تاثیر حاد تمرین مقاومتی با محدودیت جریان خون تداومی و تناوبی بر هورمون رشد، عامل شبه انسولینی- ۱ و لاکتات در مردان جوان غیرورزشکار

حسنعلی کلانتری[۱]، لطفعلی بلبلی[۲*]، معرفت سیاهکوهیان[۳]

۱- دانشجوی دکتری فیزیولوژی ورزشی قلب و عروق و تنفس، گروه تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران

۲- دانشیار فیزیولوژی ورزشی، گروه تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران

۳- استاد فیزیولوژی ورزشی، گروه تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران

یافته / دوره بیست و یکم / شماره ۴ / زمستان ۹۸ / مسلسل ۸۲

چکیده

دریافت مقاله: ۹۸/۸/۱۲ پذیرش مقاله: ۹۸/۹/۲۷

مقدمه: هدف از این پژوهش، مقایسه پاسخ های هورمونی و متابولیکی به سه نوع تمرین مقاومتی در مردان جوان غیر ورزشکار بود.

مواد و روش‌ها: ۴۰ آزمودنی با میانگین سنی ۱/۵۰±۲۲/۵۶ سال و شاخص توده بدنی ۵۵/±۲۳/۷۵ کیلوگرم بر مترمربع به طور تصادفی در چهار گروه مساوی قرار گرفتند ۱- تمرین مقاومتی شدت پایین (۲۰ ٪یک تکرار بیشینه) با محدودیت جریان خون تداومی ۲ - تمرین مقاومتی شدت پایین (۲۰ ٪یک تکرار بیشینه) با محدودیت جریان خون تناوبی ۳- تمرین مقاومتی سنتی (۸۰ ٪یک تکرار بیشینه) بدون انسداد ۴- گروه کنترل. آزمودنی ها حرکت جلو بازو با هالتر را در۴ نوبت تا حد خستگی و با فاصله ۱ دقیقه استراحت بین ست ها انجام دادند. نمونه گیری خونی قبل و یک ساعت بعد از جلسه تمرین انجام شد. برای تحلیل داده ها از آزمون تی وابسته (مقایسه ی درون گروهی) و تحلیل واریانس یکطرفه (مقایسه ی بین گروهی) استفاده شد ($P\leq ۰/۰۵$).

یافته‌ها: میزان هورمون رشد و لاکتات در هر سه گروه تجربی نسبت به حالت پایه، افزایش معنی داری را نشان داد ($P\leq ۰/۰۰۱$)، در حالی که فاکتور رشد شبه انسولین در هیچ یک از گروه ها افزایش معنی داری نداشت. نتایج بین گروهی نشان داد که بعد از یک جلسه تمرین، مقادیر هورمون رشد و لاکتات در بین سه گروه تجربی تفاوت معنی داری نمی کند.

بحث و نتیجه‌گیری: به نظر می رسد تمرینات مقاومتی کم شدت همراه با محدودیت جریان خون تداومی و تناوبی از لحاظ تغییرات هورمونی و متابولیکی مشابه تمرین مقاومتی سنتی اثر بخش هستند.

واژه‌های کلیدی: محدودیت جریان خون ؛ تمرین مقاومتی؛ پاسخ هورمونی.

*آدرس مکاتبه: گروه تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل ، ایران.

پست الکترونیک: l_bilboli@uma.ac.ir

مقدمه

امروزه فهم بهتر و بینش عمیقی نسبت به فواید تمرینات مقاومتی در ارتباط با سلامتی وجود دارد و سازمان های بهداشت جهانی مثل کالج پزشکی ورزشی امریکا و انجمن قلب آمریکا، تمرینات مقاومتی را برای اغلب افراد جامعه (نوجوانان، افراد سالم، سالمندان، بیماران قلبی عروقی و غیره) توصیه می نمایند (۱). بر اساس نتایج مطالعات انجام شده، شدت مناسب برای افزایش قدرت و هایپرتروفی عضلانی۷۰ تا ۸۵ درصد یک تکرار بیشینه توصیه شده که برای ایجاد تغییر در هورمون های آنابولیکی نیز ضروری است (۲،۳) اما اجرای تمرین قدرتی با شدت زیاد با عوارض متعددی از قبیل آسیب‌های بافتی و مفصلی، التهاب و کاهش کامپلیانس شریان مرکزی همراه بوده و اجرای این تمرینات سنگین برای گروه های خاصی از افراد جامعه مثل ورزشکاران مصدوم، افراد کم تحرک، زنان، بیماران و سالمندان مناسب نیست و به طور معمول تمایلی نیز برای اجرای آنها در این قبیل افراد وجود ندارد (۵،۴). بنابراین ابداع روش های تمرینی با شدت پایین که بتواند در حفظ و توسعه عملکرد عضلانی موثر باشد ضروری به نظر می رسد (۶). در سال های اخیر تمرین همراه با محدودیت جریان خون (BFR-T) که به تمرینات کاتسو (Kaatsu-T) یا تمرینات انسدادی (RTVO) معروف است، خیلی مورد توجه قرار گرفته است (۷). در این روش تمرین، جریان خون در حین تمرینات هوازی یا مقاومتی از طریق بستن یک کاف باد شونده یا کش لاستیکی (تورنیکت) انعطاف پذیر، به دور قسمت پروگزیمال بازو یا ران، محدود می شود(۸). شواهد نشان می دهد با وجود شدت پایین تمرین کاتسو (۴۰1RM٪ - ۲۰٪)، از این مدل تمرینی برای ایجاد سازگاری های مثبت در فاکتورهای فیزیولوژیکی، متابولیکی و عملکرد ورزشی مانند قدرت عضلانی و هایپرتروفی (۹) شاخص های همودینامیکی (۱۰،۵) درک فشار تمرین (۱۰) شاخص های رشد عروقی (۱۲،۱۱) هورمونی (۱۳،۱۲) فشار متابولیکی (۱۵،۱۴) عملکرد قلبی عروقی (۱۶) استرس اکسایشی (۱۷) استفاده شده است. از زمان ظهور این مدل تمرینی، محققان سعی نموده اند از طریق تعدیل و دستکاری پارامترهای تمرین که شامل شدت، حجم، فواصل استراحت بین ست ها، اندازه کاف، فشار کاف و نوع محدودیت جریان خون (تناوبی یا تداومی)، ایمنی و اثربخشی روش مذکور را بهبود دهند (۱۷،۱۵). محققان برای ایجاد انسداد نسبی جریان خون در تمرینات کاتسو، جریان خون را به دو شکل تناوبی و تداومی محدود می-نمایند که در نوع تداومی، کاف یا تورنیکت در تمام مدت اجرای تمرین (ست ها و استراحت بین ست ها) به اندام فعال بسته می شود اما در روش انسداد تناوبی کاف یا تورنیکت فقط در انجام حرکت به اندام فعال بسته شده و در فواصل ست ها (زمان استراحت) باز می شود (۱۸،۶). نتو و همکاران پاسخ سه پروتکل شامل: ۱- تمرین مقاومتی با محدودیت جریان خون تداومی (۲۰٪ یک تکرار بیشینه) ۲- تمرین مقاومتی با محدودیت جریان خون تناوبی (۲۰٪ یک تکرار بیشینه) و ۳- تمرین مقاومتی سنتی (۸۰٪ یک تکرار بیشینه) را بر شاخص های همودینامیکی و میزان درک فشار تمرین در مردان جوان مقایسه کردند و نشان دادند که هر سه نوع پروتکل تمرین موجب افزایش معنی دار لاکتات، درک فشار تمرین و شاخص های همودینامیکی (ضربان قلب، حاصل ضرب دوگانه) در مقایسه با مقادیر پیش از تمرین شدند. علاوه بر این، نتایج نشان داد بین گروه تمرین مقاومتی سنتی و تمرین مقاومتی با محدودیت جریان خون تناوبی در مقادیر لاکتات و درک فشار تمرین اختلاف معنی داری وجود دارد (۱۰). کروینو و همکاران پاسخ های فیزیولوژیکی (اکسیژن مصرفی، تهویه ریوی، ضربان قلب، لاکتات و میزان درک فشار تمرین) را نسبت به پنج

پروتکل استقامتی متفاوت: ۱- تمرین استقامتی با محدودیت جریان خون تداومی (۳۰ ٪Peak)، ۲- تمرین استقامتی با محدودیت جریان خون تناوبی (۳٪Peak)، ۳- تمرین استقامتی سنتی (۱۰۵٪Peak)، ۴- تمرین استقامتی بدون انسداد (۳۰٪Peak) و ۵- گروه بدون تمرین را با انسداد تناوبی مقایسه کردند. نتایج نشان داد لاکتات و میزان درک فشار تمرین در پروتکل استقامتی سنتی بیشتر از بقیه پروتکل ها بود. علاوه بر این به جز لاکتات و میزان درک فشار تمرین، بقیه پاسخ های فیزیولوژیکی بین پروتکل تناوبی و تداومی مشابه بودند که پاسخ لاکتات و میزان درک فشار تمرین درپروتکل تناوبی نسبت به پروتکل تداومی به ترتیب بیشتر و کمتر بود (۱۹). سوقا و همکاران (۲۰۱۲) نشان دادند که در مردان جوان سطح PH خون پس از تمرین پروتکل تمرین مقاومتی با محدودیت جریان خون تناوبی (۲۰٪ یک تکرار بیشینه) بیشتر از پروتکل تمرین مقاومتی بدون انسداد (۲۰ ٪ یک تکرار بیشینه) و کمتر از دو پروتکل تمرین مقاومتی با محدودیت جریان خون تداومی (۲۰٪ یک تکرار بیشینه) و تمرین مقاومتی سنتی (۶۵٪یک تکرار بیشینه) می باشد. پاسخ های PH در دو پروتکل مقاومتی سنتی و مقاومتی با محدودیت جریان خون تداومی مشابه بود (۱۸). به طور خلاصه محققان اثر نوع محدودیت جریان خون (تناوبی یا تداومی) را در تمرینات کاتسو بر فشار متابولیکی (۱۸،۱۹)، درک فشار تمرین (۱۰،۶)، به کارگیری تارهای تند تنش (۱۸)، شاخص های همودینامیکی (۱۰،۲۰،۲۱)، فعالیت عصبی عضلانی (۲۲)، فشار اکسایشی (۱۷) بررسی کرده اند اما بر اساس دانش محقق تا کنون تحقیقی در زمینه تاثیر حاد تمرین مقاومتی با محدودیت جریان خون تناوبی و تداومی بر میزان هورمون های مرتبط با هایپرتروفی و قدرت عضلانی (IGF-1،GH) انجام نشده است (۱۲،۲۳). هر چند ساز و کارهای دقیق هایپرتروفی و قدرت عضلانی مشخص نیست اما محققان پیشنهاد کرده اند که افزایش عواملی مانند فشار متابولیکی، فشار مکانیکی، هایپوکسی، تورم سلولی و ترشح هورمون های آنابولیک تاثیر مهمی در افزایش قدرت و هایپرتروفی عضلانی داشته و همه این عوامل محرک های قوی برای فعال کردن سیگنالینگ مسیرهای آنابولیک عضلانی می باشند (۱۵،۲۴،۲۵). به نظر می رسد در تمرینات کاتسو عضلات از طریق مکانیزم های احتمالی متفاوتی نسبت به نوع محدودیت جریان خون (تناوبی یا تداومی) به فرایند هایپرتروفی و تغییرات هورمونی پاسخ دهند. به عبارت دیگر ممکن است بر اثر ایسکیمی و هایپوکسی ایجاد شده در تمرین با محدودیت جریان خون تداومی، فراخوانی بیشر تارهای تند انقباض موجب افزایش غلظت متابولیت ها (لاکتات، یون هیدروژن، آدنوزین) (۱۸،۲۶) و درنتیجه تحریک پاسخ هورمونی و تورم سلولی (ناشی از تغییر فشار اسمزی) شده که این عوامل موجب تحریک فرایند آنابولیکی درعضله فعال می شود (۲۶،۱۵،۱۴)، در حالی که در مدل تمرین با محدودیت جریان خون تناوبی، چرخه های بسته و باز کردن کاف باعث ایجاد هایپوکسی و هایپرمی (پرخونی واکنشی) موضعی در اندام به کار گرفته شده خواهد بود. بر اثر هایپرمی، تنش برشی ناشی از جریان خون ایجاد می شود که باعث تولید اکسید نیتریک و تحریک سلول های ماهواره‌ای و ترشح هورمون رشد خواهد شد (۲۷،۲۸،۲۹،۳۰). بنابراین با توجه به مکانیزم ها و ساز وکارهای احتمالی متفاوت دو مدل محدودیت جریان خون (تناوبی یا تداومی) در ایجاد پاسخ های رشدی بعد از تمرین و این که تا به حال پژوهشی در زمینه‌ی بررسی پاسخ شاخص های آنابولیک به تمرین کاتسو که جریان خون به دو شیوه تناوبی و تداومی محدود می گردد انجام نشده است، بنابراین پـژوهش حاضـر درصدد ارائه‌ی پاسخ به این پرسش است که آیا نوع محدودیت جریان خون (تناوبی یا تداومی) در تمرینات کاتسو، تفاوتی در تحریک

پاسخ های رشدی بعد از یک جلسه تمرین مقاومتی در مردان غیرفعال ایجاد خواهد کرد یا نه؟ از سوی دیگر بر اساس نتایج تحقیقات، میزان درک فشار تمرین در تمرین مقاومتی با انسداد تداومی بیشتر از مدل تناوبی گزارش شده است (۶،۱۰)، بنابراین چنانچه پاسخ های آنابولیکی دو مدل مشابه هم باشند منطقی است که مدل تناوبی به دلیل میزان درک فشار تمرین پایین، جایگزین مدل تداومی گردد. از این رو هدف تحقیق حاضر مقایسه‌ی اثر حاد یک جلسه تمرین مقاومتی با محدودیت جریان خون تداومی و تناوبی بر هورمون رشد، فاکتور رشد شبه انسولین و لاکتات در مردان جوان غیر ورزشکار بود.

مواد و روش‌ها

روش تحقیق حاضر از نوع نیمه تجربی و از نظر یافته ها یک مطالعه کاربردی می باشد. جامعه آماری این تحقیق دانشجویان مرد غیر ورزشکار با دامنه سنی ۲۵-۲۰ ساله دانشگاه محقق اردبیلی بودند که ۵۰ نفر برای حضور در طرح تحقیق داوطلب شدند. از میان آن ها ۴۰ نفر با داشتن شرایط ورود به تحقیق انتخاب و در چهار گروه همگن (بر اساس سن، قد، وزن، شاخص توده بدنی و حداکثر اکسیژن مصرفی) و مساوی تقسیم شدند: ۱- تمرین مقاومتی شدت پایین (۲۰٪ یک تکرار بیشینه) با محدودیت جریان خون تداومی ۲- تمرین مقاومتی شدت پایین (۲۰٪ یک تکرار بیشینه) با محدودیت جریان خون تناوبی ۳- تمرین مقاومتی سنتی (۸۰٪ یک تکرار بیشینه) ۴- گروه کنترل (بدون تمرین). معیارهای ورود به مطالعه برخورداری از سلامت جسمانی و روانی، عدم شرکت منظم در فعالیت های ورزشی و شاخص های خروج از تحقیق ابتلا به بیماری های قلبی عروقی، فشار خون، دیابت، اختلالات هورمونی، بیماری های کلیوی و کبدی، مصرف دارو یا مکمل، جراحی، چاقی و اضافه وزن، سیگاری بودن و هر گونه مداخله‌ی درمانی موثر بر نتایج تحقیق بود. برای دستیابی به این هدف، از پرسشنامه اطلاعات فردی و سوابق پزشکی-ورزشی استفاده گردید. پس از تکمیل پرسشنامه‌ها، توضیحاتی در مورد مراحل مختلف اجرای تحقیق و چگونگی اجرای آن (شامل انسداد عروق و تمرین با وزنه) به شرکت کنندگان داده شد و رضایت نامه کتبی اخذ گردید. سپس اندازه گیری‌های آنتروپومتریکی (قد، وزن، شاخص توده بدن) به وسیله دستگاه الکتروامپدانس (مارک این بادی 720 ساخت کشور کره جنوبی)، فشار خون به وسیله فشار سنج جیوه ای ساخت کشور ژاپن، آزمون برآورد اکسیژن مصرفی بیشینه با روش قرارداد بروس روی دستگاه نوارگردان (مارک تکنوجیم ساخت کشور ایتالیا) و یک تکرار بیشینه (1-RM) انجام شد. از همه آزمودنی ها قبل و یک ساعت بعد از برنامه تمرینی خون گیری به عمل آمد. یک تکرار بیشینه (1-RM) یا قدرت عضلانی آزمودنی ها، با قرار دادن مقدار وزنه جابه جا شده و تعداد تکرار آن (وزنه برآوردشده توسط خودشان و اجرای حرکت جلو بازو با هالتر تا حد خستگی) در فرمول برزیکی به دست آمد.

1RM = وزنه جابجا شده ÷ ۱/۰۲۷۸-(۰/۰۲۷۸×تعداد تکرار)

برای اندازه گیری میزان غلظت هورمون رشد،IGF-1 و لاکتات نمونه خون ورید بازویی پس از حدود۱۰ تا ۱۲ ساعت ناشتایی در فاصله ی زمانی ۸ تا ۱۰ صبح از آزمودنی ها گرفته شد. نمونه اول قبل و نمونه دوم یک ساعت پس از پایان پروتکل پژوهش (هر بار به میزان ۵ سی سی) اخذ شد. سپس نمونه های خون به منظور اندازه میزان غلظت هورمون رشد،IGF-1 و لاکتات به آزمایشگاه تخصصی انتقال یافت. هورمون رشد با استفاده از کیت مخصوص انسان، شرکت Monobind,Inc (آمریکا) و سطح سرمی IGF-1 توسط کیت انسانی، شرکت immunodiagnostic system (انگلستان) به روش الایزا اندازه گیری شد. لاکتات با استفاده

از کیت Greiner ساخت آلمان، با درجهٔ حساسیت ۰/۱ میلی گرم بر دسی لیتر و با دستگاه اتوآنالایزر اندازه گیری شد. برنامه جلسه‌ی تمرین شامل ۱۰ دقیقه گرم کردن عمومی که شامل راه رفتن و دوی نرم، حرکات کششی و نرمشی دست و کمربند شانه ای بود. برنامه ی تمرین اصلی گروه های تمرینی شامل حرکت جلو بازو با هالتر به صورت ایستاده در چهار ست تا حد خستگی بود که یک دقیقه استراحت بین ست ها در نظر گرفته شد. آهنگ اجرای حرکت برای همه آزمودنی ها با سرعت یک ثانیه در بخش برون گرای انقباض و یک ثانیه در بخش درون گرای انقباض بود (۶،۳۱). برای گروه های انسدادی، ابتدا یک بازوبند فشاری طراحی گردید، سپس در قسمت فوقانی هر بازو بسته شد. هر بازوبند شامل یک فشارسنج دستی کیسه پنوماتیک در بخش داخلی بود. گروه تمرین مقاومتی با محدودیت جریان خون تداومی کاف را در تمام مدت جلسه ی تمرین (ست ها و فواصل بین ست ها) بر بازو داشتند در حالی که گروه تمرین مقاومتی با محدودیت جریان خون تناوبی در حین اجرای حرکت کاف را بر بازو داشتند و در فواصل استراحت کاف را باز می کردند. فشار کاف ۱۲۰ درصد فشار سیستولی هر فرد، عرض کاف ۸ سانتی متر و شدت بار ۲۰ درصد یک تکرار بیشینه برای گروه های انسدادی اجرا شد (۶،۳۱). گروه تمرین مقاومتی سنتی (بدون بستن کاف) با شدت ۸۰ درصد یک تکرار بیشینه حرکات جلو بازو با هالتر را به صورت ایستاده در چهار ست تا حد خستگی انجام دادند و فاصله ی استراحت بین ست ها یک دقیقه در نظر گرفته شد (۶،۳۱). گروه کنترل هیچ تمرینی انجام ندادند.

آنالیز آماری

برای محاسبه میانگین و انحراف استاندارد داده ها از آمار توصیفی استفاده شد. آزمون شاپیرو ویلک برای تعیین طبیعی بودن توزیع متغیرهای موجود در تحقیق، به کار گرفته شد. برای تجزیه و تحلیل آماری داده ها و مقایسه‌ی بین گروهی از آزمون تحلیل واریانس یک طرفه و در صورت معناداری از آزمون تعقیبی بونفرونی استفاده شد. به منظور بررسی اختلاف های درون گروهی از آزمون t وابسته استفاده شد. کلیه ی عملیات آماری به وسیله نرم افزار SPSS نسخه ۲۵ انجام گرفت و سطح معنی داری آزمون ها $P <۰/۰۵$ در نظر گرفته شد.

یافته‌ها

در جدول ۱ مشخصات آنتروپومتریکی و فیزیولوژیکی آزمودنی ها (سن، قد، وزن، شاخص توده بدنی و حداکثر اکسیژن مصرفی) به همراه آزمون لِون برای اثبات همگن بودن هریک از متغیرها در گروه ها ارائه شده است، بر اساس نتایج جدول ۱ تفاوت معنی داری بین شاخص های قد، سن، وزن، شاخص توده‌ی بدن و حداکثر اکسیژن مصرفی در گروه های تجربی و کنترل وجود نداشت.

جدول ۱. خصوصیات آنتروپومتریکی، فیزیولوژیکی با مقادیر میانگین ± انحراف معیار و آزمون لِون (همگنی چهار گروه) آزمودنی ها در حالت پایه

متغیرها	گروه مقاومتی با انسداد تداومی (۲۰٪ 1RM)	گروه مقاومتی با انسداد تناوبی (۲۰٪ 1RM)	گروه مقاومتی سنتی (۸۰٪ 1RM)	گروه کنترل	P همگنی (آزمون لِون)
سن(سال)	۱/۰۶ ±۲۲/۶۳	۱/۷۰ ±۲۲/۶۳	۱/۲۵ ±۲۲/۹	۱/۱۹ /۴۰± ۲۲	۰/۵۰
قد (سانتی متر)	۱/۶۰ ±۱۸۰	۱/۴۶ ±۱۷۹	۱/۷۰ ±۱۷۹	۱/۵۱ ±۱۷۹	۰/۵۰
وزن (کیلوگرم)	۱/۷۰ ±۷۶/۸	۲۰ ±۷۶/۱	۱/۵۰ ±۷۶/۴	۱/۶۰ ±۷۶/۵	۰/۹۷
BMI(کیلوگرم برمترمربع)	± /۷ ۲۳/۸	± /۳ ۲۳/۷	± /۵ ۲۳/۷	/۷ ±۲۳/۷	۰/۲۲
VO_{2max}(میلی لیتر بر کیلوگرم در دقیقه)	/۸±۲/۹ ۴۶	/۲±۲/۷ ۴۷	/۱±۳/۲ ۴۸	±۳/۵ ۴۷	۰/۸۶

یافته‌های جدول ۲ نشان می دهد که میزان هورمون رشد و لاکتات در هر سه گروه تجربی نسبت به حالت پایه، افزایش معنی داری داشته ($P\leq۰/۰۰۱$)، در حالیکه فاکتور رشد شبه انسولین در هیچ یک از گروه‌ها افزایش معنی‌داری نداشت. نتایج بین گروهی نشان داد که

بعد از یک جلسه تمرین، مقادیر هورمون رشد و لاکتات در بین سه گروه تجربی تفاوت معنی داری نداشت.

جدول ۲ . مقایسه درون گروهی و بین گروهی سطوح لاکتات، هورمون رشد و IGF-1 ، قبل و بعد از یک جلسه تمرین با استفاده از آزمون واریانس یک طرفه و t وابسته

متغیر	گروه ها	قبل از تمرین	بعد از تمرین	T درون گروهی	P درون گروهی	F بین گروهی	P بین گروهی
لاکتات (mg/dl)	گروه مقاومتی با انسداد تداومی	۱۱/۳۱ ±۱/۳	۲۱/۸۶ ±۲/۴	-۹/۲	۰/۰۰۱	۳۲/۵	*۰/۰۰۱
	گروه مقاومتی با انسداد تناوبی	۱۱/۶۸ ±/۶۵	۱۹/۳۷ ±۱/۸	-۱۰	۰/۰۰۱		
	گروه مقاومتی سنتی	۱۱/۰۶ ±/۹۵	۲۰/۳۵ ±۳/۳	-۸/۲۶	۰/۰۰۱		
	کنترل	۱۱/۲۵ ±۱/۱	۱۱/۴۱ ±۱/۱	-/۸۲	۰/۴۳۹		
هورمون رشد (ng/ml)	گروه مقاومتی با انسداد تداومی	۰/۱۱ ± /۰۲	۰/۳۲ ± /۰۷	۰/۰۰۱	۰/۰۰۱	۳۱/۲	*۰/۰۰۱
	گروه مقاومتی با انسداد تناوبی	۰/۱۱ ± /۰۱	۰/۳۴ ± /۰۶	۰/۰۰۱	۰/۰۰۱		
	گروه مقاومتی سنتی	۰/۱۲ ± /۰۲	۰/۳۳ ± /۰۵	۰/۰۰۱	۰/۰۰۱		
	کنترل	۰/۱۱ ± /۰۲	۰/۱۳ ± /۰۲	۰/۱۳۷	۰/۱۳۷		
IGF-1 (ng/ml)	گروه مقاومتی با انسداد تداومی	۲۴۴ ±۱۱	۲۴۶ ±۱۰	۰/۴۸۸	۰/۴۸۸	۲/۱	۰/۱۲۳
	گروه مقاومتی با انسداد تناوبی	۲۳۵ ±۱۵	۲۳۸ ±۹	۰/۴۲۳	۰/۴۲۳		
	گروه مقاومتی سنتی	۲۳۷ ±۱۳	۲۴۰ ±۱۳	۰/۰۸۴	۰/۰۸۴		
	کنترل	۲۳۱ ±۱۲	۲۳۳ ±۹	۰/۱۲۹	۰/۱۲۹		

جدول۳. نتیجه آزمون تعقیبی بونفرونی برای مقایسه نتایج سطوح لاکتات و هورمون رشد بین چهار گروه

متغیر	گروه ها	P تعقیبی
لاکتات (mg/dl)	انسداد تداومی با انسداد تناوبی	۰/۱۶۳
	انسداد تداومی با سنتی	۰/۵۶۷
	انسداد تداومی با کنترل	*۰/۰۰۱
	انسداد تناوبی با سنتی	۰/۸۳۴
	انسداد تناوبی با کنترل	*۰/۰۰۱
	سنتی با کنترل	*۰/۰۰۱
هورمون رشد(ng/ml)	انسداد تداومی با انسداد تناوبی	۰/۹۰۴
	انسداد تداومی با سنتی	۰/۹۶۲
	انسداد تداومی با کنترل	*۰/۰۰۱
	انسداد تناوبی با سنتی	۰/۹۹۷
	انسداد تناوبی با کنترل	*۰/۰۰۱
	سنتی با کنترل	*۰/۰۰۱

* P≤0.05

بحث و نتیجه‌گیری

این مطالعه با هدف مقایسه‌ی پاسخ های تمرین مقاومتی برای اندام فوقانی با محدودیت جریان خون تداومی و تناوبی بر میزان هورمون رشد، فاکتور رشد شبه انسولین و لاکتات در مردان جوان غیرورزشکار بود. به این منظور ۴۰ آزمودنی به طور تصادفی در چهار گروه مساوی قرار گرفتند (۱) تمرین مقاومتی با محدودیت جریان خون تداومی (٪۲۰ یک تکرار بیشینه)، (۲) تمرین مقاومتی با محدودیت جریان خون تناوبی (٪۲۰ یک تکرار بیشینه)، (۳) تمرین مقاومتی سنتی (٪۸۰ یک تکرار بیشینه) و (۴) گروه کنترل (بدون تمرین). نتایج تحقیق حاضر نشان داد که هر سه نوع پروتکل تمرین باعث افزایش معنی دار مقدار لاکتات خون در مقایسه با سطح پیش از تمرین شدند و با این که میزان افزایش لاکتات خون افراد در گروه های تمرین مقاومتی با محدودیت جریان خون تداومی و مقاومتی سنتی بیشتر از گروه تمرین مقاومتی با محدودیت جریان خون تناوبی بود، اما تفاوت معنی داری بین گروه ها حاصل نشد. مطالعات اندکی پاسخ حاد لاکتات را نسبت به تمرینات مقاومتی با محدودیت جریان خون تداومی و تناوبی مقایسه کرده است. نتایج این تحقیق مشابه نتـایج مطالعـات نتو و همکاران، کروینو و

همکاران، سوقا و همکاران بود، با این تفاوت که پاسخ لاکتات نسبت به مطالعه ما افـزایش چشـمگیرتری داشـتند. این تفاوت ممکن است به دلیل نوع پروتکل (حجم، شدت، نوع تمرین، فشارکاف و اسـتراحت بـین سـت هـا) مـورد استفاده باشد که همه این عوامل می-توانند موجب افزایش فشار متابولیکی شوند. برای مثال افزایش بیشتر لاکتات در مطالعه نتو و همکاران احتمالاً به دلیل تعداد حرکت و ست های بیشتر آن بوده است، چراکه تحقیقات نشان دادند هنگامی که شدت، حجم و استراحت بین ست‌ها در تمرین همراه با محدودیت جریان خون تغییر کند، پاسخ های متابولیکی و هورمونی نیز متفاوت خواهد بود (۳۲). از دلایل افزایش لاکتات در تمرینات مقاومتی کاتسو با محدودیت جریان خون تداومی و یا تناوبی، می‌توان به فراخوانی بیشتر تارهای تند انقباض بر اثر ایسکیمی و هایپوکسی ایجاد شده اشاره کرد. به نظر می‌رسد پاسخ کمتر لاکتات در گروه تمرین مقاومتی با انسداد تناوبی نسبت به دو گروه تجربی دیگر را می توان به باز کردن کاف در بین ست‌ها در این پروتکل مربوط دانست که موجب افزایش جریان خون و پاک سازی (کلیرینس) لاکتات در عضلات آزمودنی ها می شود (۳۳،۳۴). براساس یافته های لورنتینو و همکاران، انقباض عضلانی با شدت بیشتر در هر ست ممکن است موجب ایجاد محدودیت جریان خون شود که شبیه به تمرین قدرتی با محدودیت جریان خون خواهد بود (۳۵). نتایج تحقیق حاضر نشان داد که هورمون رشد پس از تمرین در هر سه گروه تجربی به طور معنی داری افزایش یافت، در حالیکه بین سه گروه تجربی تفاوت معنی داری به دست نیامد. بر اساس دانش محقق تا کنون پژوهشی در زمینه بررسی پاسخ هورمون‌های آنابولیک به تمرین کاتسو که جریان خون به دو شیوه تناوبی و تداومی محدود می گردد اجرا نشده است، اما مطالعات متعددی گزارش کرده اند که یک جلسه تمرین مقاومتی کم شدت با محدودیت جریان خون باعث افزایش GH در افراد جوان شده است. یافته تحقیق حاضر با نتایج پژوهش شیموزو و همکاران، کیم و همکاران، استفن و همکاران، مانینی و همکاران (۳۶) همسو می‌باشد. شیموزو و همکاران در تحقیقی نشان دادند که میزان هورمون رشد بعد از یک جلسه تمرین مقاومتی با محدودیت جریان خون تداومی (۲۰٪ یک تکرار بیشینه) حدود سه برابر نسبت به حالت پایه افزایش داشت در حالی که گروه تجربی بدون انسداد (۲۰٪ یک تکرار بیشینه) تغییری نداشت. همچنین میزان لاکتات در هر دو گروه تجربی افزایش معنی داری داشت که این افزایش در گروه انسداد بیشتر بود (۳۷). کیم و همکاران نشان دادند پس از تمرین مقاومتی با محدودیت جریان خون تناوبی و تمرین مقاومتی شدید (بدون انسداد)، هورمون رشد و لاکتات در هر دو پروتکل افزایش معنی داری داشته است و در حالی که پاسخ هورمون رشد دو پروتکل مشابه بود اما میزان افزایش پاسخ لاکتات در پروتکل تمرین مقاومتی شدید بیشتر بود. افزایش معنی دار هورمون رشد در گروه با انسداد را می توان به شرایط هایپوکسی و تجمع متابولیت ها و یا تولید نیتریک اکساید نسبت داد (۳۸). در مقابل، برخی تحقیقات پاسخ های بزرگتر GH به تمرینات BFR را در مقایسه با تمرینات مقاومتی سنتی با شدت‌های ملایم، متوسط و بالا گزارش کرده اند. تاکارادا و همکاران اظهار داشتند که به دنبال ۵ ست حرکت باز کردن زانو در تمرینات کاتسو با ۲۰ درصد یک تکرار بیشینه، هورمون رشد ۲۹۰ برابر افزایش داشته است. این در حالی است که تاکانو و همکاران افزایش غلظت GH را بعد از تمرین مقاومتی کم شدت BFR، ۱۰۰ برابر، پیرس و همکاران افزایش آن را ۹ برابر (۳۹) و ریوس و همکاران افزایش آن را ۴۱ برابر سطح استراحتی (۴۰) نشان دادند. این مقادیر خیلی بیشتر از آنچه در تحقیق حاضر که افزایش حدود ۳ برابری هورمون رشد به دنبال یک جلسه تمرین (BFR تداومی و تناوبی و

تمرین مقاومتی سنتی) می باشد. این تفاوت ها ممکن است به فشار کاف، میزان عضلات درگیر، شدت تمرین، حجم تمرین و مقدار استراحت بین ست ها و تعداد تکرارها مربوط باشد. در تحقیق حاضر فشار کاف به طور میانگین حدود ۱۴۰ میلی متر جیوه بود در حالی که تاکارادا و پیرس به ترتیب از فشار کاف ۲۱۴ و ۲۸۰ میلی متر جیوه استفاده کرده اند. فشار بیشتر منجر به تحریک بیشتر نورون های حسی آوران نوع III وIV (در پاسخ به افزایش محیط اسیدی) شده که در عضله منجر به پاسخ بزرگتر GH می شود (۱۴،۳۳،۳۴). علاوه بر این، تاکارادا و همکاران در پروتکل خود بر عضلات چهار سر ران تمرین داده که حجم عضلات مورد استفاده بیشتر از میزان عضلات به کار گرفته شده تحقیق حاضر (عضله ی دو سر بازو) بوده است. افزایش حجم عضلانی درگیر منجر به پاسخ بزرگ هورمونی و متابولیکی می شود. بنا بر نتایج تحقیقات گذشته از عوامل متعددی که باعث افزایش هورمون رشد بعد از تمرینات مقاومتی (با محدودیت و بدون محدودیت جریان خون) می شوند می توان به هایپوکسی، لاکتات، نیتریک اکساید و فشار مکانیکی اشاره نمود (۲۴). در پروتکل های تمرینی که به شکل مقاومتی همراه با محدودیت جریان خون تداومی انجام می شوند، ممکن است ایسکیمی و هایپوکسی ایجاد شده موجب فراخوانی بیشتر تارهای تند انقباض شود و تولید و تجمع متابولیت هایی مانند لاکتات و یون هیدروژن در درون عضله افزایش یابند. افزایش غلظت متابولیت‌ها (لاکتات و یون هیدروژن) سبب تحریک گیرنده های شیمیایی می شود. تحریک این گیرنده ها سبب انتقال پیام از طریق آوران های نوع III وIV به هیپوفیز شده و هیپوفیز در پاسخ به این آوران ها ترشح هورمون رشد را افزایش می دهد (۱۴،۳۳،۳۴). اما درپروتکل هایی که به فرم تمرین مقاومتی همراه با محدودیت جریان خون تناوبی اجرا می-شوند، به این صورت که این گروه در حین اجرای حرکت کاف را بر بازو می بندند (ایجاد ایسکیمی و هایپوکسی) و در فواصل استراحت کاف را باز می کنند (افزایش جریان خون و ایجاد فشار برشی)، تنش برشی ناشی از جریان خون باعث تولید اکسید نیتریک و بالتبع تحریک سلول های ماهواره ای و ترشح هورمون رشد می‌شود. هر چند در این مطالعه نیتریک اکسید مورد اندازه گیری قرار نگرفت، اما به نظر می رسد نیتریک اکساید سبب تسهیل رهاسازی هورمون رشد از هیپوفیز قدامی به گردش عمومی خون شود. نیتریک اکسید یکی از مهمترین انتقال دهنده های درون سلولی و بین سلولی است که نقش مهمی در کنترل رهاسازی هورمون از محور هیپوتالاموس–هیپوفیز دارد (۲۷،۲۸،۴۱،۴۲). همچنین، محققان یکی از دلایل افزایش هورمون رشد در گروه تمرین مقاومتی که به شکل سنتی با شدت بالا و بدون محدودیت جریان خون اجرا می شوند را ناشی از افزایش فعالیت سیستم عصبی سمپاتیک می دانند. افزایش فعالیت سیستم عصبی سمپاتیک سبب ترشح اپی نفرین، نوراپی نفرین و تحریک فعالیت نورون-های مرکزی آدرنرژیک شده که در پی آن، میزان ترشح هورمون رشد نیز افزایش می‌یابد (۲۴،۴۳). بنابراین ممکن است هر سه پروتکل یاد شده با ساز و کار و مسیرهای ویژه موجب افزایش هورمون رشد گردند و نتایج مشابهی بدست آید. یکی از اهداف عملکردی هورمون رشد تحریک ترشح IGF-1 است. پاسخ IGF-1 به هورمون رشد در تمرینات مقاومتی ضد و نقیض است، طوری که بیشتر تحقیقات افزایش و برخی عدم افزایش معنی دار IGF-1 را بعد از تمرینات مقاومتی سنگین و BFR گزارش کرده-اند. نتایج پژوهش حاضر نشان داد مقدار IGF-1 بعد از تمرین در هیچ کدام از گروه ها تغییر معنی داری نیافت که با یافته های استفن و همکاران، مانینی و همکاران، وهل و همکاران (۴۴) و فوجیتا و همکاران (۳۴) همسو و با نتایج تحقیقات تاکانو و همکاران، آب و همکاران هم

خوانی ندارد. احتمالا این عدم هم خوانی به زمان نمونه گیـری و نوع پروتکل مربوط باشد. نکته جالب توجه این است در حالیکه به دنبال تمرینات BFR، IGF-1 تفاوت معنی داری نداشت اما این تحقیقات افزایش معنی داری در غلظت GH گزارش کردند. اختلاف این مطالعات ممکن است به علت تفاوت‌های روش شناختی باشد. محققان علت تغییر و یا عدم تغییر IGF-1 بعد از تمرینات مقاومتی را به حجم تمرین و مدت زمان لازم برای تاثیر گذاری هورمون رشد در تولید و ترشح IGF-1 مربوط می دانند. برای مثال تاکانو و همکاران با استفاده از تمرینات ورزشی با حجم زیاد توانستند باعث افزایش قابل توجه فاکتور شبه انسولین(IGF-1) شوند. از سوی دیگر پیشنهاد شده است که پاسخ IGF-1 به ترشح هورمون رشد ممکن است ۳ تا ۹ ساعت به تاخیر بیافتد و اوج پاسخ IGF-1، ۱۶ تا ۲۸ ساعت بعد از تمرینات مقاومتی اتفاق می افتد. بنابراین ممکن است عدم افزایش سطح سرمی IGF-1 در پژوهش حاضر مربوط به زمان اندازه گیری سطح این هورمون باشد که قبل از رسیدن به مقدار اوج اندازه گیری شده است.

بطور کلی بر اساس نتایج تحقیق حاضر، الگوی تغییر سطح سرمی هورمون‌های GH، IGF-1 و لاکتات در هر سه گروه تمرینی مشابه است، به عبارتی دیگر تمرینات مقاومتی کم شدت همراه با محدودیت جریان خون تداومی و تناوبی از لحاظ تغییرات هورمونی و فشار متابولیکی مشابه تمرین مقاومتی سنتی با شدت بالا اثر بخش هستند. از اینرو به نظر می‌رسد محدود شدت جریان خون تداومی و یا تناوبی به هنگام تمرین، می تواند عامل مهمی در ایجاد پاسخ‌های هورمونی باشد. بر اساس نتایج تحقیقات گذشته، مدل تمرین مقاومتی کم شدت با محدودیت جریان خون تناوبی را به دلیل داشتن میزان درک فشار تمرین کمتر، می توان جایگزین دو مدل دیگر نمود. با این حال، به دلیل محدود بودن تحقیقات در این خصوص، برای درک صحیح و دقیق مکانیسم پاسخ‌های هورمونی به تمرینات BFR، تحقیقات گسترده‌تری لازم است.

تشکر و قدردانی

مقاله حاضر مستخرج از پایان نامه دکتری دانشگاه محقق اردبیلی با عنوان " تأثیر پنج هفته تمرین مقاومتی با محدودیت جریان خون تناوبی و تداومی بر برخی عوامل رشد عروقی و عملکرد عضلانی درمردان غیرفعال" است؛ لذا از تمامی دانشجویان دانشگاه محقق اردبیلی که در انجام این تحقیق با ما همکاری نمودند کمال تشکر را داریم.

References

1. Kraemer WJ, Ratamess NA. Fundamentals of resistance training: progression and exercise prescription. Med sci sports exer. 2004;36(4):674-688.
2. Ratamess N, Alvar B, Evetoch T, Housh T, Kibler W, Kraemer W. Progression models in resistance training for healthy adults [ACSM position stand]. Med Sci Sports Exerc. 2009;41(3):687-708.
3. Hasani-Ranjbar S, Far ES, Heshmat R, Rajabi H, Kosari H. Time course responses of serum GH, insulin, IGF-1, IGFBP1, and IGFBP3 concentrations after heavy resistance exercise in trained and untrained men. Endocrine. 2012;41(1):144-151.
4. Miyachi M, Kawano H, Sugawara J, Takahashi K, Hayashi K, Yamazaki K, et al. Unfavorable effects of resistance training on central arterial compliance: a randomized intervention study. Circulation. 2004;110(18):2858-2863.
5. Neto GR, Novaes JS, Dias I, Brown A, Vianna J, Cirilo-Sousa MS. Effects of resistance training with blood flow restriction on haemodynamics: a systematic review. Clin physiol func imaging. 2017;37(6):567-574.
6. Fitschen P, Kistler B, Jeong J, Chung H, Wu P, Walsh M, et al. Perceptual effects and efficacy of intermittent or continuous blood flow restriction resistance training. Clin physiol func imaging. 2014;34(5):356-363.
7. Sousa J, Neto G, Santos H, Araújo J, Silva H, Cirilo-Sousa M. Effects of strength training with blood flow restriction on torque, muscle activation and local muscular endurance in healthy subjects. Biol sport. 2017;34(1):83.
8. Patterson SD, Brandner CR. The role of blood flow restriction training for applied practitioners: A questionnaire-based survey. J sports sci. 2018;36(2):123-130.
9. Araujo C, Neto GR, Cirilo-Sousa MS, Chaves E, Brown A, Dias I, et al. Chronic Effects of Resistance Training with Blood Flow Restriction on Maximal Dynamic Strength and Flexibility at Different Phases of the Menstrual Cycle. J Exe Physiol Online. 2017; 20(8):117-128.
10. Neto GR, Novaes JS, Salerno VP, Gonçalves MM, Piazera BK, Rodrigues-Rodrigues T, et al. Acute effects of resistance exercise with continuous and intermittent blood flow restriction on hemodynamic measurements and perceived exertion. Percep motor skills. 2017;124(1):277-292.
11. Taylor CW, Ingham SA, Ferguson RA. Acute and chronic effect of sprint interval training combined with postexercise blood-flow restriction in trained individuals. Exper physiol. 2016;101(1):143-154.
12. 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. Europ J applied physiol. 2013;113(3):709-713.
13. Leite S, Reis A, Colnezi G, Souza F, Ferracini H. Influence of Vascular Occlusion in Concentration of Growth Hormone and Lactate in Athletes during Strengthening Quadriceps Exercise. Occup Med Health Aff. 2015;3(195):2.

14. Schoenfeld BJ. Potential mechanisms for a role of metabolic stress in hypertrophic adaptations to resistance training. Sports med. 2013;43(3):179-194.
15. de Freitas MC, Gerosa-Neto J, Zanchi NE, Lira FS, Rossi FE. Role of metabolic stress for enhancing muscle adaptations: Practical applications. World J methodol. 2017;7(2):46.
16. Renzi CP, Tanaka H, Sugawara J. Effects of leg blood flow restriction during walking on cardiovascular function. Med sci sports Exerc. 2010;42(4):726.
17. Neto GR, Novaes JS, Salerno VP, Gonçalves MM, Batista GR, Cirilo-Sousa MS. Does a resistance exercise session with continuous or intermittent blood flow restriction promote muscle damage and increase oxidative stress? J sports sci. 2018;36(1):104-110.
18. 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. Europ J applied physiol. 2012;112(11):3915-3920.
19. Corvino RB, Rossiter HB, Loch T, Martins JC, Caputo F. Physiological responses to interval endurance exercise at different levels of blood flow restriction. Europ J applied physiol. 2017;117(1):39-52.
20. Brandner C, Kidgell D, Warmington S. Unilateral bicep curl hemodynamics: Low-pressure continuous vs high-pressures intermittent blood flow restriction. Scand J Med Sci sports. 2015;25(6):770-777.
21. Rodrigues Neto G, Novaes JdS, Gonçalves M, Batista GR, Mendonça RMSCd, Miranda H, et al. Hypotensive effects of resistance exercise with continuous and intermittent blood flow restriction. Motriz: Rev Edu Física. 2016;22(3):198-204.
22. Yasuda T, Loenneke J, Ogasawara R, Abe T. Influence of continuous or intermittent blood flow restriction on muscle activation during low-intensity multiple sets of resistance exercise. Acta Physiol Hungar. 2013;100(4):419-426.
23. 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):611-617.
24. Pearson SJ, Hussain SR. A review on the mechanisms of blood-flow restriction resistance training-induced muscle hypertrophy. Sports med. 2015;45(2):187-200.
25. Kon M, Ikeda T, Homma T, Akimoto T, Suzuki Y, Kawahara T. Effects of acute hypoxia on metabolic and hormonal responses to resistance exercise. Med Sci Sports Exerc. 2010;42(7):1279-1285.
26. De Castro FMP, Aquino R, Berti JA, Gonçalves LGC, Puggina EF. Strength Training with Vascular Occlusion: A Review of Possible Adaptive Mechanisms. Human Mov. 2017;18(2):3-14.
27. Pinilla L, Tena-Sempere M, Aguilar E. Nitric oxide stimulates growth hormone secretion in vitro through a calcium-and cyclic guanosine monophosphate-independent mechanism. Hormone Res Paediatr. 1999;51(5):242-247.
28. Rubinek T, Rubinfeld H, Hadani M, Barkai G, Shimon I. Nitric oxide stimulates growth hormone secretion from human fetal

pituitaries and cultured pituitary adenomas. Endocrine. 2005;28(2):209-216.
29. Horiuchi M, Okita K. Blood flow restricted exercise and vascular function. Int J vascul Med. 2012;2012.
30. Schoenfeld BJ. The mechanisms of muscle hypertrophy and their application to resistance training. J Strength Cond Res. 2010;24(10):2857-2872.
31. Fahs CA, Loenneke JP, Rossow LM, Tiebaud RS, Bemben MG. Methodological considerations for blood flow restricted resistance exercise. J Trainol. 2012;1(1):14-22.
32. Sato Y, Yoshitomi A, Abe T. Acute growth hormone response to low-intensity KAATSU resistance exercise: comparison between arm and leg. Int J KAATSU Training Res. 2005;1(2):45-50.
33. Takano H, Morita T, Iida H, Asada K-i, 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. Europ J applied physiol. 2005;95(1):65-73.
34. 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 applied physiol. 2007;103(3):903-910.
35. Laurentino G, Ugrinowitsch C, Aihara A, Fernandes A, Parcell A, Ricard M, et al. Effects of strength training and vascular occlusion. Int J Sports Med. 2008;29(08):664-667.
36. 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 Hormone IGF Res. 2012;22(5):167-172.
37. Shimizu R, Hotta K, Yamamoto S, Matsumoto T, Kamiya K, Kato M, et al. Low-intensity resistance training with blood flow restriction improves vascular endothelial function and peripheral blood circulation in healthy elderly people. Europ J Applied Physiol. 2016;116(4):749-757.
38. Kim E, Gregg LD, Kim L, Sherk VD, Bemben MG, Bemben DA. Hormone responses to an acute bout of low intensity blood flow restricted resistance exercise in college-aged females. J sports sci Med. 2014;13(1):91.
39. Pierce JR, Clark BC, Ploutz-Snyder LL, Kanaley JA. Growth hormone and muscle function responses to skeletal muscle ischemia. J Applied Physiol. 2006;101(6):1588-1595.
40. 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 Applied Physiol. 2006;101(6):1616-1622.
41. Godfrey RJ, Madgwick Z, Whyte GP. The exercise-induced growth hormone response in athletes. Sports med. 2003;33(8):599-613.
42. Oliveira MFMd, Caputo F, Corvino RB, Denadai BS. Short-term low-intensity blood flow restricted interval training improves both aerobic fitness and muscle strength. Scand J Med Sci sports. 2016;26(9):1017-1025.

43. Weltman A, Weltman JY, Womack CJ, Davis SE, Blumer JL, Gaesser GA, et al. Exercise training decreases the growth hormone (GH) response to acute constant-load exercise. Med Sci Sports Exerc. 1997;29(5):669-676.
44. Wahl P, Zinner C, Achtzehn S, Bloch W, Mester J. Effect of high-and low-intensity exercise and metabolic acidosis on levels of GH, IGF-I, IGFBP-3 and cortisol. Growth Hormone IGF Res. 2010;20(5):380-385.
45. Scott BR, Slattery KM, Sculley DV, Dascombe BJ. Hypoxia and resistance exercise: a comparison of localized and systemic methods. Sports med. 2014;44(8):1037-1054.

The Acute Effect of Resistance Exercise Training with Continuous and Intermittent Blood Flow Restriction on Growth Hormone, Insulin-Like Factor-1 and Lactate in Non-Athletic Young Men

Kalantari HA[1], Bolboli LA[*2], Siahkohian M[3]

1. PhD Student of Exercise Physiology in the Field of Cardiovascular and Respiration, Department of Physical Education and Sport Sciences, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran.

2.Associate Professor of Exercise Physiology, Department of PhysicalEducation and Sport Sciences, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran, l_bilboli@uma.ac.ir

3. Professor of Exercise Physiology, Department of Physical Education and Sport Sciences, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran.

Received: Nov. 25, 2019 Accepted: Dec. 18, 2019

Abstract

Background: The aim of this study was to compare hormonal and metabolic responses to three types of resistance exercise trainings in non-athlete young men.

Materials and Methods: 40 subjects with the mean age of 22.56 ± 1.50 and the BMI of 23.75 ± 55.5 kg/m2 were randomly divided into four equal groups: (a) low intensity resistance training (20% one repetition maximum) with continuity of blood flow restriction (BFR), (b) low intensity resistance training (20% one repetition maximum) with intermittent BFR, (c) traditional resistance training (80% repetition maximum) with no BFR, and (d) the control group. Subjects performed the barbell curl 4 times until exhaustion and with a 1-minute rest between the sets. Blood sampling was performed before and one hour after the exercise session. Dependent T-Test (intra-group comparison) and One-Way Anova (inter-groups comparison) were used to analyze the data ($P \leq 0.05$).

Results: The levels of growth hormone and lactate in all three three experimental groups showed a significant increase compared to the baseline ($P \leq 0.001$), while insulin-like growth factor was not increased significantly in any of the groups. Inter-group results showed that after a training session, the levels of growth hormone and lactate were not changed significantly between the three experimental groups.

Conclusion: It seems that low-intensity resistance exercise trainings and continuous and intermittent blood flow restriction are effective in terms of hormonal and metabolic changes similar to traditional resistance exercise trainings.

Key words: blood flow restriction; resistance exercise; hormonal response.

***Citation**:* Kalantari HA, Bolboli LA, Siahkohian M. The Acute Effect of Resistance Exercise Training with Continuous and Intermittent Blood Flow Restriction on Growth Hormone, Insulin-Like Factor-1 and Lactate in Non-Athletic Young Men. Yafte. 2020; 21(4):44-57.