فیزیولوژی ورزشی شماره ۳۳، بهار ۱۳۹۶. صص ۶۸-۵۱

اثر میزان محدودیت جریان خون هنگام فعالیت ایزومتریک بر غلظت هورمون رشد و تستوسترون مردان فعال

عارف باسره[۱]، خسرو ابراهیم[۲]، فریبرز هوانلو[۳]، پونه دهقان[۴]، کیوان خرمی‌پور[۵]

۱. کارشناس ارشد فیزیولوژی ورزشی، دانشگاه شهید بهشتی تهران*
۲. استاد علوم زیستی ورزشی، دانشگاه شهید بهشتی تهران
۳. دانشیار تندرستی و بازتوانی ورزشی، دانشگاه شهید بهشتی تهران
۴. استادیار مرکز پژوهش‌های بالینی، بیمارستان طالقانی تهران
۵. دانشجوی دکتری بیوشیمی ورزشی، دانشگاه تهران

تاریخ دریافت: ۱۳۹۴/۰۸/۱۴ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۴/۱۲/۰۵

چکیده

هدف از پژوهش حاضر، بررسی اثر میزان محدودیت جریان خون (کاآتسو) هنگام فعالیت ایزومتریک بر غلظت هورمون رشد و تستوسترون مردان فعال بود. این پژوهش از نوع مطالعات نیمه‌تجربی بوده و ۱۰ مرد فعال (دارای یک تا سه جلسه فعالیت در هفته، میانگین سنی ۲/۳۲±۲۳/۸ سال و شاخص تودهٔ بدنی ۱/۸۰±۲۴/۲۶ کیلوگرم بر مترمربع) که سابقهٔ انجام تمرین مقاومتی را داشتند، به‌صورت داوطلبانه در آن شرکت نمودند. ابتدا، فشار سیستولی پای آزمودنی‌ها به‌وسیلهٔ دستگاه سونوگرافی داپلر رنگی تعیین گردید و سپس، آزمودنی‌ها پروتکل پژوهش را که شش انقباض ایزومتریک ۱۰ ثانیه‌ای با بار ۶۵ درصد و حداکثر انقباض ارادی با ۶۰ ثانیه استراحت بین هر انقباض و با چند فشار مختلف محدودیت جریان خون (صفر (بدون فشار)، ۷۰، ۱۰۰ و ۱۳۰ درصد فشار سیستولی پا) بود، اجرا کردند. لازم‌به‌ذکر است که نمونه‌های خون پیش از فعالیت، بلافاصله پس از فعالیت و ۱۵ دقیقه پس‌ازآن گرفته شد. نتایج تحلیل داده‌ها تعامل معناداری را در هورمون رشد، تستوسترون و لاکتات بین فشارهای مختلف محدودیت جریان خون (جلسه×زمان) نشان نمی‌دهد ($P>0.05$). علاوه‌براین، نتایج حاکی از آن است که میزان هورمون رشد، تستوسترون و لاکتات بلافاصله پس از فعالیت نسبت به‌پیش از آن در تمامی فشارهای محدودیت جریان خون افزایش‌یافته است ($P<0.05$)؛ اما به‌جز هورمون تستوسترون ($P=0.074$)، میزان هورمون رشد و لاکتات در ۱۵ دقیقه پس از فعالیت نسبت به‌پیش از آن در تمامی فشارهای محدودیت جریان خون معنادار می‌باشد ($P<0.05$). می‌توان گفت باوجوداینکه با افزایش فشار محدودیت جریان خون، میزان هورمون‌های رشد و تستوسترون افزایش‌یافته است؛ اما تفاوت معنادار در مقدار هورمون‌های تستوسترون و رشد بین فعالیت با فشارهای مختلف محدودیت جریان خون در یک شدت برابر مشاهده نمی‌شود.

واژگان کلیدی: فعالیت ایزومتریک، کاآتسو، هورمون رشد، تستوسترون، محدودیت جریان خون

* نویسندهٔ مسئول Email: aref.shim@gmail.com

مقدمه

فعالیت ورزشی مقاومتی سنگین اثرات مثبتی برافزایش قدرت و هایپرتروفی عضلانی دارد. این افزایش حجم و قدرت در اثر افزایش ترشح هورمون‌های آنابولیک مختلف ازجمله هورمون‌های رشد و تستوسترون حاصل می‌شود. آگاهی ما از نحوهٔ تأثیر این هورمون‌ها برافزایش حجم و قدرت کامل نمی‌باشد (۱). هورمون رشد[1] یکی از مهم‌ترین هورمون‌های بدن است که همراه با گروهی از هورمون‌های دیگر بر متابولیسم اثرگذار بوده و برای رشد طبیعی بدن، رشد در کودکان و نوجوانان، حفظ وزن و پروتئین‌سازی در افراد بالغ لازم می‌باشد (۲). تستوسترون یک استروئید آنابولیک است که از سلول‌های میان بافتی لیدینگ[2] بیضه ترشح می‌شود و سنتز پروتئین را تحریک می‌کند. این هورمون سبب هایپرتروفی عضلانی و افزایش قدرت و تونوس عضلانی گردیده و یکی از هورمون‌های مهم در فعالیت‌های بدنی محسوب می‌شود (۳). دراین‌ارتباط، مطالعات متعددی افزایش مقدار تستوسترون سرم را در پی تمرینات مقاومتی گزارش نموده‌اند (۴،۵).

کالج آمریکایی طب ورزشی[3] (ACSM)، انجام تمرینات مقاومتی با بارکار بیشتر از ۷۰ درصد یک تکرار بیشینه[4] (1-RM) یا ۸۰ تا ۹۰ درصد حداکثر قدرت انقباضی[5] (MVC) را برای افزایش حجم و قدرت عضلانی ضروری می‌داند (۶،۷). اگرچه استفاده از وزنه‌های سنگین اثرات مثبت بسیاری دارد؛ اما استفاده از این وزنه‌ها برای برخی از افراد مقدور نمی‌باشد؛ به‌عنوان‌مثال، افراد پیر یا در حال بازتوانی، به دلیل فشاری که از این وزنه‌ها بر مفاصل آن‌ها وارد می‌شود و یا افراد دارای مشکلات قلبی به دلیل فشار بیش‌ازحد واردشده بر قلب آن‌ها قادر به استفاده از وزنه‌های سنگین نبوده و صرفاً به استفاده از وزنه‌های سبک محدود می‌شوند. باوجوداینکه انجام تمرینات سبک برای این افراد بهتر از بی‌تحرک بودن است؛ اما طبق توصیهٔ کالج آمریکایی طب ورزشی، به‌منظور افزایش حجم و قدرت عضلانی می‌بایست از وزنه‌های سنگین استفاده شود (۷)؛ بنابراین، مشکلی که اغلب این افراد به آن دچار می‌شوند، از دست دادن حجم عضلانی (آتروفی) است. یکی از روش‌هایی که جهت جلوگیری از آتروفی عضلانی در این افراد استفاده می‌شود، ممانعت از رسیدن خون به اندام موردنظر می‌باشد (۱۰ـ۸). در این روش (که غالباً برای جلوگیری از آتروفی عضلات دست‌وپا استفاده می‌شود)، جریان خون ورودی به عضله توسط بستن یک کاف یا کش (تورنیکت) لاستیکی

1. Growth Hormone
2. Leyding
3. American College of Sports Medicine
4. One Repetition Maximum
5. Maximum Voluntary Contraction

انعطاف‌پذیر که به دور قسمت پروگزیمال بازو یا ران، محدود یا متوقف می‌گردد (۱۱). دراین‌ارتباط، تاکارادا[1] و همکاران (۲۰۰۰b) نشان دادند که با مسدود کردن عروق خون رسان به‌پای ورزشکارانی که پس از پارگی رباط صلیبی قدامی[2] (ACL) تحت عمل جراحی قرارگرفته و پس‌ازآن مجبور به استراحت در بستر بوده‌اند، می‌توان از آتروفی عضلانی آن‌ها جلوگیری کرد (۱۲)؛ اما در زمان بازتوانی یا در تمرینات مقاومتی برای افراد مسن، علاوه بر جلوگیری از آتروفی عضلانی، افزایش حجم و قدرت نیز یکی دیگر از اهداف مهم می‌باشد؛ اما همان‌طور که اشاره شد، محدودیت جریان خون به‌تنهایی، فقط از آتروفی عضلانی جلوگیری می‌کند؛ بنابراین، پژوهشگران پیشنهاد کرده‌اند که اگر محدودیت جریان خون به عضو موردنظر همراه با تمرین مقاومتی برای همین عضو انجام شود، علاوه بر جلوگیری از آتروفی، افزایش حجم و قدرتی که قابل‌مقایسه با تمرین مقاومتی با شدت بالا است، مشاهده خواهد شد (۱۳).

چند مکانیسم اصلی جهت توضیح اثرات تمرینات مقاومتی همراه با محدودیت جریان خون پیشنهادشده است: ۱. فراخوانی بیشتر تارهای تند انقباض در شرایط هایپوکسی و درنتیجه تولید لاکتات بیشتر؛ ۲. افزایش عوامل رشد موضعی و مسیرهای سیگنالی درون‌سلولی؛ ۳. افزایش ترشح هورمون آنابولیک به‌واسطهٔ تجمع متابولیت‌هایی مانند لاکتات و یون هیدروژن درون عضلهٔ فعال (۱۴). یکی از فرایندهای اولیه در این‌گونه فعالیت‌ها، تحریک ترشح هورمون رشد از هیپوفیز توسط متابولیت‌هایی مانند لاکتات و یون هیدروژن می‌باشد. به دلیل فراخوانی بیشتر تارهای تند انقباض، تولید لاکتات و یون هیدروژن افزایش می‌یابد. ازسوی‌دیگر، استفاده از کاف (شریان‌بند) سبب بستن جریان خروجی خون در عضله می‌شود و این امر منجر به افزایش بیشتر این متابولیک‌ها در عضله می‌گردد. افزایش غلظت متابولیت‌ها (لاکتات و یون هیدروژن) نیز سبب تحریک گیرنده‌های شیمیایی می‌شود. علاوه‌براین، تحریک این گیرنده‌ها موجب انتقال پیام از طریق آوران‌های نوع III و IV به هیپوفیز گشته و هیپوفیز در پاسخ به این آوران‌ها، ترشح هورمون رشد و محرک هورمون تستوسترون را افزایش می‌دهد (۱۵،۱۶). دراین‌زمینه، تاکاردا و همکاران (۲۰۰۰a) در پژوهش خود افزایش معنادار هورمون رشد در فعالیت مقاومتی با بار کم با انسداد جریان خون نسبت به تمرینات مقاومتی سنتی با بار متوسط را گزارش نمودند. در این پژوهش، تولید اسیدلاکتیک در تمرین همراه با انسداد جریان خون افزایش یافت. لازم‌به‌ذکر است ازآنجاکه لاکتات به‌طور مستقیم و غیرمستقیم بر سنتز هورمون تستوسترون تأثیر می‌گذارد، این امکان وجود دارد که تستوسترون نیز این افزایش

1. Takarada
2. Anterior Cruciate Ligament

را از خود نشان دهد (۱۷). دراین‌ارتباط، برخی از مطالعات افزایش در هورمون رشد را گزارش نموده‌اند (۱۶).

با توجه به مطالعات انجام‌شده، این نوع تمرینات می‌بایست با بار کم‌تر از ۷۰ درصد 1-RM (که طبق توصیهٔ کالج آمریکایی طب ورزشی حداقل بارکار لازم جهت افزایش حجم و قدرت عضلانی است) انجام شود تا منجر به افزایش حجم و قدرت عضلانی قابل‌ملاحظه‌ای گردد (۱۵،۱۸،۱۹) و این افزایش حجم و قدرت می‌تواند برای افرادی که نمی‌توانند از وزنه‌های سنگین استفاده کنند؛ مانند ورزشکاران و بیماران در حال بازتوانی و به‌ویژه افرادی با مشکل پارگی رباط صلیبی قدامی (ACL)، افراد مسن و حتی فضانوردان مفید باشد. ازسوی‌دیگر، انجام تمرینات ایزومتریک برای این‌گونه افراد، کم‌آسیب‌تر بوده و از قابلیت اجرای راحت‌تری برخوردار می‌باشد. بیشتر مطالعات انجام‌شده تاکنون از تمرینات آیزوکنتیک و ایزوتونیک استفاده نموده و افزایش در هورمون‌های آنابولیک با محدودیت جریان خون را گزارش کرده‌اند (۱۱،۱۷،۲۰،۲۲). لازم‌به‌ذکر است که میزان فشار جهت محدودیت جریان خون از عوامل مهم در این نوع تمرینات است؛ به‌طوری‌که پژوهش‌های مختلف، تفاوت موجود در پاسخ متغیرهای پژوهش به فعالیت با شدت یکسان را به آن مرتبط دانسته‌اند؛ بااین‌وجود، بیشتر مطالعات آن را طبق قاعدهٔ خاصی اعمال نکرده‌اند (۱۱،۱۳،۱۵،۲۳). شایان‌ذکر است که تاکنون پژوهشی به بررسی تأثیر تمرینات ایزومتریک با محدودیت جریان خون بر تغییرات هورمونی نپرداخته است؛ بنابراین، پژوهش حاضر باهدف تعیین تأثیر میزان محدودیت جریان خون هنگام فعالیت ایزومتریک بر غلظت هورمون رشد و تستوسترون مردان فعال صورت گرفت. براین‌اساس، در پژوهش حاضر به دنبال آزمایش دو فرضیه بودیم؛ نخست این‌که فعالیت ایزومتریک همراه با محدودیت جریان خون می‌تواند به‌عنوان یک محرک سبب تغییر در هورمون‌های آنابولیک شود و دیگر این‌که افزایش میزان فشار محدودیت جریان خون بر اساس قاعدهٔ مشخص سبب افزایش بیشتر هورمون‌های آنابولیک می‌شود.

روش پژوهش

جهت اجرای پژوهش، ۱۰ مرد فعال (دارای یک تا سه جلسه فعالیت در هفته و میانگین سنی ۸/۳۳±۲۳/۲ سال که دارای سابقهٔ تمرین مقاومتی بودند) به‌صورت داوطلبانه در این پژوهش شرکت نمودند. شایان‌ذکر است که آزمودنی‌ها سابقهٔ اختلالات عصبی ـ عضلانی ـ اسکلتی، ضربه یا شکستگی در اندام تحتانی، فشارخون کم یا زیاد و مصرف دارو یا مکمل را نداشتند. ویژگی‌های بدنی آزمودنی‌ها شامل: سن، وزن، قد و ترکیب بدن در جدول شمارهٔ یک ارائه‌شده است. جهت انجام پژوهش از آزمودنی‌ها خواسته شد هیچ‌گونه فعالیت ورزشی را در طول دورهٔ پژوهش انجام ندهند تا

بدین‌وسیله از تداخل اثرات ورزش با جلسات آزمون جلوگیری شود. در ادامه، آزمودنی‌ها در پنج جلسهٔ مجزا به آزمایشگاه مراجعه نمودند. جلسهٔ اول باهدف آشنایی با محیط آزمایشگاه، اندازه‌گیری ویژگی‌های آنتروپومتریک قد (با استفاده از قد سنج سکا مدل ۷۶۷ با دقت یک میلی‌متر، ساخت کشور آلمان)، وزن (با استفاده از ترازوی دیجیتالی سکا مدل ۲۰۷ با دقت ۰/۱ کیلوگرم، ساخت کشور آلمان) و فشارخون (با استفاده از فشارسنج دیجیتال بازو، ساخت کشور چین)، تکمیل فرم رضایت‌نامه، پرسش‌نامه و سابقهٔ پزشکی و آشنایی با روند اجرایی پروتکل تمرین و روش محدودیت جریان خون برگزار شد. پس‌ازاین مراحل، آزمودنی‌ها در بخش رادیولوژی بیمارستان طالقانی تهران حضور یافتند و مقدار فشار سیستولی پای آن‌ها توسط متخصص رادیولوژی و با استفاده از دستگاه داپلر رنگی (دستگاه سونوگرافی داپلر مدل 4MP ساخت کشور فرانسه) برآورد گردید تا در جلسات فعالیت همراه با محدودیت جریان خون مورداستفاده قرار گیرد. علاوه‌براین، در چهار جلسهٔ دیگر (جلسات دوم، سوم، چهارم و پنجم) آزمودنی‌ها به‌صورت توازن متقابل، پروتکل فعالیت را با فشاری معادل ۰، ۷۰، ۱۰۰ و ۱۳۰ درصد فشار سیستولی گرفته‌شده از قوزک پا اجرا نمودند. شایان‌توجه است که در این پژوهش جهت محدودیت جریان خون در ناحیهٔ ران از ترکیب یک کاف به عرض هشت سانتی‌متر و فشارسنج دستی جهت اعمال فشار استفاده گردید.

جدول ۱ـ ویژگی‌های عمومی و آنتروپومتریک آزمودنی‌ها (میانگین±انحراف استاندارد)

متغیر	میانگین±انحراف استاندارد
سن(سال)	۲۳/۲±۸/۳۳
وزن(کیلوگرم)	۷۵/۵±۲/۱
قد(سانتی‌متر)	۱۷۸/۶۰±۵/۶۷
فشارخون(میلی‌متر جیوه)	۱۱۸/۰۰±۱/۳۸
ضربان قلب(ضربه در دقیقه)	۷۰/۰۰±۶/۴۳
شاخص توده بدنی(کیلوگرم/ متر)^2	۲۴/۲۶±۱/۸۰
فشار گرفته‌شده از قوزک پا(میلی‌متر جیوه)	۲۰۰/۰۰±۷/۴۷

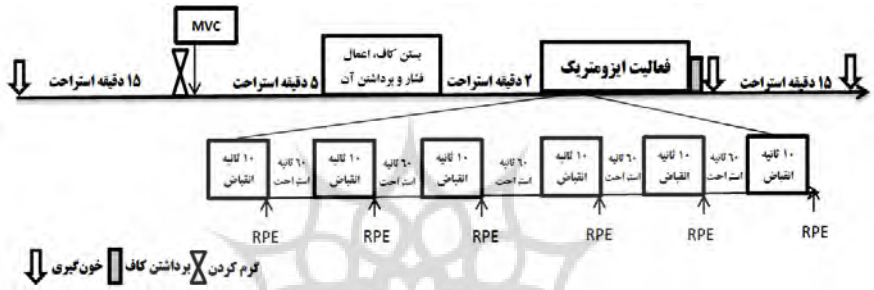
به‌منظور تعیین مقدار فشار کاف در جلسات همراه با محدودیت جریان خون، ابتدا آزمودنی‌ها در حالت خوابیده قرار گرفتند و سپس، همان کاف که در جلسهٔ فعالیت جهت محدودیت جریان خون استفاده می‌شد، در نقطهٔ ابتدایی ران آزمودنی‌ها بسته شد و تحت نظر متخصص سونوگرافی و با استفاده از دستگاه داپلر رنگی، فشار سیستولی قوزک پا مطابق مراحل زیر اندازه‌گیری گردید و در جلسات محدودیت جریان خون به کار گرفته شد.

مرحلهٔ اول: باد کردن کاف به مقدار ۵۰ میلی‌متر جیوه و نگه‌داشتن این فشار به مدت ۳۰ ثانیه و سپس، خالی کردن باد کاف و ۱۰ ثانیه استراحت؛ مرحلهٔ دوم: باد کردن کاف به مقدار ۱۳۰ درصد فشار سیستولی گرفته‌شده از بازو و اعمال آن به مدت ۳۰ ثانیه و سپس، خالی کردن باد کاف و ۱۰ ثانیه استراحت؛ مرحلهٔ سوم: در این مرحله کاف به‌صورت فزاینده باد می‌شد و در هر مرحله ۴۰ میلی‌متر جیوه به مقدار قبلی اضافه می‌گشت. شایان‌ذکر است که فشار ابتدایی ۴۰ میلی‌متر جیوه بود که در هر مرحله فشار به مدت ۳۰ ثانیه حفظ می‌گشت و ۱۰ ثانیه استراحت بین هر مرحله در نظر گرفته می‌شد. این کار تا زمانی ادامه پیدا می‌کرد که خون قابل‌تشخیص از سرخرگ تیبیال که به‌وسیلهٔ دستگاه داپلر رنگی دیده می‌شد، قطع گردد. پس از قطع خون، فشار کاف در هر مرحله ۱۰ میلی‌متر جیوه به‌صورت کاهنده کمتر می‌شد؛ تاجایی‌که برقراری مجدد جریان خون به‌وسیلهٔ دستگاه داپلر تشخیص داده می‌شد و همین مقدار فشار کاف، ثبت گشته و در جلسهٔ فعالیت همراه با محدودیت جریان خون، ۱۰ میلی‌متر جیوه بیشتر از این فشار جهت محدودیت جریان خون مورداستفاده قرار می‌گرفت (۲۳).

علاوه‌براین، در جلسات دوم، سوم، چهارم و پنجم پس از حضور در آزمایشگاه از آزمودنی‌ها خواسته شد که ابتدا به مدت ۲۰ دقیقه در حالت نشسته استراحت کنند تا بدن به حالت طبیعی خود بازگردد و سپس، فشارخون و ضربان قلب آن‌ها گرفته شد. در ادامه، پروتکل گرم کردن که شامل: پنج دقیقه رکاب زدن روی چرخ کارسنج با بار ۷۰ وات و سه نوبت انقباض ایزومتریک زیر بیشینه (کمتر از ۲۰ درصد MVC) که مدت هر انقباض پنج ثانیه و مدت استراحت بین انقباض‌ها ۱۰ ثانیه بود، اجرا گردید (۲۴). پس از قرار گرفتن آزمودنی روی دستگاه سایبکس، حالت آناتومیکی بدن وی با اتصالات دستگاه هماهنگ شده و سپس، پای وی در زاویهٔ ۷۰ درجهٔ سانتی‌گراد (نسبت به منبع صفر درجه در بازکردن کامل زانو) قرار گرفته (برای تعیین دقیق این زاویه از گونیامتر استفاده شد) و از او خواسته می‌شد تا بیشترین مقدار نیروی ممکن را به‌وسیلهٔ عضلات چهارسران و روبه‌جلو وارد کند. لازم‌به‌ذکر است که مدت هر انقباض پنج ثانیه بود و این پروتکل دو بار تکرار می‌گشت و بیشترین مقدار نیرویی که آزمودنی می‌توانست در یک‌لحظه اعمال کند به‌عنوان MVC در نظر گرفته می‌شد (۲۴،۲۵).

در هریک از جلسات پس از گرم کردن و تعیین MVC، آزمودنی‌ها به مدت پنج دقیقه استراحت می‌کردند. سپس، کاف بسته‌شده و تا فشار تعیین‌شده باد می‌گردید و این شرایط به مدت پنج ثانیه حفظ می‌شد تا آزمودنی با این شرایط سازگار شود. سپس، کاف برداشته‌شده و آزمودنی به مدت دو دقیقه استراحت می‌کرد. پس از گذشت دو دقیقه، کاف مجدداً بسته‌شده و باد می‌گردید (به‌جز جلسهٔ اول که کاف اعمال می‌شود؛ اما باد نمی‌گردد) و جلسهٔ فعالیت که شامل شش انقباض ۱۰

ثانیه‌ای به‌صورت ایزومتریک بود و بین هر دو انقباض ۶۰ ثانیه استراحت در نظر گرفته می‌شد، آغاز می‌گشت. ذکر این نکته ضرورت دارد که بارکار در کل جلسات معادل ۶۵ درصد MVC در نظر گرفته‌شده بود و جهت اطمینان از سلامت و فشار واردشده بر پای آزمودنی‌ها از مقیاس بورگ استفاده گردید (شکل شمارهٔ یک).



شکل ۱ــ طرح پژوهش فعالیت با محدودیت جریان خون

نمونه‌های خون هر بار به میزان پنج سی‌سی و به‌وسیلهٔ سرنگ از ورید بازویی آزمودنی‌ها در حالت نشسته در زمان استراحت، بلافاصله پس از اتمام پروتکل ورزشی و ۱۵ دقیقه پس از فعالیت گرفته شد. به‌منظور جلوگیری از ایجاد لخته در خون، نمونه‌ها بلافاصله به درون لوله‌های EDTA انتقال داده شدند و به‌آرامی مخلوط گردیدند. سپس، به‌منظور جداسازی پلاسما، نمونه به مدت ۱۰ دقیقه در دمای چهار درجهٔ سانتی‌گراد و با سرعت ۳۵۰۰ دور در دقیقه در دستگاه سانتریفوژ قرار داده شد و تا پایان پژوهش در دمای ۸۰- درجه نگه‌داری گردید. باید عنوان نمود که پس از اتمام کل جلسات تمرینی، نمونه‌های خون جهت اندازه‌گیری میزان تستوسترون، هورمون رشد و لاکتات تحویل آزمایشگاه شدند.

شایان‌ذکر است که داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار اس. پی. اس. اس[1] نسخهٔ ۲۱ تجزیه‌وتحلیل شدند. همچنین، به‌منظور تعیین طبیعی بودن توزیع داده‌ها از آزمون شاپیرو ـ ویلک استفاده گشت و برای بررسی پاسخ هورمون رشد، تستوسترون و لاکتات از تحلیل واریانس دوطرفه (۳×۴) با اندازه‌گیری‌های مکرر بهره گرفته شد. آزمون بونفرونی نیز به‌عنوان آزمون تعقیبی جهت مقایسهٔ جفت زوجی‌ها مورداستفاده قرار گرفت. ذکر این نکته ضرورت دارد که مقدار α در تمامی آنالیزهای آماری معادل (۰/۰۵) در نظر گرفته شد.

1. SPSS

نتایج

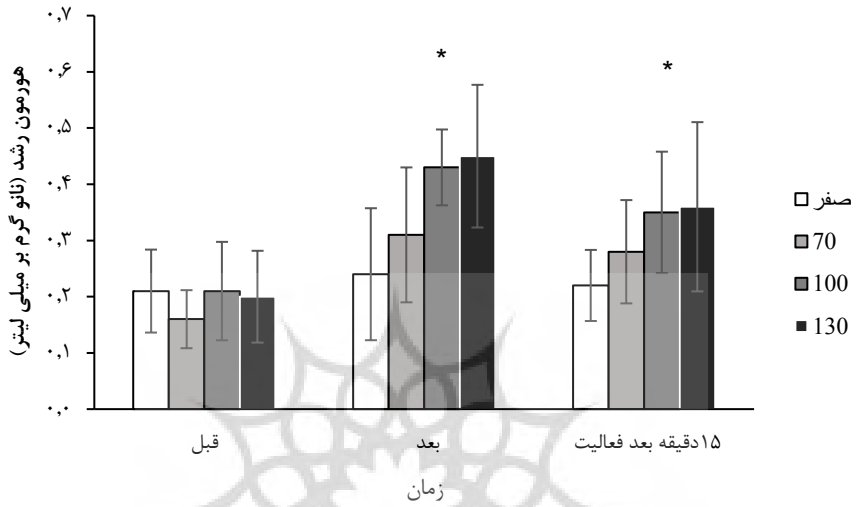
داده‌های هورمون رشد، تستوسترون و لاکتات در چهار جلسه فعالیت در جدول شمارهٔ دو ارائه‌شده است.

جدول ۲ـ مقادیر هورمون رشد، تستوسترون و لاکتات قبل، بعد و ۱۵ دقیقه پس از فعالیت (میانگین±انحراف استاندارد)

متغیر فعالیت	زمان	لاکتات (میلی‌مول در لیتر)	هورمون رشد (نانوگرم بر میلی‌لیتر)	تستوسترون (نانوگرم بر میلی‌لیتر)
صفر درصد فشار سیستولی	قبل	۱/۵۵±۰/۲۸	۰/۲۱±۰/۰۷	۴/۴±۰/۵
	بعد	۲/۶۴±۰/۴۷	۰/۲۴±۰/۱۲	۴/۹±۰/۷
	۱۵ دقیقه پس از فعالیت	۲/۸۴±۰/۴۲	۰/۲۲±۰/۰۶	۴/۷±۰/۹
۷۰ درصد فشار سیستولی	قبل	۱/۴۲±۰/۲۳	۰/۱۶±۰/۰۵	۴/۴±۰/۷
	بعد	۳/۰۹±۰/۹۴	۰/۳۱±۰/۱۲	۵/۲±۱/۰
	۱۵ دقیقه پس از فعالیت	۲/۸۴±۱/۰۱	۰/۲۸±۰/۰۹	۵/۰±۱/۰
۱۰۰ درصد فشار سیستولی	قبل	۱/۲۹±۰/۳۰	۰/۲۱±۰/۰۹	۴/۶±۱/۰
	بعد	۳/۱۴±۰/۹۰	۰/۴۳±۰/۰۷	۵/۳±۱/۰
	۱۵ دقیقه پس از فعالیت	۲/۸۳±۱/۲۶	۰/۳۵±۰/۱۱	۴/۶±۰/۵
۱۳۰ درصد فشار سیستولی	قبل	۱/۵۳±۰/۲۵	۰/۲۰±۰/۰۸	۴/۵±۰/۶
	بعد	۳/۰۴±۱/۱۵	۰/۴۵±۰/۱۳	۵/۴±۰/۷
	۱۵ دقیقه پس از فعالیت	۲/۷۷±۰/۹۸	۰/۳۶±۰/۱۵	۵/۱±۱/۱

نتایج تحلیل واریانس یک‌طرفه با اندازه‌گیری‌های مکرر نشان می‌دهد که تفاوت معناداری در میزان هورمون رشد ($F_{3,27}$=1.56, P=0.222)، تستوسترون ($F_{3,27}$=0.179, P=0.910) و لاکتات (P=0.155 ,$F_{3,27}$=1.88) در قبل از فعالیت بین چهار جلسه فعالیت وجود ندارد.

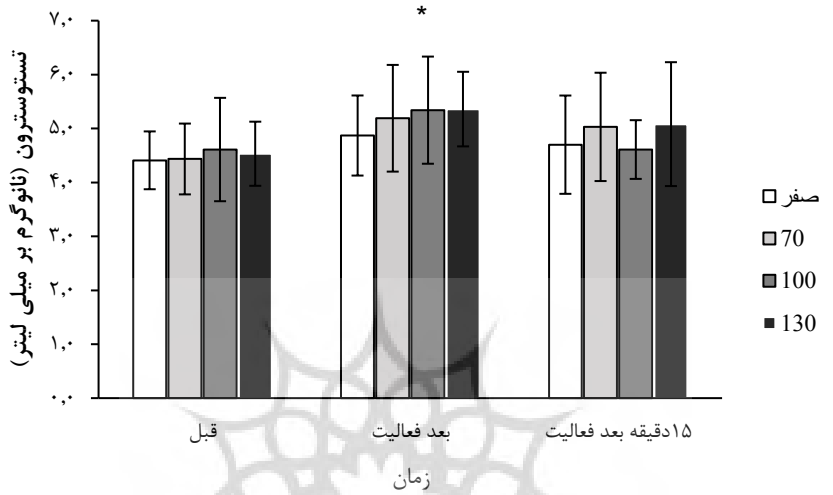
نتایج تحلیل واریانس دوطرفه (۳×۴) با اندازه‌گیری‌های مکرر نیز حاکی از آن است که بین چهار جلسه فعالیت در میزان هورمون رشد، تعامل معناداری مشاهده نمی‌شود ($F_{6,54}$=2.40, P=0.054) (شکل شمارهٔ دو). همچنین، نتایج آزمون تحلیل واریانس دوطرفهٔ مکرر (۳×۴) مربوط به هورمون رشد نشان می‌دهد که جلسات فعالیت ازنظر زمانی با یکدیگر تفاوت معناداری دارند (P<0.001 ,$F_{2,18}$=38.68). نتایج مقایسهٔ جفت زوجی‌ها نیز بیانگر آن است که در زمان‌های قبل از فعالیت و پس‌ازآن (P<0.001)، پس از فعالیت و ۱۵دقیقه پس‌ازآن (P=0.002) و قبل از فعالیت و ۱۵دقیقه پس‌ازآن (P=0.002)، افزایش معنادار می‌باشد.



شکل ۲ـ مقادیر هورمون رشد (میانگین±انحراف استاندارد) در چهار جلسهٔ فعالیت، قبل، بعد و ۱۵دقیقه پس‌ازآن

* نشان‌دهندهٔ افزایش معنادار نسبت به قبل از فعالیت است.

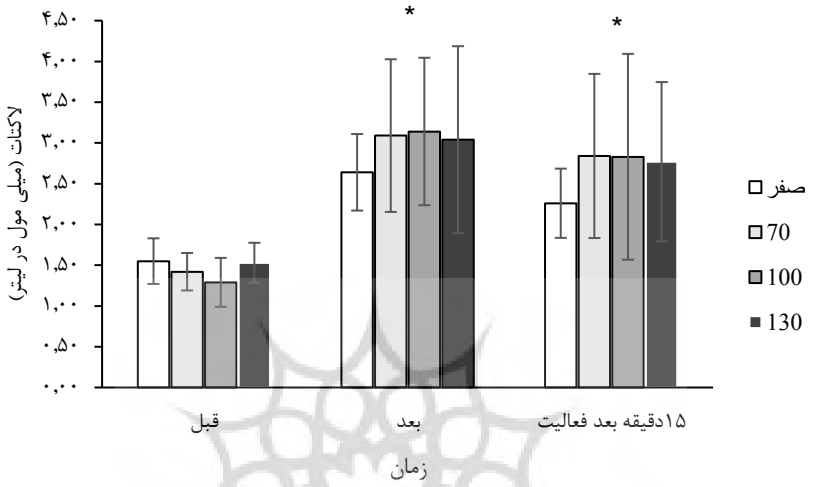
نتایج تحلیل داده‌ها نشان می‌دهد که بین چهار جلسه فعالیت محدودیت جریان خون در میزان هورمون تستوسترون تعامل معناداری وجود ندارد ($F_{6,54}=0.70$, $P=0.645$) (شکل شمارهٔ سه). نتایج آزمون تحلیل واریانس دوطرفهٔ مکرر (۳×۴) مربوط به هورمون تستوسترون نیز حاکی از آن است که جلسات فعالیت ازنظر زمانی با یکدیگر تفاوت معناداری دارند ($F_{2,18}=9.11$, $P=0.002$). همچنین، نتایج مقایسهٔ جفت زوجی‌ها نشان‌دهندهٔ آن است که فعالیت‌ها در زمان قبل از فعالیت و پس‌ازآن ($P< 0.011$) دارای تفاوت معناداری می‌باشند؛ اما در ارتباط با پس از فعالیت و ۱۵دقیقه پس‌ازآن ($P=0.074$) و قبل از فعالیت و ۱۵دقیقه پس‌ازآن ($P=0.205$) تفاوت معناداری مشاهده نمی‌شود.



شکل ۳ـ مقادیر تستوسترون (میانگین±انحراف استاندارد) در چهار جلسهٔ فعالیت، قبل، بعد و ۱۵دقیقه پس‌ازآن

* نشان‌دهندهٔ افزایش معنادار نسبت به قبل از فعالیت می‌باشد.

نتایج آزمون تحلیل واریانس با اندازه‌گیری‌های مکرر (۴×۳) مربوط به لاکتات نشان می‌دهد که تعامل معناداری بین چهار جلسه فعالیت محدودیت جریان خون وجود ندارد ($F_{6,54}$=1.14, P=0.349) (شکل شمارهٔ چهار). همچنین، نتایج آزمون تحلیل واریانس دوطرفهٔ مکرر (۴×۳) مربوط به لاکتات حاکی از آن است که جلسات فعالیت ازنظر زمانی با یکدیگر تفاوت معناداری دارند ($F_{2,18}$= 12.38 , P<0.001). نتایج مقایسهٔ جفت زوجی‌ها نیز نشان‌دهندهٔ آن است که افزایش در زمان‌های قبل از فعالیت و پس‌ازآن (P<0.001) و قبل از فعالیت و ۱۵دقیقه پس‌ازآن (P<0.001) معنادار است؛ اما بین زمان‌های پس از فعالیت و ۱۵دقیقه بعدازآن، تفاوت معنادار نمی‌باشد (P=0.212).



شکل ۴ـ مقادیر لاکتات (میانگین±انحراف استاندارد) چهار جلسهٔ فعالیت، قبل، بعد و ۱۵دقیقه پس‌ازآن

* نشان‌دهندهٔ افزایش معنادار نسبت به قبل از فعالیت است.

همان‌طور که نتایج جدول شمارهٔ سه نشان می‌دهد، ضریب هم‌بستگی معناداری بین هورمون رشد و تستوسترون با لاکتات در تمامی فشارهای محدودیت جریان خون وجود ندارد.

جدول ۳ـ نتایج آزمون هم‌بستگی پیرسون

فعالیت	متغیر	ضریب هم‌بستگی	سطح معناداری
صفر درصد	هورمون رشد و لاکتات	۰/۳۱	۰/۳۸۰
فشار سیستولی	هورمون تستوسترون و لاکتات	۰/۱۸	۰/۶۱۸
۷۰ درصد	هورمون رشد و لاکتات	۰/۵۲	۰/۱۱۸
فشار سیستولی	هورمون تستوسترون و لاکتات	۰/۰۲	۰/۹۵۷
۱۰۰ درصد	هورمون رشد و لاکتات	۰/۱۱	۰/۷۴۳
فشار سیستولی	هورمون تستوسترون و لاکتات	۰/۱۸	۰/۶۱۹
۱۳۰ درصد	هورمون رشد و لاکتات	۰/۴۷	۰/۱۶۷
فشار سیستولی	هورمون تستوسترون و لاکتات	۰/۵۳	۰/۱۰۸

بحث و نتیجه‌گیری

هدف از پژوهش حاضر، بررسی تأثیر حاد فعالیت ایزومتریک با فشارهای مختلف محدودیت جریان خون بر هورمون‌های رشد و تستوسترون مردان فعال بود. نتایج حاکی از آن بود که میزان هورمون رشد، تستوسترون و لاکتات پس از فعالیت نسبت به قبل از آن افزایش معناداری داشته است که نشان می‌دهد فعالیت ایزومتریک با محدودیت جریان خون به‌عنوان یک محرک توانسته است سبب تغییر در این هورمون‌ها و متابولیت‌ها شود. در پژوهش حاضر، میزان هورمون رشد (GH) در تمامی فشارها (صفر، ۱۰۰، ۷۰ و۱۳۰ درصد) پس از فعالیت و ۱۵ دقیقه پس‌ازآن نسبت به قبل از فعالیت افزایش یافت که این افزایش ازنظر زمانی معنادار بود و با افزایش فشار محدودیت جریان خون، میزان هورمون رشد، افزایش بیشتری را نشان داد. افزایش هورمون‌های آنابولیک همچون هورمون رشد (GH) برای افزایش حجم عضلانی ضروری به نظر می‌رسد. افزایش این هورمون در پاسخ به فعالیت با شدت بالا و یا با شدت پایین با محدودیت جریان خون مشاهده‌شده است که این نتایج با یافته‌های پژوهش‌های پیشین هم‌سو می‌باشد (۱۱،۱۶،۱۷،۲۲،۲۶).

دراین‌ارتباط، تاکارتا و همکاران (۲۰۰۰a) افزایش ۲۹۰ برابری (۱۷) و پیرز[1] و همکاران (۲۰۰۶) افزایش نه برابری (۲۷) در میزان هورمون رشد نسبت به شرایط استراحتی را در پژوهش خود مشاهده کردند؛ درصورتی‌که در پژوهش حاضر، افزایش سه برابری در هورمون رشد نسبت به شرایط استراحتی مشاهده گردید. دلایل این اختلاف عمده در ترشح هورمون رشد را می‌توان به فعالیت انجام‌شده نسبت داد. در پژوهش تاکارتا و پیرز، اجرای فعالیت تا مرحلهٔ واماندگی صورت گرفت؛ درحالی‌که در پروتکل مورداستفاده در پژوهش حاضر، اجرای شش حرکت ایزومتریک ۱۰ ثانیه‌ای با ۶۰ ثانیه استراحت بین هر حرکت بود. ازسوی‌دیگر، میزان تجمع متابولیت‌هایی مانند لاکتات در پژوهش حاضر در حدود سه میلی‌مول در لیتر بود که کمتر از لاکتات گزارش‌شده توسط تاکارتا و همکاران (۴/۵ میلی‌مول در لیتر) می‌باشد.

علاوه‌براین، بر اساس نتایج مشخص شد که اوج تجمع لاکتات بلافاصله پس از فعالیت در فعالیت‌های با محدودیت جریان خون بیشتر است. این افزایش در تجمع لاکتات، احتمالاً هم به هایپوکسی موضعی (که سبب استفادهٔ بیشتر از سیستم غیر هوازی می‌شود) و هم به جلوگیری از پاک‌سازی (کلیرینس) لاکتات در عضلات آزمودنی‌ها مرتبط می‌باشد؛ زیرا، نمونهٔ خون گرفته‌شده در پژوهش حاضر نشان‌دهندهٔ لاکتات کل بدن بود؛ درصورتی‌که میزان لاکتات محیطی در عضلات درگیر در فعالیت، بیشتر از لاکتات درون خون می‌باشد. چنین محیط اسیدی درون عضلانی سبب

1. Pierce

تحریک فعالیت عصب سمپاتیک از طریق گیرنده‌های شیمیایی در تارهای عضلانی (آوران‌های نوع III وIV) می‌شود و این گیرنده‌های شیمیایی سبب تحریک هیپوفیز جهت ترشح هورمون رشد می‌گردند (۱۵،۱۶).

هورمون تستوسترون یکی دیگر از هورمون‌هایی است که در افزایش حجم عضلانی درگیر می‌باشد. در پژوهش حاضر، افزایش میزان هورمون تستوسترون پس از فعالیت نسبت به‌پیش از فعالیت معنادار بود و با افزایش فشار محدودیت جریان خون، میزان هورمون تستوسترون افزایش یافت که این امر با نتایج پژوهش مادرام[1] و همکاران (۲۰۱۰) هم‌سو بوده (۲۱) و با نتایج برخی از مطالعات مغایرت دارد (۱۱،۱۵،۲۸).

نشان داده‌شده است که فعالیت ورزشی سبب افزایش هورمون تستوسترون می‌شود. میزان تأثیر تمرین بر ترشح تستوسترون به حجم عضلانی درگیر، شدت و حجم فعالیت، تغذیهٔ دریافتی، سن، جنس و سطح آمادگی بستگی دارد (۲۰)؛ بنابراین، به‌کارگیری تودهٔ عضلانی بزرگ در حرکتی مانند اسکات سبب افزایش قابل‌توجهی در هورمون تستوسترون نسبت به حرکت با دست که در آن تودهٔ عضلانی کمتری فعال است، می‌شود. همچنین، انجام فعالیتی که از حجم و شدت کافی برخوردار باشد، می‌تواند منجر به افزایش هورمون تستوسترون گردد؛ به‌عنوان‌مثال، در پژوهش راتامس[2] و همکاران (۲۰۰۵) اجرای یک نوبت اسکات با ۱۰ تکرار با شدت ۸۵ـ۸۰ درصد یک تکرار بیشینه، افزایش معنادار هورمون تستوسترون را در پی نداشت؛ درصورتی‌که اجرای همان فعالیت با شدت برابر؛ اما با شش نوبت ۱۰ تکرار منجر به افزایش معنادار هورمون رشد گردید (۲۹). با توجه به این مطالب شاید بتوان گفت که علت اصلی مغایرت یافته‌های پژوهش حاضر با نتایج پژوهش‌های ریوز[3] (۲۰۰۶)، فوجیتا[4] (۲۰۰۷) و مادرام (۲۰۰۸) می‌تواند شدت پایین (۳۰ـ۲۰ درصد یک تکرار بیشینه)، حجم فعالیت و استفاده از تودهٔ عضلانی کم در این پژوهش‌ها باشد؛ به‌عنوان‌مثال، فوجیتا و همکاران (۲۰۰۷) در پژوهش خود با اجرای یک نوبت ۳۰ تکرار و به‌دنبال آن سه نوبت ۱۵ تکرار بازکردن یک‌طرفهٔ زانو، افزایشی را در هورمون تستوسترون مشاهده نکردند؛ بااین‌وجود، در فعالیت‌هایی که تعداد تکرارهای آن ثابت است (همچون پژوهش حاضر) می‌توان با افزایش شدت فعالیت (۳۰) و یا افزایش حجم فعالیت (۲۱) سبب افزایش تولید بیشتر هورمون تستوسترون پس از فعالیت گردید.

1. Madarame
2. Ratamess
3. Reeves
4. Fujita

یکی از عوامل مهم در تمرینات با محدودیت جریان خون، میزان کاهش جریان خون می‌باشد که یکی از موارد اثرگذار بر متغیرهای پژوهش‌های پیشین بوده است (۱۱،۱۳،۱۵،۲۳). نتایج پژوهش حاضر نشان داد که تفاوت معناداری بین فشارهای مختلف محدودیت جریان خون در هورمون رشد، تستوسترون و لاکتات وجود ندارد؛ درصورتی‌که بسیاری از پژوهش‌های پیشین، افزایش در هورمون رشد (GH) پس از فعالیت با محدودیت جریان خون را گزارش کرده‌اند (۱۱،۱۶،۱۷،۲۲،۲۶)؛ هرچند گزارش‌های مربوط به هورمون تستوسترون متناقض می‌باشد (۲۱،۲۸). لازم‌به‌ذکر است ازآن‌جاکه شدت فعالیت در پژوهش‌هایی که نتایج متفاوتی در هورمون رشد را گزارش کرده‌اند، تقریباً مشابه می‌باشد، احتمالاً میزان فشار شریان‌بند، دلیل اصلی تفاوت در مطالعات مختلف بوده است؛ بااین‌وجود، میزان فشار در پژوهش حاضر نتوانست منجر به ایجاد تغییرات معنادار در متغیرهای پژوهش شود.

از دلایل احتمالی عدم مشاهدهٔ تغییرات معنادار بین فشارهای مختلف محدودیت جریان خون می‌تواند شدت و نوع فعالیت به‌کارگرفته‌شده در پژوهش حاضر باشد. فعالیت ایزومتریک با شدت متوسط سبب فشار بر عروق خونی و مسدودشدن جریان خون می‌شود که شاید از مهم‌ترین دلایل عدم مشاهدهٔ تغییرات معنادار بین فشارهای مختلف محدودیت جریان خون باشد. بااین‌وجود، افزایش غیر معنادار در ترشح هورمون‌های آنابولیک با افزایش فشار کاهش جریان خون‌دیده شد که از دلایل احتمالی آن می‌توان به افزایش ترشح نیتریک اکساید[1] (NO) اشاره کرد. پس از برداشتن کاف، فشارخون در داخل اندام منجر به ایجاد تنش برشی گردیده و این پدیده باعث ترشح نیتریک اکساید می‌شود. NO یکی از مهم‌ترین انتقال‌دهنده‌های درون‌سلولی و بین‌سلولی است که نقش مهمی در کنترل رهاسازی هورمون از محور هیپوتالاموس ـ هیپوفیز دارد؛ بنابراین، به نظر می‌رسد که ترشح NO سبب تسهیل رهاسازی هورمون رشد از هیپوفیز قدامی به گردش خون عمومی می‌شود (۳۱). شایان‌ذکر است که مکانیسم افزایش غلظت تستوسترون در پی فعالیت ورزشی به‌خوبی مشخص نشده است؛ اما پژوهشگران افزایش تولید و ترشح هورمون در گنادها، تحریک ترشح تستوسترون به‌واسطهٔ گشادشدن عروق، افزایش جریان خون در بیضه‌ها (۳۲)، افزایش در تحریک، ضربان پذیری و تولید هورمون لوتئینی LH[2] (۳۳)، افزایش تجمع لاکتات، اثر تحریکی مستقیم لاکتات بر ترشح تستوسترون (۳۴) و افزایش فعالیت سمپاتیک ناشی از تمرین (۳۵) را از مکانیسم‌های اثرگذار بر آن دانسته‌اند. افزایش لاکتات و هورمون لوتئینی موجب فعال شدن آدنوزین

1. Nitric Oxide
2. Luteinizing Hormone

مونو فسفات حلقوی(CAMP[1]) گشته و روند تولید تستوسترون را در سلول‌های لیدینگ بیضه تحریک می‌کند. CAMP موجب افزایش فعالیت آنزیم ۲۰ و ۲۲ دسمولاز[2] می‌شود که تبدیل کلسترول به پرگننولون[3] در میتوکندری را کاتالیز می‌کند؛ بنابراین، منجر به شکسته شدن زنجیر جانبی کلسترول و تبدیل آن به پرگننولون و سپس، تستوسترون می‌گردد (۳۵) که به‌احتمال فراوان، این امر دلیل افزایش تستوسترون پس از فعالیت با محدودیت جریان خون در این پژوهش بوده است. به‌طورکلی، در پژوهش حاضر تفاوت معناداری در مقدار هورمون‌های تستوسترون و رشد بین فعالیت با فشارهای مختلف محدودیت جریان خون در شدت ۶۵ درصدMVC مشاهده نگردید؛ اما با افزایش فشار محدودیت جریان خون، میزان هورمون‌های رشد و تستوسترون پس از فعالیت نسبت به‌پیش از آن افزایش یافت؛ بنابراین، پیشنهاد می‌شود در پژوهش‌های آتی از شدت پایین‌تر، پروتکل‌های مختلف و جمعیت‌های گوناگون استفاده شود تا تفاوت بین فشارهای مختلف محدودیت جریان خون بیشتر نمایان گردد.

پیام مقاله: بر اساس یافته‌ها می‌توان نتیجه گرفت که در افراد عادی و یا ورزشکارانی که از فعالیت ایزومتریک با شدت متوسط و با محدودیت جریان خون استفاده می‌کنند، میزان فشار محدودیت جریان خون، عامل تعیین‌کننده‌ای در افزایش هورمون‌های آنابولیک نمی‌باشد.

تشکر و قدردانی

بدین‌وسیله از تمامی افرادی که ما را در جهت پیشبرد این پژوهش یاری نمودند و به‌ویژه بخش رادیولوژی بیمارستان طالقانی تشکر و قدرانی می‌شود.

منابع

1. Kraemer WJ, Marchitelli L, Gordon SE, Harman E, Dziados JE, Mello R. Hormonal and growth factor responses to heavy resistance exercise protocols. J Appl Physiol. 1990; 69(4): 1442-50.
2. Tofighi A, Tartibian B, Fatholahi Shourab 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(184): 427-38. (In Persian).

1. Cyclic Adenosine Monophosphate
2. Desmolase
3. Pregnenolone

3. Majumdar S S. Effects of training on hormones testosterone, cortisol and testosterone/ cortisol ratio in male and female Indian Swimmers. Int J of Swimming Kinetics. 2012; 1(1): 13-32.
4. Kraemer WJ, Häkkinen K, Newton RU, Nindl BC, Volek JS, McCormick M, et al. Effects of heavy-resistance training on hormonal response patterns in younger vs older men. J Appl Physiol. 1999; 87(3): 982-92.
5. Schumann M, W S, Izquierdo M, Newton R U, Kraemer W J, Hakkinen K, et al. The order effect of combined endurance and strength loadings on force and hormone responses: Effects of prolonged training. Euro J Appl Physiol. 2014; 114(1): 867-80.
6. Cook SB, Clark BC, Ploutz-Snyder LL. Effects of exercise load and blood-flow restriction on skeletal muscle function. Med sci sport exer**.** 2007; 39(10): 1708-13.
7. American College of Sports Medicine Position Stand. Progression models in resistance training for healthy adults. Sci Sports Exercise. 2009; 41(3): 687-708.
8. Kubota A, Sakuraba K, Koh S, Ogura Y, Tamura Y. Blood flow restriction by low compressive force prevents disuse muscular weakness. J Sci Med Sport. 2011; 14(2): 95-109.
9. Kubota A, Sakuraba K, Sawaki K, Sumide T, Tamura Y. Prevention of disuse muscular weakness by restriction of blood flow. Med Sci Sports Exercise. 2008; 40(3): 529-40.
10. Yasuda T, Fukumura K, Fukuda T, Iida H, Imuta H, Sato Y, Yamasoba T, Nakajima T. Effects of low-intensity. Elastic band resistance exercise combined with blood flow restriction on muscle activation. Scand J Med Sci Sports. 2014; 24(1): 55-61.
11. 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.
12. Takarada Y, Takazawa H, Ishii N. Applications of vascular occlusion diminish disuse atrophy of knee extensor muscles. Med Sci Sports Exercise. 2000b; 32(12): 2035-9.
13. Takarada Y, Takazawa H, Sato Y, Takebayashi S, Tanaka Y, Ishii N. Effects of resistance exercise combined with moderate vascular occlusion on muscular function in humans. J Appl Physiol. 2000c; 88(6): 2097-106.
14. Manini TM, Clark BC. Blood flow restricted exercise and skeletal muscle health. Exerc Sport Sci Rev. 2009; 37(2): 78-85.
15. Fujita S, Abe T, Drummond MJ, Cadenas JG, Dreyer HC, Sato Y, et al. Blood flow restriction during low-intensity resistance exercise increases S6K1 phosphorylation and muscle protein synthesis. J Appl Physiol. 2007; 103(3): 903-10.
16. 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.
17. 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. 2000a; 88(1): 61-5.

18. Loenneke J P, Fahs C A, Rossow L M, Sherk V D, Thiebaud R S, Abe T, et al. Effects of cuff width on arterial occlusion: Implications for blood flow restricted exercise. Eur J Appl Physiol. 2012; 112(8): 2903-12.
19. Abe T, Yasuda T, Midorikawa T, Sato Y, Kearns C F, Inoue K, et al. Skeletal muscle size and circulating IGF-1 are increased after two weeks of twice daily" KAATSU" resistance training. International Journal of KAATSU Training Research. 2005; 1(1): 6-12.
20. Loenneke JP, Wilson JM, Pujol TJ, Bemben MG. Acute and chronic testosterone response to blood flow restricted exercise. Horm Metab Res. 2011; 43(10): 669-73.
21. Madarame H K, Sasaki, Ishii N. Endocrine responses to upper- and lower-limb resistance exercises with blood flow restriction. Acta Physiol Hung. 2010; 97(2): 192-200.
22. Suga T, Okita K, Takada S, Omokawa M, Kadoguchi T, Yokota T, et al. Effect of multiple set on intramuscular metabolic stress during low-intensity resistance exercise with blood flow restriction. Eur J Appl Physiol. 2012; 112(11): 1315-20.
23. Loenneke J P, Fahs C A, Rossow L M, Sherk V D, Thiebaud R S, Abe T, et al. Effects of cuff width on arterial occlusion: Implications for blood flow restricted exercise. Eur J Appl Physiol. 2012; 112(8): 2903-12.
24.Yasuda T, Brechue WF, Fujita T, Sato Y, Abe T. Muscle activation during low-intensity muscle contractions with varying levels of external limb compression. J Sports Sci Med. 2008; 7(4): 467-74.
25. Wernbom M, Paulsen G, Nilsen TS, Hisdal J, Raastad T. Contractile function and sarcolemmal permeability after acute low-load resistance exercise with blood flow restriction. Eur J Appl Physiol. 2012; 112(6): 2051-63.
26. Patterson, Stephen D, et al. 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.
27. Pierce JR, Clark BC, Ploutz-Snyder LL, Kanaley JA. Growth hormone and muscle function responses to skeletal muscle ischemia. J Appl Physiol (1985). 2006; 101(6): 1588-95.
28. Madarame H, Neya M, Ochi E, Nakazato K, Sato Y, Ishii N. Cross-transfer effects of resistance training with blood flow restriction. Med Sci Sports Exerc. 2008; 40(2): 258-63.
29. Ratamess NA, Kraemer WJ, Volek JS, Maresh CM, VanHeest JL, Sharman MJ, et al. Androgen receptor content following heavy resistance exercise in men. J steroid biochem. 2005; 93(1): 35-42.
30. Raastad T, Bjoro T, Hallen J. Hormonal responses to high- and moderate-intensity strength exercise. Eur J Appl Physiol. 2000; 82(1-2): 121-8.
31. Godfrey R J, Madgwick Z, Whyte G P. The exercise-induced growth hormone response in athletes. Sports Med. 2003; 33(8): 599-613.
32. Lu SS, Lau CP, Tung YF, Huang SW, Chen YH, Shih HC, et al. Lactate and effects of exercise on testosterone secretion: Evidence for the involvement of a cAMP-mediated mechanism. Med Sci Sport Exer. 1997; 29(8): 1048-54.

33. Tremblay MS, Copeland JL, Van Helder W. Influence of exercise duration on post-exercise steroid hormone responses in trained males. Eur J Appl Physiol. 2005; 94(5): 505-13.
34. Smilios IL, Pilianidis TH, Karamouzis MI, Tokmakidis SP. Hormonal responses after various resistance exercise protocols. Med Sci Sport Exer. 2003; 35(4): 644-54.
35. Fahrner C L, Hackney A C. Effects of endurance exercise on free testosterone concentration and the binding affinity of sex hormone binding globulin (SHBG). Int j sports med. 1998; 19(1): 12-5.

ارجاع دهی

باسره عارف ، ابراهیم خسرو ، هوانلو فریبرز، دهقان پونه، خرمی پور کیوان. اثر میزان محدودیت جریان خون هنگام فعالیت ایزومتریک بر غلظت هورمون رشد و تستوسترون مردان فعال. فیزیولوژی ورزشی. بهار ۱۳۹۶؛ ۹(۳۳): ۶۸-۵۱ . شناسه دیجیتال: 10.22089/spj.2017.924

Basereh A, Ebrahim KH, Hovanloo F, Dehghan P, Khoramipour K. Effect of Blood Flow Restriction Deal During Isometric Exercise on Growth Hormone and Testosterone Active Males. Sport Physiology. Spring 2017; 9(33): 51-68. (In Persian). Doi: 10.22089/spj.2017.924

پرتال جامع علوم انسانی

Effect of Blood Flow Restriction Deal During Isometric Exercise on Growth Hormone and Testosterone Active Males

A. Basereh[1], Kh. Ebrahim[2], F. Hovanloo[3], P. Dehghan[4], K. Khoramipour[5]

1. M.Sc. of Exercise Physiology, Shahid Beheshti University of Tehran*
2. Professor of Sport Biosciences, Shahid Beheshti University of Tehran
3. Associate Professor of Health and Exercise Rehabilitation, Shahid Beheshti University of Tehran
4. Assistant Professor, Clinical Research Center of Taleghani Hospital of Tehran
5. Ph. D Student of Sports Biochemistry, University of Tehran

Received: 2015/11/05 Accepted: 2016/02/24

Abstract

The purpose of this study was to investigate the effect of the blood flow restriction deal (Kaatsu) during isometric exercise on growth hormone and testosterone in active males. This study was a semi-experimental research. 10 active males (1 to 3 times training per week, age: 23.8±2.32 years, BMI: 24.26±1.80 kg/m^2) were participated in this study vouunrrrlly. uubjcc''s nnkee boœod prsssurss wrr e drrrr mined by oooœ Doppler ultrasound. Then, subjects performed the study protocol that consisted of six 10-second isometric contractions with 60 scconds' rest between each contraction with varying levels of external compression (0% (without compression), 70%, 100%, and 130% of systolic pressure). Blood samples were taken before, immediately after and 15 minute after exercise. Statistical analysis of data did not show significant difference (time × trial) between varying levels of external compression in growth hormone (GH), testosterone (T) and blood lactate (BL). GH, T and BL increased significantly (time) from pre-to post exercise in the all varying levels of external compression ($P<0.05$), and except of T ($P=0.074$), GH and BL was increased significantly pre-to 15 minute after exercise in all varying levels of external compression. On the basis of results, by increasing pressure of blood flow restriction the levels of GH and T increased further but there was no significant difference in the levels of GH and T between varying levels of external compression with the same intensity.

Keywords: Isometric Activity, Kaatsu, Electromyography Activity, Muscle Fatigue, Blood Flow Restriction, Lactate

*Corresponding Author Email: aref.shim@gmail.com