فیزیولوژی ورزشی شماره ۳۷، بهار ۱۳۹۷. صص ۲۰۲-۱۸۵

مقایسهٔ پاسخ برخی هورمون‌های متابولیکی به تمرین مقاومتی با شدت‌های مختلف با محدودیت و بدون محدودیت جریان خون در دختران جوان

راحله امیری[۱]، فهیمه اسفرجانی[۲]، سیدمحمد مرندی[۳]

۱. کارشناسی‌ارشد فیزیولوژی ورزشی، دانشگاه اصفهان*
۲. دانشیار فیزیولوژی ورزشی، دانشگاه اصفهان
۳. استاد فیزیولوژی ورزشی، دانشگاه اصفهان

تاریخ دریافت: ۱۳۹۵/۰۹/۰۹ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۵/۱۲/۰۸

چکیده

هدف پژوهش حاضر مقایسهٔ پاسخ برخی هورمون‌های متابولیکی به تمرین مقاومتی با شدت‌های مختلف با محدودیت و بدون محدودیت جریان خون در دختران فعال بود. در این پژوهش که با روش نیمه‌تجربی و طرح متقاطع انجام شد، ۱۱ نفر از دانشجویان دانشگاه اصفهان با میانگین سنی ۱۹ سال در سه وضعیت تمرین مقاومتی کم‌شدت با محدودیت و بدون محدودیت جریان خون و تمرین مقاومتی با شدت بالا بدون محدودیت جریان خون با فواصل یک‌هفته‌ای قرار گرفتند. جلسه‌های تمرین شامل حرکات فلکشن، اکستنشن بازو و زانو در سه نوبت با ۱۵ تکرار بود. در گروه با محدودیت جریان خون، ناحیهٔ پروکسیمال اندام موردنظر با تورنیکت (فشار ۱۲۰-۱۰۰ میلی‌متر جیوه) هنگام تمرین بسته می‌شد. نمونهٔ خونی، قبل و بلافاصله بعد از تمرین حاد با هدف تعیین غلظت هورمون رشد، عامل رشد شبه‌انسولینی، تستوسترون، کورتیزول و لاکتات گرفته شد. برای تحلیل داده‌ها از آنالیز واریانس با اندازه‌گیری تکراری در سطح معناداری $P\leq0.05$ استفاده شد. برمبنای یافته‌ها، هورمون رشد و لاکتات در هر سه وضعیت تمرینی افزایش معناداری نسبت به پیش‌آزمون نشان دادند ($P<0.001$)؛ اما تفاوت معناداری در مقادیر تستوسترون ($P=0.307$) و عامل رشد شبه‌انسولینی ($P=0.831$) مشاهده نشد. همچنین، هورمون کورتیزول در هر سه وضعیت تمرینی کاهش معناداری نسبت به پیش‌آزمون داشت ($P<0.001$). به‌نظر می‌رسد که تمرین مقاومتی همراه با محدودیت جریان خون با شدت کم، به‌اندازهٔ تمرین مقاومتی با شدت زیاد و بدون محدودیت جریان خون، بر پاسخ‌های هورمون رشد و فاکتورهایی مانند لاکتات (که می‌تواند باعث افزایش قدرت و هایپرتروفی شود) تأثیر داشته باشد.

واژگان کلیدی: محدودیت جریان خون، هورمون رشد، عامل رشد شبه‌انسولینی، تستوسترون، لاکتات

*نویسندهٔ مسئول Email: Raheleh.amiri.91@gmail.com

مقدمه

اهمیت هورمون‌ها به‌علت نقش‌های متابولیکی آن‌ها است (۱). درخلال دوره‌های کوتاه‌مدت فعالیت بدنی، مقدار ترشح آن‌ها دستخوش تغییرهایی می‌شود. برخی از هورمون‌های آنابولیک و کاتابولیک که تحت‌تأثیر ورزش قرار می‌گیرند، هورمون رشد[1] (GH)، عامل رشد شبه‌انسولینی[2] (IGF-1)، تستوسترون[3] (T)، کورتیزول و فاکتور لاکتات هستند (۲). تستوسترون و هورمون رشد سنتز پروتئین عضله را افزایش می‌دهند و رشد تودهٔ عضلانی را درگیر می‌کنند (۳). به‌طورکلی، پذیرفته شده است که هایپرتروفی عضلانی به هورمون‌های آنابولیک درون‌ریز مربوط است (۴) هورمون رشد علاوه‌بر رشد بدن، در سوخت‌وساز مواد سه‌گانه (کربوهیدرات، چربی و پروتئین) و موادمعدنی نیز نقش دارد (۱)؛ البته آشکارترین اثر GH افزایش رشد ساختار اسکلتی است که استئوبلاست‌ها[4] را به‌شدت تحریک می‌کند و استخوان‌ها درطول عمر می‌توانند تحت‌تأثیر هورمون رشد ضخیم‌تر شوند (۵). بسیاری از اثرهای متابولیکی هورمون رشد به‌وسیلهٔ هورمون پپتیدی IGF-1 واسطه‌گری می‌شوند. به‌عبارت‌دیگر، عمل محرک رشد اساساً توسط IGF-1 انجام می‌شود. هورمون رشد بیان ژنی IGF-1 را در تمام بافت‌ها تحریک می‌کند. عامل رشد شبه‌انسولینی وظایف متعدد و مشابه با هورمون رشد دارد که ازجمله سنتز پروتئین را به‌صورت مستقیم تحریک می‌کند (۶).

هورمون T نیز که از سلول‌های میان‌بافتی لیدیگ[5] ترشح می‌شود، باعث زیادشدن ماتریکس استخوانی و احتباس کلسیم و افزایش اندازه و قدرت استخوان‌ها می‌شود. به این دلیل، اغلب از این هورمون در درمان مردان مسن مبتلا به استئوپروز[6] استفاده می‌شود. تستوسترون اثر قوی آنابولیکی دارد که باعث افزایش پروتئین بافت‌های بدن به‌ویژه عضلات می‌شود (۷).

کورتیزول هورمونی است که مانع از سنتز پروتئین می‌شود و تولید آنزیم‌های تجزیه‌کنندهٔ پروتئین را تحریک می‌کند. (۵). علاوه‌براین، هنگامی‌که بافت‌ها دراثر ضربه آسیب می‌بینند و التهاب روی می‌دهد، کورتیزول می‌تواند این التهاب را متوقف کند (۷). ازآنجایی‌که این اقدامات، مخالف اثرهای آنابولیکی GH و T هستند، مهم است که پاسخ کورتیزول به تمرین‌های ورزشی درنظر گرفته شود (۵).

1. Growth Hormone
2. Insulin-Like Growth Factor
3. Testosterone
4. Osteoblast
5. Interstitial Cells of Leydig
6. Osteoporosis

تمرین مقاومتی با افزایش هورمون‌های آنابولیک مثل GH و T (۸) باعث هایپرتروفی (۹) و توسعهٔ کنترل عصبی- حرکتی در افراد می‌شود؛ اما تأثیرهای تمرین مقاومتی به شدت تمرین، حجم تمرین و طول دوره‌های استراحت بین ست‌ها بستگی دارد. تمرین‌های با شدت زیاد، برای مثال ۸۰ درصد یک تکرار بیشینه[1] (1RM) با دوره‌های کوتاه استراحت بین ست‌ها، باعث افزایش هایپرتروفی و قدرت می‌شوند؛ درحالی‌که تمرین‌های با شدت کمتر از ۶۵ درصد از 1RM به‌طورکلی افزایش مشهودی در اندازه و قدرت آن ایجاد نمی‌کنند (۱۰). تمرین‌های با شدت بالا بعضی محدودیت‌های عملی برای برخی از مردم به‌ویژه افراد مسن و بیماران قلبی- عروقی دارند (۱۱). مطالعات نشان داده‌اند که تمرین مقاومتی کم‌شدت همراه با محدودیت جریان خون منجر به افزایش مشابهی در توسعهٔ عضلانی مانند تمرین‌های با شدت زیاد می‌شود (۱۵-۱۲). در این روش تمرینی، جریان خون ورودی به عضلهٔ فعال حین تمرین، ازطریق بستن یک کاف یا کش (تورنیک) لاستیکی انعطاف‌پذیر به دور قسمت پروکسیمال[2] بازو یا ران محدود یا متوقف می‌شود (۱۶). حداقل فشار به‌عنوان محرک کافی برای محدودیت جریان خون فشار، ۱۰۰ میلی‌متر جیوه است (۱۷) و شدت این تمرین‌ها معمولاً بین ۲۰ درصد تا ۳۰ درصد از 1RM (تقریباً معادل شدت معادل روزانهٔ فرد) درنظر گرفته می‌شود؛ بنابراین، افراد با ویژگی‌های متفاوت می‌توانند آن را تحمل کنند.

تمرین‌های ورزشی با محدودیت جریان خون، روش تمرینی سودمند و منحصربه‌فردی برای افراد سالخورده، ورزشکاران و بیماران هستند (۱۸). این نوع از تمرین‌ها را می‌توان برای ورزشکاران، به‌منظور رهایی از استرس و فشار مربوط تمرینات مقاومتی با شدت بالا نیز به‌کار برد (۹). همچنین، این نوع تمرین‌ها با واردکردن استرس مؤثر به عضله، هایپرتروفی سریع عضله و کسب قدرت برابر با تمرین‌های قدرتی با شدت بالا را میسر می‌کنند (۱۹). ازآنجایی‌که این تمرین‌ها به ریکاوری طولانی‌مدت بین جلسه‌های تمرین نیاز ندارند و با استرس مکانیکی خیلی کم باعث حداقل آسیب عضلانی می‌شوند، از اهمیت زیادی برخوردار هستند (۲۰). علاوه‌براین، تمرین‌های مقاومتی کم‌شدت همراه با محدودیت جریان خون به‌دلیل اینکه مارکرهای آسیب عضلانی مانند کراتین فسفو کیناز[3] (CPK) و لیپید پراکساید[4] (LP) در آن‌ها به‌طور قابل‌توجهی افزایش نمی‌یابند، در کانون توجه قرار

1. One Rrepetition Maximum
2. Proximal
3. Creatine Phospho Kinase
4. Lipid Peroxide

دارند (۹). تمرین مقاومتی کم‌شدت همراه با محدودیت جریان خون روش مفیدی برای تمرین‌های مقاومتی است که باعث ترشح GH که در هایپرتروفی عضلانی عنصر اصلی است، می‌شود. همچنین، این تمرین‌ها به‌طور معناداری با کاهش پیش‌بار قلبی طی ورزش پاسخ GH را تحریک می‌کنند که ممکن است روش امیدبخشی برای توان‌بخشی بیماران قلبی- عروقی یا افراد دارای آمادگی جسمانی پایین باشند. تمرین مقاومتی کم‌شدت همراه با محدودیت جریان خون به‌طور چشمگیری تجمع متابولیک را زیاد می‌کند. تجمع موضعی تولیدهای فرعی متابولیک مثل لاکتات و یون هیدروژن، ترشح هورمون‌های آنابولیک از هیپوتالاموس-هیپوفیز[1] را تحریک می‌کند و ترشح پیوستهٔ GH را افزایش می‌دهد (۶). به‌نظر می‌رسد که فشار رگی و جریان خون محدودشده، روش برجسته‌ای از سازگاری عضلانی (هایپرتروفی و قدرت عضلانی) هستند که با اثر تمرین قدرتی در شدت‌های بالاتر یکسان است (۲۱). نکتهٔ قابل‌توجه این نوع از تمرین‌ها میزان فشار کاف مورداستفاده است. این ویژگی عامل اصلی اثرهای مثبت ذکرشده مانند ترشح هورمون‌های آنابولیک است که مشابه تمرین مقاومتی با شدت بالا است (۱۴-۱۲) دامنهٔ فشاری استفاده‌شده در اکثر پژوهش‌ها از ۱۶۰ تا بیش از ۲۰۰ میلی متر جیوه است (۲۲). جدا از اثرهای مفید تمرین‌های کاتسو، فشار عروق خونی ممکن است باعث تشکیل ترومبوز و انسداد عروق ریز حتی بعد از برداشتن محدودیت جریان خون شود و منجر به آسیب سلول عضلانی و نکروز شود. همچنین، کاربرد بیش از حد فشار کاتسو ممکن است باعث افزایش بزرگ‌تر در هم فشار خون و سطوح کاتکولامین‌ها در مقایسه با تمرین‌های کم‌شدت بدون کاتسو شود (۲۳). حداقل فشار به‌عنوان محرک کافی برای محدودیت جریان خون فشار ۱۰۰ میلی‌متر جیوه ذکر شده است (۱۷) با توجه به این مطلب و نیز ازآنجایی‌که تاکنون پژوهشی با تمرکز بر ویژگی حداقل فشار انجام نشده است، یکی از دلایل انجام این طرح پژوهشی پاسخ‌دادن به این سؤال است که آیا ایجاد حداقل فشار بر رگ اثرهای مشابهی با فشار بالا دارد؟ همچنین، وضعیت تمرین مقاومتی کم‌شدت بدون محدودیت جریان خون با وضعیت تمرین مقاومتی کم‌شدت همراه با محدودیت جریان خون مقایسه شد تا میزان مؤثربودن فشار مورداستفاده در پژوهش حاضر مشخص شود؛ بنابراین، مقایسهٔ پاسخ هورمونی به تمرین مقاومتی با شدت‌های مختلف با محدودیت و بدون محدودیت جریان خون در دختران جوان، با هدف یافتن میزان اثربخشی فشار حداقلی انجام شد.

1. Hypothalamic-Pituitary

روش پژوهش

این پژوهش از نوع مطالعات نیمه‌تجربی با طرح متقاطع است. جامعهٔ آماری دانشجویان دختر رشتهٔ تربیت‌بدنی دانشگاه اصفهان بودند که پس از دعوت به همکاری به‌صورت هدفمند انتخاب شدند. ملاک‌های ورود آزمودنی‌ها به پژوهش عبارت بودند از: سن، داشتن فشار خون طبیعی و علاقه‌مندی به شرکت در مطالعه. ملاک‌های خروج آن‌ها از پژوهش عبارت بودند از: داشتن بیماری‌های مانند بیماری قلبی- عروقی، فشار خون، کم‌خونی و غیره، مصرف دارو و داشتن قاعدگی نامنظم و غیرطبیعی که بدین‌منظور از پرسش‌نامه استفاده شد. دوازده نفر به‌صورت داوطلبانه علاقه‌مند بودند در پژوهش شرکت کنند؛ اما یک نفر از آزمودنی‌ها به‌سبب مصدومیت، پیش از شروع آزمون‌ها از طرح پژوهش حذف شد. پس از غربالگری افراد، علاوه‌بر توضیح اطلاعات لازم، رضایت‌نامهٔ کتبی از آن‌ها دریافت شد. آزمودنی‌ها طی یک جلسه توجیهی در سالن بدن‌سازی، با برنامه‌های تمرینی آشنا شدند. همچنین، ویژگی‌های آنتروپومتریک آزمودنی‌ها شامل قد، وزن و درصد چربی (با استفاده از کالیپر لانژه) اندازه‌گیری شد. میانگین سنی آزمودنی‌ها ۰/۴۶ ± ۱۹/۳ سال، قد ۵/۰۸ ± ۱۶۴/۶۳ سانتی‌متر، وزن ۷/۴۴ ± ۵۷/۹۶ کیلوگرم، درصد چربی ۷/۷۵ ± ۲۸/۰۸ و فشار خون ۱۱۰/۷۰ میلی‌متر جیوه بود. با اطمینان از نبود گرفتگی عضلانی، میزان یک تکرار بیشینه برای آزمودنی‌ها انجام شد. محاسبه یک تکرار بیشینه به این شکل بود که سنگین‌ترین وزنه‌ای که شخص می‌توانست بلند کند، انتخاب می‌شد. پس از آن، آزمودنی شروع به انجام حرکات موردنظر با وزن انتخاب‌شده می‌کرد. اگر شخص می‌توانست حرکت را فقط یک بار انجام دهد، وزنه به‌عنوان یک تکرار بیشینهٔ او تعیین می‌شد و اما اگر حرکت با وزن انتخاب‌شده بیش از یک بار انجام می‌شد، یک تکرار بیشینه با قرارگرفتن تعداد تکرارها و وزن انتخاب‌شده در معادلهٔ زیر محاسبه می‌شد (۲۴).

$$1RM = Weight \times [1+(0.033 \times number\ of\ repetition)]$$

سپس، همهٔ آزمودنی‌ها (تعداد = ۱۱) در سه روز جداگانه در سه هفتهٔ متوالی به‌صورت کاملاً تصادفی در سه وضعیت تمرین مقاومتی کم‌شدت بدون محدودیت جریان خون، تمرین مقاومتی کم‌شدت و تمرین مقاومتی با شدت بالا بدون محدودیت جریان خون قرار گرفتند. بدین‌صورت‌که در هفتهٔ اول، چهار نفر در حالت تمرین مقاومتی کم‌شدت همراه با محدودیت جریان خون، چهار نفر در حالت تمرین مقاومتی کم‌شدت بدون محدودیت و سه نفر در حالت تمرین مقاومتی با شدت بالا

بدون محدودیت جریان خون قرار گرفتند. در هفته‌های بعد، آزمودنی‌ها در وضعیت‌های دیگر تمرینی شرکت کردند؛ به‌طوری‌که در هفتهٔ سوم، تمام آزمودنی‌ها هر سه وضعیت را تجربه کرده بودند.

هر جلسه حدود یک ساعت به‌طول انجامید و در هر جلسه، فعالیت ورزشی با پنج دقیقه گرم‌کردن شامل حرکات کششی و نرمشی آغاز شد و بعد از اجرای برنامه شامل فلکشن اکستنشن بازو و زانو به‌صورت یک‌طرفه، برنامه با سردکردن به‌پایان رسید. مشخصات برنامهٔ تمرینی در جدول شمارهٔ یک آورده شده است.

جدول ۱- مشخصات برنامهٔ تمرین مقاومتی

شاخص‌های برنامهٔ تمرین مقاومتی	تمرین مقاومتی کم‌شدت با و بدون محدودیت جریان خون	تمرین مقاومتی با شدت بالا بدون محدودیت جریان خون
شدت تمرین	۳۰ درصد 1RM	۷۰ درصد 1RM
تعداد حرکات	۴	۴
تعداد ست‌ها	۳	۳
تعداد تکرارها	۱۵	۱۵
فاصلهٔ استراحت بین ست‌ها	یک دقیقه	یک دقیقه
فاصلهٔ استراحت بین حرکات	سه دقیقه	سه دقیقه

برای ایجاد محدودیت جریان خون از کاف فشار که به سفارش پژوهشگر توسط کارشناس مهندسی پزشکی براساس استانداردهای مطرح‌شده ساخته شده بود، استفاده شد. براساس استاندارد مطرح‌شده، عرض کاف بالاتنه چهار سانتی‌متر و عرض کاف پایین‌تنه پنج سانتی‌متر بود که درون آن‌ها یک تیوپ لاستیکی (با قطر سه سانتی‌متر) قرار داشت و دارای دو مجرا بود: یکی برای ورود هوا و دیگری برای نصب بارومتر. فشار داخل آن نیز تا ۳۰۰ میلی متر جیوه قابل‌افزایش بود. میزان فشار کاف استفاده‌شده در این پژوهش، ۱۰۰ میلی متر جیوه برای اندام بالاتنه و ۱۲۰ میل متر جیوه برای اندام تحتانی بود. محل بستن کاف ناحیهٔ پروکسیمال در بازو و ران بود (۲۵)؛ به‌صورتی‌که کاف از شروع تمرین تا انجام کامل تمرین بسته بود و فشار در استراحت بین ستی همچنان حفظ می‌شد (۵،۹) و فقط در استراحت بین حرکات برداشته می‌شد (۵).

همچنین، با توجه به اهداف پژوهش، خون‌گیری از هر فرد در دو مرحله اجرا شد: پیش‌آزمون‌ها در ساعت هفت صبح و همهٔ پس آزمون‌ها بین ساعت نه تا ۱۰ صبح انجام شد. در هر بار، هشت میلی‌لیتر خون از سیاهرگ دست چپ (دست غیرغالب) آزمودنی‌ها در وضعیت نشسته و درحال

استراحت گرفته شد و پس از آن، به‌مدت ۱۰ دقیقه با سرعت ۳۰۰۰ دور در دقیقه سانتریفوژ گردید و سرم حاصل در فریزر در دمای ۲۰- درجهٔ سانتی‌گراد نگهداری شد تا در زمان لازم استفاده شود. نمونه‌های خونی در آزمایشگاه تخصصی برای تعیین غلظت GH، IGF-1، T، کورتیزول و لاکتات تجزیه‌وتحلیل شدند. هورمون رشد با استفاده از روش الیزا، کیت شرکت مونبود[1]، ساخت کشور آمریکا، IGF-1 با استفاده از روش الایزا، کیت شرکت مدیااگنوست[2] ساخت کشور آلمان، کورتیزول و T با استفاده از روش الایزا، کیت شرکت آی.بی.ال[3] ساخت کشور آلمان و لاکتات با استفاده از روش دستگاهی، کیت شرکت رندوکس[4] ساخت کشور انگلستان اندازه‌گیری شد.

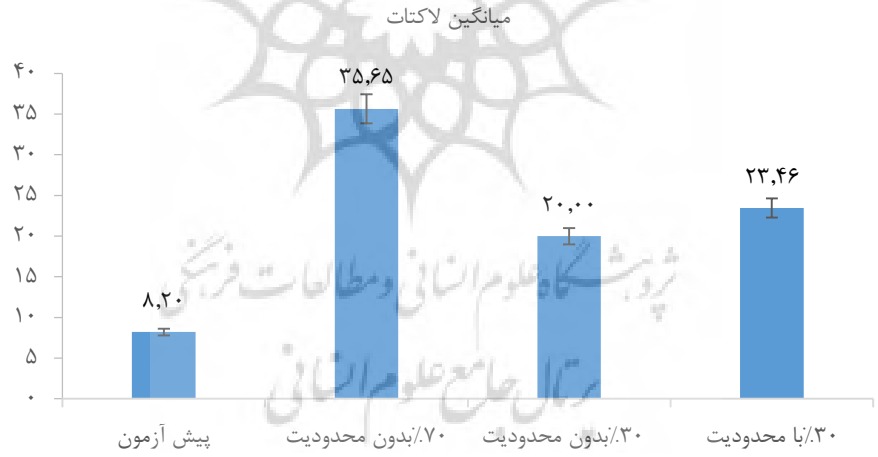
برای محاسبهٔ شاخص‌های مرکزی و پراکندگی از آمار توصیفی استفاده شد. آزمون شاپیرو- ویلک[5] نیز برای تعیین طبیعی‌بودن توزیع متغیرها به‌کار گرفته شد. طرح مطالعه مقایسهٔ مقدار هورمون‌های متابولیک خون ورزشکاران در چهار وضعیت بوده است؛ بنابراین، در سطح استنباطی از آزمون آنالیز واریانس با اندازه‌های تکراری برای مقایسهٔ میانگین مقدار هورمون‌ها در چهار وضعیت استفاده شد. تحلیل‌ها در سطح خطای پنج درصد و با استفاده از نرم‌افزار اس.پی.اس.اس[6] نسخهٔ ۲۲ انجام شد.

نتایج

در جدول شمارهٔ دو، نتایج آزمون اندازه‌های تکراری نشان داده شده است. همان‌طورکه مشاهده می‌شود، در غلظت T، بین فعالیت مقاومتی با محدودیت و بدون محدودیت جریان خون با شدت‌های مختلف تفاوت معناداری وجود نداشت (P=0.307). غلظت GH بین فعالیت مقاومتی با محدودیت و بدون محدودیت جریان خون با شدت‌های مختلف تفاوت معنادار وجود داشت (Ph0.001). نتایج آزمون تعقیبی بونفرونی برای مقایسهٔ شرایط تمرینی مختلف نشان داد که میانگین مقدار GH در پیش‌آزمون به‌طور معناداری کمتر از شرایط ۳۰ درصد از 1RM بدون

1. Monbud
2. Mediagnost
3. IBL
4. Randox
5. Shapiro-Wilk Test
6. Statistical Package for Social Science

محدودیت جریان خون، ۳۰ درصد از 1RM با محدودیت جریان خون و ۷۰ درصد از 1RM بدون محدودیت جریان خون بوده است (P<0.001). اما در مقدار GH بین وضعیت‌های مختلف تمرینی تفاوت معناداری مشاهده نشد (P>0.05). در غلظت IGF-1 بین فعالیت مقاومتی با محدودیت و بدون محدودیت جریان خون با شدت‌های مختلف تفاوت معناداری وجود نداشت (P=0.831). میانگین مقدار کورتیزول در زمان استراحت به‌طور معناداری بیشتر از هر سه وضعیت تمرینی بود (P<0.001)؛ اما بین مقدار کورتیزول در شرایط مختلف تمرینی تفاوت معناداری مشاهده نشد (P>0.05). در غلظت لاکتات، بین فعالیت مقاومتی با محدودیت و بدون محدودیت جریان خون با شدت‌های مختلف تفاوت معنادار داشت (P<0.05). نتایج آزمون تعقیبی بونفرونی برای مقایسهٔ شرایط تمرینی مختلف نشان داد که میانگین مقدار لاکتات در پیش‌آزمون به‌طور معناداری کمتر از شرایط ۳۰ درصد بدون محدودیت جریان خون، ۳۰ درصد با محدودیت جریان خون و ۷۰ درصد بدون محدودیت جریان خون بوده است (P<0.05) و مقدار لاکتات در شرایط ۷۰ درصد بدون محدودیت جریان خون به‌طور معناداری بیشتر از سه وضعیت دیگر بوده است.



شکل ۱- میزان تغییرات لاکتات (mg/dl) در وضعیت پیش‌آزمون، ۷۰ درصد بدون محدودیت جریان، ۳۰ درصد با محدودیت و بدون محدودیت جریان خون

جدول ۲- نتایج آزمون آماری شاخص‌های بیوشیمیایی هورمون‌ها و لاکتات آزمودنی‌ها

متغیر	گروه‌ها	قبل از تمرین	بلافاصله بعد از تمرین	آماره	معناداری
T (نانو گرم/میلی لیتر)	تمرین کم‌شدت بدون محدودیت		۰/۶۰ ± ۰/۱۸		
	تمرین کم‌شدت با محدودیت	۰/۵۵ ± ۰/۱۶	۰/۵۵ ± ۰/۱۷	۱/۲۵	۰/۳۰۷
	تمرین با شدت بالا بدون محدودیت		۰/۵۱ ± ۰/۹		
GH (نانو گرم /میلی لیتر)	تمرین کم‌شدت بدون محدودیت		۱۰/۴۲ ± ۶/۷۲		
	تمرین کم‌شدت با محدودیت	۲/۳۹ ± ۲/۱۸	۱۱/۶۲ ± ۷/۴۵	۹/۲۹	<۰/۰۰۱
	تمرین با شدت بالا بدون محدودیت		۱۶/۵۴ ± ۱۱/۵۶		
IGF-1 (uiu/ml)	تمرین کم‌شدت بدون محدودیت		۲۸۰/۷۳ ± ۸۰/۲۲		
	تمرین کم‌شدت با محدودیت	۲۷۱/۶۴ ± ۴۳/۷۰	۲۷۸/۲۰ ± ۵۶/۷۰	۰/۲۹	۰/۸۳۱
	تمرین با شدت بالا بدون محدودیت		۲۸۶/۳۶ ± ۸۴/۴۰		
کورتیزول (نانو گرم /میلی لیتر)	تمرین کم‌شدت بدون محدودیت		۱۲۲/۲۷ ± ۳۲/۲۳		
	تمرین کم‌شدت با محدودیت	۱۵۰/۱۸ ± ۲۳/۶۹	۱۰۴/۶۴ ± ۳۴/۵۰	۱۶/۴۱	<۰/۰۰۱
	تمرین با شدت بالا بدون محدودیت		۱۱۱/۷۳ ± ۲۶/۵۴		
لاکتات (نانو گرم /میلی لیتر)	تمرین کم‌شدت بدون محدودیت		۲۰ ± ۷/۴۸		
	تمرین کم‌شدت با محدودیت	۹/۲۰ ± ۲/۴۰	۲۳/۴۶ ± ۷/۴۶	۳۴/۸۲	<۰/۰۰۱
	تمرین با شدت بالا بدون محدودیت		۳۵/۶۵ ± ۱۰/۲۹		

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

بحث و نتیجه‌گیری

یکی از هورمون‌های آنابولیک که طی تمرین مقاومتی سطوح ترشحی آن تغیر می‌کند، GH است که در پژوهش حاضر، سطوح سرم GH در تمرین مقاومتی کم‌شدت بدون محدودیت جریان خون ۳۳۶ درصد، تمرین مقاومتی کم‌شدت با محدودیت جریان خون ۳۸۶ درصد و در تمرین مقاومتی با شدت بالا بدون محدودیت ۵۹۲ درصد نسبت به حالت پایه افزایش داشت؛ هرچند بین گروه‌ها تفاوت معنادار مشاهده نشد. دراین‌راستا، نتایج پژوهش تاکارادا[1] و همکاران (۹) نشان داد که حرکت اکستنشن زانو با ۲۰ درصد از 1RM با محدودیت جریان خون (شامل پنج ست با ۱۴ تکرار و استراحت بین‌ستی۳۰ ثانیه)، باعث افزایش غلظت GH به ۲۹۰ برابر غلظت زمان استراحت رسید. نتیجهٔ مطالعهٔ آن‌ها با نتایج پژوهش حاضر همسو بود؛ اما افزایش بیشتر GH در مطالعهٔ تاکارادا و همکاران، احتمالاً به‌دلیل تعداد ست‌های بیشتر و استراحت کوتاتر بوده است؛ زیرا، مطالعات زیادی نشان دادند که تمرین مقاومتی با شدت و مدت‌های متفاوت، به‌طور متفاوتی ترشح GH را تحریک می‌کند (۲۶). دلیل دیگر تفاوت ممکن است به‌علت فشار انسدادی به‌کارگرفته‌شده باشد (میزان فشار در مطالعه تاکارادا و همکاران، ۲۱۴ میلی‌متر جیوه بود و در مطالعهٔ حاضر ۱۰۰ میلی‌متر جیوه برای اندام بالاتنه و ۱۲۰ میلی‌متر جیوه برای اندام پایین‌تنه). این احتمال وجود دارد که فشار نسبی در این پژوهش کمتر از میزان فشاری باشد که منجر به مشاهدهٔ فشار مکانیکی متابولیکی می‌گردد (۲۷). در مطالعهٔ تاکانو[2] و همکاران (۱۵)، آزمودنی‌ها تمرین مقاومتی اکستنشن- فلکشن دوطرفهٔ پا را با شدت کم همراه با محدودیت جریان خون و تا خستگی اجرا کردند که غلظت GH در این گروه با افزایش همراه بود. افزایش نیازهای متابولیکی و کاهش اکسیژن بیشتر در گروه همراه با محدودیت جریان خون نسبت به گروه بدون محدودیت جریان خون، دلایل اصلی برای افزایش GH ذکر شده‌اند. در مطالعهٔ ریوز[3] و همکاران (۵) نیز سه نوع شرایط تمرینی متفاوت روی آزمودنی‌های مرد بررسی شد. هورمون GH در گروه تمرین مقاومتی کم‌شدت همراه با محدودیت جریان خون، چهار برابر نسبت به سطوح پایه افزایش داشت که این نتایج مانند مطالعهٔ تاکانو و همکاران با نتایج مطالعهٔ حاضر همسو بود. به‌طورکلی، نتایج پژوهش‌ها حاکی از آن است که تمرین مقاومتی با محدودیت جریان خون و شدت کم، به‌اندازهٔ تمرین مقاومتی با شدت زیاد باعث افزایش GH می‌شود. به صورت کلی استرس مکانیکی کم با پاسخ هورمونی کمتر همراه است. همچنین، افزایش در شدت تمرین نیروهای داخل سلولی را بالا می‌برد. افزون‌براین، تفاوت در شدت و حجم تمرین روی ریکاوری

1. Takarada
۲. Takano
۳. Reeves

اکسیژن عضله پس از تمرین مؤثر است و پاسخ‌های تأخیری برای بازسازی اکسیژن روی پاسخ GH اثرگذار است (۲۸). همچنین، تمرین‌هایی که منجر به متابولیسم بی‌هوازی بیشتری شوند، ممکن است ترشح GH سرمی را به نسبت بیشتری تحریک کنند (۱۲). پس از تمرین مقاومتی با محدودیت و بدون محدودیت جریان خون، افزایش لاکتات به‌طور معناداری می‌تواند تأییدکننده این موضوع باشد؛ زیرا، محدودیت جریان خون باعث کاهش اکسیژن می‌شود و درنهایت، افزایش لاکتات را به‌همراه دارد. لاکتات در محل عضلهٔ موردنظر تجمع می‌یابد و محدودیت جریان خون از انتقال لاکتات به کبد و دیگر بافت‌ها جلوگیری می‌کند؛ درنتیجه، تجمع لاکتات ممکن است باعث افزایش ترشح GH شود (۵). به‌همین‌دلیل، باوجود شدت کم در تمرین با محدودیت جریان خون، کاهش اکسیژن به‌وجودآمده در بافت، دراثر تمرین باعث افزایش معنادار GH می‌شود (۱۵).

در مطالعهٔ حاضر، IGF-1 پلاسما پس از هر سه وضعیت تمرینی تغییری نداشت. اثر تمرین مقاومتی کم‌شدت همراه با محدودیت جریان خون روی IGF-1 متناقض است. براساس گزارش پترسون[1] و همکاران (۲۹)، IGF-1 پلاسما پس از وهلهٔ حاد تمرین مقاومتی کم‌شدت همراه با محدودیت جریان خون در مردان مسن تغییری نشان نداد. همچنین، نتایج پژوهش مانینی[2] و همکاران (۳۰) نشان داد که سطوح IGF-1 سرمی پس از تمرین‌های اکستنشن دوطرفه (تمرین مقاومتی کم‌شدت (۲۰ درصد از 1RM) همراه با محدودیت جریان خون و تمرین مقاومتی با شدت بالا (۸۰ درصد از 1RM) بدون محدودیت جریان خون با حالت پایه تفاوتی نداشت که این نتایج با نتایج مطالعهٔ حاضر همسو بود. به‌نظر می‌رسد که پاسخ IGF-1 به GH، سه تا نه ساعت به‌تأخیر می‌افتد و IGF-1 ممکن است تا ۱۶ تا ۱۸ ساعت بعد از تمرین به‌اوج برسد؛ بنابراین، زمان اندازه‌گیری IGF-1 می‌تواند یکی از دلایل تناقض در نتایج پژوهش‌ها باشد (۲۹). نتایج مطالعهٔ مادارما و همکاران[3] (۳۱) نشان داد که برنامهٔ تمرین مقاومتی بالاتنه و پایین‌تنه باعث افزایش IGF-1 شد که با مطالعهٔ حاضر همسو نبود. اگرچه رهایش GH ترشح IGF-1 را از کبد تحریک می‌کند، بعید است که افزایش غلظت حاد IGF-1 به‌علت ترشح GH بعد از تمرین باشد؛ زیرا، تأخیر زمانی بین سنتز و ترشح IGF-1 وجود دارد. در مطالعه مادارما و همکاران، افزایش غلظت IGF-1 می‌تواند به کاهش حجم پلاسما بعد از تمرین با محدودیت جریان خون نسبت داده شود.

1. Patterson
2. Manini
3. Madarame

در مطالعهٔ حاضر، تمرین مقاومتی با محدودیت و بدون محدودیت جریان خون بر پاسخ T اثری نداشت و تغییر معناداری در سطوح T نسبت به حالت پایه مشاهده نشد. در مطالعهٔ ریوز و همکاران (۵)، سطوح T در سه نوع شرایط تمرینی متفاوت مقایسه شدند. با اینکه آزمودنی‌ها مرد بودند، هورمون T در هیچ گروهی تغییری نداشت که این یافته با یافتهٔ مطالعهٔ حاضر همسو بود. شاید پروتکل‌های استفاده‌شده در مطالعهٔ ریوز و همکاران ازنظر حجم و شدت برای افزایش سطوح T کافی نبوده است. تفاوت‌های جنسی در سطوح T به‌خوبی شناخته شده‌اند و مردان غلظت‌های بزاقی T بالاتری نسبت به زنان دارند (۳۲). از دلایل افزایش‌نداشتن T در مطالعهٔ حاضر می‌تواند آزمودنی‌های زن، شدت و حجم کم تمرین‌ها باشد. درمقابل، مادااراما و همکارن (۳۱) در مطالعه‌ای پاسخ‌های آندوکراینی به تمرین مقاومتی با محدودیت جریان خون و شدت کم در عضلات اندام‌های فوقای و تحتانی را بررسی کردند. در هر دو نوع تمرین، افزایش معناداری در سطوح هورمون T مشاهده شد که این یافته با یافتهٔ مطالعه حاضر همسو نیست. ویژگی‌های برنامهٔ تمرین مقاومتی برای افزایش T، حجم بالا و شدت متوسط تا بالا، دورهٔ تناوبی استراحتی کوتاه و استفاده از توده‌های عضلانی بزرگ است. (۳۳). اگر ورزش نتواند محور هیپوتالاموسی- هیپوفیزی را برای تولید هورمون لوتئینی[1] (LH) و هورمون محرک فولیکول[2] (FSH) تحریک کند، نمی‌تواند سبب تولید T شود (۳۴)؛ پس، احتمالاً پروتکل‌های تمرینی در مطالعهٔ حاضر نتوانسته‌اند به‌اندازهٔ کافی این محور را برای تغییر T تحریک کنند. راستاد[3] و همکاران (۳۵) در مطالعهٔ خود نشان دادند افرادی که شش تکرار اکستنشن پا را در ۱۰۰ درصد شدت انجام دادند، افزایش بیشتری در T نسبت به افراد با شش تکرار در ۷۰ درصد شدت نشان دادند. این یافته اثر شدت تمرین را بر میزان ترشح T نشان می‌دهد. مطالعات نشان دادند که نرون‌های حسی درون بیضه دراثر افزایش کاتکولامین‌ها که به تناسب شدت بالا می‌روند، ترشح T را تحریک می‌کنند.

نتایج پژوهش حاضر درمورد هورمون کورتیزول نشان می‌دهد که در سطوح این هورمون، بین سه حالت تمرین مقاومتی کم‌شدت (۳۰ درصد از 1RM) با محدودیت جریان خون تمرین مقاومتی کم‌شدت (۳۰ درصد از 1RM)، بدون محدودیت جریان خون و تمرین مقاومتی با شدت بالا (۷۰ درصد از 1RM) بدون محدودیت جریان خون، تفاوت معنادار وجود نداشت و در هر سه گروه، کورتیوزل نسبت به حالت پایه کاهش داشت. نتایج پژوهش ریوز و همکاران (۵) نیز مبنی بر افزایش‌نداشتن میزان کورتیزول پس از تمرین‌های مقاومتی، با یافتهٔ مطالعهٔ حاضر همسو است. در پژوهش مادااراما و همکارن (۳۱) که پاسخ‌های آندوکراینی به تمرین مقاومتی کم‌شدت با محدودیت

1. Luteinizing Hormone
2. Follicule Stimulating Hormone
3. Raastad

جریان خون در عضلات اندام‌های فوقای و تحتانی بررسی شدند، سطوح کورتیزول افزایش معناداری پس از تمرین‌ها نسبت به حالت استراحت نشان دادند. میزان فشار کاف استفاده‌شده برای اندام بالاتنه ۱۳۰ میلی‌متر جیوه و برای اندام پایین‌تنه ۲۰۰ میلی‌متر جیوه بود که می‌تواند دلیل ناهمسوبودن نتایج با مطالعهٔ حاضر باشد؛ زیرا، امکان دارد فشار نسبی در این پژوهش کمتر از میزان فشاری باشد که منجر به مشاهدهٔ فشار مکانیکی متابولیکی می‌شود (۲۷). بسیاری از پژوهش‌ها نشان می‌دهند که تنها تمرین مقاومتی با نیاز خیلی بالا افزایش پاسخ کورتیزول را تحریک می‌کند و تمرین متوسط تأثیری بر سطوح کورتیزول ندارد (۳۳). افزون‌براین، تفاوت‌های ژنتیکی و استرس طولانی‌مدت و حالات روحی و روانی می‌توانند الگوی ترشح کورتیزول پایه را در افراد مختلف تغییر دهند (۳۶).

در مطالعهٔ حاضر، در هر سه گروه تمرینی، لاکتات نسبت به سطوح پایه افزایش معناداری داشت که میزان افزایش در تمرین مقاومتی کم‌شدت بدون محدودیت جریان خون ۱۱۷ درصد، در تمرین مقاومتی کم‌شدت با محدودیت جریان خون ۱۵۵ درصد و در تمرین مقاومتی با شدت بالا بدون محدودیت جریان خون ۲۸۷/۵ درصد بود. همچنین، لاکتات در گروه تمرین مقاومتی با شدت بالا بدون محدویت جریان خون به‌طور معناداری از دو گروه دیگر بالاتر بود. در مطالعات تاکانو و همکاران (۱۵) دو گروه آزمودنی مرد تمرین مشابه و با شدت یکسانی انجام دادند که یک گروه همراه با محدودیت جریان خون و دیگری بدون محدودیت جریان خون بود. لاکتات در گروه همراه با محدودیت جریان خون نسبت به گروه بدون محدودیت جریان خون افزایش داشت که این یافته با نتیجهٔ تحقیق حاضر همسو بود. در مطالعهٔ ریوز و همکاران (۵) سه نوع شرایط تمرینی متفاوت روی آزمودنی‌های مرد انجام شد. در پروتکل اول، آزمودنی‌ها سه ست فلکشن آرنج و اکستنشن پا را به‌صورت یک‌طرفه با شدت ۳۰ درصد از 1RM با محدودیت جریان خون، در پروتکل دوم، آزمودنی‌ها همان تمرین را با شدت ۷۰ درصد از 1RM بدون محدودیت جریان خون و در پروتکل سوم، آن‌ها فقط از کاف بدون انجام تمرین استفاده کردند. لاکتات در هر دو گروه تمرینی افزایش معناداری داشت. نتایج پژوهش مادارما و همکاران (۳۱) نیز افزایش غلظت لاکتات سرمی در گروه تمرینی پایین‌تنه و بالاتنه با محدودیت جریان خون را نشان داد. نتیجهٔ این مطالعه تأثیر محدودیت جریان خون را در افزایش پاسخ‌های متابولیکی مؤثر در افزایش هایپرتروفی و قدرت را تأیید می کند و با نتیجهٔ مطالعهٔ حاضر در گروه همراه با محدودیت جریان خون همسو است. با درنظرگرفتن نتایج مطالعات ذکرشده درمورد تغییرات غلظت لاکتات پس از اجرای پروتکل‌های مختلف تمرینی می‌توان

گفت که تمرین با شدت کم و با محدودیت جریان خون به‌دلیل افزایش متابولیسم غیرهوازی و به‌وجودآمدن متابولیت‌های بیشتر، مانند لاکتات می‌توانند بر پاسخ‌های هورمونی آنابولیک و کاتابولیک تأثیرگذار باشند و درنهایت، نتایج آنابولیکی مشابه با تمرین مقاومتی با شدت بالا و بدون محدودیت جریان خون را به‌همراه داشته باشند؛ هرچند میزان فشار کاف استفاده‌شده در پژوهش‌ها می‌تواند میزان آن را تحت‌تأثیر قرار دهد. در پژوهش حاضر، بالاتربودن میزان لاکتات در وضعیت تمرین مقاومتی با شدت بالا و بدون محدودیت جریان خون نسبت به تمرین مقاومتی کم‌شدت همراه با محدودیت جریان خون، احتمالاً به‌دلیل فشار پایین کاف استفاده‌شده است. از نتایج مطالعات قبلی و مطالعهٔ حاضر می‌توان چنین استنباط کرد که تمرین مقاومتی با شدت کم همراه با محدودیت جریان خون، با تمرین مقاومتی با شدت بالا و بدون محدودیت جریان خون می‌تواند اثر تحریکی مشابهی در عملکرد عضلانی و فراخوانی تارها و متابولیسم غیرهوازی داشته باشند و می‌توان از تمرین با محدودیت جریان خون و شدت کم به‌جای تمرین با شدت زیاد و بدون محدودیت جریان خون برای افزایش قدرت و هایپرتروفی استفاده کرد (۵).

پیام مقاله: پاسخ هورمون‌های آنابولیک و کاتابولیک در پروتکل‌های تمرینی مختلف متفاوت است؛ اما افزایش در غلظت‌های هورمون رشد، محرک درون‌زای مناسبی را برای رشد بافت فراهم می‌کند و حتی تغییرات کم هورمون‌های آنابولیک پس از تمرین می‌تواند در به‌دست‌آوردن قدرت و هایپرتروفی مؤثر باشد. براساس این مطالعه می‌توان گفت تمرین مقاومتی همراه با محدودیت جریان خون با شدت کم، به اندازهٔ تمرین مقاومتی با شدت زیاد و بدون محدودیت جریان خون می‌تواند بر پاسخ‌های هورمون GH و فاکتورهایی مانند لاکتات -که می‌تواند باعث افزایش قدرت و هایپرتروفی شود- تأثیر داشته باشد.

منابع

1. Khosravi N, Humanian D, Eskandari M. The effect of maximum physical activity and sex on growth hormone secretion in boys and girls active. J Motor Learning. 2009;1(3):51-63. (In Persian).
2. Wilmore JH, Castile DL, Larry Kenney W. Physiology of sport and exercise. Moeini Z, Rahmani-Nia F, Rajabi H, Agha Ali-Nejad H, Salami F. Fourth Edition. Tehran. Mobtakeran; 2010. P. 84-103.
3. Smilios IL, Pilianidis T, Karamouzis M, Tokmakidis SP. Hormonal responses after various resistance exercise protocols. Med Sci Sport Exer. 2003;35(4):644-54.
4. Goto KA, Ishii NA, Kizuka TO, Takamatsu KA. The impact of metabolic stress on hormonal responses and muscular 1adaptations. Med Sci Sports Exerc. 2005;37(6):955-63.

5. Reeves GV, Kraemer RR, Hollander DB, Clavier J, Thomas C, Francois M, et al. Comparison of hormone responses following light resistance exercise with partial vascular occlusion and moderately difficult resistance exercise without occlusion. J Appl Physiol. 2006;101(6):1616-22.
6. Mohammadian S, Bazr afshan H, Sadeghi nejad A. Growth hormone therapy. J Gorgan University of Medical Sciences. 2003;5(2):101-14. (In Persian).
7. Guyton, HE. Physiology medical of textbook Hall and Guyton. Nahavandi A, Bitaraf B, Bitaraf M, Tarashandegan D, Kaveh M, Ghavami Y, Nasir, Ozar A. Twelfth Edition. Tehran. Nashr Ashraghei; 2011. P.418-591.
8. Kon M, Ikeda T, Homma T, Suzuki Y. Effects of low-intensity resistance exercise under acute systemic hypoxia on hormonal responses. J Strength Cond Res. 2012;26(3):611-7.
9. Takarada Y, Nakamura Y, Aruga S, Onda T, Miyazaki S, Ishii N. Rapid increase in plasma growth hormone after low-intensity resistance exercise with vascular occlusion. J Appl Physiol. 2000;88(1):61-5.
10. Ishii N, Madarame H, Odagiri K, Naganuma M, Shinoda K. Circuit training without external load induces hypertrophy in lower-limb muscles when combined with moderate venous occlusion. Int J Kaatsu Training Res. 2005;1(1):24-8.
11. Mohamadi S, Khoshdel A, Naserkhani F, Mehdizadeh R. The effect of low-intensity resistance training with blood flow restriction on serum cortisol and testosterone levels in young men. J Arch Mil Med. 2015;3(3): 1-7.
12. Takano H, Morita T, Iida H, Kato M, Uno K, Hirose K, et al. Effects of low-intensity "KAATSU" resistance exercise on hemodynamic and growth hormone responses. Int J Kaatsu Training Res. 2005;1(1):13-8.
13. Ohta H, Kurosawa H, Ikeda H, Iwase Y, Satou N, Nakamura S. Low-load resistance muscular training with moderate restriction of blood flow after anterior cruciate ligament reconstruction. Acta Orthop Scand. 2003;74(1):62-8.
14. Pullinen TE, Mero AN, Huttunen P, Pakarinen A, Komi PV. Resistance exercise-induced hormonal responses in men, women, and pubescent boys. Med Sci Sports Exerc. 2002;34(5):806-13.
15. Takano H, Morita T, Iida H, Asada KI, Kato M, Uno K, et al. Hemodynamic and hormonal responses to a short-term low-intensity resistance exercise with the reduction of muscle blood flow. Eur J Appl Physiol. 2005;95(1):65-73.
16. Sato Y. The history and future of KAATSU training. Int J Kaatsu Training Res. 2005;1(1):1-5.
17. Moore DR, Burgomaster KA, Schofield LM, Gibala MJ, Sale DG, Phillips SM. Neuromuscular adaptations in human muscle following low intensity resistance training with vascular occlusion. Eur J Appl Physiol. 2004;92(4-5):399-406.
18. Loenneke JP, Pujol TJ. The use of occlusion training to produce muscle hypertrophy. Strength Cond J. 2009;31(3):77-84.

19. Suga T, Okita K, Morita N, Yokota T, Hirabayashi K, Horiuchi M, et al. Omokawa M, Kinugawa S, Tsutsui H. Intramuscular metabolism during low-intensity resistance exercise with blood flow restriction. J Appl Physiol. 2009;106(4):1119-24.
20. Abe T, Yasuda T, Midorikawa T, Sato Y, Kearns CF, Inoue K, et al. Skeletal muscle size and circulating IGF-1 are increased after two weeks of twice daily "KAATSU" resistance training. Int J Kaatsu Training Res. 2005;1(1):6-12.
21. Yasuda T, Abe T, Brechue WF, Iida H, Takano H, Meguro K, et al. Venous blood gas and metabolite response to low-intensity muscle contractions with external limb compression. Metabolism. 2010;59(10):1510-9.
22. Loenneke JP, Wilson JM, Wilson GJ, Pujol TJ, Bemben MG. Potential safety issues with blood flow restriction training. Scand J Med Sci Spor. 2011;21(4):510-8.
23. Nakajima T, Kurano M, Iida H, Takano H, Oonuma H, Morita T, Meguro K, Sato Y, Nagata T. Use and safety of KAATSU training: results of a national survey. Int J Kaatsu Training Res. 2006;2(1):5-13.
24. Jiménez AD, de Paz JA. Application of the 1rm estimation formulas from the rm in bench press in a group of physically active middle-aged women. J of Hum Sport Exe. 2008;3(1):10-22.
25. Scott BR, Loenneke JP, Slattery KM, Dascombe BJ. Exercise with blood flow restriction: an updated evidence-based approach for enhanced muscular development. Sports Med. 2015;45(3):313-25.
26. Josephs RA, Newman ML, Brown RP, Beer JM. Status, testosterone, and human intellectual performance stereotype threat as status concern. Psycholo Sci. 2003;14(2):158-63.
27. Hosseini Kakhk. A.R, Ildarabadi. A, Haghighi A.H, Sharifan. Z. The effect of single bout of resistance exercise with and without vascular occlusion on lactate deydrogenase, creatine kinase in young girls. Sport Physiology. 2016; 8(30): 51-64. (In Persian).
28. Hoffman JR, Im JO, Rundell KW, Kang J, Nioka SH, Speiring BA, et al. Effect of muscle oxygenation during resistance exercise on anabolic hormone response. Med Sci Sports Exerc. 2003;35(11):1929-34.
29. Patterson SD, Leggate M, Nimmo MA, Ferguson RA. Circulating hormone and cytokine response to low-load resistance training with blood flow restriction in older men. Eur J Appl Physiol. 2013;113(3):713-9.
30. Manini TM, Yarrow JF, Buford TW, Clark BC, Conover CF, Borst SE. Growth hormone responses to acute resistance exercise with vascular restriction in young and old men. Growth Horm IGF Res. 2012;22(5):167-72.
31. Madarame H, Sasaki K, Ishii N. Endocrine responses to upper-and lower-limb resistance exercises with blood flow restriction. Acta Physiol Hung. 2010;97(2):192-200.
32. Maestripieri D, M. Baran N, Sapienza P, Zingales L. Between-and within-sex variation in hormonal responses to psychological stress in a large sample of college students. Stress. 2010;13(5):413-24.
33. Kraemer WJ, Ratamess NA. Hormonal responses and adaptations to resistance exercise and training. Sports Med. 2005;35(4):339-61.

34. Deuster PA, Petrides JS, Singh A, Lucci EB, Chrousos GP, Gold PW. High intensity exercise promotes escape of adrenocorticotropin and cortisol from suppression by dexamethasone: Sexually dimorphic responses 1. J Clin Endocrinol Metab. 1998;83(9):3332-8.
35. Raastad T, Bjøro T, Hallen J. Hormonal responses to high-and moderate-intensity strength exercise. Eur J Appl Physiol. 2000;82(1-2):121-8.
36. Kurina LM, Weiss LA, Graves SW, Parry R, Williams GH, Abney M, et al. Sex differences in the genetic basis of morning serum cortisol levels: genome-wide screen identifies two novel loci specific to women. J Clin Endocrinol Metab. 2005;90(8):4747-52.

ارجاع‌دهی

امیری راحله، اسفرجانی فهیمه، مرندی سیدمحمد. مقایسهٔ پاسخ برخی هورمون‌های متابولیکی به تمرین مقاومتی با شدت‌های مختلف با محدودیت و بدون محدودیت جریان خون در دختران جوان. فیزیولوژی ورزشی. بهار ۱۳۹۷؛ ۱۰(۳۷): ۲۰۲ـ۱۸۵. شناسهٔ دیجیتال: 10.22089/SPJ.2018.1172

Amiri R, Esfarjani F, Marandi S.M. Comparison of Metabolic Some Hormones Response to Resistance Training with Different Intensity with and without Blood Flow Restriction in Active Girls. Sport Physiology. Spring 2018; 10(37): 185-202. (In Persian). DOI: 10.22089/SPJ.2018.1172

پرتال جامع علوم انسانی