.org/10.23736/s0022-4707.19.10066-7.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

The effect of eccentric resistance training on muscle strength, aerobic capacity and insulin-like growth factor-1 (IGF-1) in inactive young women

Fahimeh yonesi[1], Mohammad Ali Sardar[2*]

1. PhD Candidate, Department of Exercise Physiology, Neyshabur Branch, Islamic Azad University, Neyshabur, Iran
2. Associate Professor, Department of General Courses, Faculty of Medicine, Mashhad University of Medical Sciences (MUMS), Mashhad, Iran

Received: 2023/05/06 **Accepted:** 2023/08/19

∗Correspondence:
Email:
sardarma@mums.ac.ir

Abstract

Introduction and Purpose: Physical activity is a powerful stimulant for cardiovascular and physiological adaptations. Data shows the positive effects of resistance training on increasing muscle mass, through hormones and increasing metabolic rate and protein synthesis. Therefore, the aim of this study was to investigate the effect of 10-week of eccentric resistance training on muscle strength , aerobic capacity and insulin-like growth factor 1 levels in inactive young women.

Materials and Methods: The current research was conducted as a semi-experimental type and as a pre-test and post-test, 28 inactive young women randomly divided into two groups of eccentric resistance training (14 people) and control group (14 people). Then, the eccentric resistance training program was implemented in the training group for 10 weeks and 3 sessions per week. Blood sampling, muscle strength tests of upper and lower body organs, maximum oxygen consumption and body composition were performed before and after the intervention. Serum IGF-1 was measured using ELISA method. To analyze the data, parametric independent T and paired T tests were used and a significance level of less than 0.05 was considered.

Results: The results showed that a significant difference in the muscle strength of the upper body and lower body, aerobic capacity, lean mass and IGF- 1 serum was found in the experimental group compared to before the training period ($P<0.05$), while no significant change was observed in the control group ($P>0.05$). Compared to the control group, muscle strength of the upper body and lower body, aerobic capacity, lean mass and level serum IGF-1 of the experimental group showed a significant increase after 10 weeks of eccentric resistance training. ($P<0.05$).

Discussion and Conclusion: 10 weeks of eccentric resistance training has positive changes in body mass index, upper and lower body muscle strength, and muscle volume, and it is probably effective in increasing physiological and physical condition.

Key Words: Eccentric resistance training, Insulin-like growth factor 1, Muscle strength, Inactive young women.